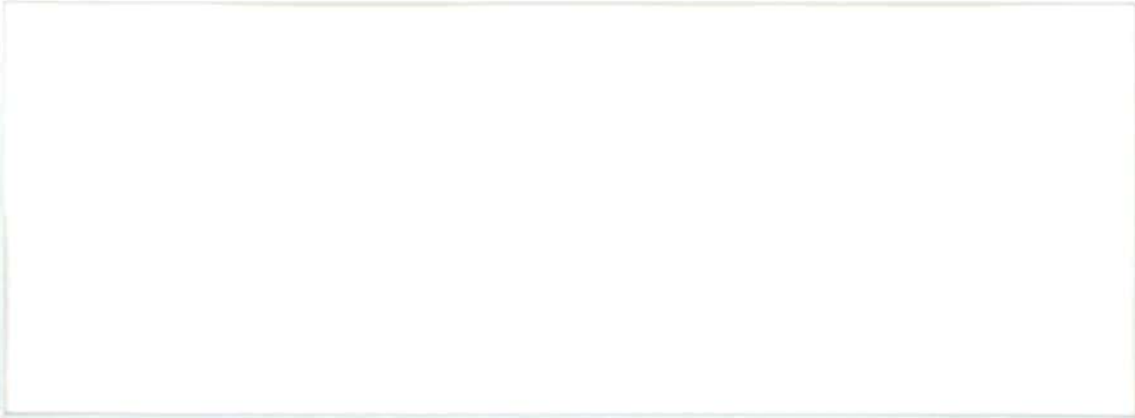


Met afk. 8 bijl.

rijp rapport

I



BIBLIOTHEEK
RIJKSDIENST VOOR DE
NASSLUNDEPOLDERS

**bodemkundig onderzoek westelijke waddenzee,
tussen glw en nap – 5 m**

door p. j. ente

1987 - 1 cbw

R
18943 9300

Referaat

Bodemkundig onderzoek westelijke Waddenzee tussen GLW en NAP - 5 m / door P. J. Ente ; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. - Lelystad : RIJP, 1987 - 89 p. : fig., foto's krt., tab. ; 30 cm. - RIJP rapport ; 1987-1 cbw
Lit. opg.

In het kader van een project bodemkundig/biologisch onderzoek door diverse instituten onder leiding van Rijkswaterstaat zijn door de RIJP steekmonsters tot ca. 1 m en grijpermonsters tot ca. 10 cm genomen. Van een beperkt aantal steekmonsters zijn door middel van lakprofielen structuren bestudeerd, van de overige zijn foto's genomen en bestudeerd. Ook is de geologische gelaagdheid/stratigrafie bestudeerd, resulterend in een globale geologische kaart. De grijpermonsters zijn granulometrisch volledig onderzocht m.b.v. slibanalyse en dubbele zeefset. Op basis van lutumgehalte en U_{16} -cijfer is een bodemkaart gemaakt. Kaarten met lutum%, U_{16} -cijfer en M_{63} worden gegeven. Van deze en andere parameters (fractie $< 50 \mu\text{m}$, Md, grafische parameters volgens Folk & Ward) wordt een statistisch overzicht gegeven. Gewezen wordt op de gevolgen van het niet onderzoeken van de afslibbare fracties. In sommige gevallen is dit een groot gemis. Daartoe worden kritische waarden of signalen gegeven. De resultaten van een studie van Visher-grafieken worden gegeven.

Inhoud

	<u>Blz.</u>
1. SAMENVATTING	9
2. INLEIDING	13
3. STRUCTUREN	15
4. STRATIGRAFIE	17
5. GRANULOMETRIE	19
5.1. Inleiding	19
5.2. Granulometrie geografisch/de bodemkaart (lutumfractie + U_{16})	20
5.3. Granulometrie statistisch	23
Lutumghalte	23
Zandgrofheid volgens het U_{16} -cijfer	24
Gehalten aan de fractie $< 50 \mu\text{m}$	26
Mediane korrelgrootte	27
Grafische gemiddelden van Folk & Ward	31
Grafische standaardafwijking van Folk & Ward (sigma I)	33
Grafische scheefheid van Folk & Ward (skewness I)	33
Grafische puntigheid van Folk & Ward (kurtosis)	34
5.4. De verbanden tussen U_{16} -cijfers en gehalten aan de lutumfractie, de fractie 2-50 μm en de waarden voor M_{50} en M_{63}	34
5.5. Het verband tussen enige op beperkt of uitgebreid granulometrisch onderzoek gebaseerde parameters	35
5.6. Visher-grafieken	39
Algemeen	39
Knikpunt ca. 6 phi	39
id. , 4 phi	41
id. $3\frac{1}{4}$ phi	41
id. $2\frac{1}{4}$ phi	41
id. $1\frac{1}{2}$ phi	41
Afwezigheid van knikpunten	41
Tractie-, saltatie- en suspensie-populaties	41
Conclusies/samenvatting	45
6. MORFOLOGIE	46
LITERATUUR	49
AANHANGSELS	51
A. Structuren. Handleiding bij het werk.	
B. Verband structuren en hydrodynamische omstandigheden.	
C. Classificatie litorale en sublitorale sedimenten volgens Ente 1982.	
D. Verband tussen granulometrie, porositeit en doorlatendheid.	
E. Voorbeelden van computeruitdraaien.	
F. Plekomschrijvingen en granulometrische parameters RIJPMonsters.	
G. Verband U_{16}/M_{63} .	
H. Bodemmorfolgie.	

BIJLAGEN

- 1^w 1^o. Plekkenkaart, oost- en westblad, schaal 1 : 100.000
- 2^w 2^o. Kaart lutumgehalten, idem
- 3^w 3^o. Kaart U₁₆-cijfers, idem
- 4^w 4^o. Kaart M₆₃, idem

Omstreeks 1978 werd door de schrijver opgemerkt dat het waddengebied beneden GLW ' / "terra incognita" was met betrekking tot kennis van de bodem en het biologisch gebeuren, alsmede van het onderlinge verband. Via voorbesprekingen met medewerkers van Rijkswaterstaat (RW), Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN) leidde een en ander in 1981 onder leiding van RW-Adviesdienst Hoorn tot de vorming van een werkgroep, waarin medewerkers van RW, Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater (RIZA), NIOZ, RIN, Rijksinstituut voor Visserij-onderzoek (RIVO) en RIJP kwamen tot een projectplan:

"Onderzoek naar de bodemsamenstelling en naar het voorkomen en functioneren van macrobenthos in het sublitoraal in de westelijke Waddenzee". Het was een meerjarenplan met aanloop- en onderzoeksfasen ' / . Hierin werd de RIJP het bodemkundige deel toegemeten. De RIJP beperkte het gebied om technische redenen tot de NAP - 5m lijn.

Met bodemonderzoek werd tot beter begrip iets ruimer opgevat dan het voor het projectplan ogenschijnlijk strikt noodzakelijke. Zo werd ook gekeken naar sedimentologische structuren alsmede naar de laagopbouw (stratigrafie). Van een deel werd verslag gedaan in hoofdstuk 3 van de werkgroep (Essink & Brolsma, 1987).

De volledige rapportage ligt thans voor u.

Veel dank zij uitgesproken voor de goede samenwerking met RW-adviesdienst Hoorn, alsmede voor de inzet van de RIJP-medewerkers, de heren A. ten Brinke, R. Koopstra en J. Muller en de technische dienst.

' / zie voor de betekenis/oppervlakte van het gebied onderstaande tabel

'' / zie literatuur: jaarverslagen projectgroep.

Tabel Oppervlakten (in ha en %) van de diepteklassen (in m min NAP) van de westelijke Wadden tot aan de vaarroute Harlingen-Vlieland

	boven GLW	GLW-2 ⁻	2 ⁻ -3 ⁻	3 ⁻ -4 ⁻	4 ⁻ -5 ⁻	beneden 5 ⁻	totaal
ha	32.380	29.156	16.580	7.150	4.428	19.277	108.971
%	29,7	26,8	15,2	6,6	4,0	17,7	100,0

1. Samenvatting

Het voorliggende is te zien als de bodemkundige deelrapportage van het door RW-Adviesdienst Hoorn, RIZA, NIOZ, RIVO en RIJP in 1981 ingestelde project: Onderzoek naar de bodemsamenstelling en naar het voorkomen en functioneren van macrobenthos in het sublitoraal in de westelijke Waddenzee.

Van het tot de vaarroute Harlingen-Vlieland onderzochte gebied omvat het deel tussen GLW en NAP - 5 m 52,5% (het deel boven GLW 29,7% en het deel dieper dan NAP - 5 m 17,7%).

Teneinde de beperkte bemonstering met de Van Veen-happer tot 5 à 10 cm in een ruimer kader te kunnen plaatsen zijn ook steekmonsters met de zogenaamde Zenkovitch-trilboor tot maximaal 1 m diepte genomen. Dit maakte studie van sedimentaire en biologische structuren en van geologische opbouw mogelijk. Het maken van lakprofielen van de doorgesneden kernen bleek in de praktijk te bewerkelijk en werd na een proefjaar vervangen door fotograferen en beschrijven.

Ter herkenning van sedimentaire en biologische structuren werd op basis van literatuur een overzicht (handleiding: zie aanhangsel A) opgesteld. In dit kader werd door de Adviesdienst Hoorn een "brug geslagen" naar de door Terwindt aangegeven relatie tussen sedimentatie structuren en hydrodynamische omstandigheden (zie aanhangsel B).

De teleurstellende resultaten met lakprofielen waren slechts ten dele te wijten aan de bemonsteringswijze. Wel was de beperkte buisdiameter een handicap om veel te zien. Hoewel de interpretatie wat subjectief geacht moet worden, werd voor de laag van 30 cm gesteld:

- in hooguit een kwart der gevallen is sprake van fysisch veroorzaakte structuren;
- in minstens zoveel gevallen zijn deze afwezig;
- in wat minder dan de helft der gevallen kan gedacht worden aan voornamelijk biologisch veroorzaakte structuren, alhoewel hieraan wel onzekerheden kleven;
- door het betrekkelijk geringe aantal der fysisch veroorzaakte structuren is de relatie met de hydrodynamische omstandigheden - afgezien van de eventuele interpretatie - nogal beperkt.

Op grond van de overige boorbeschrijvingen, ondersteund door ca. 90 foto's en enkele schetsen, wordt opgemerkt dat ruim 30 plekken als gelaagd zijn aangegeven. Dit betreft veelal zand/slik-gelaagdheid, waarvan ca. de helft op grond van ervaring is geïnterpreteerd als "geulopvulling".

Het op grond van eerder werk op de wadplaten gebaseerde vermoeden van de aanwezigheid van afzettingen ouder dan jong wadzand beneden GLW kon door middel van steekboringen worden bevestigd. Een paar typerende profielen van met name de zuidflank van de Waardgronden (noordoever Texelstroom) en zuidwestflank van de Lutjeswaard (noordoostoever Malzwin/Wierbalg) worden gegeven. Het jonge wadzand vormt hier een betrekkelijk dunne top-laag. De gezamenlijke gegevens werden herleid tot een globale geologische kaart, waarop de betekenis van een en ander is op te maken.

De geografische weergave van de granulometrische gegevens is de bodemkaart. Wegens het noodgedwongen werken in raaien was de weergave van homogene kaartvlakken problematisch, temeer daar er onder water weinig

houvast is aan andere verschijnselen. De kaart geeft daarom tendensen weer in plaats van kaartvlakken. Terwille van de aansluiting bij eerder werk en ook wel principieel is gekozen voor de parameters lutumgehalte en U_{16} -cijfer (zandgrofheid). Deze keuze is onderbouwd in aanhangsel D. Daarbij zijn enkele traditionele aanduidingen gemoderniseerd. Het U_{16} -cijfer levert praktisch geen andere kaartbeelden dan het mediaancijfer.

De statistische weergave in tabellen en sommatiegrafieken van de granulometrische gegevens is toegepast op de parameters: lutumgehalte, U_{16} -cijfer, gehalte aan de fractie 0-50 μm , de mediane korrelgrootte, de grafische waarden (gemiddelde, sortering, scheefheid en puntigheid) van Folk & Ward.

Met betrekking tot de mate waarin parameters in verband staan met elkaar is in grafieken weergegeven enerzijds het U_{16} -cijfer en anderzijds M_{50} , M_{63} , de fractie 2-50 μm en de lutumfractie.

Nagegaan is in hoeverre het weglaten van de slibanalyse (lutum- en slibfracties) in het granulometrisch onderzoek toelaatbaar is en in hoeverre vingerwijzingen gegeven kunnen worden wanneer over de schreef wordt gegaan. Vingerwijzingen zijn te vinden in de grootte van de ongedifferentieerde zeefrest (0-50 of 0-63 μm). Een kritische grens lijkt bij 20% te liggen.

Bij de grafische gemiddelden van Inman of Folk & Ward is het weglaten van de slibanalyse geen probleem tot een phi-waarde van $3\frac{1}{2}$ phi. Die kritische waarde geldt min of meer ook voor het rekenkundig gemiddelde, zij het dat vanaf phi $2\frac{1}{2}$ al wat afwijkingen optreden. Voor genoemde gemiddelden komt de waarde $4\frac{1}{2}$ \approx $4\frac{1}{2}$ ongeveer overeen met de veel toegepaste grenswaarde van 8% lutum.

De Visher-grafieken werden uitgebreid met de slibfracties. Knikpunten bij 16 μm (6 phi), 63 μm (4 phi), 105 μm ($3\frac{1}{2}$ phi), 212 μm ($2\frac{1}{2}$ phi) en 355 μm ($1\frac{1}{2}$ phi) komen veel voor; in verschillende gevallen zijn ze echter niet te traceren. Met behulp van de knikpunten $1\frac{1}{2}$ phi en $3\frac{1}{2}$ phi kunnen tractie-, saltatie- en suspensie-populaties, hetzij worden onderscheiden, hetzij worden geforceerd. De saltatiepopulatie is verreweg de belangrijkste, de suspensiepopulatie is belangrijker dan de tractiepopulatie. Een nadere indeling van de suspensiepopulatie B (fijner dan $3\frac{1}{2}$ phi) met knikpunten bij 4 en 6 phi (63 en 16 μm) is het overwegen waard.

Bij NAP - 5 m blijkt een vrij scherpe knik in de diepteprofielen voor te komen: de eigenlijke randen van de geulen. Een overzicht (zie aanhangsel H) wordt gegeven van de indeling in gewone of kleine ribbels, megaribbels en reuzeribbels naar Reineck et al. De resultaten van een beperkt onderzoek met zijwaarts werkende sonar door de Studiedienst Hoorn worden samengevat weergegeven.

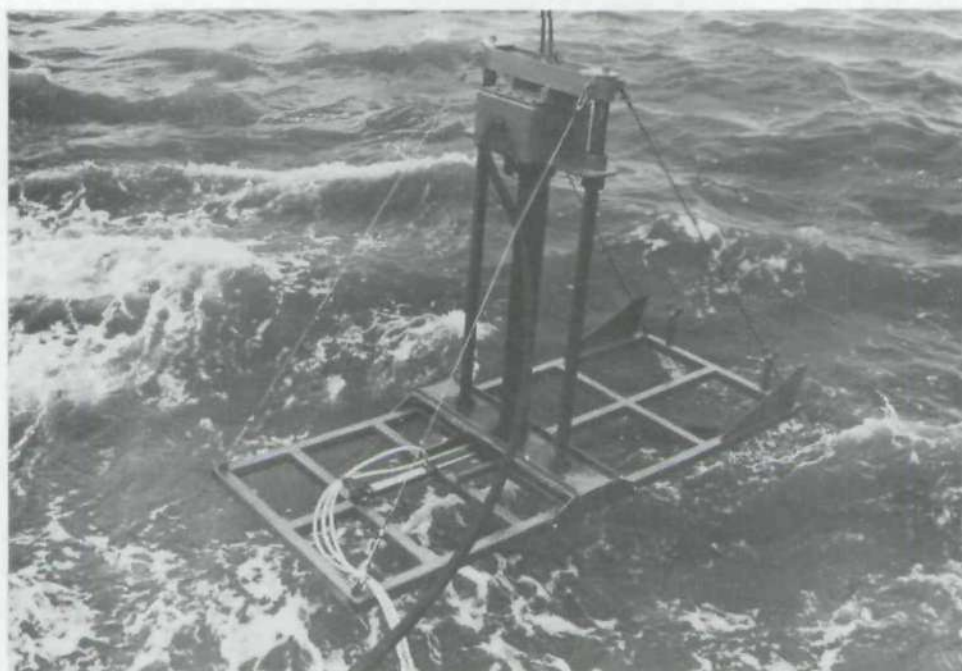


Foto 1. De "Zenkovitch", een pneumatisch bediend, trillend stekend apparaat. Foto RIJP.



Foto 2. Arbeidsterrein aan boord van een van de vaartuigen van de Adviesdienst Hoorn. Van rechts naar links: de Zenkovitch; de Van Veen-happer op een sorteer/zeefbak; het verwijderen van de boorkern met omhullende plastic buis uit de steekbuis; schakelpaneel pneumatiek; compressor. Foto RIJP.

2. Inleiding

Bodemkundig onderzoek onder water onder invloed van getij en stromingen was (afgezien van de periode voor 1932) nieuw voor de RIJP.

Ten behoeve van het gestelde doel kon in principe worden volstaan met ondiepere bemonstering dan gebruikelijk, waarbij echter nog verschillende mogelijkheden overbleven en een keus daaruit gedaan moest worden. Tot die mogelijkheden behoorde het betrekkelijk eenvoudige bemonsteren met de zogenaamde Van Veen-happer of grijper, waarbij tot een diepte van 5 à 10 cm grote, geroerde monsters worden verkregen.

Het nemen van ongeroerde monsters werd echter ook belangrijk gevonden. Een voor dit doel gangbaar apparaat was de zogenaamde "Reineck-kastengreifer", waarmee monsters met een oppervlak van $2 \times 3 \text{ dm}^2$ en een diepte van ca. 3 à 4 dm konden worden gestoken. Dat apparaat werd echter als te zwaar en minder geschikt voor betrekkelijk routinematig werk ("productie") van de hand gewezen.

Meer perspectief werd gezien in de zogenaamde "Zenkovitch-trilboor" - in gebruik bij de RGD op de Noordzee -, waarmee ongeroerde kernen tot enige meters diep konden worden gestoken. Voor het gegeven doel werd steken tot maximaal 1 m ruim voldoende geacht: ook al valt het onderste deel van het monster weg dan blijft er nog wel zo'n 4 dm of meer over, waarmee de invloedssfeer van gravende mollusken ruim omvat wordt, terwijl tevens enig inzicht in de geologische laagopbouw of stratigrafie wordt verkregen.

Als verdere wijziging in het bestaande ontwerp werd de elektrische trilapparaat vervangen door een pneumatische. Teneinde te grote lengte van slangen te vermijden werd een dieptebeperving van NAP - 5 m ingevoerd. Het apparaat is gevat in een frame dat met een lier overboord kan worden gezet op de zeebodem (zie foto's 1 en 2). Voor nadere details kan worden verwezen naar het jaarverslag 1982 van het project.

Binnen de steekbuis wordt voor elk monster een stevige plastic voering aangebracht, waarbinnen weer een dunne, stevige plastic folie. Dit laatste om het uitdrukken van het monster of de kern uit de plastic voering te vergemakkelijken. Na opvulling van de niet-opgevulde delen van de voering met vulmateriaal, en afsluiting ter weerszijden met doppen, zijn de monsters of kernen transportabel. De diameter bedraagt ca. 12 cm.

Het eerste jaar 1981 werd gewerkt in 2 parallelle proefraaien in 4 gebieden. Het doel was ten eerste na te gaan of grijpermonsters in vierkantsverband een beter kaartbeeld zouden leveren dan grijpermonsters in parallelle raaien, en ten tweede daarnaast ervaring op te doen met Zenkovitch-boringen en de verwerking ervan.

De eerste doelstelling werd doorkruist door het feit dat het NIOZ door omstandigheden gedwongen was een voortijdige keuze te maken en deze keuze vanuit biologische voorkeur op een raaiensysteem liet vallen. De verwerking van de Zenkovitch-monsters uit de proefraaien leidde tot het maken van lakprofielen. Vanwege de bewerkelijkheid daarvan en het wat teleurstellende resultaat werden later de doorgesneden monsterkernen slechts gefotografeerd (zie foto 3) en beschreven.

De toegepaste methoden van bemonstering alsmede de verschillende wijze van verwerking leidden tot verschillende aspecten in de rapportage: de lakprofielen van de Zenkovitch-monsters tot een hoofdstuk over structuren, de foto's en de beschrijvingen ervan tot een hoofdstuk over de stratigrafie, en het laboratoriumonderzoek van de Van Veen-happermonsters tot een hoofdstuk over de granulometrie.

Tenslotte worden nog enige opmerkingen gemaakt over de morfologie.



Foto 3. Enkele doorgesneden kernen van de Lutjeswaard. Foto RIJP.

3. Structuren

Inleiding

De laatste 25 jaar heeft het onderzoek naar sedimentologische structuren dankzij talrijke bouwputten nogal in de belangstelling gestaan; een reden om ook op dit gebied een poging tot een dergelijk onderzoek te wagen.

Structuren kunnen in zekere zin de hydrografische/stromings-omstandigheden weerspiegelen, als ook de biologische omstandigheden.

Ter herkenning van de verschillende structuren werd vooraf een handleiding opgesteld (aanhangsel A).

De interpretatie van de verschillende structuren m.b.t. de verschillende omstandigheden is weer een ander onderwerp, dat weliswaar terloops in het aanhangsel ter sprake komt, doch eigenlijk een aparte behandeling zou verdienen. Terwindt (1981) heeft dat onderwerp t.a.v. de hydrografische omstandigheden behandeld en er een indeling voor opgesteld. Ook hierop zal in een aanhangsel (B) nader worden ingegaan.

Vooruitlopend op het volgende moet hier echter worden opgemerkt dat de resultaten van het onderhavige onderzoek te pover waren om "er iets van te maken". Dit is gebaseerd op de proefraaien uit 1982*, waarbij 45 lakprofielen werden verkregen. Tevens was het reden om bij het verdere onderzoek af te zien van het maken van lakprofielen, als zijnde te omslachtig en niet de moeite waard. Volstaan werd met het maken van boorbeschrijvingen en foto's.

In het volgende zullen achtereenvolgend enkele opmerkingen worden gemaakt over de gedane waarnemingen m.b.t. de proefraaien en tot de overige raaien.

De povere uitkomsten m.b.t. de proefraaien zijn slechts ten dele te wijten aan de bemonsteringswijze. Daarbij is er ten eerste sprake van randverstoring, waarbij eventueel aanwezige gelaagdheid langs de rand naar beneden afbuigt als gevolg van de wrijving tussen sediment en de ingetrilde buis; ten tweede levert de gekozen diameter (ca. 12,5 cm) - mede gelet op het voorgaande - feitelijk te weinig overzicht om structuren goed tot uiting te laten komen (in tegenstelling tot bijv. een Reineck "kastengreifer"/"boxcorer" met een diameter van 20x30 cm).

Structuren in de 45 lakprofielen van de proefraaien

Bestudering van de lakprofielen (voornamelijk wat betreft de bovenste ca. 30 cm) geeft aanleiding tot het maken van de volgende groeperingen met de daarbij behorende aantallen.

- a. Fysisch veroorzaakte structuren ontbrekend (15x)
 - als gevolg van overheersen van oudere afzettingen, overigens ontbrekende of dunne laag jong wadzand (8x)
 - zonder meer, zandig (6x)
 - idem, slikkig (1x).
- b. Fysisch veroorzaakte structuren aanwezig (10x)
 - grove scheve gelaagdheid (1x)
 - plaatselijk fijne scheve gelaagdheid (2x)
 - plaatselijk horizontale fijne gelaagdheid in zand (6x)
 - zandig/slikkig gelaagd (1x).

* Raaien 53 (Breezand A), 73 (Waardgronden A), 87 (Robbenzand A) en 100 (Molenrak A)

c. Biologisch veroorzaakte structuren (eventueel samen met andere aanwezig) (20x)

- overheersing van grote mollusken, daardoor "ontbreken" van structuren; zandig, soms slikkig (5x)
- kleinschalige bioburbate verschijnselen (13x)
 - . ijzerpijpjes (2x)
 - . "bobbelige" structuren, wellicht van biol. oorsprong (4x)
 - . overige (7x, waaronder 2x slikkig)
- mogelijk aanwezige bioburbate structuren (2x).

Alhoewel er hier en daar wel wat aarzelingen en persoonlijke interpretaties zijn - tot uiting komend als " " of in zodanige bewoordingen - en er nog andere ingangen, zoals gebiedsinvloed (met name aanwezigheid oudere afzettingen) of diepteligging (GLW tot N.A.P. ~ 5 m) mogelijk zijn, komt het wenselijk voor het geheel als willekeurige steekproef te beschouwen en zich niet te verliezen in bepaalde details.

Het geheel overziende kan worden gesteld:

- In hooguit een kwart van de gevallen is sprake van fysisch veroorzaakte structuren;
- In minstens zoveel gevallen zijn deze afwezig;
- In wat minder dan de helft der gevallen kan gedacht worden aan vnl. biologisch veroorzaakte structuren, alhoewel hieraan wel onzekerheden kleven;
- Door het betrekkelijk geringe aandeel der fysisch veroorzaakte structuren is de relatie met de hydrografische omstandigheden (afgezien van een eventuele interpretatie) nogal beperkt.

Conclusie: lakprofielen zijn hier en daar educatief interessant, maar bieden weinig perspectief in het gegeven kader.

Structuren in de overige raaien

Uiteraard bieden boorbeschrijvingen, foto's en schetsen beperkte mogelijkheden om structuren vast te leggen en naderhand te bestuderen. In vergelijking met lakprofielen vindt er een vergroving van het waargenomen/waarneembare plaats, b.v. in die zin dat het accent meer komt te liggen op zand/slik gelaagdheden en de aanwezigheid van grote mollusken.

In de ca. 150 boorbeschrijvingen, ondersteund door ca. 90 foto's en enkele schetsen, zijn ruim 30 plekken als gelaagd aangegeven. Veelal betreft het een horizontale zand/slik-gelaagdheid. Ruim de helft hiervan is op grond van onze ervaringen direct geïnterpreteerd als geulopvullingen (waarvan wel enige met een ?).

Bioturbatie kan in een 6-tal gevallen worden afgeleid uit profiel-schetsen of foto's (3x) en uit geconstateerde mosselbanken (3x). De aanwezigheid van schelpen wordt vaker genoemd en is wel enigszins suggestief, maar de betekenis hiervan (actueel of relict) is toch niet geheel duidelijk.

In vergelijking met de voorafgaande paragraaf valt in deze steekproef de zand/slik-gelaagdheid op. Het geringe aandeel van de bioturbatie heeft (gelet op de aard van de waarnemingen) niet te verwonderen. Al met al is dit een povere ondersteuning voor de ook al povere uitkomsten met betrekking tot de lakprofielen.

4. Stratigrafie

Uit eerder onderzoek (Van Staalduinen et al, 1977) is gebleken dat afzettingen ouder dan het jonge wadzand in het westelijke waddegebied ondiep voor plegen te komen, althans op sommige wadplaten. Verondersteld mocht worden dat dit verschijnsel zich ook beneden GLW zou voordoen.

Dat bleek inderdaad het geval te zijn. In figuur 4.1. zijn twee typerende profielen weergegeven.

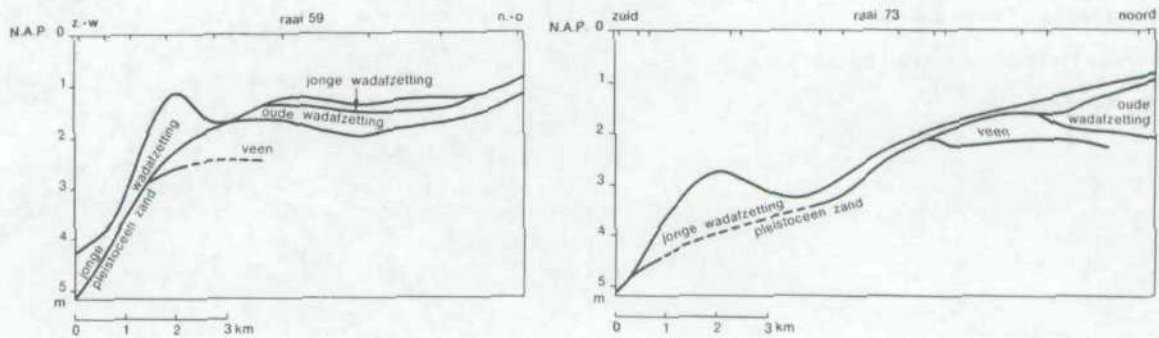


Fig. 4.1. Geologische profielen Lutjeswaard (raai 59) en Waardgronden (raai 73) (zie voor de nummers bijlage 1^W)

De twee profielen hebben betrekking op de buitenbochten van resp. Malzwin/Wierbalg en Texelstroom. Erosie bepaalt hier voornamelijk het beeld. In een zone langs deze geulen is het hier vrij hoog- en nogal vlakliggende pleistocene zand aangesneden. Soms vormt het de bodem, maar meestal is het afgetopte pleistocene pakket overdekt met een dunnere of dikkere laag jonge wadzand. Langs deze geulen komen soms ruggen voor bestaande uit een wat dikkere laag jonge wadzand. Op de dieptekaart zijn deze wel terug te vinden. Op wat grotere afstand van de geulen komt nog veen voor (en is het pleistocene pakket onaangetast in zijn oorspronkelijke hoogte aanwezig). Dit veen is een rest van het oorspronkelijk aanwezige veen, dat op zijn vroegst in de late middeleeuwen werd geërodeerd, en waarvoor de oudere wadafzetting in de plaats kwam. Deze oudere wadafzetting (soms "zepige zavel" genoemd) is wat fijnzandiger, soms ook wat slikkiger dan de jonge wadafzetting en bevat voorts nogal wat veenstof. Een verder kenmerk is het ontbreken van resten van *Mya arenaria*, een schelpdier dat pas na 1550 à 1600 in Nederland verscheen. Op grond hiervan is een zekere datering mogelijk.

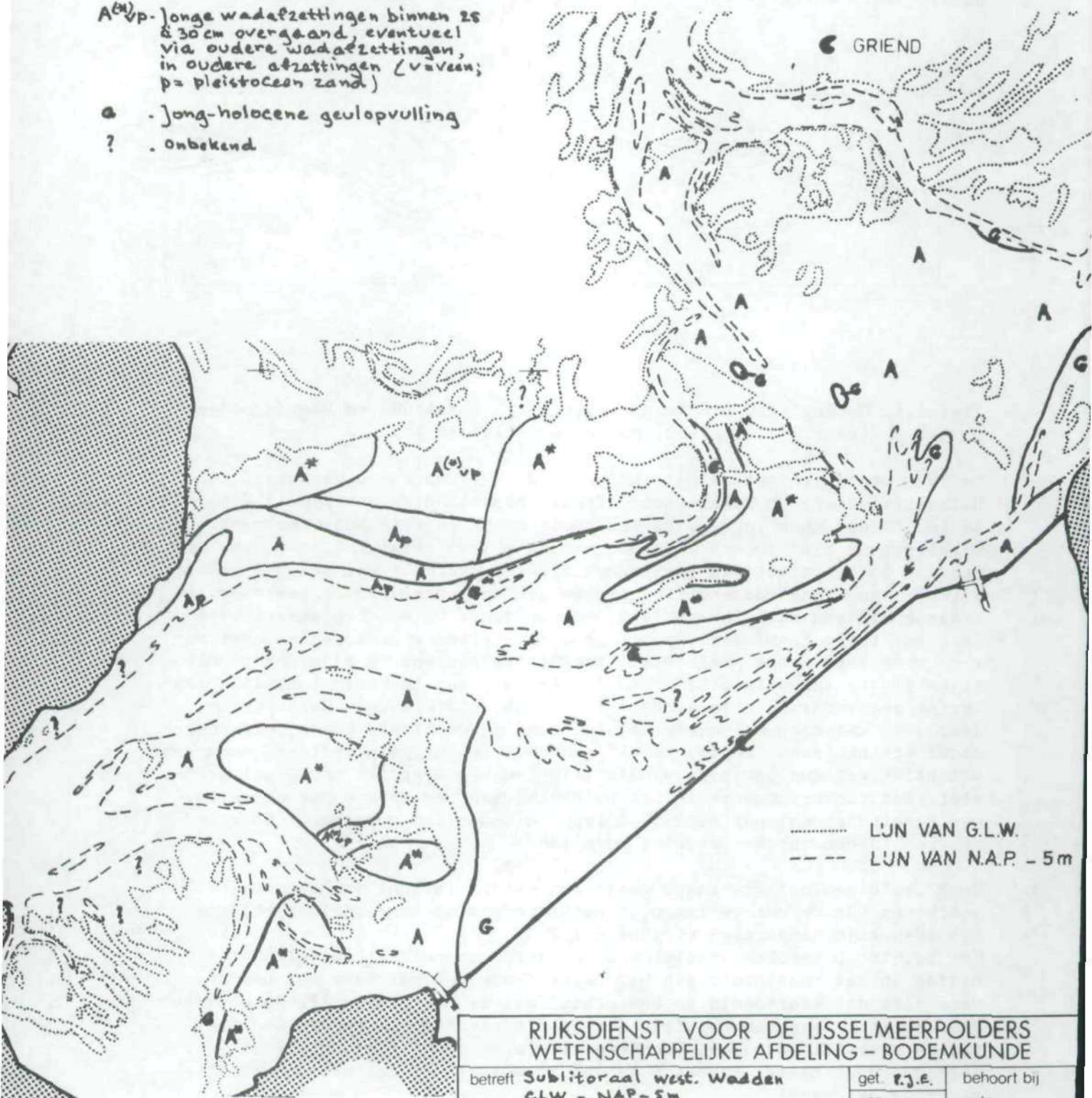
De globale geologische kaart geeft een verder inzicht in het ondiep voorkomen van de oudere lagen, terwijl tevens de jongste inslibbingsgebieden zijn aangegeven (figuur 4.2.).

Het zojuist besproken profiel van de Waardgronden komt duidelijk tot uiting in het kaartbeeld van het betreffende gebied. Naar het oosten verandert dat kaartbeeld in een gebied met de aanduiding A*. De oorzaak hiervan is gelegen in het feit dat in die richting de oudere wadafzettingen snel dikker worden (eerdere erosie en opvulling), zoals uit eerder onderzoek bleek. Eveneens is dat in westelijke tot noordwestelijke richting het geval.

GLOBALE GEOLOGISCHE KAART VAN DE BOVENSTE 80 à 100 CM VAN HET WESTELYK WADDENGEBIED TUSSEN GLW en NAP-5 m

LEGENDA

- A - Jonge wadafzettingen tot 25 à 30 cm of dieper
- A* - Jonge wadafzettingen binnen 25 à 30 cm overgaand in fijnzandige tot slijkige oudere wadafzettingen (zeefige zavel)
- A^(p) - Jonge wadafzettingen binnen 25 à 30 cm overgaand, eventueel via oudere wadafzettingen, in oudere afzettingen (vveen; p = pleistoceen zand)
- a - Jong-holocene geulopvulling
- ? - Onbekend



RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE				
betreft	Sublitoraal west. Wadden CLW - NAP-5m		get. R.J.E.	behoort bij
	GLOBALE GEOLOGISCHE KAART		gez.:	nota:
			gew.	dd:
schaal: 1 : 200.000		fig. 4.2	form:	stb.nr.:

5. Granulometrie

5.1. Inleiding

Het granulometrisch onderzoek is op de voor de RIJP gebruikelijke wijze uitgevoerd (Hofstee, 1980), d.w.z. de monsters werden voorbehandeld met zoutzuur, waterstofperoxide en een dispergeermiddel. Een deel werd afgeslibd met Atterberg-cylinders en het niet verwijderde deel (2000-16 μm) werd droog gezeefd met behulp van een zogenaamde dubbele zeefzet (50 t/m 1700 μm). Daarnaast is in een ander deel het koolzure kalkgehalte bepaald en het lutum- en slibgehalte m.b.v. Robinsons pipetanalyse. In 1981 zijn in de in de proefraaien genomen monsters ook organische stofbepalingen gedaan. Vanwege de betrekkelijk nauwe correlatie met de lutumgehalten (zie fig. 5.1.) is daar verder van af gezien.

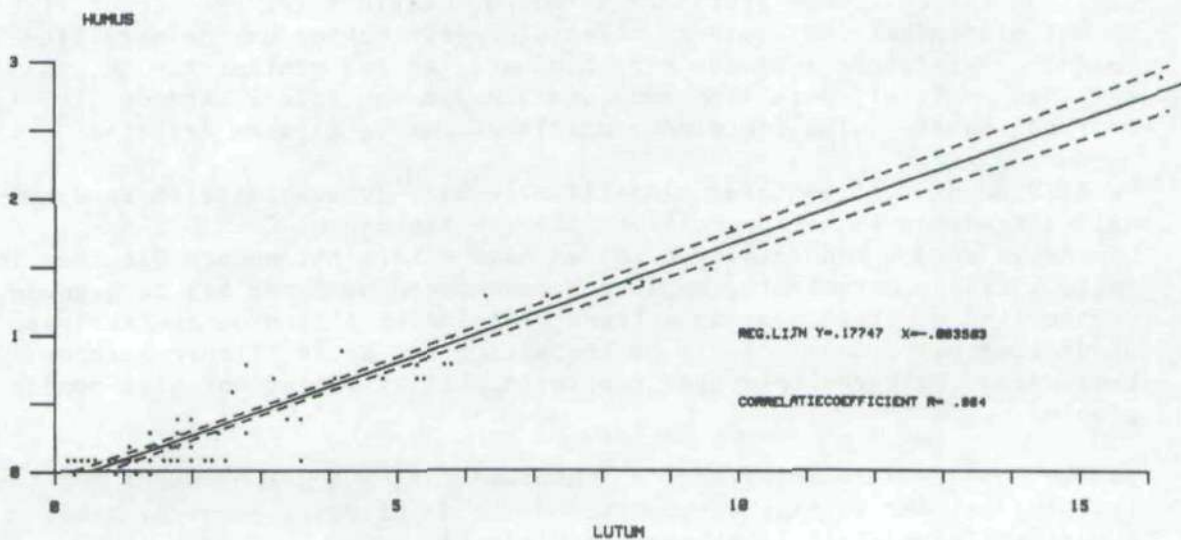


Fig. 5.1. Het verband tussen de lutum- en humusgehalten en de uitkomsten van een regressie-analyse bij 71 monsters uit de RIJP-proefraaien van 1981 (regressielijn $y = 0,18 x - 0,09$; corr. coëff. $r = 0,96$).

Op basis van het granulometrisch onderzoek is een bodemkaart vervaardigd.

Voorts is m.b.t. verkregen parameters een statistische benadering toegepast, waarbij het gebied in zijn geheel wordt getypeerd in zijn variatie.

Gelet op de kennis van het litorale gebied (De Glopper, 1967; Ente, 1982) mag er voor het sublitorale gebied wel van uitgegaan worden dat dit eveneens een uitgebreid terrein is dat vanuit hydrodynamisch oogpunt een flinke diversiteit zal vertonen, te weten zeer woelige gebieden nabij de zeegaten en betrekkelijk rustige gebieden nabij de wantijen en nabij de vastelandskust. Dit zal zich manifesteren in de vorm van zandige gebieden enerzijds en slikkige gebieden anderzijds. Het beeld zal in werkelijkheid gecompliceerder zijn als gevolg van hydrodynamische veranderingen door hetzij natuurlijke oorzaken (geulverleggingen), hetzij kunstmatige (afdammingen, bedijkingen).

Het enerzijds zandige, anderzijds slikkige karakter van de afzettingen heeft uiteraard wel gevolgen voor de parameterkeuze. De RIJP heeft altijd open gestaan vóór en gestreefd naar een volledige granulometrische analyse van de monsters van dit soort afzettingen.

Vanuit dit standpunt werden in een eerdere rapportage (Ente, 1982) diverse verwerkingsmethoden van granulometrische analyseresultaten met elkaar vergeleken. Vooral de zogenaamde momentenmethode, een rekenkundige methode, heeft in het jongste verleden een sterke ontwikkeling doorgemaakt c.q. aandacht gekregen van vele onderzoekers. De methode is slechts toepasbaar op de gegevens van de zeeffracties (de fracties grover dan 63 of 50 μm), m.a.w. leent zich niet voor toepassing op de monsters van de Nederlandse Wadden, waarin de fijnere fracties nogal een rol spelen. De oorzaak van dit falen is gelegen in het relatief sterk meetellen van de uitersten in de korrelgrootteverdeling. Dit in tegenstelling tot de oudere grafische methoden, waarin juist het accent ligt op het middendeel. Het moderne rekentuig geeft echter ook de mogelijkheid deze grafische methoden niet-handmatig en dus sneller toe te passen. Men heeft bij deze methoden, waarvan die van Folk & Ward de voorkeur heeft, duidelijk minder problemen met de fijnere fracties.

De RIJP houdt vast aan haar classificatie naar lutumgehalte en zandgrofheid uitgedrukt in het U_{16} -cijfer (zie ook aanhangsel C en D). Daarnaast worden handreikingen gedaan naar enkele bij andere Diensten in gebruik zijnde parameters, en is ook bestudeerd waar men bij de gegeven verzameling monsters over de schreef gaat indien alleen de zeefanalyse wordt toegepast. Tenslotte is de toepassing van de zg. Visher-methode bestudeerd. Deze veelbelovende toepassing blijkt echter ook niet zonder problemen.

Van de computerverwerking van de granulometrische gegevens wordt met betrekking tot één monster een voorbeeld van de uitdraai gegeven, zowel numeriek als grafisch (aanhangsel E 1 t/m 6).

De belangrijkste parameters van alle monsters, alsmede een korte omschrijving van de betreffende monsterplekken is gegeven in aanhangsel F1 t/m H2.

Het programma voor computerverwerking van de gegevens is gerapporteerd door Ten Brinke (1985).

5.2. Granulometrie geografisch/de bodemkaart (lutumfractie + U 16)

Een van de handicaps van onder water "karteren" is wel dat men niet ter plekke kan karteren, dat wil zeggen een kaart tekenen waarbij men bodemkundige waarnemingen ter plekke betreft op zichtbare fenomenen, zoals dat op het land pleegt te geschieden. Er zijn bij het onderwaterwerk geen zichtbare fenomenen en men werkt dus in den blinde. De kaarten ontstaan geheel op het kantoor en de kaartbeelden ontstaan mede als gevolg van vermoedens over de werkelijkheid. Slechts de dieptekaart en enig inzicht in de geologische opbouw kunnen een beetje steun geven aan dit gebeuren. Andere steunverlening zou hebben kunnen komen van lodingsverschilkaarten, dat wil zeggen gebieden weergevend met sedimentatie of erosie, kaarten met overzichten van gebieden met megaribbels, kaarten met het voorkomen van mosselbanken e.d. Zonder deze hulpmiddelen moeten de gegeven kaarten als min of meer voorlopig worden aangemerkt.

Een eerdere bodemkartering van de wadden boven GLW resulteerde in een

bodemkaart (De Glopper, 1967). Terwille van de aansluiting daarmee wordt thans voor het gebied beneden GLW voor de westelijke Wadden een soortgelijke kaart gepresenteerd met een overeenkomstige legenda. Hierin zijn lutumgehalten en zandgrofheid (uitgedrukt als U_{16}) verwerkt.

Er zijn kleine verschillen met de eerdere bodemkaart. Ten eerste heeft de eerdere bodemkaart betrekking op de bovengrond, dat wil zeggen de laag tot ca. 25 cm, en ten tweede wordt in de legenda gesproken van klei en zavel. Een en ander was het gevolg van de toenmalige doelstelling: mogelijk agrarisch gebruik van de wadden. De onderhavige bodemkaart daarentegen is gebaseerd op de resultaten van een bemonstering met de Van Veen-happer en betreft derhalve de top laag ter dikte van 5 à 10 cm. Voorts is het onder water beter te spreken van slijk. Daarnaast is het traditionele "kleihoudend" gemoderniseerd tot "lutumhoudend", etc. (aanhangel C; Ente, 1982).

Bij bestudering der parameters, zoals lutumgehalte, U_{16} -cijfer en mediaan aan de hand van de monsterplekken blijkt dat deze parameters elkaar vrijwel altijd steunen in hun tendensen, maar dat er tevens sprake is van een grillig kaartbeeld in die zin dat in een gedeelte van een raai de cijfers soms dezelfde tendens vertonen, maar dat daartussen dan verschillende uitschieters voorkomen. Met andere woorden het is uiterst moeilijk om homogene kaartvlakken te vinden. (Genoemde parameters zijn in bijlagen 2 t/m 4 in kaart weergegeven.)

Derhalve is de bodemkaart zo ontworpen dat de tendensen of accenten zijn aangegeven in plaats van zogenaamd homogene kaartvlakken (figuur 5.2.).

Met betrekking tot de uitersten op de kaart kan gesteld worden dat de grofzandige gebieden in het algemeen naast of aan de uiteinden van grote geulen zijn te vinden (in woelige gebieden dus) en dat de slikkige gebieden voornamelijk voorkomen in (de rustige) zones in het verre achterland. Daarnaast kan natuurlijk een deel van de slikkigheid "geologisch geërfd" zijn. Op grond van het huidige inzicht zijn de laatstgenoemde twee factoren echter niet nader te duiden.

GLOBALE SAMENSTELLING VAN DE BOVENSTE 5 à 10 cm VAN DE BODEM VAN HET WESTELIJK WADDENGEBIED TUSSEN GLW en NAP -5 m

Op die plaatsen (raaien of gebieden) waarvan gegevens bekend zijn is een globale aanwijzing gegeven van de voorkomende lutum- en zandgroefheidsklassen, waarbij:

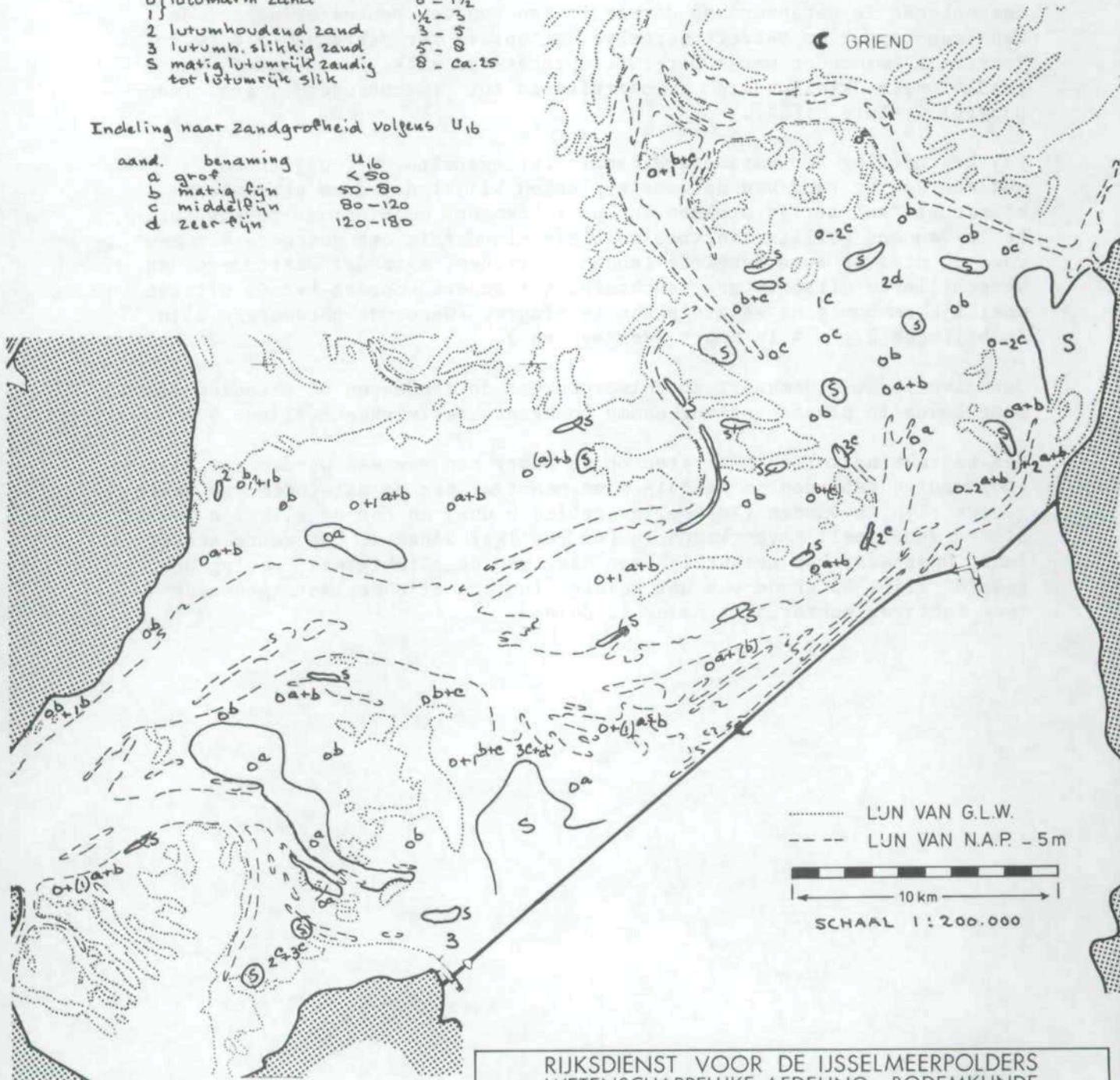
- x + z beide klassen komen voor
- x + (z) klas x overheerst, z is schaars
- x - z klassen x, y en z komen tezamen voor

Indeling naar lutumgehalte en slijkigheid

aand.	benaming	lutum %
0	lutumarm zand	0 - 1/2
1		1/2 - 3
2	lutumhoudend zand	3 - 5
3	lutumh. slijkig zand	5 - 8
S	matig lutumrijk zandig tot lutumrijk slijk	8 - ca. 25

Indeling naar zandgroefheid volgens U₁₆

aand.	benaming	U ₁₆
a	grof	< 50
b	matig fijn	50 - 80
c	middel-fijn	80 - 120
d	zeer-fijn	120 - 180



..... LUN VAN G.L.W.
 --- LUN VAN N.A.P. - 5m

10 km

SCHAAL 1 : 200.000

RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE		
betreft	Sublitoraal west. Wadden	get. F.J.E.
	GLW - NAP - 5m	gez.:
	FRAGMENTARISCHE BODEMKAART	gew.:
schaal:	fig. 5.2	dd:
		form:
		stb.nr.:

5.3. Granulometrie statistisch

Lutumgehalte

Voor 82% (tabel 5.1.) bestaat het gebied uit lutumarm zand (tabel 5.2.), voor 6% uit lutumhoudend zand, voor ca. 6% uit lutumhoudend slikkig zand (alles tesamen zo'n 94% zand) en voor de overige 6% uit zandig slik en slik (zie ook fig. 5.2.).

Tabel 5.1. De toedeling (in %) van monsters aan lutumklassen (tabel 5.2.). RIJP-monsters. Aantal 233. Bij NIOZ-monsters zijn wegens gebrek aan grond veel lutumbepalingen achterwege gebleven. Zie ook fig. 5.2.

lutumgrenzen	0	0 ⁵	1 ⁰	1 ⁵	3	5	8	12	17	25	
aant.monsters	23 ²	23 ²	19 ³	16 ⁶	6 ⁰	5 ⁶	3 ⁹	1 ³	0 ⁹		som 100 ⁰ %
cumulatief		65 ⁷		82 ³	88 ²	93 ⁹	97 ⁸	99 ¹	100 ⁰		

Tabel 5.2. De classificatie naar het lutumgehalte toegepast in deze rapportage volgens RIJP-concept Ente 1982 en aanverwante classificaties

	R.I.J.P. vanouds	R.I.J.P.-concept Ente 1982	Sindowski 1973	Dijkema
0				
1	0 kleiarm zand A	lutumarm zand 0		
3	1 kleiarm zand B	1	Sand	sand
5	2 kleihoudend zand A	lutumhoudend zand 2		
8	3 kleihoudend zand B / li. zavel A 4	lutumhoudend slikkig zand 3	schlickiges Sand	muddy sand
12	5 lichte zavel	1 matig lutumrijk zandig slik 5	sandiger Schlick	mud
17	6 zware zavel A	lutumrijk (matig zandig) slik 6	Schlick	
25	7 zware zavel B	lutumrijk slik 7	Schlick	
35	8 klei A	111		
50	9 klei B	zeer lutumrijk slik 9	toniger Schlick	
	10 klei C	uiterst lutumrijk slik 10	Sehr toniger Schlick	
	code	code		

↑ De Glopper, 1967

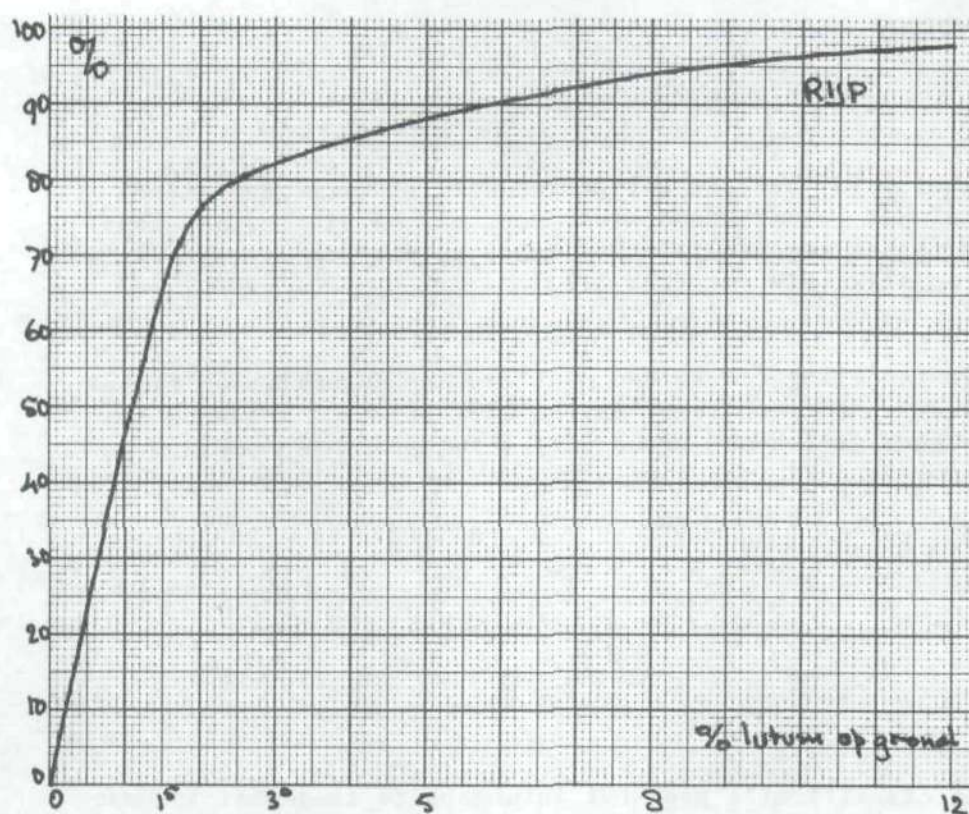


Fig. 5.3. De cumulatieve toedeling (in %) van monsters aan lutumklassen (tabel 5.1.) (zie ook tabel 5.2.)

Zandgrofheid volgens het U_{16} -cijfer

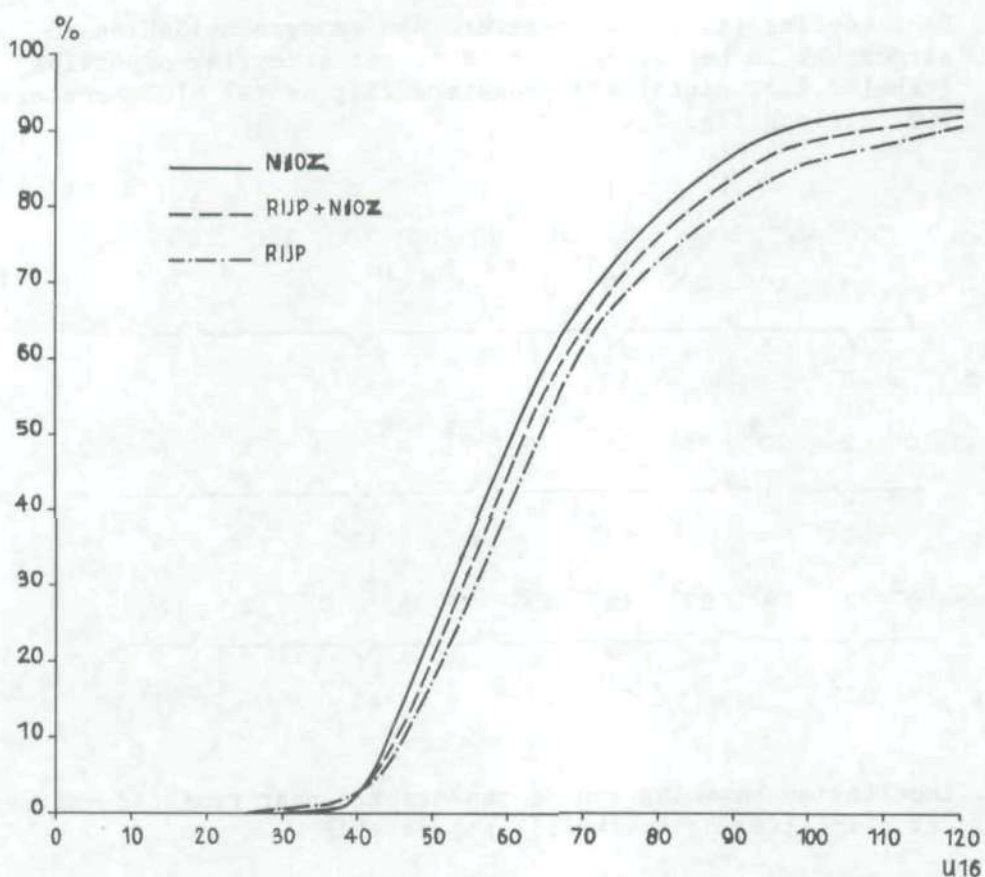
Meer dan de helft van het gebied bestaat uit matig fijn zand (tabellen 5.3. en 5.4.). De mediaan van de U_{16} -cijfers (fig. 5.4.) ligt voor de RIJP-monsters bij 64. Bij de NIOZ-bemonstering is het grovere deel (zie voornoemde tabel 5.3.) iets belangrijker dan bij de RIJP-bemonstering. Tesamen is het ruim 20%. De RIJP-bemonstering daarentegen heeft een iets groter aandeel van het middelfijne zand dan de NIOZ-bemonstering. Tesamen is het 16%. Zo'n 8% van de monsters is zeer fijn zand.

Tabel 5.3. De toedeling (in %) van monsters aan zandgrofheidsklassen uitgedrukt in het U₁₆-cijfer (d.i. het specifiek oppervlak) (tabel 5.4.). Aantal RIJP-monsters 233; aantal NIOZ-monsters 250. Zie ook fig. 5.4.

codering	a		b		c		d				
U ₁₆ -grenzen	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
aantal RIJP	0 ⁴	1 ⁷	16 ⁷	20 ⁶	22 ³	10 ⁷	8 ²	6 ⁰	0 ⁹	3 ⁴	9 ⁰
cumulatief	18 ⁹		53 ⁶		18 ⁵		9 ⁰				
aantal NIOZ	0 ⁰	2 ⁸	20 ⁸	25 ⁶	16 ⁸	13 ⁶	7 ²	4 ⁸	0 ⁸	0 ⁸	6 ⁸
cumulatief	23 ⁶		56 ⁰		13 ⁶		6 ⁸				
NIOZ + RIJP	0 ²	2 ³	18 ⁸	23 ²	19 ⁵	12 ²	7 ⁶	5 ⁴	0 ⁸	2 ¹	7 ⁹
cumulatief	21 ³		54 ⁹		15 ⁹		7 ⁹				

Tabel 5.4. Indeling en benaming van de zandfractie naar grofheid volgens het U₁₆-cijfer, gebruikelijk bij de RIJP

aanduiding	benaming	U ₁₆ -cijfer
a	grof	< 50
b	matig fijn	50-80
c	middelfijn	80-120
d	zeer fijn	120-180
e	uiterst fijn	180-270
f	uiterst fijn	270-400



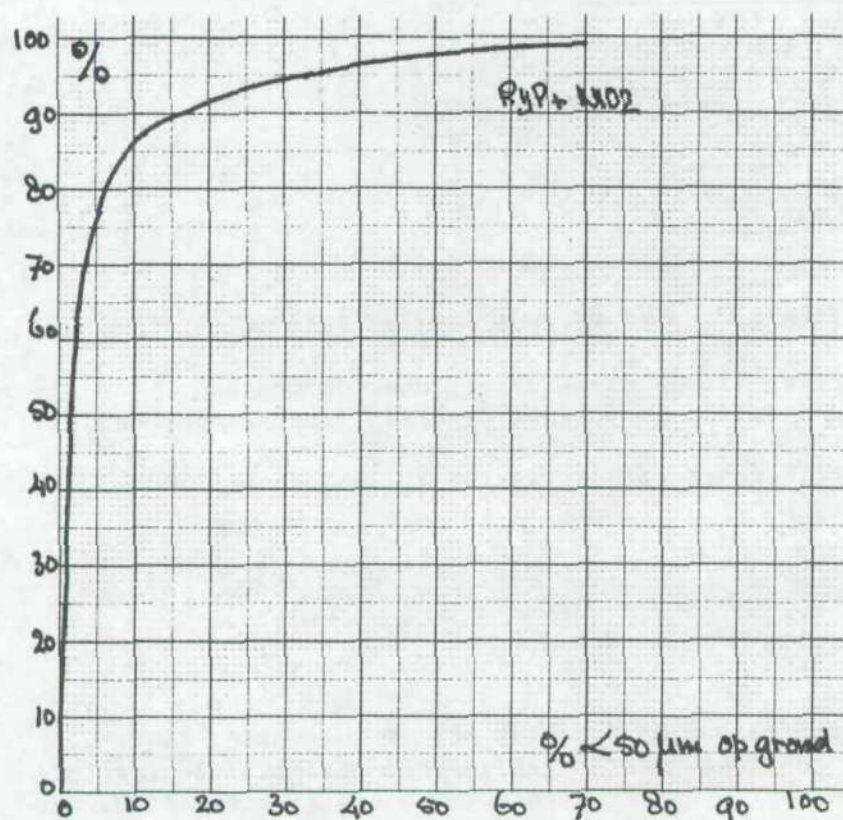
Figuur 5.4. De cumulatieve toedeling (in %) van monsters aan zandgrofheidsklassen uitgedrukt in het U16-cijfer (tabel 5.3.) (zie ook tabel 5.4.)

Gehalten aan de fractie <math>< 50 \mu\text{m}</math>

Het gebied kenmerkt zich door een gering aandeel van de fractie <math>< 50 \mu\text{m}</math> (zie tabel 5.5. en figuur 5.5.; vergelijk ook de lutumstatistiek).

Tabel 5.5. De toedeling (in %) van monsters naar gehalten (in %) van de fractie $<50 \mu\text{m}$ (op droge grond). Aantal RIJP-monsters 233; aantal NIOZ-monsters 250. Zie ook figuur 5.5.

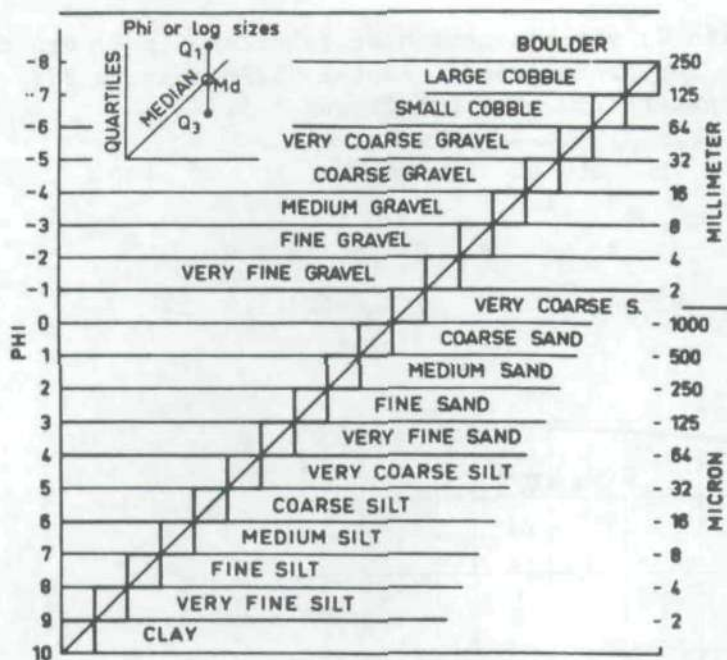
gehalten	0	2½	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
aant. RIJP	58 ⁸	18 ⁰	9 ⁴	5 ⁶	4 ³	2 ¹	1 ³	0	0	0	0	0	0
aant. NIOZ	64 ⁰	14 ⁸	10 ⁸	3 ⁶	2 ⁴	0 ⁴	0 ⁸	1 ⁶	1 ⁶	0 ⁸	0 ⁸	0 ⁴	
RIJP+NIOZ	61 ⁶	15 ⁴	10 ¹	4 ⁶	3 ³	1 ⁴	1 ⁰	0 ⁸	0 ⁸	0 ⁴	0 ⁴	0 ²	



Figuur 5.5. De cumulatieve toedeling (in %) van monsters naar gehalten (in %) van de fractie $<50 \mu\text{m}$ (op droge grond). Aantal RIJP-monsters 33; aantal NIOZ-monsters 250. Zie ook tabel 5.5.

Mediane korrelgrootte

Volgens de door Doeglas gegeven indeling heeft het gros der monsters een mediane korrelgrootte liggend in de klasse "fine sand". De zeer fijne kant is verder iets beter vertegenwoordigd dan de grovere (figuur 5.6. en tabel 5.6).



Figuur 5.6. Classificatiediagram volgens Doeglas (zie Ente, 1982)

Tabel 5.6. De toedeling (in %) van monsters naar de mediaan (middenwaarde) in μm volgens de classificatie van Doeglas (Ente, 1982).

Aantal RIJP-monsters 233; aantal NIOZ-monsters 250

	RIJP	NIOZ	RIJP+NIOZ
medium sand	6 ⁰	5 ²	5 ⁶
fine sand	74 ³	81 ²	77 ⁸
very fine sand	19 ⁷	13 ⁶	16 ⁶

De mediane korrelgrootte van de fracties $>63 \mu\text{m}$ volgens de Rijks Geologische Dienst geeft wat meer mogelijkheden tot detaillering (zie tabel 5.7. en figuur 5.7). Het gros valt in de klasse matig fijn, met iets meer accent op de zeer fijne kant dan op de matig grove (zie ook figuur 5.9.)

Tabel 5.7. De toedeling (in %) van monsters naar de mediaan (middenwaarde) van de fracties $>63 \mu\text{m}$ (M63) volgens de fractiegrenzen en benamingen van de Rijks Geologische Dienst (1977). Aantal RIJP-monsters 233; aantal NIOZ-monsters 250.

grenzen	63	106	125	150	180	212	250	300	355	425
RIJP	7 ⁷	10 ³	16 ⁷	22 ²	23 ⁵	13 ²	5 ⁶	0 ⁴	0 ⁴	
NIOZ	5 ⁶	6 ⁸	15 ⁶	24 ⁸	26 ⁸	14 ⁴	5 ⁶	0 ⁴	0	
RIJP+NIOZ	6 ⁶	8 ⁵	16 ¹	23 ⁶	25 ²	13 ⁸	5 ⁶	0 ⁴	0 ²	

RIJP	7 ⁷	27 ⁰	45 ⁷	18 ⁸	0 ⁸
NIOZ	5 ⁶	22 ⁴	51 ⁶	20 ⁰	0 ⁴
RIJP+NIOZ	6 ⁶	24 ⁶	48 ⁸	19 ⁴	0 ⁶

63-106 uiterst fijn

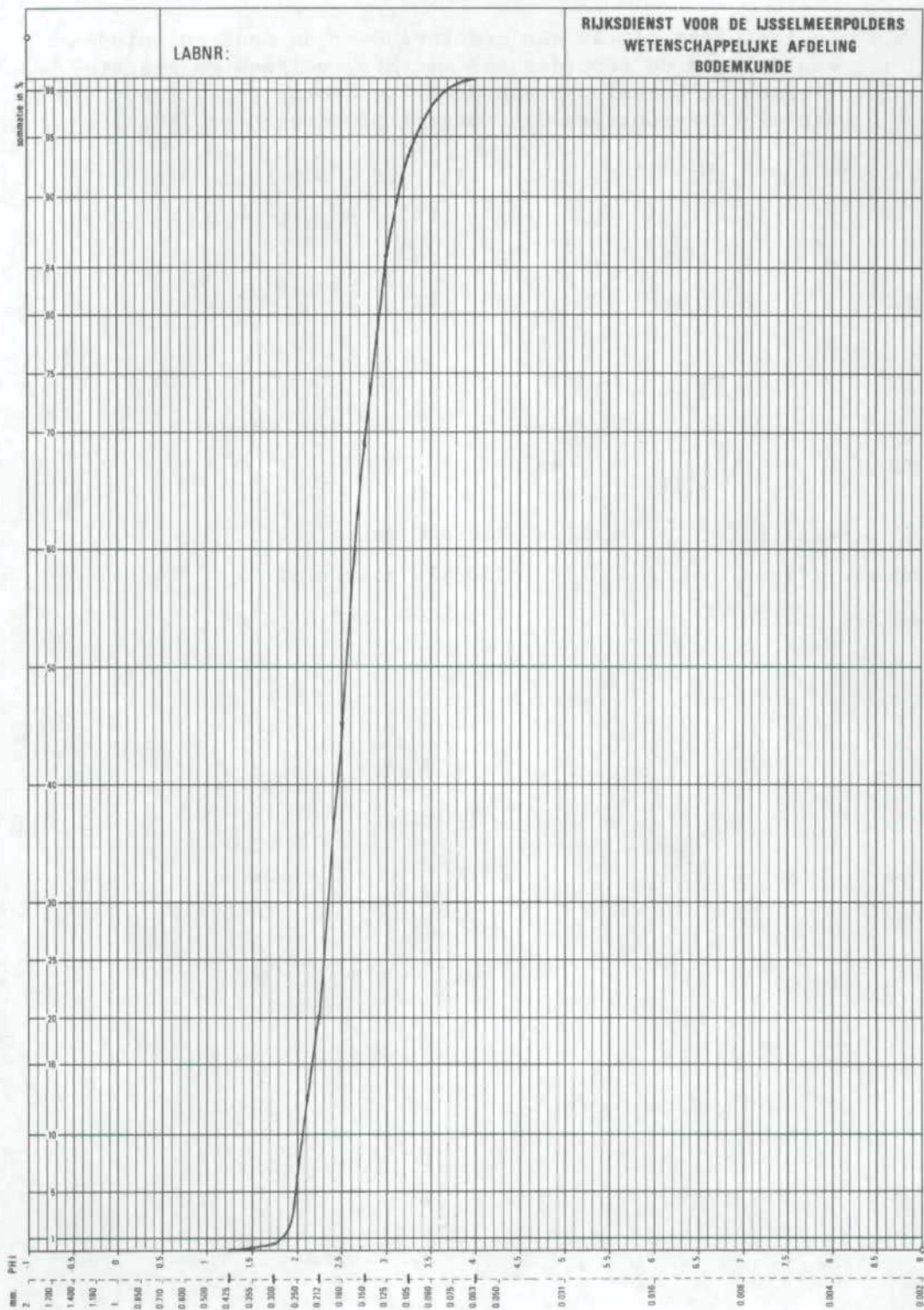
106-150 zeer fijn

150-212 matig fijn

212-300 matig grof

300-425 zeer grof

425-2000 uiterst grof

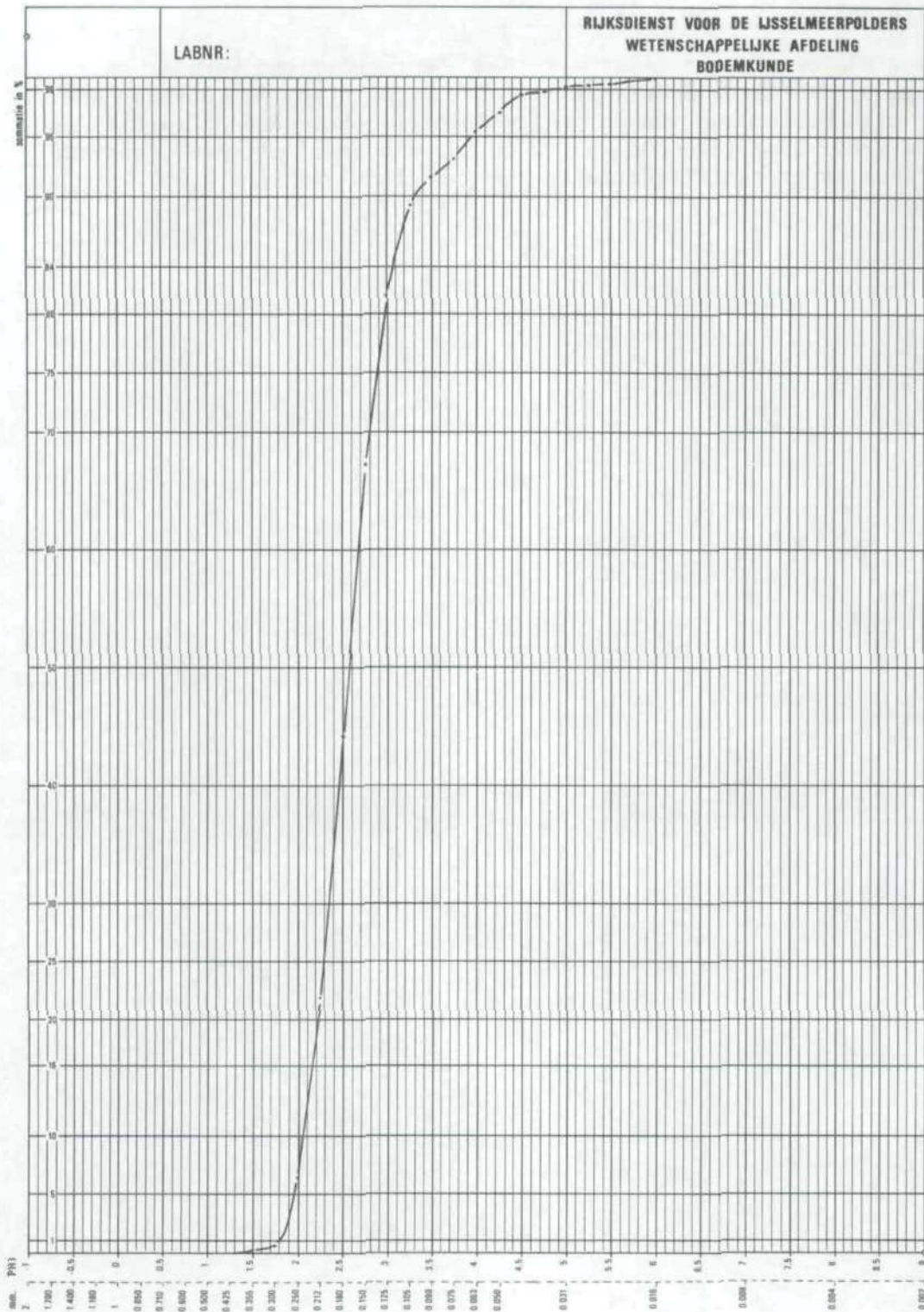


Figuur 5.7. Cumulatieve curve mediaancijfers RIJP + NIOZ (men leze: x % op de verticale as heeft een M63 groter dan de aangegeven waarde op de horizontale as).

Grafisch gemiddelde van Folk & Ward

Alle gemiddelden kunnen geturfd worden. De cumulatieve vorm ervan is weergegeven in figuur 5.8 (y-as lineair, x-as in ϕ)*. Volgens deze figuur ligt de mediaan van de gemiddelden bij $\phi = 2,6$ of ca. $165 \mu\text{m}$. Naar de grove kant ($500\text{--}300 \mu\text{m}$) is de curve normaal aflopend, naar de fijne kant is er een uitgestrekte voet vanaf $\mu\text{m} 105$ ($\phi 2,25$).

* De ϕ -notatie is door Krumbein in 1936 ingevoerd, waarbij $\phi = -2 \log$ diameter in mm. De korrelgrootteverdelingscurve vertoont meer symmetrie wanneer de korrelgrootteverdeling tegen deze logaritmie van de diameter wordt uitgezet dan tegen de diameter zelf. Deze notatie is tegenwoordig volledig ingeburgerd.



Figuur 5.8. De cumulatieve toedeling (in %) van monsters naar het gemiddelde volgens Folk & Ward (in phi). Aantal RIJP-monsters 232; aantal NIOZ-monsters 250.

Grafische standaardafwijking van Folk & Ward (sigma I)

De sigma I ofwel inclusieve grafische standaardafwijking volgens Folk & Ward (1957) is weergegeven in tabel 5.8. De monsters vallen overwegend in de klassen goed en matig gesorteerd. Vanwege het wat grovere karakter is een flink aantal NIOZ-monsters zeer goed gesorteerd, terwijl wegens het fijnere karakter de RIJP-monsters ten dele bij de wat slechtere sortering uitkomen.

Tabel 5.8. De toedeling (in %) van monsters aan de sorteringsklassen gebaseerd op de sigma I / inclusieve grafische standaardafwijking volgens Folk & Ward (1957). Aantal RIJP-monsters 232; aantal NIOZ-monsters 250.

grenzen	0	0,35	0,50	1,00	2,00
RIJP	13 ⁷	42 ⁵	28 ³	11 ⁶	3 ⁹
NIOZ	26 ⁸	42 ⁰	28 ⁸	2 ⁴	0
RIJP+NIOZ	20 ⁵	42 ⁹	28 ⁶	6 ⁸	1 ⁹

- 0,35	zeer goed	1,00 - 2,00	slecht
0,35 - 0,50	goed	2,00 - 4,00	zeer slecht
0,50 - 1,00	matig	4,00 -	bijzonder slecht

Grafische scheefheid van Folk & Ward (skewness I)

Bij de "skewness" I ofwel de inclusieve grafische scheefheid volgens Folk & Ward (1957) overheerst (tabel 5.9) het bijna symmetrische, terwijl daarnaast de scheefheid sterk naar het positieve neigt en wel bij de RIJP-monsters nog wat sterker dan bij de NIOZ-monsters. Positief betekent scheefheid naar de fijne kant.

Tabel 5.9. De toedeling van monsters (in %) aan de "skewness"/ inclusieve grafische scheefheid volgens Folk & Ward (1957). Aantal RIJP-monsters 232; aantal NIOZ-monsters 250.

grenzen	- 1,00	- 0,30	- 0,10	+ 0,10	+ 0,30	+ 1,00
RIJP		0 ⁴	7 ³	36 ⁷	30 ²	25 ⁴
NIOZ		3 ²	15 ⁶	47 ²	23 ⁶	10 ⁴
RIJP+NIOZ		1 ⁹	11 ⁶	42 ¹	26 ⁸	17 ⁶

- 1,00 tot - 0,30	zeer negatief	- 0,10 tot + 0,10	bijna symmetrisch
- 0,30 tot - 0,10	negatief	+ 0,10 tot + 0,30	positief
- 0,10 tot + 0,10	bijna symmetr.	+ 0,30 tot + 1,00	zeer positief

Grafische kurtosis of puntigheid van Folk & Ward

Bij de grafische "kurtosis" of puntigheid volgens Folk & Ward (1957) overheersen (tabel 5.10) de klassen normaal en puntig, waarbij het accent op puntig ligt. Interpretatie is moeilijk/onduidelijk.

Tabel 5.10. De toedeling van monsters (in %) aan de klassen van "kurtosis"/grafische puntigheid volgens Folk & Ward (1957). Aantal RIJP-monsters 232; aantal NIOZ-monsters 250.

grenzen	0,67	0,90	1,11	1,50	3,00	
RIJP	0	2 ⁶	27 ²	46 ⁶	15 ⁹	7 ⁸
NIOZ	0 ⁴	3 ²	42 ³	47 ²	6 ⁹	0
RIJP+NIOZ	0 ²	2 ⁹	35 ⁰	46 ⁹	11 ³	3 ⁷

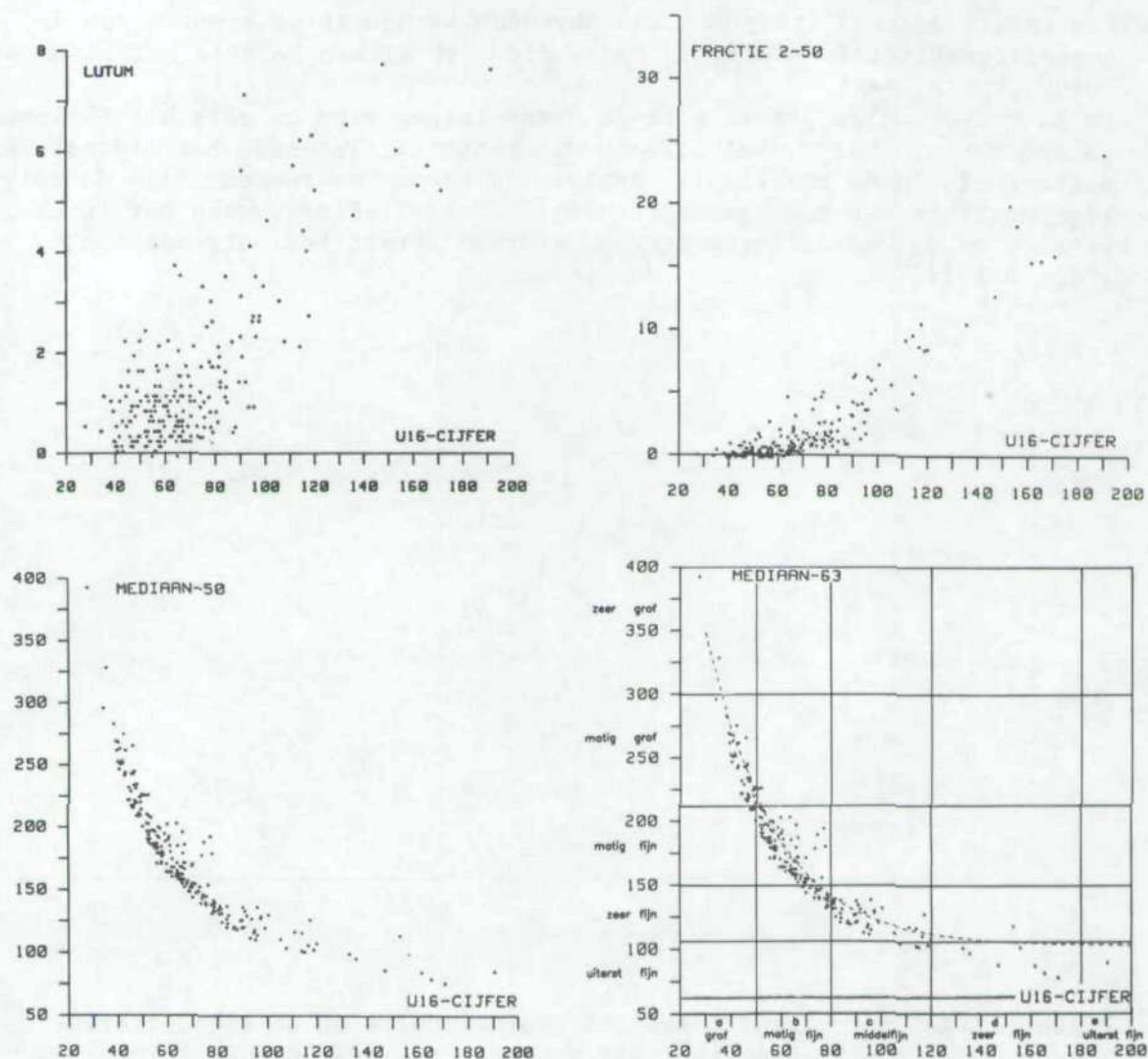
- 0,67	zeer plat	1,11 - 1,50	puntig
0,67 - 0,90	plat	1,50 - 3,00	zeer puntig
0,90 - 1,11	normaal	3,00 -	bijzonder puntig

5.4. De verbanden tussen U₁₆-cijfers en gehalten aan de lutumfractie, de fractie 2-50 μ m en de waarden voor M₅₀ en M₆₃

De verbanden tussen de U₁₆-cijfers enerzijds en de gehalten aan de lutumfractie, de fractie 2-50 μ m en de waarde voor M₅₀ en M₆₃ anderzijds, zijn weergegeven voor monsters met een lutumgehalte, kleiner dan 8% voor de RIJP-monsters in figuur 5.9.

Zoals verwacht, is het verband tussen de U₁₆-cijfers en de lutumgehalten zeer wijd. Tot op zekere hoogte zijn het zo goed als onafhankelijke parameters.

Het verband tussen het U₁₆-cijfer en de fractie 2-50 μ m is uiteraard nauwer. Deze parameters zijn als het ware ten dele in elkaar begrepen. De verbanden tussen de U₁₆-cijfers en de mediaanwaarden voor de fracties >50 en >63 μ m zijn duidelijk. Ze vertonen als het ware een omgekeerde evenredigheid, met andere woorden hoge U₁₆-cijfers bij lage M-waarden en omgekeerd. Naar de fijne zijde detailleert het U₁₆-cijfer beter, naar de grove zijde daarentegen detailleert de mediaanwaarde beter.



Figuur 5.9. Verbanden tussen enige granulometrische parameters bij de zandige RIJP-monsters. Aantal 225.

5.5. Het verband tussen enige op beperkt of uitgebreid granulometrisch onderzoek gebaseerde parameters

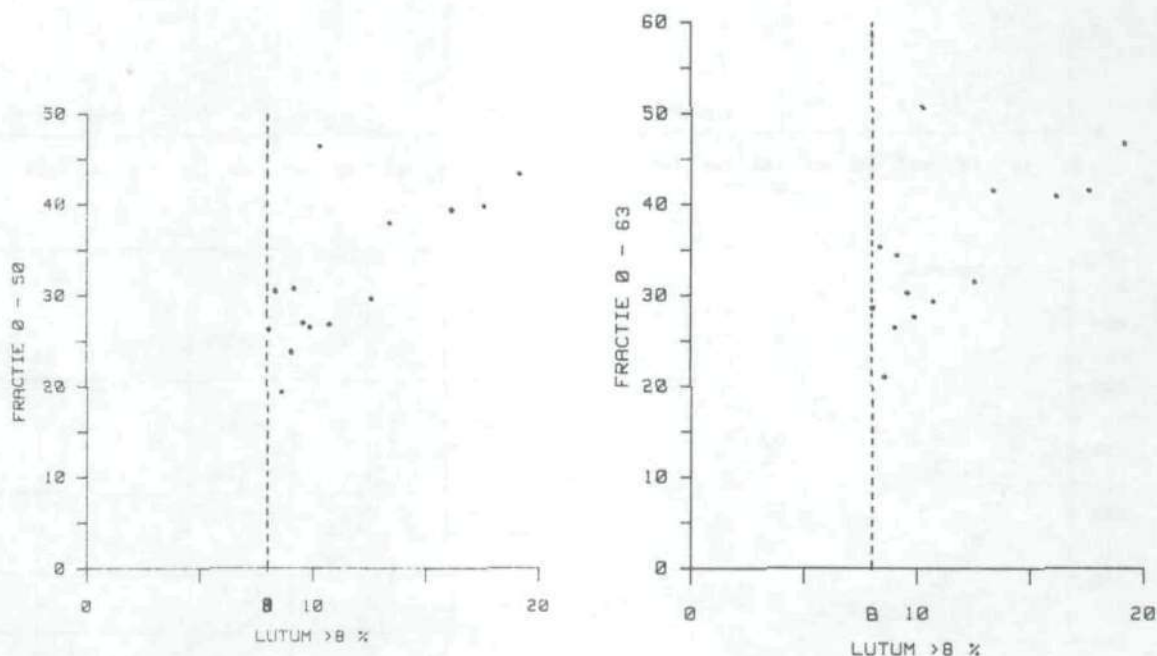
Door verschillende onderzoekers wordt volstaan met het onderzoeken van de zeeffracties, waarbij een slianalyse achterwege blijft. Nagegaan zal worden welke gevolgen dat heeft in het licht van de volledige analyse en binnen welke grenzen zo'n handelwijze toelaatbaar is.

Uit een bezinning op de sommatiecurve moge duidelijk zijn dat "middenwaarden" als modus of mediaan van de zeeffractieverdeling tot 50 of 63 μm op zich niet of nauwelijks* een vingerwijzing kunnen geven.

* Hoogstens een vage, wanneer die middenwaarde een hoge phi-waarde zou blijken te zijn.

Een eerste duidelijk signaal kan gevonden worden in de grootte van de ongedifferentieerde zeefrest, omdat deze een zekere relatie met slib- of lutumgehalte heeft.

In de bodemkundige praktijk is de grens tussen zand en slijk bij 8% lutum gelegd (Ente, 1982; tabel 5.2. in dit rapport). Teneinde het signaal van slijkigheid in de onvolledige analyse te kunnen waarnemen, zijn de slijkige monsters een keer samengenomen. De vergelijking tussen het lutumgehalte en de ongedifferentieerde zeefrest levert het volgende beeld (fig. 5.10).



Figuur 5.10. Het verband tussen het lutumgehalte en de ongedifferentieerde zeefrest bij monsters met meer dan 8% lutum

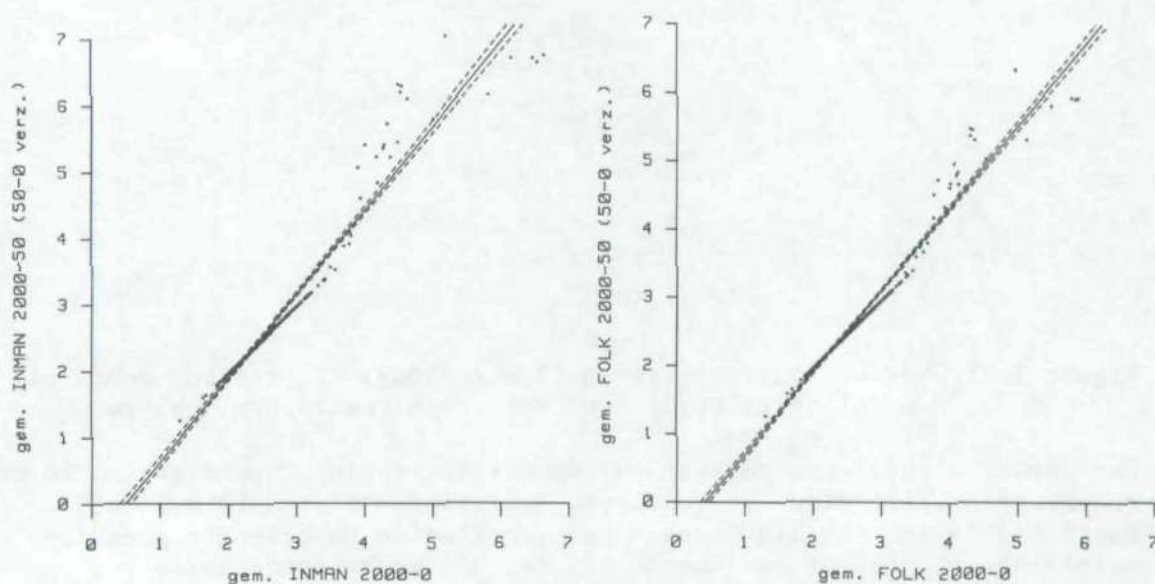
Naarmate de zeefrest, te weten de fractie 0-50 of 0-63 μm , groter wordt dan ca. 20%, neemt (in deze verzameling) de kans toe dat het lutumgehalte boven 8% uitkomt. Uit tabel 5.5. en in het bijzonder uit figuur 5.5. valt af te leiden dat voor ca. 8% van het totaal aantal monsters de kritische grens wordt benaderd of overschreden.

Wat de overige mogelijke signalen betreft, kan worden gesteld dat deze zullen moeten komen van de "overgangsfracties", de fijnere zandfracties, hetzij rechtstreeks door beschouwing van de curve, hetzij indirect via parameters die de fijnere zandfracties in meer of mindere mate laten spreken (alsmede de grovere). Hierbij kan in eerste instantie gedacht worden aan maten voor het gemiddelde, zoals de grafische gemiddelden van Inman, Folk & Ward, Friedman, Depuydt, e.a., eventueel ook het rekenkundige gemiddelde*.

* Teneinde bij de berekening van parameters uit de zeeffracties ook de ongedifferentieerde restfractie in zekere mate te kunnen meenemen, is aan die restfractie de phi-waarde 8.80 toegekend (zijnde het gemiddelde van phi 4.32 -50 μm grens - en phi 13.29 - de aangenomen eindwaarde van de lineaire curve -) (zie ook noot nabij figuur 5.8.)

In tweede instantie valt te denken aan maten voor de sortering, hetzij grafische, hetzij rekenkundige.

Bij een vergelijking van parameters, berekend uit respectievelijk een volledige en een beperkte granulometrische analyse werd voor het grafisch gemiddelde het volgende beeld verkregen (figuur 5.11):

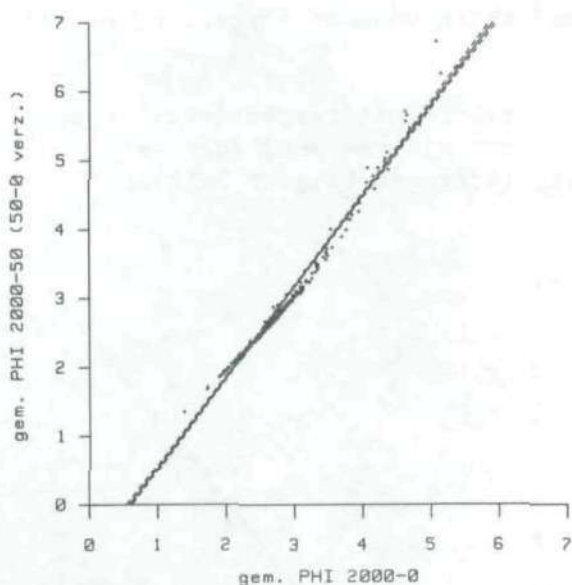


Figuur 5.11. Verband tussen grafische gemiddelden, berekend resp. uit de volledige en de beperkte granulometrische analyse

Tot een phi-waarde van $3\frac{1}{4}$ zijn de resultaten van volledig granulometrisch en van beperkte granulometrisch onderzoek identiek; bij hogere waarden lopen de resultaten duidelijk uiteen.

Bij het rekenkundig gemiddelde kan de grenswaarde $3\frac{1}{4}$ phi eveneens worden herkend, zij het dat hier (door het sterker meespelen van de uitersten) al eerder (vanaf phi $2\frac{1}{2}$) enkele betrekkelijk kleine afwijkingen optreden.

Uit een vergelijking van de gemiddelden van resp. Inman en Folk (voor alle fracties) bij de verzameling monsters, waaruit de monsters met een gehalte van meer dan 8% lutum waren wegeselecteerd, bleek dat de resterende zandige monsters niet hoger scoorden dan phi $4\frac{1}{2}$ voor het Inman-gemiddelde en phi $4\frac{1}{2}$ voor het Folk-gemiddelde. Dit komt vrijwel overeen met de grenswaarde die men verkrijgt door het wegdenken van de 14 monsters (zie figuur 5.10) met de hoogste waarden in de voorgaande figuur. Eenzelfde grens van ca. $4\frac{1}{2}$ phi werd op dezelfde wijze gevonden met betrekking tot het rekenkundig gemiddelde (figuur 5.12.).



Figuur 5.12. Verband tussen rekenkundige gemiddelden berekend resp. uit de volledige en de beperkte granulometrische analyse

Een verder signaal kan gegeven worden met betrekking tot de grafische en rekenkundige sortering. De grafische sorteringsmaat van Folk & Ward geeft bij de vergelijking tussen resp. volledige en beperkte granulometrisch analyses tot een waarde van ca. $3/4$ goede overeenstemming (figuur 5.13); bij de sorteringsmaat van Friedman loopt de overeenstemming tot ca. $1\frac{1}{2}$; bij de rekenkundige sortering ligt de grenswaarde bij ca. 1, met dien verstande dat er al eerder enige spreiding optreedt.

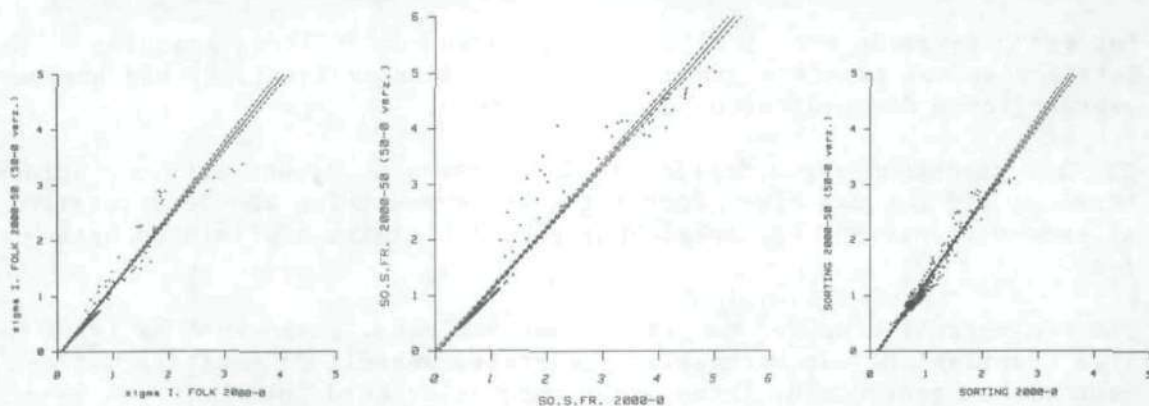


Fig. 5.13. Verband tussen grafische en rekenkundige sorteringsmaten resp. berekend uit de volledige en de beperkte granulometrische analyse.

5.6. Visher-grafieken*

Algemeen

Uit eerdere rapportage (Ente, 1982) werden aanwijzingen verkregen dat het nogal in zwang zijnde werken met Visher-grafieken ook in dit gebied zinvol zou kunnen zijn. Aan de voorwaarden voor het maken van Visher-grafieken, te weten het zeven met $\frac{1}{2}$ phi-intervallen, werd bij het onderhavige onderzoek voldaan.

De Visher-grafiek wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van rechte lijnstukken (elk een hydrodynamische fractie vertegenwoordigend), door knikpunten gescheiden. In het volgende zal worden nagegaan in hoeverre dit beeld in de verkregen grafieken tot uiting komt.

Vooraf nog dit. Bij alle grondmonsteranalyses van de RIJP wordt de lutum- en/of de slibfractie bepaald. Vanwege de betekenis hiervan is de Visher-grafiek met de fijnere fracties uitgebreid.

Wanneer de totale verzameling van de door de computer getekende grafieken wordt gezien, kan geconcludeerd worden dat knikpunten zeker voorkomen, zij het niet bij alle grafieken, en dat de grafieken met knikpunten niet alle mogelijke knikpunten vertonen, maar slechts een deel. Achtereenvolgend zal de aanwezigheid van de verschillende knikpunten worden toegelicht.

Knikpunt ca. 6 phi (16 μm)

Het moge genoegzaam bekend zijn dat er bij mariene afzettingen sprake is van een bepaalde vaste verhouding (2:3) tussen de lutumfractie (0-2 μm) en de slibfractie (0-16 μm) (Zuur, 1954; De Ridder en Wiggers, 1959). Op het gebruikte papier met phi-as en waarschijnlijkheids-as komt dit idealiter tot uiting in nagenoeg evenwijdige lijnen (binnen zekere grenzen, dat wil zeggen tot ca. 15% lutum)(fig. 5.14). Bij de monsters met een lutumgehalte tussen 1 en 10% lutum wordt dit ideaalbeeld behoorlijk benaderd (hier niet weergegeven). Beneden 1% lutum wordt het beeld vertroebeld door de beperkte nauwkeurigheid, speciaal van de slib-bepaling (pipetteren na een kwartier).

Ook wordt op grond van eerder onderzoek (Favejee, 1951) aangenomen dat de gelijke onderlinge verhouding tussen de subfracties geldt tot 16 à 25 μm . Daarboven kan de verhouding variëren.

* Visher (Ente, 1982 loc.cit.: 16) komt op grond van eerdere literatuur (Moss, 1962 en 1963) tot de veronderstelling dat korrelgrootteverdelingen in werkelijkheid mengsels zijn van een of meer log-normale verdelingen (populaties) (zie fig. 5.14. boven). Een analyse van het aantal populaties, van de graad van menging, korrelgrootte-orde, percentage en maten van sortering van elke populatie zou de korrelgrootteverdeling karakteriseren. Visher vond op grond van zijn gegevens dat deze parameters varieerden op een voorspelbare en systematische manier en dat zij betekenis hebben in termen van transport en afzetting. Er zijn gewoonlijk drie hoofdpopulaties: een populatie getransporteerd door rollen of kruipen (rolling of surface creep), een populatie getransporteerd door springen (saltation) en een populatie getransporteerd door zweven (suspension). Zij kunnen hetzij tesamen aanwezig zijn, hetzij alleen of getweeën. Visher illustreert zijn zienswijze met vele voorbeelden (Visher, 1969).

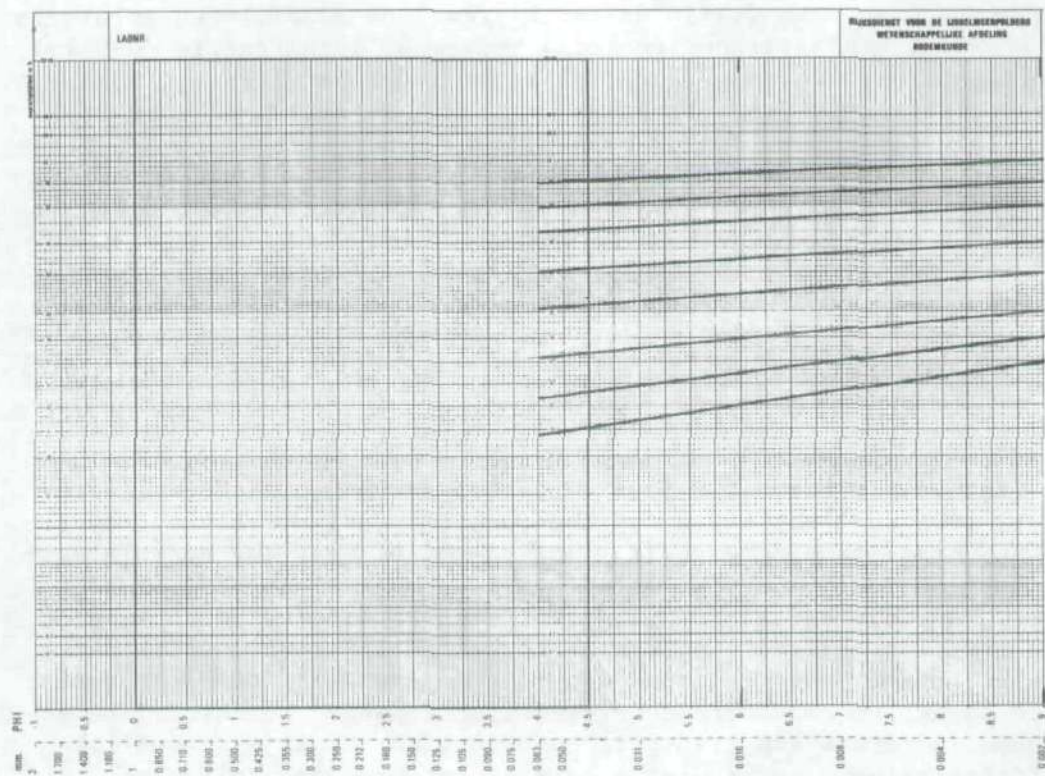
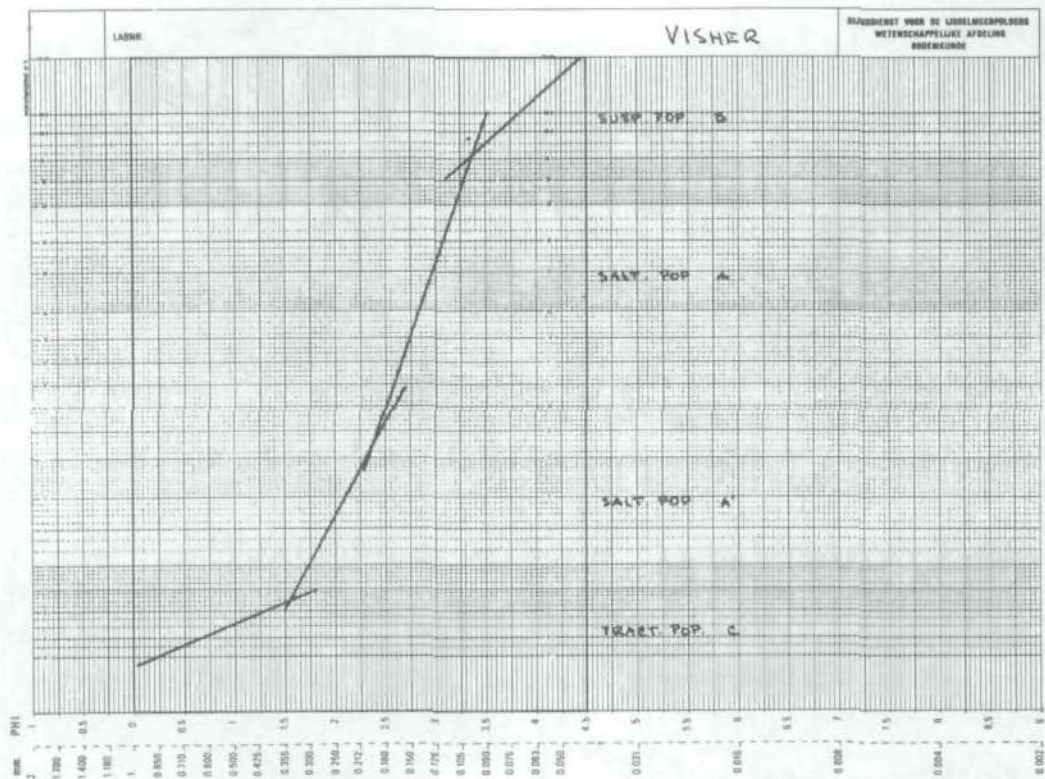


Fig. 5.14. Visher-grafiek (boven) en controle op vaste lutum/slib-verhouding van 2:3 (onder).

Uit fig. 5.15. blijkt dat bij de gegeven fragmenten van grafieken er in de reeks 63, 50, 16 μm een duidelijk knikpunt optreedt bij 16 μm .

Knikpunt ca. 4 phi (63 μm)

In de gegeven figuren komt tevens naar voren dat er bij 63 μm eveneens een duidelijk knikpunt optreedt (een argument in de discussie 63 of 50 μm ?).

Knikpunt ca. 3½ phi (105 μm)

Ook bij ca. 105 μm is een duidelijk knikpunt aanwezig in verschillende grafieken. Hier valt op dat - in tegenstelling tot bij de zojuist beschreven knikpunten - de knikken verschillend kunnen zijn, met andere woorden dat er als het ware van een duidelijke sprong in de binnen zekere grenzen "normale" verhouding tussen de subfracties sprake is. Met andere woorden komt dit als een wezenlijker knikpunt naar voren dan de overige tot nu toe besproken.

Knikpunt ca. 2½ phi (212 μm)

Een knikpunt dat zich in de verschillende grafieken ook duidelijk vertoont is dat van ca. 212 μm . Evenals in het vorige geval kunnen de knikken verschillend gericht zijn.

Knikpunt ca. 1½ phi (355 μm)

Ook dit knikpunt is voor de verschillende gevallen duidelijk. De knik is veelal aan de zwakke kant.

Afwezigheid van knikpunten

Een en ander betekent dat de methode Visher, met de gebruikte laboratoriummethoden en verzamelde monsters, in vele gevallen bruikbaar is. In andere, ook hier voorkomende gevallen is een verdeling van de gehele grafiek of een gedeelte daarvan arbitrair of zelfs irreëel, in die zin, dat eerder van krommen gesproken moet worden. Figuur 5.16. geeft hiervan een aantal voorbeelden. De verklaring hiervoor lijkt in de richting gezocht te moeten worden dat de gebezigde bemonsteringswijze monsters oplevert die in principe als mengmonsters zijn aan te merken, waarbij in de zojuist gesignaleerde gevallen er sprake moet zijn van een "afspiegeling" van verschillende hydro-dynamische omstandigheden.

Tractie-, saltatie- en suspensie-populaties

Visher benoemde de verschillende hydro-dynamische populaties als resp. de tractie-, saltatie- en suspensie-populaties. Indien, zoals uit het voorgaande bleek, de verschillende populaties geduid kunnen worden door de grenzen 1½ phi (355 μm) en 3½ phi (105 μm) kan vervolgens het aandeel van de drie fracties worden berekend (in % van de minerale delen).

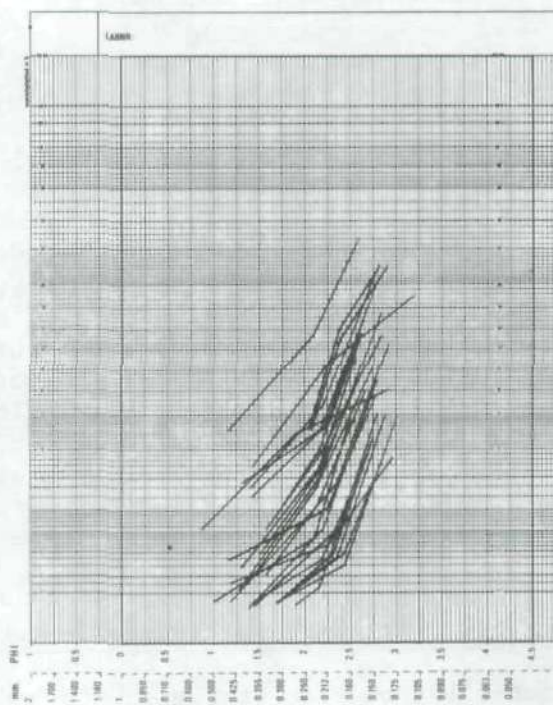
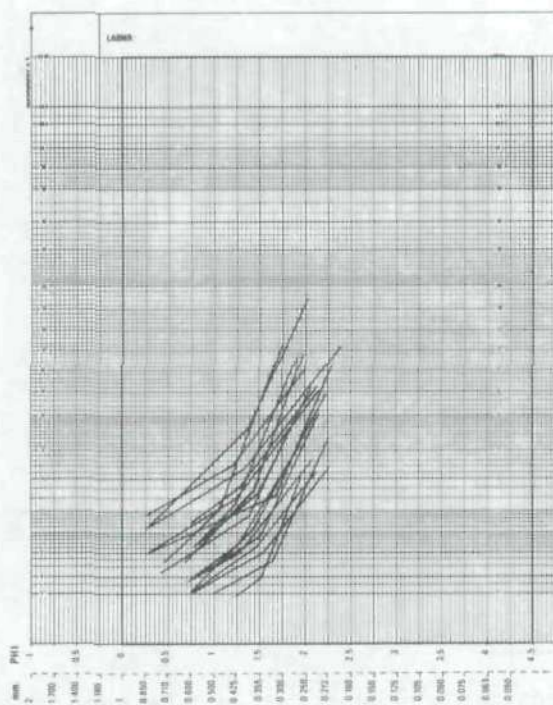
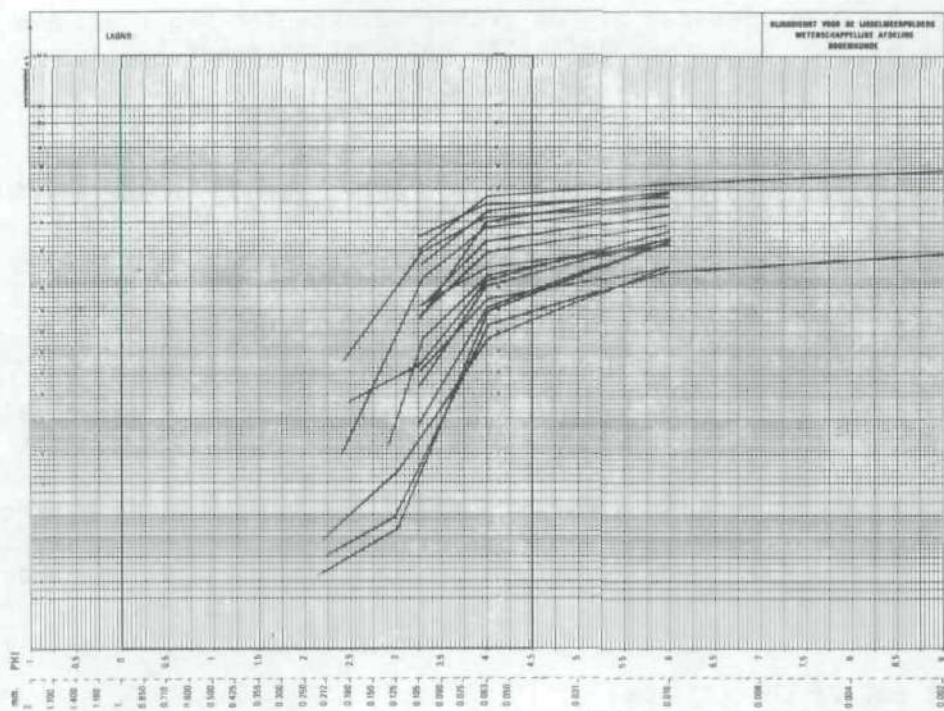


Fig. 5.15. Een aantal voorbeelden van de toepassing van de Visser-aanpak en enkele daaruit voortkomende duidelijke knikpunten.

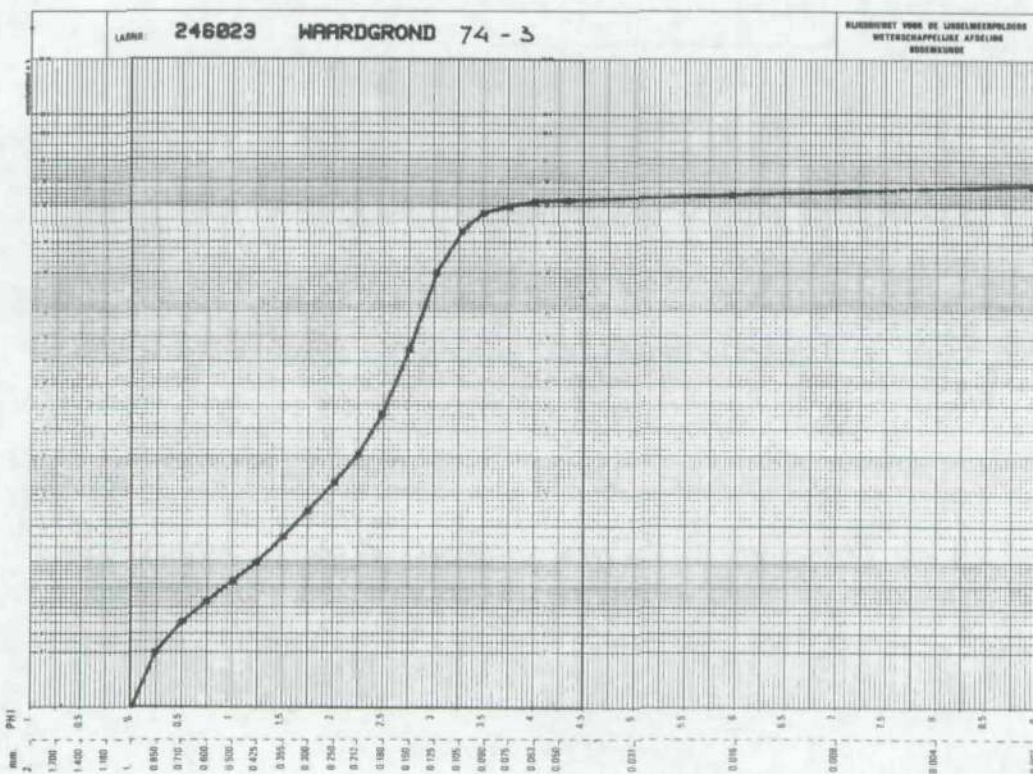
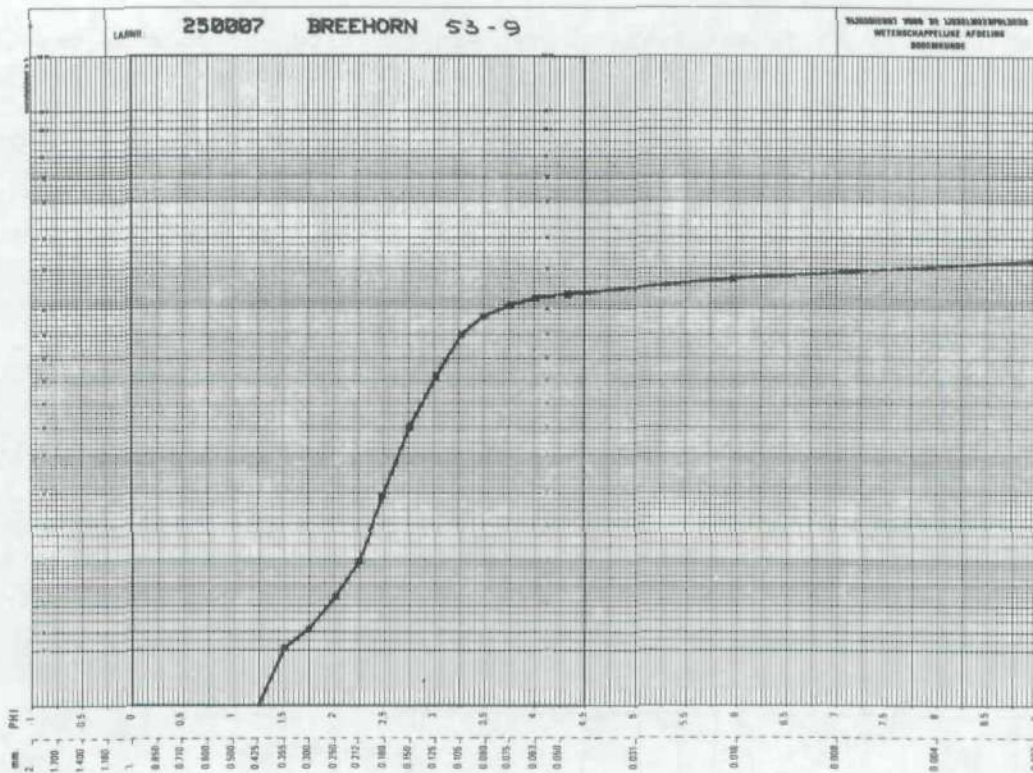


Fig. 5.16. Enkele voorbeelden van krommen die slecht passen in de Visher-aanpak.

In figuur 5.17. is op de verticale as dat aandeel uitgezet voor de verschillende hydro-dynamische populaties. Op de horizontale as staat het aandeel ervan in de totale monsterpopulatie van RIJP en NIOZ. De scores zijn gesommeerd voor de hydro-dynamische populaties. Lees bij voorbeeld: (horizontaal) in 40% van het aantal monsters is het aandeel van de saltatie-populatie $\geq 90\%$, in 70% $\geq 80\%$. Zo is bij voorbeeld in 10% van het aantal monsters de tractie-populatie $\geq 10\%$, in 20% echter niet hoger dan ca. 5%. Uit de figuur volgt dat de saltatie-populatie verreweg het belangrijkste is, op verre afstand gevolgd door de suspensie-populatie, terwijl de tractie-populatie het minst belangrijk is.

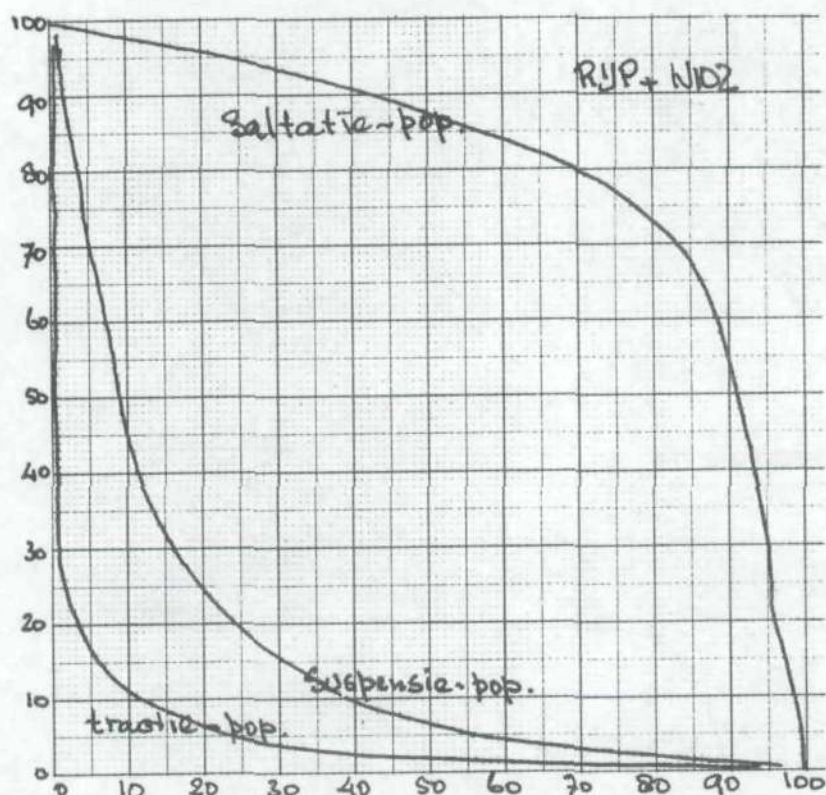


Fig. 5.17. De betekenis van hydro-dynamische tractie-, saltatie- en suspensie-populaties volgens Visser voor de monsters van RIJP en NIOZ (aantal 482). Op de horizontale as het % van de monsterpopulatie waarvoor een bepaalde hydro-dynamische fractie hoger scoort dan de waarde op de verticale as, zijnde het % aandeel per monster (op minerale delen).

Conclusie/samenvatting

Samenvattend kan worden gesteld dat de Visher-grafiek zeer aantrekkelijke kanten heeft, maar dat o.i. wat te veel grafieken interpretatieproblemen opleveren en daardoor tot subjectiviteit kunnen leiden. Door middel van het vertalen van gesignaleerde knikpunten naar phi- of μm -waarden en toepassen van deze waarden op moeilijk interpreteerbare curven kunnen hierin weliswaar populaties worden opgeroepen, maar deze handelwijze moet toch als wat geforceerd worden aangemerkt.

Voorts kan worden opgemerkt dat op grond van de signalering van knikpunten bij ca. $4 \text{ phi}/63 \mu\text{m}$ en ca. $6 \text{ phi}/16 \mu\text{m}$ een nadere indeling van de suspensie-populatie B (fijner dan ca. $3\frac{1}{4} \text{ phi}/105 \mu\text{m}$) gewenst zou zijn: een indirect pleidooi voor de lutum/slib-bepaling.

6. Morfologie

De grootschalige morfologie van de onderwaterbodem komt tot uiting in de dieptekaart. Het valt daarbij op dat bij NAP ca.-5 m een vrij scherpe knik in de diepteprofielen voorkomt, met andere woorden hier wordt van hoog naar laag de "rand" van de geul ineens veel steiler. Dit was mede een reden om het onderzoek tot die diepte te beperken. Zie in dit verband ook de respectievelijke oppervlakten weergegeven in tabel bij voorwoord.

De veranderingen in het dieptepatroon zijn redelijk goed bekend. Zie Van der Goes et al, 1980 (ook in Eisma & Wolff, 1980). Slechts plaatselijk is dat verschijnsel in verband te brengen met de bodemkundige gegevens, zoals de stratigrafie (slikkige geulvullingen) en ten dele de granulometrie.

Een kleinschaliger verschijnsel dat wij graag in verband hadden gebracht met de resultaten van dit onderzoek is dat van de zogenaamde megaribbels (zie aanhangsel H; Bodemmorfologie). Enig onderzoek is daarnaar wel verricht zonder dat dit heeft geleid tot kaartbeelden.

De aanwezigheid van megaribbels is door de Rijkswaterstaat Studiedienst/ Adviesdienst Hoorn (Visser, 1978) door middel van echolodgingen en zijwaartswerkende sonar aangetoond in 1978. Het betrof 100 waarnemingen, waarvan 69 in het westelijk waddegebied, echter, voornamelijk in de diepere geulen. Histogrammen (fig. 6.1.) voor megaribbelhoogte en megaribbellengte laten zien dat de meest voorkomende hoogte ligt tussen 0,25 en 0,30 m, en de meest voorkomende lengte omstreeks 5 à 6 m. De lengte/hoogteverhouding is gemiddeld 22 à 23 en ligt in de helft der gevallen tussen 17 en 27.

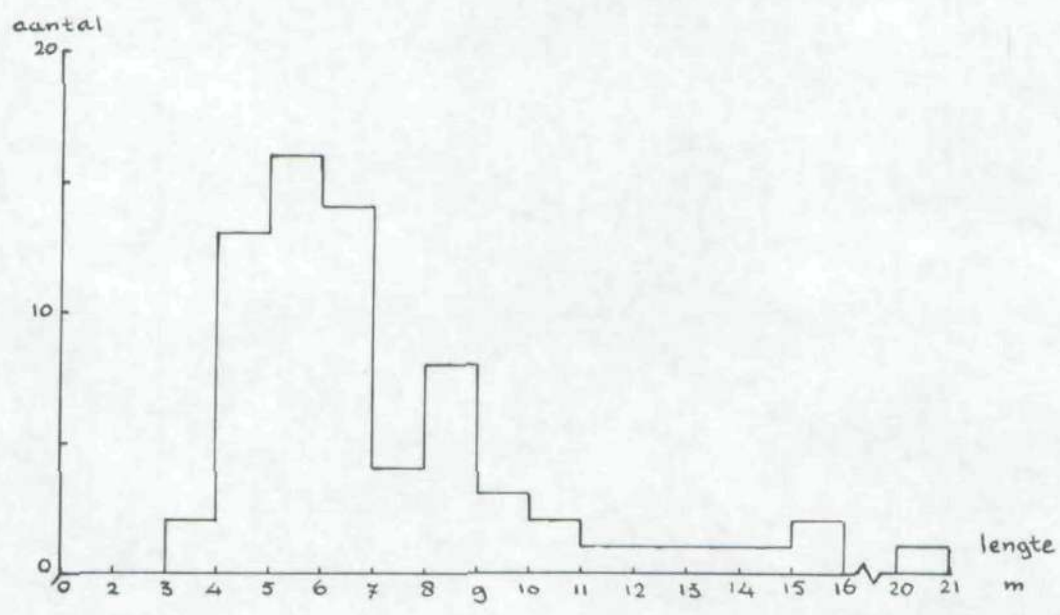
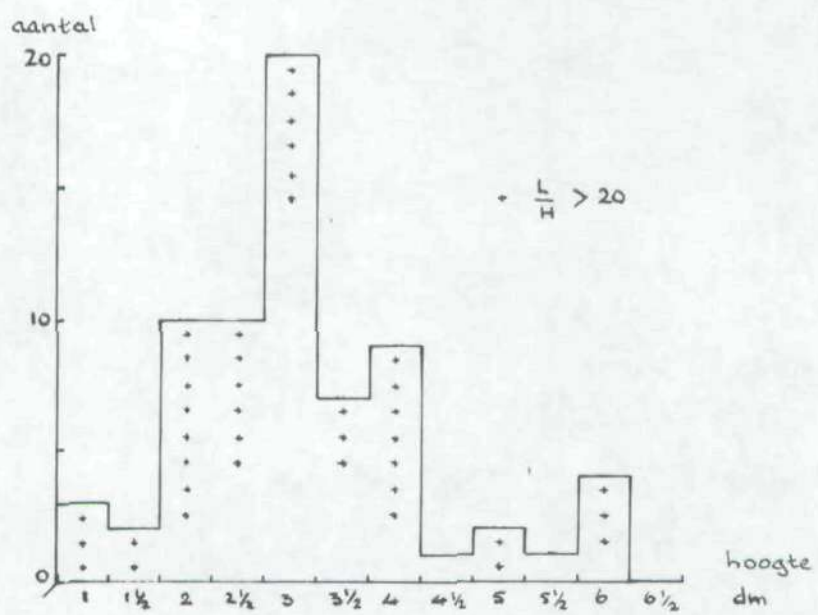


Fig. 6.1. Gemiddelde hoogten in dm (bovenste histogram) en gemiddelde golflengten in m (onderste histogram) van zogenaamde megaribbels in de diepere geulen van de westelijke Waddenzee, naar Visser, 1978.

Literatuur

- Brinke, A. ten, 1985: Een programma voor verwerkingsmethoden van korrelgrootte analyse-gegevens. Werkdocument 1985-48 Abw RIJP. Lelystad.
- Eisma, D. & W.J. Wolff, 1980: The development of the westernmost part of the Wadden Sea in historical time. In: Geomorphology of the Wadden Sea area; final report of the Section Geomorphology of the Wadden Sea Working Group. Report 1. Leiden.
- Essink, K. & P. Brolsma, red., 1987: Het ondiepe sublitoraal van de westelijke Waddenzee: onderzoek naar de bodemsamenstelling en naar het voorkomen en functioneren van macrobenthos en vissen. Rijkswaterstaat. Dienst Getijdewateren. Groningen.
- Ente, P.J., 1982: Verwerkingsmethoden van granulometrische analyse-gegevens en hun toetsing aan voornamelijk monsters van de Nederlandse Wadden. Werkdocument 1982-69 Abw. RIJP. Lelystad.
- Favejee, J.Ch.L., 1951: The origin of the "wadden" mud. Med. Landbouwhogeschool 51, 5: 113-141.
- Folk, R.L. and W.C. Ward, 1957: Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. Journ. Sedim. Petrol. 27(1): 3-26.
- Glopper, R.J. de, 1967 ; Over de bodemgesteldheid van het Waddengebied. Van Zee tot Land 43. Zwolle. Tjeenk Willink. pp 67.
- Goes, E.R.F. van der, H. Rundberg en G.C. Visser, 1980: Erosie en sedimentatie in de westelijke Waddenzee. Rijkswaterstaat Studiedienst Hoorn. Conc. rapport 79.H 002.
- Hofstee, J., 1980: Analysemethoden; deel I grond. RIJP. Lelystad. 133 pp.
- Hofstee, J., 1980: Toelichting op de analysemethoden etc. RIJP. Lelystad.
- Jaarverslag 1981 van het bodemkundig/biologisch onderzoek van de westelijke Waddenzee. Rijkswaterstaat, Dir. Waterhuishouding en Waterbeweging, District Kust en Zee, Adviesdienst Hoorn. Nota WWKZ-82.H 005.
- Jaarverslag 1982 idem Nota WWKZ 83.H 001.
- Jaarverslag 1983 idem Nota WWKZ 84.H 001.
- Jaarverslag 1984 idem Nota WWKZ 85.H 006.
- Ridder, N.A. de, en A.J. Wiggers, 1959: Over de granulometrische samenstelling van de slibfractie van enkele kenozoïsche afzettingen in Nederland. Geol. en Mijnb. Nw Ser 21 (dec): 416-433.
- Rijks Geologische Dienst, 1977: Classificatie van onverharde sedimenten (beknorte versie). Haarlem.

- Ruegg, G.H.J. et al, 1977: Classificatie van onverharde sedimenten bij de Rijks Geologische Dienst; doel, richtlijn, classificatie, verantwoording en boorformulier. RGD Haarlem.
- Staalduinen, C.J. van, et al, 1977: Geologisch onderzoek van het Nederlandse Waddengebied. Rijks Geologische Dienst. Haarlem.
- Terwindt, J.H.J., 1981: Origin and sequences of sedimentary structures in inshore mesotidal deposits of the North Sea. In: Holocene marine sedimentation in the North Sea basin. S.-D. Nio et al eds. Spec. Public. Int. Ass. of Sediment. 5: 4-26.
- Visher, G.S., 1969: Grain size distribution and depositional processes. Journ. Sed. Petrol. 39 (3): 1074-1106.
- Visser, G., 1978: Onderzoek ribbelparameters. Rijkswaterstaat Studiedienst Hoorn. Nota 78 H 011.
- Zuur, A.J., 1954: Over de betekenis van de fracties 0-2 en 0-16 mu voor de indeling der zwaardere gronden in de Noordoostpolder. In: Langs gewonnen velden (facetten van Smedings werk). Veenman, Wageningen. :131-142.

SEDIMENTAIRE STRUCTUREN

De structuren worden bepaald door de waterbeweging en de aard van het materiaal. Men leze hierover na wat Van Straaten (z.j. + 1964) heeft geschreven in het Waddenboek en ook de eerste 15 pagina's van RGD's Interne Opleiding geologie, sedimentaire structuren (Ruegg, 1970). Structuren zijn in zanden, slikkige zanden en zandig slik vaak het duidelijkst, in slik komen ze wel voor hoewel de kans op verstoring door organismen groot is. Van veel waterbeweging naar weinig waterbeweging en van zand naar slik kunnen de volgende structuren worden onderscheiden.

Gelamineerd zand

Dit is een fijne afwisseling van millimeter-dikte lamina gebaseerd op verschil in korrelgrootte. Deze gelaagdheid ontstaat wanneer zand neervalt uit een suspensie. Ze komt voor in strandsedimenten en in de brandingszone (zie foto A.1.).

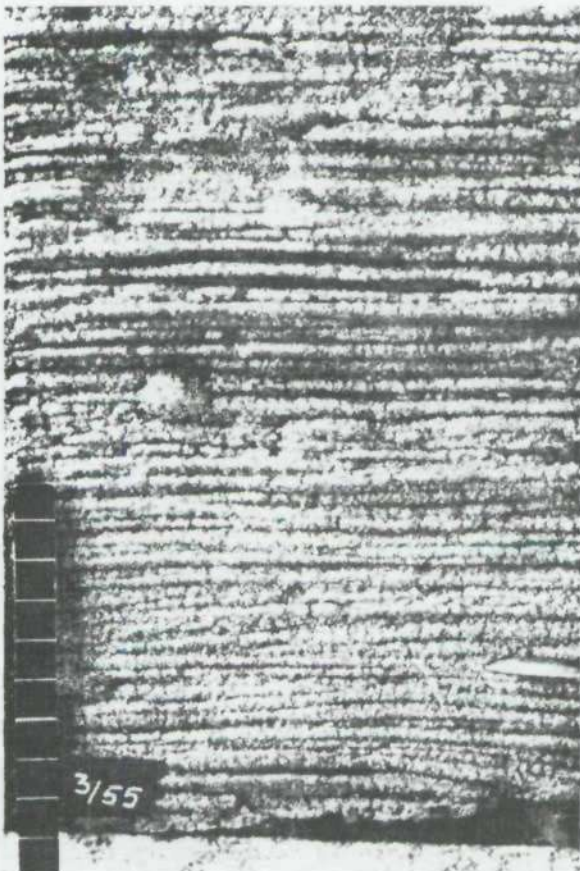


Foto A.1.

Gelamineerd zand uit de brandingszone. Elk laagje correspondeert met een golf waarvan het zand is "uitgezakt". Niet iedere golf levert een lamina. Per getij slechts 6-16.

De schaalstok geeft cm's weer.

(Reineck, 1967).

Grove* scheve gelaagdheid (Eng.: X-bedded (hoofdletter X!))

Dit is een grove afwisseling van elkaar afsnijdende lagen, die elk voor zich een anders gerichte fijne gelaagdheid of laminatie vertoont. De laatste kan ook scheef zijn, maar is veelal min of meer evenwijdig golvend. De fijne gelaagdheid kan zich openbaren als gevolg van verschillen in korrelgrootte, in zwaarte en kleur van mineralen, in lutum- of humusgehalte of iets dergelijks.

De grove scheve gelaagdheid vormt de inwendige structuur van megaribbels en megaribbelzandgolven. Veelal worden deze hetzij door de ebstroom, hetzij door de vloedstroom gevormd. Het ondergeschikte getijde manifesteert zich dan nauwelijks, doch bij afwezigheid van erosie minstens als een dun klei-floersje of nog beter als twee evenwijdige klei-floersjes met een vleugje zand ertussen. De grove scheve gelaagdheid onderscheidt zich van de hierna te bespreken fijne gelaagdheid doordat de afzonderlijke series laagjes bij de grove dikker zijn dan circa 4 cm en bij de fijne dunner dan circa 4 cm (zie fig. A.1.).

* RGD: Grootschalige

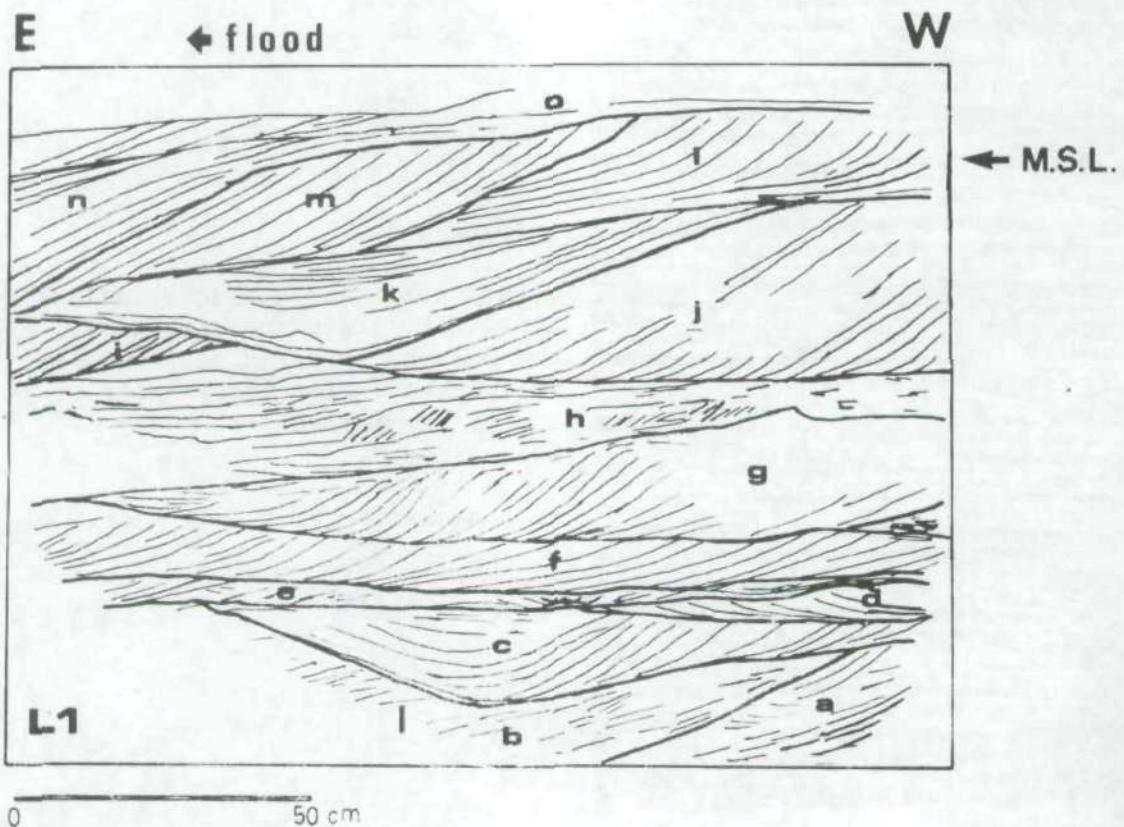


Fig. A.1.

Grove scheve gelaagdheid. Let op de invulling van de holten zoals c en k trogvormig/festonvormig, en h fijn scheefgelaagd. Bij a zijn enkele klei-floersjes bewaard.

Fijne (RGD:kleinschalige) scheve gelaagdheid (Eng.:x-lamination (kl.l.x!))

Dit is een fijne afwisseling van elkaar afsnijdende lagen, die elk voor zich een anders gerichte fijne gelaagdheid of laminatie vertoont. De fijne scheve gelaagdheid vormt de inwendige structuur van gewone ribbelvormen (stroomribbels) (zie foto A.2. en fig. A.2.).

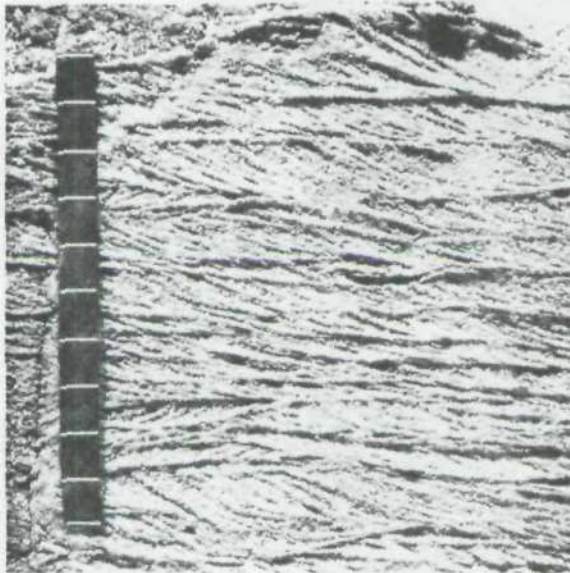


Foto A.2.

Fijne- of ribbelgelaagdheid als gevolg van stroming.

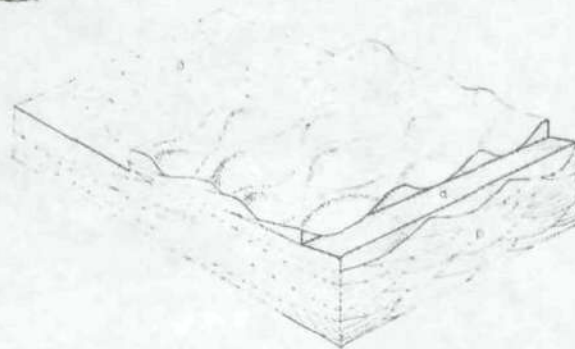
De schaalstok geeft cm's weer.

(Reineck, 1967).

Fig. A.2.

Het ontstaan van fijne scheve gelaagdheid (ribbelgelaagdheid) uit stroomribbels. Overlangs (b) met trogvormig/festonpatroon. Overdwars (c) met tabulair/gestapeld patroon.

(Reineck, 1967).



Fijne scheve gelaagdheid met aders (Eng.+Du.: flasers)

Fig. A.3.

Dit is vrijwel dezelfde structuur als hiervoor, met dat verschil dat op de grensvlakken wat klei-floersen liggen. Wanneer de klei-floersen toenemen ontstaat het volgende.

Geaderde- of flasergelaagdheid

Er kan worden onderscheiden naar:

- eenvoudige
- gevorkte
- golvende
- gevorkte golvende

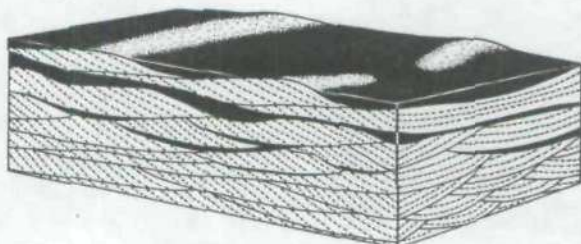


Fig. A.4.

Het ontstaan van geaderde gelaagdheid uit met slijk bedekte ribbels.

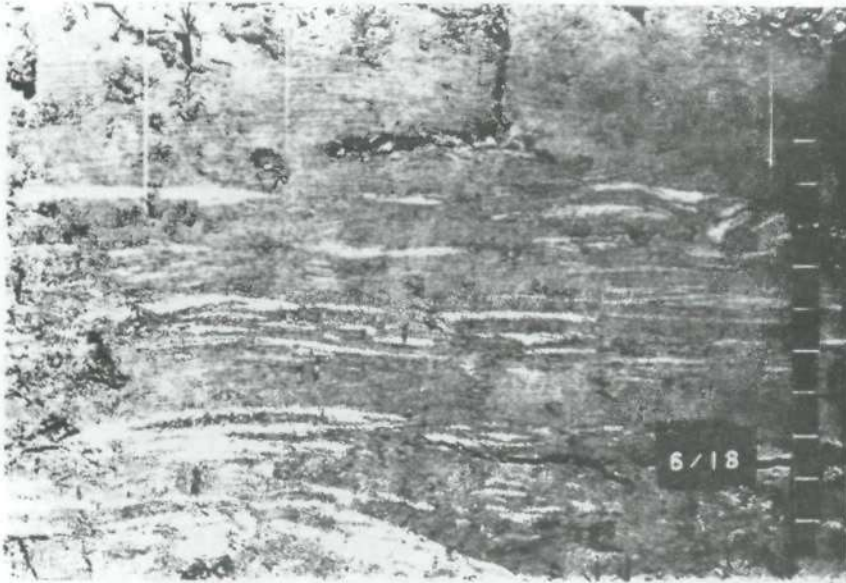


Foto A.3.

Vlakke-lenzen-
gelaagdheid.

De schaalstok
geeft cm's weer.

(Reineck, 1978)

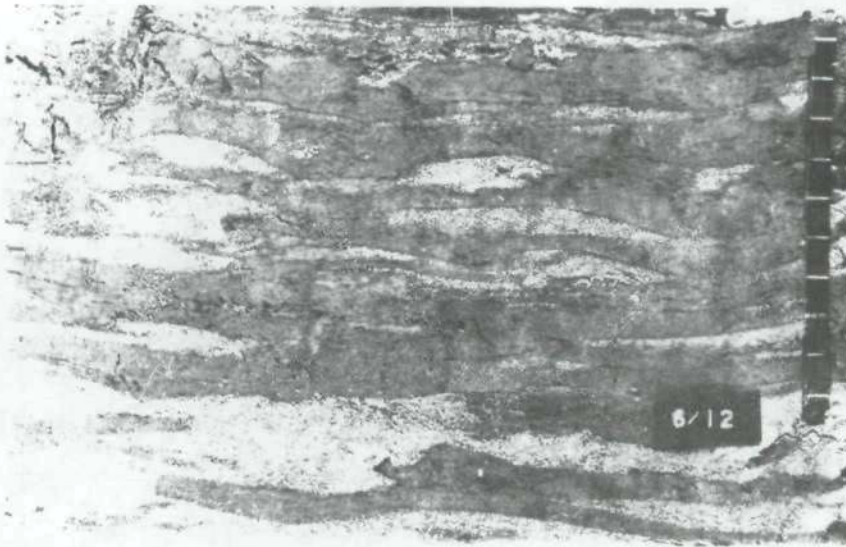


Foto A.4.

Dikke-lenzen-
gelaagdheid met
gesloten zand-
lenzen.

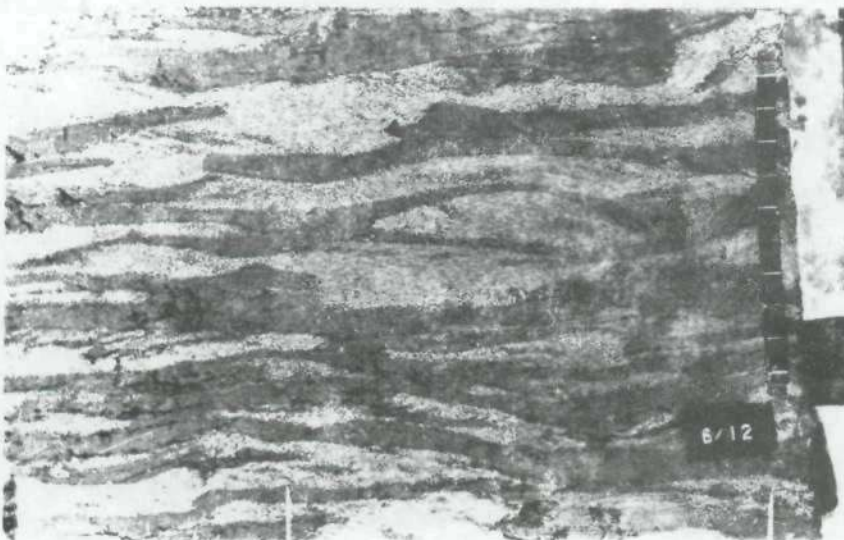


Foto A.5.

Dikke-lenzen-
gelaagdheid met
open zandlenzen.

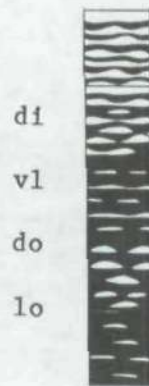
Golvende (wissel) gelaagdheid

Deze ontstaat als het aandeel van klei en zand vrijwel gelijk is.

Lenzen-(lenticulaire-) gelaagdheid

Dit betreft zandlenzen in een slikkige grondmassa. Afhankelijk van de lengte/hoogteverhouding groter of kleiner dan 20 wordt wel onderscheid gemaakt naar dik of vlak (zie foto's A.3. t/m A.5.). Verder kunnen de zandlenzen doorlopend of los liggen. Een doorsnede over de kammen van de ribbels zal een afwisseling van zand- en sliklagen te zien geven.

Fig. A.5.

Grove (wissel) gelaagdheid (Eng.: laminated)

Hierbij ligt de dikte der afzonderlijke zand- of sliklagen in de orde van grootte van cm's.

Fijne (wissel) gelaagdheid

Hierbij ligt de dikte der afzonderlijke lagen in de orde van grootte van mm's. Er is nauwelijks een verschil met de dunne lenzengelaagdheid.

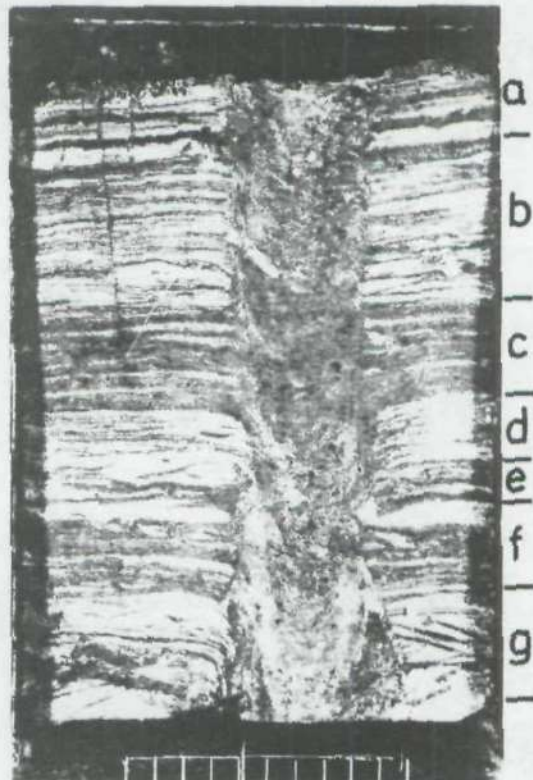
Sliklagen

Deze zijn vaak nog met enkelkorrel zandlaagjes doorspekt. De dikte van de sliklagen ligt in de grootte-orde van verscheidene cm's. Dikke slikpakketten zijn vaak onderhevig aan graving of woeling door organismen.

Foto A.6.

Een afwisseling van verschillende gelaagdheden in een wadprofiel (in het midden een vluchtspoor van *Mya arenaria*).

a, e, g : grove (wissel) gelaagdheid
b, d : fijne (wissel) gelaagdheid
c, f : vlakke lenzengelaagdheid



(Reineck, 1978)

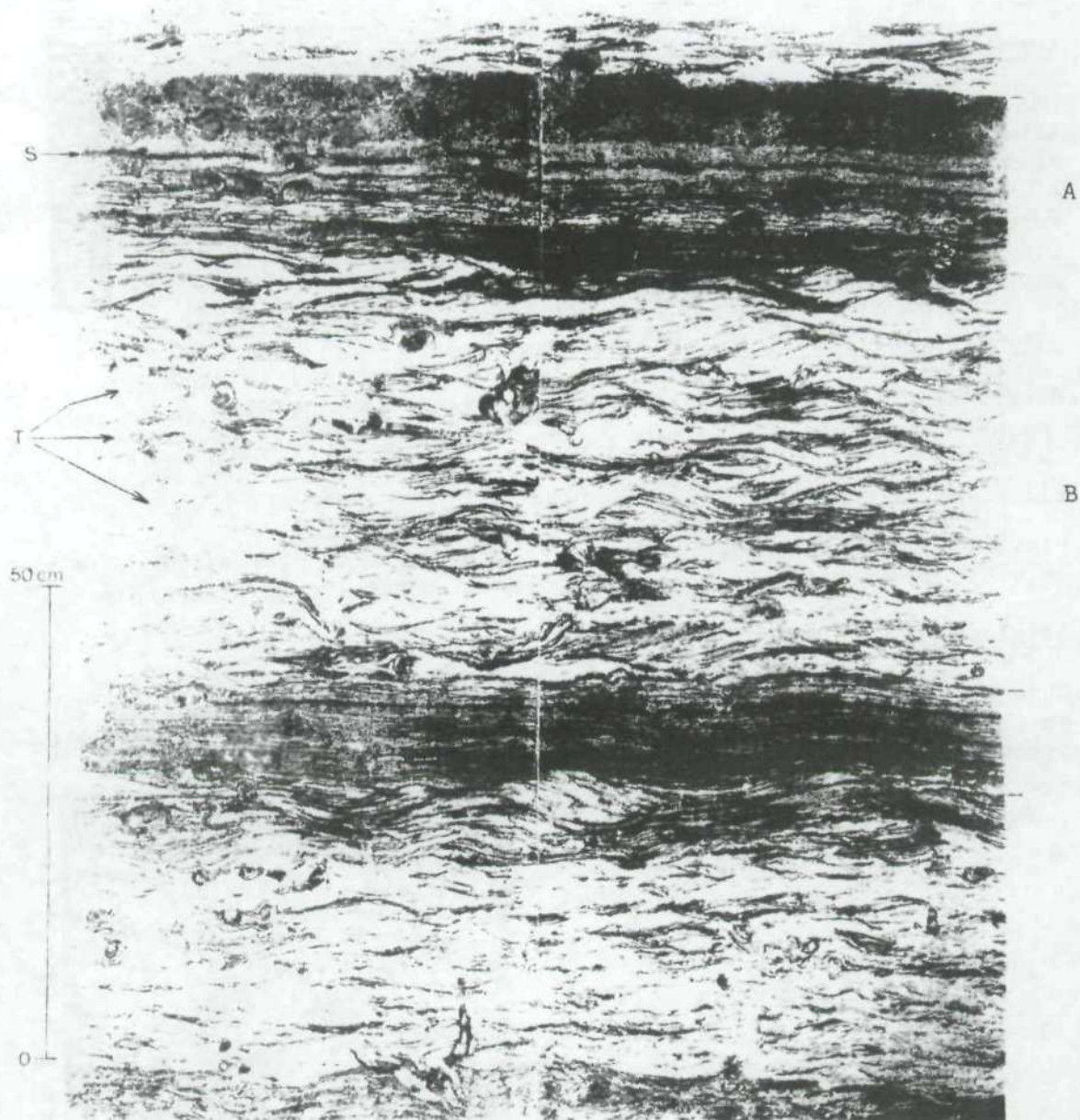


Foto A.7.

Structuren in ritmische opeenvolging.

- T : Echinocardium (zee-klit) woelstructuren
- A : fijne gelaagdheid
- B : flaser-gelaagdheid
- A + B: jaar-"couplet"

BIOTURBATIE

Bioturbatie is de vervorming van sedimentaire structuren door organismen. Woelsporen kunnen zowel op het bodemoppervlak als in het sediment aangetroffen worden; woongangen daarentegen voornamelijk in het sediment (zie figuur A.6. en foto A.7.).

De aanwezigheid van organismen die deze structuren veroorzaken is min of meer tegengesteld aan de mate van woeligheid van het milieu, sedimentatie of erosie. Verschillende organismen leveren hun karakteristieke structuren.

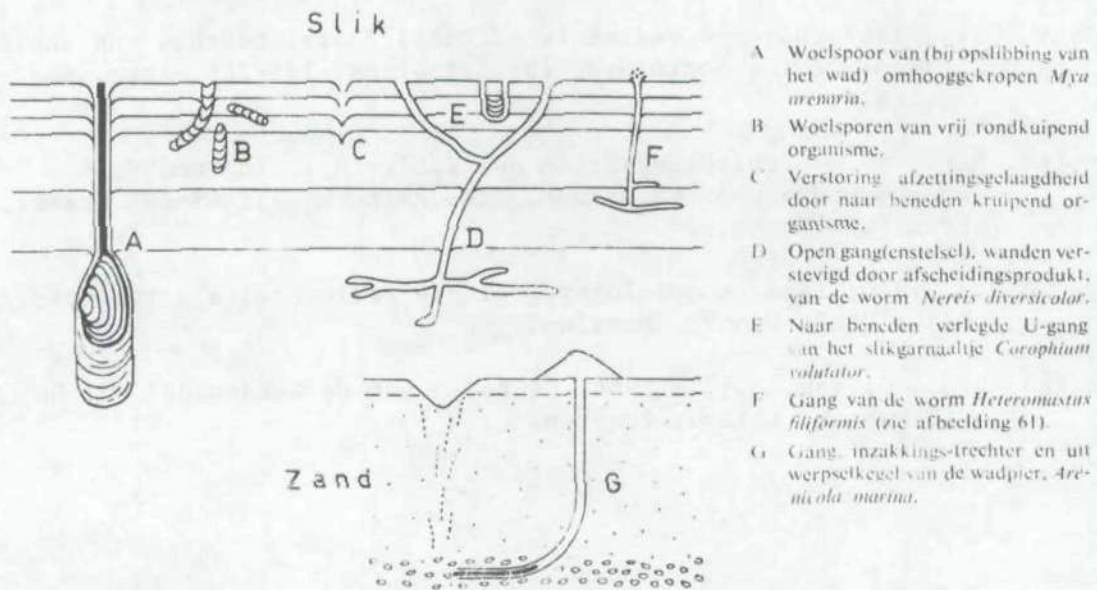


Fig. A.6. Woelsporen en woongangen (Van Straaten : 128)

LITERATUUR

- Berg, J.H. van den, ed., 1980: Field course guidebook on clastic tidal deposits in the SW Netherlands. Rijksuniversiteit Utrecht. Instituut voor Aardwetenschappen.
- Berg, J.H. van den, 1981: Rhythmic seasonal layering in a mesotidal channel fill sequence, Oosterschelde mouth, The Netherlands. In: Holocene marine sedimentation in the North Sea basin, eds.: S.-D.Nio et al. Spec.Publ.Int.Ass.Sed. 5:147-159.
- Reineck, H.E., 1967: Layered sediments of tidal flats, beaches and shelf bottoms of the North Sea. In: Estuaries: 191-206. Amer. Ass. Adv. Sci.
- Reineck, H.E., 1978: Schichtungsarten und Wühlgefüge. In: Das Watt. Ablagerungs- und Lebensraum. H.E. Reineck ed.: 69-80. Kramer. Frankfurt am Main.
- Ruegg, G.H.J. 1970: Interne opleiding geologie sedimentaire structuren. Rijks Geol. Dienst. Haarlem.
- Straaten, L.M.J.U. van, z.j. + 1964. De bodem van de Waddenzee. In: Het Waddenboek. Thieme, Zutphen.

VERBAND TUSSEN STRUCTUREN EN HYDRODYNAMISCHE OMSTANDIGHEDEN

Terwindt (1981) heeft een verband tussen structuren en hydrodynamische omstandigheden opgesteld.

Tabel B. Summary of lithofacies (Terwindt, 1981; zie ook volgende blz. aanhangsel)

Lithofacies	Texture	Structures	Hydrodynamic conditions
STRO CUR	Coarse-medium sand	x-bedding, tabular, festoon, fills	$U_{0-5 \text{ max}} > 0.65$ at 0.70 m sec^{-1}
MED CUR	Medium-fine sand, mud drapes	x-lamination, tabular, herringbone flaser	$U_{0-5 \text{ max}} > 0.45 \text{ m sec}^{-1}$
WEAK CUR	Fine sand, mud	Lenticular-sand/clay alternation	$U_{0-5 \text{ max}} \leq 0.45 \text{ m sec}^{-1}$ periodically
STRO WAV	Coarse-fine sand	Even lamination	$U_m > 0.7$ at 1.2 m sec^{-1}
MED WAV	Medium-fine sand, mud drapes	Wave x-lamination, flaser bedding	$0.15 < U_m < 0.7 \text{ m sec}^{-1}$
WEAK WAV	Fine sand, mud layers	Wave x-lamination, lenticular bedding	Periodically $U_m < 0.2$ and $U_{0-5 \text{ max}} < 0.45 \text{ m sec}^{-1}$
STORM DEP	Medium-fine sand	Even lamination	Heavy turbulence

Dit gegeven zou men omgekeerd kunnen gebruiken om uit hydrodynamische gegevens het scala aan mogelijke structuren aan te geven. Dit is in het kader van dit project nagegaan door de Adviesdienst Hoorn (Lieshout en De Boer, 1985). In het bijzonder is nagegaan in hoeverre de gegeven verbanden relevant zijn voor het beschouwde gebied. Hiertoe waren goede gegevens beschikbaar van de binnendelta van het Zeegat van Ameland (van de hals van het zeegat tot aan het wantij). Deze binnendelta kan gemiddeld redelijk representatief voor de Waddenzee worden genoemd.

Uit de gegevens blijkt dat als gevolg van de getijbeweging nabij het zeegat tot ca. 5 m diepte hoge stroomsnelheden optreden bij de bodem (1,0 m/sec.), met name ook in assen van smalle geulen, waarvan de bedding veelal uit grof/middelfijn zand bestaat. Voorts is bekend dat hierbij grote morfologische veranderingen optreden (Terwindt's classificatie: STRO CUR).

Maximale stroomsnelheden bij de bodem in de grootte-orde tussen 0,45 en 0,70 m/sec. komen voor (classificatie: MED CUR), terwijl op ondiepten maximale snelheden niet boven de waarde 0,4 m/sec. komen (classificatie: WEAK CUR).

Stroomsnelheden ten gevolge van getijbeweging zijn nooit systematisch onderzocht. Wel zijn er gegevens van de binnendelta van het Ameland Zeegat, waaruit blijkt dat in ca. 90% van alle gevallen de significante golfhoogte de waarde 0,3 niet te boven gaat. De via golfperiode en diepte hieruit af te leiden snelheden bij de bodem bedragen bij diepten van 6 t/m 2 m resp. 0,25 - 0,05 m/sec. (classificatie: WEAK WAV). Grotere golfhoogten, b.v. 0,6 m, waarbij de snelheden dubbel zo groot zijn, komen in minder dan 1% der gevallen voor (classificatie: STRO WAV, MED WAV, STORM DEP).

In de overige binnendelta's zullen de verschijnselen, afhankelijk van de oppervlakten van die delta's groot- of kleinschaliger zijn. De mate ervan zal echter niet leiden tot andere classificaties.

THE LITHOFACIES

As defined by Reading (1978) 'a lithofacies should refer to an objectively described rock unit... that forms under certain conditions of sedimentation, reflecting a particular process or environment'. In accordance with this definition seven lithofacies can be distinguished in the subtidal and intertidal areas along the North Sea:

Lithofacies STRO CUR	(strong currents)
Lithofacies MED CUR	(medium currents)
Lithofacies WEAK CUR	(weak currents)
Lithofacies STRO WAV	(strong waves)
Lithofacies MED WAV	(medium waves)
Lithofacies WEAK WAV	(weak waves)
Lithofacies STORM DEP	(storm deposits)

Lithofacies STRO CUR

Characteristics:

coarse- to medium-grained sands;
 mud pebbles, imbricated or not;
 shell (debris) layers, imbricated or not;
 peat lumps and detritus;
 x-bedding*, set thickness: decimetre-metre scale,
 some with mud drapes on the foresets;
 structures:
 (semi-)tabular sets STRO CUR 1,
 trough sets (festoon
 bedding) STRO CUR 2,
 fill structures STRO CUR 3.

This lithofacies typically reflects a period of intensive transport in the form of megaripples.

Mean grain sizes which exist in the mesotidal areas under study range between 200 and 450 μm .

Lithofacies MED CUR

Characteristics:

medium- to fine-grained sands and clay layers;
 x-lamination, set thickness: centimetre-decimetres;
 structures:
 tabular sets MED CUR 1,
 trough sets MED CUR 2,
 herringbone x-lamination MED CUR 3,
 simple flaser bedding MED CUR 4,
 wavy flaser bedding MED CUR 5.

This lithofacies is generated by bi- or unidirectional moving ripples (MED CUR 1, 2 and 3).

Lithofacies WEAK CUR

Characteristics:

fine grained sands and mud layers;
 x-lamination in millimetre-centimetre scale;
 structures:
 lenticular bedding WEAK CUR 1,
 sand-mud alternations WEAK CUR 2.

In this lithofacies mud and sand deposition alternate. The thickness of the mud layers, normally ranging between 0.5 and 3 cm,

Lithofacies STRO WAV

Characteristics:

fine- to coarse-grained sands;
 structures: horizontal or low-angle parallel lamination.

This lithofacies represents strong wave-action producing parallel lamination due to wash and back-wash of shoaling and breaking waves.

Lithofacies MED WAV

Characteristics:

medium- to fine-grained sands and mud drapes;
 structures:
 wave x-lamination MED WAV 1,
 flaser bedding in wave ripple troughs
 MED WAV 2.

This lithofacies comprises wave ripples and their structures.

Lithofacies WEAK WAV

Characteristics:

fine-grained sands and muds;
 structure: lenticular bedding with wave ripple lamination in the sand lenses.

This lithofacies encompasses occasional low wave activity during periods where mud deposition is normally taking place.

Lithofacies STORM DEP

Characteristics:

medium- to fine-grained sands;
 structure: horizontal parallel lamination.

This lithofacies, often encountered far below the wave base, is considered to have been generated by settling out of heavily loaded suspensions produced elsewhere by severe wave attack on submerged shoals.

LITERATUUR

- Terwindt, J.H.J., 1981: Origin and sequences of sedimentary structures in inshore mesotidal deposits of the North Sea. In: Holocene marine sedimentation in the North Sea basin. S.D.Nio et al, Spec.Publ. Int.Ass.Sediment. 5:4-26.
- Lieshout, M.F. en M. de Boer, 1985: Waterbeweging westelijke Waddenzee: omtrent stroomsnelheden nabij de bodem. Binnendelta Zeegat van Ameland. Rijkswaterstaat Wat.& Wat. Adviesdienst Hoorn. Notitie WWKZ-85. H224.

KLASSIFICATIE LITORALE EN SUB-LITORALE SEDIMENTEN VOLGENS NIEUWE RIJP-
CONCEPT ENTE, 1982, IN VERGELIJKING MET ANDERE KLASSIFICATIES

Bijlage 55

R.I.J.P. vanouds	R.I.J.P. wadden De Gloppe/Wiggers	R.I.J.P.-concept Ente 1982	Sindowski 1973	Dijkema i.v.	Stiboka
0		lutumarm zand	Sand	0	
11					
3		lutumhoudend zand	Sand	3	kleiarm zand
5		lutumhoudend zand	Sand	5	
8		lutumhoudend zand B / li. zavel A	schlickiges Sand	5	kleiig zand
12	I lichte zavel	matig lutumrijk zandig slik	sandiger Schlick	8	
17	II zware zavel	lutumrijk (matig zandig) slik	Schlick	12	zeer lichte zavel matig lichte zavel
25		lutumrijk slik	Schlick	17	zware zavel
35	III klei	zeer lutumrijk slik	toniger Schlick	25	lichte klei
50	IV ? code	uiterst lutumrijk slik	Sehr toniger Schlick	35	matig zware klei
				50	zeer zware klei

HET VERBAND TUSSEN GRANULOMETRIE, POROSITEIT EN DOORLATENDHEID

In de conclusies van Ente's "Verwerkingsmethoden van granulometrische analyse-gegevens, etc." (RIJP Werkdocument 1982 - 69 Abw) komt het hier volgende deel voor dat in het gegeven kader een ruimere bekendheid verdient.

Wolff (1973) besteedde bij zijn studie van het sublitoraal van het Nederlandse Deltagebied de nodige aandacht aan het verband tussen granulometrie, porositeit en doorlatendheid en merkt mede aan de hand van literatuur op, dat de waterbeweging in het sediment belangrijk is voor de temperatuur, beschikbaarheid van zuurstof in het interstitiële water, zoutgehalte in het interstitiële water en de beschikbaarheid van voedsel in het interstitiële water, een en ander voor de in de bodem levende organismen. De waterbeweging wordt bepaald door de doorlatendheid van het sediment. Veel onderzoekers gaan ervan uit, dat de doorlatendheid op de een of andere wijze bepaald wordt door korrelgrootte, korrelvorm, sortering, porositeit en pakking.

Ook hierbij is het natuurlijk weer zo dat de meeste aandacht is uitgegaan naar lutumarme zanden. Directe bepalingen van porositeit (verhouding van volumeholten tot totaalvolume van het sediment) of doorlatendheid (snelheid van doorstroming van water door het sediment per tijds-eenheid) bij litorale of sub-litorale sedimenten zijn door sommige onderzoekers gedaan en gerelateerd aan bovengenoemde parameters. Wat betreft de korrelvorm stellen Beard en Weyl (1973) dat het effect van de korrelvorm op de porositeit en doorlatendheid van zand nog slecht wordt begrepen omdat weinig gegevens beschikbaar zijn. De beschikbare gegevens hebben grotendeels betrekking op sedimenten die sterk afwijken van de Waddensedimenten (Webb, 1969, met mediaancijfers van 0,7 en 1 mm en Fraser, 1935, met "mijnsteen"). We laten dit verder rusten mede omdat de korrelvorm buiten het kader van onze studie valt.

Pakking is een factor waar wel wat over te theoretiseren valt, doch niet meetbaar is, maar in de praktijk voornamelijk tot uiting zal komen in de porositeit en in de doorlatendheid. We laten ook deze factor rusten.

Over porositeit is vrij wat bekend. Ze is makkelijk bepaalbaar. Porositeitsmetingen zijn gedaan aan ongeroerde monsters (Pryor, 1973) zowel als aan kunstmatig samengestelde (Beard en Weyl, 1973). De resultaten met de ongeroerde monsters spreken ons nauwelijks aan, die met de kunstmatig samengestelde in het geheel niet. In de praktijk worden de volgende waarden aangetroffen. Wolff noemt een studie van Ruttner-Kolisko (1962) waarin proïëngehalten van $40\% \pm 3\%$ normaal geacht worden voor natuurlijke zanden in de korrelgrootte-orde van 200 tot 2000 micrometer. Fahmy (1961) vond voor natuurlijke mariene gronden in de IJsselmeerpolders bij lutumgehalten beneden $2\frac{1}{2}\%$ waarden, uiteenlopend van 37 à 41% voor grove tot 42 à 46% voor fijne zanden. Hij vond een toename bij toenemend lutumgehalte (zijn tabel 27).

Veeleer verdient ons inziens in het gestelde kader de doorlatendheid de aandacht. Ook deze is bij voorbeeld door Pryor (1973) en Beard en Weyl (1973) onderzocht, maar er geldt hetzelfde voor als voor hun gegevens over de porositeit. In beide gevallen worden er verbanden gezocht met de gemiddelde korrelgrootte en de sortering. Duidelijk is dat bij toenemen-

de korrelgrootte de doorlatendheid toeneemt, hetgeen niet verwonderlijk is. De betekenis van de centrale tendens is buiten twijfel, die van de sortering ons inziens niet overtuigend.

Een waarde die tot op zekere hoogte te zien is als één die de centrale tendens vertegenwoordigt, is het soortelijk oppervlak of U-cijfer (op theoretische gronden beperkt tot een oppervlak van de deeltjes > 16 micrometer, in de praktijk weergegeven als U_{16}). Fahmy geeft de afleiding (zie appendix IV) van de formule van Kozeny volgens Carman en vervolgens de omwerking tot het verband tussen hydraulische doorlatendheid (K) en het U-cijfer, waarin ook de porositeit (p) een rol speelt:

$$K = 36 \times 10^4 \times \frac{p^3}{(1-p)^2} \times \frac{1}{U^2} \quad (\text{m/etm.})$$

De coëfficiënt 36×10^4 (in m/etm.) kan meer algemeen worden voorgesteld als μ

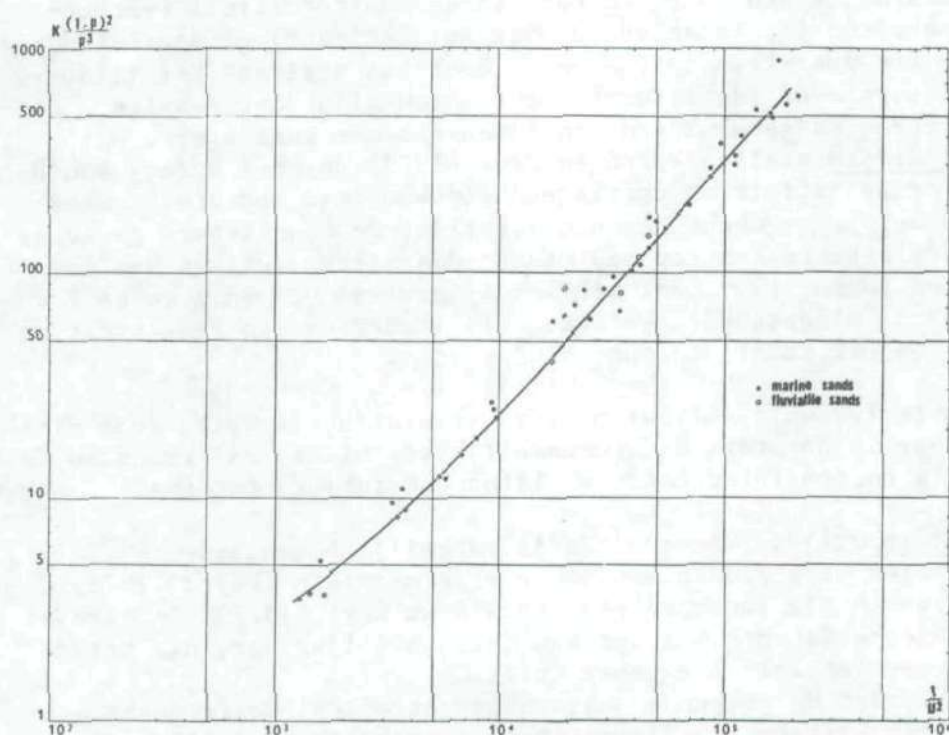


Fig. 53. Relationship between $\frac{K(1-p)^2}{p^3}$ and $\frac{1}{U^2}$ for clay-free sands, K determined by the laboratory permeameter method (fig. 3 van Fahmy) (horizontale as te lezen als 10^{-2} --- 10^{-6})

Fahmy heeft de waarde voor μ getoetst voor monsters van homogene mariene zanden, vrijgemaakt van slib en lucht, in een laboratorium permeameter. Het resultaat is weergegeven in zijn figuur 7. De aldus voor μ verkregen waarde bedraagt 26×10^4 m/etm. De rol die de porositeit p (= epsilon) in de gegeven formule speelt is ons inziens niet bijzonder groot. Voor de waarde $p = 0,37$ en $p = 0,46$ wordt het onderdeel

$$\frac{p^3}{(1-p)^2}$$

resp. 0,13 en 0,33, dat wil zeggen in de praktijk maximaal een factor $2\frac{1}{2}$ verschillend. Wanneer men waarden voor U invult 50 en 150 dan wordt $\frac{1}{U^2}$ resp. 4×10^{-4} en $0,4 \times 10^{-4}$ of wel een factor 10 verschillend.

Met andere woorden in de praktijk is de korrelgrootte (in geval van uitdrukking in het U -cijfer) van meer betekenis voor de doorlatendheid dan de porositeit. In de formule van Zunker betreffende het U -cijfer is aangenomen dat alle deeltjes bolvormig zijn. De werkelijkheid zal daar wat van afwijken.

Von Engelhardt en Pitter (1951) hebben al wat eerder dan Fahmy* een soortgelijke afleiding (zie appendix V) gegeven van de formule Kozeny volgens Carman. Zij komen tot een formule in de vorm van:

$$K = 2,0 \times 10^7 \times \frac{p^3}{(1-p)^2} \times \frac{1}{q \cdot s^2}$$

waarin q bij bolvormende korrels 3 is doch in de praktijk kan oplopen tot ca. $3\frac{1}{2}$.

$$\text{De factor } S = \left(\frac{P_1}{r_1} + \frac{P_2}{r_2} \text{ enz.} \right)$$

waarin P het gewichtsaandeel is van de verschillende korrelgroottefracties en r de betreffende deeltjesstraal (de verschillen tussen de formules van Fahmy en van Von Engelhardt en Pitter met betrekking tot de constante factor zijn verklaarbaar vanwege de verschillen in gekozen eenheden ten aanzien van de doorlatendheid).

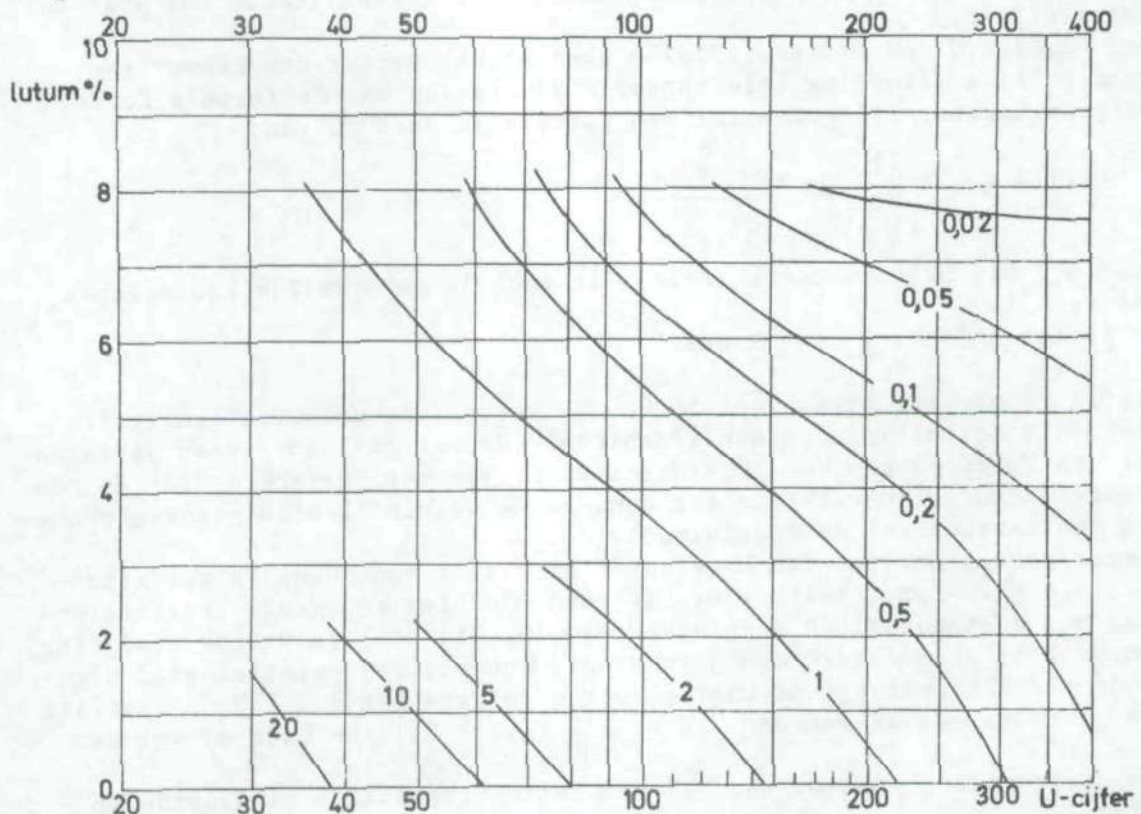
Jammer genoeg werkten Von Engelhardt en Pitter voornamelijk met afzonderlijke korrelgroottefracties. Ze vonden echter een goede overeenstemming met de theoretisch afgeleide formule. Zij stellen dat de afwijking van de ronde korrelvorm een onzekerheid schept. Bij relatief goed afgeronde korrels bedraagt de waarde voor q volgens hen $3,2$ à $3,5$. Invullen van $\frac{1}{q^2}$ resp. met de waarden $3,0$ en $3,5$ levert $0,11$ en $0,08$ of wel een

een (verhoudings)factor van $0,7$ met betrekking tot de eindwaarde in formule.

Aldus kan het U -cijfer bogen op een theoretisch afleidbare betekenis met betrekking tot de doorlatendheid, hetgeen onvoldoende wordt onderkend. Overigens kan ook gesteld worden, zoals ook Fahmy dat doet, dat U -cijfer en b.v. mediaan nauw samenhangen (zie b.v. figuur 21), zodat ook de mediaan op de een of andere wijze in de doorlatendheidsformule zou moeten passen. Dit lijkt echter te moeten leiden tot een waziger relatie dan bij het U -cijfer. Wellicht is dat ook de reden waarom de door Pryor voor verschillende milieus gegevens relaties mediaan/doorlatendheid over het algemeen weinig aanspreken.

* Von Engelhardt en Pitter werden niet door Fahmy aangehaald, wel door Pryor.

De betekenis van de sortering voor de doorlatendheid zoals door Pryor (1973) in grafieken is weergegeven komt niet of nauwelijks tot uiting. Een factor die voor de doorlatendheid in het algemeen van veel betekenis is, is het lutumgehalte. Het verband doorlatendheid/lutumgehalte is door Fahmy uitgebreid bestudeerd, zowel te velde als op grond van laboratorium-permeameterstudies en zowel met natuurlijke grondmonsters alsook met kunstmatig samengestelde. Fahmy komt aan de hand van zijn gegevens tot de gevolgtrekking dat het lutumgehalte een grote invloed heeft op vermindering der doorlatendheid bij alle zandgrofheden (U variërend van 60 tot 250). Bij ca. 10% lutum zijn blijkbaar alle poriën geblokkeerd door de lutumdeeltjes. We mogen er wel aan toevoegen dat bij 5% lutum de blokkering al aanzienlijk lijkt te zijn. In de natuur is er een zekere samenhang tussen zandgrofheid en lutumgehalte zodat niet alle denkbare mogelijkheden voorkomen. Uiteindelijk geeft Fahmy het verband doorlatendheid lutumgehalte en U-cijfer in tabelvorm. Figuur 54 poogt daarvan een grafische voorstelling te geven.



Figuur 54. Verband tussen doorlatendheid (in m/d bij 10°C) en lutumgehalte en U-cijfer bij homogene natuurlijke mariene zanden onder of nabij de grondwaterspiegel gelegen (naar tabel 33, Fahmy, 1961. Volgens Van der Molen: Agrohydrologie, Cult.t.L.H.)

Globaal kan onthouden worden, dat hoe hoger het lutumgehalte of hoe hoger het U-cijfer, des te lager de doorlatendheid. Fahmy waarschuwt ervoor dat afwijkingen zeer wel denkbaar zijn. In de natuur zal de lutumfractie niet altijd homogeen verdeeld zijn, terwijl er ook wel eens secundaire poriën kunnen voorkomen, die het gegeven beeld kunnen verstoren.

Het voorgaande is toch weer, zeker met betrekking tot het onderwater-
gebeuren, een pleidooi geworden voor de parameters lutum en U_{16} -cijfer.

LITERATUUR

- Beard, D.C. en P.K. Weyl, 1973: Influence of texture on porosity and permeability of unconsolidated sand. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 57: 349-369.
- Engelhardt, W. von en H. Pitter, 1951: über die Zusammenhänge zwischen Porosität, Permeabilität und Korngrösse bei Sanden und Sandsteinen. Heidelb. Beiträge z. Min. u. Petrog. Bd 2: 477-401.
- Fahmy, M.I., 1961: The influence of clay particles on the hydraulic conductivity of sandy soils. Proefschr. Wageningen.
- Fraser, H.J., 1935: Experimental study of the porosity and permeability of clastic sediments. Journ. Geol. 43: 910-1010.
- Pryor, W.A., 1973: Permeability-porosity patterns and variations in some holocene sand bodies. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 57: 162-189.
- Webb, J.E., 1969: Biologically significant properties of submerged marine sands. Proc. Roy. Soc. London (B) 174: 355-402.
- Wolff, W.J., 1973: The estuary as a habitat. Zool. Verhand. Rijksmus. Nat. Hist. Leiden no 126. Comm. 106 Delta Inst. Hydrobiol. Onderz. Thesis Leiden.

CALCULATION OF HYDRAULIC CONDUCTIVITY FROM
THE GRANULAR COMPOSITION

The conductivity of a sandy soil depends on the number and size of the pores which in their turn, if the soil does not contain secondary pores, depend on the particle size of the sand. Thus, for soils with only primary pores, a relationship between the particle size of the sand and conductivity should exist. Several investigators have occupied themselves with calculations of this relationship and an appraisal of some of their formulas is made in a later chapter. The principle of the method is best illustrated by the KOZENY/CARMAN formula (1939) and due to its importance, the full derivation is shown below.

The formula is derived from Poiseuille's law for cylindrical tubes (all terms in the c.g.s. units):

$$v' = \frac{g d^2 \rho}{32} \frac{\Delta p}{\eta L} \quad \text{where} \quad (1)$$

v' = velocity of the water,
 g = acceleration due to gravity,
 ρ = water density,
 d = diameter of the tube,
 Δp = hydraulic head,
 L = length of the tube and
 η = dynamic water viscosity.

When the diameter d is replaced by the hydraulic radius m , which is $\frac{\text{volume of the tube}}{\text{area of the wetted surface}}$,

$$m = \frac{\pi}{4} d^2 L : \pi d L = \frac{d}{4}, \text{ and } d^2 = 16 m^2$$

Then, by substitution, formula (1) becomes

$$v' = \frac{g m^2 \rho}{2} \frac{\Delta p}{\eta L} \quad (2)$$

The factor 2 in this formula can be considered as representing the relationship between the hydraulic radius and the form of the tube in capillary flow for a cylindrical tube. This factor varies with different shapes of tube from about 1.8 to 3.0. Kozeny/Carman assumed a value of about 2.5 for the pores in the soil. The formula now is:

$$v' = \frac{g m^2 \rho}{2.5} \frac{\Delta p}{\eta L} \quad (3)$$

When the formula is to be applied to the soil, one has to consider the fact that the pores in the soil are channels of a rather involved shape, but that with complete random arrangement the pore system is statistically the same for every cross section of a certain soil. However the path of the water in this statistically constant pore system is tortuous and thus must be longer than L ; the actual length should be L_e . Further, when one shifts from a capillary tube to the condition in the soil whereby the velocity is defined as the apparent flow velocity ($= v$), the actual velocity of the water (v') is greater than this apparent velocity, because only a part of the total cross section (the porous part, given the term ϵ) is available for the water transmission. The actual velocity of the water is thus $v \cdot \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{L_e}{L}$.

With these considerations equation (3) takes the forms

$$\frac{v}{\epsilon} \cdot \frac{L_e}{L} = \frac{g m^2 \rho}{2.5} \cdot \frac{\Delta p}{\eta L_e}$$

multiplying the numerator and denominator by L ,

$$v = \frac{\epsilon m^2 \rho}{2.5} \cdot \frac{\Delta p g}{\eta L} \cdot \left(\frac{L}{L_e}\right)^2 \quad (4)$$

According to Darcy's law, for the unit of cross section

$$v = \frac{\rho g}{\eta} K' \frac{\Delta p}{L},$$

in which K' = the intrinsic permeability, thus

$$\frac{\rho g K'}{\eta} \cdot \frac{\Delta p}{L} = \frac{\epsilon m^2 \rho}{2.5} \cdot \frac{\Delta p g}{\eta L} \left(\frac{L}{L_e}\right)^2, \text{ or } K' = \frac{\epsilon m^2}{2.5} \cdot \left(\frac{L}{L_e}\right)^2 \quad (5)$$

KOZENY/CARMAN assumed that the actual length which the water has to path $L_e = \sqrt{2} \cdot L$. Equation (5) becomes then

$$K' = \frac{\epsilon m^2}{5} \quad (6)$$

The term $m = \frac{\text{volume of the pore system}}{\text{wetted area of the pore system}} = \frac{\epsilon}{S}$ where S is the surface of the soil particles per unit volume. Substituting, the equation is rendered.

$$K' = \frac{\epsilon^3}{5 S^2} \quad (7)$$

As the porous part of the soil is ϵ , the soil particle volume per unit (sand + pore) volume = $1 - \epsilon$. The surface of the soil particles per unit volume soil particles (without the pores) = $S_0 = \frac{S}{1 - \epsilon}$. Equation (7) now takes the form

$$K' = \frac{\epsilon^3}{5 S_0^2 \cdot (1 - \epsilon)^2} \quad (8)$$

According to ZUNKER (1921) the following expression applies to spherical grains:

$$S_0 = 6 U$$

where U is the specific surface of the sand, with grains of 1 cm diameter as base (see also page 22). Formula 8 now becomes:

$$K' = \frac{\epsilon^3}{180 U^2 \cdot (1 - \epsilon)^2} \quad (9)$$

In this formula the 'permeability' is expressed as intrinsic permeability. Expressed as hydraulic conductivity the formula becomes:

$$K = 360 \times 10^9 \frac{\epsilon^3}{(1 - \epsilon)^2} \cdot \frac{1}{U^2}$$

This formula indicates that the conductivity can be calculated from the specific surface of the sand and the porosity. The specific surface can be calculated from the granulometric analysis (see page 23).

The advantages and disadvantages of this method in estimating conductivity will be discussed in a separate section. Here it will suffice to mention a methodical drawback; i.e. the calculation of the conductivity is based on assumptions which are certainly not completely right. For that reason the reliability of this method has to be tested before it can be applied; in the first place for pure sands but over and above that in cases when clay particles also occur.

Ein Gedankengang, den I. KOZENY ursprünglich für die kapillare Wasserbewegung in Böden ableitete und der inzwischen an den verschiedensten porösen Stoffen geprüft wurde, bietet nun die Möglichkeit, die Permeabilität auf geometrische Eigenschaften der Gesteinsstruktur zurückzuführen, ohne zunächst ein aus Korngröße und Intergranularsubstanz in bestimmter Weise abgeleitetes Modell dieser Struktur einzuführen. In der folgenden Ableitung der Kozeny-Formel folgen wir einer Darstellung von P. C. CARMAN.

Für die Fließgeschwindigkeit eines homogenen Mediums durch eine kreisförmige Kapillare gilt das Gesetz von HAGEN-POISEUILLE:

$$u_e = \frac{r^2 \cdot P}{8 \eta L_e} \quad (1)$$

u_e = effektive Strömungsgeschwindigkeit (cm sec⁻¹), r = Radius der Kapillare (cm), P = Druckdifferenz (dyn cm⁻²), η = Viskosität (Poise), L_e = Länge der Kapillare (cm).

Die Fließgeschwindigkeit durch Kapillaren von nicht kreisförmigem Querschnitt läßt sich durch die folgende Verallgemeinerung der obigen Gleichung ausdrücken:

$$u_e = \frac{m^2 \cdot P}{c_0 \cdot \eta \cdot L_e} \quad (2)$$

Hier bedeutet m den „hydraulischen Radius“, d. h. das Verhältnis des Volumens der Kapillare zu ihrer Oberfläche, während c_0 eine Zahlenkonstante darstellt, deren Wert von der Gestalt der Kapillare abhängt. Für kreisförmige Kapillaren ist $m = r^2$ und $c_0 = 2$. Für den Fluß zwischen parallelen Platten gilt $c_0 = 3$ und für die meisten anderen Kapillarformen liegt c_0 zwischen 2.0 und 2.5.

Betrachtet man nun eine poröse Platte der Dicke L , so kann man aus der (bei einem bestimmten Druck) beobachteten Durchflußmenge Q (cm³ sec⁻¹) und dem Querschnitt der Platte F (cm²) eine scheinbare Fließgeschwindigkeit u (cm sec⁻¹) berechnen:

$$u = \frac{Q}{F} \quad (3)$$

Die Durchflußmenge für eine solche Platte von der Dicke L beträgt dann:

$$Q = u \frac{F}{L} \quad (4)$$

Die scheinbare Fließgeschwindigkeit u kann man nicht zur Berechnung einer Porengröße nach Gl. (2) benutzen: denn erstens besteht der Querschnitt F nicht aus lückenlos aneinander schließenden Kapillaren und zweitens braucht die Dicke L der Platte nicht mit der wahren Kapillarenlänge L_e übereinzustimmen. Ist ϵ

Zusammenhänge zwischen Porosität, Permeabilität und Korngröße.

die Porosität der Platte, so wird der tatsächliche Gesamtquerschnitt aller Kapillaren des Querschnitts F gleich $\epsilon \cdot F$ sein und man bekommt, wenn man auch noch die wahre Kapillarenlänge L_e einführt, für Q :

$$Q = \frac{u_e \cdot \epsilon \cdot F}{L_e} \quad (5)$$

Aus (4) und (5) erhält man für die effektive Strömungsgeschwindigkeit:

$$u_e = \frac{u \cdot L_e}{\epsilon \cdot L} \quad (6)$$

Setzt man diesen Wert in die Gl. (2) ein, so bekommt man:

$$u = \frac{m^2 \cdot \epsilon}{c_0} \cdot \left(\frac{L_e}{L} \right)^2 \cdot \frac{P}{\eta L} \quad (7)$$

Faßt man die nicht unmittelbar der Messung zugänglichen Größen zu einer neuen Zahlenkonstante c zusammen, so erhält man die Gleichung:

$$u = \frac{m^2 \epsilon}{c} \cdot \frac{P}{\eta L} \quad (8)$$

mit:

$$c = c_0 \left(\frac{L_p}{L} \right)^2.$$

Versuche an den verschiedensten Materialien (Literatur bei CARMAN) haben die überraschende Tatsache ergeben, daß man mit recht guter Genauigkeit setzen kann:

$$c = 5,0,$$

so daß die zuerst von KOZENY angegebene Gleichung resultiert:

$$u = \frac{m^2 \epsilon}{5} \cdot \frac{P}{\eta L} \quad (9)$$

Für die Permeabilität k gilt bekanntlich die folgende Definitionsgleichung:

$$u = k \frac{P}{\eta L} \quad (10)$$

Aus einem Vergleich der Gl. (9) und (10) erhält man nun unter Berücksichtigung der Umrechnung von cm^2 in Darcy den folgenden Ausdruck für die Permeabilität:

$$k = 2,0 \cdot 10^7 \cdot m^2 \epsilon \text{ Darcy.} \quad (12)$$

Der hydraulische Radius m ist definiert als das Verhältnis Porenvolumen Porenoberfläche. Nimmt man 1 cm^3 Gestein als Bezugsvolumen, so ist das Porenvolumen durch die Porosität ϵ gegeben. Die Oberfläche der Poren ist gleich der Oberfläche der in 1 cm^3 Gestein enthaltenen festen Substanz. Das Volumen der letzteren ist gleich $(1-\epsilon)$ und die gesuchte Oberfläche ist gleich $(1-\epsilon) \cdot S$, wenn mit S die spezifische Oberfläche der das Gestein aufbauenden festen Substanz bezeichnet wird. Man erhält also:

$$m = \frac{\epsilon}{(1-\epsilon) S} \quad (13)$$

Und für die Permeabilität eines Gesteins:

$$k = 2,0 \cdot 10^7 \frac{\epsilon^3}{(1-\epsilon)^2 S^2} \quad (14a)$$

W. A. ENGELHARDT und H. PITTER:

In der Gl. (14a) ist die Permeabilität auf zwei stoffspezifische Größen von rein geometrischem Charakter zurückgeführt: auf die Porosität ϵ und die spezifische Oberfläche der festen Substanz S (gemessen in $\text{cm}^2 \text{ cm}^{-3} = \text{cm}^{-1}$). Die spezifische Oberfläche der festen Substanz S ist wohl zu unterscheiden von der spezifischen inneren Oberfläche O des Gesteins. Die letztere ist gleich der in 1 cm^3 Gestein enthaltenen inneren Oberfläche:

$$O = (1-\epsilon) S.$$

Man kann also die obige Gleichung auch in der folgenden Form schreiben:

$$k = 2,0 \cdot 10^7 \cdot \frac{\epsilon^3}{O^2} \quad (14b)$$

In dieser Form versteht man den Sinn der gewonnenen Zurückführung der Permeabilität auf die Geometrie der Gesteinsstruktur besonders deutlich: Die Permeabilität eines Gesteins ist um so größer, je größer die Porosität und je kleiner die spezifische innere Oberfläche ist. Bei gleichbleibender Porosität wird die innere Oberfläche durch die Größe der Einzelporen bestimmt. Je kleiner die Einzelporen werden, desto größer wird die innere Oberfläche und desto geringer daher die Permeabilität.

Ist das Gestein aus einzelnen losen Körnern zusammengesetzt, fehlt also eine Intergranularmasse (unverfestigte Sande), so muß S durch die Korngröße gegeben sein. Es muß also möglich sein, bei unverfestigten Sanden die Permeabilität aus der Korngrößenverteilung zu berechnen. Zur Ableitung der hier geltenden Beziehungen betrachten wir zunächst einmal einen Sand, der aus kugelförmigen Einzelkörnern verschiedener Größe besteht. Es sei dann:

n_r = Zahl der in 1 cm^3 fester Substanz enthaltenen Körner vom Radius r_r .

P_r = volummäßiger (= gewichtsmäßiger) Anteil aller Körner vom Radius r_r an 1 cm^3 fester Substanz.

Für das Volumen aller Körner vom Radius r_r je cm^3 fester Substanz gilt:

$$P_r = \frac{4}{3} \pi r_r^3 \cdot n_r,$$

daraus folgt:

$$n_r = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{P_r}{r_r^3}$$

Für die Gesamtoberfläche je cm^3 fester Substanz gilt:

$$S = 4\pi (n_1 r_1^2 + n_2 r_2^2 + \dots + n_r r_r^2).$$

Unter Einsatz des obigen Wertes für n_r erhält man:

$$\left. \begin{aligned} S &= 3 \cdot s: \\ \text{mit} \quad s &= \frac{P_1}{r_1} + \frac{P_2}{r_2} + \dots + \frac{P_r}{r_r}. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Weichen die Körner von der Kugelgestalt ab, so kann man allgemein schreiben:

$$\left. \begin{aligned} S &= q \cdot s. \\ \text{mit} \quad q &\geq 3.0. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Für homodisperse Sande gilt offenbar:

$$s = \frac{1}{r}.$$

Zusammenhänge zwischen Porosität, Permeabilität und Korngröße.

Und man erhält in diesem Fall:

$$\left. \begin{aligned} S &= \frac{q}{r}. \\ \text{mit} \quad q &\geq 3.0. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Für den Zusammenhang zwischen Korngröße, Porosität und Permeabilität sollte daher bei unverfestigten Sanden die folgende Gleichung gelten:

$$k = 2.0 \cdot 10^7 \frac{\epsilon^3}{(1-\epsilon)^2} \cdot \frac{1}{q^2 \cdot s^2} \quad (18)$$

Die Größe von q richtet sich nach der Gestalt der Sapfkörner, während s gemäß Gl. (15) aus der Korngrößenverteilung zu berechnen ist.

VOORBEELDEN VAN COMPUTERUITDRAAIEN

TOELICHTING AANHANGSEL E

Er is een zekere discrepantie tussen pleknummers en recordnummers van de computerlijsten. Omzetting van de een in de ander geschiedt door middel van bijgaande "sleutel" (aanhangsel E 3&4).

De monsters zijn onderzocht op koolzure kalk, organische stof (alleen de proefraaien) en voorts op volledig granulair, dat wil zeggen lutum - (0-2 μm) - en slib - (0-16 μm)-gehalten na voorbehandeling met zoutzuur, waterstofperoxide en peptisator. De overige fracties zijn verkregen door een deel van het voorbehandelde materiaal af te slibben volgens Atterberg en het resterende deel (16-2000 μm) droog te zeven over een zogenaamde dubbele zeefset. De resultaten van de lutum- en slibanalyse staan in de kolom onder perc. (van de stoofdroge grond), de zeefgegevens eveneens. In de kolom corr. % is de som van de minerale delen op 100 gesteld.

Van de bovengenoemde gegevens zijn de volgende parameters afgeleid op de aangegeven wijze (zie ook Ten Brinke, 1985 en Ente, 1982).

Alle parameters zijn op de een of andere wijze door de computer verkregen.

Modus(μ), dit is de fractie waarin de grootste hoeveelheid materiaal voorkomt. De computer zoekt de hoogste waarde als de top van een parabool door de drie fracties met hoge waarden berekend in phi-waarden en zet deze om naar μ -waarden (μm -waarden).

Mediaan(μ), dit is de 50% of middenwaarde van alle fracties (0-2000 μm). De computer (uitgaande van de cumulatieve reeks) berekent deze in phi en zet om in μ .

Gem(μ) t/m Genkurtosis, deze gemiddelden t/m genormaliseerde kurtosis zijn berekend volgens de zogenaamde momenten-methode. Voor de gegeven parameters werd gewerkt met alle fracties, incl. de zogenaamde fijne staart (< 50 μm).

M_{50} en M_{63} , dit zijn de middelwaarden van de fracties groter dan resp. 50 en 63 μm .

U_{16} , dit is het specifiek of soortgelijk oppervlak van alle fracties groter dan 16 μm . Een klassieke parameter naast de slibfractie. Deze parameter is dimensieloos en vertoont in waarde een omgekeerde evenredigheid met de korrelgrootte in μm .

Phi(1) t/m phi(99), dit zijn percentielwaarden afgelezen door de computer op de lineaire grafiek (hoeveelheid in % tegen korrelgrootte in phi). Deze waarden zijn gebruikt voor de volgende zogenaamde grafische parameters. Deze zijn uitvoerig beschreven door Ente (1982).

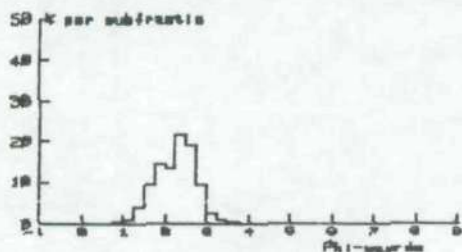
Histogram, dit behoeft geen nadere toelichting.

COMPUTERUITDRAAI VAN GRANULOMETRISCHE ANALYSEGEGEVENS EN VAN AFGELEIDE PARAMETERS

Naam gebied	=	RAAI_1			
Recordnummer	=	1			
Labnummer	=	262400			
Coördinaat	X=	122849	Coördinaat	Y=	559516
Diepte van	0 -	5			
Zeefgrenzen		PHI-grenzen	PERC.	CORR. %	CUM. %
2000-1700	-1.00 -	-.77	0.0	0.0	0.0
1700-1400	-.77 -	-.49	0.0	0.0	0.0
1400-1180	-.49 -	-.24	0.0	0.0	0.0
1180-1000	-.24 -	0.00	0.0	0.0	0.0
1000- 850	0.00 -	.23	0.0	0.0	0.0
850- 710	.23 -	.49	0.0	0.0	0.0
710- 600	.49 -	.74	.2	.2	.2
600- 500	.74 -	1.00	.3	.3	.5
500- 425	1.00 -	1.23	1.1	1.1	1.6
425- 355	1.23 -	1.49	4.0	4.1	5.8
355- 300	1.49 -	1.74	9.1	9.4	15.1
300- 250	1.74 -	2.00	14.5	14.9	30.0
250- 212	2.00 -	2.24	13.3	13.7	43.7
212- 180	2.24 -	2.47	21.4	22.0	65.7
180- 150	2.47 -	2.74	19.0	19.5	85.3
150- 125	2.74 -	3.00	9.1	9.4	94.6
125- 105	3.00 -	3.25	2.7	2.8	97.4
105- 90	3.25 -	3.47	1.1	1.1	98.5
90- 75	3.47 -	3.74	.4	.4	99.0
75- 63	3.74 -	3.99	.2	.2	99.2
63- 50	3.99 -	4.32	.1	.1	99.3
50- 16	4.32 -	5.97	.2	.2	99.5
16- 2	5.97 -	8.97	.1	.1	99.6
2- 0	8.97 -	13.29	.4	.4	100.0
MODUS(mu)	MEDIAAN(mu)	GEM(mu)	GEM(Phi)	SORTING	
186	202	203	2.30	.70	
SCHEEFHEID	KURTOSIS	GENKURTOSIS	M-50	M-63	U-Cijfer
4.82	49.1	.98	203	203	51

PHI(1)	PHI(5)	PHI(10)	PHI(16)	PHI(25)	PHI(50)
1.10	1.45	1.60	1.75	1.91	2.31
PHI(75)	PHI(84)	PHI(90)	PHI(95)	PHI(99)	
2.60	2.72	2.87	3.03	3.78	

GEM INM.	=	2.24	SO.S FR	=	.79	SK.I FOLK	=	-.11
GEM.FOLK	=	2.26	SIG.DEP	=	.48	ALF.S FR	=	-.13
SO.Trsk MU	=	1.27	SK.Trsk PHI	=	.93	KG.Trsk	=	.27
SO.Trsk PHI	=	1.17	A.PHI INM	=	-.14	KG.FOLK	=	.95
SIG.INM	=	.48	A2.PHI.INM	=	-.14	KG.ACC	=	.49
SIG.I.FOLK	=	.48						



SLEUTEL VAN PLEKNUMMERS NAAR RECORDNUMMERS

N.I.O.Z.-monsters

pleknr.=recordnr.

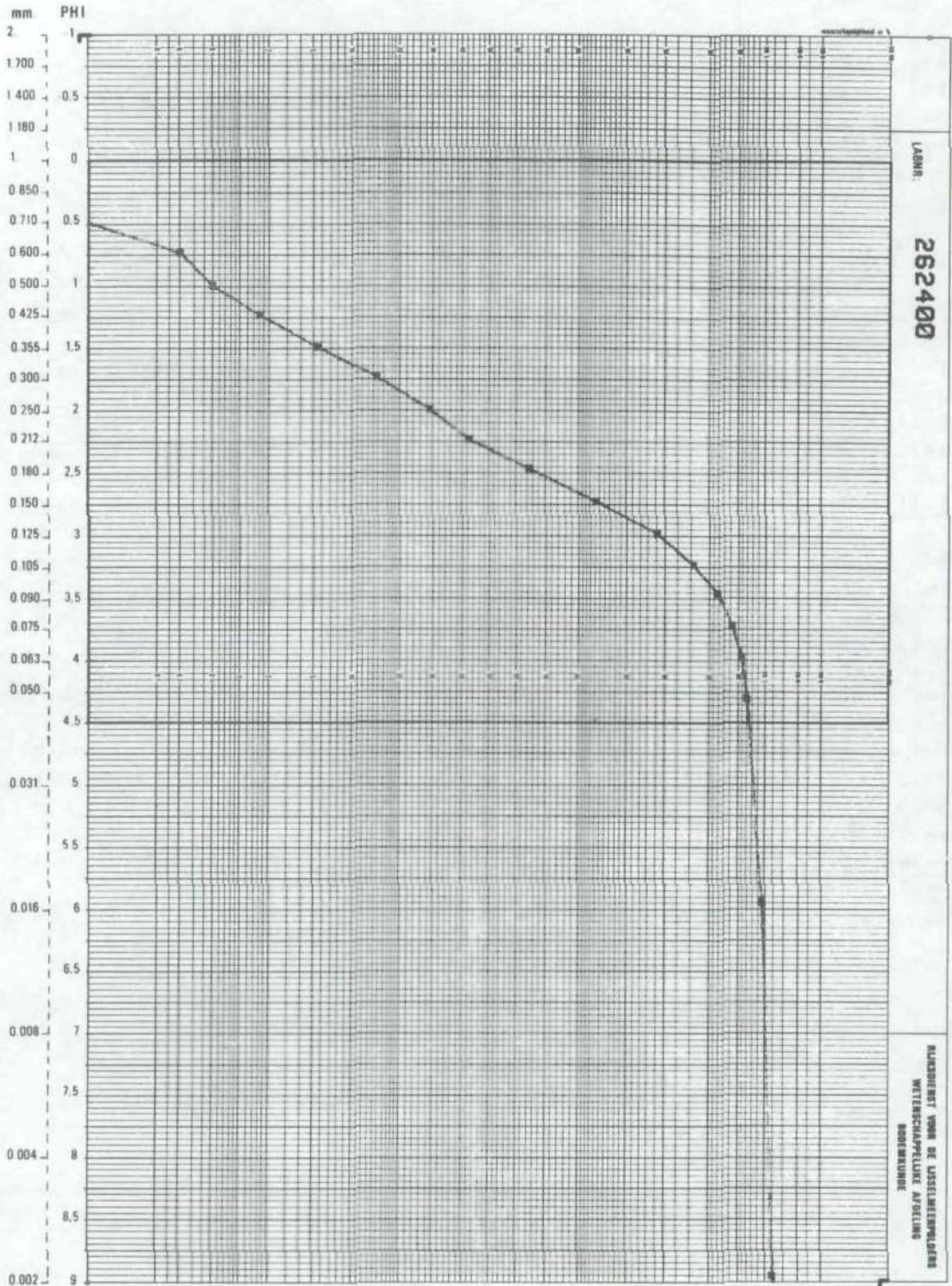
pleknr.#recordnr.

1	<u>9=1</u>	<u>10=2</u>	<u>11=3</u>								
3	<u>1=1</u>	<u>2=2</u>	<u>3=3</u>	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	
	11=11	12=12	13=13								
4	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8			
5	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6					
6	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7				
7	<u>5=1</u>	<u>6=2</u>	<u>7=3</u>	<u>8=4</u>	<u>9=5</u>	<u>10=6</u>	<u>11=7</u>	<u>12=8</u>			
8	<u>1=1</u>	<u>2=2</u>	<u>3=3</u>	<u>4=4</u>	<u>5=5</u>	<u>6=6</u>	<u>7=7</u>	<u>8=8</u>	9=9		
9	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9		
10	1=1	2=2	3=3	<u>5=4</u>	<u>6=5</u>	<u>7=6</u>	<u>9=7</u>	<u>10=8</u>	<u>11=9</u>	<u>12=10</u>	
11	1=1	2=2	3=3	<u>4=4</u>	<u>5=5</u>	<u>6=6</u>					
12	1=1	2=2	<u>7=3</u>								
13	<u>2=1</u>										
14	1=1	2=2	3=3	<u>6=4</u>	<u>7=5</u>						
15	1=1	2=2	3=3	<u>4=4</u>							
16	1=1	2=2	3=3	4=4							
17	1=1	<u>4=2</u>	<u>5=3</u>	<u>6=4</u>	<u>7=5</u>	<u>8=6</u>	<u>9=7</u>	<u>10=8</u>	<u>11=9</u>		
18	1=1	2=2	<u>4=3</u>	<u>5=4</u>	<u>6=5</u>	<u>7=6</u>	<u>8=7</u>	<u>9=8</u>	<u>10=9</u>	<u>11=10</u>	
19	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	
	11=11	12=12	13=13	14=14							
20	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	
	11=11	12=12									
21	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9		
22	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	<u>8=7</u>	<u>11=8</u>	<u>12=9</u>	<u>13=10</u>	
	<u>14=11</u>	<u>15=12</u>									
23	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	
24	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	<u>8=7</u>	<u>9=8</u>	<u>10=9</u>		
25	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	
	11=11	12=12	13=13	14=14	15=15	16=16	17=17	18=18	19=19		
26	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	
27	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8			
30	1=1	2=2	3=3	4=4	<u>6=5</u>	<u>7=6</u>	<u>8=7</u>	<u>9=8</u>	<u>10=9</u>	<u>11=10</u>	
33	1=1	2=2	3=3	4=4	<u>5=5</u>	<u>6=6</u>	<u>9=7</u>				
34	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	<u>10=8</u>			
35	<u>7=1</u>	<u>8=2</u>	<u>9=3</u>								
36	<u>1=1</u>	<u>2=2</u>	<u>3=3</u>								
37	<u>5=1</u>										

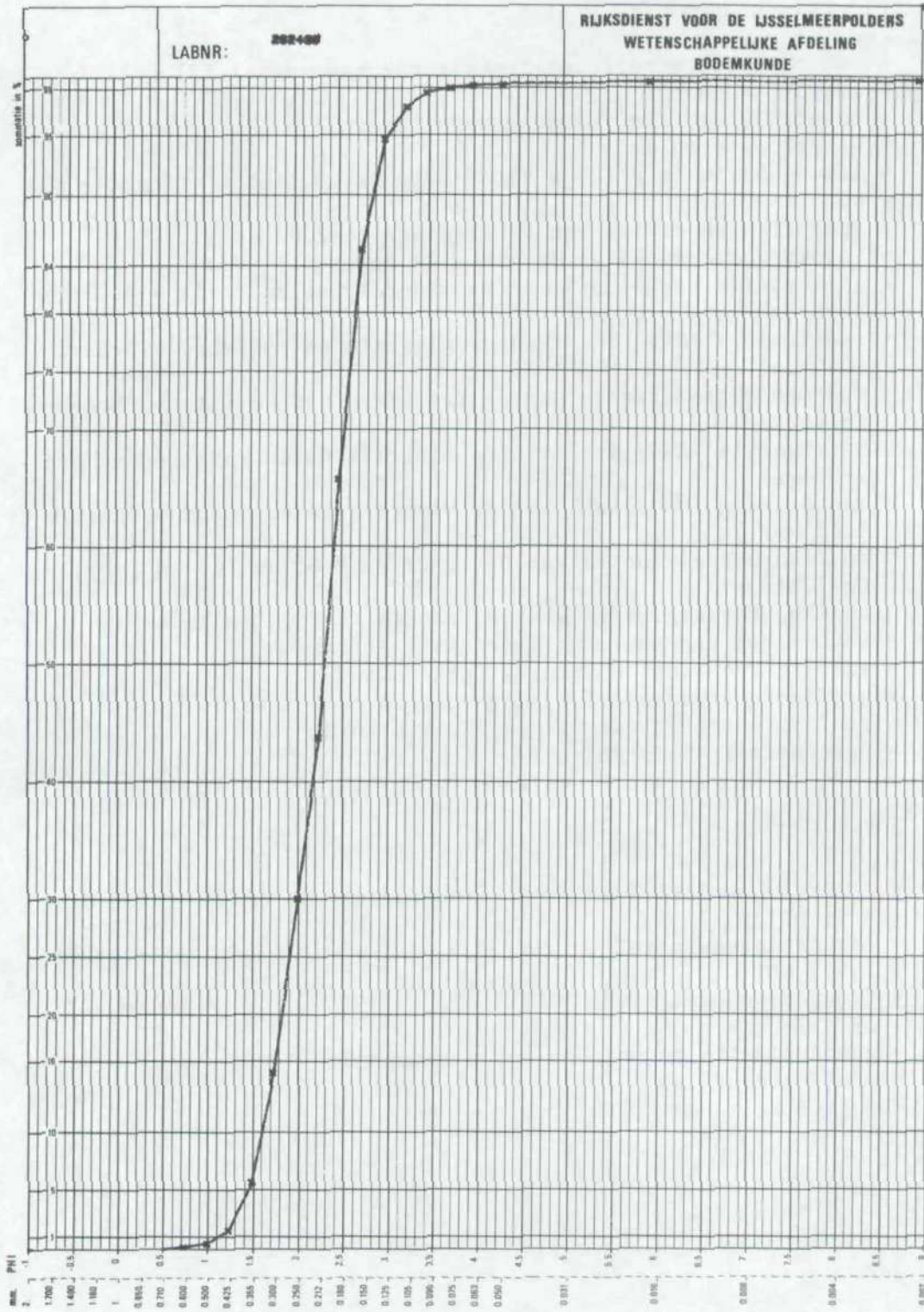
SLEUTEL VAN PLEKNUMMERS NAAR RECORDNUMMER

R.I.J.P.-monsters	pleknr.=recordnr.		<u>pleknr.#recordnr.</u>										
53	1=1	3=2	5=3	6=4	7=5	8=6	9=7						
54	1=8	2=9	3=10	4=11	5=12	6=13							
57	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5								
59	1=..	<u>2=1</u>	<u>3=2</u>	<u>4=3</u>	<u>5=4</u>	<u>6=5</u>	<u>7=6</u>	<u>8=7</u>	<u>9=8</u>				
60	1=1	2=2	3=3	4=..	5=..	<u>6=4</u>	<u>7=5</u>	<u>8=6</u>					
63	1=1	2=2	3=3	4=4	5=..	6=..	7=..	8=..	<u>9=5</u>				
72	1=..	<u>2=1</u>	<u>3=2</u>	<u>4=3</u>	<u>5=4</u>	<u>6=5</u>	<u>7=6</u>	<u>8=7</u>					
73	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	11=11		
	13=13	14=14											
74	<u>1=15</u>	<u>2=16</u>	<u>3=17</u>	<u>4=18</u>	<u>5=19</u>	<u>6=20</u>							
75	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	<u>10=9</u>				
77	<u>1=77^{II}₁</u>												
		<u>2=1</u>	<u>3=2</u>	<u>4=3</u>	5=..	6=..	<u>7=4</u>	<u>8=5</u>	<u>9=6</u>	10=..	11=..		
81	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	11=11		
	12=12	13=13	14=..	<u>15=14</u>									
84	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	11=11		
	12=12												
85	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6							
86	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6							
87	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10			
88	<u>1=11</u>	<u>2=12</u>	<u>3=13</u>										
89	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5								
90	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5								
96	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	11=11		
			<u>3=96^{II}₁</u>										
	12=12	13=13	<u>14=96^{II}₂</u>		<u>15=96^{II}₃</u>		<u>16=96^{II}₄</u>		<u>17=96^{II}₅</u>		<u>18=96^{II}₆</u>		
97	1=1	2=2	3=3	4=4									
98	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	11=11		
99	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9				
100	1=1	2=2	3=3	4=4	5=5	6=6	7=7	8=8	9=9	10=10	11=11		
	12=12	13=13	14=14	15=15	16=16	17=17	18=18	19=19	20=20	21=21	22=22		
	23=23	24=24	25=25	26=26	27=27	28=28	29=29	30=30	31=31	32=32	33=33		
	34=34	35=35											
101	<u>1=36</u>	<u>2=37</u>	<u>3=38</u>	<u>4=39</u>	<u>5=40</u>	<u>6=41</u>	<u>7=42</u>	<u>8=43</u>	<u>9=44</u>	<u>10=45</u>	<u>11=46</u>		
	<u>12=47</u>	<u>13=48</u>	<u>14=49</u>	<u>15=50</u>									

SOMMATICURVE MET WAARSCHIJNLIJKHEIDS-Y-AS
 (omkadering: zie Visher-grafieken)



SOMMATIECURVE MET LINEAIRE Y-AS (verkleind)



PLEKOMSCHRIJVINGEN EN GRANULOMETRISCHE PARAMETERS

Sleutel bij kolomkoppen

RC	=	recordnummer granulometrie (zie ook aanhangsel E3)
L	=	laagdikte in cm
OMSCHR	=	omschrijving (zie verder sleutel hierna)
WD	=	waterdiepte in dm
LUTG	=	lutumgehalte in g/100 g stoofdroge grond (lutum = fractie < 2 μm)
U16	=	specifiek oppervlak van de fracties 16-2000 μm .
LUTM	=	lutumfractie in % van de minerale delen
SI50	=	siltfractie (SvB) in % van de minerale delen (silt = fractie 2-50 μm)
ZA50	=	zandfractie (SvB) in % van de minerale delen (zand = fractie > 50 μm)
M50	=	mediaan korrelgrootte van de fracties > 50 μm (St. v. Bodemkartering)
SI63	=	siltfractie (RGD) in % van de minerale delen (silt = fractie 2-63 μm)
ZA63	=	zandfractie (RGD) in % van de minerale delen (zand = fractie > 63 μm)
M63	=	mediaan korrelgrootte van de fracties > 63 μm (Rijks Geol.Dienst)
MDO	=	mediaan korrelgrootte van de fracties 0-2000 μm in mm
MOD	=	modus: top van de fractieverdeling in mm
GEMF	=	grafisch gemiddelde volgens Folk & Ward
SIGF	=	grafische standaardafwijking volgens Folk & Ward
SKEF	=	grafische scheefheid volgens Folk & Ward
PH05	=	percentieel 05 in phi
PH16	=	" 16 " "
PH50	=	" 50 " "
PH84	=	" 84 " "
PH95	=	" 95 " "
TRAV	=	"tractiepopulatie" volgens Visher; hier gesteld op > 355 mm / > 1½ phi
SALV	=	"saltatiepopulatie" " " ; " " " 355-105 mm / 1½-3¼ phi
SUSV	=	"suspensiepopulatie" " " ; " " " 105-0 mm / 3¼ phi-0
GEM	=	gemiddelde in μm volgens momentenmethode
GEMM	=	gemiddelde in phi " "
SORM	=	sortering in phi " "

Sleutel bij plekomschrijvingen

0-7	= maten in cm	
j	= jong	
o	= ouder	
V	= veen	
P	= pleistoceen zand	aP = volledig podzolproffiel
hum	= humeus	bP = a-horizont podzol verdwenen
la	= lutumarm	cP = a- en b-horizonten podzol verdwenen
lh	= lutumhoudend	
lr	= lutumrijk	
ma	= matig	
za	= zandig	
gel	= gelaagd	
znd	= zand	
sl	= slikkig	
/	= op	

Recordnummer	FLEK	KC	L DILTE	OMSCH	WD	LUTG	U16	LUTM	S150	ZASO	ME0	S163	ZAG3	M63	MO0	MOD	GENF	SIGF	SNEF	PH05	PH16	PH50	FH04	PH95	TRAV	SALV	SUSV	GEN	GENM	SORM
1	53-1	1		zand sl	5.8	111	6.6	10.9	82.5	119	11.9	81.5	120	112	122	3.53	1.60	0.72	2.54	2.79	3.16	4.66	1.03	0.1	59.2	40.7	71	3.82	1.81	
2	53-2	0-7		slik za/zand la/V	9																									
3	53-3	2		slik lr	16.2	172	20.6	30.2	49.2	107	32.1	47.3	109	48	2	5.79	3.16	0.63	2.74	3.06	4.39	9.93	12.24	0.1	26.2	73.7	24	5.37	2.50	
4	53-4																													
5	53-5	3	0-40	jznd la/oslik za gel	23	2.4	9.0	2.6	3.7	93.7	123	4.2	93.1	123	120	122	3.08	0.59	0.37	2.55	2.76	3.05	3.41	5.38	0.0	76.4	23.6	100	3.32	1.22
6	53-6	4				2.8	117	3.4	13.1	83.4	129	15.0	81.6	130	120	133	3.36	1.12	0.59	2.36	2.62	3.06	4.41	5.31	0.6	63.4	36.0	85	3.55	1.50
7	53-7	5				3.2	90	3.6	5.1	91.3	129	5.9	90.5	129	125	128	3.05	0.95	0.34	2.31	2.59	3.00	3.57	6.96	1.1	72.1	26.8	99	3.74	1.46
8	53-8	6	0-10	jznd la/oznd la	16	3.6	84	3.9	4.5	91.6	140	5.0	91.0	140	135	149	2.94	0.96	0.47	2.32	2.52	2.89	3.42	7.15	0.1	79.1	20.8	104	3.27	1.48
9	53-9	7	0-18	jznd sl/oznd la gel	27	7.2	91	8.2	7.7	84.1	136	8.6	83.2	137	127	142	3.27	1.70	0.68	2.33	2.56	2.98	4.29	10.67	0.1	69.8	30.1	76	3.71	2.00
10	53-10	0-10		jznd/slik (geul)	52																									
11	54-1	1			6.3	113	7.2	11.2	81.6	118	12.6	80.2	119	112	119	3.59	1.68	0.74	2.54	2.80	3.16	4.81	10.27	0.1	59.9	40.0	69	3.86	1.84	
12	54-2	2			2.4	95	2.7	7.4	89.9	139	8.6	88.7	141	127	117	2.99	0.99	0.19	1.72	2.19	2.97	3.80	5.62	2.7	65.2	32.1	112	3.17	1.43	
13	54-3	3			2.7	95	3.0	3.2	93.8	119	3.9	93.2	119	116	119	3.13	0.58	0.34	2.54	2.77	3.10	3.53	5.09	0.1	68.8	31.1	98	3.36	1.22	
14	54-4	4			1.8	74	2.1	2.0	96.0	149	2.4	95.5	150	147	136	2.74	0.58	0.01	1.83	2.21	2.77	3.24	3.93	1.0	63.5	15.5	134	2.90	1.16	
15	54-5	5			1.9	78	2.0	1.6	96.4	142	1.9	96.1	142	140	149	2.87	0.39	0.25	2.38	2.55	2.84	3.21	3.83	0.1	66.7	13.2	122	3.03	1.04	
16	54-6	6			10.3	232	11.9	42.5	45.6	77	47.6	40.5	81	44	18	4.98	2.12	0.53	3.09	3.51	4.52	6.92	11.48	0.2	7.5	92.3	29	5.09	1.93	
17	57-1	1	0-20	jznd la/oznd la/oslik lr	9	0.0	55	0.0	0.3	99.7	187	0.3	99.7	187	186	181	2.40	0.36	-1.11	1.75	2.03	2.42	2.73	2.99	1.3	96.8	1.9	187	2.42	0.45
18	57-2	2	0-30	oznd lh gel/oslik lr	9	0.8	62	0.8	0.6	98.5	183	0.7	98.4	183	182	191	2.53	0.53	0.15	1.64	2.05	2.46	3.08	3.43	3.0	87.7	9.3	167	2.58	0.87
19	57-3	3	0-20	jznd la/oznd la gel	13	0.7	59	0.7	1.1	98.2	198	1.3	98.0	198	195	199	2.39	0.64	0.05	1.33	1.76	2.36	3.05	3.46	7.4	83.5	9.1	184	2.44	0.92
20	57-4	4	0-17	jznd la/oznd la	18	0.4	46	0.4	0.5	99.1	269	0.6	98.9	269	266	311	2.05	0.59	0.36	1.30	1.53	1.91	2.72	3.21	12.9	82.8	4.3	232	2.09	0.79
21	57-5	5	0-7	jznd la/oznd la	19	0.4	50	0.4	0.9	98.7	228	1.1	98.5	229	226	214	2.16	0.48	0.16	1.51	1.72	2.14	2.61	2.89	4.3	91.1	4.6	212	2.24	0.77
22	59-1	0-20		oslik lr/V	9																									
23	59-2	1	0-30	jznd la/oslik lr hum/V	0.4	66	0.4	0.9	98.6	162	1.0	98.5	162	161	161	2.64	0.33	0.03	2.08	2.34	2.84	2.95	3.24	0.5	94.8	4.7	155	2.69	0.64	
24	59-3	2	0-15	jznd la/oslik lr/V	14	0.4	62	0.4	0.2	99.4	167	0.2	99.4	167	166	166	2.60	0.32	0.01	2.03	2.30	2.59	2.91	3.14	0.7	96.8	2.5	163	2.62	0.56
25	59-4	3	0-10	jznd la/oznd la/V	13	0.2	47	0.2	0.1	99.7	225	0.1	99.7	225	224	226	2.17	0.44	0.00	1.39	1.74	2.16	2.60	2.90	6.4	92.4	1.2	223	2.17	0.57
26	59-5	4	0-1	jznd la/V	18	0.5	58	0.5	0.3	99.2	175	0.4	99.1	175	175	168	2.48	0.38	-2.22	1.62	2.14	2.52	2.80	3.03	3.3	94.1	2.6	177	2.50	0.67
27	59-6	5	0-175	jznd la	11	0.4	59	0.4	0.3	99.3	183	0.4	99.2	183	182	187	2.49	0.33	0.20	2.01	2.20	2.46	2.82	3.15	0.2	96.3	3.5	173	2.53	0.59
28	59-7	6	0-37	jznd la/bF	27	0.3	40	0.3	0.1	99.6	265	0.1	99.6	265	263	270	1.90	0.50	-0.08	1.02	1.39	1.92	2.39	2.66	20.0	79.3	0.7	264	1.92	0.65
29	59-8	7	0-30	jznd la/aF	29	0.3	47	0.3	0.3	99.4	219	0.3	99.4	219	218	198	2.15	0.50	-1.18	1.14	1.66	2.20	2.59	2.90	10.1	88.2	1.7	224	2.16	0.68
30	59-9	8	0-65	jznd la/aF	32	0.1	42	0.1	0.1	99.8	254	0.1	99.8	254	253	267	2.00	0.33	0.10	1.50	1.67	1.98	2.33	2.58	4.5	95.2	0.3	288	2.01	0.45
31	60-1	1	0-30	oznd lh/oslik lr/V	9	0.7	68	0.7	0.6	98.6	155	0.7	98.5	155	154	153	2.70	0.39	-0.03	1.98	2.34	2.70	3.05	3.35	1.3	92.0	6.7	149	2.75	0.76
32	60-2	2	0-25	jznd la/oznd sl/oslik	10	0.6	66	0.6	0.6	98.8	161	0.7	98.7	161	160	161	2.65	0.32	0.05	2.11	2.37	2.64	2.95	3.26	0.4	94.5	5.1	152	2.71	0.70
33	60-3	3	0-10	jznd la/oslik lr	19	1.1	75	1.2	1.6	97.3	143	1.9	97.0	143	142	143	2.84	0.39	0.13	2.25	2.49	2.82	3.19	3.68	0.4	87.5	12.1	131	2.93	0.90
34	60-4	0-25		jznd la/oslik lr hum	18																									
35	60-5	0-15		jslik lr/jznd lh	27																									
36	60-6	4	0-30	jznd la/bF	26	0.6	28	0.6	0.3	99.0	395	0.3	99.0	395	392	384	1.33	0.60	-0.01	0.26	0.80	1.35	1.83	2.53	63.8	34.7	1.5	379	1.40	0.95
37	60-7	5	0-20	jznd la/jznd la gel	18	1.2	36	1.3	0.7	98.0	331	0.7	98.0	331	326	368	1.64	0.77	0.02	0.29	0.90	1.62	2.42	2.89	43.1	54.3	2.6	299	1.74	1.23
38	60-8	6	0-450	jznd la	6	0.7	43	0.7	0.4	98.9	247	0.4	98.9	247	245	197	2.03	0.48	0.04	1.30	1.56	2.03	2.51	2.88	11.0	87.2	1.8	232	2.11	0.85
39	63-1	1	0-190	jznd la	9	0.9	78	1.0	1.0	98.1	134	1.2	97.9	135	133	134	2.90	0.33	-0.03	2.34	2.58	2.91	3.21	3.45	0.0	88.2	11.8	127	2.98	0.77
40	63-2	2	0-190	jznd la	13	1.2	84	1.3	0.6	98.1	123	0.9	97.9	123	122	122	3.03	0.32	0.03	2.50	2.74	3.03	3.33	3.63	0.0	79.0	21.0	116	3.11	0.81
41	63-3	3	0-160	jznd la	17	2.3	87	2.5	1.6	95.9	122	1.8	95.7	122	121	122	3.05	0.35	0.13	2.54	2.76	3.05	3.35	3.87	0.0	77.5	22.5	107	3.23	1.09
42	63-4	4	0-5	jznd la/jznd sl (geul)	21	2.3	108	2.5	4.4	93.0	107	5.3	92.1	107	105	110	3.31	0.53	0.41	2.79	3.00	3.26	3.67	5.16	0.0	49.3	50.7	88	3.50	1.11
43	63-5	0-55		jznd lr gel/jslik (geul)	29																									
44	63-6	0-28		jznd la/jznd en jslik (geul)	29																									
45	63-7	0-35		jznd lh/jslik lr (geul)	33																									
46	63-8	0-40		jznd lh/jslik lr gel (geul)	39																									
47	63-9	5	0-65	jznd lh/jslik lr gel (geul)	43	6.4	119	7.3	9.9	82.8	105	10.6	2.2	106	100	109	3.64	1.54	0.73	2.78	3.01	3.33	4.60	10.32	0.0	42.0	58.0	64	3.96	1.78
48	72-1	0-8		jznd la/bF	13																									
49	72-2	1	0-5	jznd la/jslik V/aF	12	0.6	65	0.6	0.3	99.1	168	0.5	98.9	168	167	181	2.61	0.45	0.05	1.83	2.19	2.59	3.04	3.39	1.1	91.0	7.9	160	2.64	0.72
50	72-3	2	0-5	jznd la/oznd/oslik/V	15	0.5	57	0.5	0.1	99.4	182	0.1	99.4	182	181	180	2.45	0.41	-0.06	1.71	2.05	2.46	2.83	3.12	1.5	95.6	2.9	179	2.48	0.65
51	72-4	3			19	0.3	58	0.3	0.1	99.6	184	0.2	99.5	184	183	189	2.47	0.41	0.08	1.81	2.07	2.45	2.90</							

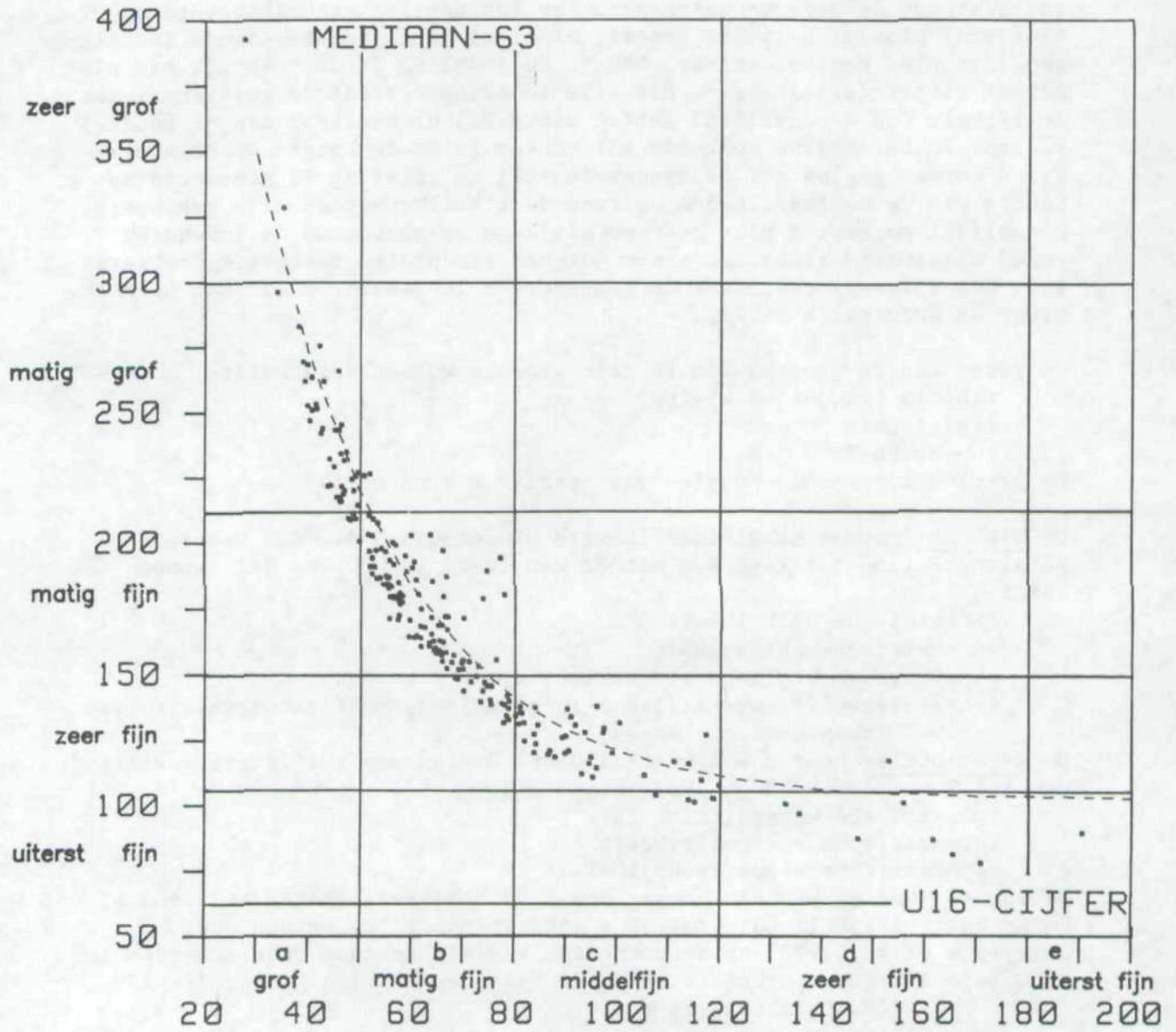
Recordnummer	FLEK	RC	L	DIKTE	OMSCHR	MD	LUT6	U16	LUTM	S150	Z150	M50	S163	Z163	H63	M00	M00	GENF	SIEF	SIEF	PH05	PH16	PH50	PH84	PH95	TRAV	SALV	SUSV	GEN	GENM	SORH
77	75-2	2	0-40	bP		17	0.7	66	0.7	0.7	98.5	161	0.8	98.4	161	160	154	2.64	0.37	0.02	2.04	2.29	2.65	2.99	3.33	0.3	93.7	6.0	152	2.71	0.74
78	75-3	3	0-8	jznd la/V		16	0.1	44	0.1	0.1	99.8	265	0.1	99.8	265	264	294	2.02	0.48	0.29	1.37	1.57	1.92	2.57	2.91	8.6	90.4	1.0	244	2.03	0.54
79	75-4	4	0-25	jznd la/oslik/V/aP		19	0.2	47	0.2	0.3	99.5	246	0.4	99.4	246	245	270	2.12	0.51	0.23	1.38	1.64	2.03	2.70	2.99	7.2	90.9	1.9	227	2.14	0.66
80	75-5	5	0-5	jznd la/V/aP		21	0.9	62	0.9	0.6	98.4	167	0.7	98.3	167	166	162	2.57	0.43	-1.16	1.58	2.20	2.59	2.92	3.22	4.0	91.6	0.9	165	2.60	0.86
81	75-6	6	0-2	jznd la/P		27	0.2	47	0.2	0.5	99.3	234	0.6	99.2	235	233	164	2.11	0.63	-0.07	0.90	1.49	2.10	2.73	3.00	16.0	81.6	2.4	232	2.11	0.81
82	75-7	7	0-15	jznd la/cP		32	0.6	60	0.6	0.4	99.0	167	0.5	98.9	167	166	162	2.55	0.46	-0.25	1.39	2.16	2.59	2.90	3.17	5.9	90.7	3.4	172	2.54	0.81
83	75-8	8	0-90	jznd la		31	0.9	56	0.9	0.2	98.9	182	0.2	98.9	182	182	175	2.44	0.36	0.08	1.78	2.09	2.46	2.78	3.03	1.4	96.1	0.9	176	2.51	0.79
84	75-9																														
85	75-10	9	0-3	jznd la/cP		39	0.7	46	0.7	0.1	99.2	220	0.1	99.2	220	219	198	2.17	0.39	-1.10	1.47	1.75	2.19	2.55	2.76	5.3	96.1	2.5	217	2.20	0.76
86	77-1		0-50	jznd la/bP		10	0.6	69	0.6	0.4	99.0	151	0.5	98.9	151	151	151	2.74	0.38	0.05	2.13	2.38	2.73	3.11	3.41	0.4	90.8	8.8	145	2.79	0.67
87	77-2	1	0-33	jznd la/oslik lr		13	0.5	64	0.5	0.5	99.0	162	0.6	98.9	165	163	165	2.63	0.34	0.06	2.05	2.31	2.61	2.95	3.24	0.1	95.0	4.9	157	2.71	0.69
88	77-3	2	0-10	jznd/oznd lh/jslik		14	2.7	79	3.3	3.6	93.1	145	4.1	92.6	145	141	144	2.86	0.79	0.32	1.91	2.45	2.83	3.30	5.68	1.9	80.6	7.5	116	3.10	1.42
89	77-4	3	0-45	jznd la		13	0.3	40	0.3	0.2	99.5	271	0.2	99.5	271	270	280	1.93	0.44	0.15	1.26	1.53	1.89	2.37	2.76	13.0	85.9	0.3	257	1.96	0.64
90	77-5		0-8	jznd la/oznd lh gel		38																									
91	77-6		0-15	oznd lh/oznd la gel		14																									
92	77-7	4	0-8	jznd la/oznd lh		26	0.8	55	0.8	0.9	98.2	201	1.0	98.1	201	199	192	2.32	0.58	-0.01	1.32	1.78	2.33	2.86	3.37	3	86.2	6.5	190	2.39	0.93
93	77-8	5	0-3	jznd la/oznd la gel		24	1.3	64	1.3	1.8	96.9	174	2.1	96.6	174	172	163	2.48	0.62	-0.08	1.40	1.91	2.54	2.99	3.71	5.9	85.2	8.9	164	2.61	1.06
94	77-9	6	0-50	jznd la		15	0.5	56	0.5	0.2	99.3	189	0.2	99.3	189	189	190	2.43	0.38	0.08	1.82	2.06	2.41	2.80	3.11	0.3	96.8	2.9	180	2.47	0.65
95	77-10		0-10	jslik lr/(geul)		27																									
96	77-11		0-10	jslik lr/bP(geul)		37																									
97	81-1	1	0-22	jznd la/jznd lh(geul)		51	0.5	53	0.5	0.4	99.1	194	0.4	99.1	194	193	192	2.38	0.30	0.03	1.89	2.10	2.38	2.66	2.91	0.2	98.2	0.6	185	2.43	0.65
98	81-2	2	0-80	jznd la gel		21	2.2	82	2.3	2.2	95.4	138	2.5	95.1	139	136	143	2.91	0.41	0.29	2.44	2.57	2.80	3.28	3.97	0.0	85.0	7.0	116	3.11	1.12
99	81-3	3	0-170	jznd la		21	1.4	83	1.5	1.7	96.8	134	2.1	96.4	135	133	138	2.94	0.41	0.19	2.36	2.58	2.91	3.33	3.85	0.3	80.0	19.9	120	3.07	0.95
100	81-4	4	0-150	jznd la		28	2.7	97	2.9	5.6	91.5	130	6.7	90.4	131	126	144	3.10	0.76	0.47	2.43	2.60	2.99	3.71	5.59	0.1	66.3	33.6	99	3.34	1.30
101	81-5	5	0-40	jznd la		23	0.7	65	0.7	0.3	99.0	162	0.4	99.3	162	161	163	2.65	0.32	0.10	2.18	2.35	2.64	2.96	3.25	0.1	95.0	4.9	157	2.71	0.68
102	81-6	6	0-170	jznd la		22	0.3	55	0.3	0.1	99.6	190	0.1	99.6	190	189	189	2.41	0.29	0.04	1.92	2.14	2.40	2.69	2.93	0.1	98.8	1.1	184	2.44	0.51
103	81-7	7	0-32	jznd la/oznd la		12	0.3	60	0.3	0.3	99.4	173	0.3	99.4	173	173	171	2.55	0.34	0.08	1.99	2.24	2.53	2.88	3.15	0.0	97.0	3.0	168	2.57	0.56
104	81-8	8	0-55	jznd la/oznd sl		13	0.2	58	0.2	0.3	99.5	182	0.3	99.5	182	182	186	2.49	0.26	0.18	2.07	2.26	2.46	2.74	3.00	0.0	98.1	1.9	174	2.52	0.48
105	81-9	9	0-25	jznd la/oznd la		10	0.1	57	0.1	0.3	99.6	186	0.3	99.6	186	186	189	2.44	0.32	0.09	1.93	2.15	2.43	2.75	3.02	0.2	97.7	2.1	180	2.47	0.46
106	81-10	10	0-40	jznd la/oznd la		11	0.1	56	0.1	0.4	99.5	187	0.4	99.5	187	186	187	2.43	0.33	0.02	1.86	2.12	2.42	2.74	3.00	0.4	97.5	2.1	182	2.46	0.50
107	81-11	11	0-65	jznd la/oznd la		13	0.2	53	0.2	0.5	99.3	197	0.6	99.2	197	196	194	2.35	0.32	0.01	1.79	2.05	2.35	2.65	2.94	1.0	96.8	2.2	192	2.38	0.56
108	81-12	12	0-45	jznd la/oznd lh		40	1.7	52	1.8	1.6	96.5	229	1.7	96.4	229	223	272	2.19	0.65	0.12	1.23	1.60	2.17	2.82	3.51	11.1	81.7	7.2	196	2.35	1.25
109	81-13	13	0-60	jznd la		28	0.4	42	0.4	0.3	99.3	256	0.3	99.3	256	255	267	1.98	0.42	0.06	1.29	1.58	1.97	2.39	2.76	10.1	88.0	1.9	245	2.03	0.70
110	81-14		0-3	jznd la/jznd lr(geul)		45																									
111	81-15	14	0-75	jznd lh gel(geul)		50	1.6	66	1.7	1.2	97.1	166	1.3	97.0	166	164	165	2.64	0.41	0.12	1.97	2.29	2.61	3.01	3.47	0.6	90.6	8.8	147	2.77	1.04
112	84-1	1	0-20	jslik lr/jznd(geul)		45	9.1	130	10.7	18.0	71.4	118	21.0	68.3	123	87	17	3.79	2.48	0.39	1.41	1.96	3.52	5.89	11.27	5.9	33.7	60.4	59	4.07	2.34
113	84-2	2	0-10	jznd la/jslik(geul)		28	1.2	77	1.4	5.6	93.0	196	6.5	92.1	197	188	200	2.57	1.02	0.33	1.29	1.74	2.41	3.56	5.00	8.2	67.7	24.1	153	2.71	1.31
114	84-3	3	0-35	jznd la/oslik lr		18	3.4	75	4.5	6.3	89.2	192	6.9	88.5	192	184	197	2.67	1.39	0.61	1.70	2.01	2.44	3.57	8.27	2.0	76.4	4.5	124	3.01	1.74
115	84-4	4	0-5	jznd la/oslik lr		15	0.6	73	0.6	1.7	97.6	152	2.1	97.3	152	151	154	2.75	0.35	0.16	2.24	2.43	2.73	3.09	3.49	0.1	91.2	8.7	140	2.83	0.75
116	84-5	5	0-3	jznd la/oslik lr gel		14	0.4	74	0.4	1.0	98.5	143	1.2	98.3	143	141	139	2.81	0.36	-0.01	2.25	2.43	2.82	3.18	3.43	0.1	90.0	9.9	137	2.86	0.66
117	84-6	6	0-35	jznd la		12	0.3	68	0.3	0.6	99.1	157	0.7	99.0	157	157	160	2.70	0.34	0.17	2.24	2.38	2.68	3.03	3.39	0.0	92.0	8.0	149	2.75	0.58
118	84-7	7	0-25	jznd la		11	0.2	59	0.2	1.3	98.3	180	1.3	98.5	180	180	184	2.51	0.34	0.19	2.01	2.22	2.48	2.84	3.19						

Recordnummer	FLEX	RC	L. DIJTE OMSCHR	MO	LUT6	U16	LUTM	S150	Z450	M50	S163	Z663	M63	MOO	GENF	SIGF	SKEF	PH05	PH16	PH50	PHR4	PHR5	TRAV	SALV	SUSV	GEN	GENM	SORM				
152	89-4	4	0-785	jznd	la	19	0.7	81	0.7	1.4	97.8	134	1.8	97.5	134	133	135	2.92	0.42	0.07	2.27	2.52	2.92	3.33	3.73	0.1	80.1	19.8	126	2.99	0.76	
153	89-5	5	0-775	jznd	la	50	3.6	96	4.0	4.3	91.7	117	5.0	91.1	117	113	118	3.17	0.90	0.42	2.53	2.76	3.14	3.61	7.09	0.0	61.4	28.6	90	3.48	1.41	
154	90-1	1	0-8	jznd	la/oznd lh/oslik	13	0.4	75	0.4	1.5	98.0	148	2.0	97.6	149	147	150	2.79	0.45	0.12	2.10	2.38	2.76	3.22	3.68	0.5	85.1	14.4	140	2.84	0.71	
155	90-2	2	0-18	jznd	la/oznd la	12	0.6	78	0.6	1.6	97.8	141	1.9	97.5	141	140	145	2.86	0.46	0.11	2.17	2.44	2.84	3.31	3.75	0.3	81.0	18.7	131	2.93	0.77	
156	90-3	3	0-70	jznd	la	12	0.5	79	0.5	1.2	98.2	136	1.4	98.0	136	134	137	2.90	0.40	0.06	2.28	2.52	2.89	3.28	3.65	0.1	82.4	17.5	128	2.96	0.70	
157	90-4	4				11	0.6	88	0.6	1.2	98.1	121	1.4	97.9	121	120	127	3.07	0.33	0.12	2.56	2.77	3.05	3.40	3.73	0.0	73.4	26.8	114	3.14	0.67	
158	90-5	5	0-795	jslik	lr(geul)	45	4.5	115	5.1	7.6	87.2	104	9.1	85.8	104	99	105	3.40	1.22	0.50	2.67	2.93	3.33	3.94	9.07	0.2	41.5	98.3	73	3.77	1.55	
159	96-1	1	0-50	jznd/jslik(geul)		31	0.6	41	0.6	0.3	99.1	250	0.3	99.1	250	249	200	1.91	0.64	-27	0.62	1.24	2.01	2.47	2.78	25.0	73.5	1.5	261	1.94	0.93	
160	96-2	2	0-70	jznd	la	17	0.2	43	0.2	0.2	99.6	245	0.3	99.5	245	244	258	2.04	0.35	0.02	1.43	1.71	2.03	2.38	2.64	5.9	93.3	0.8	241	2.05	0.52	
161	96-3	3	0-56	jznd	la gel(geul)	27	0.3	41	0.2	0.1	99.7	255	0.1	99.7	255	255	264	1.98	0.32	-02	1.41	1.66	1.97	2.31	2.47	6.5	99.1	0.4	251	1.99	0.51	
162	96-4	4	0-15	jznd	la/jslik(geul)	44	0.7	56	0.5	0.2	99.3	299	0.2	99.3	299	298	282	1.71	0.46	-15	0.79	1.27	1.75	2.12	2.41	28.0	70.9	1.1	300	1.74	0.77	
163	96-5	5	0-110	jslik	gel(geul)	17	0.9	40	0.9	0.3	98.8	272	0.3	98.8	272	270	275	1.90	0.38	0.11	1.31	1.56	1.89	2.25	2.70	10.5	87.5	2.0	252	1.99	0.86	
164	96-6	6	0-1m	jslik	gel(geul)	25	0.7	47	0.7	0.2	99.1	237	0.3	99.0	237	236	263	2.12	0.42	0.20	1.53	1.75	2.09	2.54	3.00	3.0	94.1	2.9	219	2.19	0.76	
165	96-7	7	0-65	jznd	la	23	1.0	49	1.0	0.5	98.5	223	0.6	98.4	223	221	233	2.21	0.46	0.14	1.51	1.79	2.18	2.65	3.15	4.4	91.6	4.0	205	2.29	0.91	
166	96-8	8	0-60	jznd	la	18	1.1	72	1.1	2.1	96.8	150	2.2	96.7	150	149	156	2.79	0.37	0.24	2.28	2.47	2.75	3.15	3.62	0.0	88.8	11.2	132	2.93	0.97	
167	96-9	9	0-70	jznd	la	10	1.0	47	1.0	0.4	98.5	248	0.5	98.4	248	246	276	2.07	0.64	0.14	1.10	1.50	2.02	2.69	3.32	15.9	78.3	5.8	225	2.15	1.00	
168	96-10	10	0-85	jznd	la	11	0.7	53	0.7	0.9	98.3	211	1.0	98.2	211	2	207	2.29	0.48	0.22	1.69	1.86	2.26	2.76	3.38	0.8	92.4	0.7	191	2.39	0.85	
169	96-11	11	0-70	jznd	la	12	1.0	59	1.0	1.0	97.9	192	1.1	97.8	192	190	196	2.46	0.43	0.29	1.89	2.10	2.39	2.89	3.42	0.1	92.6	7.3	169	2.56	0.88	
170	96-12	12	0-55	jznd	la	8	0.3	57	0.3	0.9	98.8	194	1.0	98.7	194	193	197	2.42	0.40	0.23	1.86	2.07	2.37	2.81	3.28	0.1	94.6	5.3	179	2.48	0.60	
171	96-13	13	0-55	jznd	la	8	12.6	154	15.0	20.8	64.2	95	25.3	61.7	96	76	97	5.14	2.71	0.80	2.83	3.16	3.73	8.54	11.85	0.0	20.3	79.7	35	4.84	2.26	
172	96-14	14	0-20	jznd	lh/jznd(geul)	35	6.8	132	7.3	13.8	78.9	102	16.1	76.5	103	92	96	3.79	1.75	0.62	2.57	2.82	3.44	5.10	10.35	0.1	38.6	63.3	6.1	404	1.81	
173	96-15	15	963	0-58	jznd	la/jslik(geul)	48	1.3	49	1.4	1.2	97.4	227	1.6	97.1	227	225	232	2.16	0.38	0.13	1.61	1.83	2.15	2.51	2.98	2.2	93.9	3.9	201	2.31	1.02
174	96-16	16	964	0-80	jznd	la(geul)	45	1.5	92	1.6	4.5	93.9	133	5.7	92.8	134	127	133	2.98	0.78	0.13	1.89	2.30	2.98	3.67	4.78	1.2	63.3	35.5	116	3.11	1.14
175	96-17	17	965	0-26	jznd	la/jslik(geul)	27	1.8	61	1.9	2.4	95.7	195	2.7	95.4	195	191	190	2.40	0.71	0.10	1.33	1.77	2.39	3.03	3.91	7.5	81.8	10.7	169	2.57	1.26
176	96-18	18	966	0-26	la/jslik(geul)	40	3.8	64	4.2	5.4	90.4	206	5.6	90.2	206	199	196	2.38	1.18	0.44	1.56	1.84	2.33	2.98	7.47	3.2	83.8	13.0	147	2.77	1.69	
177	97-1	1	0-65	jznd	la	13	0.8	76	0.6	1.0	98.3	142	1.3	98.1	142	140	142	2.84	0.37	0.07	2.28	2.48	2.83	3.22	3.56	0.0	88.6	13.4	133	2.91	0.71	
178	97-2	2	0-60	jznd	la	12	1.1	70	1.1	2.8	96.1	172	3.2	95.7	172	169	181	2.65	0.51	0.34	2.01	2.24	2.56	3.14	3.87	0.1	87.7	12.2	147	2.77	0.99	
179	97-3	3	0-43	jslik/jznd	gel(geul)	22	17.6	176	21.3	28.3	49.7	76	30.5	47.5	97	49	2	5.89	3.18	0.67	2.77	3.18	4.35	10.14	12.30	0.4	17.8	81.8	23	5.44	2.50	
180	97-4	4	0-82	jznd	lh gel(geul)	15	8.1	155	9.2	21.1	69.7	102	23.8	67.0	104	86	17	4.08	1.92	0.70	2.76	3.00	3.55	5.70	10.94	0.0	32.0	68.0	49	4.36	1.94	
181	98-1	1	0-64	jznd	la	19	0.0	65	0.0	0.3	99.7	163	0.4	99.6	163	162	161	2.63	0.35	0.03	2.06	2.29	2.63	2.97	3.24	0.3	95.3	4.4	160	2.64	0.39	
182	98-2	2	0-24	jznd	la/jznd lh gel	22	0.6	65	0.6	0.7	98.7	188	0.8	98.6	188	187	198	2.56	0.55	0.34	1.80	2.06	2.42	3.21	3.58	0.9	84.8	14.3	165	2.60	0.78	
183	98-3	3	0-50	jslik	lr/jznd(geul)	27	9.2	175	10.7	25.5	63.8	92	29.9	59.4	94	71	18	4.31	1.96	0.65	2.85	3.19	3.82	5.92	11.26	0.2	18.2	81.6	40	4.36	1.98	
184	98-4	4	0-31	jznd	la/jznd sl gel	25	0.8	65	0.8	0.4	98.8	165	0.6	98.6	165	164	167	2.63	0.34	0.13	2.11	2.31	2.61	2.96	3.31	0.2	94.0	5.8	154	2.70	0.74	
185	98-5	5	0-47	jznd	la	27	0.9	70	0.8	0.2	97.0	174	2.8	96.3	174	170	185	2.59	0.65	0.13	1.62	1.99	2.55	3.24	3.64	2.4	81.9	15.7	156	2.68	0.95	
186	98-6	6	0-60	jznd	la	26	1.3	75	1.3	1.2	97.4	147	1.5	97.2	147	145	153	2.82	0.38	0.20	2.28	2.48	2.79	3.20	3.61	0.3	88.6	13.1	131	2.93	0.93	
187	98-7	7	0-74	jznd	la	23	10.8	145	12.8	19.5	67.7	106	22.6	64.7	109	82	132	4.55	2.45	0.72	2.58	2.87	3.60	7.19	11.60	0.0	34.5	65.5	43	4.54	2.21	
188	98-8	8	0-3	jslik	lr/jznd/oznd la	23	13.4	193	16.4	30.8	52.8	88	35.3	48.2	91	58	17	5.49	2.82	0.72	2.93	3.28	4.12	9.08	11.98	0.0	14.7	85.3	28	5.16	2.23	
189	98-9	9	0-3	jslik	lr/jznd/oznd la	28	7.8	146	9.0	14.9	76.1	89	17.8	73.2	90	80	92	4.15	1.76	0.75	3.02	3.27	3.64	5.54	10.88	0.0	14.6	85.4	48	4.38	1.86	
190	98-10	10	0-15	jznd	la/oznd/oslik	30	1.4	85	1.4	1.4	97.1	126	1.9	96.7	126	125	129	3.00	0.40	0.06	2.37	2.63	3.00	3.38	3.77	0.0	75.5	24.5	115	3.12	0.93	
191	98-11	11	0-95	jznd	la/jslik(geul)	26	1.0	93	1.1	1.7	97.3	115	2.2	96.7	115	113	116	3.14	0.36	0.05	2.58	2.80	3.14	3.46	3.87	0.0	63.3	36.7	106	3.24	1.00	
192	99-1	1	0-80	jslik	lr gel(geul)	23	2.8	98	3.0	6.7	90.3	132	7.8	98.2	132	127	137	3.08	0.77	0.47	2.38	2.61	2.97	3.64	5.72	1.0	71.1	27.9	100	3.28	1.35	
193	99-2	2	0-84	jznd	la	30	1.0	95	1.1	2.1	96.8	113	2.7	96.2	114	112	115	3.15	0.36	0.07	2.62	2.83	3.16	3.47	3.91	0.0	61.1	28.9	104	3.27	0.82	
194	96-3	3	0-64	jznd	la	19	0.3	65	0.3	1.0	98.6	162	1.1	98.5	162	160	136	2.53	0.68	-23	1.34	1.76	2.65	3.20	3.48	7.6	79.5	12.9	168	2.58	0.87	
195	99-4	4	0-51	jznd	la	18	0.5	87	0.5	1.3	98.2	124	1.7	97.8	124	123	131	3.06	0.34	0.17	2.54	2.75	3.03	3.40	3.73	0.1	73.6	26.3	115	3.12	0.66	
196	99-5	5	0-54	j																												

Recordnummer	FLEK	RC	L	D	A	T	E	O	S	D	R	NO	LUT6	U16	LUTM	S150	ZAS0	M50	S163	ZAG3	M63	H00	H00	GENF	SIGF	SIEF	PH05	PH16	PH50	FHR4	FHR5	TRAV	SALV	SUEV	GEN	BEM	SORM
227	100-27	27										19	4.1	116	4.5	10.0	85.5	109	12.6	82.8	113	96	73	3.26	1.41	0.18	2.02	2.27	3.38	4.14	8.21	0.1	44.0	55.9	83	3.59	1.64
228	100-28	28	0-14m	jznd	la							18	1.2	61	1.3	1.1	97.6	195	1.4	97.3	193	191	197	2.49	0.49	0.39	1.89	2.10	2.39	2.97	3.67	0.1	90.2	9.7	165	2.60	0.98
229	100-29	29	0-193	jznd	la							19	5.3	169	6.1	18.7	75.1	79	24.1	69.8	80	72	72	4.14	1.45	0.68	3.17	3.40	3.80	5.21	9.77	0.0	6.8	93.2	50	4.33	1.54
230	100-30	30										19	9.6	174	11.5	21.3	67.2	80	25.4	63.2	82	70	72	4.38	1.88	0.73	3.14	3.39	3.85	5.90	11.41	0.1	7.1	92.8	39	4.69	1.95
231	100-31	31	0-152	jznd	la							16	2.0	91	2.2	2.6	95.1	125	3.5	94.3	12	121	117	3.03	0.59	0.08	2.25	2.46	3.05	3.58	4.27	0.2	67.6	32.2	110	5.18	1.12
232	100-32	32	0-169	jznd	la							18	4.2	94	4.8	5.0	90.2	130	6.0	89.2	131	123	120	3.05	1.22	0.38	2.09	2.40	3.02	3.42	7.96	0.5	66.8	32.7	98	3.36	1.56
233	100-33	33										18	2.6	77	2.9	3.1	93.9	157	3.8	93.2	158	149	195	2.76	0.82	0.23	1.81	2.14	2.75	3.40	5.11	1.1	78.1	20.8	126	2.99	1.38
234	100-34	34	0-177	jznd	la							18	1.8	81	1.9	2.3	95.8	140	3.0	95.1	141	137	122	2.88	0.50	0.15	2.24	2.41	2.87	3.36	3.98	0.2	79.5	20.3	122	3.04	1.08
235	100-35	35										19	1.5	82	1.6	1.1	97.4	127	1.5	96.9	127	126	119	2.96	0.43	-0.02	2.32	2.54	2.99	3.36	3.78	0.0	77.8	22.2	118	3.08	0.95
236	101-1	1										1.1	51	1.1	0.4	98.5	205	0.5	98.4	203	202	196	2.28	0.38	-0.06	1.63	1.92	2.31	2.63	2.96	2.4	95.1	2.5	193	2.37	0.89	
237	101-2	2										1.6	66	1.7	0.7	97.4	160	0.9	97.4	160	158	158	2.66	0.47	-0.03	1.71	2.25	2.66	3.05	3.52	2.5	89.2	8.3	148	2.75	1.03	
238	101-3	3										2.3	50	2.4	0.7	96.7	230	0.9	96.7	230	224	274	2.19	0.68	0.11	1.19	1.53	2.16	2.87	3.47	13.9	79.7	6.4	197	2.35	1.32	
239	101-4	4										1.7	57	1.7	0.8	97.5	202	1.0	97.0	202	200	209	2.43	0.51	0.38	1.80	2.01	2.32	2.95	3.61	0.2	91.2	8.6	170	1.56	1.08	
240	101-5	5										8.6	126	9.8	12.7	77.5	106	14.7	75.4	107	93	113	3.95	1.97	0.69	2.53	2.87	3.42	5.56	11.09	0.0	37.7	60.3	55	4.19	2.02	
241	101-6	6										2.8	95	3.0	4.2	92.8	121	5.1	91.9	121	118	122	3.15	0.68	0.39	2.42	2.75	3.08	3.60	5.51	0.1	69.0	30.9	97	3.36	1.28	
242	101-7	7										3.4	100	3.7	5.9	90.4	122	7.1	89.2	123	118	124	3.18	0.89	0.46	2.39	2.68	3.08	3.76	6.47	0.1	66.3	33.6	92	3.44	1.42	
243	101-8	8										1.7	84	1.8	2.3	96.0	130	2.7	95.5	130	128	131	2.96	0.36	0.17	2.49	2.68	2.96	3.25	3.93	0.1	85.9	16.0	113	3.14	1.02	
244	101-9	9										1.8	79	1.9	2.2	95.9	140	2.8	95.3	140	138	147	2.89	0.40	0.25	2.41	2.56	2.86	3.24	3.94	0.2	85.0	14.8	119	3.07	1.08	
245	101-10	10										1.8	69	1.8	1.5	96.6	160	1.7	96.4	160	158	167	2.70	0.41	0.28	2.21	2.34	2.67	3.10	3.67	0.1	90.6	9.3	137	2.87	1.09	
246	101-11	11										5.3	120	5.8	9.7	84.5	110	11.2	82.9	111	105	116	3.47	1.35	0.69	2.77	2.94	3.25	4.22	9.59	0.0	50.2	49.8	70	3.83	1.62	
247	101-12	12										8.4	186	9.9	26.6	63.4	80	32.4	57.7	83	67	18	4.35	1.87	0.65	2.87	3.33	3.90	5.82	11.11	0.1	12.5	87.4	40	4.65	1.89	
248	101-13	13										1.4	67	1.5	2.6	95.9	182	3.0	95.5	182	181	189	2.61	0.49	0.55	2.09	2.27	2.47	3.10	3.93	0.1	87.3	12.6	146	2.78	1.10	
249	101-14	14										2.2	72	2.3	1.6	96.1	158	1.8	95.9	158	155	163	2.74	0.43	0.32	2.25	2.38	3.69	3.15	3.83	0.1	88.4	11.5	131	2.93	1.15	
250	101-15	15										2.0	82	2.1	3.0	94.9	138	3.6	94.3	138	135	135	2.91	0.55	0.23	2.26	2.46	2.89	3.38	4.39	0.1	79.7	20.2	116	3.11	1.18	

VERBAND U_{16}/M_{63} BIJ ZANDIGE RIJP-MONSTERS (n = 225)

Berekende lijn $y = 749 e^{-0,037 x} + 102$



BODEMMORFOLOGIE

Uitgegaan kan worden van het feit dat in een getijdegebied, dat ook onderhevig is aan golfinvloed, op het grensvlak water/bodem kleinere of grotere ribbelvormen voorkomen. Aangezien beneden GLW de morfologie zich onttrekt aan de directe waarneming kan behandeling van ribbelforming hier vrij globaal blijven. Immers, allerlei verfijnde bestaande indelingen zijn niet controleerbaar. Ook is de indeling in de praktijk nog niet geheel uitgekristalliseerd. Bij alle indelingen staat de golflengte van de ribbels (op droogvallend gebied makkelijker meetbaar dan de hoogte) voorop. In het hierna volgende zal echter juist de hoogte op de voorgrond worden geplaatst. De naamgeving bij de indeling is gebaseerd op kennis van de omstandigheden waaraan de ribbelkenmerken zijn gekoppeld. Het blijkt omgekeerd niet goed mogelijk om op grond van de inwendige en/of uitwendige ribbelkenmerken tot een eenduidige naamgeving te geraken. Het volgende overzicht is grotendeels gebaseerd op dat van Reineck, Singh en Wunderlich (1971).

Op grond van de grootte kan in drie groepen worden ingedeeld:
 ribbels (gewone of kleine)
 megaribbels
 reuzeribbels.

De grenzen liggen bij hoogten van resp. 5 à 6 cm en 150 cm.

De ribbels (gewone of kleine) (hoogte minder dan 5 à 6 cm) hebben een golglengte (top tot top) van minder dan 10 cm tot 60 cm. Het kunnen zijn:

symmetrische golfribbels
 asymmetrische golfribbels
 ongeveer symmetrische stroomribbels
 symmetrische of asymmetrische longitudinale golfstroomribbels (Van Straaten l.c.: 98-99).

De megaribbels (hoogte 5 à 6 tot 150 cm) hebben een golflengte variërend van 1 à 2 m tot max. 30 m. Het kunnen zijn:

symmetrische megagolfribbels
 asymmetrische megagolfribbels
 asymmetrische megastroomribbels.

De eerste twee reiken niet hoger dan 2 dm, bij een lengte van 1 à 2 m.

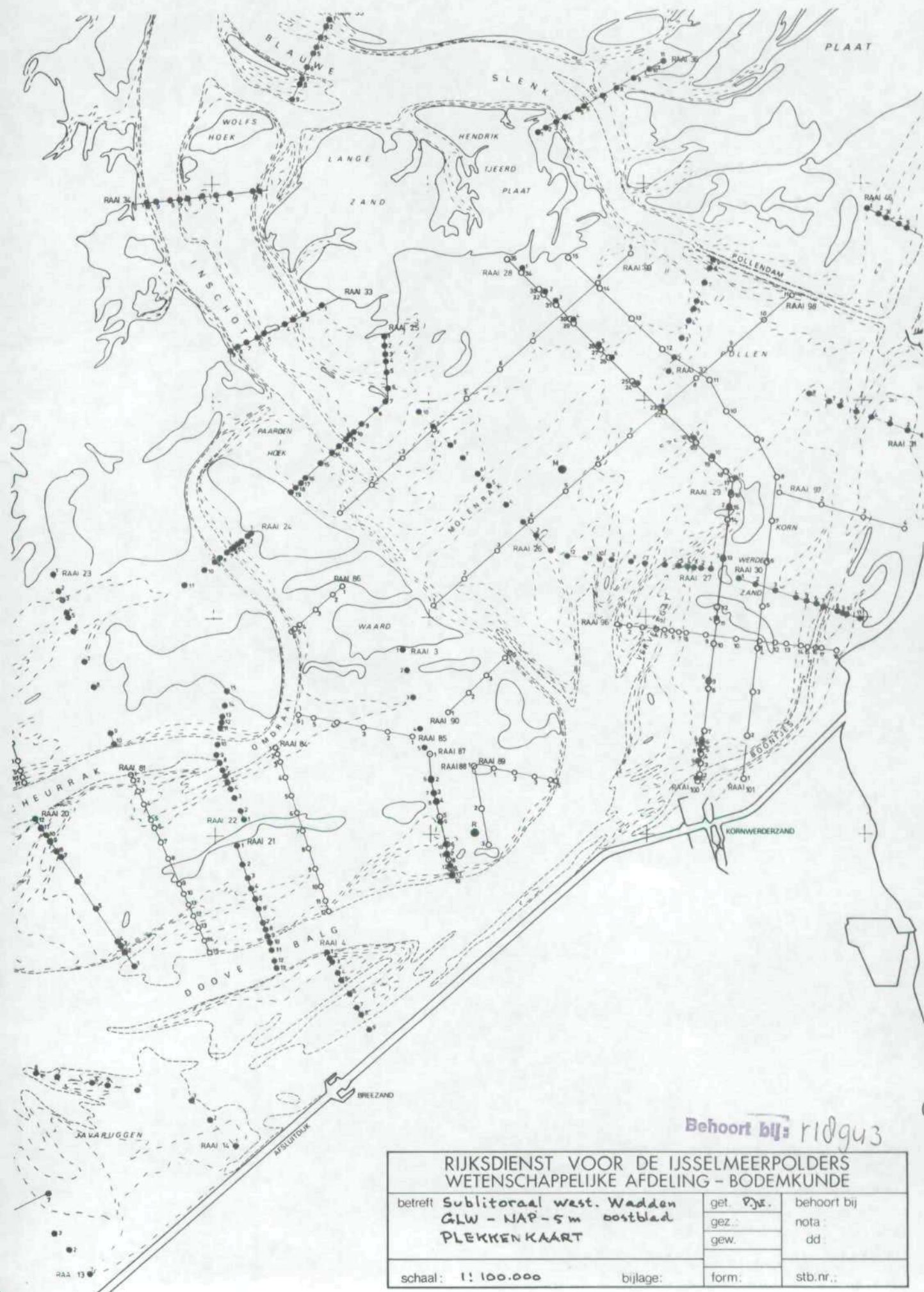
De megastroomribbels (die tot 30 m lang kunnen zijn) worden door Dalrymple et al (1978) op voornamelijk visuele gronden onderscheiden in:

type I zonder erosiegaten in de dalen en met l/h groter dan 20 (dus vlakker) en
 type II met erosiegaten in de dalen en l/h kleiner dan 20 (steiler).

De reuzeribbels (hoogte groter dan 150 cm) kunnen tot 30 cm lang zijn. Dit betreft slechts stromingsribbels.

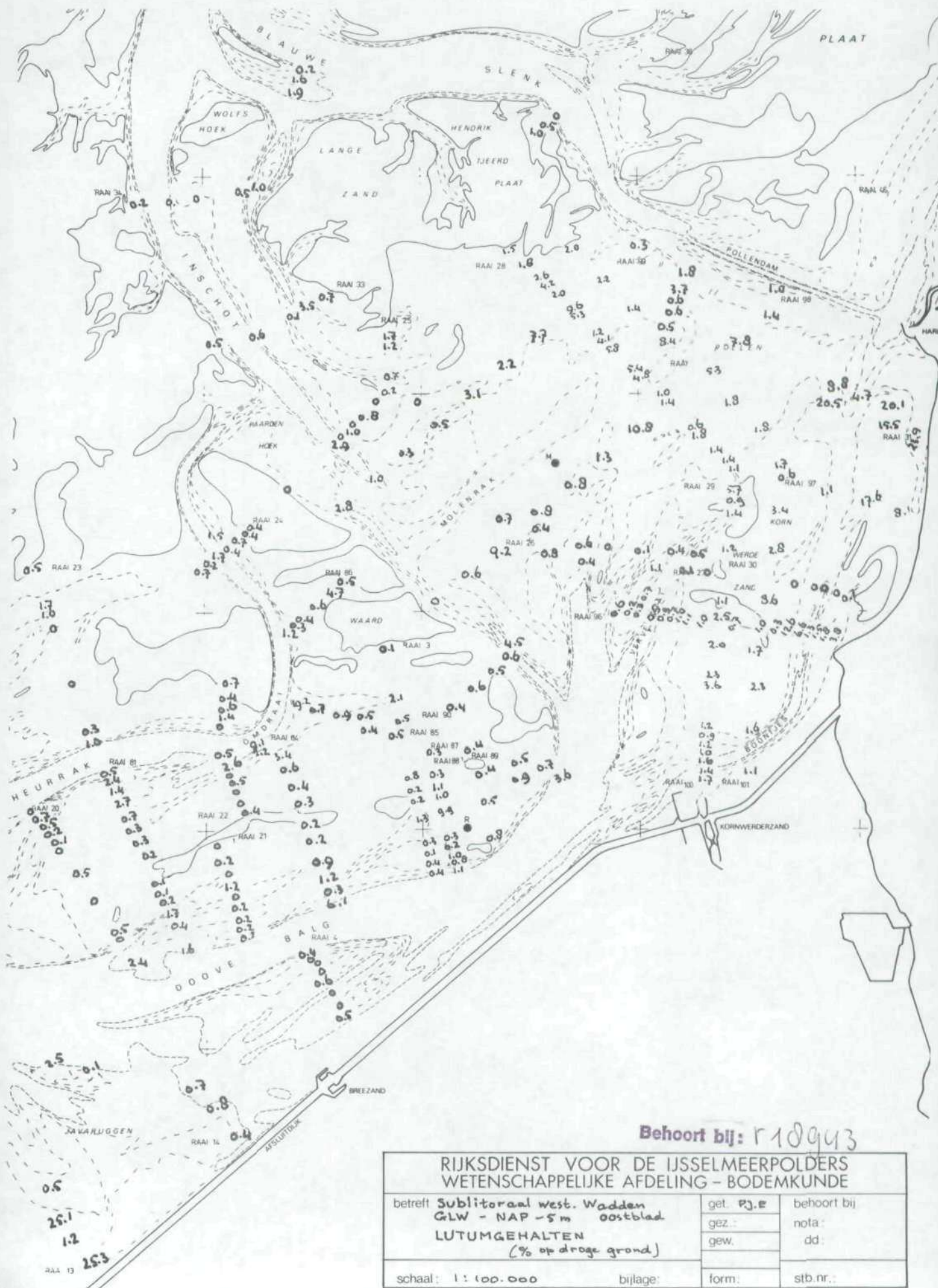
LITERATUUR

- Reineck, H.E., I.B. Singh & F. Wunderlich, 1971: Einteilung der Rippeln und anderer mariner Sandkörper. *Senckenbergiana maritima*, 3:93-101.
- Straaten, L.M.J.U. van, z.j. + 1964: De bodem van de Waddenzee: In: Het Waddenboek. Thieme, Zutphen.
- Dalrymple, R.W., R.J. Knight & J.J. Lambiase, 1978: Bedforms and their hydraulic stability relationships in a tidal environment, Bay of Fundy, Canada. *Nature* 275:100-104.



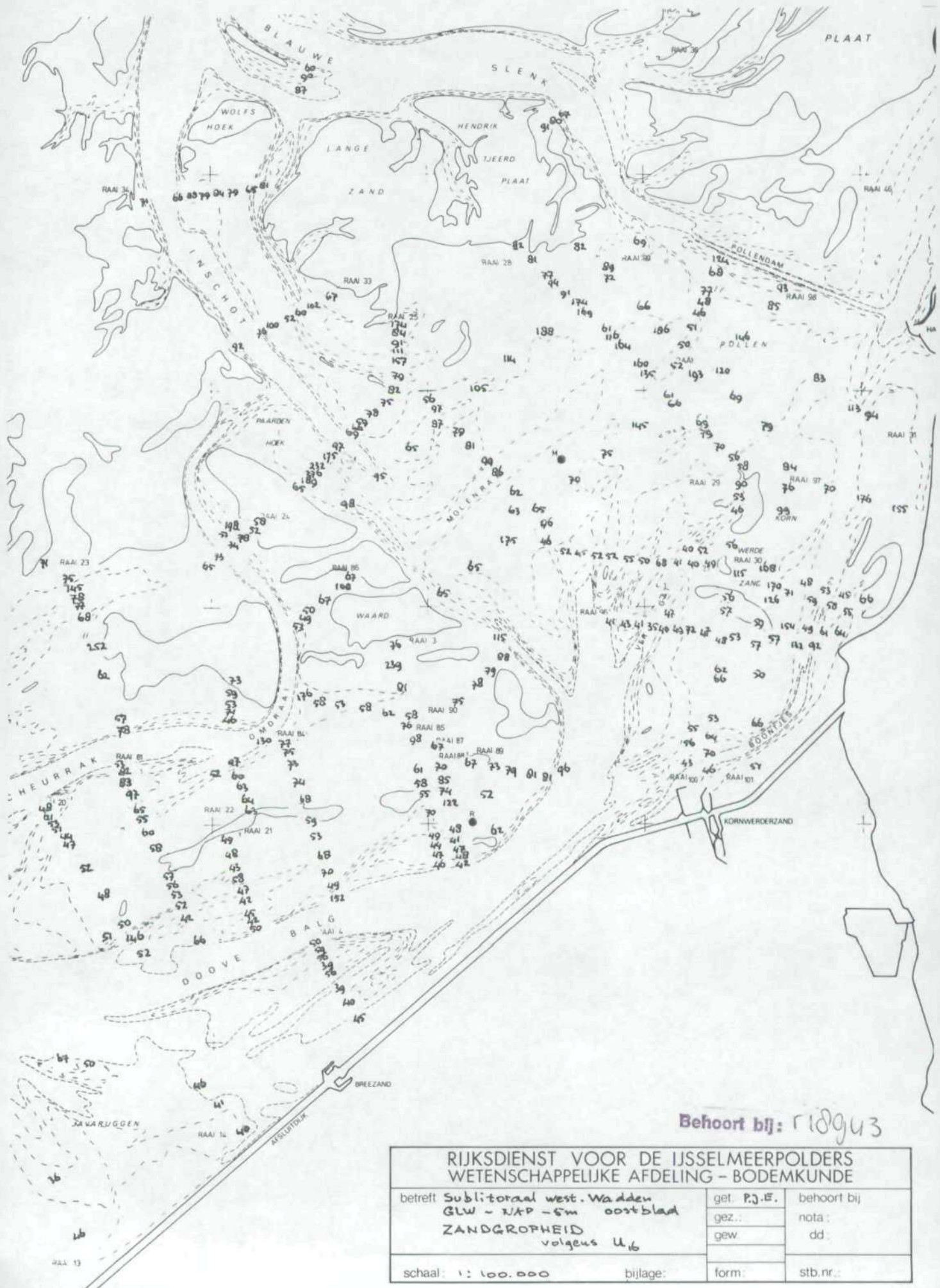
Behoort bij: r10943

RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE		
betreft Sublitoraal west. Wadden GLW - NAP - 5 m oostblad PLEKKENKAART	get. P.Y.E.	behoort bij
	gez. :	nota :
	gew.	dd :
schaal : 1 : 100.000	bijlage:	form:
		stb.nr.:



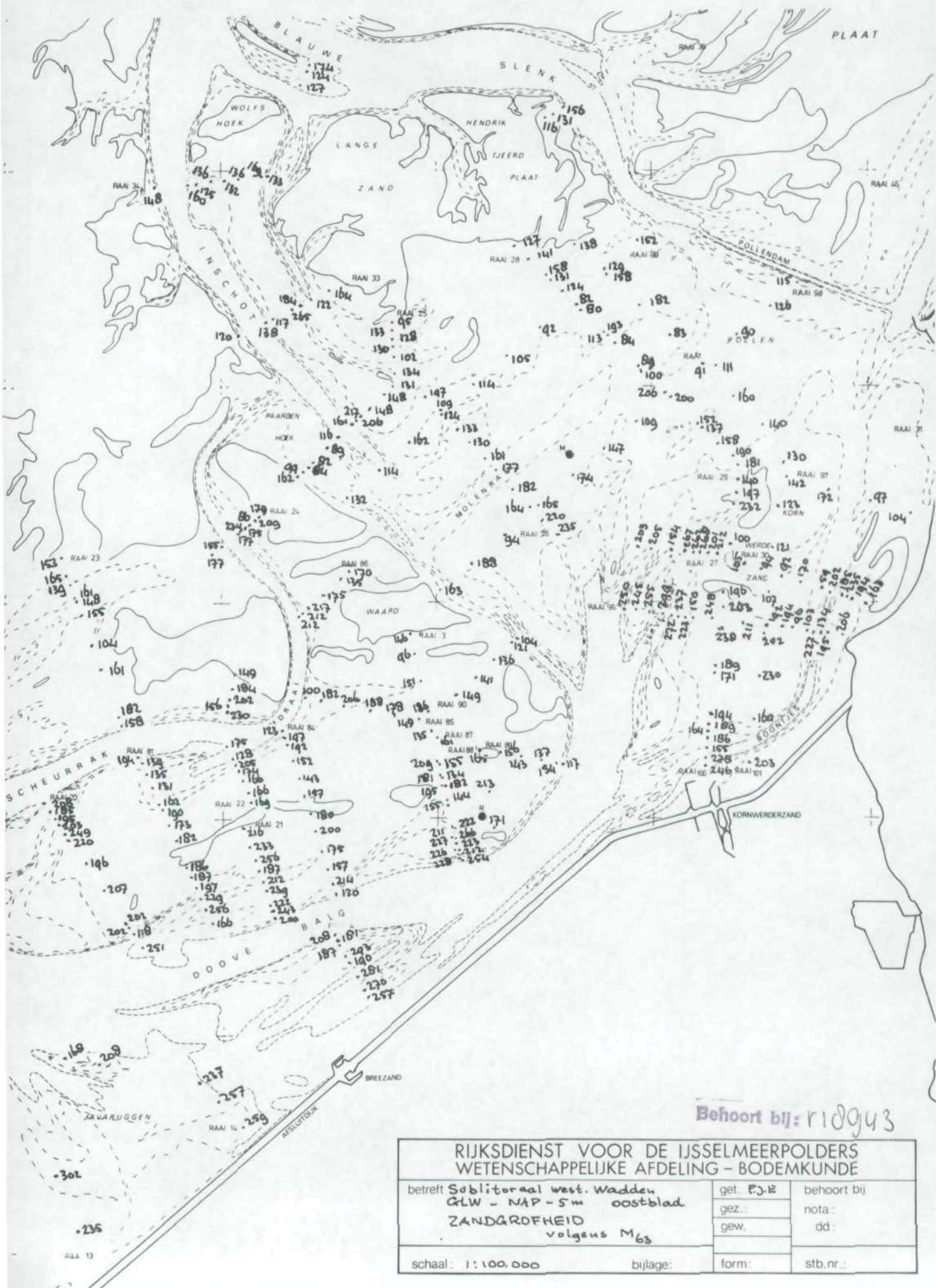
Behoort bij: r10943

RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE		
betreft Sublitoraal west. Wadden GLW - NAP - 5m oostblad LUTUMGEHALTEN (% op droge grond)	get. P.J.E	behoort bij
	gez.:	nota:
	gew.	dd:
schaal: 1 : 100.000	bijlage:	form:
		stb.nr.:



Behoort bij: r18943

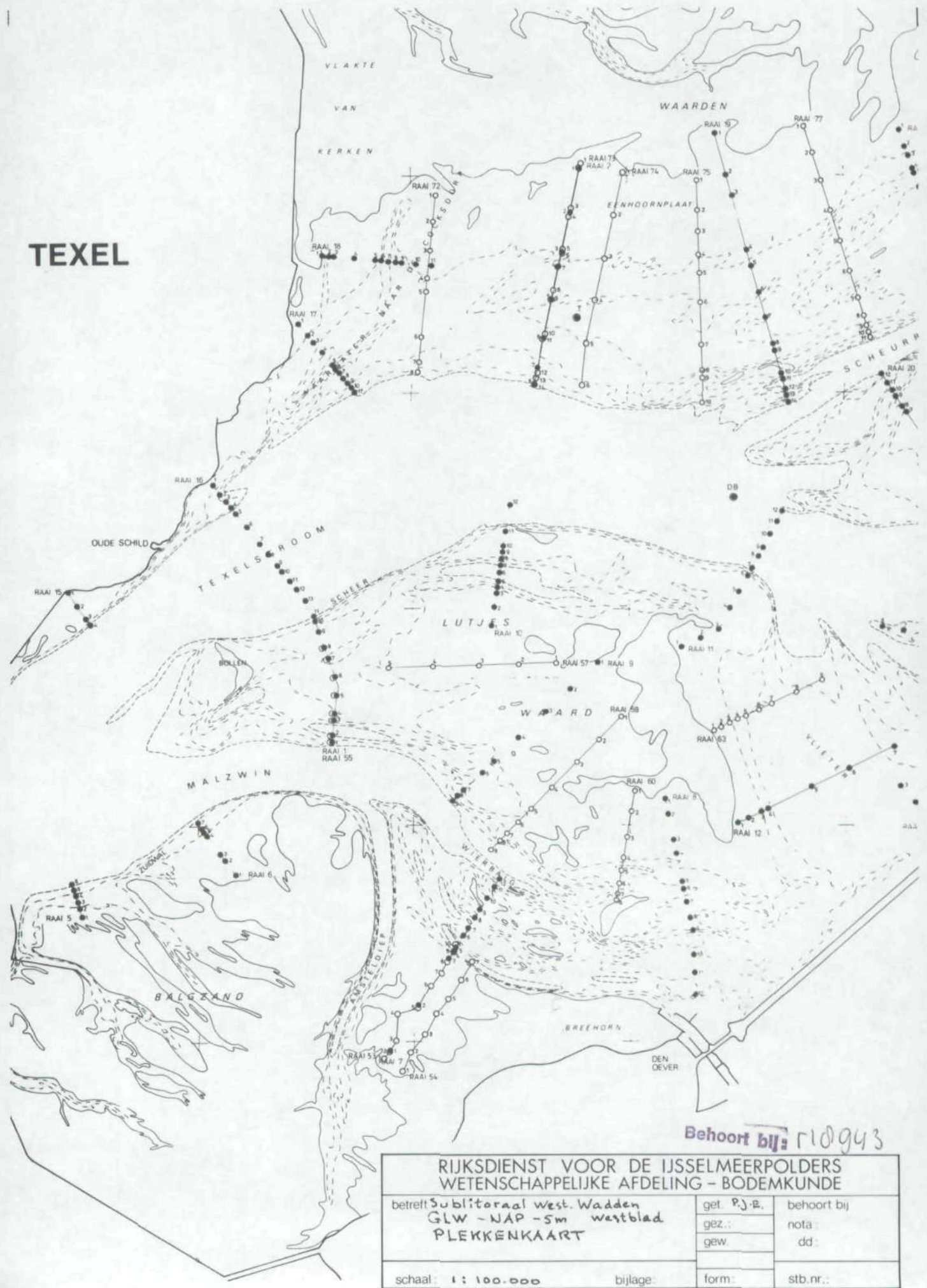
RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE		
betreft Sublitoraal west. Wadden GLW - RXP - 5m oostblad ZANDGROFHEID volgens U ₆	get. P.J.E.	behoort bij
	gez.:	nota:
	gew.	dd.
schaal: 1 : 100.000	bijlage:	form:
		stb.nr.:



Behoort bij: r10943

RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE		
betreft Soblitoraal west. Wadden GLW - NAP - 5m oostblad ZANDGROFHEID volgens M ₆₃	get. P.J.E	behoort bij
	gez.:	nota:
	gew.	dd
schaal: 1 : 100.000	bijlage:	form:
		stb.nr.:

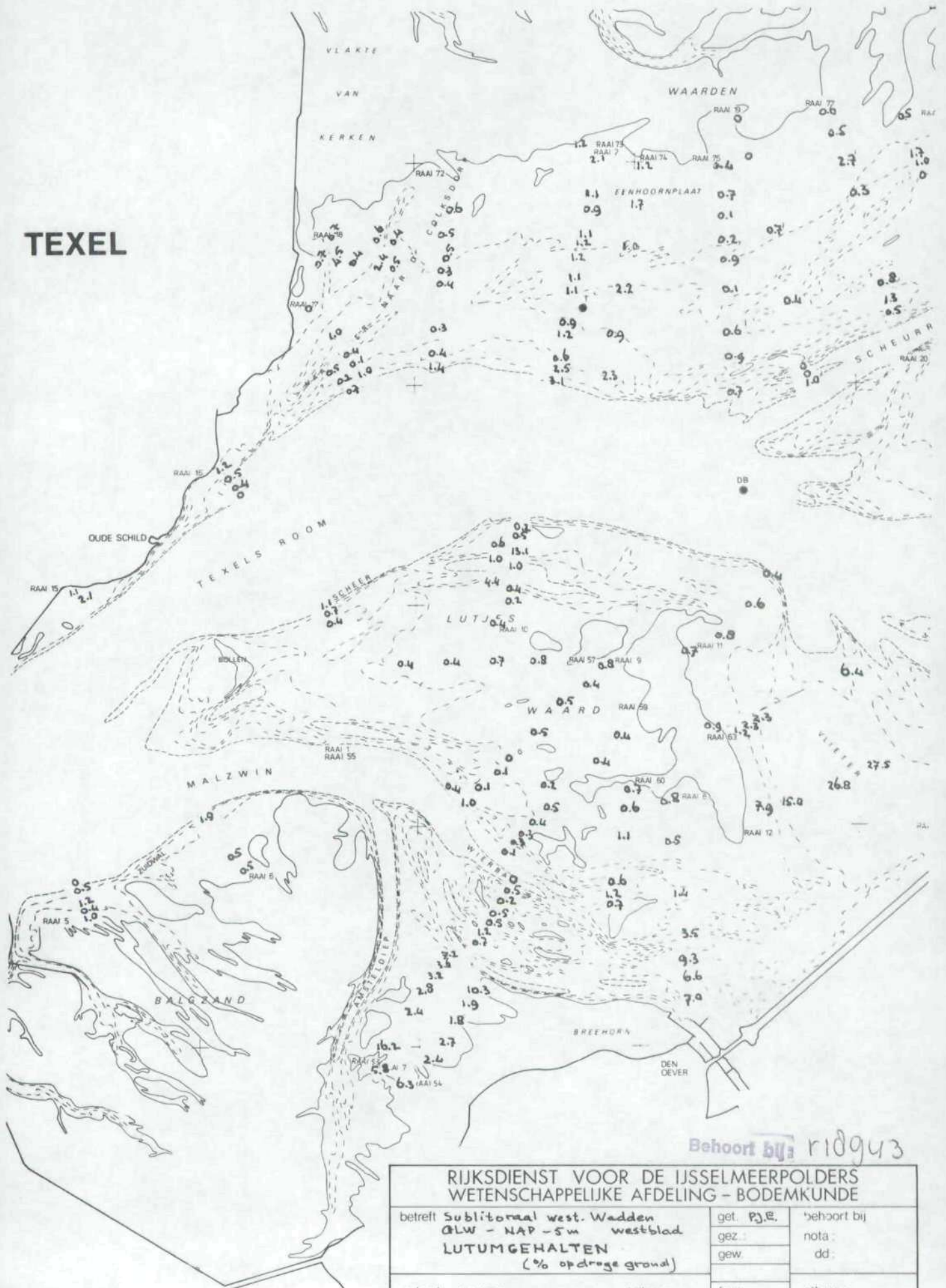
TEXEL



Behoort bij: r10943

RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE		
betreft Sublitoraal west. Wadden GLW - NAP - 5m westblad PLEKKENKAART	get. P.J.E.	behoort bij
	gez.:	nota
	gew.	dd
	form.	stb.nr.:
schaal: 1 : 100.000	bijlage:	

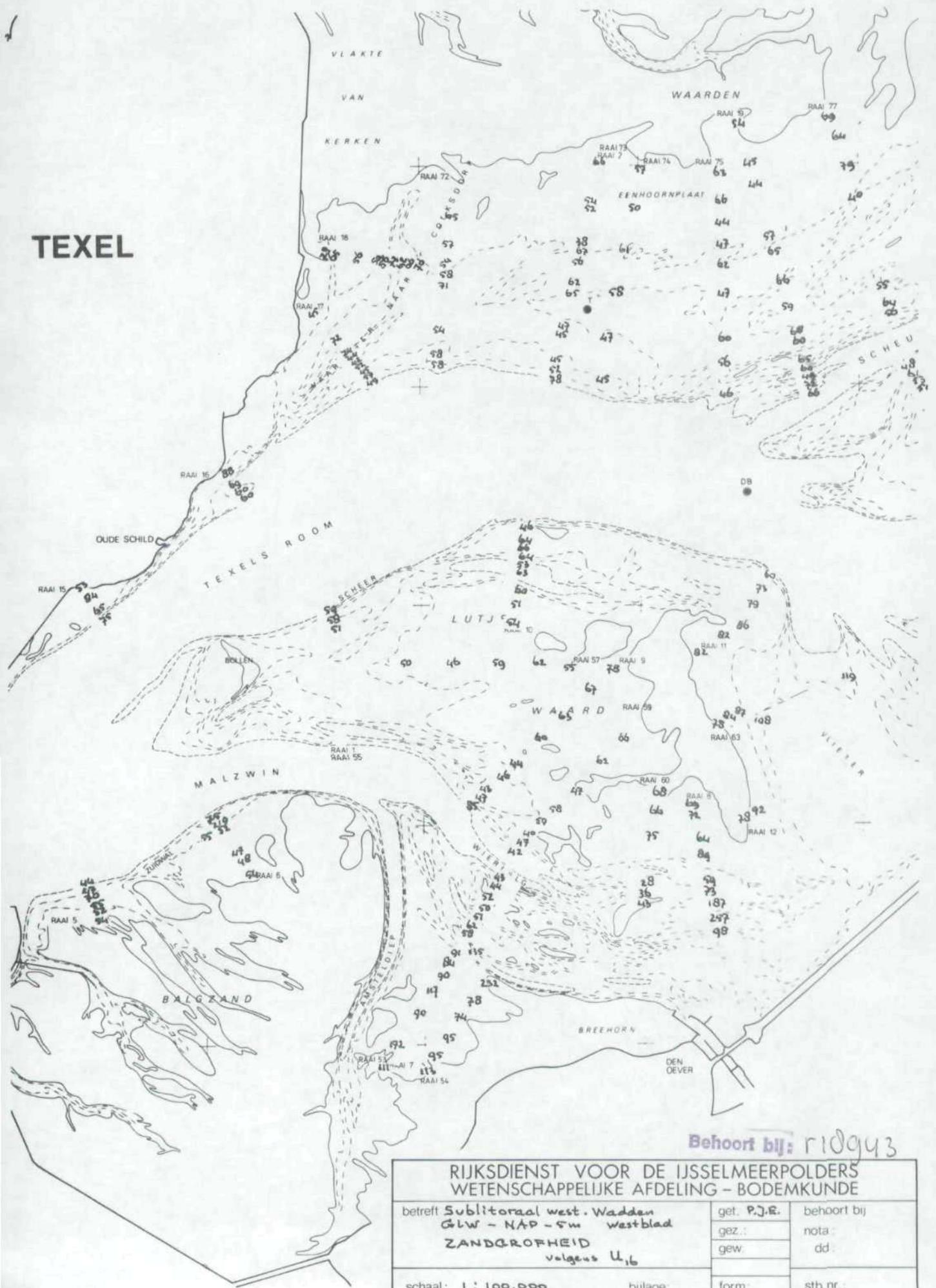
TEXEL



Behoort bij: r10943

RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE		
betreft Sublitoraal west. Wadden 0LW - NAP - 5m westblad LUTUMGEHALTEN (% op droge grond)	get. p.j.e.	behoort bij
	gez.:	nota:
	gew.	dd:
schaal: 1 : 100.000	bijlage:	form: stb.nr.:

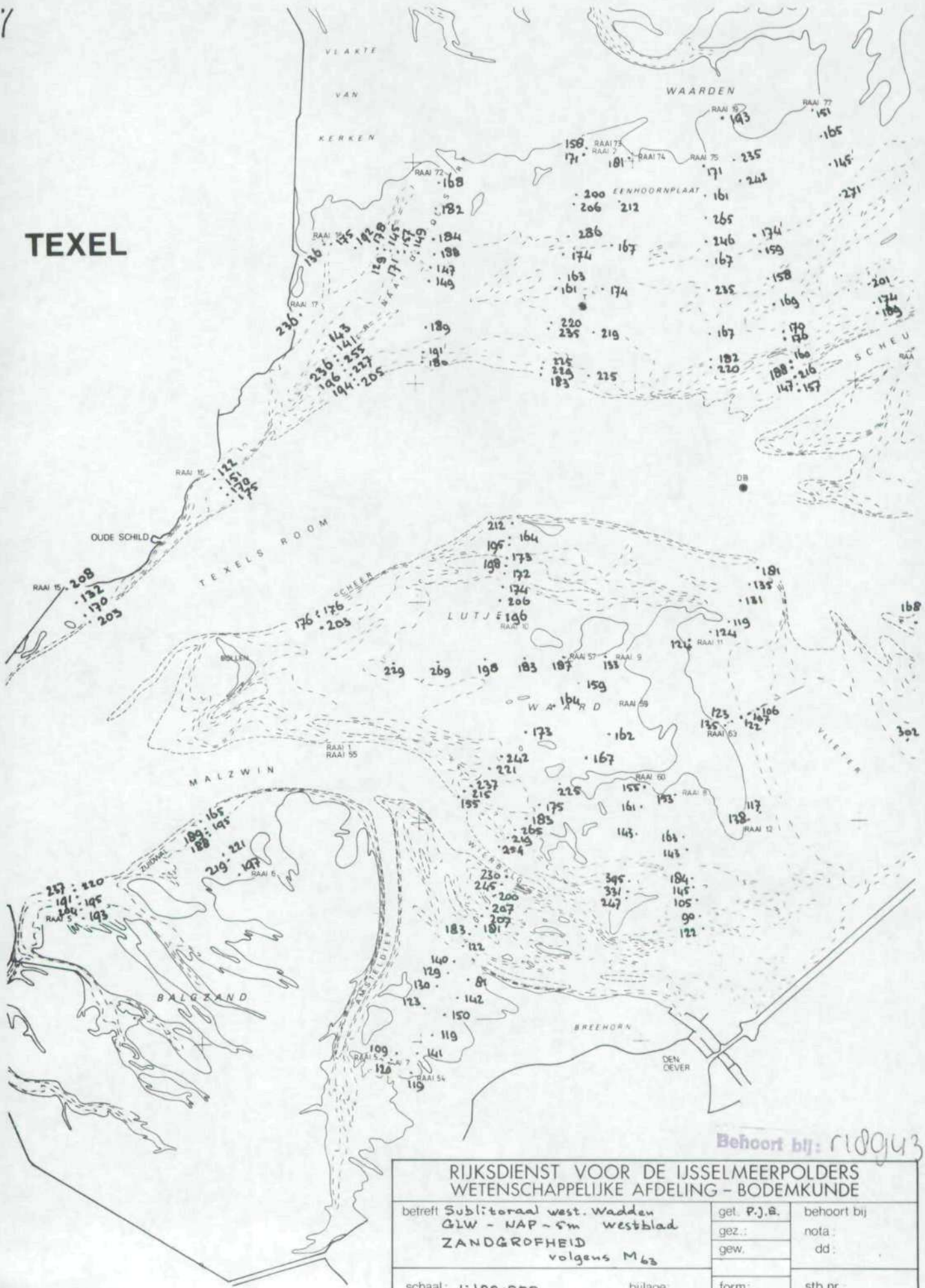
TEXEL



Behoort bij: r10943

RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE		
betreft Sublitoraal west. Wadden GLW - NAP - SW westblad ZANDGROFHEID volgens U ₁₆	get. P.J.E.	behoort bij
	gez.:	nota:
	gew.	dd:
schaal: 1 : 100.000	bijlage:	form:
		stb.nr.:

TEXEL



Behoort bij: r10043

RIJKSDIENST VOOR DE IJSELMEERPOLDERS WETENSCHAPPELIJKE AFDELING - BODEMKUNDE		
betreft Sublitoraal west. Wadden GLW - NAP - 5m westblad ZANDGROFHEID volgens M 63	get. P.J.B.	behoort bij
	gez.:	nota:
	gew.	dd:
schaal: 1:100.000	bijlage:	form:
		stb.nr.: