

Auteur: J.P. Swart
Datum : juli 1987

Onderzoek verhouding
mariene-fluviatielslib in de
Westerschelde
Nota NXL-87.015 1)

Samenvatting

Ten behoeve van de bepaling van de herkomst van het bodemslib in de Westerschelde is onderzoek verricht naar de verhouding van het mariene- en fluviatielslib (zee- en rivierslib) in dit gebied.

In 1985 is van een 12-tal locaties in de Westerschelde de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde van het bodemslib bepaald (RU-Groningen). Uit dit onderzoek volgt dat de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde van het bodemslib in de Westerschelde varieert tussen -25,48 en 23,15 o/oo.

De hieruit berekende verhouding tussen het mariene- en fluviatielslib (zee- en rivierslib) in de bodem bedraagt respectievelijk 61 en 39 % aan de Nederlands-Belgische grens en 99 en 1% in de mond van de Westerschelde. Het verloop van de berekende verhouding tussen zee- en rivierslib toont voor het riviergedeelte tussen Hansweert en de Belgische grens een opmerkelijk steil verloop, terwijl voor het overige riviergedeelte de gradiënt vrij flauw verloopt; dit wil zeggen dat de grootste hoeveelheid rivierslib in de bodem zich in het oostelijk deel van de Westerschelde bevindt.

Indien we enkel van het rivierslib uitgaan, dan betekent dit dat van de totale hoeveelheid rivierslib in de bodem, zich 65 à 80% in het riviergedeelte tussen Hansweert en de Nederlands-Belgische grens bevindt.

1) Deze nota zou in eerste instantie verschijnen onder nr. WWKZ-84.V399.

N.B. de berekende percentages te beschouwen per volume-eenheid bodemslib.

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1. Inleiding	3
2. Onderzoek	4
2.1 Locatie en monstername	4
2.2 Analyse monsters	4
3. Resultaten onderzoek	5
3.1 Resultaten eerder onderzoek	5
3.2 Resultaten huidig onderzoek	6
4. Verhouding zee-/rivierslib	7
5. Conclusies	10

Literatuurlijst

Appendix A

Lijst van bijlagen

1. INLEIDING

De plaats van herkomst van het bodemslib in de Westerschelde speelt een belangrijke rol bij het oplossen van vraagstukken met betrekking tot onder andere de slibbalans, de verspreiding van slib en hieraan gebonden microverontreinigingen en het slibtransport.

In 1985 is ten behoeve van het onderzoek naar de herkomst van het bodemslib een bodembemonstering op een 12-tal locaties in de Westerschelde uitgevoerd. De voor dit onderzoek benodigde analyses ($\delta^{13}\text{C}$) zijn verricht door de Rijksuniversiteit Groningen. Hieruit is de verhouding van het mariene- en fluviatiel ¹⁾ slib (zee- en rivierslib) per locatie berekend. De resultaten van dit onderzoek geven een inzicht in de mate en hoeveelheid zee- en rivierslib dat in het estuarium getransporteerd wordt en op de bodem sedimenteert.

Opmerking: aangenomen is dat de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde een zuivere maat is voor de bepaling van de herkomst van slib (zee- of rivierslib).

1) in het vervolg van de nota wordt over zee- en rivierslib gesproken.

2. ONDERZOEK

2.1 Locatie en monsternamen.

Ten behoeve van dit onderzoek zijn op een 12-tal locaties in de Westerschelde en de mond bodemonsters genomen. Hierbij zijn gebieden met zowel sterke als minder sterke slibafzettingen bemonsterd; respectievelijk diepe putten en drempels.

De bemonsteringslocaties zijn:

- Drempels: Zandvliet (I), Valkenisse (II), Hansweert (IV), Baarland (VI), Borssele (X);
- Stortplaatsen: Zimmermangeul (III), Gat van Ossenis (VII), Everingen (IX);
- Overige plaatsen: Put van Hansweert (V), Put van Terneuzen (VIII), Put van Borssele (XI), Vlaamse Banken (XII en XIII).

Per locatie (I tot en met XIII) zijn 1 à 3 bodemonsters met de Van Veengrijper genomen (mengmonsters). De bemonstering is uitgevoerd in de periode van 21-11-1984 tot 22-2-1985.

2.2 Analyse monsters.

Van elk monster is in het laboratorium 1) de verhouding tussen zand, slib, kalk en humus bepaald (bijlage 1).

De slibfractie van de monsters voor de R.U. Groningen is bepaald door afslibben (glasvezelpapier maaswijdte 1-63 μm), waarna het materiaal is gedroogd (temperatuur $< 100^\circ\text{C}$)

In het Natuurkundig laboratorium 2) van de R.U. Groningen is van elk slibmonster de isotopensamenstelling ($\delta^{13}\text{C}$) van het aanwezige koolstofelement bepaald. De isotopen van het koolstofelement bevatten bepaalde specifieke eigenschappen (zie appendix A). Verder vertoont de isotopensamenstelling van het koolstofelement van zee- en rivierslib sterke verschillen, zodat het mogelijk is hieruit informatie omtrent de herkomst van het slib te verkrijgen.

1) Laboratorium RWS te Vlissingen.

2) onder leiding van prof. W.G. Mook.

3. RESULTATEN ONDERZOEK

3.1 Resultaten eerder onderzoek

In de Westerschelde en het mondingsgebied is in het verleden en ook vrij recent onderzoek verricht naar de isotopenverhouding van het aan slib gebonden koolstof ($\delta^{13}\text{C}$). Een aantal van deze studies zijn vastgelegd in de volgende rapporten: lit. 1 (1975), lit. 2 (1981), lit. 3 (1981) en lit. 4 (1985).

- a. Lit. 1, een deelonderzoek van dit rapport omvat de isotopenverhouding van in hoofdzaak het slib van de Boven-Schelde.

In het gebied van de Boven-Schelde (Demder-Doel) is de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde vrij constant en varieert tussen -27,9 en -28,5 o/oo; met een gemiddelde waarde van -28,2 o/oo. We kunnen in dit gebied van na-genoeg zuiver rivierslib spreken, daar invloed van zeeslib zeer gering zal zijn. In het traject tussen de Belgische grens (Doel)-Vlissingen/Breskens verandert de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde sterk en daalt van -28 o/oo tot -25,1 à -25,6 o/oo. Op bijlage 2 is het verloop van $\delta^{13}\text{C}$ -waarde uit dit rapport weergegeven.

- b. Lit. 2, door W. Salomons en W.G. Mook is hier onder andere onderzocht welke $\delta^{13}\text{C}$ -waarde in diverse gebieden voor zee- en rivierslib voorkomen. Hierbij zijn langs de kust en in de rivier het bodemmateriaal op een aantal locaties op o.a. $\delta^{13}\text{C}$ geanalyseerd. De uitkomsten zijn samengevat op bijlage 3. Uit dit onderzoek volgt dat de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde van zee- en rivierslib varieert tussen:

Zeeslib -20 en -25 o/oo
rivierslib -25 en -28 o/oo

- c. Lit.3, in dit onderzoek is o.a. de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde op een 5-tal plaatsen in de Westerschelde bepaald. De $\delta^{13}\text{C}$ -waarde varieert sterk van plaats tot plaats, toch is er stroomopwaarts een stijgende tendens waar te nemen (bijlage 4). De bemonsterde locaties en het aantal monsters zijn echter te beperkt voor het gebied van de Westerschelde, zodat hieruit geen betrouwbare gradiënt is te bepalen.

3.2 Resultaten huidig onderzoek.

Op een 12-tal locaties, verdeeld over de Westerschelde en de mond is van het aanwezige bodemslib de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde bepaald. Per locatie is uit de monsters een gemiddelde waarde bepaald (bijlage 5). De standaard afwijking op locatie VIII is vrij groot en wordt hoofdzakelijk door monster nr. 5 bepaald. Een verklaring voor deze uitschieter is niet voorhanden. De gevonden $\delta^{13}\text{C}$ -waarde varieert tussen -22,45 en 25,78 o/oo. Hoewel hier en daar schommelingen optreden is toch over de rivier een gradiënt van $\delta^{13}\text{C}$ -waarde aanwezig (bijlage 6).

4. VERHOUDING ZEE-:RIVIERSLIB

De verhouding van het zee- en rivierslib voor de in 3.2 verzamelde gegevens is te berekenen met de volgende formule:

$$x = \frac{(\delta - \delta_m)}{(\delta_f - \delta_m)} \quad (\text{lit. 4})$$

Hierin is :

x = procenten zeelib

δ = ^{13}C -gemeten waarde (zee- en rivierslib gemengd)

δ_f = ^{13}C -waarde rivierslib

δ_m = ^{13}C -waarde zeelib.

Volgens 3.1a ligt de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde van zee- en rivierslib respectievelijk tussen -20 en -25 o/oo en -25 en -28 o/oo. De te berekenen verhouding van zee- en rivierslib in een monster is afhankelijk van welke waarde voor δ_f (rivierslib) en δ_m (zeelib) wordt aangenomen.

In het onderzoek volgens lit. 1 (1974) werd voor het bovenstroomse deel van de Schelde -tussen Doel en Dendermonde- een gemiddelde ^{13}C -waarde van -28,2 o/oo gevonden. Deze waarde is een gemiddelde van waarnemingen verdeeld over een 6-tal bemonsteringslocaties (bijlage 2). Opgemerkt wordt dat deze gegevens afkomstig zijn van een en dezelfde monstercampagne. Gezien het feit dat invloed van zeelib in dit traject nagenoeg uitgesloten lijkt, is de gevonden waarde een geschikte maat voor het rivierslib van de Schelde.

Voor de $\delta^{13}\text{C}$ -waarde van het zeelib van het mondingsgebied van de Westerschelde geeft lit. 2 (bijlage 3, tabel IV) een waarde die ligt tussen -22,2 en -23,8 o/oo. Het gemiddelde van deze 3 locaties -ter hoogte van de Vlaamse Banken, Blankenberghe en de Zwartepolder- bedraagt -23,1 o/oo.

De verhouding zee-rivierslib voor de 12 locaties in de Westerschelde en de mond is uiteindelijk berekend met:

$$\delta_m = -23,1 \text{ o/oo en } \delta_f = -28,2 \text{ o/oo}$$

(gem. waarden)

Het per locatie aanwezige rivierslib (in %) is in tabel 1 samengevat.

Locatie	§13C-monster in o/oo	procenten rivierslib bij:
		$\delta_m = -28,2 \text{ o/oo}$ $\delta_f = -23,1 \text{ o/oo}$
I	-25,07	39
II	-25,48	47
III	-25,27	43
IV	-23,95	17
V	-24,70	31
VI	-23,98	17
VII	-24,36	25
VIII	-23,78	13
IX	-23,79	14
X	-23,49	8
XI	-23,79	14
XII	-23,15	1
XIII	-23,88	15

Het in de Westerschelde gevonden hoeveelheid rivierslib in de bodem verloopt vanaf de grens van 39 à 47% naar 1 à 15% in het mondingsgebied. (de berekende percentages te beschouwen per volume-eenheid bodemslib). Opgemerkt wordt dat volgens par. 3.1a (lit. 1) ter hoogte van Doel het percentage rivierslib nagenoeg 100% bedraagt.

De drempels (locaties I, IV, VI en X) bevatten naar verhouding minder rivierslib dan de aangrenzende locaties.

Een uitzondering hierop is echter locatie II (drempel van Valkenisse).

Op bijlage 6 zijn deze gegevens in figuur 1 grafisch weergegeven, terwijl in figuur 2 het voortschrijdende gemiddelde over een 3-tal locaties is uitgezet.

Vanaf het mondingsgebied tot Hansweert zien we een flauw verlopende gradiënt, terwijl vanaf Hansweert tot de grens met België de gradiënt over een korte afstand een sterk stijgend verloop vertoont. Dit geeft aan dat het meeste rivierslib in de bodem zich in het oostelijk deel van de Westerschelde bevindt.

Indien we het rivierslib apart beschouwen dan wordt de verhouding van het rivierslib in de bodem voor de gradiënt Hansweert-Belgische grens ten opzichte van de gradiënt Vlaamse Banken-Belgische grens als volgt:

Fig. 1, bijlage 6.

Gradiënt I-IV en I-XII, I-XIII

$$\frac{\text{I-IV}}{\text{I-XII}} = \frac{39-17}{39-1} = \frac{22}{38} \times 100\% = 58\%$$

$$\frac{\text{I-IV}}{\text{I-XIII}} = \frac{39-17}{39-15} = \frac{22}{23} \times 100\% = 96\%$$

gemiddeld 77%

Gradiënt II-IV en II-XII, II-XIII

$$\frac{\text{II-IV}}{\text{II-XII}} = \frac{47-17}{47-1} = \frac{30}{46} \times 100\% = 65\%$$

$$\frac{\text{II-IV}}{\text{II-XIII}} = \frac{47-17}{47-15} = \frac{30}{32} \times 100\% = 93\%$$

gemiddeld 79%

Het gemiddelde bedraagt 78% 80%

Fig. 2, bijlage 6.

Gradiënt II-V en II-XII

$$\frac{\text{II-V}}{\text{II-XII}} = \frac{43-22}{43-10} = \frac{21}{33} = 64\% \quad \underline{65\%}$$

Indien we enkel uitgaan van het rivierslib en van de exacte berekende verhouding zee- rivierslib (fig. 1 bijlage 6) dan betekent dit dat ca. 80% van het rivierslib in de bodem zich in het oostelijk deel van de Westerschelde bevindt.

Nemen we het voortschrijdende gemiddelde als basis (per 3 lokaties) dan bedraagt deze hoeveelheid 65% (fig. 2, bijlage 6).

Samenvattend kan worden gesteld dat van de totale hoeveelheid rivierslib in de bodem, zich 65% à 80% in het oostelijk deel van de Westerschelde bevindt. (de berekende percentages te beschouwen per volume-eenheid bodemslib).

5. CONCLUSIES

1. Uit lit. 1 en 2 (par. 3.1a) blijkt dat de waarde voor $\delta^{13}\text{C}$ van zee- en rivierslib voor de Westerschelde ligt tussen:

$$\delta_m = -22,2 \text{ o/oo en } -23,8 \text{ o/oo (zeeslib), gem. } -23,1 \text{ o/oo}$$

$$\delta_f = -27,9 \text{ o/oo en } -28,5 \text{ o/oo (rivierslib), gem. } -28,2 \text{ o/oo}$$

2. De $\delta^{13}\text{C}$ -waarde in het bodemslib van de Westerschelde volgens huidig onderzoek varieert van 25,48 o/oo aan de grens tot -23,15 o/oo in het mondingsgebied.

3. Uitgaande van de gemiddelde $\delta^{13}\text{C}$ -waarde volgens punt 1 wordt de verhouding zee-rivierslib van het bodemslib:

- mond Westerschelde: 85 à 99% zeeslib en 15 à 1% rivierslib;
- grens België: 61 à 53% zeeslib en 39 à 47% rivierslib.

Opgemerkt wordt dat volgens par. 3.1a lit. 1 ter hoogte van Doel het percentage rivierslib nagenoeg 100% bedraagt.

4. De gradiënt verhouding zee-rivierslib vertoont het volgende beeld:

- mond Westerschelde tot Hansweert, flauw verlopende gradiënt;
- Hansweert tot grens met België, steil verlopende gradiënt.

5. Indien we enkel het rivierslib beschouwen geldt:

- in de bodem van het oostelijk deel van de Westerschelde (grens België-Hansweert) bevindt zich 65 à 80% van de totale hoeveelheid rivierslib;
- in de bodem van het westelijk deel (van Hansweert tot aan de mond van de Westerschelde) de rest, 35 à 20%.

N.B. de berekende percentages te beschouwen per volume-eenheid bodemslib.

LITERATUURLIJST

- (1) Waterloopkundig Laboratorium.

Voorkomen en gedrag van zware metalen in slib uit de Westerschelde.

Waterloopkundig Laboratorium, Instituut voor bodemvruchtbaarheid.
Verslag onderzoek R994, mei 1975.

- (2) W. Salomons en W.G. Mook.

Field observations of the isotopic composition of particulate organic carbon in the southern Northsea and adjacent estuaries.

Delft Hydraulics Laboratory, Isotope Physics Laboratory, University of Groningen, Marine Geology, 41 (1981) M11 - M20.
Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam.

- (3) J.J. Reijnders, R. Steneker, H. Pronk, H. Rikaart, A. Molenaar, J. Miltenburg, J. Kool.

Het bodemkundig milieu van het intergetiggebied van de Westerschelde.

Instituut voor Aardwetenschappen Rijksuniversiteit Utrecht - Instituut voor Bodemkunde - februari 1985

- (4) W. Salomons, W.G. Mook en W. Eijsink.

Biogeochemical and hydronamic processes affecting heavy metals in rivers, lakes and estuaries.

Waterloopkundig Laboratorium Delft - publication nr. 253, februari 1981.

- (5) Salomons, W., Chemical and isotopic composition of carbonates during an erosion-sedimentation cycle.

Diss. Rijksuniversiteit Groningen 1973, 118 blz.

Tevens: University microfilms, Ann. Arbor., order No. 74-20094.

- (6) Salomons, W., Chemical and isotopic composition of carbonates in recent sediments and soils in Western Europe.
J. Sediment Petrol, June 1975.
- (7) Salomons, W., Hofman, P., Boelens, R., and Mook, W.G., The oxygen isotopic composition of the fraction less than 2 microns (clay fraction) in recent sediments from Western Europe.
Mar. Geol. 1975, 18, M23-M28.
- (8) Salomons, W., Mook, W.G., and Brümmer, G., The organic matter content and its isotopic composition in recent argillaceous sediments from Western Europe.
In voorbereiding.

APPENDIX A

Isotopengeochemisch onderzoek.

Van de meeste elementen in de natuur komen een aantal stabiele (niet-radioactieve) isotopen voor. Van het element koolstof bestaan twee stabiele isotopen, één met massa 12 (^{12}C), de andere met massa 13 (^{13}C), respectievelijk met een voorkomen van 98,9% en 1,1%. Bij zuurstof zijn interessant de isotopen ^{16}O (99,8%) en ^{18}O (0,2%). Doordat de isotopen van eenzelfde element alleen verschillen in de massa van de atoomkern (aantal neutronen) zijn de fysische en chemische eigenschappen van de moleculen die deze isotopen bevatten, nagenoeg identiek; er zijn echter kleine verschillen. Het gevolg van juist deze kleine verschillen is, dat de verbindingen van één element niet steeds dezelfde isotopenconcentraties bezitten. Zo vinden we in vele gevallen grote verschillen in isotopensamenstelling tussen chemisch identieke componenten in zeeslib en in rivierslib (lit. 5, 6, 7 en 8).

Om de isotopensamenstelling van een verbinding of mineraal aan te geven wordt niet de absolute isotopensamenstelling ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), maar de relatieve afwijking ten opzichte van een internationaal overeengekomen standaard gebruikt:

$$\delta \text{ (‰)} = \frac{R_m - R_s}{R_s} \times 1000$$

$R = ^{18}\text{O}/^{16}\text{O}; ^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$
 $m = \text{monster}$
 $s = \text{standaard}$

Wanneer van de koolstofisotopensamenstelling sprake is wordt de notatie δ^{13} gebruikt, respectievelijk δ^{18} voor de zuurstofisotopensamenstelling. Is de concentratie aan ^{18}O of ^{13}C in het monster hoger dan in de standaard, dan is de deltawaarde positief, is de concentratie aan het zware isotoop lager, dan is deze negatief.

LIJST VAN BIJLAGEN

Bijlage nr.

- 1 Gegevens granulair onderzoek monsters.
- 2 § 13C-waarden Boven-Schelde en Westerschelde (lit. 1).
3. § 13C-waarden Nederlandse kust en rivieren (lit. 2).
4. § 13C-waarden platen Westerschelde (lit. 3).
5. § 13C-waarden huidig onderzoek.
6. Verhouding zee-/rivierslib Westerschelde.

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

VI

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

VII

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

VIII

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

II

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

I

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

IV

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

V

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

VII

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

IX

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

XI

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

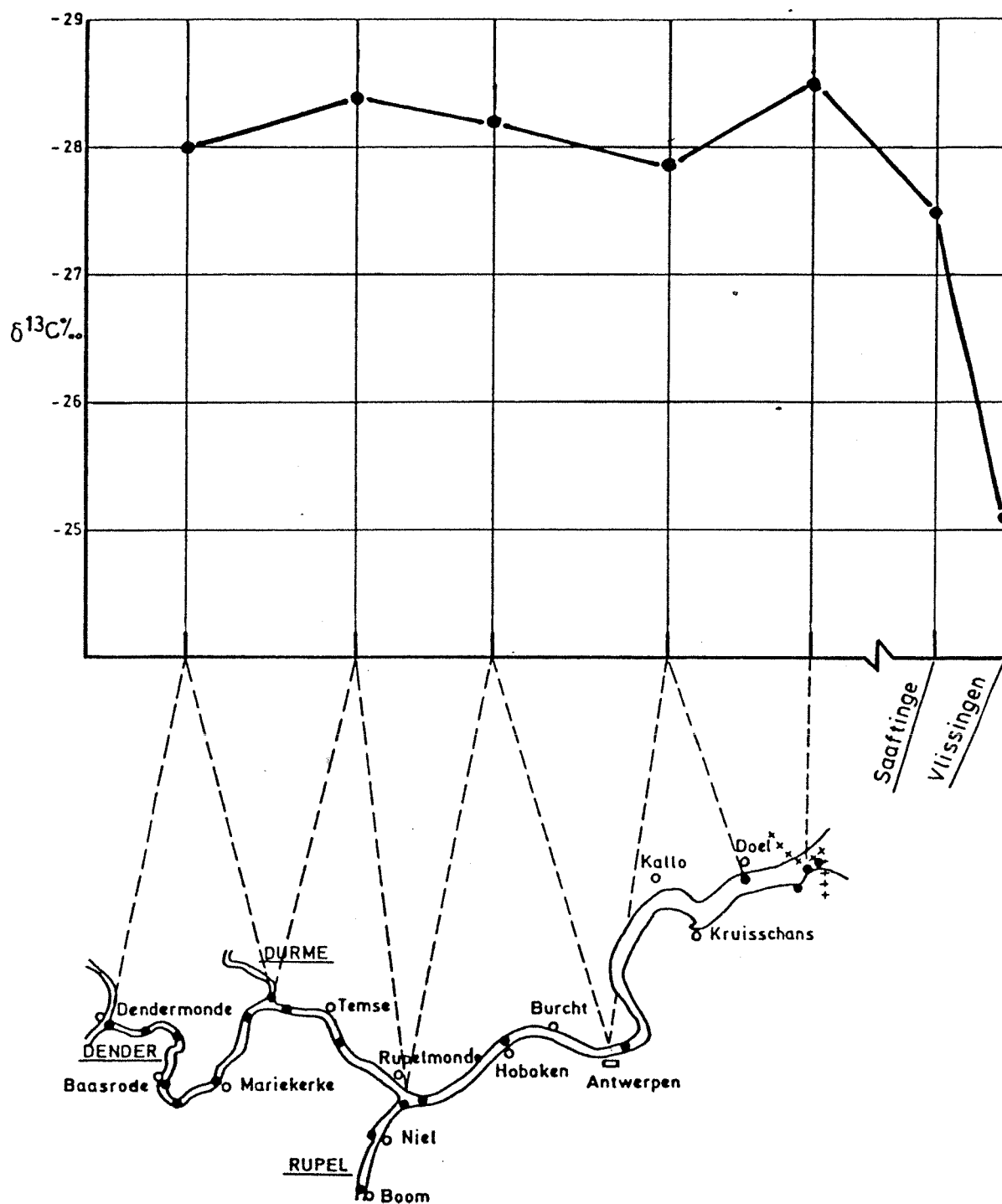
X

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

XIII

Monster nr	Coördinaten monsterpunt -x,-y (Amersfoort), R.P. (Decca) A.B. (Toran)				Diepte in m - N.A.P.				Samenstelling monster in % droge stof			
	X	Y	A	B					Zand (minerale delen > 16µ)	Slib (minerale delen < 16µ)	Kalk	Humus

XII



Traject	Organische stof	
	%	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$
Dender-Durme	9	-28,0
Durme-Rupel	9	-28,4
Rupel	10	-28,4
Rupel-Antwerpen	10	-28,2
Antwerpen-Doel	10	-27,9
Doel-Grens	8	-28,5
Saafdinge	8	-27,5
Vliissingen	4	-25,1
Breskens	5	-25,6

$\delta^{13}\text{C}$ -waarden Boven-schelde en Westerschelde (volgens lit.1) bodemslib

TABLE III

The isotopic composition of organic carbon in fluvial sediments

The % organic carbon refers to the calculated value at 50% < 16 μm (e.g. each value represents about 10–15 analyses from one locality)

	Organic carbon (%)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} (\text{‰})$
Rhine 1958	7.0	-25.4
Rhine 1969 (june)	5.9	-25.3
Rhine 1969 (november)	6.3	-25.9
Rhine 1970 (october)	7.0	-25.6
Rhine 1971 (october)	7.4	-25.5
Rhine 1973 (may)*	8.6	-25.0
Rhine 1973 (october)	7.9	-25.4
Meuse 1958	7.9	-25.2
Meuse 1969	6.5	-26.0
Ems 1971	8.4	-27.4
Scheldt 1973	5.5	-28.0

TABLE IV

The isotopic composition of organic carbon in marine sediments

The organic carbon contents refer to the values at 50% < 16 μm

		Organic carbon (%)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} (\text{‰})$
Vlaamse Banken	1960	2.3	-23.2
Blankenberghe	1959	2.4	-23.8
Zwarte Polder	1959	2.8	-22.2
Westerschelde	1974	2.7	-25.4
Oosterschelde	1973	3.0	-24.0
Grevelingen	1959	3.8	-22.7
IJmuiden	1960	3.8	-23.4
Friesland	1957	3.7	-24.6
Friesland	1970	4.3	-24.2
Friesland	1976	4.0	-23.2
Groningen	1957	3.3	-22.8
Groningen	1975	3.6	-22.3
Groningen	1976	3.9	-21.7
Dollard	1958	3.8	-25.3
Ost-Friesland	1969	3.8	-21.3
(Jade)	1969	3.0	-20.1)

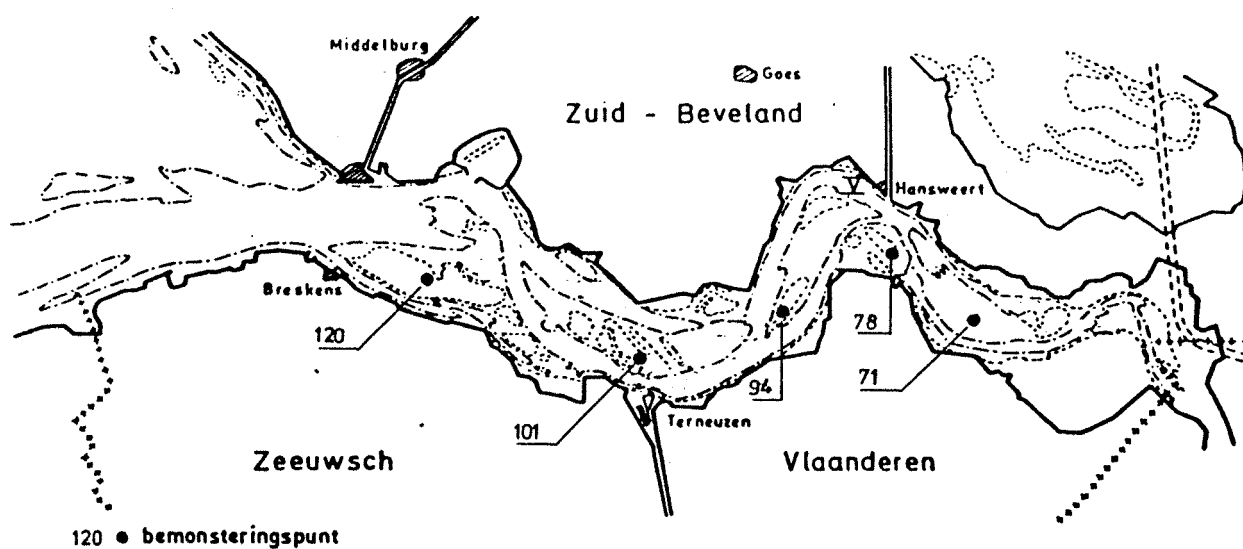
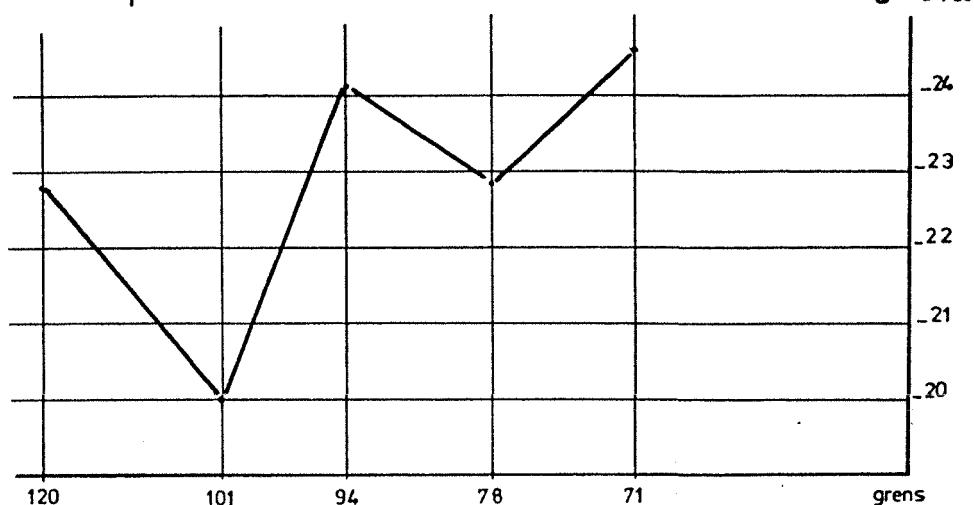
$\delta^{13}\text{C}$ -waarden Nederlandse kust en rivieren
(volgens lit. 2)

Monsternummer	^{13}C -waarde	$\%C^*$	$\%C^{**}$	NaCl%
120	$-22,8 \pm 0,1$	0,20	0,3	2,5
101	$-20,0 \pm 0,2$	0,12	0,5	2,3
94	$-24,1 \pm 0,1$	0,33	0,3	2,2
78	$-22,8 \pm 0,1$	0,15	0,1	2,1
71	$-24,6 \pm 0,2$	0,30	1,1	1,8

* bepaling te Utrecht

** bepaling te Middelburg

verloop $\delta^{13}\text{C}$ in ‰



$\delta^{13}\text{C}$ -waarden platen Westerschelde
(volgens lit.3)

monsternr.	lokatie	$\delta^{13}\text{C}$ (va PDB)	$\delta^{13}\text{C}$ gem.
3	VI	- 23,98	- 23,98
5		- 22,45	
6	VIII	- 24,06	- 23,78 $\pm$ 1,21
7		- 24,83	
8		- 25,78	
9	III	- 25,57	- 25,27 $\pm$ 0,72
10		- 24,45	
11		- 24,73	
12	II	- 25,97	- 25,48 $\pm$ 0,66
13		- 25,73	
14		- 25,63	
15	I	- 25,30	- 25,07 $\pm$ 0,70
16		- 24,28	
17		- 23,03	
18	IV	- 24,19	- 23,95 $\pm$ 0,82
19		- 24,62	
20	V	- 24,70	- 24,70
23		- 24,30	
24	VII	- 24,32	- 24,36 $\pm$ 0,09
25		- 24,46	
26		- 24,12	
27	IX	- 23,52	- 23,79 $\pm$ 0,30
28		- 23,73	
32		- 24,28	
33	XI	- 24,03	- 23,79 $\pm$ 0,64
34		- 23,07	
35		- 24,34	
36	X	- 23,49	- 23,63 $\pm$ 0,65
37		- 23,06	
38		- 23,68	
39	XIII	- 23,89	- 23,88 $\pm$ 0,20
40		- 24,08	
41		- 23,01	
42	XII	- 23,61	- 23,15 $\pm$ 0,40
43		- 22,83	

verloop $\delta^{13}\text{C}$ in ‰

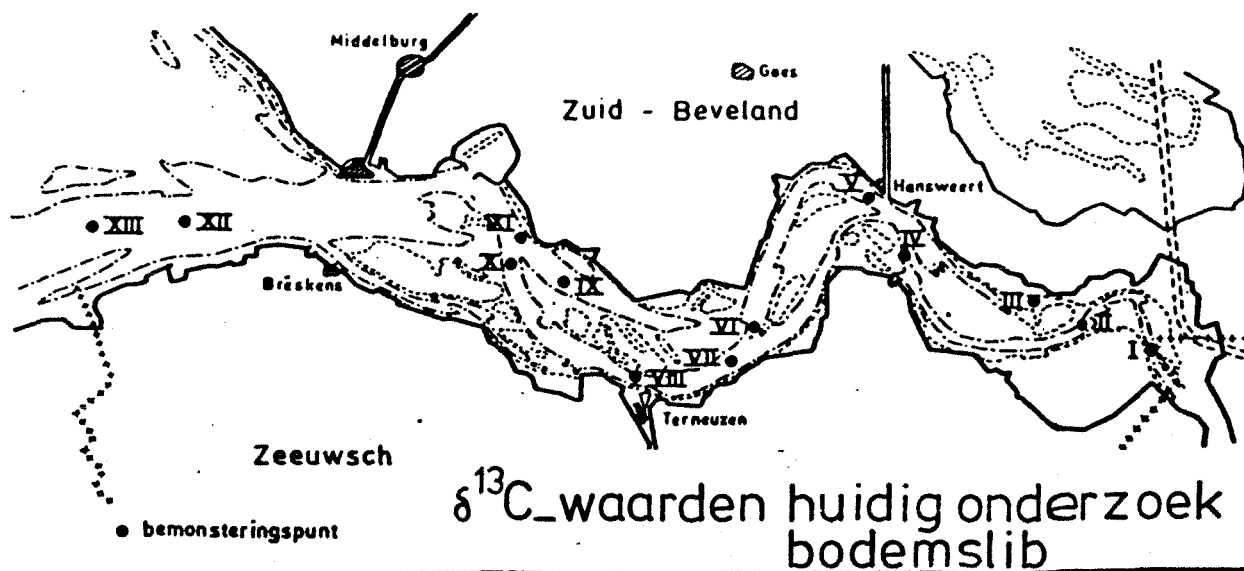
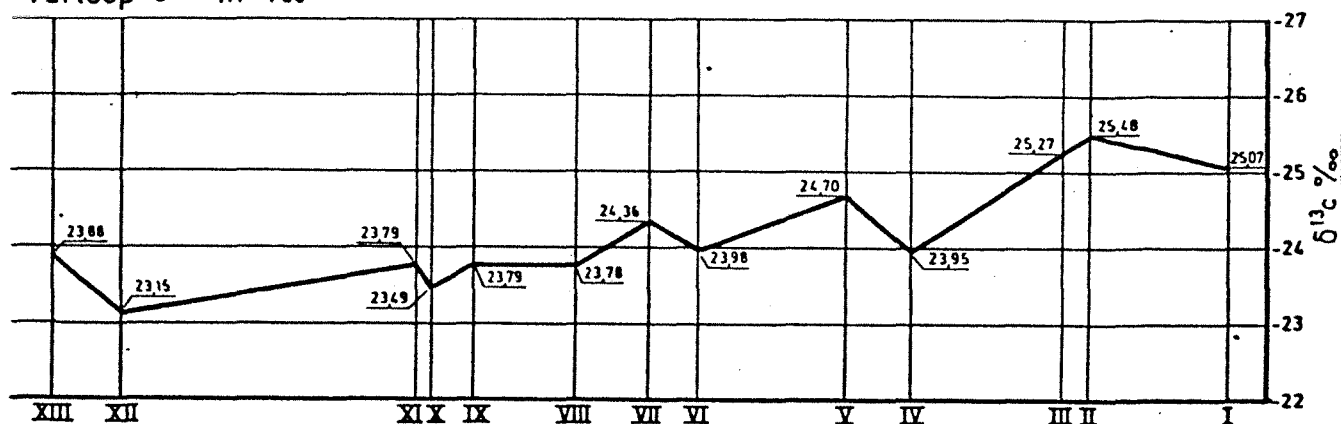


FIG.1

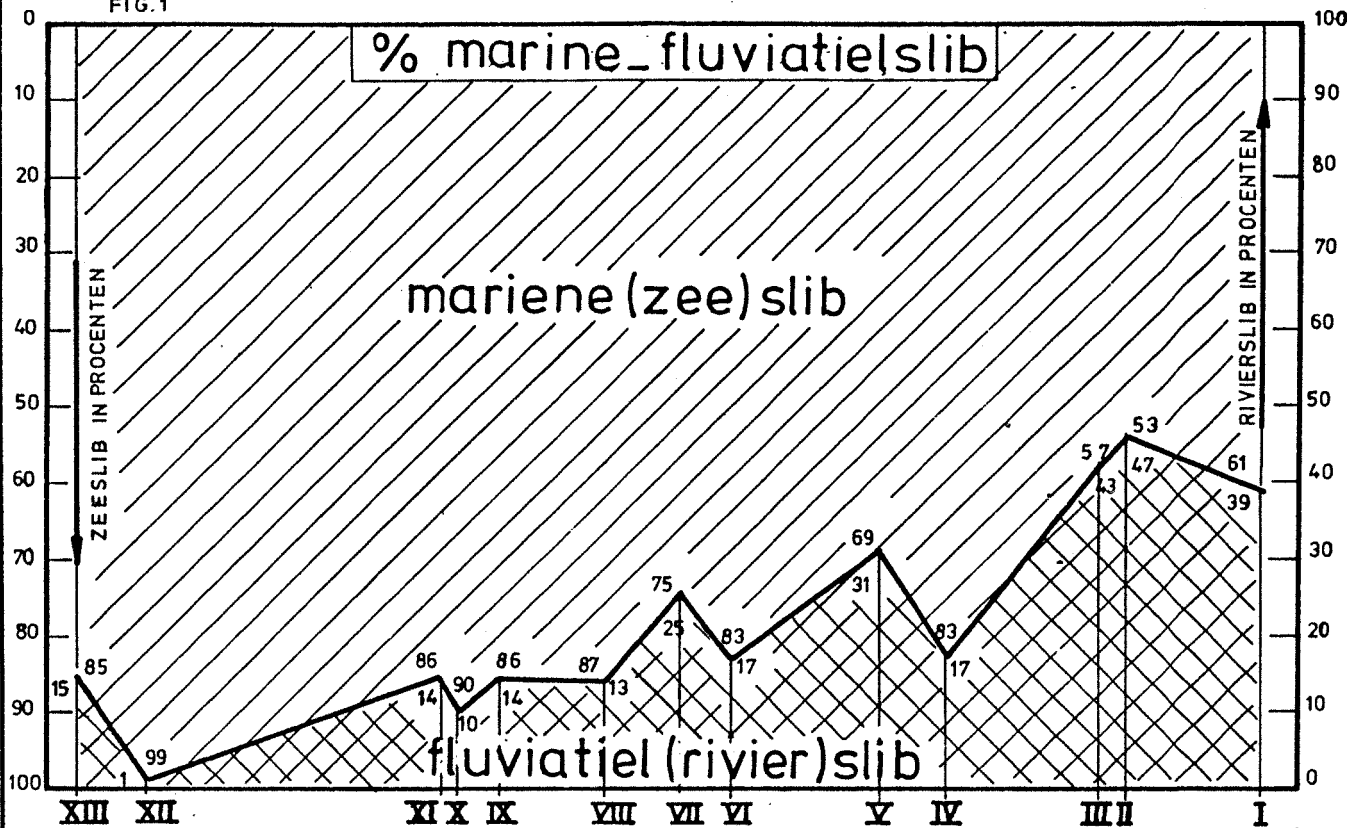
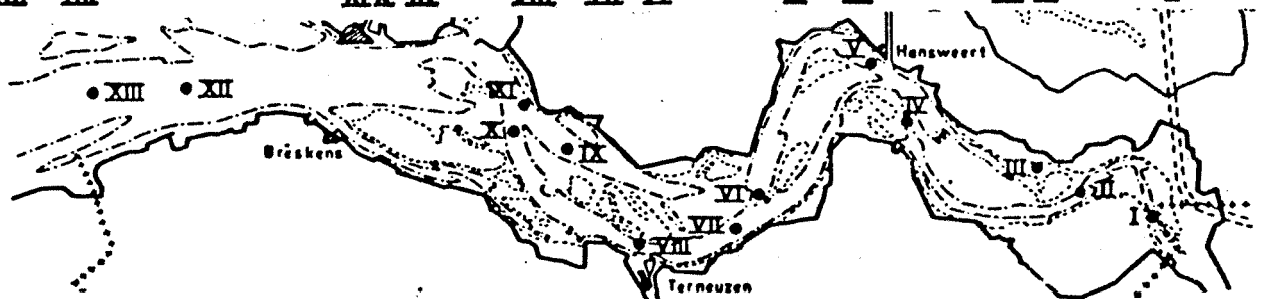
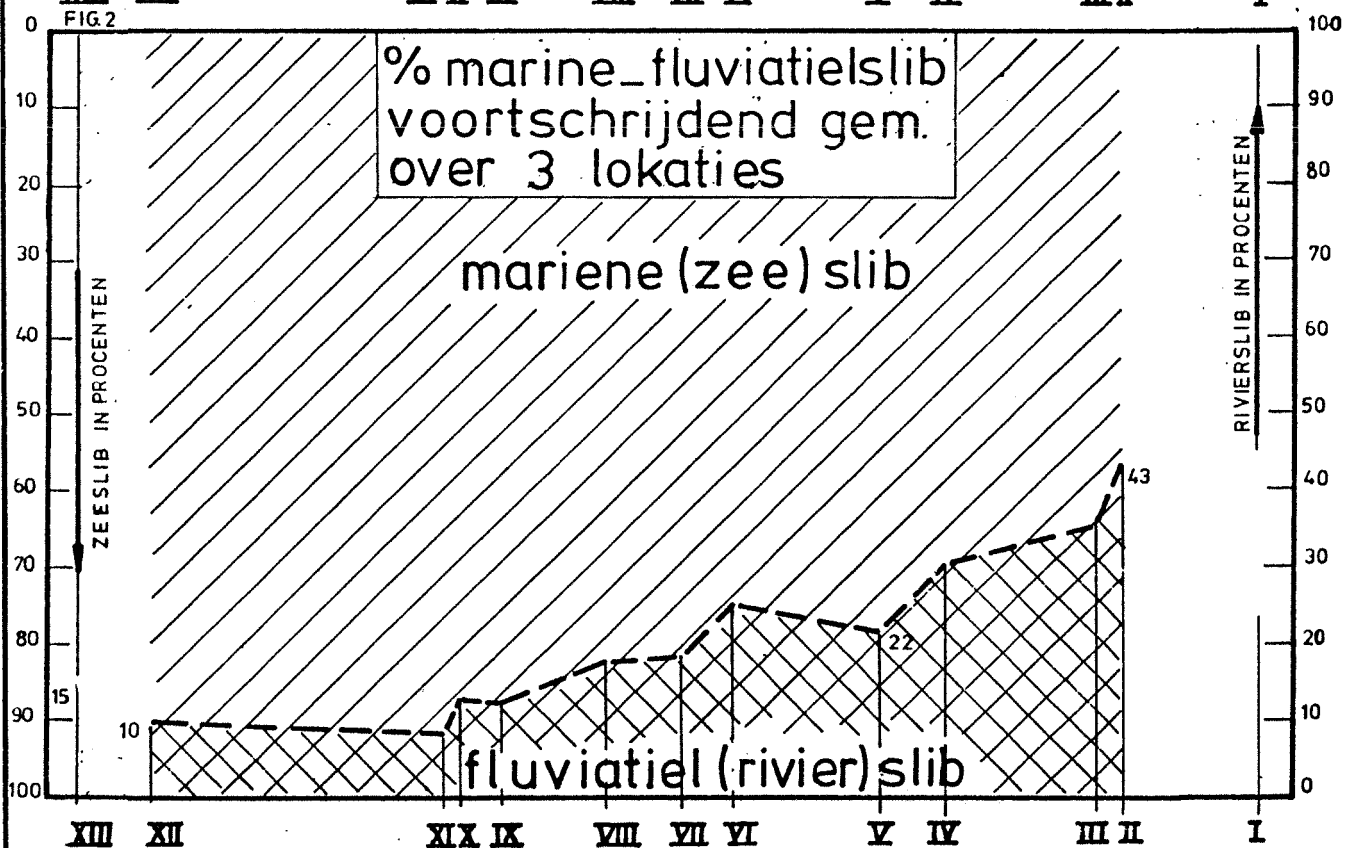


FIG.2



verhouding rivier_ en zeeslib (bodemslib)