

Onderzoek naar de veiligheid van de
polder Vrouwgeest
A-74.009

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen.

Bijlagen

Nr.	Omschrijving	tek nr.
1	Situatie (1:25000)	A1-74.96
2	Dwarsprofielen 1 en 2	A5-74.97
3	Bijlagen geologische beschrijving	-
4	Bijlagen bij het vooronderzoek	-
5	Rapport CO-22249-0-I/46	-
6	Glijvlakberekening met gereduceerde waterspanningen	3Z-76.327
7	Vergelijking van de verschillende ϕ' en c' waarden	2Z-76.328

<u>Inhoud</u>	<u>Blz.</u>
1. Inleiding	1
2. Beschrijving van de polder, de boezem en de kade	2
2.1. De polder	2
2.1.1. Ligging	2
2.1.2. Oppervlakte en peilen	2
2.1.3. Economische belangen en aantal inwoners	2
2.1.4. Gevolgen van een doorbraak	2
2.2. De boezem	3
2.2.1. Oppervlakte en peilen	3
2.2.2. Mogelijkheden tot compartimentering	3
2.2.3. Boezemdaling bij doorbraak	3
2.2.4. Gevolgen voor de scheepvaart en de waterhuishouding	4
2.3. De kade	4
2.3.1. Lengte	4
2.3.2. Beschrijving van de kade aan de hand van de gemeten dwarsprofielen	4
2.3.3. Beschrijving van de kade	4
2.3.4. Aanwezigheid van vreemde objecten	5
3. Geschiedenis	6
4. Geologische beschrijving	8
4.1. Algemeen	8
4.2. Overzicht van de geologische geschiedenis	8
4.3. Geologische opbouw van het gebied	9
5. Grondonderzoek	11
5.1. Keuze van de te onderzoeken dwarsprofielen	11
5.2. Uitvoering van het onderzoek	11
5.3. Metingen van het freatisch vlak en waterspanningsmetingen	13
5.4. Keuze van de profielen voor het stabiliteitsonderzoek	13
6. Maatgevende boezemstand	14
7. Stabiliteitsonderzoek	15
8. Beoordeling van de veiligheid van de gehele kade	17
9. Samenvatting	18

1. Inleiding

In het kader van het systematisch kadeonderzoek is een onderzoek ingesteld naar de veiligheid van de boezemkade van de polder Vrouwgeest. Deze behoort tot het Hoogheemraadschap van Rijnland en ligt in de provincie Zuid-Holland.

De kade beschermt een grote, diepe polder, waarin vooral agrarische bedrijven zijn gevestigd. Niet alleen de polder Vrouwgeest wordt beschermd door de kade, maar ook de achterliggende polder Oudendijk. De kade ligt langs de Heimanswetering.

Er 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.) te Delft. Er is tevens gebruik gemaakt van gegevens, die de Technische Dienst van het Hoogheemraadschap van Rijnland beschikbaar heeft gesteld.

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

2.1. De polder.

2.1.1. Ligging

De ten zuiden van Woubrugge liggende polder wordt aan de oostzijde begrensd door de "Heimanswetering" behorende tot de boezem van Rijnland.

In het noorden grenst de polder rechtstreeks aan de Polder Oudendijk en in het westen aan de Gemeenlandsche Wetering, die vroeger ook tot de boezem van Rijnland behoorde.

In het zuiden is de polder Vrouwgeest door middel van een binnenkade van de polder Gnephoek gescheiden.

2.1.2. Oppervlakte en peilen

De polder Vrouwgeest heeft een waterstaatkundige oppervlakte van 150 ha.

Het maaiveld in de polder ligt gemiddeld op N.A.P. - 4,30 m.

Het polderpeil wordt zoveel mogelijk op N.A.P. - 4,78 m gehouden.

2.1.3. Economische belangen en aantal inwoners.

In de polder komt wat bebouwing voor, die hoofdzakelijk uit boerderijen bestaat. Er wordt voornamelijk veeteelt en tuinbouw onder glas uitgeoefend.

Het aantal inwoners wordt geschat op ongeveer 100.

2.1.4. Gevolgen van een doorbraak

Bij een eventuele doorbraak van de boezemkade zal in verband met het ontbreken van een binnenkade niet alleen de Polder Vrouwgeest inunderen maar ook de Polder Oudendijk.

De inundatie-diepte in beide polders zal indien men niet tot compartimentering overgaat circa 3 m bedragen.

Bij de berekening zijn de volgende aannamen gedaan.

a) De boezem is niet gecompartmenteerd.

b) Met sloopberging is geen rekening gehouden.

c) De oppervlakte van de boezem is 4000 ha bij een boezemstand van N.A.P. - 0,60 m.

d) De Polder Oudendijk inundeert ook.

Na een eventuele doorbraak van de kade langs de Heimanswetering zal aanzienlijke schade ontstaan aan de bebouwing (met name in de polder Oudendijk), veeteelt, plaatselijke industrieën en land- en tuinbouw.

Ook bestaat het gevaar dat de binnenkaden doorbreken en een groter gebied zal inunderen. De binnenkade die de Polder Vrouwgeest in het zuiden van de Polder Gnephoek scheidt, heeft volgens de hoogtekartaat een hoogte van ongeveer N.A.P. - 0,90 m. De binnenkade, vroeger boezemkade van de Gemeenlandsche Wetering, die de Polder Vrouwgeest ten westen begrenst en de Polder Oudendijk gedeeltelijk in het zuiden, heeft volgens de hoogtekartaat een hoogte van ongeveer N.A.P. - 0,30 m.

2.2. De boezem

2.2.1. Oppervlakte en peilen

De Heimanswetering behoort tot de boezem van Rijnland en staat hiermee in open verbinding.

De totale oppervlakte van Rijnlands boezem is 4000 ha bij een boezemstand van N.A.P. - 0,60 m.

Het peil van Rijnlands boezem ligt gemiddeld op N.A.P. - 0,60 m ('s zomers \pm 0,03 m hoger en 's winters \pm 0,03 m lager).

2.2.2. Mogelijkheden tot compartimentering.

Het boezemgedeelte, waarin de Heimanswetering ligt, is door het sluiten van een zestal keringen van de overige boezemwateren af te sluiten.

Hierbij zijn echter ook twee keringen opgenomen die tijdens de verkenning nog in ontwerp waren.

2.2.3. Boezemdaling bij doorbraak

Bij een doorbraak van de kade langs de Heimanswetering, zal indien men niet tot compartimentering is overgegaan de boezem circa 0,40 m dalen.

Indien men wel tot compartimentering overgaat, (dit is in verband met de twee nog in ontwerp zijnde boezemkeringen nog niet mogelijk) zal de boezemdaling in het gecompartmenteerde gedeelte

na doorbraak echter meer dan 0,40 m bedragen.

2.2.4. Gevolgen voor de scheepvaart en de waterhuishouding

Na doorbraak van de boezemkade is de boezemdaling zodanig, dat de scheepvaart waarschijnlijk wordt gestremd. Bovendien zal de waterhuishouding van het boezemgebied worden verstoord.

2.3. De kade

2.3.1. Lengte

De lengte van de boezemkade aan de oostzijde van de polder bedraagt circa 1100 m. De lengte van de binnenkade die de polder in het zuiden van de Polder Gnephoek scheidt, heeft een lengte van circa 1600 m.

In het westen bedraagt de lengte van de kade langs de Gemeenlandsche Wetering circa 700 m.

2.3.2. Beschrijving van de kade aan de hand van de gemeten dwarsprofielen

De breedte van de kruin met inbegrip van de buitenberm ter plaatse van dwarsprofiel 1 langs de Heimanswetering bedraagt ongeveer 9 m, met hierop een circa 3 m breed puinpad.

De hoogte ligt hier op N.A.P. + 0,10 m. Het buitentalud is door middel van een houten damwand verdedigd.

Het binnentalud ter plaatse van dwarsprofiel 1 heeft een helling van 1:4.

Aan de teen van de kade komt hier geen sloot of greppel voor.

Ter plaatse van dwarsprofiel 2 bedraagt de breedte van de kruin en buitenberm circa 9,5 m en heeft de kade een waterkerende hoogte van ongeveer N.A.P. + 0,05 m.

Ook hier is het buitentalud door middel van een houten damwand verdedigd en ligt op de kruin een ongeveer 3 m breed puinpad. Het binnentalud heeft een helling van 1:4 met op enige afstand uit de teen een sloot.

2.3.3. Beschrijving van de kade

De kade langs de Heimanswetering heeft over de gehele lengte een houten damwand met dubbele gording als oeververdediging.

De eerste circa 200 m waterkering, gerekend vanaf de grens met de Polder Oudendijk, bestaat uit een breed en hoog gelegen boezemland dat bebouwd is. Hierachter ligt de feitelijke kade met op de kruin een ongeveer 3 m brede asfaltweg. Het begroeide binnentalud is hier vrij steil met plaatselijk direkt aan de teen een sloot.

Hierna bestaat de waterkering uit een kade met een brede buitenberm die aansluit op de bovenkant van de houten damwand. De totale breedte van de buitenberm en de kruin bedraagt ongeveer 9 m. Het flauwe binnentalud heeft over het algemeen een goede grasmat. Aan de teen van de kade ontbreekt met uitzondering van een gedeelte na de molen (het gemaal) over de gehele lengte een teensloot of greppel.

Wel lopen enige poldersloten, die een hoek maken van ongeveer 20° met de kade, door tot even voor de teen van de waterkering.

Op de kruin ligt tot ongeveer 100 m voorbij de molen een pad, dat de eerste 300 m een verharding heeft van asfalt overgaand in een 3 m breed puinpad.

Aan beide zijden van de asfaltweg staan nog enige straatlantaarns. De asfaltweg "Middelweg" en het puinpad "Notweg" buigen polderwaarts van de kade af.

In het verlengde van de brede tochtsloot staat op het verhoogde binnentalud een windmolen, die dienst doet als hulpgemaal, met een stenen watergang naar de boezem.

De watergang van deze molen is door middel van een stalen schuif afsluitbaar.

De laatste circa 150 m waterkering langs de Heimanswetering bestaat geheel uit een groene kade met op de kruin een pad.

2.3.4. Aanwezigheid van vreemde objecten

Ter plaatse van de bebouwing op het boezemland, is het binnentalud begroeid met bomen en struiken.

Op enige plaatsen liggen kabels in de kade.

3. Geschiedenis

Voor de bedijking bestond de polder uit het deel Vrouwgeest ten noorden van de tegenwoordige "Middenweg" die destijds "Groeneweg" heette, en uit het noordelijke gedeelte van de polder Gnephoek, die zich noordwaarts tot aan de "Groeneweg" uitstreckte.

Het deel Vrouwgeest was een afzonderlijke polder, die op de kaart van Balthazar (1610-1615) reeds voorkomt.

De polder Gnephoek was al veel eerder ontstaan.

Volgens Gevers van Endegeest bestond deze reeds vóór 1524.

Beide vormden in hun geheel de onder Oudshoorn gelegen afzonderlijke eenheid de Gnephoek.

Omstreeks de tweede helft van de 18^e eeuw ontstond het plan om het daartoe geschikt gebleken noordelijke deel van "de Gnephoek", zover zuidwaarts als het veen strekte, te bedijken, te vervenen en droog te maken.

Om hiertoe te kunnen overgaan zouden eerst de Gnephoeksche- en Vrouwgeest polder, door afdamming van de hen scheidende watering langs de Groeneweg, tot één polder gecombineerd en door de "Gnephoeksche" molen gezamenlijk bemalen worden.

Op 4 oktober 1756 werd door Hoogheemraden van Rijnland aan de gezamenlijke Ingelanden consent verleend.

Dit reglement bestond uit 42 art, waarvan de 12 eerste de combinatie van de twee polders regelden gedurende de tijd die aan de drooglégging van het noordelijke deel voorafging, terwijl de 30 laatste handelden over de bedijking, vervening en droogmaking van dat noordelijke deel, dat na de voltooiing een afzonderlijke polder werd die de naam kreeg van de "Polder Vrouwgeest".

Aan de noordzijde zou de bedijking aansluiten aan de toen reeds gemaakte zuidelijke ringdijk van de Oudendijkschen polder, terwijl zij zuidwaarts, zoals reeds eerder vermeld zou reiken zover als het veen strekte.

De termijn van natvening was bepaald op 40 jaren. De drooglegging kwam in 1799 gereed.

De bemaling van de polder had plaats door een windvijzelmolen, staande aan en uitslaande op de Heimanswetering.

De hoofdwaterring is de molentocht die de gehele polder van west naar oost recht op de molen aan doorsnijdt.

Ongeveer evenwijdig met die molentocht loopt ten noorden daarvan de Middenweg en ten zuiden daarvan de Notweg. Zij zijn gelegd ter

plaatse waar vroeger respectievelijk de Groeneweg en de daarlangs lopende wetering en de Kaawetering lagen, welke twee weteringen bij de droogmaking gedicht werden.

De Gemeenlandsche Wetering is later afgesloten van de boezem van Rijnland.

4. Geologische beschrijving

4.1. Algemeen

Het L.G.M. heeft met behulp van de volgende gegevens een beschrijving gemaakt van het gebied, waarin de kade is gelegen:

- 1) archiefgegevens van boringen en sonderingen uitgevoerd door het L.G.M.
- 2) Geologische kaart van Nederland kwartbladen nrs. 31 I en III.
- 3) Toelichting bij de nieuwe Geologische kaarten van Nederland.
- 4) "De rivierstreek" door Dr. T. Vink.
- 5) "Geologie van Nederland" door Dr. F.J. Faber.
- 6) "Inventaris van de Staten van Holland en West Friesland 1572-1795".
- 7) "Rijnland en Grootwaterschap Woerden, betrekking bedijkingen en andere polderzaken 17^e eeuw.
- 8) "Aardrijkskundig woordenboek" door Dr. V.D. Aa.

In het profiel van bijlage 3K1 zijn mede boor- en sondeerresultaten van het L.G.M. verwerkt, die binnen 200 m ter weerszijden van het profiel zijn uitgevoerd. In die delen, waar in de nabijheid van de kaden geen onderzoek heeft plaatsgevonden, zijn uitsluitend de gegevens van de Geologische kaart van Nederland benut.

Omdat ter plaatse van de westelijke grens van deze polders totaal geen boor- en sondeergegevens bestaan, is dit gedeelte niet in het profiel van bijlage 3K1 opgenomen.

Op de bijlage 3P2 is het betreffende deel van de Geologische kaart van Nederland op schaal 1:25000 overgenomen. Deze kaart verschaft gegevens over de bovenste lagen van het achterland van de kaden (de polders).

4.2. Overzicht van de geologische geschiedenis.

Tijdens de laatste ijstijd (in het laat Pleistoceen) werden periglaciaire afzettingen (Formatie van Twente) gevormd, welke door eolische zanden (dekzanden) worden vertegenwoordigd.

In het begin van het Holoceen begon de zeespiegelrijzing als gevolg van het afsmelten van het landijs door klimaatsverbetering.

De nadering van de zee had tot gevolg, dat de grondwaterspiegel werd verhoogd, wat er toe bijdroeg, dat veenvorming kon optreden. Het op deze wijze ontstane veen wordt Basisveen genoemd. In dit veenlandschap drong de stijgende zee steeds verder binnen. Er ontstond een marien pakket, dat over het algemeen bovenin uit kleien en onderin uit fijne siltige zanden bestaat (Formatie van Calais). De hierna volgende daling van de zeespiegel, gepaard gaande met de vorming van een duinbarriere langs de kust, gaf aanleiding tot nieuwe veengroei. Het aldus gevormde veenpakket wordt samengevat onder de naam Hollandveen.

De tweede zeetransgressie heeft het hier besproken gebied niet bereikt; wel stond het zuidelijke gedeelte (het gebied van de polder Gnephoek) onder invloed van een meanderende rivier (de Rijn). In het eerste stadium stond de Rijn onder een vrij groot verhang als gevolg van de klink van het basisveen door de bovengelegen Calaisafzettingen. Hierdoor werden in het bestaande landschap diepe meanderende geulen uitgeschuurd. Daarna werd in en langs deze beddingen zand, en verder landinwaarts klei afgezet. De dikte van deze fluviatile afzettingen (Formatie van Tiel) varieert sterk. Over het algemeen bedraagt deze buiten de rivierbedding enige decimeters, maar in de bedding zelf is de dikte enkele meters. De bodem van deze bedding kan tot in het Pleistocene zand reiken.

4.3. Geologische opbouw van het gebied

In het bovenbeschreven gebied (polder Oudendijk, Vrouwgeest en Gnephoek) komen in principe de volgende geologische profielen voor: (Deze zijn niet op schaal getekend):

_____	Hollandveen
veen	

klei	

zand of kleigrond	Formatie van Calais

veen	Basisveen

zand	Formatie van Twente

5. Grondonderzoek

5.1. 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) De resultaten van de verkenning (hoofdstuk 2.3.2. en 2.3.3.)
- b) De geologische beschrijving van het gebied (hoofdstuk 4)
- c) De historische gegevens omtrent aanleg en onderhoud van de polder en de kade (hoofdstuk 3).

De kade is dan als volgt in te delen:

- a. De kade langs de Heimanswetering, ten noorden van de Middelweg heeft een zeer breed profiel (door het aanwezige boezemland). Dit kadegedeelte kan zonder grondonderzoek als veilig worden aangemerkt.
- b. De kade langs de Heimanswetering, ten zuiden van de Middelweg, heeft over zijn gehele lengte een zelfde profiel. Over een klein gedeelte ligt een sloot aan de teen van de kade. Wat betreft de opbouw van de kade viel weinig verschil te verwachten. Om echter een duidelijk beeld te krijgen van de kadeopbouw is zowel in profiel 1 als profiel 2 grondonderzoek verricht.

5.2. Uitvoering van het onderzoek

Het L.G.M. heeft het grondonderzoek uitgevoerd, waarbij 2 middelzware sonderingen (nrs. 1-1 en 2-1) en 6 continuboringen 29 mm (nrs. 1-1 t/m 1-3 en 2-1 t/m 2-3) zijn gemaakt.

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 dat wil zeggen in het gebied dat voor een mogelijk stabiliteitsonderzoek van belang kan zijn. In principe één ter plaatse van de kruin van de kade gecombineerd met een middelzware sondering, en twee in het binnentalud van de kade.

Van de continuboringen zijn in het laboratorium de volumegewichten per halve meter bepaald. Tevens zijn de grondsoorten beschreven en de boorresultaten gefotografeerd. In de uitgelegde en in de lengte doorgesneden grondmonsters zijn met behulp van een handpenetrometer de vastheden van de diverse grond-

lagen gemeten. De penetrometerwaarden (p) zijn grafisch weergegeven naast de boorprofielen.

De resultaten van de boringen zijn getekend in de dwarsprofielen op de bijlage 4D1.

De resultaten van de sonderingen zijn met de betreffende boringen op de bijlagen 4S1 en 4S2 weergegeven, waarbij de gemeten conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand in kg/cm^2 tegen de diepte in m ten opzichte van N.A.P. zijn uitgezet.

De bijlagen nrs. 4F1 t/m 4F6 bevatten foto's van de boorresultaten. Bij een vergelijking van de geologische beschrijving van het gebied met de resultaten van het grondonderzoek blijkt, dat de kwaliteit en de opeenvolging van de aangetroffen lagen in principe overeenkomt met wat in dit gebied werd verwacht. Er zijn wel enkele verschillen in de dikte van de betrokken lagen geconstateerd.

De navolgende beschrijving van de lagen is op de resultaten van die terreinwerken gebaseerd, welke ter plaatse van de kruin van de kade werden uitgevoerd.

Pleistoceen begint in beide profielen (1 en 2) op een diepte van circa N.A.P. - 11,50 m met een vaste zandlaag.

Holoceen wordt van beneden naar boven gevormd door:

Basisveen; de dikte varieert tussen 0,70 en 1,00 m.

Calais formatie; de totale dikte hiervan bedraagt in beide profielen circa 5,5 m. In het profiel no. 2 is de bovenliggende slappe kleilaag met plantenresten van deze formatie wat dikker (0,70 m) dan in profiel 1 (0,40 m).

Hollandveen; in profiel 1 is de dikte van het veen 1,40 m. In profiel 2 heeft deze laag een totale dikte van 3,20 m, waarvan de bovenste 1,10 m door kleiige materialen en enkele stukken puin is verontreinigd. Dit veen is vermoedelijk door de mens opgebracht, en zou dan reeds onder de Anthropogene gronden vallen.

Anthropogene gronden (opgebracht materiaal). De dikte hiervan is in profiel 1 3,80 m en in profiel 2 1,40 m. Deze specie bestaat in beide profielen hoofdzakelijk uit klei, die met zand, humus en puin is vermengd.

Voor een nauwkeurig beeld van de ligging der lagen wordt verwezen naar de desbetreffende bijlagen.

De ondergrond van de kade, waarmede hier de Calais-afzettingen zijn bedoeld, bestaat behalve uit een dun kleilaagje met plantenresten uit een zandlaag met hoge conusweerstand, waarvan de waarde boven de 25 kg/cm^2 ligt. De kaden zelf zijn uit veen en opgebrachte materialen

opgebouwd. De conusweerstand hiervan liggen tussen 5 en 9 kg/cm² met lokale plaatselijke afwijkingen van hogere waarden.

De invloed van de zware opgebrachte materialen manifesteert zich duidelijk in de kruinboring no. 1-1.

Door de aanzienlijke belasting van deze laag is het veen samengeperst (geen wegzakking in verband met de vaste ondergrond) zodat deze veenlaag circa 70 cm dunner is geworden, dan in de naastliggende boring 1-2.

5.3. Metingen van het freatisch vlak en waterspanningsmetingen

In beide onderzochte profielen zijn gedurende twee maanden open peilbuizen geplaatst om de hoogte van het freatisch vlak te kunnen bepalen. De freatische lijn in deze profielen staat in bijlage 2 ingetekend. Deze freatische lijn is gebaseerd op een meting tijdens een natte periode. Tijdens een drogere periode ligt hij iets lager. Later zijn ten behoeve van het stabiliteitsonderzoek (hoofdstuk 7) in profiel 1 nog een aantal waterspanningsmeters geplaatst en waargenomen. De resultaten staan vermeld in het L.G.M.-rapport (bijlage 5). In hoofdstuk 7 zal hierop nog nader worden ingegaan.

5.4. Keuze van de profielen voor het stabiliteitsonderzoek

Gezien het profiel van de kade werd een uitgebreid stabiliteitsonderzoek aanvankelijk niet nodig geacht.

Besloten werd de stabiliteit van de kade na te gaan aan de hand van een stabiliteitsberekening, waarbij zou worden uitgegaan van de grondeigenschappen van een profiel in de aangrenzende polder Gnephoek. Dit leek een veilig uitgangspunt daar de wrijvingseigenschappen in deze kade in vergelijking met het gemiddelde van vele andere onderzoeken bijzonder laag waren. Uitgaande van deze waarden toonde de glijvlakberekening aan dat de stabiliteit van profiel 1 twijfelachtig was.

Besloten werd nu om alsnog de wrijvingseigenschappen in de kade van de polder Vrouwgeest te bepalen. Hiertoe zijn een viertal boringen verricht. Twee boringen zijn gemaakt in profiel 1 en nog eens twee in het dichterbij de polder Gnephoek gelegen profiel 2.

6. Maatgevende boezemstand.

In het rapport "Samenvatting van het systematisch kadeonderzoek 1972" is een beschouwing gegeven over het voorkomen van een maatgevende boezemstand op Rijnlands boezem. In het rapport is een peil van N.A.P. - 0,35 m als maatgevend beschouwd. Dit peil is bij de stabiliteitsberekeningen gehanteerd. (F1 2 in L.G.M. berekening; bijlage 5).

7. Stabiliteitsonderzoek

In hoofdstuk 5.4. is gemotiveerd waarom er in profiel 1 een stabiliteitsonderzoek is gewenst. Een beschrijving van het onderzoek en de resultaten is in het L.G.M.-rapport CO-22249-0-I/46 gegeven. Dit rapport is als bijlage 5 toegevoegd. De berekeningen in dit rapport zijn alle gemaakt met een hydrostatisch waterspanningsverloop. Voor profiel 1 blijkt de evenwichtsfactor juist voldoende te zijn voor de gevonden ϕ' en c' -waarden minimum evenwichtsfactor 1,35. Voor de ondergrens van de gemiddelde waarden in Rijnland en de gemiddelde waarden van de aangrenzende polder Gnephoek blijkt de evenwichtsfactor aanzienlijk lager te liggen; zelfs lager dan acceptabel geacht kan worden. Opgemerkt dient echter te worden dat bij deze berekeningen is uitgegaan van een hydrostatisch verloop van de waterspanningen; terwijl uit de waterspanningsmetingen blijkt dat dit zeer zeker niet het geval is. Vooral de waterspanningen in de klei met plantenrestenlaag blijken aanzienlijk (1,5 à 2,5 m.w.k.) beneden de waterspanningen te liggen, die volgens de hydrostatische aanname zouden gelden. De evenwichtsfactoren van de glijcirkels door deze laag zullen dan ook zéér aanzienlijk in waarde toenemen, wanneer de gemeten waterspanningen worden ingevoerd. In de veenlaag zijn de afwijkingen van het hydrostatisch drukverloop ook aanwezig, doch in minder grote mate.

Gezien het aangetroffen waterspanningsverloop ligt het in de verwachting dat de onderkant van de meest ongunstige glijcirkel globaal op de overgang van de veenlaag naar de kleilaag zal liggen. Op grond hiervan en van de resultaten van voorgaande stabiliteitsberekeningen lijkt de glijcirkel, die op bijlage 6 getekend is, als maatgevend te mogen worden aangenomen. Voor deze cirkel is nu, uitgaande van de gemeten waterspanningen, een stabiliteitsberekening door het C.O.W. gemaakt, met de wrijvingswaarden van de polder Gnephoek en de ondergrens van de gemiddelde waarden uit Rijnland. De gevonden evenwichtsfactoren bedragen 1,3 respectievelijk 1,5. Resumerend kan gesteld worden dat onder aanname van een te ongunstig waterspanningsverloop en te ongunstige wrijvingseigenschappen een te lage evenwichtsfactor wordt gevonden. Worden daarentegen de werkelijk aangetroffen grondeigenschappen gecombineerd met een te ongunstig waterspanningsbeeld, of omgedraaid de werkelijk aangetroffen waterspanningen met te ongunstige wrijvingseigenschappen, dan blijkt de veiligheidsfactor wel voldoende te zijn.

Ervan uitgaande dat een opeenstapeling van te ongunstige factoren geen juist beeld geeft van de stabiliteit van de kade, zijn de resultaten van de overige stabiliteitsberekeningen zodanig, dat mag worden aangenomen dat de kade voldoende stabiliteit tegen afschuiven bezit, zelfs als enkele factoren ongunstiger mochten blijken dan de in het onderzochte profiel aangetroffen waarden.

8. Beoordeling van de veiligheid van de gehele kade

Uit de hoofdstukken 2 t/m 7 kan het volgende worden geconcludeerd omtrent de veiligheid van de gehele kade:

- a. Het kadegedeelte langs de Heimanswetering ten noorden van de Middeweg heeft een zeer breed profiel door het aanwezige boezemland. Dit kadegedeelte kan zonder verder onderzoek als veilig worden aangemerkt.
- b. Het kadegedeelte langs de Heimanswetering ten zuiden van de Middeweg heeft over zijn gehele lengte een zelfde profiel en dezelfde grondopbouw. Een stabiliteitsonderzoek en waterspanningsonderzoek hebben aangetoond dat dit kadegedeelte als veilig kan worden beoordeeld. Omdat er verschillende rekengevallen zijn uitgevoerd, is het moeilijk om een exacte minimum evenwichtsfactor vast te stellen. Deze zal liggen rond de 1,5.
- c. Voor wat de vreemde elementen betreft kan verwezen worden naar de leidraad voor ontwerp, beheer en onderhoud van constructies en vreemde objecten in, op en nabij waterkeringen van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen.

9. Samenvatting

De polder Vrouwgeest.

De kade ligt langs de Heimanswetering en heeft een totale lengte van 1,1 km. De kade beschermt een diepgelegen agrarisch gebied met enige bebouwing (oppervlakte 150 ha) en de achterliggende polder Oudendijk (366 ha).

De kade is qua profiel te scheiden in twee gedeelten:

- a) Het kadegedeelte ten noorden van de Middelweg met een breed en hooggelegen boezemland voor de kade. Dit gedeelte kan, vanwege zijn breedte en hoogte, zonder verder grondmechanisch onderzoek als veilig worden beschouwd.
- b) Het kadegedeelte ten zuiden van de Middelweg heeft een minder zwaar profiel. De oever is beschermd door een houten damwand. De kruinbreedte is ongeveer 9,00 m en de helling van het binnentalud bedraagt 1:4.

De kade is van boven naar beneden opgebouwd uit opgebracht, sterk kleihoudend materiaal. Hieronder ligt een veenlaag en daaronder een laag klei met plantenresten die verder naar beneden steeds zandiger wordt. Het gehele pakket rust op het Pleistocene zand, waarvan de bovenzijde op N.A.P. - 11,50 m ligt.

Uit het uitgevoerde onderzoek blijkt dat de kade voldoende veilig is. Uit een groot aantal stabiliteitsberekeningen en waterspanningsmetingen volgt dat de evenwichtsfactor een waarde rond de 1,5 heeft.

- c) Voor wat de vreemde elementen betreft, kan verwezen worden naar de leidraad voor ontwerp, beheer en onderhoud van constructies en vreemde objecten in, op en nabij waterkeringen van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen.

laboratorium voor grondmechanica

delft



stieltjesweg 2
postbus 69
telefoon: (015)-56 92 23*
telex: solab nl 33326
postgiro: 234342
bank: mees en hope nv delft

ARCHIEFEXEMPLAAR

STABILITEITSONDERZOEK AAN EEN
DWARSPROFIEL VAN DE BOEZEMKADE
LANGS DE VROUWGEESTPOLDER.

CO-22249-0-I/46

november 1975



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 één dwarsprofiel van de boezemkade langs de Vrouwgeestpolder.

Algemene gegevens betreffende het onderzoek.

aantal onderzochte profielen	:	1
aantal boringen ϕ 66 mm	:	3
totale boorlengte	:	16 m
aantal celproeven	:	19
aantal waterspanningsmeters	:	4
periode terreinwerk	:	24.4 en 9.5.1975



Inleiding

Dit stabiliteitsonderzoek is een vervolg op een eerder door het LGM uitgevoerd vooronderzoek. De resultaten hiervan zijn in het eindrapport van het COW vermeld. Dit vooronderzoek heeft bestaan uit het uitvoeren van 2 middelzware sonderingen en 6 continue boringen 29 mm in 2 dwarsprofielen nrs. 1 en 2.

Beide dwarsprofielen bevinden zich in de kade langs de Woudwetering en de Heimanswetering. Deze kade zet zich ten zuiden voort in de kade van de naast liggende Gnephoekpolder. In de kade van de Gnephoekpolder werd reeds t.p.v. het profiel no. 1 een volledig stabiliteitsonderzoek uitgevoerd (zie LGM-rapport CO-22250-0-I). Uit dit onderzoek is gebleken, dat de aangetroffen grondlagen over het algemeen lage wrijvingswaarden bezitten, waardoor o.a. de standzekerheid van de kade bij maatgevende boezemstanden (F1-2) onder de toelaatbare grens komt te liggen.

Met het oog op de omstandigheid, dat de geologische en historische ontwikkeling van de gehele kade langs het bovengenoemde boezemwater waarschijnlijk een gelijkaardig verloop heeft gehad werd in overleg met het COW besloten, ook in de kade langs de Vrouwgeestpolder in een profiel een volledig stabiliteitsonderzoek uit te voeren.

Hiervoor werd op basis van de resultaten van het onderzoek het profiel no. 1 gekozen.

Omvang van het onderzoek

Ter verkrijging van ongeroerde grondmonsters en aanvullende gegevens omtrent de grondlagenopbouw zijn 3 continue gestoken boringen met een diameter van 66 mm uitgevoerd.

In het laboratorium zijn uit de boorresultaten 19 monsters genomen, waarop 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 weerstandbiedende 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 in de kade te verkrijgen zijn deze boorprofielen nogmaals getekend in het dwarsprofiel op bijlage D2.

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

Daar de weerstand tegen evenwichtsverlies van een grondlichaam mede afhankelijk is van de heersende korrelspanningen in de grond, welke op hun beurt beïnvloed worden door de heersende waterspanningen, is de kennis van de waterspanningen vooral ter plaatse van het potentiële glijvlak gewenst. Hiertoe zijn met behulp van Bourdon-waterspanningsmeters in twee raaien op verschillende diepten de waterspanningen gedurende een periode van ca. 1 maand gemeten. De resultaten van deze metingen zijn op de bijlage W1 weergegeven.

Behalve deze wsm's werden in het dwarsprofiel door het COW peilbuisen geplaatst; zij zijn gedurende enige weken waargenomen tegelijkertijd met de waterstand in de boezem. Daarnaast heeft het COW gegevens verstrekt omtrent de maatgevende boezemwaterstand.

Met de verkregen gegevens is een laagopbouw van het profiel vastgesteld, waarbij aan de diverse lagen bepaalde grondeigenschappen zijn toegekend, die per laag constant worden verondersteld. Het is duidelijk dat dit rekenmodel slechts een benadering van de werkelijkheid zal zijn, daar nooit een continue beeld van de ondergrond wordt verkregen, er spreiding in de proefresultaten optreedt, etc.



Met het rekenmodel is een groot aantal stabiliteitsberekeningen volgens de methode -Bishop uitgevoerd, waarbij cirkelvormige glijvlakken zijn toegepast.

De berekeningen zijn met twee verschillende freatische lijnen uitgevoerd, te weten:

F1-1: een freatische lijn, waarvan het verloop is bepaald aan de hand van de waarnemingen van de peilbuizen en de waterspanningsmeters bij een boezemstand van 0,64 m - N.A.P.

F1-2: een freatische lijn, waarvan het verloop is aangenomen bij de maatgevende boezemstand van 0,35 m - N.A.P.

De toegepaste laagverdelingen en grondeigenschappen, alsmede de resultaten van de stabiliteitsberekeningen zijn op de bijlage G1 aangegeven.

Resultaten

Boringen (bijlage D2)

De aangetroffen grondslag is van boven naar beneden als volgt:

Onder het maaiveld bevindt zich ter plaatse van de binnenkruinlijn opgebracht materiaal tot een diepte van 3,30 m - N.A.P. Dit bestaat uit een ca. 1,50 m dikke laag zandige humeuze klei en daarna een ca. 1,20 m dikke zandige kleilaag. In beide grondlagen zijn enkele puinstukjes gevonden. Onder deze Anthropogene gronden ligt een laag van het Hollandveen. De dikte hiervan is in de boring 1-4 t.p.v. de kruin van de kade ca. 1,70 m. In de richting aan het uitgeveende achterland van de kade (de polder) neemt de veendikte af. In de boring 1-6 t.p.v. de teen van de kade is het veen slechts 1,0 m dik.



Direct beneden deze veenformatie ligt eerst een ca. 0,50 m dikke kleilaag met plantenresten en daarna zet zich een zandig pakket voort tot een diepte van 10,5 m - N.A.P. Beide laatst genoemde horizonten behoren tot de Formatie van Calais.

Voor een nauwkeurig beeld van de ligging van deze lagen wordt verwezen naar de desbetreffende bijlagen.

Celproeven (bijlagen C1 t/m C7 en B1)

De toegepaste procedure van de z.g. langzame celproeven werd in het LGM speciaal voor het onderzoek van de boemzemkaden ontwikkeld. Zij bestaat uit:

het opmeten en het wegen van de uitgekozen grondmonsters voor en na de proef;

de registratie van het gedrag van het monster bij een 4-tal belastingstrappen. Elke trap bestaat uit: het belasten van het monster, een consolidatieperiode en het "mohren" van het monster (onder het mohren wordt verstaan een verlaging van de horizontale spanning, om het stadium van bezwijken van het monster te benaderen).

Uit de resultaten blijkt, dat alle celproeven een normaal verloop hebben gehad.

Een aantekening moet worden gemaakt bij de vier proeven 4A, 4B, 5 en 10A uitgevoerd op het veen. De omhullenden van Coulomb zijn hier sterk gekromd (z.g. katteruggen). Deze typische kromming moet waarschijnlijk geweten worden aan de karakteristieke webstructuur van jonge riet- en zegge- veensoorten.

Waterspanningen (bijlagen W1 en G1)

In eerste instantie zijn door het COW 4 peilbuizen geplaatst op een diepte van 1,50 m - m.v. (nos. 1 en 4) respectievelijk 2,0 m - m.v. (nos. 2 en 3).



Hiernaast zijn later in twee raaien 4 Bourdonwaterspanningsmeters bij geplaatst om het verloop van de waterspanningen in de diepere lagen, met name het Calais zand in vergelijking met de veenlaag in het kadelichaam te verkennen. De plaatsen van deze waterspanningsmeters alsmede van de peilbuizen van het COW zijn op de bijlage G1 aangegeven.

De waterspanningsmeters zijn gedurende de periode van 7/5-75-t/m 8/7-75 enige malen waargenomen door de meetdienst van het COW. Tevens zijn de peilen van de peilbuizen, het boezemwater en de kwelsloot gemeten. Opgemerkt wordt, dat de manometer van wsm no. 3 in raai 2 door een onbevoegde werd vernield, zodat deze meter ca. 2 weken buiten gebruik is geweest.

Uit de metingen blijkt (zie bijlage W1), dat in alle grondlagen een waterspanningsverloop voorkomt van een hoge waarde nabij de boezem tot een lage waarde in de polder. Daarbij is het niveau van deze waterspanningen steeds lager naarmate in een diepere laag werd gemeten: in de zandlaag zijn de stijghoogten ca. 1,5 m lager dan in de bovenste kleilagen, terwijl in de tussenliggende veenlaag in één meter een waarde werd gemeten die daar tussenligt. Zie bijvoorbeeld peilbuis 2, en de waterspanningsmeters 1 en 2 in de meetraai 1.

Bij invoering van de waterspanningen in het rekenmodel is uitgegaan van de ongunstigste toestand voor de stabiliteit van de kade. Voor het construeren van de freatische lijn Fl-1 zijn daarom voornamelijk de waarden der peilbuizen van het COW gekozen.

Bij de gevolgde glijvlak - berekeningsmethode wordt namelijk verondersteld dat de waterspanningen hydrostatisch met de diepte verlopen vanaf de freatische lijn; in de veenlaag en de diepere zandlaag worden daarmee wat hogere waterspanningen aangehouden dan door de waterspanningsmeters werd gemeten. Slechts in plaats van peilbuis 3, die in vergelijking met waterspanningsmeter 3 in dezelfde laag een lage onbetrouwbare waarde gaf, werd de meting van deze wsm no. 3 benut.



Berekeningen

Het profiel werd eerst lithostratigrafisch en daarna op grond van de gevonden grondeigenschappen van de monsters in 7 lagen verdeeld, te weten: laag 1, 2 (A en B) en 3: opgebracht materiaal; laag 4: veen; laag 5: klei met plantenresten en laag 6: zand, siltig.

In de lagen is voor de wrijvingseigenschappen c' en ϕ' het rekenkundige gemiddelde genomen van de in elke laag gelegen monsters. De aan de lagen 2A, 2B en 8 toegekende waarden zijn elk van één monster afkomstig.

De berekende minimum evenwichtsfactoren zijn in de onderstaande tabel vermeld; de bijbehorende glijvlakcirkels zijn op bijlage G1 ingetekend.

F1-1	$n = 1.44$
F1-2	$n = 1.35$

Analyse van grondeigenschappen en aanvullende berekeningen

Zoals in dit rapport reeds werd vermeld, waren aanleiding voor dit onderzoek de ongunstige resultaten van het stabiliteitsonderzoek in het profiel 1 van de naastliggende polder Gnephoek. De uit die berekeningen gevonden onvoldoende de evenwichtsfactoren in de polder Gnephoek worden onder andere veroorzaakt door de lage c' - en ϕ' -waarden van de grondlagen, met name van het Hollandveen.

In het navolgende is een korte analyse van de grondeigenschappen van de desbetreffende grondlagen uitgevoerd met het oog op het rekenmodel van het profiel no. 1 in de Vrouwgeestpolder en een vergelijking met de resultaten uit de Gnephoekpolder. De richting van de grondbeschrijving is van beneden naar boven:



Formatie van Calais (lagen 6 en 5)

laag 6 monster nos. 11, 12, 15B en reserve 16) zand, siltig met dunne kleilaagjes.

De gemeten c' - en ϕ' - waarden in dit zandpakket vertonen duidelijk de invloed van de tussenliggende kleilaagjes. Het aantal van deze kleilaagjes varieert met de plaats en de diepte en beïnvloeden de wrijvingswaarden van deze zandlaag. De ϕ' -waarde zijn laag terwijl de cohesie vrij hoog is. Als controle van deze waarden is nog het reservemonster 16 beproefd. Uit de resultaten van deze proef blijkt, dat in de zandlaag ook cohesieloze plaatsen kunnen voorkomen, waarbij toch de ϕ' - waarde steeds onder de invloed van de silt- of lutum-fractie is.

Omdat deze laag een belangrijke invloed heeft op de stabiliteit van deze kade (3/5 van de minimum cirkel loopt door deze laag heen), is nog het resultaat van proef 16 met de andere 3 proeven gemiddeld en opnieuw een stabiliteitsberekening uitgevoerd. Deze is slechts met Fl-2 gedaan. De berekende evenwichtsfactor is $n = 1,25$, waarbij de bijbehorende minimum cirkel gelijk is aan die van het oorspronkelijke geval.

laag 5 (monster nos. 6, 10B en 15A) klei met plantenresten.

De gemeten c' -waarde zijn vrij hoog, in het bijzonder t.p.v. het monster nos. 6; de ϕ' -waarden zijn weer lager dan vroeger in deze Calais horizont in het gebied van Rijnland gemiddeld is gemeten.

De dikte van de laag is t.p.v. dit profiel slechts een halve meter, zodat deze laag geen beslissende invloed heeft op de grootte van de evenwichtsfactor. Om die reden zijn geen aanvullende berekeningen met andere wrijvingswaarden voor deze laag uitgevoerd.

Hollandveen

laag 4 (monster nos. 4A, 4B, 9, 10A, 14A, 14B en reserve monster 5)
veen, bestaande uit eutrofe soorten: riet en zegge, met een uitzondering t.p.v. monster no. 14A, waar oligotroof heide-mos-veen voorkomt.



Het is bekend, dat in het bijzonder de riet- of zegge-venen vaak een aanzienlijke spreiding in de sterkte- eigenschappen vertonen. Dit is ook het geval in deze veenhorizont t.p.v. het profiel no. 1.

In eerste instantie werden alle gevonden waarden van de genoemde monsters rekenkundig gemiddeld. De gemiddelde waarden zijn $c' = 0,062 \text{ kg/cm}^2$ en $\phi' = 33.57^\circ$.

Omdat deze waarden groter zijn dan die van de gelijke veenhorizont in de Gnephoekpolder n.l. $c' = 0.011 \text{ kg/cm}^2$ en $\phi' = 29.77^\circ$, zijn ter illustratie berekeningen uitgevoerd, waarbij aan het veen de waarden uit de Gnephoekpolder zijn toegekend. De berekeningen zijn uitgevoerd met alleen Fl-2.

Bij de gevonden evenwichtsfactor 1,12 hoort zowel dezelfde cirkel als het oorspronkelijke geval, als een cirkel met de volgende coördinaten : $X = 1500$ $Y = - 900$ $R = 1500$. Omdat deze factor onder de toelaatbare grens ligt, werd verder niet naar het minimum gezocht.

Hiernaast werd nog een stel berekeningen uitgevoerd, waarbij voor dit veen de c' - en ϕ' - waarden zijn ingevoerd, die als gemiddelde voor het Hollandveen in het Rijnlandgebied zijn bepaald, ($c' = 0,022 \text{ kg/cm}^2$ en $\phi' = 31.00^\circ$). De evenwichtsfactor bij Fl-2 is $n = 1.18$; de hierbijbehorende minimum cirkel is gelijk aan die van het oorspronkelijke geval van Fl-2.

Opgemerkt wordt, dat uit de reserve proef no. 5 onbruikbare wrijvingswaarden volgen, vermoedelijk door de webstructuur van dit riet-zegge veen. Daarom kon het resultaat van deze proef niet worden benut.

Anthropogene gronden (opgebracht materiaal) lagen 3, 2B, 2A en 1 (monsters nos 1, 7, 2, 3 en 8) klei zandig of humeus, puin en veen kleilig.

laag 3 (monster 8) veen, iets kleilig.

Het veen werd waarschijnlijk door menselijke invloeden aan de bovenkant van de Hollandveenlaag geroerd.



Hierdoor is het veen met anorganische specie vermengd- ($\gamma = 1.18 \text{ t/m}^3$). In het rekenmodel is deze veenlaag afzonderlijk van het Hollandveen behandeld. De uitbreiding en de dikte van deze lens is niet groot en zij ligt ook niet in het gebied van de minimum cirkels.

laag 2B en 2A (monsters 3 en 2) klei humeus met puin, resp. zonder puin.

Het puin in monster no. 3 veroorzaakt zijn grotere volumegewicht. In eerste instantie werd deze laag gesplitst in twee lagen B en A. Omdat de hoeveelheid puin van plaats tot plaats kan variëren, zijn nog berekeningen gemaakt, waarbij beide lagen tot één laag zijn samengevoegd. De resultaten van deze berekeningen zijn praktisch gelijk aan die met de gesplitste laag 2A en 2B. Het verschil is bij Fl-1 minder dan 1%.

laag 1 (monster 1 en 7) klei zandig, humeus.

Deze oppervlakte laag staat bloot aan menselijke en atmosferische invloeden. De heterogeniteit van deze laag (zie de γ - waarden) manifesteert zich ook in verschillen in sterkte-eigenschappen. Deze eigenschappen zullen waarschijnlijk ook in de lengte richting wisselen. Voor het rekenmodel zijn de wrijvingswaarden uit beide monsters evenals de volumegewichten rekenkundig gemiddeld, en als één representatieve waarde voor deze laag ingevoerd.

Samenvatting en conclusie

Gezien het geologisch profiel beneden deze boezemkade langs de Vrouwgeestpolder, kan het onderzochte profiel no. 1 wat de grondopbouw betreft als representatief worden geacht.

De proeven op de gekozen monsters hadden over het algemeen een bevredigend verloop, zodat alle, behalve monster 5 in het rekenmodel zijn benut.

Het opgebrachte materiaal bestaat uit zeer heterogene specie. De berekeningen met de verschillende wrijvingswaarden hebben geen belangrijke invloed op de grootte van de evenwichtsfactoren.



De belangrijkste lagen voor de stabiliteit van de kade vormen de veenlaag van het Hollandveen en de zandlaag van de Formatie van Calais.

De gevonden c' - en ϕ' - waarden van alle 6 beproefde veenmonsters zijn groter dan die in de naastliggende polder Gnephoek (de afstand tussen de onderzochte locaties is ca. 800 m) en ook groter dan tot nu toe gemiddeld in het gebied van Rijnland is bepaald.

Met de gemeten waarden uit deze 6 veen^mmonsters is de stabiliteit van de kade ruim voldoende. Met de veenwaarden uit de Gnephoekpolder of die uit Rijnland zakt de evenwichtsfactor bij Fl-2 onder de toelaatbare grens. Het is niet ondenkbaar dat in de richting naar de Gnephoekpolder lagere waarden in deze veenlaag kunnen voorkomen, dan t.p.v. het profiel 1 is gemeten. Op die plaats waar deze hogere wrijvingswaarden mogelijk aanwezig zijn, kan de kade bij de maatgevende boezemstanden deformaties gaan vertonen, die afhankelijk van de grootte van deze wrijvingswaarden de stabiliteit van de kade in gevaar zouden kunnen brengen.

De gemeten wrijvingswaarden in de zandlaag worden duidelijk beïnvloed door de aanwezigheid van de silt of lutum-fractie (kleilaagjes). Uit de bij het vooronderzoek uitgevoerde sonderingen en het profiel no. 2 (ca. 500 m zuidelijk van dit profiel no. 1) blijkt, dat het aandeel van de lutum-fractie sterk kan variëren. De sondering in het profiel no. 2 vertoont duidelijk hogere grondweerstand dan de sondering t.p.v. het profiel no. 1. Dit betekent in het algemeen een grotere ϕ' - waarde en een kleinere c' - waarde.

De berekeningen met de kleinere c' -waarden geven aan, dat de evenwichtsfactor bij Fl-2 juist onder de toelaatbare grens zakt. De eenzijdige afname van de c' -waarde zonder een gelijktijdige vergroting van de ϕ' - waarde wordt in principe niet verwacht, gezien de sondeerresultaten t.p.v. het profiel no. 2.



Verder moet ook nog vermeld worden, dat geen rekening is gehouden met de gemeten lagere waterspanningen in deze zandlaag, hetgeen zeker de stabiliteit van de kade ongunstig beïnvloedt. 9

Uit het bovenstaande mag worden geconcludeerd, dat de kade t.p.v. het profiel no. 1 een voldoende mate aan stabiliteit bezit. De gedaante van de kade langs deze polder Vrouwgeest is vrij uniform. Dit betekent dat ook de rest van deze kade, voor zover de wrijvingseigenschappen niet kleiner zullen zijn dan die van het profiel no. 1, ruim stabiel is. De berekende stabiliteit van de kade gaat ontoelaatbaar achteruit, als de lagere wrijvingswaarden voor het veen die gemiddeld voor het gebied van Rijnland zijn gevonden worden gebruikt.

Omdat deze kleinere waarden, gezien de resultaten van de Gnephoekpolder niet onvoorstelbaar zijn moet worden overwogen alsnog uit een andere plaats van de kade monsters uit het Hollandveen te onderzoeken.

Opgesteld door:

ing. P.V.F.S. Krajiček

Hoogachtend,

ing. F.J. van Duren

Bij dit rapport behoren de volgende bijlagen.

0	:	legenda
P1	:	situatie 1:25000
D2	:	dwarsprofiel 1:100
B1	:	boorprofielen 1:100
C1 t/m C7	:	celproeven
W1	:	waterspanningsmetingen
G1	:	resultaten van stabiliteitsberekeningen
F7 t/m F9	:	foto's van boorresultaten



Centrum voor Onderzoek Waterkeringen,
Bankastraat 137,
's-Gravenhage.

ARCHIEFEXEMPLAAR

onderwerp : Kadeonderzoek Oudendijkpolder, Vrouwgeestpolder, Gnephoekpolder

bijlagen :

dict/type : Kjc/vAm

kenmerk : dt.: 26-10-1973 ons kenmerk : CO-22248-0/3 dt.: 74-02-27
CO-22249-0/3
CO-22250-0/3

Inleiding.

Zoals is afgesproken geven wij U hierbij een overzicht van de geologische opbouw van het gebied waarin de bovenvermelde polders zijn gelegen, speciaal met betrekking tot de ondergrond van de kaden.

lijst van de gebruikte literatuur.

- 1) archiefgegevens van boringen en sonderingen uitgevoerd door het L.G.M.
- 2) Geologische kaart van Nederland kwartbladen nos. 31I en III.
- 3) Toelichting bij de nieuwe Geologische kaarten van Nederland.
- 4) "De rivierstreek" door Dr. T. Vink.
- 5) "Geologie van Nederland" door Dr. F.J. Faber.
- 6) "Inventaris van de Staten van Holland en West Friesland 1572-1795".
- 7) "Rijnland en Grootwaterschap Woerden , betrekking bedijkingen en andere polderzaken 17 eeuw".
- 8) "Aardrijkskundig woordenboek" door Dr. V.D. Aa.



CO-22248-0/3
CO-22249-0/3
CO-22250-0/3

27 februari 1974

-2-

Algemene gegevens.

Over de aanleg van de boezemkaden en hierbij gebruikte materialen hebben wij geen bruikbare bestekken gevonden. Om deze reden hebben wij ons beperkt tot het opstellen van het profiel van de lagen, die zich onder het kadelichaam bevinden.

In het profiel van bijlage K1 zijn mede boor- en sondeerresultaten van het L.G.M. verwerkt, die binnen 200 m ter weerszijden van het profiel zijn uitgevoerd.

Bij de interpretatie van de sondeerresultaten werd de grafiek van Dr. Ir. Begemann gebruikt waarbij grondsoorten zijn gekoppeld aan de verhouding van plaatselijke kleef en sondeerwaarden.

In die delen, waar in de nabijheid van de kaden geen onderzoek heeft plaatsgevonden, hebben wij uitsluitend de gegevens van de Geologische kaart van Nederland benut.

Omdat ter plaatse van de westelijke grens van deze polders totaal geen boor- en sondeergegevens bestaan, is dit gedeelte niet in het profiel van bijlage K1 opgenomen.

Op de bijlage P2 is het betreffende deel van de Geologische kaart van Nederland op schaal 1:25000 overgenomen. Deze kaart verschaft gegevens over de bovenste lagen van het achterland van de kaden (de polders).

Topografie: (Zie Topografische kaart no. 31 kwart bladen A en C op schaal 1:25000).

De betrokken polders liggen op het grondgebied van de gemeenten Woubrugge en Alphen aan den Rijn in de provincie Zuid-Holland.

De polders zijn begrensd door:

In het Noorden de Wijde Aa;
in het Oosten de Woudwetering en Heimanswetering;
in het Zuiden de Oude Rijn;
in het Westen de Ofwegenerwetering, de Gemeenlandschewetering en de Lage Waard.



CO-22248-0/3
CO-22249-0/3
CO-22250-0/3

27 februari 1974

-3-

Overzicht van de geologische geschiedenis.

Tijdens de laatste ijstijd (in het laat Pleistoceen) werden periglaciale afzettingen (Formatie van Twente) gevormd, welke door eolische zanden (dekzanden) worden vertegenwoordigd.

In het begin van het Holoceen begon de zeespiegelrijzing als gevolg van het afsmelten van het landijs door klimaatsverbetering. De nadering van de zee had tot gevolg, dat de grondwaterspiegel werd verhoogd, wat er toe bijdroeg, dat veenvorming kon optreden. Het op deze wijze ontstane veen wordt Basisveen genoemd. In dit veenlandschap drong de stijgende zee steeds verder binnen. Er ontstond een marien pakket, dat over het algemeen bovenin uit kleien en onderin uit fijne siltige zanden bestaat (Formatie van Calais).

De hierna volgende daling van de zeespiegel, gepaard gaande met de vorming van een duinbarriere langs de kust, gaf aanleiding tot nieuwe veengroei. Het aldus gevormde veenpakket wordt samengevat onder de naam Hollandveen.

De tweede zeetransgressie heeft het hier besproken gebied niet bereikt; wel stond het zuidelijke gedeelte (het gebied van de polder Gnephoek) onder invloed van een meanderende rivier (de Rijn). In het eerste stadium stond de Rijn onder een vrij groot verhang als gevolg van de klink van het basisveen door de bovengelegen Calaisafzettingen. Hierdoor werden in het bestaande landschap diepe meanderende geulen uitgeschuurd. Daarna werd in en langs deze beddingen zand, en verder landinwaarts klei afgezet. De dikte van deze fluviatile afzettingen (Formatie van Tiel) variëert sterk. Over het algemeen bedraagt deze buiten de rivierbedding enige decimeters, maar in de bedding zelf is de dikte enkele meters. De bodem van deze bedding kan tot in het Pleistocene zand reiken.

Na de bedijking van de polders, die omstreeks de middeleeuwen werd voltooid, trad alleen bij dijkdoorbraak nog sedimentatie op. Deze geremaniëerde sedimenten worden overslagafzettingen genoemd.

Samenvatting (zie ook bijlage K1).

Ter plaatse van de kaden komen in principe de volgende profielen voor: (niet op schaal):



CO-22248-0/3
CO-22249-0/3
CO-22250-0/3

27 februari 1974

-4-

veen	Hollandveen
klei	} Formatie van Calais
zand of kleigrond	
veen	Basisveen
zand	Formatie van Twente

klei, zand;	Formatie van Tiel
veen	Hollandveen
klei	} Formatie van Calais
zand of kleiïg zand	
veen	Basisveen
zand	Formatie van Twente

klei;	} Formatie van Tiel (oude riviergeul)
zand met kleilaagjes	
zand	Formatie van Twente

Opgesteld door:

P. Krajíček.

Hoogachtend,

F.J. van Duren.



CO-22248-0/3
CO-22249-0/3
CO-22250-0/3

27 februari 1974

-5-

bijlagen: P2 Uittreksel van de Geologische Kaart

Schaal 1:25000.

K1 Geologisch lengteprofiel van de boezemkaden,

schaal 1:25000 lengte

1: 100 hoogte



*Profiel 1
wordt
met doorgraven
met secant
CO 22200/1*

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen,
Bankastraat 137,
's-Gravenhage.

ARCHIEFEXEMPLAAR

onderwerp: **Kadeonderzoek Polder Vrouwgeest.**

bijlagen:

dict/type: **Kjc/vAm**

kenmerk:

dt.: **26-10-1973**

ons kenmerk: **CO-22249-0/17** dt.: **16 augustus 1974**

Inleiding:

Met betrekking tot het systematisch onderzoek naar de standzekerheid van de boezemkaden doen wij U hierbij toekomen de resultaten van het vooronderzoek aan de boezemkade van de bovengenoemde polder.

Wij hebben van U ontvangen:

- 1) de situatie van de betrokken polder 1:25000 tek.no. 74.96
- 2) dwarsprofielen nrs. 1 en 2 1:100 tek.no. 74.98
- 3) copie van Uw interne rapport "de resultaten van de visuele verkenning".

Voor topografische gegevens alsmede het geologisch-historische overzicht van de kaden verwijzen wij U naar onze brief CO-22249-0/3 van 27 februari 1974.

Omvang onderzoek.

In het kader van dit onderzoek zijn door ons uitgevoerd:

- 2 middelzware sonderingen nrs. 1-1 en 2-1;
- 6 continuboringen 29 mm nrs. 1-1 t/m 1-3 en 2-1 t/m 2-3.

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.



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 d.w.z. in het gebied dat voor een mogelijk stabiliteitsonderzoek van belang kan zijn. In principe één t.p.v. de kruin van de kade gecombineerd met een middelzware sondering, en twee in het binnentalud van de kade.

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

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 S1 en S2 weergegeven, waarbij de gemeten conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand in kg/cm^2 tegen de diepte in m t.o.v. N.A.P. zijn uitgezet.

De bijlagen nrs. F1 t/m F6 bevatten foto's van de boorresultaten.

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.

Aangetroffen grondslag (zie bijlagen D1 en S1 en S2).

In ons reeds genoemde geologische rapport is op de bijlage K2 een dwarsprofiel getekend, dat een overzicht geeft over de t.p.v. deze kaden veronderstelde grondopbouw. Bij een vergelijking van dit profiel met de resultaten van het vooronderzoek blijkt, dat de kwaliteit en de opeenvolging der aangetroffen lagen in principe overeenkomt met wat in dit gebied werd verwacht. Er zijn wel enkele verschillen in de dikte van de betrokken lagen geconstateerd.



De navolgende beschrijving van de lagen is op de resultaten van die terreinwerken gebaseerd, welke t.p.v. de kruin van de kade werden uitgevoerd.

Pleistoceen begint in beide profielen (nrs. 1 en 2) op een diepte van ca 11,5 m - N.A.P. met een vaste zandlaag.

Holoceen wordt van beneden naar boven gevormd door:

Basisveen; de dikte varieert tussen 0,70 m en 1,0 m.

Calais formatie; de totale dikte hiervan bedraagt in beide profielen ca 5,5 m. In het profiel no. 2 is de bovenliggende slappe kleilaag met plantenresten van deze formatie wat dikker (0,70 m) dan in het profiel no. 1 (0,40 m).

Hollandveen; in het profiel no. 1 is de dikte van het veen 1,40 m. In het profiel no. 2 heeft deze laag een totale dikte van 3,20 m, waarvan de bovenste 1,10 m door kleiige materialen en enkele stukken puin is verontreinigd. Dit veen is vermoedelijk door de mens opgebracht, en zou dan reeds onder de Anthropogene gronden vallen.

Anthropogene gronden (opgebracht materiaal). De dikte hiervan meet in het profiel no. 1 3,80 m en in het profiel no. 2 1,40 m. Deze specie bestaat in beide profielen hoofdzakelijk uit klei, die met zand, humus en puin is vermengd.

Opgemerkt wordt, dat het verloop van alle laagscheidingen in de profielen over het algemeen horizontaal is, wat betekent, dat de dikte van het Hollandveen (gedeeltelijk) en de Anthropogene gronden onder het binnentalud en in het achterland van de kaden afhankelijk is van de vorm van de kade.

Voor een nauwkeurig beeld van de ligging der lagen wordt verwezen naar de desbetreffende bijlagen.

Samenvatting en conclusie.

1. De vormen van de kaden vertonen volgens de opgemeten profielen nrs. 1 en 2, onderling geen grote verschillen wat de kruinbreedte en de binnentalud-helling betreft. De kruin meet ca 8 m waarop een weg van ca 3 m breedte ligt; de gemiddelde binnentalud-helling bedraagt ca 1:4.



Wat wel onderling verschillend is, is dat t.p.v. het profiel no. 1 geen kwelsloot onderaan het talud voorkomt. De breedte van deze sloot bedraagt op het gemeten slootpeil ca 4 m. Het achterland (de polder) ligt in het profiel no. 1 iets dieper (bijna op 4 m - N.A.P.) dan in het profiel no. 2 (3,66 m - N.A.P.).

2. De ondergrond van de kade, waarmede hier de Calais-afzettingen zijn bedoeld, bestaat behalve uit een dun kleilaaĳje met plantenresten uit een zandlaag met hoge conusweerstand, die zich bewegen boven de 25 kg/cm^2 . De kaden zelf zijn uit veen en opgebrachte materialen opgebouwd. De conusweerstand hiervan liggen tussen 5 en 9 kg/cm^2 met locale plaatselijke afwijkingen van hogere waarden.

De invloed van de zware opgebrachte materialen manifesteert zich duidelijk in de kruinboring no. 1-1.

Door de aanzienlijke belasting van deze laag is het veen samengeperst (geen wegzakking i.v.m. de vaste ondergrond) zodat deze veenlaag ca 70 cm dunner is geworden, dan in de naastliggende boring 1-2.

3. Naar onze mening geven de kaden qua vorm (brede kruin; redelijke taludhelling voor de aanwezige grondslag; geen sloot of een sloot die niet direct onderaan het talud ligt), en qua grondopbouw geen aanleiding om hier een onvoldoende mate aan stabiliteit te verwachten. Uit dien hoofde wordt een nader stabiliteitsonderzoek in deze kade niet nodig geacht. Zou men niettemin een indruk willen verkrijgen van de werkelijk aanwezige stabiliteit, dan zou voor een dergelijk onderzoek een profiel in onderling overleg kunnen worden uitgekozen.

Opgemerkt kan nog worden, dat infiltratie vanuit de boezem door de "zandige" Calais-afzettingen heen niet wordt verwacht. Dit vermoeden is gebaseerd op ervaringen met uitgevoerde metingen in soortgelijke grondlagen (zie b.v. de Aalkeet-Buitenpolder).

Opgesteld door:

P.V.F.S. Krajíček.

Hoogachtend,

F.J. van Duren.



Bij deze brief behoren de volgende bijlagen:

- 0 legenda
- P1 situatie 1:25000
- D1 dwarsprofielen nrs. 1 en 2 1:100
- S1 en S2 sondeerresultaten
- F1 t/m F6 foto's van de boorresultaten.



**SITUATIE DWARSPROFIELEN
POLDER VROUWGEEST**

BIJLAGE 1

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem	get	gez
COW	L.S.	
1974	3-74	

SCHAAL 1:25.000

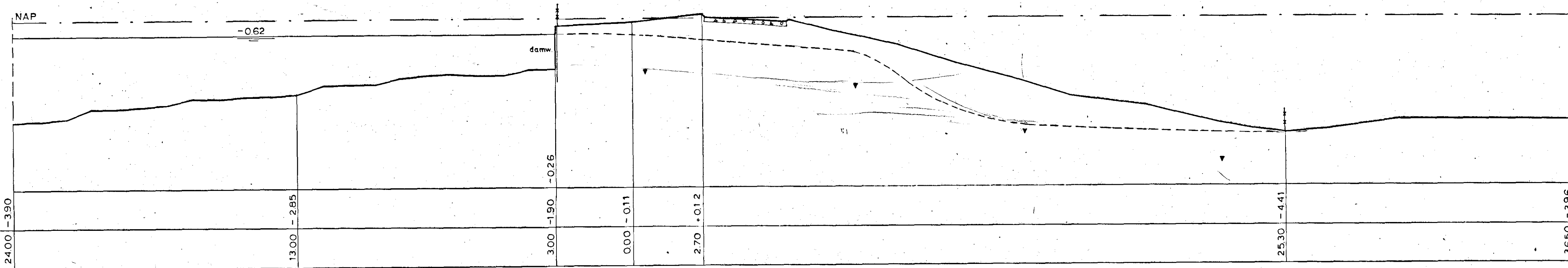
A1

WERKNR. A-74.009
TEK. NR. 74.96

1

HOOGTE IN m.
tov. NAP

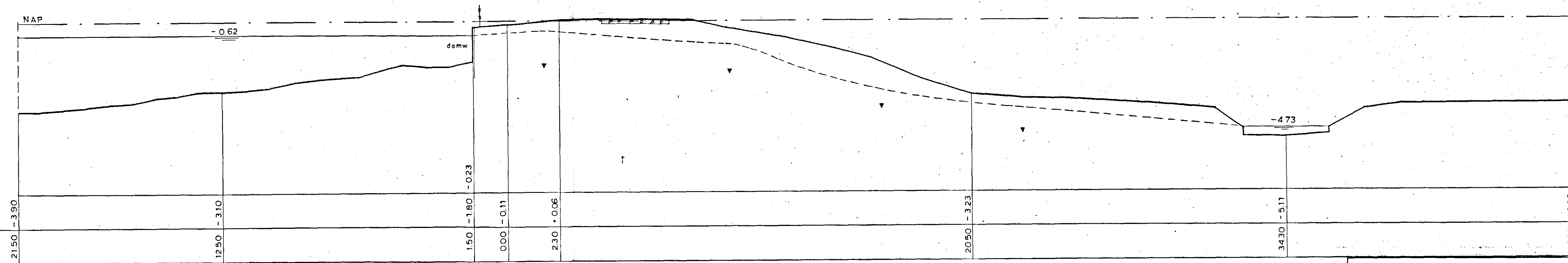
AFSTAND IN m.
tov. 0-PUNT



2

HOOGTE IN m.
tov. NAP

AFSTAND IN m.
tov. 0-PUNT



--- FREAT LIJN
▼ HART FILTER

DWARSPROFIELEN 1 en 2
POLDER VROUWGEEST

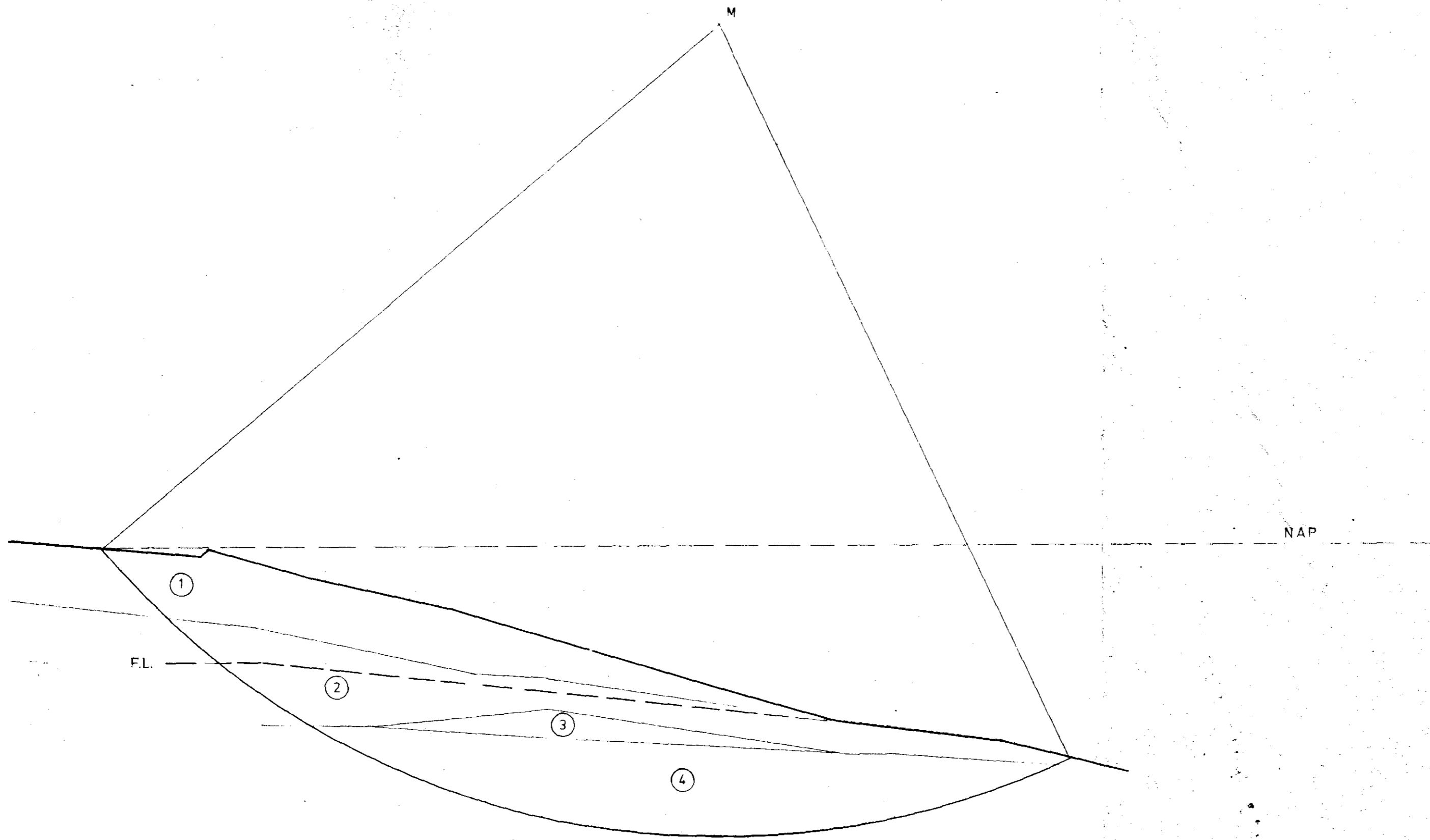
CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem	get	gez
COW	L.S.	
1974	3-74	

BIJLAGE 2

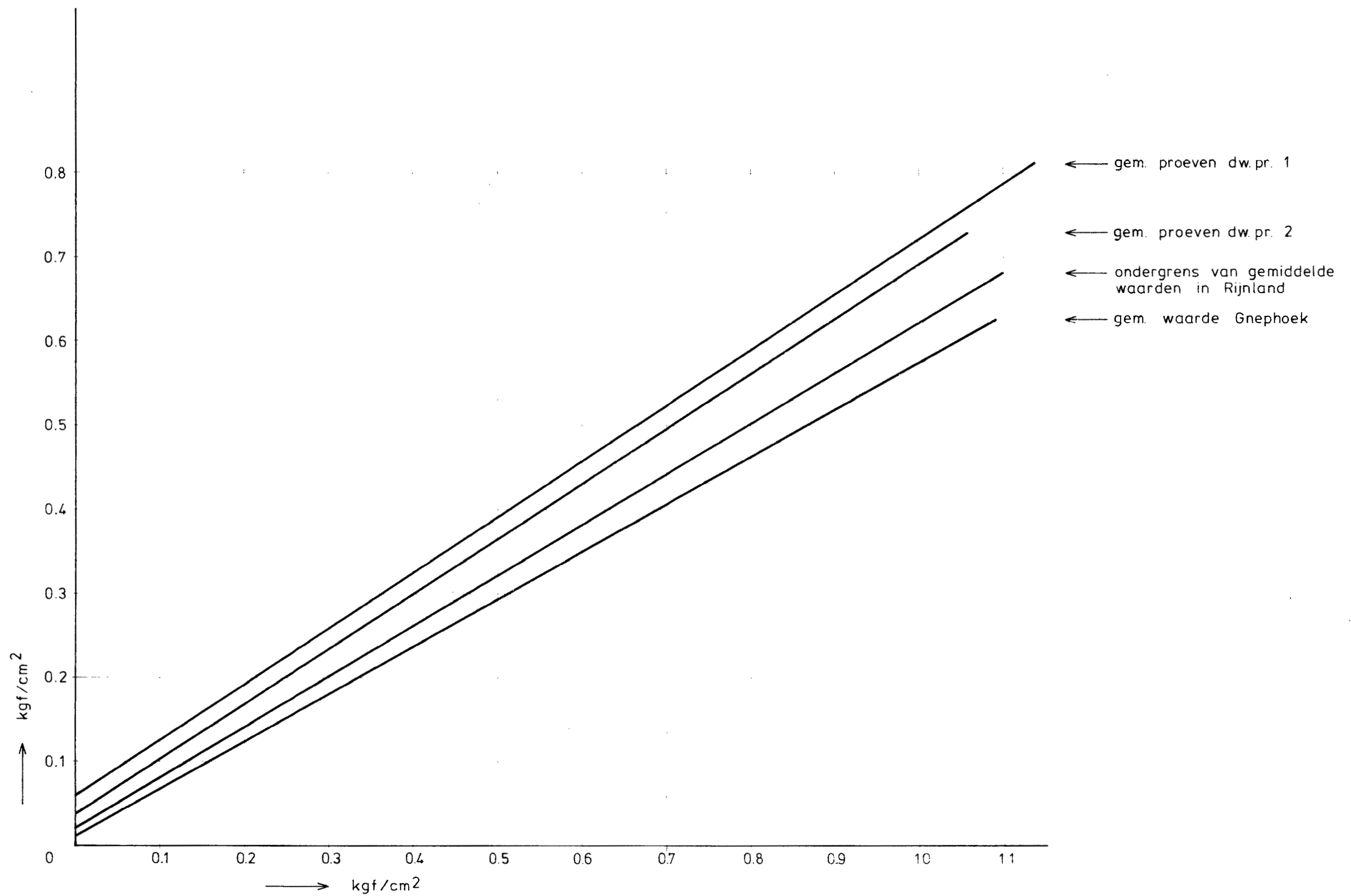
SCHAAL 1:100

A5 WERKNR A-74.009
TEK. NR 74.98

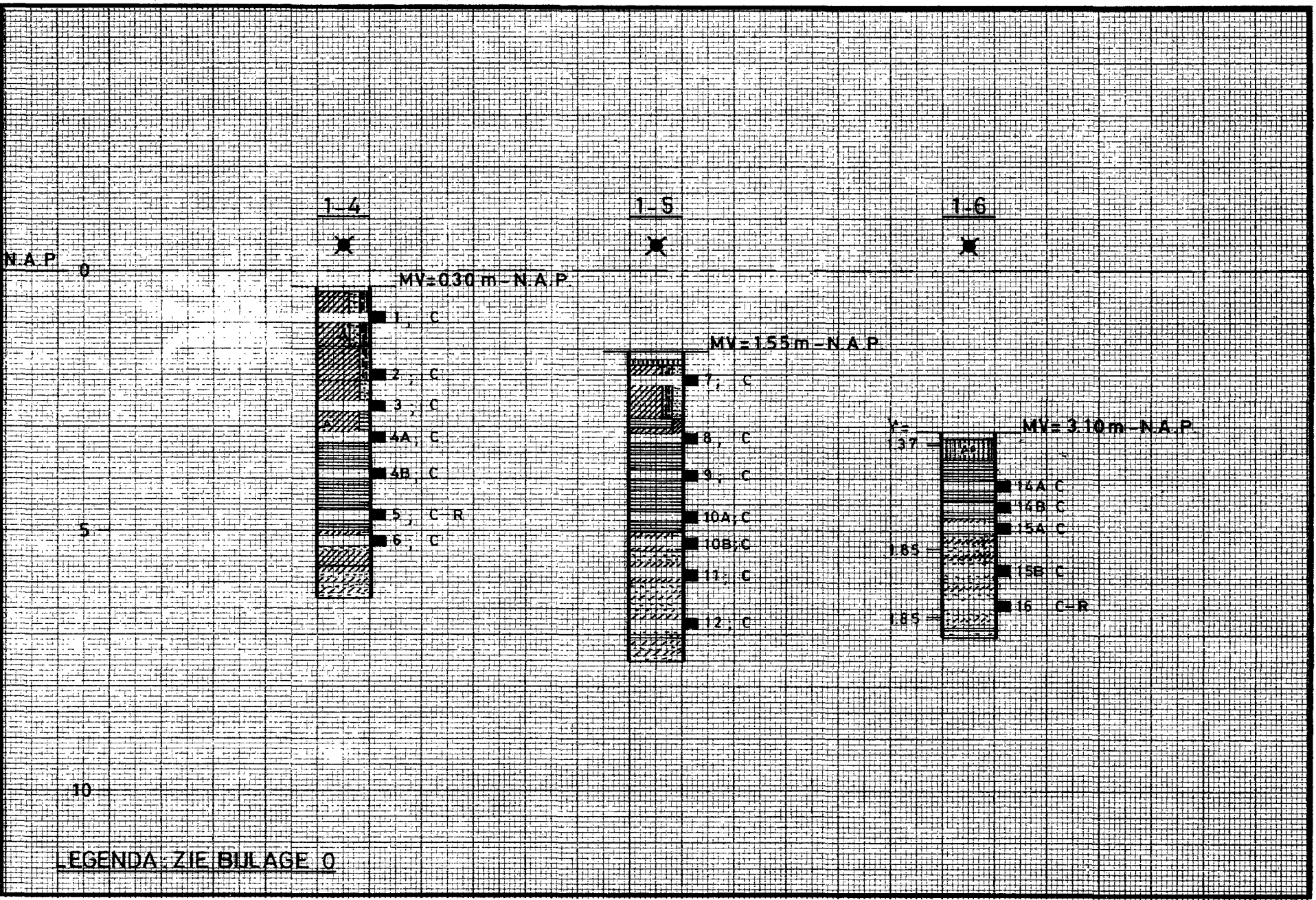


POLDER VROUWGEEST

GLIJVLAKBEREKENINGEN MET GEREDUCEERDE WATERSPANNINGEN			BIJLAGE 6
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN			SCHAAL -
gem	get	gez	WERKNR.
	VDL 7-76		3Z
			TEK NR 76 327



VERGELIJKING ψ' EN c' WAARDEN			BIJLAGE 7	
POLDER VROUWGEEST			SCHAAL -	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	2Z
		V.D.L 7-76		



LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK POLDER VROUWGEEST

SCHAAL 1:100

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

A ₄	BIJL. B
	1
CO-22249-0	

PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 1

DIEPTE 0.48 - 0.68 m - MV = 0.78 - 0.98 m - N.A.P.

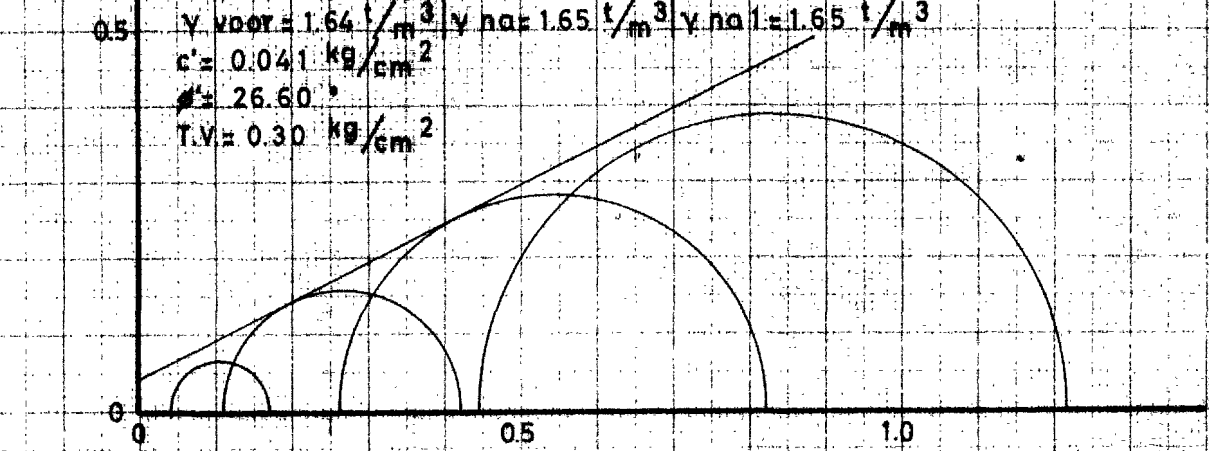
GRONDSOORT: klei, zandig tot siltig, humeus

$\gamma_{\text{voor}} = 1.64 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat}} = 1.65 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat1}} = 1.65 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.041 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 26.60^\circ$

T.V. = 0.30 kg/cm^2



PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 2

DIEPTE 1.54 - 1.74 m - MV = 1.84 - 2.04 m - N.A.P.

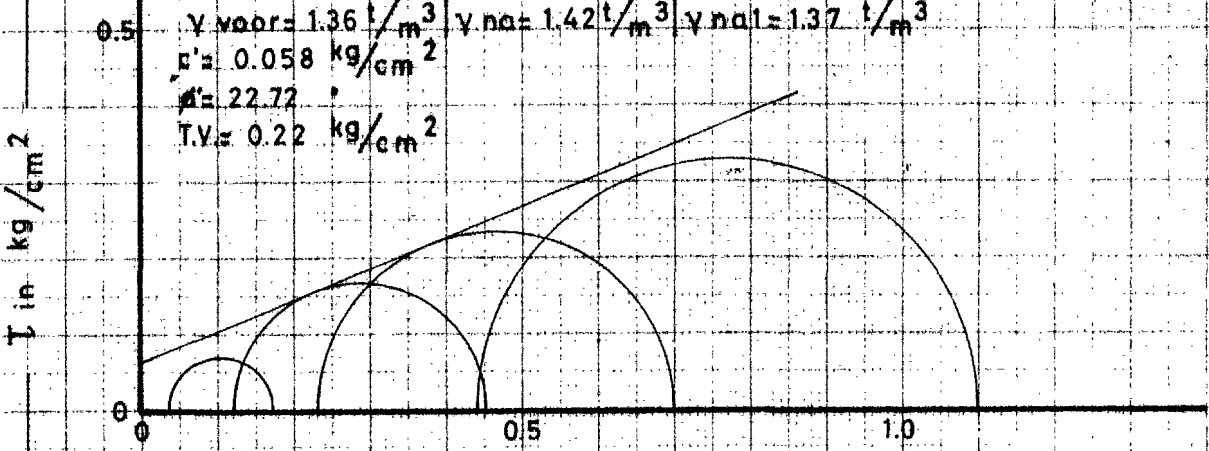
GRONDSOORT: klei, humeus

$\gamma_{\text{voor}} = 1.36 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat}} = 1.42 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat1}} = 1.37 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.058 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 22.72^\circ$

T.V. = 0.22 kg/cm^2



PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 3

DIEPTE 2.14 - 2.34 m - MV = 2.44 - 2.64 m - N.A.P.

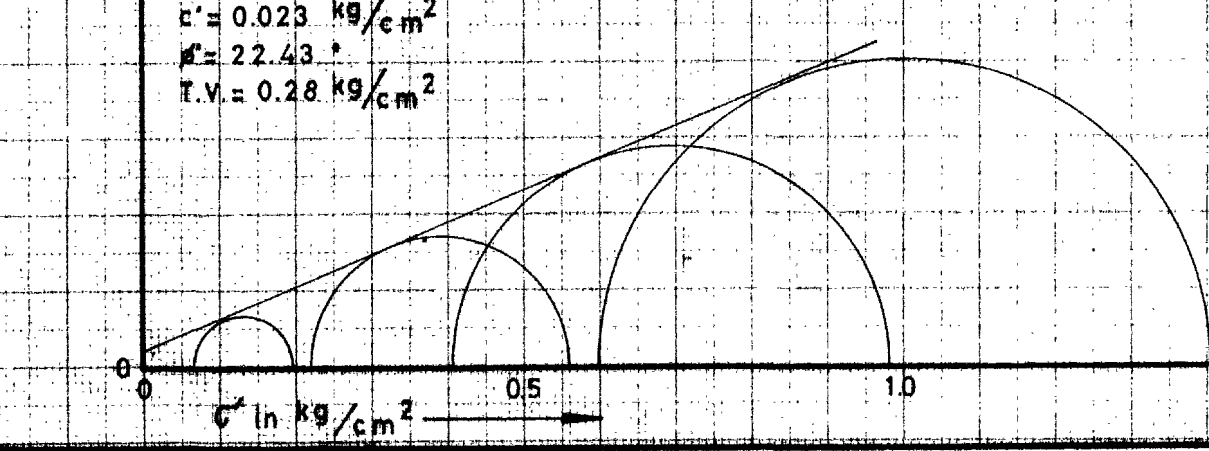
GRONDSOORT: klei, iets zandig, humeus

$\gamma_{\text{voor}} = 1.46 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat}} = 1.55 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat1}} = 1.48 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.023 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 22.43^\circ$

T.V. = 0.28 kg/cm^2



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK VROUWGEEST POLDER.

CELPROEVEN

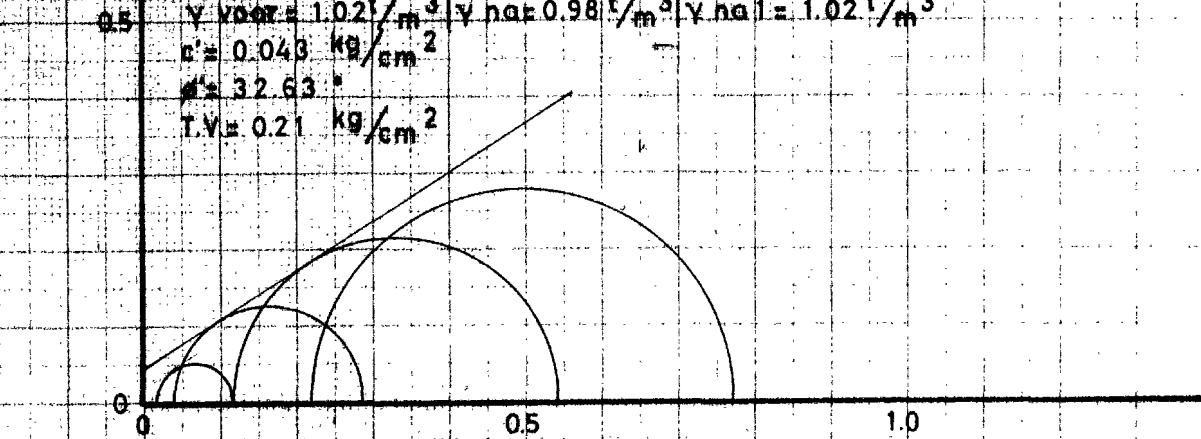
RW	BIJL: C	1
	A ₄	CO 22249-0

PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 4A

Diepte 2.75 - 2.95 m - MV = 3.05 - 3.25 m - N.A.P.

GRONDSOORT: veen ((iets)riet-zegge)

$\gamma_{voor} = 1.02 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na} = 0.98 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na1} = 1.02 \text{ t/m}^3$
 $c' = 0.043 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi = 32.63^\circ$
 T.V. = 0.21 kg/cm^2

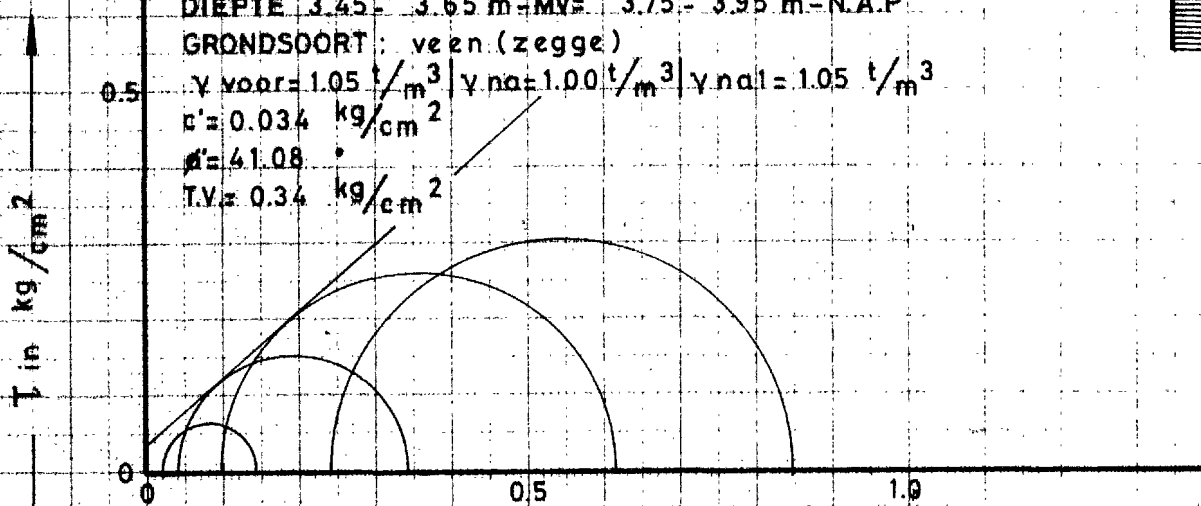


PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 4B

Diepte 3.45 - 3.65 m - MV = 3.75 - 3.95 m - N.A.P.

GRONDSOORT: veen (zegge)

$\gamma_{voor} = 1.05 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na} = 1.00 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na1} = 1.05 \text{ t/m}^3$
 $c' = 0.034 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi = 41.08^\circ$
 T.V. = 0.34 kg/cm^2

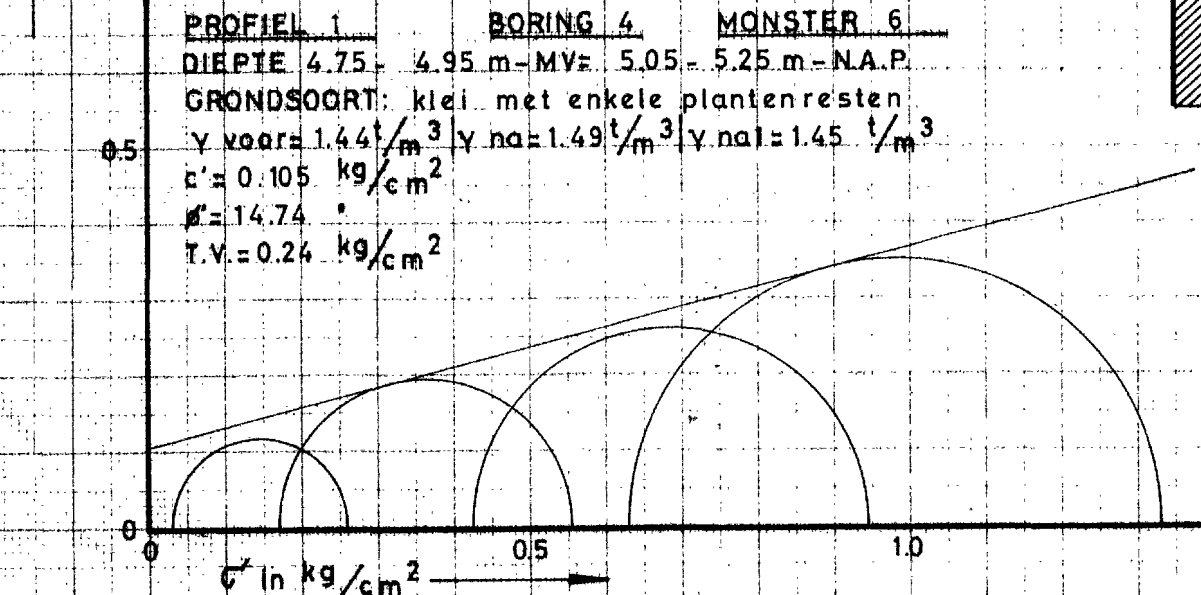


PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 6

Diepte 4.75 - 4.95 m - MV = 5.05 - 5.25 m - N.A.P.

GRONDSOORT: klei met enkele plantenresten

$\gamma_{voor} = 1.44 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na} = 1.49 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na1} = 1.45 \text{ t/m}^3$
 $c' = 0.105 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi = 14.74^\circ$
 T.V. = 0.24 kg/cm^2



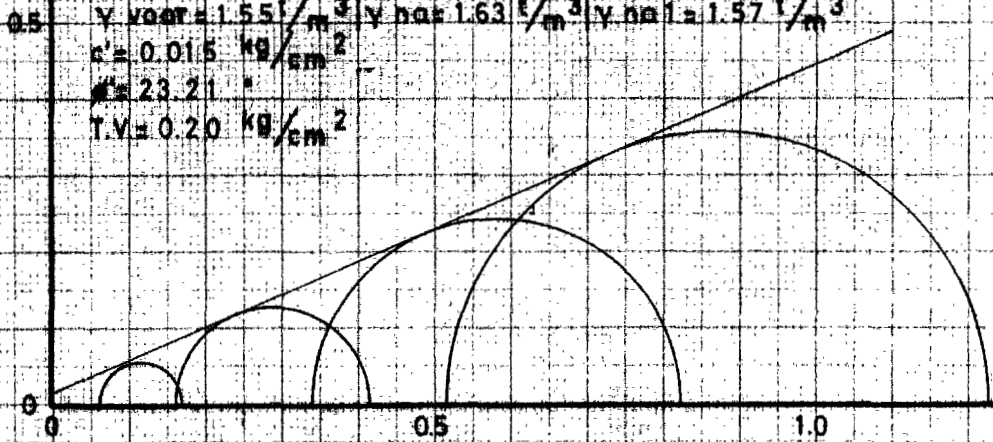
LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK VROUWGEEST POLDER.

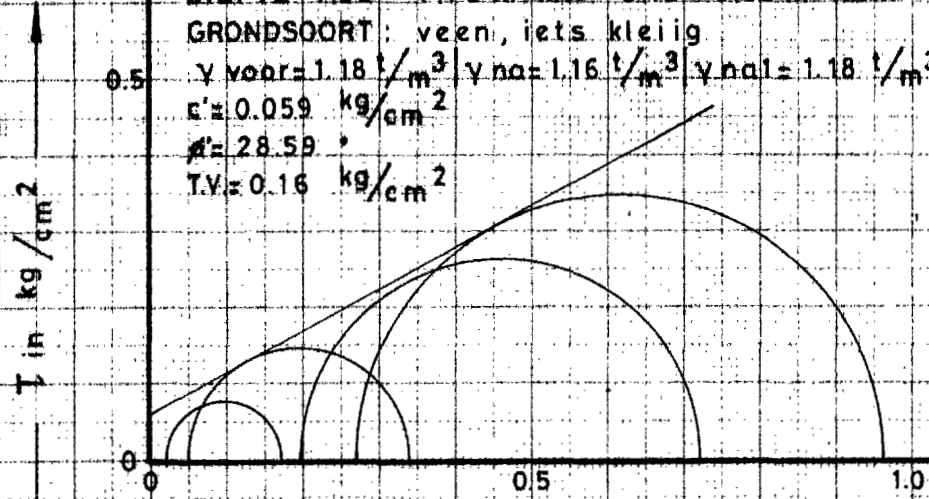
CELPROEVEN

RW	BIJL: C	2
A ₄	CO.	22249-0

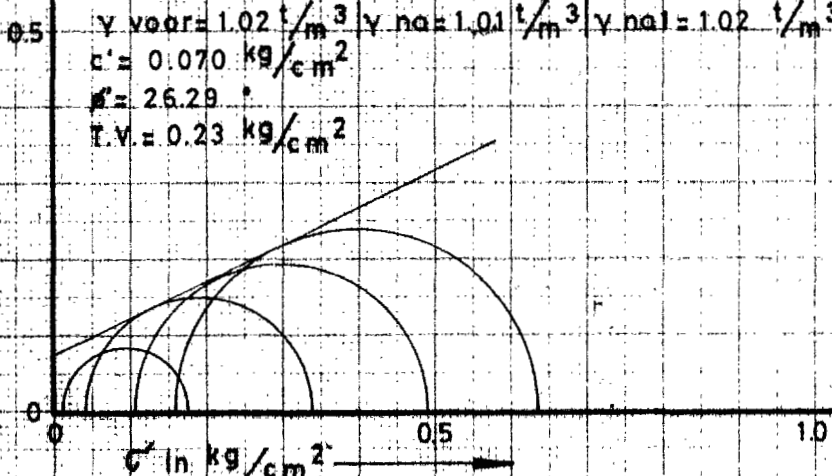
PROFIEL 1 BORING 5 MONSTER 7
 DIEPTÉ 0.45 - 0.65 m - MV = 2.05 - 2.25 m - N.A.P.
 GRONDSOORT: klei, zandig, humeus
 $\gamma_{\text{voor}} = 1.55 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat}} = 1.63 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat}} = 1.57 \text{ t/m}^3$
 $c' = 0.015 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi' = 23.21^\circ$
 $T.V. = 0.20 \text{ kg/cm}^2$



PROFIEL 1 BORING 5 MONSTER 8
 DIEPTÉ 1.55 - 1.75 m - MV = 3.15 - 3.35 m - N.A.P.
 GRONDSOORT: veen, iets kleilig
 $\gamma_{\text{voor}} = 1.18 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat}} = 1.16 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat}} = 1.18 \text{ t/m}^3$
 $c' = 0.059 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi' = 28.59^\circ$
 $T.V. = 0.16 \text{ kg/cm}^2$



PROFIEL 1 BORING 5 MONSTER 9
 DIEPTÉ 2.25 - 2.45 m - MV = 3.85 - 4.05 m - N.A.P.
 GRONDSOORT: veen (iets) riet-zegge, onder met bos
 $\gamma_{\text{voor}} = 1.02 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat}} = 1.01 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{nat}} = 1.02 \text{ t/m}^3$
 $c' = 0.070 \text{ kg/cm}^2$
 $\phi' = 26.29^\circ$
 $T.V. = 0.23 \text{ kg/cm}^2$



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK VROUWGEEST POLDER.

CELPROEVEN

RW	A ₄	BIJL: C	3
		CO	22249-0

PROFIEL 1 BORING 5 MONSTER 10A

DIEPTE 3.05 - 3.25 m - MV = 4.65 - 4.85 m - N.A.P.

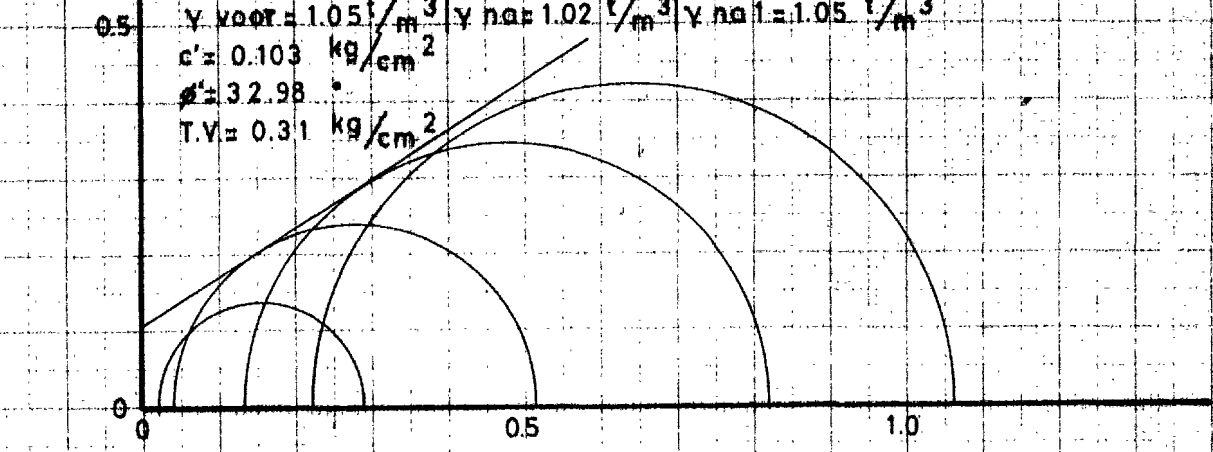
GRONDSOORT: veen (zegge-riet)

$\gamma_{\text{voor}} = 1.05 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na}} = 1.02 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na1}} = 1.05 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.103 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 32.98^\circ$

T.V. = 0.31 kg/cm^2



PROFIEL 1 BORING 5 MONSTER 10B

DIEPTE 3.55 - 3.75 m - MV = 5.15 - 5.35 m - N.A.P.

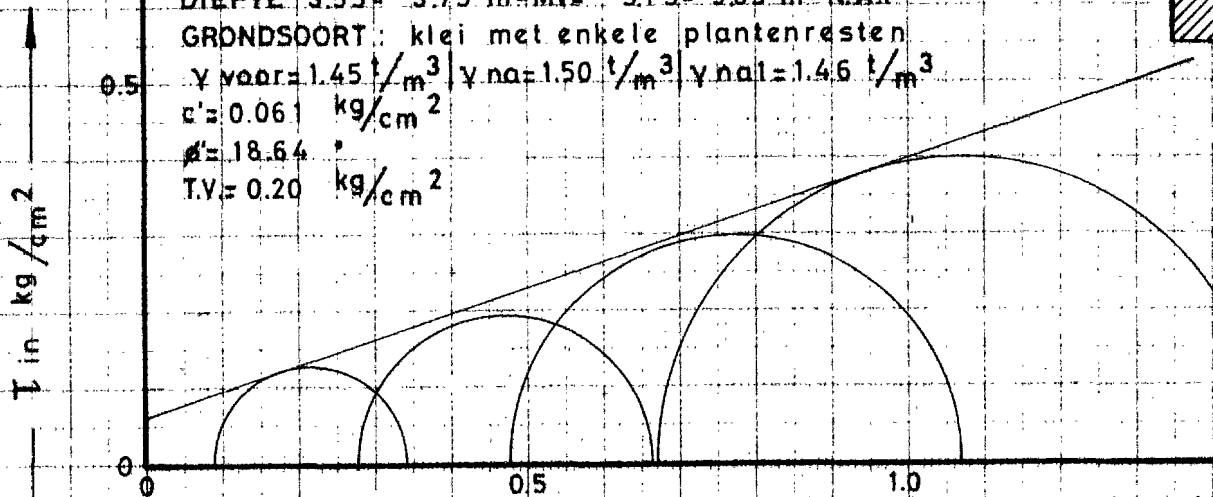
GRONDSOORT: klei met enkele plantenresten

$\gamma_{\text{voor}} = 1.45 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na}} = 1.50 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na1}} = 1.46 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.061 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 18.64^\circ$

T.V. = 0.20 kg/cm^2



PROFIEL 1 BORING 5 MONSTER 11

DIEPTE 4.15 - 4.35 m - MV = 5.75 - 5.95 m - N.A.P.

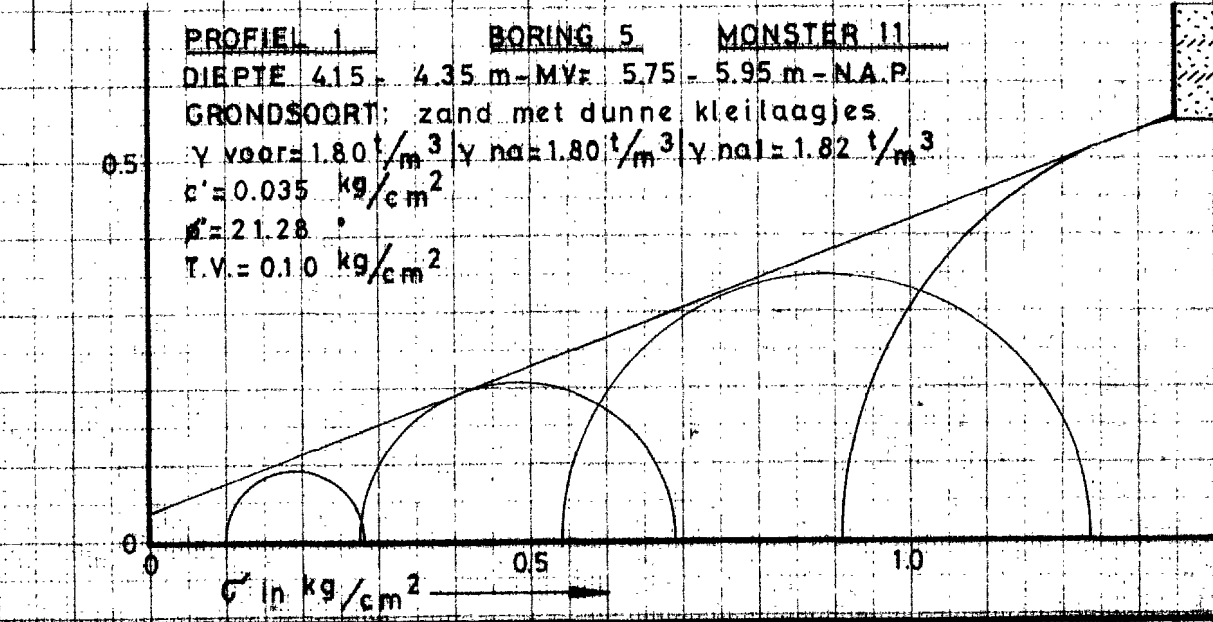
GRONDSOORT: zand met dunne kleilaagjes

$\gamma_{\text{voor}} = 1.80 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na}} = 1.80 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na1}} = 1.82 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.035 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 21.28^\circ$

T.V. = 0.10 kg/cm^2



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK VROUWGEEST POL DER.

CELPROEVEN

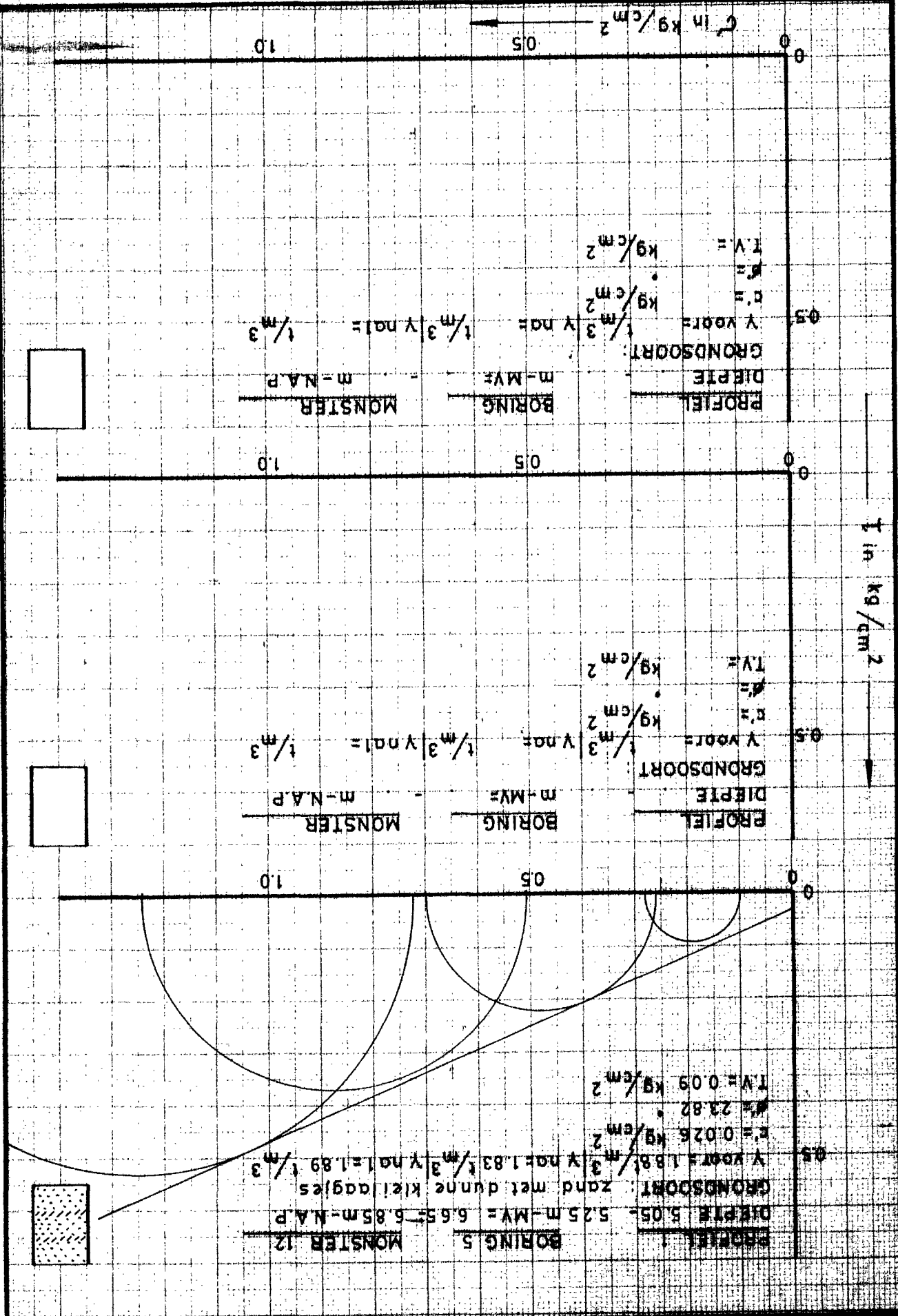
RW	BIJL. C	4
A ₄	CO.	22249-0

CELPROEVEN

KADEONDERZOEK VROUWGEEST POL DER.

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

22249-0	A ₁
Bijl. C	5



PROFIEL 1 BORING 6 MONSTER 14A

Diepte 0.92 - 1.12 m - MV = 4.17 - 4.37 m - N.A.P.

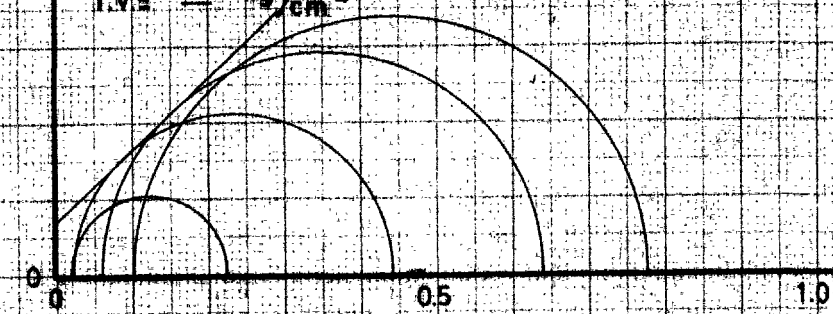
GRONDSOORT: veen (helde-mos)

$\gamma_{voor} = 1.00 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na1} = 1.02 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na2} = 1.00 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.066 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 44.20^\circ$

T.V. = — kg/cm^2



PROFIEL 1 BORING 6 MONSTER 14B

Diepte 1.32 - 1.52 m - MV = 4.57 - 4.77 m - N.A.P.

GRONDSOORT: veen (zegge-riet)

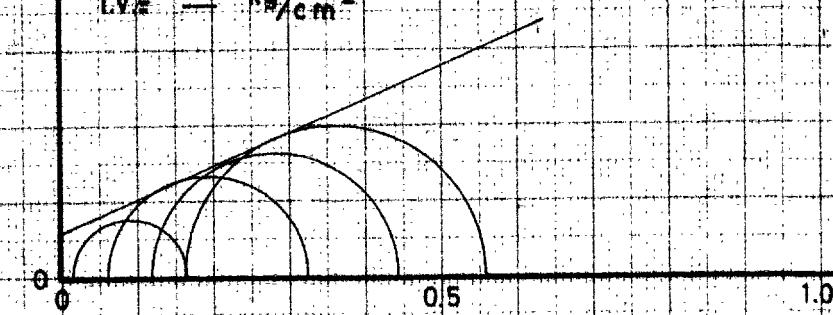
$\gamma_{voor} = 1.04 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na1} = 1.02 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na2} = 1.04 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.057 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 24.26^\circ$

T.V. = — kg/cm^2

tau in kg/cm^2



PROFIEL 1 BORING 6 MONSTER 15A

Diepte 1.72 - 1.92 m - MV = 4.97 - 5.17 m - N.A.P.

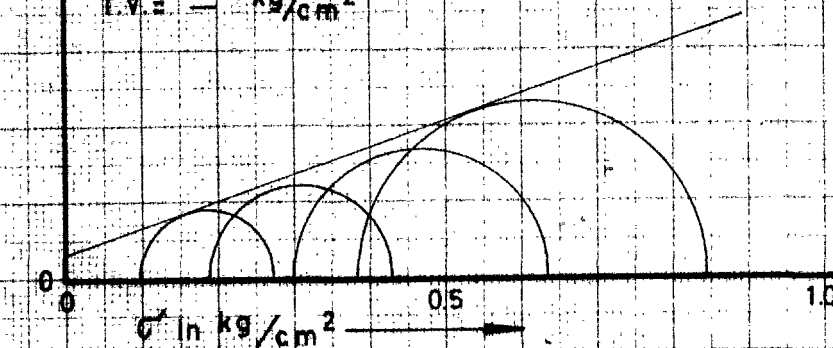
GRONDSOORT: klei met plantenresten

$\gamma_{voor} = 1.38 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na1} = 1.43 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{na2} = 1.40 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.030 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 19.08^\circ$

T.V. = — kg/cm^2



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK VROUWGEEST POLDER.

CELPROEVEN

Q _w	BIJL: C 6
A ₄	CO: 22249-0

PROFIEL 1 BORING 6 MONSTER 15B

DIEPTE 2.52 - 2.72 m - MV = 5.77 - 5.97 m - N.A.P.

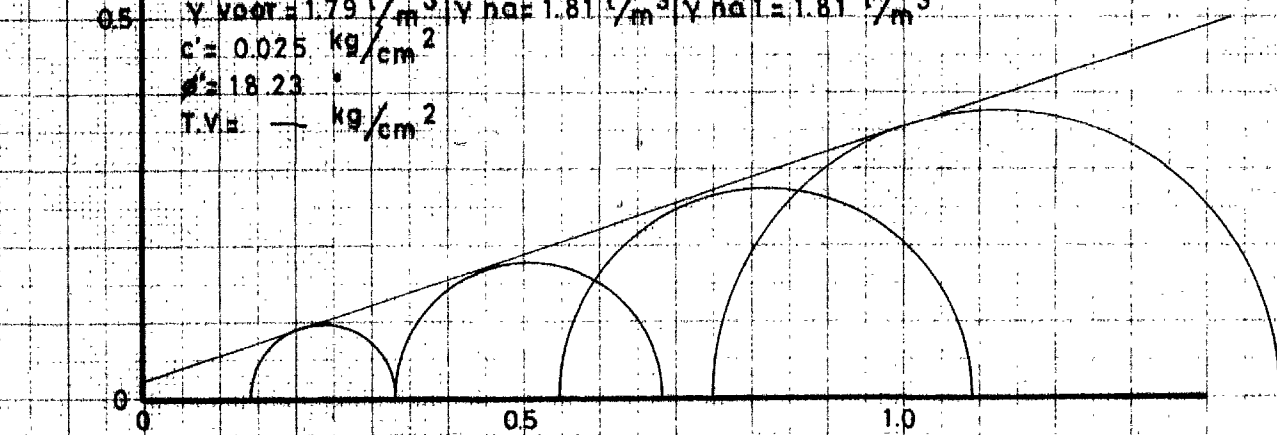
GRONDSOORT: zand met dunne kleilaagjes

$\gamma_{\text{voor}} = 1.79 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na}} = 1.81 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na1}} = 1.81 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.025 \text{ kg/cm}^2$

$\phi' = 18.23^\circ$

T.V. = — kg/cm^2



PROFIEL 1 BORING 6 MONSTER 16

DIEPTE 3.25 - 3.45 m - MV = 6.35 - 6.55 m - N.A.P.

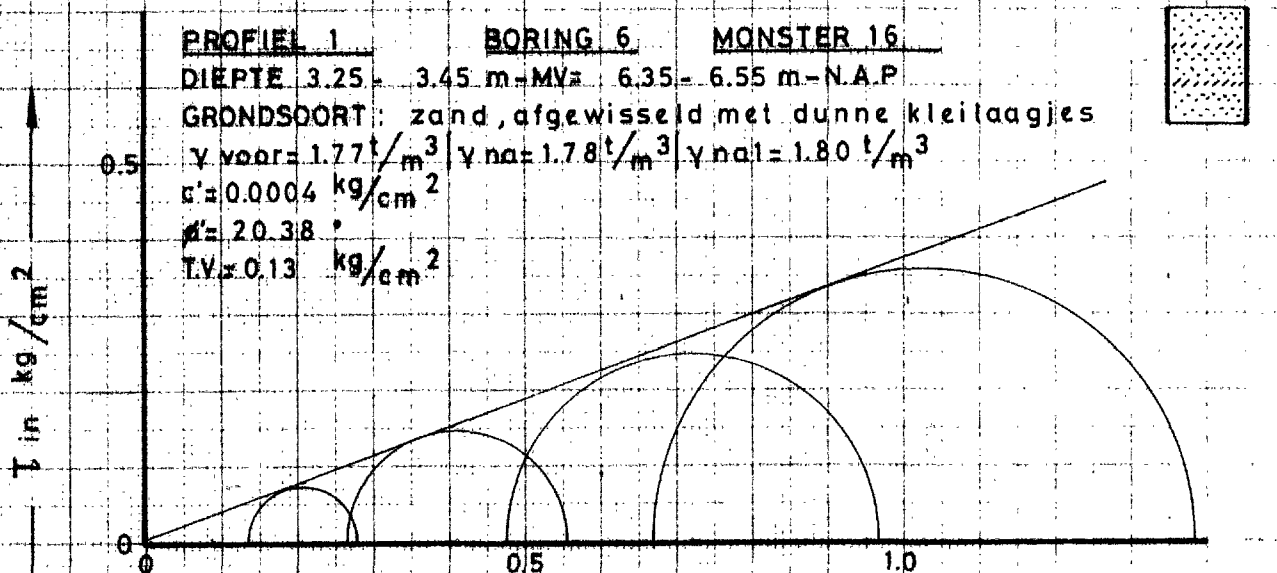
GRONDSOORT: zand, afgewisseld met dunne kleilaagjes

$\gamma_{\text{voor}} = 1.77 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na}} = 1.78 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na1}} = 1.80 \text{ t/m}^3$

$c' = 0.0004 \text{ kg/cm}^2$

$\phi' = 20.38^\circ$

T.V. = 0.13 kg/cm^2



PROFIEL 1 BORING 4 MONSTER 5

DIEPTE 4.30 - 4.50 m - MV = 4.60 - 4.80 m - N.A.P.

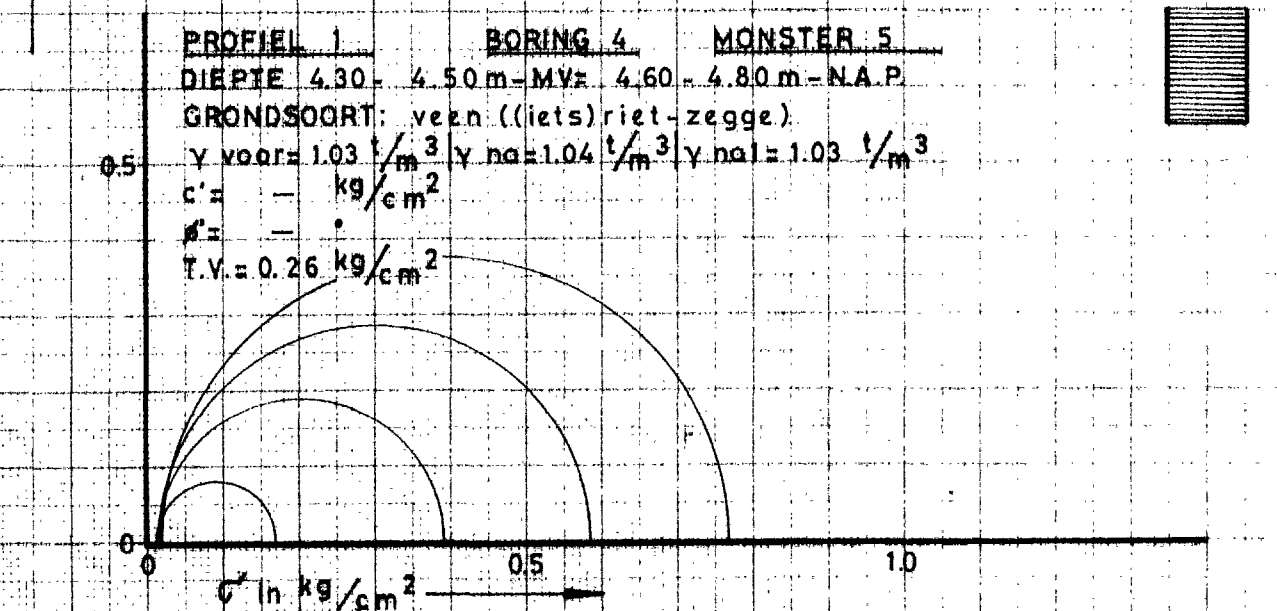
GRONDSOORT: veen ((iets) riet-zegge)

$\gamma_{\text{voor}} = 1.03 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na}} = 1.04 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{\text{na1}} = 1.03 \text{ t/m}^3$

$c' = — \text{kg/cm}^2$

$\phi' = —^\circ$

T.V. = 0.26 kg/cm^2

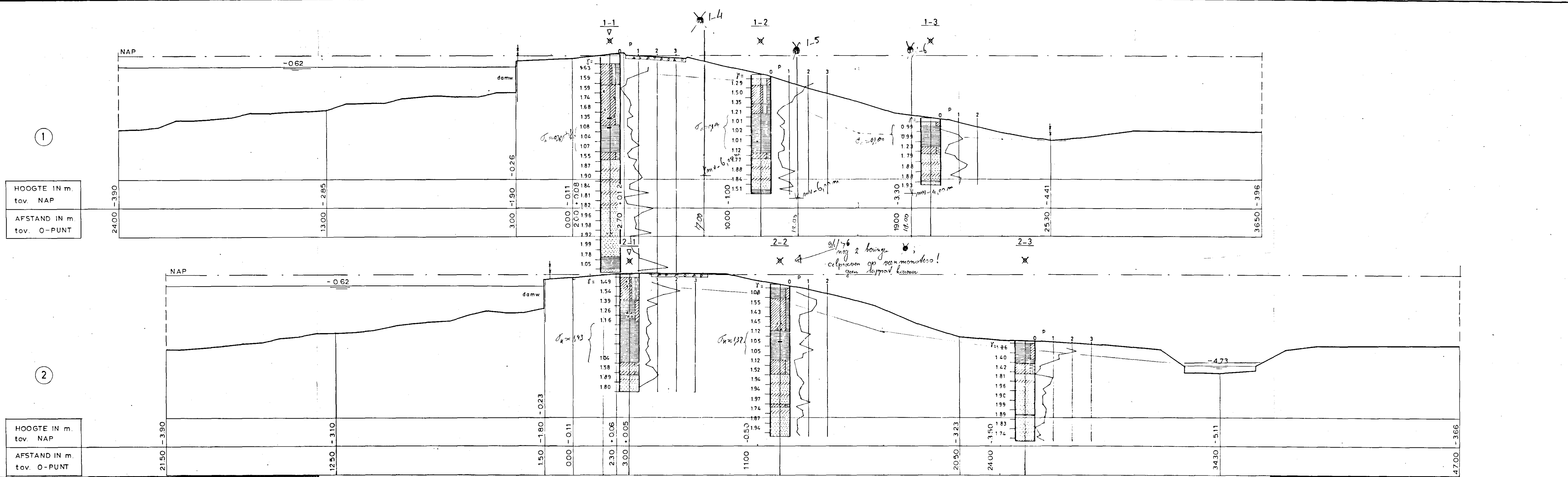


LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK VROUWGEEST POL DER.

CELPROEVEN

	BIJL: C	7
	A ₄	CO: 22249-0



HOOGTE IN m.
tov. NAP

AFSTAND IN m.
tov. O-PUNT

HOOGTE IN m.
tov. NAP

AFSTAND IN m.
tov. O-PUNT

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK VROUWGEESTPOLDER.

SCHAAL 1:100

DWARSPROFIELEN 1 en 2

BIJL: D 1

CO-22249-0

LEGENDA ZIE BIJLAGE 0

DWARSPROFIELEN 1 en 2
POLDER VROUWGEEST

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

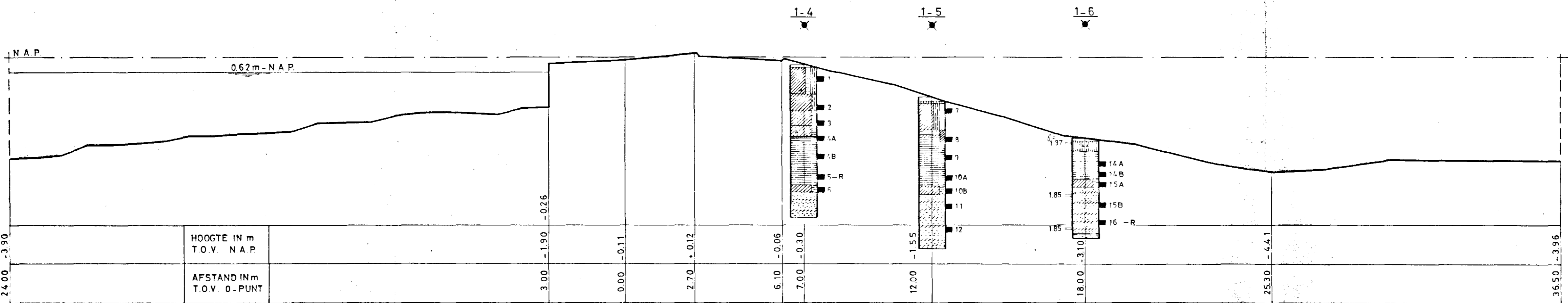
BIJLAGE

SCHAAL 1:100

A 5

WERKNR
TEK NR 74.98

①



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK POLDER VROUWGEEST.	AN	BIJL. D 2
DWARSPROFIEL 1	30 70	CO-22249-0

SCHAAL 1:100

LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0

CO-22249-0

BORING 1-1



— 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

A: 163 159 168 108 107 187 184 182 198 199
 B: 159 174 135 104 155 190 181 196 192 178 105

VOLUME - GEWICHT

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

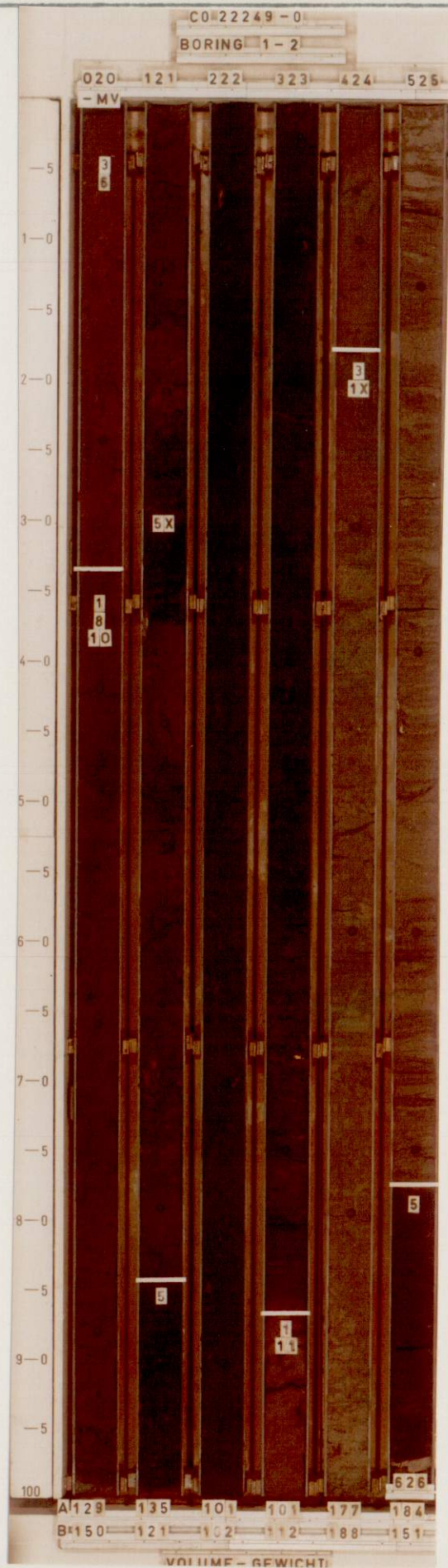
KADEONDERZOEK POLDER VROUWGEEST.

BIJL. F 1

FOTO BORING : 1-1

A₄

CO:22249-0



— 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 DELET

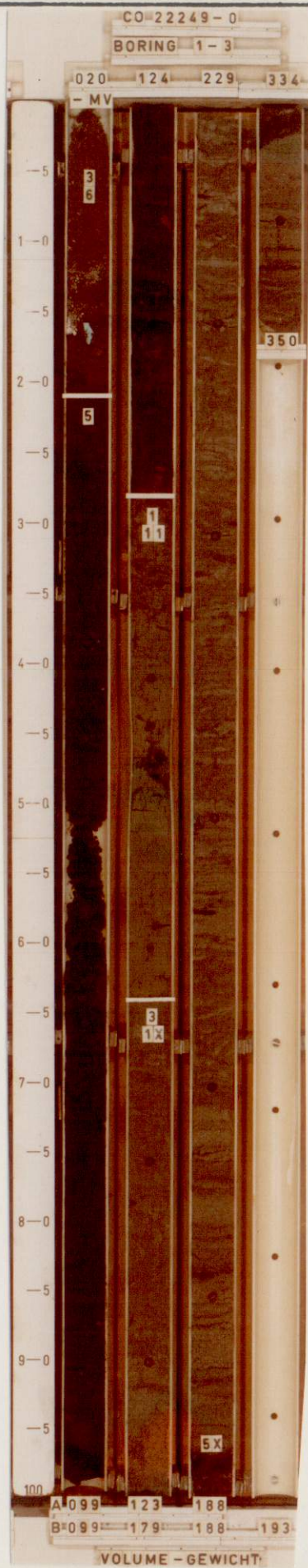
KADEONDERZOEK POLDER VROUWGEEST.

BIJL F 2

FOTO BORING : 1-2

A₄

CO 22249-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

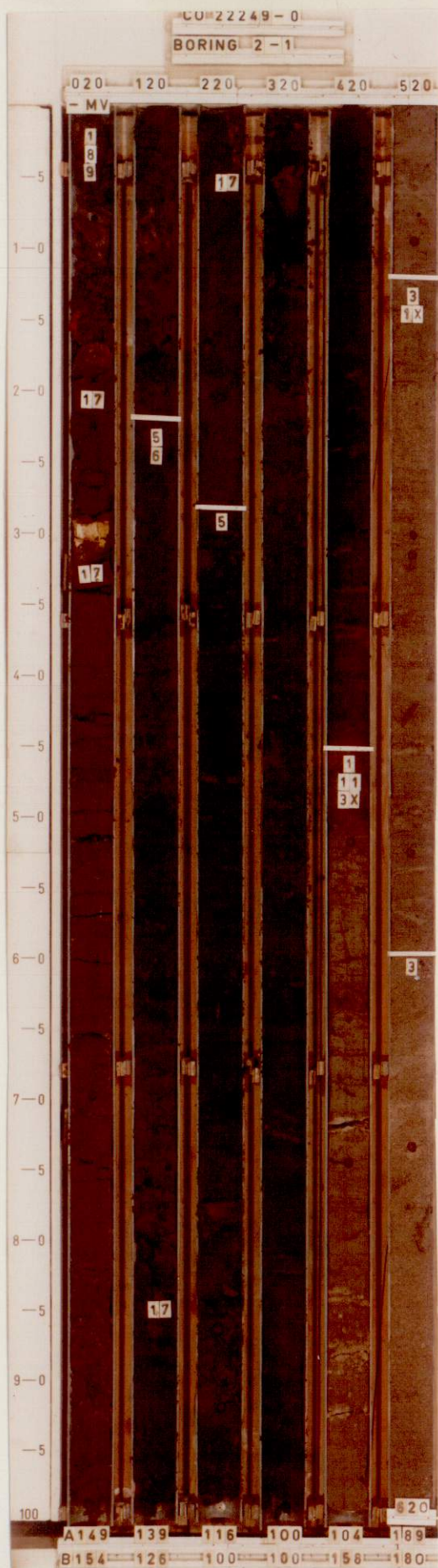
KADEONDERZOEK POLDER VROUWGEEST.

BIJL. F 3

FOTO BORING : 1-3

A₄

CO-22249-0



— 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 POLDER VROUWGEEST.

BIJL. F 4

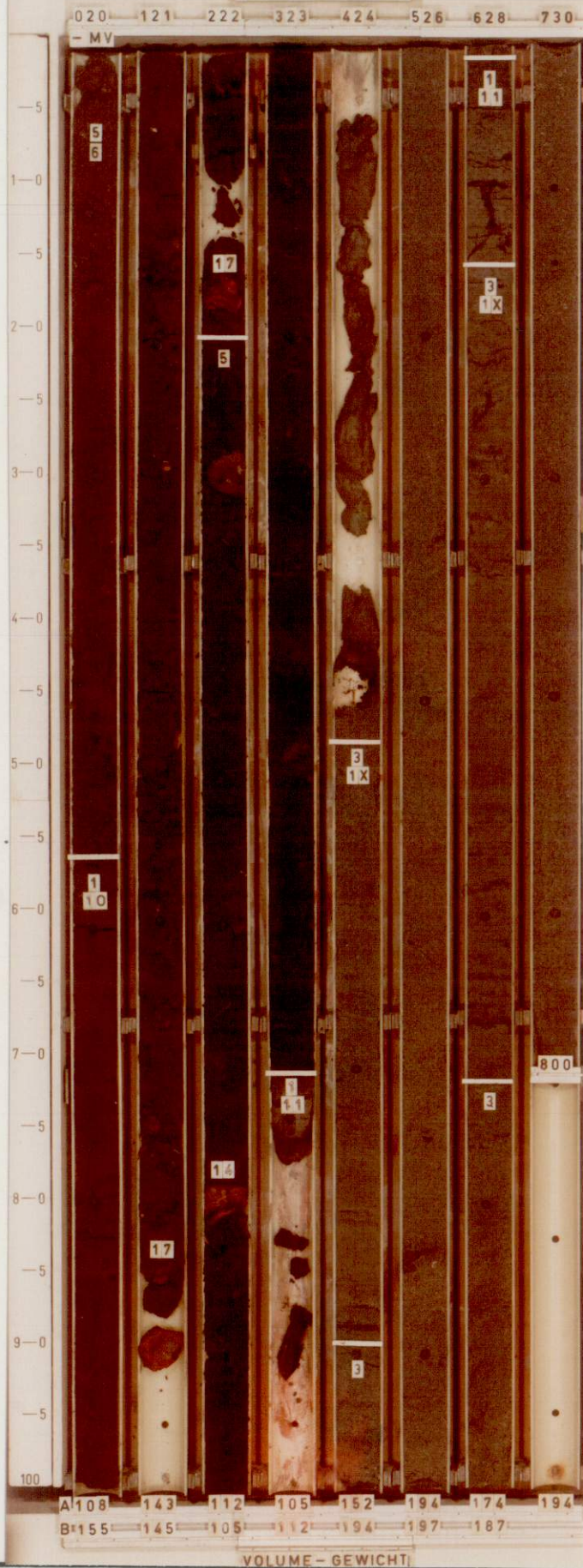
FOTO BORING : 2-1

A₄

CO 22249-0

CO 22249-0

BORING 2-2



— 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 POLDER VROUWGEEST.

FOTO BORING : 2-2

BIJL F 5

A₄

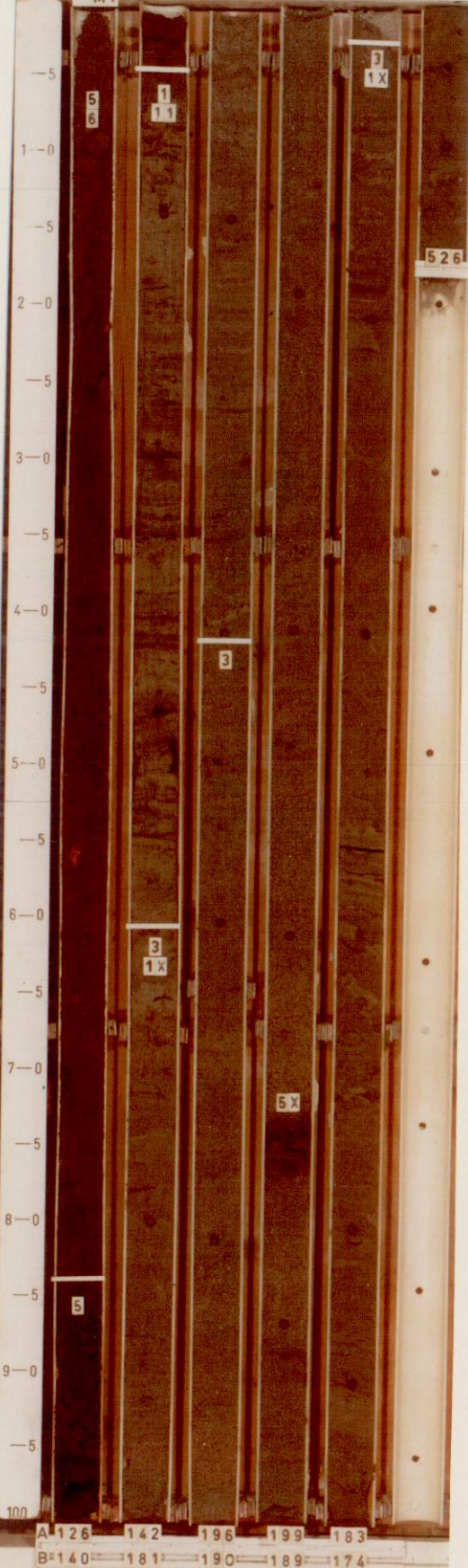
CO:22249-0

CO 22249-0

BORING 2-3

010 110 210 310 410 510

- 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 POLDER VROUWGEEST.

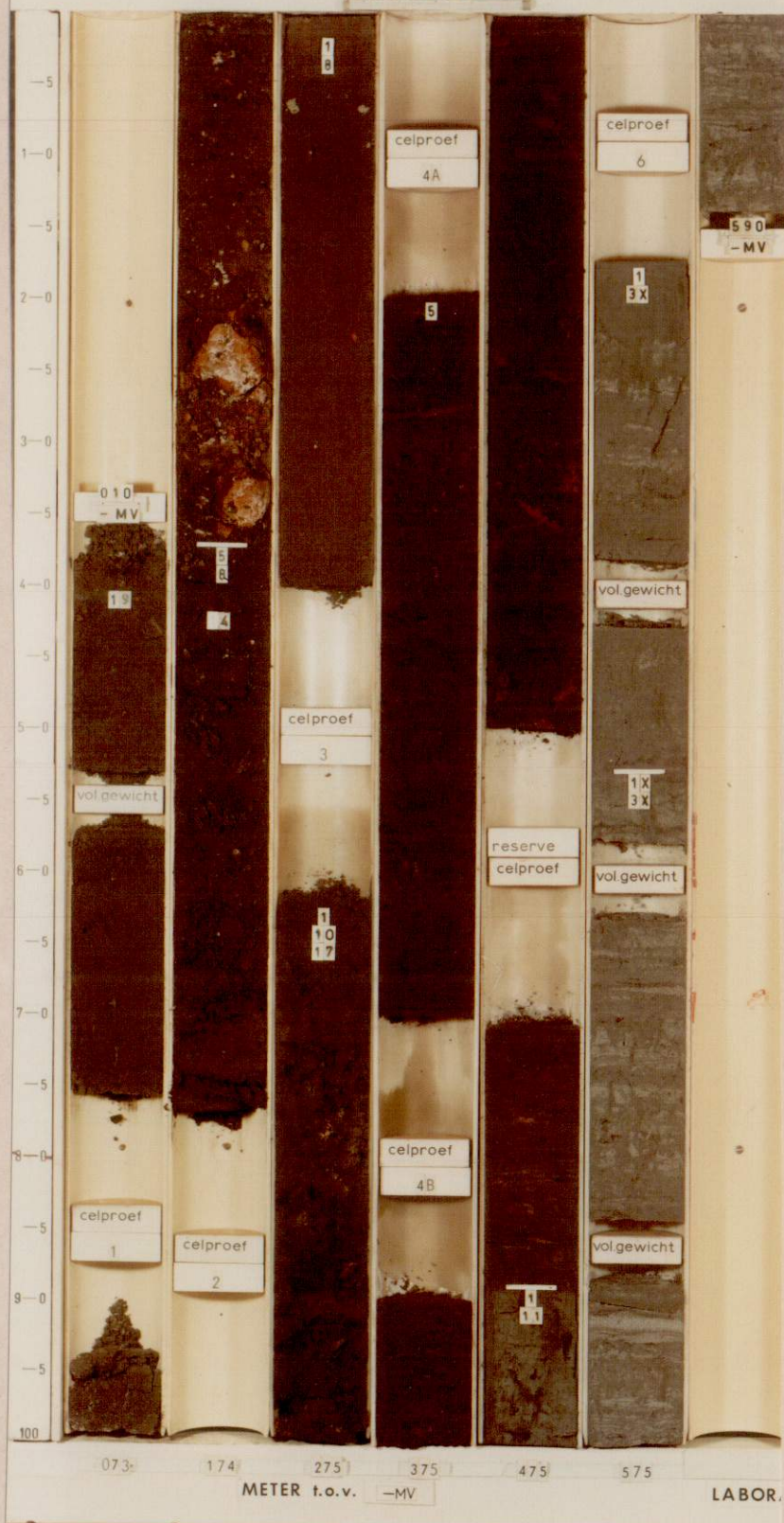
FOTO BORING : 2-3

BIJL F 6

A₄

CO 22249-0

CO22249-0
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

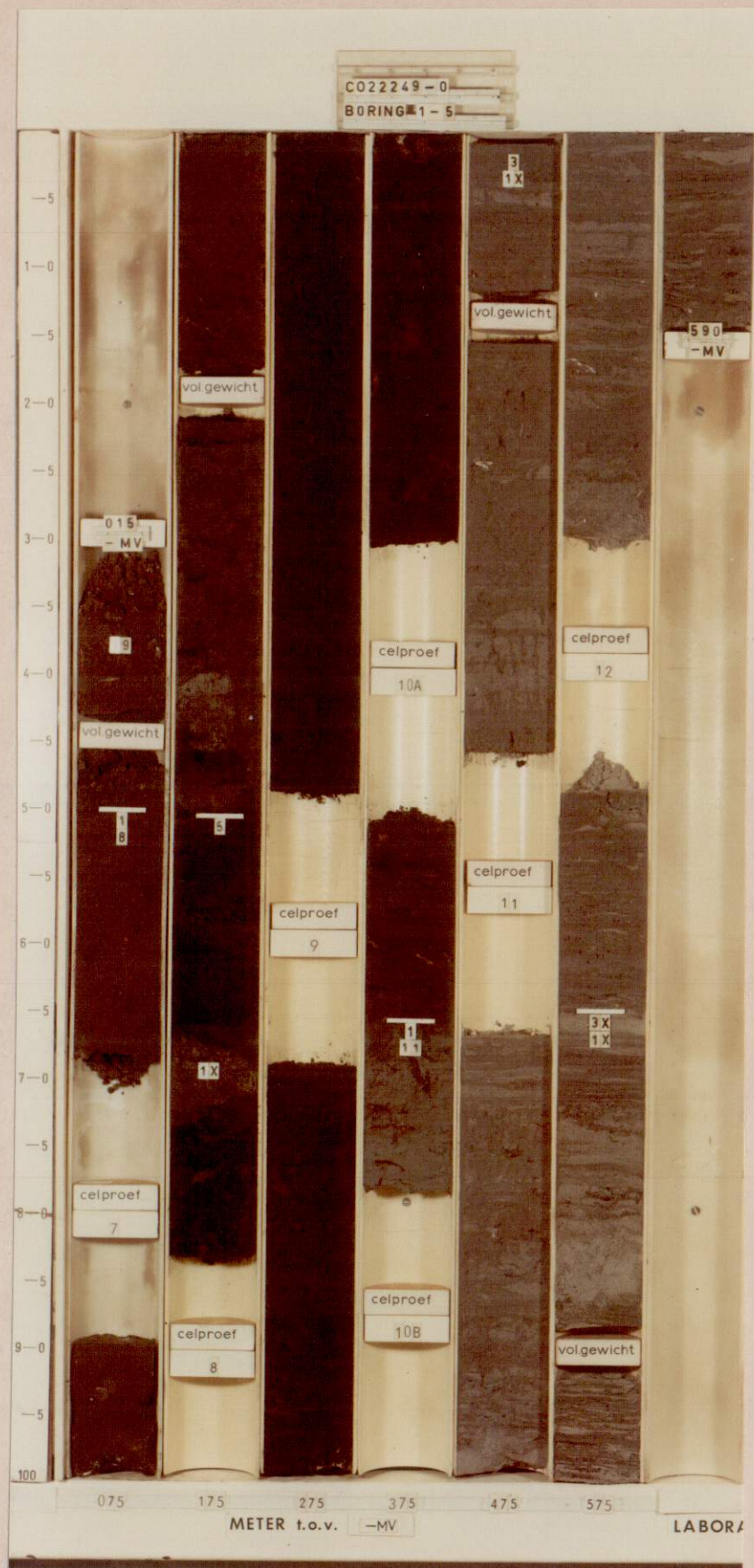
KADEONDERZOEK POLDER VROUWGEEST.

BIJL. F 7

FOTO BORING : 1-4

A₄

CO 22249-0



— LEGENDA —

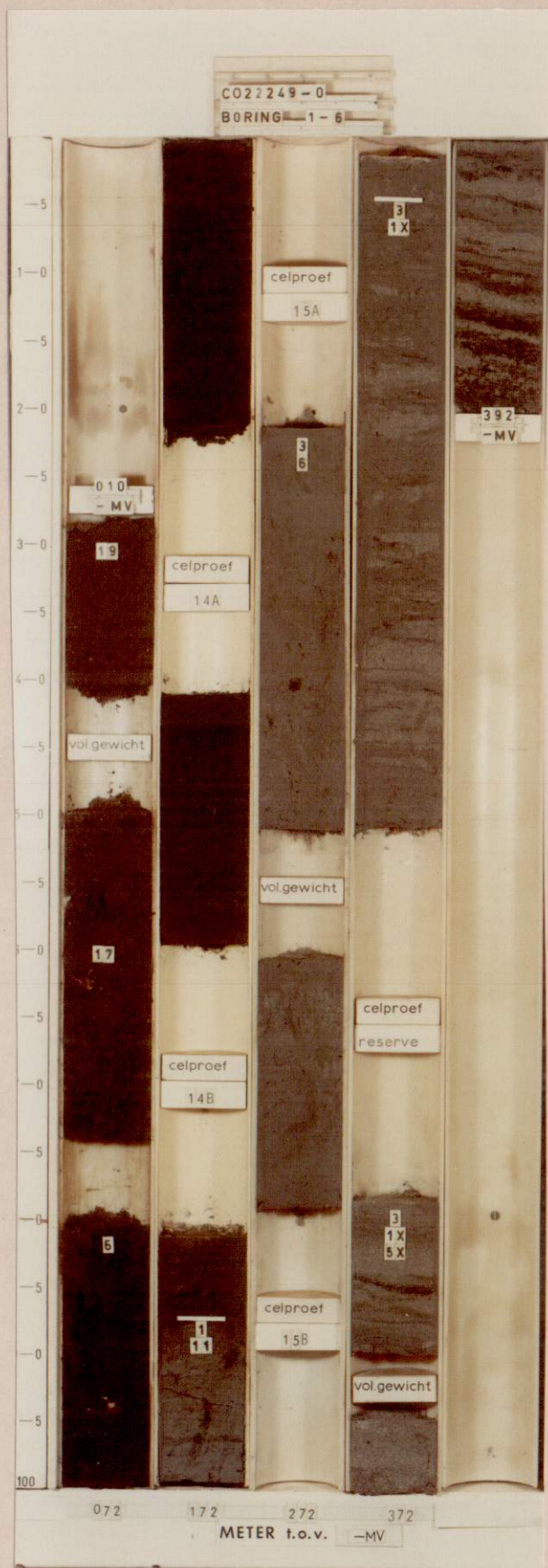
- 1 klei
- 2 zand fijn
- 3 zand
- 4 zand grof
- 5 veen
- 6 kleihoudend
- 7 sliohoudend
- 8 zandhoudend
- 9 humushoudend
- 10 veenhoudend
- 11 plantenresten
- 12 schelpen
- 13 grind
- 14 houtresten
- 15 keileem
- 16 leem
- 17 puin
- 18 koolas
- 19 teelaarde
- x laagjes
- y stukjes

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK POLDER VROUWGEEST.

FOTO BORING : 1-5

		BIJL. F 8
A ₄		CO:22249-0



— 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 POLDER VROUWGEEST.

FOTO BORING : 1-6

BIJL. F 9

A₄

CO:22249-0



— 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 VROUWGEESTPOLDER.

FOTO BORING 2-4

		BIJL. F 10
A ₄		CO 222490



— 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 VROUWGEESTPOLDER.

FOTO BORING 2-4A

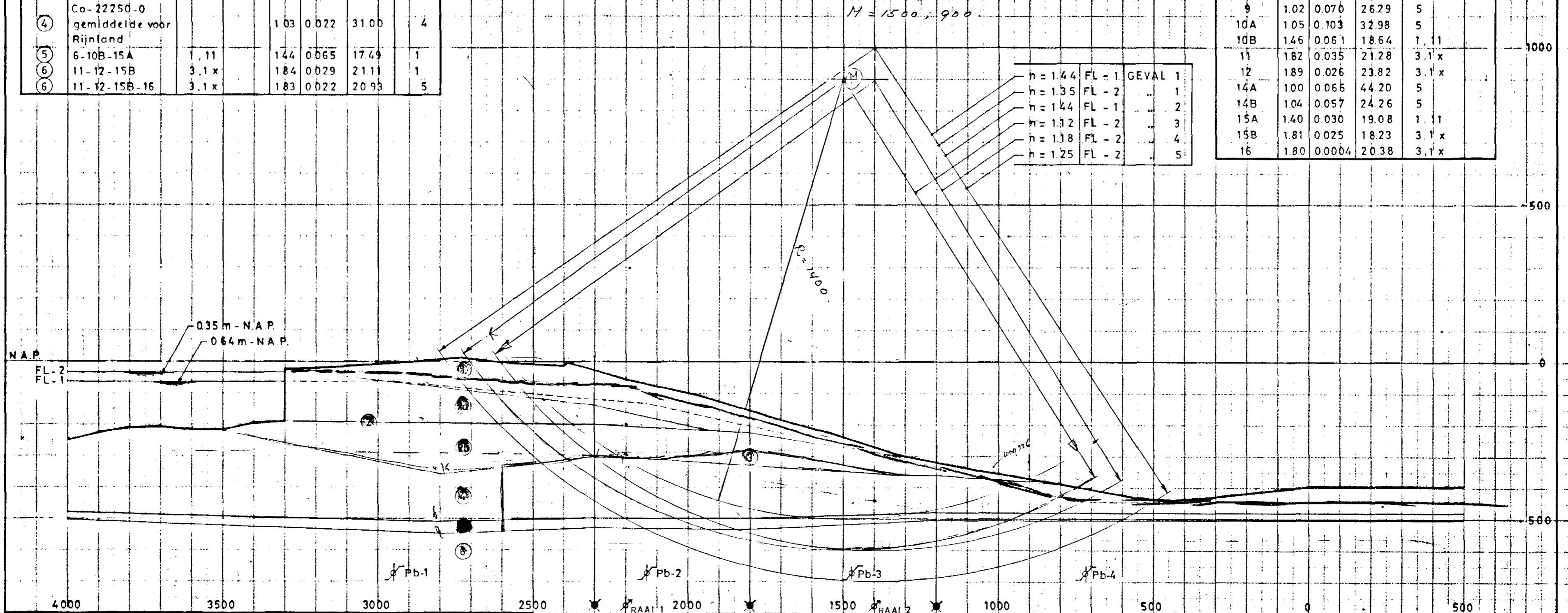
BIJL. F 11

A₄

CO: 222490

LAAG	MONSTER	GRONDSOORT	γ	c'	ϕ'	GEVAL
1	1-7	1, 7, 8, 9	152	0.028	24.91	1
2a	2	1, 8, 9, 11	137	0.058	22.72	1
2b	3	1, 8, 9	148	0.023	22.43	1
3	2-3	1, 8, 9, 11	141	0.041	22.58	2
4	8	5, 6	118	0.059	28.59	1
4	4A-4B-9-10A 14A-14B	5	103	0.062	33.57	1
4	waarden uit de Gnephaekpolder Co-22250-0		101	0.011	29.77	3
4	gemiddelde voor Rijnland		103	0.022	31.00	4
5	6-10B-15A	1, 11	144	0.065	17.49	1
6	11-12-15B	3, 1 x	184	0.029	21.11	1
6	11-12-15B-16	3, 1 x	183	0.022	20.93	5

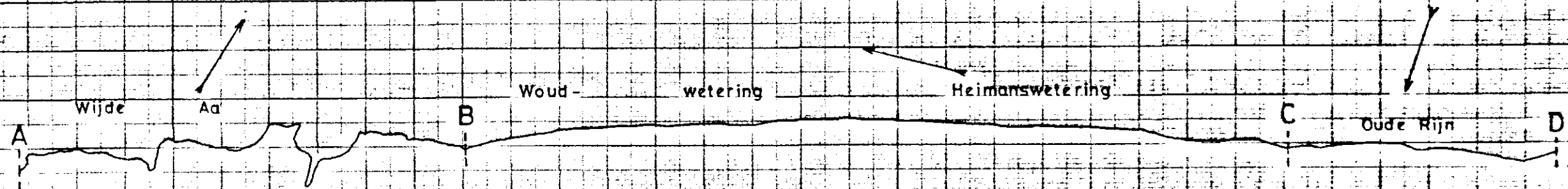
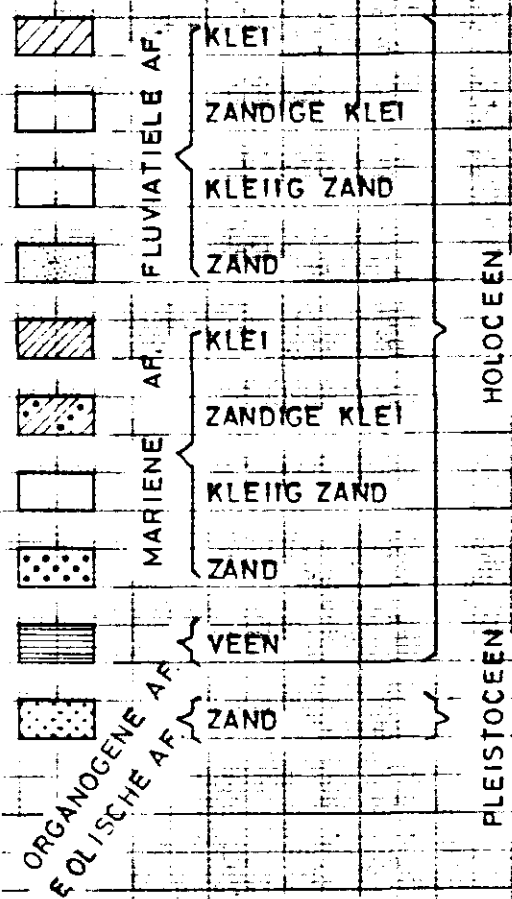
MONSTER	γ	c'	ϕ'	GRONDSOORT
1	1.65	0.041	26.60	1, 7, 8, 9
2	1.37	0.058	22.72	1, 9
3	1.48	0.023	22.43	1, 8, 9
4A	1.02	0.043	32.63	5
4B	1.05	0.034	41.08	5
5	1.03	-	-	5
6	1.45	0.105	14.74	1, 11
7	1.57	0.015	23.21	1, 8, 9
8	1.18	0.059	28.59	5, 6
9	1.02	0.070	26.29	5
10A	1.05	0.103	32.98	5
10B	1.46	0.061	18.64	1, 11
11	1.82	0.035	21.28	3, 1 x
12	1.89	0.026	23.82	3, 1 x
14A	1.00	0.066	44.20	5
14B	1.04	0.057	24.26	5
15A	1.40	0.030	19.08	1, 11
15B	1.81	0.025	18.23	3, 1 x
16	1.80	0.0004	20.38	3, 1 x



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT								
KADEONDERZOEK VROUWGEEST POLDER.	<table border="1"> <tr> <td>R_{ho}</td> <td>BIJL. G 1</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>CO-22249-0</td> </tr> </table>	R_{ho}	BIJL. G 1	30		60	CO-22249-0	
R_{ho}		BIJL. G 1						
30								
60	CO-22249-0							
SCHAAL 1:100								
GLIJVLAKKEN PROFIEL 1								

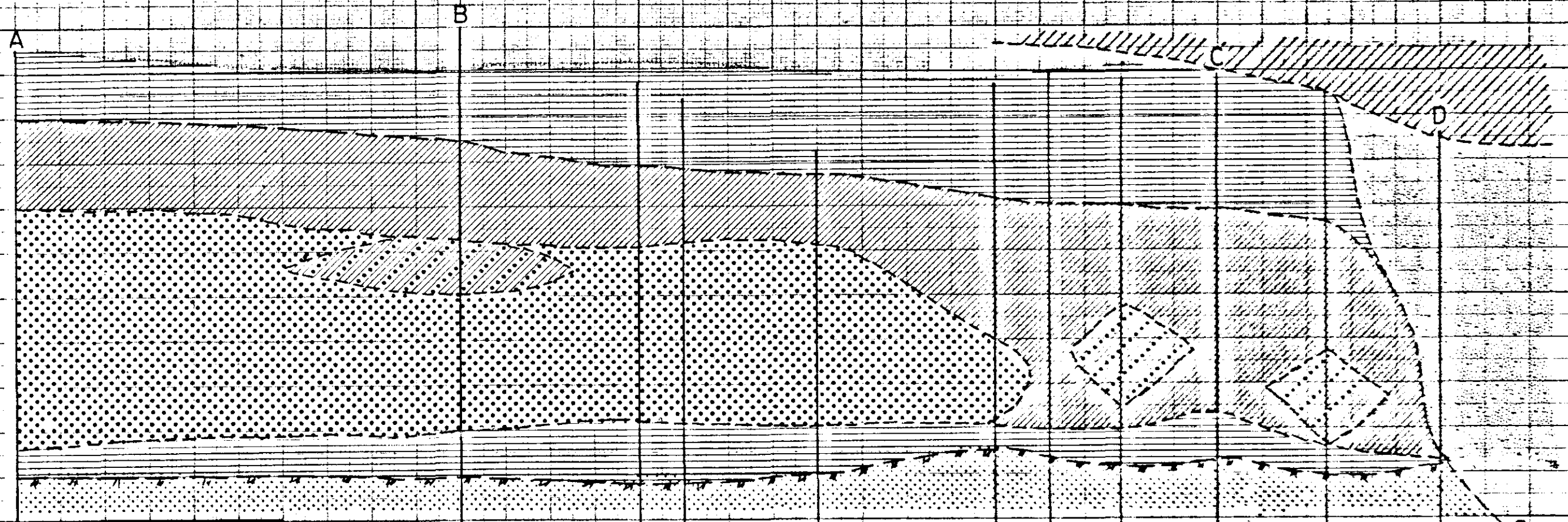
LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0

LEGENDA



NAP 0

0 NAP



horizontale schaal 1:25.000
 verticale schaal 1:100


LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK OUDENDIJK - VROUWGEEST EN GNEPHOEKPOLDER	810 249223	BIJL. K-1
GEOLOGISCH PROFIEL	3 0	CO -22248-0
	6 0	-22249-0
		-22250-0

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

- 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

γ = 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
 ϕ' = hoek van inwendige wrijving

 = beproefd monster - C = celproef


γ = volume gewicht

H = horizontale doorlatendheid


V = verticale doorlatendheid

Sa = samendrukkingsproef


R = 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

ϕ = waterspanningsmeter

ϕ = peilbuis



zand



klei



veen



planten-
resten



hout



slib



puin



grind



teel-
aarde



schelpen



koolas



humus



leem



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK VROUWGEESTPOLDER.

BIJLAGE 

LEGENDA

A₄

CO-22249-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK POLDER VROUWGEEST

BIJL: P1

SITUATIE

SCHAAL 1:25.000

A4

CO-22249-0

SITUATIE DWARSPROFIELEN

POLDER VROUWGEEST

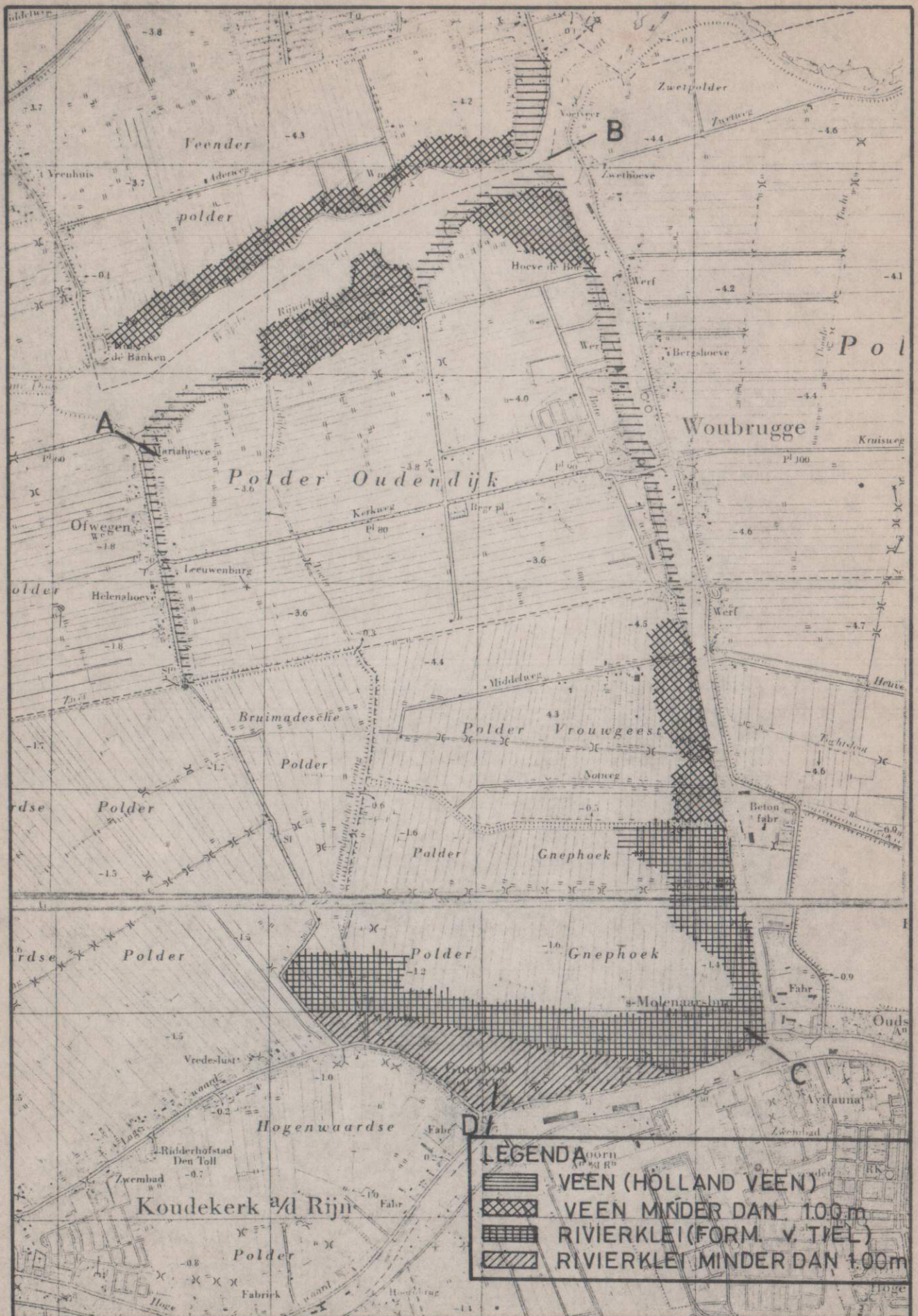
SCHAAL 1:25.000

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem	get	gez
COW	L.S.	
1974	3-74	

A1

WERKNR.
TEK. NR. 74.96



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK OUDENDIJK - VROUWGEEST EN
GNEPHOEK POLDER.

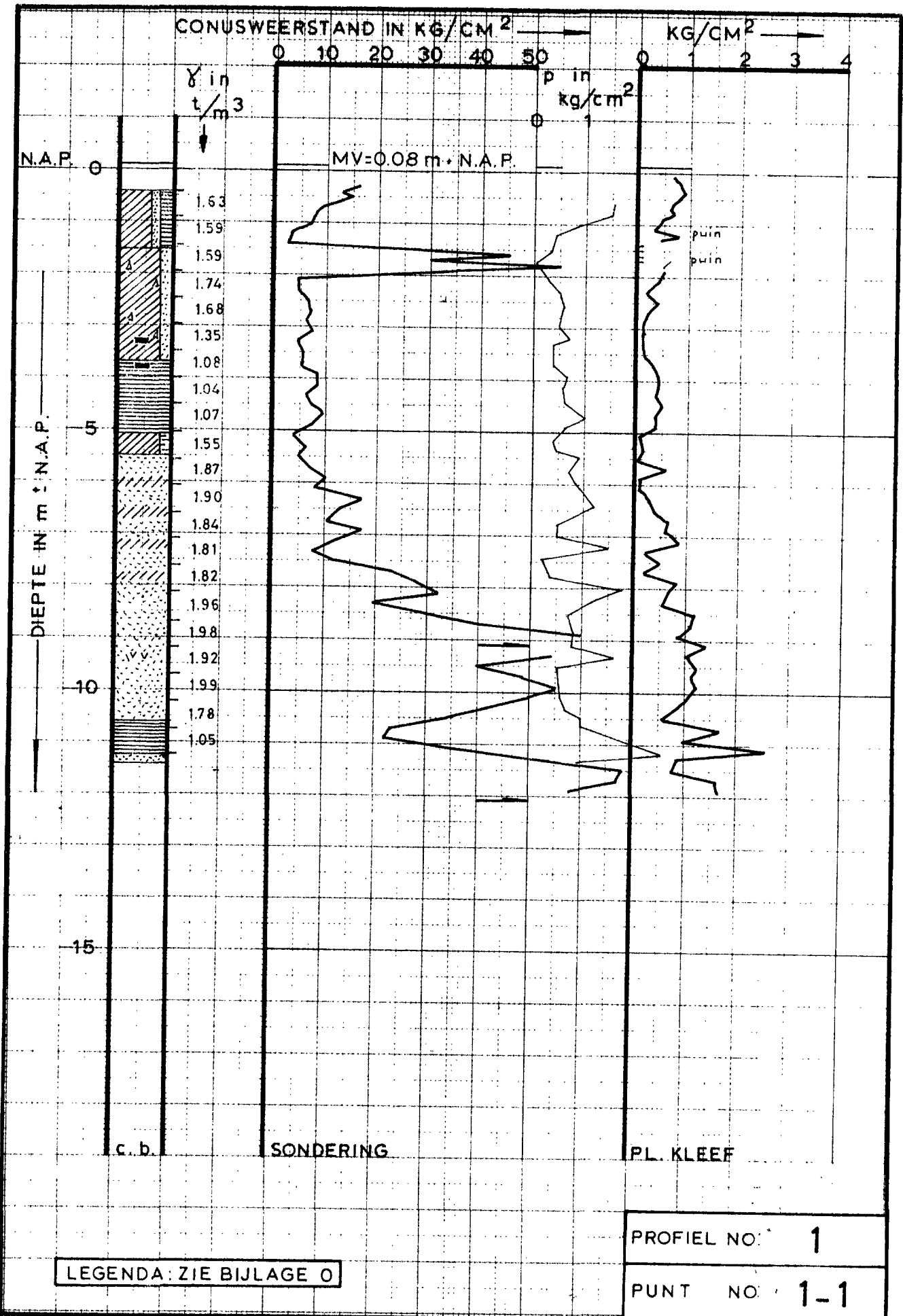
SITUATIE

SCHAAL 1:25.000

A 4

BIJL: P 2

- 22248-0
CO - 22249-0
- 22250-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK POLDER VROUWGEEST.

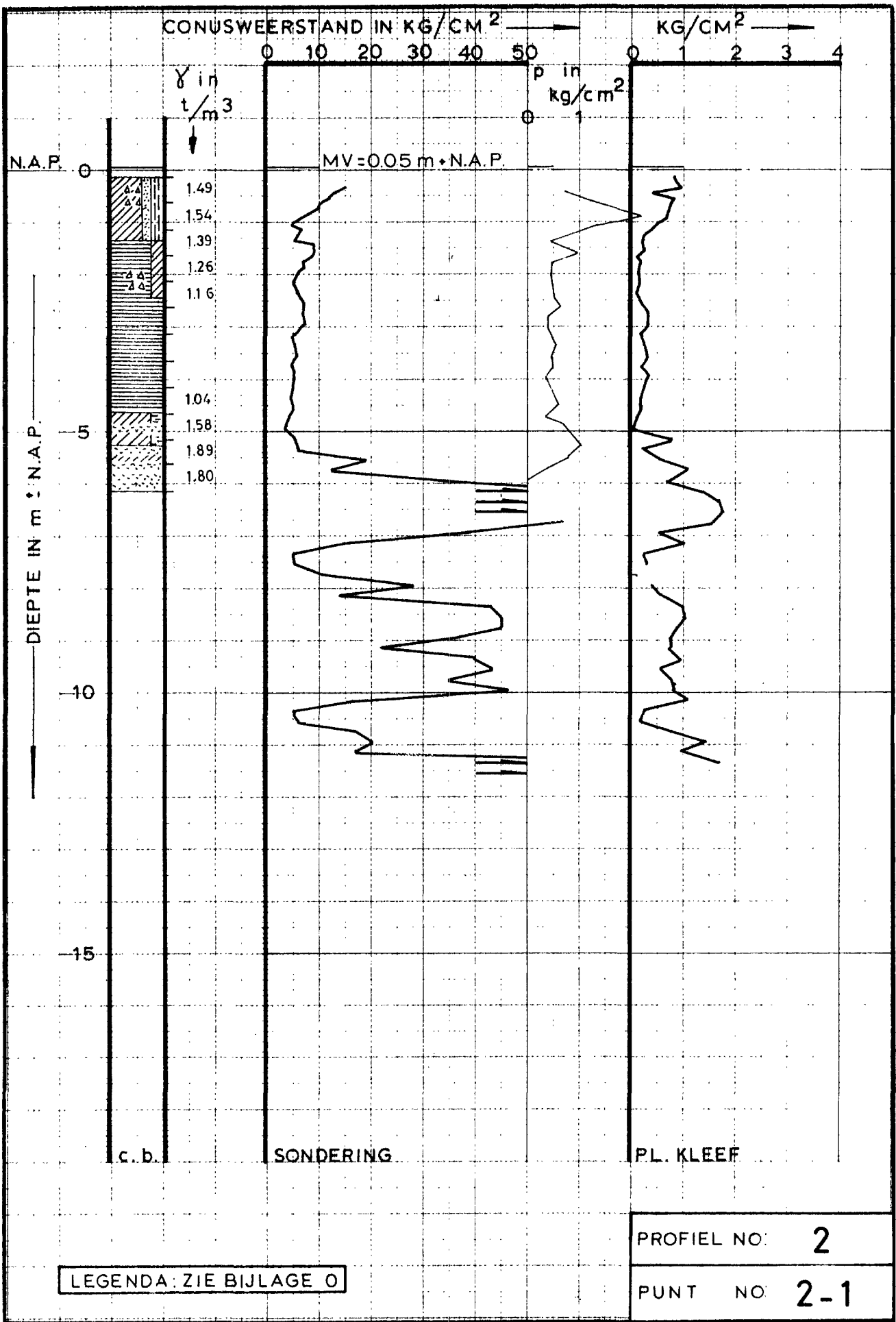
RW
740620

BIJL S1

BORING, SONDERING EN PL. KLEEF

A₄

CO-22249-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK POLDER VRCUWGEEST.

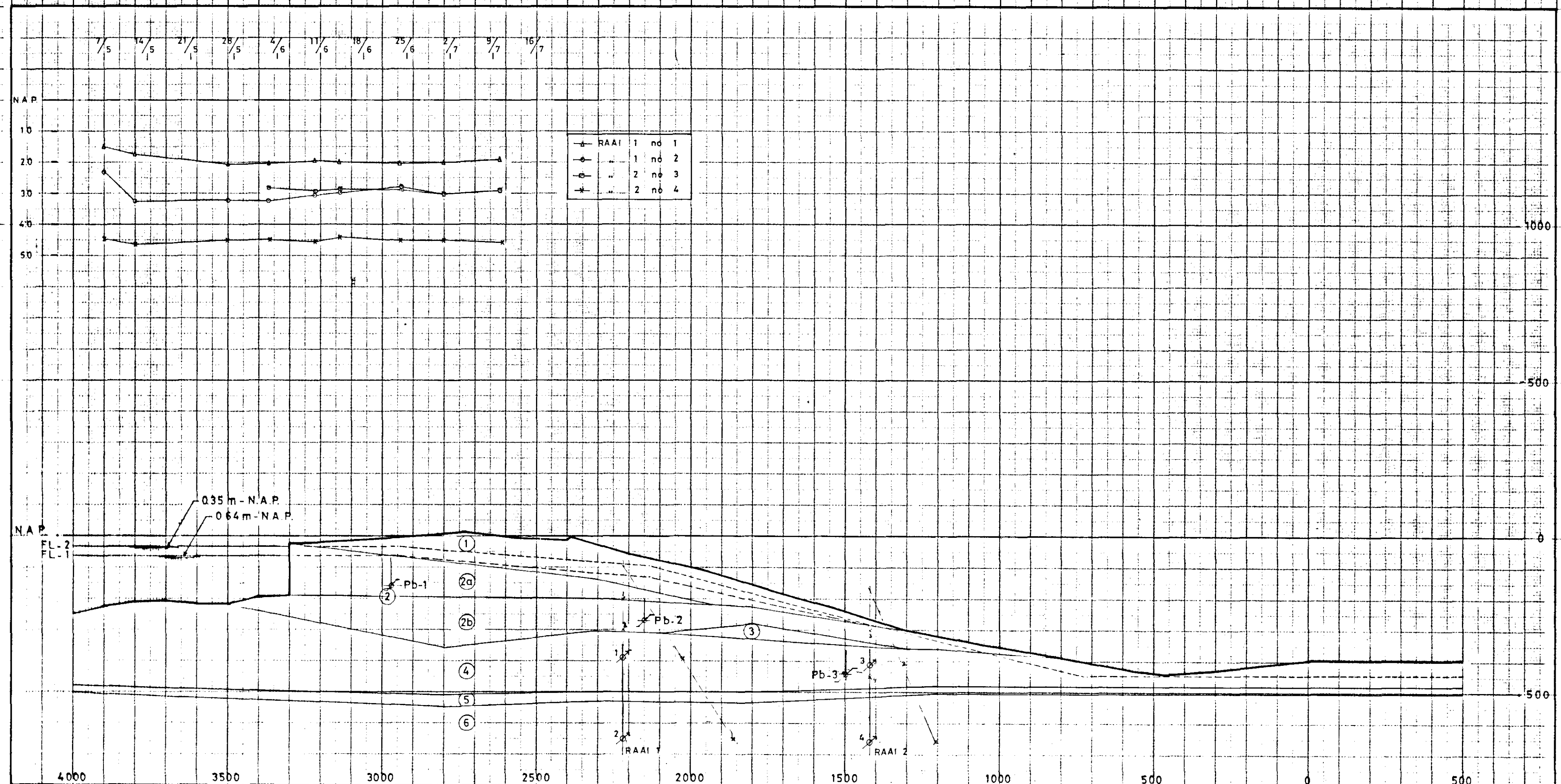
910
740612

BIJL S 2

BORING, SONDERING EN PL. KLEEF

A₄

CO-22249-0



LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA TE DELFT

KADEONDERZOEK VROUWGEEST POLDER.

WATERSPANNINGS-
METINGEN PROFIEL 1

SCHAAL 1:100

30	BIJL. W 1
60	CO-22249-0

LEGENDA: ZIE BIJLAGE 0