

centrum voor onderzoek waterkeringen

Infiltratieproef in het binnen-
talud van een kleidijk nabij
Zierikzee
S-75.046

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen
Januari 1980
Ing. E.H. van Velzen

Inhoudsopgave van nota S-75.046

<u>Inhoud</u>	<u>Blz.</u>
Bijlagenlijst	
1. Inleiding	1
2. Samenvatting en conclusies	2
3. Probleemstelling	3
4. De infiltratieproef	5
4.1. Algemeen	5
4.2. Randvoorwaarden	5
4.3. Voorbereidende proeven	6
4.4. Uitvoering van de infiltratieproef	7
5. Resultaten	8
6. Slotopmerkingen	11

Literatuurlijst

Infiltratieproef in het binnentalud van een kleidijk nabij
Zierikzee S-75.046

Korte inhoud

Bij infiltratieproeven in het binnentalud van een kleidijk is nagegaan of zich een voor de stabiliteit van het binnentalud gevaarlijke waterspanningssituatie kan ontwikkelen. Tevens is onderzocht of deze gevaarlijke waterspanningssituatie zich zo snel instelt dat golfoverslag een bedreiging vormt voor de stabiliteit van het binnentalud.

Uit de metingen blijkt dat infiltratie van het binnentalud kan leiden tot een voor de stabiliteit gevaarlijke waterspanning. De snelheid waarmee de waterspanningen in de buitenste laag oplopen is zo groot dat verwacht mag worden dat golfoverslag tot een voor de stabiliteit gevaarlijke waterspanningssituatie kan leiden.

Bijlagenlijst nota S-75.046

<u>Bijl.nr.</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Form./tek.nr.</u>
1	Situatie	A4/78.286
2	Ligging dwarsprofiel	A4/78.287
3	Opstelling infiltratieproef	4Z/78.288
4	Dwarsprofiel raai 16 Borrendamme	A3/78.289
5	Doorlatendheid bovenste laag	A4/78.290
6	Waterspanningen vóór infiltratie	A4/78.279
7	Verloop waterspanningen tijdens infiltratie	3Z/78.040
8	Verloop waterspanningen na infiltratie	4Z/78.162
9	Infiltratie per bak	A4/78.278
10	Totale infiltratie	3Z/78.282
11	Verloop waterspanningen in de tijd	A4/78.164
12	Afleiding veiligheidscoëfficiënt F	A4/78.281
	Fotobijlage	

1. Inleiding

In deze nota wordt een proef beschreven welke in mei 1975 op een schaarlijk nabij Zierikzee is gedaan met het doel het waterspanningsgedrag in de buitenste lagen van het binnentalud na te gaan indien water in het binnentalud wordt geïnfiltreerd. Het initiatief tot deze proef is afkomstig van de werkgroep "Waterbeweging in Dijken" van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen.

De werkgroep achtte een dergelijke proef van belang omdat de rapporten die door het Laboratorium voor Grondmechanica (1), Rijkswaterstaat (2 en 3) en de Deltacommissie (4) zijn opgesteld naar aanleiding van de stormramp van 1953 ondermeer als conclusie gaven dat veel beschadigingen en doorbraken moeten worden toegeschreven aan afschuivingen van het binnentalud door overstromend water. Volgens deze rapporten is vrijwel geen sprake geweest van aantasting van het binnentalud door erosie. De binnentaludafschuivingen worden daarom hoofdzakelijk geweten aan het optreden van hoge waterspanningen tengevolge van binnendringend water; de schuifweerstand wordt hierdoor zoveel verminderd dat afschuivingen kunnen optreden. De proef was dan ook opgezet als simulatie van het mogelijke bezwijkmechanisme tengevolge van infiltratie van overslaand water.

2. Samenvatting en conclusies

Het doel van de infiltratieproef was tweeledig.

- Nagaan of bij een kleidijk een voor de stabiliteit van het binnentalud gevaarlijke waterspanningssituatie kan ontstaan bij infiltratie van water in het binnentalud.
- Nagaan of deze waterspanningssituatie zich zo snel instelt dat golfoverslag een wezenlijke bedreiging vormt voor de stabiliteit van het binnentalud.

Dit laatste wordt geconstateerd in de rapporten naar aanleiding van de stormramp febr. 1953 (1, 2, 3).

De infiltratieproef werd uitgevoerd op een Oosterschelde dijk gelegen op Schouwen-Duiveland in het district Borrendamme.

Gedurende 5 uur werd continu geïnfiltreerd in het binnentalud.

Het infiltratievak strekte zich uit vanaf de kruinlijn tot halverwege het binnentalud en besloeg een oppervlakte van $5,5 \times 7 \text{ m}^2$.

Halverwege het binnentalud werden de waterspanningen continu geregistreerd m.b.v. 9 waterspanningsmeters welke op verschillende diepten onder het maaiveld waren aangebracht.

De conclusies kunnen als volgt worden samengevat:

- De resultaten van de infiltratieproef bevestigen het idee dat infiltratie van het binnentalud kan leiden tot een voor de stabiliteit "gevaarlijke" waterspanningssituatie.
De hypothese van ir. T. Edelman (3) dat vele kleidijken een goede doorlatende buitenschil hebben, stemt overeen met de resultaten van de infiltratieproef.
De betere doorlatendheid is bij golfoverslag de oorzaak van een grondwaterstromingssituatie die de stabiliteit van het binnentalud in gevaar brengt.
- De snelheid waarmee de waterspanningen in de buitenste laag oplopen is groot. Zo groot dat verwacht mag worden dat golfoverslag tot de eerder genoemde "gevaarlijke" waterspanningssituatie kan leiden.
- Om conclusies te kunnen trekken over de invloed van golfoverslag op de grondwaterstroming in de buitenste laag zal nog verder onderzoek aan dijken gedaan moeten worden waarbij de toestand van overslag beter nagebootst zal moeten worden dan bij deze proef het geval is geweest.

3. Probleemstelling

Uit berekeningen blijkt dat het effect van het binnendringende water een probleem is dat geheel bepaald wordt door de samenstelling van het dijklichaam. Gevaarlijke situaties met hoge waterspanningen kunnen zich alleen voordoen indien naar binnentoe de doorlatendheid van het dijklichaam afneemt, m.a.w. in de wat vreemd aandoende situatie dat de dijk afgedekt is met een laag die beter doorlatend is dan de kern van de dijk. Een dergelijke toestand is natuurlijk in strijd met de moderne opvattingen over dijkbouw, volgens welke een uit zand bestaand dijklichaam wordt afgedekt met een slecht doorlatende laag klei. De geringe hoeveelheid water die door de kleilaag heen kan dringen, kan gemakkelijk afgevoerd worden door het zandlichaam dat aanzienlijk meer doorlatend is. Het zandlichaam vormt feitelijk een drainage voor de kleilaag en voorkomt daardoor dat in de kleilaag noemenswaardige wateroverspanningen optreden. Indien er bovendien voor gezorgd wordt dat het water zich niet kan ophopen in het zandlichaam, bestaat er geen gevaar voor afschuivingen als gevolg van binnendringend water. De afdeklaag moet natuurlijk wel bestand zijn tegen de directe werking van overstromend water dus tegen erosie.

Geheel anders is de situatie indien een slecht doorlatende dijkkern is afgedekt met een relatief goed doorlatende laag. Het binnendringende water dat op deze slecht doorlatende kern stuit, zal gedwongen worden door de goed doorlatende buitenschil evenwijdig aan het talud af te stromen.

De goed doorlatende buitenschil kan in de loop der tijd zijn ontstaan indien de buitenlaag ten gevolge van invloed van het weer en het gewas (en eventueel gangen als gevolg van dierlijk leven) een bepaalde structuur heeft gekregen. De structuur, een gevolg van periodieke bevochtiging en uitdroging ('s winters is de grond verzadigd, 's zomers is de grond droger) leidt tot een veel grotere doorlatendheid en komt in het algemeen alleen in de wortelzone voor. Bij met gras begroeide dijken strekt deze structuurvorming zich uit tot minstens 1 m diepte.

Het bovenstaande beschreef ir. T. Edelman (3) als oorzaak voor het ontstaan van de naar verhouding meer doorlatende buitenschil waarbij zijns inziens bij golfoverslag een waterspannings-situatie kan ontstaan welke tot afschuiving van het binnen-

talud kan leiden.

Het is nu de vraag of de doorlatendheid van de "gescheurde" buitenschil zoveel groter is geworden dat het gevaarlijke stromingsbeeld in korte tijd kan ontstaan.

Met behulp van een eenvoudige infiltratieproef is getracht voor een specifiek geval een antwoord hierop te geven.

Uit berekeningen was eerder gebleken dat voor de beproefde dijk, ook bij bovengenoemde gevaarlijke stromingsbeeld, geen gevaar bestond voor stabiliteitsverlies.

4. De infiltratieproef

4.1. Algemeen

De infiltratieproef werd uitgevoerd op een Oosterscheldedijk, gelegen op Schouwen-Duiveland in het district Borrendamme, nabij Zierikzee (zie bijlage 1 en 2).

Om een infiltratie op het binnentalud van een dijk met een helling 1:1,85 te realiseren werd als het ware een trap van waterbakken aangelegd (zie bijlage 3 en fotobijlage foto 1). De opstaande zijden (ca. 0,35 m hoog) van de treden werden gevormd door stalen strippen die voldoende diep in het talud werden geplaatst.

Het totale infiltratievak bestond uit 3 naast elkaar liggende trappen van elf treden (bakken).

Bij de middelste trap werden hoeveelheden infiltrerend water gemeten. De buitenste twee trappen dienden om randeffecten bij de meting te voorkomen.

4.2. Randvoorwaarden

Op de plaats waar de infiltratieproef is uitgevoerd is eveneens onderzoek verricht naar de grondwaterbeweging door het dijklichaam van een zeedijk en zijn ondergrond, zowel tengevolge van de getijbeweging als tengevolge van extreem hoge buitenwaterstanden.

Dit onderzoek is beschreven in de nota S-72.105 van het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen.

In de proefdijk is daarom uitgebreid grondmechanisch onderzoek verricht.

De resultaten van dat onderzoek zijn weergegeven in de nota "Grondmechanisch onderzoek in een kleidijk nabij Zierikzee". S-72.105a van het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen.

Van de gegevens uit deze nota is voorzover van toepassing gebruik gemaakt.

In bijlage 4 is de grondgesteldheid weergegeven van het betreffende dijkvak. Op bijlage 5 is de doorlatendheid in de bovenste laag aangegeven, bepaald in het laboratorium.

Uit het grondmechanisch onderzoek is gebleken dat het dijklichaam vrijwel geheel verzadigd was met water, dat voornamelijk af-

komstig is van neerslag. De dijk bevat als het ware een grote zoetwaterbel.

De freatische lijn in het kleilichaam ligt erg hoog. Ter plaatse van de kruin bevindt deze zich op NAP + 4 m (polderpeil \pm NAP - 2 m). Dit is 2,5 m beneden de kruinhoogte. Deze hoogte van de freatische lijn kan met enige centimeters neerslag per jaar in stand gehouden worden.

De waterspanningsmeters in het zand beneden de kleidijk geven de getijbeweging met enige vertraging en demping weer.

In het kleilichaam zelf is deze getijbeweging niet meer waarneembaar. Ook bij opgetreden hoogwaterstanden werden in het kleilichaam geen verhogingen van waterspanningen waargenomen. Het waterspanningsgedrag tijdens maar ook voor de infiltratieproef werd nagegaan met behulp van 9 waterspanningsmeters welke halverwege het talud waren geplaatst onder het gebied waar geïnfiltrteerd werd (zie bijlage 3). De waterspanningsmeters waren van het inductieve type HP (ontwikkeld door het Laboratorium voor Grondmechanica) en konden capillaire waterspanningen registreren. De meters waren ongeveer drie weken voor de uitvoering van de infiltratieproef geplaatst. Drie meters waren op 1 m diepte geplaatst, drie op 1,5 m en 3 op 2 m diepte. Op elke diepte zijn 3 meters geplaatst om bij defecten aan een of meerdere meters toch bruikbare resultaten te verkrijgen.

4.3. Vorbereidende proeven

Ter voorbereiding op de infiltratieproef zijn een aantal proeven uitgevoerd met het doel om enerzijds een indruk te krijgen van de verticale doorlatendheid van de buitenste laag en anderzijds een indruk te krijgen van de totale hoeveelheid te infiltreren water om de benodigde pompcapaciteit te kunnen vaststellen.

Op diverse plaatsen in het talud en op de kruin zijn infiltratiemetingen uitgevoerd. Op de kruin werd dit gedaan door twee ringen gedeeltelijk in de grond te drukken en daarin een constant waterniveau te handhaven. In de binnenste ring werd de infiltratie gemeten, de buitenste ring diende om randeffecten te voorkomen. In het talud is het voorkomen van randeffecten door toepassing van een tweede ring niet mogelijk daarom zijn daar een zestal (in één geval negen) bakken onder elkaar geplaatst op diverse plaatsen in het talud (zie foto-

bijlage foto 2).

De infiltratie vond op dezelfde wijze plaats als de in 4.1. beschreven infiltratieproef.

In het talud en op de kruin is de infiltratie ook met een enkele ring gemeten (zie fotobijlage foto 3). De verticale doorlatendheid in het talud bleek $2 \text{ à } 7 \cdot 10^{-5}$ m/s te zijn. De doorlatendheid op de kruin en hoog in het talud was aanzienlijk kleiner dan de doorlatendheid in het midden van het talud en lager.

De kruin zelf was bijna als dicht te beschouwen.

4.4. Uitvoering van de infiltratieproef

Op 27 mei 1975 werden om 9.20 uur de infiltratiebakken achter-eenvolgend met water gevuld.

Het handhaven van het waterniveau in de bakken gebeurde m.b.v. jerrycans (zie fotobijlage foto 4).

Zodra het water gezakt was beneden de kraan van de jerrycan stroomde het water uit de jerrycan in de bak totdat het niveau zich weer boven de opening van de kraan bevond (zie fotobijlage foto 5). In de jerrycan heerste dan een onderdruk die uitstroming verhinderde.

De hoeveelheden geïnfiltreerd water per bak werd vastgesteld door het aantal jerrycans te tellen die in de bak werden geleegd.

Na 3 uur infiltreren werd geen water meer aan de bakken toegevoegd.

Na 5 uur en 20 minuten werden alle bakken geleegd, door de bakken op te lichten en het water over het talud af te laten stromen.

De waterspanningen werden nog $1\frac{1}{2}$ uur na het legen van de bakken continu geregistreerd.

Daarna werden de waterspanningen met tussenpozen van enkele uren tot enkele dagen afgelezen.

5. Resultaten

De registraties van de 9 waterspanningsmeters in de periode voorafgaande aan de infiltratie zijn weergegeven op bijlage 6. Alle meters bleken capillaire spanningen te registreren. De kleine verschillen die optraden gedurende de 3 weken voorafgaande aan de infiltratie zijn, afgezien van meet-onnauwkeurigheid van het instrument, te verwachten bij metingen in het capillaire gebied. In deze periode is geen regen van enige betekenis gevallen. De freatische lijn bevond zich op ongeveer MV - 2,2 m ter plaatse van de meters. Op bijlage 7 is het gedrag van de waterspanningen tijdens de infiltratie weergegeven en op bijlage 8 het gedrag na afloop van de infiltratie.

De meters op rij 1 reageren, zoals verwacht, sneller op de infiltratie dan de meters op rij 2. De meters op rij 2 zijn iets verder van het infiltratievak gelegen.

Na enige tijd blijken de meters waarden te registreren welke nauwelijks veranderen. Alleen de waterspanningsmeters op 2 m diepte vertonen dit beeld niet.

De waterspanningsmeters blijven hier oplopen ook nog enige tijd na afloop van de infiltratie.

Een tweetal waterspanningsmeters vertonen een afwijkend gedrag. Waterspanningsmeter H blijft in registratie iets achter bij de meters B en F welke op dezelfde diepte zijn geplaatst. Het is mogelijk dat deze meter niet op exact dezelfde diepte is geplaatst als de meters B en F.

Meter C geeft na 40 minuten een plotselinge daling te zien welke in de hele verdere meting zichtbaar blijft. Deze daling is moeilijk te verklaren. Tijdens en na de proef is geen water geconstateerd op het talud onder het infiltratievak.

De infiltratie-hoeveelheden zijn op bijlage 9 en 10 weergegeven. Bijlage 9 geeft de infiltratie-hoeveelheid per bak als functie van de tijd. Bijlage 10 geeft de totale infiltratie als functie van de tijd.

Opvallend is dat in een aantal bakken de infiltratie na verloop van tijd stopt. De totale infiltratie blijft echter constant. Blijkbaar neemt een aantal bakken, welke later gevuld zijn, de functie van die bakken over.

Uit de gemeten hoeveelheden infiltratie kan op eenvoudige wijze

een indruk worden verkregen van de doorlatendheden van de bovenste laag.

Bij het begin van de infiltratie is uit het debiet per bak de k-waarde berekend. Daarbij werd verondersteld dat in die fase van infiltreren nog sprake was van verticale indringing en is het verhang 1 gesteld. De zo gevonden k-waarde bedroeg $3 \text{ à } 6 \cdot 10^{-5}$ m/s.

In een stadium waarbij de waterspanningen in de bovenste 1,5 m nauwelijks meer veranderden is de k-waarde bepaald uit het totale debiet. Dit debiet werd verondersteld af te stromen door de bovenste laag van 1,5 m evenwijdig aan het talud.

Het verhang wordt daarbij bepaald door de taludhelling. De op deze wijze gevonden k-waarde bedroeg $5 \text{ à } 10 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Deze doorlatendheidscoëfficiënten wijken veel af van de coëfficiënten gegeven in het grondmechanisch rapport, k vert. $1,4 \cdot 10^{-6}$ m/s en k hor. $3,6 \cdot 10^{-8}$ m/s.

Nu geeft een dergelijke laboratoriumproef een weinig reëel beeld van de werkelijke doorlatendheid in de bovenste laag. Het is waarschijnlijk dat een dergelijke proef is uitgevoerd op een ongescheurd monster, terwijl juist de scheurvorming een belangrijke oorzaak is van de grotere doorlatendheid.

Op bijlage 11 is weergegeven hoe snel de waterspanningen in de buitenste 1,5 m oplopen als gevolg van het infiltreren.

Met name in de buitenste 1,5 m treedt de waterspanningsverhoging als gevolg van de infiltratie zeer snel op. Dieper in de kleilaag wordt de invloed van de infiltratie steeds minder waargenomen.

De slechte doorlatendheid in combinatie met de elastische berging in de klei is er de oorzaak van dat bij infiltratie de waterspanningen in de kleikern zich niet of nauwelijks aanpassen.

Opvallend is het bij benadering hydrostatische verloop van de waterspanningen tussen MV - 1,00 m en MV - 1,50 m. In een isotrope laag is bij evenwijdige stroming aan het talud een dergelijke drukverdeling niet te verwachten. Anisotropie van de verweerde bovenlaag kan een mogelijke oorzaak zijn van dit hydrostatische verloop.

Een eenvoudige berekening geeft een indicatie van de invloed van de "gevaarlijke" waterspanningssituatie op de stabiliteit. Bij deze berekening is het talud als oneindig lang beschouwd en worden glijvlakken bekeken evenwijdig aan het talud. Aan de veiligheidscoëfficiënt als zodanig moet daarom weinig waarde worden gehecht behalve als indicatie voor de teruggang van de veiligheid als gevolg van de hogere waterspanningen. Op bijlage 12 is de veiligheidscoëfficiënt F afgeleid, dit resulteerde in:

$$F = \frac{bd (\gamma_g - \gamma_w) \cos \alpha \operatorname{tg} \phi + c}{bd \gamma_g \sin \alpha}$$

hierin is

- b = 1 m,
- d = variabel (zie onderstaande tabel),
- $\gamma_g = 19 \text{ kN/m}^3$ (uit S-72.105a),
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$,
- c = 6 kN/m (uit S-72.105a),
- $\phi = 25^\circ$,
- $\alpha = 28,4^\circ$.

In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven bij verschillende diepten van het glijvlak.

	d=0,25 m	d=0,50 m	d=0,75 m	d=1,00 m
F bij stroming // talud	3	1,68	1,24	1,02
F bij droog talud	4,62	2,69	2,05	1,73

Bij de berekening van het droge talud is de gunstige werking van de capillaire waterspanning buiten beschouwing gelaten.

6. Slotopmerkingen

Bij de infiltratieproef is gedurende ca. 5 uur continu geïnfiltrerd. Van simulatie van golfoverslag is hierbij geen sprake geweest.

In geval van overslag zal er infiltratie over het gehele buitentalud plaatsvinden en in de periode waarin overslag te verwachten is zal de gehele buitenschil van het binnentalud waarschijnlijk verzadigd zijn met water. Dit zijn factoren welke de waterspanning sneller doen oplopen dan bij de nu uitgevoerde infiltratieproef het geval was.

Omdat bij golfoverslag met tussenpozen water over het binnentalud stroomt is het de vraag of de snelheid waarmee de waterspanningen oplopen, de afloop tengevolge van afstroming door de goed doorlatende laag overheerst. Bij welke intensiteit zal de overslag cumulatief werken op het effect van de voorgaande?

In het verleden heeft de veronderstelde correlatie tussen de stabiliteit van het binnentalud enerzijds en de over de kruin stromende hoeveelheid water anderzijds geleid tot het 2% overslagcriterium.

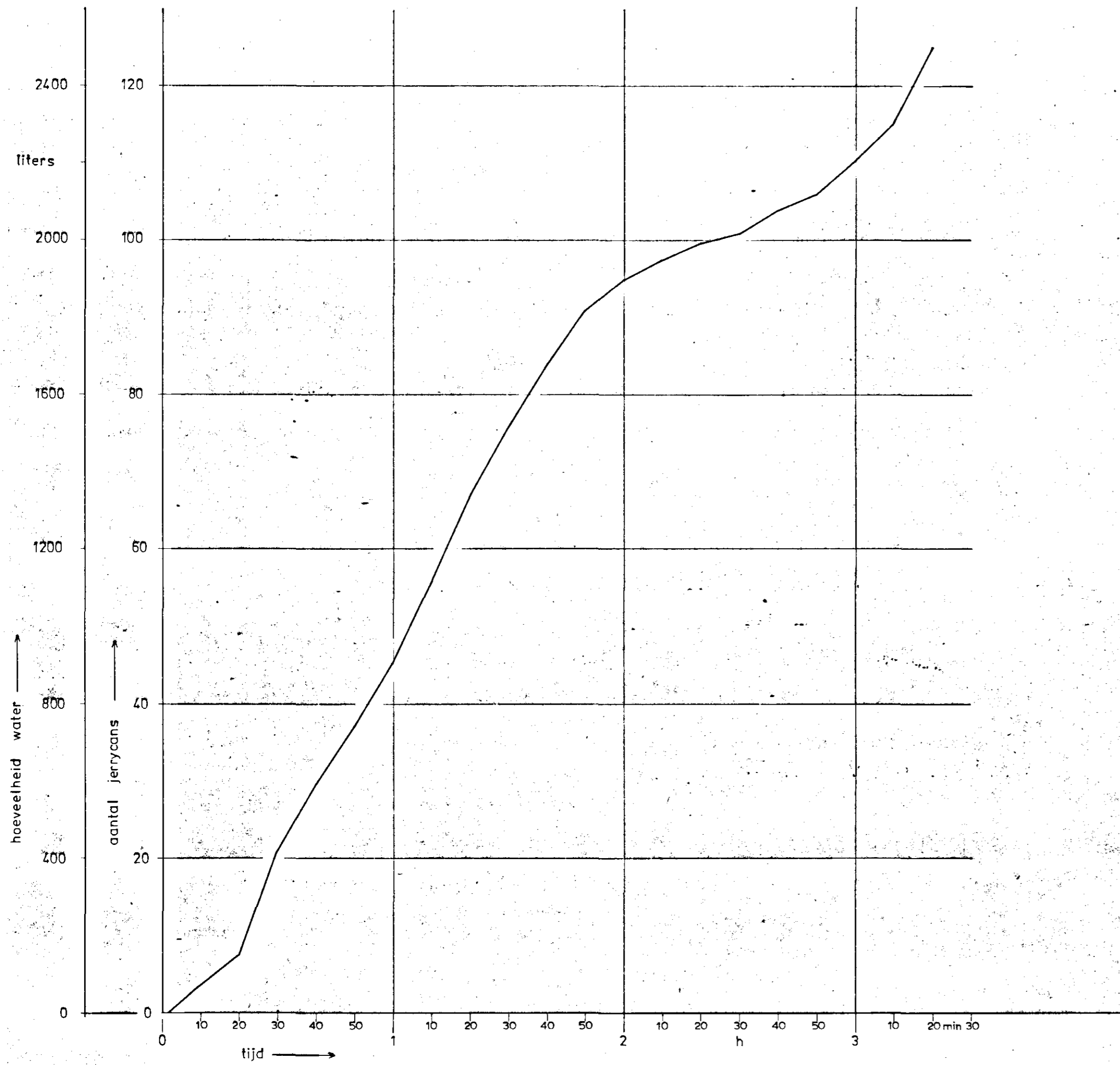
Of bij dit criterium de overslag inderdaad niet meer tot gevaarlijke grondwaterstromingssituaties kan leiden is niet bekend.

Om deze vragen enigszins te kunnen beantwoorden zal onderzoek nodig zijn aan dijken waarbij de overslag beter nagebootst moet worden dan in deze proef het geval is geweest.

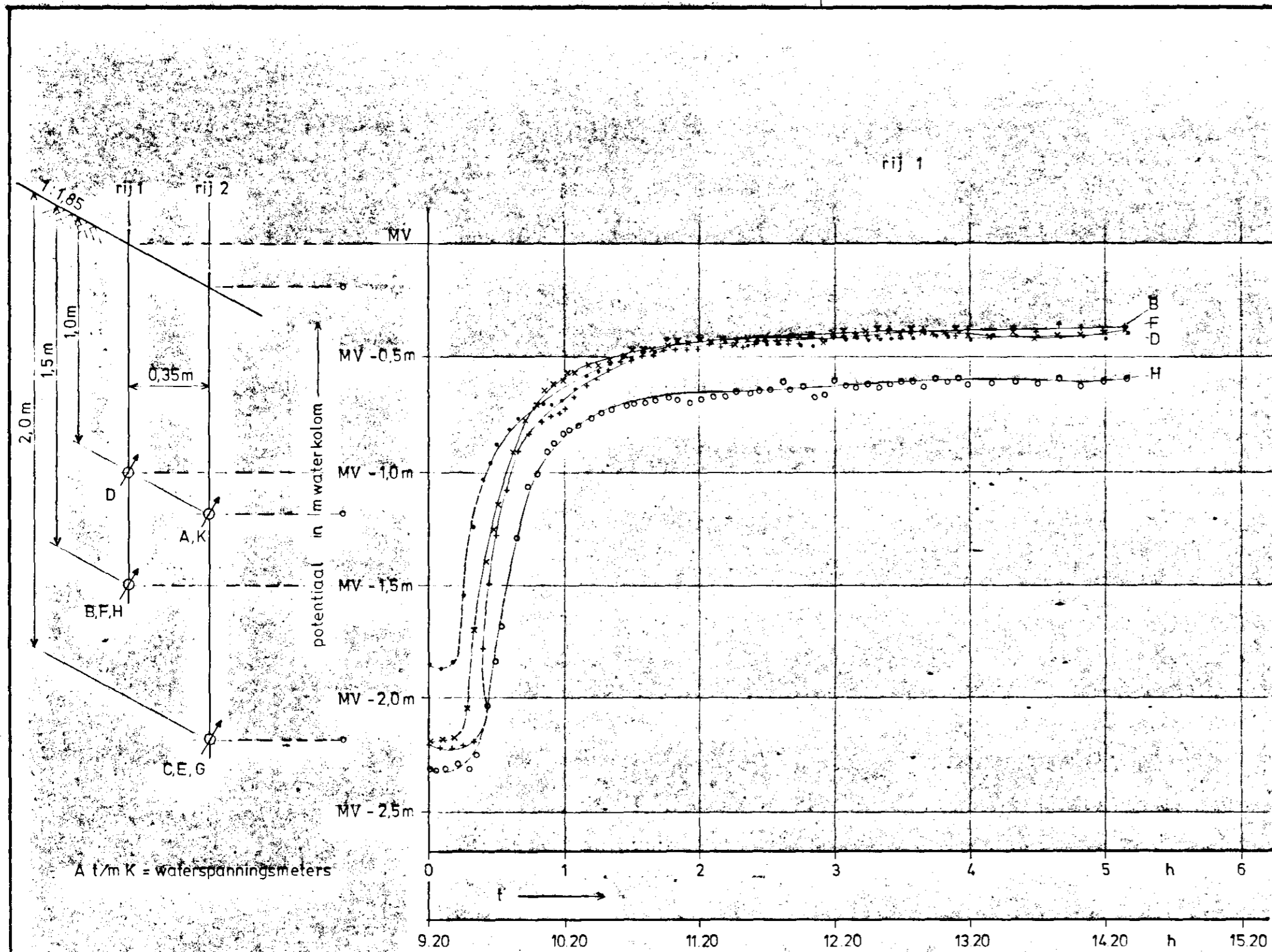
Een dergelijk onderzoek is momenteel bij het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen in voorbereiding.

Literatuur

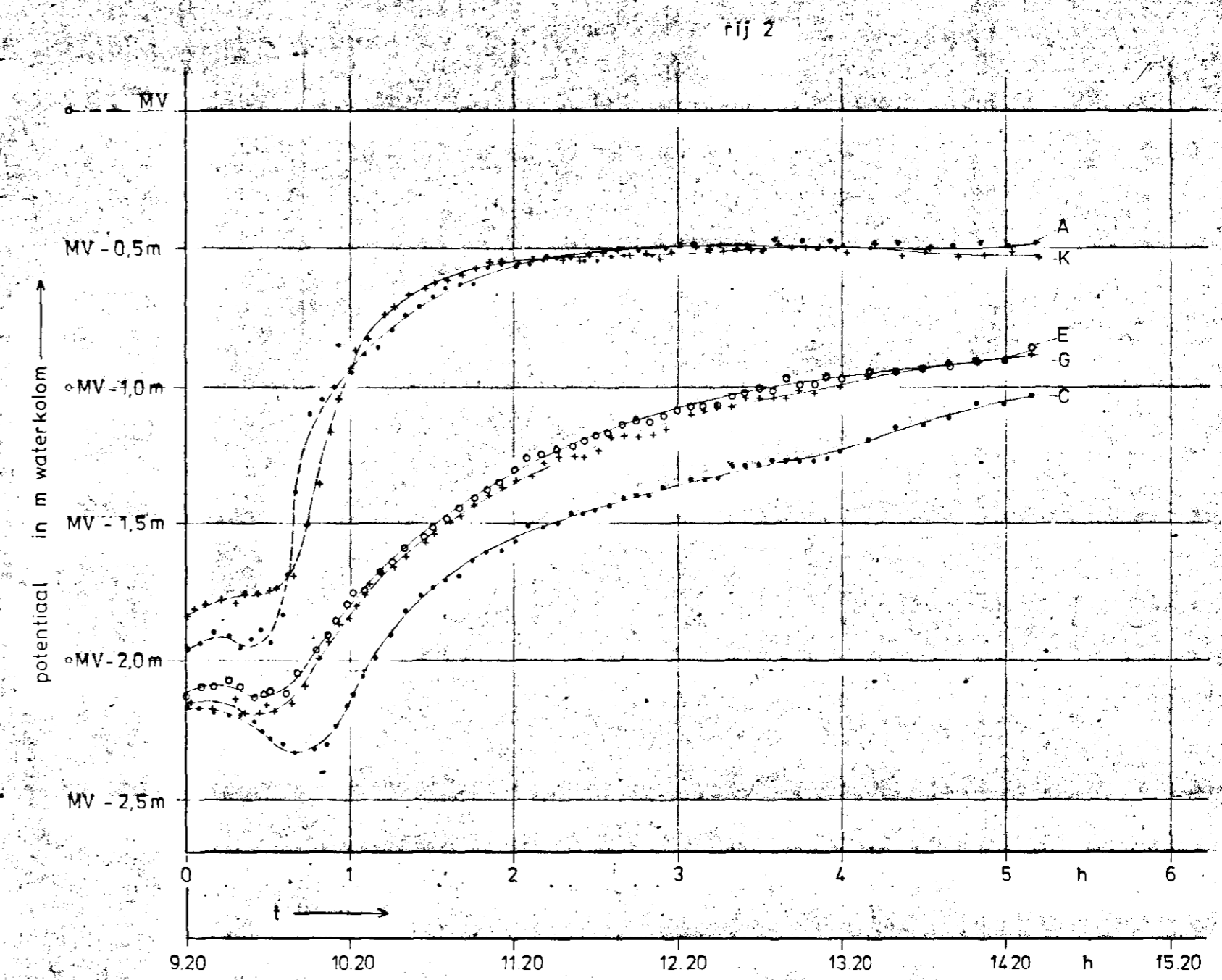
1. Onderzoek naar de oorzaken van dijkbeschadigingen ten gevolge van de stormvloed van 1 februari 1953, alsmede conclusies uit dit onderzoek,
ir. K. Joustra, Laboratorium voor Grondmechanica.
2. Verslag over de stormvloed 1953,
Rijkswaterstaat.
3. Onderzoek betreffende het bezwijken der zeedijken tijdens de stormvloed van 1 februari 1953,
ir. T. Edelman.
4. Rapport Deltacommissie, deel 6.



TOTALE INFILTRATIE			BIJLAGE 10	
ZIERIKZEE			SCHAAL -	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	3Z
		vdl 878		

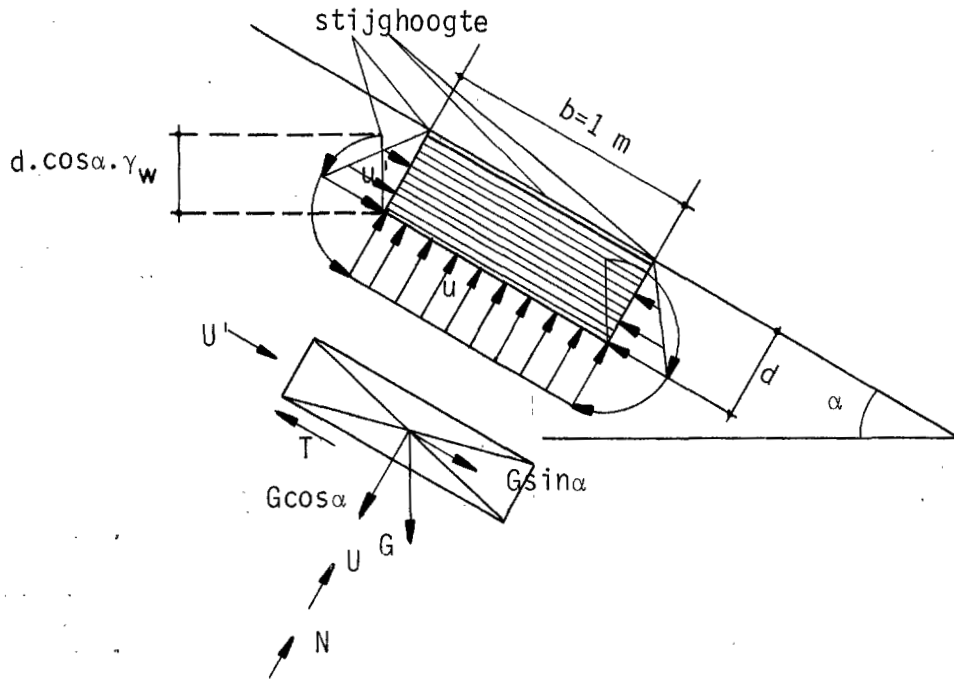


--- gemeten onderdruk } door waterspanningsmeters
 — gemeten overdruk }



VERLOOP WATERSPANNINGEN TIJDENS INFILTRATIE			BIJLAGE 7	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN			SCHAAL 1:20	
gew	get	gez	3Z	WERKNR. S-75.046 TEK. NR. 78.040
vd1	578			

Er wordt een grondelementje bekeken met een lengte van 1 m loodrecht op het vlak van de tekening.



u, u'	waterspanningen op grondelement	N/m^2
α	taludhelling in graden	
d	dikte grondelement	m
b	breedte grondelement	m
U, U'	krachten resulterend uit waterspanningen	N/m
T	schuifkracht	N/m
N'	normaalkracht op grondelement	N/m
γ_g	volumegewicht grond	N/m^3
γ_w	volumegewicht water	N/m^3
G	gewicht grondelement = $bd\gamma_g$	N/m

$$F = \text{veiligheidscoëfficiënt} = \frac{T'}{T} = \frac{\text{maximaal mogelijke schuifkracht}}{\text{optredende schuifkracht}}$$

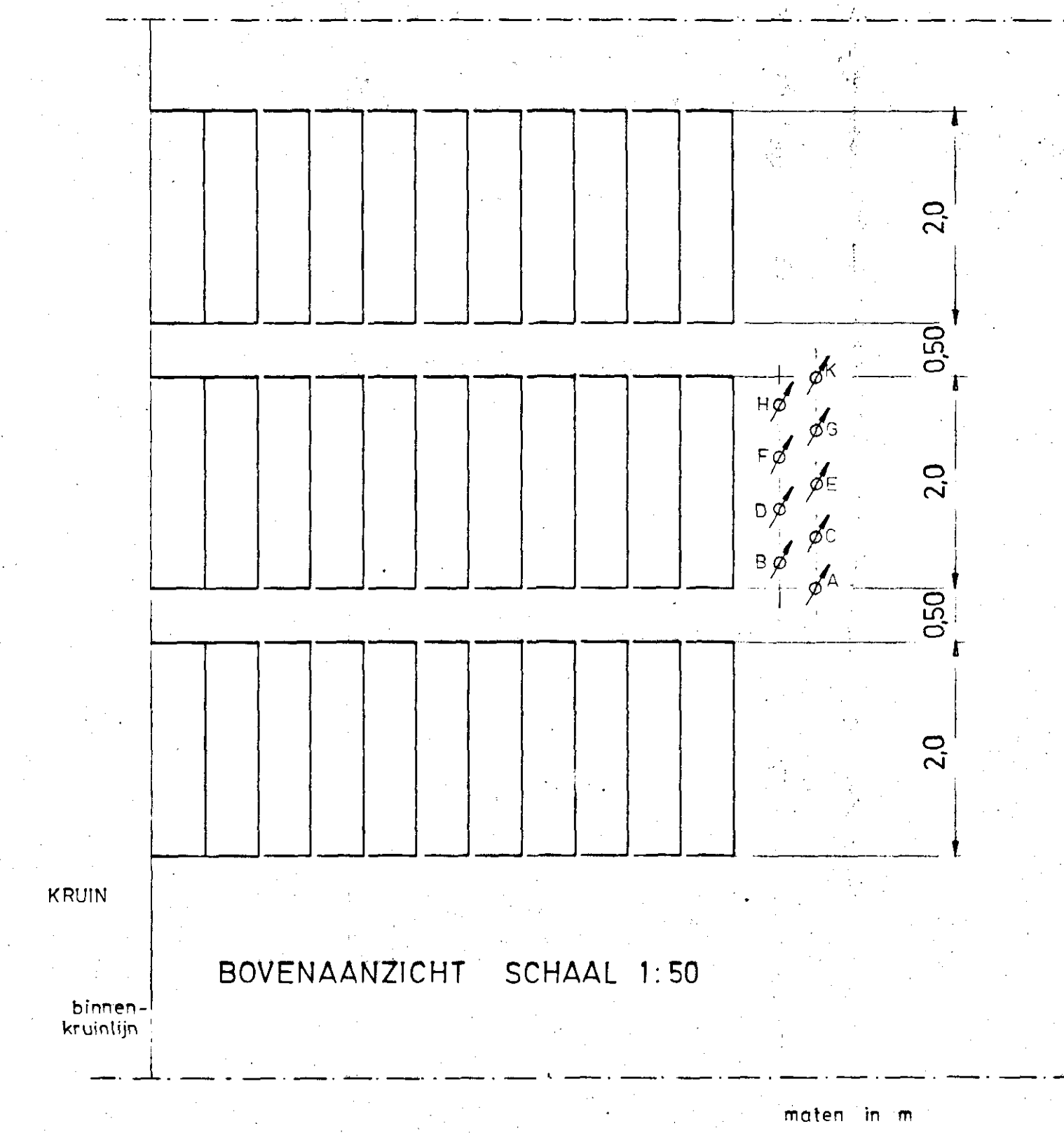
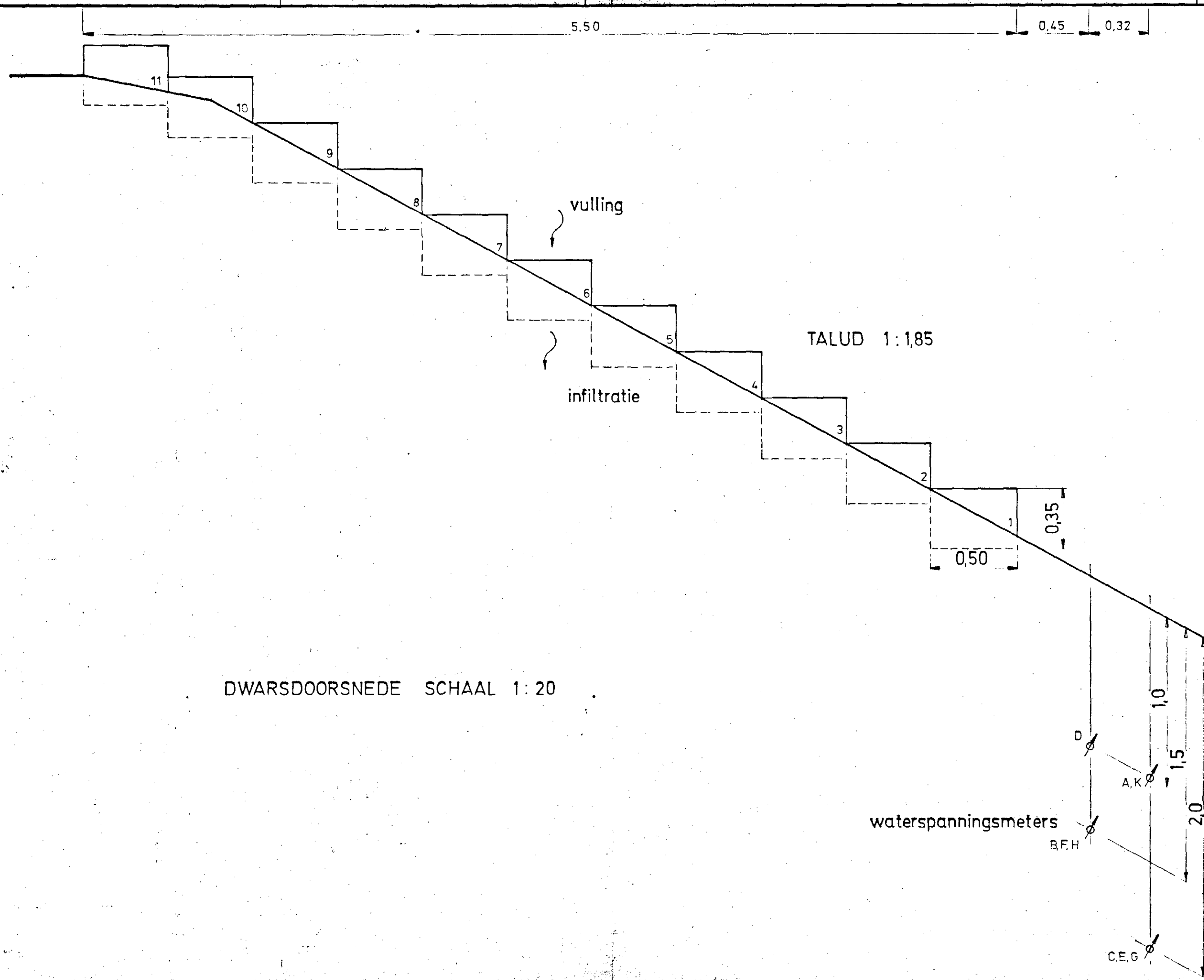
$$T' = N \operatorname{tg} \phi + c \quad N/m \quad \left\{ \begin{array}{l} N = G \cos \alpha - U = bd \gamma_g \cos \alpha - bd \gamma_w \cos \alpha \quad N/m \\ \phi = \text{hoek van inwendige wrijving in graden} \\ c = \text{cohesie} \quad N/m \end{array} \right.$$

$$T = G \sin \alpha + U' \quad N/m \quad \text{voor evenwijdige stroming } U' = 0$$

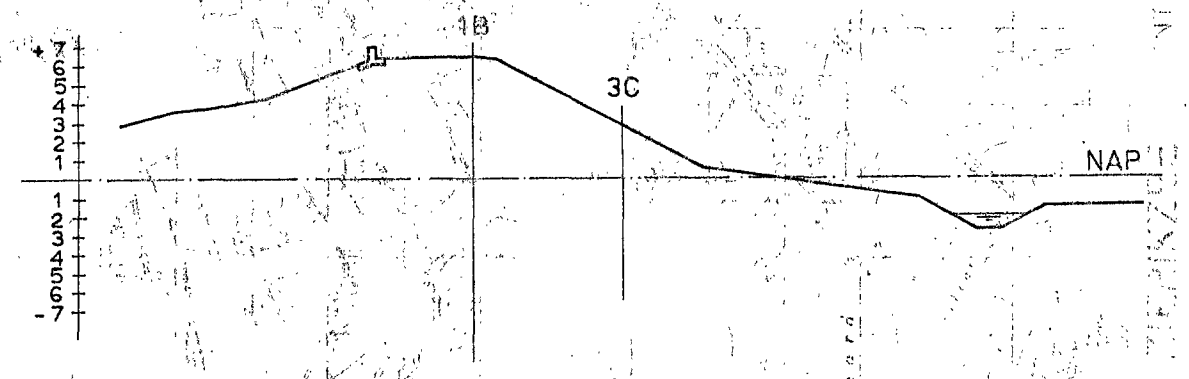
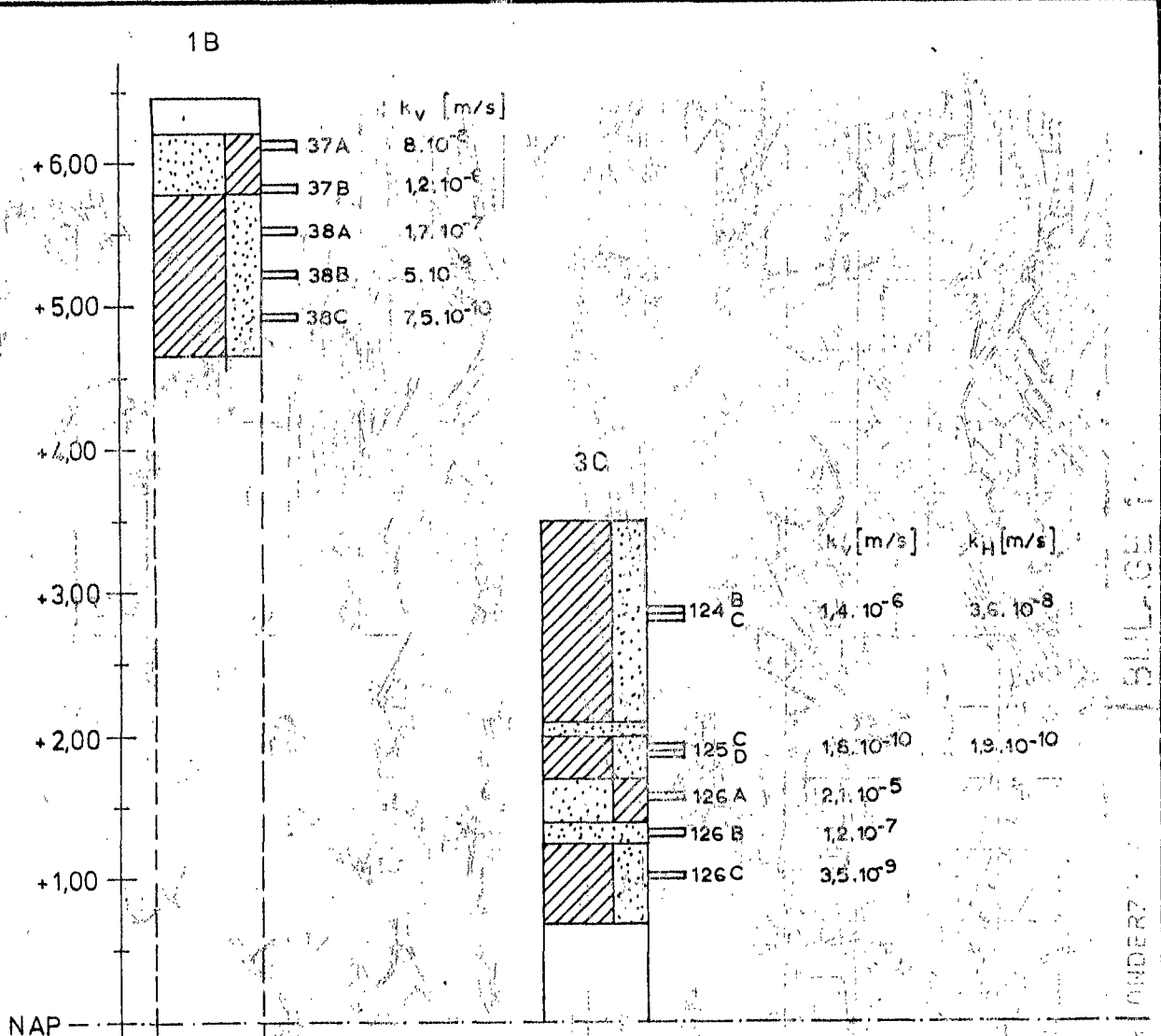
hieruit volgt:

$$F = \frac{bd (\gamma_g - \gamma_w) \cos \alpha \operatorname{tg} \phi + c}{bd \gamma_g \sin \alpha}$$

afleiding veiligheidsfactor F
ZIERIKZEE



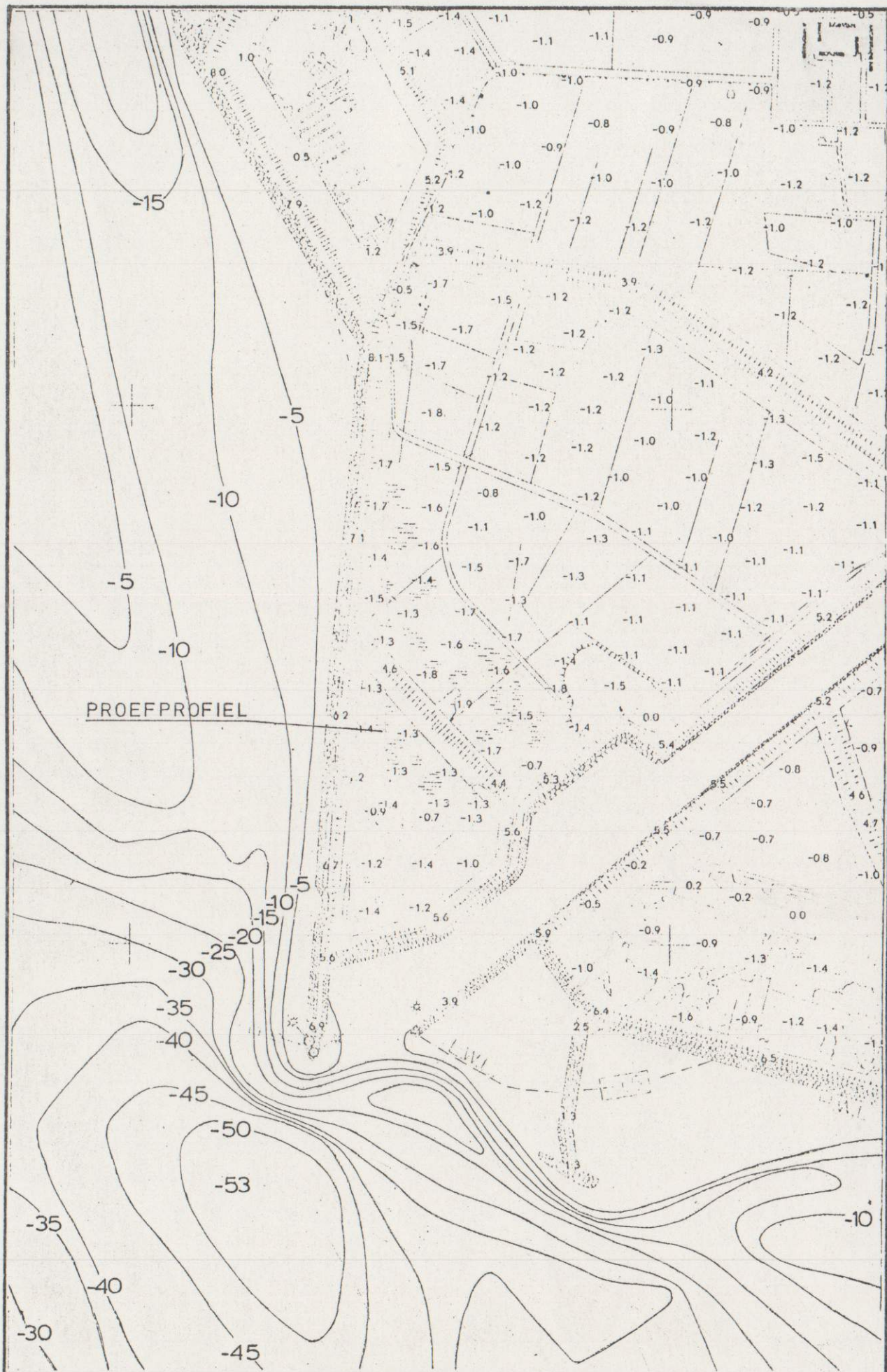
OPSTELLING INFILTRATIEPROEF				BIJLAGE 3	
ZIERIKZEE				SCHAAL 1:20/ 1:50	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	4Z	WERKNR. S-75 046 TEK. NR. 78 288
		vd1 878			





zie bijlage 2

<p>INFILTRATIEPROEF SITUATIE - SCHAAAL 1 : 100.000</p>	<p>ZIERIKZEE</p>	<p>CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN</p>	<p>BIJLAGE 1 WERKNR. S-75.046</p>	<p>TEK.NR. A4 - 78.286</p>
---	-------------------------	---	--	----------------------------



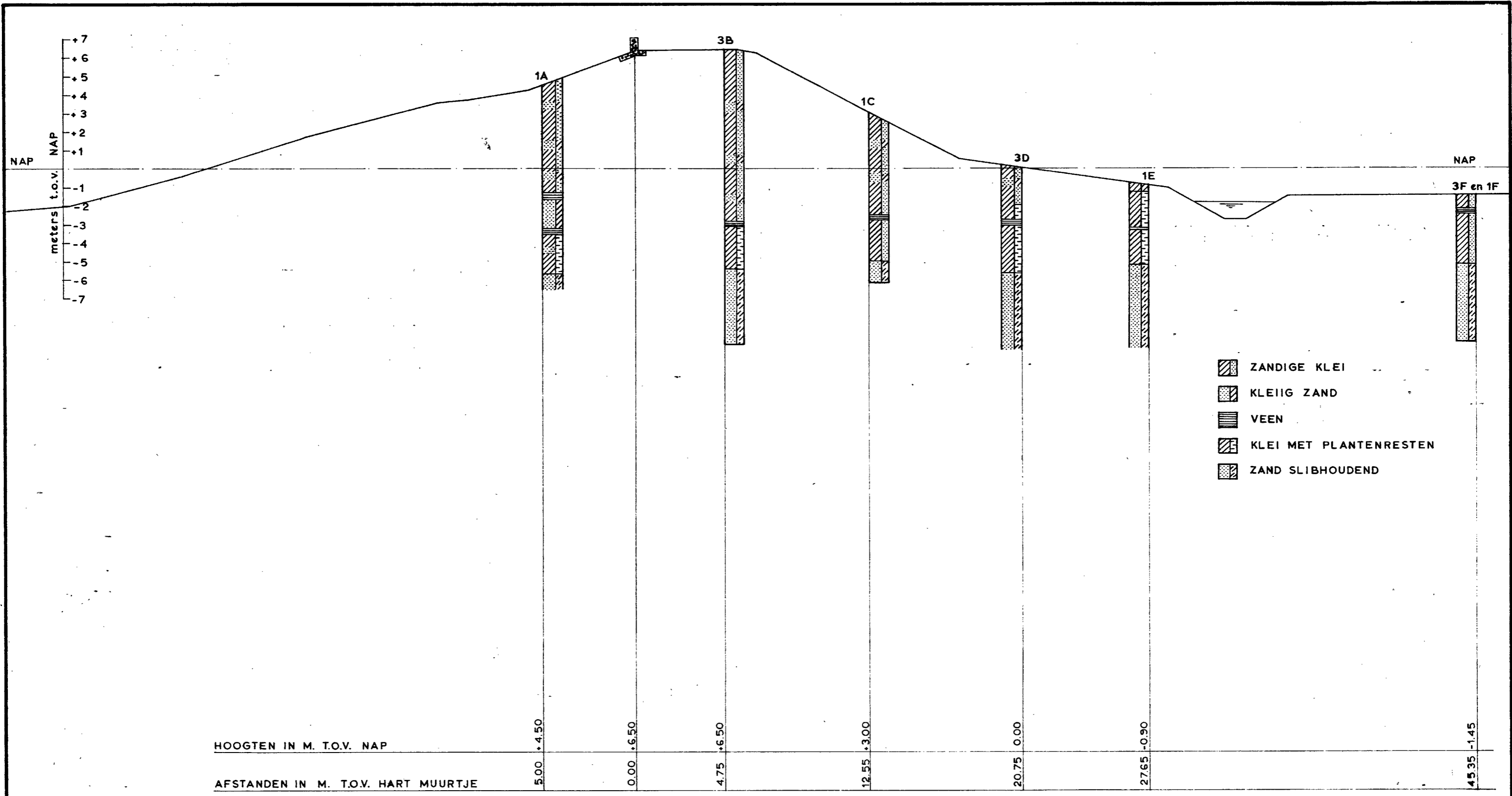
LIGGING DWARSPROFIEL

SCHAAL 1:10.000

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

BIJLAGE 2
get. vdl 878 gez.

werknr. S-75.046
tek.nr. A4-78.287

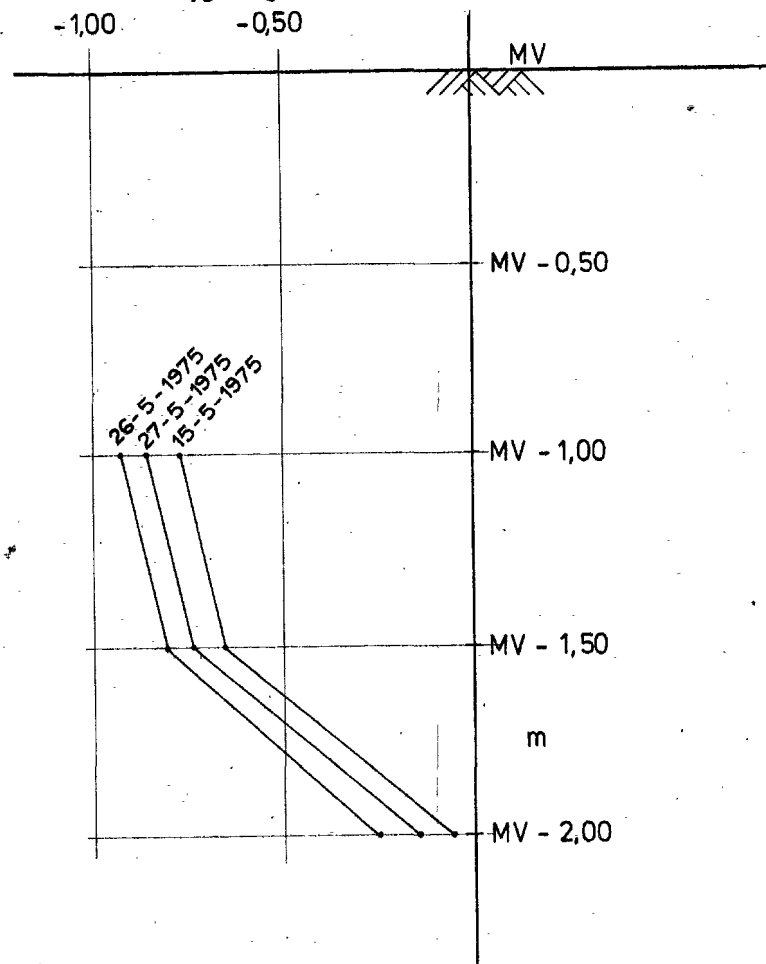


DWARSPROFIEL RAAI 16 BORRENDAMME VEREENVOUDIGDE INTERPRETATIE VAN BORINGEN			BIJLAGE 4	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN			SCHAAL 1: 200	
	gem	get	gez	A3 WERKNR S-75.046 TEK. NR. 78.289
		vdl 678		

stijghoogte in m waterkolom

Datum	hoogte filter mv - 1,00 m			gemiddeld
	A	D	K	
15-5-'75	-0,80	-0,80	-0,70	-0,77
26-5-'75	-0,98	-0,90	-0,91	-0,93
27-5-'75	-0,92	-0,85	-0,82	-0,86
	hoogte filter mv - 1,50 m			
	B	F	H	
15-5-'75	-0,60	-0,63	-0,75	-0,66
26-5-'75	-0,72	-0,80	-0,92	-0,81
27-5-'75	-0,70	-0,70	-0,82	-0,74
	hoogte filter mv - 2,00 m			
	C	E	C	
15-5-'75	-0,12		-0,05	-0,06
26-5-'75	-0,27	-0,24	-0,25	-0,25
27-5-'75	-0,18	-0,10	-0,15	-0,14

← stijghoogte in m waterkolom
-1,00 -0,50



WATERSPANNINGEN VÓÓR INFILTRATIE

ZIERIKZEE

CENTRUM VOOR ONDERZOEK

WATERKERINGEN

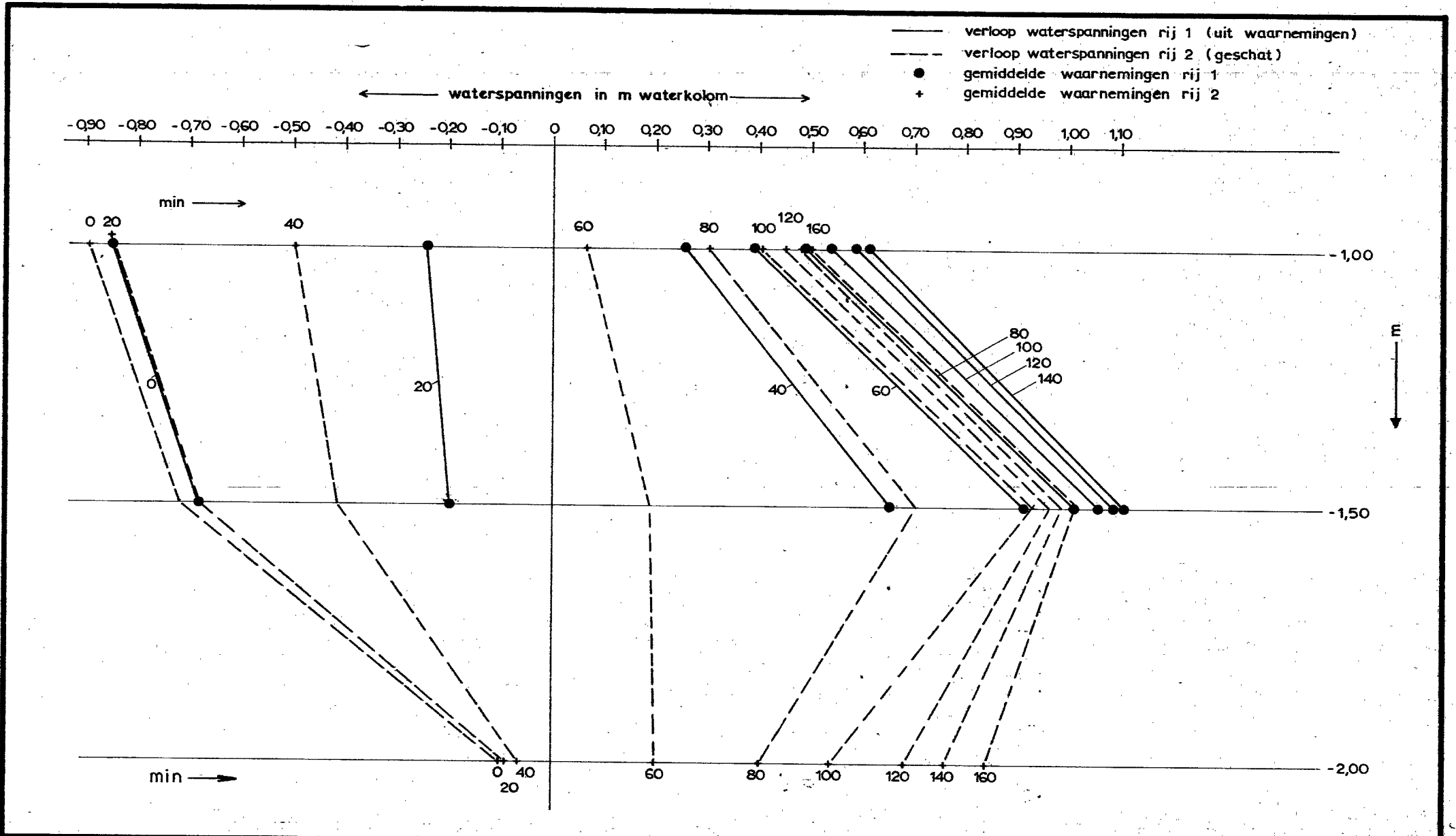
BIJLAGE 6

get.vdl 878

gez.

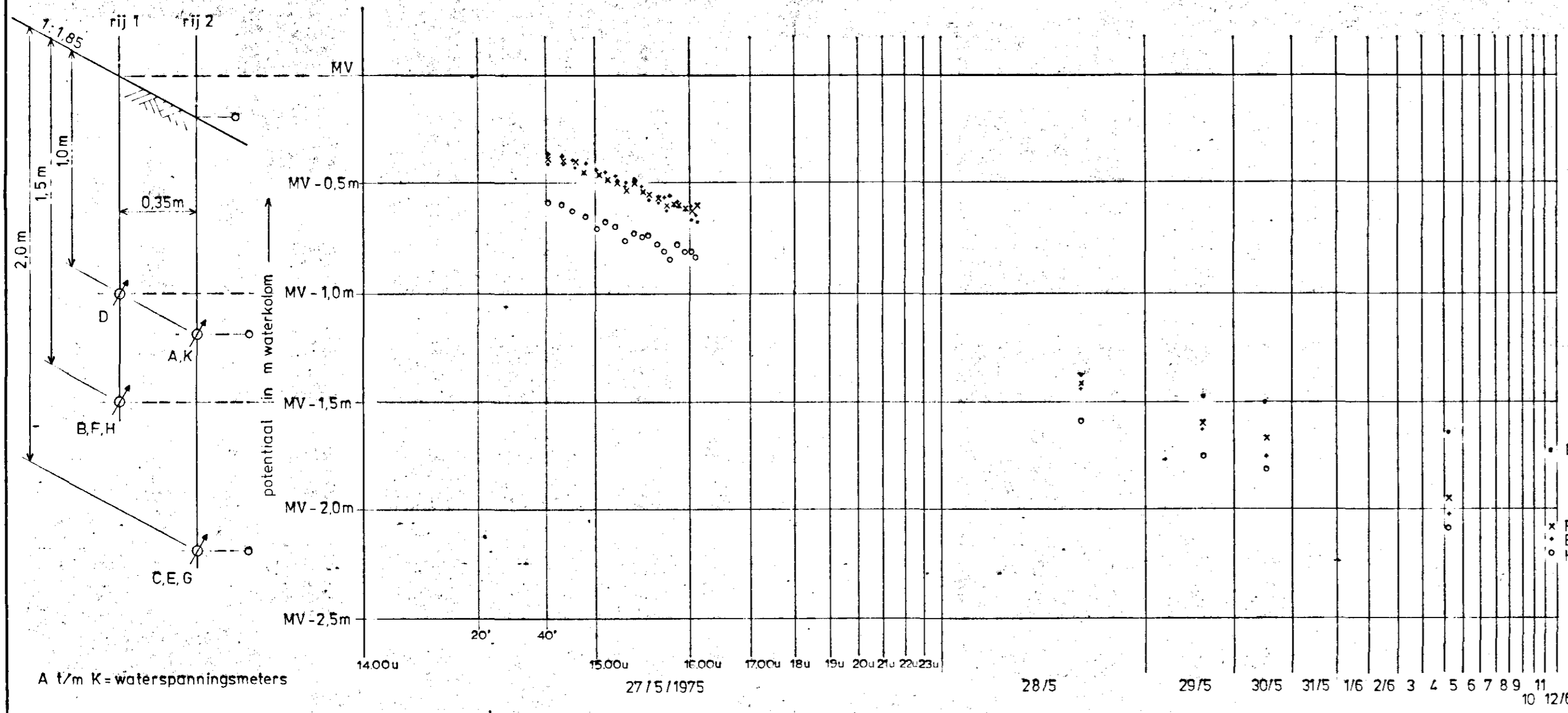
werknr. S-75.046

tek.nr. A4-78.279

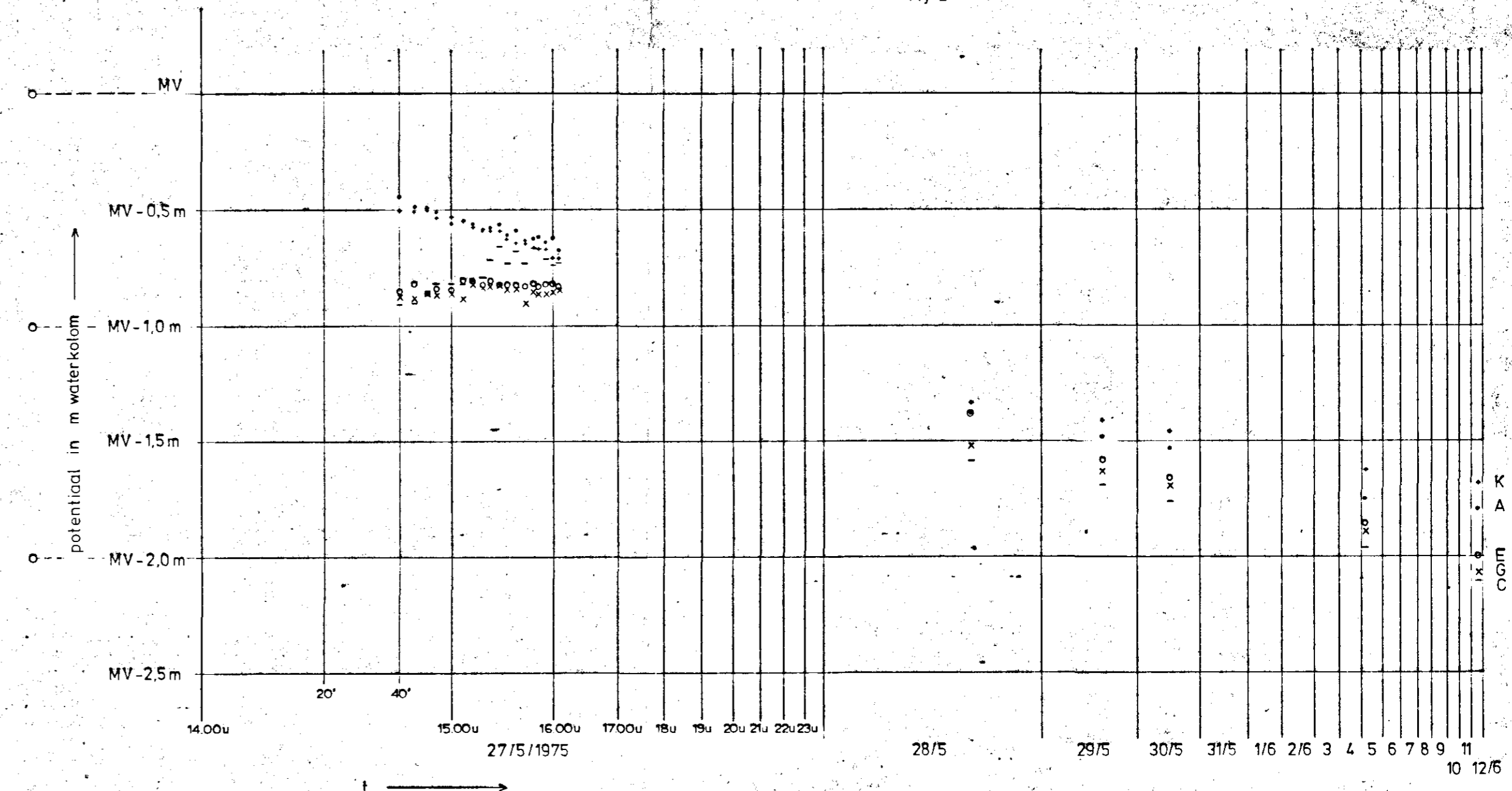


CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	VERLOOP WATERSPANNINGEN IN DE TIJD		BIJLAGE 11	SCHAAL -
	ZIERIKZEE		get. vdl 678 gez.	WERKNR S-75.046 TEK. NR. 78.164
			A4	

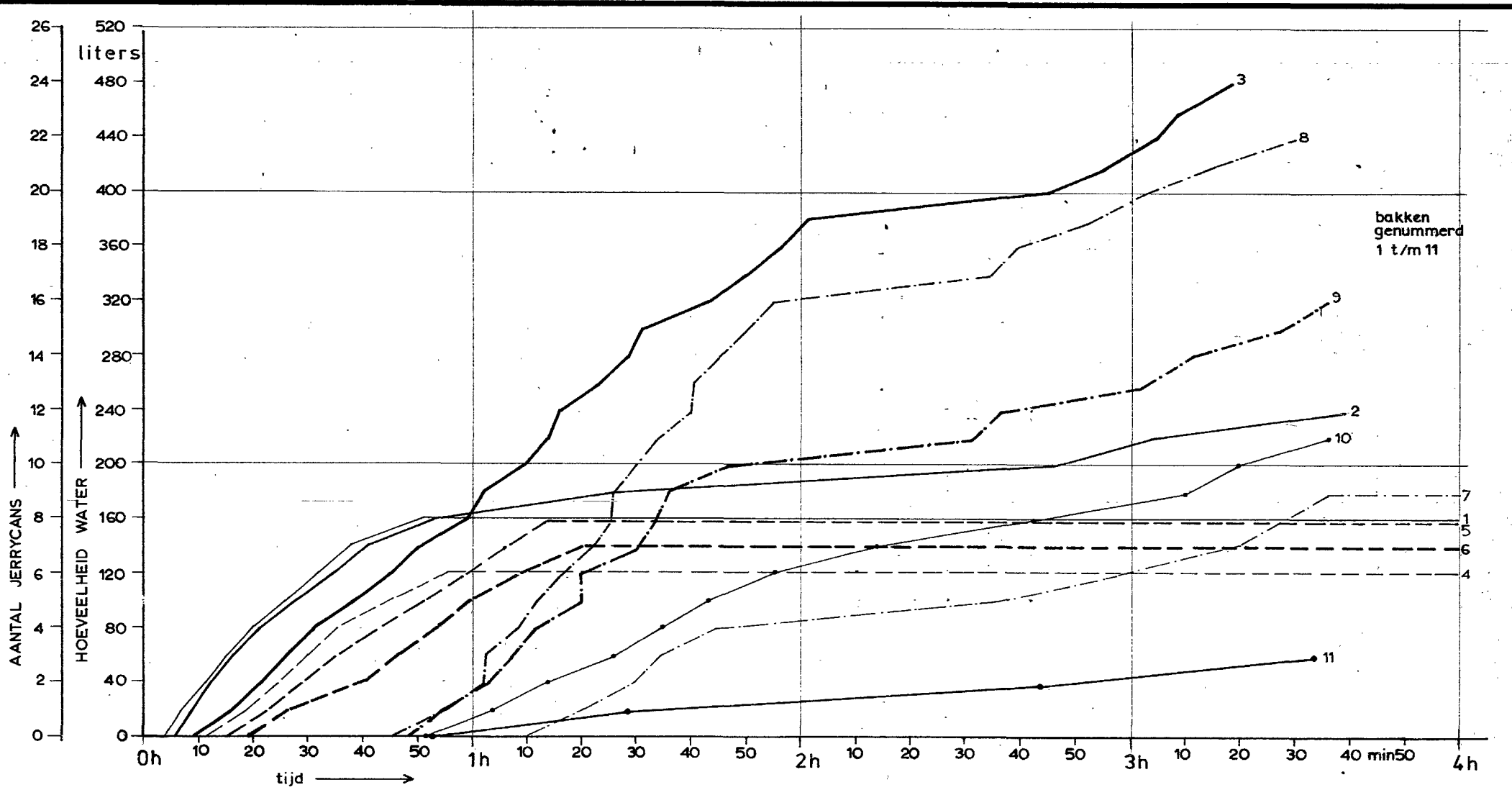
rij 1



rij 2



VERLOOP WATERSPANNINGEN NA INFILTRATIE			BIJLAGE 8	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN			ZIERIKZEE	SCHAAL 1:20
gew	get	gez	4Z	WERKNR. S 75 046
	vdI			TEK. NR. 78.162



CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

INFILTRATIE PER BAK
ZIERIKZEE

BIJLAGE 9

get. vdl 778
gez.

A4

SCHAAL -

WERKNR. S-75.046

TEK. NR. 78.278



foto 1 overzichtsfoto



foto 2 voorbereidende proef



foto 3 voorbereidende proef



foto 4 overzichtsfoto



foto 5 vulling bakken