

Onderzoek naar de veiligheid van de  
boezemkade van de Watergraafsmeer  
A-73.025

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen

BIJLAGEN.

<u>Bijlage nr.</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Tek.nr.</u>
1	Situatie dwarsprofielen	A <sub>2</sub> -73-75
2	Dwarsprofiel 1 en 2	A <sub>5</sub> -73-77
3	Dwarsprofiel 3	A <sub>3</sub> -74-173
4	Situatie gas- en waterleidingen (volgens opgave Amsterdam)	A <sub>2</sub> -74-174
5	Bijlagen L.G.M. grondonderzoek	
6	L.G.M. rapport CO-21738-0-I	
7	L.G.M. rapport CO-19939	
8	Verbetering profiel Ringvaart	A <sub>4</sub> -74-175
9	Foto 1 tot en met 3	A <sub>1</sub> -74-176
10	Foto 4 tot en met 6	A <sub>1</sub> -74-177
11	Foto 7 en 8	A <sub>1</sub> -74-178

## INHOUDSOPGAVE.

blz.

1	Inleiding.
2	Beschrijving van de polder, de boezem en de kade.
8	Geschiedenis.
9	Grondonderzoek.
12	Geologische beschrijving.
13	Maatgevende boezemstand.
14	Stabiliteitsonderzoek.
15	Beoordeling van de veiligheid van de gehele kade.
17	Samenvatting.

## 1. Inleiding.

In het kader van het systematisch kade-onderzoek is een onderzoek ingesteld naar de veiligheid van de boezemkade rond de Watergraafsmeer. Deze polder ligt in de gemeente Amsterdam en behoort tot het boezemgebied van Amstelland.

De kade beschermt een diepliggend stedelijk gebied met enkele belangrijke spoor- en verkeersaders. Het onderzoek is uitgevoerd in de kade langs de Weespertrekvaart en de noordelijke kade langs de Ringvaart. Het onderzoek in de kade langs de Weespertrekvaart is reeds in 1971 uitgevoerd. De resultaten ervan zijn destijds aan de afdeling Publieke Werken van de gemeente Amsterdam gezonden.

Ten behoeve van het overige onderzoek is een verkenning uitgevoerd, waarbij onder meer dwarsprofielen zijn gemeten, de bestaande geologische en bodemkundige gegevens zijn geanalyseerd en gegevens omtrent onderhoud en gedrag van de kade werden verzameld. Het grondmechanisch onderzoek en de rapportering hierover is verricht door het Laboratorium voor Grondmechanica (L.G.M.). Er is tevens gebruik gemaakt van gegevens, die de Technische Dienst van het Hoogheemraadschap van Amstelland, de Provinciale Waterstaat van Noord-Holland en de Dienst Publieke Werken van de gemeente Amsterdam beschikbaar hebben gesteld.

De resultaten van het in eind 1973 uitgevoerde onderzoek gaven aanleiding de kade direct te verbeteren. In onderstaande tekst is echter de toestand weergegeven, zoals die destijds bij de verkenning is aangetroffen. De mate van de verbetering en welke kadegedeelten reeds zijn verbeterd, zullen in hoofdstuk 9.7 aan de orde komen.

## 2. Beschrijving van de polder, de boezem en de kade.

### 2.1. De polder.

#### 2.1.1. Ligging.

De Watergraafsmeer ligt in het zuidoosten van Amsterdam en is een deel van de bebouwde kom van deze stad. De polder wordt rondom begrensd door boezemwater behorende tot de boezem van het Hoogheemraadschap van Amstelland. Die boezemwateren zijn:

- a. De Ringvaart in het noorden en oosten
- b. De Weespertrekvaart in het zuiden
- c. De Amstel in het noorden.

#### 2.1.2. Oppervlakte en peilen.

De waterstaatkundige oppervlakte van de polder is 566 ha.

De polder heeft een goedgekeurd slootpeil van N.A.P. - 5,50 m.

In de polder komen enkele gebieden met onderbemaling voor en enkele gebieden, die een hoger peil hebben.

De gebieden met onderbemaling zijn:

- a. Anna's Hoeve - N.A.P. - 6,20 m
- b. Sportpark Middenmeer - zomerpeil N.A.P. - 6,00 m;  
winterpeil N.A.P. - 6,20 m
- c. Sportpark "Voorland" - zomerpeil N.A.P. - 5,60 m;  
winterpeil N.A.P. - 5,90 m
- d. De Volharding (volkstuinten) - N.A.P. - 5,70 m
- e. Sportpark Drieburg - zomerpeil N.A.P. - 5,85 m;  
winterpeil N.A.P. - 6,10 m.

Gebieden die een hoger peil hebben, zijn:

- a. Ten oosten van de spoorbaan, tussen de Ringvaart en de Mr.Treublaan - zomerpeil N.A.P. - 4,70 m; winterpeil N.A.P. - 5,35 m
- b. Ten oosten van de spoorbaan, tussen de Mr.Treublaan en de Weespertrekvaart - zomerpeil N.A.P. - 5,25 m; winterpeil N.A.P. - 5,35 m.

#### 2.1.3. Economische belangen en aantal inwoners.

De polder behoort geheel tot het grondgebied van Amsterdam. Het stedelijke gebied bestaat ongeveer tweevijfde van de oppervlakte

van de polder. Het overige gedeelte van de polder bestaat hoofdzakelijk uit sportparken en volkstuinen.

De polder wordt in een noordelijk en een zuidelijk gedeelte gesplitst door een groot spoorwegcomplex (Amsterdam-Utrecht).

Het aantal inwoners in de polder bedraagt ongeveer 40.000.

#### 2.1.4. Gevolgen van een doorbaak.

Bij vrije toestroming van water uit de Amstel, het Amsterdam-Rijnkanaal, het stadswater van Amsterdam en het Noordzeekanaal komt er meer dan 3,00 m water in de polder te staan.

Reëler is te veronderstellen dat slechts water toestroomt van de Amstelboezem-west en het stadswater van Amsterdam. Het stadswater van Amsterdam kan met sluisen afgesloten worden van het Noordzeekanaal en Amstelland-west kan met sluisen afgesloten worden van het Amsterdam-Rijnkanaal en daarmee van Amstelland-oost.

Er komt in dat geval meer dan 2,00 m water in de polder te staan.

Hierbij is ervan uitgegaan, dat de boezemscheidingen in bovengenoemde boezemgebieden niet gesloten zijn. De gemiddelde maaiveldhoogte is aangenomen op N.A.P. - 4,30 m.

Het hoge en brede grondlichaam van het spoorwegemplacement verdeelt de Watergraafsmeer in twee delen en is geschikt gemaakt om als tweede waterkering dienst te doen. Bij de twee laaggelegen doorgangen aan de uiteinden is een kering tot kadehoogte aanwezig. Tevens bestaat de mogelijkheid tot afsluiting (met puntdeuren) van de in de Molenwatering gelegen duiker en van de onderdoorgang in het midden van het emplacement. Inundeert de polder ten noorden van het emplacement, dan is de inundatiediepte ruim 3,50 m. Hiermede is dan wel bereikt, dat het stedelijk gebied ten zuiden van dit emplacement niet inundeert. In de Ringvaart en de Weespertrekvaart zijn enkele boezemscheidingen aanwezig (zie punt 2.2.2.), waardoor het boezemwater rondom de polder in kleine vakken verdeeld kan worden en de situatie bij inundatie veel gunstiger is.

## 2.2. De boezem.

### 2.2.1. Oppervlakte.

De boezem van het Hoogheemraadschap van Amstelland heeft een oppervlakte van 720 ha. De boezem wordt in tweeën gedeeld door het

Amsterdam-Rijnkanaal. Amstelland-west heeft een oppervlakte van 520 ha en Amstelland-oost van 200 ha.

De boezem staat onder normale omstandigheden in open verbinding met het Amsterdam-Rijnkanaal (350 ha), het stadswater van Amsterdam (170 ha) en het Noordzeekanaal (1600 ha).

#### 2.2.2. Mogelijkheden tot compartimentering.

Het stadswater van Amsterdam kan door een negental keer-en/of schutsluizen afgesloten worden van het Noordzeekanaal.

Amstelland-west kan door middel van keer- en schutsluizen afgesloten worden van het Amsterdam-Rijnkanaal onder andere bij het Nieuwe Diep (foto 1), de Diemen en de Gaasp (bij Driemond).

Voor de Watergraafsmeer zijn van direct belang de tolkeringen in de Ringvaart bij de Wibautstraat, de Molukkenstraat, ten noorden van het spoorwegemplacement bij Diemen en even ten noorden van de Hartveldsebrug (foto 2). De laatste twee doen weinig dienst meer, omdat de oostelijke Ringvaart tussen het spoorwegemplacement en de Hartveldsebrug is afgedamd en niet meer tot Amstellands-boezem behoort (zie ook 2.3.3.).

De Weespertrekvaart kan door middel van een schulpstuw bij de spoorweg nabij de Omval (foto 3) afgesloten worden van de Amstel. Door deze boezemscheiding wordt het boezemwater rondom de polder in zulke kleine vakken verdeeld, dat bij een kadedoorbraak de inundatiediepte aanmerkelijk minder groot kan zijn als in punt 2.1.4. is berekend.

#### 2.2.3. Daling van de boezem bij een doorbraak.

Bij vrije toestroming vanuit het Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal daalt de boezem 0,75 m of meer. Deze veronderstelling is in de praktijk niet reëel (zie punt 2.1.4. en 2.2.2.). Inundatie van de polder met water uit de Amstelboezem-west en het stadswater van Amsterdam geeft een boezemdaling van 2,00 m. Inundeert alleen het gedeelte van de polder ten noordoosten van het spoorwegemplacement dan is de boezemdaling 0,60 à 0,70 m. Maakt men gebruik van de boezemscheidingen in de wateren rondom de polder, dan loopt een gecompartmenteerd deel van de boezem leeg in de polder.

#### 2.2.4. Gevolgen voor scheepvaart en waterhuishouding.

Een doorbraak van de kade brengt een zodanige boezemdaling met zich mee (zie 2.2.3.) dat scheepvaart op de Amstel en het Amsterdam-Rijnkanaal onmogelijk wordt. Tevens zal de waterhuishouding van de andere polders verstoord worden.

#### 2.3. De kade.

##### 2.3.1. Lengte.

De kade langs de Ringvaart heeft een totale lengte van 5675 m; te splitsen in de volgende tracés:

- a. Van de Amstel tot de Molukkenbrug - 2175 m
- b. Van de Molukkenbrug tot de Spoorbrug naar Hilversum bij Diemen - 2500 m
- c. Van de spoorbrug naar Hilversum bij Diemen tot de Hartveldsebrug - 1000 m

De kade langs de Weespertrekvaart heeft een totale lengte van 2500 m, te splitsen in de volgende secties:

- d. Van de Hartveldsebrug tot de Duivendrechtsebrug - 775 m
- e. Van de Duivendrechtsebrug tot de Omval - 1725 m

De lengte van de kade langs de Amstel van de Omval tot de Scholtenbrug is 700 m.

##### 2.3.2. Beschrijving van het profiel aan de hand van de gemeten dwarsprofielen.

Dwarsprofiel 1 is gemeten over de noordelijke kade langs de Ringvaart, tegenover het volktuinencomplex "Linnaeus". De kruin heeft een breedte van ongeveer 5,00 m met daarop een 3,50 m brede asfaltweg. De kruin ligt ongeveer op N.A.P. + 0,40 m. Voor de kade ligt een berm van 2,50 m breedte, die op N.A.P. ligt.

Het buitentalud is onverdedigd. Het binnentalud heeft een helling van 1:3 en is met een grasmat bekleed. Direct aan de teen van de kade ligt een 2,00 m brede sloot.

Dwarsprofiel 2 ligt in de noordoostelijke punt van de polder, tegenover het zogenaamde "Jongensland". De kade heeft op die plaats een



veel zwaarder profiel. De kruin heeft ook een breedte van 5,00 m met daarop een 3,50 m brede asfaltweg. De kruinhoogte is N.A.P. + 0,30 m. Voor de kade ligt boezemland, dat 8 à 9 m breed is en dat flauw afloopt in de richting van de boezem van N.A.P. + 0,25 m tot N.A.P.

Het buitentalud is onverdedigd. Het binnentalud is in twee stukken te verdelen. Het eerste gedeelte heeft een helling van 1:5, het tweede gedeelte van het talud heeft een gemiddelde helling van 1:17. Op de knik van deze twee gedeeltes is veel kwel geconstateerd, vooral na periodes met veel regen. De teensloot ligt op bijna 50 meter uit de kruin van de kade.

Dwarsprofiel 3 is gemeten over de zuidelijke kade langs de Weesper-trekvaart tegenover "Sportpark Drieburg". De kruin van de kade is 13 m breed met daarop een 8 à 9 m brede klinkerweg.

Het binnentalud heeft een helling van 1:3 over de eerste 15 m, gerekend vanuit de binnenkruinlijn, vervolgens een stukje van 2,50 m breed met een helling van 1:9, waarna een vrijwel horizontaal gedeelte van 7 m breedte naar de teensloot loopt.

### 2.3.3. Beschrijving van de kade.

Bij deze beschrijving wordt de kade in de tracés gesplitst als in punt 2.3.1.

Het gedeelte vanaf de Amstel tot aan de Molukkenbrug is niet onderzocht, omdat de kade een zeer zwaar profiel heeft. De kade heeft een kademuur als oeverbescherming (foto 4). De bebouwing reikt soms tot aan de kade (foto 5). Het volgende gedeelte van de Molukkenbrug tot de spoorbrug naar Hilversum bij Diemen is onderzocht met behulp van de profielen 1 en 2. Op de kruin van de kade ligt de 3,50 m brede asfaltweg (zie punt 2.3.2.). De bermen aan beide kanten van de weg zijn op vele plaatsen beschadigd doordat auto's elkaar op de te smalle weg moeten passeren (foto 6).

Voor de kade ligt vanaf de Molukkenbrug tot het Nieuwe Diep een 1 à 2 m breed boezemland. Tegenover het Nieuwe Diep is het boezemland 10 m breed en dit blijft zo tot de spoorbrug. Dit boezemland is over het algemeen met riet begroeid. Het buitentalud is onverdedigd.

De kade van de spoorbrug tot de Hartveldsebrug doet geen dienst meer als boezemwaterkering, omdat dit boezemgedeelte is afgedamd

(zie 2.2.2.). Dit kadegedeelte is daarom niet verder verkend. Het kadegedeelte langs de Weespertrekvaart tussen de Hartveldsebrug en de Duivendrechtsebrug heeft door de ligging van de zeer brede Gooise weg achter dit lichaam zo'n zwaar profiel, dat dit gedeelte zonder meer als veilig is gekwalificeerd.

Het kadedeel tussen de Duivendrechtsebrug en de Omval is onderzocht met behulp van dwarsprofiel 3, bekend onder de naam "sportpark Drieburg". Op deze kade ligt een 8 à 9 m brede weg, die verhard is met straatklinkers (foto 7). Aan de buitenzijde van de kade ligt een berm op kruinhoogte van 2 m breed. Deze berm is bekleed met een grasmat. Het buitentalud wordt verdedigd door verschillende soorten oeververdediging.

De gedeelten langs het voormalige volktuinencomplex "de Volharding" en het sportpark "Drieburg" hebben een binnentalud, dat overeenkomt met dat van dwarsprofiel 3. De teensloot ligt hier op ongeveer 25 m uit de kruin van de kade.

De kade langs de Amstel bestaat uit bebouwd hoog land en is daarom niet onderzocht.

#### 2.3.4. Vreemde elementen.

De kade wordt gekruist door verscheidene spoor- en verkeersbruggen, waarvan de landhoofden meestal zijn voorzien van beschermingen, zodat de kade hier niet wordt verzwakt.

Op veel plaatsen liggen gas- en waterleidingen in de kade (zie bijlage 4) of kruisen deze.

### 3. Geschiedenis.

De Watergraafsmeer of Diemermeer is in 1629 drooggemaakt. In diezelfde eeuw kwam de polder tweemaal onder water te staan. Eénmaal in 1651 na een kadedoorbraak en éénmaal in 1672 na het bewust doorsteken van de waterkering ter beveiliging van Amsterdam tegen de Fransen.

De polder is in de loop van de eeuwen voor een groot gedeelte bebouwd, ten behoeve van de uitbreiding van de stad Amsterdam. De kaden rondom de polder zijn hierdoor in belangrijkheid toegenomen en zijn daartoe verschillende keren verhoogd en verzaard.

Tien jaar geleden is door een werkgroep, belast met het onderzoek van de waterkeringen in de gemeente Amsterdam, een rapport uitgebracht waarin op de bescherming van de Watergraafsmeer wordt ingegaan. Daarin worden enkele verbeteringen genoemd, die men gemaakt heeft of gaat maken, zodat bij eventuele calamiteiten de schade zo beperkt mogelijk blijft. Men heeft het brede grondlichaam van het spoorwegemplacement geschikt gemaakt om als tweede waterkering dienst te doen en men heeft op vier plaatsen met schotbalken afsluitbare keersluizen (later vervangen door toldeurkeringen) in de Ringvaart gemaakt.

De in bovengenoemd rapport gedane voorstellen tot het maken van een snel sluitbare keersluis in de Weespertrekvaart bij de spoorbrug nabij de Omval en het veranderen van de rijkskeersluis in de ij-dijk tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en het Nieuwe Diep zijn reeds uitgevoerd.

De aanbevelingen van de werkgroep tot het maken van een tweede keersluis in de Ringvaart ten oosten van de brug in de Wibautstraat en het aanbrengen van een stalen damwand langs de bocht van de Weespertrekvaart zijn ingetrokken. Een tweede sluis acht men bij nader inzien niet noodzakelijk.

In het recente verleden is de Ringvaart tussen de spoorbrug bij Diemen en de Hartveldsebrug afgedamd (2.2.2. en 2.3.3.) (foto 8).

#### 4. Grondonderzoek.

##### 4.1. Keuze van de te onderzoeken dwarsprofielen.

Bij de keuze van de door het L.G.M. te onderzoeken dwarsprofielen is van de volgende gegevens gebruik gemaakt:

- a. Een eerder door het L.G.M. en de afdeling Grondmechanica van Gemeentewerken Amsterdam uitgevoerd grond- en stabiliteitsonderzoek in de kade langs de Weespertrekvaart
- b. De resultaten van de verkenning
- c. De geologische informatie over het gebied.

Uit de verkenning is gebleken dat alleen de kade langs de Weespertrekvaart, vanaf de Duivendrechtse brug tot de Omval en het kade-gedeelte langs de Ringvaart, vanaf de Molukkenbrug tot de spoorbrug voor grondonderzoek in aanmerking komt.

Het reeds eerder uitgevoerde onderzoek in de kade langs de Weespertrekvaart was zodanig dat verder onderzoek niet noodzakelijk was. In de kade langs de Ringvaart zijn twee profielen aan een grondonderzoek onderworpen.

##### 4.2. Uitvoering van het grondonderzoek.

###### 4.2.1. Onderzoek uitgevoerd door het L.G.M.

Het L.G.M. heeft in twee dwarsprofielen grondonderzoek uitgevoerd: 2 middelzware sonderingen nos 1-1 en 2-1; 6 continuboringen 29 mm nos 1-1 tot en met 1-3 en 2-1-tot en met 2-3.

Het aantal en de situering van de boringen in de uitgekozen profielen werd in overeenstemming met de afmetingen en de vorm van de kade vastgesteld: in principe één ter plaatse van het buitentalud van de kade, één halverwege het binnentalud en één onderaan het talud. De continuboringen in het buitentalud zijn met middelzware sonderingen gecombineerd.

Van de continuboringen zijn in het laboratorium de volume-gewichten per halve meter lengte bepaald. Tevens zijn de grondsoorten beschreven en de boorresultaten gefotografeerd. Aan de uitgelegde en in de lengte doorgesneden grondmonsters zijn met behulp van een handpenetrometer de vastheden van de diverse grondlagen gemeten. De penetrometerwaarden (p) zijn grafisch weergegeven naast de boorgrafieken.

De resultaten van de boringen zijn getekend in de dwarsprofielen op de bijlage 5D1.

De resultaten van de sonderingen zijn met de betreffende boringen op de bijlagen nos. 5S1 en 5S2 weergegeven, waarbij de gemeten conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand in  $\text{kg/cm}^2$  tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. zijn uitgezet. De bijlagen nos. 5F1 tot en met 5F6 bevatten foto's van de boorresultaten.

De beide gemaakte sonderingen nos. 1-1 en 2-1 tonen aan, dat het Pleistocene vaste zandcomplex op N.A.P. - 12 m voorkomt. In de sondeergrafieken ziet men duidelijk, dat het Hollandveen zijn basis heeft op N.A.P. - 6 à 7 m, en dat de Calais Afzettingen ter plaatse van het profiel no 1 iets meer zand bevatten dan in het profiel no 2. Uit de boorresultaten blijkt, dat de veenlaag plaatselijk onder het kadelichaam hoger voorkomt dan bij de teen van de kade, ondanks het er op drukkende gewicht van de kade. De reden hiervoor ligt vermoedelijk daarin, dat het veen onder de teen van de kade meer onder atmosferische invloeden en waterspiegelverlaging heeft gestaan, en daardoor daar sterker is verweerd.

Boven op het veen bevinden zich kleigronden, die gebruikt werden om de kaden op hoogte te brengen. Het opgebrachte materiaal is plaatselijk met wat puinbrokjes of zandlensjes vermengd.

#### 4.2.2. Onderzoek door "Grondmechanica Amsterdam".

In de kade langs de Weespertrekvaart zijn in enige dwarsprofielen boringen uitgevoerd. De grondopbouw van deze kade komt overeen met de onder punt 4.2.1. beschreven kade. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat de kruin van de kade langs de Weespertrekvaart tot N.A.P. - 2,00 m meer zand bevat dan de kade langs de Ringvaart.

#### 4.3. Metingen van het freatisch vlak.

In de profielen 1 en 2 langs de Ringvaart zijn open peilbuizen geplaatst om de hoogte van het freatisch vlak te kunnen bepalen. De freatische lijn staat in bijlagen 2 en 3 ingetekend.

De peilbuizen zijn gedurende een maand waargenomen. In dit tijdvak is een natte periode voorgekomen. Het verschil in de hoogst en laagst waargenomen peilbuisstand tijdens de respectievelijk natte en

droge periode is ongeveer 0,25 m.

In profiel 1 ligt het freatisch vlak 0,50 m à 1,00 m onder het maai-veld. In profiel 2 echter heeft het een ongunstiger verloop en komt het zelfs aan het oppervlak. Tijdens de verkenning zijn hier dan ook drassige plaatsen geconstateerd.

In de kade langs de Weespertrekvaart is door "Grondmechanica Amsterdam" het freatisch vlak gemeten. De freatische lijn heeft hier ongeveer hetzelfde verloop als in profiel 1.

#### 4.4. Keuze van de profielen stabiliteitsonderzoek.

In de kade langs de Weespertrekvaart was reeds eerder een onderzoek uitgevoerd (voor resultaten zie hoofdstuk 7). Het leek niet noodzakelijk om in deze kade nog meer onderzoek te doen, omdat het profiel en de grondsamenstelling van de kade volgens de metingen en het grondonderzoek in lengte-richting weinig verandert. De berekende evenwichts-factor van het bovenvermelde onderzoek was echter niet zodanig hoog dat de kade langs de Ringvaart zonder meer als veilig kon worden gekwalificeerd. Daarom is in profiel 1 een stabiliteitsonderzoek uitgevoerd.

## 5. Geologische beschrijving.

Het L.G.M. geeft de volgende geologische beschrijving van het gebied, waarin de polder is gelegen:

Volgens de Geologische Kaart van Nederland no. 25 kwartblad IV en de door de Rijks Geologische Dienst in Haarlem gepubliceerde stratigrafie ziet de geologische ontwikkeling van de betrokken polder in het laat-Pleistoceen en het Holoceen er als volgt uit:

Aan het eind van het Pleistoceen werden door windwerking de "dekzanden" van de Formatie van Twenthe aangevoerd. De bovenkant van deze aeolische sedimenten ligt op N.A.P. - 12 m. Zij bestaan uit fijne tot middelfijne afgeronde korrels.

Het Holoceen tijdperk begint met een zeetransgressie. Door de zeespiegelrijzing werden eerst ziltige zanden met kleilaagjes, en daarna kleien aangespoeld. Het zo ontstane mariene pakket heeft een dikte van ca. 5 m. Het wordt de Afzettingen van Calais genoemd.

De vorming ervan eindigt omstreeks 1800 v. C., vanaf welk tijdstip een veenontwikkeling gaat overheersen. Aldus vormt zich de laag van het Hollandveen.

De recente geologische geschiedenis van de polder werd door het ontstaan van een meer beïnvloed. De erosieve werking van het meerwater had tot gevolg, dat de oorspronkelijk meer dan 3 m dikke veenlaag ter plaatse van de meerbodem (het gebied van de huidige polder) tot een laag van ca. 0,5 m werd gereduceerd.

Tussen de jaren 1624-1629 werden de dijken rondom het meer op het oorspronkelijke land, (dat wil zeggen op de oorspronkelijke laag van het Hollandveen), aangelegd en het meer leeggepompt (zie ook hoofdstuk 3).

Het laatste deel van de Geologische geschiedenis van de polder verliep onder menselijke en atmosferische invloeden. De mogelijke plaatselijke afwijkingen hierdoor zijn niet op het schematisch profiel (5K1) aangegeven.

## 6. Maatgevende boezemstand.

In vergelijking met andere boezems, is er van de schommelingen in het peil van Amstellands boezem niet zo veel bekend. Uit peilschaalwaarnemingen over een periode van zeven jaar is getracht de overschrijdingsfrequentie van uurwaarnemingen voor Amstellands boezem nabij de Carrésluizen in Amsterdam te bepalen. Dit waarnemingspunt is het dichtst bij de wateren rond de Watergraafsmeer gelegen.

Door de steeds veranderende bemalingscapaciteit van de boezem is de waarnemingsperiode eigenlijk te kort om een frequentiebeschouwing op te zetten. Daar er echter geen andere gegevens aanwezig waren, is toch met deze waarnemingen gewerkt.

Uit de berekeningen blijkt dat een boezemstand van N.A.P. éénmaal per jaar wordt overschreden. Een peil van N.A.P. + 0,20 m zou een overschrijdingsfrequentie hebben van éénmaal per honderd jaar. In werkelijkheid zal dit peil een lagere overschrijdingsfrequentie hebben, omdat het bij hoge standen zeer door menselijk ingrijpen wordt beïnvloed. Bij de stabiliteitsberekeningen van de kade langs de Ringvaart is de stand van N.A.P. + 0,20 m als maatgevend beschouwd. Er is ook een berekening gemaakt met een boezemstand van N.A.P.

De kade langs de Weespertrekvaart is alleen bij een waargenomen boezemstand berekend. Op de consequenties hiervan wordt in hoofdstuk 7 ingegaan.

Opmerking: In 1975 is het gemaal bij IJmuiden gereed gekomen.

Dit zal ongetwijfeld zijn invloed hebben op het beheer van Amstellands boezem. De maatgevende boezemstand kan dan waarschijnlijk op een lager niveau worden aangenomen. Bij de stabiliteitsberekeningen in hoofdstuk 7 en de beoordeling van de kade (hoofdstuk 8) is nog geen rekening met de invloed van het gemaal gehouden.



## 7. Stabiliteitsonderzoek.

In hoofdstuk 4.4. is een motivering gegeven van de keuze van profiel 1 (langs de Ringvaart), waarin een stabiliteitsonderzoek is gewenst. Tevens is verwezen naar een reeds eerder uitgevoerd stabiliteitsonderzoek in de kade langs de Weespertrekvaart.

### 7.1. De kade langs de Ringvaart.

Een beschrijving van het onderzoek en de resultaten is in rapport CO 21738-0/I gegeven, dat als bijlage 6 is toegevoegd.

Uit de berekening blijkt dat de kade ter plaatse van profiel 1 een stabiliteit heeft, die als onvoldoende moet worden gekwalificeerd. Ter plaatse van profiel 2 heeft de kade een ruim voldoende stabiliteit. Bij de maatgevende boezemstand van N.A.P. + 0,20 m en een daarbij aangepast freatisch vlak is de stabiliteit nog voldoende.

### 7.2. De kade langs de Weespertrekvaart.

Reeds enkele jaren geleden is er in de kade langs de Weespertrekvaart een stabiliteitsonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek lag buiten het kader van het systematisch onderzoek. De gevolgde methode voor de keuze van het te onderzoeken dwarsprofiel verschilt weinig van de huidige methode. Na een nadere studie van de reeds in dit kadedeelte uitgevoerde grondonderzoeken door de afdeling Grondmechanica van de Gemeente Amsterdam en het uitgevoerde stabiliteitsonderzoek is gebleken dat profiel 3 als representatief voor de kade langs de Weespertrekvaart kan worden gesteld.

In rapport CO-19939 is een beschrijving van het onderzoek en de resultaten ervan gegeven. Dit rapport is als bijlage 7 toegevoegd. Uit dit rapport blijkt dat de evenwichtsfactor bij de gemeten freatische lijn 1,4 bedraagt. Er is echter geen stabiliteitsberekening uitgevoerd bij een maatgevende boezemstand. Een eenvoudige berekening bij maatgevende boezemstand en een daarbij aangepast freatisch vlak toont aan dat de evenwichtsfactor tot een waarde (1,05) daalt, die als onvoldoende moet worden aangemerkt.

8. Beoordeling van de veiligheid van de gehele kade.

Uit de hoofdstukken 2 tot en met 7 kan het volgende worden geconcludeerd over de veiligheid van de kade:

- 8.1. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de spoorbrug en de Hartveldsche brug doet geen dienst meer als boezemwaterkering en is daarom buiten beschouwing gelaten.
- 8.2. De volgende kadegedeelten kunnen vanwege hun zware profiel zonder meer als veilig worden aangemerkt.
  - a. Het kadegedeelte langs de Weespertrekvaart tussen de Hartveldsche brug en de Duivendrechtse brug.
  - b. Het kadegedeelte langs de Amstel.
  - c. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de Amstel en de Molukkenbrug.
- 8.3. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de Molukkenbrug en de spoorbrug heeft een stabiliteit die zeer afhankelijk is van de profielvorm van de kade. Uit het onderzoek volgt dat de kadegedeelten met een profielvorm als profiel 1 als onveilig moeten worden beschouwd. De kadegedeelten met de vorm van profiel 2 kunnen als veilig worden aangemerkt, mits aan de in punt 8.5. vermelde leidingsen de nodige aandacht is besteed.
- 8.4. De kade langs de Weespertrekvaart tussen de Duivendrechtse brug en de Amstel heeft volgens het uitgevoerde onderzoek een stabiliteit die bij de normale waterstand juist voldoende is. Bij de voor de stabiliteitsberekeningen aangenomen maatgevende boezemstand loopt de stabiliteit terug tot beneden het als veilig gestelde minimum. Omdat de gevolgen van een afschuiving van het binnentalud niet zijn te overzien, kan de veiligheid van de kade, ondanks het zware profiel, niet onder alle omstandigheden als voldoende worden beschouwd.
- 8.5. In de gehele kade ligt een groot aantal gas- en waterleidingen, die in principe niet in een waterkering behoren te liggen. Vooral de leidingen die binnen de veiligheidszone van de kade liggen, vormen een gevaar, vooral als de evenwichtsfactor een lage waarde heeft en er daarom een grotere kans op verplaatsingen in de kade bestaat. De leidingen dienen zo mogelijk te worden verwijderd. De leidingen die de kade kruisen, dienen te worden getoetst aan de

richtlijnen van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, gesteld in de respectievelijke leidraden voor constructie en beheer van gas- en vloeistofleidingen.

## 9. Samenvatting.

- 9.1. Er is een onderzoek ingesteld naar de veiligheid van de boezemkaden rond de Watergraafsmeer (566 ha.). De kaden liggen langs de Amstel (0,7 km), de Ringvaart (5,7 km) en de Weespertrekvaart (2,5 km). De kaden beschermen een groot stedelijk gebied (een woonwijk van Amsterdam) en enige belangrijke spoorwegen en verkeersaders.
- 9.2. Enkele kadegedeelten zijn niet grondmechanisch onderzocht en kunnen zonder meer als veilig worden beschouwd:
  - 9.2.1. De kade langs de Amstel vanwege het zeer zware profiel.
  - 9.2.2. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de spoorbrug en de Hartveldsche brug, omdat het boezemgedeelte is afgedamd en de kade niet meer als boezemkade fungeert.
  - 9.2.3. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de Amstel en de Molukkenbrug vanwege het zware profiel en de aanwezigheid van een kademuur.
  - 9.2.4. Het kadegedeelte langs de Weespertrekvaart tussen de Hartveldsche brug en de Duivendrechtse brug vanwege de aanwezigheid van een brede verkeersweg, waardoor een zeer zwaar profiel aanwezig is.
- 9.3. De grondmechanisch onderzochte kadegedeelten hebben een wisselend profiel, maar de grondopbouw is dezelfde:  
Vanaf de kruin tot ongeveer N.A.P. - 2,00 m bestaat de kade uit zandige materialen die af en toe met puinstukjes zijn vermengd. Deze laag rust op een veenlaag die plaatselijk in dikte varieert en soms onder het kadelichaam hoger voorkomt dan aan de teen van de kade. Onder de veenlaag liggen klei- en zandhoudende materialen, waarvan de grondmechanische eigenschappen van groot belang zijn voor de stabiliteit van de kade. Het geheel rust op de Pleistocene zandlaag, waarvan de bovenkant op ongeveer N.A.P. - 12 m ligt
- 9.4. De kade langs de Ringvaart tussen de Molukkenbrug en de spoorbrug heeft over zijn gehele lengte een ongeveer vijf meter brede kruin.

De helling van het binnentalud varieert: Over een gedeelte is deze 1:3 en ligt de teensloot direct onderaan het talud. Over het andere kadegedeelte is de helling 1:5 en gaat over op 1:17. Hierdoor ligt de teensloot op  $\pm 50$  m uit de kruin verwijderd.

De taludhelling heeft grote invloed op de stabiliteit. De evenwichtsfactor in het eerstgenoemde kadegedeelte is 1,10 bij de gemeten boezemstand (N.A.P. - 0,31 m). Bij de maatgevende boezemstand (N.A.P. + 0,20 m) is deze factor nog ongunstiger. Dit kadegedeelte wordt derhalve als onvoldoende veilig beschouwd.

Het gedeelte met de flauwere taludhelling heeft een minimum evenwichtsfactor van 1,76 bij de gemeten freatische lijn en boezemstand. Bij de maatgevende boezemstand is deze 1,54. Dit kadegedeelte kan als voldoende veilig worden aangemerkt, mits aan de in punt 9.6. gestelde voorwaarden is voldaan.

- 9.5. De kade langs de Weespertrekvaart tussen de Duivendrechtse brug en de Omval heeft een ongeveer 13 meter brede kruin met daarop een 8 à 9 meter brede klinkerweg. De helling van het binnentalud is 1:3 en gaat iets boven de teen over in een berm met een helling van 1:9.

In dit kadegedeelte is eerder een buiten het systematisch onderzoek vallende stabiliteitsberekening gemaakt bij het gemeten freatisch vlak en een normale boezemstand. De evenwichtsfactor is in dat geval 1,4. Een berekening bij maatgevende boezemstand en een daarbij aangepaste freatische lijn gaf een evenwichtsfactor van 1,05.

Hoewel de kade een tamelijk zwaar profiel heeft, kan onder genoemde ongunstige omstandigheden een doorbraak door afschuiving van het binnentalud niet worden uitgesloten, omdat de gevolgen van een eventuele afschuiving niet te voorspellen zijn. De kade mag daarom niet onder alle omstandigheden als voldoende veilig worden aangemerkt.

- 9.6. De in de lengterichting van de kade liggende gas- en waterleidingen (vooral die zich binnen de veiligheidszone bevinden), dienen zo mogelijk te worden verwijderd. Kruisende leidingen dienen te worden getoetst aan de leidraden voor constructie en beheer

van gas- en vloeistofleidingen (uitgaven van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen).

#### 9.7. Slotopmerking.

De slechte resultaten van het onderzoek van deze belangrijke kade zijn, direct nadat deze bekend waren, aan de dienst Publieke Werken van de Gemeente Amsterdam meegedeeld. Men heeft voor de kade langs de Ringvaart direct een verbeteringsplan ontworpen en uitgevoerd. De evenwichtsfactor van het verbeterde profiel (bijlage 8) is onder normale omstandigheden 1,9 en bij ongunstige omstandigheden (boezemstand N.A.P. 0,20 m en drainage werkt niet) is deze 1,3.

De kade langs de Weespertrekvaart tussen de Duivendrechtse brug en de Omval is op sommige plaatsen los van dit onderzoek verbeterd. Een evenwichtsfactor van deze verbeterde gedeelten is ons niet bekend. Het is aan te bevelen om de veiligheid van de gehele kade nog eens nader te bezien. Waarschijnlijk zal de maatgevende boezemstand van N.A.P. + 0,20 m dan, in verband met de invloed van het gereedgekomen gemaal bij IJmuiden, op een lager niveau kunnen worden aangenomen.

centrum voor onderzoek waterkeringen

## Wedergraafsmeev.

hr. Peders

hr. v.d. Vliet

hr. v. Geidenbeek

Bunger

v.d. Buijck

} Amsterdam

} e.o.w

### afpraak:

a. Daar geteld kan worden dat de kade niet onder alle omstandigheden stabiel is, maar dat de stabiliteit sterk reageert op de frequentie van veranderingen in de aanbeveling de kade te verbeteren.

b. inventarisatie van aanwezige bebouwing (is verbetering mogelijk)

c. uitwerken peilbuisgegevens in combinatie met de regelmaat gegevens.

d

Met elkaar contact houden.



Onderzoek naar de veiligheid van de  
boezemkade van de Watergraafsmeer

(A-73.025)

~~A-71.008~~

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen

## INHOUDSOPGAVE.

blz.

1	Inleiding.
2	Beschrijving van de polder, de boezem en de kade.
8	Geschiedenis.
9	Grondonderzoek.
12	Geologische beschrijving.
13	Maatgevende boezemstand.
14	Stabiliteitsonderzoek.
15	Beoordeling van de veiligheid van de gehele kade.
17	Samenvatting.

BIJLAGEN.

<u>Bijlage nr.</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>Tek.nr.</u>
1 \	Situatie dwarsprofielen	A <sub>2</sub> -73-75
2 \	Dwarsprofiel 1 en 2	A <sub>5</sub> -73-77
3 \	Dwarsprofiel 3	A <sub>3</sub> -74-173
4 \	Situatie gas- en waterleidingen (volgens opgave Amsterdam)	A <sub>2</sub> -74-174.
5 /	Bijlagen L.G.M. grondonderzoek	
6 /	L.G.M. rapport CO-21738-0-I	
7 /	L.G.M. rapport CO-19939	
8 /	Verbetering profiel Ringvaart	A <sub>4</sub> -74-175
9 ✓	Foto 1 tot en met 3	A <sub>1</sub> -74-176
10 \	Foto 4 tot en met 6	A <sub>1</sub> -74-177
11 \	Foto 7 en 8	A <sub>1</sub> -74-178

## 1. Inleiding.

In het kader van het systematisch kade-onderzoek is een onderzoek ingesteld naar de veiligheid van de boezemkade rond de Watergraafsmeer. Deze polder ligt in de gemeente Amsterdam en behoort tot het boezemgebied van Amstelland.

De kade beschermt een diepliggend stedelijk gebied met enkele belangrijke spoor- en verkeersaders. Het onderzoek is uitgevoerd in de kade langs de Weespertrekvaart en de noordelijke kade langs de Ringvaart. Het onderzoek in de kade langs de Weespertrekvaart is reeds in 1971 uitgevoerd. De resultaten ervan zijn destijds aan de afdeling Publieke Werken van de gemeente Amsterdam gezonden.

Ten behoeve van het overige onderzoek is een verkenning uitgevoerd, waarbij onder meer dwarsprofielen zijn gemeten, de bestaande geologische en bodemkundige gegevens zijn geanalyseerd en gegevens omtrent onderhoud en gedrag van de kade werden verzameld. Het grondmechanisch onderzoek en de rapportering hierover is verricht door het Laboratorium voor Grondmechanica (L.G.M.). Er is tevens gebruik gemaakt van gegevens, die de Technische Dienst van het Hoogheemraadschap van Amstelland, de Provinciale Waterstaat van Noord-Holland en de Dienst Publieke Werken van de gemeente Amsterdam beschikbaar hebben gesteld.

De resultaten van het in eind 1973 uitgevoerde onderzoek gaven aanleiding de kade direct te verbeteren. In onderstaande tekst is echter de toestand weergegeven, zoals die destijds bij de verkenning is aangetroffen. De mate van de verbetering en welke kadegedeelten reeds zijn verbeterd, zullen in hoofdstuk 9.7 aan de orde komen.

## 2. Beschrijving van de polder, de boezem en de kade.

### 2.1. De polder.

#### 2.1.1. Ligging.

De Watergraafsmeer ligt in het zuidoosten van Amsterdam en is een deel van de bebouwde kom van deze stad. De polder wordt rondom begrensd door boezemwater behorende tot de boezem van het Hoogheemraadschap van Amstelland. Die boezemwateren zijn:

- a. De Ringvaart in het noorden en oosten
- b. De Weespertrekvaart in het zuiden
- c. De Amstel in het noorden.

#### 2.1.2. Oppervlakte en peilen.

De waterstaatkundige oppervlakte van de polder is 566 ha. De polder heeft een goedgekeurd slootpeil van N.A.P. - 5,50 m. In de polder komen enkele gebieden met onderbemaling voor en enkele gebieden, die een hoger peil hebben.

De gebieden met onderbemaling zijn:

- a. Anna's Hoeve - N.A.P. - 6,20 m
- b. Sportpark Middenmeer - zomerpeil N.A.P. - 6,00 m;  
winterpeil N.A.P. - 6,20 m
- c. Sportpark "Voorland" - zomerpeil N.A.P. - 5,60 m;  
winterpeil N.A.P. - 5,90 m
- d. De Volharding (volkstuinten) - N.A.P. - 5,70 m
- e. Sportpark Drieburg - zomerpeil N.A.P. - 5,85 m;  
winterpeil N.A.P. - 6,10 m.

Gebieden die een hoger peil hebben, zijn:

- a. Ten oosten van de spoorbaan, tussen de Ringvaart en de Mr.Treublaan - zomerpeil N.A.P. - 4,70 m; winterpeil N.A.P. - 5,35 m
- b. Ten oosten van de spoorbaan, tussen de Mr.Treublaan en de Weespertrekvaart - zomerpeil N.A.P. - 5,25 m; winterpeil N.A.P. - 5,35 m.

#### 2.1.3. Economische belangen en aantal inwoners.

De polder behoort geheel tot het grondgebied van Amsterdam. Het stedelijke gebied bestaat ongeveer tweevijfde van de oppervlakte

van de polder. Het overige gedeelte van de polder bestaat hoofdzakelijk uit sportparken en volkstuinen.

De polder wordt in een noordelijk en een zuidelijk gedeelte gesplitst door een groot spoorwegcomplex (Amsterdam-Utrecht).

Het aantal inwoners in de polder bedraagt ongeveer 40.000.

#### 2.1.4. Gevolgen van een doorbaak.

Bij vrije toestroming van water uit de Amstel, het Amsterdam-Rijnkanaal, het stadswater van Amsterdam en het Noordzeekanaal komt er meer dan 3,00 m water in de polder te staan.

Reëler is te veronderstellen dat slechts water toestroomt van de Amstelboezem-west en het stadswater van Amsterdam. Het stadswater van Amsterdam kan met sluisen afgesloten worden van het Noordzeekanaal en Amstelland-west kan met sluisen afgesloten worden van het Amsterdam-Rijnkanaal en daarmee van Amstelland-oost.

Er komt in dat geval meer dan 2,00 m water in de polder te staan. Hierbij is ervan uitgegaan, dat de boezemscheidingen in bovengenoemde boezemgebieden niet gesloten zijn. De gemiddelde maaiveldhoogte is aangenomen op N.A.P. - 4,30 m.

Het hoge en brede grondlichaam van het spoorwegemplacement verdeelt de Watergraafsmeer in twee delen en is geschikt gemaakt om als tweede waterkering dienst te doen. Bij de twee laaggelegen doorgangen aan de uiteinden is een kering tot kadehoogte aanwezig. Tevens bestaat de mogelijkheid tot afsluiting (met puntdeuren) van de in de Molenwatering gelegen duiker en van de onderdoorgang in het midden van het emplacement. Inundeert de polder ten noorden van het emplacement, dan is de inundatiediepte ruim 3,50 m. Hiermede is dan wel bereikt, dat het stedelijk gebied ten zuiden van dit emplacement niet inundeert. In de Ringvaart en de Weespertrekvaart zijn enkele boezemscheidingen aanwezig (zie punt 2.2.2.), waardoor het boezemwater rondom de polder in kleine vakken verdeeld kan worden en de situatie bij inundatie veel gunstiger is.

#### 2.2. De boezem.

##### 2.2.1. Oppervlakte.

De boezem van het Hoogheemraadschap van Amstelland heeft een oppervlakte van 720 ha. De boezem wordt in tweeën gedeeld door het

Amsterdam-Rijnkanaal. Amstelland-west heeft een oppervlakte van 520 ha en Amstelland-oost van 200 ha.

De boezem staat onder normale omstandigheden in open verbinding met het Amsterdam-Rijnkanaal (350 ha), het stadswater van Amsterdam (170 ha) en het Noordzeekanaal (1600 ha).

#### 2.2.2. Mogelijkheden tot compartimentering.

Het stadswater van Amsterdam kan door een negental keer-en/of schutsluizen afgesloten worden van het Noordzeekanaal.

Amstelland-west kan door middel van keer- en schutsluizen afgesloten worden van het Amsterdam-Rijnkanaal onder andere bij het Nieuwe Diep (foto 1), de Diemen en de Gaasp (bij Driemond).

Voor de Watergraafsmeer zijn van direct belang de tolkeringen in de Ringvaart bij de Wibautstraat, de Molukkenstraat, ten noorden van het spoorwegemplacement bij Diemen en even ten noorden van de Hartveldsebrug (foto 2). De laatste twee doen weinig dienst meer, omdat de oostelijke Ringvaart tussen het spoorwegemplacement en de Hartveldsebrug is afgedamd en niet meer tot Amstellands-boezem behoort (zie ook 2.3.3.).

De Weespertrekvaart kan door middel van een schulpstuw bij de spoorweg nabij de Omval (foto 3) afgesloten worden van de Amstel. Door deze boezemscheiding wordt het boezemwater rondom de polder in zulke kleine vakken verdeeld, dat bij een kadedoorbraak de inundatiediepte aanmerkelijk minder groot kan zijn als in punt 2.1.4. is berekend.

#### 2.2.3. Daling van de boezem bij een doorbraak.

Bij vrije toestroming vanuit het Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal daalt de boezem 0,75 m of meer. Deze veronderstelling is in de praktijk niet reëel (zie punt 2.1.4. en 2.2.2.). Inundatie van de polder met water uit de Amstelboezem-west en het stadswater van Amsterdam geeft een boezemdaling van 2,00 m. Inundeert alleen het gedeelte van de polder ten noordoosten van het spoorwegemplacement dan is de boezemdaling 0,60 à 0,70 m. Maakt men gebruik van de boezemscheidingen in de wateren rondom de polder, dan loopt een gecompartmenteerd deel van de boezem leeg in de polder.

#### 2.2.4. Gevolgen voor scheepvaart en waterhuishouding.

Een doorbraak van de kade brengt een zodanige boezemdaling met zich mee (zie 2.2.3.) dat scheepvaart op de Amstel en het Amsterdam-Rijnkanaal onmogelijk wordt. Tevens zal de waterhuishouding van de andere polders verstoord worden.

#### 2.3. De kade.

##### 2.3.1. Lengte.

De kade langs de Ringvaart heeft een totale lengte van 5675 m; te splitsen in de volgende tracés:

- a. Van de Amstel tot de Molukkenbrug - 2175 m
- b. Van de Molukkenbrug tot de Spoorbrug naar Hilversum bij Diemen - 2500 m
- c. Van de spoorbrug naar Hilversum bij Diemen tot de Hartveldsebrug - 1000 m

De kade langs de Weespertrekvaart heeft een totale lengte van 2500 m, te splitsen in de volgende secties:

- d. Van de Hartveldsebrug tot de Duivendrechtsebrug - 775 m
- e. Van de Duivendrechtsebrug tot de Omval - 1725 m

De lengte van de kade langs de Amstel van de Omval tot de Scholtenbrug is 700 m.

##### 2.3.2. Beschrijving van het profiel aan de hand van de gemeten dwarsprofielen.

Dwarsprofiel 1 is gemeten over de noordelijke kade langs de Ringvaart, tegenover het volktuinencomplex "Linnaeus". De kruin heeft een breedte van ongeveer 5,00 m met daarop een 3,50 m brede asfaltweg. De kruin ligt ongeveer op N.A.P. + 0,40 m. Voor de kade ligt een berm van 2,50 m breedte, die op N.A.P. ligt.

Het buitentalud is onverdedigd. Het binnentalud heeft een helling van 1:3 en is met een grasmat bekleed. Direct aan de teen van de kade ligt een 2,00 m brede sloot.

Dwarsprofiel 2 ligt in de noordoostelijke punt van de polder, tegenover het zogenaamde "Jongensland". De kade heeft op die plaats een



veel zwaarder profiel. De kruin heeft ook een breedte van 5,00 m met daarop een 3,50 m brede asfaltweg. De kruinhoogte is N.A.P. + 0,30 m. Voor de kade ligt boezemland, dat 8 à 9 m breed is en dat flauw afloopt in de richting van de boezem van N.A.P. + 0,25 m tot N.A.P.

Het buitentalud is onverdedigd. Het binnentalud is in twee stukken te verdelen. Het eerste gedeelte heeft een helling van 1:5, het tweede gedeelte van het talud heeft een gemiddelde helling van 1:17. Op de knik van deze twee gedeeltes is veel kwel geconstateerd, vooral na periodes met veel regen. De teensloot ligt op bijna 50 meter uit de kruin van de kade.

Dwarsprofiel 3 is gemeten over de zuidelijke kade langs de Weesper-trekvaart tegenover "Sportpark Drieburg". De kruin van de kade is 13 m breed met daarop een 8 à 9 m brede klinkerweg.

Het binnentalud heeft een helling van 1:3 over de eerste 15 m, gerekend vanuit de binnenkruinlijn, vervolgens een stukje van 2,50 m breed met een helling van 1:9, waarna een vrijwel horizontaal gedeelte van 7 m breedte naar de teensloot loopt.

### 2.3.3. Beschrijving van de kade.

Bij deze beschrijving wordt de kade in de tracés gesplitst als in punt 2.3.1.

Het gedeelte vanaf de Amstel tot aan de Molukkenbrug is niet onderzocht, omdat de kade een zeer zwaar profiel heeft. De kade heeft een kademuur als oeverbescherming (foto 4). De bebouwing reikt soms tot aan de kade (foto 5). Het volgende gedeelte van de Molukkenbrug tot de spoorbrug naar Hilversum bij Diemen is onderzocht met behulp van de profielen 1 en 2. Op de kruin van de kade ligt de 3,50 m brede asfaltweg (zie punt 2.3.2.). De bermen aan beide kanten van de weg zijn op vele plaatsen beschadigd doordat auto's elkaar op de te smalle weg moeten passeren (foto 6).

Voor de kade ligt vanaf de Molukkenbrug tot het Nieuwe Diep een 1 à 2 m breed boezemland. Tegenover het Nieuwe Diep is het boezemland 10 m breed en dit blijft zo tot de spoorbrug. Dit boezemland is over het algemeen met riet begroeid. Het buitentalud is onverdedigd.

De kade van de spoorbrug tot de Hartveldsebrug doet geen dienst meer als boezemwaterkering, omdat dit boezemgedeelte is afgedamd

(zie 2.2.2.). Dit kadegedeelte is daarom niet verder verkend. Het kadegedeelte langs de Weespertrekvaart tussen de Hartveldsebrug en de Duivendrechtsebrug heeft door de ligging van de zeer brede Gooise weg achter dit lichaam zo'n zwaar profiel, dat dit gedeelte zonder meer als veilig is gekwalificeerd.

Het kadedeel tussen de Duivendrechtsebrug en de Omval is onderzocht met behulp van dwarsprofiel 3, bekend onder de naam "sportpark Drieburg". Op deze kade ligt een 8 à 9 m brede weg, die verhard is met straatklinkers (foto 7). Aan de buitenzijde van de kade ligt een berm op kruinhoogte van 2 m breed. Deze berm is bekleed met een grasmat. Het buitentalud wordt verdedigd door verschillende soorten oeververdediging.

De gedeelten langs het voormalige volktuinencomplex "de Volharding" en het sportpark "Drieburg" hebben een binnentalud, dat overeenkomt met dat van dwarsprofiel 3. De teensloot ligt hier op ongeveer 25 m uit de kruin van de kade.

De kade langs de Amstel bestaat uit bebouwd hoog land en is daarom niet onderzocht.

#### 2.3.4. Vreemde elementen.

De kade wordt gekruist door verscheidene spoor- en verkeersbruggen, waarvan de landhoofden meestal zijn voorzien van beschermingen, zodat de kade hier niet wordt verzwakt.

Op veel plaatsen liggen gas- en waterleidingen in de kade (zie bijlage 4) of kruisen deze.

### 3. Geschiedenis.

De Watergraafsmeer of Diemermeer is in 1629 drooggemaakt. In diezelfde eeuw kwam de polder tweemaal onder water te staan. Eénmaal in 1651 na een kadedoorbraak en éénmaal in 1672 na het bewust doorsteken van de waterkering ter beveiliging van Amsterdam tegen de Fransen.

De polder is in de loop van de eeuwen voor een groot gedeelte bebouwd, ten behoeve van de uitbreiding van de stad Amsterdam. De kaden rondom de polder zijn hierdoor in belangrijkheid toegenomen en zijn daartoe verschillende keren verhoogd en verzaard.

Tien jaar geleden is door een werkgroep, belast met het onderzoek van de waterkeringen in de gemeente Amsterdam, een rapport uitgebracht waarin op de bescherming van de Watergraafsmeer wordt ingegaan. Daarin worden enkele verbeteringen genoemd, die men gemaakt heeft of gaat maken, zodat bij eventuele calamiteiten de schade zo beperkt mogelijk blijft. Men heeft het brede grondlichaam van het spoorwegemplacement geschikt gemaakt om als tweede waterkering dienst te doen en men heeft op vier plaatsen met schotbalken afsluitbare keersluizen (later vervangen door toldeurkeringen) in de Ringvaart gemaakt.

De in bovengenoemd rapport gedane voorstellen tot het maken van een snel sluitbare keersluis in de Weespertrekvaart bij de spoorbrug nabij de Omval en het veranderen van de rijkskeersluis in de ij-dijk tussen het Amsterdam-Rijnkanaal en het Nieuwe Diep zijn reeds uitgevoerd.

De aanbevelingen van de werkgroep tot het maken van een tweede keersluis in de Ringvaart ten oosten van de brug in de Wibautstraat en het aanbrengen van een stalen damwand langs de bocht van de Weespertrekvaart zijn ingetrokken. Een tweede sluis acht men bij nader inzien niet noodzakelijk.

In het recente verleden is de Ringvaart tussen de spoorbrug bij Diemen en de Hartveldsebrug afgedamd (2.2.2. en 2.3.3.) (foto 8).

#### 4. Grondonderzoek.

##### 4.1. Keuze van de te onderzoeken dwarsprofielen.

Bij de keuze van de door het L.G.M. te onderzoeken dwarsprofielen is van de volgende gegevens gebruik gemaakt:

- a. Een eerder door het L.G.M. en de afdeling Grondmechanica van Gemeentewerken Amsterdam uitgevoerd grond- en stabiliteitsonderzoek in de kade langs de Weespertrekvaart
- b. De resultaten van de verkenning
- c. De geologische informatie over het gebied.

Uit de verkenning is gebleken dat alleen de kade langs de Weespertrekvaart, vanaf de Duivendrechtse brug tot de Omval en het kade-gedeelte langs de Ringvaart, vanaf de Molukkenbrug tot de spoorbrug voor grondonderzoek in aanmerking komt.

Het reeds eerder uitgevoerde onderzoek in de kade langs de Weespertrekvaart was zodanig dat verder onderzoek niet noodzakelijk was. In de kade langs de Ringvaart zijn twee profielen aan een grondonderzoek onderworpen.

##### 4.2. Uitvoering van het grondonderzoek.

###### 4.2.1. Onderzoek uitgevoerd door het L.G.M.

Het L.G.M. heeft in twee dwarsprofielen grondonderzoek uitgevoerd: 2 middelzware sonderingen nos 1-1 en 2-1; 6 continuboringen 29 mm nos 1-1 tot en met 1-3 en 2-1-tot en met 2-3.

Het aantal en de situering van de boringen in de uitgekozen profielen werd in overeenstemming met de afmetingen en de vorm van de kade vastgesteld: in principe één ter plaatse van het buitentalud van de kade, één halverwege het binnentalud en één onderaan het talud. De continuboringen in het buitentalud zijn met middelzware sonderingen gecombineerd.

Van de continuboringen zijn in het laboratorium de volume-gewichten per halve meter lengte bepaald. Tevens zijn de grondsoorten beschreven en de boorresultaten gefotografeerd. Aan de uitgelegde en in de lengte doorgesneden grondmonsters zijn met behulp van een handpenetrometer de vastheden van de diverse grondlagen gemeten. De penetrometerwaarden (p) zijn grafisch weergegeven naast de boorgrafieken.

De resultaten van de boringen zijn getekend in de dwarsprofielen op de bijlage 5D1.

De resultaten van de sonderingen zijn met de betreffende boringen op de bijlagen nos. 5S1 en 5S2 weergegeven, waarbij de gemeten conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand in  $\text{kg/cm}^2$  tegen de diepte in meters ten opzichte van N.A.P. zijn uitgezet. De bijlagen nos. 5F1 tot en met 5F6 bevatten foto's van de boorresultaten.

De beide gemaakte sonderingen nos. 1-1 en 2-1 tonen aan, dat het Pleistocene vaste zandcomplex op N.A.P. - 12 m voorkomt. In de sondeergrafieken ziet men duidelijk, dat het Hollandveen zijn basis heeft op N.A.P. - 6 à 7 m, en dat de Calais Afzettingen ter plaatse van het profiel no 1 iets meer zand bevatten dan in het profiel no 2. Uit de boorresultaten blijkt, dat de veenlaag plaatselijk onder het kadelichaam hoger voorkomt dan bij de teen van de kade, ondanks het er op drukkende gewicht van de kade. De reden hiervoor ligt vermoedelijk daarin, dat het veen onder de teen van de kade meer onder atmosferische invloeden en waterspiegelverlaging heeft gestaan, en daardoor daar sterker is verweerd.

Boven op het veen bevinden zich kleigronden, die gebruikt werden om de kaden op hoogte te brengen. Het opgebrachte materiaal is plaatselijk met wat puinbrokjes of zandlensjes vermengd.

#### 4.2.2. Onderzoek door "Grondmechanica Amsterdam".

In de kade langs de Weespertrekvaart zijn in enige dwarsprofielen boringen uitgevoerd. De grondopbouw van deze kade komt overeen met de onder punt 4.2.1. beschreven kade. Hierbij moet echter worden opgemerkt dat de kruin van de kade langs de Weespertrekvaart tot N.A.P. - 2,00 m meer zand bevat dan de kade langs de Ringvaart.

#### 4.3. Metingen van het freatisch vlak.

In de profielen 1 en 2 langs de Ringvaart zijn open peilbuizen geplaatst om de hoogte van het freatisch vlak te kunnen bepalen. De freatische lijn staat in bijlagen 2 en 3 ingetekend.

De peilbuizen zijn gedurende een maand waargenomen. In dit tijdvak is een natte periode voorgekomen. Het verschil in de hoogst en laagst waargenomen peilbuisstand tijdens de respectievelijk natte en

droge periode is ongeveer 0,25 m.

In profiel 1 ligt het freatisch vlak 0,50 m à 1,00 m onder het maai-veld. In profiel 2 echter heeft het een ongunstiger verloop en komt het zelfs aan het oppervlak. Tijdens de verkenning zijn hier dan ook drassige plaatsen geconstateerd.

In de kade langs de Weespertrekvaart is door "Grondmechanica Amsterdam" het freatisch vlak gemeten. De freatische lijn heeft hier ongeveer hetzelfde verloop als in profiel 1.

#### 4.4. Keuze van de profielen stabiliteitsonderzoek.

In de kade langs de Weespertrekvaart was reeds eerder een onderzoek uitgevoerd (voor resultaten zie hoofdstuk 7). Het leek niet noodzakelijk om in deze kade nog meer onderzoek te doen, omdat het profiel en de grondsamenstelling van de kade volgens de metingen en het grondonderzoek in lengte-richting weinig verandert. De berekende evenwichtsfactor van het bovenvermelde onderzoek was echter niet zodanig hoog dat de kade langs de Ringvaart zonder meer als veilig kon worden gekwalificeerd. Daarom is in profiel 1 een stabiliteitsonderzoek uitgevoerd.

## 5. Geologische beschrijving.

Het L.G.M. geeft de volgende geologische beschrijving van het gebied, waarin de polder is gelegen:

Volgens de Geologische Kaart van Nederland no. 25 kwartblad IV en de door de Rijks Geologische Dienst in Haarlem gepubliceerde stratigrafie ziet de geologische ontwikkeling van de betrokken polder in het laat-Pleistoceen en het Holoceen er als volgt uit:

Aan het eind van het Pleistoceen werden door windwerking de "dekzanden" van de Formatie van Twenthe aangevoerd. De bovenkant van deze aeolische sedimenten ligt op N.A.P. - 12 m. Zij bestaan uit fijne tot middelfijne afgeronde korrels.

Het Holoceen tijdperk begint met een zeetransgressie. Door de zeespiegelrijzing werden eerst ziltige zanden met kleilaagjes, en daarna kleien angespoeld. Het zo ontstane mariene pakket heeft een dikte van ca. 5 m. Het wordt de Afzettingen van Calais genoemd.

De vorming ervan eindigt omstreeks 1800 v. C., vanaf welk tijdstip een veenontwikkeling gaat overheersen. Aldus vormt zich de laag van het Hollandveen.

De recente geologische geschiedenis van de polder werd door het ontstaan van een meer beïnvloed. De erosieve werking van het meerwater had tot gevolg, dat de oorspronkelijk meer dan 3 m dikke veenlaag ter plaatse van de meerbodem (het gebied van de huidige polder) tot een laag van ca. 0,5 m werd gereduceerd.

Tussen de jaren 1624-1629 werden de dijken rondom het meer op het oorspronkelijke land, (dat wil zeggen op de oorspronkelijke laag van het Hollandveen), aangelegd en het meer leeggepompt (zie ook hoofdstuk 3).

Het laatste deel van de Geologische geschiedenis van de polder verliep onder menselijke en atmosferische invloeden. De mogelijke plaatselijke afwijkingen hierdoor zijn niet op het schematisch profiel (5K1) aangegeven.

## 6. Maatgevende boezemstand.

In vergelijking met andere boezems, is er van de schommelingen in het peil van Amstellands boezem niet zo veel bekend. Uit peilschaalwaarnemingen over een periode van zeven jaar is getracht de overschrijdingsfrequentie van uurwaarnemingen voor Amstellands boezem nabij de Carrésluizen in Amsterdam te bepalen. Dit waarnemingspunt is het dichtst bij de wateren rond de Watergraafsmeer gelegen.

Door de steeds veranderende bemalingscapaciteit van de boezem is de waarnemingsperiode eigenlijk te kort om een frequentiebeschouwing op te zetten. Daar er echter geen andere gegevens aanwezig waren, is toch met deze waarnemingen gewerkt.

Uit de berekeningen blijkt dat een boezemstand van N.A.P. éénmaal per jaar wordt overschreden. Een peil van N.A.P. + 0,20 m zou een overschrijdingsfrequentie hebben van éénmaal per honderd jaar. In werkelijkheid zal dit peil een lagere overschrijdingsfrequentie hebben, omdat het bij hoge standen zeer door menselijk ingrijpen wordt beïnvloed. Bij de stabiliteitsberekeningen van de kade langs de Ringvaart is de stand van N.A.P. + 0,20 m als maatgevend beschouwd. Er is ook een berekening gemaakt met een boezemstand van N.A.P.

De kade langs de Weespertrekvaart is alleen bij een waargenomen boezemstand berekend. Op de consequenties hiervan wordt in hoofdstuk 7 ingegaan.

Opmerking: In 1975 is het gemaal bij IJmuiden gereed gekomen.

Dit zal ongetwijfeld zijn invloed hebben op het beheer van Amstellands boezem. De maatgevende boezemstand kan dan waarschijnlijk op een lager niveau worden aangenomen. Bij de stabiliteitsberekeningen in hoofdstuk 7 en de beoordeling van de kade (hoofdstuk 8) is nog geen rekening met de invloed van het gemaal gehouden.



## 7. Stabiliteitsonderzoek.

In hoofdstuk 4.4. is een motivering gegeven van de keuze van profiel 1 (langs de Ringvaart), waarin een stabiliteitsonderzoek is gewenst. Tevens is verwezen naar een reeds eerder uitgevoerd stabiliteitsonderzoek in de kade langs de Weespertrekvaart.

### 7.1. De kade langs de Ringvaart.

Een beschrijving van het onderzoek en de resultaten is in rapport CO 21738-0/I gegeven, dat als bijlage 6 is toegevoegd.

Uit de berekening blijkt dat de kade ter plaatse van profiel 1 een stabiliteit heeft, die als onvoldoende moet worden gekwalificeerd. Ter plaatse van profiel 2 heeft de kade een ruim voldoende stabiliteit. Bij de maatgevende boezemstand van N.A.P. + 0,20 m en een daarbij aangepast freatisch vlak is de stabiliteit nog voldoende.

### 7.2. De kade langs de Weespertrekvaart.

Reeds enkele jaren geleden is er in de kade langs de Weespertrekvaart een stabiliteitsonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek lag buiten het kader van het systematisch onderzoek. De gevolgde methode voor de keuze van het te onderzoeken dwarsprofiel verschilt weinig van de huidige methode. Na een nadere studie van de reeds in dit kadedeelte uitgevoerde grondonderzoeken door de afdeling Grondmechanica van de Gemeente Amsterdam en het uitgevoerde stabiliteitsonderzoek is gebleken dat profiel 3 als representatief voor de kade langs de Weespertrekvaart kan worden gesteld.

In rapport CO-19939 is een beschrijving van het onderzoek en de resultaten ervan gegeven. Dit rapport is als bijlage 7 toegevoegd. Uit dit rapport blijkt dat de evenwichtsfactor bij de gemeten freatische lijn 1,4 bedraagt. Er is echter geen stabiliteitsberekening uitgevoerd bij een maatgevende boezemstand. Een eenvoudige berekening bij maatgevende boezemstand en een daarbij aangepast freatisch vlak toont aan dat de evenwichtsfactor tot een waarde (1,05) daalt, die als onvoldoende moet worden aangemerkt.

8. Beoordeling van de veiligheid van de gehele kade.

Uit de hoofdstukken 2 tot en met 7 kan het volgende worden geconcludeerd over de veiligheid van de kade:

- 8.1. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de spoorbrug en de Hartveldsche brug doet geen dienst meer als boezemwaterkering en is daarom buiten beschouwing gelaten.
- 8.2. De volgende kadegedeelten kunnen vanwege hun zware profiel zonder meer als veilig worden aangemerkt.
  - a. Het kadegedeelte langs de Weespertrekvaart tussen de Hartveldsche brug en de Duivendrechtse brug.
  - b. Het kadegedeelte langs de Amstel.
  - c. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de Amstel en de Molukkenbrug.
- 8.3. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de Molukkenbrug en de spoorbrug heeft een stabiliteit die zeer afhankelijk is van de profielvorm van de kade. Uit het onderzoek volgt dat de kadegedeelten met een profielvorm als profiel 1 als onveilig moeten worden beschouwd. De kadegedeelten met de vorm van profiel 2 kunnen als veilig worden aangemerkt, mits aan de in punt 8.5. vermelde leidingen de nodige aandacht is besteed.
- 8.4. De kade langs de Weespertrekvaart tussen de Duivendrechtse brug en de Amstel heeft volgens het uitgevoerde onderzoek een stabiliteit die bij de normale waterstand juist voldoende is. Bij de voor de stabiliteitsberekeningen aangenomen maatgevende boezemstand loopt de stabiliteit terug tot beneden het als veilig gestelde minimum. Omdat de gevolgen van een afschuiving van het binnentalud niet zijn te overzien, kan de veiligheid van de kade, ondanks het zware profiel, niet onder alle omstandigheden als voldoende worden beschouwd.
- 8.5. In de gehele kade ligt een groot aantal gas- en waterleidingen, die in principe niet in een waterkering behoren te liggen. Vooral de leidingen die binnen de veiligheidszone van de kade liggen, vormen een gevaar, vooral als de evenwichtsfactor een lage waarde heeft en er daarom een grotere kans op verplaatsingen in de kade bestaat. De leidingen dienen zo mogelijk te worden verwijderd. De leidingen die de kade kruisen, dienen te worden getoetst aan de

richtlijnen van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, gesteld in de respectievelijke leidraden voor constructie en beheer van gas- en vloeistofleidingen.

## 9. Samenvatting.

- 9.1. Er is een onderzoek ingesteld naar de veiligheid van de boezemkaden rond de Watergraafsmeer (566 ha.). De kaden liggen langs de Amstel (0,7 km), de Ringvaart (5,7 km) en de Weespertrekvaart (2,5 km). De kaden beschermen een groot stedelijk gebied (een woonwijk van Amsterdam) en enige belangrijke spoorwegen en verkeersaders.
- 9.2. Enkele kadegedeelten zijn niet grondmechanisch onderzocht en kunnen zonder meer als veilig worden beschouwd:
  - 9.2.1. De kade langs de Amstel vanwege het zeer zware profiel.
  - 9.2.2. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de spoorbrug en de Hartveldsche brug, omdat het boezemgedeelte is afgedamd en de kade niet meer als boezemkade fungeert.
  - 9.2.3. Het kadegedeelte langs de Ringvaart tussen de Amstel en de Molukkenbrug vanwege het zware profiel en de aanwezigheid van een kademuur.
  - 9.2.4. Het kadegedeelte langs de Weespertrekvaart tussen de Hartveldsche brug en de Duivendrechtse brug vanwege de aanwezigheid van een brede verkeersweg, waardoor een zeer zwaar profiel aanwezig is.
- 9.3. De grondmechanisch onderzochte kadegedeelten hebben een wisselend profiel, maar de grondopbouw is dezelfde: Vanaf de kruin tot ongeveer N.A.P. - 2,00 m bestaat de kade uit zandige materialen die af en toe met puinstukjes zijn vermengd. Deze laag rust op een veenlaag die plaatselijk in dikte varieert en soms onder het kadelichaam hoger voorkomt dan aan de teen van de kade. Onder de veenlaag liggen klei- en zandhoudende materialen, waarvan de grondmechanische eigenschappen van groot belang zijn voor de stabiliteit van de kade. Het geheel rust op de Pleistocene zandlaag, waarvan de bovenkant op ongeveer N.A.P. - 12 m ligt
- 9.4. De kade langs de Ringvaart tussen de Molukkenbrug en de spoorbrug heeft over zijn gehele lengte een ongeveer vijf meter brede kruin.

De helling van het binnentalud varieert: Over een gedeelte is deze 1:3 en ligt de teensloot direct onderaan het talud. Over het andere kadegedeelte is de helling 1:5 en gaat over op 1:17. Hierdoor ligt de teensloot op  $\pm 50$  m uit de kruin verwijderd.

De taludhelling heeft grote invloed op de stabiliteit. De evenwichtsfactor in het eerstgenoemde kadegedeelte is 1,10 bij de gemeten boezemstand (N.A.P. - 0,31 m). Bij de maatgevende boezemstand (N.A.P. + 0,20 m) is deze factor nog ongunstiger. Dit kadegedeelte wordt derhalve als onvoldoende veilig beschouwd.

Het gedeelte met de flauwere taludhelling heeft een minimum evenwichtsfactor van 1,76 bij de gemeten freatische lijn en boezemstand. Bij de maatgevende boezemstand is deze 1,54. Dit kadegedeelte kan als voldoende veilig worden aangemerkt, mits aan de in punt 9.6. gestelde voorwaarden is voldaan.

- 9.5. De kade langs de Weespertrekvaart tussen de Duivendrechtse brug en de Omval heeft een ongeveer 13 meter brede kruin met daarop een 8 à 9 meter brede klinkerweg. De helling van het binnentalud is 1:3 en gaat iets boven de teen over in een berm met een helling van 1:9.

In dit kadegedeelte is eerder een buiten het systematisch onderzoek vallende stabiliteitsberekening gemaakt bij het gemeten freatisch vlak en een normale boezemstand. De evenwichtsfactor is in dat geval 1,4. Een berekening bij maatgevende boezemstand en een daarbij aangepaste freatische lijn gaf een evenwichtsfactor van 1,05.

Hoewel de kade een tamelijk zwaar profiel heeft, kan onder genoemde ongunstige omstandigheden een doorbraak door afschuiving van het binnentalud niet worden uitgesloten, omdat de gevolgen van een eventuele afschuiving niet te voorspellen zijn. De kade mag daarom niet onder alle omstandigheden als voldoende veilig worden aangemerkt.

- 9.6. De in de lengterichting van de kade liggende gas- en waterleidingen (vooral die zich binnen de veiligheidszone bevinden), dienen zo mogelijk te worden verwijderd. Kruisende leidingen dienen te worden getoetst aan de leidraden voor constructie en beheer.

van gas- en vloeistofleidingen (uitgaven van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen).

#### 9.7. Slotopmerking.

De slechte resultaten van het onderzoek van deze belangrijke kade zijn, direct nadat deze bekend waren, aan de dienst Publieke Werken van de Gemeente Amsterdam meegedeeld. Men heeft voor de kade langs de Ringvaart direct een verbeteringsplan ontworpen en uitgevoerd. De evenwichtsfactor van het verbeterde profiel (bijlage 8) is onder normale omstandigheden 1,9 en bij ongunstige omstandigheden (boezemstand N.A.P. 0,20 m en drainage werkt niet) is deze 1,3.

De kade langs de Weespertrekvaart tussen de Duivendrechtse brug en de Omval is op sommige plaatsen los van dit onderzoek verbeterd. Een evenwichtsfactor van deze verbeterde gedeelten is ons niet bekend. Het is aan te bevelen om de veiligheid van de gehele kade nog eens nader te bezien. Waarschijnlijk zal de maatgevende boezemstand van N.A.P. + 0,20 m dan, in verband met de invloed van het gereedgekomen gemaal bij IJmuiden, op een lager niveau kunnen worden aangenomen.



045

Stabiliteitsonderzoek Ringdijk  
Watergraafsmeer  
Amsterdam

Raai sportpark Drieburg

Onderzoek CO-19939

**ARCHIEFEXEMPLAAR**

bijlage 7

A 71008



In het kader van verbeteringswerkzaamheden aan de ringdijk van de Watergraafsmeer te Amsterdam is door het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen te Den Haag in samenwerking met het Bureau Grondmechanica van de Dienst der Publieke Werken van Amsterdam een onderzoek opgezet naar de standzekerheid van de ringdijk.

Voor een eigenlijk stabiliteitsonderzoek is een profiel gekozen, waarvan men vermoedde dat het niet geheel aan de eisen zou kunnen voldoen. Dit profiel is bekend als de raai voor het sportpark Drieburg en is gelegen langs de Weesperzijde. Met Grondmechanica Amsterdam (Grm) werd overeengekomen dat zowel door dit bureau als door het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen (C.O.W.) een stabiliteitsonderzoek zou worden verricht; van de zijde van het COW is dit onderzoek opgedragen aan het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft (LGM).

De bedoeling hiervan was twee verschillende onderzoeksmethoden te vergelijken: Grondmechanica-Amsterdam steekt ongeroerde monsters met behulp van het Ackermannsteekapparaat en bepaalt de wrijvingseigenschappen van de grond door middel van triaxiaalproeven. Het L.G.M. steekt de boringen continu, waarna in het laboratorium de gewenste monsters uit de grondstreng worden gehaald. De wrijvingseigenschappen worden bepaald door middel van langzame celproeven.

De stabiliteitsberekeningen van het LGM zijn uitgevoerd zowel met een methode gebaseerd op de methode-Bishop, als met een zelf ontwikkelde berekeningswijze. De uitkomsten van beide berekeningen vertonen weinig verschil. De berekeningsmethode van Grondmechanica Amsterdam is ons niet bekend.

Van de omstandigheid dat op twee verschillende wijzen monsters zijn gestoken is tevens gebruik gemaakt door onderling monsters te ruilen.





Een deel der celproeven in het LGM is verricht op Amsterdamse monsters, en verschillende delen uit de door het LGM gestoken boringen zijn aan Grm-Amsterdam verstrekt ter beproeving (zie de foto's).

Van het gekozen profiel waren reeds vele gegevens aanwezig, afkomstig van een eerder uitgevoerd onderzoek door Grm-Amsterdam (tekening 1798 Grm 19). Dit onderzoek had onder meer bestaan uit 5 boringen en metingen van de waterspanningen waaruit de ligging van de freatische lijn kon worden vastgesteld.

Uit deze gegevens is door het LGM met aangenomen  $\emptyset$ -waarden voor de verschillende grondlagen door middel van glijvlakberekeningen de vermoedelijke ligging van het gevaarlijkste glijvlak vastgesteld. Daarna zijn de boringen door Grm. en LGM uitgevoerd, zodanig dat monsters ter beproeving werden verkregen die zo goed mogelijk over de potentiële glijzone waren verdeeld.

De door het LGM uitgevoerde boringen A, B, C en D zijn weergegeven in het dwarsprofiel, bijlage 14; die van Grm-Amsterdam, genummerd AA, BB, CC en DD liggen overeenkomstig doch 3 m westelijk in de lengterichting van de kade verschoven.

Op de bijlagen 6 t/m 13 zijn de resultaten van de uitgevoerde celproeven weergegeven. De monsternummers 26 en lager zijn afkomstig uit de LGM-boringen; de nummers 31 en hoger uit die van Grm-Amsterdam.

De proeven op de monsters zijn uitgevoerd als zogenaamde langzame celproeven; hierbij wordt bij elke belastingtrap zo lang gewacht dat wateroverspanningen in het monster, die het gevolg zijn van het aanbrengen der belasting, geheel zijn verdwenen. Bovendien wordt bij elke verticale belasting de minimum horizontale steunspanning bepaald zodat de geconsolideerde  $c$ - en  $\emptyset$ -waarden worden gevonden ( $c'$  en  $\emptyset'$ -waarden).



Bij elke getekende celproef zijn de aldus bepaalde waarden bijgeschreven. Monster 36 uit boring DD vertoont een onregelmatigheid bij de derde en vierde belasting. Het is niet duidelijk wat hiervan de oorzaak kan zijn. Veiligheidshalve zijn de minder gunstige resultaten van de eerste twee belastingen aangehouden.

Voor zover monsters van het LGM en van Grm uit dezelfde laag afkomstig zijn zouden de resultaten van de proeven kunnen worden vergeleken. De overeenkomst is niet bijzonder sprekend. Het is echter onze ervaring dat zelfs de resultaten van twee opeenvolgende monsters uit één boring onderling sterk kunnen verschillen.

Op bijlage 14 is het profiel van de kade weergegeven met ingetekend de laagverdeling zoals deze uit de boringen is afgeleid. Daar uit enige lagen meer dan één monster werd gestoken zijn voor die lagen  $c'$ - en  $\phi'$ -waarden aangehouden die werden verkregen als gemiddelde uit de verschillende proefresultaten. De gebruikte waarden staan in de tabel op bijlage 14 aangegeven.

In deze tekening is de ligging van het meest kritieke glijvlak aangegeven. Met de methode-Bishop berekend bedraagt de veiligheid 1,401, en met de methode ontwikkeld in het LGM (de z.g. gecorrigeerde methode Hoogenboom) 1,397.

Beide uitkomsten zijn uitgedrukt als de reciproke van de mate waarin de volgens de celproeven beschikbare waarden voor  $c'$ - en  $tg\phi'$  moeten worden aangesproken om juist evenwicht te maken langs de glijcirkel.



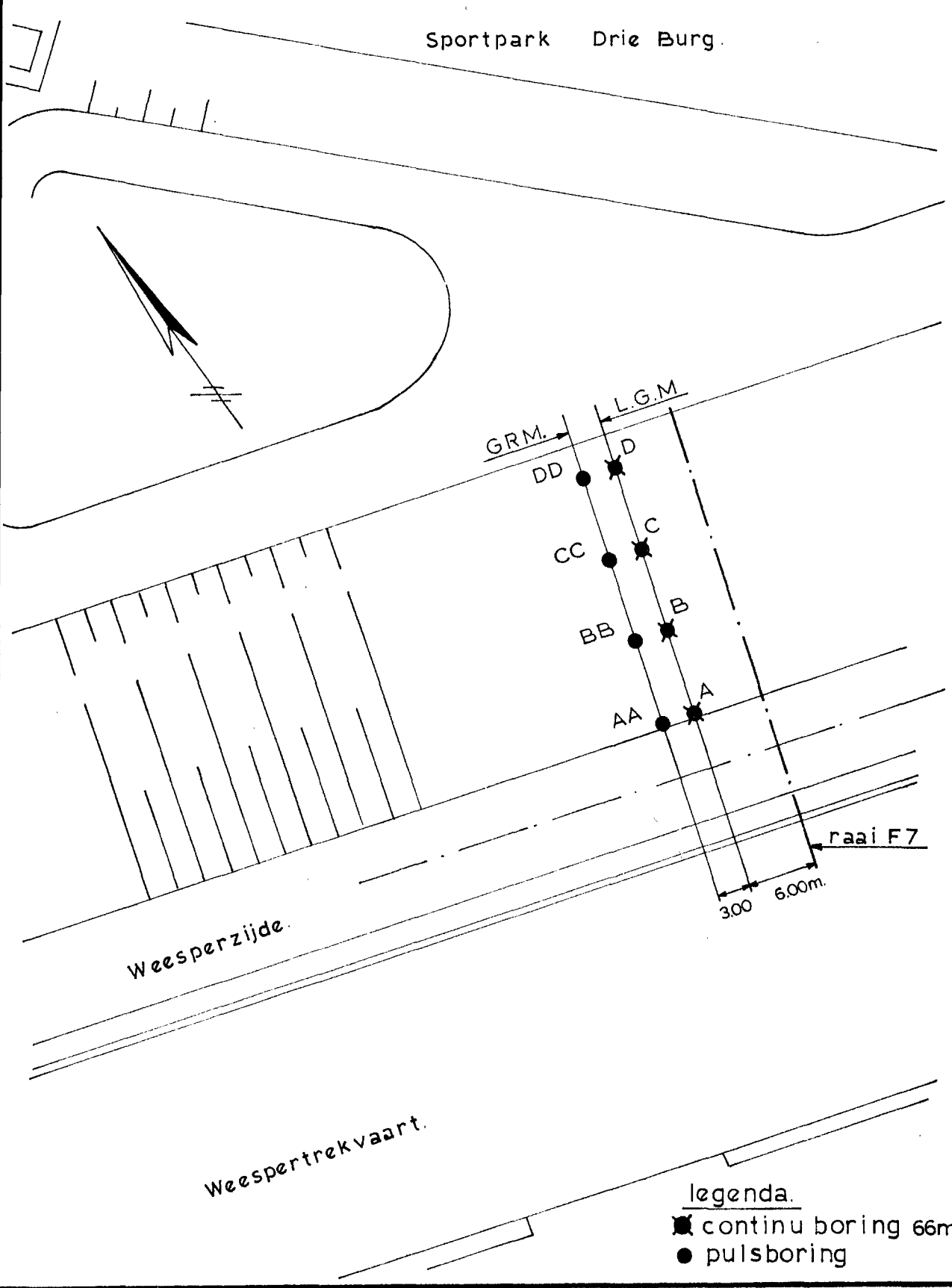
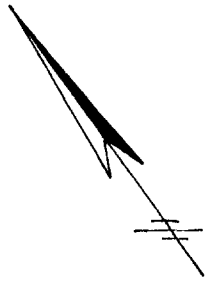
Zoals in het begin van dit rapport is vermeld, werd het onderzochte profiel gekozen op grond van het vermoeden dat de stabiliteit niet geheel aan de eisen zou voldoen. Het is vrijwel ondoenlijk een exact getal voor de gewenste grootte van de evenwichtsfactor vast te stellen, zodat het slechts mogelijk is een min of meer subjectieve beoordeling te geven van de standzekerheid. Gezien de berekende waarde van 1,4 voor de stabiliteitsfactor zijn wij van mening dat het geuite vermoeden niet geheel wordt bevestigd, in dien zin dat men zeker niet kan spreken van een dringende noodzaak dit profiel te verbeteren.

Delft, 20 oktober 1971

F.J. van Duren.

Spec.bijlagen: nrs. 1 t/m 15.

Sportpark Drie Burg.



Weesperzijde.

Weesper trekvaart.

legenda.

- ★ continu boring 66mm
- puls boring

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK  
WATERGRAAFMEER - AMSTERDAM.  
SITUATIE Raai sportpark Drie burg  
schaal 1:500

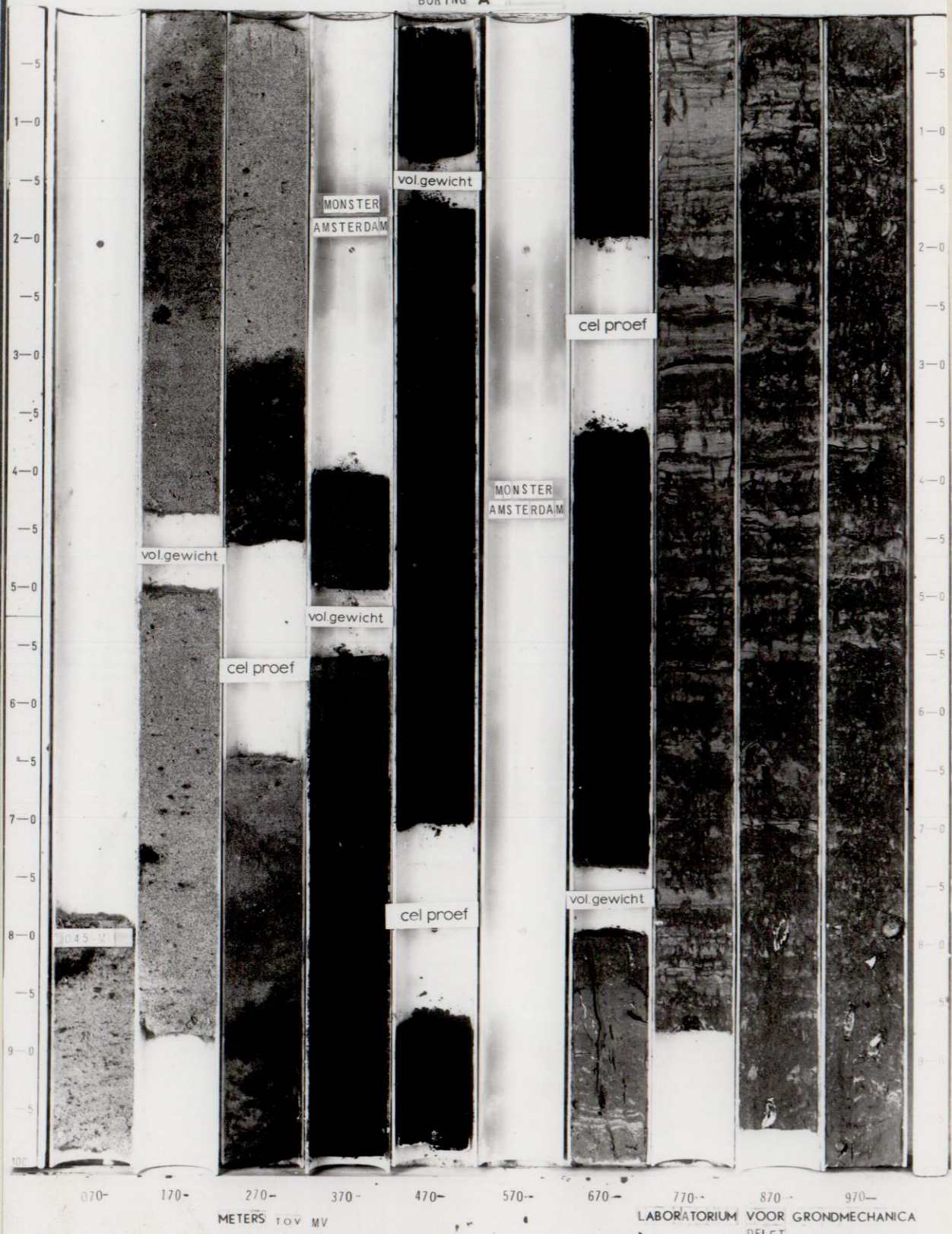


BIJLAGE 1

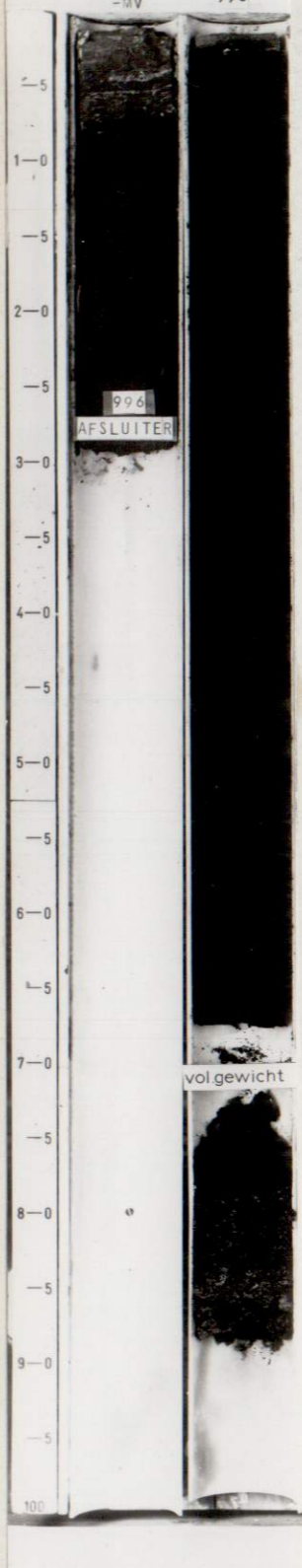
A<sub>4</sub>

CO-19939

CO 19939  
BORING A



CO 19939  
BORING A  
970  
-MV 996



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK WATERGRAAFS  
MEER AMSTERDAM RAAI SPORTPARK DRIEBURG

AB. BIJLAGE 2

FOTO BORING:A

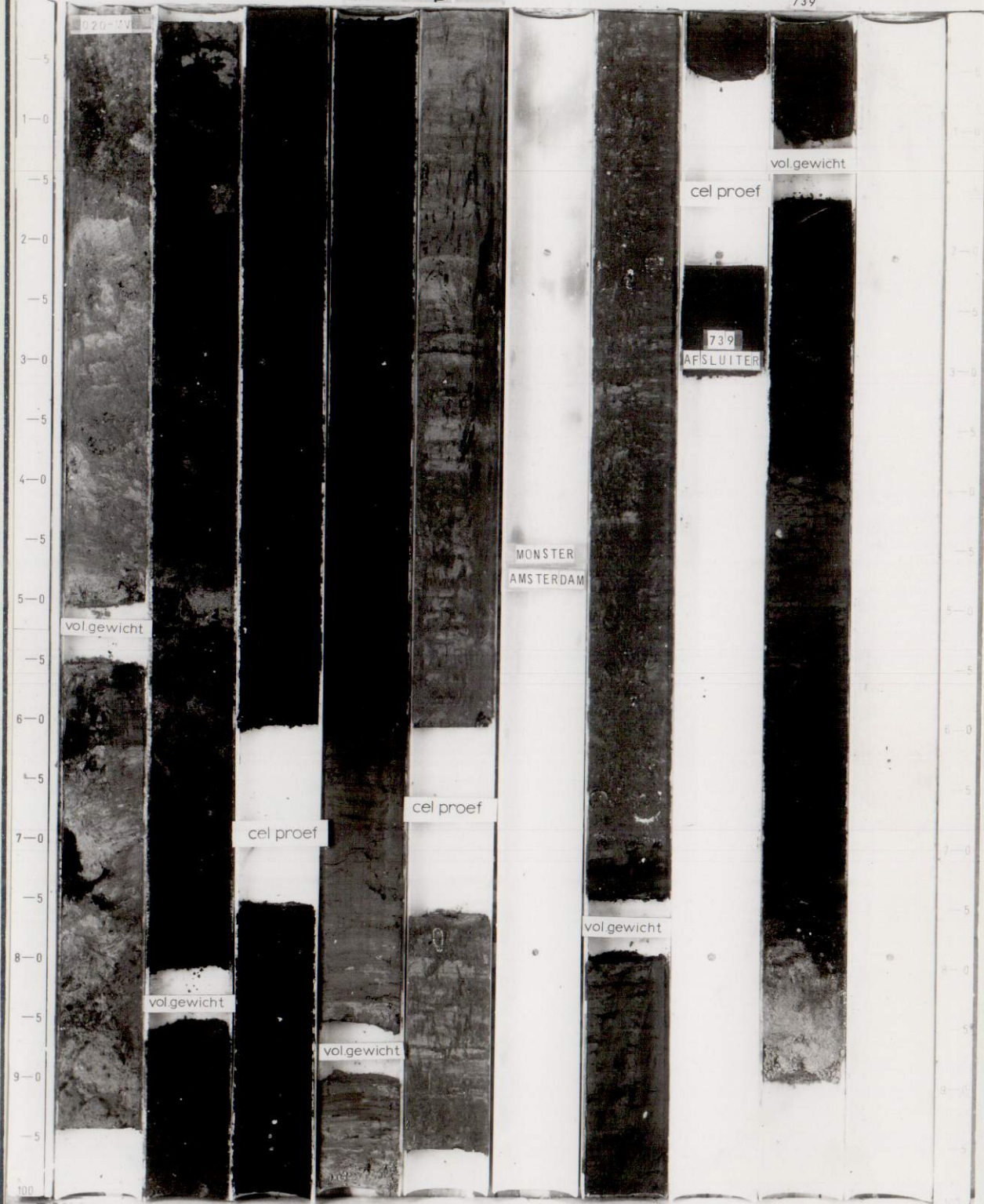
30/40

CO 19939

CO 19939

BORING B

739



113-

213-

313-

413-

513-

613-

713-

METERS TOV N.A.P.

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA DELFT

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK WATERGRAAFS MEER AMSTERDAM RAAI SPORTPARK DRIEBURG

BIJLAGE 3

FOTO BORING: B

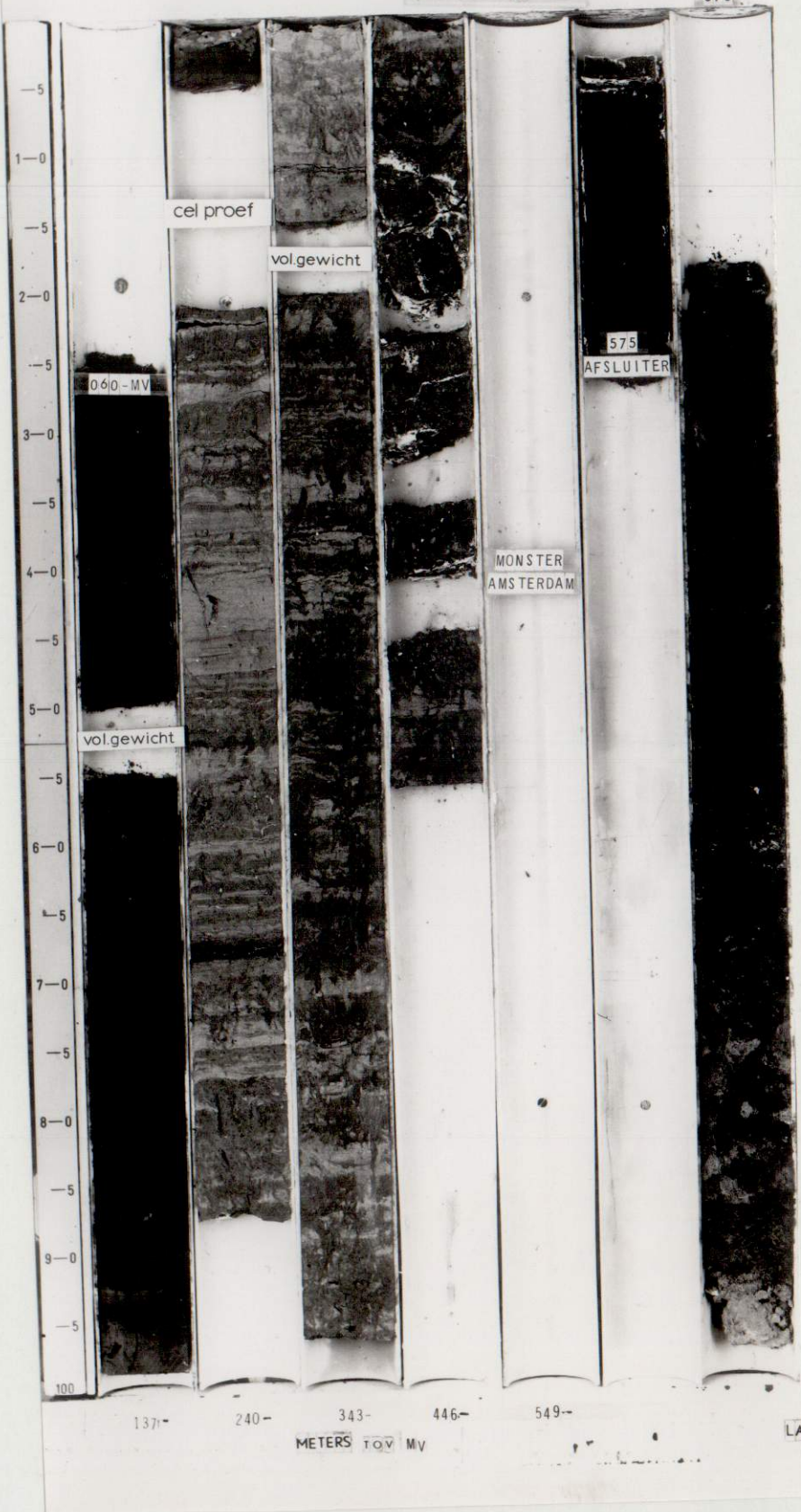
A<sub>4</sub>

CO 19939

CO 19939

BORING C

575



METERS TOV MV

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

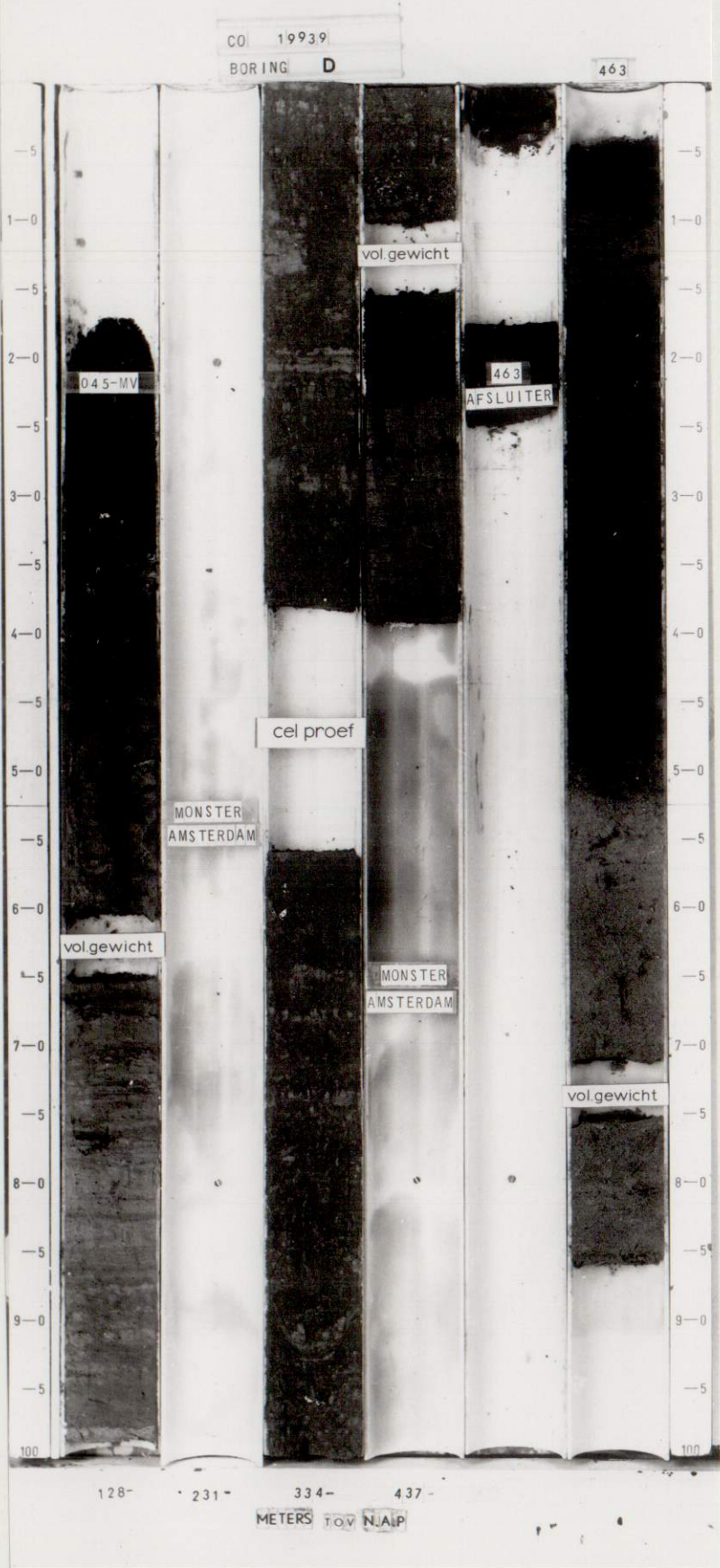
STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK WATERGRAAFS MEER AMSTERDAM RAI SPORTPARK DRIEBURG

BIJLAGE 4

FOTO BORING: C

A<sub>4</sub>

CO19939



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK WATERGRAAFS  
MEER AMSTERDAM RAAI SPORTPARK DRIEBURG

BIJLAGE 5

FOTO BORING D

A<sub>4</sub>

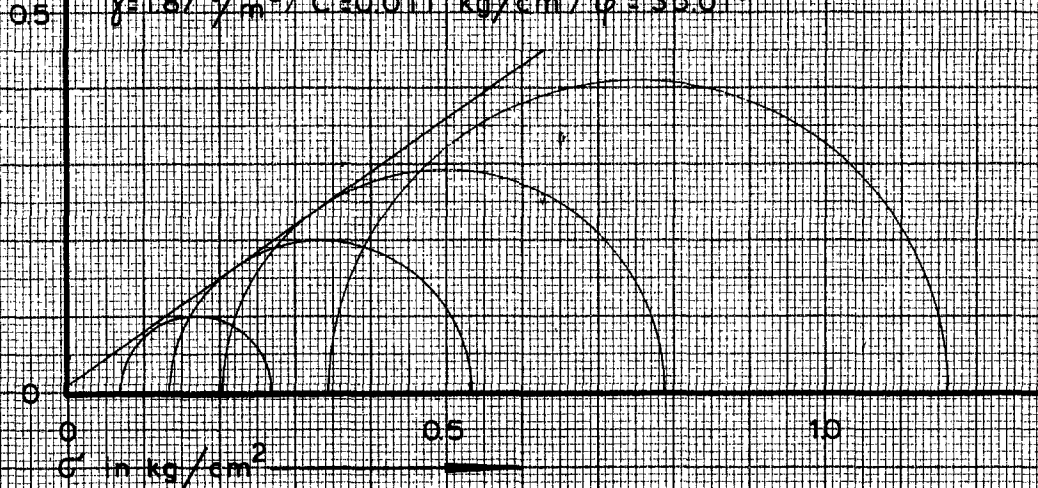
CO 19939



BORING A / monster 3 / diepte 1.98 - 2.13 m - N.A.P.

6.5 cm sterk zandhoudende klei, 8.5 cm humushoudend zand

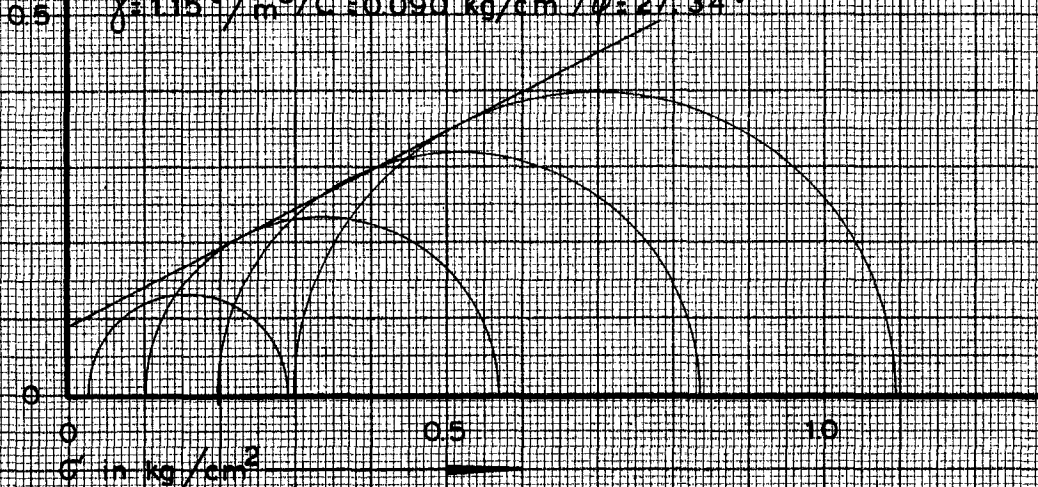
$\gamma = 1.87 \text{ t/m}^3 / C' = 0.011 \text{ kg/cm}^2 / \varphi' = 35.01^\circ$



BORING A / monster 5 / diepte 4.24 - 4.39 m - N.A.P.

veen

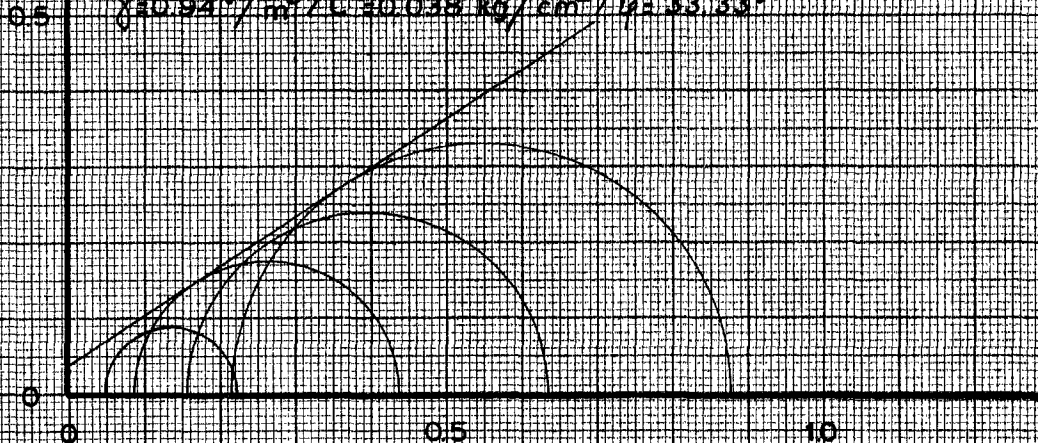
$\gamma = 1.15 \text{ t/m}^3 / C' = 0.090 \text{ kg/cm}^2 / \varphi' = 27.34^\circ$



BORING A / monster 7 / diepte 5.72 - 5.87 m - N.A.P.

veen

$\gamma = 0.94 \text{ t/m}^3 / C' = 0.038 \text{ kg/cm}^2 / \varphi' = 33.33^\circ$



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK  
WATERGRAAFSMEER - AMSTERDAM  
Raai sportpark Drieburg.  
CELPROEVEN BORING A

99W

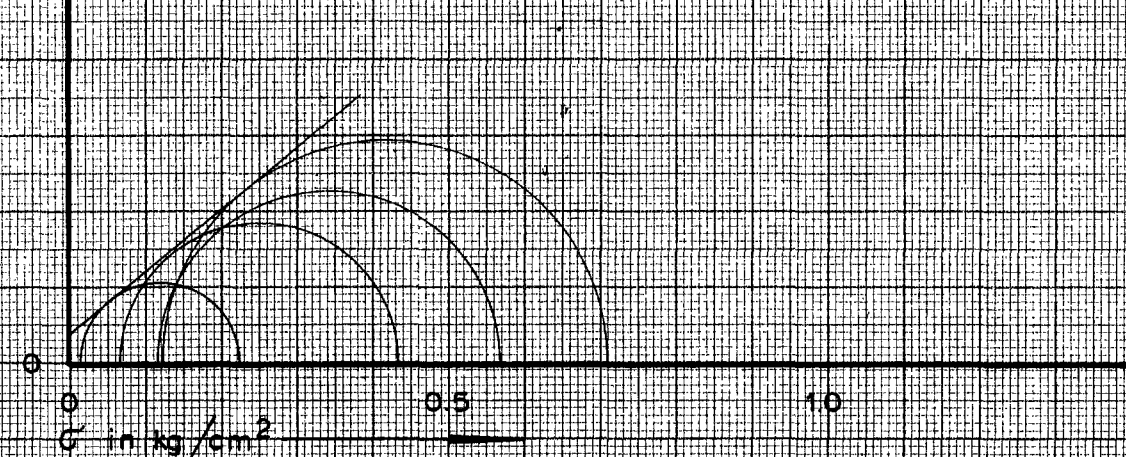
A<sub>4</sub>

BIJLAGE 6

CO 19939

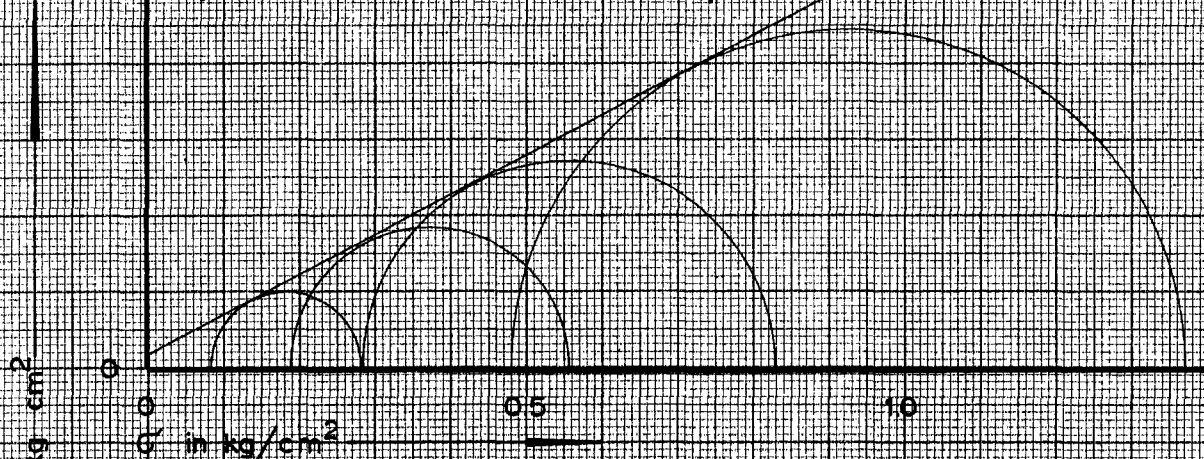
BORING B / monster 4 / diepte 5.16-5.31 m - N.A.P.  
veen

$$\gamma = 0.99 \text{ t/m}^3 / C' = 0.037 \text{ kg/cm}^2 / \varphi = 39.88^\circ$$



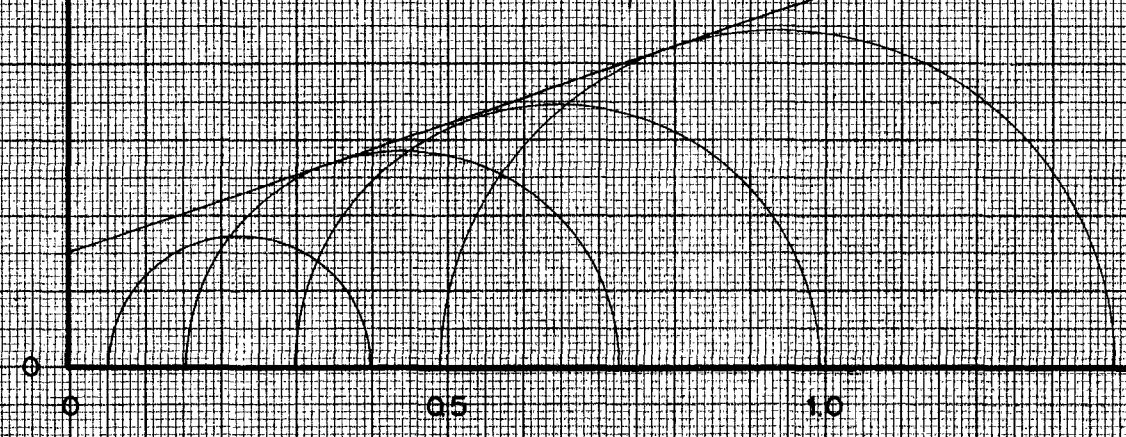
BORING B / monster 16 / diepte 7.16-7.31 m - N.A.P.  
klei, zandhoudend

$$\gamma = 1.84 \text{ t/m}^3 / C' = 0.016 \text{ kg/cm}^2 / \varphi = 27.95^\circ$$



BORING B / monster 19 / diepte 9.61-9.76 m - N.A.P.  
klei met plantenresten

$$\gamma = 1.29 \text{ t/m}^3 / C' = 0.155 \text{ kg/cm}^2 / \varphi = 18.61^\circ$$



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK  
WATERGRAAFSMEER - AMSTERDAM  
Raai sportpark Drieburg.  
CELPROEVEN BORING B

RW

A<sub>4</sub>

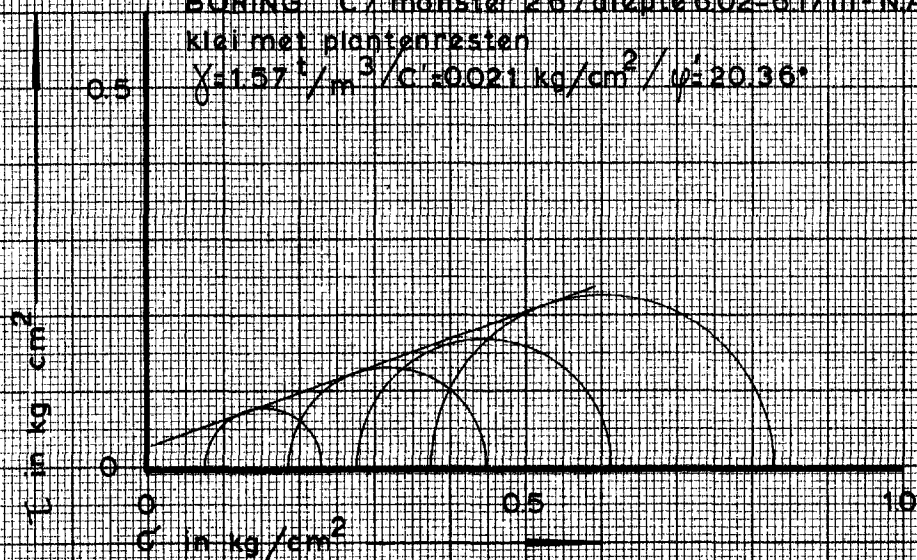
BIJLAGE 7

CO 19939

BORING C / monster 26 / diepte 6.02-6.17 m - N.A.P.

klei met plantenresten

$\gamma = 1.57 \text{ t/m}^3$  /  $c' = 0.021 \text{ kg/cm}^2$  /  $\psi = 20.36^\circ$



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK  
WATERGRAAFSMEER AMSTERDAM  
Raai sportpark Drieburg  
CELPROEF BORING C

RW

BIJLAGE 8

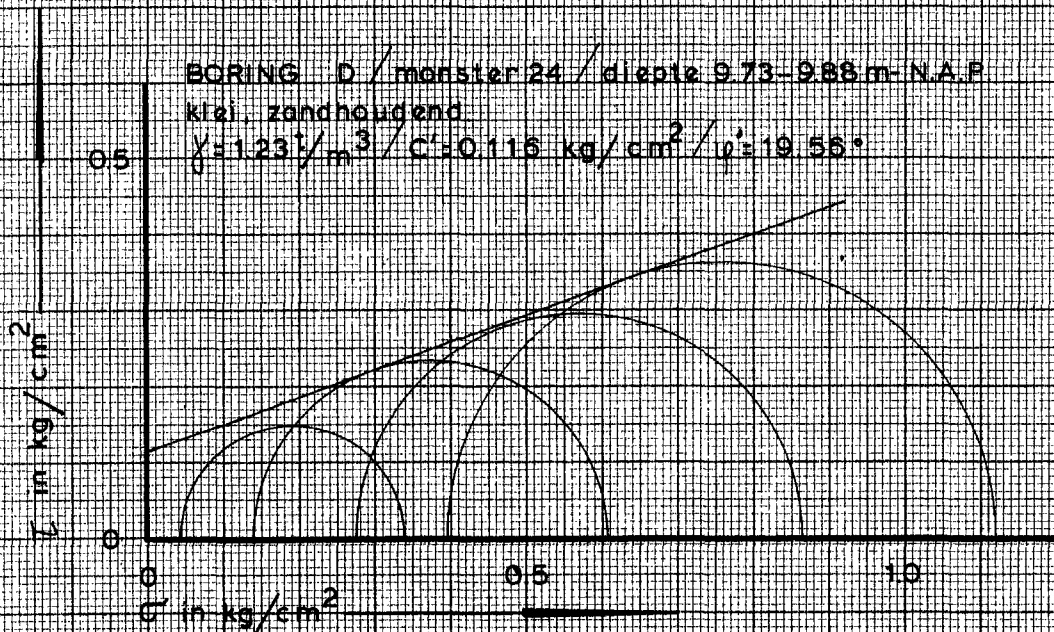
A<sub>4</sub>

CO 19939

BORING D / monster 24 / diepte 9.73-9.88 m - N.A.P.

klei zandhoudend

$\gamma = 1.23 \text{ t/m}^3$  /  $C' = 0.116 \text{ kg/cm}^2$  /  $\varphi' = 19.56^\circ$



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK  
WATERGRAAFSMEER AMSTERDAM  
Raai sportpark Drieburg.  
CELPROEF BORING D

RW

BIJLAGE 9

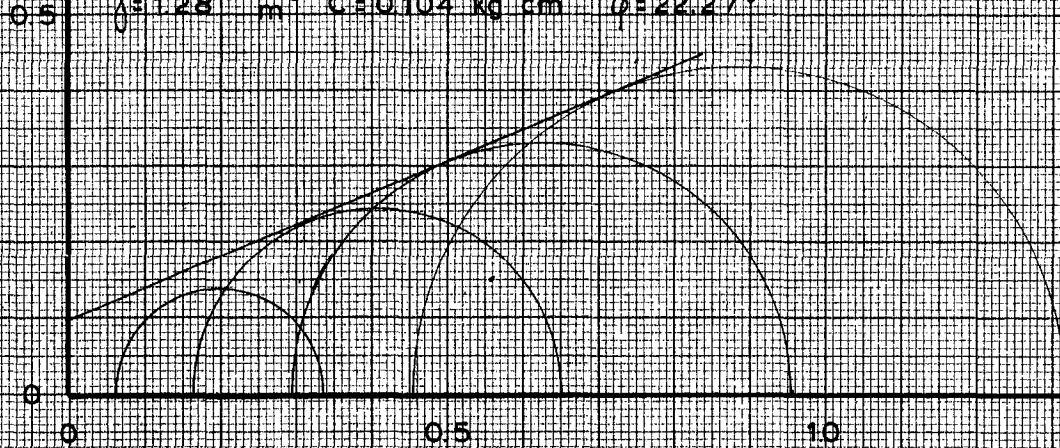
A<sub>4</sub>

CO 19939

BORING AA monster 31 diepte 370-385m-N.A.P. Grm nr 7627

klei, veerhoudend

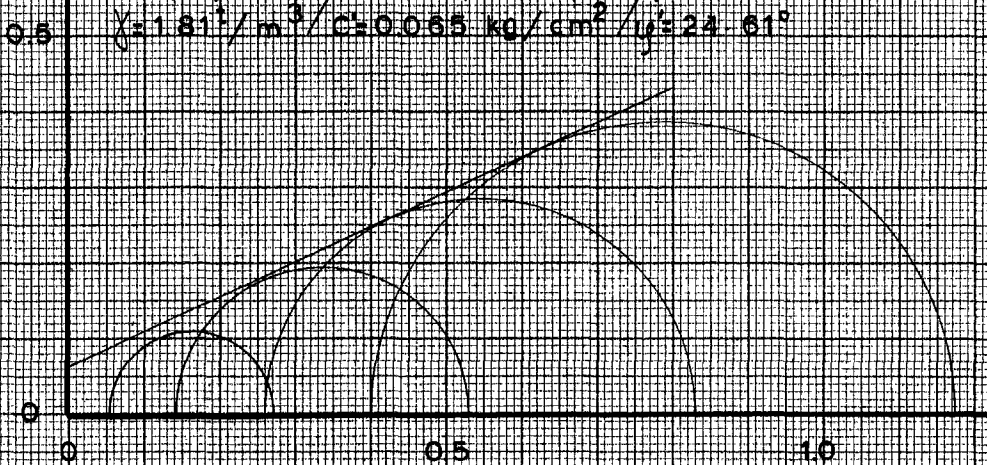
$\gamma = 128 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$   $C = 0.104 \text{ kg/cm}^2$   $\phi = 22.27^\circ$



BORING AA monster 32 diepte 8.28-8.43m-N.A.P. Grm nr 7750

klei, fijn zandhoudend, schelpresties

$\gamma = 1.81 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$   $C = 0.065 \text{ kg/cm}^2$   $\phi = 24.61^\circ$



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK  
WATERGRA AFSMEER-AMSTERDAM  
Raai sportpark Drieburg  
CELPROEVEN BORING AA

P10

BIJLAGE 10

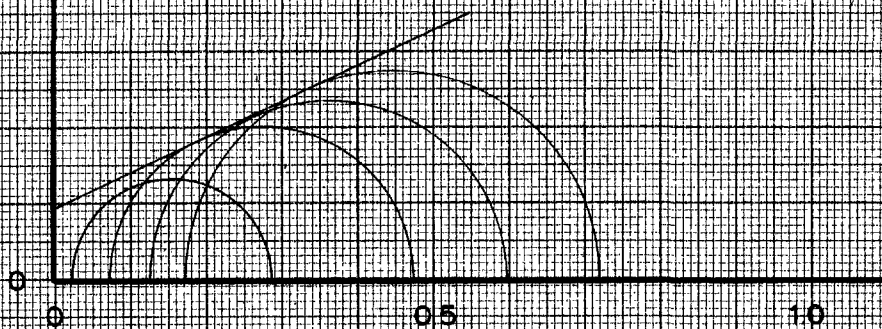
A<sub>4</sub>

CO 19939

BORING BB / monster 33 / diepte 5.20 - 5.35m - N.A.P. Grm.nr 7575  
 veen, horizontaal geleagd.

$\gamma = 1.01 \text{ t/m}^3 / C = 0.095 \text{ kg/cm}^2 / \varphi = 24.87^\circ$

0.5



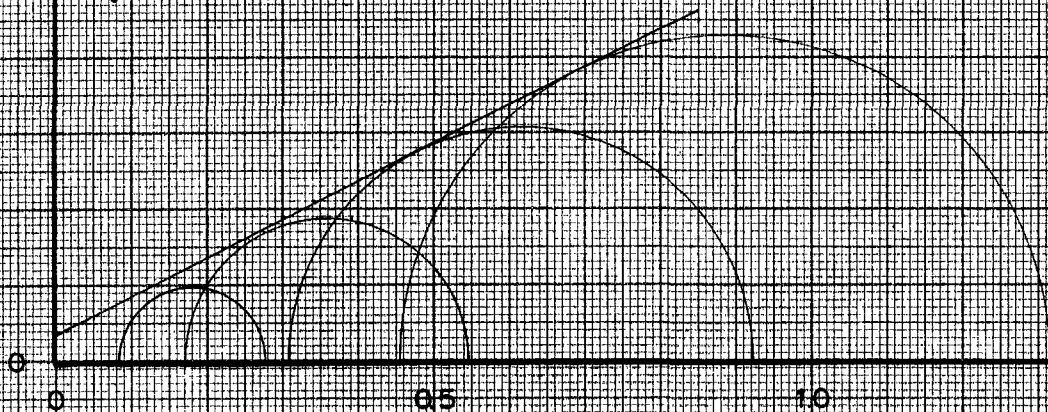
$\sigma$  in  $\text{kg/cm}^2$

BORING BB / monster 34 / diepte 8.20 - 8.35m - N.A.P. Grm.nr 7607  
 zandhoudende klei met schepresten.

$\gamma = 1.79 \text{ t/m}^3 / C = 0.035 \text{ kg/cm}^2 / \varphi = 26.68^\circ$

0.5

$\sigma$  in  $\text{kg/cm}^2$



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK  
 WATERGRAAFSMEER-AMSTERDAM  
 Raai sportpark Drieburg  
 CELPROEVEN BORING BB

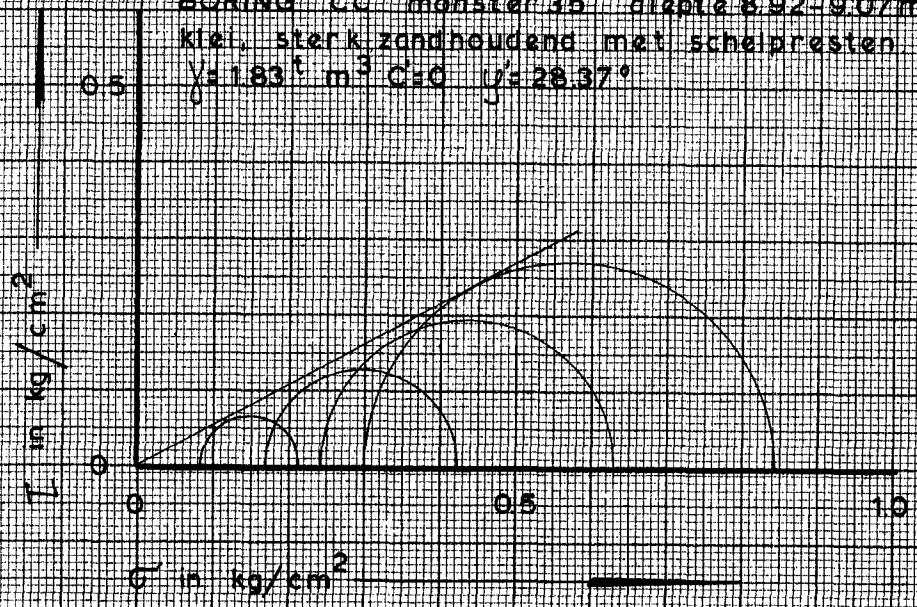
RW

A<sub>4</sub>

BIJLAGE 11

CO 19939

BORING CC monster 35 diepte 8.92-9.07m-N.A.P. Grm. nr. 7800  
 klei, sterk zandhoudend met schelpresten  
 $\gamma = 1.83 \text{ t/m}^3$   $C_u = 0$   $\phi = 28.37^\circ$

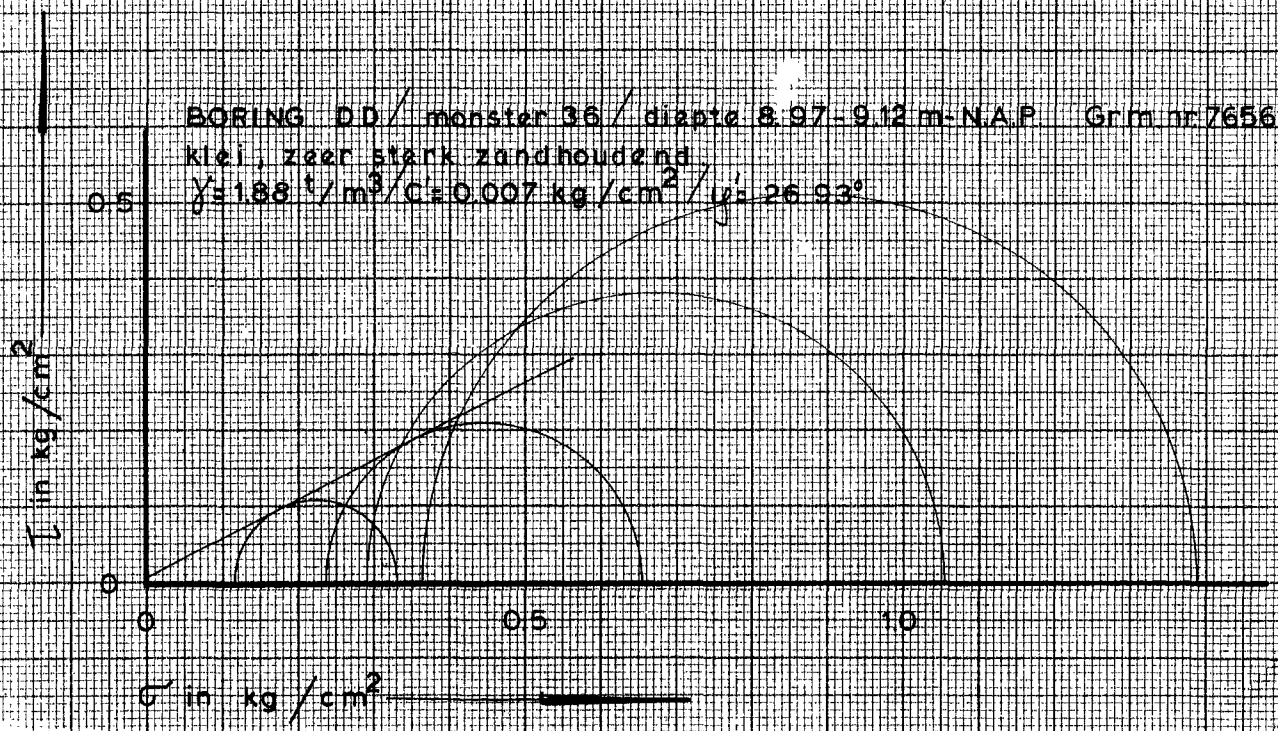


LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK  
 WATERGRAAFSMEER-AMSTERDAM  
 Raai sportpark Drieburg.  
 CELPROEF BORING CC

PW  
 A<sub>4</sub>

BIJLAGE 12  
 CO 19939



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK  
 WATERGRAAFSMEER-AMSTERDAM  
 Raai sportpark Drieburg.  
 CELPROEF BORING DD

SW

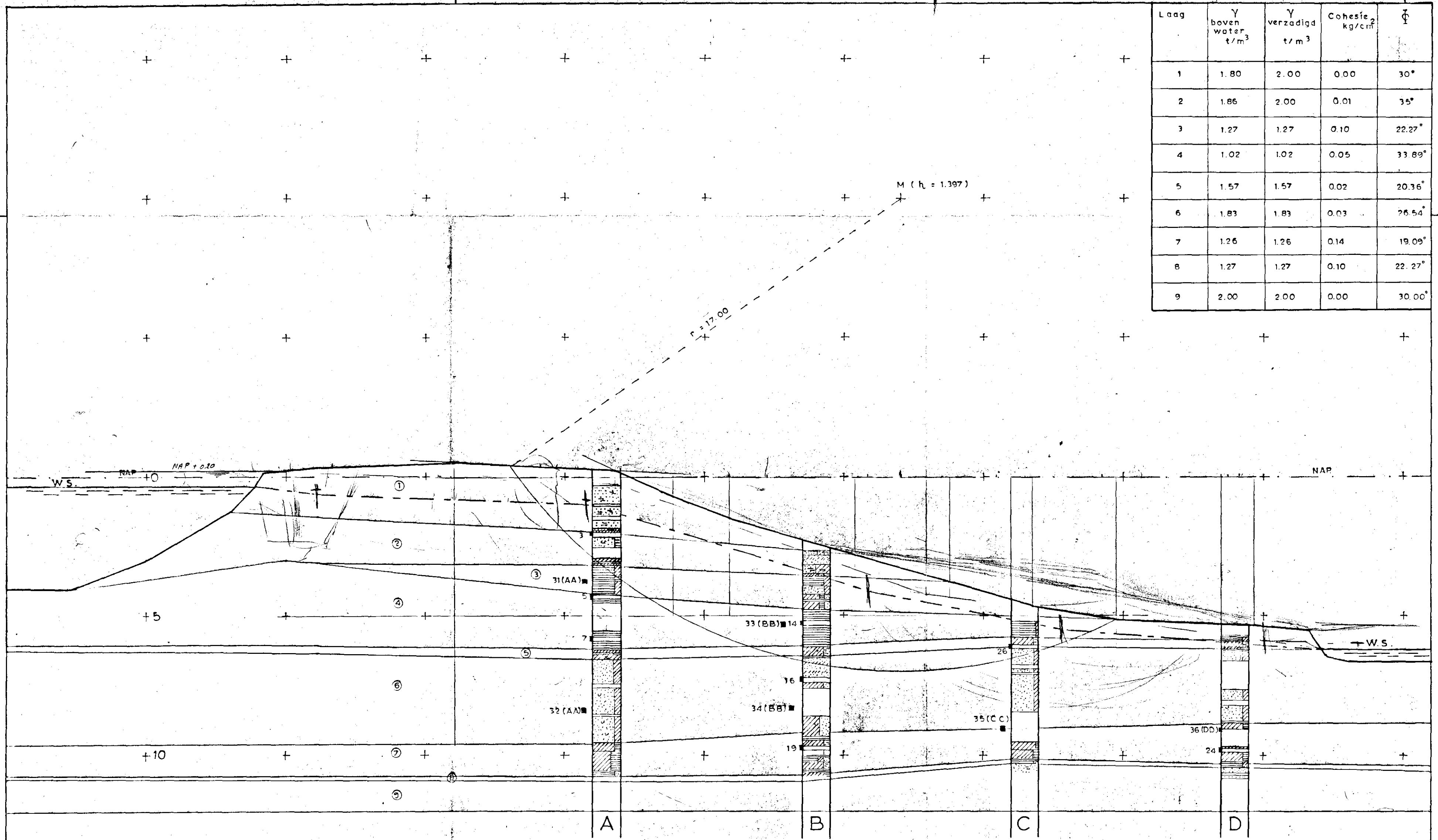
BIJLAGE 13

A<sub>4</sub>

CO 19939



Laag	$\gamma$ boven water t/m <sup>3</sup>	$\gamma$ verzadigd t/m <sup>3</sup>	Cohesie kg/cm <sup>2</sup>	$\phi$
1	1.80	2.00	0.00	30°
2	1.86	2.00	0.01	35°
3	1.27	1.27	0.10	22.27°
4	1.02	1.02	0.05	33.89°
5	1.57	1.57	0.02	20.36°
6	1.83	1.83	0.03	26.54°
7	1.26	1.26	0.14	19.09°
8	1.27	1.27	0.10	22.27°
9	2.00	2.00	0.00	30.00°



Legenda .

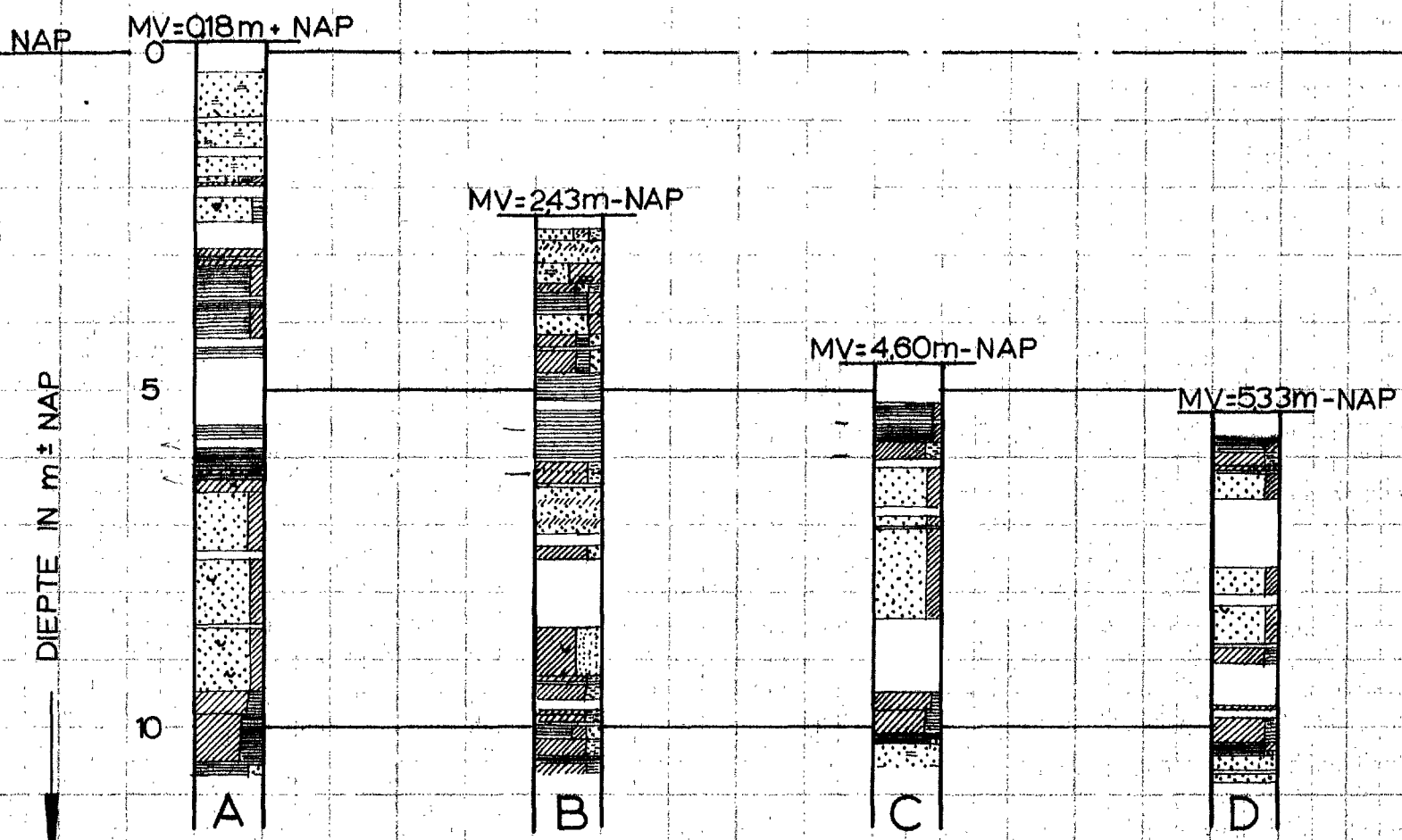
- ongeroerd monster
- w.s. Waterspiegel
- zand
- klei
- veen
- schelpen
- leeg
- plantenresten
- slib

Laboratorium voor Grondmechanica te Delft

Stabiliteitsonderzoek Ringdijk Watergraafsmeer - Amsterdam Raai sportpark Drieburg. Schaal 1:100

Bijl. 14

CO-19939



LEGENDA

-  zand
-  klei
-  veen
-  schelpen
-  leeg
-  plantenresten
-  slib

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

STABILITEITSONDERZOEK RINGDIJK WATERGRAAFS-  
MEER AMSTERDAM RAAI SPORTPARK DRIEBURG

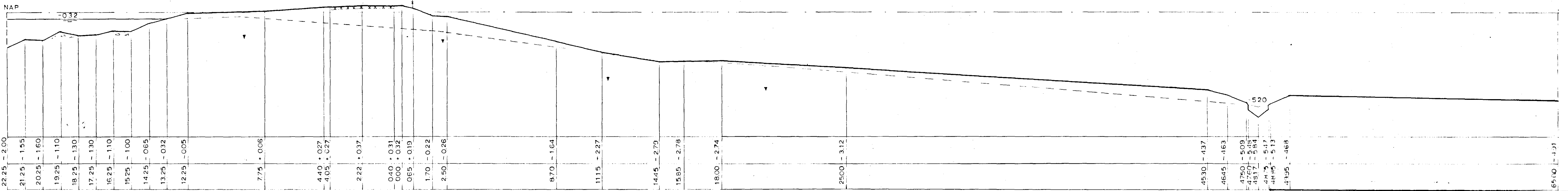
BIJLAGE 15

BORINGEN At/mD

30  
30

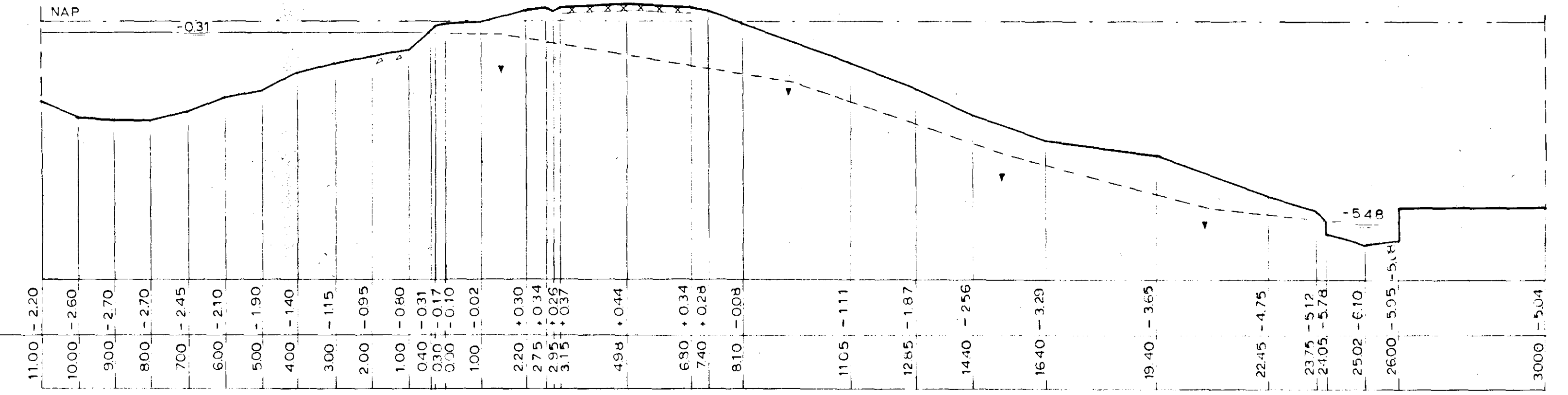
CO 19939

2



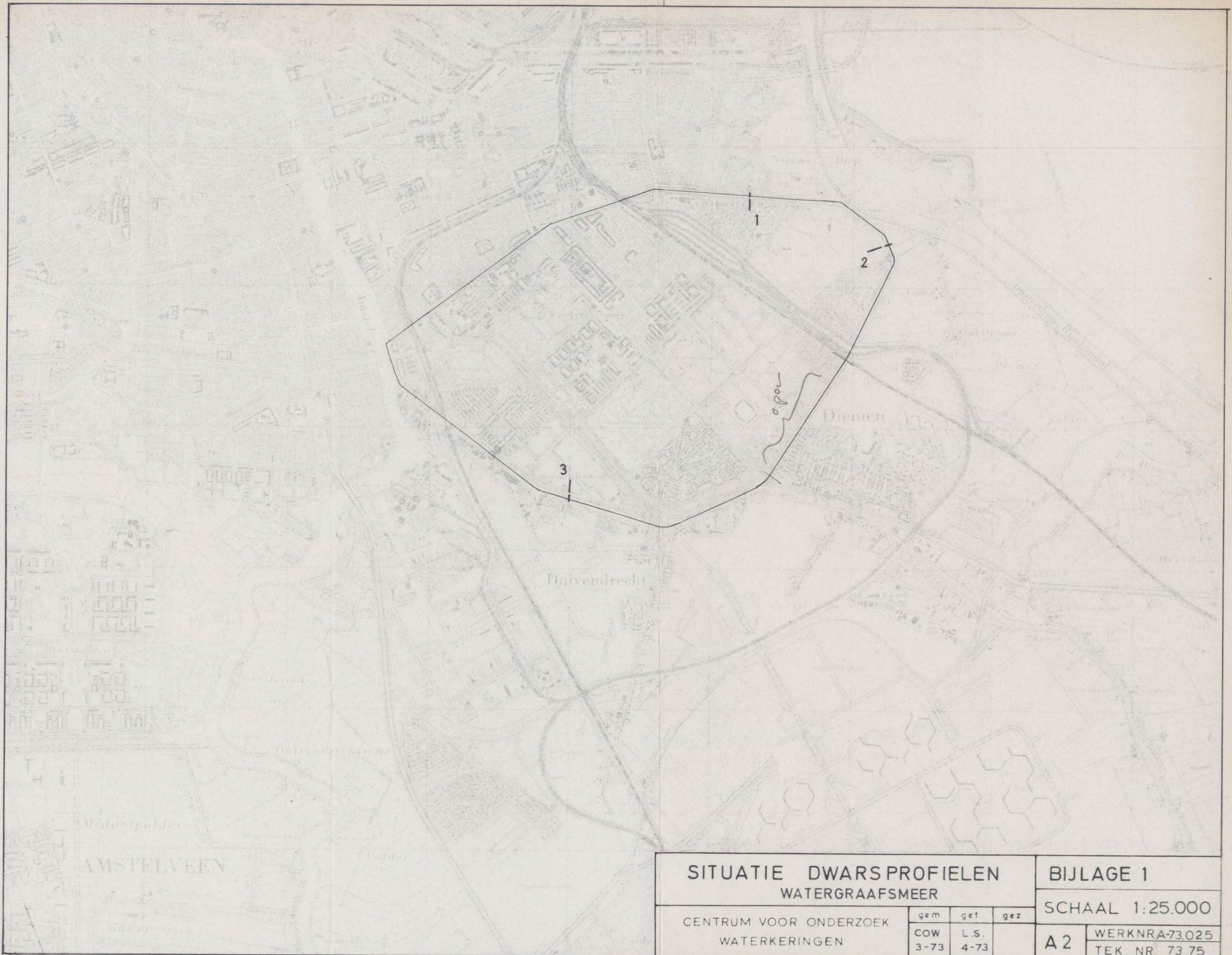
1

HOOGTE IN m tov NAP  
AFSTAND IN m tov 0-PUNT



--- FREATISCHE LIJN  
▼ HART FILTER

DWARSPROFIELEN 1 en 2 WATERGRAAFSMEER			BIJLAGE 2	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN			gem 1973	get L S 3-74
			gez	
			A5	WERKNR A-71 008 TEK NR 73 77



**SITUATIE DWARSPROFIELEN  
WATERGRAAFSMEER**

**BIJLAGE 1**

CENTRUM VOOR ONDERZOEK  
WATERKERINGEN

	gem	get	gez
COW	L.S.		
3-73	4-73		

SCHAAL 1:25.000

**A2** WERKNRA-73.025  
TEK NR. 73.75



AMSTELVEEN

VERKLARING

- WATERLEIDING
- - - GASLEIDING
- t LEIDING IN TEEN
- k LEIDING IN KRUIJN
- v LEIDING IN VEILIGHEIDSZONE
- Z ZINKER

SITUATIE LEIDINGEN  
WATERGRAAFSMEER

CENTRUM VOOR ONDERZOEK  
WATERKERINGEN

gem	get	gez
H.V.	L.S.	
MRT.73	11-74	

BIJLAGE 4

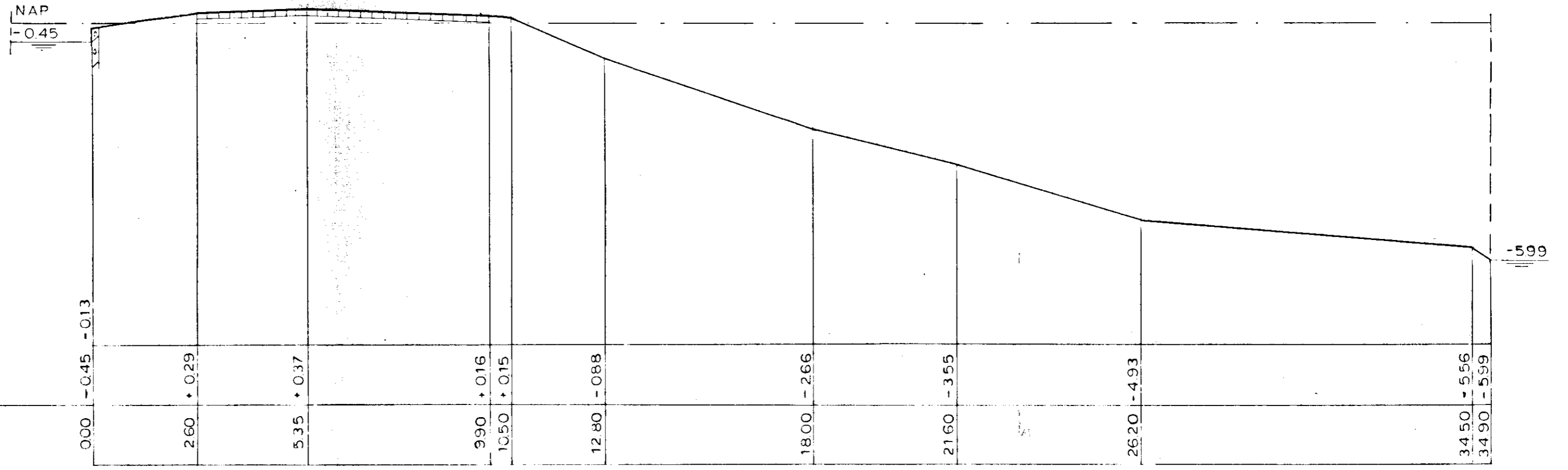
SCHAAL 1:25.000

A 2

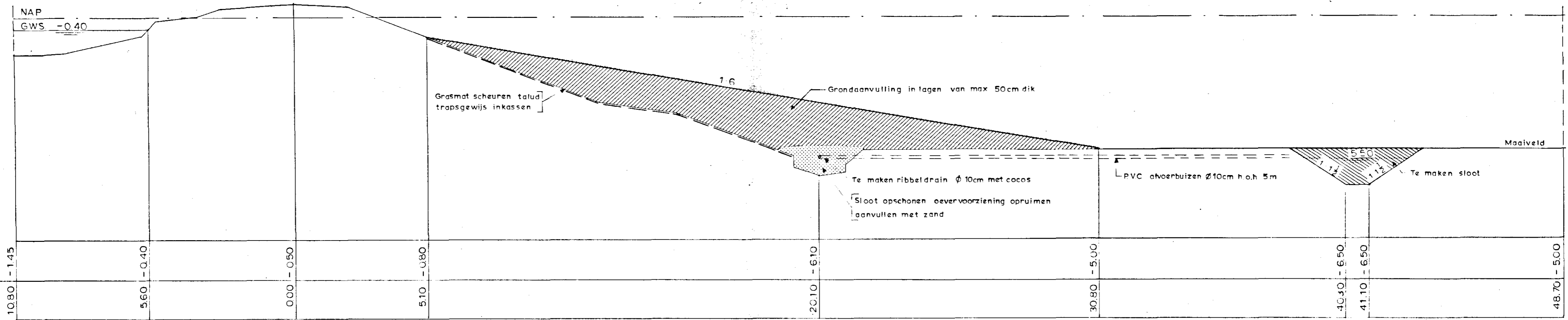
WERKNR. A-73.025  
TEK. NR. 74.174

3

HOOGTE IN m tov NAP
AFSTAND IN m tov O-PUNT



DWARSPROFIEL 3 WATERGRAAFSMEER			BIJLAGE 3	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN			SCHAAL 1:100	
	gem	get	gez	A 3
	COW 10-74	L.S. 11-74		
			WERKNR. A73025 TEK. NR 74 173	



Maten in meters

VERBETERING DWARSPROFIEL WATERGRAAFSMEER				BIJLAGE 8	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN				SCHAAL 1:100	
	gem	get	gez	A4	WERKNR A-73025 TEK NR 74 175
	PW A'dam 7-74	LS 11-74			



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3





FOTO 4



FOTO 5



FOTO 6



FOTO 7



FOTO 8

F.L. = freatische lijn  
 P.B. = puls boring  
 S.B. = steek boring  
 c.b. = continuboring 29 mm  
 C.B. = continuboring 66 mm  
 p.b = peilbuis  
 wsm = waterspanningsmeter

$\gamma$  = volume gewicht in  $t/m^3$   
 p = hand penetrometerwaarde in  $kg/cm^2$   
 T.V. = torvane-waarde in  $kg/cm^2$   
 c' = cohesie in  $kg/cm^2$   
 $\phi'$  = hoek van inwendige wrijving

- x laagjes
- y stukjes
- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 klei houdend
- 7 slib houdend
- 8 zand houdend
- 9 humushoudend
- 10 veen houdend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde

■ = beproefd monster - C = celproef

$\gamma$  = volume gewicht

H = horizontale doorlatendheid

V = verticale doorlatendheid

Sa = samendrukkingsproef

⊠ = continuboring 29 mm

⊠ = continuboring 66 mm

● = puls boring

○ = steek boring

X = oppervlakte boring

▽ = diepsondering

∇ = middelzware sondering
















ϕ = waterspanningsmeter

ϕ = peilbuis

n = evenwichtsfactor =

$\frac{c' + tg \phi'}{c + tg \phi}$  beschikbaar

c + tg  $\phi$  benodigd voor evenwicht

 zand	 klei	 veen	 plantenresten	 hout
 slib	 puin	 grind	 teelaarde	 schelpen
 koolas	 humus	 leem		

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.


BIJLAGE 0

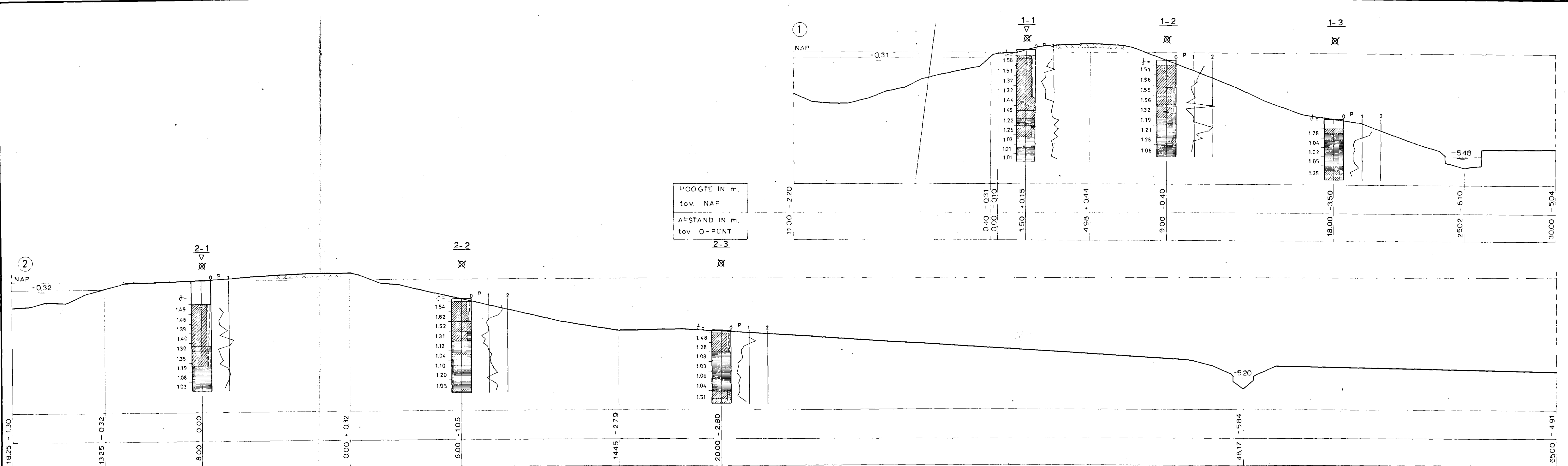
LEGENDA

A<sub>4</sub>

CO+21738-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT			SITUATIE DWARSPROFIELEN			SCHAAL 1: 25.000															
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.				BIJL: P 1			<table border="1"> <tr> <td></td> <td>gem</td> <td>get</td> <td>gez</td> </tr> <tr> <td></td> <td>H.V.</td> <td>L.S.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>MRT 73</td> <td>26-4</td> <td></td> </tr> </table>				gem	get	gez		H.V.	L.S.			MRT 73	26-4	
	gem	get		gez																	
	H.V.	L.S.																			
	MRT 73	26-4																			
SITUATIE			<table border="1"> <tr> <td>30</td> <td>40</td> </tr> </table>	30	40	CO: 21738-0			A2												
30	40																				
schaal 1: 25.000			CENTRUM VOOR ONDERZOEK			WERKNR. A-73.025															
			WATERKERINGEN			TEK. NR. 73.75															



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT  
 KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.  
 DWARSPROFIELEN SCHAAL 1:100

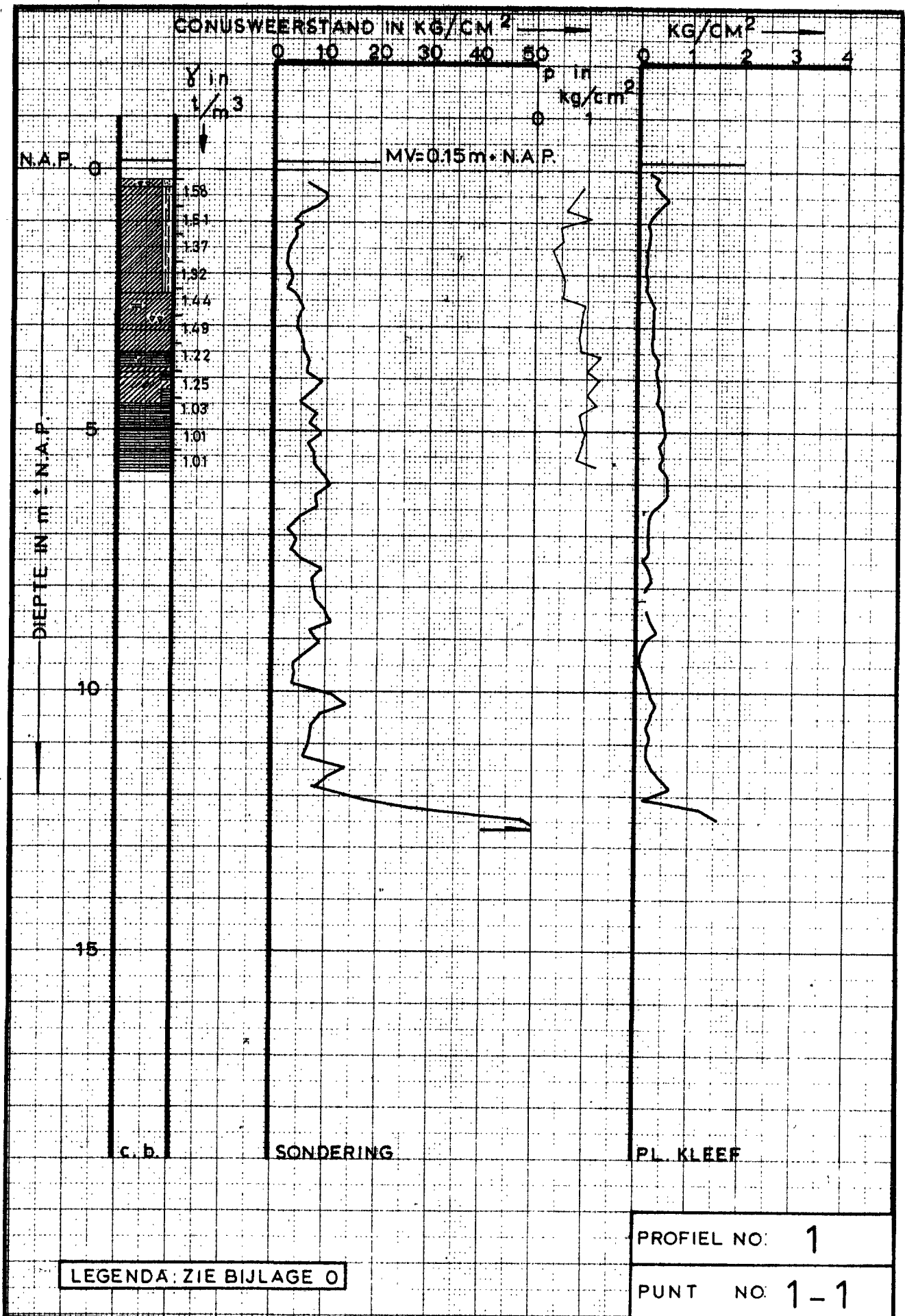
RW	BIJL: D1
30	CO-21738-0
90	

LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0

DWARSPROFIELEN 1 en 2  
 WATERGRAAFSMEER

gem	gef	gez
H.V	L.S	
MRT 73	21/3	

BIJLAGE  
 SCHAAL 1:100  
 A5 WERKNR. TEK NR 73.76



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

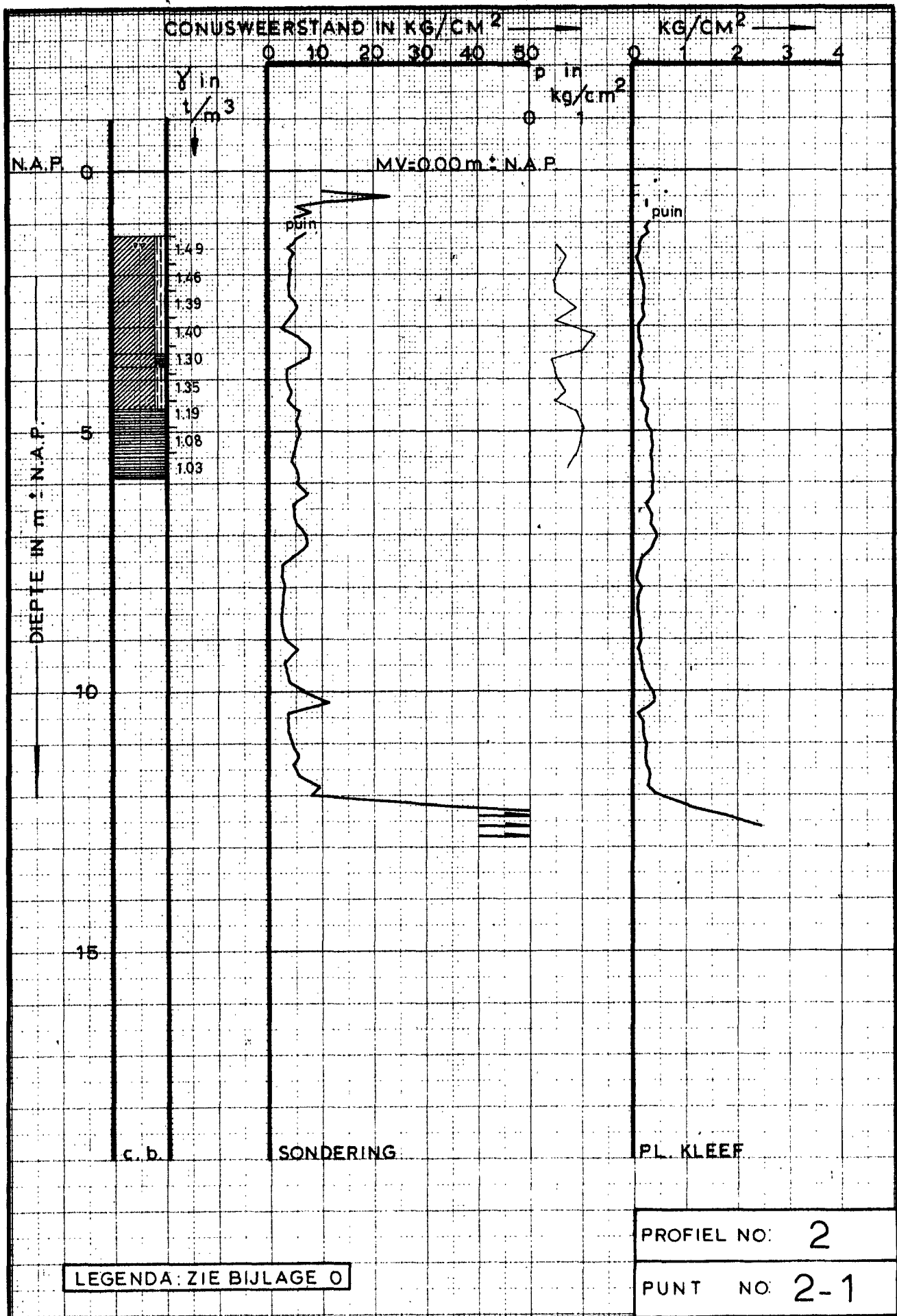
RW

BIJL: S 1

BORING, SONDERING EN PL. KLEEF

A<sub>4</sub>

CO-21738 -0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BORING, SONDERING EN PL. KLEEF

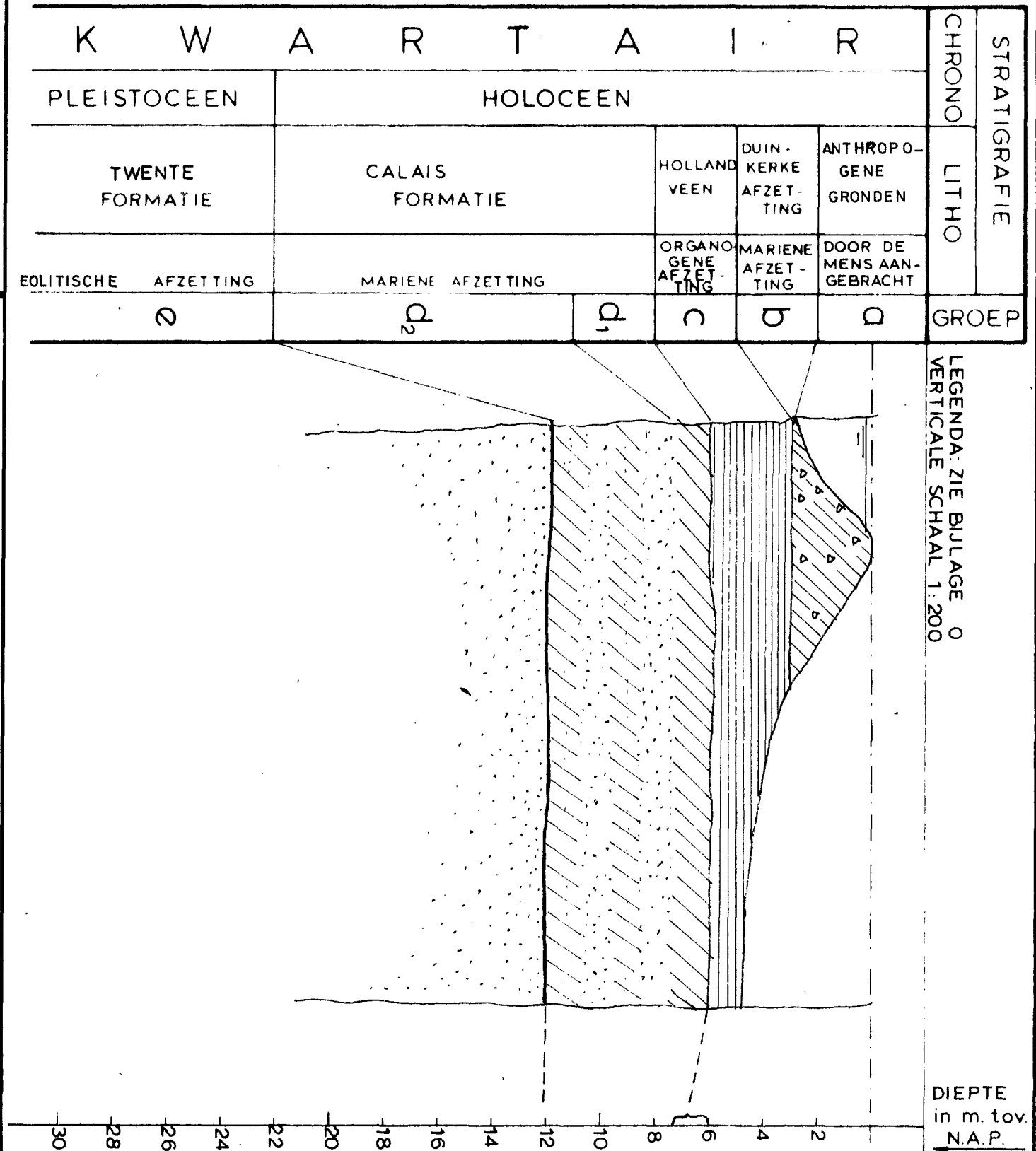
RD

BIJL: S 2

A<sub>4</sub>

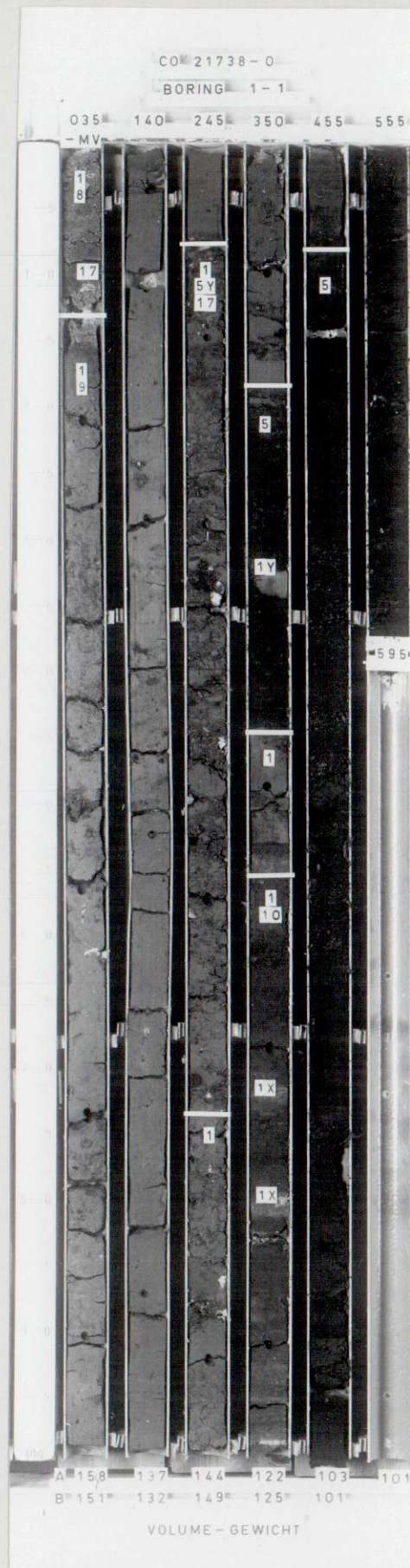
CO-21738 -0

# STRATIGRAFISCH PROFIEL TER VERDUIDELIJKING VAN HET GEOLOGISCH OVERZICHT.



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT		
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.		RW
SCHEMATISCHE GEOLOGISCHE OPBOUW.		A <sub>4</sub>
		BIJL K 1
		CO 21738-0





— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL. F 1

FOTO BORING : 1-1

A<sub>4</sub>

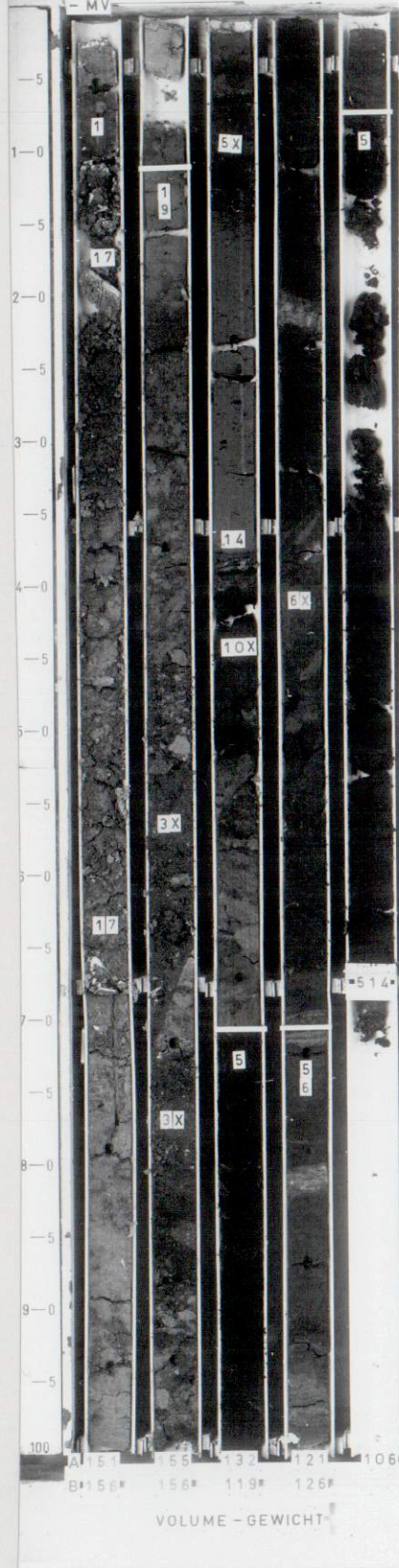
CO:21738-0

CO 21738-0

BORING 1-2

025 132 239 346 448

- MV



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

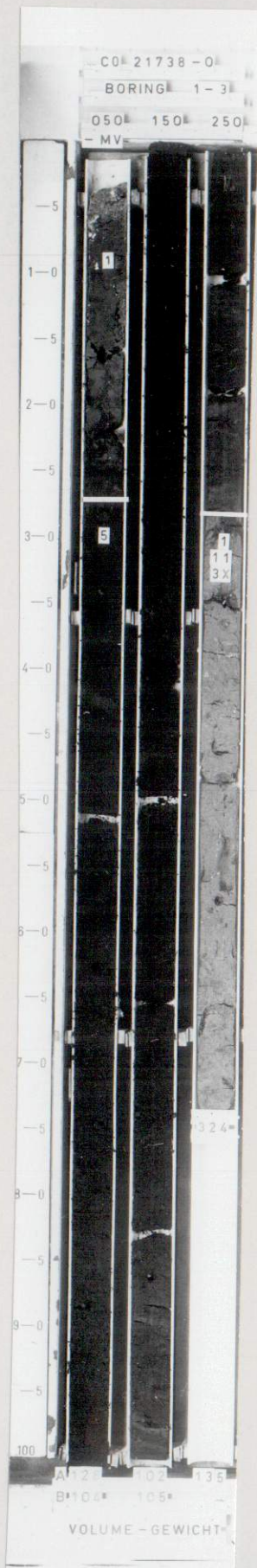
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

FOTO BORING : 1-2

BIJL. F 2

A<sub>4</sub>

CO:21738-0



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

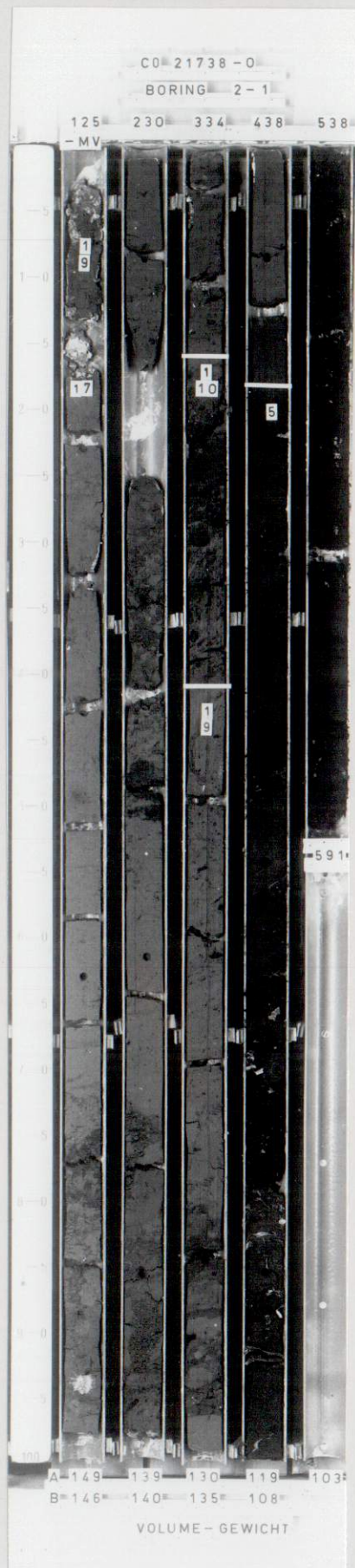
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL. F 3

FOTO BORING : 1-3

A<sub>4</sub>

CO:21738-0



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

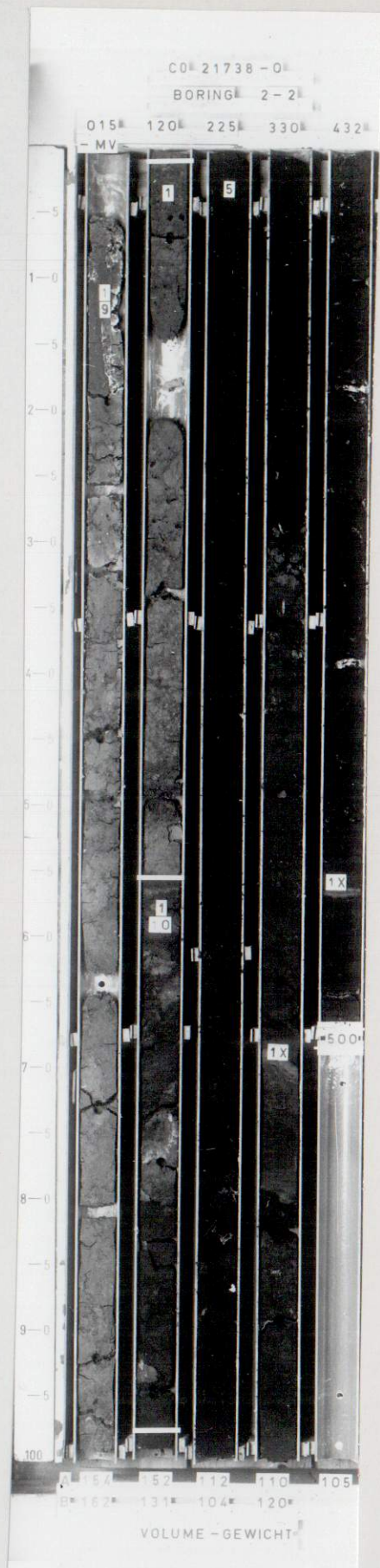
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

FOTO BORING : 2-1

BIJL. F4

A<sub>4</sub>

CO:21738-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

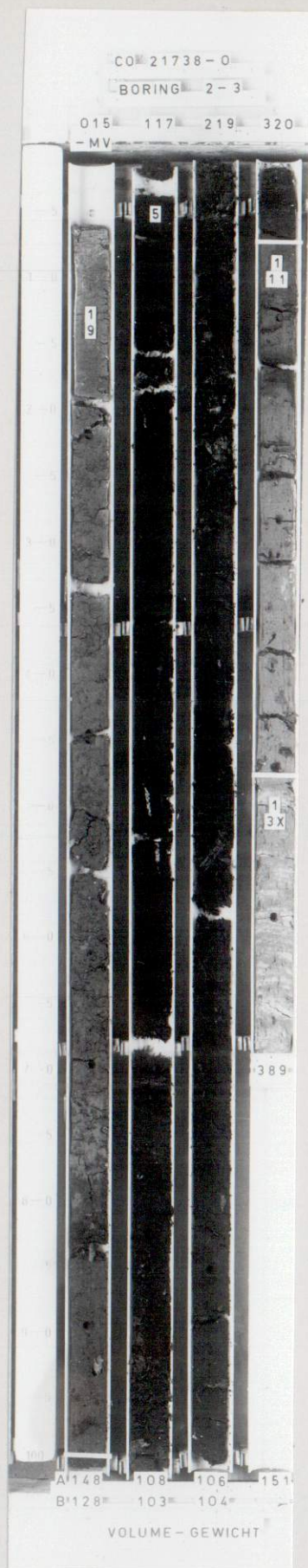
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

FOTO BORING: 2-2

BIJL. F 5

A<sub>4</sub>

CO:21738-0



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL. F 6

FOTO BORING : 2-3

A<sub>4</sub>

CO:21738-0



# ARCHITECTENPLAAT

STABILITEITSONDERZOEK AAN TWEE  
DWARSPROFIELEN VAN DE BOEZEMKADEN  
LANGS DE WATERGRAAFSMEER

CO-21738-0/I

mei 1974

Bijl 6  
(A 73025)  
A 71008



In het kader van een onderzoek naar de standzekerheid van de boezemkaden is in opdracht van het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen (COW) door het Laboratorium voor Grondmechanica (LGM) een stabiliteitsonderzoek uitgevoerd aan een 2-tal dwarsprofielen van de boezemkaden langs de Watergraafsmeer. De resultaten van dit onderzoek worden in dit rapport vermeld:

\* \* \*

#### Algemene gegevens betreffende het onderzoek

Aantal berekende profielen	:	2
Aantal continuboringen 66 mm:		3
Totale boorlengte	:	ca. 18.50 m
Aantal celproeven	:	15
Periode terreinwerk	:	23-10-24-10 1974

\* \* \*

#### Inleiding

Dit stabiliteitsonderzoek is een vervolg op een eerder door het LGM uitgevoerd vooronderzoek in een tweetal profielen.

De resultaten van dit vooronderzoek zijn in het eindrapport van het COW vermeld.

Het vooronderzoek heeft bestaan uit de uitvoering van middelzware sonderingen en continuboringen 29 mm.

Naar aanleiding van dit vooronderzoek is het profiel no. 1 uitgekozen voor een volledig stabiliteitsonderzoek. Omdat uit de resultaten van de stabiliteitsberekeningen voor dit profiel is gebleken dat dit onvoldoende stabiliteit bezit, zijn op verzoek van het COW ook stabiliteitsberekeningen voor het profiel no. 2 uitgevoerd met aan het profiel 1 ontleende waarden voor de grondeigenschappen. De resultaten hiervan zijn eveneens in dit rapport vermeld.



profiel no. 1

ligt in noordelijk gedeelte van de kade langs de Ringvaart. De breedte van de kruin is ca. 5 m met een asfaltweg. Het binnentalud heeft een gemiddelde helling van 1:3. Het achterland ligt vrij diep t.o.v. de kruin van de kade. Dit verschil bedraagt ca. 5,5 m. Direct onder aan het talud ligt een teensloot. In het kadelichaam overheersen kleigronden waaronder een dikke veenlaag van ca. 3 m ligt.

profiel no. 2

ligt in het oostelijke deel van de kade langs de Ringvaart. Dit profiel heeft een brede kruin met een asfalt weg, en een flauwe geknikte helling, waarvan het bovenste deel onder 1:5 ligt en het onderste deel onder 1:17. Het hoogteverschil tussen de kruin en de teen van de kade is ongeveer gelijk aan het profiel no. 1 n.l. 5.30 m. De ook hier voorkomende teensloot ligt daardoor veel verder weg dan bij profiel no. 1. Ook de grondslag is ongeveer dezelfde. Het boven op de dikke veenlaag rustende kadelichaam is hoofdzakelijk uit klei opgebouwd.

\* \* \*

Omvang van het onderzoek.

Ter verkrijging van ongeroerde grondmonsters en aanvullende gegevens omtrent de grondlagenopbouw zijn 3 continu gestoken boringen met een diameter van 66 mm, no's 1-4 t/m 1-6 uitgevoerd, en een handboring door het COW no. 1-7.

In het laboratorium zijn uit de boorkernen 19 monsters genomen waarop 19 langzame celproeven zijn uitgevoerd om de wrijvingseigenschappen van de diverse grondlagen in volledig geconsolideerde toestand te bepalen.

Verder zijn van een aantal monstertjes uit de boringen de volumegewichten bepaald. De volumegewichten zijn naast de wrijvingseigenschappen van belang voor de bepaling van de aandrijvende en weerstand biedende krachten bij de stabiliteitsberekeningen.



Na het nemen van de monsters voor de laboratoriumproeven zijn de overige boorresultaten beschreven en gefotografeerd. Deze foto's zijn als bijlagen F7 t/m F9 bij dit rapport gevoegd.

Op bijlage B1 zijn de boorprofielen getekend, waarnaast tevens de volumegewichten en de plaatsen van de celproefmonsters staan aangegeven.

Om een indruk van de laagopbouw te verkrijgen is het boorprofiel nogmaals getekend in het dwarsprofiel op bijlage D2.

De celproefresultaten zijn grafisch weergegeven op de bijlagen C1 t/m C7.

Het verloop van de freatische lijnen in de dwarsprofielen is bepaald aan de hand van door het COW geplaatste peilbuizen. Deze peilbuizen zijn gedurende enige weken waargenomen tegelijkertijd met de waterstand in de boezem en in de kwelsloot. Tevens heeft het COW gegevens verstrekt omtrent de maatgevende boezemwaterstand.

F1-1 is een freatische lijn waarvan het verloop is bepaald aan de hand van de peilbuiswaarnemingen.

F1-2 en-3 zijn freatische lijnen, waarvan het verloop is aangenomen bij maatgevende boezemwaterstanden respectievelijk van N.A.P. en 0,20 m + N.A.P.

Met de verkregen gegevens is een laagopbouw van de profielen vastgesteld waarbij aan de diverse lagen bepaalde grondeigenschappen zijn toegekend, die per laag constant worden verondersteld. Het is duidelijk dat deze rekenmodellen slechts een benadering van de werkelijkheid zullen zijn, daar nooit een continu beeld van de ondergrond wordt verkregen, er spreiding in de proefresultaten optreedt, etc.

Met de rekenmodellen zijn een groot aantal stabiliteitsberekeningen uitgevoerd, waarbij cirkelvormige glijvlakken zijn toegepast.

De toegepaste laagverdelingen en grondeigenschappen, alsmede de resultaten van de stabiliteitsberekeningen, zijn op de bijlagen G1 en G2 aangegeven van resp. de profielen no's 1 en 2.

\* \* \*



## Resultaten

### profiel no 1

De aangetroffen grondslag is als volgt:

Het kadelichaam is hoofdzakelijk uit klei opgebouwd. In de kruinboring meet deze laag ca. 4 m. Onder de kleilaag ligt een veenpakket van bijna 3 m dikte. Onder het veen komt eerst een ca. 0,60 m dik kleilaagje voor met plantenresten, waaronder zich het grondprofiel met een siltig zandpakket voortzet. Voor een nauwkeurig beeld van de ligging der lagen wordt verwezen naar bijlage D2.

Het verloop van de celproeven is over het algemeen bevredigend, behalve de proeven no's 10 en 14, uitgevoerd op veenmonsters. Door onbekende oorzaak zijn de resultaten van deze twee proeven niet volledig betrouwbaar; daarom zijn zij bij de berekeningen niet gebruikt.

De celproeven geven een spreiding in resultaten te zien, ook bij monsters die aan dezelfde grondbeschrijving voldoen. Teneinde deze verschillen in wrijvingseigenschappen bij de berekeningen zo goed mogelijk in te voeren, is het profiel in een 7-tal lagen onderverdeeld, waarbij aan elke laag bepaalde waarden voor  $\gamma$ ,  $c'$ ,  $\phi'$  zijn toegekend, die door middeling van de beschikbare gegevens zijn verkregen; zij worden voor een gehele laag constant verondersteld.

Omdat in laag 5 (zie bijlage G1) zeer grote verschillen in  $\gamma$ ,  $c'$ , en  $\phi'$  waarden zijn gemeten, tussen monster 11A enerzijds, en de monsters 16 en 16R anderzijds, ondanks de gelijkblijvende grondsoort in deze laag, is deze door een laagscheiding in twee delen met eigen grondeigenschappen gesplitst.

De berekende minimum evenwichtsfactor bij de gemeten freatische lijn bedraagt:

$$n = 1.10$$



Het bovengenoemde resultaat was aanleiding geen verdere berekeningen bij de uittredende freatische lijnen (F1-2 en -3) uit te voeren, daar hierbij zeker nog ongunstigere resultaten zullen worden verkregen.

#### profiel no 2

Zoals reeds eerder is vermeld, werden in dit profiel geen continu-boringen 66 mm uitgevoerd, zodat evenmin celproeven zijn verricht. De navolgende grondbeschrijving is daarom gebaseerd op de resultaten van het vooronderzoek, die op bijlage D1 zijn weergegeven.

Onder de kruin bestaat het kadeprofiel uit kleiige materialen. De dikte van deze hoofdzakelijk aangebrachte gronden varieert tussen 4,0 m en 4,5 m. Daaronder bevindt zich een veenpakket van ca. 3 m. Tussen het veen en de siltige zanden rust nog een kleilaagje met plantenresten.

Voor een nauwkeurig beeld van de aangetroffen grondgesteldheid van het kadeprofiel wordt verwezen naar de betreffende bijlagen.

Voor de berekeningen is het profiel in 6 lagen onderverdeeld. De aangenomen wrijvingseigenschappen voor de 6 lagen zijn afkomstig van het profiel no. 1. Bij het toekomen van deze eigenschappen is uitgegaan van de gelijkwaardige grondsoorten, en de  $\gamma$ -waarden.

Er zijn bij de berekeningen drie freatische lijnen toegepast: F1-1 t/m -3, waarvan F1-3 nog is onderverdeeld in twee gevallen 3a en 3b. In het geval 3b is het verloop van deze lijn iets ongunstiger aangenomen dan bij 3a (bijlage G2).

De resultaten van deze berekeningen zijn in onderstaande tabel verzameld.

F1-1	n = 1.76
F1-2	n = 1.64
F1-3a	n = 1.57
F1-3b	n = 1.54



In alle gevallen is de kleinste evenwichtsfactor gevonden bij dezelfde glijcirkel.

Opvallend is dat de glijcirkel slechts het bovenste, steilste deel van het talud omvat.

### Samenvatting en conclusies.

#### Profiel no. 1.

Uit de resultaten van de berekeningen blijkt, dat de kade ter plaatse van profiel no. 1 reeds bij de gemeten freatische lijn Fl-1 een onvoldoende stabiliteit bezit.

De wrijvingswaarden van de diverse grondlagen zijn volgens de celproeven zeker niet aan de lage kant, zodat de te geringe stabiliteit in hoofdzaak geweten moet worden aan de vorm van de kade, eventueel in combinatie met het zware materiaal in de kop.

Ten einde de mogelijke invloed van de zware kruin na te kunnen gaan, zijn nog enige extra glijvlakberekeningen uitgevoerd waarbij het volume-gewicht van laag no. 1 met respectievelijk 17% en 29% werd verlaagd. De evenwichtsfactor bleek daarbij slechts een geringe toename te vertonen van resp. 1,5% en 3%.

De geringe stabiliteit moet derhalve in hoofdzaak worden geweten aan het te steile achtertalud bij de gegeven grondgesteldheid en kerende hoogte.

#### profiel no. 2.

Uit de gevonden minimum evenwichtsfactoren voor alle berekende gevallen kan worden geconcludeerd, dat de kade ter plaatse van profiel no. 2 voldoende stabiliteit bezit.

Het bij de bespreking van profiel no. 1 geuite vermoeden dat de geringe stabiliteit van dat profiel veroorzaakt wordt door het te steile binnentalud wordt door deze berekeningen bevestigd. Immers de grondlagenopbouw is bij profiel 2 vrijwel gelijk aan die bij profiel 1, terwijl verder met overgenomen grondeigenschappen is gerekend.



Bij het flauwere achtertalud van profiel no. 2 worden nu wel voldoende evenwichtsfactoren gevonden.

Opgesteld door

P.V.F.S. Krajiček

Hoogachtend,

F.J. van Duren.


Bij dit rapport behoren de volgende bijlagen.

0	legende
P1	situatie op schaal 1:25000
D2	dwarsprofiel schaal 1:100
B1	boorprofielen
C1 t/m C7	celproefresultaten
G1 en G2	resultaten stabiliteitsberekeningen
F7 t/m F9	foto's boorresultaten.

F.L. = freatische lijn  
 P.B. = puls boring  
 S.B. = steek boring  
 c.b. = continuboring 29 mm  
 C.B. = continuboring 66 mm  
 P.b = peilbuis  
 wsm = waterspanningsmeter

$\gamma$  = volume gewicht in  $t/m^3$   
 p = hand penetrometerwaarde in  $kg/cm^2$   
 T.V. = torvane-waarde in  $kg/cm^2$   
 c' = cohesie in  $kg/cm^2$   
 $\phi'$  = hoek van inwendige wrijving

- x laagjes
- y stukjes
- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde

 = beproefd monster - C = celproef


$\gamma$  = volume gewicht

H = horizontale doorlatendheid


V = verticale doorlatendheid

Sa = samendrukkingsproef


$\mu$  = reserve

 = continuboring 29 mm


n = evenwichtsfactor =

 = continuboring 66 mm


$c' + tg \phi'$  beschikbaar


 = puls boring

$c + tg \phi$  benodigd voor evenwicht

 = steek boring


X = oppervlakte boring

 = diepsondering

 = middelzware sondering


$\phi$  = waterspanningsmeter

$\phi$  = peilbuis


 zand


 klei


 veen


 plantenresten


 hout


 slib


 puin

 grind

 teelaarde

 schelpen

 koolas

 humus

 leem





LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

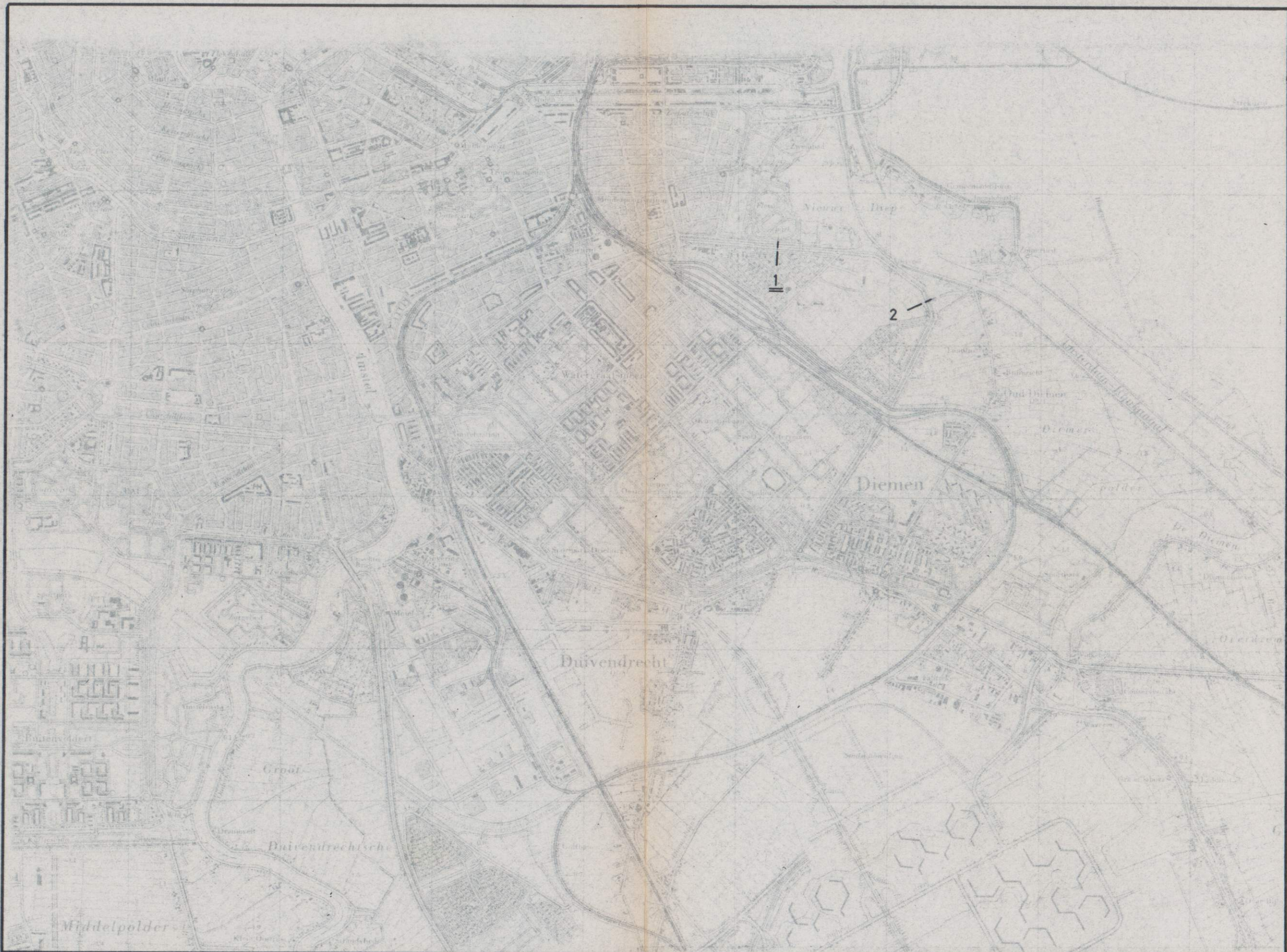
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJLAGE ○

LEGENDA

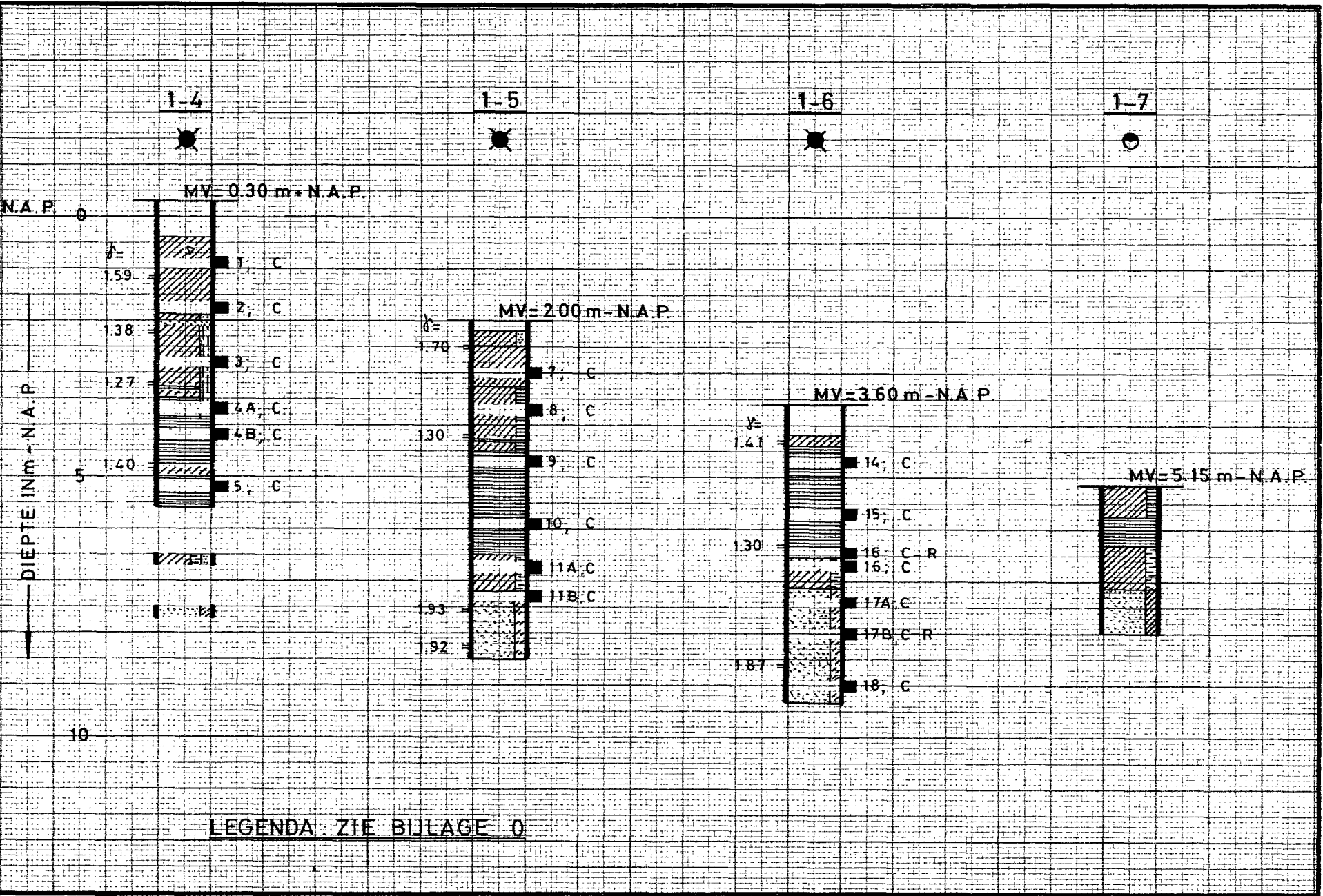
A<sub>4</sub>

CO-21738-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT			SITUATIE DWARSPROFIELEN			SCHAAL 1:25.000		
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.			WATERGRAAFSMEER					
SITUATIE	schaal 1:25.000		BIJL: P1	CENTRUM VOOR ONDERZOEK	gem	get	gez	A2
			CO:21738-0		WATERKERINGEN	H.V. MRT 73	L.S. 26-4	





BORINGEN 1-4, 1-5, 1-6 en 1-7

A<sub>4</sub>

CO-21738-0

BIJL: B 1

PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 1

DIEPTE 1.05-1.25 m-MV: 0.75-1.95 m-N.A.P.

GRONDSOORT: klei met wat fijn grind en wortelresten

$\gamma_{voors}$ : 159  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat}$ : 165  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat1}$ : 161  $\frac{t}{m^3}$

$c'$ : 0.036  $\frac{kg}{cm^2}$

$\phi'$ : 24.53°

T.V.: 0.28  $\frac{kg}{cm^2}$

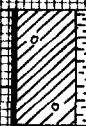
0.5

0

0

0.5

1.0



PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 2

DIEPTE 1.96-2.16 m-MV: 1.66-1.86 m-N.A.P.

GRONDSOORT: klei, humeus, met enkele plantenresten

$\gamma_{voors}$ : 146  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat}$ : 150  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat1}$ : 147  $\frac{t}{m^3}$

$c'$ : 0.107  $\frac{kg}{cm^2}$

$\phi'$ : 17.61°

T.V.: 0.23  $\frac{kg}{cm^2}$

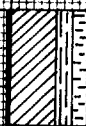
0.5

0

0

0.5

1.0



PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 3

DIEPTE 2.99-3.19 m-MV: 2.69-2.89 m-N.A.P.

GRONDSOORT: klei, humeus

$\gamma_{voors}$ : 141  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat}$ : 147  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat1}$ : 142  $\frac{t}{m^3}$

$c'$ : 0.076  $\frac{kg}{cm^2}$

$\phi'$ : 19.64°

T.V.: 0.25  $\frac{kg}{cm^2}$

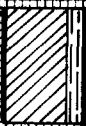
0.5

0

0

0.5

1.0



C in  $\frac{kg}{cm^2}$

C in  $\frac{kg}{cm^2}$

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

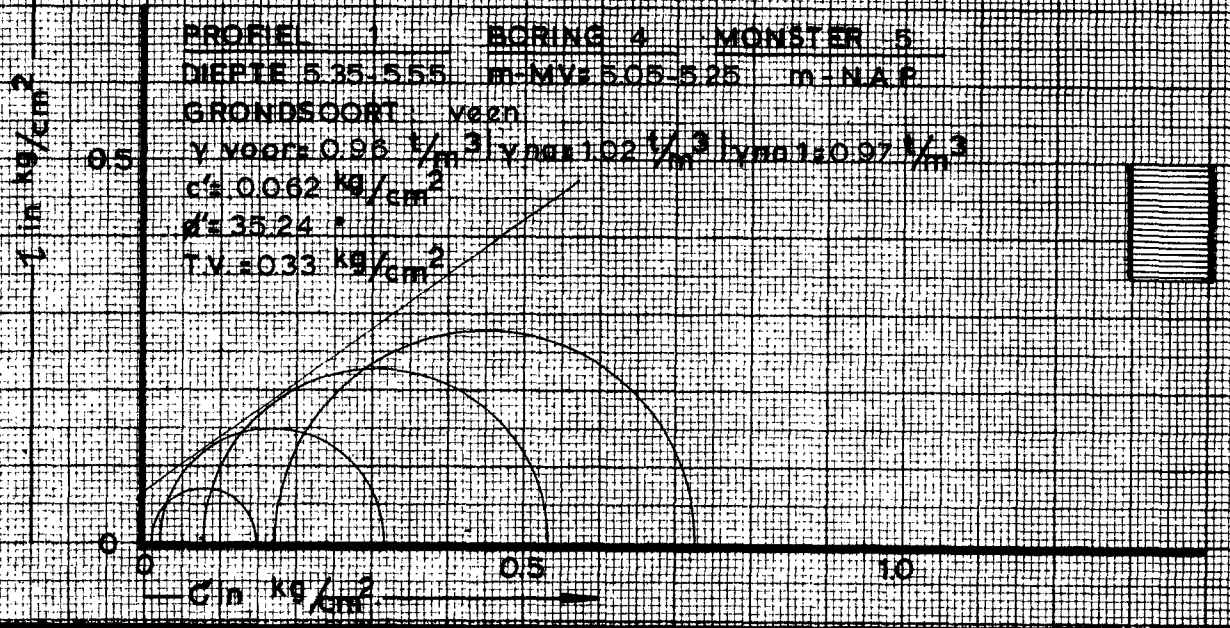
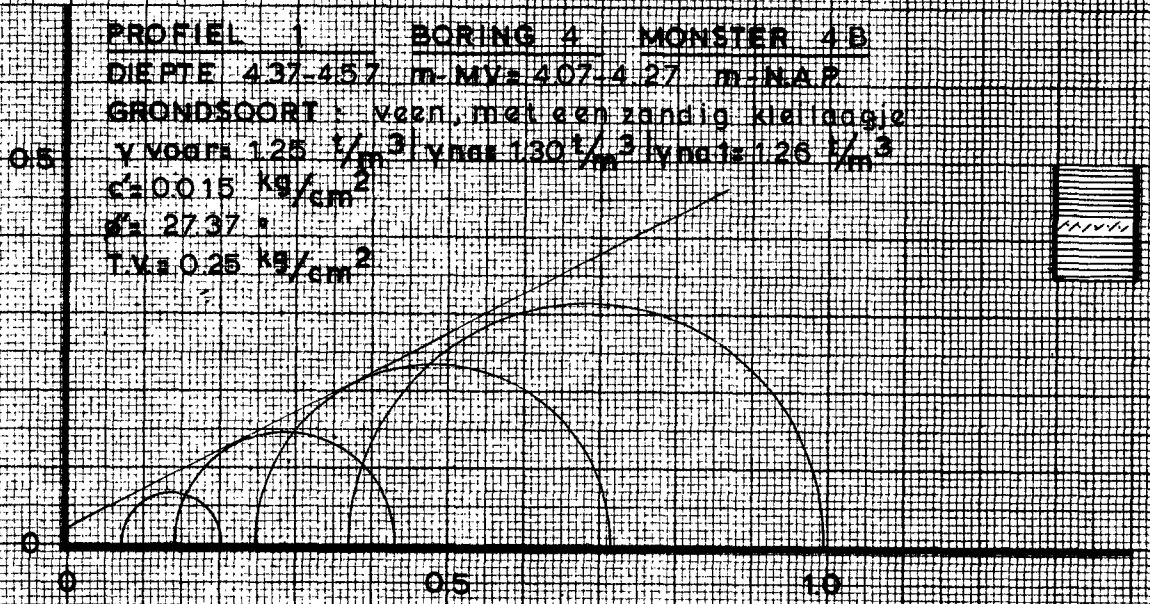
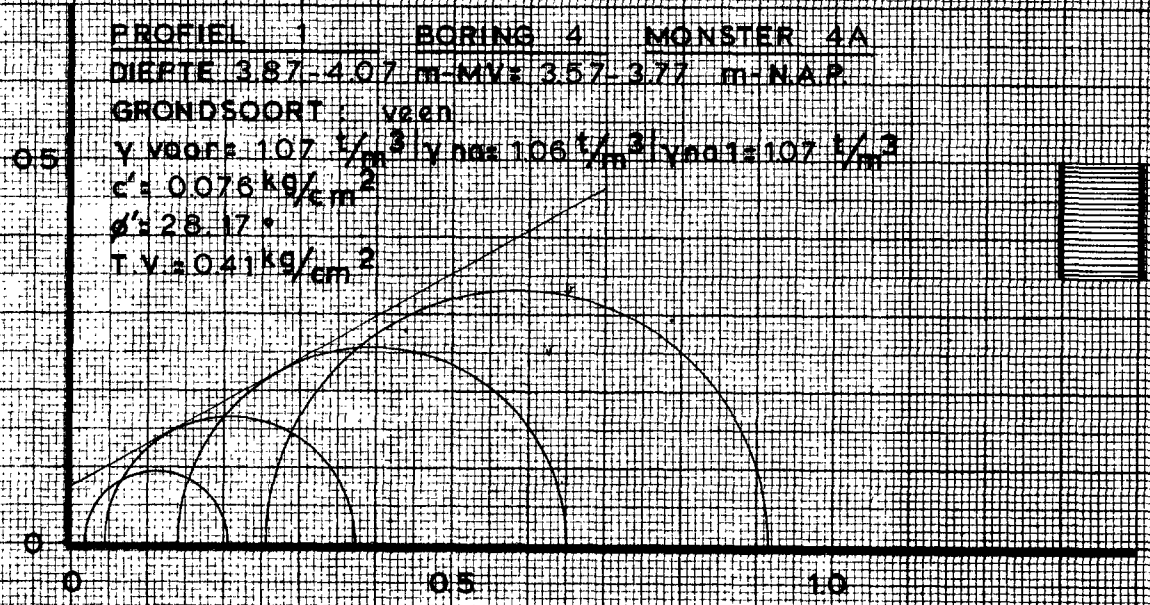
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL: C 1

CELPROEVEN

A<sub>4</sub>

CO:  
21738-0

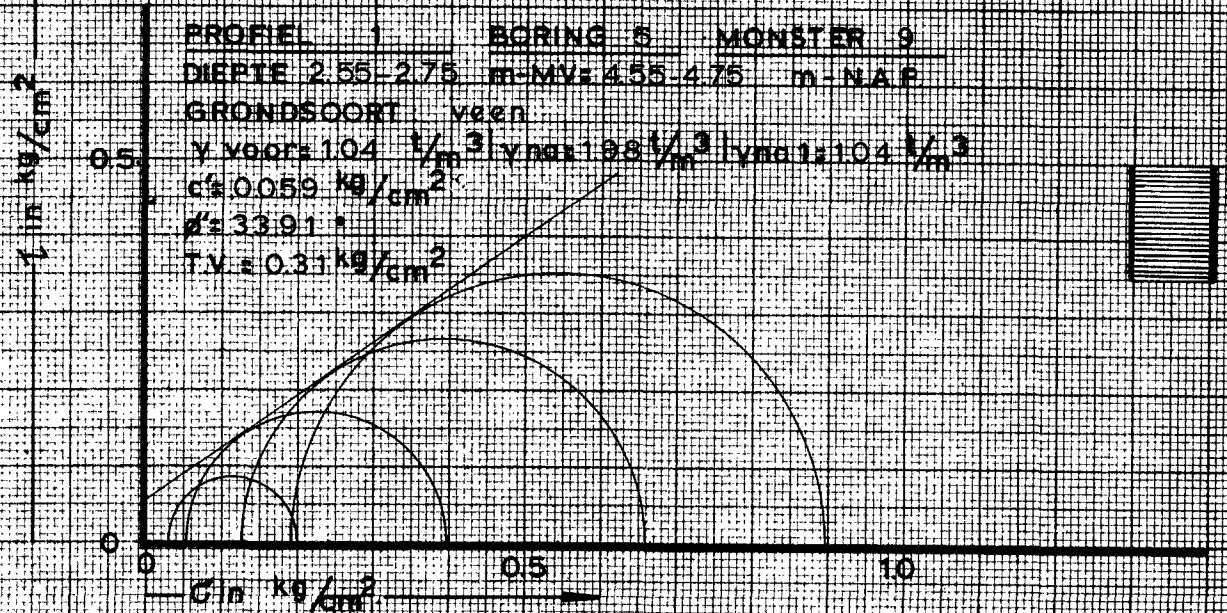
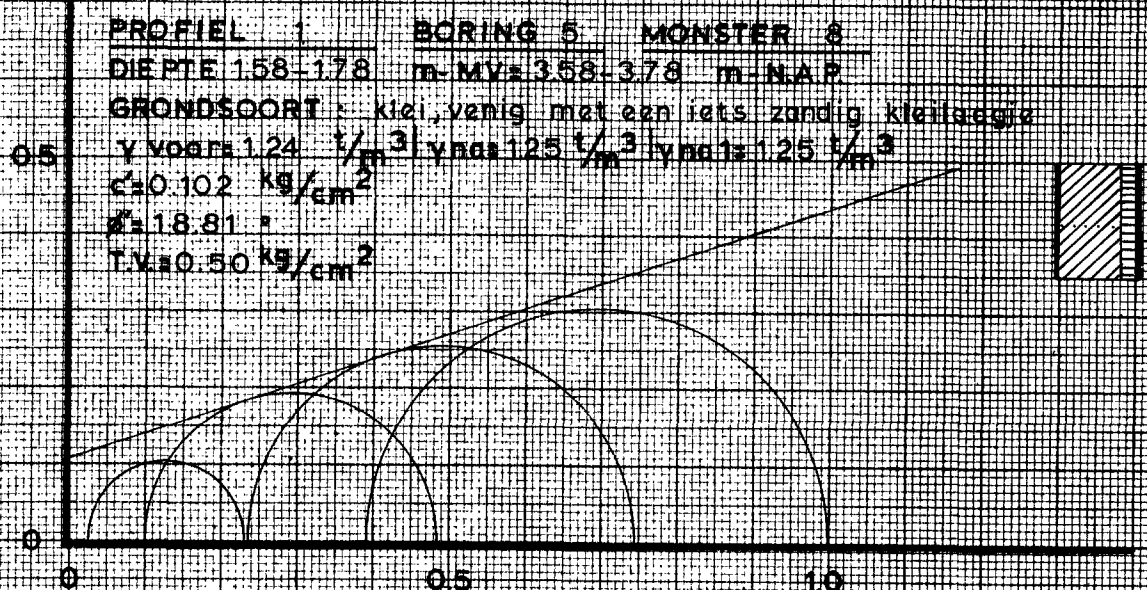
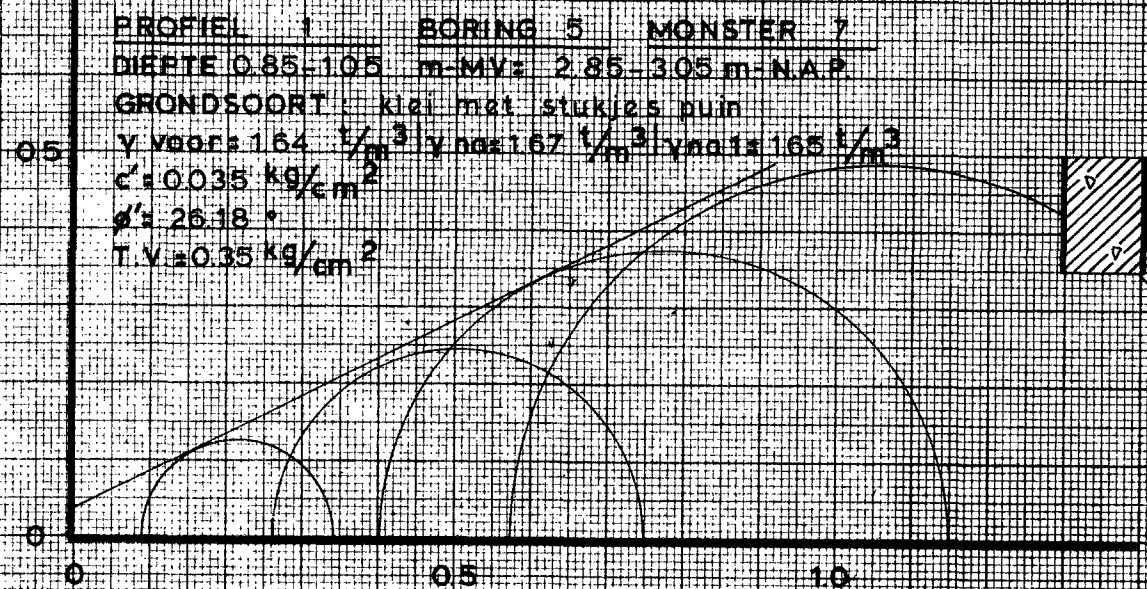


LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

CELPROEVEN

		BIJL: C 2
A <sub>4</sub>		CO: 21738-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL: C 3

CELPROEVEN

A<sub>4</sub>

CO:  
21738-0

PROFIEL 1 BORING 5 MONSTER 10

DIEPTE 3.81-4.01 m-MV=5.81-6.01 m-N.A.P.

GRONDSOORT : veen

$\gamma_{voors} = 0.98 \frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat} = 1.01 \frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat s} = 0.99 \frac{t}{m^3}$

$c_s = 0.125 \frac{kg}{cm^2}$

$\phi_s = 32.52^\circ$

$T.V. = 0.30 \frac{kg}{cm^2}$

0.5

0

0

0.5

1.0



PROFIEL 1 BORING 5 MONSTER 11A

DIEPTE 4.63-4.83 m-MV=6.63-6.83 m-N.A.P.

GRONDSOORT : klei, zandig, met watrietresten

$\gamma_{voors} = 1.72 \frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat} = 1.77 \frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat s} = 1.75 \frac{t}{m^3}$

$c_s = 0.004 \frac{kg}{cm^2}$

$\phi_s = 23.36^\circ$

$T.V. = 0.14 \frac{kg}{cm^2}$

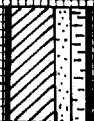
0.5

0

0

0.5

1.0



PROFIEL 1 BORING 5 MONSTER 11B

DIEPTE 5.13-5.33 m-MV=7.13-7.33 m-N.A.P.

GRONDSOORT : zand, siltig

$\gamma_{voors} = 1.80 \frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat} = 1.81 \frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat s} = 1.82 \frac{t}{m^3}$

$c_s = 0.018 \frac{kg}{cm^2}$

$\phi_s = 22.93^\circ$

$T.V. = 0.15 \frac{kg}{cm^2}$

$\gamma \text{ in } \frac{kg}{cm^3}$

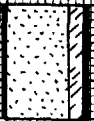
0.5

0

0

0.5

1.0



$c \text{ in } \frac{kg}{cm^2}$

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

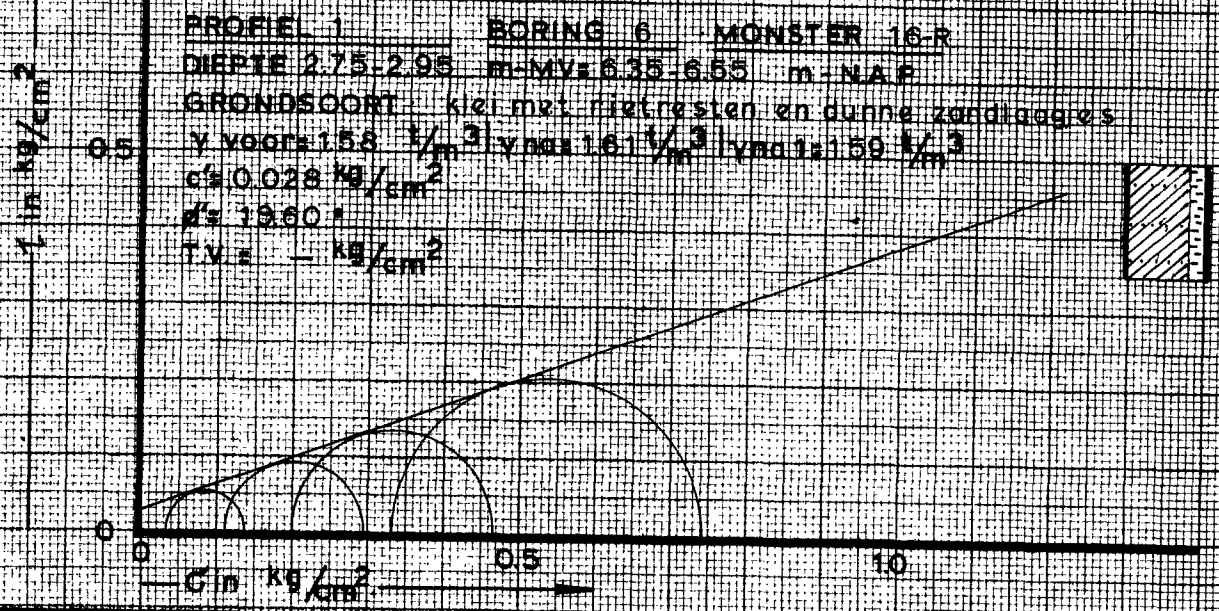
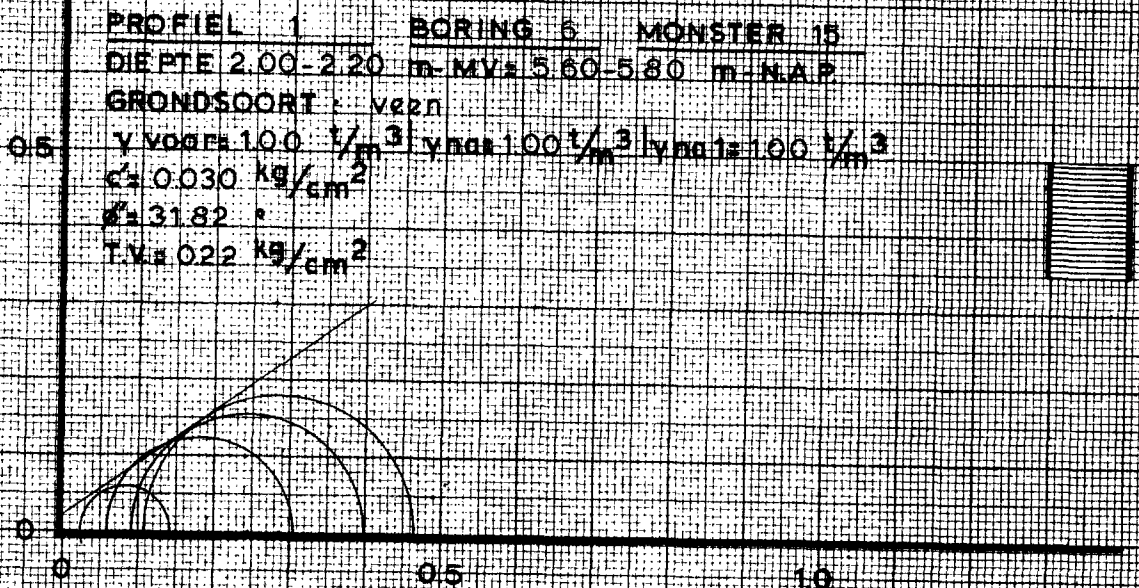
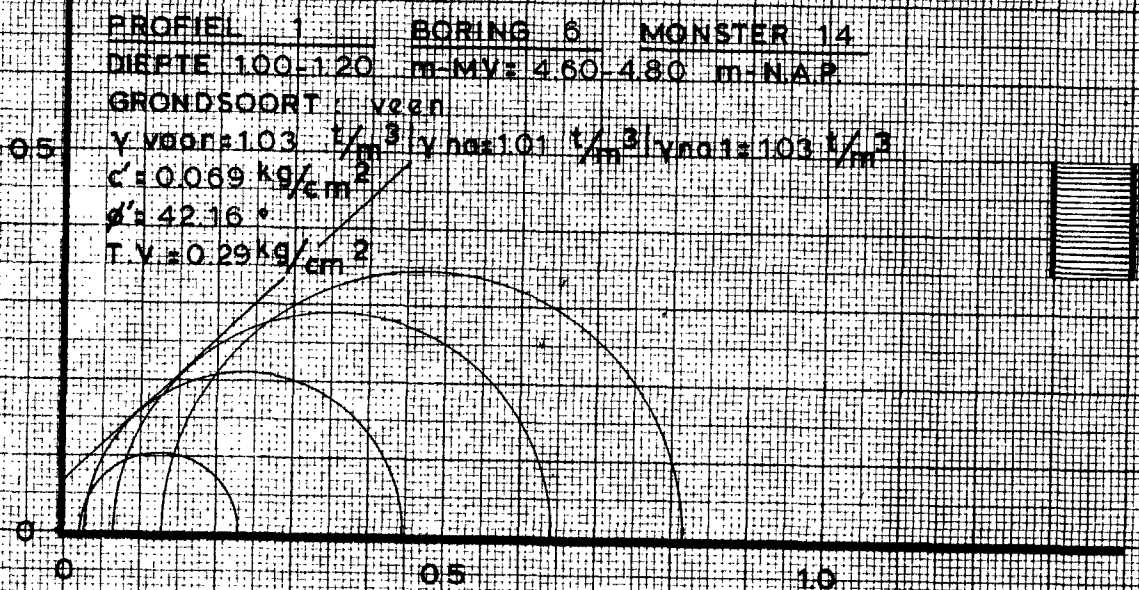
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL: C 4

CELPROEVEN

A<sub>4</sub>

CO:  
21738-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL: C 5

CELPROEVEN

A<sub>4</sub>

CO:  
21738-0

PROFIEL 1 BORING 6 MONSTER 16

DIEPTE 3.00-3.20 m-MV: 6.60-6.80 m-N.A.P.

GRONDSOORT: klei, zis zandig met enkele plantenresten

$\gamma_{voors}$ : 1.57  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat}$ : 1.67  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat1}$ : 1.59  $\frac{t}{m^3}$

$c_s$ : 0.052  $\frac{kg}{cm^2}$

$\phi$ : 19.23 °

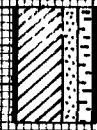
T.V.: 0.17  $\frac{kg}{cm^2}$

0.5

0

0.5

1.0



PROFIEL 1 BORING 6 MONSTER 17A

DIEPTE 3.70-3.90 m-MV: 7.30-7.50 m-N.A.P.

GRONDSOORT: zand siltig, met enkele schelpresten

$\gamma_{voors}$ : 1.88  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat}$ : 1.91  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat1}$ : 1.89  $\frac{t}{m^3}$

$c_s$ : 0.030  $\frac{kg}{cm^2}$

$\phi$ : 25.37 °

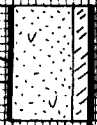
T.V.: 0.16  $\frac{kg}{cm^2}$

0.5

0

0.5

1.0



PROFIEL 1 BORING 6 MONSTER 17B-R

DIEPTE 4.30-4.50 m-MV: 7.90-8.10 m-N.A.P.

GRONDSOORT: zand siltig

$\gamma_{voors}$ : 1.88  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat}$ : 1.94  $\frac{t}{m^3}$   $\gamma_{nat1}$ : 1.91  $\frac{t}{m^3}$

$c_s$ : 0  $\frac{kg}{cm^2}$

$\phi$ : 28.31 °

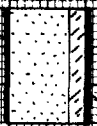
T.V.: 0.16  $\frac{kg}{cm^2}$

0.5

0

0.5

1.0



$c$  in  $\frac{kg}{cm^2}$

$\gamma$  in  $\frac{kg}{cm^3}$

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

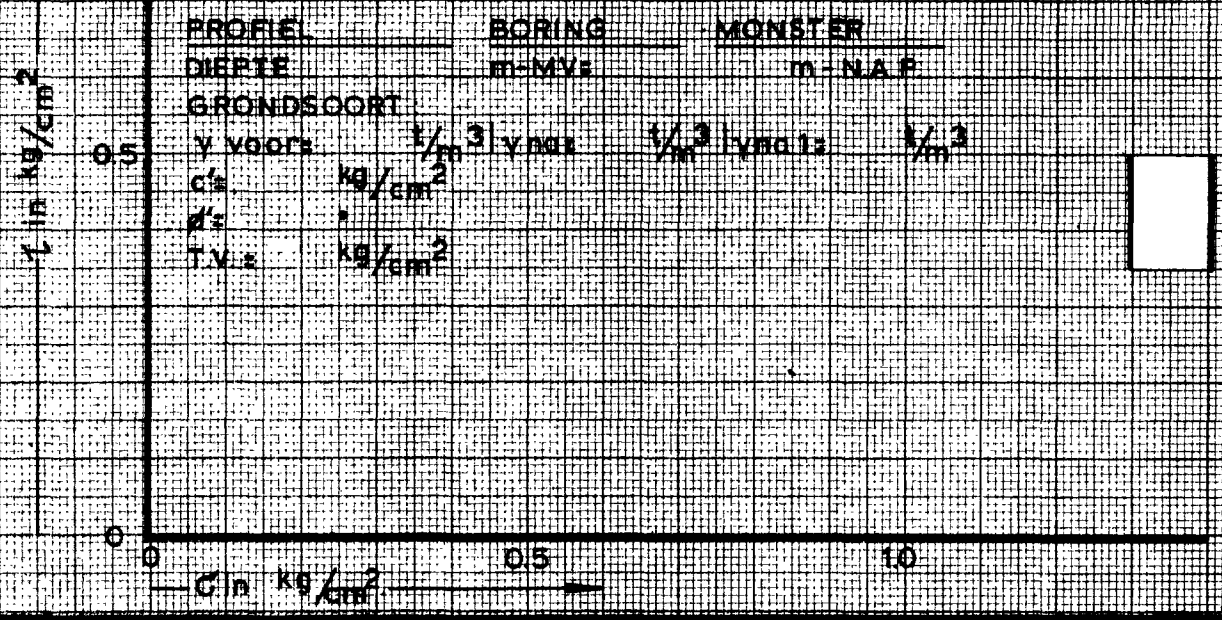
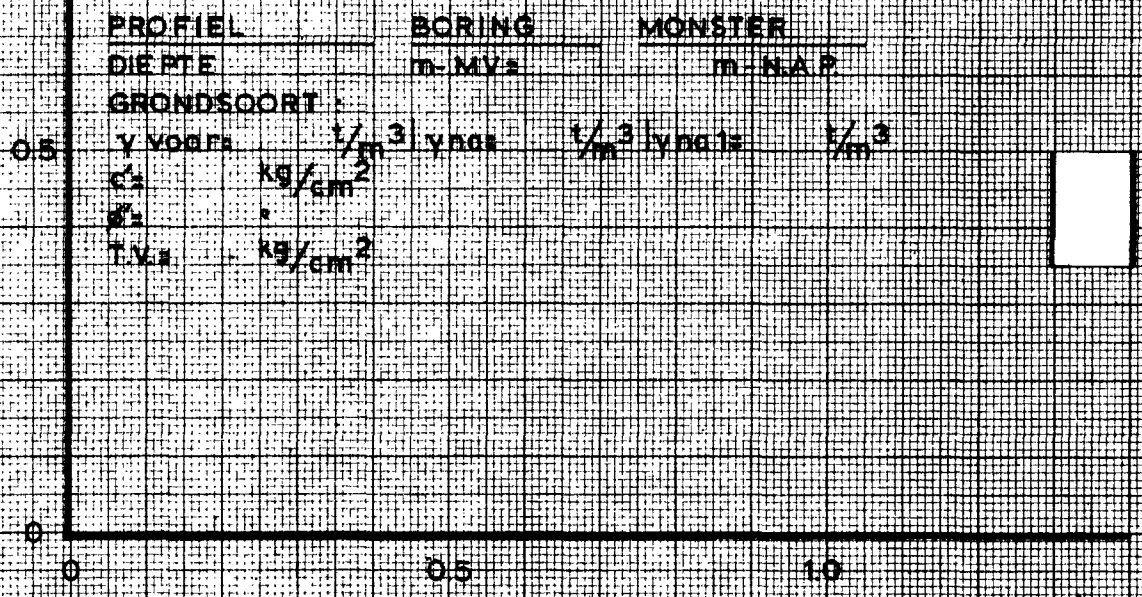
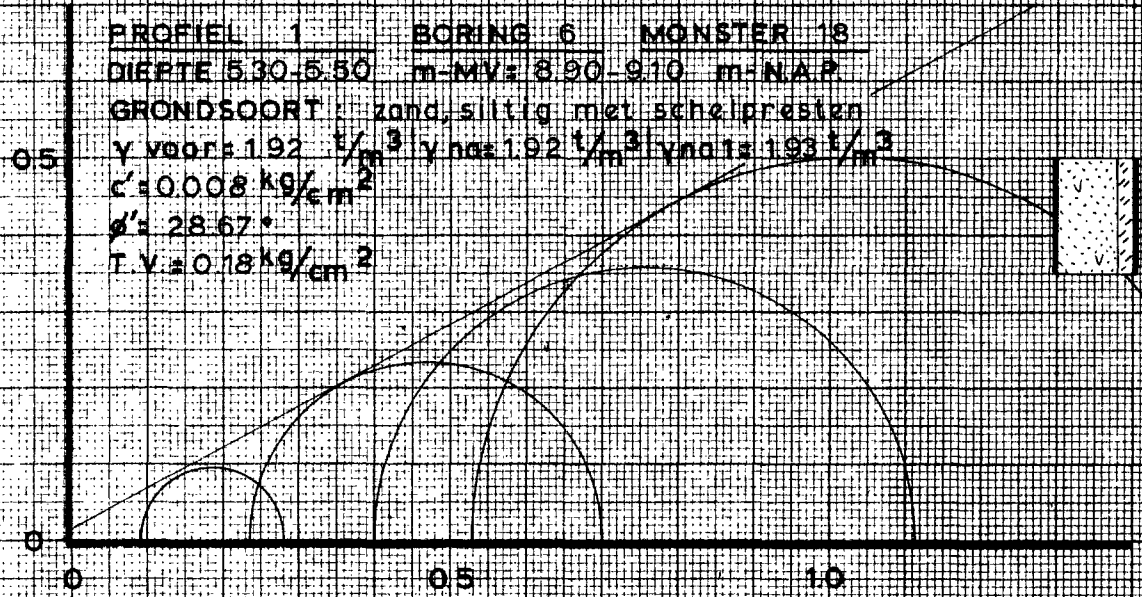
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL: C 6

CELPROEVEN

A<sub>4</sub>

CO:  
21738-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

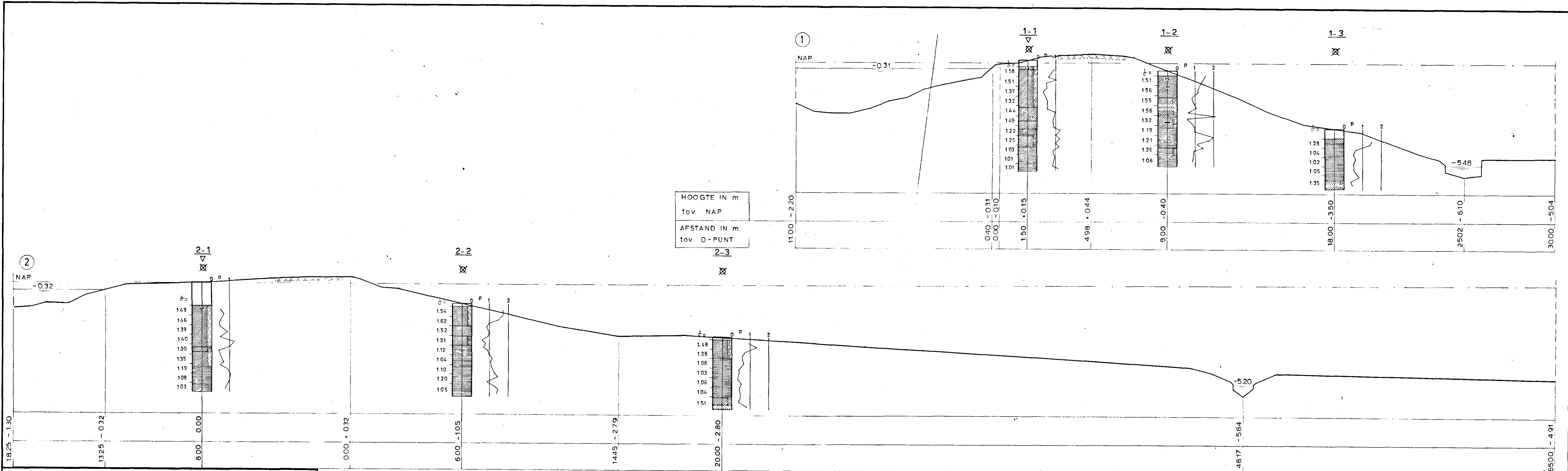
BIJL: C 7

CELPROEVEN

A<sub>4</sub>

CO:  
21738-0





HOOGTE IN m.  
tov. NAP

AFSTAND IN m.  
tov. 0-PUNT

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

DWARSPROFIELEN SCHAAL 1:100

RW	BIJL. D1
30	CO-21738-0
90	

LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0

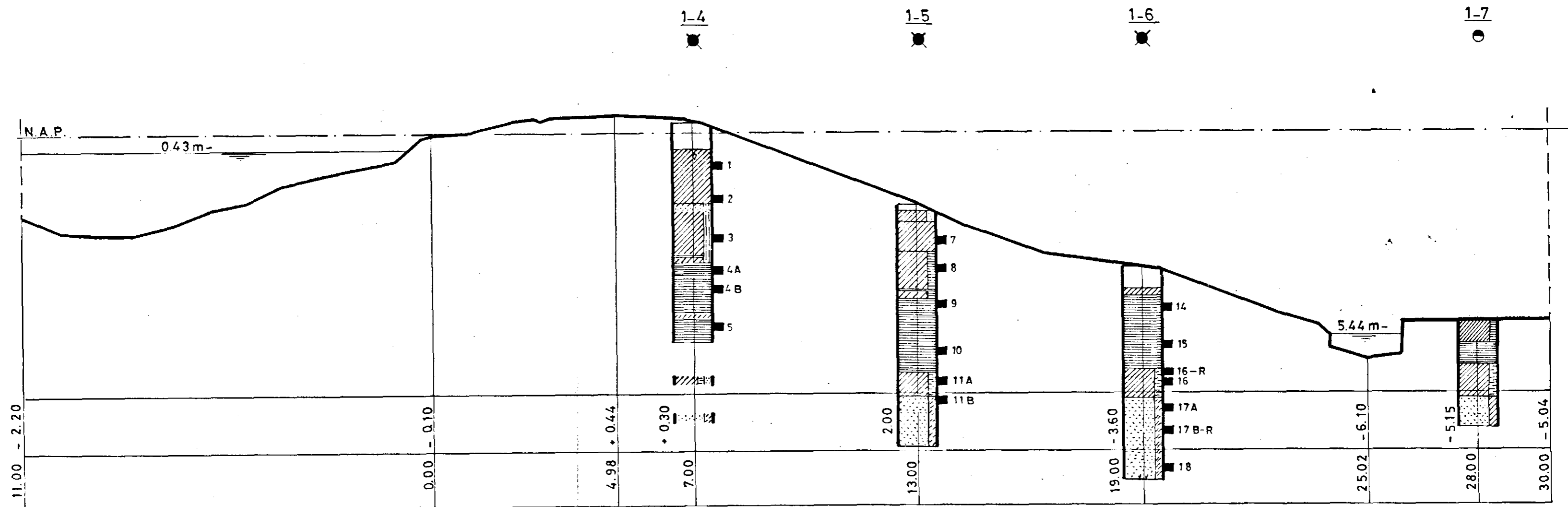
DWARSPROFIELEN 1 en 2  
WATERGRAAFSMEER

CENTRUM VOOR ONDERZOEK  
WATERKERINGEN

gem	get	gez
H.V.	L.S.	
MRT 73	21/3	

BIJLAGE  
SCHAAL 1:100

A5 WERKNR.  
TEK NR 73.76



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

R.W.
30
50

BIJL. D 2

CO-21738-0

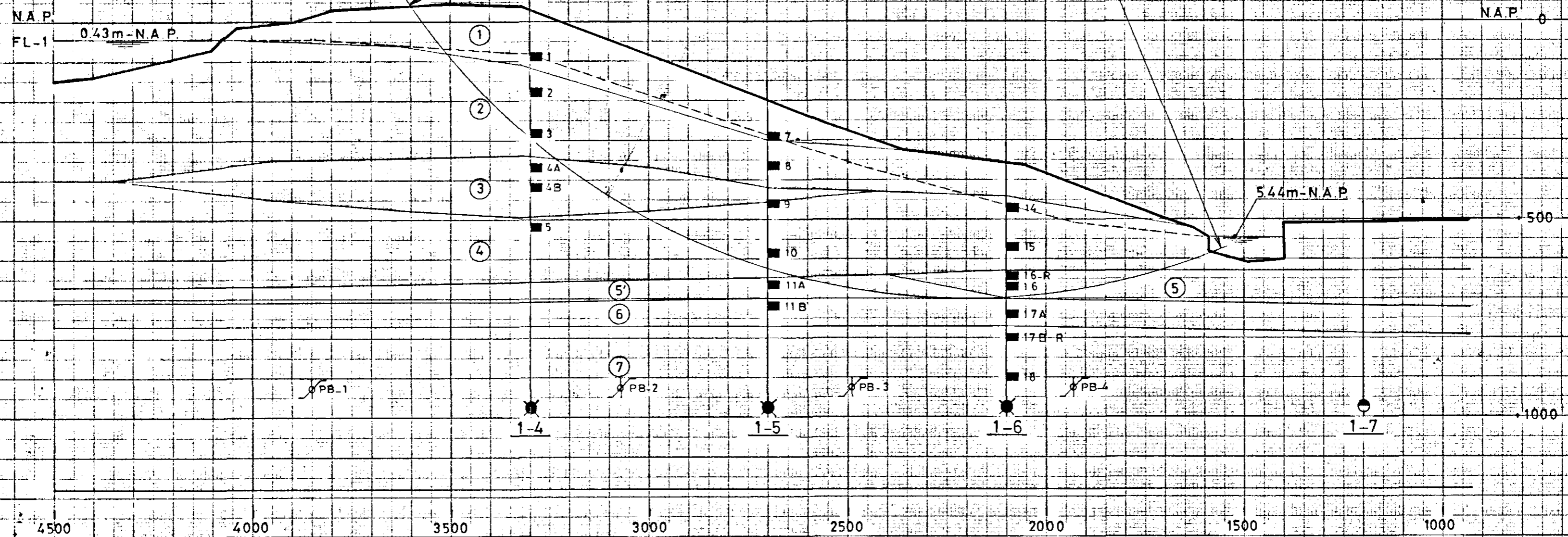
DWARSPROFIEL 1

SCHAAL 1:100

LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0

MONSTER	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	GRONDSOORT
1	1.61	0.035	24.53	1, 11, 13
2	1.47	0.107	17.51	1, 9, 11
3	1.42	0.076	19.64	1, 9
4A	1.07	0.076	28.17	5
4B	1.26	0.015	27.37	5
5	0.97	0.062	34.24	5
7	1.65	0.035	26.18	1, 17
8	1.25	0.102	18.81	1, 10
9	1.04	0.059	33.91	5
11A	1.75	0.004	23.36	1, 8, 11
11B	1.82	0.018	22.93	3, 7
14	1.03	0.069	42.16	5
15	1.00	0.030	31.82	5
16-R	1.59	0.028	19.60	1, 8, 11
16	1.59	0.052	19.23	1, 11
17A	1.89	0.030	25.37	3, 7, 12
17B-R	1.91	0	28.31	3, 7
18	1.93	0.008	28.67	3, 7, 12
10	0.99	0.125	32.52	5

LAAG	MONSTER	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	GRONDSOORT
①	1-7	1.64	0.036	25.36	1, 9, 17
②	2-3-8	1.37	0.095	18.69	1, 9
③	4A-4B	1.17	0.046	27.77	5, 6
④	5-9-14-15	1.01	0.050	33.32	5
⑤	16-R-16	1.59	0.040	19.42	1, 11
⑤	11A	1.75	0.004	23.36	1, 11
⑥	11B-17A	1.86	0.024	24.15	3, 7
⑦	17B-R-18	1.92	0.004	28.49	3, 7



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER

SCHAAL 1:100

GLIJVLAKKEN PROFIEL 1

30  
50

BIJL. G 1

CO-21738-0

LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0

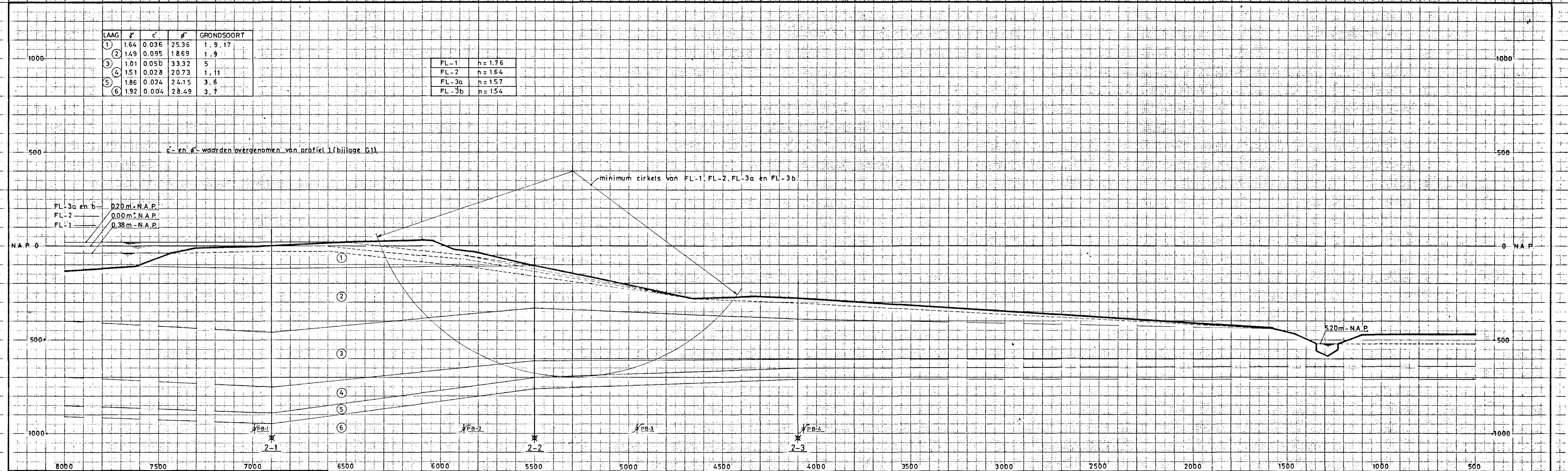
LAAG	$\phi'$	$c'$	$\phi'$	GRONDSOORT
①	1.64	0.036	25.36	1, 9, 17
②	1.49	0.095	18.69	1, 9
③	1.01	0.050	33.32	5
④	1.51	0.028	20.73	1, 11
⑤	1.86	0.024	24.15	3, 6
⑥	1.92	0.004	28.49	3, 7

FL-1	$h = 1.76$
FL-2	$h = 1.64$
FL-3a	$h = 1.57$
FL-3b	$h = 1.54$

$c'$  en  $\phi'$  waarden overgenomen van profiel 1 (bijlage G1).

minimum cirkels van FL-1, FL-2, FL-3a en FL-3b.

FL-3a en b — 0.20 m - N.A.P.  
 FL-2 — 0.00 m - N.A.P.  
 FL-1 — 0.38 m - N.A.P.



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER  
 GLIJVLAKKEN PROFIEL 2

SCHAAL 1:100

Wijk	
Assel	30
	90

BIJL. G 2  
 CO-21738-0

LEGENDA ZIE BIJLAGE 0

CO 21738-0

BORING 1-4



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

FOTO BORING : 1-4

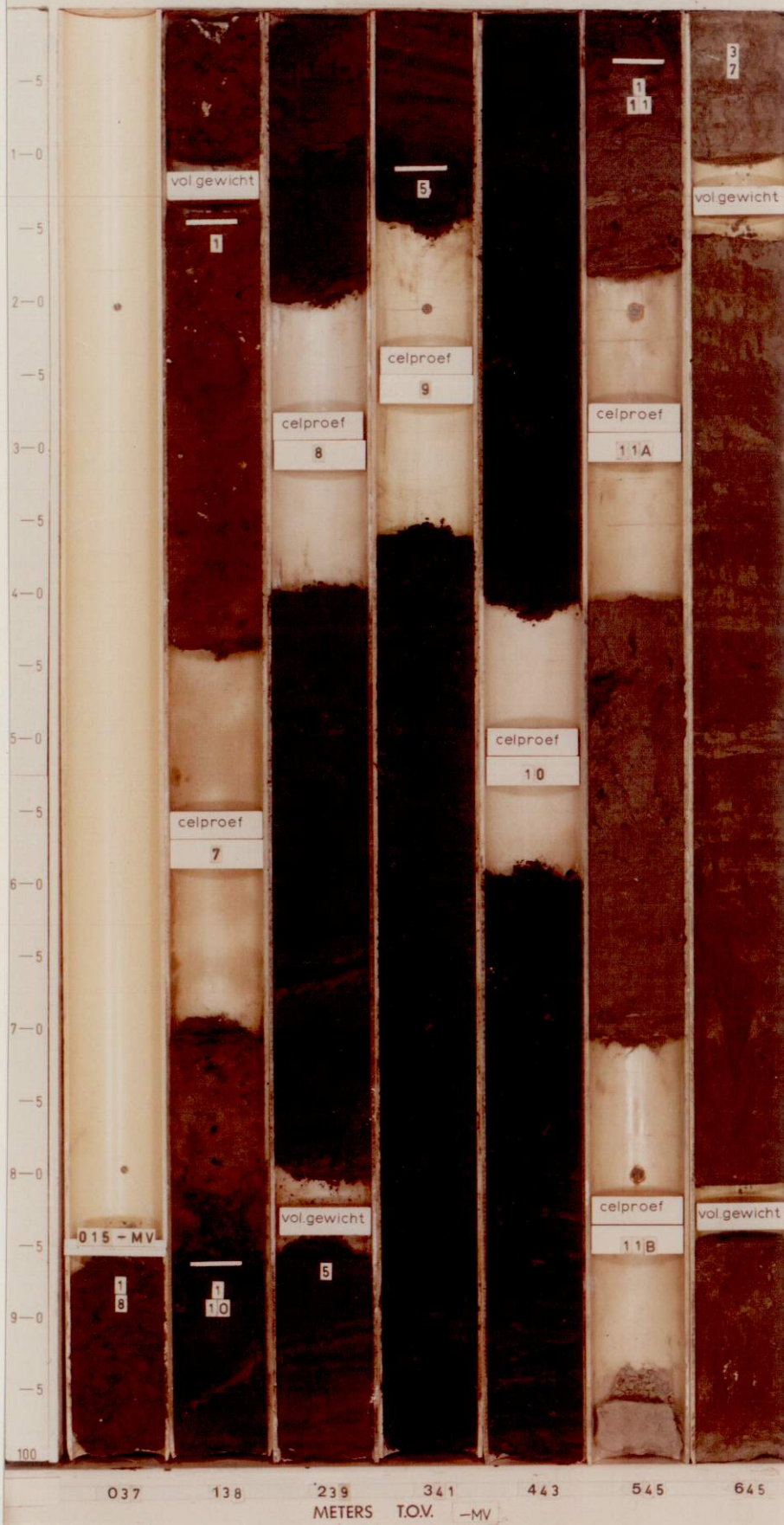
BIJL. F 7

A<sub>4</sub>

CO 21738-0

CO 21738-0

BORING 1-5



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

FOTO BORING : 1-5

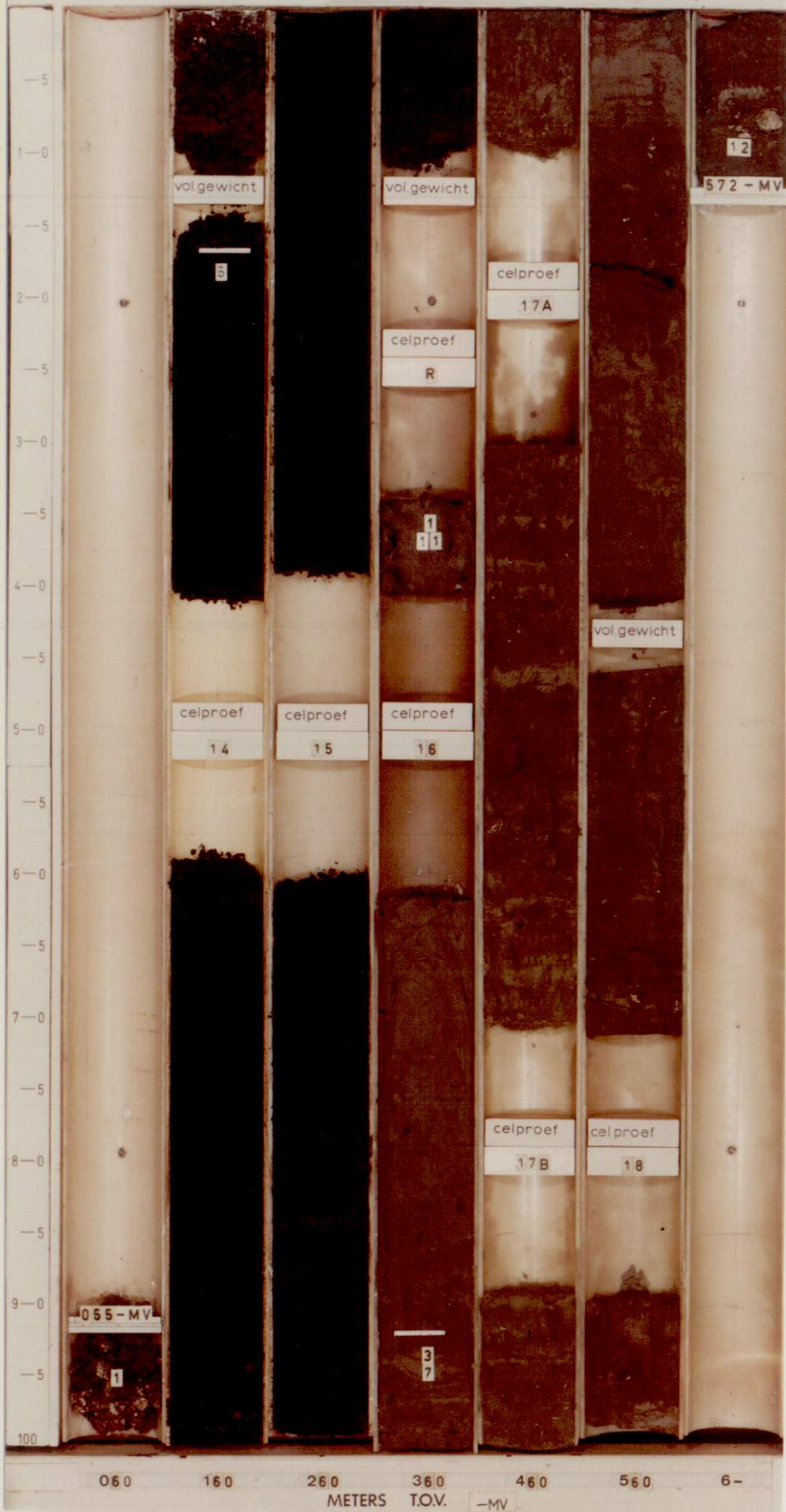
BIJL. F 8

A<sub>4</sub>

CO 21738-0

CO 21738-0

BORING 1-6



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slihboudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

FOTO BORING : 1-6

		BIJL. F 9
A <sub>4</sub>		CO-21738-0



Centrum voor Onderzoek Waterkeringen  
Bankastraat 137  
Den Haag

Kadeonderzoek Watergraafsmeerpolder

ARCHIEFEXEMPLAAR

onderwerp :

bijlagen :

dict/type : Kjc/Tr

kenmerk :

dt. : 8-12-1972

ons kenmerk : CO-21738-0/19dt. : 27 augustus 1973

Inleiding:

Met betrekking tot het systematische onderzoek naar de standzekerheid van de boezemkaden doen wij U hierbij toekomen de resultaten van het vooronderzoek aan de boezemkaden van de Watergraafsmeerpolder.

Wij hebben van U ontvangen:

- 1 situatie-tekening van de betrokken polder op schaal 1:25000.
- 1 tekening met dwarsprofielen nos. 1 en 2 op schaal 1:100.
- 1 copie van Uw interne rapport "de veldwerken van de visuele verkenning".
- 1 verslag bespreking dd. 7-2-1973 dat o.a. een paragraaf "Onderzoek keringen Watergraafsmeer" bevat.

A71 008  
(A71025)  
Bijl 5

Verzoeken bij beantwoording datum en kenmerk van deze brief te vermelden.

\* Werkzaamheden ten behoeve van opdrachtgevers worden slechts uitgevoerd op voorwaarde dat de opdrachtgever afstand doet van ieder recht op aansprakelijkstelling en zich verplicht tot vrijwaring voor iedere aansprakelijkheid jegens derden.  
Het rapport mag slechts woordelijk en in zijn geheel worden gepubliceerd na schriftelijke toestemming.



Algemene topografische gegevens van de polder:

De Watergraafsmeerpolder ligt op het grondgebied van de gemeente Amsterdam (Watergraafsmeer) in de provincie Noord-Holland.

De polder wordt begrensd door:

- a) De Ringvaart (in het noordelijke gedeelte en in het oostelijke gedeelte van de polder)
- b) de Weespertrekvaart (in het zuidelijke gedeelte van de polder)
- c) de Amstel (in het westelijke gedeelte van de polder)

Voor dit vooronderzoek werden 3 profielen gekozen, te weten in het noordelijke en in het oostelijke gedeelte van de kade langs de Ringvaart.

In het zuidelijke gedeelte van de kade langs de Weespertrekvaart werd geen nieuw onderzoek uitgevoerd, omdat in dat gedeelte reeds vroeger een stabiliteitsonderzoek in één profiel werd verricht (zie ons rapport CO-19939-I).

In de overige kadedelen langs de polder werd geen onderzoek verricht of om de in het eerder genoemde "verslag bespreking" geciteerde redenen, of omdat bij de terreinverkenning bleek, dat door de dichte bebouwing achter de dijken geen onderzoek kon worden uitgevoerd.

Omvang onderzoek

In het kader van het onderzoek zijn door ons uitgevoerd:  
2 middelzware sonderingen nos 1-1 en 2-1;  
6 continuboringen 29 mm nos. 1-1 t/m 1-3 en 2-1 t/m 2-3.

Het aantal en de situering van de boringen in de uitgekozen profielen werd in overeenstemming met de afmetingen en de vorm van de kade vastgesteld: in principe één t.p.v. het buitentalud van de kade, één halverwege het binnentalud en één onderaan het talud.



De continuboringen in het buitentalud zijn met middelzware sonderingen gecombineerd.

Van de continuboringen zijn in het laboratorium de volumegewichten per halve meter lengte bepaald. Tevens zijn de grondsoorten beschreven en de boorresultaten gefotografeerd. Aan de uitgelegde en in de lengte doorgesneden grondmonsters zijn met behulp van een handpenetrometer de vastheden van de diverse grondlagen gemeten. De penetrometerwaarden (p) zijn grafisch weergegeven naast de boorgrafieken.

De resultaten van de boringen zijn getekend in de dwarsprofielen op de bijlage D1.

De resultaten van de sonderingen zijn met de betreffende boringen op de bijlagen nos. S1 en S2 weergegeven, waarbij de gemeten conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand in  $\text{kg/cm}^2$  tegen de diepte in m ten opzichte van N.A.P. zijn uitgezet.

De bijlagen nos F 1 t/m F6 bevatten foto's van de boorresultaten.

Op de bijlage K1 is een schets van het geologische profiel weergegeven.

Het opmeten van de dwarsprofielen, alsmede de plaatsbepaling en de waterpassing van de onderzoekpunten werd door Uw meetdienst verricht.

De tijdens het waterpassen van de dwarsprofielen waargenomen waterstanden in de boezem en in de kwelsloot zijn in de dwarsprofielen ingetekend.

#### Geologisch-historisch overzicht (bijlage K1).

Volgens de Geologische Kaart van Nederland no. 25 kwartblad IV en de door de Rijks Geologische Dienst in Haarlem gepubliceerde stratigrafie ziet de geologische ontwikkeling van de betrokken polder in het laat-Pleistoceen en het Holoceen er als volgt uit:



Aan het eind van het Pleistoceen werden door windwerking de "dekzanden" van de Formatie van Twente aangevoerd. De bovenkant van deze aeolische sedimenten ligt op 12 m - N.A.P. Zij bestaan uit fijne tot middelfijne afgeronde korrels.

Het Holocene tijdperk begint met een zeetransgressie. Door de zeespiegelrijzing werden eerst siltige zanden met kleilaagjes, en daarna kleien aangespoeld. Het zo ontstane mariene pakket heeft een dikte van ca 5 m. Het wordt de Afzettingen van Calais genoemd.

De vorming ervan eindigt omstreeks 1800 v. C., vanaf welk tijdstip een veenontwikkeling gaat overheersen. Aldus vormt zich de laag van het Hollandveen.

De recente geologische geschiedenis van de polder werd door het ontstaan van een meer beïnvloed. De erosieve werking van het meerwater had tot gevolg, dat de oorspronkelijk meer dan 3 m dikke veenlaag ter plaatse van de meerbodem (het gebied van de huidige polder) tot een laag van ca 0,5 m werd gereduceerd.

Tussen de jaren 1624-1629 werden de dijken rondom het meer op het oorspronkelijke land, (dat wil zeggen op de oorspronkelijke laag van het Hollandveen), aangelegd en het meer leeggepompt.

Het laatste deel van de geologische geschiedenis van de polder verliep onder menselijke en atmosferische invloeden. De mogelijke plaatselijke afwijkingen hierdoor zijn niet op het schematisch profiel (K1) aangegeven.

#### Aangetroffen grondslag:

De beide gemaakte sonderingen nos 1-1 en 2-1 tonen aan, dat het Pleistocene vaste zandcomplex inderdaad op 12 m - N.A.P. voorkomt. In de sondeergrafieken ziet men ook duidelijk, dat het Hollandveen zijn basis heeft op 6 à 7 m - N.A.P., en dat de Calais Afzettingen ter plaatse van het profiel no 1 iets meer zand bevatten dan in het profiel no 2.



Uit de boorresultaten blijkt, dat de veenlaag plaatselijk onder het kadelichaam hoger voorkomt dan bij de teen van de kade ondanks het er op drukkende gewicht van de kade. De reden hiervoor ligt vermoedelijk daarin, dat het veen onder de teen van de kade meer onder atmosferische invloeden en waterspiegelverlaging heeft gestaan, en daardoor daar sterker is verweerd.

Boven op het veen bevinden zich kleigronden, die gebruikt werden om de kaden op hoogte te brengen. Het opgebrachte materiaal is plaatselijk met wat puinbrokjes of zandlensjes vermengd.

Voor een nauwkeurig beeld van de grondopbouw wordt verwezen naar de bijlagen.

#### Grondmechanische aspecten en conclusie:

1. De breedte van de kruin van de kade is in het profiel no. 1 ca 5 m. De gemiddelde helling van het binnentalud meet 1:3. Het hoogteverschil tussen de kruin en de teen van de kade bedraagt 5,5 m.

Het profiel no. 2 heeft een bredere kruin van ca 12 m. Het binnenbeloop tussen de kruin en de teen heeft een zeer flauwe geknikte helling, waarvan het bovenste deel onder 1 : 5 ligt, en het onderste deel onder 1 : 17. Het hoogteverschil tussen de kruin en de teen van de kade is ongeveer gelijk aan dat van profiel no. 1, namelijk 5,30 m.

Op de kruin van de kaden, die op 2 à 4 dm boven N.A.P. ligt, loopt een weg.

2. De grondopbouw van de kaden in de onderzochte profielen geeft een onderling overeenkomstig beeld. Ook de gemeten grondweerstand zijn vrijwel gelijkwaardig. Zij tonen aan, dat tot een diepte van 12 m - N.A.P. (het begin van het Pleistocene vaste zandcomplex) slappere samendrukbare lagen overheersen, waarin sondeerweerstand tussen 3 en 10 kgf/cm<sup>2</sup> werden gemeten.



3. Zoals in deze brief reeds werd vermeld, werd in 1971 in het zuidelijke gedeelte van de polder in de kade langs de Weesper-trekvaart een profiel tegenover het Sportpark Drieburg onderzocht. (hier verder profiel D genoemd). De stabiliteitsfactor in dit profiel werd door ons op 1,4 berekend. Met het oog op de omstandigheid, dat de geologische en historische ontwikkelingen van de gehele ringkade over het algemeen een gelijkaardig verloop hebben gehad, werd in de navolgende conclusie gebruik gemaakt van de uitkomsten van het onderzoek in het genoemde profiel D.

Uit onderlinge vergelijkingen tussen het profiel D en het profiel 1 blijkt, dat er veel overeenkomst bestaat, hoewel het profiel no. 1 een 5 meter smallere kruin heeft, en de afstand tussen de binnenkruinlijn en de teen van de kade 9 m korter is. In het profiel no. 2 heeft de kade een veel flauwer binnenbeloop (1 : 5 voor het steilste gedeelte van het talud) dan in het profiel D (1 : 3). De afstand tussen de binnenkruinlijn en de teen van de kade is in het profiel no. 2 ongeveer tweemaal zo groot, n.l. 48 m tegenover 25 m in het profiel D. De kruinsbreedten zijn nagenoeg gelijk, n.l. 12 m.

Wat de grondopbouw betreft, heeft het profiel no. D een ongunstigere zware kop waarin zandig materiaal overheerst (een hoger aandrijvend moment); daarentegen weer een iets gunstigere zandige samenstelling van de Calais Afzettingen dan de profielen no. 1 en 2. De dikte en de ligging van het veenpakket is in alle drie profielen ongeveer gelijk.

Op grond van de verkregen resultaten van dit onderzoek, en mede gezien de voorgaande onderlinge vergelijkingen met het profiel D, verwachten wij dat de stabiliteit van de onderhavige profielen niet minder zal zijn dan die van het profiel D, waarvoor een evenwichtsfactor is berekend van 1,4.



Zou men niettemin een indruk willen verkrijgen van de werkelijk aanwezige stabiliteit, dan zou voor een dergelijk onderzoek profiel no. 1 kunnen worden uitgekozen, dat het steilste binnenbeloop van de twee onderzochte profielen heeft.

opgesteld door:

P. Krajíček

F.J. van Duren

Bij deze brief behoren de volgende bijlagen:

- O           legenda
- P1          situatie op schaal 1 : 25000
- D1          dwarsprofielen nos. 1 en 2 op schaal 1 : 100
- S1 en S2   sondeerresultaten
- F1 t/m F6  foto's van de boorresultaten
- K1          schematische geologische schets.

F.L. = freatische lijn  
 P.B. = puls boring  
 S.B. = steek boring  
 c.b. = continuboring 29 mm  
 C.B. = continuboring 66 mm  
 p.b = peilbuis  
 wsm = waterspanningsmeter

$\gamma$  = volume gewicht in  $t/m^3$   
 p = hand penetrometerwaarde in  $kg/cm^2$   
 T.V. = torvane-waarde in  $kg/cm^2$   
 c' = cohesie in  $kg/cm^2$   
 $\phi'$  = hoek van inwendige wrijving

- x laagjes
- y stukjes
- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde

■ = beproefd monster - C = celproef

$\gamma$  = volume gewicht

H = horizontale doorlatendheid

V = verticale doorlatendheid

Sa = samendrukkingsproef

⊗ = continuboring 29 mm

⊗ = continuboring 66 mm

● = puls boring

○ = steek boring

X = oppervlakte boring

∇ = diepsondering

∇ = middelzware sondering
















ϕ = waterspanningsmeter

ϕ = peilbuis

n = evenwichtsfactor =

$c' + tg \phi'$  beschikbaar

c + tg  $\phi$  benodigd voor evenwicht

 zand	 klei	 veen	 plantenresten	 hout
 slib	 puin	 grind	 teelaarde	 schelpen
 koolas	 humus	 leem		

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.


BIJLAGE ○

LEGENDA

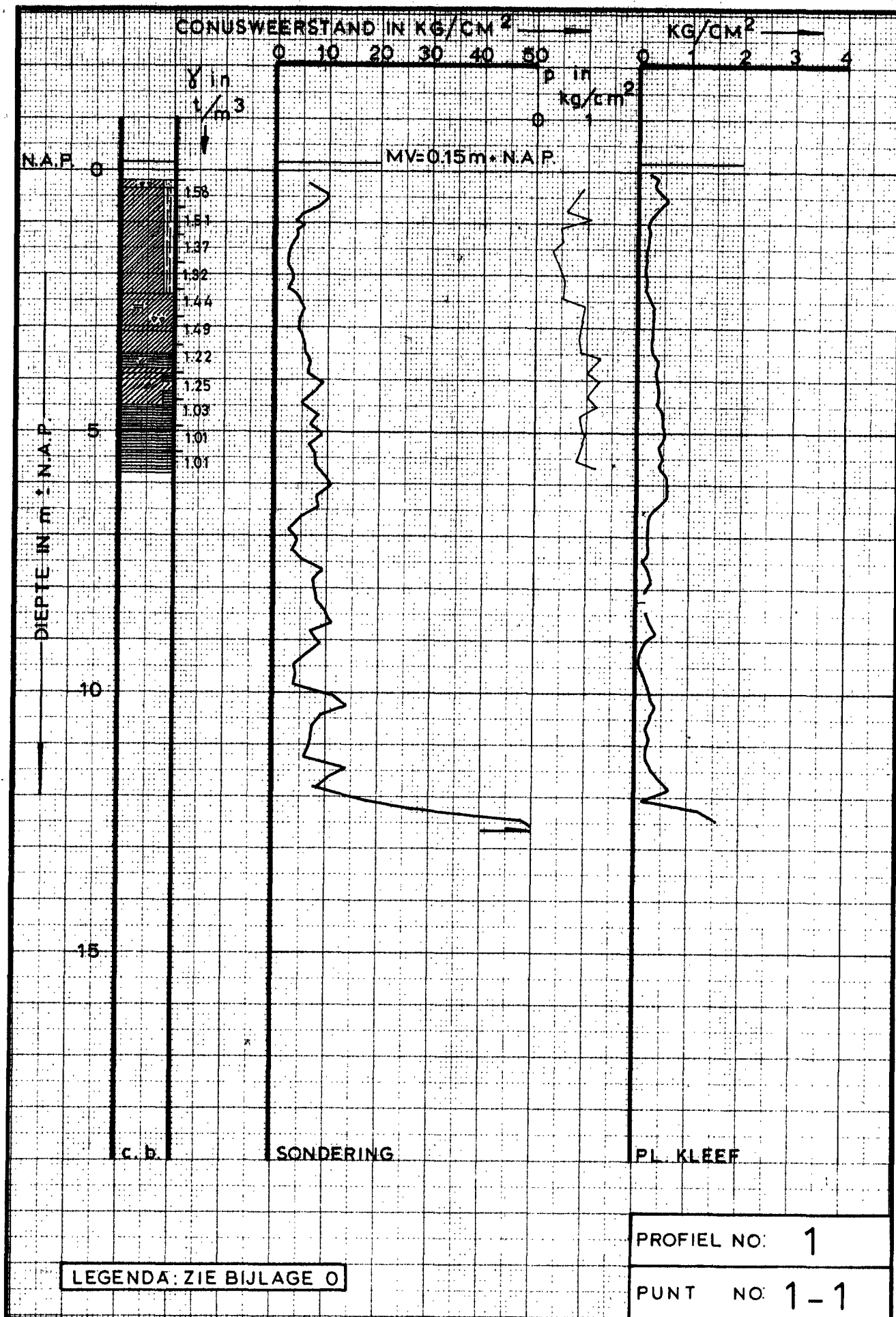
A<sub>4</sub>

CO-21738-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT		SITUATIE DWARSPROFIELEN			SCHAAL 1: 25.000		
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.		WATERGRAAFSMEER					
SITUATIE	schaal 1: 25.000		BIJL: P1	gem	get	gez	A2
			CO: 21738-0	CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	H.V. MRT 73	L.S. 26-4	





LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

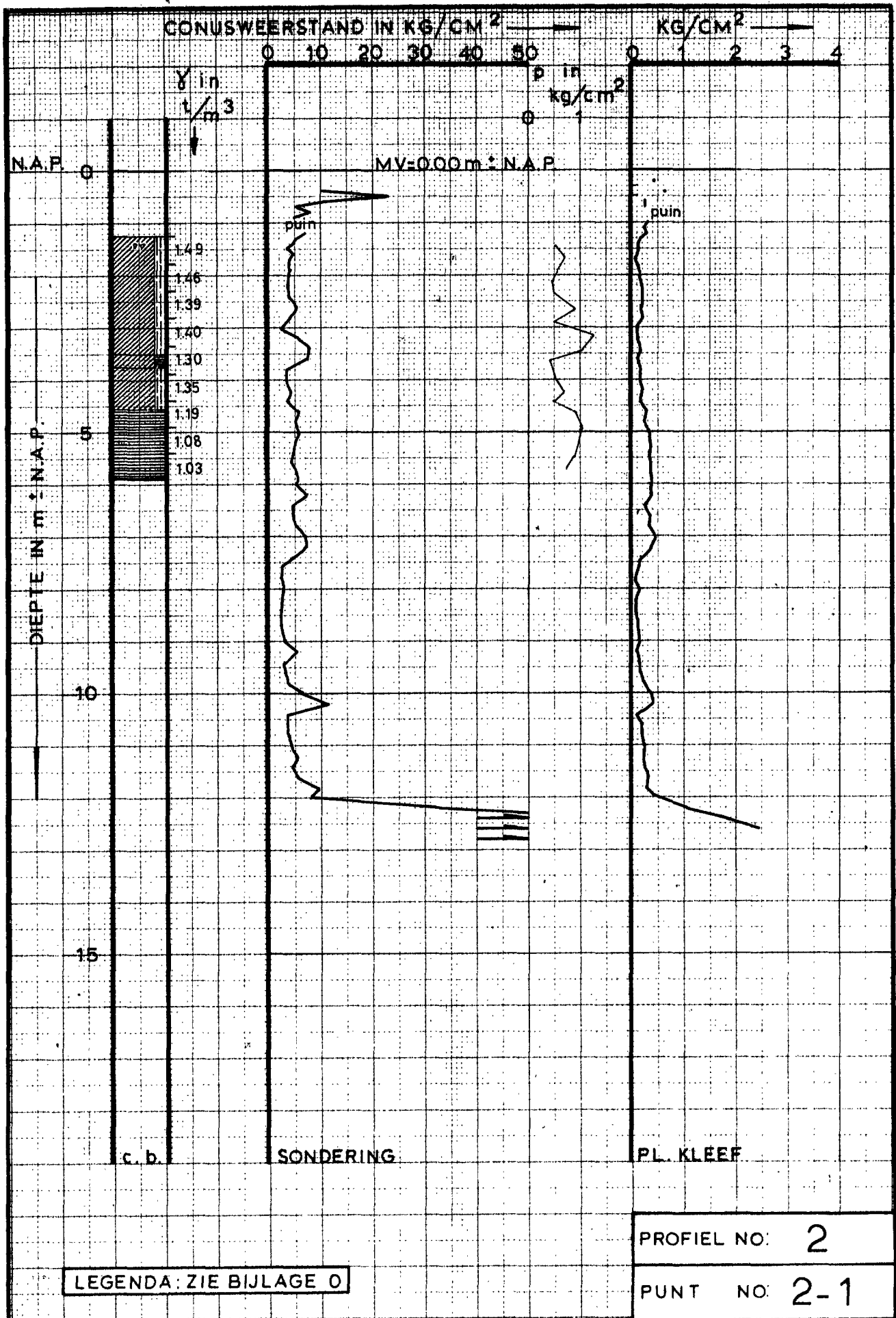
RW

BIJL: S 1

BORING, SONDERING EN PL. KLEEF

A<sub>4</sub>

CO-21738 -0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

R10

BIJL: S 2

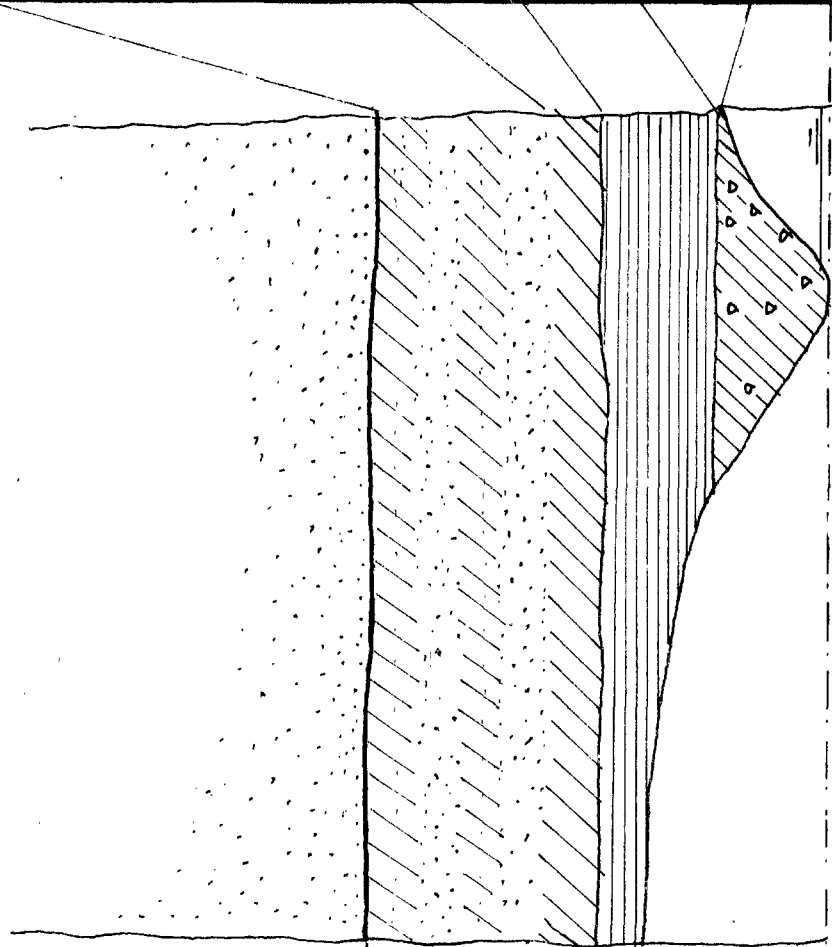
BORING, SONDERING EN PL. KLEEF

A<sub>4</sub>

CO-21738 -0

STRATIGRAFISCH PROFIEL TER VERDUIDELIJKING  
VAN HET GEOLOGISCH OVERZICHT.

K W A R T A I R						CHRONO	STRATIGRAFIE
PLEISTOCEEN		HOLOCEEN					
TWENTE FORMATIE		CALAIS FORMATIE		HOLLAND VEEN	DUIN- KERKE AFZET- TING	ANTHROP- GENE GRONDEN	LITHO
EOLITISCHE AFZETTING	MARIENE AFZETTING	ORGANO- GENE AFZET- TING	MARIENE AFZET- TING	DOOR DE MENS AAN- GEBRACHT			
S	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	C	D	Q		GROEP



LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0  
VERTICALE SCHAAAL 1:200

DIEPTE  
in m. tov.  
N.A.P.

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

**SCHEMATISCHE  
GEOLOGISCHE OPBOUW.**

RW

BIJL K 1

A<sub>4</sub>

CO 21738-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL. F 1

FOTO BORING : 1-1

A<sub>4</sub>

CO:21738-0



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL. F 2

FOTO BORING : 1-2

A<sub>4</sub>

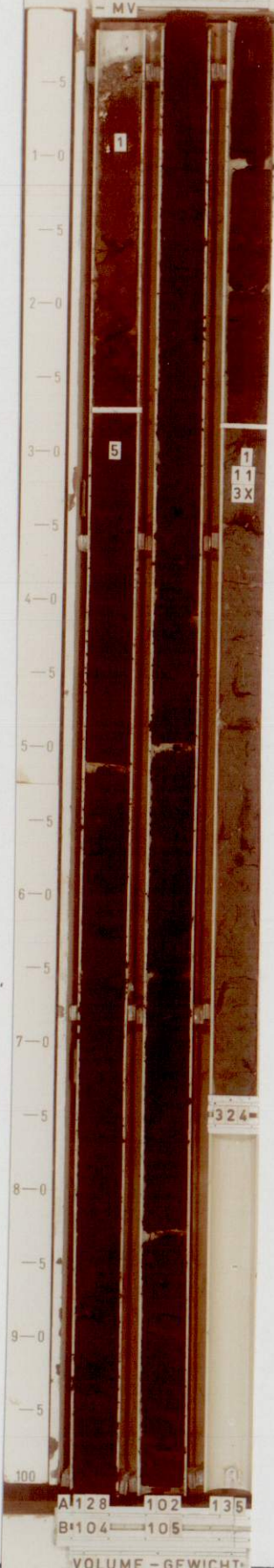
CO 21738-0

CO-21738-0

BORING 1-3

050 150 250

- MV



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

BIJL. F 3

FOTO BORING : 1-3

A<sub>4</sub>

CO-21738-0



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slihoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

FOTO BORING : 2-1

A<sub>4</sub>

BIJL. F4

CO:21738-0



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

FOTO BORING : 2-2

		BIJL. F 5
A <sub>4</sub>		CO:21738-0

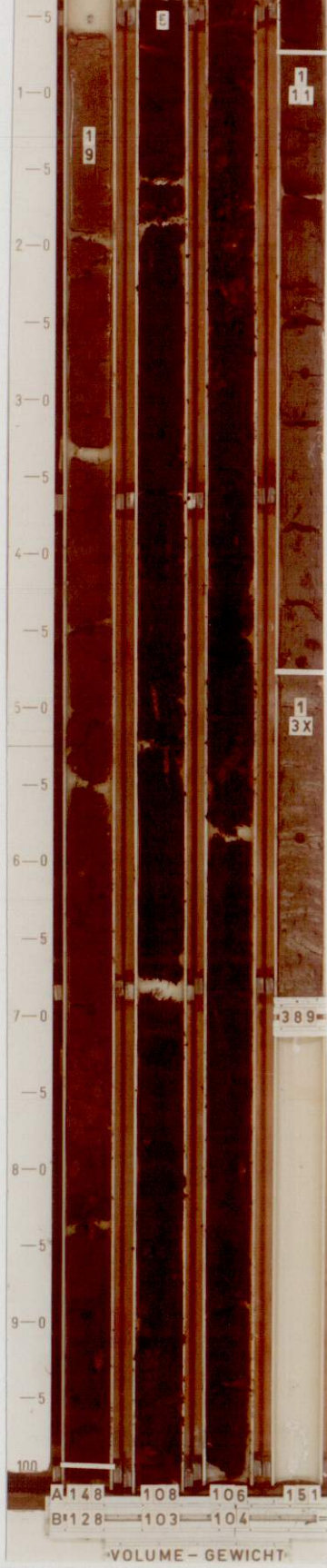


CO 21738-0

BORING 2-3

015 117 219 320

- MV



— LEGENDA —

- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 slibhoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

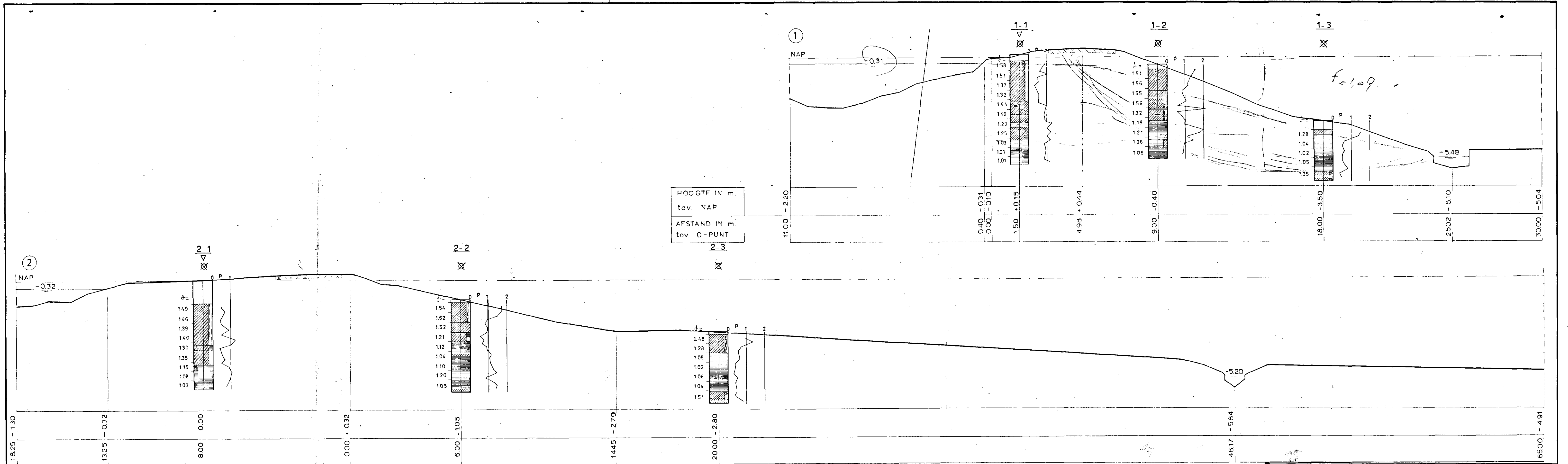
KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.

FOTO BORING : 2-3

BIJL. F 6

A<sub>4</sub>

CO:21738-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT  
 KADEONDERZOEK WATERGRAAFSMEER.  
 DWARSPROFIELEN SCHAAAL 1:100

RW	BIJL: D1
30	CO-21738-0
90	

LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0

DWARSPROFIELEN 1 en 2  
 WATERGRAAFSMEER

CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez
	H.V.	L.S.	
	MRT 73	21/73	

BIJLAGE  
 SCHAAAL 1:100  
 A5 WERKNR  
 TEK NR 73.76