



**VAKGROEP
WATERBOUWKUNDE**
Afd. Civiele Techniek
TH Delft

RIVIERBOCHT MODEL

VOORBEREIDING TRACERMETING

ing. H.L. Glerum

informatie: Riv. B. 002

Delft, november 1978.

Inhoud:

1. Inleiding.
2. Tracertypen.
 - 2.1 Algemeen.
 - 2.2 Voor- en Nadelen.
 - 2.3 Keuze.
3. Gebruik luminoforen.
 - 3.1 Algemeen.
 - 3.2 Het maken van luminoforen.
 - 3.3 Het injecteren.
 - 3.4 Opmerkingen.
4. Meten door bemonsteren.
 - 4.1 Algemeen.
 - 4.2 Het bemonsteren.
 - 4.3 Het meten van concentraties.
 - 4.4 Opmerkingen.
5. Meten d.m.v. opp. fotografie.
 - 5.1 Algemeen.
 - 5.2 Proef fotograferen.
 - 5.2.1 Opstelling.
 - 5.2.2 Fotograferen met zwart-wit.
 - 5.2.3 Fotograferen met kleur.
6. Verwijderen tracers uit systeem.
 - 6.1 Algemeen.
 - 6.2 Verbranden.
7. Proef.
 - 7.1 Voorbereidingen.
 - 7.1.1 Algemeen.
 - 7.1.2 Opstelling.
 - 7.1.3 Plaatsbepaling.
 - 7.2 Draaiboek.
 - 7.3 Verwerking monsters.

Bijlagen: 2.

VOORBEREIDING TRACERMETING.

1. Inleiding.

Door de vakgroep Rivier en Verkeerswaterbouwkunde wordt onderzoek uitgevoerd met betrekking tot de bodemligging in rivierbochten. Hiertoe worden proeven uitgevoerd in een gekromde goot in het laboratorium voor vloeistofmechanica. Een belangrijk facet hierbij is de verdeling van het zandtransport over de breedte. Onderzocht wordt op het ogenblik of het mogelijk is met behulp van merkstoffen (tracers) hier een beter inzicht in te krijgen. Een probleem hierbij kan zijn, dat de diffusie van de tracer niet homogeen is, maar plaatsafhankelijk. Dit probleem wordt nader bekeken, maar valt buiten het bestek van dit rapport. Dit rapport heeft tot doel aan te geven welke meettechniek het meest in aanmerking komt en welke merkstoffen het meest geschikt zijn voor de uit te voeren proeven.

2. Type tracers.

2.1 Algemeen.

Er zijn drie gangbare typen:^{*}

- a. radioactieve tracers;
- b. luminoforen;
- c. activeerbare tracers.

ad.a. Deze ontstaan door aan het betreffende bodemmateriaal een ander activeerbaar materiaal te hechten. De tracers worden geactiveerd, waarna ze geïnjecteerd kunnen worden. Door middel van detectors kan de tracerconcentratie direct bepaald worden in het model.

De intensiteit van de straling is een maat voor de concentratie.

ad.b. Luminoforen zijn met een kleur gemerkte korrels van het betreffende bodemmateriaal (800 μ). Hierdoor zijn ze te onderscheiden van de overige korrels. Om de gemerkte korrels te kunnen zien wordt als merkstof fluorescerende verf gebruikt. Deze wordt zichtbaar onder beschijning van U.V.-licht.

^{*} Momenteel wordt een methode met röntgenstralen ontwikkeld. Deze wordt bij deze keuze niet betrokken.

U.V.-licht heeft verder de eigenschap zich aan te passen aan de golflengte van een bepaalde kleur. Dit geeft de mogelijkheid om verschillende kleuren zichtbaar te maken.

Om hoeveelheden transport te meten is het nodig monsters te steken. Uit deze monsters kan ook de dikte van de transportlaag bepaald worden. Dit is het gedeelte van het monster waarbinnen zich tracers bevinden. De concentratie aan tracers kan bepaald worden met een z.g. korrelteller. Deze is in het Waterloopkundig Laboratorium beschikbaar (zie 3.5).

ad.c. Bij activeerbare tracers worden de zandkorrels voorzien van een activeerbare stof en geïnjecteerd. De tracers zijn nog niet geactiveerd. Door monsternamen kunnen concentraties bepaald worden. De monsters worden geactiveerd. Door detectie wordt de activiteit gemeten, wat een maat is voor de concentratie.

2.2 Voor- en nadelen.

	<u>Voordelen.</u>	<u>Nadelen.</u>
Radioactieve tracers.	In het model kunnen zonder verstoringen aan het zandbed direct concentraties gemeten worden. Door het kiezen van een geschikte halveringstijd kan het zand na enige tijd opnieuw gebruikt worden.	Veiligheidsrisico voor gebruiker en omgeving. Gespecialiseerde middelen en mensen nodig.
Luminoforen.	Eenvoudig te maken. Verschillende kleuren kunnen gelijktijdig gefotografeerd worden. Geen veiligheidsgevaar.	Metten door middel van monsternamen. Bodem wordt verstoord. Verschillende kleuren niet met korrelteller te tellen. Tracers zijn erg moeilijk uit het verontreinigde zand te verwijderen.

Voordelen.

Nadelen.

Activeerbare tracers. Geen veiligheids-
gevaar.

Bij hernieuwd gebruik van
verontreinigd zand is al
een bepaalde tracerconcentratie aanwezig.

Meting d.m.v. monsternamen.
Gespecialiseerde middelen
en mensen nodig.
Bodem wordt verstoord.

2.3 Keuze.

Uit veiligheidsoverwegingen (achterblijven van actieve tracers in het systeem) en vanwege het feit, dat apparatuur niet beschikbaar is, wordt van radioactieve tracers afgezien. Activeerbare tracers hebben geen voordelen boven luminoforen. Gekozen wordt voor luminoforen.

3. Gebruik luminoforen.

3.1 Algemeen.

Voordat luminoforen gebruikt kunnen worden, moet bekend zijn hoe ze te maken en te injecteren zijn.

3.2 Het maken van luminoforen.

De gebruikte verf is fluorescerende verf op waterbasis, geleverd door de firma N.V. Visprox, Leidsevaart 572, Haarlem.

Dit heeft de volgende eigenschappen:

- verf kan worden aangebracht op nat zand,
- verf licht op onder ultra-violet licht.

Het beste resultaat wordt bereikt wanneer het zand aardvochtig geverfd wordt. Er hoeft dan geen water bijgevoegd te worden.

De benodigde hoeveelheid verf is ± 3 à 5% van de zandhoeveelheid.

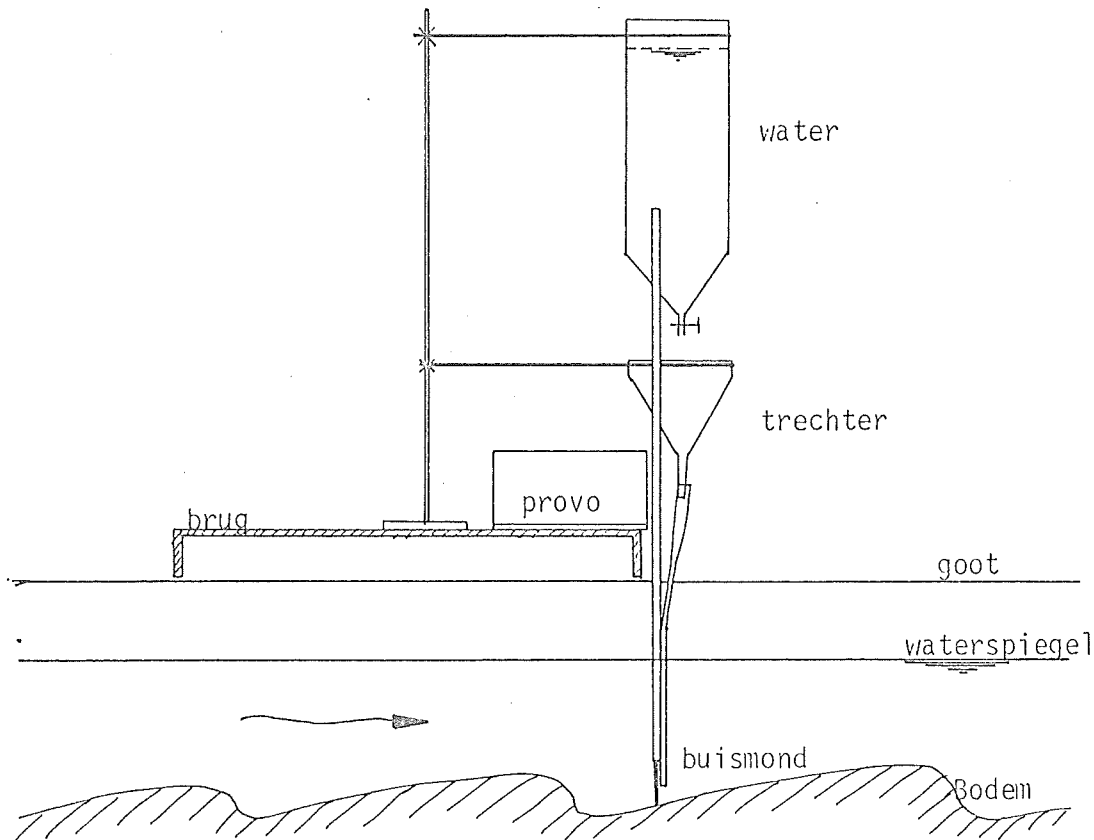
Wordt zand droog geverfd, dan 3 à 4 gew. % water toevoegen. De verf is afwasbaar met aceton. Deze samengestelde hoeveelheid zand + verf wordt gemengd met een mixer. Dit gebeurt ± 15 minuten, teneinde klon-

tering tegen te gaan.

Na het verven wordt het geverfde zand gedroogd. De temperatuur mag niet hoger oplopen dan 40°C . Tijdens het drogen wordt geroerd, zodat alle vocht kan verdampen.

3.3 Het injecteren (doseren).

Het doseren van tracers gebeurt in stromend water en mag geen versturende invloed hebben. Bekende methoden van doseren zijn die in de vorm van ijsklontjes, welke smelten en daardoor tracers loslaten, en in de vorm van in polyvinyl-alkoholfolie verpakte hoeveelheden tracers. Dit laatste lost op in water waardoor de tracers vrijkomen. Deze vorm van doseren wordt bij buitenmetingen toegepast. In de bochtgoot wordt een andere methode voorgesteld. Hier hebben we de beschikking over een provo (provielvolger). Langs de naald hiervan wordt een buisje gekoppeld, welke is verbonden aan een trechter (zie tek. 3.1.)



tek. 3.1

De tracers worden om een vaste tijd in de trechter gestort en weggespoeld. Dit gebeurt continu.

De hoeveelheid gedoseerde tracer wordt bepaald door het optredende zandtransport. Voor de te onderzoeken situatie bedraagt het transport 122,4 kg/uur (droog). Verder is van belang de concentratie aan tracers welke in een monster nodig is om deze voldoende nauwkeurig te bepalen. Hoe meer tracers, hoe nauwkeuriger. Deze regel is gelimiteerd door de eis, dat de hoeveelheid tracer welke aan het zandtransport toegevoegd wordt, geen verstoring van dit evenwichtstransport mag geven. Uit grafiek 4.1. wordt als concentratie gekozen 3×10^{-2} . Dit betekent, dat per 5 minuten stromen 300 gr. tracers geïnjecteerd moet worden.

3.4 Opmerkingen.

ad. 3.2 Het verven van de korrels moet zeer zorgvuldig gebeuren.

Korrels moeten rondom goed in de verf zitten, anders worden ze door de korrelteller gemist. Bij door ons geverfde korrels welke niet egaal geverfd waren (door de microscoop bekeken waren ze hier en daar voorzien van een schilfer verf) welke in een monster verwerkt waren, gaf de korrelteller ± 2.550 pulsen aan.

Eenzelfde monster met door het W.L. geverfd zand gaf ± 3.100 pulsen.

ad. 3.3 Het injecteren via het slangetje mag niet met teveel water gebeuren. Komt het slangetje vol met water te staan, dan ontstaat een drukverschil wat aan de monding te hoge uitstroomsnelheden geeft, waardoor in het zandbed een kuiltje geblazen wordt.

4. Metten door bemonsteren.

4.1 Algemeen.

Bij het meten door bemonsteren is het van belang te weten hoe en waar bemonsterd wordt en de gevolgen ervan op het transport. Verder moeten concentraties gemeten kunnen worden.

4.2 Het bemonsteren.

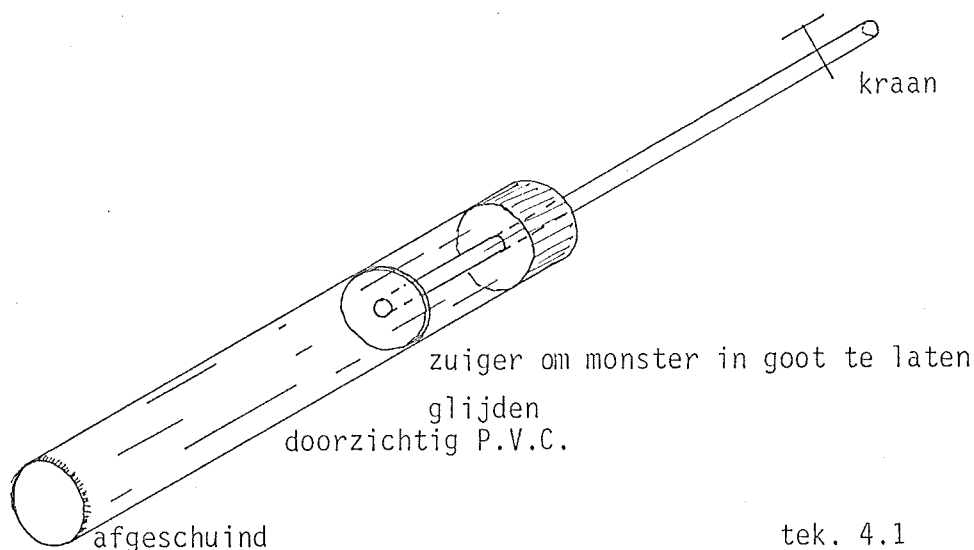
Het steken van monsters gebeurt bij stilstaand water. De plaatsen

waar bemonsterd wordt liggen benedenstrooms van het injectiepunt en zo verspreid, dat de totale tracerwolk bepaald kan worden. Het aantal monsters dat per keer genomen wordt, zal in de loop van de proef toenemen, daar de wolk groter wordt.

De diepte waarover gestoken moet worden is gelijk aan de dikte van de transportlaag. Deze is echter voor ieder monster anders, daar zowel op toppen als in dalen bemonsterd wordt. Bij het steken van monsters is het verstandig zoveel mogelijk in de rug van een duin te steken.

Daar de transportdiepte varieert, worden alle monsters te lang en even groot gestoken. Door het monster met U.V.-licht te beschijnen kan de transportdiepte opgemeten worden. Over deze diepte wordt de concentratie bepaald.

De monsters worden gestoken met een doorzichtig P.V.C.-buisje van 13 mm. doorsnede en een lengte van 10 cm. (zie tek. 4.1.)



tek. 4.1

Dit buisje wordt in het zandbed gestoken terwijl de kraan open staat. Na het sluiten van de kraan wordt het buisje snel opgehaald en aan de mond afgesloten. Dit moet snel in één beweging gebeuren, anders gaat een gedeelte van het monster verloren. Wanneer nu de kraan geopend wordt, kan het water uit het monster druipen. Het monster laat men nu in een goot glijden, waarna de transportdiepte bepaald kan worden. Wat voor gevolgen het onttrekken van monsters uit de zandbodem heeft op het zandtransport, is moeilijk te schatten. Stel dat per 5 minuten 25 monsters van 7 cm. lengte gestoken worden. In totaal wordt dan 233 cm^3 zand weggenomen, dit is 0,6 kg/ 5 min., wat aan gewichtsprocenten 6% is van het totale transport. Daar als injectering is geko-

zen voor 3%, wordt per 10 min. stromen bemonsterd. Het netto zandtransport wordt dan niet verstoord.

Uit berekening blijkt dat het plaatselijk verhogen van het zandtransport met 3% nauwelijks invloed heeft op het verhang.

Door het steken van monsters zal ter plaatse de zandbodem iets inzaken. Wat dit voor invloed heeft op de configuratie van de bodem, is niet te voorzien.

4.3 Het meten van concentraties.

Het meten van concentraties kan gebeuren met de korrelteller. Hierover beschikt het W.L. in de Voorst. In dit apparaat kan het gedroogde monster gedeponeerd worden. De korrels vallen met een in te stellen snelheid langs een U.V.-lamp. Het aantal oplichtende korrels wordt geteld. Een teller geeft dit weer. Dit is echter nog geen concentratie. Om de concentratie te bepalen moet eerst met behulp van ijkmonsters van dezelfde grootte als het gestoken monster, en met verschillende tracerconcentraties het apparaat geijkt worden. Dit is in tabel 4.1. en grafiek 4.1. gedaan voor een monster van 20 gram bij een transportsnelheid van 70%. Bij het aantal pulsen van het gestoken monster kan nu in deze grafiek de concentratie afgelezen worden.

De snelheid waarmee de korrels langs de lamp vallen geeft de nauwkeurigheid aan waarmee geteld wordt. Is de snelheid hoog, dan is de kans dat de korrel gemist wordt groter. Het W.L. geeft als gunstige snelheid 55% op. Grafiek 4.2. en tabel 4.2. geeft voor een monster van 20 gram en een concentratie van 1×10^{-1} het verloop in getelde pulsen bij afnemende transportsnelheid.

4.4 Opmerkingen.

ad. 4.3 De proeven met de korrelteller zijn gedaan met korrels (0,710-0,850 mm.) geverfd met "fire red". Daarna zijn nog proefjes gedaan met fijner zand (0,150 mm.) in andere kleuren. Hierbij bleek, dat zand geverfd met "fire red" goed werd geteld. Hetzelfde zand in de kleuren geel en blauw gaf geen resultaten. Oorzaak kan zijn dat deze kleuren niet fel genoeg oplichten. De consequentie hiervan is wel dat verschillende kleuren niet geteld kunnen worden.

TABEL 4.1.

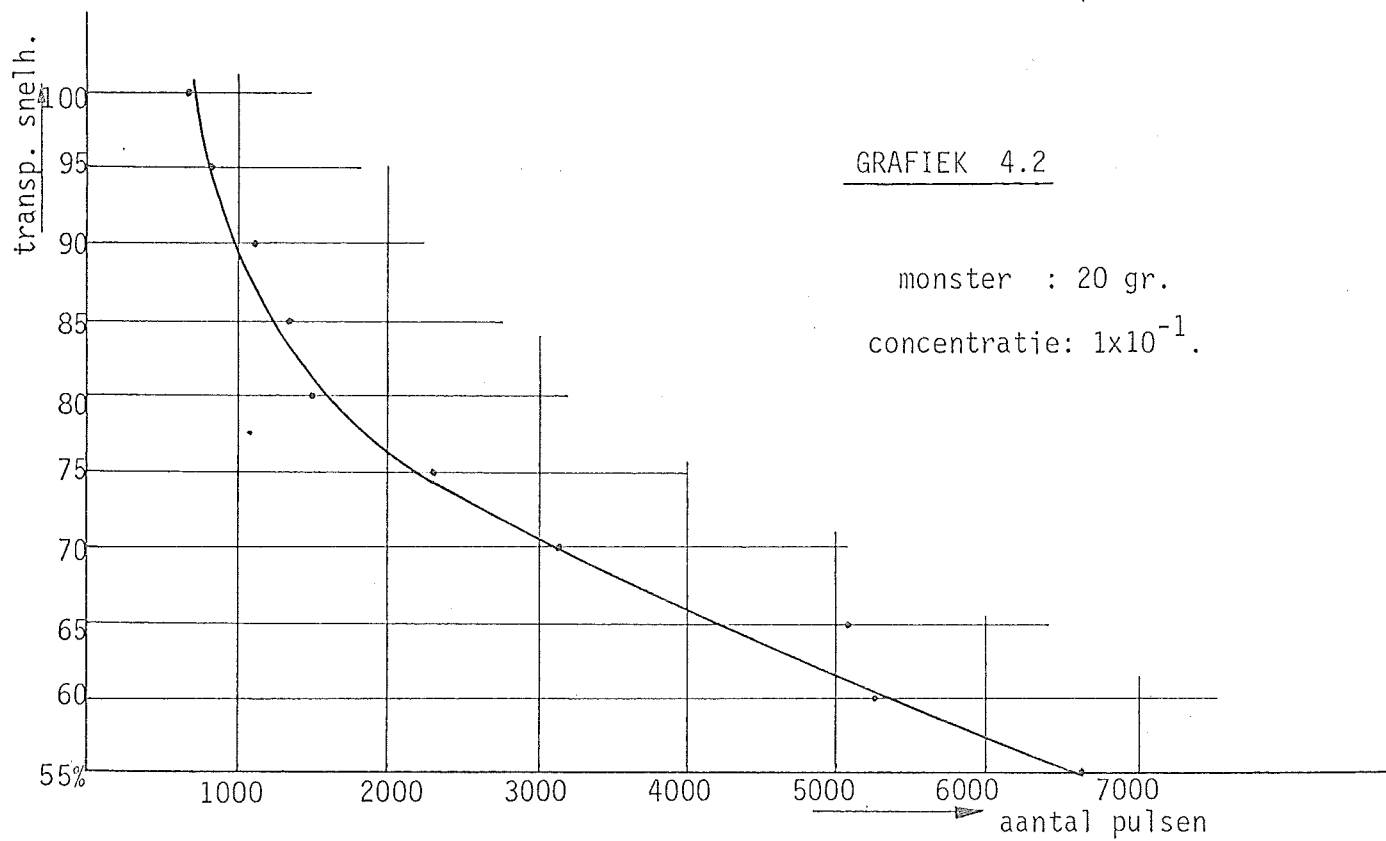
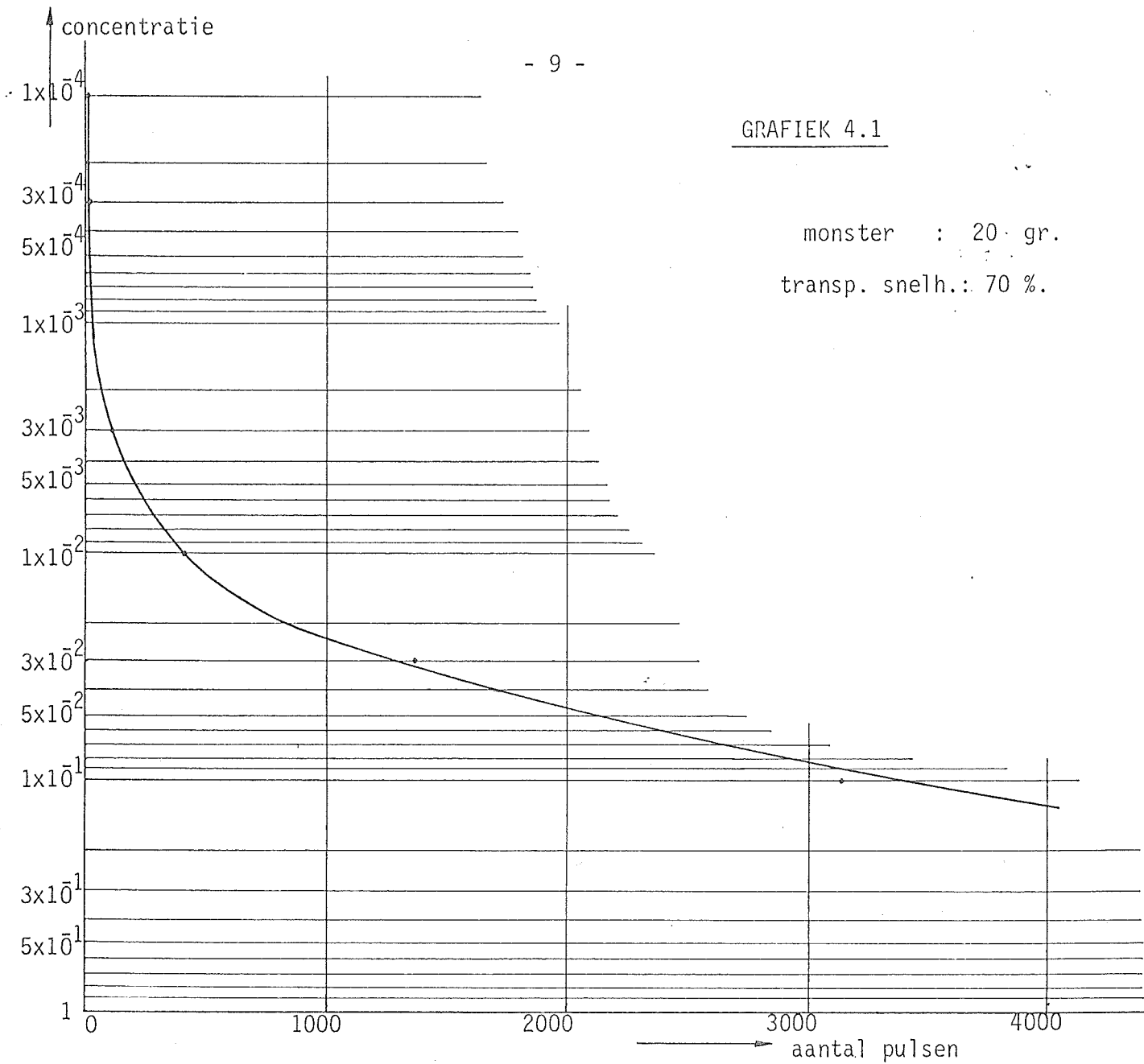
Instelling. Preset Count 10^{+7}
 H.V. Fine 5
 H.V. Coarse 6
 Fractie 0,71 - 0,85

<u>Concentratie</u>	<u>Transportsnelheid</u>	<u>Pulsen</u>
$1 \cdot 10^{-4}$	70 %	1
$3 \cdot 10^{-4}$	70 %	2
$3 \cdot 10^{-3}$	70 %	111
$3 \cdot 10^{-3}$	70 %	119
$3 \cdot 10^{-3}$	70 %	111
$1 \cdot 10^{-2}$	70 %	393
$1 \cdot 10^{-2}$	70 %	396
$1 \cdot 10^{-2}$	70 %	438
$1 \cdot 10^{-2}$	70 %	397
$1 \cdot 10^{-2}$	70 %	417
$1 \cdot 10^{-2}$	70 %	393
$3 \cdot 10^{-2}$	70 %	1.361
$3 \cdot 10^{-2}$	70 %	1.355
$3 \cdot 10^{-2}$	70 %	1.341
$3 \cdot 10^{-2}$	70 %	1.282
$3 \cdot 10^{-2}$	70 %	1.305
$3 \cdot 10^{-2}$	70 %	1.311
$3 \cdot 10^{-2}$	70 %	1.331
$1 \cdot 10^{-1}$	70 %	3.294
$1 \cdot 10^{-1}$	70 %	3.061
$1 \cdot 10^{-1}$	70 %	3.368
$1 \cdot 10^{-1}$	70 %	3.096

TABEL 4.2.

$C = 1 \cdot 10^{-1}$

<u>Transportsnelheid</u>	<u>Pulsen</u>
100 %	699
95 %	832
90 %	1.044
85 %	1.281
80 %	1.484
80 %	1.483
75 %	2.289
70 %	3.096
65 %	5.048
60 %	5.239
55 %	6.690



5. Meten d.m.v. oppervlakte fotografie.

5.1 Algemeen.

Bij voldoende concentratie tracers is het mogelijk dat de tracers aan de oppervlakte van het zandbed een goede indicatie geven van de spreiding van de tracers. Dit wordt vastgelegd op foto's. Voorwaarde om dit te doen is dat de zandkorrel bij het fotograferen op ± 5 m. nog zichtbaar is op de film (zandkorrel groter dan korrel van de film), en dat het lichtcontrast tussen de korrel en zijn achtergrond voldoende is om op de foto te onderscheiden. Om dit te onderzoeken is in de bunker van het laboratorium een proef-filmpje gemaakt van zowel zwart-wit als een kleurenfilm.

5.2 Proef fotograferen.

5.2.1 Opstelling.

In een donkere ruimte (bunker) is een bak van 1,5 m. x 1 m. neergezet. In de bak bevond zich zand uit het rivierbochtmodel en water (± 5 cm). Op ± 5 m. boven deze bak werd het fototoestel geplaatst.

In de bak werden zandkorrels gestrooid welke geverfd waren met fluorescerende verf op waterbasis van de firma Visprox uit Haarlem. De bak wordt beschenen met een dubbele t.l.-balk met U.V.-lampen erin van elk 20 Watt. Deze balk bevindt zich schuin boven de bak op $\pm 1,20$ m. afstand.

Van de bak werden foto's gemaakt met het doel op de foto afzonderlijk de geverfde korrels te kunnen onderscheiden.

Dit is gedaan met zwart-wit en kleurenfilm.

5.2.2 Zwart-wit film.

Gebruikt is de film Kodak-panatomic X en een oranje filter 0,2. Belicht is 1, 5 en 20 minuten.

De korrels waren geverfd met de kleur "light-orange".

Voor de resultaten zie foto 1 en 2 op bijlage 2.

Gekozen is voor 5 minuten belichting. Hierbij zijn de korrels goed zichtbaar en is de belichtingstijd aanvaardbaar.

5.2.3 Kleurenfilm.

Hierbij zijn verschillende kleuren tracers gebruikt.

Rood en oranje van ± 800 mu en groen en blauw van ± 150 mu.

Van iedere kleur zijn markeringspunten gemaakt, verder zijn de tracers willekeurig in de bak gestrooid.

Gebruikte film is een Kodachrome 25 diafilm van Kodak. Belicht is 1, 5, 10 en 30 minuten.

Het resultaat is zeer bevredigend. De rode en groene tracers zijn zeer goed te onderscheiden. De oranje tracer wordt op dia wit, doch goed te herkennen. Met de blauwe tracer is het minder, deze wordt groenachtig.

Samenvattend kunnen drie kleuren goed gebruikt worden, n.l. rood, groen en oranje. Geschikte belichtingstijd is 10 minuten.

6. Verwijdering tracers uit zandcycles.

6.1 Algemeen.

Doordat tracers toegevoegd worden aan het zandtransport is het zand dat uit het model komt verontreinigd met tracers. Dit zand wordt ook weer gedoseerd aan het begin van het model. Dat betekent, dat de proef niet langer mag duren dan het aantal stroomuren gedurende welke met schoon zand uit voorraad gedoseerd kan worden.

In voorraad is ± 4.500 kg zand, gedoseerd wordt $122,4$ kg/uur. Er zou dus in totaal 37 uur gestroomd kunnen worden zonder dat foto's en gestoken monsters verstoord worden door reeds aanwezige tracers. Daar nog niet overzien kan worden op hoeveel plaatsen in de bocht de definitieve proef uitgevoerd gaat worden, is nu nog niet bekend of 37 uur genoeg is.

Een betere oplossing zou zijn wanneer voor het doseren het zand gezuiverd kon worden van de tracers.

6.2 Verbranden.

De tracers hebben bij verschillende temperaturen in de oven gestaan. Dit met het doel de verf op de korrels te verbranden. Dit is gebeurd bij 120°C , 140°C , 160°C en meer dan 200°C .

Bij de eerste drie temperaturen bleek dat de verf week werd en aan andere korrels gaat plakken. Na afkoeling bleek deze verbinding tus-

sen de korrels van de zo ontstane klontjes niet sterk genoeg om uitgezeefd te worden. (Op die manier zouden de tracers uit het zand verwijderd kunnen worden).

Tussen de 240°C en 250°C verbrandt de verf en bakt aaneen. Door het verbranden verliest de verf zijn fluorescerende karakter. Deze temperatuur geeft dus een oplossing. Helaas kan de droogtrommel van de zandfabriek deze temperatuur niet bereiken. Hierdoor is deze methode niet bruikbaar.

7. Proef.

7.1 Voorbereidingen.

7.1.1 Algemeen.

's Nachts werd gemeten. Dit is noodzakelijk, omdat voor het nemen van foto's de achtergrond zo donker mogelijk moet zijn, zodat het contrast tussen de oplichtende tracers en hun achtergrond zo groot mogelijk is.

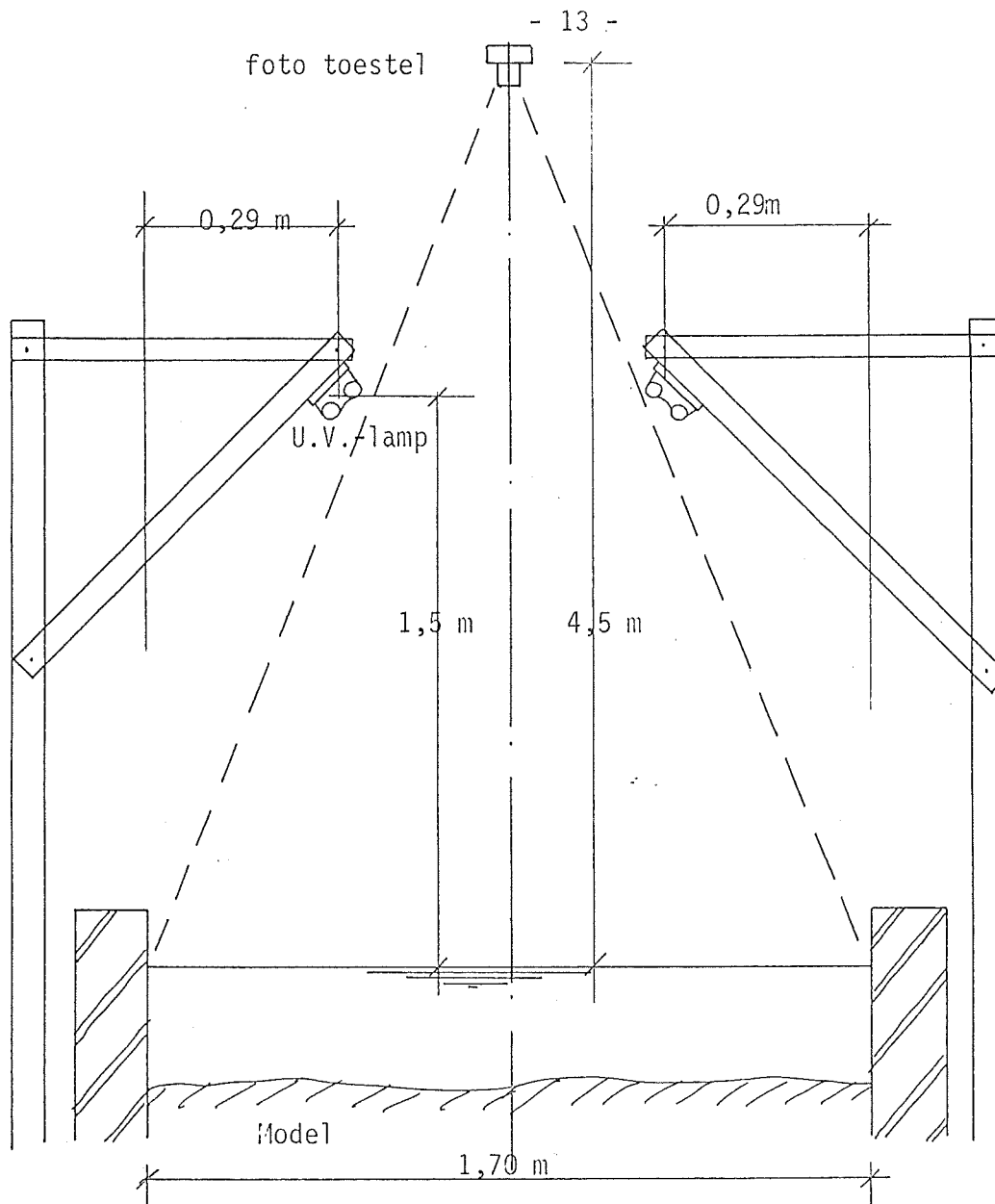
Om de maximale hoeveelheid schoon zand in voorraad te hebben voor de proef start, moet de zandvang gelegeerd zijn.

Gedurende de gehele proef worden nauwkeurig alle handelingen en nummers van foto en monster genoteerd (zie bijlage 1).

7.1.2 Opstelling (zie tek. 7.1.)

Voor de beschijning van het model met U.V.-licht wordt aan beide zijden van het model een dubbele t.l.-balk met U.V.-lampen van 40 Watt per buis en een lengte van 1,20 m. geplaatst. De lampen moeten zo geplaatst worden dat ze niet in het beeld vallen. De camera wordt boven in de kraan opgesteld. De stroomtijd tussen twee metingen is ± 5 minuten. De voortplantingssnelheid van een duin is ± 3 cm/minuut.

De injecteeropstelling moet gereed zijn. Om het injecteren niet al te schoksgewijs te laten verlopen wordt voordat de proef begint voor de totale proefduur van ± 1 uur de tracer in hoeveelheden van 300 gram (per 5 min.) afgewogen. Nodig is dus $12 \times 300 = 3.600$ gram.

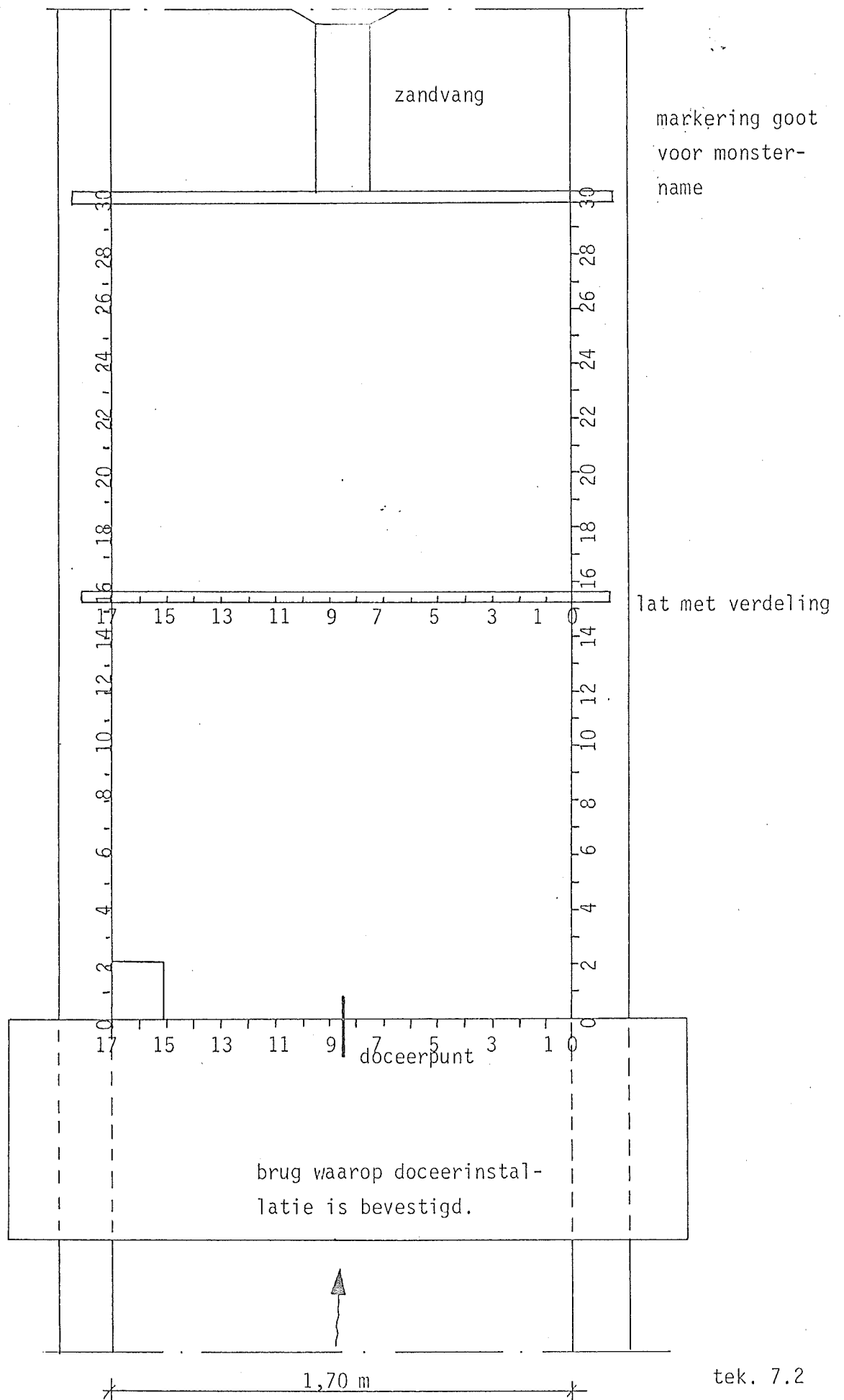


tek 7.1

7.1.3 Plaatsbepaling.

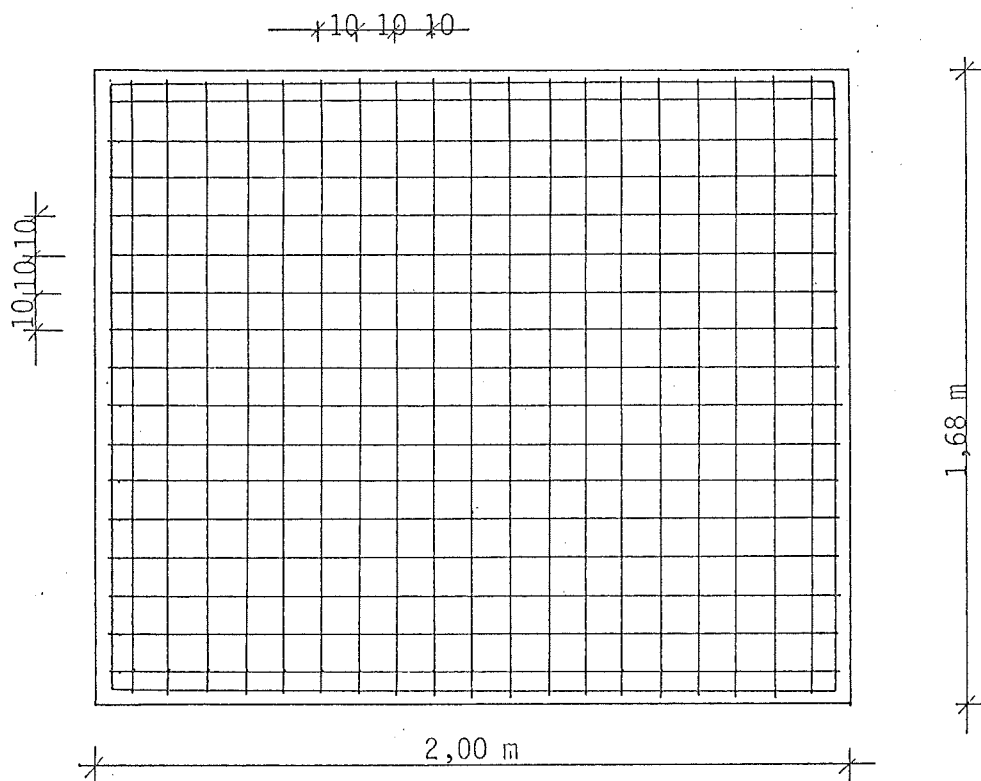
Op het model moeten markeringen worden aangebracht met fluorescerende verf, zodat op de foto's de verplaatsing van de tracers af te lezen is. Op de wanden van het model en op latten, welke, binnen het bereik van de camera, over het model liggen, worden maatlijnen getrokken. Ook wordt een stopnummer per foto in beeld gebracht (zie tek. 7.2.).

Voor het steken van monsters is ook een plaatsbepalingssysteem nodig. Dit kan m.b.v. een raamwerk met raster van touw. Wanneer dit tijdens een "stop" in het model gelegd wordt en in de kruising van twee snaren een monster gestoken wordt, is de plaats bekend door de nummers van de kruisende snaren. Deze nummers en



het stopnummer worden op het monster gezet (b.v. op kaartje met speld).

Voor raster zie tek. 7.3. Aan de hand van dit raster kan ook de positie van de duinen opgetekend worden.



tek. 7.3

7.2. Draaiboek.

Vooraf dient opgemerkt te worden dat met het steken van monsters niet bij de eerste stop al begonnen kan worden. Dit vanwege de voorwaarde dat monsters pas beoordeeld kunnen worden wanneer de tracers over de gehele transportdiepte verdeeld zijn. Dit is het geval wanneer één duin gepasseerd is, na ± 30 minuten stromen.

De volgorde van handelen zal er nu zo uit gaan zien:

± 20.00 u. start proef met stromen en injecteren.

20.05 u. stoppen (stop 1).

20.07 u. foto maken van tracers en intekenen van positie duinen.

20.15 u. start stromen en injecteren.

20.20 u. stop 2.

20.22 u. foto maken van tracers en intekenen positie duinen.

20.30 u. stromen en injecteren.

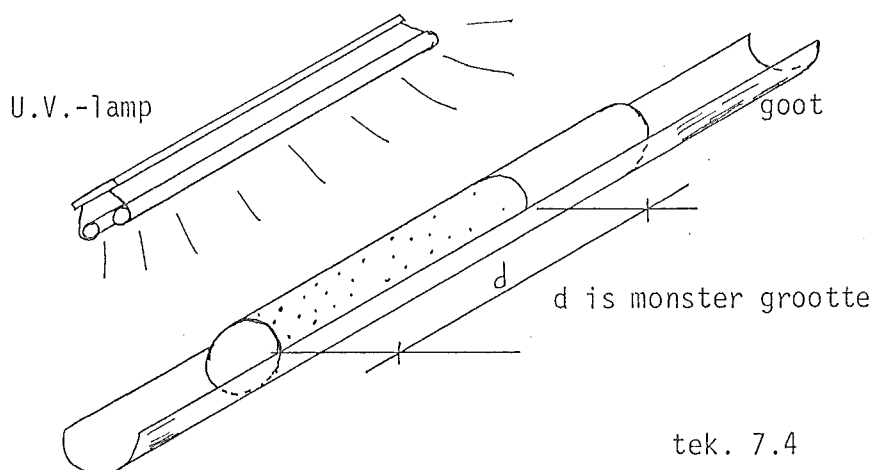
20.35 u. stop 3.
enz.
21.30 u. stromen en injecteren.
21.35 u. stop 7.
21.37 u. foto maken van tracer en optekenen positie duinen.
21.45 u. monsters nemen.
22.00 u. stromen en injecteren.
22.05 u. stop 8.
22.07 u. foto's maken van tracer en optekenen positie duinen.
22.15 u. stromen en injecteren.
enz.
23.37 u. foto maken van tracer en optekenen positie duinen.
23.45 u. proef ten einde.

Totale duur van de proef = 3.45 uur.

Totaal gestroomd = 1 uur.

7.3 Verwerking monsters.

Wanneer de gehele proef beëindigd is worden de monsters beschenen met U.V.-licht (zie tek. 7.4.).



tek. 7.4

Hierdoor is het gedeelte waarin zich tracers bevinden te bepalen. Dit is de transportdiepte. Het monster wordt ingekort tot de transportdiepte. De nu ontstane monsters worden gedroogd en gewogen. Als dit gebeurd is wordt voor ieder voorkomend monstergewicht ijkmonsters gemaakt. Dat betekent dat per verschillend monstergewicht a.h.v. ijkmonsters met verschillende concentraties ijkgrafieken

worden gemaakt als grafiek 4.1. De concentratie van het gestoken monster kan hieruit dan afgelezen worden.

De vergelijking tussen het uit monsters ontstane spreidingsbeeld en dat door foto's is dan mogelijk.

BIJLAGE 1.

TRACERPROEF.

Datum :

STOP NR.

TIJD

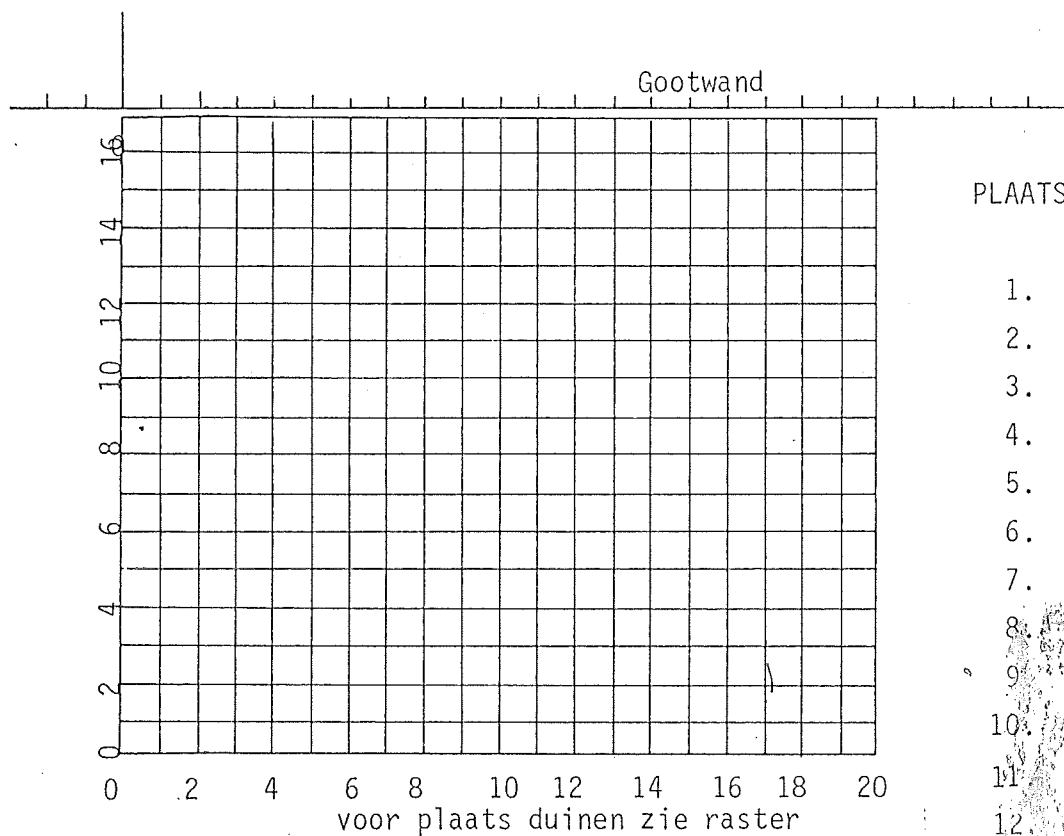
GESTROOMD

FOTO NR.

OPM.:

BEIIONSTERING .

STAND O T.O.V. GOOTWAND =



PLAATS NR. MONSTERS

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.

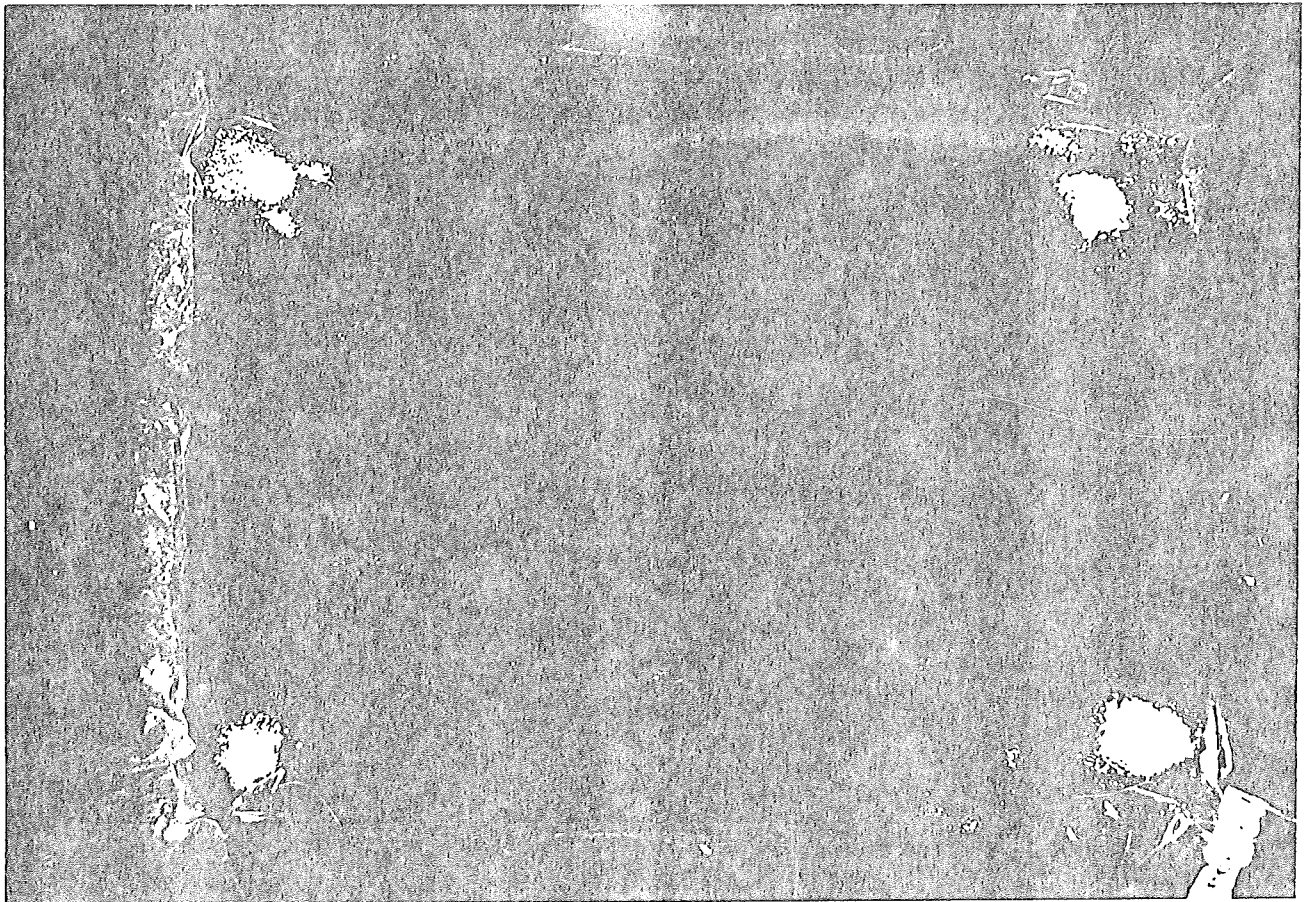


foto 1. belichting 5 min.

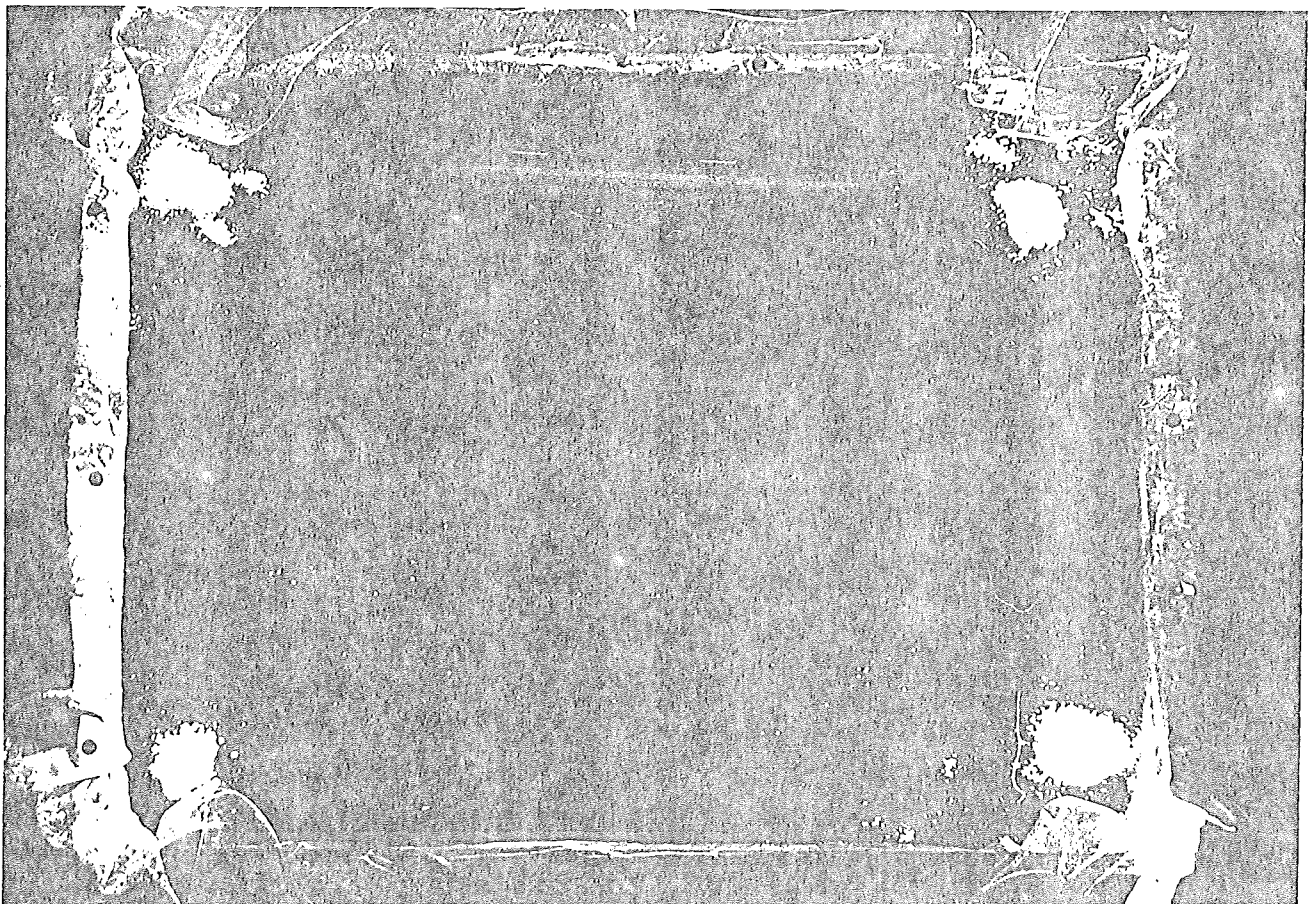


foto 2. belichting 20 min.