Beschouwing van de resultaten van de celproeven
van het systematisch kade-onderzoek.

januari 1975.

Bijlagenr.	Omschrijving.	Tek.nr.
1A	Celproefresultaten van oude zeeklei- en veenmonsters Delfland	A2-74.179
2A	Celproefresultaten van de oude zee-klei Delfland	A2-74.180
2B	Celproefresultaten van de oude zee-klei Delfland	A2-74.181
2C	Celproefresultaten van de oude zee-klei Delfland	A2-74.182
3A	Celproefresultaten van de oude zee-klei Delfland	A2-74.183
4A	Celproefresultaten van de oude zee-klei Rijnland	A2-74.184
4B	Celproefresultaten van de oude zee-klei Rijnland	A2-74.185
5A	Celproefresultaten zand (slibhoudend) onder oude zeeklei Delfland en Rijnland	A2-74.186
6A	Celproefresultaten van veen Delfland	A2-74.187
6B	Celproefresultaten van veen Delfland	A2-74.188
7A	Celproefresultaten van veen Delfland	A2-74.189
7B	Celproefresultaten van veen Delfland	A2-74.190
8A	Celproefresultaten van veen Rijnland en Delfland	A2-74.191
8B	Celproefresultaten van veen Rijnland en Delfland	A2-74.192

Inhoudsopgave.

Hoofdstuk.	Omschrijving.	blz.
1.	Inleiding	1
2.	Probleemstelling	2
3.	De bepaling van het sterkte-gedrag van grond	5
4.	Presentatie van de celproef-resultaten	7
5.	Beschrijving van de resultaten	9
6.	De oude zeeklei-laag	11
7.	Veen	15
8.	Samenvatting en conclusies	22
9.	Aanbeveling tot nader onder-zoek	24

1. Inleiding

De beoordeling van een kade vindt plaats nadat uit een voor-onderzoek een indruk is verkregen van de lagenopbouw en de profielvorm. Voor die kadegedeelten waarvan aan de stabiliteit wordt getwijfeld, vindt een stabiliteitsonderzoek plaats.
Hiertoe wordt voor een profiel dat representatief geacht wordt voor het beschouwde kadegedeelte, een glijvlakberekening gemaakt.
De laagverdeling berust op visuele waarnemingen aan de gemaakte boringen, waarbij de sterkte-eigenschappen worden verkregen door in het laboratorium een aantal monsters uit iedere laag te beproeven.
Het stochastische karakter van de ingevoerde grootheden, randvoorwaarden en schematisaties wordt hierbij onderkend en getracht is een schatting te geven van de mate waarin de verschillende onzekerheden hun invloed hebben op de evenwichtsfactor (zie: het Systematisch Kade-onderzoek 1972, C.O.W.).
Hierbij is van een aantal aannames uitgegaan, zoals nog niet erg betrouwbare frequentieverdelingen en foutschattingen. Bij het voortschrijden van het onderzoek komen echter steeds meer gegevens omtrent deze grootheden ter beschikking, zodat een bezinning van destijds gemaakte aannamen van tijd tot tijd zinvol en noodzakelijk is. Ook is, door de groeiende ervaring, bezinning noodzakelijk met betrekking tot de wijze waarop het onderzoek thans wordt uitgevoerd.
In deze nota zal aandacht besteed worden aan de vraag in hoeverre het sterktegedrag*) van een bepaald aantal monsters werkelijk representatief is voor het sterktegedrag van de laag waaruit ze afkomstig zijn. Tevens zullen aanbevelingen gedaan worden voor verder onderzoek om enerzijds vragen te beantwoorden waarop in deze nota door gebrek aan gegevens niet kan worden ingegaan en anderzijds de in deze nota getrokken conclusies nader te toetsen.

---

*) zie De bepaling van het sterktegedrag blz.5.

2. Probleemstelling.

Bij het kade-onderzoek wordt het sterktegedrag van een grondlaag bepaald door het beproeven van een beperkt aantal monsters uit de betrokken laag. De monsters zijn afkomstig uit één profiel. Er zijn drie redenen te noemen waarom aan de representativiteit van de monsters getwijfeld kan worden:

1. Het aantal monsters is te klein, waardoor een grote toevalsafwijking kan ontstaan. Deze toevalsafwijkingen geven een vertekend beeld van het totaal van de eigenschappen van de betrokken grondlaag.
2. Binnen een dwarsprofiel kunnen de omstandigheden waaronder een laag van gelijke grondsamenstelling verkeert, sterk verschillen. Wanneer deze omstandigheden het sterktegedrag van de laag beïnvloeden, zijn de genomen monsters niet representatief voor de gehele laag, maar ieder monster slechts voor dat gedeelte dat onder gelijke omstandigheden verkeert. Een duidelijk voorbeeld van deze veranderende omstandigheden is de terreinspanning. Bij veen kunnen verschillen in voorbelasting op den duur leiden tot verschillen in de mate waarin een monster is samengeperst. Het is voorstelbaar dat dit een structuurverandering veroorzaakt, waardoor het samengeperste veen een ander sterktegedrag krijgt.
3. Er treedt een variatie op in de sterkte-eigenschappen van een grondlaag in de kade, zowel in de dwars- als in de lengterichting.
   Om praktische redenen zijn steeds alle monsters uit één profiel afkomstig zodat wel een indruk verkregen kan worden van de sterkte-eigenschappen en de variatie daarin, binnen het profiel maar niet van die in de lengterichting van de kade. Omdat de afstanden tussen de boringen in één profiel klein zijn, in vergelijking met de lengte van het te onderzoeken kadegedeelte, is een generalisatie van de waargenomen sterkte-eigenschappen in één profiel naar die van het gehele kadegedeelte niet zonder meer toegestaan.

De meest directe manier om een inzicht in de hier opgeroepen problemen te verkrijgen, in het bijzonder in het derde probleem welke in feite een fundamentele aanname in het stabiliteits-

onderzoek vormt, zou mogelijk zijn door meerdere profielen in één kade te onderzoeken.
Een dergelijke aanpak zou echter zeer kostbaar zijn en voor een systematisch onderzoek van alle boezemkaden in het gehele land ook veel te omslachtig èn tijdrovend.
Het verdient daarom de voorkeur om eerst te trachten inzicht te krijgen in deze problemen met behulp van de gegevens van het tot nu toe verrichtte systematische onderzoek.
Kenmerkend voor dit onderzoek is dat steeds één profiel representatief gesteld wordt voor een bepaalde kade of kadegedeelte. Hierbij wordt reeds uitgegaan van de aanname dat het sterktegedrag van een laag in de lengterichting van de kade niet of weinig verandert. Als gevolg hiervan is het dichtsbijzijnde volgende profiel meestal kenmerkend voor een afwijkende kade of kadegedeelte. Deze afwijkingen manifesteren zich meestal in een andere profielvorm of grondsamenstelling van het kadelichaam, dat over het algemeen gedeeltelijk uit opgestort materiaal bestaat en zeer heterogeen is. Het maken van een geschematiseerde laagopbouw en het toekennen van een representatieve sterkte aan deze lagen stuit daarom op grote onzekerheden, vooral wat betreft de representativiteit in de lengterichting.
Met het beschikbare materiaal is hier nog weinig inzicht in te krijgen en een algemene behandeling van dit opgestorte deel van de kade is daarom niet mogelijk. Een aanvullend onderzoek hiernaar is noodzakelijk. De laagopbouw in de ondergrond van de verschillende kaden vertoont daarentegen meer overeenkomst. Zo wordt in bijna alle profielen van Delfland en Rijnland een laag oude zeeklei aangetroffen, die in de verschillende profielen wat betreft de samenstelling vrij veel overeenkomst vertoont.
Deze laag oude zeeklei behoort tot de bovenste afzettingen van de Calais-formatie.
Direct boven deze zeeklei bevindt zich meestal een laag Hollandveen, die in alle grondeigenschappen zeer duidelijk verschilt van de kleisoorten. In het veen zelf zijn echter verschillende soorten te onderscheiden die vooral wat betreft de ontstaanswijze van elkaar verschillen. De invloed op de sterkte-eigenschappen is tot nu toe niet duidelijk aantoonbaar.

In Delfland en Rijnland spelen beide lagen een belangrijke rol in de stabiliteit van de kade omdat meestal een aanzienlijk deel van de ongunstige glijcirkel door deze lagen gaat. Een onderzoek naar het sterktegedrag van deze karakteristieke lagen en de variatie hierin over een bepaald gebied werd daarom zinvol geacht. Wanneer blijkt dat de sterkte-eigenschappen van één van deze lagen over een zeker gebied slechts geringe variaties vertonen, is dit een belangrijke aanwijzing dat de gevonden waarden inderdaad representatief zijn voor een hele kade.

3. De bepaling van het sterktegedrag van grond

Alvorens het onderzoek naar het sterktegedrag van de beschouwde lagen te beginnen, wordt eerst zeer beknopt aangegeven wat hieronder verstaan wordt en hoe dit bepaald wordt.
Bij de beoordeling van het gevaar voor afschuivingen gaat men er in het algemeen van uit dat een grondlichaam zal bezwijken als, ten gevolge van de krachten daarop, de schuifweerstand wordt overschreden. Deze schuifweerstand wordt meestal bepaald met de wet van Coulomb. Voor een willekeurig punt in een grondmassief geldt :

$$\tau_s = c' + \sigma_n \operatorname{tg} \phi'$$

waarin: τ_s = de schuifweerstand
c' = de cohesie van de grond in volledig geconsolideerde toestand
ϕ' = de hoek van inwendige wrijving van de grond in volledig geconsolideerde toestand
σ_n = de korrelspanning (normaal spanning op het glijvlak)

Het sterktegedrag van de grond wordt bepaald door beproeving van een "ongeroerd" monster in het celapparaat. Voor een uitgebreide beschrijving van de werking van het celapparaat en de uitvoering van de proef wordt verwezen naar het L.G.M.-rapport: "Geconsolideerde celproeven" door F.J.van Duren en voor enige theoretische achtergronden naar het nog uit te brengen rapport "celproeven ten behoeve van stabiliteit aan bestaande waterkeringen" door ir. P.Aanen (C.O.W.).
Bij deze beproeving worden meestal vier verticale belastingen aangebracht en de daarbij evenwichtmakende horizontale steunspanningen worden bepaald. Uit de dan gevonden combinaties van horizontale en verticale spanningen worden de parameters ϕ' en c' bepaald die het sterktegedrag beschrijven. Dit geschiedt door het trekken van de raaklijn in het diagram van Mohr aan twee bezwijkcirkels die representatief geacht worden voor de sterkte van het monster. Hoewel deze parameters een goede beschrijving van het sterktegedrag geven, zijn zij minder geschikt voor het beoordelen van verschillen of overeenkomsten.

Ogenschijnlijk grote verschillen in de c-waarden tussen overeenkomstige monsters wil nog niet zeggen dat er sprake is van een afwijkend sterktegedrag van de monsters. Steeds zal bedacht moeten worden dat deze c-waarden bepaald zijn uit een extrapolatie van de waarnemingsresultaten en dat daardoor bij kleine verschillen in de waarnemingsresultaten grote afwijkingen in de c-waarden kunnen ontstaan.
Juist deze minder nauwkeurige c-waarde heeft een grote invloed op het sterktegedrag als de korrelspanningen laag zijn.
Bij hoge korrelspanningen daarentegen worden de grote verschillen in de c-waarden van steeds minder belang of kunnen zelfs geheel te niet gedaan worden door een tegengestelde invloed van de ϕ-waarde op het sterktegedrag.

4. Presentatie van de celproefresultaten

Om het sterktegedrag, en vooral de verschillen en overeenkomsten daarin, duidelijk naar voren te laten komen, is gekozen voor een grafische weergave. De meest voor de hand liggende presentatie lijkt het uitzetten van de verschillende omhullenden van Coulomb. Door de hoeveelheid van lijnen die ontstaat bij het uitzetten van meerdere celproeven is het vrijwel onmogelijk om de afzonderlijke lijnen nog duidelijk te herkennen. Daarom is in eerste instantie gekozen voor een enigszins afwijkende presentatie, waarbij de schuifspanning τ uitgezet wordt tegen de isotrope spanning σ_o. Deze τ en σ_o worden direct berekend uit de waarnemingsresultaten van de celproef volgens:

$$\tau = \frac{\sigma_v - \sigma_H}{2} \quad \text{en} \quad \sigma_o = \frac{\sigma_v + 2\sigma_H}{3}$$

waarin: σ_v = de verticale korrelspanning
σ_H = de horizontale korrelspanning

Wordt de omhullende van Coulomb in dezelfde figuur uitgezet, dan zijn de uitgezette punten practisch op deze omhullende gelegen. Hierdoor kunnen we het sterktegedrag direct beoordelen op een manier zoals we dat reeds gewend waren. Daarom is deze manier van presentatie verkozen boven bijvoorbeeld het direct tegen elkaar uitzetten van de waargenomen combinaties van verticale en horizontale spanningen.
Andere voordelen van deze methode zijn:

1. Per celproef worden slechts vier punten uitgezet. Bij het uitzetten van een groot aantal punten in één figuur ontstaat nu toch nog een beeld dat te overzien is.
2. Alle waarnemingsresultaten blijven nu behouden en worden weergegeven. Bij het trekken van de raaklijn aan twee representatieve cirkels gaat de informatie uit de andere twee in feite verloren.
3. Direct is te zien in welk spanningsgebied het sterktegedrag door waarnemingen bepaald is.

Opmerking:
De op deze wijze berekende spanningscombinaties is exact op de raaklijn aan de cirkels gelegen als deze een hoek van $36{,}87^o$ met de horizontaal maakt.

De ϕ-waarde van veen bedraagt gemiddeld ongeveer 32°, waardoor de afwijking tussen de berekende spanningscombinatie en de raaklijn uiterst gering is. Klei heeft daarentegen een hoek ϕ van ongeveer 20°, waardoor de uitgezette punten ongeveer 5 tot 7 procent te hoog liggen ten opzichte van de omhullende van Coulomb. Bij het beoordelen van verschillen of overeenkomsten tussen de celproefresultaten van monsters heeft deze procentuele afwijking geen enkele invloed. Het bepalen van een c en tg ϕ door het trekken van een lijn door de op deze wijze bepaalde punten zou echter resulteren in circa 7% hogere waarden dan die welke verkregen zouden worden door het trekken van een raaklijn aan de cirkels. Deze verschillen zijn tot een minimum terug te brengen door voor de oude zeeklei niet τ en σ_o uit te zetten, maar het raakpunt van een lijn onder een hoek van 20° (gemiddelde hoek ϕ van oude zeeklei) aan elk van de cirkels van Mohr. De afwijkingen die nu nog bestaan doordat de werkelijke hoek ϕ niet gelijk is aan 20°, maar hier enigszins vanaf kan wijken, zijn verwaarloosbaar ten opzichte van de afwijkingen die een gevolg zijn van het niet op een rechte lijn liggen der punten.

In bijlage 1A zijn de uitgezette spanningscombinaties van veen en oude zeeklei bepaald volgens

$$\tau = \frac{\sigma_V - \sigma_H}{2} \text{ en } \sigma_o = \frac{\sigma_V + 2\,\sigma_H}{3}$$

In de daarna volgende bijlagen zijn de waarnemingen aan de oude zeeklei bewerkt volgens de tweede methode, zodat de daarin uitgezette punten direct vergelijkbaar zijn met aan de spanningscirkels getrokken raaklijnen.

5. Beschrijving van de resultaten

Delfland is gekozen als uitgangsgebied, omdat de dichtheid van het onderzoek hier relatief groot is. De celproefresultaten van de oude zeekleilaag en het Hollandveen-pakket uit een groot aantal onderzochte profielen zijn in één figuur weergegeven (bijlage 1A). Hierbij komt duidelijk het verschil in sterktegedrag van de twee grondlagen naar voren. Het toepassen van een laagscheiding in de stabiliteitsberekening is hier dus geheel op zijn plaats.

Er dient rekening mee gehouden te worden dat de eerste spanningscombinatie (en soms ook nog wel de tweede) vaak te laag gelegen zijn als gevolg van het niet voldoende terug kunnen lopen van de horizontale steunspanning in het celapparaat. Het is mogelijk om in het spanningsdiagram een zone aan te geven, waar de spanningscombinaties te klein blijven en niet representatief voor het sterktegedrag van een monster. Deze zone is direct rechts gelegen van de lijn die gevormd wordt door alle spanningscombinaties met een $\sigma_H = 0$. Dit verschijnsel speelt vooral een belangrijke rol bij de monsters met een grote cohesie, waarbij het verschil tussen verticale en horizontale spanning te klein blijft om het monster te doen bezwijken.

Een tweede opmerking die gemaakt dient te worden, is dat er nogal wat twijfels bestaan of de grondsoort veen, welke een duidelijke structuur vertoont, wel volgens de gebruikelijke procedure in een celapparaat beproefd mag worden. Hiertegen zijn nogal wat theoretische bezwaren aan te voeren, waarop echter in deze nota niet wordt ingegaan. Het feit ligt er nu eenmaal dat er voor het bepalen van het sterktegedrag van veen op het ogenblik geen andere methode beschikbaar is, waarmee voldoende ervaring is opgedaan.

Het sterktegedrag van het materiaal boven het veen is minder karakteristiek. In een aantal polders in Delfland zijn hiervan de sterkte-eigenschappen nagegaan. In dit geval vormen de waarnemingsresultaten een "bundel", welke de bundels van het Hollandveen en de oude zeeklei in zijn geheel bedekt. De laagste waarden uit deze groep, die wat sterktegedrag betreft redelijk overeenkomen met de oude zeeklei, worden dikwijls aan de polderzijde vlak boven het Hollandveen aangetroffen en behoren waar-

schijnlijk tot de Duinkerke-formatie.
Van een algemene regel is echter geen sprake. Ook het vaststellen of een laag wel of niet tot de Duinkerke-formatie behoort, dan wel opgebracht materiaal is, is moeilijker dan de herkenning van de Calais-formatie.
Het zou gewenst zijn over duidelijke criteria te beschikken waarmee het verschil tussen afgezet materiaal en opgebracht materiaal aan te geven is. De spreidingen in de sterkte-eigenschappen van het opgebrachte materiaal binnen één profiel en tussen profielen onderling zijn erg groot.

6. De oude zeeklei-laag

De oude zeekleilaag, die over het algemeen direct onder het Hollandveenpakket aangetroffen wordt, behoort tot de bovenkant van de Calais-formatie. Over het algemeen is de Calais-formatie opgebouwd uit afwisselende fijnzandige lagen en kleilagen. Het pakket blijkt in het algemeen onderin zandiger ontwikkeld te zijn dan aan de bovenzijde. De bovenzijde bestaat vrijwel altijd uit een blauwgrijze slappe kleilaag, bovenin met riet- en plantenresten doorworteld, welke vroeger de oude blauwe zeeklei genoemd werd. Ter onderscheiding van de zandige formaties zal de kleiige bovenkant van de Calais-formatie in deze nota aangeduid worden met oude zeekleilaag.

Uit een beschouwing van alle boringen en monsters (ook die buiten Delfland) kan het volgende, algemene beeld gegeven worden van de bovenkant van de Calais-formatie, waarbij van boven naar beneden in een boring aangetroffen kan worden:

a) klei met planteresten/rietresten	$1{,}20 < \gamma < 1{,}45$ tf/m^3
b) klei met zandlaagjes en planteresten/ rietresten	$1{,}40 < \gamma < 1{,}60$ tf/m^3
c) klei, zandhoudend, planteresten/ rietresten	$1{,}55 < \gamma < 1{,}75$ tf/m^3
d) klei, sterk zandhouden	$1{,}70 < \gamma < 1{,}80$ tf/m^3
e) zand, slibhoudend of siltig met schelp-/planteresten en soms kleilaagjes	$1{,}75 < \gamma < 1{,}95$ tf/m^3

Duidelijk komt hierin naar voren dat het volume gewicht naar beneden toe toeneemt, als gevolg van een toenemend zandgehalte. Niet al deze onderverdelingen worden in iedere boring aangetroffen; vaak zullen één of meer ervan ontbreken.
Bij de schematisatie in lagen wordt bij de oude zeeklei (a t/m d) meestal een grove indeling gemaakt en in deze laag worden alleen laagscheidingen aangebracht als de verschillen in volume gewicht erg groot zijn. Zoals verderop zal blijken is een dergelijke schematisatie wat betreft het sterktegedrag

zeker verantwoord, omdat tussen de groepen met verschillend volume gewicht nauwelijks verschillen zijn aan te tonen.
In bijlage 2A t/m 2C is te zien hoe de bundel van alle waarnemingsresultaten van de oude zeeklei in Delfland is opgebouwd uit groepen van monsters die in de L.G.M.-rapporten in een profiel zijn samengenomen tot één laag.
Duidelijk blijkt dat de verschillende groepen zodanig verspreid in de bundel liggen dat tussen hun sterktegedrag geen significanté verschillen aantoonbaar zijn, zeker niet op grond van zo weinig monsters per groep. Bij een dergelijk klein aantal monsters is in feite alleen van een significant verschil te spreken als er meerdere bundeltjes zouden zijn die zich in hun geheel van elkaar onderscheiden en tenminste over een groot deel van het diagram geen overlappingen vertonen.
Duidelijk wel afwijkend is de bundel die gevormd wordt door de monsters 10 *) en 30 B *) uit profiel 14 van de Woudsche polder. Deze monsters zijn beschreven als zand, slibhoudend en uit het soortelijk gewicht is ook duidelijk te zien dat de fractie zand een belangrijk deel uitmaakt van de samenstelling van het monster. De monsters met beschrijving "zand" worden dan ook als een aparte groep beschouwd. Latere waarnemingen uit gebieden buiten Delfland zijn hiermee in overeenstemming.
Een ander bundeltje dat zich eveneens lijkt te onderscheiden wordt gevormd door de monsters 8 **) en 13B**) uit profiel 4 van de Klaas Engelbrechtpolder. Deze monsters hebben een vrij laag volume gewicht ($< 1{,}30$ tf/m^3) hetgeen waarschijnlijk een gevolg is van een hoog gehalte aan organisch materiaal. De hogere ϕ-waarde die bij deze monsters wordt aangetroffen zou een gevolg kunnen zijn van plantevezels die het materiaal meer structuur geven. Een dergelijke structuur zou zeer plaatselijk kunnen zijn en het is daarom beter om deze monsters niet representatief te stellen voor het sterktegedrag van de laag. De kans dat we hier te maken hebben met een toevallige afwijking is groot, gezien de waarnemingen aan overeenkomstige lagen in omringende profielen.
Omdat binnen één profiel de samenstelling van de oude zeeklei laag nogal wat verschillen vertoont, zoals duidelijk blijkt uit het volume gewicht, is aan de hand van de hele groep

*) staan op bijlage 2A aangegeven als resp. no.8 en 11(zie ook bijlage 2)
**)staan op bijlage 2B aangegeven als resp. no.15 en 17(zie ook bijlage 2)

waarnemingen getracht om na te gaan of een eventuele invloed op het sterktegedrag aantoonbaar is.
Daartoe zijn alle monsters naar hun volume gewicht in klassen onderverdeeld, omdat dit volume gewicht de enige aanwijzing vormt voor verschillen of overeenkomsten in de samenstelling (textuurbeschrijvingen ontbreken).
De grootste groep wordt vertegenwoordigd door de klasse met een volume gewicht tussen de 1,4 en 1,5 tf/m^3.
Worden de verschillende klassen, nu weer in één figuur uitgezet (bijlage 3A), dan vallen de overige klassen binnen de bundel die gevormd wordt door de klasse met een volume gewicht van 1,4 tot 1,5 tf/m^3. Alleen de klasse met een volume gewicht groter dan 1,8 tf/m^3 wijkt af en ligt hoger, hetgeen reeds eerder opgemerkt is en toegeschreven wordt aan het feit dat deze monsters tot de apart te beschouwen klasse "zand" (slibhoudend) behoren.
Nu we over een bepaald gebied éénzelfde laag hebben, waarbinnen de plaatselijke verschillen niet duidelijk groter zijn dan de variaties binnen een onderzocht profiel, kunnen we het sterktegedrag van profielen die verder buiten dit gebied gelegen zijn, hiermee vergelijken (zie bijlage 4A & 4B).
Het blijkt dat de profielen van de Hoogmadesche polder, de Oosteinderpoelpolder, de Middelveldsche Akerpolder en de Watergraafsmeer goed passen bij het sterktegedrag van de reeds eerder onderscheide laag. Dit lijkt erop te wijzen dat de bewuste "zelfde" laag zich nog ver buiten Delfland voortzet.
Afwijkend gedrag vertoonden de onderzochte profielen in de Haarlemmermeerpolder, de Purmer en de Beemster die in hun geheel boven de "Delfland bundel" liggen.
Ook een enigszins afwijkend gedrag vertoonde de Starrevaartpolder in de vorm van een hogere ϕ-waarde. In eerste instantie leek dit een nogal significante afwijking, omdat in beide profielen die van deze polder onderzocht zijn, dit gedrag waargenomen werd. Het blijkt echter, dat dit toch wel misleidend kan zijn. Uit een onlangs uitgevoerd onderzoek, dat gedaan werd in verband met een daar opgetreden afschuiving, werd gevonden dat de sterkte-eigenschappen van twee opnieuw beproefde monsters goed overeenkomen met de "Delfland bundel".

Aan de representatieviteit van de vorige monsters kan worden getwijfeld omdat, zoals blijkt, over korte afstand het sterktegedrag kán afwijken.
Dergelijke afwijkingen van een grote groep overeenkomstige monsters kunnen door zeer plaatselijke afwijkingen veroorzaakt zijn en moeten daarom min of meer als toevallig beschouwd worden. Het verdient daarom de voorkeur om het sterktegedrag van de grote groep aan te houden en alleen dán af te wijken als hiervoor aanwijsbare redenen zijn. Deze redenering zou ook nog van toepassing kunnen zijn op het profiel van de Haarlemmermeerpolder dat representatief gesteld is voor de gehele Haarlemmermeerringdijk, terwijl in de oude zeeklei laag van nabij deze ringdijk gelegen profielen (van de Middelveldsche Aker- en Oosteinderpoelpolder) lagere waarden zijn aangetroffen.
Bij de Purmer en de Beemster ligt dit enigszins anders.
Beide polders liggen ver buiten het tot nu toe beschouwde gebied en in beide polders zijn aanzienlijk hogere sterkte-eigenschappen aangetroffen. Een bevestiging op geologische gronden dat de afzettingen hier anders hebben plaatsgevonden dan in het tot nu toe beschouwde gebied (of dat de oude zeeklei hier een betere fysische rijping heeft doorgemaakt) zou het aannemen van een hoger sterktegedrag meer aannemelijk maken.

Bij de voorgaande behandeling zijn buiten beschouwing gelaten de groep monsters met een beschrijving zand, slibhoudend of zand met kleilaagjes. Deze monsters, die ook tot de Calaisformatie behoren, zijn als afzonderlijk groepen weergegeven in bijlage 5A.
Duidelijk komt naar voren dat deze zandmonsters betere sterktewaarden hebben dan de oude zeekleimonsters en dat dit steeds beter wordt naarmate het volume gewicht hoger is.

7. Veen

De bundel van waarnemingen aan veenmonsters in Delfland vertoont een vrij grote spreiding, die zowel tussen profielen onderling als binnen één profiel kan optreden. In de bijlagen 6A & 6B zijn een aantal representatieve spanningscombinaties (zie blz 6) uitgezet, waaruit blijkt hoe groot deze spreidingen in één profiel kunnen zijn.
Opvallend is dat het sterktegedrag zoals dit door de representatieve spanningscombinaties wordt bepaald, voor bijna alle monsters eenzelfde ϕ vertoont. De verschillen zitten voornamelijk in de c-waarden, die hier echter zo extreem groot kunnen zijn dat hun invloed ook nog duidelijk merkbaar is bij grotere korrelspanningen. De c- en ϕ-waarden zijn hier allebei schijnbare waarden omdat ze betrekking hebben op de spanningscombinaties waaronder de monsters in het terrein verkeerden. Voor lagere spanningen is het de vraag of het werkelijke spanningsgedrag hiermee overeenkomt. Met de huidige beproevingsmethoden zijn in dit spanningsgebied in ieder geval geen waarnemingen te bepalen.

De grote verschillen in de gemeten sterkte-eigenschappen moeten toegeschreven worden aan verschillen in de samenstelling en structuur van de beproefde monsters.
Als oorzaken van deze verschillen in deze structuur kunnen worden genoemd:

1. verschillen in ontstaanswijze van het veen
2. verschillen in de mate van verwering (oxydatie)
3. verschillen in de mate van zetting (zonder oxydatie).

Zoals uit de hierna volgende behandeling van deze drie punten zal blijken, kunnen al deze verschillen in principe optreden zowel binnen één profiel als tussen de verschillende profielen onderling. De informatie hierover is ten dele afkomstig uit de "Bodemkaart voor Nederland" (Stiboka).

Ad 1, Het milieu waarin de diverse veenvormende plantengezelschappen groeiden, was van plaats tot plaats sterk verschillend,

hetgeen invloed heeft op de samenstelling van het gevormde veen. Zo zijn er een aantal sedentatiemilieus te onderscheiden waarbij verschillende veensoorten gevormd zijn:

a) oligotroof milieu: Door aanvoer van zeer voedselarm regenwater vindt vorming van veenmosveen plaats

b) mesotroof milieu: Door aanvoer van voedselrijk en kleihoudend rivierwater wordt bosveen gevormd

c) eutroof zoet milieu: Door vermenging van het zoete rivierwater met zeewater kon zegge-, riet- en zeggerietveen gevormd worden.

Niet alleen in horizontale, maar ook in verticale richting kunnen de verschillen in veensoort vrij groot zijn. In eerste instantie was het milieu voedselrijk en brak waardoor er rietveen en zeggerietveen gevormd werd. In de omgeving van de rivieren onstond al gauw in een zoet milieu bosveen. Waar geen toevoer van zee- of rivierwater was, werd het milieu gaandeweg voedselarmer. In dit oligotrofe milieu ontstond veenmosveen en heidemosveen, dat in de middeleeuwen praktisch geheel werd afgegraven. In het westen, waar de invloed van de zee aanvankelijk nog vrij groot was, ging de vorming van rietveen, zeggerietveen en rietzeggeveen door.

Een indeling naar de veensoort is mogelijk omdat in het veen de veenvormende planten vaak nog ten dele of goed herkenbaar zijn. Deze indeling lijkt ook zinvol omdat het denkbaar is dat verschillen in samenstelling die met het oog waarneembaar zijn, ook van invloed zijn op het sterktegedrag.

Sterker afwijkende vormen in het voorkomen van veen zijn de kleiige veensoorten, waarvan de vorming heeft plaatsgevonden onder aanvoer van klei- of slibhoudend water.

Nog sterker afwijkend is het gyttja, een baggerachtig of verslagen veen, dat meestal slibrijk is. Beide soorten liggen wat betreft hun sterktegedrag tussen dat van veen en klei in hetgeen vooral naar voren komt in een afwijking van de ϕ-waarde.

Verder wijkt het soortelijk gewicht duidelijk af van dat van de hiervoor besproken veensoorten, afhankelijk van de mate waarin het slib voorkomt. Voorlopig zijn deze laatste twee afwijkende vormen buiten beschouwing gelaten.

Ad 2. Het proces van verwering begint als het veen al dan niet kunstmatig wordt ontwaterd en lucht kan toetreden. Er begint dan een biologische en biochemische afbraak van de organische stof, die ook wel wordt aangeduid met oxydatie. De celweefsels worden hierbij wel aangetast maar de oorspronkelijke structuur van de plantedelen blijft in tact. Er ontstaat een donker gekleurde meestal zwartbruine tot zwarte verweerde laag.
Door de ontwatering begint het veen irreversibel water te verliezen. De verwering en het irreversibel waterverlies, ook wel aangeduid met fysische rijping, zijn nauw met elkaar verbonden. Dit waterverlies gaat gepaard met een blijvende volumevermindering of krimp en een geringe toename van het volumegewicht. Door oxydatie (verwering) en krimp krijgt het veen een bepaalde structuur. De van oorsprong slappe veenlaag rijpt geleidelijk tot een vrij stevige grondmassa.
In de bovenste laag van het ontwaterde en (sterk) verweerde veen kan veraarding plaatsvinden. Door de invloed van bodemdieren gaat de oorspronkelijke veenstructuur geheel verloren en er ontstaat een bovengrond met nieuwe humusvormen.
De sterkte-eigenschappen kunnen ten gevolge van de verwering en de veraarding wijzigen. De mate van verwering of veraarding kan in een kade zowel in de lengte- als in de breedterichting sterk verschillen.

Ad 3. Ook kan een volumevermindering worden veroorzaakt door het uittreden van water als gevolg van een natuurlijke of kunstmatige belasting. Deze volumevermindering of zetting vindt plaats zonder oxydatie van het veen. Dit komt voornamelijk voor bij veenlagen, die beneden de gemiddelde laagste grondwaterstand liggen. Door deze zetting van de van oorsprong slappe veenlaag wordt deze samengeperst tot een steviger geheel. Binnen een dwarsprofiel kunnen de zettingen aanzienlijke verschillen vertonen.

Onder de kadelichamen zijn de korrelspanningen vaak aanzienlijk hoger dan daarbuiten.

Het nagaan van de verschillende invloeden op het sterktegedrag is geen gemakkelijke opgave, temeer omdat tijdens de uitgevoerde stabiliteitsonderzoeken het inzicht in deze materie nog niet zo ver was dat er aan deze punten speciale aandacht is besteed. Het merendeel van de informatie is pas achteraf verkregen en is vaak niet volledig. Zo zijn onlangs een groot aantal bewaard gebleven celproefmonsters alsnog gedetermineerd om de veensoort vast te stellen. In de loop der tijd zijn echter een aantal van deze monsters zoekgeraakt, zodat dit overzicht niet volledig is. Over de mate waarin een veenlaag verweerd is of zetting heeft ondergaan, is totaal geen informatie aanwezig. Wel is getracht de mate van verwering of zetting af te leiden uit het vochtgehalte en het volume gewicht, omdat zowel de verwering als de zettingen gepaard gaan met een irreversibel waterverlies en een toename van het volume gewicht. Zonder een beschrijving van de zichtbare kenmerken over de mate van verwering of zetting leek deze informatie niet voldoende betrouwbaar om hieruit conclusies te trekken. In ieder geval bleek het niet mogelijk om verschillen in het sterktegedrag met behulp van deze gegevens te verklaren.

Toch kwamen in het onderzoek een aantal zaken duidelijk naar voren:

1. De ondergrens van de waargenomen sterkte-eigenschappen aan alle veenmonsters wordt gevormd door die monsters die geen of nauwelijks zetting hebben ondergaan.
2. In deze groep komen verschillende veensoorten voor: zegge-, rietzegge-, zeggeriet- en heidemosveen. Alle veensoorten kunnen dus in principe een laag sterktegedrag vertonen.
3. De sterkte-eigenschappen van al deze verschillende veensoorten worden beter naarmate het monster meer zetting heeft ondergaan. Omdat geen directe gegevens bekend zijn over de mate waarin een monster is samengeperst, is het ook niet mogelijk om een verband te leggen met het sterktegedrag.

Hoewel over de mate van zetting van veenlagen geen directe gegevens bekend zijn, worden in Delfland een aantal veenlagen aangetroffen waarvan aangenomen mag worden dat deze nauwelijks zetting hebben ondergaan.
Voorbeeld hiervan zijn de profielen Woudsche polder nr.5, Schieveenpolder nrs 3, 4 en 7, Aalkeet Buitenpolder nr 2, Akkerdijkse polder nr 7 en Prins Alexanderpolder nr 3. (zie bijlage 7A). In deze profielen reikt de circa 3 tot 5 meter dikke veenlaag ter plaatse van de teen van de kade tot aan het maaiveld. De freatische lijn in deze pakketten staat hoog en wordt door het vaste polderpeil ook hoog gehouden.
De korrelspanningen in de gehele veenlaag (met een soortelijk gewicht van ongeveer 1,0 tf/m^3) blijven daarom zo laag dat zettingen niet of nauwelijks zijn opgetreden. Ook het proces van verwering zal hier als gevolg van de hoge grondwaterstand uitgesloten geacht kunnen worden. De toplaag van deze veenpakketten wordt meestal gevormd door veraard veen of door een dun laagje klei.
De bundels die gevormd worden door de waarnemingen aan celproeven uit de verschillende profielen overlappen elkaar geheel en vormen tezamen één, vrij smalle bundel. In deze profielen komen zegge- zeggeriet- en rietzeggeveenmonsters voor, waarbij geen onderscheid te maken is in hun sterktegedrag. Zelfs de veraarde monsters uit deze pakketten wijken niet af van de overige monsters. De totale groep van deze monsters kan gekarakteriseerd worden als "slap" veen, dat nog geen structuurveranderingen heeft ondergaan door zettingen.
Buiten Delfland worden dergelijke slappe veenlagen ook wel aangetroffen in kades waarvan het kadelichaam grotendeels uit gespaard veen bestaat. Hoewel de korrelspanningen door het lage volume gewicht van veen en de hoge freatische lijn in de kade meestal laag zijn, zijn we er toch minder zeker van dat deze lagen geen zettingen hebben ondergaan.
Deze veenkades zijn over het algemeen ontstaan doordat de veenlaag in de polder afgegraven is ten behoeve van de turfbereiding, waarbij het kadelichaam gespaard is gebleven. Voor deze turfbereiding koos men bij voorkeur het heidemosveen dat in een oligotroof milieu gevormd is (waarbij alleen toevoer van regenwater was) of het zeggeveen dat in een mesotroof milieu

gevormd is (waarbij alleen toevoer van water door kwel uit zandlagen was). Een gevolg van de geringe watertoevoer in deze milieus kan zijn geweest dat de freatische lijn vrij ver beneden het maaiveld heeft gestaan, waardoor deze veenlagen zettingen hebben ondergaan.
Ook kunnen de lage korrelspanningen in deze kaden misleidend zijn als maat voor de zetting, omdat het mogelijk is dat het maaiveld zich juist door zettingen zó heeft ingesteld dat het tot kort boven de freatische lijn reikt. En tenslotte kunnen zettingen zijn opgetreden in vroegere tijden toen de freatische lijn of het maaiveld een geheel ander verloop hadden. Naast zettingen kan juist in deze kaden de verwering een belangrijke rol spelen omdat toetreding van lucht in deze kaden goed mogelijk is.
Al deze veronderstellingen zijn moeilijk met bewijzen te staven, maar zijn hier naar voren gebracht om te trachten een verklaring te geven voor de waargenomen verschillen in het sterktegedrag van een aantal toch wel min of meer onder gelijke omstandigheden verkerende veenkaden. Zo doet het gemeten sterktegedrag van de monsters van de Middelveldsche Akerpolder en het merendeel van de monsters van de Schinkelpolder vermoeden dat deze kaden weinig zettingen hebben ondergaan (zie bijlage 8A), terwijl het sterktegedrag van de monsters in de Oosteinderpoelpolder en de gecombineerde Starrevaart en Damhouderpolder (profiel 4A) juist op zettingen wijst (zie bijlage 8B).
Verder de moeite waard om op te merken is dat in de Middelveldsche Akerpolder een paar heidemosveenmonsters voorkwamen, hetgeen aantoont dat ook deze veensoort wat betreft de sterkte-eigenschappen overeen kan komen met het slappe veen.
Van de overige onderzochte profielen in zowel Delfland als Rijnland worden de veenlagen veelal afgedekt door een wat dikker kleidek en onder de kade door het kadelichaam zelf. Door deze druk in de bovenliggende lagen is het veen in zekere mate samengeperst. Hierbij treedt meestal een verbetering van de sterkte-eigenschappen op, zoals duidelijk blijkt door de waarnemingen aan celproeven van samengeperste veenmonsters te vergelijken met die van het slappe niet samengeperste veen. De mate waarin de sterkte-eigenschappen zijn toegenomen, loopt nogal sterk uiteen en zal waarschijnlijk

wel samenhangen met de mate waarin het monster samengeperst is. De grootte van de korrelspanning, waaronder het monster in het terrein verkeerde, is hiervoor zonder enige twijfel een belangrijke indicatie, maar omdat het zetten van een veenlaag een langzaam in de tijd voortschreidend proces is, zegt deze korrelspanning op zich nog niet voldoende over de mate van zetting.
Een beschouwing van de waarnemingen toont duidelijk aan dat de hoogste sterktewaarden alleen aangetroffen worden bij monsters die onder hoge korrelspanningen (> o,2 kgf/cm^2) verkeerden. Tussen deze hoogste sterktewaarden en het slappe veen in wordt een groep aangetroffen waarvan de korrelspanningen variëren tussen de 0,1 en 0,3 kgf/cm^2.
Het is duidelijk dat er wel sprake is van een verband tussen de korrelspanningen in het terrein en het sterktegedrag, maar dit verband is toch niet zo scherp dat de sterkte-eigenschappen voldoende nauwkeurig afgeleid kunnen worden uit de korrelspanningen. Wat de invloed is van verschillen op het sterktegedrag is moeilijk na te gaan, maat het lijkt dat deze geen overheersende rol speelt. Hoewel het gemiddelde sterktegedrag van rietzeggeveen over de totale groep beschouwde monsters hoger is dan dat van het zeggeveen, dient opgemerkt te worden dat de rietzeggeveenmonsters veelal onder hoge korrelspanningen en de zeggeveenmonsters veelal onder lage korrelspanningen verkeerden. Het verschil in sterktegedrag zou daarom zowel een gevolg kunnen zijn van de korrelspanningen in het terrein als van de veensoort.
Gezien de bovengenoemde conclusie is de invloed van de korrelspanningen op het sterktegedrag duidelijker aantoonbaar.
De invloed van de veensoort is minder duidelijk, te meer omdat van de verschillende veensoorten zoals heidemos, zegge, zeggeriet en rietzegge zowel zeer hoge als zeer lage sterktewaarden bekend zijn. Een voortgezet onderzoek naar de invloed van de drie genoemde factoren (blz. 16) op het sterktegedrag van veen is noodzakelijk. Dit kan voor een belangrijk deel geschieden door bij het nog te verrichten stabiliteitsonderzoek extra aandacht aan deze factoren te besteden en te trachten een zo goed mogelijke beschrijving te geven van de veensoort en de mate waarin de lagen verweerd en samengeperst zijn.

8. Samenvatting en conclusies

1. Het kadelichaam zelf is heterogeen van opbouw, zowel binnen één profiel als in de lengterichting van de kade. Over de representativiteit van de sterkte-eigenschappen in de lengterichting is weinig informatie beschikbaar. Uiterlijke kenmerken van de kade en gegevens uit het vooronderzoek spelen een belangrijke rol bij het beoordelen van de representativiteit. De onzekerheden waarmee hier rekening gehouden dient te worden zijn moeilijk weer te geven, maar de verwachting is dat deze toch wel aanzienlijk groter zullen zijn dan in de oude zeekleilaag. Daar tegenover staat dat slechts een klein gedeelte van het ongunstigste glijvlak door het kadelichaam gaat.

2. In de ondergrond van de kade worden over het algemeen een laag Hollandveen met direct daaronder een laag oude zeeklei (Formatie van Calais) aangetroffen. In een aantal kaden in Rijnland bestaat het kadelichaam zelf grotendeels uit gespaard Hollandveen.

3. Beide lagen spelen een belangrijke rol in het stabiliteitsonderzoek omdat een groot deel van het kritieke schuifvlak door deze lagen heen gaat. De sterkte-eigenschappen van de oude zeeklei zijn erg slecht als gevolg van de slechte fysische rijping die deze klei heeft doorgemaakt. Deze laag "trekt" daarom als het ware het kritieke schuifvlak naar zich toe.

4. Tussen het sterktegedrag van het veen en de oude zeeklei bestaat een duidelijk verschil, zodat het zonder meer nodig is om een laagscheiding tussen beide grondlagen aan te brengen.

5. Ondanks vrij grote verschillen in volume gewicht komt het sterktegedrag van de oude zeeklei voor een groot aantal onderzochte profielen goed met elkaar overeen, dat wil zeggen de spreidingen in het sterktegedrag tussen de verschillende profielen zijn niet duidelijk groter dan de spreiding in het sterktegedrag tussen de monsters uit één profiel. De zeer plaatselijke afwijkingen die hierin voorkwamen, waren allen afwijkingen naar boven, zodat het sterktegedrag van de grote groep tot een veilige waarde leidt.

Beschouwen we deze grote groep van waarnemingen als afkomstig uit één verzameling, dan kunnen we de gemiddelde waarden van c en tg ϕ bepalen, alsmede de standaardafwijking in de τ-waarden langs het gehele spanningsgebied.

6. Bij veen komen grote spreidingen in het sterktegedrag voor. Juist omdat ook over korte afstand (zelfs binnen één profiel) grote spreidingen kunnen optreden, moet uiterst doordacht gehandeld worden met het representatief stellen van de beproefde monsters voor de gehele laag. Om goed te kunnen beoordelen welke sterkte-eigenschappen dan wel toegekend mogen worden om een veilige en toch ook weer niet overdreven veilige waarde in te voeren, moet bekend zijn welke invloeden het sterktegedrag bepalen en in welke mate zij dit doen. Hierbij is het noodzakelijk om gegevens uit voorgaande onderzoeken te betrekken.

7. Uit een voorlopig onderzoek was het zonder meer duidelijk dat de mate van zetting een grote invloed heeft op het sterktegedrag. Over de invloed van verwering zijn geen gegevens bekend. De veensoort lijkt geen overheersende invloed te hebben op het sterktegedrag, omdat, zoals blijkt uit de gegevens, in principe alle veensoorten zowel hoge als lage sterktewaarden kunnen aannemen.

8. Uit de groep niet samengeperste monsters is het mogelijk een ondergrens voor het sterktegedrag van het veen te bepalen. Het toekennen van een hoger sterktegedrag moet gemotiveerd worden en er moeten voldoende aanwijsbare redenen zijn dat dit hogere sterktegedrag in de hele kade te verwachten is. De in één profiel bepaalde sterkte-eigenschappen zijn op zich nog niet voldoende om te besluiten een hoger sterktegedrag aan te nemen. Dit kan wel gebeuren indien blijkt dat soortgelijke profielen in de directe omgeving met dit sterktegedrag overeenkomen. Ook kunnen goede omschrijvingen van veensoort, mate van verwering en de mate waarin de veenlaag is samengeperst bijdragen tot een goed inzicht in het te verwachten sterktegedrag van de gehele kade. In die gevallen dat getwijfeld wordt aan het sterktegedrag van het veen en de ondergrens-waarde een te ongunstige veiligheidsfactor geeft, zal aanvullend onderzoek gedaan moeten worden.

9. Aanbeveling tot nader onderzoek.

Welke variaties in het sterktegedrag binnen de grondlagen van een kade met een vrijwel constant veronderstelde laagopbouw te verwachten zijn, is met de voorgaande beschouwing van de celproefresultaten nog niet duidelijk vast te stellen. Om hierover een enigszins verantwoorde uitspraak te kunnen doen is het noodzakelijk aanvullend onderzoek te verrichten. Dit kan het best geschieden in combinatie met een stabiliteitsonderzoek dat uitgevoerd is in het kader van het systematische kadeonderzoek. Voorgesteld wordt om buiten een onderzocht profiel een vrij groot aantal aanvullende boringen te laten uitvoeren en van ieder van deze boringen een aantal monsters volgens de celproefprocedure te beproeven.

Met een dergelijk onderzoek is ten eerste een goed inzicht te krijgen in de continuïteit van de grondlagen en ten tweede van de variaties in het sterktegedrag van zo een doorlopende grondlaag.

Het onderzoek behoeft nu niet beperkt te worden tot de Hollandveenlaag en de oude zeekleilaag, maar ook de hierboven aanwezige lagen kunnen nu in het onderzoek betrokken worden.

Daarnaast zal moeten blijken dat lagen die met de huidige criteria van elkaar onderscheiden worden, ook werkelijk karakteristieke verschillen in sterktegedrag en volumegewicht vertonen, en dat eventuele verschillen in hun sterktegedrag, die verondersteld worden aanwezig te zijn op grond van resultaten van een zeer beperkt aantal beproefde monsters, niet op toeval berusten.

BIJLAGE 1

Lijst van monsters uit Delfland, waarvoor σ_o en τ zijn bepaald.

I. Veenmonsters

POLDER	PROFIEL	MONSTERNUMMER(S)
Dorppolder	1	22A, 32A, 33
	3	40, 44, 49
	5	8, 9A, 12B, 13
Klaas Engelbrechtpolder	1	3
	3	23, 29
	4	7A, 7B, 12, 13A
Woudschepolder	5	15, 19A, 24
	14	29A
Duifpolder	5	23B, 26
	14	31A, 35B
	16	10A, 14
Oude Lierpolder	3	4A, 10B, 13B, 14
Schieveenpolder	3	22
	4	18A, 18B, 26
	7	36, 38, 39, 44A
Aalkeet Buitenpolder	2	9B, 11, 12
Akkerdijkse polder	7	23, 24
	8	5, 28

BIJLAGE 1 vervolg

II. Oude Zeekleimonsters

POLDER	PROFIEL	MONSTERNUMMER(S)
Dorppolder	1	26, 27, 34
	5	14A, 14B, 21
Klaas Engelbrechtpolder	1	4B
	3	25, 30
	4	8, 9, 13B
Woudsche polder	5	20A, 20B, 25, 26
	14	5, 9B, 10, 29B, 30A, 30B
Duifpolder	5	24, 27A, 27B, 28
	14	42B
	16	10B, 11
Oude Lierpolder	3	5
Schieveenpolder	4	19
	7	40A, 40B, 44B
Aalkeet Buitenpolder	2	13
Akkerdijkse polder	8	30

BIJLAGE 2

Onderverdeling van de oude zeekleimonsters uit Delfland in de diverse groepen:

A Monsters die door het L.G.M. zijn samengenomen tot één laag

B Monsters die door het L.G.M. apart beschouwd zijn

C Monsters die tot de groep "zand" behoren.

GROEP	POLDER	PROFIEL	MONSTER NR(S)	NUMMER(S) OP TEKENING	BIJLAGE
A	Schieveenpolder	7	40A, 40B, 44B	33, 34, 35	2B
	Klaas Engelbrechtpolder	3	25, 30	12, 14	2B
		4	8, 13B	15, 17	2B
	Woudschepolder	5	20A, 20B, 25, 26	2, 3, 4, 5	2A
		14	9B, 29B, 30A	7, 9, 10	2A
	Dorppolder	1	26, 27, 34	19, 20, 18	2C
		5	9B, 14A, 14B	21, 22, 23	2C
	Duifpolder	5	24, 27B, 28	24, 26, 27	2C
B	Klaas Engelbrechtpolder	1	4B	12	
		4	9	16	
	Duifpolder	5	27A	25	
		14	42B	28	
		16	10B	29	
		16	11	30	
C	Woudsche polder	14	10, 30B	8, 11	2A

BIJLAGE 3

Indeling van de oude zeekleimonsters uit Delfland naar klassen in volume gewicht.

KLASSE	POLDER	PROFIEL	BORING/MONSTER	NUMMER OP TEKENING	γ [tf/m^3]
$\gamma < 1{,}3$	Woudsche polder	5	3.25	4	1,285
	Klaas Engelbrechtpolder	4	5.8	15	1,288
		4	6.13B	17	1,254
	Duifpolder	5	6.27A	25	1,224
	Schieveenpolder	4	2.19	32	1,27
$1{,}3 < \gamma < 1{,}4$	Woudschepolder	5	2.20A	2	1,314
		14	6.30A	10	1,388
	Duifpolder	5	5.24	24	1,352
	Schieveenpolder	7	3.40A	33	1,385
		7	4.44B	35	1,339
$1{,}4 < \gamma < 1{,}5$	Woudschepolder	5	2.20B	3	1,480
		5	3.26	5	1,412
		14	5.9B	7	1,473
		14	6.29B	9	1,457
	Dorppolder	1	5.4B	12	1,468
		1	5.27	20	1,452
		5	6.14A	22	1,459
		5	6.14B	23	1,465
	Duifpolder	5	6.27B	26	1,415
		5	6.28	27	1,453
		14	6.42B	28	1,464
		16	5.10B	29	1,411
		16	5.11	30	1,444

BIJLAGE 3 vervolg

Indeling van de oude zeekleimonsters uit Delfland naar klassen in volume gewicht.

KLASSE	POLDER	PROFIEL	BORING/MONSTER	NUMMER OP TEKENING	γ [tf/m^3]
$1,4 < \gamma < 1,5$	Schieveenpolder	7	3.40B	34	1,410
$1,5 < \gamma < 1,6$	Dorppolder	5	5.9B	21	1,503
	Aalkeet Buitenpolder	2	3.13	31	1,525
$1,6 < \gamma < 1,7$	Klaas Engelbrechtpolder	3	5.25	13	1,627
		3	6.30	14	1,668
	Dorppolder	1	5.26	19	1,620
$1,7 < \gamma < 1,8$	Oude Lierpolder	3	4.5	1	1,74
	Klaas Engelbrechtpolder	4	5.9	16	1,805
	Dorppolder	1	4.34	18	1,76

BIJLAGE 4

Lijst van oude zeekleimonsters uit profielen van Rijnland, welke goed passen bij de waarnemingen uit Delfland

POLDER	PROFIEL	BORING/MONSTER	NUMMER OP DE TEKENING
Hoogmadeschepolder	4	1.4	50
		2.13B	51
		2.14	52
Oosteinderpoelpolder	5	4.5	53
		5.8	54
		5.9	55
		6.13	57
Middelveldsche Akerpolder	2	5.8A	59
		5.8B	60
		6.12	61
		6.13A	62
		6.13B	63
		7.17A	65
		7.17B	66
Watergraafsmeer	1	5.11A	67
		6.13R	69
		6.16	70

BIJLAGE 5

Lijst van monsters uit profielen in Delfland en Rijnland die behoren tot de groen "zand" (slibhoudend)

POLDER	PROFIEL	BORING/MONSTER	NUMMER OP TEKENING	γ [tf/m^3]
Oosteinderpoelpolder	5	5.10	56	1,805
		6.14	58	1,841
Middelveldsche Akerpolder	2	6.15	64	1,793
Watergraafsmeer	1	5.11B	68	1,795
		6.17A	71	1,879
		6.17B-R	72	1,879
		6.18	73	1,919
Woudschepolder	14	5.10	8	1,884
		6.30B	11	1,897
Haarlemmermeerpolder	14	2.12	78	1,736
		4.16B	81	1,827
Purmer	11	2.30	83	1,853
		2.31	84	1,897

kgf/cm²

0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00

$\tau = \frac{\sigma_V - \sigma_H}{2}$

$\sigma_H = 0$

$\sigma_o = \frac{\sigma_V + 2\sigma_H}{3}$

0,00 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50 0,60 0,70 0,80 0,90 kgf/cm²

Verklaring

- ° VEEN
- \+ OUDE ZEEKLEI

CELPROEFRESUTATEN VAN OUDE ZEEKLEI- EN VEENMONSTERS DELFLAND

CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN

gem	get	gez
	L.S. 11-74	

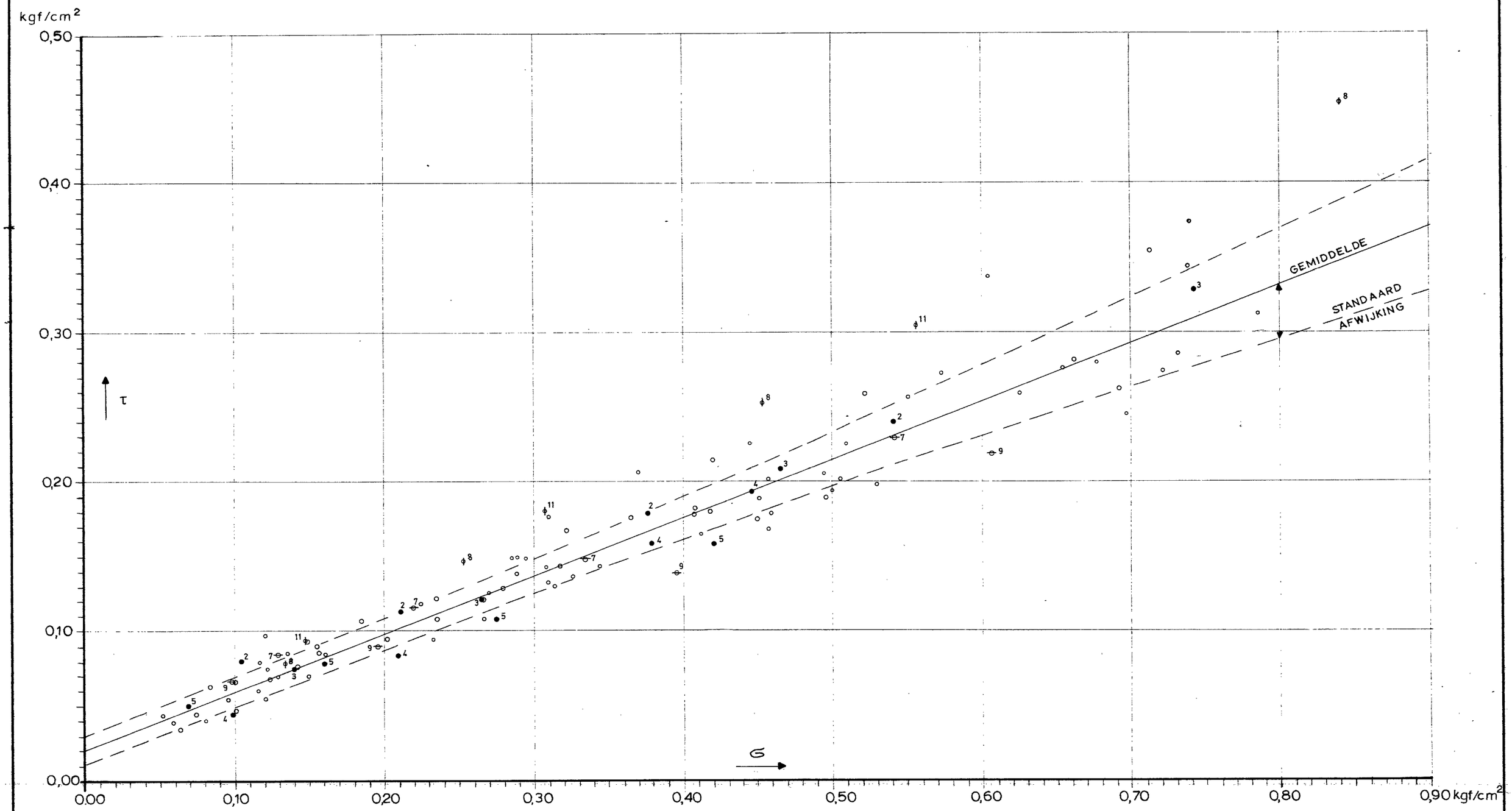
BIJLAGE 1A

SCHAAL

A2

WERKNR.

TEK. NR. 74.179



Verklaring

- ● WOUDSCHE POLDER PROFIEL 5
- ⊸ WOUDSCHE POLDER „ 14
- ϕ WOUDSCHE POLDER „ 14, ZANDMONSTER
- ○ OVERIGE WAARNEMINGEN

CELPROEFRESULTATEN VAN DE OUDE ZEEKLEI DELFLAND				BIJLAGE 2A
				SCHAAL
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	A 2
		L.S. 11-74		WERKNR. TEK. NR. 74.180

kgf/cm²

0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00

τ

GEMIDDELDE

STANDAARD AFWIJKING

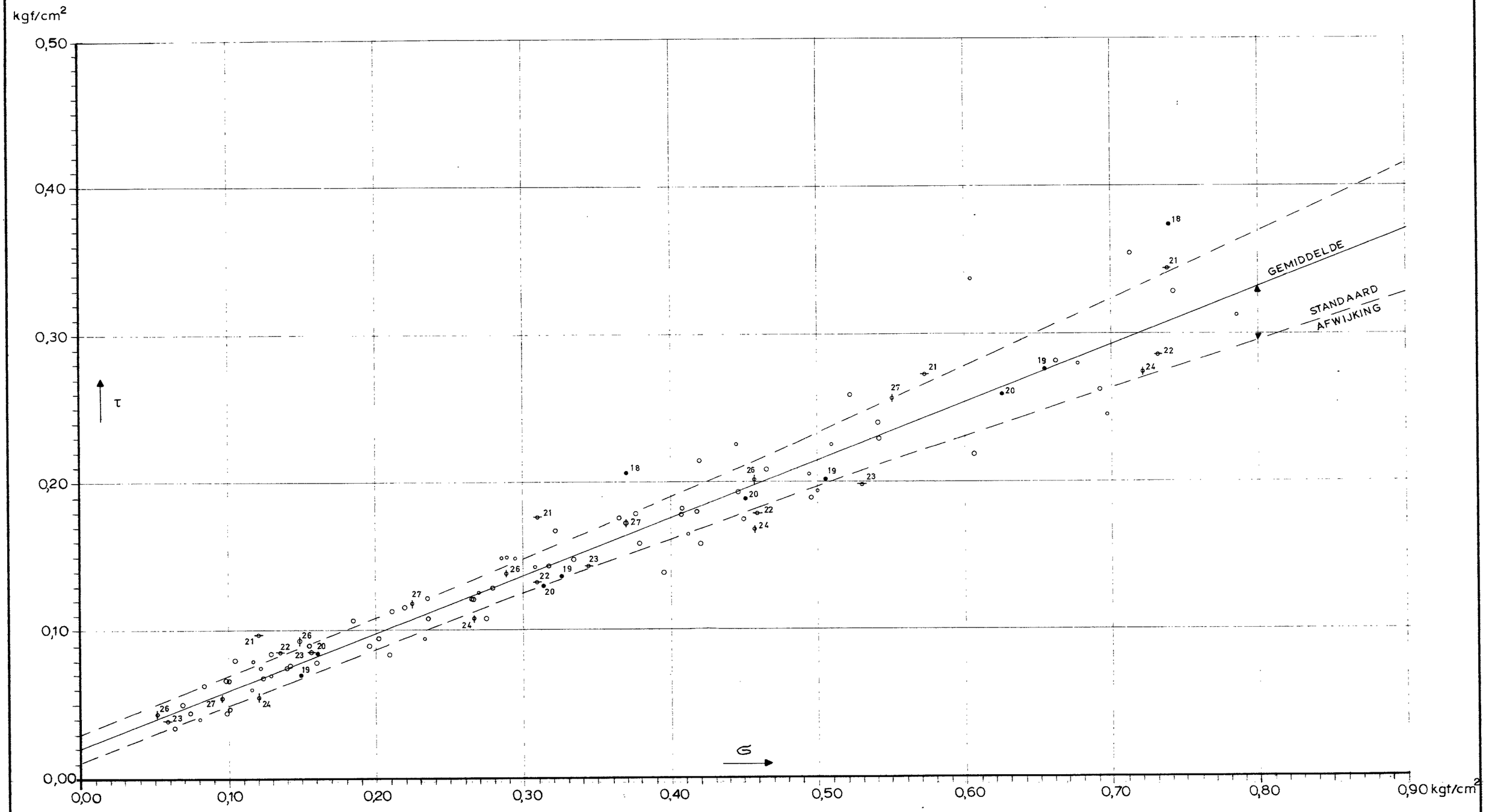
σ

0,00 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50 0,60 0,70 0,80 0,90 kgf/cm²

Verklaring

- ● KLAAS ENGELBRECHTS POLDER PROFIEL 3
- ⊸ KLAAS ENGELBRECHTS POLDER „ 4
- ϕ SCHIEVEEN POLDER „ 7
- ○ OVERIGE WAARNEMINGEN

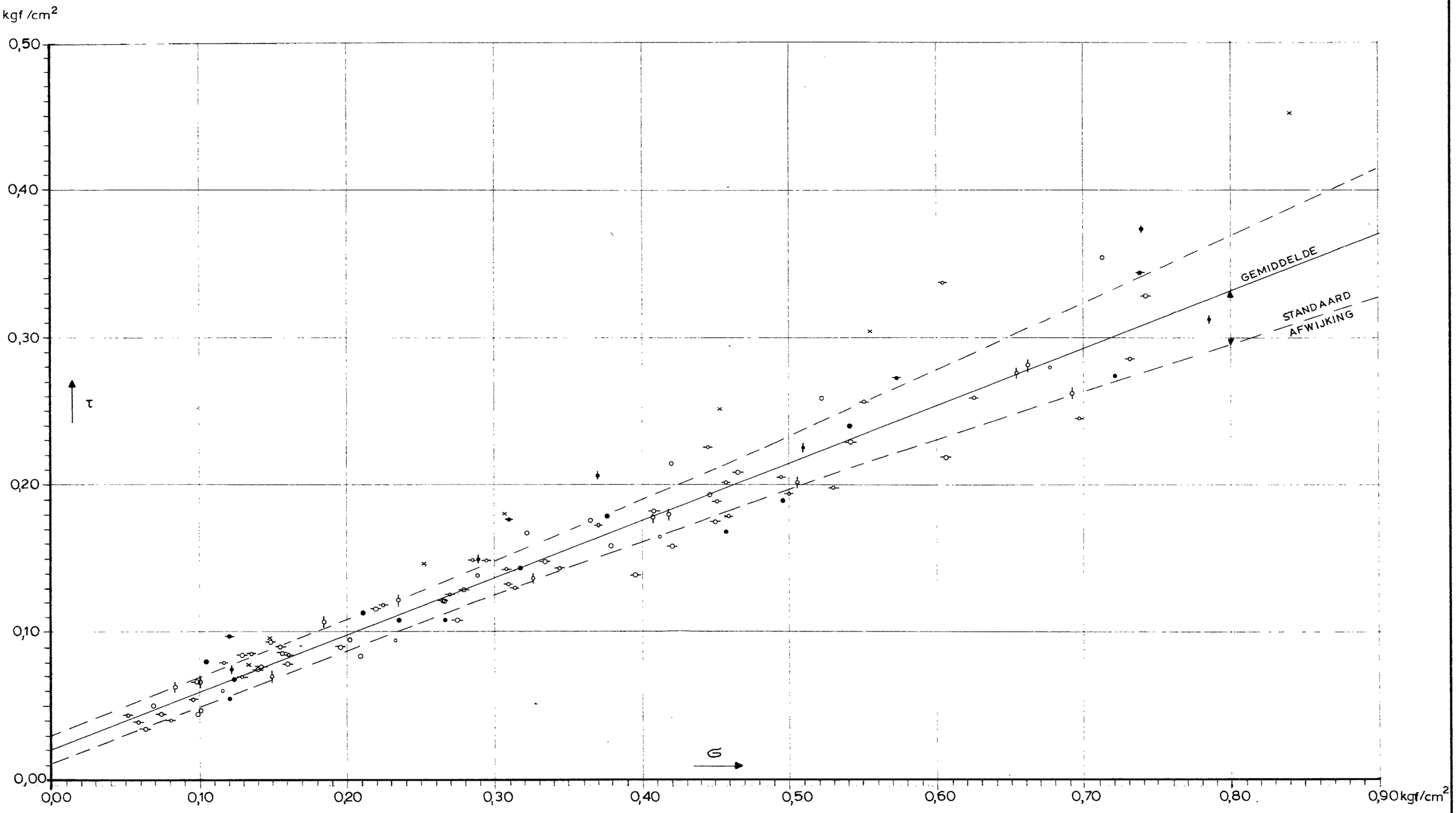
CELPROEFRESULTATEN VAN DE OUDE ZEEKLEI DELFLAND				BIJLAGE 2 B	
				SCHAAL	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	A 2	WERKNR.
		L.S. 11-74			TEK. NR. 74.181



Verklaring

- ● DORP POLDER PROFIEL 1
- ⊸ DORP POLDER „ 5
- ϕ DUIF POLDER „ 5
- ○ OVERIGE WAARNEMINGEN

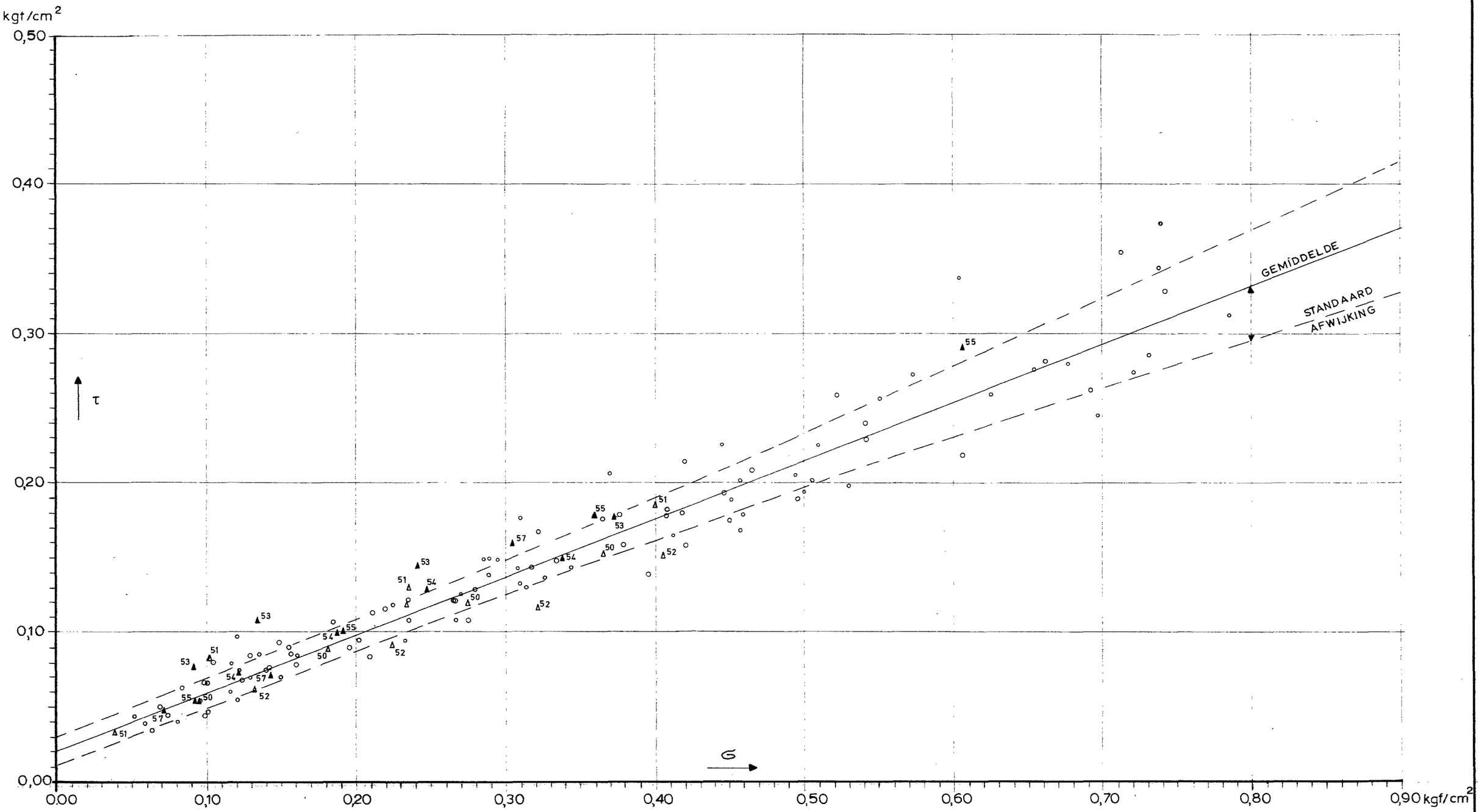
CELPROEFRESULTATEN VAN DE OUDE ZEEKLEI DELFLAND				BIJLAGE 2 C
				SCHAAL
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	A 2
		L.S. 11-74		WERKNR. TEK. NR. 74.182



Verklaring γ = VOLUMEGEWICHT

- ○ γ < 1,3 [t f/m³]
- ● 1,3 < γ < 1,4
- ⊸ 1,4 < γ < 1,5
- ⊷ 1,5 < γ < 1,6
- ⌽ 1,6 < γ < 1,7
- ⧫ 1,7 < γ < 1,8
- × γ > 1,8

CELPROEFRESULTATEN VAN DE OUDE ZEEKLEI DELFLAND				BIJLAGE 3 A
				SCHAAL
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	A 2 WERKNR. TEK. NR. 74.183
		L.S. 11-74		



Verklaring

- △ HOOGMADESCHE POLDER PROFIEL 4
- ▲ OOSTEINDERPOEL POLDER „ 5
- ○ WAARNEMINGEN UIT DELFLAND

CELPROEFRESULTATEN VAN DE OUDE ZEEKLEI RIJNLAND				BIJLAGE 4A
				SCHAAL
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	A 2
		L.S. 11-74		WERKNR.
				TEK. NR. 74.184

kgf/cm²

0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00

τ

GEMIDDELDE

STANDAARD AFWIJKING

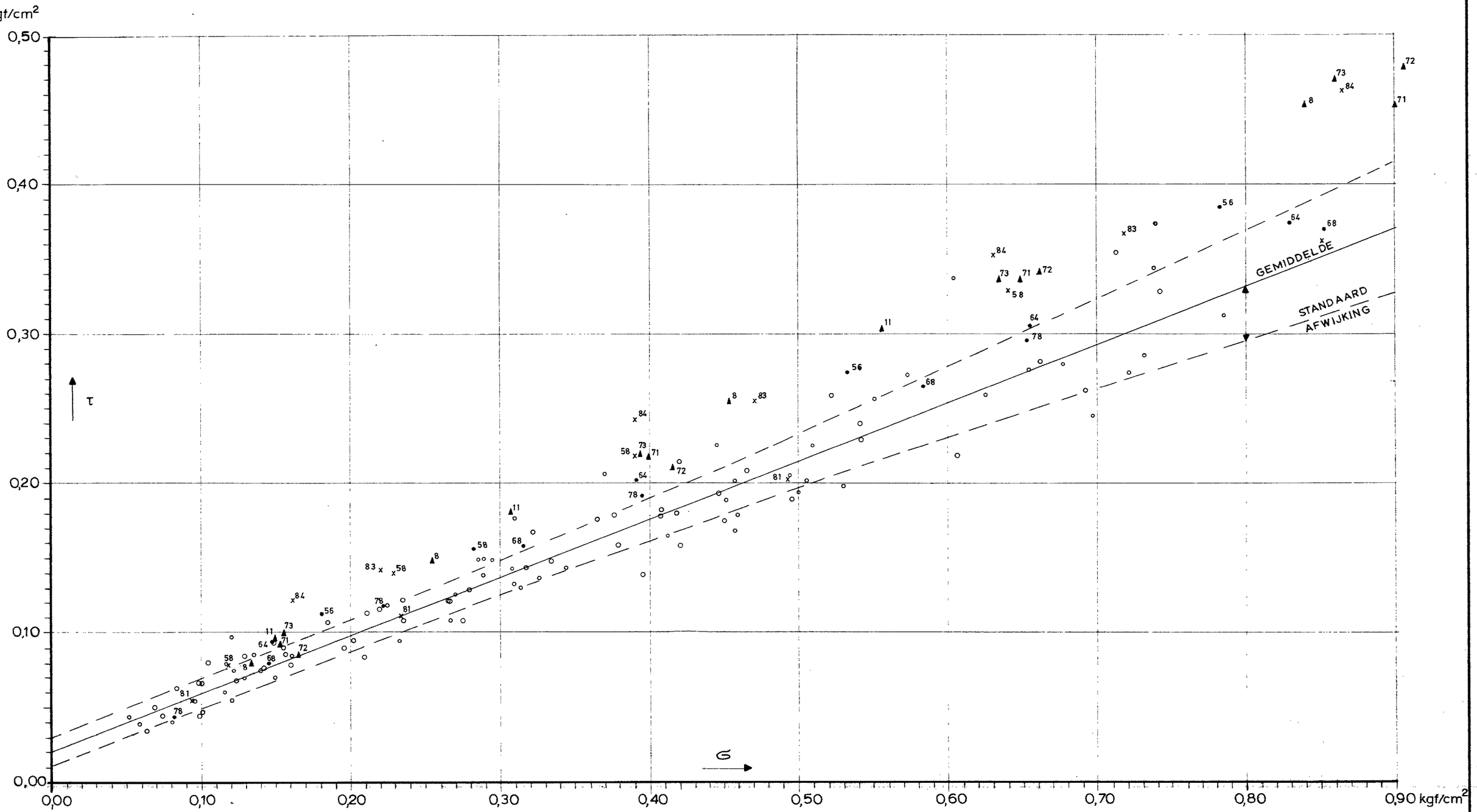
σ

0,00 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50 0,60 0,70 0,80 0,90 kgf/cm²

Verklaring

- △ MIDDELVELDSCHE AKER POLDER PROFIEL 2
- ▲ WATERGRAAFSMEER „ 1
- ○ WAARNEMINGEN UIT DELFLAND

CELPROEFRESULTATEN VAN DE OUDE ZEEKLEI RIJNLAND				BIJLAGE 4B
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	SCHAAL
		L.S. 11-74		A 2
				WERKNR.
				TEK. NR. 74.185



Verklaring

γ = SOORTELIJK GEWICHT

- • γ ≈ 1,80
- ▲ γ ≈ 1,85
- x γ ≈ 1,90
- ○ OUDE ZEEKLEI WAARNEMINGEN IN DELFLAND

CELPROEFRESULTATEN ZAND (SLIB HOUDEND) ONDER OUDE ZEEKLEI DELFLAND EN RIJNLAND				BIJLAGE 5A
				SCHAAL
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get L.S. 11-74	gez	A 2
				WERKNR.
				TEK. NR. 74.186

kgf/cm²

0,30

0,25

0,20

$\tau = \frac{\sigma_V - \sigma_H}{2}$

0,15

0,10

0,05

0,00

0,00 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25 0,30 0,35 0,40 0,45 kgf/cm²

$\sigma_o = \frac{\sigma_V + 2\sigma_H}{3}$

$\sigma_H = 0$

22 23 28 29 31 32 35 36 37 38 39 43 44

Verklaring

		PROFIEL
———	SCHIEVEEN POLDER	3
—— ——	SCHIEVEEN POLDER	4
– – – –	SCHIEVEEN POLDER	7
—— · ——	AKKERDIJKSE POLDER	7
——— ———	DUIF POLDER	5
– – – –	OUDE LIER POLDER	3
23	MONSTER NUMMER	
°	OVERIGE VEENMONSTERS	

CEL PROEFRESULTATEN VAN VEEN DELFLAND

BIJLAGE 6 A

SCHAAL

CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	A 2	WERKNR.
		L.S. 11-74			TEK. NR. 74.187

kgf/cm²

0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00

$\tau = \frac{\sigma_V - \sigma_H}{2}$

$\sigma_H = 0$

1
5
9
18
13
16
15
14
17
19
7
3
10
20

0,00 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25 0,30 0,35 0,40 0,45 kgf/cm²

$\sigma_o = \frac{\sigma_V + 2\sigma_H}{3}$

Verklaring

		PROFIEL
— — —	DORPPOLDER	1
———	DORPPOLDER	3
- - - -	DORPPOLDER	5
———	KLAAS ENGELBRECHTS POLDER	4
— — —	WOUDSCHE POLDER	5
25	MONSTER NUMMER	
°	OVERIGE VEENMONSTERS	

CEL PROEFRESULTATEN VAN VEEN
DELFLAND

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem	get	gez
	L.S. 11-74	

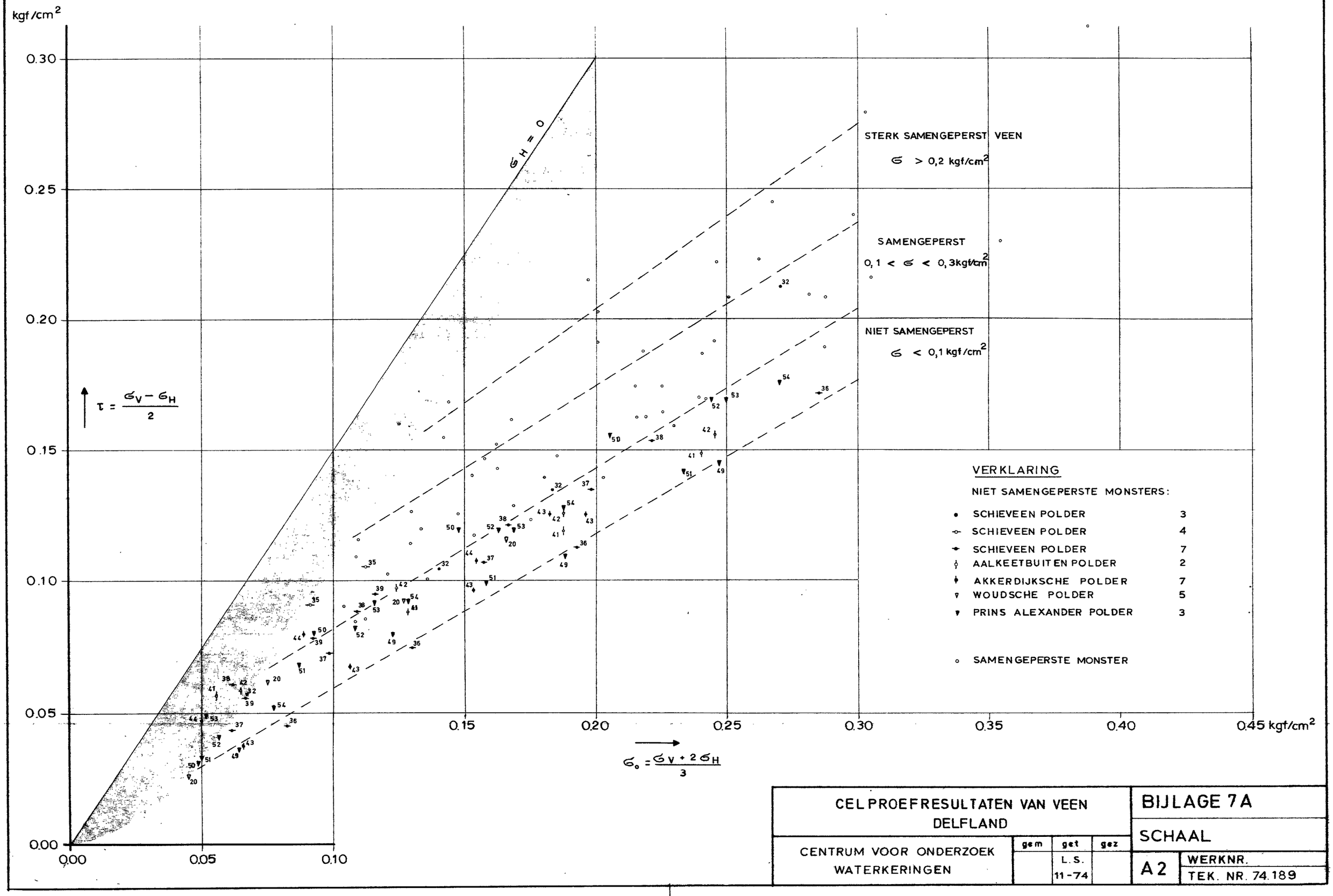
BIJLAGE 6 B

SCHAAL

A 2

WERKNR.

TEK. NR. 74.188



CEL PROEFRESULTATEN VAN VEEN DELFLAND				BIJLAGE 7A
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	SCHAAL
		L.S. 11-74		A2
				WERKNR.
				TEK. NR. 74.189

kgf/cm²

0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00

$\tau = \frac{\sigma_V - \sigma_H}{2}$

$\sigma_H = 0$

STERK SAMENGEPERST VEEN
$\sigma > 0{,}2$ kgf/cm²

SAMENGEPERST
$0{,}1 < \sigma < 0{,}3$ kgf/cm²

NIET SAMENGEPERST
$\sigma < 0{,}1$ kgf/cm²

VERKLARING
- ZEGGERIET
- RIETZEGGE
- ZEGGE
- VERAARD

0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 kgf/cm²

$\sigma_o = \frac{\sigma_V + 2\sigma_H}{3}$

CEL PROEFRESULTATEN VAN VEEN
DELFLAND

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

gem	get	gez
	L.S. 11-74	

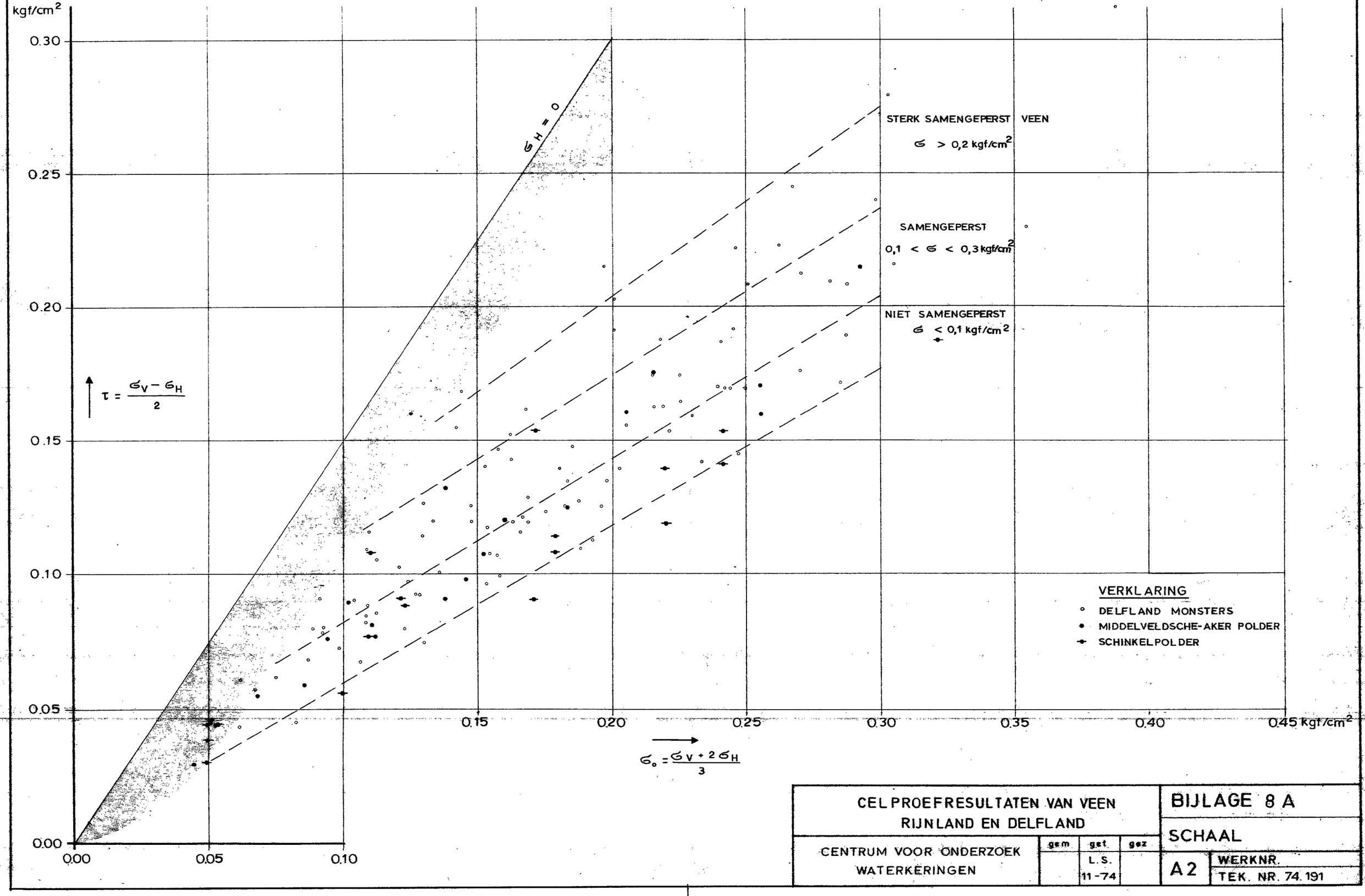
BIJLAGE 7 B

SCHAAL

A2

WERKNR.

TEK. NR. 74. 190



CELPROEFRESULTATEN VAN VEEN RIJNLAND EN DELFLAND				BIJLAGE 8 A
				SCHAAL
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get. L.S. 11-74	gez	A2
				WERKNR.
				TEK. NR. 74.191

kgf/cm²

0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00

$\tau = \frac{\sigma_V - \sigma_H}{2}$

$\sigma_H = 0$

STERK SAMENGEPERST VEEN
$\sigma > 0{,}2$ kgf/cm²

SAMENGEPERST
$0{,}1 < \sigma < 0{,}3$ kgf/cm²

NIET SAMENGEPERST
$\sigma < 0{,}1$ kgf/cm²

VERKLARING
- DELFLAND MONSTERS
- OOSTEINDERPOEL POLDER
- GECOMB. STARREVAART- EN DAMHOUDERS POLDER

0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 kgf/cm²

$\sigma_o = \frac{\sigma_V + 2\sigma_H}{3}$

CEL PROEFRESULTATEN VAN VEEN
RIJNLAND EN DELFLAND

BIJLAGE 8 B

SCHAAL

CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	A2	WERKNR.
		L.S. 11-74			TEK. NR. 74.192