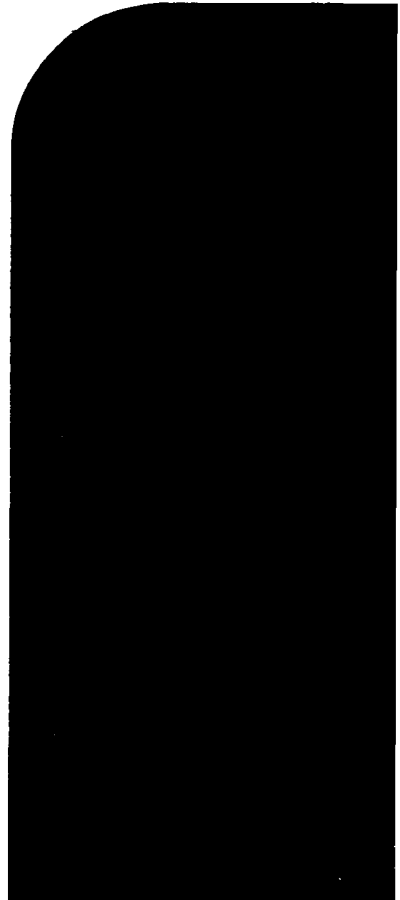
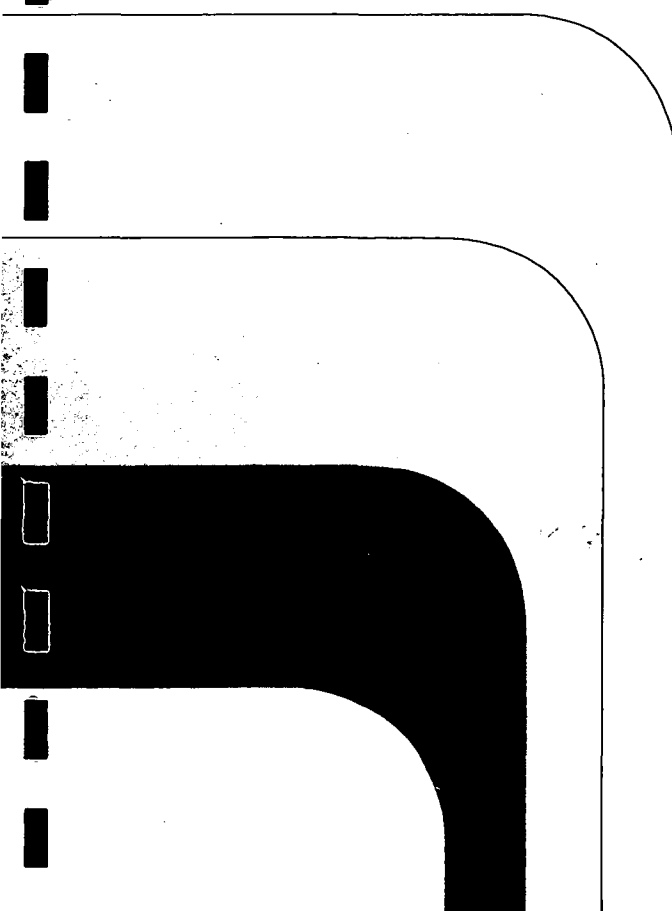


centrum voor onderzoek

Per 1 juli 1985 is onze naam gewijzigd in:
DIENT WEG- EN WATERBOUWKUNDE
ons adres is per 10 november 1985:
van Alkemadeaan 400, Postbus 20904, 2500 EX
's-Gravenhage, tel. 070-264101, telex 31348



Seismisch onderzoek in Rivierdijken
oktober 1973

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen

Bijlagelijst.

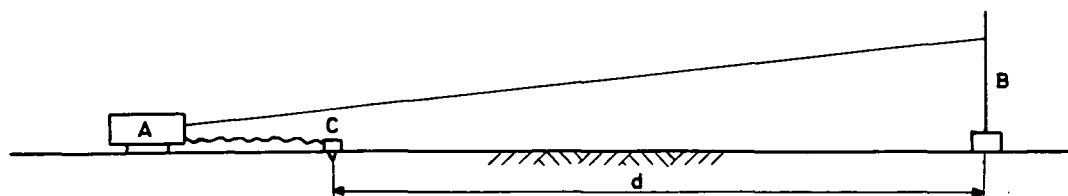
Bijlage	Teknr.	Omschrijving.
1	A1-73.167	Situatie.
2	A1-73.168	Meetgegevens.
3	A1-73.169	Meetgegevens.
4	A1-73.170	Meetgegevens.
5	A1-73.171	Meetgegevens.
6	A1-73.172	Boringen.

1. Inleiding

Na het onderzoek naar de toepasbaarheid van het seismisch bepalen van laagscheidingen in boezemkaden, met behulp van de "Terra-Scout", is eenzelfde onderzoek ingesteld voor rivierdijken.

Het seismisch onderzoek in boezemkaden staat beschreven in het interne rapport "Seismisch onderzoek in boezemkaden, januari 1973". De resultaten van dit onderzoek waren zodanig, dat van verdere toepassing hiervan in boezemkaden werd afgezien. Er werd echter wel een mogelijkheid van toepasbaarheid bij het rivierdijkenonderzoek gezien, en wel het bepalen van de kleidikte in een uiterwaard. Na een oefenperiode is in de uiterwaard van een Waaldijk (Heerewaardense Afsluitdijk) een onderzoek met de "Terra-Scout" uitgevoerd.

2. Korte beschrijving van de onderzoekmethode



De metingen berusten op het volgende principe:

Met hamer B wordt, op afstand d van het o-punt C, een trilling in de grond veroorzaakt.

Deze trilling wordt direct van B op het scherm van oscilloscoop A overgebracht. De trilling bereikt na enkele milliseconden punt C. Ook deze trilling wordt op A geprojecteerd. Door beide trillingen op A te laten samenvallen, kan men het aantal milliseconden tussen de beide trillingen bepalen. Dit doet men voor verschillende afstanden. Hieruit worden verschillende snelheden berekend. Door een bepaalde berekeningsmethode toe te passen, kan een laagseparatie berekend worden.

3. Grondsamenstelling van de onderzochte uiterwaard.

De uiterwaard langs de Heerewaardense Afsluitdijk is volgens verschillende methoden onderzocht:

1e Geo-elektrisch onderzoek

2e Sonderingen

3e Boringen

Uit bovenstaand onderzoek blijkt dat de uiterwaard een tamelijk regelmatige grondopbouw bezit: De toplaag bestaat uit zandige klei en heeft een dikte variërend van 0,40 m tot 0,80 m.

Hieronder ligt een ongeveer 3 meter dikke laag kleihoudend zand of zand. Op sommige plaatsen is onder deze laag nog een slappe laag aangetroffen, die waarschijnlijk uit kleihoudend zand bestaat. De scheiding tussen de toplaag en het zandpakket verloopt op sommige plaatsen regelmatig, maar er zijn ook gedeelten waar een scherpe scheiding is waargenomen.

4. Resultaten van de metingen en vergelijking met de boringen en sonderingen.

4.1 De situatie van de meetpunten is aangegeven op de bijgaande situatie (bijlage 1).

Bij de vergelijking van het seismisch onderzoek moet, indien dit mogelijk is, het meest de nadruk gelegd worden op de resultaten van de boringen. De sonderingen zijn volgens de grafiek van Begemann geïnterpreteerd. Volgens deze grafiek kan men aan de hand van de gemeten conusweerstand en kleef, de grondsoort bepalen. De plaats van de laagscheidingen kan echter niet zo nauwkeurig bepaald worden als met boringen.

Een overzicht van een vergelijking tussen de resultaten is gegeven op bijlage 6.

4.2 Resultaten

4.2.1 Meetpunt 1 (bijlage 2)

De meting gaat over het traject van hm 0,75 t/m hm 1.

$$V_1 = 1500 \text{ ft/sec} \quad (\text{snelheid in de 1e laag})$$

$$V_2 = 3700 \text{ ft/sec} \quad (\text{snelheid in de 2e laag})$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2,47$$

$$C_1 = 35 \text{ (eerste kritische afstand; uit grafiek)}$$

$$K_1 = 0,325 \text{ (functie van } V_1 \text{ en } V_2 \text{; uit nomogram)}$$

$$D_1 = C_1 \times K_1 = 35 \times 0,325 = 11,40 \text{ ft} \approx 3,50 \text{ m}$$

Vergelijking: De boring en sondering geven op ongeveer dezelfde hoogte een laagscheiding tussen het zand en de kleihoudende toplaag. De laagscheiding van het seismisch onderzoek valt hier moeilijk in te passen.

4.2.2 Meetpunt 2 (bijlage 3)

De meting gaat over het traject van hm 2 t/m hm 2,25

$$V_1 = 700 \text{ ft/sec} \quad (\text{snelheid in de 1e laag})$$

$$V_2 = 2600 \text{ ft/sec} \quad (\text{snelheid in de 2e laag})$$

$$V_3 = 6000 \text{ ft/sec} \quad (\text{snelheid in de 3e laag})$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 3,72 \quad \frac{V_3}{V_2} = 2,31 \quad \frac{V_3}{V_1} = 8,58$$

$$C_1 = 20 \quad (\text{eerste kritische afstand; uit grafiek})$$

$$C_2 = 42 \quad (\text{tweede kritische afstand; uit grafiek})$$

$$K_1 = 0,38 \quad (\text{functie van } V_1 \text{ en } V_2; \text{ uit nomogram})$$

$$K_2 = 0,31 \quad (\text{functie van } V_2 \text{ en } V_3; \text{ uit nomogram})$$

$$Q = 0,85 \quad (\text{functie van } V_1, V_2 \text{ en } V_3; \text{ uit nomogram})$$

$$D_1 = C_1 \times K_1 = 7,6 \text{ ft} \approx 2,35 \text{ m}$$

$$D_2 = (C_2 \times K_2) + (D_1 \times \frac{1}{4}) = 13 + 6,45 = 19,45 \text{ ft} \approx 5,95 \text{ m}$$

Vergelijking: De boring is niet ter plaatse van hm^2 genomen, maar bij hm 2,75. Het is dus beter om de resultaten van de sondering aan te houden. De laagscheiding uit het seismisch onderzoek ligt hier midden in de zone van (grof)zand. Het is onmogelijk dat zich hier een laagscheiding zou bevinden. De tweede laagscheiding kan niet gecontroleerd worden.

Deze is trouwens van weinig belang vanwege de grote diepte.

4.3.3 Meetpunt 3 (bijlage 4)

Deze meting gaat over het traject hm 3,00 t/m hm 3,25

$$V_1 = 700 \text{ ft/sec} \quad (\text{snelheid in de 1e laag})$$

$$V_2 = 1400 \text{ ft/sec} \quad (\text{snelheid in de 2e laag})$$

$$V_3 = 5300 \text{ ft/sec} \quad (\text{snelheid in de 3e laag})$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2,00 \quad \frac{V_3}{V_2} = 3,78 \quad \frac{V_3}{V_1} = 7,56$$

$$C_1 = 15 \quad (\text{eerste kritische afstand; uit grafiek})$$

$$C_2 = 30 \quad (\text{tweede kritische afstand; uit grafiek})$$

$$K_1 = 0,285 \text{ (functie van } V_1 \text{ en } V_2; \text{ uit nomogram)}$$

$$K_2 = 0,38 \text{ (functie van } V_2 \text{ en } V_3; \text{ uit nomogram)}$$

$$Q = 0,75 \text{ (functie van } V_1, V_2 \text{ en } V_3; \text{ uit nomogram)}$$

$$D_1 = C_1 \times K_1 = 4,3 \text{ ft} \approx 1,30 \text{ m.}$$

$$D_2 = (C_2 \times K_2) + (D_1 \times Q) = 14,63 \approx 4,45 \text{ m.}$$

Vergelijking: De in bijlage 6 getekende boring is een combinatie van de boring bij hm 2,75 en 3,75. Ook hier correspondeert de laagscheiding tussen de boring en de sondering. De laagscheiding uit het seismisch onderzoek ligt echter midden in het zandpakket.

4.3.4 Meetpunt 4 (bijlage 5)

Deze meting gaat over het traject van hm 4,00 t/m hm 4,25.

$$V_1 = 700 \text{ ft/sec (snelheid in de 1e laag)}$$

$$V_2 = 1500 \text{ ft/sec (snelheid in de 2e laag)}$$

$$V_3 = 1800 \text{ ft/sec (snelheid in de 3e laag)}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2,15 \quad \frac{V_3}{V_2} = 1,20 \quad \frac{V_3}{V_1} = 2,57$$

$$C_1 = 9 \text{ (eerste kritische afstand; uit grafiek)}$$

$$C_2 = 20 \text{ (tweede kritische afstand; uit grafiek)}$$

$$K_1 = 0,30 \text{ (functie van } V_1 \text{ en } V_2 \text{ ; uit nomogram)}$$

$$K_2 = 0,20 \text{ (functie van } V_2 \text{ en } V_3 \text{ ; uit nomogram)}$$

$$Q = 0,80 \text{ (functie van } V_1, V_2 \text{ en } V_3; \text{ uit nomogram)}$$

$$D_1 = C_1 \times K_1 = 2,7 \text{ ft} \approx 0,82 \text{ m}$$

$$D_2 = (C_2 \times K_2) + (D_1 \times Q) = 6,15 \text{ ft} \approx 1,88 \text{ m.}$$

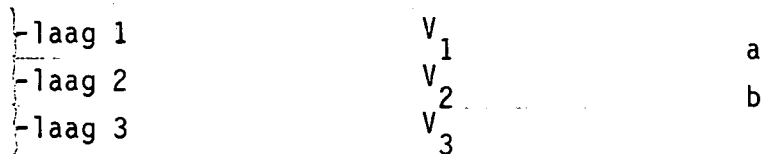
Vergelijking: De laagscheidingen in de boring en de sondering komen nagenoeg overeen. De eerste laagscheiding (mv.-0,80 m) van het seismisch onderzoek ligt dichtbij de eerstgenoemde scheidingen, maar waarschijnlijk geeft deze hier de scheiding tussen droge en natte grond aan. De grondwaterspiegel ligt namelijk op N.A.P.-0,85 m. De tweede laagscheiding ligt evenals bij de vorige punten, midden in het zandpakket.

5. Bezwaren bij de uitvoering van de metingen

Bij het uitvoeren van de metingen zijn de volgende bezwaren naar voren gekomen:

- 5.1 Het apparaat is vrij kwetsbaar, zodat alleen onder gunstige weersomstandigheden gemeten kan worden. Tevens is het mechanisme in de hamer kwetsbaar. Dit is vooral lastig als er op grote afstanden gestampt moet worden, omdat men dan zeer hard moet stampen.
- 5.2 De waarnemer moet zeer geoefend zijn om de resultaten betrouwbaar te maken. De oscilloscoop licht maar even op, zodat een ongeoefende waarnemer te lang over een waarneming moet doen.
- 5.3 De invloed van storende trillingen, door bijvoorbeeld verkeer of het lopen van de meethulpen, is groot. Vooral als er op grotere afstanden gestampt wordt, kunnen de storende trillingen gaan overheersen.
- 5.4 Het apparaat registreert alleen maar lagen, waarin de snelheid groter is dan in bovenliggende lagen.

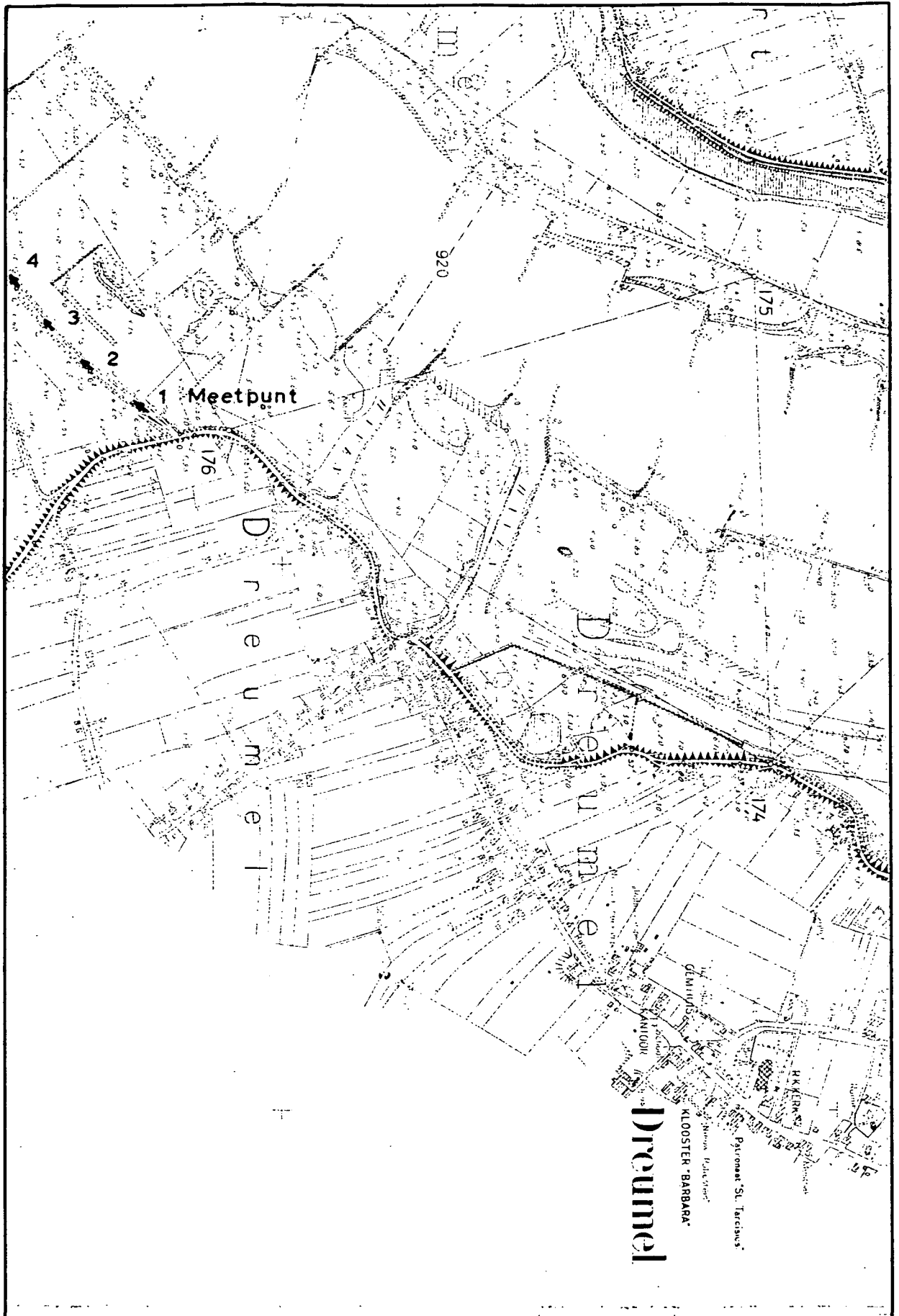
Voorbeeld:



- a) Indien $V_1 < V_2 < V_3$, worden de laagscheidingen a en b geregistreerd.
- b) Indien $V_1 < V_2$ en $V_2 > V_3$, dan wordt alleen laagscheiding a geregistreerd. Dus als laag 1 een dunne kleilaag is, laag 2 een zandlaag en laag 3 een kleipakket, dan wordt laag 3 niet geregistreerd. Laag 3 kan echter een belangrijke laag zijn voor de rivierdijk.
- c) Als $V_1 > V_2 > V_3$, dan wordt er geen laagscheiding geregistreerd. Dus als laag 1 een zandlaagje is en de lagen 2 en 3 zijn kleilagen dan worden de lagen 2 en 3 niet geregistreerd.

6. Conclusies

- 6.1 Uit de uitgevoerde oefeningen en het onderzoek in de Heerewaardense afsluitdijk is gebleken dat de laagscheidingen vaak te gunstig liggen; In meetpunt I, II, III en IV moet volgens het seismisch onderzoek een dikke kleilaag aanwezig zijn. De boringen en sonderingen wijzen echter op een dunne kleilaag.
- 6.2 Het seismisch apparaat is moeilijk af te lezen. Zelfs de zeer geoefende waarnemer kan, door allerlei storende trillingen, gemakkelijk een verkeerde aflezing doen.
- 6.3 Volgens punt 5.4 is het helemaal niet ondenkbaar dat een dikke afsluitende kleilaag niet wordt geregistreerd.
- 6.4 Als eindconclusie kan worden gesteld, dat het seismisch apparaat ongeschikt is voor het rivierdijkenonderzoek. Een combinatie van geo-elektrisch onderzoek, boringen en sonderingen is tot nu toe de meest betrouwbare methode.



**SITUATIE SEISMISCH ONDERZOEK
HEEREWAARDENSE AFSLUITDIJK**

BIJLAGE 1

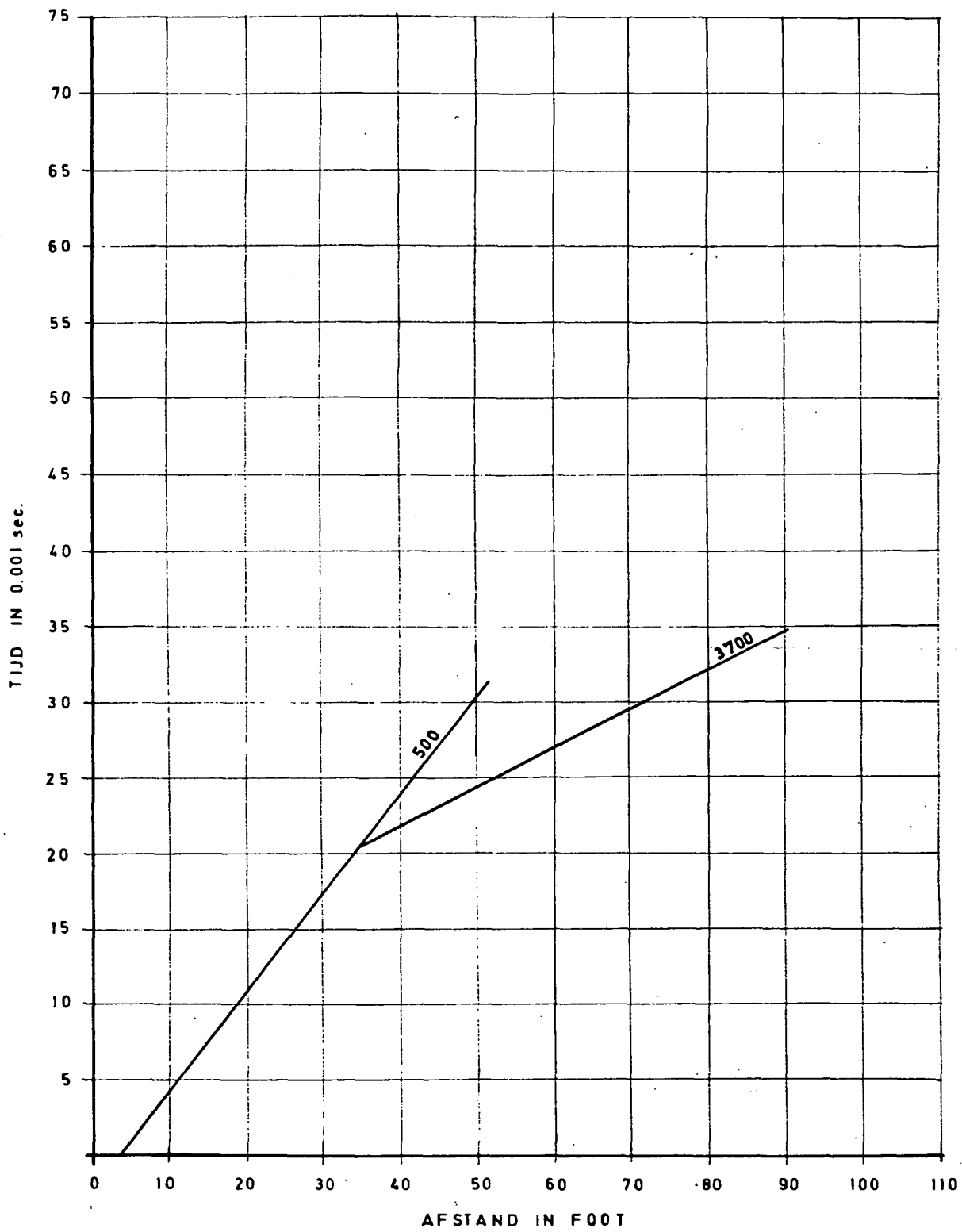
CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem	get	gez
	L.S. 11-73	

SCHAAL 1:10.000

A1

WERKNR.
TEK. NR.73.167



SEISMISCH ONDERZOEK
HEEREWAARDENSE AFSLUITDIJK

BIJLAGE 2

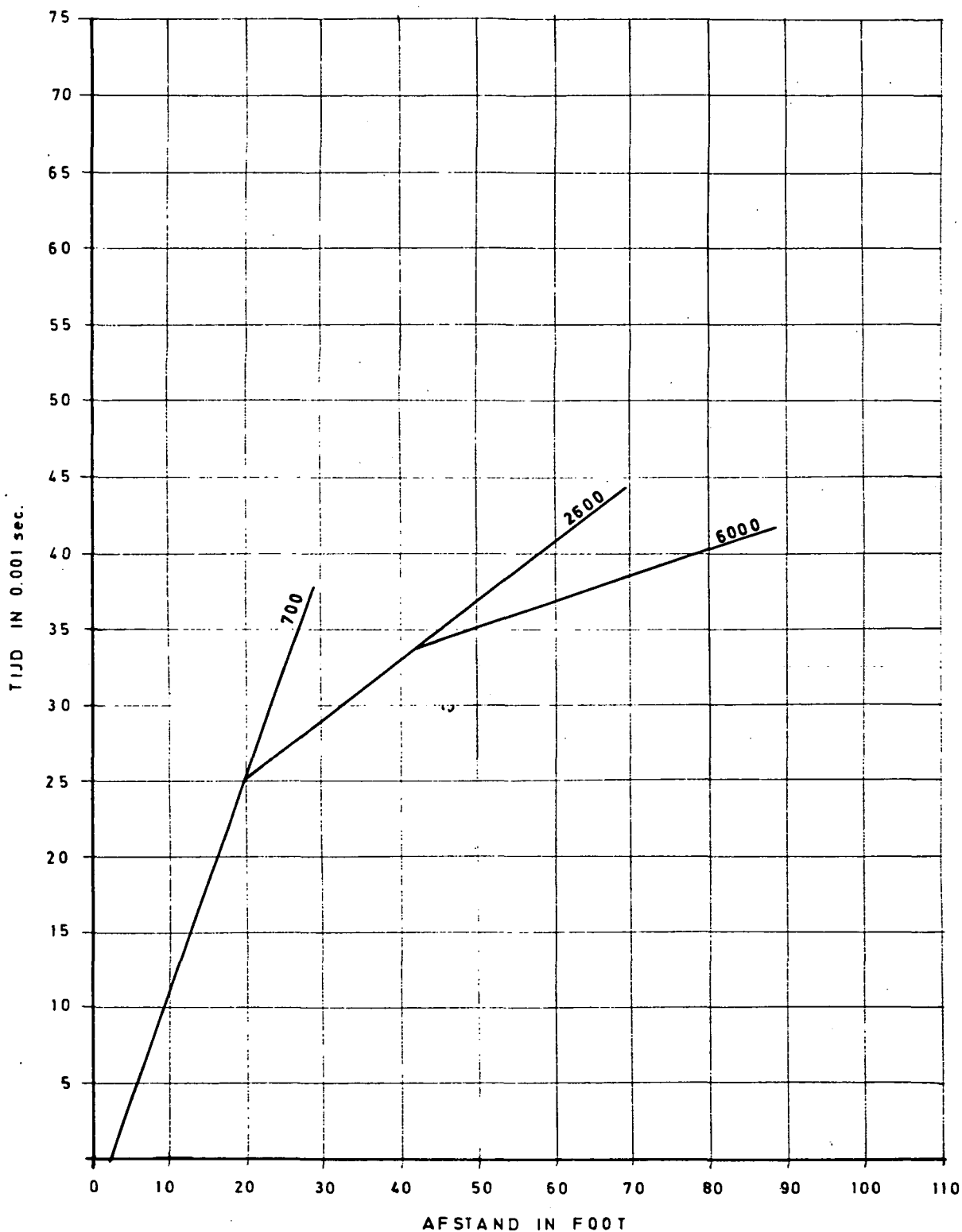
CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem	get	gez
	L.S.	
	11-73	

SCHAAL

A1

WERKNR.
TEK NR 73.168



SEISMISCH ONDERZOEK
HEEREWAAARDENSE AFSLUITDIJK

BIJLAGE 3

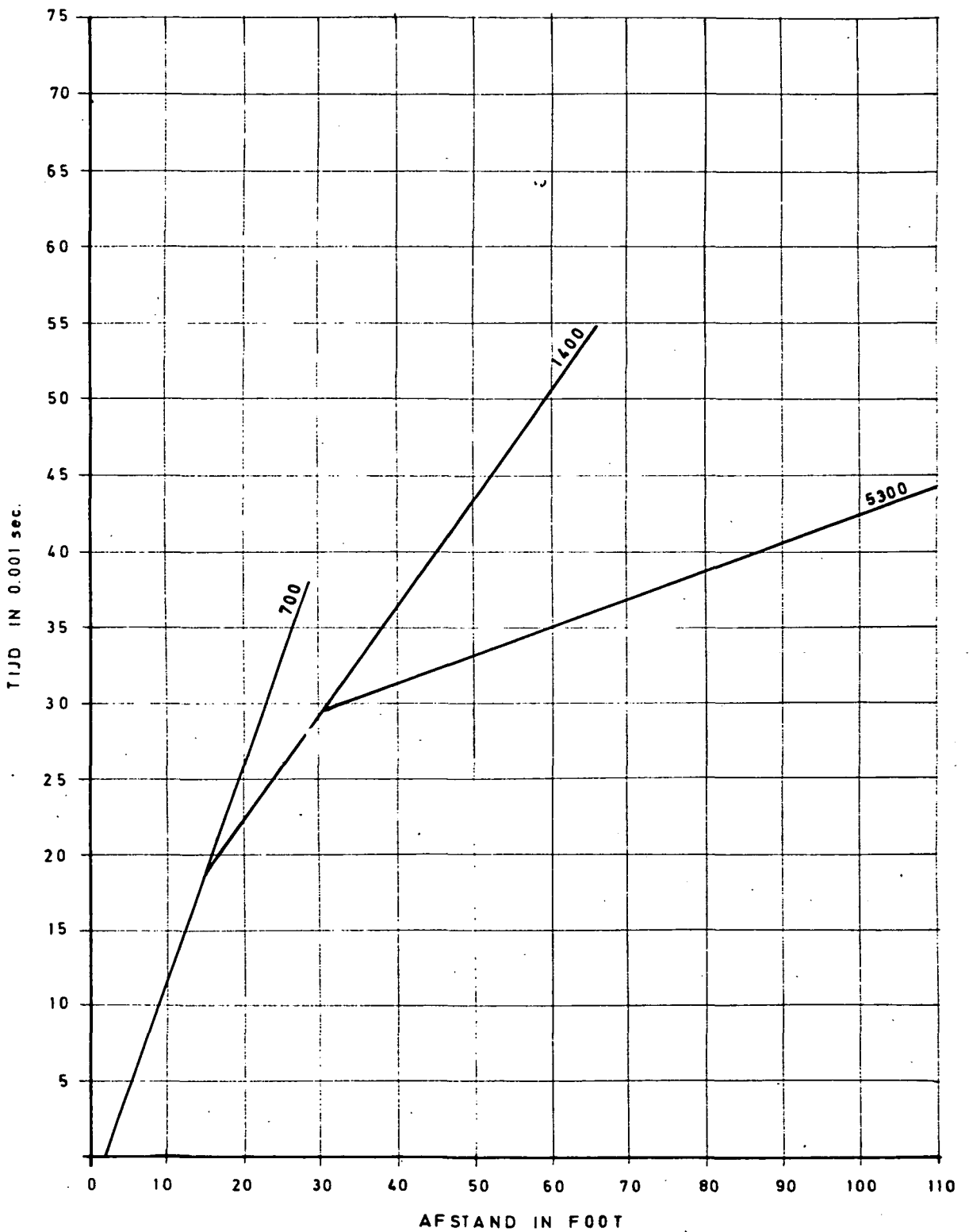
CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem : get : gez
L.S.
11-73

SCHAAL

A1

WERKNR.
TEK NR 73.169



SEISMISCH ONDERZOEK
HEEREWAARDENSE AFSLUITDIJK

BIJLAGE 4

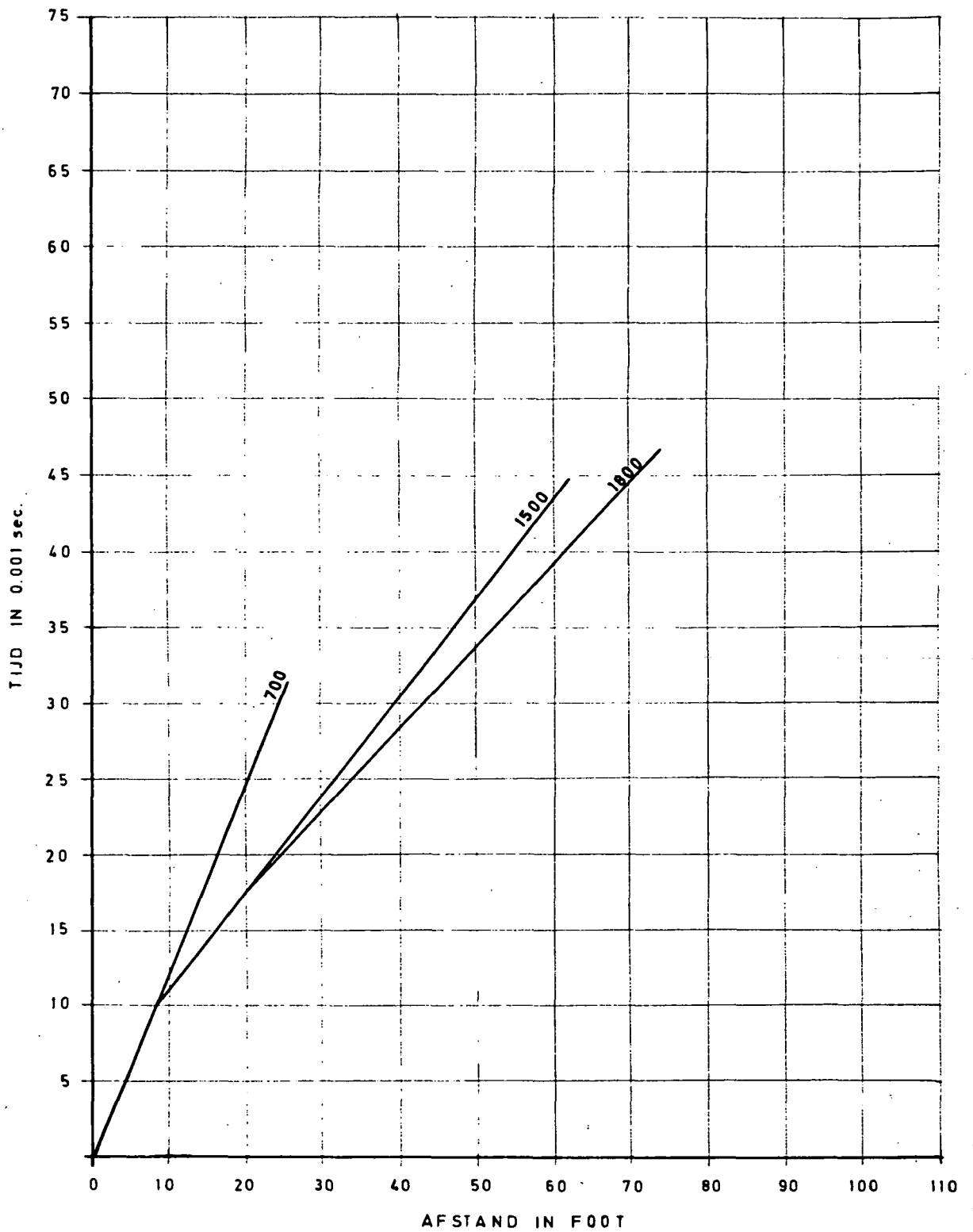
SCHAAL

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem	get	gez
	L.S.	
	11-73	

A1

WERKNR.
TEK NR 73.170



SEISMISCH ONDERZOEK
HEEREWAARDENSE AFSLUITDIJK

BIJLAGE 5

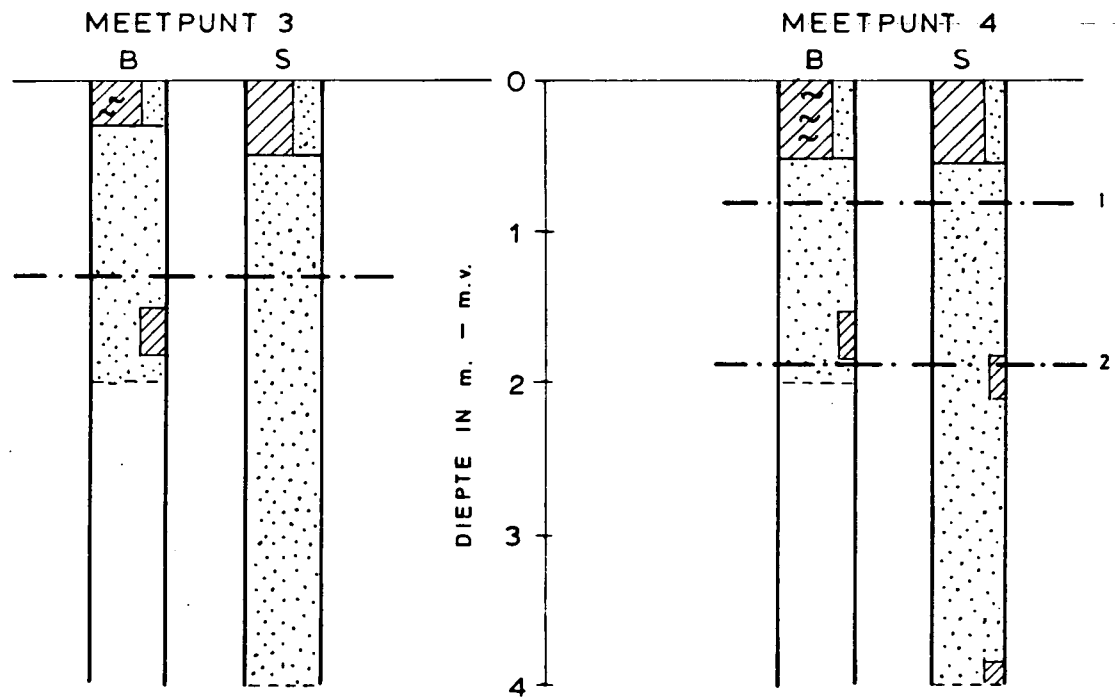
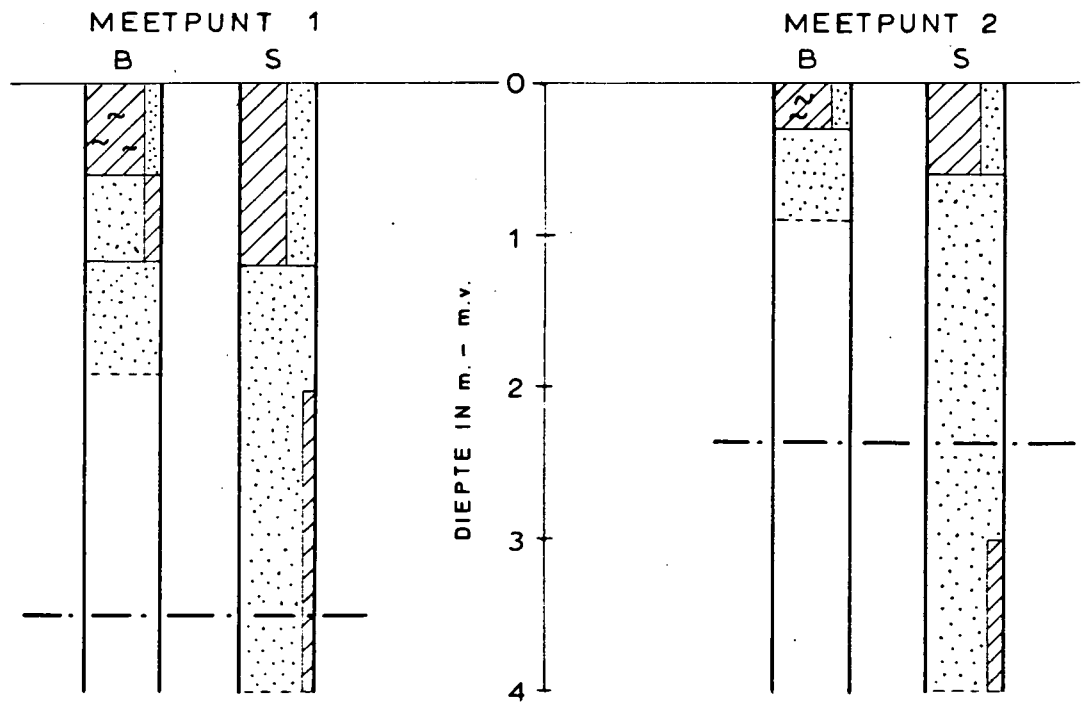
SCHAAL

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem get gez
L.S.
11-73

A1

WERKNR
TEK NR 73.171



B = BORING
 S = SONDERING
 - - - LAAGSCHEIDING UIT SEISMISCH ONDERZOEK

VERKLARING:

-  ZAND
-  KLEI
-  PLANTENRESTEN

SEISMISCH ONDERZOEK
HEEREWAARDENSE AFSLUITDIJK

BIJLAGE 6

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem	get	gez
	L.S. 11-73	

SCHAAL

A1

WERKNR.
TEK. NR. 73.172



