

**Monitoring verspreiding boorslib
in de Westerschelde (fase 3)**

periode oktober -november 2000

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ

Project boorspecie (fase 3)
Monitoring verspreiding boorslib in de
Westerschelde
periode oktober - november 2000

- Datarapportage -

januari 2001

Werkdocument RIKZ/AB/2000/842x

Colofon

Projectgroep:

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

Redactie:

Dirk van Maldegem
Aline Arends

GIS (figuren):

Gillis Wattel
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 Middelplaat Westerschelde
NV Westerscheldetunnel

Inhoud

Colofon

1. Inleiding.....	3
2. Uitgevoerde metingen.....	5
2.1 In-situ troebelheid	
2.2 In-situ sedimentatie	
2.3 Loding kleivak 1	
2.4 Datamanagement	
3. Resultaten in-situ troebelheid.....	8
3.1 Periode oktober - november 2000	
3.2 Vergelijking met T0 in periode oktober - november 1999	
4. Resultaten in-situ sedimentatie periode januari 1999 - december 2000.....	13
5. Resultaten metingen kleivak 1 op 17 november 2000.....	15
6. Storting van havenslib en verspreiden van boorslib in de omgeving van de Westerscheldetunnel.....	16
5.1 Stortingen van havenslib	
5.2 Verspreiding van boorslib	
7. Conclusies.....	18
Gebruikte literatuur.....	19
Bijlage 1: Overzicht van de parameters van de in-situ meetpaal.....	20
Bijlage 2: Dubbeldaagstijgemiddeld slibgehalte vanaf december 1998 van DOW.....	21
Bijlage 3: Dubbeldaagstijgemiddelde slibgehalte bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW in periode juli -september 2000.....	22

Overzicht figuren

Overzichten

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

Resultaten in-situmetingen periode oktober - november 2000

- Figuur 3: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibgehalte bij DOW op NAP-4m en NAP-17m, periode oktober - november 2000
- Figuur 4: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW, gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - november 2000. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.
- Figuur 5: Genormeerd slibgehalte van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, waterstand bij Terneuzen en windsnelheid bij Hansweert periode oktober - november 2000.

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

- Figuur 6: Vergelijk van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - november 1999 en 2000.
- Figuur 7: Vergelijk van de minimale waarden van het slibgehalte, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelde bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - november 1999 en 2000.
- Figuur 8: Vergelijk van de maximale waarden van het slibgehalte, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelde bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - november 1999 en 2000.
- Figuur 9: Vergelijking van de gemiddelde windsnelheid bij Hansweert. Situatie oktober - november 1999 en 2000

Resultaten in-situ sedimentatie periode januari - december 2000

- Figuur 10. Gemiddelde veranderingen in de bodemligging van de schorren bij Paulinapolder over de periode januari 1994 - december 2000
- Figuur 11. Gemiddelde veranderingen van de bodemligging van de slikken in het Pas van Terneuzen over de periode januari 1994 - december 2000.

Effect verspreiding van boorspecie via de pijp

- Figuur 12. Effect verspreiding via de pijp in oktober 2000 op het slibgehalte bij DOW
- Figuur 13. Effect verspreiding via de pijp in november 2000 op het slibgehalte bij DOW

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 en het storten in de kleivakken zijn de benodigde vergunningen, een WM- en een WVO vergunning, verleend door de provincie en directie Zeeland van Rijkswaterstaat. Voorwaarde 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 aannemerscombinatie 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. De rapportages van fase 1 zijn in juli van dit jaar afgerond. Na deze fase is besloten de meetpaal bij Baalhoek te verwijderen. Er is een korte evaluatie van de 1^e fase uitgevoerd [ref. 3].

Fase 2 gaat over het monitoren in de periode juli - september, een periode waarin heel weinig boorspecie is verspreid. Afgesproken is de rapportage hiervan achterwege te laten. De meetresultaten hiervan zijn in bijlage 3 weergegeven.

De voorliggende rapportage betreft fase 3 van de monitoring. In deze periode is de 2^e kleilaag aangeboord. Dit datarapport heeft dezelfde opzet als tijdens fase 1 [7].

Verrichte metingen

In dit rapport (oktober - november 2000) is gebruik gemaakt van de in-situ troebelheidsmetingen bij DOW en de sedimentatie metingen op de intergetijdegebieden. De sedimentatiemetingen zijn eind vorig jaar gestart. Tevens is een bodemopname van het kleiverspreidingsvak gemaakt. De hoogte is gemeten sedimentsamenstelling is globaal bepaald. Andere monitoringstechnieken zijn in de afgelopen periode niet ingezet.

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 - november 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 eerder gestarte metingen worden tevens gebruikt bij het beoordelen van de meetresultaten.

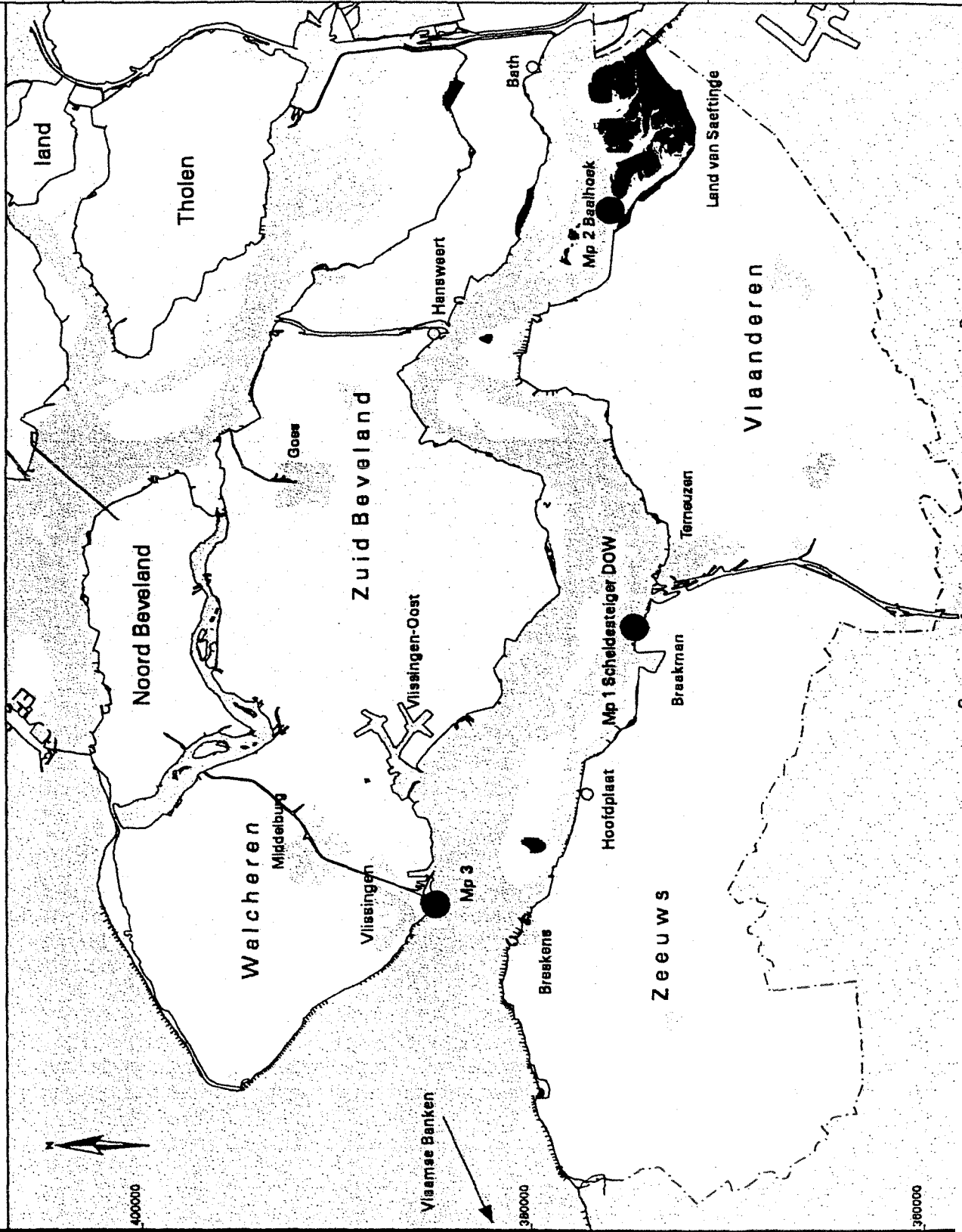
Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde metingen. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de gemeten slibgehalte van de periode oktober - november 2000 gepresenteerd. Deze worden afgezet tegen de resultaten in 1999. In hoofdstuk 4

zijn de analyseresultaten van de in-situ sedimentatie gegeven over de periode januari - juni 2000. In hoofdstuk 5 wordt de meting van kleiverspreiding in vak 1 besproken.

Hoofdstuk 6 geeft een overzicht van het gestorte havenslib in de omgeving van de lozingspijp en van het verspreiden van de boorspecie. Hierbij is zowel een overzicht gegeven van de slibblozingen via de pijp als de verspreidingen van de boorspecie met een schip. In hoofdstuk 7 staan tenslotte de conclusies beschreven.

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



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat Generaal Rijkswaterstaat

2. Uitgevoerde metingen

2.1 In-situ troebelheid

Gedurende de periode oktober - november 2000 zijn troebelheidsmetingen uitgevoerd bij de Scheldesteiger DOW (meetpunt 1). Deze zijn het vervolg van de in situ troebelheidsmetingen in de periode juli 1999 - september 2000 [ref. 4, 5, 6 en 7]. De gebruikte methode komt overeen met de T0 beschrijving [ref. 8]. In figuur 1 is de locatie van het meetpunt gegeven. Deze metingen hebben continu plaatsgevonden op 3 diepten. De T0 rapportage [ref. 8] bevat uitgebreide achtergrondinformatie over de meetmethodiek. De troebelheidssensor werkt met 2 lichtbronnen en 2 detectors ter controle. De gemeten optische troebelheidswaarde in milivolt is omgerekend naar slibgehalte in mg/l. Dit levert op 1 locaties in de Westerschelde een continu beeld van het slibgehalte.

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, wat is vervallen).

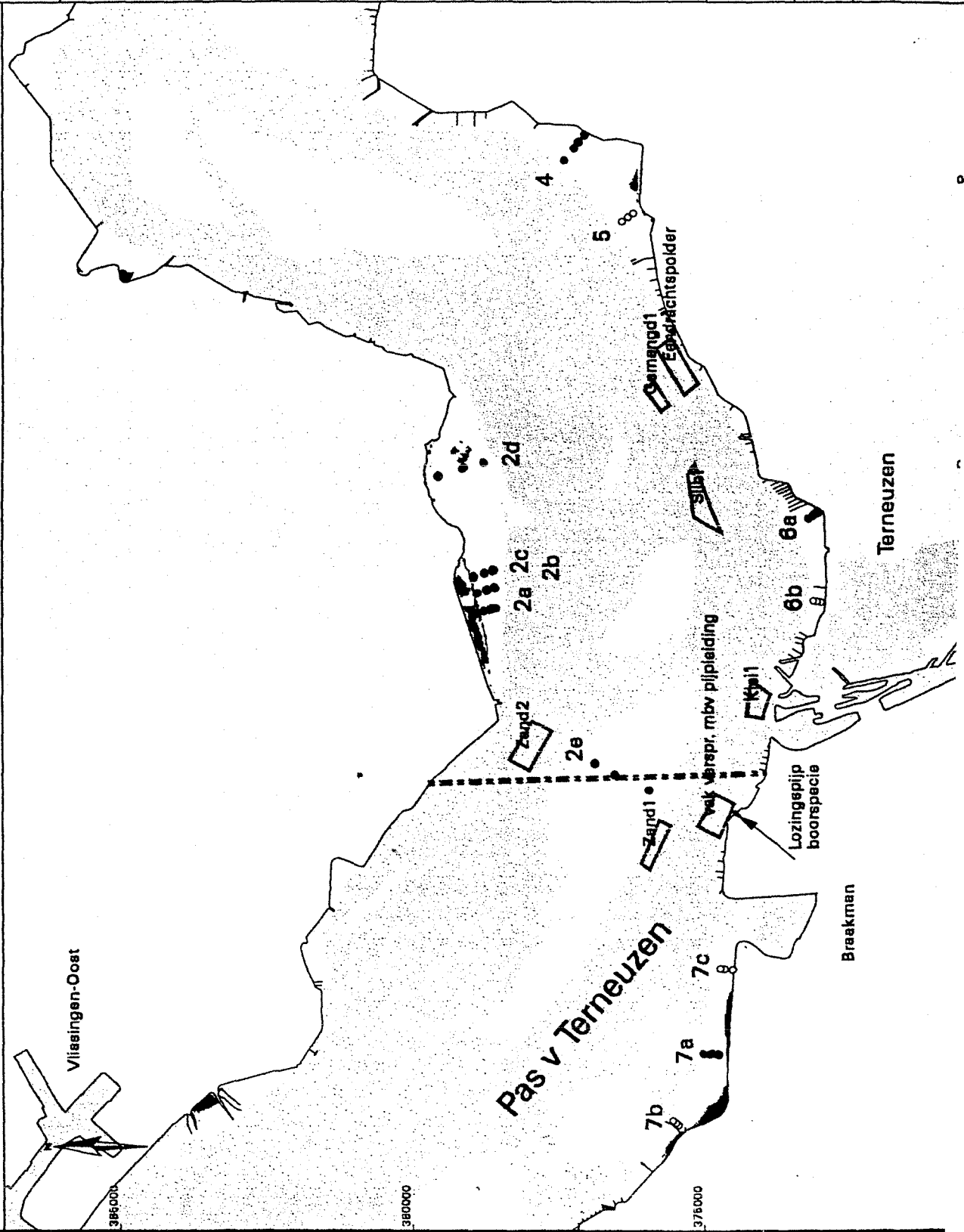
Naast de troebelheid zijn parameters gemeten die nodig zijn om de variatie van het slibgehalte te kunnen verklaren. Dit zijn o.a. waterstand, windsnelheid en chlorideconcentratie (zie bijlage 1). Deze parameters worden standaard in de Westerschelde gemeten in het kader van het meetnet van Rijkswaterstaat.

Op de gemeten gegevens is dezelfde bewerkingsprocedure toegepast als bij de T0 metingen [ref. 8]. De gemeten waarden zijn na te zijn gecontroleerd, gemiddeld over de diepte en vervolgens over 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 dubbeldagsgetijperiode aangegeven.

Verder heeft normering van het slibgehalte voor het effect van de wisselende stroomsnelheid plaatsgevonden zoals ook in de T0 rapportage is gedaan [ref. 8]. Daarnaast is uit het verschil tussen het meetpunt op het niveau NAP -4m en NAP-17m bepaald of de troebelheid is verhoogd t.g.v. van het lozen via de pijp. Deze methode is eerder toegepast in rapportage over de periode januari - maart 2000 [Ref.6].

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.

Sedimentatie/Erosie meetpunten en Verspreidingsvakken boorspecie



Westerschelde
tunnelgebied

Legenda

- tracé tunnel
- Hoger dan +2 m
- -2.5 m tot +2 m
- Dieper dan -2.5 m
- geplande verspreidingsvakken
- Meetpunten i.k.v. boorspecie
- Meetpunten i.k.v. ander project

Figuur 2

Schaal 1 : 100000



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

2.2 In-situ sedimentatie

In december 1999 is gestart met extra 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. De karakteristieken van deze gebiedjes zijn volgens mondelinge informatie van de Meet- en Informatie Dienst Zeeland:

- Schorren Paulinapolder.
Karakteristiek: in het westen slib + klei (én een slenk door de raai heen) en in het midden zand + slib. Op beide plaatsen is de ondergrond erg zacht. In het oosten (bij de Mosselbanken) zand, zoals een strand. Een bewegelijke zandplaat met nauwelijks slib. Hierin voortdurend veranderingen door vorming van grotere en kleinere ribbels.
- Slikken Pas van Terneuzen.
Karakteristiek: laage klei + zand op veenpakket. D.w.z. harde onderlaag.
Veranderingen in hoogte worden veroorzaakt door wijzigingen in de sliblaag.
- Platen van Hulst:
Karakteristiek: zand op blauwe klei. D.w.z. harde onderlaag. Veranderingen in hoogte worden veroorzaakt door wijzigingen in de sliblaag.

Daarnaast zijn er 8 raaien (zie ook figuur 2), die in het kader van andere RIKZ projecten al verschillende jaren 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 Middelplaat (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 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.

Per raai zijn 3 meetpunten (plots) uitgezet. Bij iedere plot worden steeds 15 hoogten gemeten langs een gelijkbenige driehoek. Voor de gebruikte meet- en analysemethode wordt verder verwezen naar literatuur 10.

2.3 Loding kleivak 1

Op 17 november 2000 is met een Multibeamloder een opname gemaakt van klei vak 1, waarin de kleibrokken van de tunnel mogen worden verspreid. Klei vak 1 bevindt zich in het midden van het Pas van Terneuzen, ten noorden van de havens van Terneuzen (figuur 2). Multibeam is een 2 dimensionaal echolood systeem, waarmee de bodemhoogte wordt opgemeten. Daarnaast is met het ROXANN systeem een scan gemaakt van dit vak en de directe omgeving hiervan. Dit is een geautomatiseerd systeem om de samenstelling van het sediment van de zeebodem te bepalen. De resultaten hiervan zijn vergeleken met eerder opgenomen lodingen. Verder zijn bodemonsters genomen met een Van Veenhapper om ter plaatse het sediment van de gemeten bodem globaal te kunnen beoordelen.

2.4 Data-management

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

3. Resultaten in-situ troebelheid

3.1 Periode oktober - november 2000

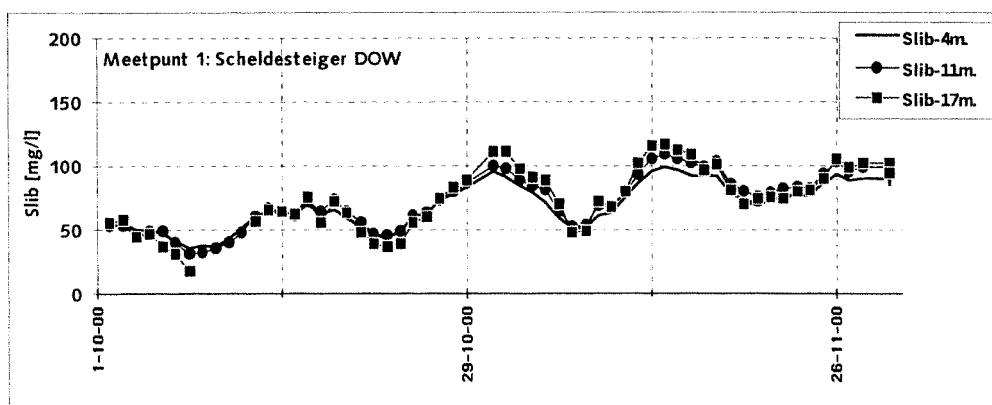
De periode oktober - november 2000 valt in het najaar, een periode waarin de biologische activiteit in het water afneemt. In deze periode hebben de troebelheidssensoren weinig last van vervuiling. De uitgangspunten van de beoordeling van het troebelheidssignaal staan vermeld in de T0 rapportage [ref. 8]. Eénmaal per week wordt de sensoren schoongemaakt en gecontroleerd. Dit is nodig gebleken om zeker te zijn van een goede werking van de sensoren. Er is het afgelopen half jaar extra aandacht geschonken aan schoonmaken van het meetframe rond de sensoren.

Omdat gedurende de zomerperiode de sensoren veel last hebben van aangroei is nagegaan wat de beste methode is om deze aangroei tegen te gaan. Hieruit is gebleken dat schoonhouden van het meetframe rond de sensoren en een wekelijkse beurt 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 steeds gecontroleerd.

Meetpunt 1 Scheldesteiger DOW

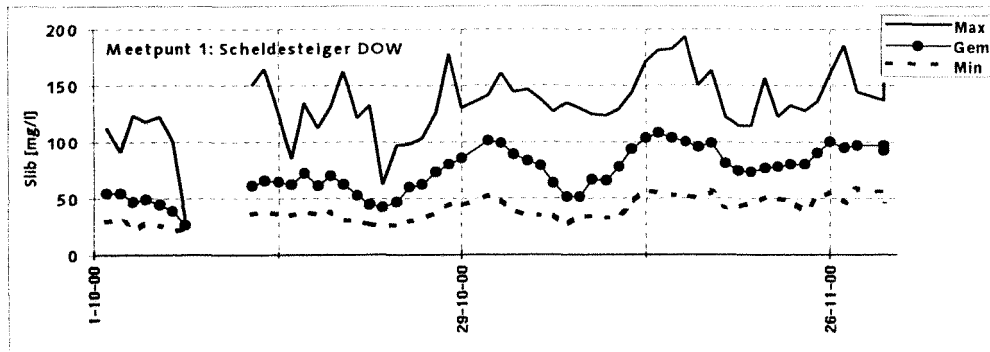
Het slibgehalte varieert tussen 20 en 100 mg/l (figuur 3). De slibgehalten nemen in de loop van deze periode toe. De verschillen tussen de niveau's NAP-4 m, NAP-11 m en NAP-17 m zijn regelmatig en bedragen minder dan 20 mg/l. Dit geringe verschil is te verwachten in een goed gemengd systeem. Van 8 tot 12 oktober is enige uitval geweest. In het dubbeldagstijngemiddeld verloop is een 14 daagse frequentie van de toppen en dalen te zien. Dit is de invloed van de 14 daagse doottij-springtijcyclus. Tijdens springtij zijn de slibgehalten ongeveer 20 mg/l hoger dan tijdens doottij. Na de winter worden deze verschillen kleiner.



Figuur 3: Verloop dubbeldagstijngemiddeld slibgehalte bij DOW op NAP-4m, NAP-11m en NAP-17m, periode oktober - november 2000

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. 8]. De gemiddelde waarde bij DOW is gebaseerd op 3

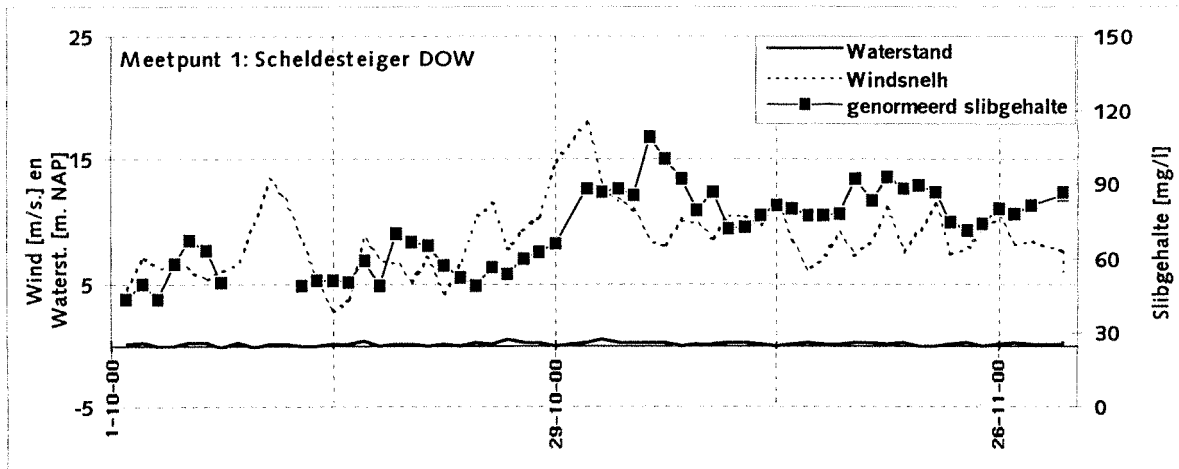
sensoren. De dieptegemiddelde minimale en maximale waarden tijdens het verloop van het dubbeldaggetij zijn eveneens weergegeven (figuur 4).



Figuur 4: Verloop van de dubbeldagstijgemiddelde slibgehalte bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - november 2000. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.

In de gemeten periode zijn er duidelijke verschillen tussen de minimale, gemiddelde en maximale waarden. Bij de metingen tot april 2000 waren de verschillen tussen de minimale en gemiddelde waarden wat kleiner. Dit betekent dat er meer variatie is over de waterkolom. De fijnste deeltjes van het slib sedimenteren niet en zweven zodoende altijd in de waterkolom. 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 slibgehalten worden behalve door het getij beïnvloed door factoren als windsnelheid, seizoen, stroomsnelheid en slibstoringen. In de T0 rapportage [ref. 8] is dit uitgebreid beschreven. Om ook de invloed van de stroomsnelheid te elimineren is de gemeten slibgehalte genormeerd met de stroomsnelheid² [ref. 8]. Uit de genormeerde slibgehalten kunnen afwijkingen door bijvoorbeeld slibstoringen geconstateerd worden (Figuur 5). Omdat eventuele pieken in het slibgehalte ook door hoge windsnelheden veroorzaakt kunnen 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 [7]. De invloed hiervan op het slibgehalte varieert dus. De geconstateerde pieken in het dubbeldagstijgemiddelde slibgehalte (figuur 4) zijn niet duidelijk terug te vinden in het genormeerde slibsignaal. Omdat genormeerd is over de stroomsnelheid betekent dit dat hoge stroomsnelheden deze pieken veroorzaken.



Figuur 5: Genormeed slibgehalte van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, waterstand bij Terneuzen en windsnelheid bij Hansweert periode oktober - november 2000.

De pieken in het slibgehalte vallen niet samen met pieken in de windsnelheid. Het verloop van het slibgehalte en windsnelheid vertonen op het eerste gezicht weinig overeenkomst.

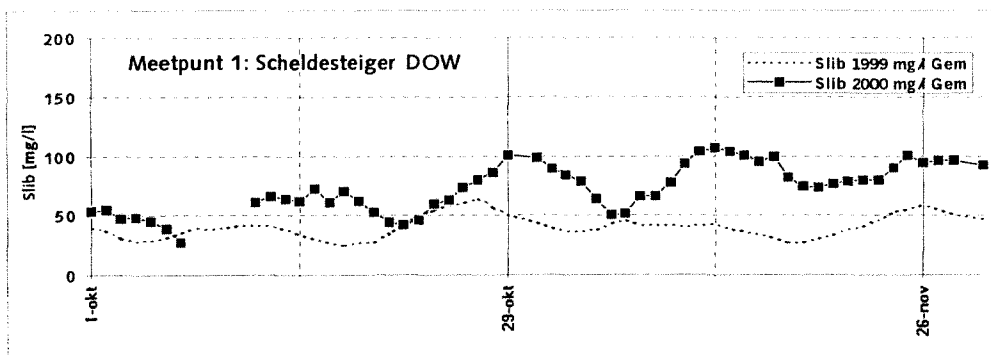
Uit figuur 5 is te zien dat het genormeerde verloop van het slibgehalte minder varieert dan de meting zelf. De variaties zijn verder voor een deel in de orde van de systematische onnauwkeurigheden van 10 mg/l. Opvallend is dat het verloop in november duidelijk hoger is dan in oktober. Dit kan verschillende oorzaken hebben:

- Een stormperiode in begin november
- De overgang naar de wintersituatie, waarin de het slibgehalte hoger is
- Veel verspreiding van slurry op de pijp vanaf 8 november.

3.2 Vergelijking met T0 in periode oktober - november 1999

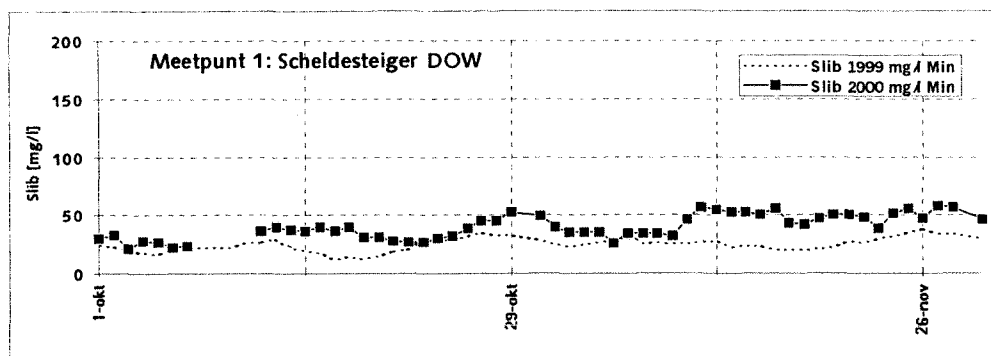
Om te kunnen zien hoe de periode oktober - november 2000 zich verhoudt tot eerdere metingen is deze periode vergeleken met dezelfde periode in 1999 (bijlage 2). Deze periode is gemeten tijdens de monitoring van de T0 en T1 situatie (december 1998 - juni 2000). Van belang hierbij is dat in oktober - november 1999 nauwelijks boorspecie via de pijp is verspreid. Deze maanden zijn zodoende eerder te beschouwen als T0 - dan als T1 situatie. Uit de voorgaande rapportages [lit 4 t/m 7] blijkt dat de gemeten T0 situatie goede overeenkomst vertoont met eerdere oppervlaktemetingen uit de periode 1970-1990 [lit 9] en 1993/1994 [Lit 10].

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 oktober - november van 1999 en 2000 vergeleken (figuur 6).

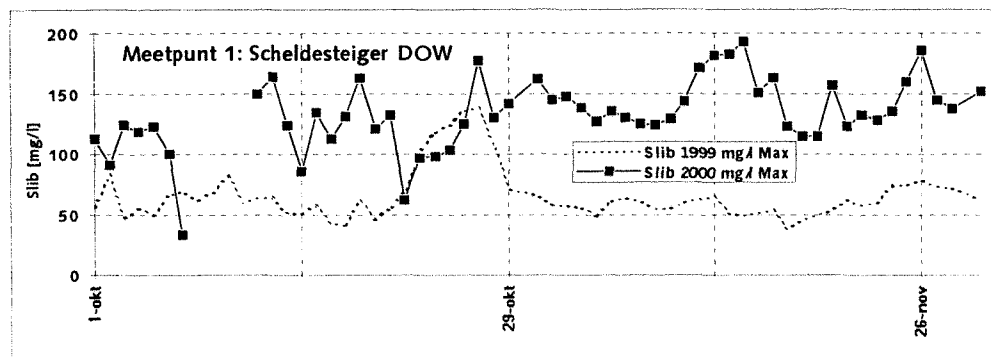


Figuur 6: Vergelijk van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode oktober - november 1999 en 2000.

In de figuren 7 en 8 zijn de minimale en maximale waarden vergeleken:

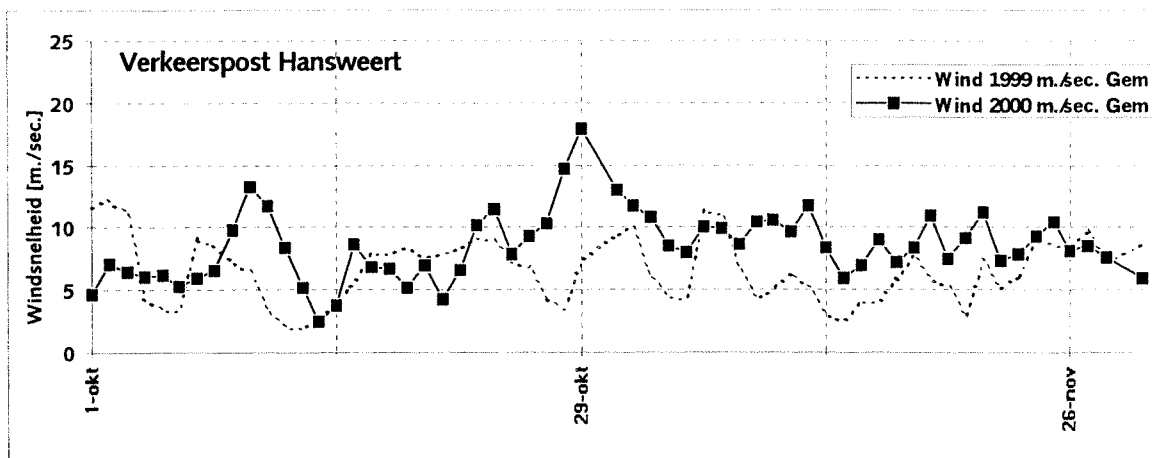


Figuur 7: Vergelijk van de minimale waarden van het slibgehalte, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelden bij DOW, periode oktober - november 1999 en 2000.



Figuur 8: Vergelijk van de maximale waarden van het slibgehalte, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelde waarden bij DOW, periode oktober - november 1999 en 2000.

Uit de vergelijking volgt dat in 2000 het slibgehaltes steeds hoger zijn geweest dan in 1999. Dit geldt zowel voor de gemiddelde, minimale als maximale verlopen. De verschillen zijn het grootst in november. De verschillen zijn vaak een factor 2 en soms meer. In figuur 9 zijn de windsituaties van beide perioden vergeleken.



Figuur 9. Vergelijking van de gemiddelde windsnelheid bij Hansweert. Situatie oktober - november 1999 en oktober - november 2000.

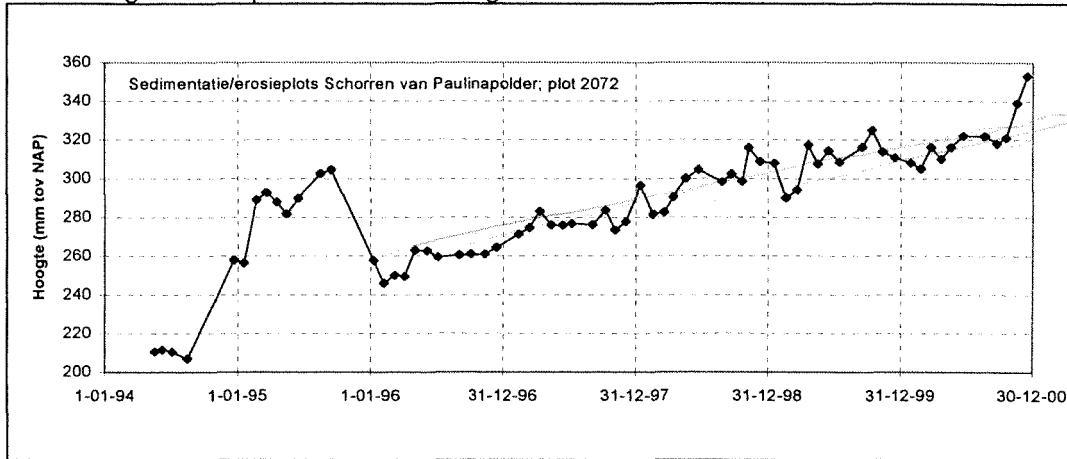
De windsnelheid in oktober - november 2000 is over het algemeen hoger geweest dan in oktober - november 1999. Uitschieter is de storm rond 29 oktober. In oktober en eind november zijn de windsnelheden meer overeenkomstig. In voorgaande perioden is geen opvallende overeenkomst met de windsnelheid gevonden.

De gegevens van het chlorideconcentratie van 2000 konden niet worden meegenomen. De gegevens hiervan zeggen iets over de afvoer van de rivier de Schelde. Wat betreft meetpunt 1 DOW is de invloed hiervan waarschijnlijk van ondergeschikt belang.

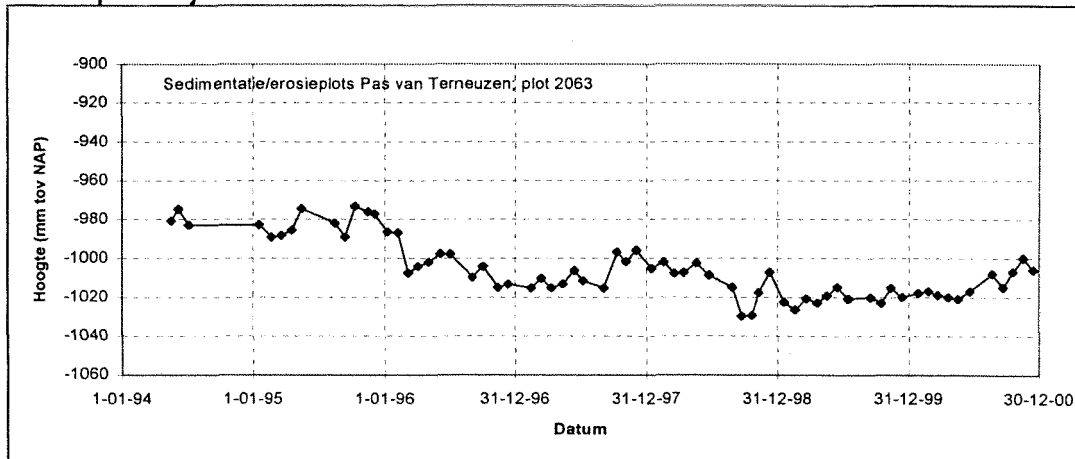
De hogere slibgehalten in oktober - november 2000 worden in eerste instantie toegeschreven aan de verspreiding van slib in de omgeving van de meetpaal. Niet onwaarschijnlijk is dat de hogere windsnelheid in dezelfde periode meer erosie van slib heeft veroorzaakt, waardoor het slibgehalte extra is verhoogd.

4. Resultaten in-situ sedimentatie

De resultaten van de in-situ sedimentatie metingen zijn in deze rapportage gegeven voor 2 raaien, die al verschillende jaren in het kader van een ander project worden opgenomen. Dit zijn de schorren bij Paulinapolder, raai 7b, en de slikken in het Pas van Terneuzen, raai 6a (Figuur 10 en 11). Deze raaien bevinden zich dicht bij de pijp (zie figuur 2). De gegevens zijn per raai gemiddeld over de uitgezette plots, waardoor een beter beeld ontstaat van de tendensen, die zich in genoemde periode hebben voorgedaan.



Figuur 10. Gemiddelde veranderingen in de bodemligging van de schorren bij Paulinapolder over de periode januari 1994 - december 2000.



Figuur 11. Gemiddelde veranderingen van de bodemligging van de slikken in het Pas van Terneuzen over de periode januari - juni 2000.

Het sedimentatie/erosiepatroon bij de plots op de schorren van Paulinapolder (Figuur 10) laten het laatste kwartaal van 2000 een duidelijke toename van sedimentatie zien én daardoor een toename van de dikte van de sliblaag. De slikken van de Pas van Terneuzen, oostelijk van Terneuzen gelegen (Figuur 11) vertonen een geringe toename in de 2^e helft van dit jaar. Het is niet bekend welke samenstelling dit nieuw gesedimenteerde materiaal heeft, waardoor (nog) geen oorzakelijk verband kan worden gelegd.

Conclusie is dat bij Paulinapolder duidelijk sprake is van een versnelde sedimentatie. Bij het slik van het Pas van Terneuzen is de toename te gering om conclusies te mogen trekken. Op de

andere gebieden zijn geen veranderingen geconstateerd. Onduidelijk is welke samenstelling/oorsprong het verse slib heeft dat in de genoemde sedimentatiegebieden is terechtgekomen.

De sedimentatie/erosiepatronen bij de plots op de slikken, schorren en platen op het Zuidgors en op de Plaat van Baarland, aan de rechteroever van de Westerschelde, bij de plots op de Middelpaat en bij de plots op de Platen van Hulst, aan de linkeroever van de Westerschelde, laten geen verandering zien (deze figuren zijn niet vertoond). De conclusie is dat deze gebieden tot nu toe niet merkbaar worden beïnvloed door de verspreidingen van de boorspecie via de pijp en schepen.

Om een (eventueel) oorzakelijk verband tussen de lozingen/stortingen van de boorspecie en de ontwikkelingen in de sedimentatiepatronen op de Schorren van Paulinapolder en de slikken aan de Pas van Terneuzen aan te kunnen tonen is het raadzaam door te gaan met de maandelijkse opnames van in de hier genoemde plots.

5. Resultaten metingen kleivak 1 op 17 november 2000

Uit de verkenning met het Multibeamstelsysteem op 17 november 2000 in de directe omgeving van kleival 1 (figuur 2) is gebleken dat zich in het westelijk deel van kleivak 1 en hierbuiten een opeenhoping van bodemmateriaal bevindt. Eerdere opnamen van dit vak eind vorig jaar en begin dit jaar zijn te globaal om deze opeenhoping te kunnen kwantificeren. Lokaal is maximale sedimentatie van enkele meters dikte vastgesteld.

De opeenhoping van bodemmateriaal in het westelijk deel van dit vak vertoont een heel ander beeld dan het regelmatige geulenpatroon met zandgolven ten oosten hiervan, wat de natuurlijke situatie is voor een zandbed.

De opname met het Rox-Annsysteem op 17 november 2000 levert niet het verwachte beeld. Daar waar hoofdzakelijk Boomse klei was te verwachten, gezien de geconstateerde opeenhoping, is ook zand gemeten. De conclusie is dat dit systeem niet geschikt is voor de bepaling van de samenstelling van het sediment in het Pas van Terneuzen. Dit komt doordat het signaal te veel storing ondervindt van het zandtransport langs de bodem. Deze is in het Pas van Terneuzen vrij sterk.

De monsternamen met de Van Veenhapper op 17 november 2000 heeft het volgende beeld opgeleverd (tabel 1).

Tabel 1. Globale beschrijving bodemmonsters Van Veenhapper op 17-11-2000

Nummer	X coördinaat	Y Coördinaat	Omschrijving
1	45490	374125	Zand met enkele kleibrokken
2	45450	374120	Zand met enkele kleibrokken
3	45256	374120	Niets, lege happer
4	45275	374136	Niets, lege happer
5	45575	374100	Lege happer, aan buitenkant klei
6	45644	374150	Klei
7	45800	374100	Kleibrokken met weinig zand
8	45900	374070	Zand
9	46000	374060	Zand met schelp
10	45770	374300	Zand
11	45640	373900	Lege happer met een fractie zand
12	45620	373893	Lege happer met een fractie zand
13	45700	373700	Slappe klei

Het algemene beeld is dat zowel zand (5 monsters) als klei (4 monsters) is aangetroffen. Waar sprake is van een lege happer (4 monsters) is sprake van een harde bodem. Vermoedelijk gaat het hier om stevige brokken Boomse klei, waar de happer niet indringt. De bemonstering toont aan dat op de bodem klei is afgezet. De gebruikte methode is echter niet geschikt voor nauwkeurige beschrijving van de afgezette laag.

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

6.1 Stortingen van havenslib

Vanuit de Braakmanhaven is in oktober 2000 bijna $270 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ en in november 2000 ruim $250 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ specie gestort langs de noordzijde van het Pas van Terneuzen. De stortingen vonden verspreid over deze maanden plaats. Vanuit de Oostbuitenhaven van Terneuzen is in de periode 16 - 20 november bijna $25 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ specie gestort langs het Pas van Terneuzen. Uit het monitoringrapport van januari - maart 2000 [Lit. 6] blijkt dat de effecten van het storten van havenslib aan de overzijde van het Pas van Terneuzen gering is voor het slibgehalte bij DOW.

6.2 Verspreiding van boorslib

De afgelopen periode is veel boorspecie verspreid. Vanaf 12 november 1999 is boorspecie via de pijpleiding verspreid. Tot en met november 2000 is in totaal $330 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ onverdunde slurry via de pijp verspreid. Dit komt overeen met $115 \cdot 10^3$ tonnen droge stof. Deze hoeveelheid is op jaarbasis gering vergeleken bij de stortingen van de havens. Daarnaast is bijna $220 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ kleibrokken verspreid op in de MER aangewezen verspreidingslocaties (tabel 2).

Tabel 2 Overzicht van de verspreide boorspecie t/m november 2000 in 10^3 m^3 [13]

lokatie (zie figuur 2)	oktober - november 2000	totaal verspreid
Zand 1	30	108
Zand 2	13	38
pijpleiding	147	330
klei 1	100	219
slib 1		8
gemengd 1		27
Zand		53

In de monitoringsrapportage over januari - maart 2000 [Lit 6] is aangetoond dat de effecten van deze sliblozingen merkbaar zijn op het slibgehalte bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW. De effecten treden op tijdens de periode van lozing en geven verhogingen van de concentratie van 20 tot 70 mg/l.

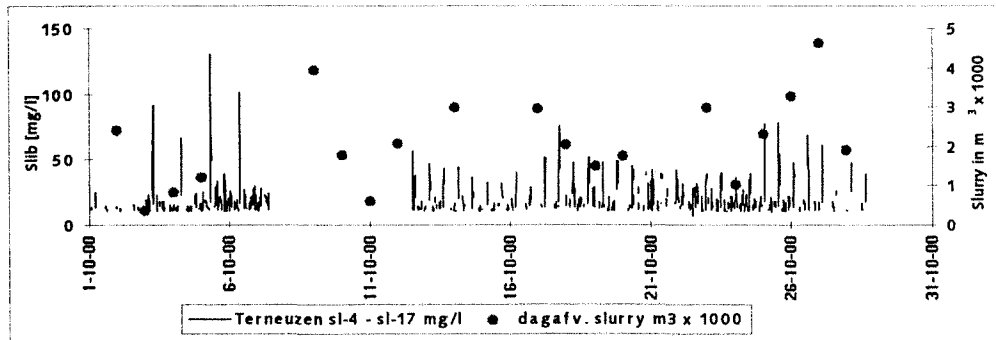
Deze effecten zijn hierbij gedefinieerd als de verhoging van het slibgehalte in de bovenste waterlaag (NAP-4m) t.o.v. de onderste waterlaag (NAP-17m). Deze verhoging is dan wel meer dan 10 mg/l. Uitgangspunt hierbij is dat in de natuurlijke situatie door gravitatie het slibgehalte in de onderlaag altijd hoger is dan in de bovenlaag.

Dezelfde aanpak is toegepast voor oktober en november 2000. De resultaten hiervan laten verhogingen van het slibgehalte in de bovenste waterlaag zien. Hierbij is verondersteld dat het meer aan slibgehalte in deze laag t.o.v. de onderste waterlaag mag worden toegeschreven aan verspreiding van boorspecie (figuur 12 en 13). Hierbij is verondersteld dat de afwijkingen tot 10 mg/l binnen de onnauwkeurigheid van de metingen vallen.

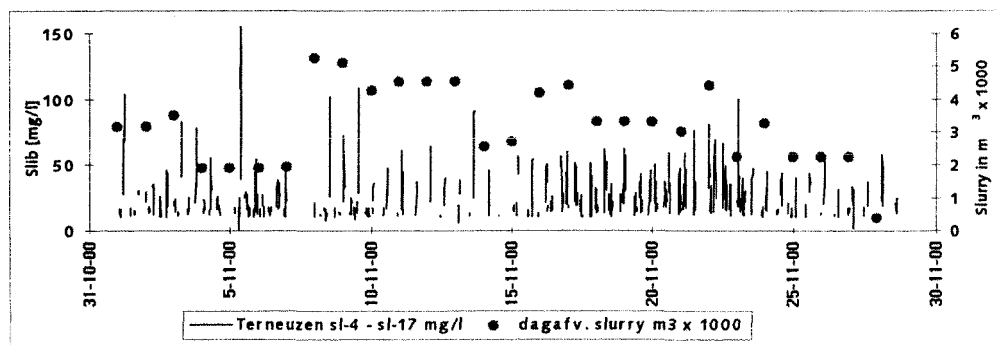
In de figuren 12 en 13 zijn tevens de dagen aangegeven, waarop boorspecie via de pijp is verspreid.

De verspreide boorspecie door de pijp per dag is verkregen van KMW. Er is geen gebruik gemaakt van de door KMW beschikbaar gestelde pompstaten, omdat hieruit geen onderscheid is te maken naar pompen van gecombineerd water en slurry en alleen water.

De gegevens zijn te globaal om onderscheid te kunnen maken naar eb- en vloed lozingen. Lozingen tijdens eb zullen het meetpunt namelijk vrij direct passeren, terwijl de verwachting is dat het effect van lozingen tijdens vloed niet merkbaar op het zeewaarts gelegen meetpunt.



Figuur 12 Effect verspreiding via de pijp in oktober 2000 op het slibgehalte bij DOW



Figuur 13 Effect verspreiding via de pijp in november 2000 op het slibgehalte bij DOW

Tijdens de metingen van de Meetinformatiedienst in oktober hebben 14 sliblozingen plaatsgevonden, tijdens de metingen in november 28 sliblozingen. Na bijna alle lozingen zijn effecten opgetreden. De verhogingen bedragen 20 tot 100 mg/l en duren hooguit een tiental minuten.

De conclusie is dat de verspreiding van het boorslib tijdelijke verhogingen geeft van het slibgehalte in de omgeving van DOW tot maximaal 100 mg/l.

7. Conclusies

1. De in-situ slibgehalten zijn in de periode oktober - november 2000 bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW een factor 2 groter als tijdens de T0. Dit is vooral merkbaar in november. Naast de verspreiding van boorspreiding is dit mogelijk beïnvloed door veel wind in deze periode. De invloed van de Schelde-afvoer hierop is niet bekend.
2. De afgelopen periode is veel boorspecie verspreid via de pijp. In november dagelijks. De effecten hiervan veroorzaken tijdelijke slibpieken tot maximaal 100 mg/l, waardoor ook het gemiddelde gehalte is verhoogd. Geadviseerd wordt de metingen bij meetpunt 1 te continueren tijdens fase T4, omdat niet bekend welke effecten deze verhogingen kunnen hebben voor de ecologie.
3. Daarnaast zijn veel kleibrokken verspreid in vak 1. Een gedeelte hiervan ligt net westelijk buiten het vak verspreid. Kwantificering van de hoeveelheid afgezet materiaal was tijdens deze rapportage nog niet mogelijk. Voorlopige conclusie is dat sedimentatie tot maximaal enkele meters dikte is opgetreden. Bodemonsters bevestigen dat klei is afgezet.
4. Uit de resultaten van de in-situ sedimentatie metingen op de slikken en schorren, blijkt dat ten westen van de verspreidingslocaties van de boorspecie bij Paulina schor extra verhoging is opgetreden, die te maken kan hebben met het verspreiden van boorspecie. Andere locaties laten geen duidelijke verhogingen zien. Geadviseerd wordt de monsters te analyseren en deze opnamen te continueren tijdens fase T4.

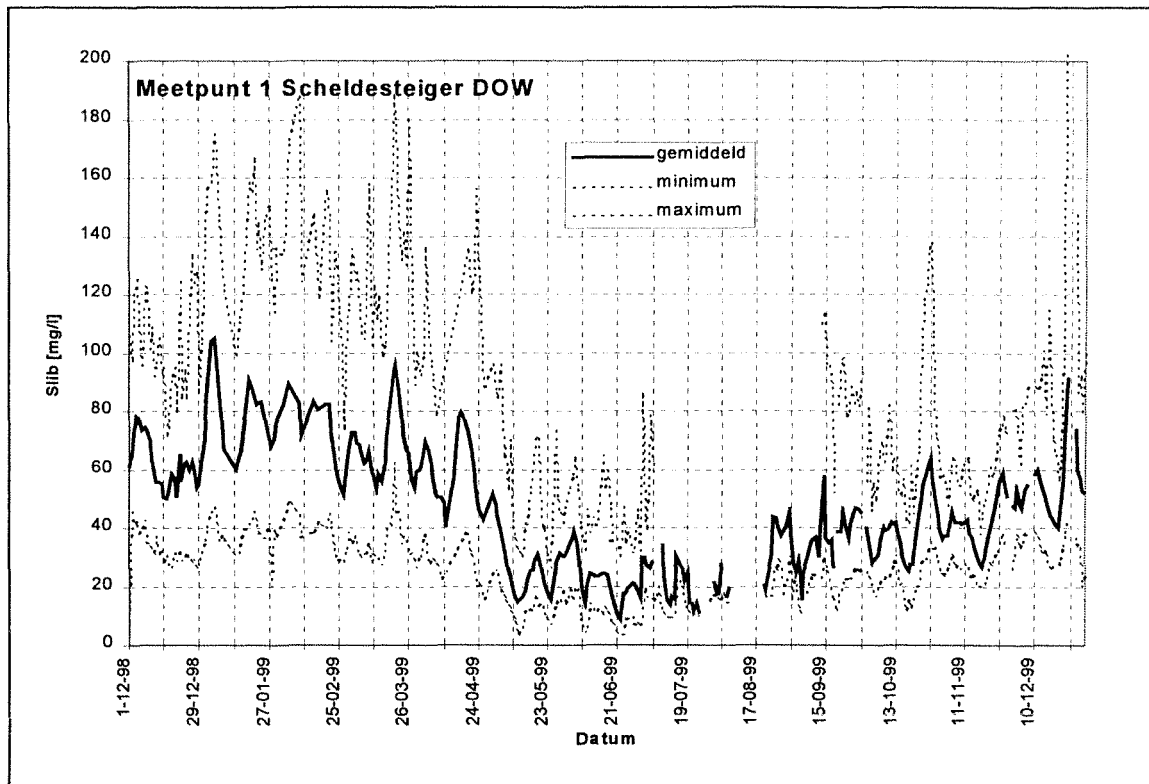
Gebruikte literatuur

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. Arends A.
Evaluatie boorspecie. Eerste besismoment: vervolg van de monitoring gedurende
doorboren van de tweede kleilaag.
Werkdocument RIKZ juni 2000
4. 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.
5. 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.
6. Maldegem D.v., A.Arends, 2000
Monitoring verspreiding boorslib in de Westerschelde, periode januari-maart 2000.
Datarapportage. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-00.813x.
7. Maldegem D.v., A.Arends, 2000
Monitoring verspreiding boorslib in de Westerschelde, periode april - juni 2000.
Datarapportage. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-00.822x.
8. 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.
9. Maldegem D.v., C.Storm, 1990.
Verloop slibgehalte Schelde-estuarium in relatie tot de baggerwerken. Directie
Zeeland. Werkdocument NWL 90.53.
10. Maldegem D.v., 1995.
Slibscanningen Schelde-estuarium in 1993 en 1994.
Werkdocument RIKZ/AB-95.820x.
11. Parée E., 2000.
Handleiding database morfologische veldmetingen
Werkdocument RIKZ/OS/2000.820x
12. Meetinformatiedienst Zeeland
Verslag van opnamen met de Multi -beam op 17 november 2000
13. Kwartaalrapportage van KMW

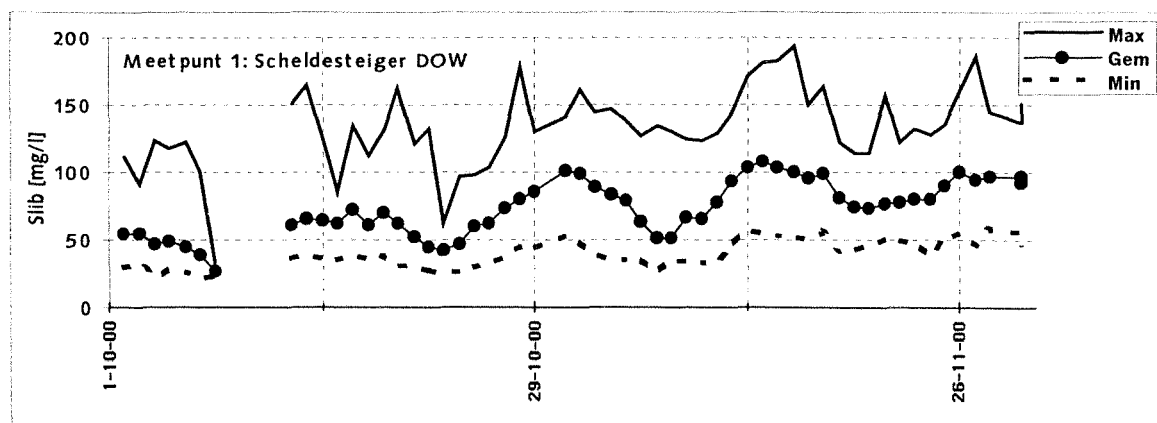
Bijlage 1: Overzicht van de in-situ meetpaal en de bijbehorende parameters [ref. 7].

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

Bijlage 2: Dubbeldaagstijgemiddelde slibgehalte vanaf december 1998 van DOW.



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



Figuur B2: Verloop van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, periode oktober - november 2000.

Bijlage 3: Dubbeldaagstijgemiddelde slibgehalte bij meetpunt 1 Scheldesteiger DOW in periode juli - september 2000.

