

GWAO-89.1287

001

Aan : belangstellenden
Van : ing. D.C. van Maldegem
Datum : 15 september 1989
Onderwerp : Verhouding marien/fluviatiel slib
Scheldeestuarium medio 1987-1988

Inhoud

1. Inleiding
2. Veldbemonsteringen
3. Laboratoriumanalysen
4. Verhouding marien/fluviatiel
5. Literatuurbespreking
6. Konklusies

Literatuurlijst

Bijlagenlijst

1. Inleiding

De verontreinigingsproblematiek van het Scheldeestuarium heeft onderzoek genoodzaakt naar de transporten van het fluviatiele slib in de Westerschelde. Bij het opstellen van de slibbalans wordt de verhouding koolstofisotoop C12/C13 gebruikt om de fluviatiele- en mariene transporten afzonderlijk te kunnen onderscheiden.

In eerder stadium is onderzoek verricht naar de verhouding marien/fluviatiel in het estuarium. De bemonsteringen in 1987/1988 zijn breder opgezet i.v.m. de volgende uitgangspunten:

- voldoende monsters voor de statische interpretatie
- onderscheid naar water en waterbodem
- onderscheid naar zomer- en winterperiode
- trace van 100% marien gebied naar 100% fluviatiel gebied

Doelstelling van dit onderzoek is: HET VASTSTELLEN VAN DE VERHOUDING MARIEN-
FLUVIATIEL SLIB IN HET SCHELDEESTUARIUM

2. Veldbemonsteringen

De veldbemonsteringen zijn willekeurig gedurende het getij uitgevoerd met schepen van de afdeling Ecologie van de Meetdienst Zeeland.

De zomer-bemonsteringstocht is uitgevoerd op 9 t/m 11 juni 1987 met het m.s. Argus.

De winter-bemonsteringstocht is uitgevoerd op 23 en 24 februari 1988 met het m.s. Delta. De lokaties ten westen van Vlissingen zijn bemonsterd door een schip van de Directie Noordzee.

Op de bemonsteringslokaties (zie Bijlage 1) zijn zowel water- als bodembemonsteringen uitgevoerd.

De bemonsteringen op de schorgebieden in het oostelijk gedeelte van de Westerschelde zijn vanaf het land in dezelfde periode door de onderafdeling IOSM gedaan.

Het bemonsteringsprogramma was over het algemeen als volgt:

De watermonsters zijn genomen op halve waterdiepte door het oppompen van 1 liter water met een pomp vanaf het schip. Per lokatie zijn 3 watermonsters genomen. Het watermonster is direkt na het oppompen d.m.v. centrifugeren gefiltreerd voor materiaal $<50\mu$. Daarna werd het monster in de koeling gezet om de activiteit van het organische deel te stoppen.

De bodemonsters zijn genomen met een Van Veen happer (type Delta) vanaf het schip. Per lokatie werden 3 bemonsteringen uitgevoerd. Uit deze bemonsteringschappen werden bij de eerste tocht 5 en bij de tweede tocht 3 monsters verzameld t.b.v. de analyse. Bijlage 2 bevat een aantal kwalitatieve opmerkingen over het bodemmateriaal tijdens de eerste tocht.

De water- en bodemonsters zijn op het laboratorium gevriesdroogd.

Verder zijn op halve waterdiepte naast saliniteit en watertemperatuur nog een aantal chemische parameters bepaald.

Tabel 1 geeft een overzicht van het aantal lokaties en bemonsteringen.

Datum	lokaties	water	bodem
juni 1987	27	39	128
febr 1988	20	63	60

3. Laboratoriumanalyses

De monsters zijn voorberekt door het laboratorium van de Dienst Getijde Wateren in Middelburg: het materiaal $\leq 50 \mu$ werd afgescheiden, verzameld en daarna gevriesdroogd.

De C12/C13 analyses van deze fractie zijn uitgevoerd door het Centrum voor Isotopen Onderzoek in Groningen. De kosten hiervan bedroegen ca. f35000). De analysekosten van bemonsteringstocht in februari 1988 zijn betaald door de afdeling NXL van de Directie Zeeland.

Voor de analyses was minimaal 2 tot 3 mg. droge stof per monster benodigd. Deze hoeveelheid was ruim voorhanden.

In het laboratorium zijn de volgende analyses gedaan:

bemonsteringstocht	uitgevoerde analyses
juni 1987	D13 org/% org/D13 kalk/D18 kalk/% kalk
febr 1988	D13 org/% organisch koolstof

De analyses nauwkeurigheid van de C12/C13 bepaling (ook wel D13 bepaling genoemd) op het isotopenlaboratorium bedraagt ca. 0.2 promille

De analyses van juni 1987 zijn voorzien van commentaar van het isotopenlaboratorium (Bijlage 3). De analyses van februari 1988 zijn door het isotopenlaboratorium beoordeeld t.a.v. het voorkomen van buitendijkse rietsoorten (Bijlage 4). Deze beoordeling geschiedt op grond van het voorkomen van opvallend grof materiaal in het monster. Bij de verwerking van de analyseresultaten zijn de monsters met C12/C13 waarden boven -2‰ buiten beschouwing gelaten omdat ze vermoedelijk buitendijkse rietsoorten bevatten. De interpretatie van de analyseresultaten wordt in deze notitie alleen betrokken op de C12/C13 waarden, omdat de overige analyses geen verdere relevante informatie oplevert.

Per bemonsteringslokatie is de gemiddelde C12/C13 waarde met standaardafwijking bepaald voor afzonderlijk bodem- en watermonsters.

Uit de gemiddelde C12/C13 waarden voor de bemonsteringslokaties blijkt dat de zomertocht zeer onvolledig is voor wat betreft de watermonsters en dat de water- en bodemanalyses van de wintertocht globaal overeenkomen (Bijlage 5 en 6).

De resultaten van de analyses zijn op 29 augustus 1989 besproken met het Centrum voor Isotopen Onderzoek (Prof.Dr.W.G.Mook).

De konklusies van dit gesprek zijn:

1. De analyseresultaten tonen aan dat de verschillen tussen zomer en winter mogelijk niet significant zijn. De verschillen zouden het gevolg kunnen zijn van de niet exact overeenkomende meetlokatie ondanks het feit dat de verklaring voor voor het "gelijke" zomer-/wintergehalte wordt gezocht in de veronderstelling dat de waterbodem bij wijze van spreken "integre rend" werkt, zodat de verschillen tussen zomer en winter niet waarneembaar zijn.
Hiertegenover staat dat volgens de literatuur de watertemperatuur van invloed is op de mariene waarden.
2. Opvallend is de vrijwel lineaire correlatie tussen D13 en chloride (Bijlage 11), die doet denken aan de verdunningslijn bij stofstroom transport. De resultaten van andere estuaria [4] doet de vraag rijzen of dit puur toeval is (b.v. door de geometry van het estuarium), danwel een gevolg is van de fijnere slibfractie die als "opgeloste" stof zou reageren.
3. Voor de uitzonderlijke variaties in het estuarium wordt gedacht aan de invloed van fluviatiel slib via andere afvoerwegen van Scheldewater (bijvoorbeeld het Kanaal van Gent naar Terneuzen).

Verder kan worden gedacht aan de invloed van de zgn. ebgeulen en
vloedscharen op de variaties.

4. Verhouding marien/fluviatiel

De vergelijking tussen het verloop van de C12/C13 waarden in het water en de bodem (Bijlage 5 en 6) laat zien dat voor de zomermeting geen conclusie mag worden getrokken vanwege de beperkte bemonsteringsgegevens van het water en dat voor de wintermeting sprake is van overeenkomst. Gesteld wordt dat de water en bodem waarden naar verwachting min of meer vergelijkbaar zijn en dat zeker in de winter. In het vervolg van deze paragraaf zullen daarom alleen de analyseresultaten van de bodemonsters nader worden beschouwd.

Het verloop van de gemiddelde C12/C13 waarden van de bodemonsters langs het estuarium benadert het beste een 3e graads kromme (Bijlage 7 en 8).

De buigpunten van de kromme liggen ter hoogte van Zeebrugge en Rupel. Aangenomen wordt dat de δ waarde op de buigpunten en westelijk/oostelijk hiervan overeenkomt met 100% zee- en riviercondities:

bemonsteringstocht	δ marien	δ fluviatiel
juni 1987	-23.1	-27.4
febr 1988	-22.3	-27.3

In verband met de spreiding in de bepaalde gemiddelde δm en δf waarden wordt opgemerkt dat literatuur 3 een vergelijkbare spreiding in deze waarden geeft (bandbreedte van ± 1 promille). Het verschil in δ marien tussen juni en februari kan dan ook, zoals de literatuur aangeeft een gevolg zijn van het verschil in watertemperatuur. Ook kan worden verondersteld dat de verschillen in δ marien tussen zomer en winter weliswaar wordt toegeschreven aan de watertemperatuur, maar dat de werkelijke oorzaak te maken heeft met o.a. het stormseizoen, waarin toevallig ook een lagere watertemperatuur aanwezig is.

De berekening van de verhouding marien/fluviatiel alib zal daarom voor de 2 volgende alternatieven worden uitgewerkt:

Alternatief 1: Verschil in δ marien als gevolg van watertemperatuur

Alternatief 2: Verschil in δ marien als gevolg van fysische-biologische condities

Alternatief 1: Verschil in δ marien als gevolg van watertemperatuur

Het verloop van de gemiddelde fractie fluviatiel alib is berekend uit $(-\delta + \delta m)/(\delta m - \delta f)$, waarin δ de gemiddelde C12/C13 waarde per bemonsteringslokatie betreft.

De onder- en bovengrens van het gemiddelde verloop in figuur 7 en 8 zijn de lijnen voor 2σ betrouwbaarheidsinterval. De gemiddelde afwijking van deze lijnen t.o.v. het gemiddelde verloop voor het tracé tussen Vlissingen en Rupel is berekend (or). De figuren gelden echter voor de gemiddelde waarde van de C12/C13 verhouding in de bemonsteringslokaties. Daarom is ook de gemiddelde standaardafwijking van de standaardafwijkingen voor alle bemonsteringslokaties berekend (om). Vervolgens is de resulterende standaardafwijking van or en om berekend (ot). In de volgende tabel zijn de berekende waarden voor om , or en ot gegeven:

bemonsteringstocht	om	or	ot
juni 1987	0.45	0.35	0.57
febr 1988	0.48	0.40	0.62

(σ_t = resulterende standaardafwijking van σ_m en σ_r)

Verder is aangenomen dat de meting uit juni 1987 representatief is voor een gemiddelde zomer, dat de meting uit februari 1988 representatief is voor een gemiddelde winter en dat de gemiddelde van beide metingen representatief is voor een gemiddeld jaar.

Met behulp van deze aannamen is het gemiddelde verloop van de fractie fluviatiel slib tussen Vlissingen en Rupel voor jaargemiddelde, zomer en winter met onder- en bovengrenzen berekend (Bijlage 9 en 10).

De in bijlage 9 en 10 weergegeven band tussen de gemiddelde waarde en de onder-/ bovengrens is berekend d.m.v. $\pm (\sqrt{(\sigma_m^2 + \sigma_r^2)})/(-\delta m + \delta f)$.

Opmerking: de nummering in de grafiek betreft de vakgrenzen van de morfologische indeling van het Scheldeestuarium (zie Bijlage 1).

De aldus berekende gemiddelde fracties fluviatiel slib in de waterbodem zijn in de volgende tabel weergegeven voor een aantal markante lokaties:

Lokatie	zomer	winter	jaar
Zee	0.00	0.00	0.00
Vlissingen	0.23	0.26	0.24
Hansweert	0.55	0.60	0.58
Belg/Ned gr.	0.82	0.87	0.85
Rupel	1.00	1.00	1.00

De spreiding van deze gemiddelde fracties fluviatiel slib bedraagt ruim $\pm 10\%$.

In de winter bevat de waterbodem mogelijk wat meer fluviatiel slib dan in de zomer; mogelijke oorzaken hiervan zijn:

- Grotere rivieraafvoer
- Afspoeling van de platen in de winterperiode
(dit geldt indien de platen in de zomerperiode meer fluviatiel dan marien slib bufferen)

Gezien de brede band tussen de gemiddelde waarden en de onder-/bovengrens kan worden gesteld dat het verschil tussen de zomer- en winterverloop niet erg significant is.

Bij de verwerking is ook gedacht aan het splitsen van de C12/C13 waarden naar ebgeuelen en vloedscharen. Door de beperkte aantal lokaties is het nadeel hiervan dat deze splitsing tevens werkt als een filtering van de meetreeks: "de meetreeks lijkt gladder en mooier". Bij dergelijke resultaten kunnen dan ook de nodige vraagtekens kunnen worden gezet.

Verder vertoont het Land van Saeftinge een afwijkend gedrag:

De fracties fluviatiel slib voor de echorgebieden Konijnschor en Saeftinge Oost bedragen 0.35 en 0.56. Deze gebieden bevatten meer marien slib dan het aangrenzende gebied van de rivier. Dit verschil is te verklaren uit o.a. de overspoeling tijdens hoogwater/springtij, waardoor meer marien materiaal wordt geselecteerd.

Alternatief 2: Verschil in δ marien als gevolg van fysische-biologische condities.

Bij deze benadering wordt verondersteld dat tijdens de winterperiode het slib in de waterbodem op zee voor 100% bestaat uit marien materiaal, m.a.w. δ marien = -22.3. Stel dat het weinige fluviatiele materiaal door de turbulentie van het water in deze periode in suspensie is. Dit is wellicht mogelijk

doordat alleen de zeer fijne fractie van dit materiaal de zee bereikt. De waterfase heeft over het algemeen in de winterperiode op zee dan ook een wat kleinere C12/C13 verhouding dan de waterbodem (Bijlage 5).

Uit deze aanname volgt dat tijdens de zomerperiode op zee in de waterbodem een percentage fluviatiel slib van $(23.1-22.3)/(27.3-22.3) \approx 16\%$ wordt aangetroffen. Dit materiaal zou dan de afzetting moeten zijn van het grotere fluviatische slibtransport vanuit de Schelde tijdens de winterperiode.

Door meer biologische activiteit in de zomer zal dit slib waarschijnlijk ook meer binding houden met de waterbodem.

De C12/C13 verhouding in het water gedurende de zomer geldt weliswaar een ander beeld te zien (Bijlage 5), maar deze bemonsteringsresultaten zijn waarschijnlijk te onbetrouwbaar om hieraan veel waarde te hechten.

Naar verwachting zullen bij ALTERNATIEF 2 de verschillen tussen zomer en winter groter worden.

In bijlage 13 t/m 15 zijn wat berekenings-resultaten van deze exercitie grafisch weergegeven.

In de volgende tabel is ter illustratie voor de markante lokaties de aldus berekende gemiddelde fracties fluviatiel slib voor de waterbodem weergegeven:

Lokatie	zomer	winter	jaar
Zee	0.16	0.00	0.08
Vlissingen	0.26	0.14	0.20
Hansweert	0.65	0.55	0.60
Belg/Ned gr.	0.86	0.78	0.82
Rupel	1.00	1.00	1.00

De verschillen tussen zomer en winter zijn bij dit alternatief duidelijk groter dan bij alternatief 1 en dus niet verwaarloosbaar. Jaargemiddeld zijn de resultaten vergelijkbaar met die van alternatief 1. De spreiding in de berekeningsresultaten van alternatief 2 zijn orde van grootte vergelijkbaar met die van alternatief 1 ($\pm 10\%$).

Aangezien de voorgaande tabel gegevens bevat van de waterbodem mag hieruit niet worden gekonkludeerd dat het slibtransport in de zomer groter is dan in de winter.

Resumé

De berekeningen voor het percentage fluviatiel slib geven voor beide alternatieven op jaarbasis een vergelijkbaar beeld. De onnauwkeurigheid in deze gegevens bedraagt orde van grootte $\pm 10\%$.

Een duidelijke konklusie m.b.t. een significant verschil tussen zomer en winter is niet te geven. Wel kan worden gesteld dat deze verschillen beperkt blijven tot ca. 10%.

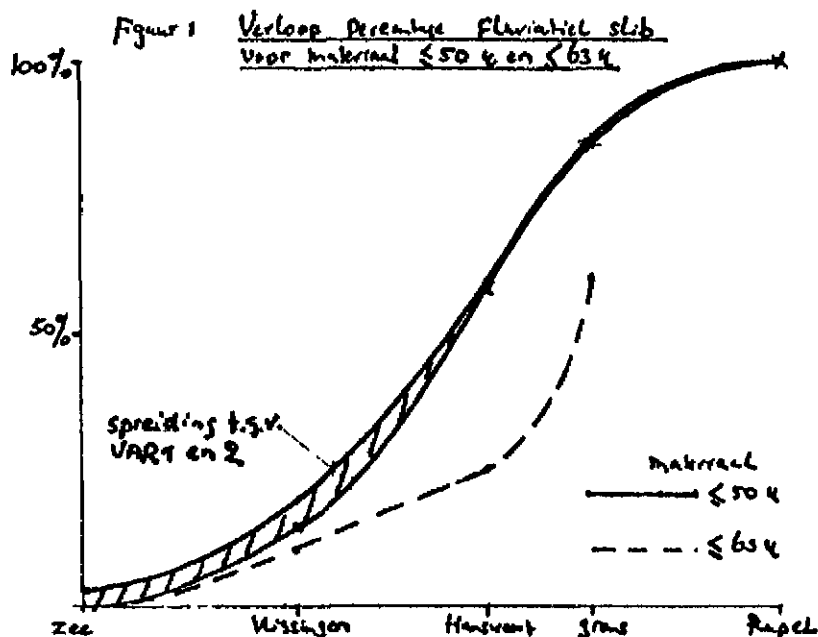
5. Literatuur

Eerdere resultaten van bemonsteringstochten zijn vastgelegd in Nota NXL87015 van de Directie Zeeland van Rijkswaterstaat [Lit.1].

De vergelijking van de bepaalde fracties fluviatiel slib met de hiervoor besproken eigen onderzoeksresultaten is voor de markante lokaties samengevat in de volgende tabel:

Lokatie	NXL87015	zomer/wintertocht
Zee	0.00	0.00 - 0.08
Vliessingen	0.10	0.14 - 0.20
Hansweert	0.25	0.58 - 0.60
Belg/Ned gr.	0.60	0.82 - 0.85
Rupel	-	1.00

Opvallend is het significante verschil tussen beide onderzoeksresultaten voor de Westerschelde: De zomer/wintertocht geeft globaal 20% meer fluviatiel slib op de Westerschelde dan NXL87015 (Figuur 1).



Het verschil kan gedeeltelijk worden verklaard doordat in Lit.1 is uitgegaan van andere waarden voor δm (-23.1 o/oo) en δf (-28.2 o/oo). De belangrijkste reden is waarschijnlijk het verschil tussen de fracties van de slibmonsters ($\leq 63 \mu$ tegen $\leq 50 \mu$).

Door de fijnere slibfractie van het fluviatiële materiaal van de zomer/wintertocht wordt verondersteld dat wat andere transporteigenschappen dit materiaal verder stroomafwaarts doet transporteren. Dit transport doet meer denken aan het transport van opgeloste stof. De fluviatiële invloed van de fijne fractie is zodoende verder stroomafwaarts merkbaar dan de minder fijne fractie.

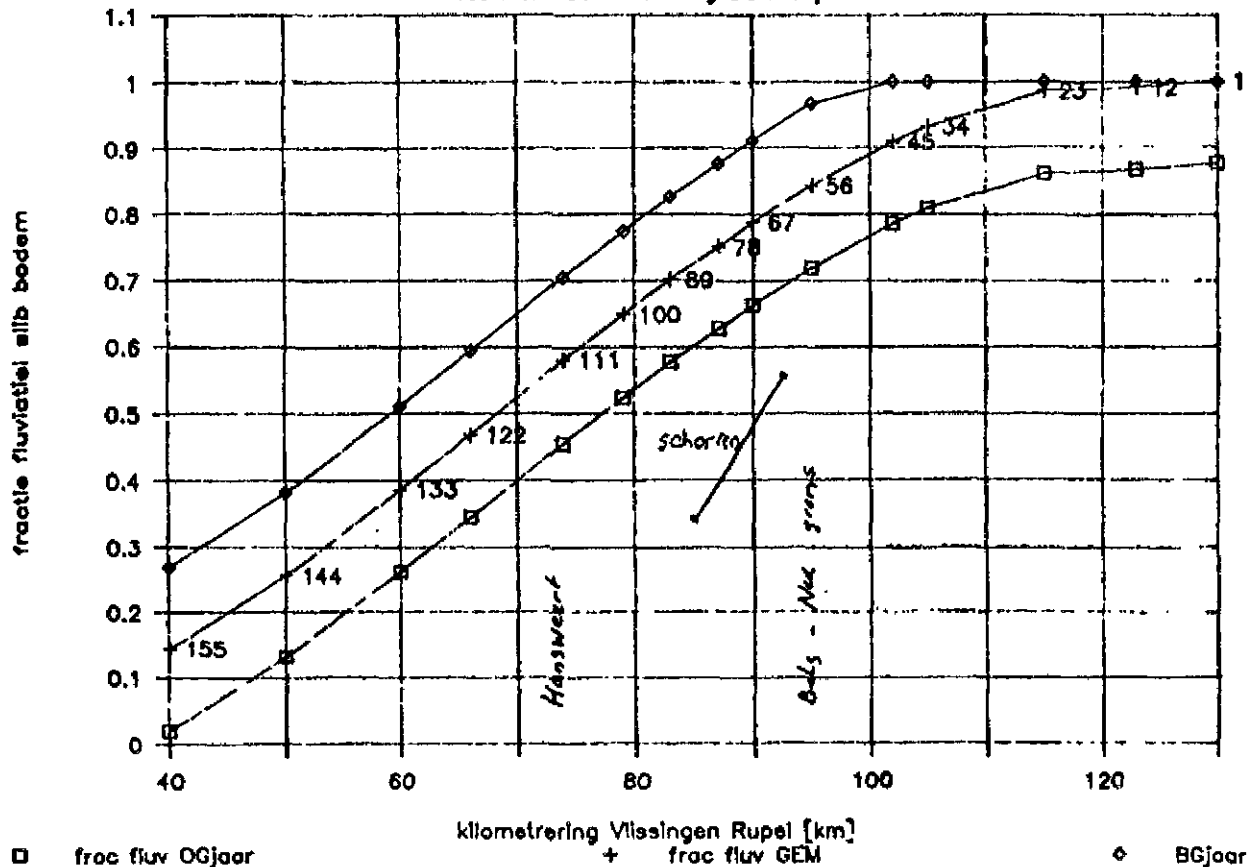
Mogelijk hangen ook de variërende waarden in de literatuur voor δm en δf af van verschil in korrelaanstelling.

De waarde voor δm op de Noordzee bedraagt -21 tot -24 o/oo, terwijl de waarde voor δf op de Schelde -31 tot -27 bedraagt [Lit.2]. Andere bron [Lit.3] vermeldt geeft δm waarden voor de Vlaamse banken -23.2 en voor de Schelde δf -28.0.

6. Konklusies

Figuur 2 Het verloop van de fractie fluviatiel slib $\leq 50\mu$
(volgens alternatief 1 zie hoofdstuk 4)

resultaten bemonstering DGW 87/88



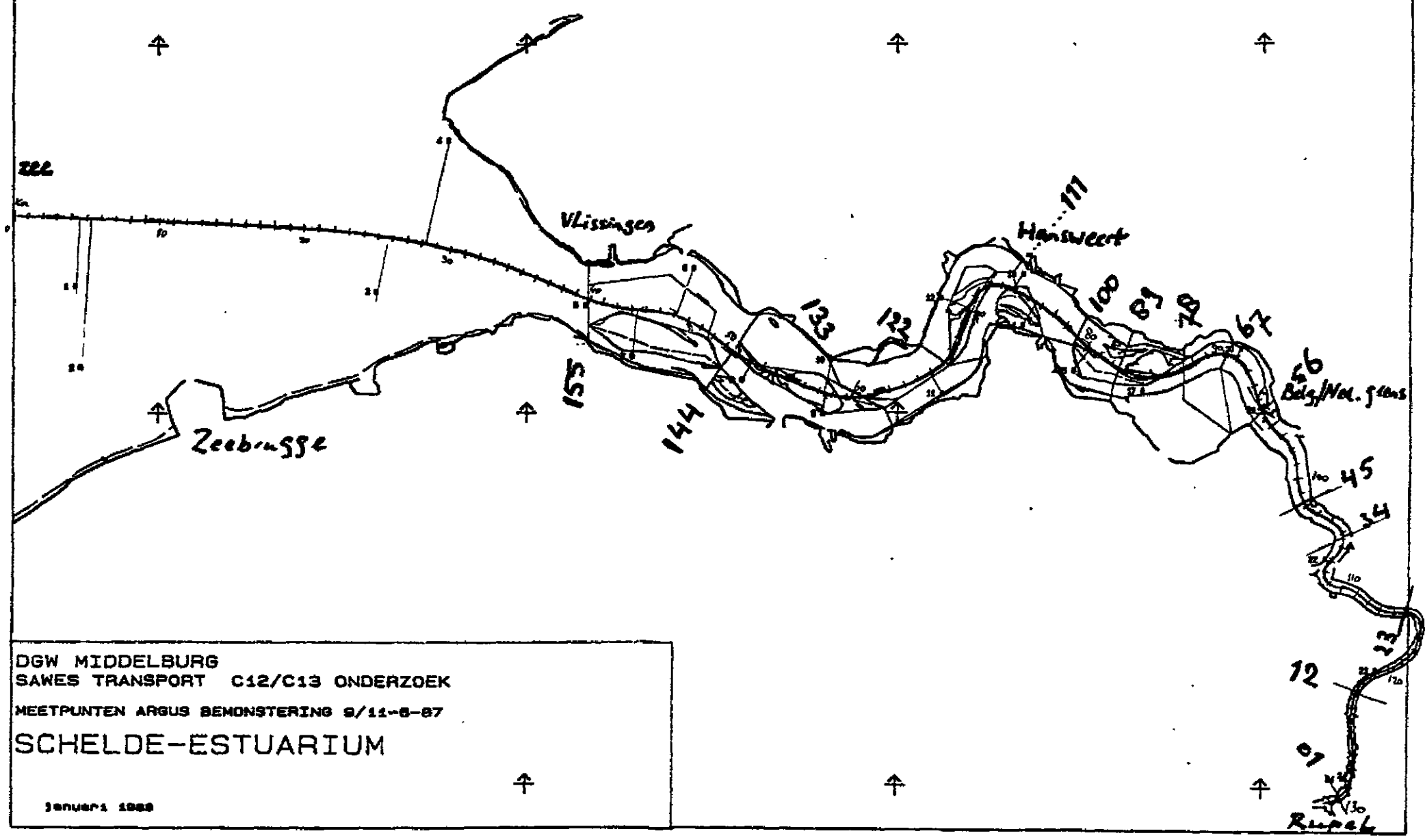
1. Het verschil in percentage fluviatiel slib tussen zomer en winter is door de integrerende werking van de waterbodem vermoedelijk of niet significant of kleiner dan 10%.
2. De fractie fluviatiel slib op de schorren is door de overspoeling tijdens hoogwater geringer dan in de nabijgelegen rivier (zie figuur 2).
3. Gemiddeld wordt volgens figuur 2 ca. 15% van het fluviatiele slib afgezet in België, ca. 70% in Nederland en ca. 15% wordt getransporteerd naar de Noordzee.
4. Het verloop van de fractie fluviatiel slib $\leq 63\mu$ is afwijkend t.o.v. de fractie $\leq 50\mu$. Verschil in fysische/chemische eigenschappen zijn wellicht hiervan de oorzaak. Het verloop van de fractie $\leq 50\mu$ vertoont meer overeenkomsten met opgeloste stoffen. De invloed van deze fractie is dan ook stroomafwaarts groter. Verder onderzoek hiernaar is gewenst ondanks het feit dat wellicht dit "grovere" deel, de fractie tussen $\leq 63\mu$ en $> 50\mu$, niet belangrijk is t.a.v. de verontreiniging.
5. Tot slot is nader onderzoek gewenst naar de variatie van de fluviatiele fractie over de breedte van het estuarium.

Literatuurlijst

1. J.P. Swart
Onderzoek verhouding mariene-fluviatiele slib in de Westerschelde
Directie Zeeland, Nota NXL-87.015
2. R. Laane, E. Turkstra en W. Mook
Stable carbon isotope composition of pelagic and benthic organic matter in
the North sea and adjacent estuaries
Ministry of transport and public works
3. W.Salomons and W.G.Mook
Field observations of the isotopic composition of particular organic
carbon in the Southern North Sea and adjacent estuaries.
Delft Hydraulics Laboratory, Haren Branch, c/o Institute for Soil
Fertility. Elsevier Scientific publishing Company Amsterdam (1981)
4. D.Eisma e.a.
Loss of particular organic matter in estuaries as exemplified by the Ems
and Gironde estuaries
Mitt. Geol.-Paläont.Inst. Univ.hAMBURG s397-412 APRIL 1985
5. W.G.Mook en F.C.Tan
Stable carbon isotopes in rivers and estuaries
- nog niet gepubliceerd -

Bijlagenlijst

1. Situatie Scheldeestuarium met schematisatie, kilometrering en bemonsteringslokaties
2. Kwalitatieve opmerkingen over bodemmateriaal tijdens de tocht in juni 1987
3. Analyseresultaten van het Isotopenlaboratorium: bemonstering in juni 1987
4. Analyseresultaten van het Isotopenlaboratorium: bemonstering in febr. 1988
5. Verloop C12/C13 als functie van de meetlokaties
6. Verloop C12/C13 van het bodemmateriaal als functie van de kilometrering
7. 3e graads-kromme van C12/C13 verloop bodemmateriaal juni 1987
8. 3e graads-kromme van C12/C13 verloop bodemmateriaal februari 1988
9. Jaargemiddeld verloop fractie fluviatiel slib voor waterbodem
- 10 Zomer- en winterverlopen van fractie fluviatiel slib voor waterbodem
- 11 Korrelatie D13 en chloride voor bemonsteringen in 1987 en 1988
- 12 Verloop gemiddelde chlorideconcentratie (1980-1985)
- 13 Percentage fluviatiel slib bij "vaste grenzen" op zee
- 14 3e graads-kromme % fluviatiel slib waterbodem "vaste grenzen" juni 1987
- 15 3e graads-kromme % fluviatiel slib waterbodem "vaste grenzen" febr. 1988



Bijlage 2

Opmerkingen monsterlijst. "C" & Westerschelde SAVES B 1987

11	12	13	15	zand.
	14			kleilaag
21	T/m	25		kleibank met zachte opp. laag, monster genomen van opp laag
	41			mengmonster zand/slib (> 5 cm onder opp)
42	T/m	45		zand. (< 5 cm onder opp)
51	T/m	55		zacht slib.
61	T/m	65		schelpige bodem.
81	83	85		zand
	82			zand met kleibolletjes
	84			zand met slib(klei)bandje.
91	T/m	95		slappe zwarte klei met dun bovenlaagje zand.
101	T/m	105		slib zwart
110 T/m 115				
	111	112		klei/zandmengsel. (zand aan opp. daaronder klei)
	113	114, 115		zand van oppervlakte
120	T/m	125		zand met kleibolletjes
130	T/m	135		zand met slibbolletjes
141	T/m	145		zand met schelpjes
151	T/m	155		zand met kleibolletjes
171	T/m	175		zand.
181	182.			L.v. Soeflinge, slib/zand v. opp.
191	T/m	195		L.v. Soeflinge, sliblaag langs geulwand.
201	202			zandig, veel schelpgruis
203	204	205		mengmonster zandig opp/klei
211	T/m	215		zand met slib/kleiballen
221, 222, 223, 225				harde klei
224				zachte sliblaag.

231 t/m 234

235

241 t/m 244

245

251 t/m 255

261 t/m 265

zandkroegje op sliblaag, mengmonster
sliband

zwart klebbig mengsel
zand / slib

mengsel zand / kleibakjes
zand

CIO

RUG

CENTRUM VOOR ISOTOPEN ONDERZOEK

Onze ref.: CIO/474-87/WGM/HD

Groningen, 19 oktober 1987

Drs. F. Steyaert,
Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren
Postbus 8039
4330 EA MIDDELBURG

Geachte Heer Steyaert,

Hierbij de resultaten. Er werden enkele grafiekjes gemaakt voor de locatie-verdeling, waarbij steeds 11, 21, 31 etc. in één grafiek werden opgenomen. Misschien mogen 11 t/m 15 etc. samen worden gevoegd. Dan kunnen we deze en dergelijke plots gemakkelijk produceren. Ik wil graag dat er eerst eens naar kijkt, enig commentaar levert, o.a. over welke monsters samen mogen worden genomen, zodat we er daarna mogelijk nog eens beter naar kunnen kijken.

Met vriendelijke groeten,



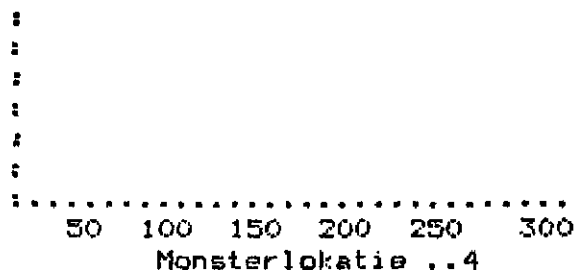
Prof. Dr. W.G. Mook

Commentaar bij de tabel met meetwaarden:

- 1) Een groot deel van het filter werd meebehandeld, daarom is er geen kalk percentage bekend.
- 2) De organische gehalten zijn bepaald uit het residue na de kalk behandeling. Meegenomen filtermateriaal uit de kalkbehandeling verstoort de bepaling van het percentage organische stof.
- 3) Te weinig monster daarom geen resultaten bekend.
- 4) Een klein beetje filtermateriaal verstoort het percentage organische stof in lichte mate, daarom alleen een minimum gehalte.
- 5) Een klein beetje filtermateriaal verstoort het percentage kalk in lichte mate, daarom alleen een minimum gehalte.
- 6) Monster verloren gegaan.
- **) Geen aanwijsbare reden voor deze afwijkende getallen.

Commentaar bij de grafieken:

Monsterlokatie ..1 resp. Monsterlokatie ..2 etc
betekent dat alle monsterlokaties die eindigen op het
aangegeven getal (...1 - ..2 ---- ..8) in de grafiek
zijn verwerkt.



Dit betekent: op de horizontale-as staan afgebeeld
de monsterlokaties 14,24,34,44,....264.

Location	D13 org	% ORG		D13 KALK	D18 KALK	% KALK	
11	-27.35	3.4	4)	.54	-1.82	24.4	
12	-23.64	3.6		.57	-2.00	23.1	
13	-22.79	4.4		.57	-1.88	24.0	
14	-25.68	2.7		.10	-2.22	25.8	
15	-23.36	3.6		.62	-1.82	25.0	
21	-23.80	2.8		.40	-2.49	27.1	
22	-23.34	>2.3	4)	.50	-2.03	27.5	
23	-23.04	2.7		.48	-2.06	26.1	
24	-23.35	>3.5	4)	.38	-2.17	27.9	
25	-22.57	4.1		.45	-2.21	26.5	
26	-26.33	=====	2)	.57	-2.20	=====	1)
27	-22.29	=====	2)	.47	-2.56	=====	1)
28	-24.41	=====	2)	.58	-2.29	=====	1)
31	-23.14	>3.8	4)	.50	-2.13	23.6	
32	-23.61	=====	2)	.53	-2.21	=====	1)
33	-23.02	2.7		.50	-2.19	26.3	
34	-24.17	2.7		.51	-2.09	27.2	
35	-23.57	2.0		.52	-2.09	26.2	
36	-25.14	=====	2)	=====	3)	=====	1)
37	-25.90	=====	2)	=====	3)	=====	1)
38	-22.82	=====	2)	=====	3)	=====	1)
41	-22.78	3.3		.41	-2.21	26.1	
42	-21.89	4.6		.47	-2.12	25.0	
43	=====	=====	6)	.37	-2.09	23.2	
44	-22.99	>4.4	4)	.42	-2.21	25.5	
45	-21.92	4.0		.48	-2.13	23.3	
46	-22.41	=====	2)	=====	3)	=====	1)
47	-22.95	=====	2)	.05	-2.30	=====	1)
48	-25.61	=====	2)	.26	-2.45	=====	1)
51	-22.65	4.1		.47	-1.85	25.2	
52	-22.33	3.4		.44	-1.92	25.4	
53	-22.5	4.0		.36	-1.93	25.7	
54	-22.61	3.5		.42	-1.97	25.9	
55	-22.72	3.6		.46	-1.78	25.8	
56	-25.00	=====	2)	=====	3)	=====	1)
57	-24.31	=====	2)	=====	3)	=====	1)
58	-29.11	=====	2)	=====	3)	=====	1)
61	-24.79	4.1		.25	-2.51	23.9	
62	-24.85	3.6		.27	-2.19	23.8	
63	-24.96	3.5		-.84	-2.31	24.2	
64	-24.49	2.7		-.38	-2.43	24.6	
65	-24.77	2.7		.30	-2.47	22.1	
71	-23.67	3.9		.44	-1.96	25.7	
72	-23.40	3.5		.45	-1.87	26.2	
73	-23.31	2.7		.49	-1.85	22.0	
74	-23.73	>4.1	4)	.45	-1.92	20.5	
75	-22.67	3.0		.51	-1.95	24.7	
81	-24.45	4.0		.42	-2.14	23.3	
82	-24.86	2.0		.36	-2.43	24.2	
83	-24.53	2.3		.44	-1.9	>21.2	5)
84	-23.81	1.7		.39	-1.18	23.6	
85	-25.02	2.0		.28	-2.45	19.7	
86	-23.22	=====	2)	=====	3)	=====	1)
87	-24.97	=====	2)	=====	3)	=====	1)
88	-22.06	=====	2)	=====	3)	=====	1)
91	-25.50	3.5		-.07	-2.68	21.5	
92	-24.96	3.5		-.07	-2.76	21.9	
93	-25.06	3.7		-.08	-2.70	21.4	
94	-25.37	4.3		-.13	-3.08	20.0	

File: stay
Report: RWS 333

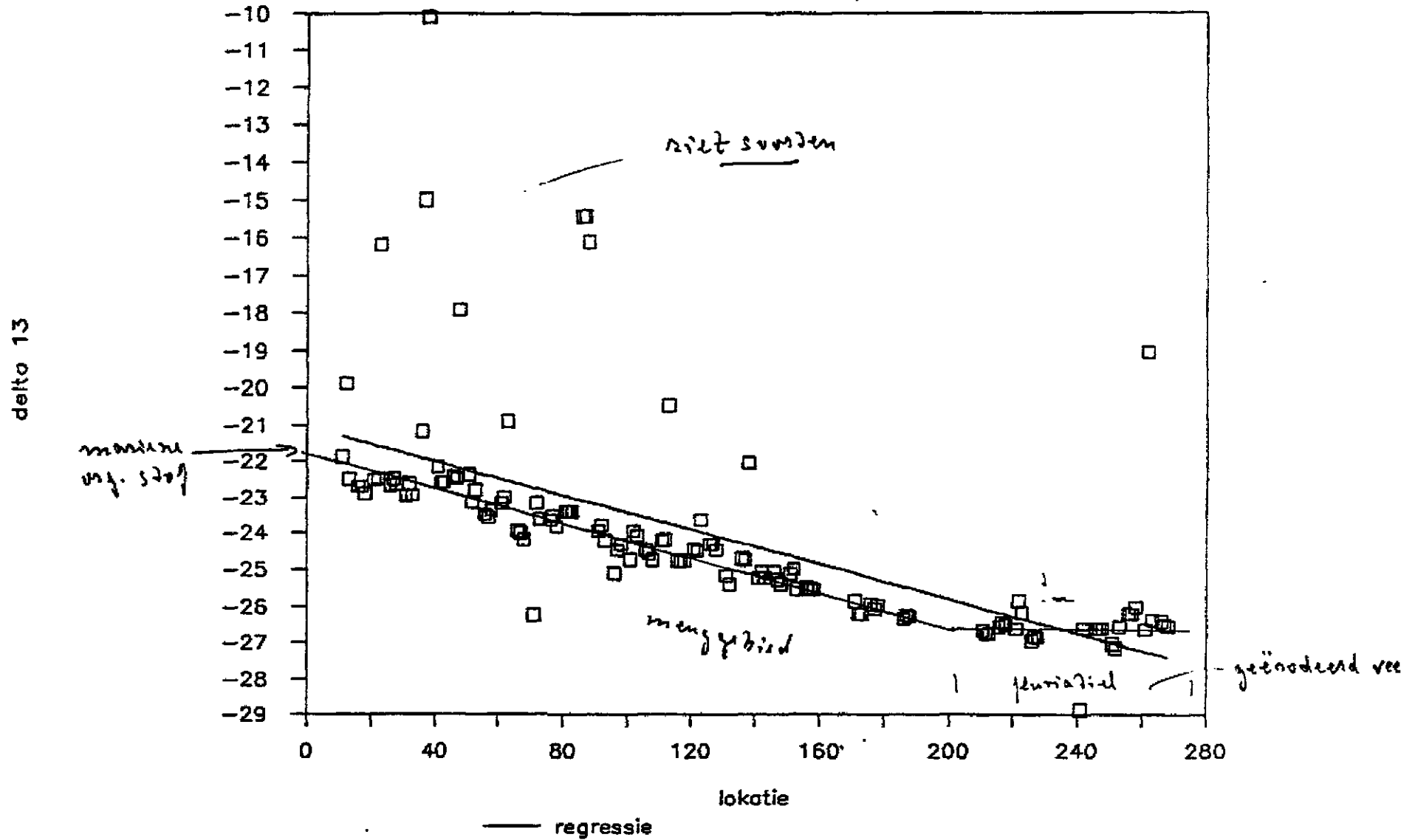
Page 1

Location	D13 org	% DRG	D13 FALK	D18 FALK	% FALK
95	-25.66	2.9	-.27	-2.77	20.5
101	-24.31	3.2	.24	-2.34	2.4
102	-23.54	3.6	.34	-1.92	23.1
103	-23.73	3.4	.34	-2.11	22.4
104	-24.20	3.3	.36	-2.10	23.2
105	-24.35	3.2	.44	-2.04	23.0
111	-24.27	>3.4	.03	-2.36	23.1
112	-24.41	3.3	.04	-2.54	21.6
113	-25.56	1.8	.22	-2.08	>20.1
114	-24.90	>3.8	.13	-2.37	20.3
115	-25.99	=====	.13	-2.23	=====
116	-25.26	6.0	.19	-2.30	19.3
117	-23.81	2.0	.19	-2.30	19.2
118	-24.44	1.9	.13	-2.44	19.5
121	-24.89	2.4	.24	-2.21	21.7
122	-24.78	1.7	.12	-2.42	20.8
123	-24.79	=====	.13	-2.33	=====
124	-24.41	=====	.15	-2.34	=====
125	-25.48	4.8	.17	-2.40	>17.3
131	-25.50	4.1	-.20	-2.64	15.5
132	-25.80	4.6	-.34	-2.22	17.2
133	-25.58	3.1	-.22	-2.40	18.8
134	-25.69	4.6	.04	-2.85	20.3
135	-24.54	4.6	.11	-2.54	16.5
136	-13.33?	=====	=====	=====	=====
137	-19.72?	=====	=====	=====	=====
138	+ 3.74?	=====	=====	=====	=====
141	-25.59	4.2	.16	-2.57	18.6
142	-26.20	4.9	.03	-2.65	17.9
143	-25.86	=====	-.57	-2.26	=====
144	-25.61	=====	-.81	-2.02	=====
145	-25.71	=====	-.20	-2.66	=====
151	-26.86	=====	-.51	-3.59	=====
152	-26.79	=====	-.29	-2.84	=====
153	-25.76	4.3	-.01	-2.72	16.1
154	-25.79	5.5	-.10	-3.01	16.3
155	-26.20	=====	-.15	-2.77	=====
156	-26.28	1.7	-.36	-2.90	11.8
157	-26.08	4.0	-.44	-2.56	11.5
158	-26.23	4.1	-.45	-2.75	12.9
161	-25.98	1.6	-.11	-3.91	10.5
162	-25.92	>1.6	-.13	-3.82	11.0
163	-26.72	>1.5	-.28	-3.75	11.6
171	-26.49?	=====	-1.26	-2.59	=====
172	-26.83	=====	=====	=====	=====
173	-26.07??	=====	-1.40	-2.45	=====
174	-25.40??	=====	-2.06	-2.46	=====
175	-27.15	=====	-.84	-1.13	=====
181	-25.91	3.3	-.73	-3.19	13.9
182	-24.52	2.9	-.53	-3.08	13.1
191	-26.07	4.6	-.84	-3.35	13.3
192	-26.25	4.7	-.77	-3.52	12.9
193	-26.22	4.0	-.80	-3.37	12.9
194	-25.85	5.1	-.87	-3.27	12.7
195	-26.44	5.6	-.81	-3.13	13.2
201	-26.32	>3.0	-.91	-2.89	15.7
202	-26.65	4.5	-1.09	-2.60	16.6
203	-26.50	4.8	-1.59	-4.99	6.3
204	-26.47	4.9	-1.59	-5.01	5.6

lokatie	D13 org	% ORG		D13 FALK	D1B FALK	% FALK	
205	-26.64	14.8	4)	-1.69	-2.85	13.6	
211	-26.84	3.7		-1.58	-2.74	15.2	
212	-26.71	3.0		-1.64	-2.76	15.1	
213	-26.77	2.0		-1.46	-3.15	13.7	
214	-27.13	2.2	4)	-1.78	-3.01	12.0	
215	-26.83	5.9		-1.80	-2.23	11.4	
216	-31.64	=====	2)	-1.92	-2.59	=====	1)
217	-30.43	=====	2)	-1.93	-2.46	=====	1)
218	-30.75	=====	2)	-1.98	-2.44	=====	1)
221	-26.36	3.1		-1.74	-3.64	11.5	
222	-26.37	2.5	4)	-1.60	-1.74	19.0	
223	-26.45	4.7		-1.97	-4.60	10.3	
224	-26.92	3.8		-1.21	-2.45	15.1	
225	-26.43	4.8		-1.81	-3.56	11.0	
226	-33.98	=====	2)	-1.62	-2.98	=====	1)
227	-33.44	=====	2)	-1.43	-3.64	=====	1)
228	-34.06	=====	2)	-1.76	-3.43	=====	1)
231	-26.26?	=====	2)	-1.53	-2.49	=====	1)
232	-27.24	6.0		-2.26	-4.94	6.4	
233	-27.22	5.3	4)	-2.22	-4.52	6.6	
234	-26.62	=====	2)	-1.19	-2.06	=====	1)
235	-26.71	3.4	4)	-15.78??	-3.15	0.67???	**
241	-26.81	4.8		-1.88	-4.26	7.1	
242	-27.10	3.7		-1.19	-3.30	7.0	
243	-27.35	5.3		-1.68	-4.30	7.5	
244	-27.22	3.0		-1.61	-4.39	7.2	
245	-27.29	3.4		-1.98	-5.04	3.2	
246	-29.87	=====	2)	-3.18	-5.82	=====	1)
247	-29.14	=====	2)	-3.16	-5.79	=====	1)
248	-27.27	4.9		-3.05	-5.34	5.5	
251	-28.78	7.7		-1.27	-7.13	5.0	
252	-28.68	6.6		-1.35	-6.97	4.5	
253	-26.04	5.9		-1.07	-4.19	12.9	
254	-26.06	6.2		-1.03	-4.00	12.7	
255	-26.15	5.9		-1.89	-3.97	12.5	
256	-28.97	=====	2)	=====	3) =====	3) =====	1)
257	-28.79	=====	2)	=====	3) =====	3) =====	1)
258	-32.30	=====	2)	=====	3) =====	3) =====	1)
261	-27.27	6.2	4)	-2.88	-4.84	8.4	
262	-27.20	6.7		-2.87	-4.81	8.2	
263	-27.27	1.5		-3.91	-5.42	4.5	5)
264	-27.07	4.7	4)	-3.51	-5.43	5.6	
265	-27.48	=====	2)	-2.73	-4.06	=====	1)
266	-28.51	=====	2)	=====	3) =====	3) =====	1)
267	-28.23	=====	2)	-3.29	-6.77	=====	1)
268	-28.53	=====	2)	=====	3) =====	3) =====	1)
271	-26.41	4.3		-5.65	-7.78	1.5	
272	-27.32	5.4		-7.15	-10.58	1.1	
273	-26.40	6.6		-5.6	-7.83	1.3	

Westerschelde sediment monsters

<== Noordzee Antwerpen ==>



Onze ref.: CIO/241-89/WGM/HD

Groningen, 23 mei 1989

Ing. D. van Maldegem
DGW/RWS
Grenadierweg 31
4338 PG MIDDELBURG

Geachte Heer Van Maldegem,

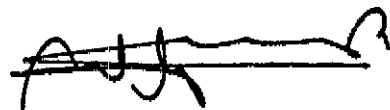
Hierbij de resultaten van de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -analyses en % koolstof van uw Westerschelde-monsters.

Ingesloten treft u ook een tweetal grafieken aan, waarvan vooral de eerste een mooi beeld geeft van het estuariene verloop. De monsters met grotere $^{13}\delta$ -waarden (boven -21‰) bevatten waarschijnlijk resten van de buitendijkse rietsoorten die voor de Noordzee-kust gevonden worden. Meestal betreft het betrekkelijk grove resten.

Het restant van de monsters - meestal de helft van het oorspronkelijke - worden u separaat terug gezonden.

Graag ontvang ik uw commentaar op de resultaten.

Met vriendelijke groeten,



Prof. Dr. W.G. Mook

Dienst Gelijde Water/Rijkswaterstaat
Ing. D. van Maldegem
Grenadierweg 31
4338 PG Middelburg

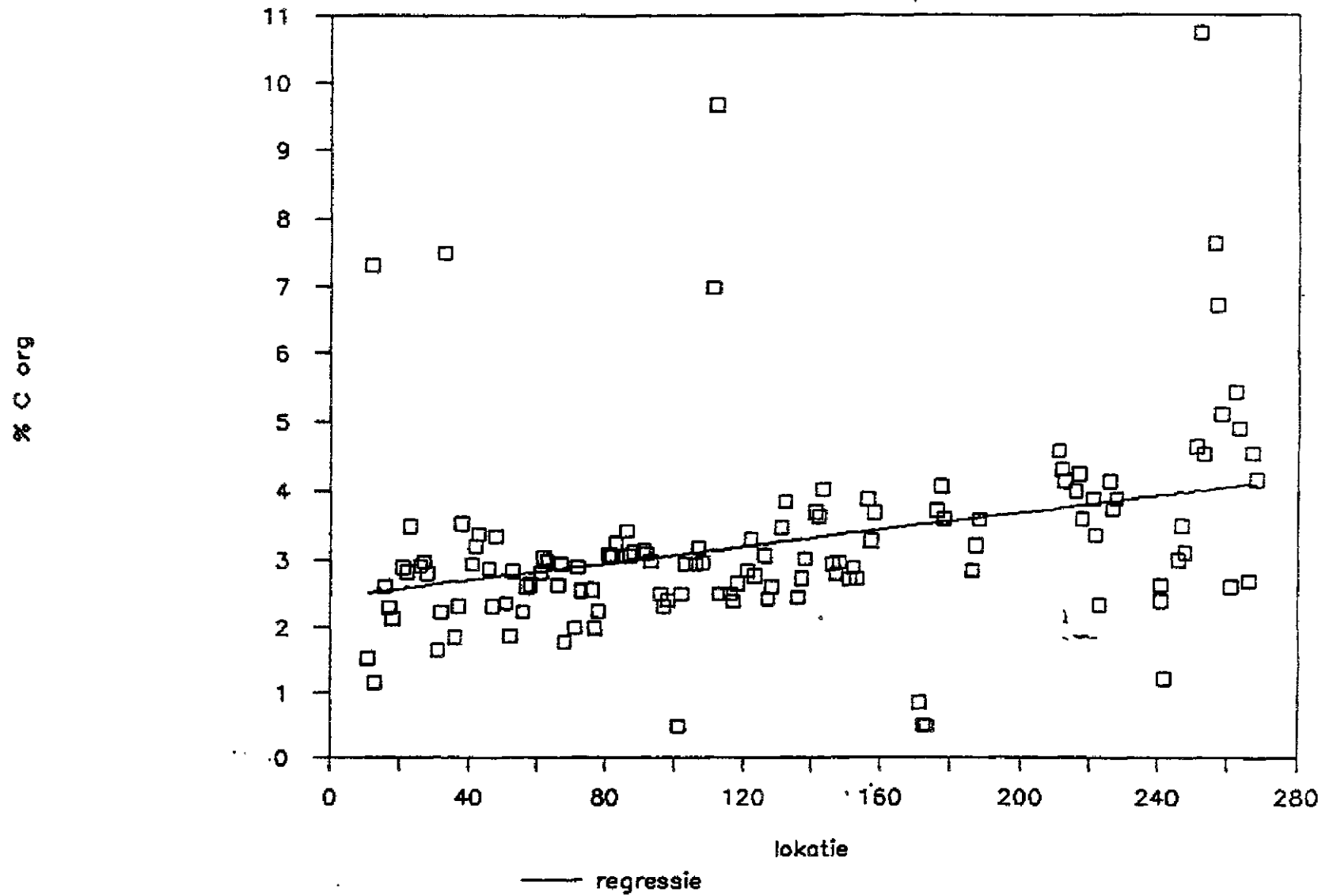
C.I.O. nr =397=

datum 19/5/89

lokatie		delta 13 org	% C	
konijnenschor		4-6 cm	-23.10	3.3
konijnenschor		15-18 cm	-24.76	3.2
konijnenschor		25-28 cm	-24.70	3.0
konijnenschor		35-38 cm	-23.65	2.7
Saeftinge		4-6 cm	-25.50	4.6
Saeftinge		15-18 cm	-25.99	4.3
Saeftinge		25-28 cm	-25.22	3.7
Saeftinge		35-38 cm	-23.78	2.4
11	} bodem		-21.88	1.5
12		?	-19.89	7.3
13			-22.49	1.2
14	} water		-22.68	2.6
17			-22.70	2.3
18			-22.89	2.1
21	} bodem		-22.50	2.9
22			-22.47	2.8
23		?	-16.17	3.5
24	} water		-22.67	2.9
27			-22.49	3.0
28			-22.66	2.8
31			-22.94	1.7
32	ar2.		-22.61	2.2
33			-22.93	7.5
36			-21.16	1.9
37		!	-15.00	2.3
38		!	-10.10	3.5
41			-22.17	2.9
42			-22.60	3.2
43			-22.59	3.4
46			-22.42	2.9
47			-22.48	2.3
48		?	-17.92	3.3
51			-22.36	2.4
52			-23.13	1.9
53			-22.79	2.8
56			-23.48	2.2
57			-23.56	2.6
58			-23.36	2.6
61			-23.16	2.8
62			-23.02	3.0
63			-20.89	3.0
66			-23.94	2.6
67			-24.00	2.9
68			-24.17	1.8
71			-26.24	2.0
72			-23.16	2.9
73			-23.63	2.5

Westerschelde sediment monsters

<== Noordzee Antwerpen ==>

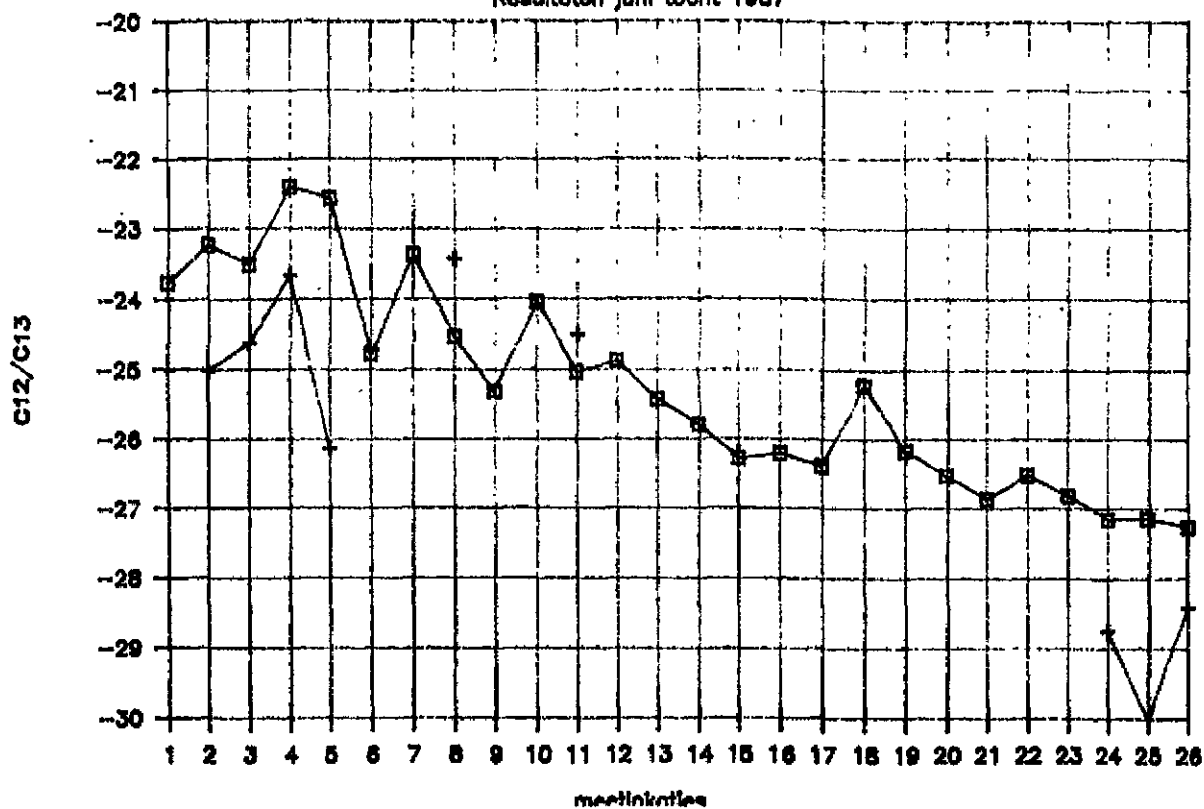


22	216		-26.57	4.0
	217		-26.43	4.3
	218		-26.52	3.6
	221		-26.62	3.9
	222		-25.87	3.4
	223		-26.18	2.3
	226		-26.94	4.1
	227		-26.84	3.7
	228		-26.86	3.9
	241		-28.85	2.4
24	241	241 (24-2)	-28.88	2.6
	242	242 (24-2)	-26.61	1.2
	246		-26.62	3.0
	247		-26.61	3.5
	248		-26.63	3.1
25	251		-27.04	4.6
	252		-27.17	10.7
	253		-26.58	4.5
	256		-26.22	7.6
	257		-26.23	6.7
	258		-26.04	5.1
26	261		-26.66	2.6
	262	???	-19.07	5.4
	263		-26.40	4.9
	266		-26.42	2.7
	267		-26.53	4.5
	268		-26.58	4.2

	76	-23.65	2.6
	77	-23.53	2.0
	78	-23.83	2.2
	81	-23.42	3.1
0	82	-23.40	3.1
	83	-23.41	3.2
	86	-15.43	3.4
	87	-15.42	3.1
	88	-16.10	3.1
	91	-23.95	3.1
5	92	-23.80	3.1
	93	-24.22	3.0
	96	-25.09	2.5
	97	-24.47	2.3
	98	-24.32	2.4
	101	-24.74	0.5
10	102	-23.95	2.5
	103	-24.08	2.9
	106	-24.45	2.9
	107	-24.55	3.2
	108	-24.72	2.9
	111	-24.20	7.0
	112	-24.18	9.7
11	113	-20.46	2.5
	116	-24.76	2.5
	117	-24.76	2.4
	118	-24.77	2.6
	121	-24.43	2.8
	122	-24.50	3.3
12	123	-23.65	2.8
	126	-24.32	3.1
	127	-24.32	2.4
	128	-24.48	2.6
	131	-25.18	3.5
	132	-25.41	3.8
13	136	-24.70	2.4
	137	-24.75	2.7
	138	-22.05	3.0
	141	-25.24	3.7
	142	-25.06	3.6
14	143	-25.23	4.0
	146	-25.06	2.9
	147	-25.29	2.8
	148	-25.40	3.0
	151	-25.13	2.7
	152	-25.00	2.9
15	153	-25.53	2.7
	156	-25.50	3.9
	157	-25.52	3.3
	158	-25.55	3.7
	171	-25.87	0.9
17	172	-26.21	0.5
	173	-26.22	0.5
	176	-25.97	3.7
	177	-26.07	4.1
	178	-25.98	3.6
	186	-26.34	2.8
18	187	-26.25	3.2
	188	-26.28	3.6
	211	-26.67	4.6
21	212	-26.74	4.3
	213	-26.75	4.1

Scheldeestuarium C12/C13 onderzoek

Resultaten juni tocht 1987

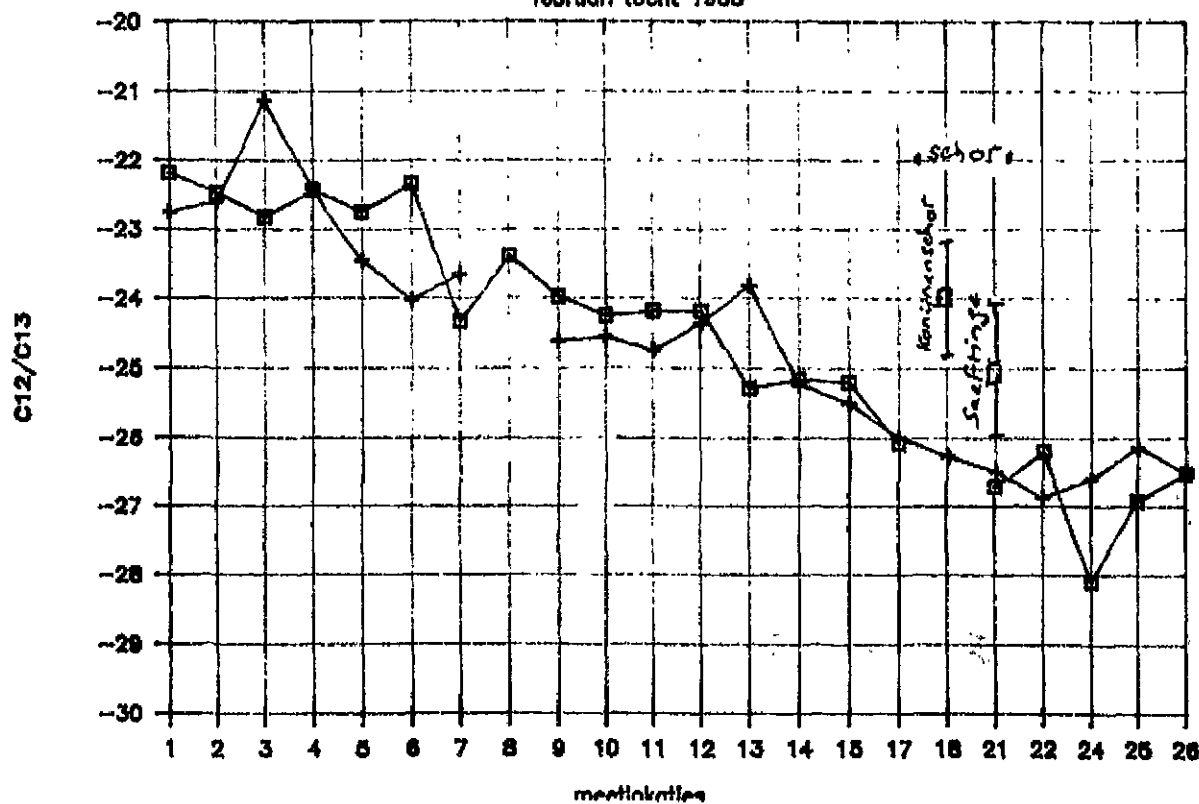


$\square$ C12/C13 bodem

$+$ C12/C13 water

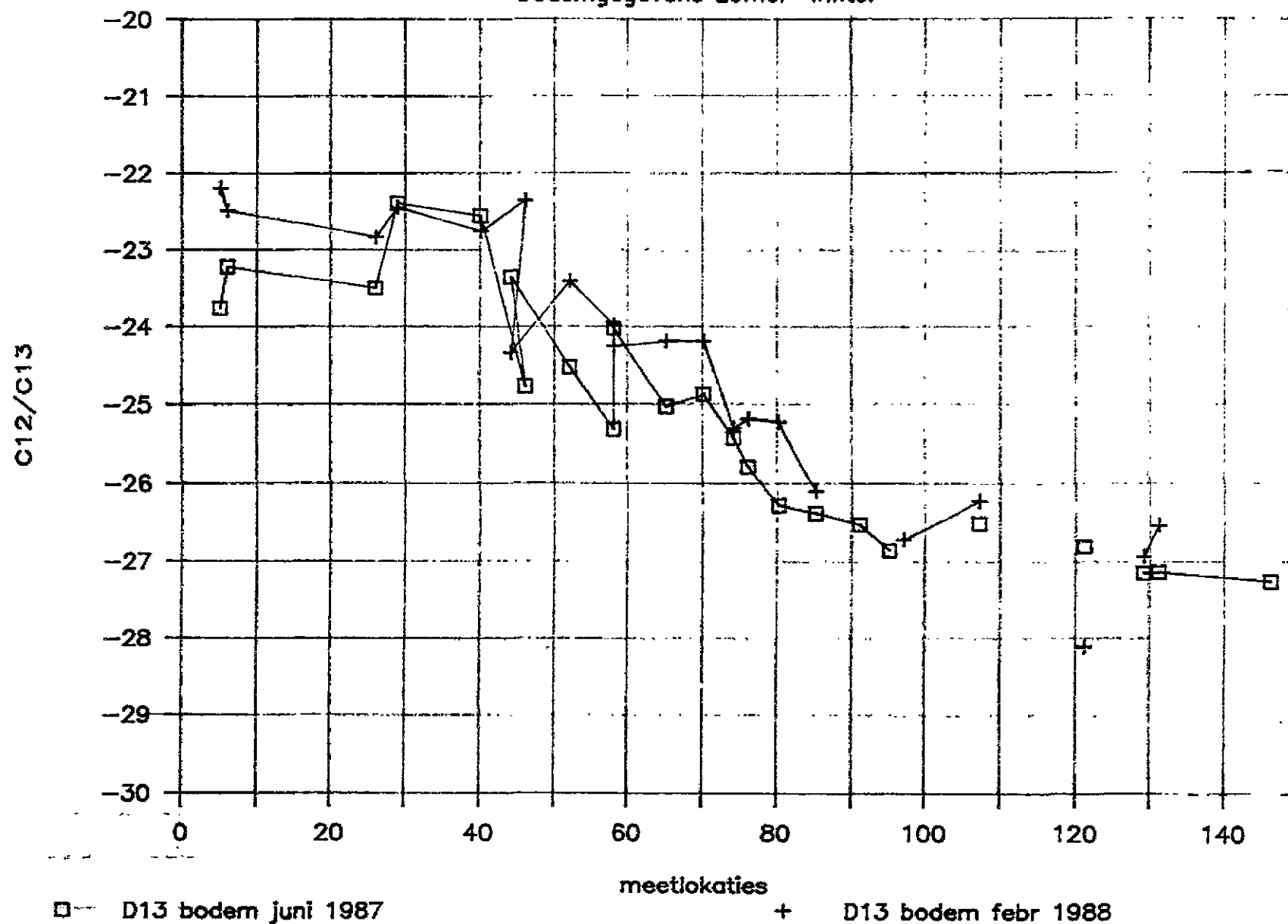
Scheldeestuarium C12/C13 onderzoek

februari tocht 1988



Scheldeestuarium C12/C13 onderzoek

bodemgegevens zomer-winter



scheldeestuarium C12/C13 onderzoek

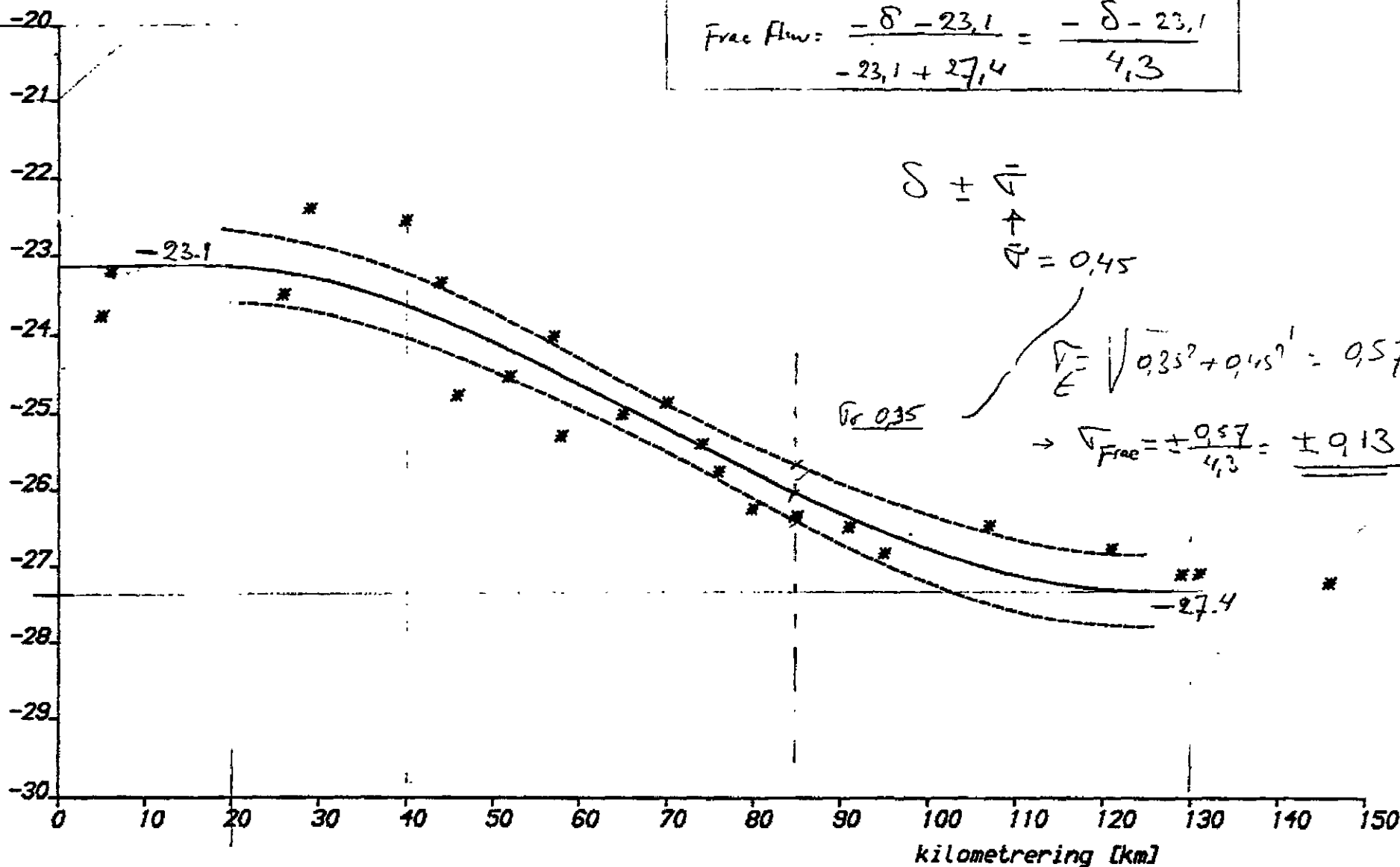
Alternatief 1

0,0000068

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren
Middelburg

Vergelijking: $Y = -23.47600 + .04258X^1 - .00144X^2 + .00001X^3$

bodem juni 1987



scheldeestuarium C12/C13 onderzoek

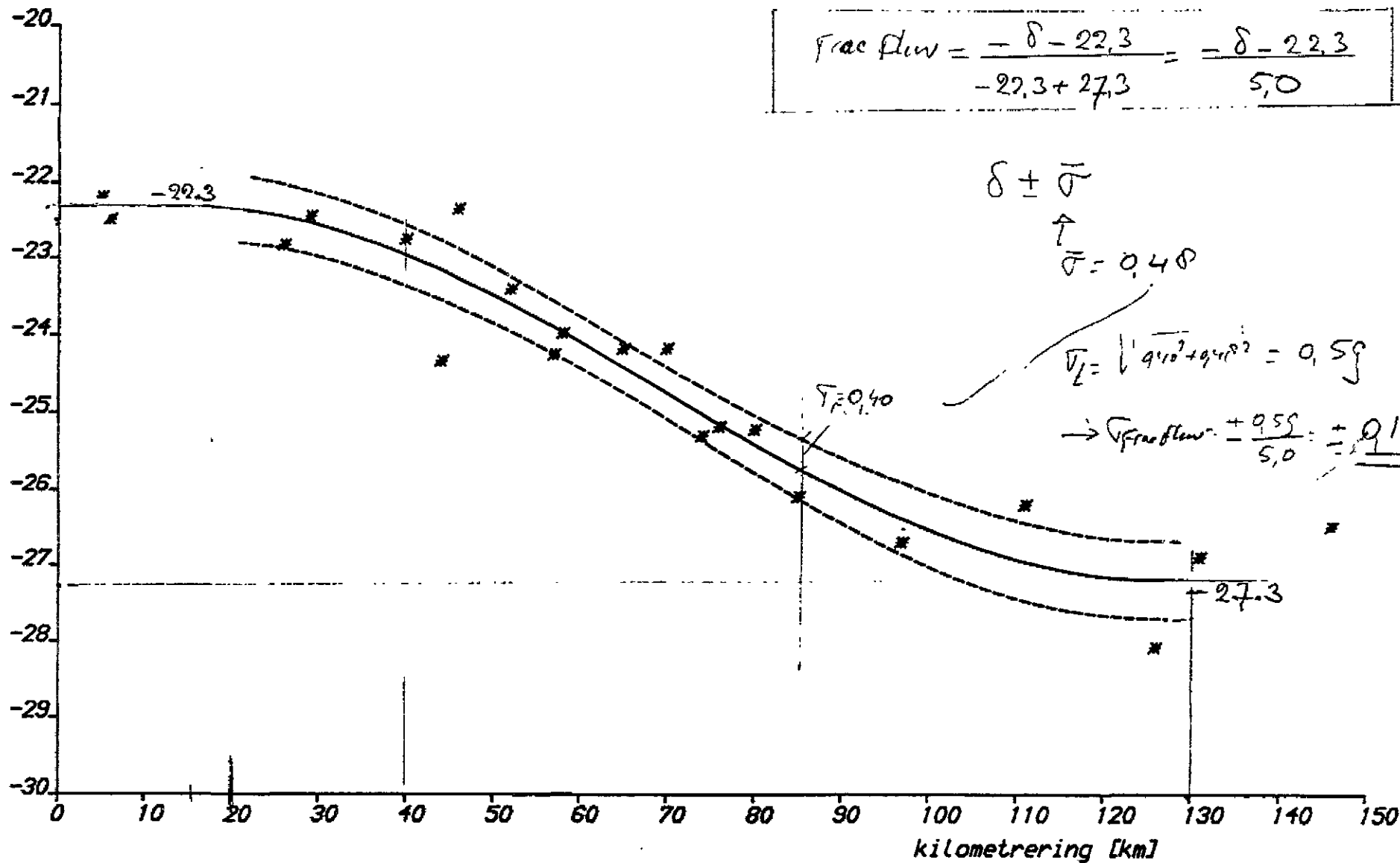
Alternatief 1

0,00007

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren
Middelburg

Vergelijking: $Y = -22.57500 + .03826X^1 - .00149X^2 + .00001X^3$

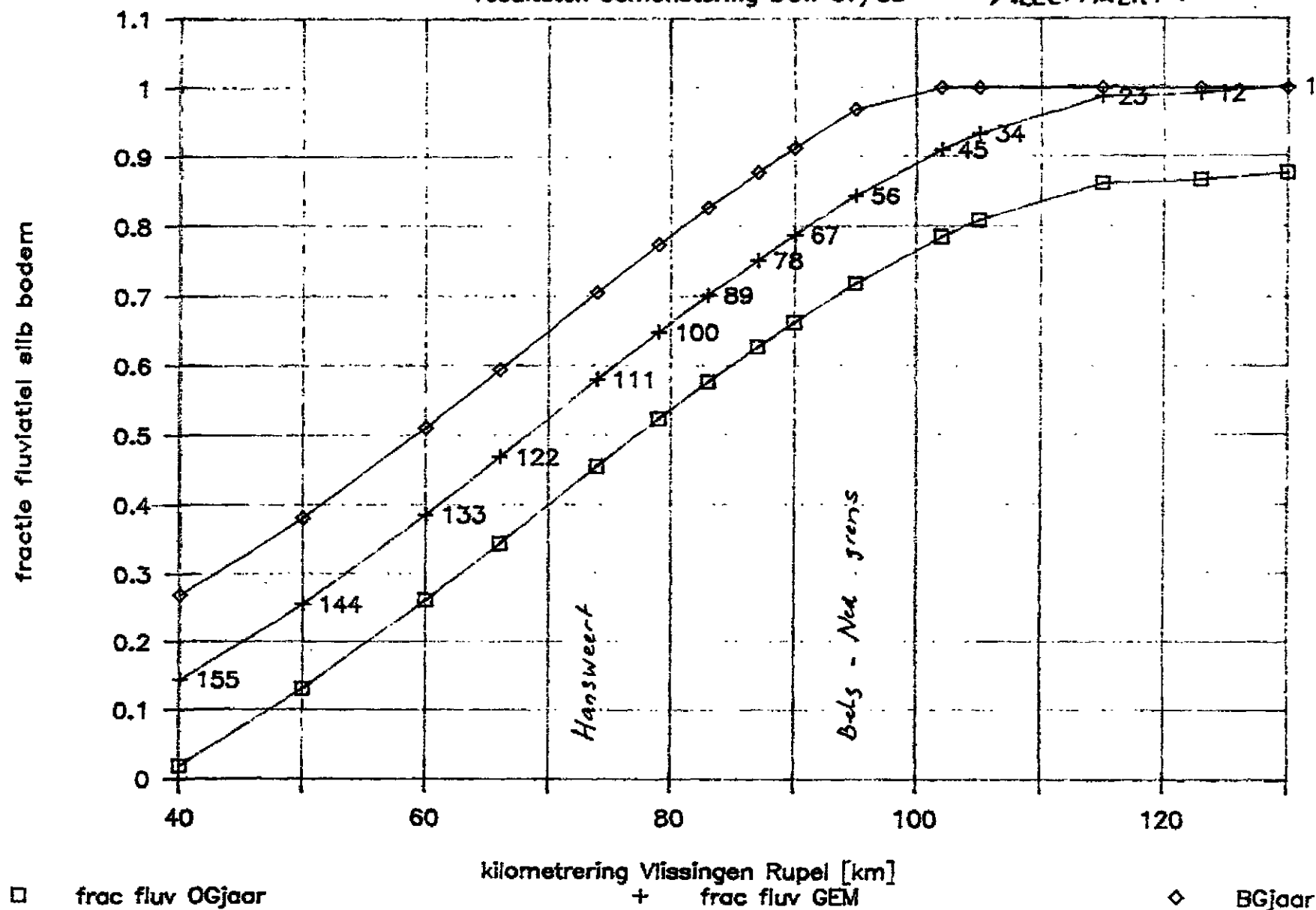
bodem Febr 1988



Scheideestuarium C12/C13 onderzoek

resultaten bemonstering DGW 87/88

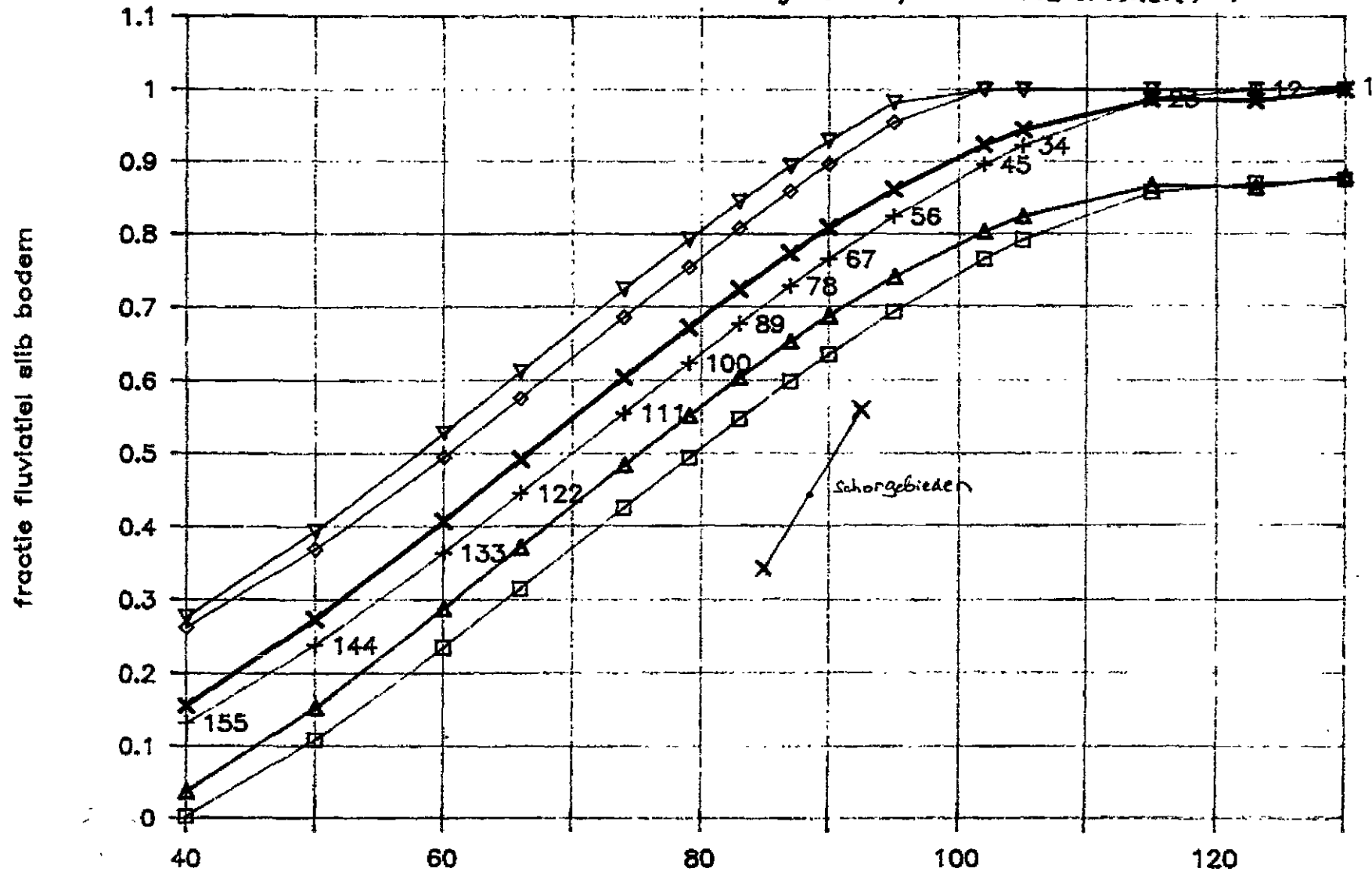
Alternatief 1



Scheldeestuarium C12/C13 onderzoek

resultaten bemonstering DGW 87/88

Alternatief 1



◇ BGzomer

△ OG winter

× GEM winter

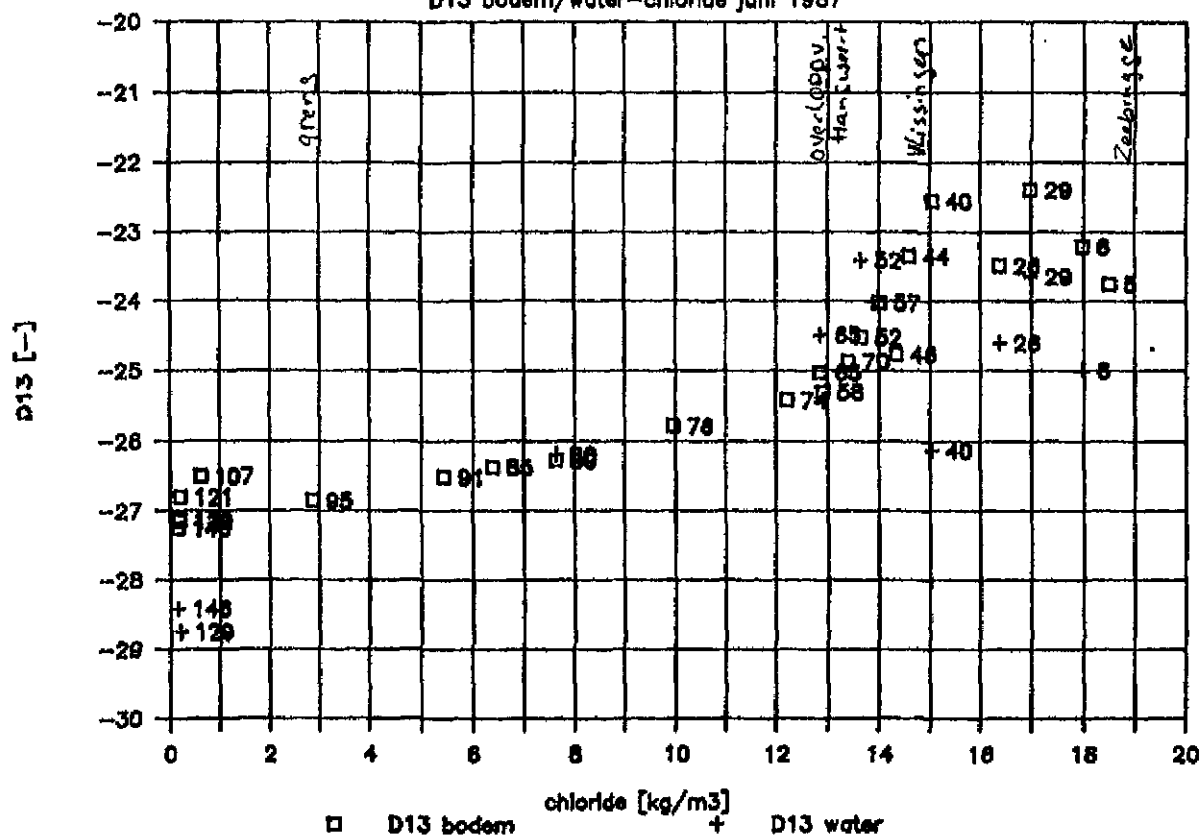
▽ BGwinter

□ OG zomer

+ GEM zomer

SAWES TRANSPORT C12/C13 onderzoek

D13 bodem/water-chloride juni 1987



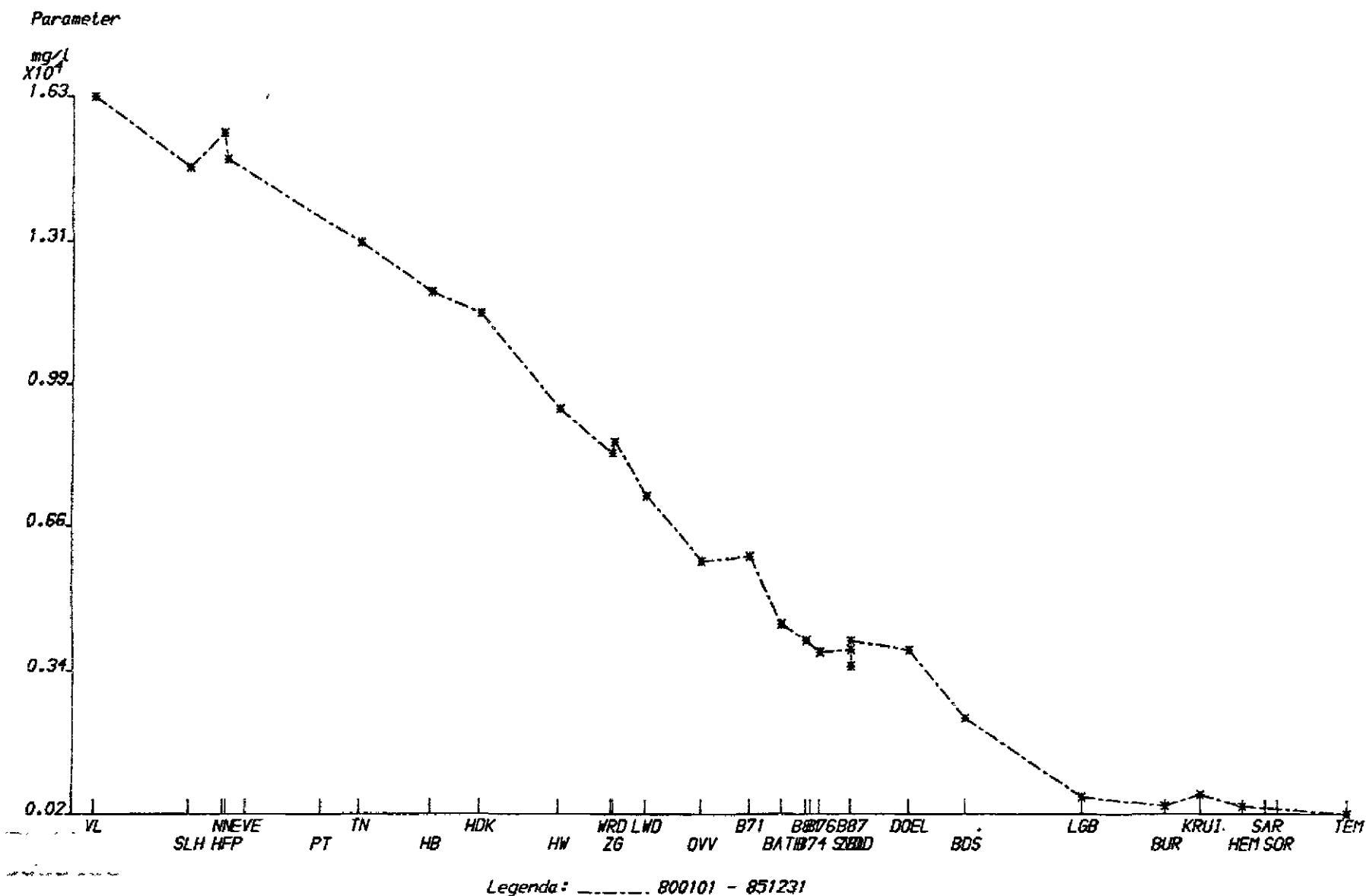
Chloride

Westerschelde + Schelde

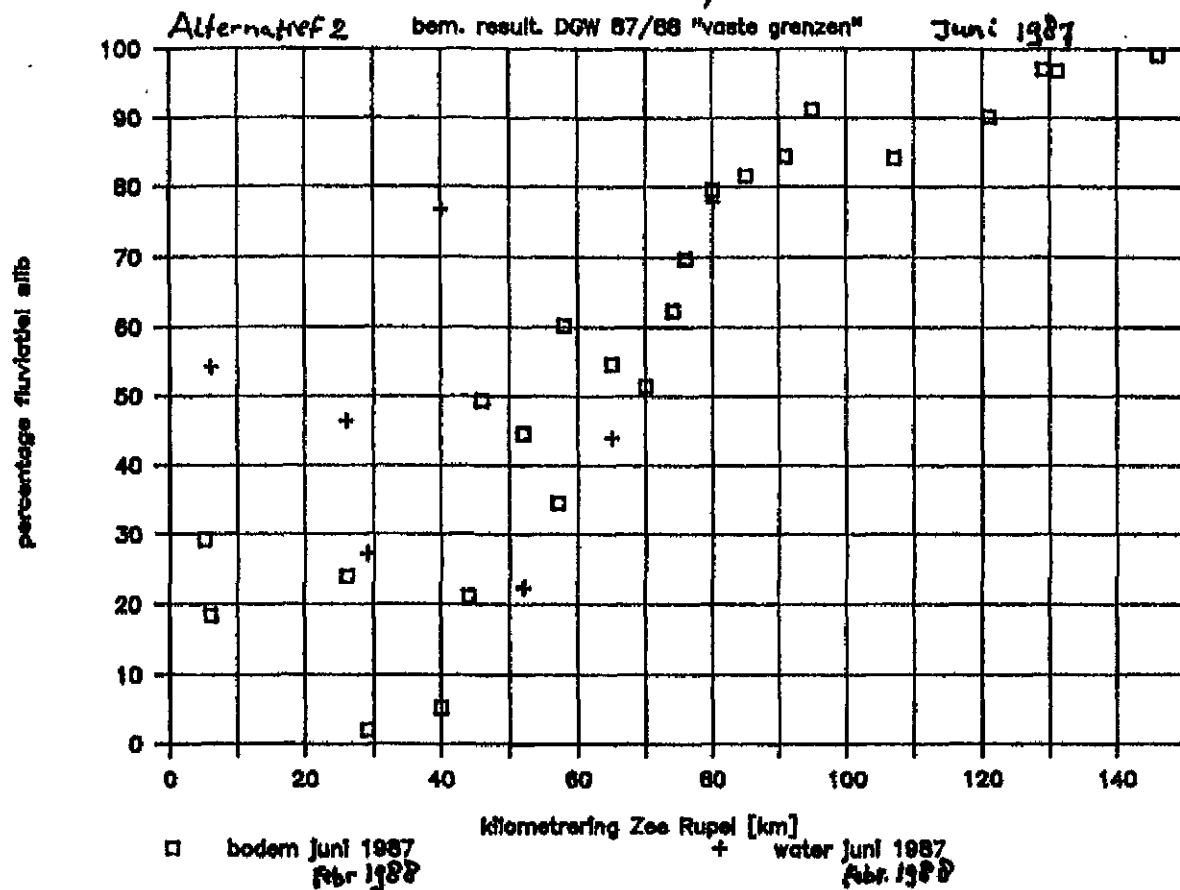
890626

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren
Middelburg

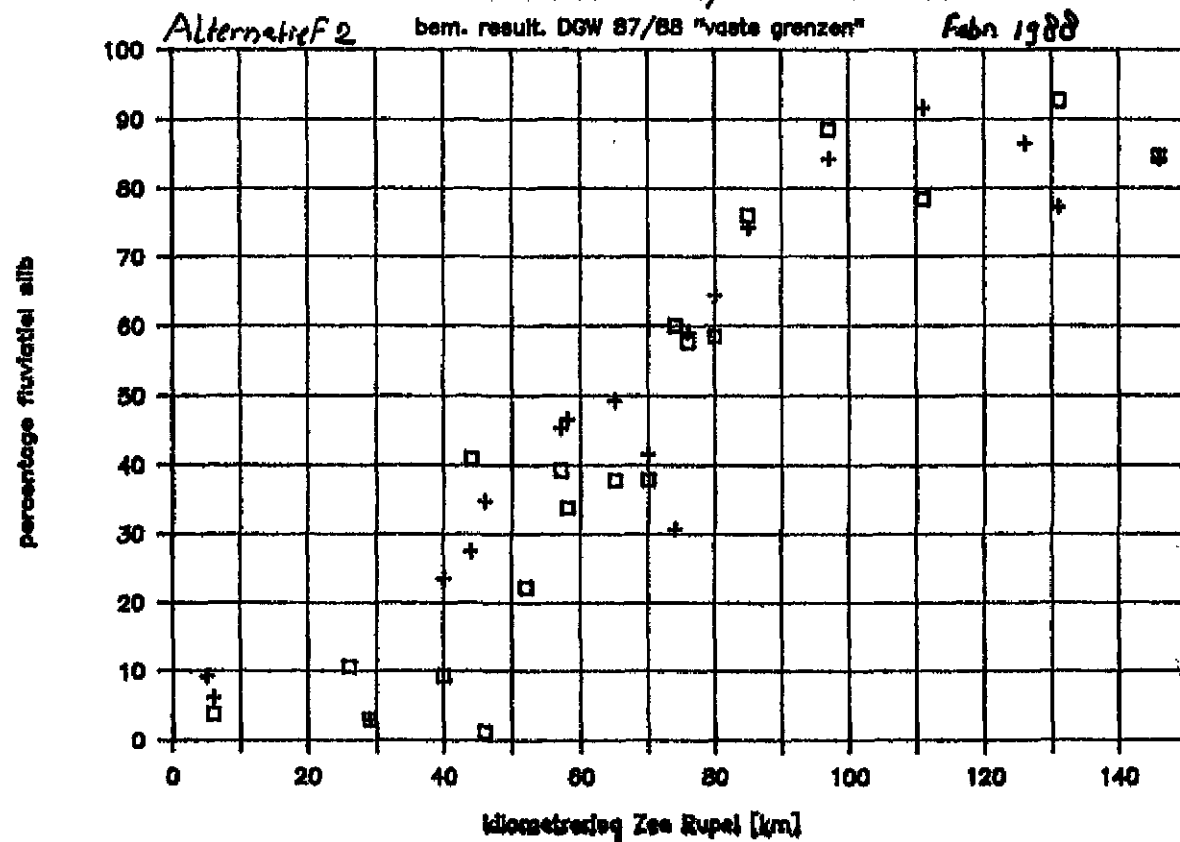
Bijlage 12



Scheldeestuarium C12/C13 onderzoek



Scheldeestuarium C12/C13 onderzoek

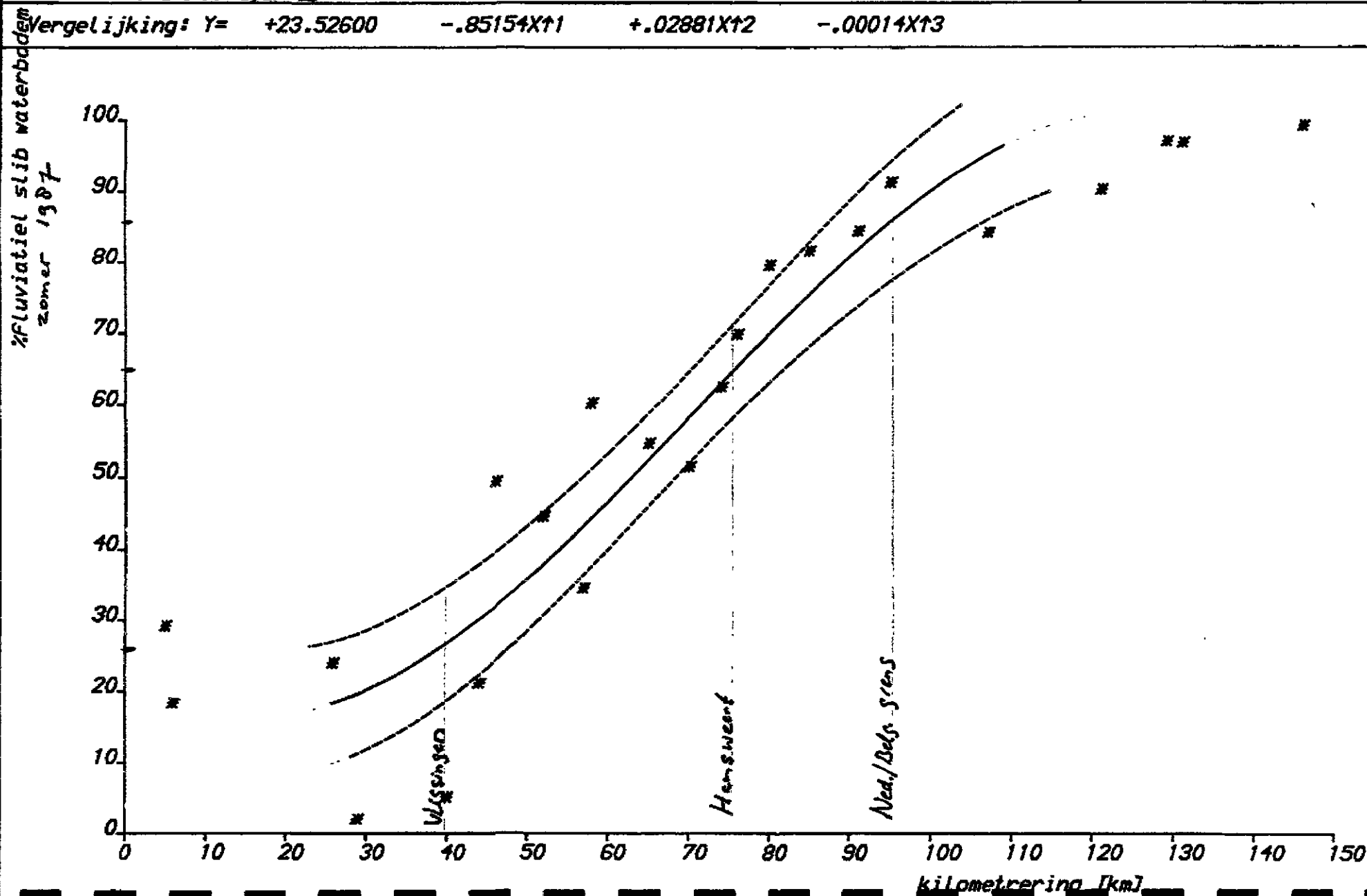


scheldeestuarium C12/C13 onderzoek VASTE GRENZEN

Rijkswaterstaat
Dienst Getijdewateren
Middelburg

Alternatief 2

Vergelijking: $Y = +23.52600 - .85154X^{11} + .02881X^{12} - .00014X^{13}$



19
 scheldeestuarium C12/C13 onderzoek VASTE GRENZEN

Rijkswaterstaat
 Dienst Getijdewateren
 Middelburg

Alternatief 2

Vergelijking: $Y = +7.65710 - .75548X^1 + .02874X^2 - .00014X^3$

