

**INTERPOLATIE EN VERGELIJKING VAN SLIBGEGEVENS
VAN DE ZEESCHELDE (BELGIË)**
en de bijlage
**DE LITHOLOGISCHE KAARTEN VAN DE ZEESCHELDE (BELGIË)
VAN 1964 EN 1986**

Werkdocument: RIKZ/AB-96.836x

1 november 1996

drs. L.C. Otter
Universiteit Utrecht
Vakgroep Fysische Geografie

Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ
Middelburg

Inhoud

1. Inleiding	3
2. Onderzoeksgebied	3
3. Interpolatie van de slibgegevens van Bastin	5
3.1 Basisgegevens	5
3.2 Berekening van het slibpercentage	5
3.3 Scheiding van geulen en intergetijdegebieden	5
3.4 Interpolatie	6
3.5 Resultaten van de interpolaties	7
3.6 Relatie tussen diepte en slibgehalte	8
3.7 Semivariogrammen	9
4. Vergelijking van de bemonsteringen van Bastin en van McLaren	11
4.1 Bemonstering van McLaren	11
4.2 Vergelijking van de geïnterpoleerde gegevens van McLaren met de gegevens van Bastin	11
4.3 Invloed van de interpolatiemethode	13
4.4 Vergelijking van de frequentiehistogrammen	17
5. Conclusie	18
5.1 Aanbeveling voor verder onderzoek	18
Literatuurlijst	19

Bijlagen:

1. De gebruikte gegevens.
2. Kaarten van interpolaties en slibpercentages.

1. Inleiding

Het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Rijkswaterstaat, beoordeeld ieder jaar in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zeeland de slibbalans van de Beneden Zeeschelde (België). De uitkomst van de balans, dat wil zeggen het slibtransport richting Nederland, is voor een belangrijk deel afhankelijk van de aannamen over de slibvoorraad in de waterbodem van de Beneden Zeeschelde (Van Maldegem, 1996). Deze slibvoorraad en de verandering hiervan kunnen mogelijk worden berekend met behulp van de slibbemonsteringen van de waterbodem die Bastin in opdracht van de Antwerpse Zeehavendienst van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, gedaan heeft in 1964, 1986 en 1992.

In het onderzoek, waarvan dit de rapportage is, is nagegaan of er gebiedsdekkende slibkaarten kunnen worden gemaakt van de metingen van Bastin door middel van interpolatie. Daarnaast is bepaald of de metingen van Bastin uit 1992 vergeleken kunnen worden met de metingen die uitgevoerd zijn in opdracht van het RIKZ door McLaren (GeoSea Consulting, Groot Britannië) in 1993.

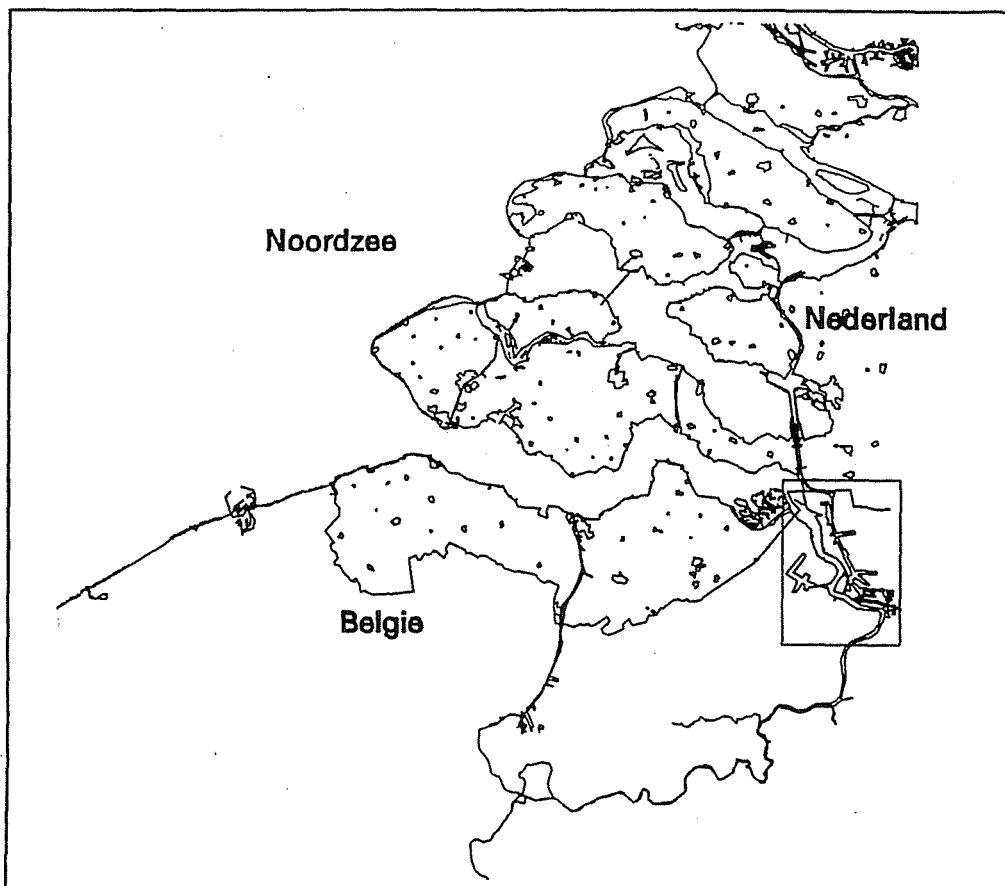
Het onderzoek is uitgevoerd door de Vakgroep Fysische Geografie van de Universiteit Utrecht in opdracht van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (Rijkswaterstaat).

2. Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is de rivier de Beneden Zeeschelde in België. Het onderzoek concentreert zich op het gebied tussen Rupel en de Belgisch-Nederlandse grens (zie figuur 1).

De Zeeschelde is een rivier die onder invloed staat van het getij. Het getijverschil wordt stroomopwaarts steeds groter tot aan de monding van het riviertje de Durme, waar het getijverschil een maximum bereikt. Het getijverschil in de Beneden Zeeschelde nabij Antwerpen bedraagt ongeveer 5.2 meter. (Meire et al, 1995)

In het water van de Beneden Zeeschelde is een zoutgradiënt aanwezig. Nabij de Westerschelde is het water brak, naar het zuiden toe wordt het water steeds zoeter tot iets ten zuiden van Antwerpen waar het water geheel zoet is. Deze zoutgradiënt verschuift van plaats onder invloed van het tij, het seizoen en de hoeveelheid neerslag. (Meire et al, 1995)



Figuur 1. Ligging van het onderzoeksgebied. (Schaal 1: 1.000.000)

3. Interpolatie van de slibgegevens van Bastin

3.1 Basisgegevens

De gegevens op basis waarvan het onderzoek is uitgevoerd zijn (Bastin, 1985; Bastin, 1993; Anonymus, 1993):

- De slibbemonsteringen van 1964. Er zijn 122 monsters genomen en 112 geanalyseerd. De monsters zijn voorbehandeld met waterstofperoxyde en HCl. De monsters zijn geanalyseerd op: CaCO_3 , de fractie groter dan $62 \mu\text{m}$, de fractie kleiner dan $63 \mu\text{m}$ en voor een aantal monsters is de korrelgrootte van D_{25} , D_{50} (mediaan) en D_{75} van het monster bepaald. Van de locaties van de monsters zijn de coördinaten bekend (zie bijlage 1).
- De bemonsteringen van 1986 (maart 1986 tot maart 1987), met 63 monsters waarvan 28 zijn geanalyseerd. De monsters zijn geanalyseerd op CaCO_3 , de fractie groter en kleiner dan $62 \mu\text{m}$ en de korrelgrootte van de D_{50} (mediaan). De locaties van deze monsters zijn op een kaart ingetekend.
- De bemonstering van 1992 (najaar 1992 tot voorjaar 1993), met 105 monsters waarvan 97 zijn geanalyseerd. De monsters zijn voor het zeven voorbehandeld met waterstofperoxyde en HCl. De monsters zijn geanalyseerd op: organische stof gehalte, CaCO_3 gehalte, de fractie groter en kleiner dan $63 \mu\text{m}$, de fractie kleiner dan $20 \mu\text{m}$ en het slib gehalte. Van de locaties van de monsters zijn de coördinaten bekend (zie bijlage 1).

3.2 Berekening van het slibpercentage

De berekening van het slibpercentage van de gegevens van 1964:

Voor de interpolatie is niet de fractie $< 62 \mu\text{m}$ genomen, maar het totale slibpercentage. Dit totale slibpercentage is berekend door het kalkpercentage op te tellen bij het percentage kleiner dan $62 \mu\text{m}$. Dit is gedaan omdat het grootste deel van de organische bestanddelen en de kalkfractie tot de fijne fractie behoort (Bastin, 1993).

De berekening van het slibpercentage van de gegevens van 1992:

De monsters zijn geanalyseerd op organisch materiaal, CaCO_3 , $> 63 \mu\text{m}$, $< 63 \mu\text{m}$, $< 20 \mu\text{m}$ en slib. Voor de meeste bemonsteringspunten heeft Bastin een totaal slibpercentage bepaald door het percentage organisch materiaal, het percentage kalk en het percentage $< 63 \mu\text{m}$ bij elkaar op te tellen. Voor de bemonsteringspunten waarvan Bastin het slibpercentage niet heeft bepaald, is het percentage berekend door de percentages organische stof, kalk en $< 63 \mu\text{m}$ bij elkaar op te tellen.

3.3 Scheiding van geulen en intergetijdegebieden

De monsters zijn genomen in twee verschillende morfologisch eenheden; de geulen en de intergetijdegebieden. Doordat de stroomsnelheden in geulen veel hoger zijn dan in de intergetijdegebieden zijn de eenheden verschillend met betrekking tot de voorkomende hoeveelheden slib. Hierom zijn deze eenheden van elkaar gescheiden voor de interpolatie.

De scheiding van de twee eenheden is gedaan op basis van de hoogteligging van de gebieden. Hiervoor is gebruik gemaakt van lodingsgegevens van 1961 en 1992. Deze lodingsgegevens

zijn omgezet in twee gridkaarten met dieptegegevens. De grens tussen de geul en de intergetijdegebieden is voor beide jaren gekozen op -2.30 N.A.P., op basis van de gegevens van gemiddeld laagwater in de Zeeschelde van 1981 tot 1990 (Claessens en Meyvis, 1994).

3.4 Interpolatie

In eerste instantie is geprobeerd een goede interpolatie te maken van de monsterpunten van 1964 en 1992. Het aantal monsterpunten van 1986 is bij voorbaat te gering voor een goede interpolatie. (Voor de interpolatie zijn alleen de geanalyseerde monsters gebruikt.)

Voor de beide jaren zijn de monsterpunten die in de geul liggen (voor 1964 totaal 92 punten en voor 1992 totaal 80 punten) gebruikt voor de interpolatie van de slibwaarden voor de geul. De toegepaste interpolatie-methoden zijn:

- Inverse Distance Weighted (IDW). Deze interpolatie berekent de waarde van een te interpoleren punt op basis van de waarden van de monsterpunten die in de buurt van het te interpoleren punt liggen. Hierbij krijgen de monsterpunten die dicht bij het te interpoleren punt liggen een hoger gewicht dan punten die verder weg liggen. De waarden van de monsterpunten die dicht bij liggen dragen zo het meeste bij aan de bepaling van de waarde van het te interpoleren punt.
De IDW-methode is voor '64 toegepast met verschillende waarden voor de macht. Deze macht bepaald het gewicht van de verschillende punten voor de interpolatie van een punt. Hoe hoger de macht hoe kleiner de invloed is van punten die ver van het te interpoleren punt ligt. Voor '64 zijn voor de macht de waarden 1, 1.5, 2 en 3 gebruikt. Voor '92 is alleen de waarde 2 gebruikt. De interpolatie is uitgevoerd met het programma Arc/Info. (De verdere instellingen voor deze berekeningen zijn: Sample, het aantal punten gebruikt voor de interpolatie is 12 en de uiteindelijke gridgrootte is 50 meter.)
- Interpolatie volgens digipol. Deze interpolatiemethode wordt origineel gebruikt voor interpolatie van diepte- of hoogtemetingen. De methode houdt rekening met de 'helling' van de gegevens. Het gebied waarbinnen wordt gezocht naar de meest nabij zijnde punten is ovaal, omdat de methode origineel gemaakt is voor raaigegevens.
De gebruikte instellingen in digipol zijn:
 - voor '64: search depth 2000 m, direction fit depth 200 m, number of angles 32, maximum ellips ratio 8, minimal number of iterations 2, maximal number of iterations 4 en convergence threshold 0.
 - voor '92: search depth 2000 m, direction fit depth 200 m, number of angles 32, maximum ellips ratio 6, minimal number of iterations 2, maximal number of iterations 4 en convergence threshold 0.

3.5 Resultaten van de interpolaties

De kaarten (zie bijlage 2) van de IDW-interpolaties van 1964 laten duidelijk zien dat een lage macht (1) weinig differentiatie geeft, het kaartbeeld is vlak. Een hoge macht (3) geeft een kaartbeeld met sterke pieken en dalen in de slibpercentages. De interpolatie met het meest natuurlijke patroon is de IDW-interpolatie met macht 2. Hierom is voor de IDW-interpolatie van 1992 alleen voor de macht 2 gekozen.

Op de kaarten die met behulp van digipol zijn geïnterpoleerd zijn grote gebieden blanco gebleven. Aan deze gebieden is geen waarde toegekend. Dit komt door de grootte van de gekozen zoekstraal (2 km). De interpolatie-waarden worden berekend op basis van punten die binnen een straal van 2 km liggen. De grootte van de zoekstraal is gekozen op basis van de aanname dat de waarde van de monsterpunten die meer dan 2 km van een punt liggen geen relatie hebben met de waarde van het te interpoleren punt. Als er geen monsterpunten liggen rond een te interpoleren punt, in een gebied met deze straal, dan wordt er geen waarde berekend. Voor een vlakdekkende interpolatie met digipol is dus een veel groter aantal monsterpunten nodig dan voor handen is of de zoekstraal moet worden vergroot. Vergroting van de zoekstraal zal echter niet leiden tot een betere interpolatie, omdat de slibhoeveelheden op bodem van de Zeeschelde zeer grillig zijn (Bastin, 1993).

De parameters voor de IDW-interpolatie zijn zo ingesteld dat voor de berekening van de waarde van een te interpoleren punt de waarden worden genomen van de meest nabije 12 punten. Hieruit volgt dat de waarde van een groot aantal punten is bepaald op basis van de waarde van punten die meer dan 2 km van het te interpoleren punt liggen. Dit veroorzaakt een grote onbetrouwbaarheid van deze geïnterpoleerde waarden.

Bij vergelijking van de resultaten van de verschillende interpolaties, is het duidelijk dat het patroon van de slibpercentages sterk afhangt van de gebruikte interpolatiemethode. Tevens kan duidelijk uit de kaarten worden afgeleid waar de monsterpunten zich bevinden, doordat op deze plaatsen een piek of dal in het kaartbeeld voorkomt. Dit betekent dat de gebieden rondom deze monsterpunten alleen op basis van de waarde van dat ene monsterpunt een waarde krijgen toegekend. Hierdoor zijn deze waarden weinig betrouwbaar.

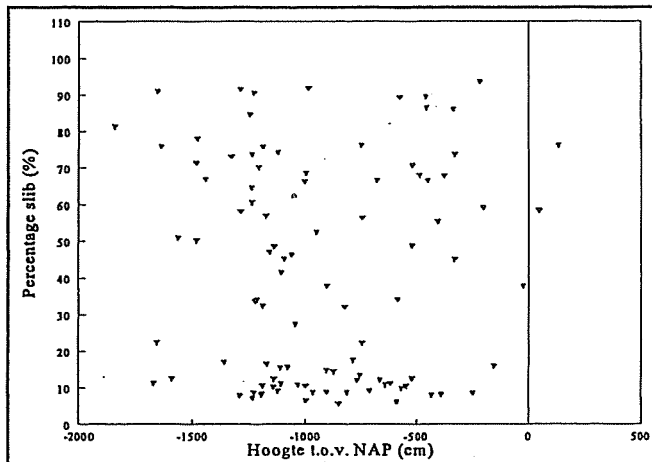
Een controle van een interpolatie kan worden uitgevoerd door een aantal monsterpunten weg te laten bij de interpolatie, waarna de waarde van de interpolatie op de plaats van de monsterpunten kan worden vergeleken met de werkelijke waarde van de monsterpunten. Komen beide waarden overeen dan is de interpolatie betrouwbaar, maar als de waarden veel van elkaar afwijken is de interpolatie onbetrouwbaar. In de geïnterpoleerde kaarten is duidelijk te zien dat de waarden in grote delen van de kaart zijn gebaseerd op één waarneming. Als zo'n waarneming uit de gegevensset wordt gehaald voor de controle, dan zou het verschil tussen interpolatiewaarde en werkelijke waarde zeer groot zijn.

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat er geen betrouwbare interpolatie kan worden uitgevoerd met de gebruikte gegevens, de punten liggen te ver van elkaar en is het aantal te klein.

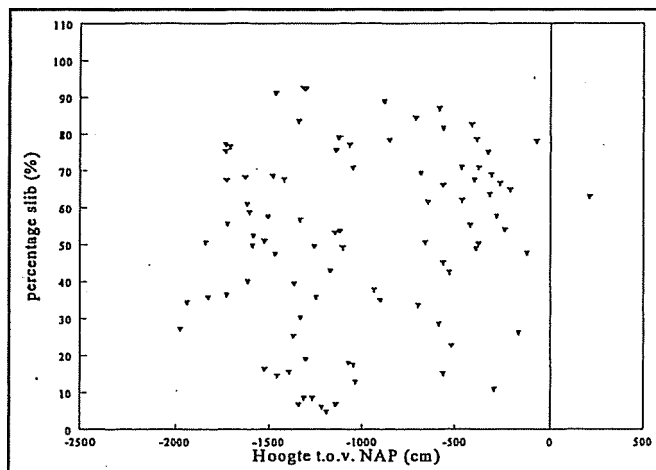
3.6 Relatie tussen diepte en slibgehalte

Indien er een duidelijke relatie bestaat tussen de diepte van een monsterpunt en het slibgehalte, kan het slibgehalte mogelijk worden voorspeld met behulp van diepte gegevens.

De scatterplots van het slibgehalte en de diepte geven duidelijk aan dat er geen verband bestaat tussen de diepte en het slibgehalte (zie figuur 2 en 3).



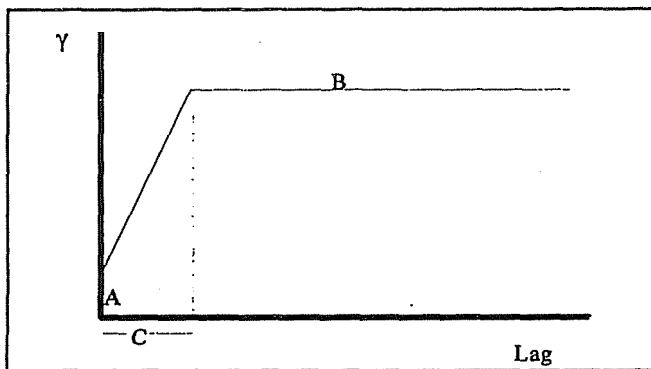
Figuur 2. Slibpercentage en hoogte van 1964



Figuur 3. Slibpercentage en hoogte van 1992.

3.7 Semivariogrammen

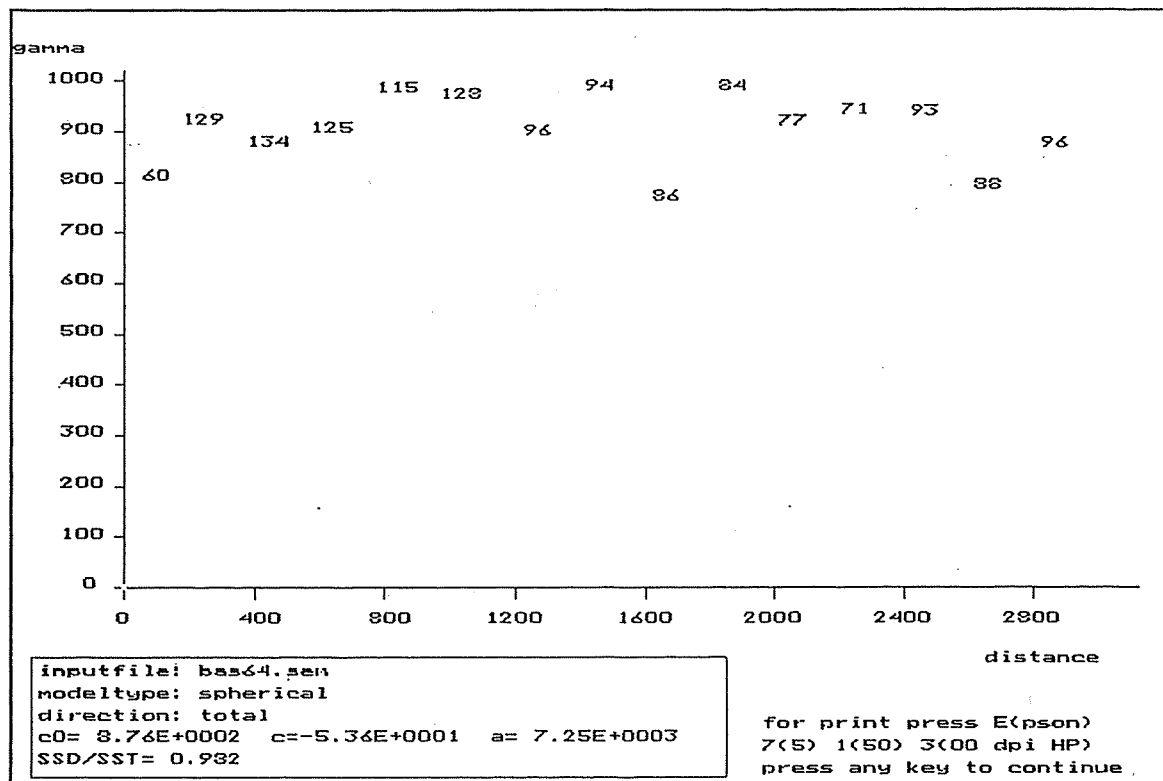
Een semivariogram geeft de onderlinge ruimtelijke afhankelijkheid van de waarden van monsterpunten weer. In een semivariogram wordt de semivariantie (γ) uitgezet tegen de lag (zie figuur 4). De semivariantie is de schatting van de variantie van de verschillen tussen de waarden van punten op een bepaalde afstand van elkaar. De lag is de afstand tussen de bemonsteringspunten. De sill in het semivariogram geeft aan dat bij deze waarden voor de lag geen ruimtelijke afhankelijkheid is tussen de gegevens, omdat de waarde van de semivariantie niet meer veranderd. De range geeft de afstand weer waarbinnen de gegevens nog ruimtelijke afhankelijkheid vertonen. De nugget geeft de mate van ruis in de gegevens weer. (Burrough, 1986)



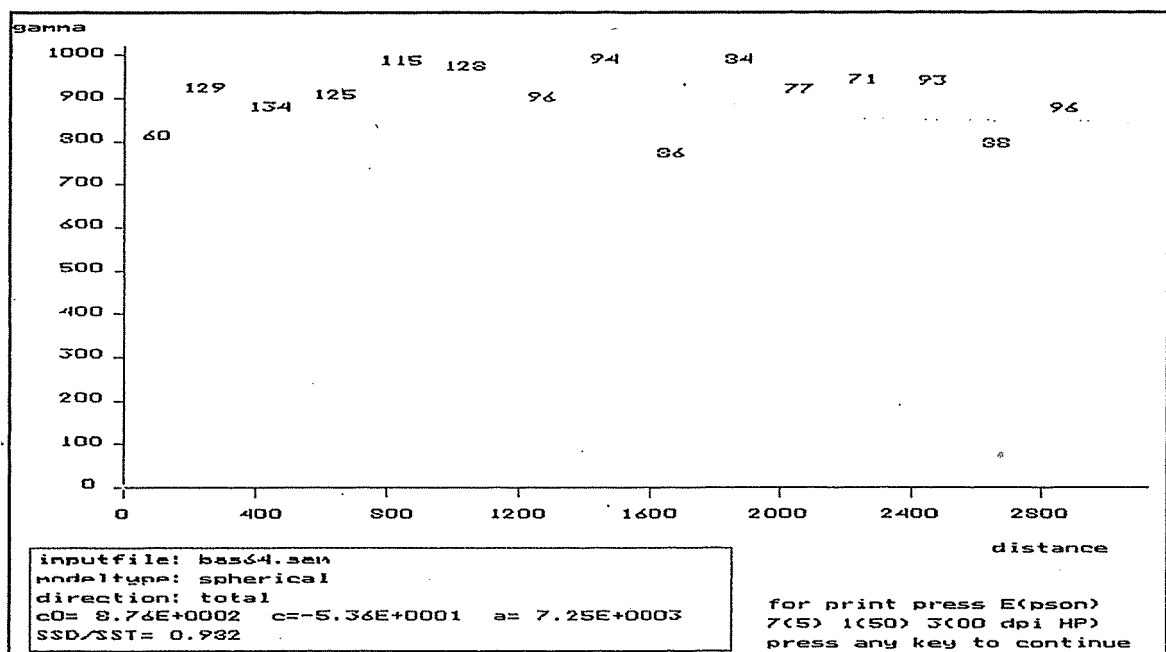
Figuur 4. Semivariogram A = nugget, B = sill, C = range

De schatting van de waarde van een onbekend punt (=interpolatie) op basis van de waarde van een punt dat verder weg ligt dan de range, geeft een uitkomst die niet betrouwbaar is, omdat deze punten geen ruimtelijke correlatie bezitten. (Burrough, 1986)

De berekende semivariogrammen van de bemonsteringen van Bastin 1964 en 1992 staan in figuur 6 en 7. In deze figuren is duidelijk te zien dat de semivariogrammen alleen bestaan uit een sill. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er geen ruimtelijke correlatie bestaat tussen de waarden van de monsterpunten. Er kan dus geen betrouwbare interpolatie worden uitgevoerd met deze gegevens.



Figuur 5. Semivariogram van de bemonstering van Bastin 1964



Figuur 6. Semivariogram van de bemonstering van Bastin 1992.

4. Vergelijk van de bemonsteringen van Bastin en van McLaren

Om te bepalen of er een relatie bestaat tussen de metingen van McLaren en Bastin zijn er verschillende analyses uitgevoerd. Deze analyses worden in dit hoofdstuk besproken. Indien er een relatie bestaat tussen de metingen, kunnen de metingen, die met verschillende methoden zijn uitgevoerd en grotendeels in verschillend gebieden zijn gedaan, met elkaar vergeleken kunnen worden.

4.1 Bemonstering van McLaren

Slib-bemonsteringen van McLaren (McLaren 1994):

De monsters voor de korrelgrootteanalyse zijn genomen met een onderlinge afstand van 500 m in een regelmatig grid. Op plaatsen waar de bathymetrie complex is, zijn de monsters om de 250 m genomen. De monsternamen duurde van augustus tot september 1993. De monsters zijn (niet voorbereid voor organisch materiaal en kalk) geanalyseerd op korrelgrootte van - 2.0 phi tot 10.5 phi met klasse groottes van 0.5 phi met een laser diffraction particle sizer (Malvern). De korrelgrootte is gegeven in gewichtspercentages.

De monsters zijn niet voorbereid. Dit heeft tot gevolg dat verkittende elementen (kalk en organisch materiaal) niet zijn weggehaald. Hierdoor wordt in het monster hogere percentages gevonden voor de grotere fracties dan wanneer het monster wel was voorbereid. Tevens wordt het kalk en/of het organisch materiaal dat de verkitting veroorzaakt bij de grotere fracties geteld.

Voor de vergelijking van de bemonsteringen is het slibpercentage berekend door alle gewichtspercentages op te tellen van de klasse 4 - 4.5 phi tot en met de klasse 10.5 phi en kleiner (dit is de fractie $< 63 \mu\text{m}$). Deze slibpercentages zijn geïnterpoleerd tot een slibkaart van de Zeeschelde. De interpolatie is gedaan met digipol met de instellingen: search depth 2000 m, direction fit depth 200 m, number of angles 32, maximum ellips ratio 6, minimal number of iterations 2, maximal number of iterations 6 en convergence threshold 0.

Op de locaties waar Bastin in 1992 slibbemonsteringen heeft gedaan zijn de waarden in de geïnterpoleerde kaart van McLaren bepaald. De gemeten slibpercentages van Bastin en de geïnterpoleerde waarden van McLaren zijn uitgezet in een grafiek (figuur 7).

4.2 Vergelijking van de geïnterpoleerde gegevens van McLaren met de gegevens van Bastin

Bij een lineaire correlatie analyse van de slibpercentages van McLaren en Bastin is de R^2 0.28 (totaal aantal punten is 76). R^2 geeft de mate van correlatie aan en wordt berekend door: $R^2 = (\sum xy)^2 / (\sum x^2 \sum y^2)$ waarin x de waarde van de x-variabele is en y de waarde van de y-variabele is. R^2 varieert tussen 0 en 1. In de grafiek (figuur 7) is de bijbehorende regressielijn aangegeven. (Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de variabele normaal verdeeld is (Blalock, 1981).)

De bovenstaande analyse kan eveneens worden gedaan tussen de slibpercentages van McLaren en de fractie $< 63 \mu\text{m}$ van Bastin (dit is de kleine fractie zonder kalk en organisch

materiaal). Bij een lineaire correlatie analyse is de R^2 0.30. In de grafiek is de bijbehorende regressielijn aangegeven (zie figuur 8).

Lineaire analyses tussen de geïnterpoleerde slibpercentages van McLaren en

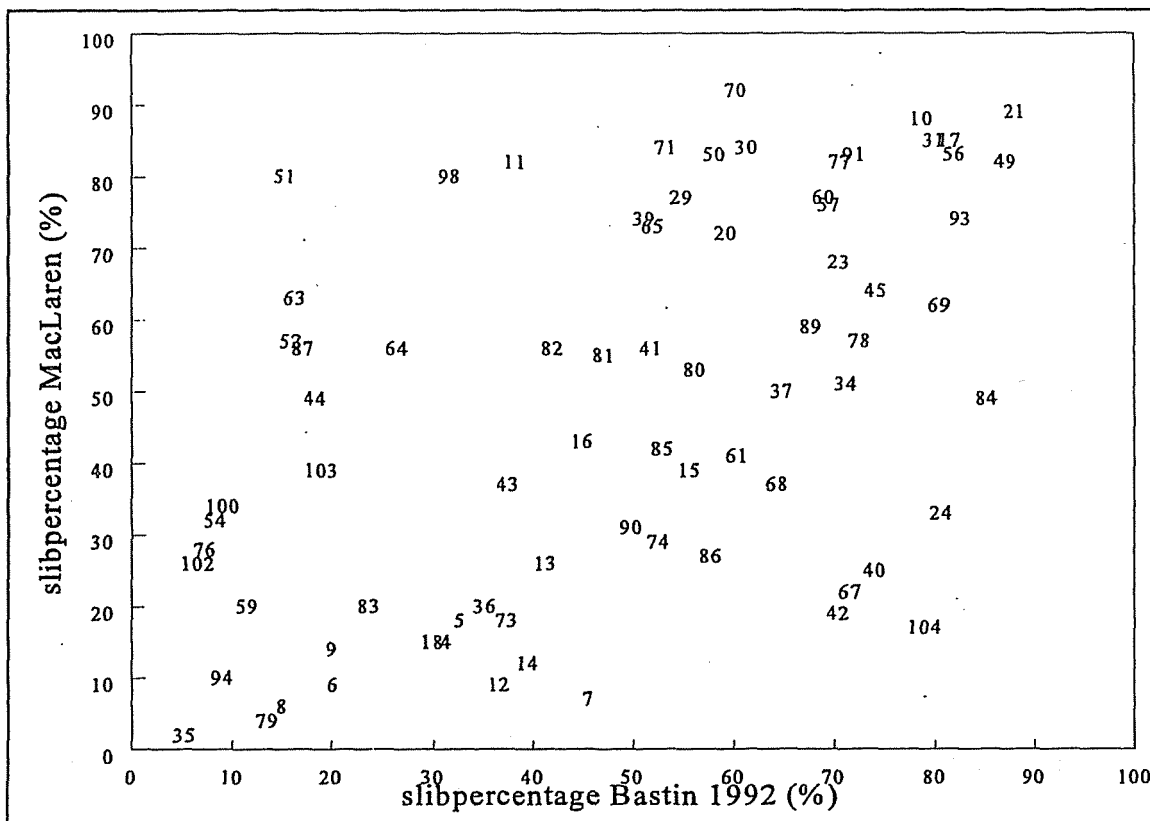
a: $< 63 \mu\text{m}$ + percentage kalk van Bastin ($R^2 = 0.31$)

b: $< 63 \mu\text{m}$ + percentage organisch materiaal van Bastin ($R^2 = 0.27$)

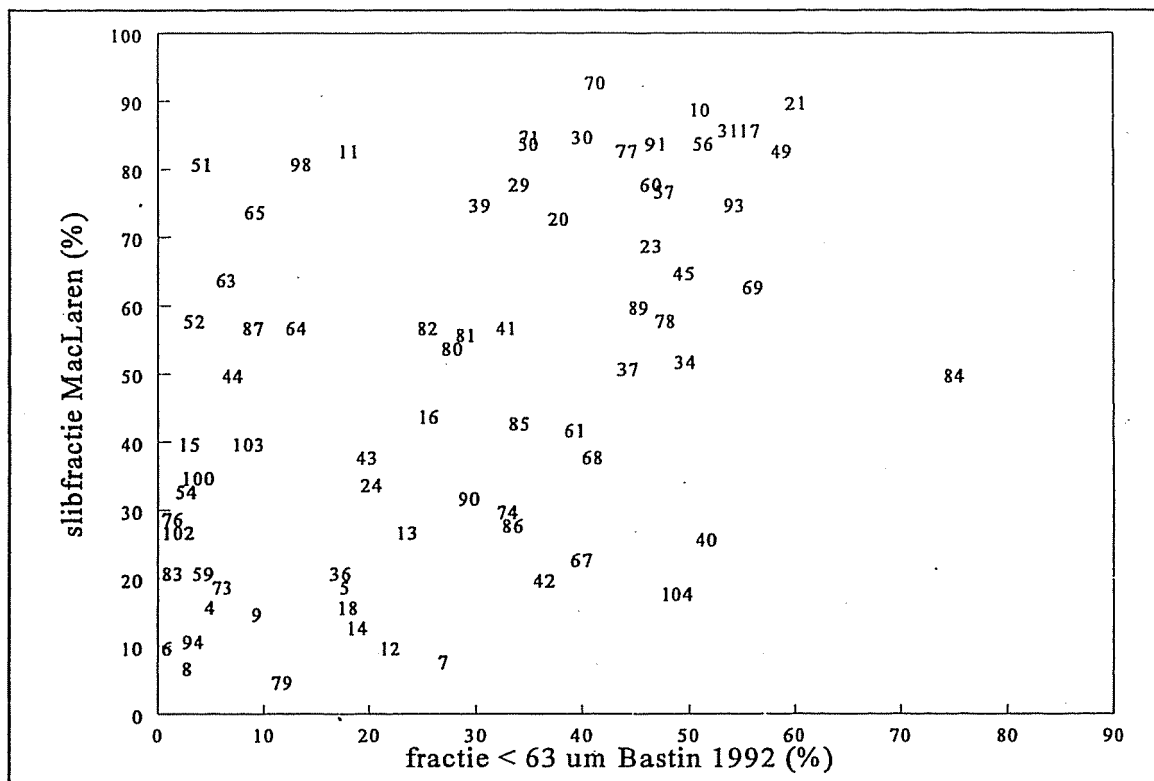
Uit de bovenstaande correlatie analyses blijkt dat de slibpercentages van McLaren en Bastin slecht met elkaar correleren. Hieruit blijkt dat de metingen op deze manier niet met elkaar vergeleken kunnen worden. De regressie lijnen geven geen goed beeld van de verdeling. Dit blijkt uit de lage waarden voor R^2 . Het blijkt ook dat de percentages kalk en organisch materiaal zeer weinig invloed hebben op de correlatie.

Deze slechte correlatie kan worden veroorzaakt door:

- verschil in tijdstip van bemonstering. Bastin heeft een heel jaar gedaan over de monsternamen en McLaren heeft bemonsterd in de maand augustus.
- verschil in bemonsteringsmethode. Bastin heeft monsters genomen met een Shipek en een Van Veengrijper (Bastin, 1993). McLaren heeft een Van Veengrijper gebruikt voor de monsters die onder water zijn genomen en de monsters in het intergetijdegebied zijn met de hand genomen (McLaren, 1994).
- verschil in methode van voorbereiden van het monster. McLaren heeft zijn monsters niet voorbehandeld voordat de monsters gezeefd zijn. Bastin heeft zijn monsters wel laten voorbehandelen. Deze monsters zijn voor het zeven behandeld met waterstofperoxyde en HCl zodat organisch materiaal en kalk zijn verdwenen uit de monsters. Hierdoor is de eventuele verkitting door deze materialen ook verdwenen.
- verschil in de methode van het bepalen van gewichtspercentages van de korrelgrootte klassen. Bastin heeft zijn monsters door natte zeping gescheiden in twee klassen: $> 63 \mu\text{m}$ en $< 63 \mu\text{m}$. McLaren heeft een Malvern gebruikt om de monsters te scheiden in 25 klassen.
- de interpolatiemethode van de McLaren gegevens
- het grillige karakter van de slibhoeveelheden op de bodem van de Zeeschelde (Bastin, 1993).



Figuur 7. Vergelijking tussen slibpercentage van Bastin en het geïnterpoleerde slibpercentage van McLaren. De nummers zijn de ID-nummers die corresponderen met de ID-nummers in bijlage 1.



Figuur 8. Lineaire vergelijking tussen percentage < 63 μm van Bastin en het geïnterpoleerde slibpercentage van McLaren. De ID-nummers corresponderen met de ID-nummers in bijlage 1.

4.3 Invloed van de interpolatiemethode

De interpolatiemethode van de McLaren gegevens kan een oorzaak zijn waarom de gegevens van Bastin en McLaren geen goede relatie vertonen. Om te bepalen of de interpolatiemethode een grote invloed heeft is een lineaire correlatie analyse gedaan tussen het slibpercentage van de monsterpunten van Bastin en McLaren die dicht bij elkaar liggen (zie tabel 1):

- Voor de punten die minder dan 200 meter van elkaar liggen is bij een lineaire correlatie de R^2 0.05 ($N = 19$) (zie figuur 10)
- Voor de punten die minder dan 100 meter van elkaar liggen is de R^2 van een lineaire correlatie analyse 0.60 ($\hat{y} = 0.475 * x + 35.293$, $N = 15$, degrees of freedom = 13) (zie figuur 9)

Met een F-toets kan worden bepaald of een lineaire regressie vergelijking een significante vergelijking geeft. De F-waarde wordt berekend met de onderstaande formule. Deze F-waarde wordt vergeleken met de kritische F-waarde, die kan worden opgezocht in een statistische tabel voor F-waarden. Als de berekende F-waarde kleiner is dan de kritische F-waarde, dan is de gevonden lineaire regressie vergelijking niet significant. Dit betekent dat er geen significante correlatie is. Als de berekende F-waarde groter is dan de kritische F-waarde, dan is de gevonden lineaire regressie vergelijking significant. Dit betekent dat er een significante correlatie bestaat tussen de onderzochte gegevens. (Blalock, 1981)

F wordt berekend met:

$$F = (R^2 * N - 2) / (1 - R^2)$$

Hierin is:

F = de waarde voor de F-toets

R = correlatie coëfficiënt

N = het aantal waarnemingen

Voor de bovenstaande lineaire regressieanalyse van de bemonsteringspunten van Bastin en McLaren die minder dan 100 m van elkaar liggen kan F worden berekend door:

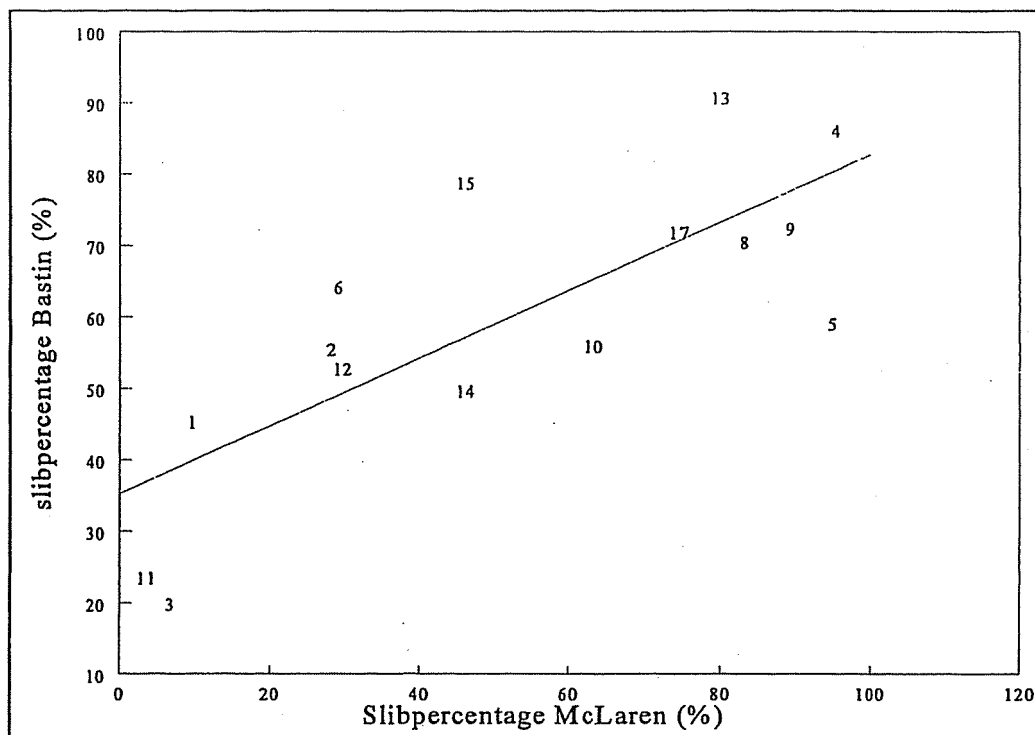
$$F = (0.60 * 15 - 2) / (1 - 0.60) = 19.5$$

De kritische F-waarde voor N-2 waarnemingen = 9.07 (met een significantie niveau van 0.01)

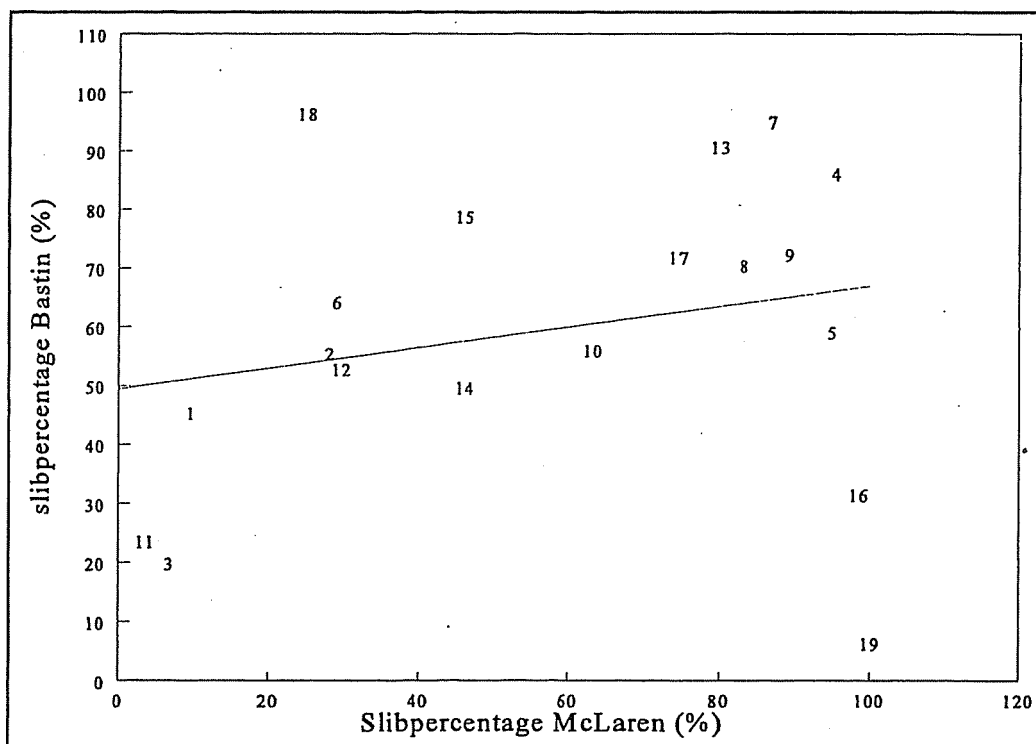
De berekende F-waarde is groter dan de kritische F-waarde. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de berekende lineaire regressievergelijking significant is voor de gevonden waarnemingen.

Het bovenstaande geeft aan dat de monsterpunten op zeer kleine afstand (< 100 m) van elkaar moeten liggen willen de slibpercentages van de bemonsteringen van Bastin en McLaren met elkaar te vergelijken zijn.

Dit is tevens de reden waarom de geïnterpoleerde waarde van de bemonstering van McLaren niet vergeleken kan worden met de bemonstering van Bastin. De waarden die berekend worden bij de interpolatie van de McLaren bemonstering zijn in veel gevallen berekend op basis van de waarden van bemonsteringspunten die meer dan 100 m van het te interpoleren punt liggen. Het blijkt dat deze waarden niet met elkaar vergeleken kunnen worden.



Figuur 9. Vergelijking van slibpercentages van Bastin en van McLaren van bemonsteringspunten die minder dan 100 m van elkaar liggen. De ID-nummers corresponderen met de nummers in tabel 1.



Figuur 10. Vergelijking van de slibpercentages van Bastin en McLaren van bemonsteringspunten die minder dan 200 m van elkaar af liggen. De ID-nummers corresponderen met de nummers van tabel 1.

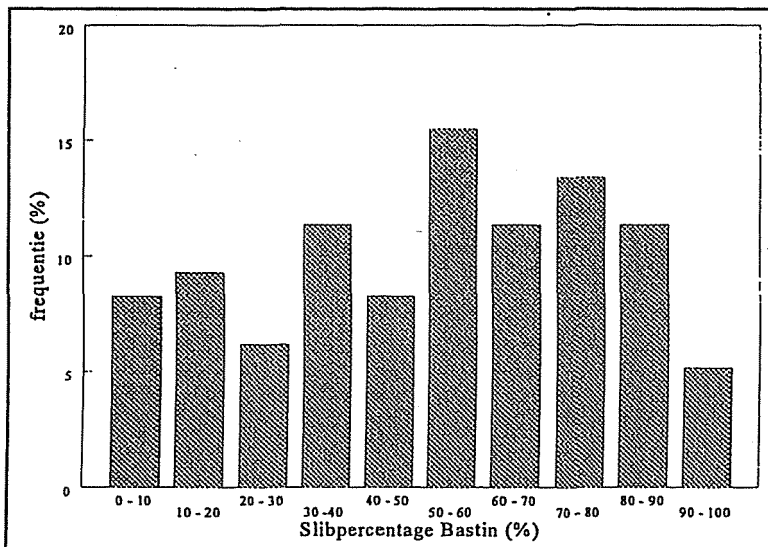
Tabel 1. ID-nummers en afstanden tussen de bemonsteringspunten.

Nummer	id-nummer mosterpunt Bastin	id-nummer monsterpunt McLaren	afstand (m)
1	7	908	43
2	15	621	51
3	9	641	47
4	32	687	88
5	20	679	79
6	68	726	46
7	72	703	127
8	77	742	54
9	78	762	99
10	80	818	58
11	83	840	43
12	85	858	61
13	88	859	83
14	90	868	82
15	104	868	61
16	98	855	112
17	91	847	86
18	101	848	129
19	102	849	174

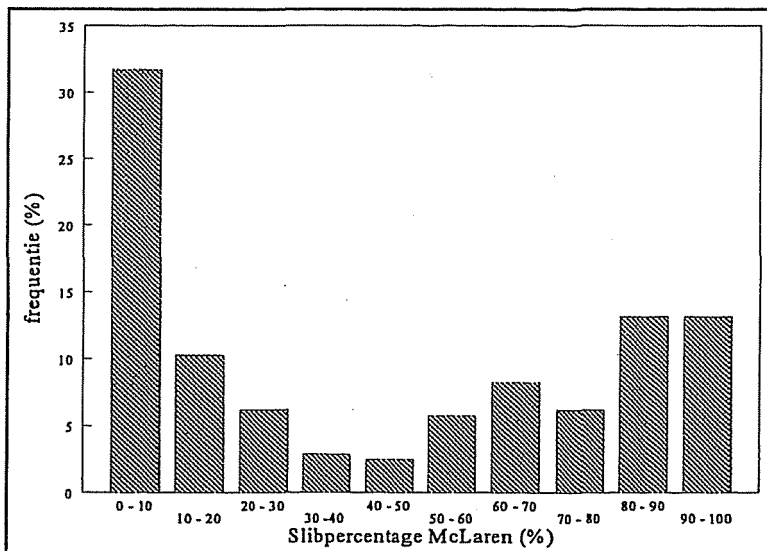
4.4 Vergelijking frequentiehistogrammen

Het frequentiehistogram voor de bemonstering van Bastin is berekend met klassegroottes van 10% voor het slibpercentage (zie figuur 11). Voor de bemonstering van McLaren is hetzelfde histogram berekend (zie figuur 12). Het histogram van McLaren is alleen berekend op basis van de monsters die zijn genomen in het gebied waar Bastin bemonsterd heeft.

De twee frequentiehistogrammen zijn zeer afwijkend. Dit wordt onder andere veroorzaakt doordat McLaren in een regelmatig grid heeft bemonsterd en Bastin op bepaalde uitgekozen plaatsen heeft bemonsterd. Deze uitgekozen plaatsen lagen voor een groot deel in slibrijke gebieden. McLaren heeft regelmatig verdeeld over het gehele gebied bemonsterd. Hierbij heeft hij vaker monsters genomen in een zandig gebied (de geulen).



Figuur 11. Frequentie histogram van de bemonstering van Bastin 1992.



Figuur 12. Frequentie histogram van de bemonstering van McLaren.

5. Conclusie

De bemonsteringen van Bastin van 1964 en 1992 zijn niet toereikend voor het maken van goede slibkaarten door middel van interpolatie. Het aantal monsters is te gering en de punten liggen te ver uit elkaar. Er bestaat geen relatie tussen de diepte en het slibgehalte, dus slibpercentage kunnen niet worden voorspeld met behulp van diepte gegevens. De semivariogrammen geven aan dat er geen ruimtelijke correlatie bestaat tussen de waarden van de monsterpunten. Een betrouwbare interpolatie kan dus niet worden uitgevoerd met deze gegevens.

Bij de vergelijking van bemonstering van Bastin (1992) en de geïnterpoleerde gegevens van McLaren (1993) blijkt dat beide gegevens zeer verschillend zijn. Wel blijkt een relatie te bestaan tussen de monsters van Bastin en McLaren die op een afstand van minder dan 100 m van elkaar liggen. Zodra de monsters meer dan 100 m van elkaar liggen kan er geen significante relatie worden gevonden tussen de monsters van Bastin en McLaren.

De frequentiehistogrammen van de slibpercentages van de bemonsteringen van Bastin en McLaren zijn zeer verschillend, een mogelijke verklaring hiervoor is het verschil in het kiezen van de lokatie van de monsterpunten.

5.1 Aanbeveling voor verder onderzoek

Uit het bovenstaande blijkt dat met slechts de bemonsteringen van Bastin geen goede slibkaarten kunnen worden gemaakt. Om toch goede slibkaarten te verkrijgen voor de schattingen van de slibvoorraad in de Zeeschelde ten behoeve van de slibbalans, zou het volgende onderzoek kunnen worden uitgevoerd:

Bastin heeft in 1964 en in 1986 met behulp van de bemonsteringen (vermeld in dit verslag) en sonde-metingen slibkaarten gemaakt. Om inzicht te verkrijgen in hoe deze kaarten zijn gemaakt kan het volgende worden gedaan:

- Digitaliseren van de slibkaarten van 1964 en 1986 die gemaakt zijn door Bastin.
- Digitaliseren van de plaatsen waar Bastin sonde-metingen heeft gedaan in 1964 en 1986.
- Vergelijken van de slibkaarten en de plaatsen van de sonde-metingen, door middel van het vergelijken van de kaarten met behulp van een Geografisch Informatie Systeem.

Met het bovenstaande kan worden nagegaan welke sonde-metingen bij welke eenheden behoren. Hiermee kunnen de begrenzingen van de eenheden op de slibkaarten worden gecontroleerd. Hierna kunnen eventueel nieuwe begrenzingen worden getrokken. Deze nieuwe slibkaarten kunnen worden gebruikt in de slibbalans.

Voor 1992 heeft Bastin wel bemonsterd, maar geen slibkaart gemaakt. Waarschijnlijk kan voor de schatting van de slibhoeveelheid in deze periode het beste een kaart worden gemaakt van de bemonstering van McLaren van 1993.

Literatuurlijst

- Anonymus, 1993: Verslag over de resultaten van het laboratoriumonderzoek op 97 slibmonsters afkomstig uit de Benedenzeeschelde. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Departement Leefmilieu en Infrastructuur Administratie Ondersteunende Studies en Opdrachten Bestuur Geotechniek.
- Bastin, A.L., 1985. Schelde Lithologische kaart 1986 - 1987. Ministerie van Openbare werken. Bestuur der waterwegen. Antwerpse zeediensten.
- Bastin, A.L., 1993. Evaluatie van de hoeveelheid slib in de Beneden Zeeschelde. Evaluatie tussen 1964 en 1986. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Departement Leefmilieu en infrastructuur administratie waterinfrastructuur en zeewezen. Antwerpse Zeehavendienst.
- Blalock, H.M., 1981. Social Statistics. McGraw-Hill Book company, New York.
- Burrough P.A., 1986. Principles of geographical information systems for land resources assessment. Clarendon Press, Oxford.
- Claessens, ir. J. en ir. L. Meyvis, 1994. Overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken gedurende het decennium 1981 - 1990. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Antwerpse Zeehavendienst.
- Maldegem, D.C. van, 1996. Werkdocument. Offerte-aanvraag RU/FysGeo-slib 1996 concept. RIKZ, Middelburg.
- McLaren, P, 1994. Sediment transport in the Westerschelde between Baarland and Ruppelmonde. Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Kust en Zee. GeoSea Consulting (UK) ltd. Cambridge, Groot Britannië.
- Meire P., M. Hoffmann en T. Ysebaert (red.), 1995. De Schelde: een stroom natuurtalent. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt: rapport 95.10.

Bijlage 1. De gebruikte gegevens

Gebruikte gegevens van de bemonstering van Bastin 1964

Nr. Bastin	ID nr	RD-coördinaten		CaCO ₃	> 62um	< 62um	slib	Lat lon coördinaten			opmerkingen
								N	E		
1	1	84342.85	358052.1	4.75	86.9	8.1	12.85	51 12 30	4 22 35		
5	5	84891.79	358446.3	2	92.65	5	7	51 12 43	4 23 3		
12b	6	85402.25	358871.9	11.5	39.05	49.25	60.75	51 12 57	4 23 29		
12c	7	85440.64	358840.5	12	14.55	73.4	85.4	51 12 56	4 23 31		
8	8	85281.6	358564.6	12.5	7.7	79.45	91.95	51 12 47	4 23 23		
10	10	85168.98	358844.2	5.5	65.75	28.6	34.1	51 12 56	4 23 17		
10b	11	85169.82	358906	6	84.05	9.4	15.4	51 12 58	4 23 17		
12	12	85480.29	358901.8	6.5	67.05	26.4	32.9	51 12 58	4 23 33		
13	13	85490.82	359674.2	4.75	86.3	8.45	13.2	51 13 23	4 23 33	de gehele reeks genomen	
15	15	85663.76	359548.2	4	88.55	7.4	11.4	51 13 19	4 23 42		
16	16	85760.35	359516	8.25	60.4	31.05	39.3	51 13 18	4 23 47		
17	17	85661.24	359362.9	6.5	38.75	54.35	60.85	51 13 13	4 23 42		
18	18	85429.25	359427.8	7	83.2	9.55	16.55	51 13 15	4 23 30		
19	19	85448.23	359396.7	10.5	22.1	67.2	77.7	51 13 14	4 23 31		
19b	20	85407.73	359273.6	11	20.45	68.3	79.3	51 13 10	4 23 29		
19c	21	85369.35	359305	4.5	89.9	5.4	9.9	51 13 11	4 23 27		
23	23	85249.55	359059.4	7.5	83.4	8.9	16.4	51 13 3	4 23 21		
24	24	76863.9	371604.4	6.5	87	6.45	12.95	51 19 45	4 15 59		
30	30	77738.69	371838.3	6.38	28.43	64.68	71.06	51 19 53	4 16 44	gem. van de punten 30a en 30b	
37	37	76808.2	371759.8	4.25	86	9.15	13.4	51 19 50	4 15 56		
38	38	76771.39	371884	2.75	90.6	6.5	9.25	51 19 54	4 15 54		
45	45	77783.03	372208.5	1.75	82.7	15.1	16.85	51 20 5	4 16 46		
49	49	77335.06	372029.9	0.5	19.55	7.95	8.45	51 19 59	4 16 23		
58	58	76736.01	372100.8	8	88.2	3.6	11.6	51 20 1	4 15 52		
59	59	76700.16	372286.8	4.25	55.08	7.7	11.95	51 20 7	4 15 50		
65	65	81140.19	366101.5	3.5	44.15	51.95	55.45	51 16 49	4 19 44		
66	66	80988.32	366320	7.5	29.5	62.1	69.6	51 16 56	4 19 36		
70	70	80191.31	367475.1	5	75.9	18.55	23.55	51 17 33	4 18 54	70b is vervallen	
71	71	79461.14	367887.6	4	91.15	4.65	8.65	51 17 46	4 18 16		
108	108	85907.89	360379.3	7.5	25.2	65.85	73.35	51 13 46	4 23 54		
109	109	86008.64	360656.1	3.25	86.65	10.05	13.3	51 13 55	4 23 59		
118	118	86025.11	360439.5	8.5	20.45	70.9	79.4	51 13 48	4 24 0		
125	125	85750.6	360226.9	2.75	89.9	6.6	9.35	51 13 41	4 23 46		
129	129	85670.9	360073.5	64.74	88.15	6.95	71.69	51 13 36	4 23 42		
132	132	85746.82	359948.9	3.5	88.1	8.4	11.9	51 13 32	4 23 46		
135	135	85785.2	359917.4	3.75	88.75	7.25	11	51 13 31	4 23 48		
139	139	85763.28	359732.3	5	87.75	6.55	11.55	51 13 25	4 23 47		
186	186	84529.11	361696.1	7.75	81.3	10.9	18.65	51 14 28	4 22 42	perc. van 186b	
193	193	84661.88	361477.9	10.125	3.95	85.875	96	51 14 21	4 22 49	gem. van punten 193a en 193b	
231	231	83826.61	361396.8	4.75	4.4	90.85	95.6	51 14 18	4 22 6		
234	234	83752.49	361645.1	3.5	90.45	5.9	9.4	51 14 26	4 22 2		
258	258	83057.35	361871.2	5	59.5	34.7	39.7	51 14 33	4 21 26	258a is vervallen	

340	340	80283.76	363209	5	51.4	43.5	48.5	51 15 15	4 19 2	
368	368	79666.53	363434.4	3	85.7	11.25	14.25	51 15 22	40 18 30	
389	389	79129.21	363813.3	9	4.8	86	95	51 15 34	4 18 2	
392	392	78935.35	363816.2	5	23.65	71.3	76.3	51 15 34	4 17 52	392b is vervallen
918	518	80035.88	367446.5	10	24.75	64.65	74.65	51 17 32	4 18 46	
700	700	79701.9	364515.6	12	9.85	78	90	51 15 57	4 18 31	
724	724	80377.69	365649	4.25	87.25	7.8	12.05	51 16 34	4 19 5	
767	767	79709.67	365040.8	4.5	90.1	4.95	9.45	51 16 14	4 18 31	
768	768	79652.44	365103.5	10	36.5	53.4	63.4	51 16 16	4 18 28	
771	771	79380.65	365076.6	11.5	29.05	58.5	70	51 16 15	4 18 14	
774	774	79572.17	364919.2	6	77.4	15.7	15.7	51 16 10	4 18 24	
775	775	79610.48	364887.7	9	29.8	60.65	69.65	51 16 9	4 18 26	
776	776	79667.71	364825.1	16.5	6.4	76.85	93.35	51 16 7	4 18 29	
777	777	79724.94	364762.4	14	9.05	76.45	90.45	51 16 5	4 18 32	
852	852	78664.17	367714.1	3.5	38.55	57.65	61.15	51 17 40	4 17 35	
855	855	78902.17	368081.4	3	90.4	6.3	9.3	51 17 52	4 17 47	
856	856	78903.55	368174.1	12.75	30.55	56.6	69.35	51 17 55	4 17 47	
857	857	78963.05	368265.9	5.5	76.35	17.95	23.45	51 17 58	4 17 50	
858	858	79003.63	368388.9	13	6.35	80.6	93.6	51 18 2	4 17 52	
859	859	79063.12	368480.7	10	19.95	69.7	79.7	51 18 5	4 17 55	
873	873	79462.97	368011.2	7.5	44.6	47.5	55	51 17 50	4 18 16	
883	883	79635.93	367915.9	9.5	39.7	50.1	59.6	51 17 47	4 18 25	
883bis	884	79616.56	367916.2	7	50.25	42.4	49.4	51 17 47	4 18 24	
889	889	79593.53	367669.3	5.5	70.45	23.45	28.95	51 17 39	4 18 23	
896	896	79923.75	367726.3	7.5	46.9	45.05	52.55	51 17 41	4 18 40	
899	899	79785.87	367573.8	7	48.8	43.9	50.9	51 17 36	4 18 33	een fout in de originele coord.
901	901	79979.59	367570.9	11	46.25	42.35	53.35	51 17 36	4 18 43	
932	932	80107.91	367074.6	6.25	25.75	67.7	73.95	51 17 20	4 18 50	
940	940	75213.37	373762.4	7.5	66.2	26.1	33.6	51 20 54	4 14 32	
970	970	76284.22	374178.4	9.5	28.2	61.4	70.9	51 21 8	4 15 27	
981	981	75497.31	373356.2	9.5	40.35	49.45	58.95	51 20 41	4 14 47	
1024	1024	76090.43	372914.3	3.75	92.55	3.05	6.8	51 20 27	4 15 18	
1034	1034	77140.61	373238.1	7.25	31.35	60.4	67.65	51 20 38	4 16 12	
1054	1054	77705.14	372178.7	13.25	22.7	63.7	76.95	51 20 4	4 16 42	
1069	1069	77302.49	372432.1	6.75	81.5	11.35	18.1	51 20 12	4 16 21	
1070	1070	77419.08	372461.2	10.5	11.35	77.9	88.4	51 20 13	4 16 27	
1079	1079	77051.84	372497.7	3.5	88.15	7.75	11.25	51 20 14	4 16 8	
1086	1086	76410.33	372322.2	2	2.2	95.8	97.8	51 20 8	4 15 35	
1107	1107	76103.07	372481.5	6.5	52.75	40.65	47.15	51 20 13	4 15 19	
1119	1119	77003.11	370582.4	9.5	64.45	25.9	35.4	51 19 12	4 16 7	
1176	1176	77734.93	371591.1	9.5	48.25	41.6	51.1	51 19 45	4 16 44	
1179	1179	77230.25	371506.1	8	52.45	39.4	47.4	51 19 42	4 16 18	
1190	1190	75092.03	374660.6	2.25	90.65	6.75	9	51 21 23	4 14 25	
1203	1203	74852.09	374169.9	1.5	91.6	6.35	7.85	51 21 7	4 14 13	
1209	1209	75242.42	374380.1	1.75	93.5	4.4	6.15	51 21 14	4 14 33	
1235	1235	75709.61	374558.2	9.5	56.3	34.05	43.55	51 21 20	4 14 57	
1253	1253	75251.15	374936.2	6	64.05	29.9	35.9	51 21 32	4 14 33	

1256	1256	74978.39	374816.9	4.75	80.25	14.6	19.35	51 21 28	4 14 19	
1280	1280	74453.65	374670.7	36.75	52.7	10.45	47.2	51 21 23	4 13 52	
1285	1285	74475.93	374855.7	6	90.2	2.7	8.7	51 21 29	4 13 53	
1389	1389	78423.97	368490.3	5.5	89.15	5.05	10.55	51 18 5	4 17 22	
1401	1401	77897.75	368281.9	45	5.35	49.65	94.65	51 17 58	4 16 55	
1402	1402	77937.9	368374	12	31.05	5.5	17.5	51 18 1	4 16 57	
1442	1442	77831.53	369024.6	3	90.95	5.7	8.7	51 18 22	4 16 51	
1465	1465	77739.39	369335	3	91.05	5.8	8.8	51 18 32	4 16 46	
1467	1467	78011.43	369392.7	6.5	37.25	55.5	62	51 18 34	4 17 0	
1493	1493	77766.73	369860	7.5	41.5	50.5	58	51 18 49	4 16 47	
1514	1514	77385.6	370267.6	8.5	20	71.2	79.7	51 19 2	4 16 27	
1517	1517	76997.9	370242.6	9	64.05	26.75	35.75	51 19 1	4 16 7	
1520	1520	74244.3	374890.3	3.5	93.15	2.65	6.15	51 21 30	4 13 41	
1521	1521	74302.82	374920.3	13.5	80.6	5.5	19	51 21 31	4 13 44	
1522	1522	74420.35	375011.1	4	93.5	2.05	6.05	51 21 34	4 13 50	
1523	1523	74519.03	375133.2	3.25	91.35	5	8.25	51 21 38	4 13 55	
1534	1534	74861.84	374787.8	8	42.85	48.9	56.9	51 21 27	4 14 13	
1581	1581	79975.36	363337.2	11	60.2	28.65	39.65	51 15 19	4 18 46	
1585	1585	79839.65	363339.2	4	88.65	7.15	11.15	51 15 19	4 18 39	
1591	1591	79603.34	363095.4	14.5	18.2	67.15	81.65	51 15 11	4 18 27	
1615	1615	79299.09	363501.7	0.5	14.1	84.6	85.1	51 15 24	4 18 11	
1626	1626	79341.07	363717.4	4.75	90.1	5.05	9.8	51 15 31	4 18 13	
1685	1685	80183.18	362963.3	0.75	22.1	76.25	77	51 15 7	4 18 57	

Gebruikte gegevens van de bemonstering van Bastin 1992

ID-nr	RD-coördinaten		O.M.	CaCO ₃	> 63µm	< 63µm	Slib	UTM-coördinaten	
3	74054.39	376084.2	0.3	4.2	93.8	1.5	6	585351.01	5691686.4
4	73888.85	375332.5	0.9	25.6	69.3	4.9	31.4	585210.13	5690929.9
5	74220.43	374658.8	2.3	12.6	67.2	17.7	32.7	585563.41	5690267.6
6	74640.63	375171	0.3	19.1	79.7	0.8	20.2	585966.55	5690793
7	74540.41	375013.4	7.8	14.8	54.2	27	45.6	585871.56	5690632.3
8	74461.26	374859.5	1.3	11	84.7	2.8	15.1	585797.49	5690475.9
9	76296.89	373755.7	1.8	8.9	79.6	9.4	20.1	587667.59	5689433
10	76832.87	373895.2	6.1	21.6	21	51.1	78.8	588198.57	5689589.9
11	76431.82	374106.8	1.7	18.4	61.6	18.1	38.2	587790.95	5689788.2
12	76141.33	373429.9	2.5	12.1	63.2	22	36.6	587522.78	5689102.3
13	76075.01	373192.8	3.8	13.9	58.5	23.6	41.3	587464.25	5688863.3
14	75801.02	373337.6	2.2	18.4	60.2	18.9	39.5	587185.76	5688999.1
15	75050.09	373988.2	1.5	51.2	44	3	55.7	586414.24	5689624.6
16	75427.9	374687.9	2.9	16.7	54.6	25.6	45	586768.92	5690336.1
17	76365.11	372198.7	4.4	21.3	18.3	55.8	81.5	587786.52	5687879.5
18	76727.3	372424.6	1.5	10.5	69.8	18	30	588141.04	5688117
19	76772.39	370643.9	1.9	16.5	43.3	38.1	56.5	588244.15	5686339.3
20	77421.39	370998.9	3.7	17.8	39.9	37.8	59.3	588881.04	5686715.1
21	77714.57	371010.7	5.7	22.3	11.7	60.2	88.2	589173.59	5686736.5
22	77850.22	370984.8	4.5	20.8	21.3	53.2	78.5	589309.97	5686715.1
23	77782.48	369787.7	5.5	18.6	29.2	46.5	70.6	589281.31	5685516.7
24	77258.3	369634	2.2	18.4	60.1	20.2	80.7	588762.57	5685346.1
25	77129.47	369646.9	1.7	13.6	71.3	13.2	28.5	588633.43	5685354.7
26	77101.69	369591.2	1.4	38	46.9	13.5	52.9	588607.49	5685298.2
29	76706.54	373729	3.2	17.6	44.9	34.1	54.9	588077.77	5689419.6
30	76774.47	373867	3.2	18.1	38.4	40.1	61.4	588141.14	5689559.8
31	77156.19	373701.7	4.9	21.3	19.8	53.8	80	588527.93	5689407
32	77829.39	371712.2	4.8	22.5	13.5	59	86.3	589265.44	5687441.1
33	78310.7	368013.2	4.6	21.8	36.1	37.3	63.7	589866.93	5683760.9
34	78346.05	368109.7	5.5	16.1	28.4	49.7	71.3	589899.1	5683858.5
35	78483.49	368354.8	0.2	4.7	95	0.4	5.3	590028.44	5684107.9
36	78537.36	368488.1	3.6	14.3	64.6	17.3	35.2	590077.92	5684242.8
37	78567.18	368547.7	5.5	15.1	34.9	44.3	64.9	590105.78	5684303.3
38	78682.86	368595.1	1.9	9.5	74.8	16.1	27.5	590219.81	5684354.4
39	78886.52	368427.2	8	12.8	48.7	30.4	51.2	590428.78	5684193.3
40	80070.04	367814.6	8.1	14.3	25.8	51.7	74.1	591631.28	5683619.8
41	80032.85	367730.1	3.2	15.8	52.2	32.9	51.9	591596.88	5683534.2
42	79915.33	367549.8	5.5	28.5	29.3	36.5	70.5	591485.33	5683350.1
43	79810.08	367460.2	2.9	14.8	62.3	19.8	37.5	591383.08	5683257.2
44	79743.26	367402.2	0.5	10.8	81.4	7.1	18.4	591318.21	5683197
45	79674.72	367292.1	4.5	20.1	25.6	49.6	74.2	591253.31	5683084.8
47	80949.06	366881.3	2.9	35.2	33.9	27.8	65.9	592539.99	5682715.9
48	80880.18	366890.3	3.1	24.3	33.2	39	66.6	592470.87	5682722.6
49	80793.47	366840.5	5.8	22.6	13.2	58.8	87.2	592385.86	5682670
50	80692.04	366809.9	3.1	20.1	41.7	35	58.2	592285.51	5682636.2

51	80470.78	366792	0.6	11.8	83.2	4.2	15.4	592065.01	5682611
52	80415.95	366732.7	0.7	11.8	83.2	3.5	16	592012.16	5682550.1
54	74252.14	374566.4	0.1	5.6	91.4	2.7	8.4	585598.11	5690176.3
55	76944.72	373955.7	3.1	14.1	44.6	34.3	51.5	588308.36	5689653.9
56	76510.43	374150.8	5	25.6	17.8	51.4	82	587868.07	5689834.6
57	76219.96	372473.7	3.3	18.6	30.2	47.7	69.6	587632.52	5688149.5
59	80263.68	366714.8	0.2	7.1	88.3	4.3	11.6	591860.6	5682527.2
60	79873.55	365705.2	4	18.6	31.5	46.5	69.1	591503.69	5681505.8
61	80156.05	366240.3	4.8	16.2	39.4	39.4	60.4	591768.52	5682049.6
62	81048.04	366378.9	6.5	24.9	4.1	65	96.4	592655.26	5682217.1
63	79961.99	365593	1.1	8.8	83.4	6.5	16.4	591595.71	5681396.5
64	80076.93	365516.4	1.3	12.2	73.3	13.1	26.6	591713.05	5681323.7
65	80232.84	365437.2	1.2	41.7	47.6	9.2	52.1	591871.41	5681249.6
66	80346.21	365391.6	11.8	20.1	18	49.9	81.8	591986.17	5681207.8
67	79522.02	365025.1	10.9	20.8	28	40	71.7	591174.61	5680814.7
68	79537.33	364473.8	6.5	17.9	34.4	41	64.4	591207.86	5680264.4
69	79235.47	364486.1	6.4	18	19.3	56.1	80.5	590905.86	5680266.8
70	78938.77	364437.2	4	15	39.6	41.3	60.3	590610.99	5680208.3
71	78840.69	364432.6	2.5	15.8	46.4	35.1	53.4	590513.15	5680200.5
72	78687.58	364568.7	7.8	23.7	4.6	63.7	95.2	590355.73	5680331.5
73	79272.06	363597.5	1.5	29.9	62.3	6.1	37.4	590971.36	5679380.2
74	79947.49	363481	5.3	14.3	47.3	33	52.6	591650.02	5679285.8
75	79915.55	363414.5	12.7	24.2	25.9	37.2	74.1	591620.28	5679218.3
76	79909.92	363297.5	0.3	5.9	85	1.2	7.4	591618.46	5679101.2
77	79877.84	363077	7.4	19.1	29.1	44.2	70.7	591593.59	5678879.8
78	80447.15	363311	7.1	17.7	27.1	47.8	72.6	592154.81	5679132.2
79	80764.95	362936.6	1.2	10.6	86.2	11.8	13.6	592484.54	5678768.4
80	81534.71	362771.8	5.4	23	43.6	27.8	56.2	593259.03	5678628.9
81	82037.69	362337.8	3.8	14.3	52.6	29.1	47.2	593775.73	5678211.6
82	83309.28	361441.9	3.2	13.3	57.7	25.5	42	595075.45	5677357.9
83	83011.42	361740.1	1.1	22.1	75.3	0.6	23.8	594768.12	5677646.1
84	82440.82	361915.1	0.8	9.5	12	75	85.3	594192.29	5677802.4
85	84497.92	361337.3	2.6	16.3	46.8	34.1	53	596266.52	5677292.1
86	83721.16	361717.2	6	18.3	41.7	33.5	57.8	595478.03	5677646.3
87	83776.28	361439.4	0.9	7.3	82.6	9	17.2	595542.15	5677370.6
88	84518.25	361719.1	6.3	19.7	8.6	64.9	90.9	596274.4	5677674.2
89	85532.32	359997.8	4.5	18	31.2	45.3	67.8	597343.69	5675987.3
90	85052.66	358949.4	3	17.5	49.5	29.4	49.9	596898.55	5674924.1
91	83597.67	357884.6	6.7	18.4	27.7	47	72.1	595479.42	5673812.9
93	85620.96	359971.6	10.1	18.2	17.2	54.3	82.6	597433.11	5675964
94	85689.24	359919.6	0.5	5.2	90.7	3.4	9.1	597503.03	5675914.3
95	85847.26	359848.4	1.1	42	55.6	1.4	44.5	597663.24	5675848.3
96	85956.84	361251	3	13.3	63.6	19.8	36.1	597727.06	5677253.3
97	85887.23	361495	10.2	23.3	6.9	59.4	92.9	597649.57	5677494.8
98	84055.7	357812.2	2.1	16	68.1	13.6	31.7	595939.43	5673755.4
99	82540.85	357116.3	0.3	5.6	92.6	1.4	7.3	594448.48	5673010.8
100	82518.79	357183.6	1.3	4	90.7	3.8	9.1	594424.25	5673077.3

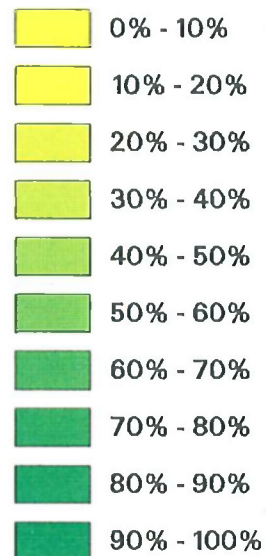
101	83650.41	357506.8	4	5.8	3.2	86.8	96.6	595544.41	5673437.1
102	83574.9	357614.9	0.7	4.1	93.3	1.8	6.6	595465.45	5673542.6
103	83550.81	357680.2	1.1	9.3	80.5	8.6	19	595439.25	5673607.1
104	85130.82	358889.3	11.8	18.3	20.7	48.9	79	596978.61	5674866.6
105	85245.75	358739.7	2.1	33	50.1	14.6	49.7	597098.31	5674720.9

Bijlage 2. Kaarten van interpolaties en slibpercentages

Zeeschelde (geul)

Interpolatie percentage slib, IDW (macht 2)
Bemonstering Bastin 1992

Legenda:



interget. gebied/
gegevens ontbreken

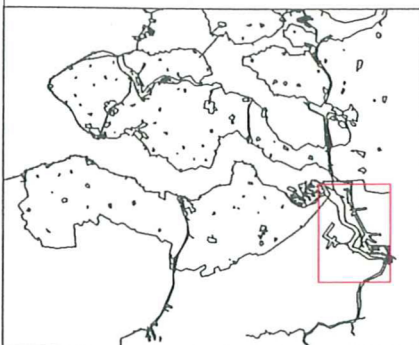
dijken ed.

Schaal: 1 : 75.000

0 km 1 2 3



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee

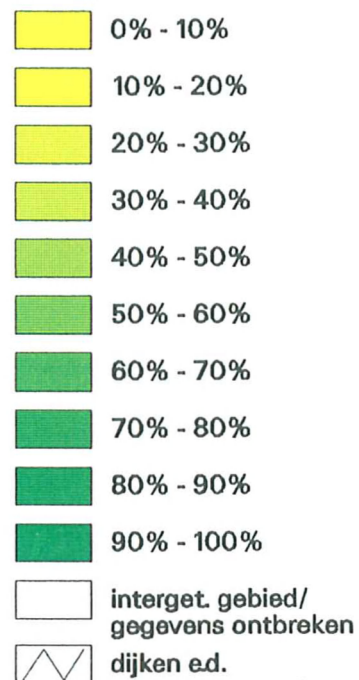


Zeeschelde (geul)

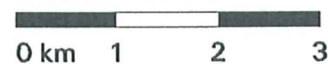
Interpolatie percentage slib, digipol

Bemonstering Bastin 1992

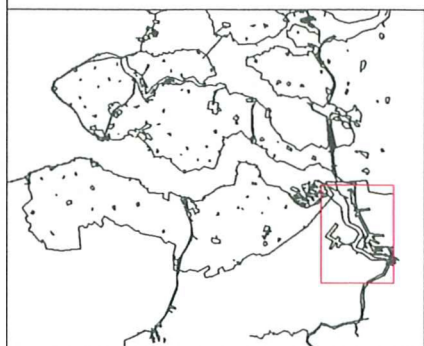
Legenda:



Schaal: 1 : 75.000



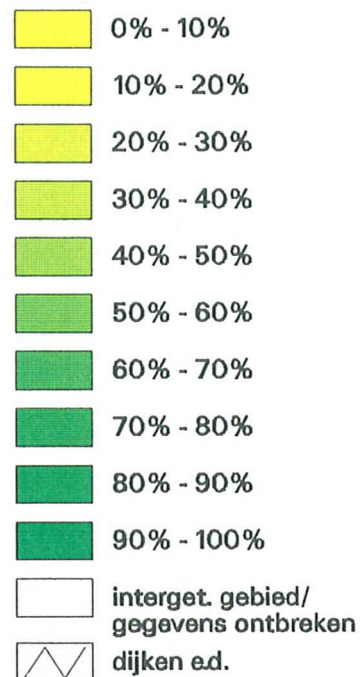
Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



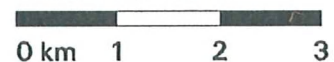
Zeeschelde (geul)

Interpolatie percentage slib, digipol
Bemonstering McLaren 1993

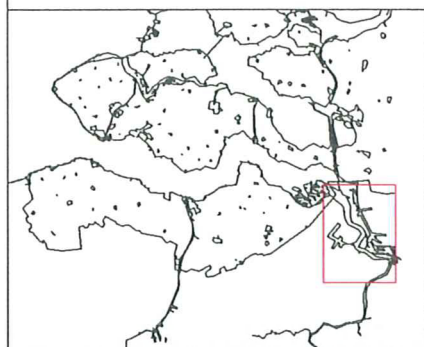
Legenda:



Schaal: 1 : 75.000



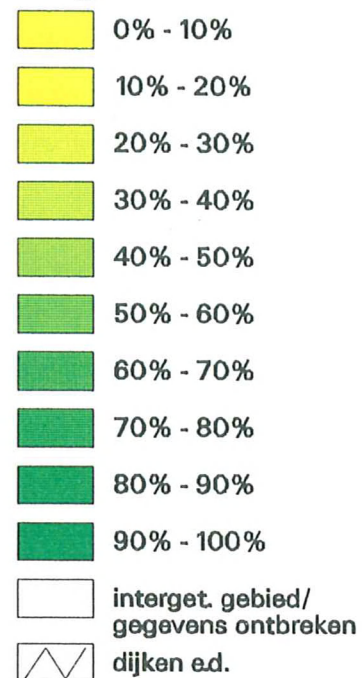
Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



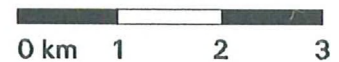
Zeeschelde (geul)

Interpolatie percentage slib, digipol
Bemonstering Bastin 1964

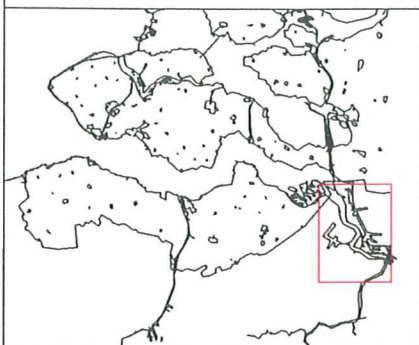
Legenda:



Schaal: 1 : 75.000



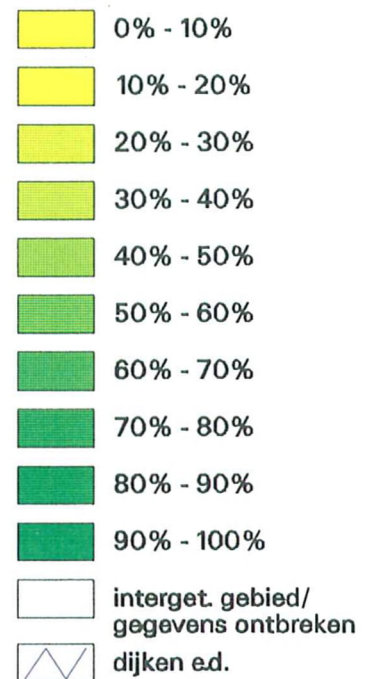
Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde (geul)

Interpolatie percentage slib, IDW (macht 3)
Bemonstering Bastin 1964

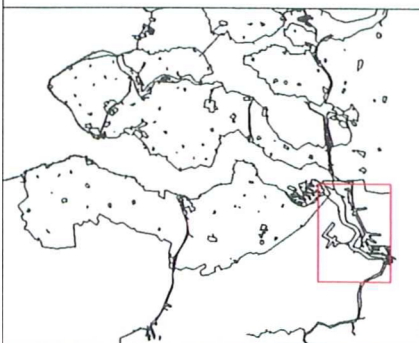
Legenda:



Schaal: 1 : 75.000



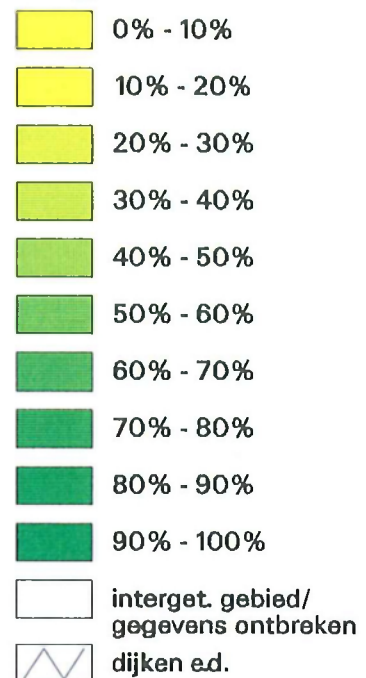
Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde (geul)

Interpolatie percentage slib, IDW (macht 2)
Bemonstering Bastin 1964

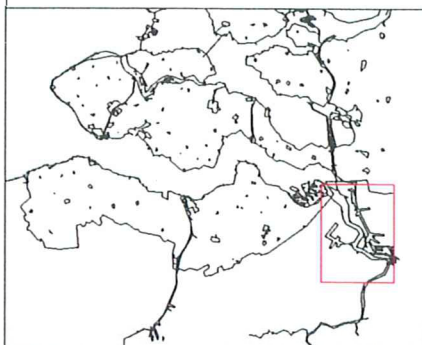
Legenda:



Schaal: 1 : 75.000



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde (geul)

Interpolatie percentage slib, IDW (macht 1.5)
Bemonstering Bastin 1964

Legenda:

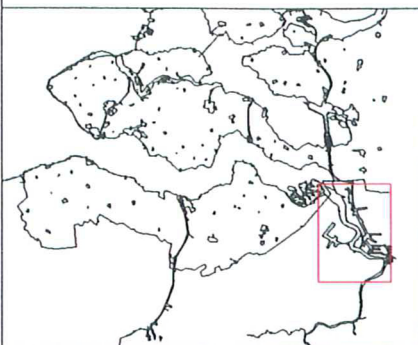


Schaal: 1 : 75.000

0 km 1 2 3



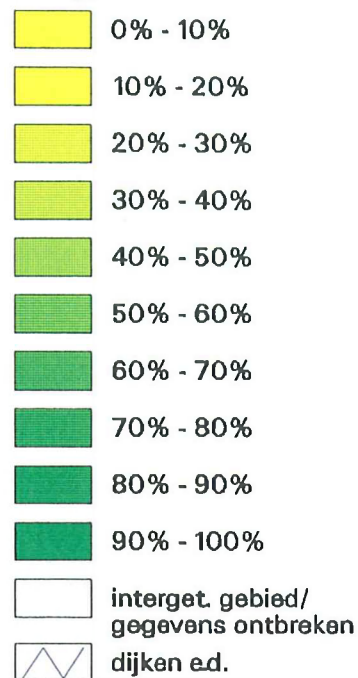
Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



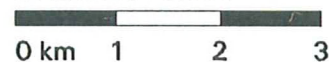
Zeeschelde (geul)

Interpolatie percentage slib, IDW (macht 1)
Bemonstering Bastin 1964

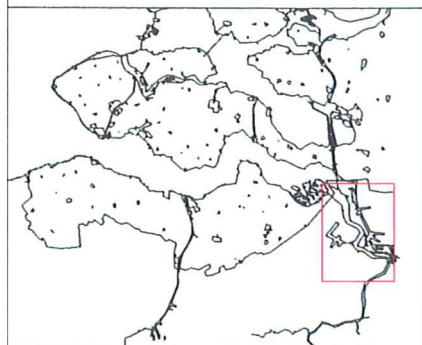
Legenda:



Schaal: 1 : 75.000



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde

Monsterpunten en ID-nummers Bemonstering Bastin 1992

Legenda:

• monsterpunt

54 id-nummer

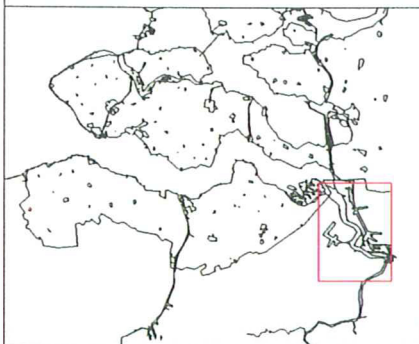
— dijken e.d.

Schaal: 1 : 75.000

0 km 1 2 3



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde

Percentage slib

Bemonstering Bastin 1964 en 1992

Legenda:

6	bem. Bastin 1992
6	bem. Bastin 1964
0	0 - 5%
1	5 - 15%
2	15 - 25%
3	25 - 35%
4	35 - 45%
5	45 - 55%
6	55 - 65%
7	65 - 75%
8	75 - 85%
9	85 - 95%
10	95 - 100%

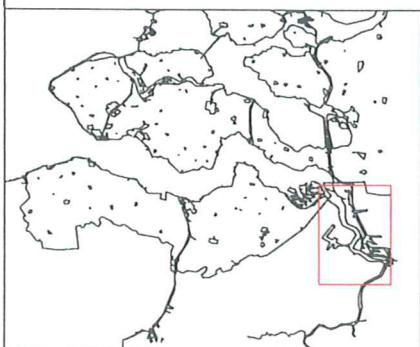
 dijken e.d.

Schaal: 1 : 75.000

0 km 1 2 3



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde

Percentage slib

Bemonstering Bastin 1992

Legenda:

	monsterpunt
0	0 - 5%
1	5 - 15%
2	15 - 25%
3	25 - 35%
4	35 - 45%
5	45 - 55%
6	55 - 65%
7	65 - 75%
8	75 - 85%
9	85 - 95%
10	95 - 100%

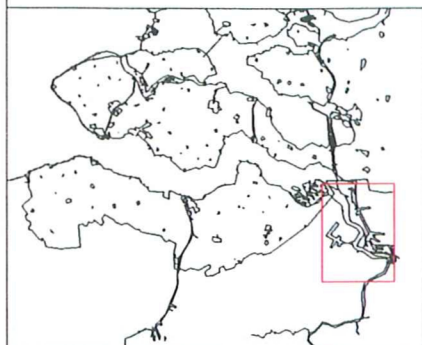
 dijken o.d.

Schaal: 1 : 75.000

0 km 1 2 3



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde

Percentage slib

Bemonstering Bastin 1964

Legenda:

•	monsterpunt
0	0 - 5%
1	5 - 15%
2	15 - 25%
3	25 - 35%
4	35 - 45%
5	45 - 55%
6	55 - 65%
7	65 - 75%
8	75 - 85%
9	85 - 95%
10	95 - 100%

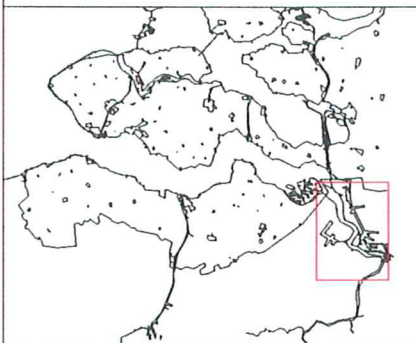
∩ dijken e.d.

Schaal: 1 : 75.000

0 km 1 2 3



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



De lithologische kaarten van de Zeeschelde (België)
van 1964 en 1986

**Bijlage bij werkdocument:
RIKZ/AB-96.836x**

November 1996

drs. L.C. Otter
Universiteit Utrecht
Vakgroep Fysische Geografie

Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee/ RIKZ
Middelburg

Inhoud

1. Inleiding	2
2. De lithologische kaarten	2
3. Vergelijking van de lithologische kaarten	3
4. Bespreking van de resultaten	4
4.1 Raaen van 1986	4
4.2 De lithologische kaart van 1964	4
4.3 Van lithologische kaarten naar slibkaarten	4
4.4 Vergelijking van de lithologische kaarten	5
5. Conclusie	5

1. Inleiding

In het werkdocument 'Interpolatie en vergelijking van slibgegevens van de Zeeschelde (België)' wordt verslag gedaan van een onderzoek naar het genereren van gebiedsdekkende slibkaarten op basis van de bemonsteringen die zijn uitgevoerd door Bastin. In dit rapport blijkt dat met behulp van interpolatie van de bemonsteringsgegevens geen betrouwbare gebiedsdekkende slibkaarten kunnen worden gemaakt. Om toch goede slibkaarten te verkrijgen voor de schattingen van de slibvoorraad in de Zeeschelde ten behoeve van de slibbalans, is aanbevolen om het volgende onderzoek uit te voeren:

Bastin heeft in 1964 en in 1986 op basis van bemonsteringen en sonde-metingen lithologische kaarten gemaakt. Om inzicht te verkrijgen in hoe deze kaarten zijn gemaakt kan het volgende worden gedaan:

- Digitaliseren van de lithologische kaarten van 1964 en 1986 gemaakt door Bastin.
- Digitaliseren van de plaatsen waar Bastin sonde-metingen heeft gedaan in 1964 en 1986.
- Vergelijken van de lithologische kaarten en de plaatsen van de sonde-metingen, door middel van het vergelijken van de kaarten met behulp van een Geografisch Informatie Systeem.

Met het bovenstaande kan worden nagegaan welke sonde-metingen bij welke eenheden behoren. Hiermee kunnen de begrenzingen van de eenheden op de slibkaarten worden gecontroleerd. Hierna kunnen eventueel nieuwe begrenzingen worden getrokken. Deze nieuwe kaarten kunnen worden gebruikt in de slibbalans.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het boven vermelde aanvullende onderzoek naar de lithologische kaarten van 1964 en 1986 van Bastin.

2. De lithologische kaarten

De lithologische kaarten van 1964 en 1986 zijn gedigitaliseerd met behulp van Arc/Info (een geografisch informatie systeem). De kaart van 1986 is gedigitaliseerd op basis van kaartbladen met de schaal 1 : 5000. Door deze grote schaal konden de kaartbladen zeer nauwkeurig gedigitaliseerd worden. De lithologische kaart van 1964 is gedigitaliseerd op basis van kopieën van de kaartbladen die als bijlage zijn toegevoegd bij het rapport van Bastin (1993). Deze kaartbladen hebben een schaal van 1 : 25000 en zijn een kopie van de originele kaartbladen. Voor het digitaliseren zijn deze kaartbladen met een kopieermachine twee maal vergroot, omdat anders de schaal te klein voor het digitaliseren. Door het kopiëren kunnen kleine vervormingen in gedigitaliseerde kaart zijn ontstaan. De kaarten staan in de bijlage.

De originele Lambert projectie van de kaarten is omgezet naar een UTM (zone 31) projectie, omdat deze UTM projectie zowel in Nederland als in België kan worden gebruikt.

De omzetting van Lambert-projectie naar UTM-projectie is gedaan met behulp van MDKLUS2 een TRAFO. Door deze omzettingen kunnen kleine fouten zijn ontstaan in de ligging van de polygonen.

Bastin heeft de lithologische kaarten gemaakt aan de hand van sondemetingen. Deze metingen zijn gedaan in raaien. De ligging van de raaien van 1986 staan in het rapport van Bastin (1985), echter de ligging van de raaien van 1964 is niet bekend. De raaien van 1986 zijn gedigitaliseerd en naar een UTM (zone 31) projectie omgezet. Deze raaien staan in de lithologische kaart van 1986 (zie bijlage).

3. Vergelijking van de lithologische kaarten

De gedigitaliseerde lithologische kaarten zijn met Arc/Info vergeleken. Hierbij is er van uit gegaan dat de lithologische eenheden op beide kaarten overeen komen. Dit wil zeggen dat aan is genomen dat de eenheden 'klei' van de kaart van 1964 overeen komt met de eenheid 'klei tot vast slib' van de kaart van 1986 en de eenheid 'slib' van de kaart van 1964 overeen komt met de eenheid 'los slib' van de kaart van 1986.

Voor de vergelijking zijn de oppervlakten van de verschillende eenheden berekend. Daarnaast is het totale gekarteerde oppervlak berekend (zie tabel 1). Het percentage van de verschillende lithologische eenheden ten opzichte van het totale gekarteerde oppervlak is tevens berekend. Met behulp van deze getallen is de verandering in oppervlakte in de tijd berekend.

Tabel 1. Oppervlakte van de lithologische eenheden van de kaarten van Bastin van 1964 en 1986.

Oppervlakten van de lithologische eenheden gekarteerd door Bastin					
	<i>absoluut (m²)</i>		<i>relatief</i>		<i>verandering in de tijd</i>
	1964	1986	1964	1986	
zand	6264538	8866856	32%	41%	9%
zand en slib	3792136	4132093	19%	19%	-0%
klei (tot vast slib)	5985921	4090478	31%	19%	-12%
(los) slib	3560474	4513473	18%	21%	3%
turf		32200		0%	
totale oppervlakte	19603069	21635100	100%	100%	

4. Bespreking van de resultaten

4.1 *Raaien van 1986*

Er zijn drie gebieden waar geen raaien zijn ingetekend in de lithologische kaart, een gebied in het Noorden van de Zeeschelde (bij het Land van Saeftinge) en twee gebieden ten Zuiden van Antwerpen. Van deze drie gebieden is geen informatie over raaien aanwezig. De drie gebieden zijn echter wel gekarteerd. Hierom bestaat het vermoeden dat in deze gebieden wel sonde opnames zijn gemaakt, maar dat de kaartbladen hiervan niet zijn toegevoegd aan het rapport van Bastin (1985).

Ter hoogte van de sluizen die toegang geven tot de westelijke haven (in de omgeving van Filip) zijn er zeer veel raaien gevaren en verschillende raaien in dat gebied zijn meerdere keren gevaren. Dit is gedaan omdat de kabel van de sonde op deze plaats is gebroken, waardoor de metingen een vertraging van enkele maanden ondervonden heeft. Dit gebied is na de kabelbreuk nog een keer gevaren, waardoor een zeer dicht patroon van raaien is ontstaan.

Er zijn gemiddeld genomen ongeveer 3-4 raaien per 500 m gevaren. Dit raaien-patroon is zo dicht dat de lithologische eenheden op de meeste plaatsen redelijk nauwkeurig in kaart moeten zijn gebracht, mits de omzetting van de sonde-metingen naar lithologische eenheden nauwkeurig is uitgevoerd. Deze omzetting kan niet gecontroleerd worden, omdat de gegevens van de sonde-meting ontbreken.

4.2 *De lithologische kaart van 1964*

De lithologische kaart van 1964 kan niet worden gecontroleerd met behulp van de ligging van de raaien, omdat deze gegevens ontbreken. De kaart kan echter wel gedeeltelijk worden gecontroleerd met behulp van de bemonsteringsgegevens (zie werkdocument RIKZ/AB-96.836x). Hierom zijn de slibpercentages van de monsters afgebeeld in de lithologische kaart van 1964. Hieruit blijkt dat in de meeste gebieden de lage slibpercentages (0 - 25%) overeen komen met de eenheid zand, behalve in het Zuiden waar een slibpercentage van 5 - 15% een enkele keer overeen komt met de eenheid klei. Een hoger slibpercentage komt over het algemeen overeen met de eenheden klei en slib.

De plaats van de monsters ten opzichte van de lithologische kaart kan enigzins verschoven zijn als gevolg van de toegepaste projectie-transformaties.

4.3 *Van lithologische kaarten naar slibkaarten*

De lithologische kaarten kunnen worden omgezet naar slibkaarten door gebruik te maken van de coëfficiënten die Bastin noemt in zijn rapport (Bastin, 1993).

4.4 Vergelijking van lithologische kaarten

Uit de vergelijking van de lithologische kaarten blijkt dat het patroon van de lithologische eenheden in de tijd iets veranderd is. In het Noorden van de Zeeschelde is het zandoppervlak toegenomen. Dit kan het gevolg zijn van de dam, die als een witte vlek in de kaart van 1986 te herkennen is. Verder zijn in de gehele Zeeschelde de gebieden met 'zand' en 'zand en slib' in de loop van de tijd meer 'aan elkaar gegroeid'. Deze gebieden lopen in 1986 als een lint door de rivier heen, terwijl in 1964 de zandige gebieden meer in lenzen waren geconcentreerd.

Uit de vergelijking van de oppervlakten van de lithologische eenheden blijkt dat in 1986 9% meer zand-oppervlak is dan in 1964 en dat het oppervlak met de combinatie 'zand en slib' gelijk is gebleven in de tijd. Het oppervlak van klei is met 12% afgenomen, maar het oppervlak met los slib is 3% toegenomen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de Zeeschelde zandiger geworden is. Dit zou misschien het gevolg kunnen zijn van kanaliserende maatregelen, zoals de aanleg van dammen, dijken, enz. Deze maatregelen zorgen voor een verhoging van de stroomsnelheid, waardoor minder slib kan worden afgezet.

5. Conclusie

De lithologische kaart van 1986 kan grotendeels worden gecontroleerd met behulp van raaien. Er ontbreken echter gegevens van een aantal gebieden. Het raaien-patroon van de kaart van 1986 is zo dicht dat de lithologische eenheden op de meeste plaatsen redelijk nauwkeurig in kaart moeten zijn gebracht, mits de omzetting van de sonde-metingen naar lithologische eenheden nauwkeurig is uitgevoerd.

De lithologische kaart van 1964 is niet te controleren met behulp van raaien, omdat de gegevens over de raaien ontbreken. De slibpercentages van de monsters kunnen echter redelijk goed vergeleken worden met de lithologische eenheden.

Uit de vergelijking van de kaarten van 1964 en 1986 blijkt dat de Zeeschelde in de tijd zandiger geworden is.

Zeeschelde

Lithologische kaart van 1986

met raaien van sonde-metingen van Bastin

Legenda:

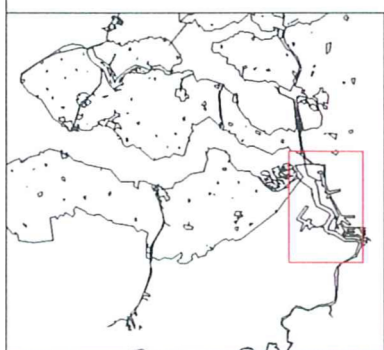
-  zand
-  zand en slib
-  klei tot vast slib
-  los slib
-  turf
-  gegevens ontbreken
-  raaien
-  dijken e.d.

Schaal: 1 : 85.000

0 km 1 2 3



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde

Lithologische kaart van 1986

met raaien van sonde-metingen van Bastin

Legenda:

-  zand
-  zand en slib
-  klei tot vast slib
-  los slib
-  veen (turf)
-  gegevens ontbreken
-  raaien
-  dijken ed.

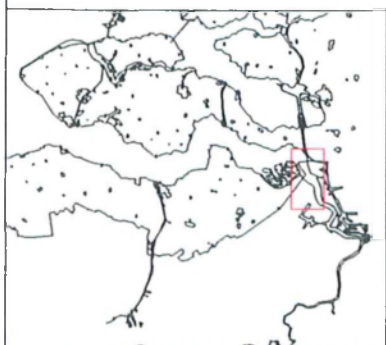
Schaal: 1 : 40.000

0 km 0.5 km 1 km 1.5 km

drs. L. Otter



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde

Lithologische kaart van 1986

met raaien van sonde-metingen van Bastin

Legenda:

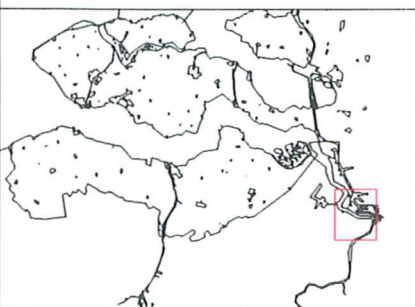
-  zand
-  zand en slib
-  klei tot vast slib
-  los slib
-  veen (turf)
-  gegevens ontbreken
-  raaien
-  dijken e.d.

Schaal: 1 : 40.000

0 km 0.5 km 1 km 1.5 km
drs. L. Otter



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor
Kust en Zee



Zeeschelde

Lithologische kaart van 1964

met slibpercentage monsterpunten Bastin

