

UNIFORME BEPALINGSMETHODE VAN SLIBGEHALTEN

R.S.Piekhaar
Afdeling Hellevoetsluis

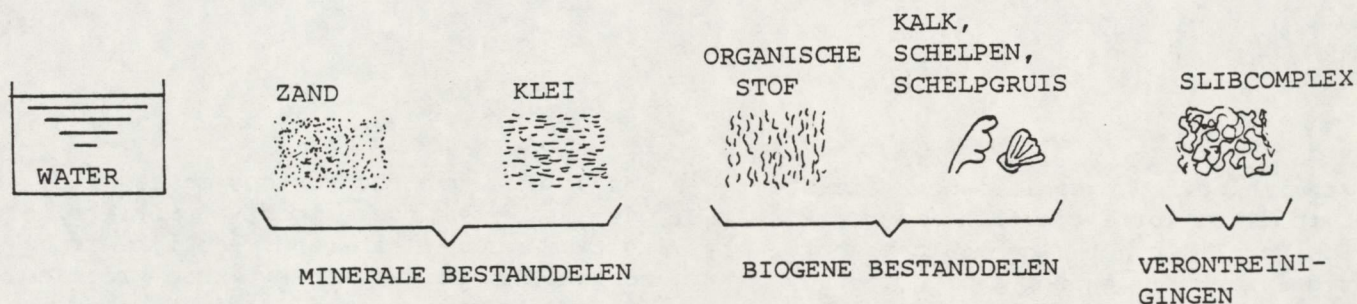
Inleiding:

- Wat is slib en wat wordt onder slib verstaan;
- Op welke wijze en volgens welke methode worden de slibmonsters in Hellevoetsluis geanalyseerd.

Slib is een algemene benaming voor zowel het zwevende slib - dit zijn alle in zee- en rivierwater aanwezige vaste stoffen - als het bodemslib. Het zwevende slib is voornamelijk afkomstig van geërodeerde bodem lagen - erosie van sedimentafzettingen van industrieel en huishoudelijk afval dat met het stromend water van een rivier wordt meegevoerd en dat zich op bepaalde plaatsen zal kunnen afzetten als bodemslib. Het slib kan vervolgens nog worden onderscheiden in zee- en rivierslib. Alvorens nader in te gaan op de begrippen rivier- en zeeslib is het noodzakelijk om eerst de benaming "slib" nader te preciseren en vervolgens te vermelden wat hier onder slib dient te worden verstaan. Slib is een algemene benaming (verzamelnaam) van al het materiaal, dat in zee- en rivierwater aanwezig is en bestaat uit een mengsel van stoffen van verschillende chemische-, biologische- en mineralogische samenstelling (organische-, anorganische-, colloïdale-, kalkbestanddelen en

verontreinigingen) met een korreldiameter kleiner dan 50 micron. (zie figuur 1). In onderstaande tekening zijn de slibbestanddelen schematisch weergegeven. Hierop is te zien dat slib uit water, zand, klei, organische stof, kalk en verontreiniging bestaat. Op foto 2 zijn de samenstellende bestanddelen van slib te zien.

Bij microscopisch onderzoek van slib blijkt dat het slib dat in de rivieren en in de zee voorkomt vlokvormige bestanddelen bevat, welke zijn samengesteld uit een mengsel van anorganische- en organische bestanddelen. Aan de hand van de microfoto's is te zien dat het slib (foto's 3 en 4) - hier alles wat zwart is - voornamelijk een vlokstructuur heeft. Uit microfoto's is gebleken dat de vlokken zijn opgebouwd uit een skelet van vezels, waaraan zich veel kleine deeltjes kleiner dan 3 micron hebben vast gehecht. De grootte van de vlokken is belangrijk i.v.m. de val- snelheid c.q. sedimentatie-eigenschappen van het slib. Met betrekking tot de vlok- vorming van rivierslib kan nog worden ver- meld, dat deze wordt veroorzaakt zowel door de aanwezigheid van eiwitverbindingen als- mede door de vlezige structuur van de or- ganische stof in het slib.



Figuur 1. Vereenvoudigde voorstelling van de samenstellende bestanddelen van slib.

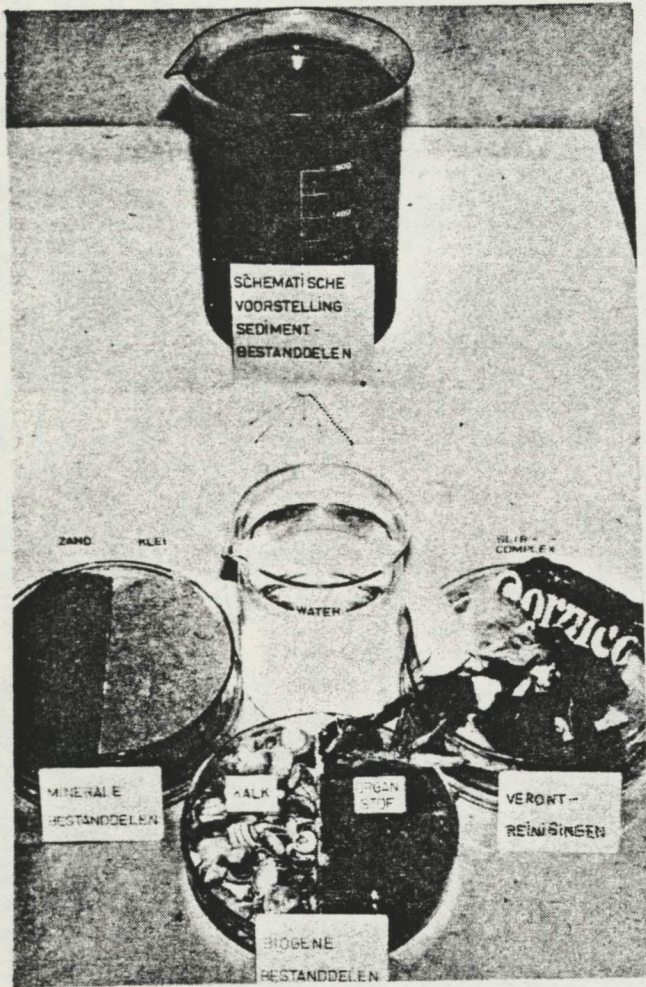


Foto 2

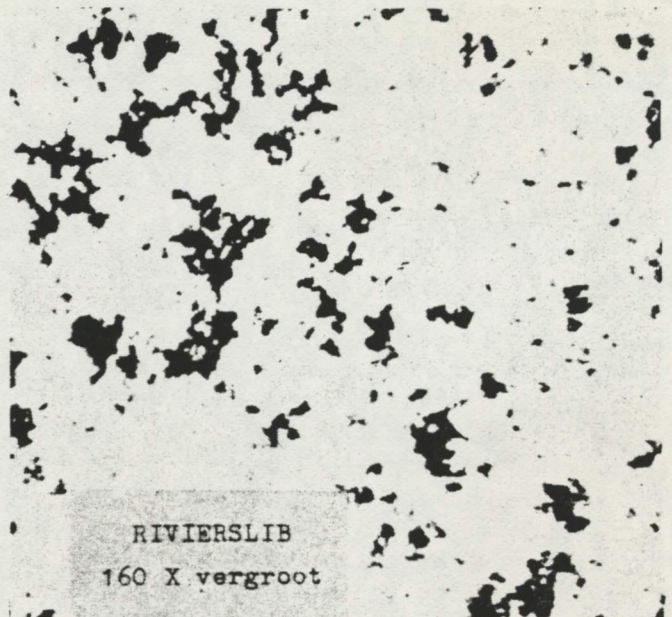


Foto 3

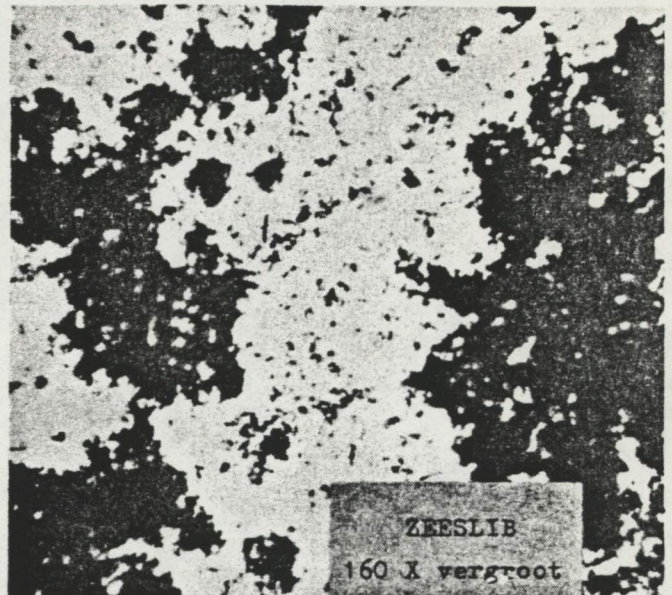


Foto 4

In zeeslib bevinden de mariene sedimenten zich in uitgevlokte toestand (in gecoaguleerde vorm). In het algemeen ontstaat hier de vlokvorming door de in het zeewater aanwezige zouten - electrolyten -, die in staat zijn om gesuspenderde stoffen tot grotere vlokken te verenigen. Op foto 8 is een tweetal bezinkingstoestanden te zien van het rivier- en zeeslib.

Aan de hand van deze foto's is te zien, dat het bezinkingsverloop van rivierslib in twee fasen plaatsvindt - blijkbaar bestaat het rivierslib uit twee fracties, die beiden een verschillende bezinkings-snelheid hebben - terwijl bij zeeslib de sedimentatie geleidelijk verloopt.



Foto 5

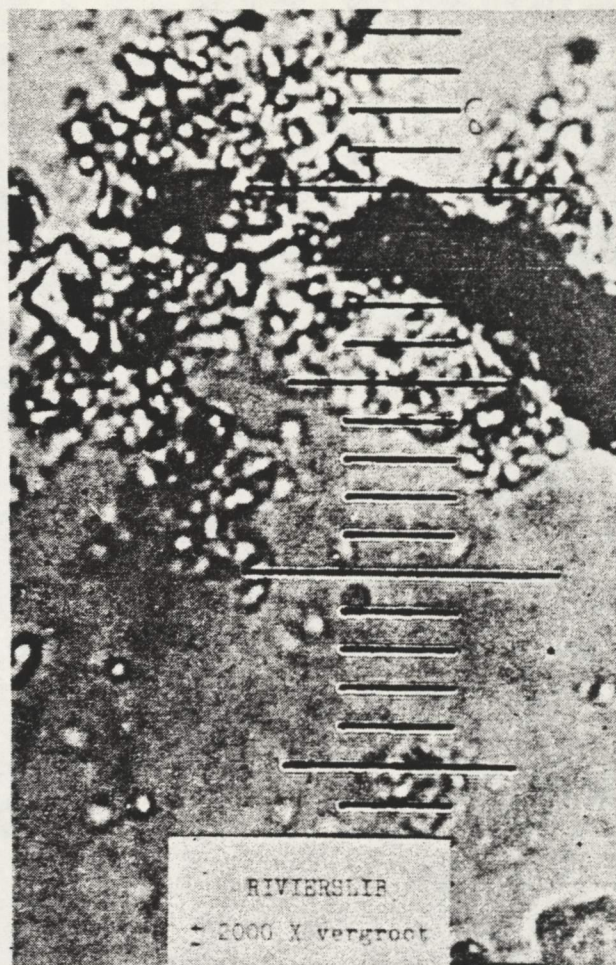


Foto 6

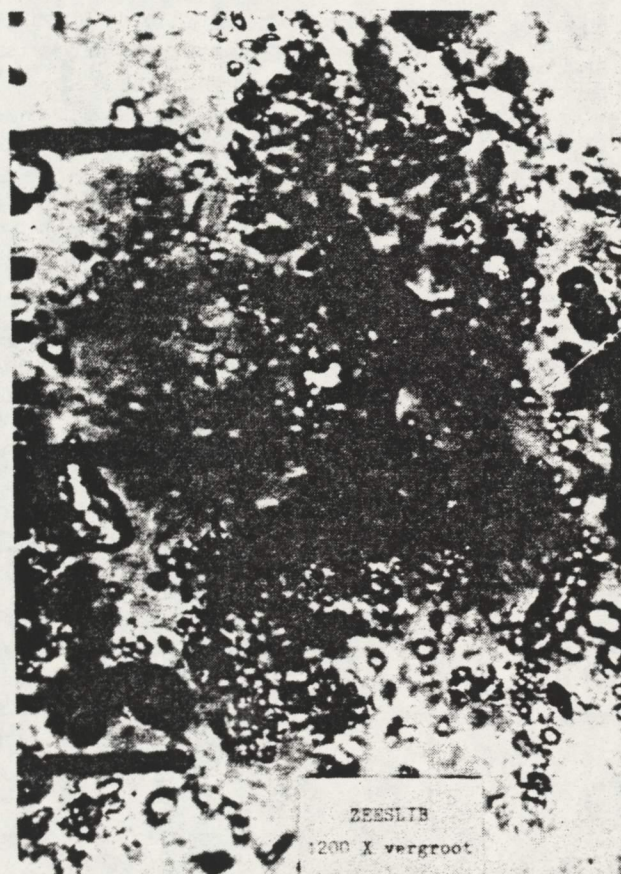
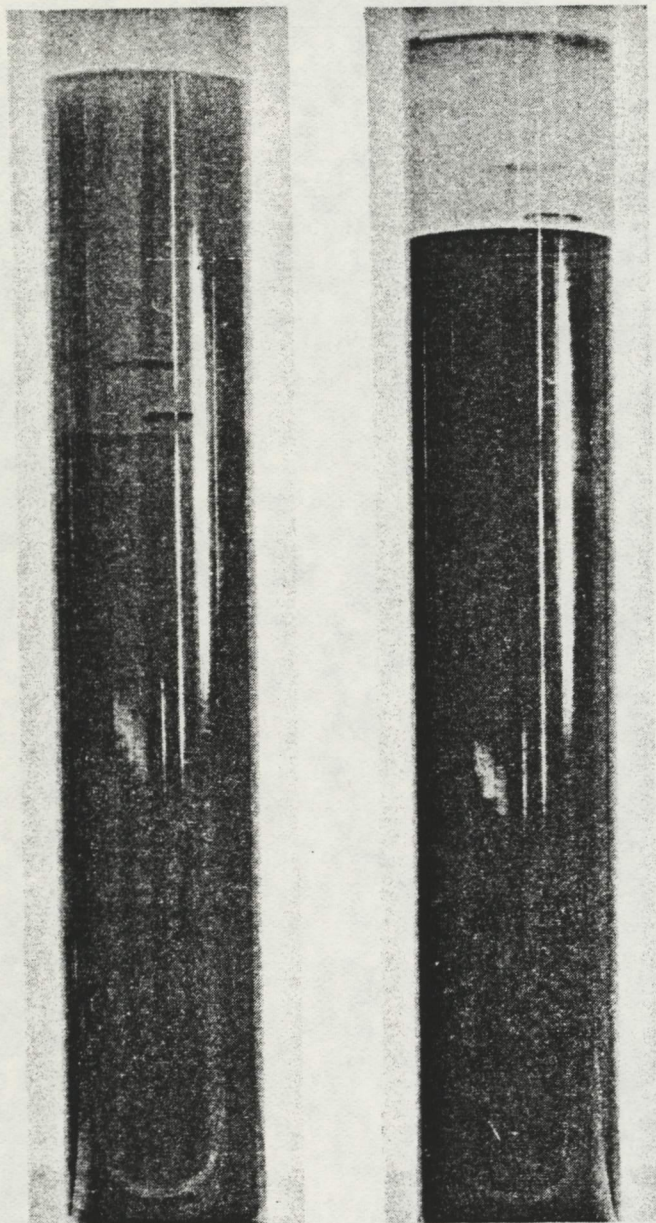


Foto 7



Cylinder 1

Cylinder 2

Foto 8

slibcylinder nr.1: RIVIERSLIB - Hollandsch diep/nabij haven van Moerdijk.

slibcylinder nr.2: ZEESLIB - Noordzee/nabij lichteiland "Goeree"

bij het rivierslib de vlokvorming plaats heeft door de aanwezigheid van organische stoffen (vezels, eiwitverbindingen in water terwijl bij het zeeslib de vlokvorming ontstaat onder invloed van de in het zeewater opgeloste zouten (electrolyten).

Het uitvlokkingsmechanisme is als volgt. De in het rivierslib aanwezige colloïdale deeltjes, die een electrisch negatieve lading hebben, zullen, wanneer deze in aanraking komen met het zeewater, dat veel positieve ionen (Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , etc.) bevat, ontladen worden en daardoor uitvlokken. Dit gebeurt dus wanneer het schone - slibhoudende - rivierwater naar zee stroomt. Tengevolge van de geleidelijke afname in de stroomsnelheid van het water zal eerst het grove materiaal bezinken, waarna vervolgens ook het zeer fijne slibmateriaal.

In het algemeen kan slibtransport ontstaan zowel op natuurlijke wijze - onder invloed van rivierwaterafvoer, getijstroommen en golven - alsook door menselijk ingrijpen, bv. baggerwerk waarbij door een baggermolen het slib wordt opgewoeld waarna dit slib door de stroom naar andere plaatsen wordt meegevoerd. Om een inzicht in het slibtransport te kunnen krijgen dienen metingen in situ te worden uitgevoerd en sedimenthoudende watermonsters te worden genomen. Uit de hoeveelheid slib dat gedurende een bepaalde tijd is gevangen en de in die periode heersende stroomsnelheid kan naderhand het slibtransport worden berekend. Door Rijkswaterstaatsdiensten wordt regelmatig onderzoek en studie verricht naar het slibtransport in de rivieren en het aangrenzende kustgebied. Het verrichten van een studie naar de slibbeweging heeft o.m. tot doel gegevens te verschaffen waarmee bij de uitvoering van waterbouwkundige werken rekening zal moeten worden gehouden. Hiertoe is het noodzakelijk te beschikken over gegevens inzake o.a. het sedimentgehalte, de zoutconcentratie, de stroomsnelheid en de temperatuur van het water, die aan de hand van metingen en waarnemingen in situ alsmede van laboratoriumonderzoek van bodem- en watermonsters kunnen worden verkregen. Met behulp van deze gegevens kunnen o.a.:

1. de relaties tussen het slibgehalte en de rivierwaterafvoer en
2. de gemiddelde slibgehalten van het kustwater

worden bepaald en naderhand slibtransport berekeningen worden uitgevoerd. Er waren tot voor kort bij de onderscheiden Rijkswaterstaatsdiensten verschillende onderzoeksmethoden m.b.t. de bepaling van het slibgehalte van een aan stromend water ontleend watermonster in gebruik - zoals de filtratie - en colorimethode - die als regel nogal tijdrovend zijn en die gebaseerd zijn op onderling niet overeenstemmende definities van het geen onder slib dient te verstaan. Dit leide ertoe dat:

1. In 1964 tijdens een bijeenkomst * waarbij nagenoeg alle rijkswaterstaatsdiensten waren vertegenwoordigd, besloten werd tot invoering van de door dr.J.H.J.Terwindt voorgestelde definitie van slib. Volgens deze definitie dient thans onder slib te worden verstaan het materiaal, dat een 50 μ zeef pas seert en chemisch niet is voorbehandeld ter verwijdering van kalk- en organische bestanddelen. In dit verband moet dan onder zand worden begrepen het materiaal dat op de 50 μ zeef achterblijft.

Met invoering van voornoemde definitie van slib werd beoogd om een betere uniformiteit te verkrijgen in de bepaling van zand en slibgehalten van watermonsters, waardoor de onderlinge vergelijking van analyseresultaten, verkregen bij onderscheiden Rijkswaterstaatsdiensten langs de Nederlandse kust mogelijk is.

2. Door het laboratorium van de Rijkswaterstaat te Hellevoetsluis is op basis van eerdergenoemde definitie van slib een scheitoestel ontwikkeld en waarvan er momenteel reeds vele exemplaren bij verscheidene Rijkswaterstaatsdiensten als standaardlaboratoriumapparaat in gebruik zijn voor het onderzoek van watermonsters op hun zand- en slibgehalte.

Opmerking: m.b.t. de 50 μ grens tussen de zand-slibfracties zij nog vermeld dat:

- uit een onderzoek, dat door de Geologische stichting te Haarlem is uitgevoerd,

is gebleken, dat de fractie $> 50 \mu$ voornamelijk uit mineraalkorrels (zand) bestaat en dat de fractie $< 50 \mu$ is samengesteld uit organisch materiaal, dat o.a. bestaat uit plantenresten, plankton en bacteriën, die tot vlokken zijn samengevoegd.

- de 50 μ grens bij enige RWS-diensten en instellingen reeds werd gehanteerd.

In het hiervolgende zal eerst een korte beschrijving van het slibscheitoestel worden gegeven, waarna de werking ervan zal worden besproken.

Overeenkomstig genoemde definitie van slib zal de werking van het slibscheitoestel in principe moeten berusten op:

- a. de scheiding van de 50 μ fractie d.m.v. nat zeven met een 50 μ zeef en
- b. de scheiding van de vaste stof $< 50 \mu$ en de vloeistof (water) d.m.v. filtratie onder vacuüm.

Daarnaast zal het slibscheitoestel, dat bij het slibonderzoek wordt gebruikt, aan enige voorwaarden moeten voldoen:

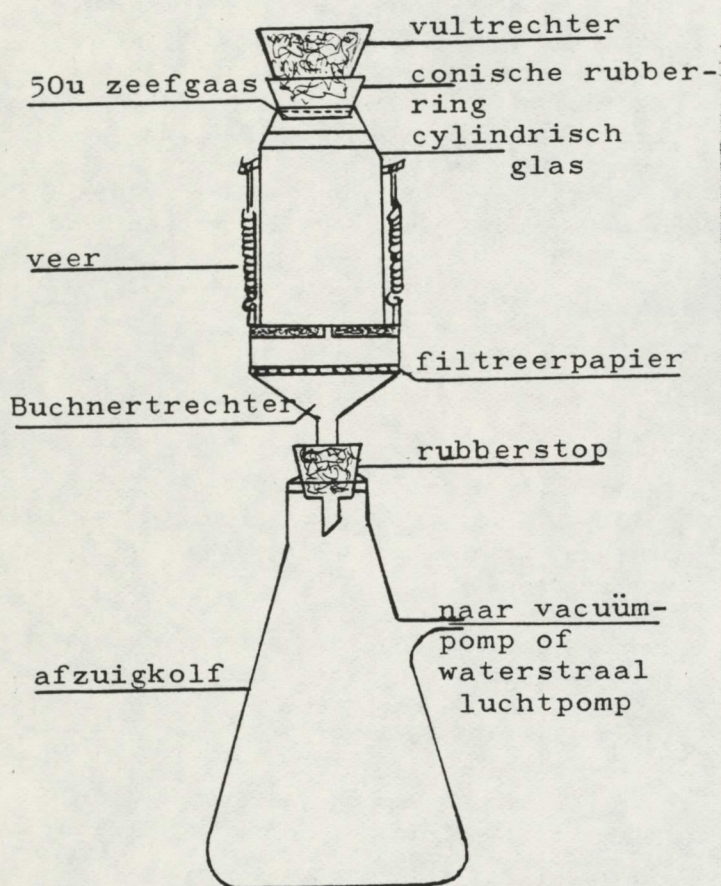
1. slibmonsters van 1 liter moeten ermee kunnen worden behandeld.
2. de bediening moet eenvoudig zijn en
3. het slibgehalte van een watermonster dient snel en nauwkeurig te worden bepaald. (de zand- en de slibfracties moeten m.b.v. een analytische balans op 1 mg nauwkeurig worden bepaald).

Beschrijving van het slibscheitoestel.

Het ontworpen slibscheitoestel (fig.9) bestaat uit een afzuigkolf, die d.m.v. een vacuümslang is verbonden aan een vacuümpomp of een waterstraalluchtpomp. Op de afzuigkolf is een Büchnertrechter bevestigd. In deze Büchnertrechter is een filtreerpapier (rondfilter) en daarop een goed passende glazen cilinder geplaatst.

* De bijeenkomst werd bijgewoond door vertegenwoordigers van het R.I.Z.A., de bodemkundige afdeling van de directie IJsselmeerpolders en de dienst Gem. werken Rotterdam.

Schets slibscheitoestel:



Figuur 9.

De bovenkant van deze glazen cylinder is onder de rand afgesloten met een zeefplaat met een maaswijte van 50 μ . Op foto 10 is te zien uit welke onderdelen het slibscheitoestel is samengesteld (gedemonteerd) en op foto 11 een slibscheitoestel, dat op een vacuümpomp is aangesloten. In de regel worden de slibhoudende watermonsters in literflessen en in kratten vervoerd (foto 12). Van elk slibmonster wordt tevoren in het laboratorium eerst het volume bepaald (foto 13).

Werking van het slibscheitoestel.

Het te onderzoeken watermonster wordt, nadat de vacuümpomp of waterstraalluchtpomp in werking is gesteld, op de zeefplaat gegoten (foto 14). Het materiaal met een korreldiameter groter dan 50 μ blijft op de zeef liggen, terwijl het materiaal met een korreldiameter kleiner dan 50 μ de zeefplaat passeert en in de glazen trechter terecht komt. Het filtreerpapier in de Büchnertrechter zorgt vervolgens voor de scheiding van vaste stof en vloeistof.

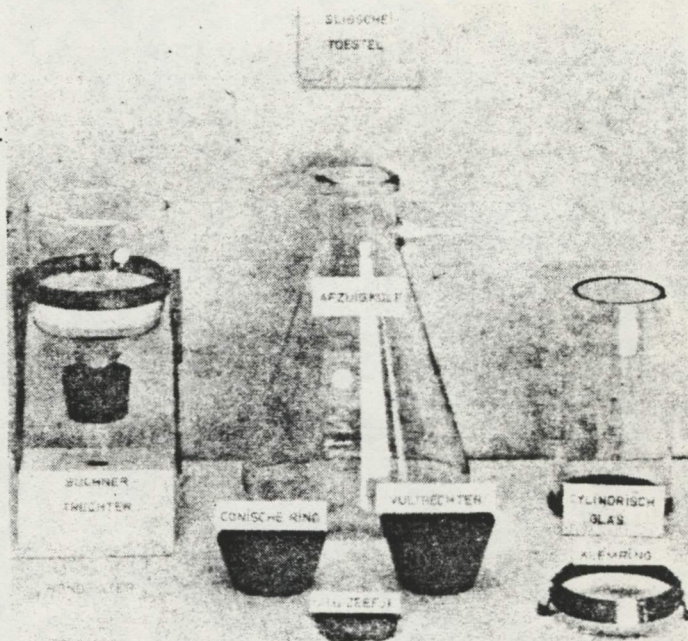


Foto 10

Op het filtreerpapier blijft devaste stof < 50 μ achter, terwijl de afzuigkolf zich vult met heldere vloeistof (filtraat). Na afloop worden filtreerpapier en zeefplaat uit het toestel verwijderd. Na drogen van beide in een droogstoof (foto 15) bij 105°C wordt door weging van het filtreerpapier (foto 16) het slibgehalte- en door weging van de zeefplaat het zandgehalte in het betrokken watermonster bepaald. Tenslotte zullen nog enige bijzonderheden worden genoemd m.b.t. de methode van monstername, de opslag van de slibmonsters i.v.m. de houdbaarheid, de met het slibscheitoestel te bereiken nauwkeurigheid in de zand- en slibgehalten, alsmede van de aantallen tot nu toe te Hellevoetsluis onderzochte slibmonsters.

Methode van monstername.

Bij de meetafdeling Hellevoetsluis vindt de bemonstering plaats m.b.v. een gehaltemeter of muizenval. Dit monsterapparaat bestaat in principe uit een buis met een inhoud van ongeveer 1 liter, die aan beide uiteinden door kleppen kan worden gesloten en waarmee - in de meeste gevallen - vanaf een meetvaartuig een watermonster b.v. uit een rivier kan worden genomen (foto 17). Bij gebruik van de gehaltemeter dient men erop te letten dat de kleppen geen lekkage vertonen, aangezien anders de buis reeds voor het bereiken van de gewenste diepte met water zal zijn gevuld.

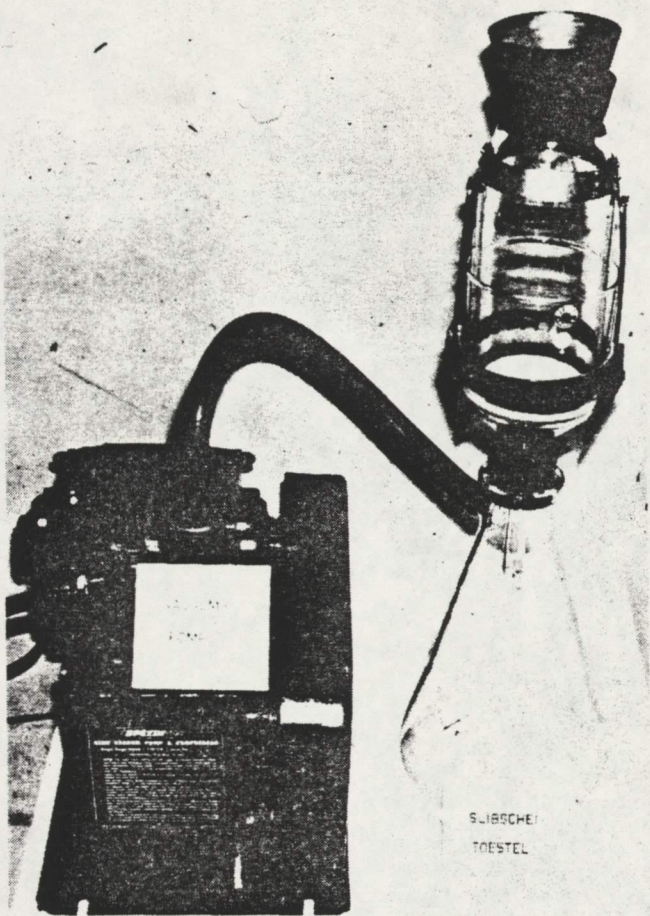


Foto 11



Foto 12

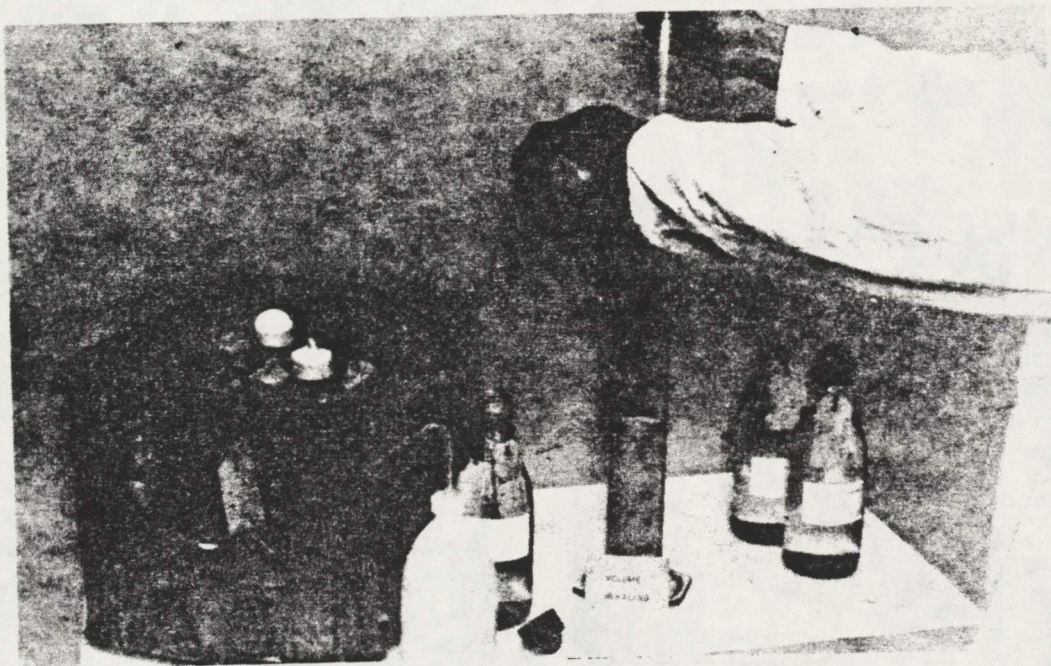


Foto 13

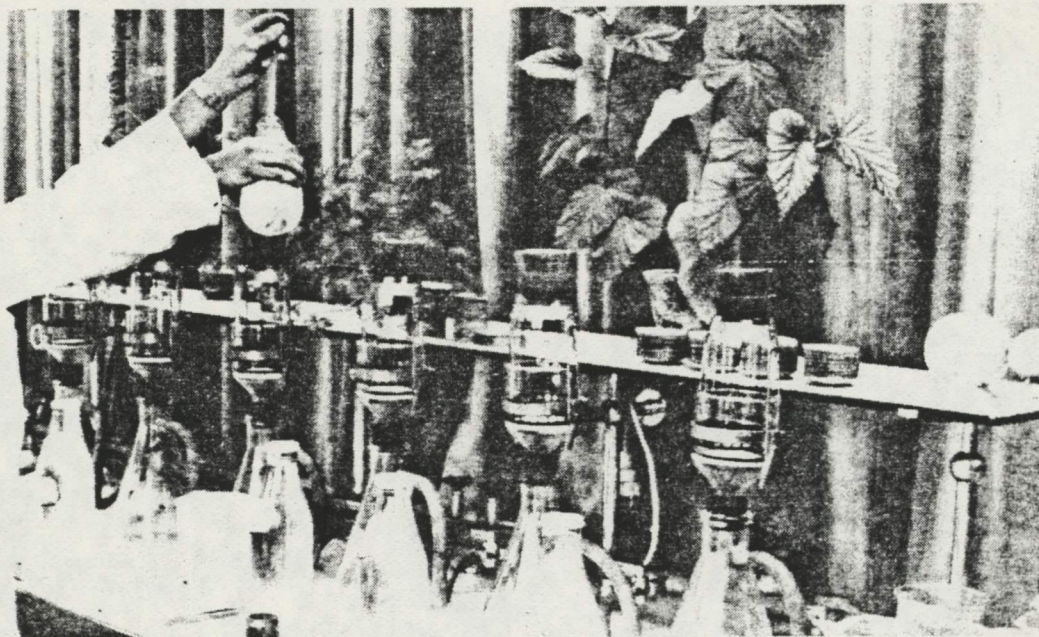


Foto 14

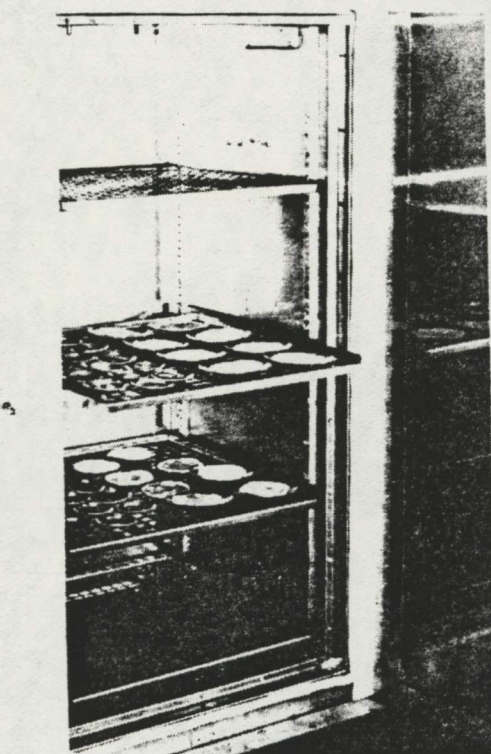
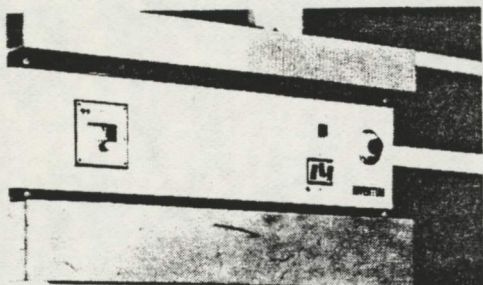


Foto 15

Dit kan eventueel op eenvoudige wijze worden nagegaan door het apparaat in gesloten toestand in het water te laten zakken en vervolgens weer naar boven te halen, waarna zich dan in de buis geen water mag bevinden. Het bemonsteren van het water zowel in een rivier, op zee, alsook in het laboratorium is in de meeste gevallen niet bepaald eenvoudig, vooral wanneer zich in het water nog andere stoffen - bestanddelen - bevinden. Dergelijke stoffen bevinden zich ook in een sedimenthoudend watermonster. De methode van monsternamen is afhankelijk van de wijze van monsteranalyse die wordt toegepast (b.v. i.v.m. de hoeveelheid benodigd monster). Daarnaast is een goed functioneren van het monsterapparaat van belang. Voorts is het een vereiste, dat met het monsternamenapparaat een voldoende hoeveelheid van het watermonster kan worden genomen in verband met de vaak zeer geringe concentraties vaste stof (sediment) in het water.

Een belangrijk aspect is de representativiteit van het verkregen monster. Ten aanzien van de representativiteit van het sedimenthoudend watermonster kan nog worden opgemerkt, dat het watermonster moet voldoen aan de eis, dat het maatgevend is voor het water waar het uit is genomen.



Foto 16

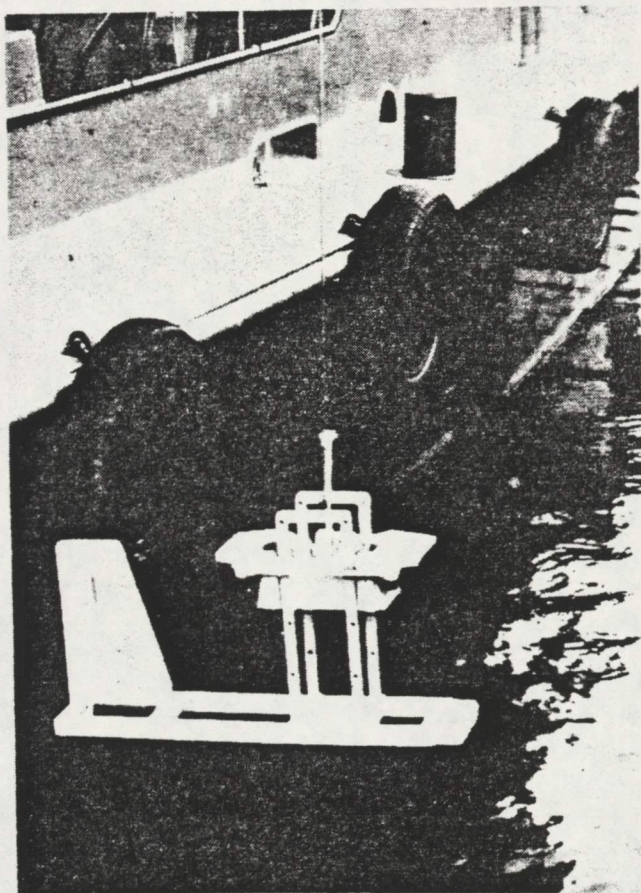


Foto 17

De te bereiken nauwkeurigheid bij de monstername bepaald uiteindelijk de waarde van alle interpretaties, conclusies e.d., die zijn gebaseerd op de uitkomsten van de proeven. De met het slibscuitoestel te bereiken nauwkeurigheden in de analyse-

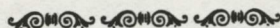
De te bereiken nauwkeurigheid bij de monstername bepaald uiteindelijk de waarde van alle interpretaties, conclusies e.d., die zijn gebaseerd op de uitkomsten van de proeven. De met het slibscuitoestel te bereiken nauwkeurigheden in de analyseresultaten bedragen - blijkens een eerder daartoe verricht onderzoek - resp. 2 á 3% voor sedimentgehalten groter dan 100mg/liter en 3-12% voor sedimentgehalten kleiner dan 100mg/liter. In de loop der jaren is de behoefte aan deze slibgegevens sterk toegenomen, terwijl daarnaast in kwalitatief opzicht ook hogere eisen worden gesteld ten aanzien van de nauwkeurigheid en reproduceerbaarheid van de bepaling van het slibgehalte in water. Het slibscuitoestel blijkt in voornoemde behoefte duidelijk te voorzien. In het laboratorium te Hellevoetsluis kunnen m.b.v. een opstelling, die bestaat uit een centrale afzuiginrichting, waarop 9 slibscuitoestellen zijn aangesloten, jaarlijks gemiddeld 15.000 slibmonsters worden onderzocht. Tot nu toe zijn sinds 1965 in totaal 175.000 slibmonsters door het laboratorium te Hellevoetsluis onderzocht. Met dit onderzoek zijn twee personen belast.

Opslag slibmonsters i.v.m. de houdbaarheid.

Met betrekking tot de opslag van de slibmonsters dient rekening te worden gehouden met de houdbaarheid van het slib, in het bijzonder m.b.t. de fysisch-chemische veranderingen in het slib bij langdurige opslag welke uiteindelijk van invloed kunnen zijn op de analyseresultaten. Aanvankelijk werd ten behoeve van een lange houdbaarheid van de slibmonsters formale of formaldehyde (formol) toegevoegd als conserveringsmiddel. (in dit verband

dient nog te worden vermeld dat zeewater ook een conserverende werking bezit). In de regel werd aan 1 liter slibhoudendwatermonster 5à - 10 ml 3,6% formaline toegevoegd. Deze methode bleek achteraf beschouwd niet bepaald geschikt te zijn wegens de reactie van formol met ammoniak (NH_3), amino(NH_2)-groepen, eiwitten en slib, waardoor weer andere stoffen worden gevormd, die veranderingen in de eigenschappen van het slib kunnen veroorzaken.

Op grond hiervan worden de slibmonsters sinds enige tijd niet meer met formaline behandeld, doch ten behoeve van een lange houdbaarheid van het slib op een koele en donkere plaats opgesloten bij een temperatuur die ligt tussen de 3 en 6°C. Het is overigens gewenst om, in geval geen bepaalde voorzieningen zijn getroffen ten behoeve van een langere houdbaarheid van de slibmonsters, deze slibmonsters binnen een tijdsperiode van 10-14 dagen na de monsternamen te analyseren.



APPENDIX

De behandeling van de slibmonsters vindt nogal ambachtelijk plaats; De analysemethode die bij het onderzoek van de slibmonsters wordt gebruikt is tamelijk arbeidsintensief.

In de loop der jaren is er al vereenvoudigd door de invoering van nieuwe en snelle behandelingsmethoden en de toepassing van elektronische apparatuur, o.a. t.b.v. de uitvoering van nauwkeurige wegingen (opmerking: per slibmonster dienen 4 wegingen te worden uitgevoerd). In verband hiermee, maar ook tengevolge van de inmiddels kleiner geworden personeelsbestand - in vergelijking tot de voorgaande jaren - werden intern de mogelijkheden tot automatisering van het slibonderzoek nagegaan met als voornaamste doel: het besparen van tijd bij de handelingen m.b.t. de primaire gegevens-

verwerking o.a. bij de etikettering, bij een aantal bewerkingen bij de bepaling van de zand- en slibgehalten, het tabellarisch weergeven van de analyse-resultaten en opslag van de gegevens op een magneetband voor verdere verwerking. Hierbij wordt in principe gedacht aan een processor, die aan de momenteel in gebruik zijnde elektronische balans zou moeten worden gekoppeld, een beeldscherm met toetsenbord, een printer en een data-recorder. Er is in verband hiermee een tijdstudie gemaakt over de verschillende handelingen bij het slibonderzoek. Uit deze tijdstudie is o.m. gebleken dat met betrekking tot de primaire verwerking van de gegevens bij het slibonderzoek maar liefst 40% (d.i. 0,8 manjaren) kan worden geautomatiseerd.

Discussie.

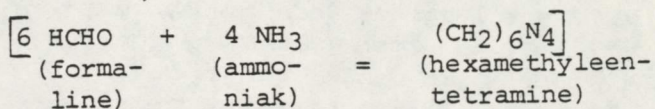
Na afloop van de lezing werd nog de gelegenheid gegeven tot het stellen van vragen.

Dhr. J. G. Gossé van de adviesdienst Vlissingen vroeg zich af of het mogelijk is om naast het volumegehalte van het slibmonster ook het zoutgehalte te bepalen. Vervolgens bracht hij naar voren dat er m.b.t. de houdbaarheid van het slib nu geen formaline meer aan toegevoegd wordt, doch dat bij opslag van de slibmonsters bij een temperatuur tussen de 3-6°C de biochemische processen toch nog doorgaan waardoor veranderingen in de eigenschappen van het slib ontstaan.

Piekhaar deelde hierop mede, dat de slibmonsters die door het laboratorium te Helvoetsluis onderzocht worden in de regel een inhoud hebben van 1 liter, zodat het volume in de meeste gevallen niet hoeft te worden bepaald. Het zoutgehalte wordt meestal apart onderzocht.

M.b.t. de houdbaarheid van het slib is gebleken, dat bij toevoeging van formaline na enige tijd in het slibmonster witachtige colloïdale deeltjes - vaak heel dunne vliesjes of kleine vlokjes - ontstaan, die de filtratie en dus ook de sedimentatie-eigenschappen van het slib beïnvloeden. Wat gebeurt er nu wanneer formaline - an-

dere benaming hiervoor zijn: formol, formaldehyde, methanaldehyde en in de laatste tijd zelfs spaanplaatgas genoemd - aan een slibmonster wordt toegevoegd. In het slib bevinden zich eiwitten en eiwitten zijn zoals bekend opgebouwd uit aminozuren, die carboxyl- (COOH) en aminegroepen (-NH₂) bevatten, de laatste zijn afgeleid van ammoniak (NH₃). Bij toevoeging nu van formaline kan onder bepaalde omstandigheden met ammoniak de stof hexamethyleentetramine ((CH₂)₆N₄) ontstaan:



Opgemerkt zij hierbij dat hexamethyleentetramine '1) o.m. wordt gebruikt bij de bereiding van ijkoplossingen - standaardsuspensies - voor troebelheidsmetingen, o.a. bij de Partech-troebelheidsmeter.

'1) Formaline =
mengsel van 5gr. hydrazinesulfaat
(N₂H₆)SO₄)
en 50gr. hexamethyleentetramine op
1 liter gedemineraliseerd water.

Uit onderzoek is gebleken, dat het bewaren van slib bij een temperatuur tussen de 3 - 6°C ten behoeve van een lange houdbaarheid het meest geschikt is.