

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

periode december 2000 - februari 2001

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 december 2000 - februari 2001

- Datarapportage -

maart 2001

Werkdocument RIKZ/AB/2001/809x

Colofon

Projectgroep:

Bart Kornman (projectleider)
Bert Kortsmid
Erin Hoogenboom
Dirk van Maldegem
Thomas Rutten
Anke Zindler

Redactie:

Dirk van Maldegem
Bart Kornman

GIS / figuren:

Gillis Wattel
Bram Schouwenaar

Medewerking in situ metingen:

Fris Lefèvre
Gerard Spronk
Jan Theune
Gillis Wattel
Meetdienst Zeeland

Datamanagement:

Frits Lefèvre

Opdrachtgever:

Kombinatie Middelpaalt Westerschelde
NV Westerscheldetunnel

Inhoud

Colofon

1. Inleiding.....	1
2. Uitgevoerde metingen.....	3
2.1 In-situ troebelheid	
2.2 In-situ sedimentatie	
2.3 Loding kleivak 1	
2.4 Datamanagement	
3. Resultaten in-situ troebelheid.....	5
3.1 Meetresultaten	
3.2 Vergelijking met T0	
4. Resultaten in-situ sedimentatie periode.....	9
4.1 Metingen in de directe omgeving van de lozingspijp	
4.2 Metingen verder weg	
4.3 Resumé	
5. Resultaten metingen kleivak 1 op 5 januari 2001.....	12
6. Storting van havenslib en verspreiden van boorslib in de omgeving van de Westerscheldetunnel.....	13
5.1 Stortingen van havenslib	
5.2 Verspreiding van boorslib	
7. Conclusies.....	16
Gebruikte literatuur.....	17
Bijlage 1: Overzicht van de parameters van de in-situ meetpaal	
Bijlage 2: Dubbeldaagstijgemiddeld slibgehalte Meetpunt Scheldesteiger DOW vanaf december 1998 tot december 1999 (T0 periode)	

Overzicht figuren

- 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.
- Figuur 3: Verloop dubbeldaags-tijgemiddeld slibgehalte bij DOW op NAP-4m, NAP-11m en NAP-17m, periode december 2000 - februari 2001
- Figuur 4: Verloop van het dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW, gemiddeld over de waterkolom, periode december 2000 - februari 2001. 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 december 2000 - februari 2001.
- Figuur 6: Vergelijk van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode december - februari in 1998/1999, 1999/2000 en 2000/2001.
- Figuur 7: Vergelijk van de minimale waarden van het slibgehalte, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelde bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode december - februari in 1998/1999, 1999/2000 en 2000/2001.
- Figuur 8: Vergelijk van de maximale waarden van het slibgehalte, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelde bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode december - februari in 1998/1999, 1999/2000 en 2000/2001.
- Figuur 9: Vergelijking van de gemiddelde windsnelheid bij Hansweert. Situatie december - februari in 1999/2000 en 2000/2001.
- Figuur 10: Gemiddelde veranderingen van de bodemligging van de slikken in het Pas van Terneuzen over de periode januari 1994 - februari 2001
- Figuur 11: Gemiddelde veranderingen in de bodemligging van de schorren bij Paulinapolder over de periode januari 1994 - februari 2001.
- Figuur 12: Effect verspreiding via de pijp in december 2000 op het slibgehalte bij DOW
- Figuur 13: Effect verspreiding via de pijp in januari 2001 op het slibgehalte bij DOW
- Figuur 14: Effect verspreiding via de pijp in februari 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, radiometrische 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 2000 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 viel in de periode juli - september, een periode waarin heel weinig boorspecie is verspreid. Zoals afgesproken is over deze periode niet gerapporteerd. In oktober 2000 is fase 3 gestart. In deze periode is de 2^e kleilaag aangeboord. De eerste rapportage hiervan had betrekking op de periode oktober - november 2000. [ref. 8]. De voorliggende rapportage betreft de periode december - februari. Fase 3 is geëindigd op 28 februari 2001.

Verrichte metingen

In dit data-voortgangsrapport is gebruik gemaakt van de in-situ troebelheidsmetingen bij DOW en de sedimentatie metingen op de intergetijdegebieden. De sedimentatiemetingen zijn eind 1999 gestart. Tevens zijn bodemhoogte-opnamen gemaakt van de vakken waar klei mag worden verspreid. Andere monitoringstechnieken zijn in deze periode niet ingezet. In de volgende periode (fase 4) komen deze aan de orde.

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 december 2000 - februari 2001 zijn net als de vorige perioden op dezelfde manier verwerkt als in de referentie periode.

De sedimentatiemetingen worden uitgevoerd 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.

In november 2000 is voor de eerste keer een bodemhoogte-opname gemaakt van kleivak1. In januari is een tweede opname gedaan.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de uitgevoerde metingen. Hoofdstuk 3 presenteert de resultaten van de gemeten slibgehalte van de periode december 2000 - februari 2001. Deze zijn afgezet tegen de resultaten in 1998/1999 en 1999/2000. Hoofdstuk 4 geeft de analyseresultaten van de in-situ sedimentatie gegeven. Hoofdstuk 5 bespreekt de meting van kleiverspreiding in vak 1. 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 sliblozingen via de pijp als de verspreidingen van de boorspecie met een schip. Hoofdstuk 7 geeft de conclusies.

2. Uitgevoerde metingen

2.1 In-situ troebelheid

Gedurende de periode december 2000 - februari 2001 zijn troebelheidsmetingen uitgevoerd bij de Scheldesteiger DOW (meetpunt 1). Deze zijn het vervolg van de troebelheidsmetingen in de periode juli 1999 - november 2000 [ref. 4, 5, 6, 7 en 8]. De gebruikte methode komt overeen met de TO beschrijving [ref. 9]. In figuur 1 is de locatie van het meetpunt gegeven. Deze metingen hebben continu plaatsgevonden op 3 diepten. De TO rapportage [ref. 9] bevat uitgebreide achtergrondinformatie over de meetmethodiek.

Naast de troebelheid zijn parameters gemeten die de variatie van het slibgehalte beïnvloeden. 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, directie Zeeland.

Op de gemeten gegevens is dezelfde bewerkingsprocedure toegepast als bij de TO metingen [ref. 9]. De gemeten waarden zijn na gecontrole gemiddeld over de diepte en vervolgens gemiddeld over het dubbeldaagse getij. De dieptemiddeling is uitgevoerd omdat het slib zich goed mengt over de waterdiepte in de Westerschelde. De getijmiddeling is uitgevoerd om de grote variaties in slibgehalten ten gevolge van het dagelijks getij te elimineren. Naast de gemiddelde waarde zijn de minimale- en maximale waarden voor de dubbeldaagsetijperiode aangegeven.

Verder heeft normering van het slibgehalte voor het effect van de wisselende stroomsnelheid plaatsgevonden zoals ook in de TO rapportage is gedaan [ref. 9]. 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].

2.2 In-situ sedimentatie

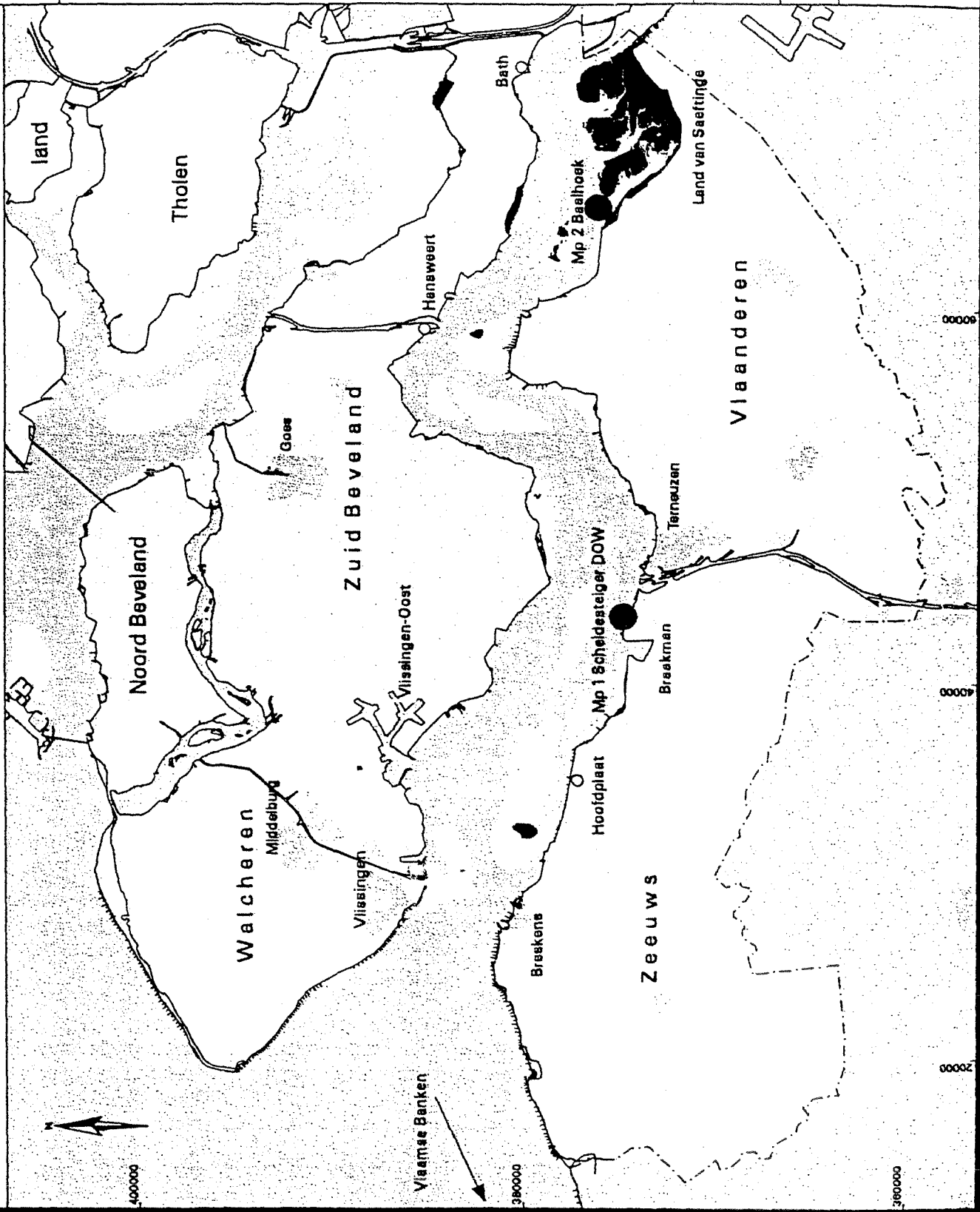
In december 1999 is gestart met extra in-situ sedimentatiemetingen op de slikken in de omgeving van de verspreidingslocatie van de boorspecie. Het doel van deze metingen is na te gaan of de verspreide boorspecie invloed heeft op de hoogte en de bodemsamenstelling van de slikken en platen. Deze metingen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

Twee raaien liggen ten westen van Terneuzen (Paulina-polder raainr. 7b en 7c). Eén raai ligt ten oosten van Terneuzen (slikken langs het Pas van Terneuzen raainr. 6b) en op de Slikken van Hulst (raainr. 5). Per raai zijn 3 meetpunten uitgezet. De karakteristieken van deze gebiedjes zijn volgens mondelinge informatie van de Meetinformatie Dienst Zeeland:

- Schorren Paulinapolder:
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) ligt zand, zoals een strand. Hierin treden voortdurend veranderingen op door vorming van grotere en kleinere ribbels.
- Slikken Pas van Terneuzen:
Laag klei + zand op veenpakket. Veranderingen in hoogte worden veroorzaakt door wijzigingen in de sliblaag.

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
Rijkswaterstaat voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

Sedimentatie/Erosie meetpunten en Verspreidingsvakken boorspecie

Westerschelde
tunnelgebied

Legenda

--- tracé tunnel

■ Hoger dan + 2 m

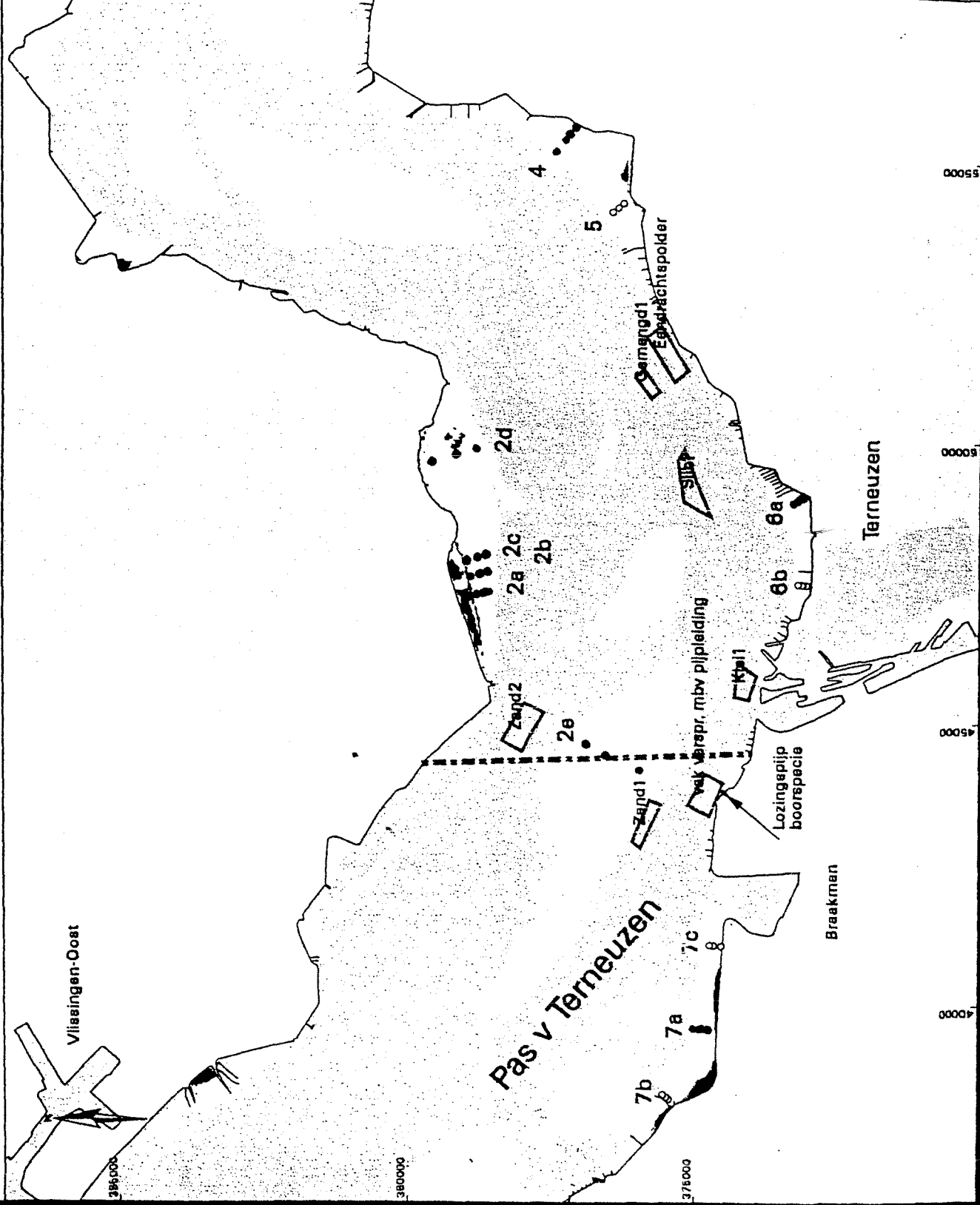
□ -2.5 m tot + 2 m

□ 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
Rijksinstitute voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

- Platen van Hulst:
Zand op blauwe klei.

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 oever (raainr. 4, 6a en 7a) als de Zuid-Bevelandse oever (raainr. 2a t/m 2d). Er ligt ook een raai op de Middelpaalt (raainr. 2e).

De sedimentatiemetingen leveren een beeld op van de ontwikkeling van de sedimentatie-erosie in de omgeving van de locaties waar boorspecie wordt verspreid. Doordat de nieuw uitgezette raaien pas in december 1999 zijn opgestart is het nog moeilijk aan te geven of de geconstateerde veranderingen in de sedimentatie-erosie het gevolg zijn van de lozingen van de boorspecie of door andere factoren. Daarom zijn de resultaten gekoppeld aan de gegevens van de raaien die al lange tijd worden opgenomen. Hiermee wordt een beeld verkregen van de variatie en trends in sedimentatie-erosie, en hoe de nieuw uitgezette raaien zich hiermee verhouden. Voor de gebruikte meet- en analysemethode wordt verder verwezen naar literatuur 10.

2.3 Loding kleivak 1

Op 5 januari 2001 is met een Multibeamloder een opname gemaakt van klei vak 1, waarin de kleibrokken van de tunnel 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. De resultaten zijn vergeleken met de opname van 17 november 2000.

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.

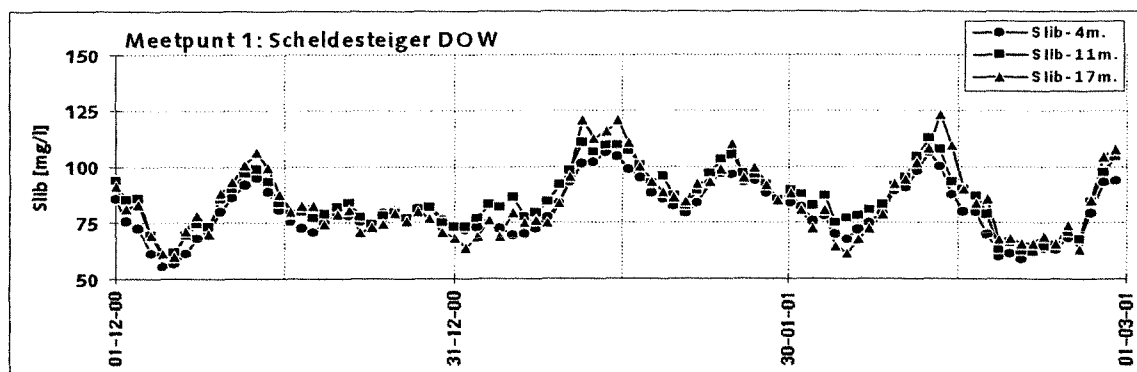
3. Resultaten in-situ troebelheid

3.1 Meetresultaten

De periode december 2000 - februari 2001 valt in de winter, een periode waarin de biologische activiteit in het water het laagst is. In deze periode hebben de troebelheidssensoren weinig last van vervuiling. De uitgangspunten voor de beoordeling van het troebelheidssignaal staan vermeld in de T0 rapportage [ref. 9]. Eénmaal per week wordt de sensoren schoongemaakt en gecontroleerd. Dit is nodig gebleken om zeker te zijn van een goede werking van de sensoren. Extra aandacht wordt geschonken aan schoonmaken van het meetframe rond de sensoren. Tijdens de vierwekelijkse ijking van de sensoren wordt ook altijd de meetwaarde in demiwater gemeten. De juiste nulinstelling van de sensor wordt hiermee gewaarborgd.

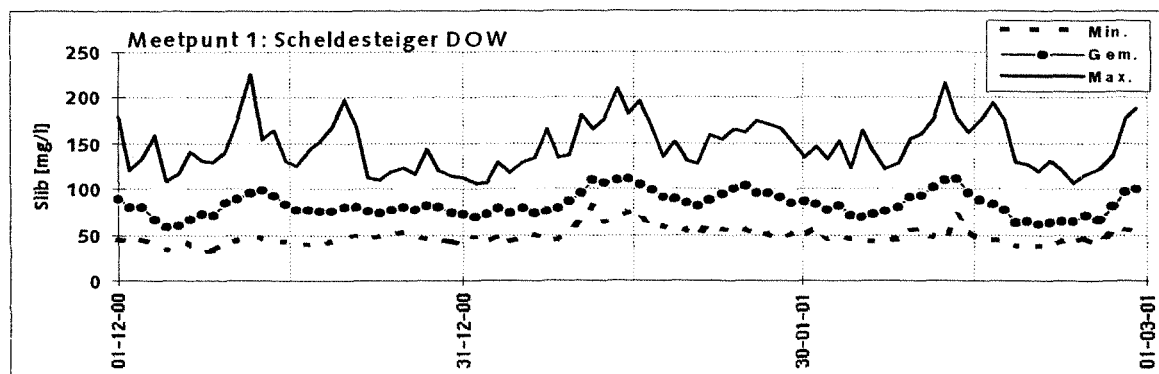
Het slibgehalte varieert tussen 50 en 125 mg/l (figuur 3). De slibgehalten nemen in de loop van de periode wat toe. De verschillen tussen de niveau's NAP-4 m, NAP-11 m en NAP-17 m zijn constant en bedragen minder dan 10 mg/l.

In het dubbeldagstijgemiddeld verloop is een 14 daagse frequentie van de toppen en dalen te zien. Dit is de invloed van de 14 daagse doortij-springtijcyclus. Tijdens springtij zijn de slibgehalten ongeveer 20 - 40 mg/l hoger dan tijdens doortij. Na de winter worden deze verschillen kleiner.



Figuur 3: Verloop dubbeldagstijgemiddeld slibgehalte bij DOW op NAP-4m, NAP-11m en NAP-17m, periode december 2000 - februari 2001

Het verloop op de verschillende niveau's is vervolgens gemiddeld over de waterkolom. Hierbij is rekening gehouden met met de verdeling van de meetsensoren over de waterkolom [ref. 9]. De gemiddelde waarde bij DOW is gebaseerd op 3 sensoren. De dieptegemiddelde minimale en maximale waarden tijdens het verloop van het dubbeldagstij zijn eveneens weergegeven (figuur 4).



Figuur 4: Verloop van de dubbeldagstijgemiddelde slibgehalte bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode december 2000 - februari 2001. Tevens zijn de minimale en maximale waarden gegeven.

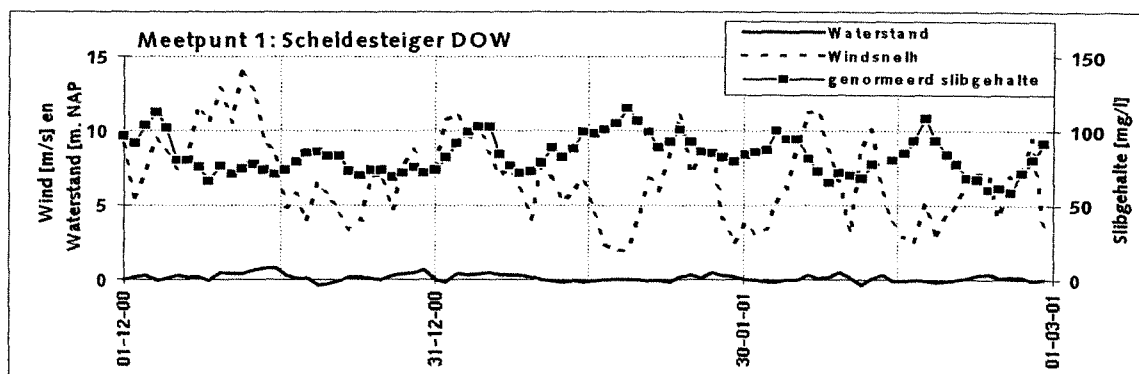
In de gemeten periode zijn er duidelijke verschillen tussen de minimale, gemiddelde en maximale waarden. Bij de metingen tot april 2000 waren de verschillen tussen de minimale en gemiddelde waarden kleiner. Dit betekent dat er in de periode december 2000 - februari 2001 minder variatie is geweest over de waterkolom. De minimale waarden zijn gedurende deze periode continu 50 mg/l.

De minimale waarde wordt bepaald door de fijnste slibdeeltjes, die bijna nooit sedimenteren. Hierdoor verloopt de minimale waarde veel constanter dan de maximale waarde. De maximale waarde wordt bepaald door het sediment dat bij een bepaalde stroomsnelheid in suspensie gaat. Dit signaal is daardoor veel onregelmatiger. De pieken treden gedurende korte tijd op.

De slibgehalten worden behalve door het getij beïnvloed door factoren als windsnelheid, seizoen en slibstortingen. In de T0 rapportage [ref. 9] is dit uitgebreid beschreven. Om de invloed van de stroomsnelheid te elimineren is het gemeten slibgehalte genormeerd met de stroomsnelheid² [ref. 9]. Hierdoor wordt het verloop regelmatiger (Figuur 5). Uit het genormeerde slibgehalte kunnen afwijkingen als gevolg van bijvoorbeeld slibstortingen geconstateerd worden. Omdat eventuele pieken in het slibgehalte ook door hoge windsnelheden (golven) veroorzaakt kunnen zijn is in deze figuren eveneens de windsnelheid weergegeven.

Verder is het verloop van de gemiddelde waterstand gegeven. Het verloop van de waterstand beïnvloedt namelijk het slibgehalte, doordat gesedimenteerd slib in de intergetijdebieden soms wel en soms niet in suspensie komt [9].

Uit de vergelijking tussen figuur 4 en 5 blijkt dat de maximale pieken in het dubbeldaagstijgemiddelde slibgehalte niet duidelijk zijn terug te vinden in het genormeerde slibsysteem.

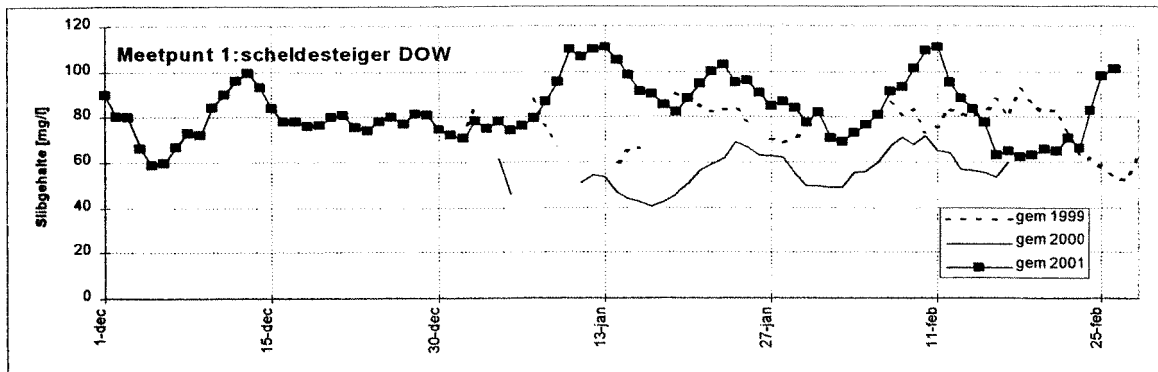


Figuur 5: Genormeerde slibgehalte van meetpunt 1 Scheldesteiger DOW, waterstand bij Terneuzen en windsnelheid bij Hansweert periode december 2000 - februari 2001.

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.

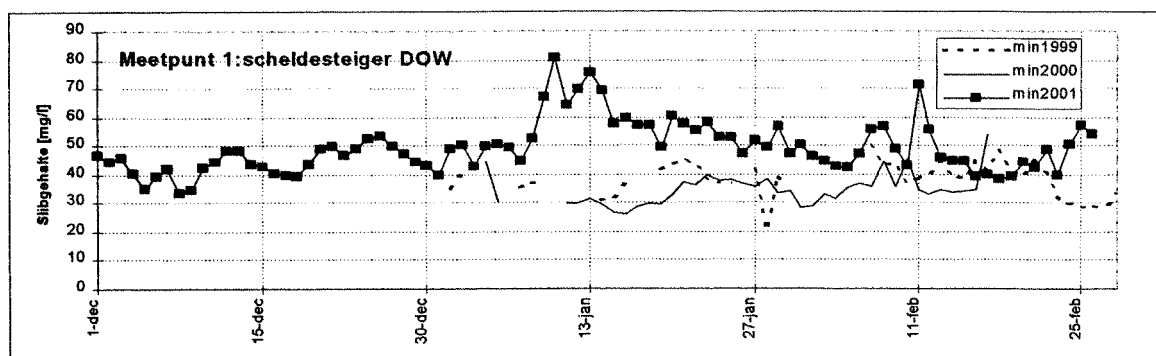
3.2 Vergelijking met T0

Om te kunnen zien hoe de periode december 2000 - februari 2001 zich verhoudt tot eerdere metingen is deze periode vergeleken met dezelfde periode in 1998/1999 (figuur 6 en bijlage 2) en in 1999/2000. Deze perioden zijn te beschouwen als een normale ongestoorde situatie. Deze perioden zijn gemeten tijdens de monitoring van de T0 en T1 situatie. De laatste periode is bruikbaar als referentie, omdat in deze periode slechts een geringe hoeveelheid boorslib via de pijp is verspreid. Deze hoeveelheid bedroeg orde $10 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{mnd}$ tegen orde $60 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{mnd}$ in de afgelopen periode.

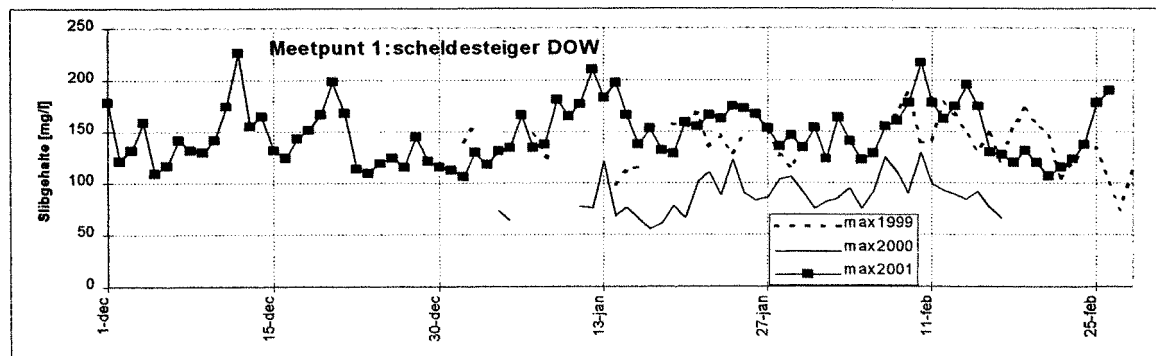


Figuur 6: Vergelijk van de dubbeldaags-tijgemiddelde slibgehalte bij DOW gemiddeld over de waterkolom, periode december - februari in 1998/1999, 1999/2000 en 2000/2001.

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



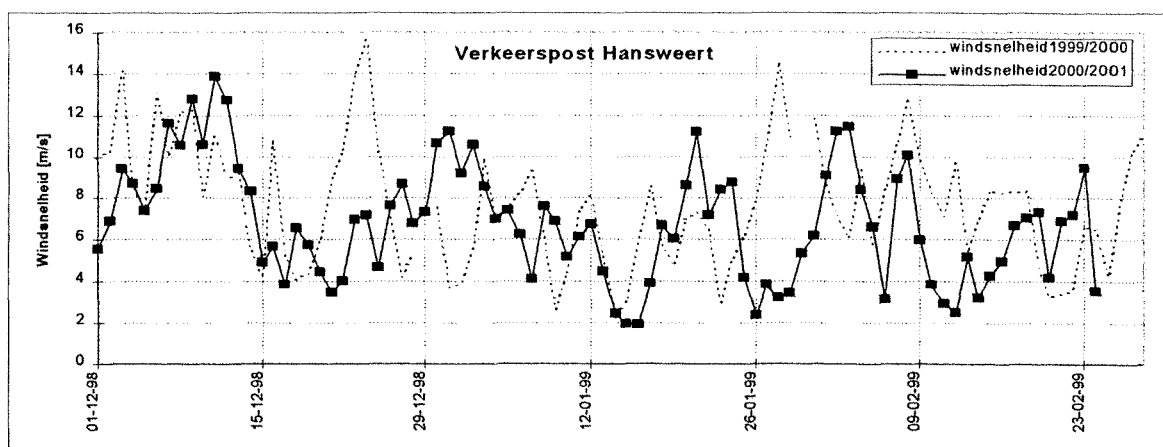
Figuur 7: Vergelijk van de minimale waarden van het slibgehalte, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelden bij DOW, periode december - februari in 1998/1999, 1999/2000 en 2000/2001.



Figuur 8: Vergelijk van de maximale waarden van het slibgehalte, behorende bij de dubbeldaags-tijgemiddelde waarden bij DOW, periode december - februari in 1998/1999, 1999/2000 en 2000/2001.

Door uitval van de reeks in 1999 en 2000 is geen vergelijking mogelijk voor december. In januari is het slibgehalte tijdens de afgelopen periode 20 - 40 mg/l hoger dan de T0 situatie. In februari zijn vergelijkbare verschillen, behalve voor de periode 15 - 23 februari. In deze periode is het slibgehalte van de T0 situatie 1998/1999 zelfs hoger. Dit verschil is niet te verklaren uit lozingen via de pijp.

De geconstateerde tendensen gelden voor zowel de gemiddelde, minimale als maximale verlopen. De verschillen zijn duidelijk minder dan de factor 2 verschil tijdens de voorgaande periode [Ref. 8]. In figuur 9 zijn de windsituaties van beide perioden vergeleken.



Figuur 9. Vergelijking van de gemiddelde windsnelheid bij Hansweert. December - februari in 1999/ 2000 en 2000/2001

De windsnelheid in december 1998 - februari 1999 is niet geregistreerd. Uit de vergelijking tussen dezelfde maanden in 1999/2000 en februari 2001 volgt dat de windsnelheden over het algemeen redelijk vergelijkbaar zijn. In 1999/2000 zijn tussendoor enkele dagen geweest met duidelijk meer wind. Tot nu toe zijn geen opvallende overeenkomsten met de windsnelheid gevonden. Bij de vorige rapportage [Ref.8] is wel opgemerkt dat de grote verschillen tijdens deze periode hiermee te maken kunnen hebben.

Geconcludeerd kan worden dat de troebelheid orde 50 mg/l hoger is dan in dezelfde periode in 1999/2000. De verschillen met dezelfde periode in 1998/1999 zijn veel kleiner. Over het algemeen geldt dat de verschillen groot zijn bij veel lozing van slurry en klein bij weinig of geen lozing van slurry (zie hoofdstuk 6).

4. Resultaten in-situ sedimentatie

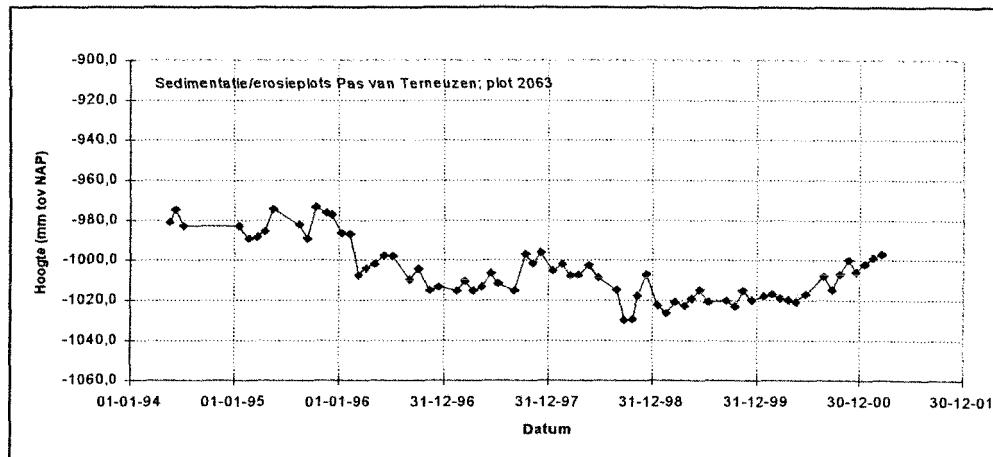
De resultaten van de sedimentatie-erosiemetingen worden gegeven voor de locaties in de directe omgeving van de lozingspijp langs het Pas van Terneuzen (paragraaf 4.1) en locaties die verder weg liggen (paragraaf 4.2). De locaties zijn aangegeven op figuur 2.

4.1 Metingen in de directe omgeving van de lozingspijp

De slikken in het Pas van Terneuzen en de schorren bij Paulinapolder worden al verschillende jaren in het kader van een ander project worden opgenomen. Deze raaien bevinden zich dicht bij de slurypijp.

Slikken langs het Pas Terneuzen (meetpunten 6a en 6b)

In het oostelijk deel van het slik (meetpunt 6a) is, na een stabiele periode van 1½ jaar, vanaf medio 2000 sprake van sedimentatie. Tot het 1^e kwartaal van 2001 is er 2 cm sedimentatie bijgekomen (Figuur 10).



Figuur 10. Gemiddelde veranderingen van de bodemligging van de slikken langs het Pas van Terneuzen over de periode januari 1994 - februari 2001.

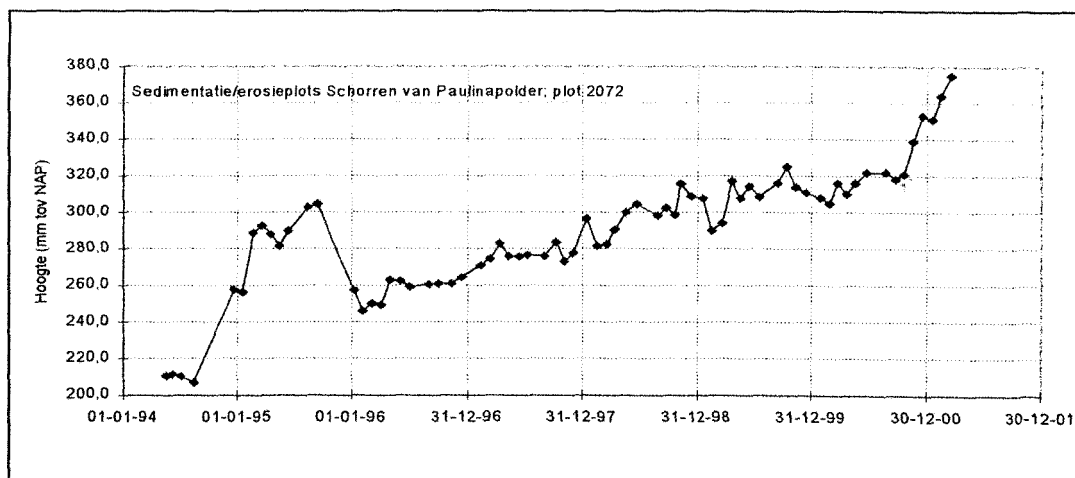
In de plots op het westelijke deel van het slik (meetpunten 6b), treedt zowel sedimentatie als erosie op. Deze ontwikkelingen zetten zich in het 1^e kwartaal van 2001 door.

Bij de waarnemingen in het veld wordt vermeld dat er in het 1^e kwartaal van 2001 veel 'vers' slib aanwezig was bij alle plots.

Slik langs Paulinapolder (meetpunten 7a t/m c)

In het middengebied van het slik (meetpunten 7b) is vanaf 1994 sprake van aanzienlijke sedimentatie. Vanaf het laatste kwartaal van 2000 is een duidelijke toename van sedimentatie te zien. Geconstateerd is een toename van de dikte van de sliblaag. Deze patronen worden ook weer in het 1^e kwartaal van 2001 waargenomen (Figuur 10).

11



Figuur 11. Gemiddelde veranderingen van de bodemligging van het slik langs de Paulinapolder over de periode januari 1994 - februari 2001.

In het westelijke deel (meetpunten 7b) is eveneens sprake van aanzienlijke sedimentatie, welke zich over het algemeen doorzet in het 1^e kwartaal van 2001. In het oostelijke deel (meetpunten 7c) is enige erosie geconstateerd. Bij de waarnemingen in het veld wordt vermeld dat in het westen en middendeel van dit gebied sprake is van aanzienlijke hoeveelheden 'vers' slib. In het oostelijk deel is geen sliblaag waargenomen.

4.2 Metingen verder weg

Platen van Hulst (meetpunten 4 en 5)

De plots in het oostelijk deel (meetpunten 4) van deze platen laten zowel sedimentatie als erosie zien. De plots in het westelijk deel (meetpunten 5) laten over het algemeen erosie. In geen van deze plots is sprake van een sliblaag.

Slik bij Zuidgors (meetpunten 2 a,b,c)

Vanaf 1999 is geen sprake meer van de erosie, die daarvoor plaatsvond. In het 1^e kwartaal 2001 verandert er netto niets. In het veldwerk worden geen bijzonderheden genoemd over extra aanslibbing.

Plaat van Baarland (meetpunten 2d)

De trend is erosie. Deze zet zich ook in het 1^e kwartaal van 2001 voort.

Middelplaat (rmeetpunten 2e)

In de periode 1994 - medio 1999 heeft erosie plaatsgevonden. De laatste tijd heeft wat sedimentatie plaatsgevonden. In het veldwerk worden geen bijzonderheden over de aanwezigheid van (extra) slib genoemd.

4.3 Resumé

Samenvattend is een overzicht gegeven van de veranderingen van de gemiddelde hoogteligging in de periode december 2000 - februari verschil in mm t.o.v. vorig kwartaal.(plus is sedimentatie, min is erosie).

Tabel 1: Overzicht van de veranderingen bij de sedimentatie/erosieplots in de periode december 2000 - februari 2001 (- betekent erosie; + betekent sedimentatie)

Gebied:	verschillen [mm]
Zuidgors	-7
Plaat van Baarland	-85
Middelplaat	26
Platen van Hulst (oost)	5
Platen van Hulst (west)	-3
Slikken van Terneuzen (oost)	6
Slikken van Terneuzen (west)	8
Slikken van Paulinapolder (oost)	-6
Slikken van Paulinapolder (midden)	15
Slikken van Paulinapolder (west)	17

Geconcludeerd kan worden dat:

- Bij Paulinapolder (westelijk van het lozingspunt) een duidelijke toename van sedimentatie sinds het 4^e kwartaal van 2000. Volgens waarnemingen is er sprake van een "verse" sliblaag.
- Bij het Pas van Terneuzen (oostelijk van het lozingspunt) is sinds medio 2000 een omslag van geen erosie/sedimentatie naar sedimentatie opgetreden. Recent wordt "vers" slib aangetroffen.
- Er vindt slibsedimentatie plaats, het is nog niet bekend of dit komt door het storten/verspreiden van boorspecie. Havenstortingen en autonome ontwikkelingen kunnen hierbij ook een rol spelen. Daarom worden in fase 4 radiometrische bepalingen gedaan om te kijken of het Boomsche klei is.

5. Resultaten metingen kleivak 1 op 5 januari 2001

Op 5 januari is weer een bodemhoogte opname gemaakt van stortvak klei 1. Uit de opname van 17 november 2000 bleek dat vooral klei was gestort rond de zuidwestelijke punt van stortvak klei 1 (zie vorige datarapportage Ref 8).

Met behulp van deze opnamen zijn verschilkaarten gemaakt. Hieruit blijkt dat in de periode tussen 17 november en 5 januari vooral midden in vak klei 1 is gestort. Het blijkt dat er weinig veranderingen zijn rond de zuidwestelijke punt van het stortvak, waar tijdens de vorige opname opeenhoging van bodemmateriaal was geconstateerd. Dit betekent dat de kleibrokken in de tussenliggende periode nauwelijks zijn geërodeerd.

De verschillen tussen de opnamen zijn gekubeerd (tabel 2).

Tabel 2. Resultaten verschilkaarten, opgenomen met de Multibeamloder [10^3 m^3]
(- betekent erosie; + betekent sedimentatie)

Periode	Kubering stortvak klei 1	Gestort in stortvak klei 1
17/11/00- 5/01/01	- 2 +64	
netto	<u>+62</u>	60

De inhoudsverandering van kleivak 1 komt overeen met de hoeveelheid klei die is gestort. De hoogte van de sedimentatie in het vak bedraagt 0 - 3 m. Buiten het vak is nauwelijks sedimentatie.

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

6.1 Stortingen van havenslib

De Braakmanhaven is in de periode december 2000 - februari 2001 niet gebaggerd. De havens van Terneuzen (Oost buitenhaven, Westbuitenhaven en veerhaven) zijn in december niet gebaggerd. In januari en februari zijn deze havens wel gebaggerd. Hierdoor is in januari ruim 130.10^3 m^3 en in februari ruim 170.10^3 m^3 specie gestort langs de noordzijde van het Pas van Terneuzen. De stortingen vonden verspreid over de maanden plaats. Uit het monitoringsrapport 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.

In verband met de versnelde aanslibbing langs de Paulinapolder zijn de gestorte hoeveelheden specie door baggerwerken in de veerhaven en handelshaven bij Breskens opgevraagd. In december 2000 is niet gebaggerd. In januari 2001 is ca. 40.10^3 m^3 baggerspecie verspreid net buiten de havens en in februari bijna 220.10^3 m^3 .

6.2 Verspreiding van boorslib

In de periode december 2000 t/m februari 2001 is bijna 200.10^3 m^3 onverdunde slurry via de pijp verspreid. In totaal is via de pijpleiding meer dan 500.10^3 m^3 slurry verspreid. Dit komt overeen met ca. 250.10^3 tonnen droge stof. Deze hoeveelheid is op jaarbasis gering vergeleken bij de stortingen van de havens. Daarnaast is ruim 400.10^3 m^3 kleibrokken verspreid op in de MER aangewezen verspreidingslocaties. Het grootste deel hiervan is in deze periode gestort, namelijk ruim 180.10^3 m^3 (tabel 3).

Tabel 3. Overzicht van de verspreide boorspecie t/m februari 2001 in 10^3 m^3 [14]

lokatie (zie figuur 2)	december 2000 - februari 2001	totaal verspreid gedurende het boren van de tunnel
Zand 1	-	108
Zand 2	-	38
pijpleiding	193	523
klei 1	183	402
slib 1	-	8
gemengd 1	-	27
Zand	-	53

In de monitoringsrapportage over januari - maart 2000 en oktober - november 2000 [Lit 6 en 8] 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 tijdelijke verhogingen van de concentratie van 20 tot 100 mg/l.

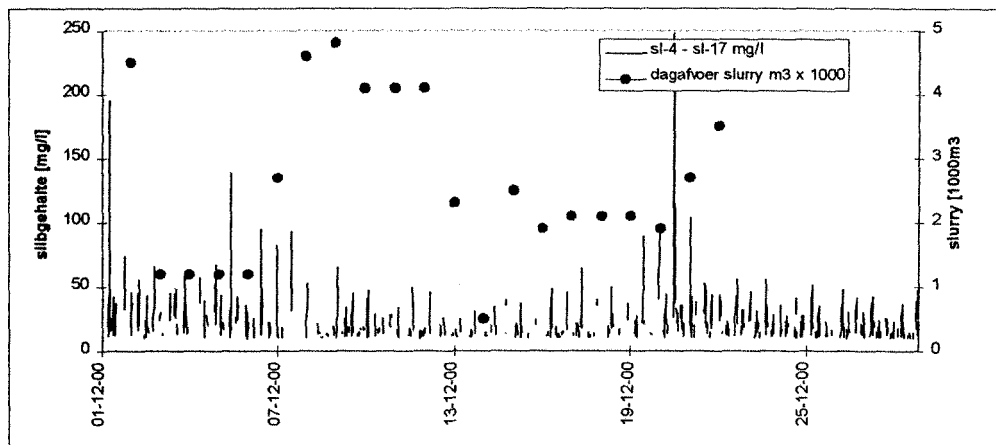
Deze effecten zijn hierbij gedefinieerd als de verhoging van het slibgehalte in de bovenste waterlaag (NAP-4m) t.o.v. de onderste waterlaag (NAP-17m). Uitgangspunt hierbij is dat in de natuurlijke situatie door gravitatie het slibgehalte in de onderlaag altijd hoger is dan in de bovenlaag.

Dezelfde aanpak is toegepast voor de periode december 2000 - februari 2001. 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, 13

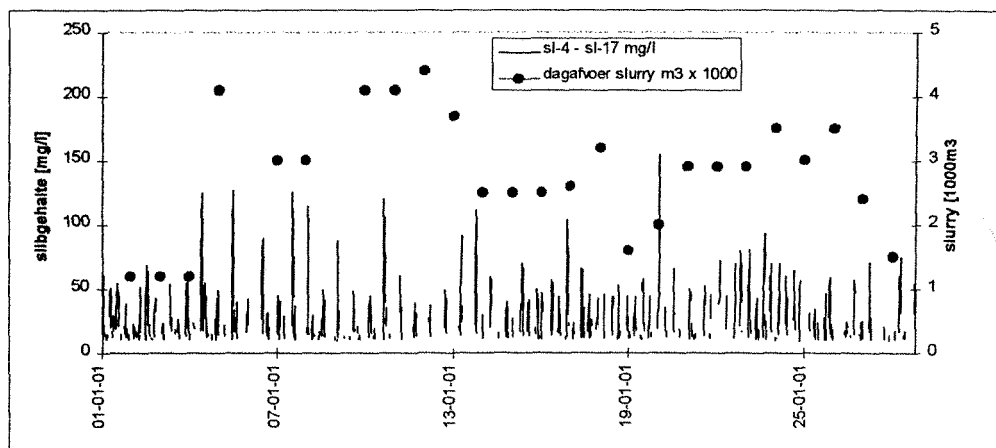
en 14). Hierbij is verondersteld dat de afwijkingen tot 10 mg/l binnen de onnauwkeurigheid van de metingen vallen.

In deze figuren zijn tevens de dagen aangegeven, waarop boorspecie via de pijp is verspreid. De verspreide boorspecie door de pijp per dag is verkregen van KMW.

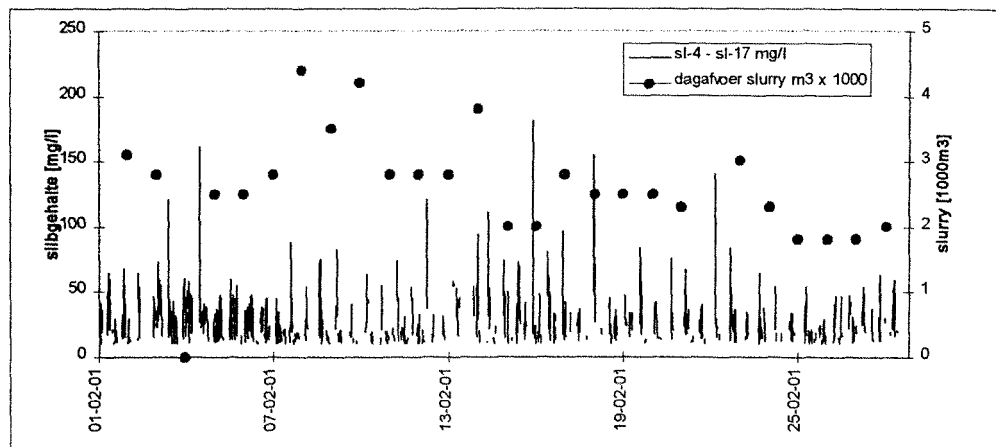
De gegevens zijn te globaal om onderscheid te kunnen maken naar eb- en vloed lozingen. Lozingen tijdens eb zullen het meetpunt namelijk vrij direct passeren, terwijl de verwachting is dat het effect van lozingen tijdens vloed niet merkbaar op het zeewaarts gelegen meetpunt.



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



Figuur 13 Effect verspreiding via de pijp in januari 2001 op het slibgehalte bij DOW



Figuur 14 Effect verspreiding via de pijp in februari 2001 op het slibgehalte bij DOW

De verhogingen bedragen over het algemeen 20 tot 100 mg/l en duren hooguit een tiental minuten. Er zijn een aantal hogere pieken tot ruim 150 mg/l.

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

7. Conclusies

- Op het slik ten westen van het lozingspunt wordt sinds het 4^e kwartaal van 2000 een verhoogde sedimentatiesnelheid gemeten. Veldwaarnemingen spreken van een 'verse' laag slib
- Op het slik ten oosten van het lozingspunt wordt, na een stabiele periode, sinds medio 2000 sedimentatie gemeten. Recente veldwaarnemingen spreken van een 'verse' laag slib.
- Het is niet bekend of deze sedimentatie samenhangt met het storten van boorspecie. In fase 4 van de monitoring worden sedimentmonsters van deze locaties radiometrisch geanalyseerd om vast te stellen of dit sediment wel of niet uit Boomsche klei bestaat en zo ja, hoe groot het aandeel Boomsche Klei hierin is.
- In het algemeen is de slibconcentratie in de waterkolom hoger dan in de TO situatie, maar deze is niet zoals in het vorige datarapport geconstateerd twee keer hoger dan de TO situatie.
- Na lozingen via de pijpleiding treedt direct een verhoging op van de troebelheid die na het stoppen met lozen weer terugloopt naar 'normale' troebelheidswaarden.
- De geconstateerde toename van de hoeveelheid kleibrokken in kleivak 1 komt overeen met de in de periode half november tot begin januari gestorte hoeveelheden kleibrokken.

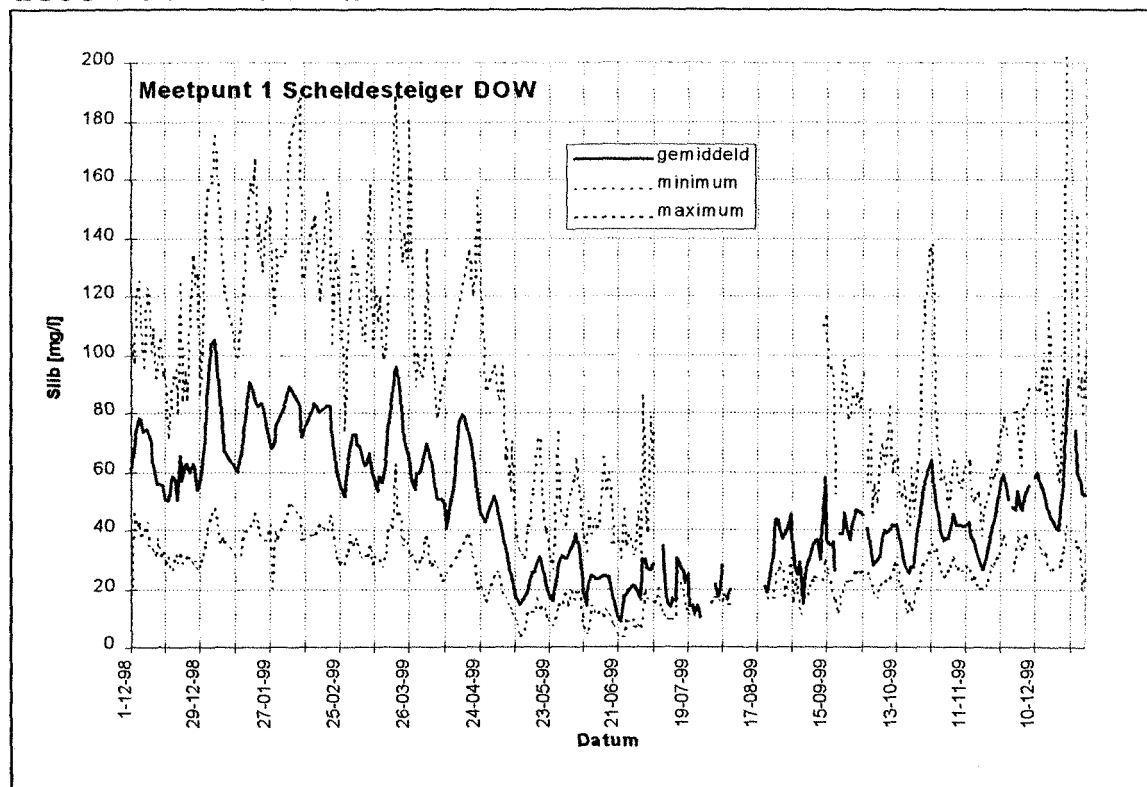
Gebruikte literatuur

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 beslismoment: 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., A.Arends, 2000
Monitoring verspreiding boorslib in de Westerschelde, periode oktober - november 2000. Datarapportage. Rijksinstituut voor Kust en Zee. Werkdocument RIKZ/AB-00.842x.
9. 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.
10. Parée E., 2000.
Handleiding database morfologische veldmetingen
Werkdocument RIKZ/OS/2000.820x
11. Meetinformatiedienst Zeeland
Verslag van opnamen met de Multi -beam op 17 november 2000

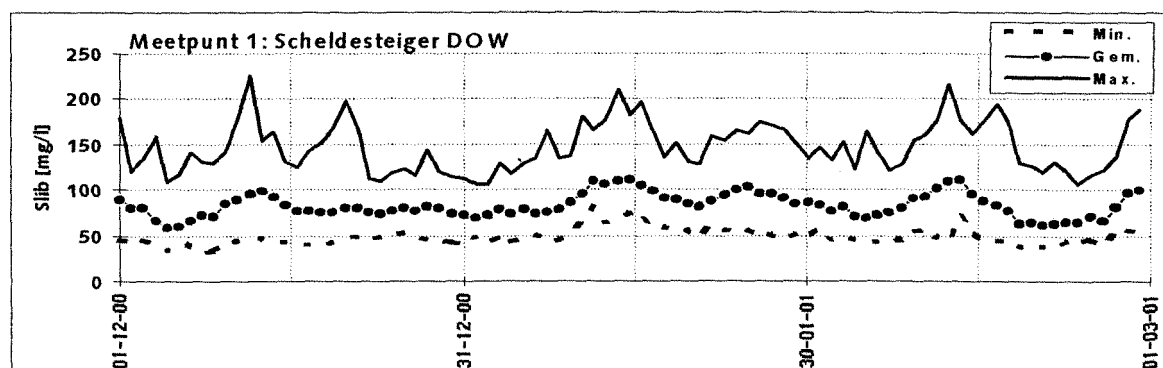
Bijlage 1: Overzicht van de in-situ meetpaal en de bijbehorende parameters [ref. 7].

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

Bijlage 2: Dubbeldaagstijgemiddelde 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 december 2000 - februari 2001.