

METHODE VOOR HET BEPALEN VAN  
ABSOLUTE VERANDERINGEN VAN KOR-  
RELGROOTTE-VERDELINGEN.

Nota K-156

Deelonderzoek.

VRAAG GESTELD DOOR J.H.J. Terwindt  
 VAN Waterloopkundige Afdeling  
 TE 's-Gravenhage.

MONDELING AAN J.H.J. Terwindt  
~~XXXXXXXXXX~~  
 BU SCHRUVEN N°

VRAAG: Methode voor het bepalen van absolute veranderingen van  
 korrelgrootteverdelingen.

REDEN Het verband tussen korrelgrootteverdelingen van het sediment en de  
 hydraulische toestand.

BJLAGEN

A2 nr.63.45      A1 nr.63.48  
 A1 nr.63.891    A1 nr.63.598  
 A2 nr.63.46

GEZ EN ACC

AANGEBODEN BU SCHR N°

MET OPMERKINGEN VAN HET HOOFD VAN DE  
 ZONDER WATERLOOPKUNDIGE AFDELING

ANTWOORD

Voor voorlopige resultaten: zie tekst.  
 Het onderzoek wordt voortgezet.

De methode voor het bepalen van absolute veranderingen van korrelgrootteverdelingen

1. Stel dat een bepaald riviervak gekarakteriseerd wordt door een korrelgrootteverdeling A met fracties  $A_1, A_2, A_3$  enz. en een naastgelegen vak door een korrelgrootteverdeling B met fracties  $B_1, B_2, B_3$  enz.

Stel voorts, dat bij een monster van 100 gram met fracties  $A_1$  t/m  $A_n$  de fractie  $A_k$  bij de overgang van A naar B absoluut met P gram is veranderd doch dat de overige fracties van A naar B hetzelfde zijn gebleven, dan zijn deze fracties in 100 gram van monster B vertegenwoordigd met :

$$B_1 = A_1 \times \frac{100}{100 + P} \qquad B_2 = A_2 \times \frac{100}{100 + P} \quad \text{enz.}$$

behalve dat voor  $B_k$  geldt :

$$B_k = \frac{(A_k + P)100}{100 + P}$$

We bepalen nu de verhouding tussen overeenkomende fracties van beide monsters :

$$R_1 = \frac{A_1}{B_1} = \frac{100 + P}{100} \qquad R_2 = \frac{A_2}{B_2} = \frac{100 + P}{100} \quad \text{enz.}$$

Met uitzondering van  $R_k$  geldt nu :

$$\boxed{R_1 = R_2 = \dots = R_c = \frac{100 + P}{100}} \quad (1)$$

De fracties die slechts relatief veranderen kunnen nu worden herkend : ze hebben constante ratio's.

Bezien we nu  $R_k$  :

$$R_k = \frac{A_k}{B_k} = \frac{A_k (100 + P)}{(A_k + P) 100} = \frac{A_k \cdot R_c}{A_k + P}$$

ofwel :  $B_k \times R_c = A_k + P$

zodat

$$\boxed{P = B_k \times R_c - A_k} \quad (2)$$

2. Nemen bepaalde fracties absoluut af en andere absoluut toe, dan valt op te merken :

Is de totale toename groter dan de totale afname dan is  $R_c < 1$ .

Is de totale toename gelijk aan de totale afname dan is  $R_c = 1$ .

Is de totale toename kleiner dan de totale afname dan is  $R_c > 1$ .

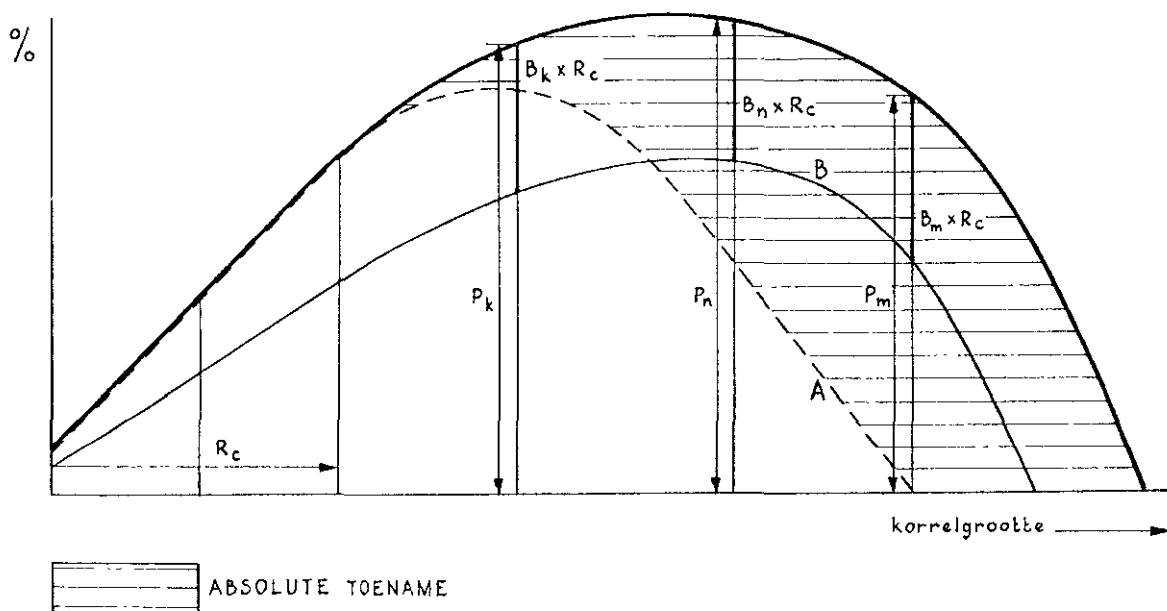
Bovendien geldt :

$$R_c = \frac{100 + \sum P}{100} \quad (3)$$

en

$$P_n = B_n \times R_c - A_n.$$

Deze formules worden verduidelijkt in onderstaande figuur.



3. Met behulp van de constante ratio  $R_c$  kan de absolute toename of afname  $P$  van een bepaalde fractie worden bepaald.

$P$  wordt uitgedrukt in grammen per 100 gram basismateriaal.

Op bijlage 1 werd het verloop van  $R$  voor een aantal geschematiseerde gevallen nagegaan. Aangenomen is, dat voor die fracties waarvoor  $R$  constant is, er evenveel materiaal is aangevoerd als afgevoerd.

4. Men kan de absolute veranderingen in de korrelgrootte zowel in een richting ( $P_{AB}$ ) als in tegengestelde richting ( $P_{BA}$ ) bestuderen. Tussen de veranderingen in beide richtingen bestaat het volgende verband :

$$P_{AB} = R_c B-A$$

$$P_{BA} = \frac{1}{R_c} A-B$$

$$\frac{P_{AB}}{P_{BA}} = \frac{R_c B-A}{\frac{1}{R_c} A-B}$$

$$\boxed{P_{AB} = -R_c \cdot P_{BA}} \quad (4)$$

De veranderingen in de ene richting verschillen dus met een factor  $-R_c$  met de veranderingen in de andere.

#### 5. Toepassing van de methode op de korrelgroottegegevens van de Waterweg

Van de vakgemiddelden van de korrelgrootteverdelingen (zie Nota K 143 en bijlage 2) van de Waterweg werden met bovenstaande methode de absolute veranderingen bepaald, gaande van de rivier naar zee. De ratiocurven bleken na schematisering in overeenstemming te brengen met een der gevallen van bijlage 1. In deze schematisering en in het kiezen van de constante ratio's schuilt echter een zekere subjectiviteit.

De gebruikte fractie-intervallen waren  $0,3 \varphi$ , ( $\varphi = -^2 \log d$ ).

Bijlage 3 vertoont de bereikte resultaten :

- 1) Het blijkt, dat de sedimentatie in de overgang van de fluvia-tiele getijzone naar de estuariene zone zich vooral afspeelt in een aantal fracties ( $> 1,9 \varphi$ ). Verder zeewaarts treedt deze sedimentatie in steeds fijnere fracties op. Ook de maximale hoeveelheid toegevoegd materiaal komt in zeewaartse richting in steeds fijnere fracties voor.
- 2) In deze overgangszone vertonen de fracties  $1,6 \varphi$  t/m  $2,2 \varphi$  een afname. Dit betekent, dat er meer materiaal van deze fracties uit het vak verdwijnt dan er naar het vak wordt aangevoerd. De fijne fracties nemen echter toe. Als verklaring voor deze tegenspraak kan gelden, dat de ebstroom het grovere materiaal wel kan uitselecteren en afvoeren. De vloedstroom voegt echter veel fijn materiaal aan het bodemsediment toe dat zich gemakkelijk tussen het grovere verspreid.  
Verder zeewaarts komt ook dit grovere materiaal tot afzetting.

- 3) Voorbij het havengebied treedt er toename in de fijnere fracties op  $> 2,2 \varphi$ , welke toegeschreven kan worden aan de toevoeging van fijn materiaal uit de havens aan het riviersediment.
  - 4) In de mond van de Waterweg nemen de fijnere fracties weer af, hetgeen in overeenstemming is met de grotere stroomsnelheden daar ter plaatse.
  - 5) Van bijzondere betekenis is de invloed van de Trog van Maasluis. In de Trog komt grof pleistoceen materiaal voor. Uit bijlage 3 blijkt, dat dit grove materiaal aan de landzijde van de Trog wordt afgezet en het fijne materiaal aan de zeezijde. Dit is in overeenstemming met de hydraulische toestand bij de Trog (zie hiervoor K-143). Bovendien blijkt, dat de invloed van een dergelijke verstoring in de bodem over aanzienlijke afstanden aan het bodemsediment merkbaar is.
6. Het verband tussen de totale absolute toe- of afname en de inhoudsveranderingen in de Waterweg

Wagegaan werd of de totale toe- en afname van alle fracties (zie bijlage 4) in verband te brengen was met de inhoudsveranderingen in de Waterweg (bijlage 5). Dit bleek niet mogelijk. Bij nader inzien is dit ook niet zo verwonderlijk. Immers de bodemligging in de Waterweg wordt sterk beïnvloed door de interactie tussen rivierafvoer en windcondities. De bodemveranderingen, die hierdoor optreden zijn aanzienlijk groter dan die, welke uit de inhoudsveranderingen uit de voor- en najaarspeilingen kunnen worden afgeleid.

Peilkaartenstudies geven slechts een tendenz aan over langere termijn. De werkelijke veranderingen voltrekken zich veel sneller. Bovendien zullen de peilingen niet altijd bij vergelijkbare omstandigheden zijn uitgevoerd. Ook is er in de mond gebaggerd, waardoor de "natuurlijke toestand" wordt beïnvloed. Om tot een verband tussen inhoudsveranderingen en de absolute korrelgrootteveranderingen van het bodemmateriaal te komen, zijn gedetailleerder metingen nodig dan ons ter beschikking staan.

## 7. Samenvatting

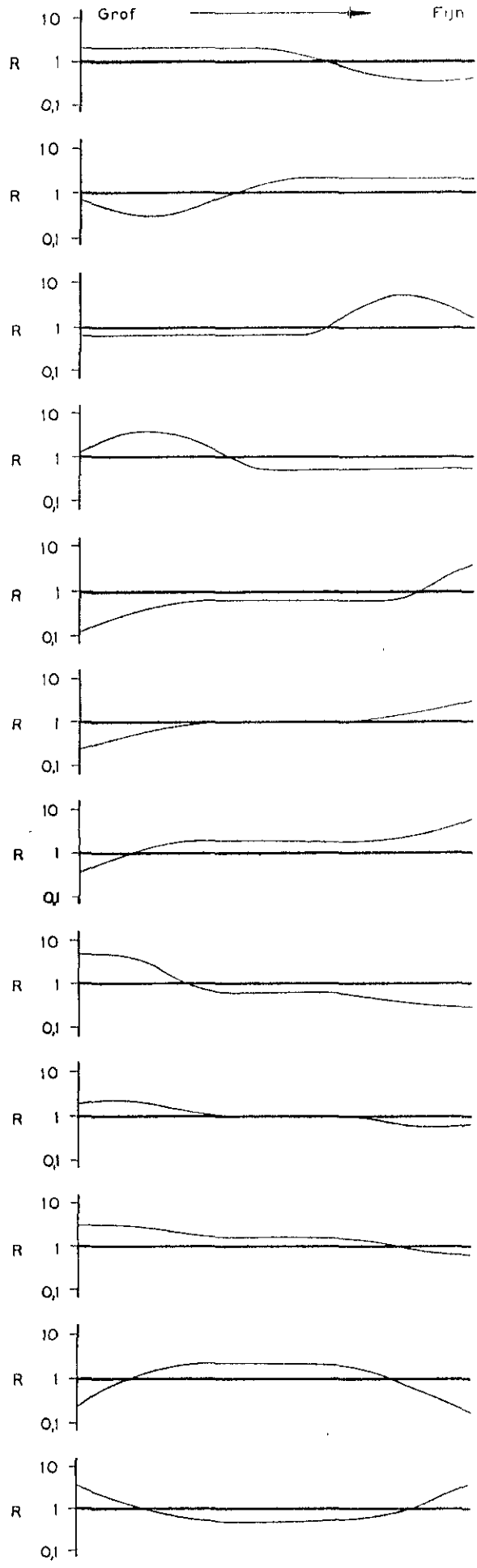
- 1) Er is een verschil tussen absolute en relatieve veranderingen van korrelgroottefracties.
- 2) Met behulp van een aantal aannamen en schematisaties kunnen de absolute veranderingen in de korrelgroottefracties bepaald worden.
- 3) Bij de overgang van de rivier naar het estuarium worden zee- waarts steeds fijnere fracties afgezet.
- 4) In het havengebied wordt fijn materiaal uit de havens aan het estuariumsediment toegevoegd.
- 5) In de mond van de Waterweg wordt het sediment grover, hetgeen overeenkomt met de grotere stroomsnelheden daar ter plaatse.
- 6) In het algemene beeld komen een aantal storingen voor. Allereerst bij de Trog van Maassluis. Hier wordt grover pleistoceen materiaal aan het estuariumsediment toegevoegd. De invloed hiervan is over grote afstand merkbaar. Een tweede storing ligt aan de landzijde van het estuarium waar de fracties  $1,6 \varphi$  t/m  $2,2 \varphi$  afnemen, terwijl de fijnere fracties toenemen. Dit kan worden verklaard, dat bij de eb-stroom het grovere sediment wordt afgevoerd, terwijl bij de vloedstroom veel fijn materiaal aan het sediment wordt toegevoegd.

mei 1963

LIJST VAN BIJLAGEN

Bijl.nr.	Tekst	Tek.nr.
1.	Het verloop van de ratio R (zie tekst) voor een aantal geschematiseerde gevallen.	A2 nr. 63.45
2.	De vakgemiddelden van de korrelgrootteverdelingen van de bodemonsters in de Waterweg.	A1 nr. 63.891
3.	De absolute verandering in bepaalde fracties gaande van rivier naar zee in de Rotterdamse Waterweg.	A2 nr. 63.46
4.	De totale toe- of afname van de fracties in de Rotterdamse Waterweg.	A1 nr. 63.48
5.	Inhouden en inhoudsverschillen Rotterdamse Waterweg (kmr 1032-1014).	A1 nr. 63.598





Afname fijne fracties  
Rest ongewijzigd

Afname grove fracties  
Rest ongewijzigd

Toename fijne fracties  
Rest ongewijzigd

Toename grove fracties  
Rest ongewijzigd

Afname grove fracties  
Midden fracties ongewijzigd Toename in fijne fracties  
a Absolute toename in totale monster  
Toename fijn > afname grof

b Geen absolute verandering in totale monster  
Toename grof = afname fijn

c Absolute afname in totale monster  
Toename fijn < afname grof

Toename grove fracties  
Midden fracties ongewijzigd Afname in fijne fracties  
a Absolute toename in totale monster  
Toename grof > afname fijn

b Geen absolute verandering in totale monster  
Toename grof = afname fijn

c Absolute afname in totale monster  
Toename grof < afname fijn

Afname grove fractie  
Midden fractie ongewijzigd  
Afname fijne fractie

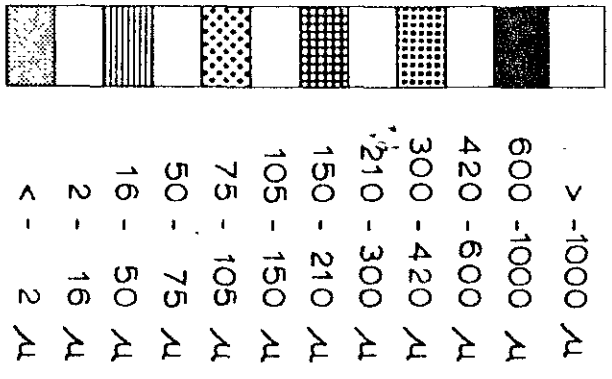
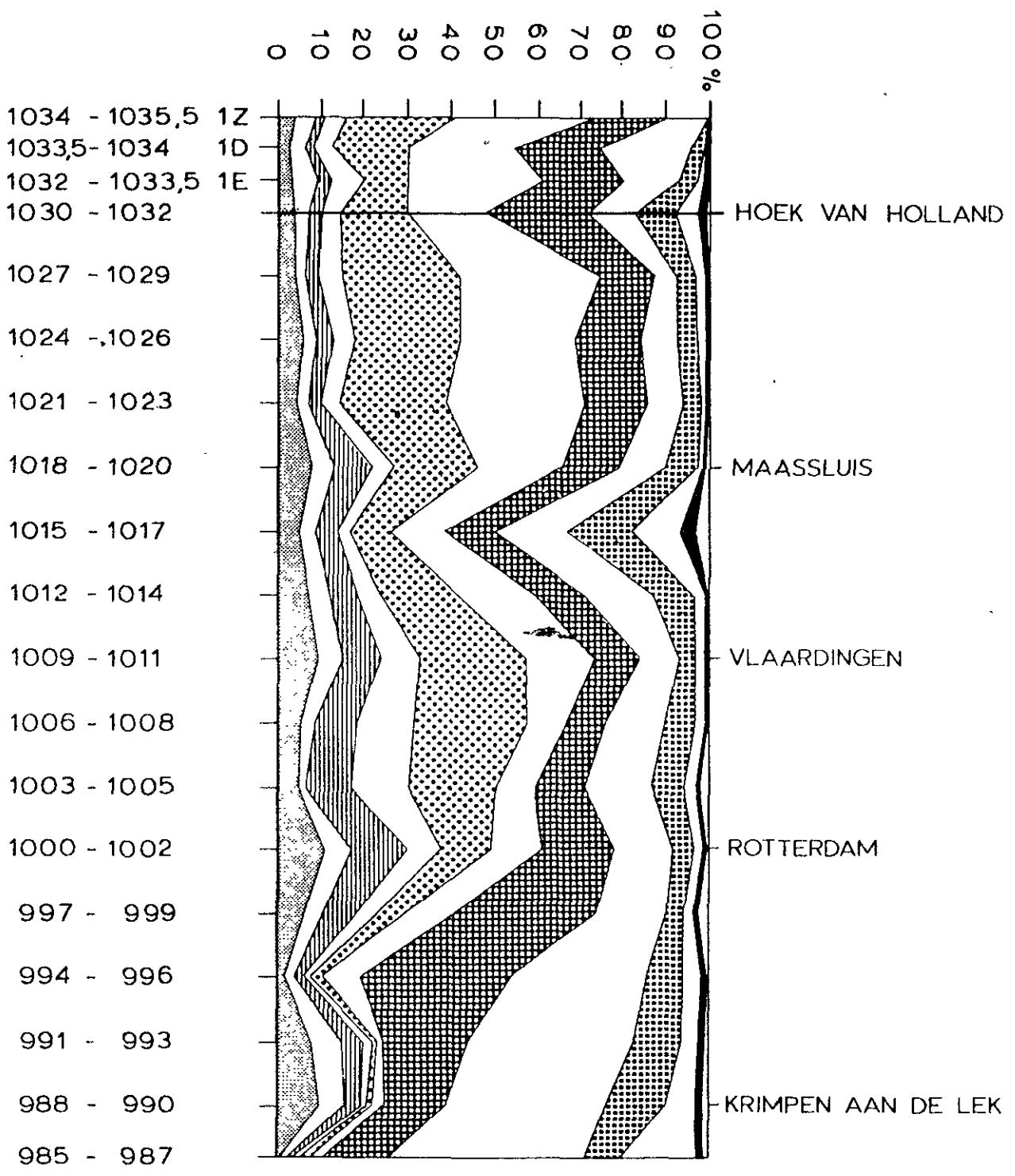
Toename grove fractie  
Midden fractie ongewijzigd  
Toename fijne fractie

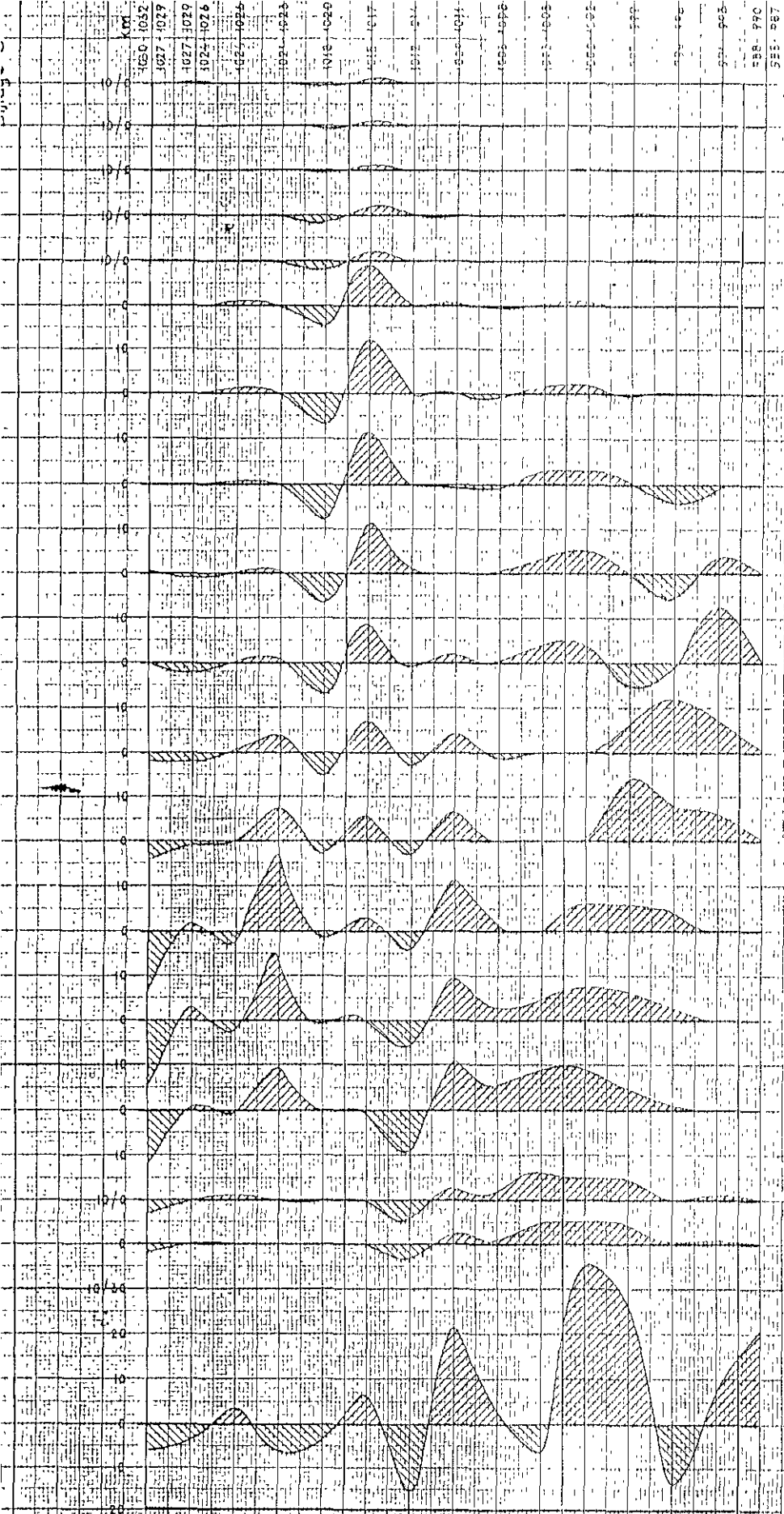
Ongelijk gedrag van de  
individuele monsters

→ Algemeen  $R_c < 1$  Absolute toename in het totale monster  
 $R_c = 1$  Geen absolute toename of afname in het totale monster  
 $R_c > 1$  Absolute afname in het totale monster

HET VERLOOP VAN DE  
RATIO R (ZIE TEKST)  
VOOR EEN AANTAL GE-  
SCHEMATISEERDE  
GEVALLEN

DE VAKGEMIDDELDEN VAN DE KORRELGROOITE-VERDELINGEN VAN DE BODEMMONSTERS IN DE WATERWEG





FRACTIE		
p	0.5	1440 μ
p	0.2	1160 μ
p	0.1	950 μ
p	0.4	780 μ
p	0.7	615 μ
p	1.0	500 μ
p	1.5	406 μ
p	1.8	350 μ
p	1.9	268 μ
p	2.2	207 μ
p	2.5	176 μ
p	2.8	144 μ
p	3.1	116 μ
p	3.4	95 μ
p	3.7	77 μ
p	4.0	65 μ
p	4.3	51 μ
p	4.5	< 51 μ

TOENAME  
 IN GRAM PER 100 GRAM  
 BASISMATERIAAL

AFNAME  
 GAANDE VAN RIVIER NAAR ZEE

ZEE

TROG VAN  
 MAASLUCHT

DUDE MAAS

HAVENS

BRUGGEN

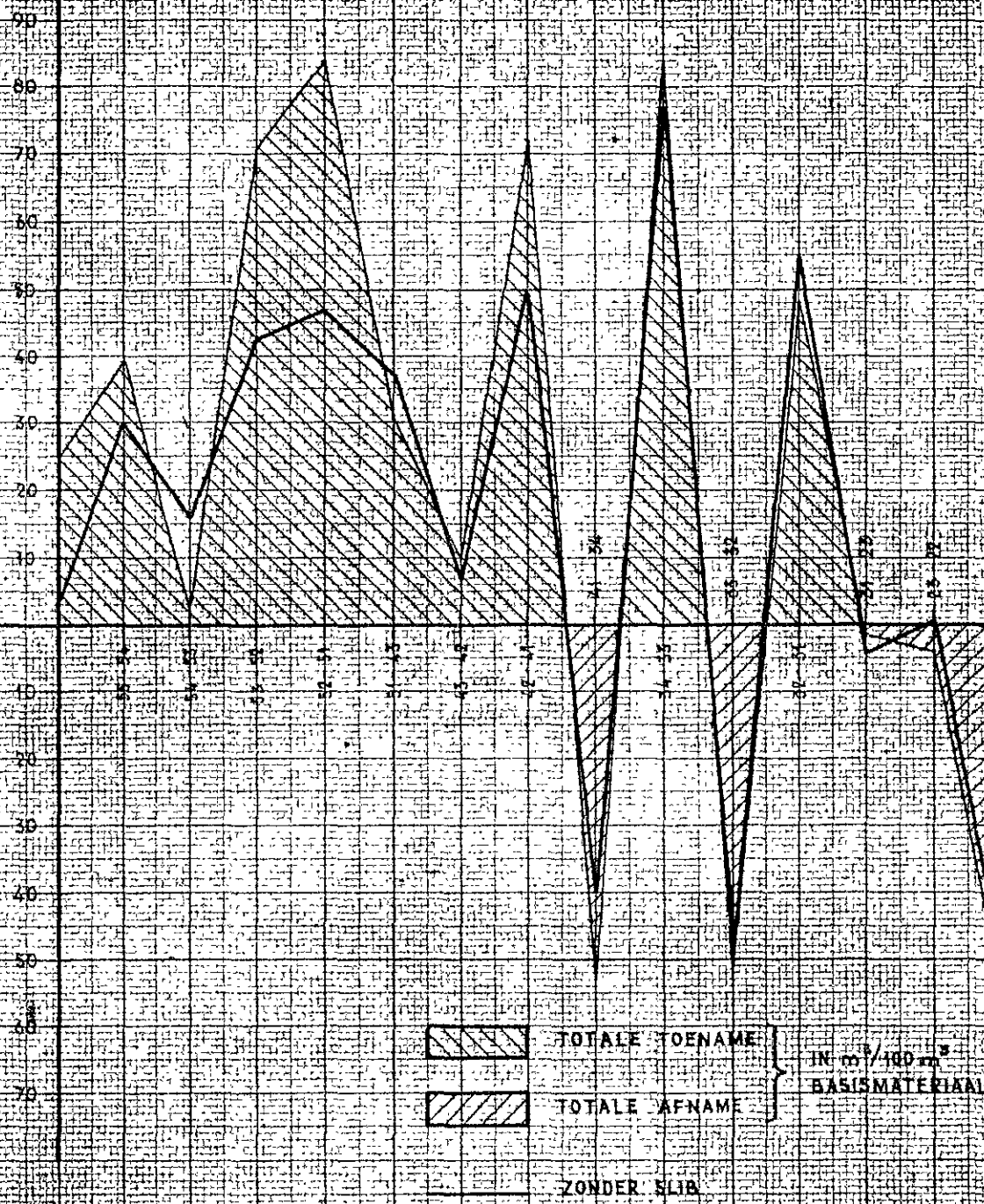
RIVIER

NOORD

ESTUARIENE ZONE

OVERGANGS ZONE

DE ABSOLUTE VERANDERING IN BEPAALDE FRACTIES GAANDE VAN RIVIER NAAR ZEE IN DE ROTTERDAMSE WATERWEG



DE TOTALE TOE - OF AFNAME VAN DE FRAGTIES IN DE  
 ROTTERDAMSE WATERWEG

INHOUDEN EN INHOUDSVERSCHILLEN ROTTERDAMSE WATERWEG (kms 1032-1014)

kms	voorjaar		najaar		voorjaar		najaar		voorjaar		najaar	
	1955		1956		1957		1958		1958		1958	
1032,0-1029,0	17.583.700	17.577.200	17.887.700	17.806.000	17.603.000	17.963.000	17.625.000	18.060.000				
1029,0-1026,0	16.396.500	16.096.400	16.651.000	16.272.500	16.272.000	16.328.000	16.569.000	16.295.000				
1026,0-1023,0	15.641.600	15.135.400	15.647.800	15.774.700	15.250.000	15.804.000	15.264.000	15.838.000				
1023,0-1020,0	15.479.600	14.970.800	15.452.900	15.415.000	15.070.000	15.540.000	15.357.000	15.516.000				
1020,0-1017,0	16.348.100	15.988.600	16.431.800	16.387.000	16.438.000	16.406.000	16.579.000	16.702.000				
1017,0-1014,0	15.574.200	15.403.000	15.466.200	15.427.900	15.471.000	15.587.000	15.885.000	15.786.000				
	97.023.700	95.171.400	97.537.400	97.083.100	96.104.000	97.628.000	97.279.000	98.197.000				

kms	v - n		n - v		v - n		n - v		v - n					
	1955		1955 - 1956		1956		1956 - 1957		1957		1957 - 1958		1958	
1032,0-1029,0	-	6.500	+	310.500	-	81.700	-	203.000	+	360.000	-	338.000	+	435.000
1029,0-1026,0	-	300.100	+	554.600	-	378.500	-	500	+	56.000	+	241.000	-	274.000
1026,0-1023,0	-	506.200	+	512.400	+	126.900	-	524.700	+	554.000	-	540.000	+	574.000
1023,0-1020,0	-	508.800	+	482.100	-	37.900	-	345.000	+	470.000	-	183.000	+	159.000
1020,0-1017,0	-	359.500	+	443.200	-	44.800	+	51.000	-	32.000	+	173.000	+	123.000
1017,0-1014,0	-	171.200	+	63.200	-	38.300	+	43.100	+	116.000	+	298.000	-	99.000
	-	1.852.300	+	2.366.000	-	454.300	-	979.100	+	1.524.000	-	349.000	+	918.000

Samenwerkende factoren  
van Rijnafv. + wind

v = voorjaar  
n = najaar