

Werkgroep voor Grondmechanische Kartering

**Centrum voor Grondmechanische Kartering
van de Universiteit Gent**

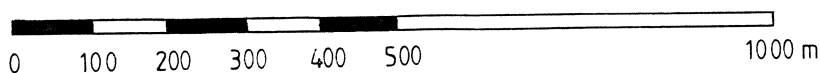
(Verantwoordelijke W. Van Impe)

**GRONDMECHANISCHE KAART
7.7.5-8 EKEREN-ZUID**

door I. BOLLE en I. MEYUS
onder leiding van E. De Beer, W. De Breuck en W. Van Impe.

1	2	3	4								
5	6	<table><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>7</td><td>8</td></tr></table>	1	2	3	4	5	6	7	8	8
1	2										
3	4										
5	6										
7	8										

1 : 10.000



**VERKLARENDE TEKST BIJ DE GRONDMECHANISCHE KAART
7.7.5-8 EKEREN-ZUID**

**TEXTE EXPLICATIF DE LA CARTE GEOTECHNIQUE
7.7.5-8 EKEREN-ZUID (RESUME)**

Adressen:

UNIVERSITEIT GENT

- Vakgroep Civiele Techniek, Laboratorium voor Grondmechanica
Grotesteenweg-Noord, 2 - 9052 Zwijnaarde
- Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Laboratorium voor Toegepaste Geologie &
Hydrogeologie, Krijgslaan 281 - 9000 Gent.

INHOUD

- Dankbetuiging	IV
- Ligging van de gekarteerde zone	V
- Waarschuwing	VI
1. Inleiding	1
2. Geografische gegevens	3
2.1. Geografische ligging van de gekarteerde zone	3
2.2. Topografie	3
2.3. Verkeerswegen	5
2.4. Algemene hydrografie	5
3. Algemene geologische opbouw	7
3.1. De paleozoïsche sokkel	7
3.2. De postpaleozoïsche deklagen	7
3.3. De kwartaire deklagen	9
4. Uitgevoerde studie	11
5. Dokumentatie (plaat I)	15
5.1. Boringen en sonderingen	15
5.2. Hoogtelijnen	15
5.3. Basiskaart	15
6. Gekarteerde eenheden	16
6.1. Aangevulde en vergraven gronden (plaat II)	16
6.2. Alluvium (plaat III)	19
6.3. Kwartair zandcomplex (plaat IV, plaat X)	30
6.4. Scaldisiaan b zandcomplex (plaat V, plaat XI)	36
6.5. Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex (plaat VI)	46
6.6. Rupeliaan kleicomplex (plaat VII)	63
7. Hydrogeologische gegevens (plaat VIII)	77
7.1. Watervoerende lagen	77
7.2. Grondwaterkwaliteit	78
7.3. Voorstelling van hydrogeologische gegevens op de plaat VIII	79
8. Zonering (Plaat IX)	80
8.1. Algemene voorstelling	80
8.2. Bespreking van de grondmechanische zones	81
9. Geologische doorsneden	96

	III
10. Toepassingsvoorbeeld	99
10.1. Ter inleiding	99
10.2. Eerste mogelijkheid	99
10.3. Tweede mogelijkheid	108
 Referenties	 111
 Bijlagen	
Bijlagen 1a en 1b: Fiches der lokale gegevens	113
Bijlage 2: Verklaring van de symbolen aangewend op de dokumentatiekaart	115
Bijlage 3: Verklaring van de symbolen aangewend bij het aangeven van de grondmechanische eigenschappen	116
Bijlage 4: Oude documenten geraadpleegd bij het opstellen van de plaat II	117
 Résumé	 118

DANKBETUIGING

Verskillende personen en instellingen hebben door hun bereidwillige medewerking bijgedragen tot de verwezenlijking van de grondmechanische atlas 7.7.5-8 (fig. 1).

Wij danken hiervoor in het bijzonder:

- De Burgemeester en het Schepencollege van de stad Antwerpen,
- De Burgemeester en het Schepencollege van de gemeente Stabroek,
- De Burgemeester en het Schepencollege van de gemeente Kapellen,
- De heer H. D'HALUIN, Hoofdingenieur-afdelingshoofd bij de Technische Dienst van het Havenbedrijf van de stad Antwerpen,
- De heer L. TAEYMANS, Hoofdingenieur-directeur bij het Departement voor Werken van de stad Antwerpen,
- De heer P. LAGA, Geoloog bij de Belgische Geologische Dienst,
- De heer L. MEYVIS, Hoofdingenieur-directeur van de Antwerpse Zeehaven-dienst, Administratie Waterinfrastructuur en Zeewezen, Departement Leefmilieu en Infrastructuur,
- De Belgische Geologische Dienst,
- De Dienst Drukkerij - Fotografie van het Departement Leefmilieu en Infrastructuur,
- De Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen,
- De N.V. BAYER.

Verder danken we nog de heer R. VERSTRAETEN van het Bestuur Geotechniek van het Departement Leefmilieu en Infrastructuur voor het tekenen van de platen en figuren.

Tenslotte danken we nog al diegenen die door het overmaken van hun bemerkingen zullen bijdragen tot het verbeteren en het aanvullen van deze grondmechanische atlas.

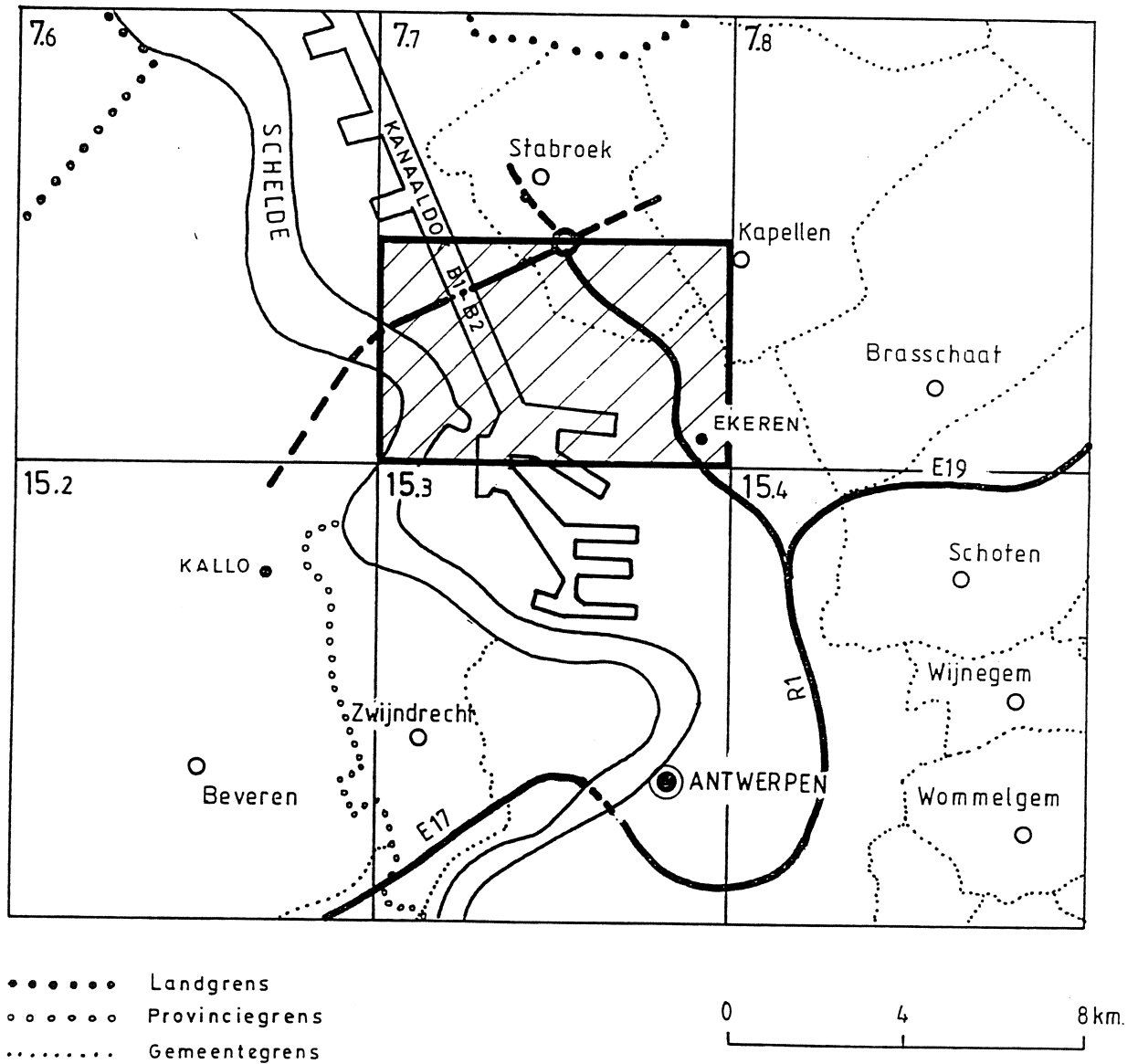


Fig. 1 Ligging van de gekarteerde zone

WAARSCHUWING

De grondmechanische kaarten beantwoorden aan een behoefte naar een samenvattende weergave van die componenten van het geologisch milieu die een rol spelen bij het bodemgebruik en een invloed uitoefenen op het ontwerp, de bouw en het onderhoud van bouwwerken.

De voorgestelde dokumenten, kaarten en verklarende tekst verstrekken een algemeen beeld betreffende:

- De proeven die binnen de beschouwde zone werden uitgevoerd en aangewend zijn voor het opstellen van de grondmechanische atlas,
- De aard en de dikte van de grondlagen tot op een diepte van minimum 30 m,
- De ligging van het freatisch oppervlak,
- De zones waarbinnen dezelfde globale grondmechanische omstandigheden worden aangetroffen.

Aan de verstrekte informatie mag echter geen absolute nauwkeurigheid worden toegerekend omwille van de interpolaties en extrapolaties die bij het opstellen ervan werden gemaakt.

De kaarten geven inlichtingen over de algemene geologische en grondmechanische gesteldheid van de ondergrond zoals ze afgeleid kan worden uit de tijdens de kartering beschikbare proefresultaten. Het zijn dus enkel richtinggevende dokumenten en de auteurs kunnen niet verantwoordelijk gesteld worden voor mogelijke toepassingen ervan.

De gegevens afkomstig van grondmechanische kaarten kunnen de gebruiker in geen geval vrijstellen van het verrichten van aanvullende proeven in functie van welomschreven projecten.

1. INLEIDING

De grondmechanische kaart 7.7.5-8 is samengesteld uit 11 platen op schaal 1/10.000.

PLAAT I: Dokumentatie

- Uitvoeringsplaats en type van de proeven waarvan de resultaten voor het opstellen van de grondmechanische kaart werden aangewend
- Topografische gegevens

PLAAT II: Dikte van de aangevulde en vergraven gronden

- Lijnen van gelijke dikte van deze gronden (gelijkhoogteverschil: 2 m)
- Voormalige dijken en wielen

PLAAT III: Dikte van het alluvium

- Lijnen van gelijke dikte van het alluvium (gelijkhoogteverschil: 2 m)
- Uitbreiding van het veen
- Lithologische opbouw van het alluvium ter plaatse van de boringen
- Voormalige dijken en wielen
- Opge vulde waterlopen en vijvers

PLAAT IV: Dikte van het kwartair zandcomplex

- Lijnen van gelijke dikte van dit complex (gelijkhoogteverschil: 2 m)
- Voormalige wielen
- Opge vulde waterlopen en vijvers

PLAAT V: Dikte van het Scaldisiaan b zandcomplex

- Lijnen van gelijke dikte van dit complex (gelijkhoogteverschil: 2 m)
- Voormalige wielen
- Opge vulde waterlopen en vijvers

PLAAT VI: Gezamenlijke dikte van het Scaldisiaan a zandcomplex en het Antwerpiaan zandcomplex

- Lijnen van gelijke gezamenlijke dikte van deze complexen (gelijkhoogteverschil: 2 m)

PLAAT VII: Top van het Rupeliaan kleicomplex

- Lijnen van gelijk peil van de top van dit kleicomplex (gelijkhoogteverschil: 2 m)

PLAAT VIII: Hydrogeologische gegevens

- Oppervlaktewaterpeilen
- Stand van het grondwater

PLAAT IX: Zonering

- Zones waarbinnen analoge grondmechanische omstandigheden worden aangetroffen
- Voormalige wielen

PLAAT X: Basis van de kwartaire sekwentie

- Lijnen van gelijk peil van de basis van het Kwartair (gelijkhoogteverschil: 2 m)
- Voormalige wielen

PLAAT XI: Basis van het Scaldisiaan b zandcomplex

- Lijnen van gelijk peil van de basis van dit zandcomplex (gelijkhoogteverschil: 1 m)
- Voormalige wielen

Op de kaarten zijn ook de boringen en de sonderingen aangegeven die door de betrokken lagen zijn gegaan. Op de platen VII, X en XI zijn de waarnemingspunten aangeduid die respectievelijk de top van het Rupeliaan kleicomplex, de basis van de kwartaire sequentie en de basis van het Scaldisiaan b zandcomplex hebben bereikt.

Een verklarende tekst waarin geologische doorsneden zijn opgenomen maakt deel uit van de grondmechanische atlas.

2. GEOGRAFISCHE GEGEGEVENS

2.1. GEOGRAFISCHE LIGGING VAN DE GEKARTEERDE ZONE

De gekarteerde zone komt overeen met de onderste helft van het kaartblad 7.7 EKEREN van het Nationaal Geografisch Instituut (schaal 1/10.000, 3de uitgave, 1984).

Het gebied wordt begrensd door de Lambertcoördinaten:

X = 146.010 en 154.010

Y = 218.170 en 223.170

De gekarteerde oppervlakte bedraagt 40 km² (5 x 8 km). Het gekarteerde gebied behoort tot de stad Antwerpen (met deelgemeente Ekeren) en de gemeenten Stabroek (met deelgemeente Hoevenen), Kapellen en Beveren (met deelgemeente Kallo).

2.2. TOPOGRAFIE

De gekarteerde zone behoorde vroeger grotendeels tot de laaggelegen Scheldepolders (Oorderenpolder, Ordampolder, Lillopolder, Muisbroekpolder en Ettenhovenpolder). De ligging van deze voormalige polders is aangegeven op fig. 2.

De Ordam- en Oorderenpolders ontstonden in 1722 na de bouw van de Scheldedijk. De Lillopolder dateert van 1651, terwijl de Muisbroek- en Ettenhovenpolders ontstonden in 1662.

In het zuidoosten van het kaartblad (ten zuiden van de Ekerse dijk) komt een stuk voor van de Austruweelpolder die ontstond in 1650.

Aan de westelijke rand van het kaartblad (ten westen van de Kraagdijk) komt een stuk polder voor dat dateert van 1845. Op de linkeroever van de Schelde is een klein stuk van de Ketenisse potpolder uit 1614 gesitueerd.

In het uiterste zuidwesten komt nog een stuk voor van de Wijtvlietpolder die werd drooggelegd in 1774.

Het oorspronkelijk maaiveldpeil in de Oorderenpolder en in de Ordampolder lag in het kaartgebied tussen + 1¹ en + 3. In de Muisbroekpolder en in de Ettenhovenpolder was de oorspronkelijke maaiveldhoogte begrepen tussen + 2 en + 3.

Waar verlande geulen en kreken voorkwamen (zie 6.2.1) varieerde het peil van 0 tot + 2.

Centraal, onderaan het kaartblad, was het oorspronkelijk maaiveldpeil + 3 tot + 4. Op deze hogergelegen zone, een zandopduiking die niet bedekt was met polderafzettingen, was de dorpskom van Wilmarsdonk gevestigd.

¹ Alle hoogtepeilen in dit verslag zijn aangegeven in m ten opzichte van het referentievlak van de Tweede Algemene Waterpassing (TAW) van het Nationaal Geografisch Instituut.



Ten zuiden van het vormingsstation Antwerpen-Noord kwam eveneens een hogergelegen gebied voor (+ 3,5 tot + 5) dat niet met poldersedimenten was bedekt en waarop de dorpskom van Oorderen was gelegen.

Naast deze twee grote zandopduikingen kwamen er in de polders nog een aantal kleinere opduikingen voor zoals de opduiking van Oordam naast het fort de Kruisschans. Het peil van deze opduikingen bedroeg ongeveer + 3.

In het oostelijk deel van het kaartblad komen geen polderafzettingen meer voor en het maaiveldpeil varieert er van + 3,5 tot + 8,5 in het uiterste noordoosten. Geografisch behoort dit gebied tot de Noorderkempen. In dit zandige gebied zijn de dorpskommen van Ekeren (zuiden van het kaartblad), Hoevenen (midden van het kaartblad) en Kapellen (noordoostelijke rand van het kaartblad) gelegen.

Thans varieert het maaiveldpeil op het kaartblad grotendeels tussen + 3 en + 8. Slechts plaatselijk, zoals rond bepaalde verkeersinfrastructuren en stortplaatsen (Hoge Maey) is het peil hoger (tot ca. + 13,5).

2.3. VERKEERSWEGEN

In het kaartgebied 7.7.5-8 is de belangrijkste wegverkeersader de autosnelweg A 12 Antwerpen - Bergen-op-Zoom met een verkeerswisselaar in het noorden van het kaartblad die de verbinding met de Frans Tijsmanstunnel maakt. Langsheen de zuidrand van het vormingsstation Antwerpen-Noord verbindt de Noorderlaan de stad Antwerpen met de haven.

In de zuidwestelijke hoek van het kaartblad ligt de Scheldelaan (oostelijke oever van de Schelde) die het zuiden van de haven met het noorden verbindt.

De Schelde, hier onderhevig aan de getijdewerking, komt voor in het uiterste zuidwesten van het kaartblad. Verder komen verschillende havendokken voor (zie punt 2.4. hydrografie).

Als belangrijkste spoorweginfrastructuur dient het vormingsstation Antwerpen-Noord vermeld. Het beslaat het centrale gedeelte van het gekarteerde gebied.

2.4. ALGEMENE HYDROGRAFIE

De gekarteerde zone behoort tot het Zeescheldebekken.

De Schelde is er onderhevig aan getijdebewegingen. Enkele tijwaarnemingen te Antwerpen (ter plaatse van Liefkenshoek en ter plaatse van Kallosluis) zijn weergegeven in tabel 1.

De hoogste waterstand geregistreerd te Antwerpen tussen 1901 en 1990 was + 7,85 (01.02.1953).

Het waterpeil in de dokken wordt gehandhaafd tussen de peilen + 3,96 en + 4,36 (waarden voor 1992).

Het bodempeil van Kanaaldok B2 en B1 bedraagt - 12,58. Voor het Churchill- en het Zesde havendok is dit - 11,08. Het Graandok en het Hansadok hebben wisselende bodempeilen.

Op het kaartblad komen nog andere wateroppervlakken voor :

- De Grote en de Kleine Put te Ekeren met een waterpeil van ca. + 2. Op sommige plaatsen zou de "Grote Put" 30 m diep zijn.
- Het natuurreservaat "de Kuifeend" met waterpeil + 4,08 en een bodempeil variërend tussen + 3,6 en + 1,6.
- De vijver naast het stort de "Hoge Maey" met waterpeil + 1,8 en een bodempeil variërend van - 6,2 tot - 8,2.
- De "Voorgracht" en "Hoofdgracht", beide deel uitmakend van de omgelegde Schijn.

Tabel 1 - Getijdegegevens (periode 1981-1990) ter plaatse van Liefkenshoek en de Kallo-sluis

	LIEFKENSHOEK	KALLO-SLUIS
Gemiddeld getij		
Hoogwater	+ 5,14	+ 5,19
Laagwater	+ 0,10	+ 0,05
Tijverschil in meter	5,04	5,14
Gemiddeld springtij		
Hoogwater	+ 5,61	+ 5,68
Laagwater	- 0,12	- 0,16
Tijverschil in meter	5,73	5,84
Gemiddeld doottij		
Hoogwater	+ 4,55	+ 4,59
Laagwater	+ 0,43	+ 0,39
Tijverschil in meter	4,12	4,20
Uiterste waterstanden		
Hoogste hoogwater	+ 7,45	+ 7,50
Laagste laagwater	- 1,31	- 1,35

In het kaartgebied kwamen in de loop van de geschiedenis een groot aantal kreken en geulen voor. De vroegere ligging ervan is weergegeven op figuur 2. Een restant van de Grote Geul is nu nog terug te vinden tussen de Noorderlaan en het vormingsstation Antwerpen-Noord.

3. ALGEMENE GEOLOGISCHE OPBOUW

De ondergrond van de gekarteerde zone kan geologisch van onder naar boven ingedeeld worden in een paleozoïsche sokkel, postpaleozoïsche deklagen en een kwartaire mantel. De opbouw van de diepe ondergrond in het Antwerpse is gekend door een diepe boring verricht te Kallo. Deze werd in 1964-1965 uitgevoerd door de N.V. FORAKY vanaf + 2 en bereikte de paleozoïsche sokkel op een diepte van 592,25 m.

Ter verduidelijking van de algemene regionaal-geologische opbouw is een schematische NW-SE-doorsnede weergegeven in fig 3. Deze doorsnede loopt van Kallo naar Beerzel (Putte) waar eveneens een boring tot in de sokkel werd uitgevoerd.

3.1. De Paleozoïsche sokkel (Primair)

De gesteenten die behoren tot de sokkel dateren van het Paleozoïcum² (Primair, 570 tot 230 miljoen jaren oud).

Het Paleozoïcum bestaat uit vaste gesteenten grotendeels door hoge druk en temperatuur ontstaan uit sedimentaire gesteenten. De gesteenten zijn gebroken en geplooid.

Vóór de afzetting van de deklagen werd het refliëf van de sokkel afgevlakt.

In het studiegebied bevindt de top van de sokkel zich tussen de peilen - 665 en - 760. De top helt in noordoostelijke tot noordelijke richting met ongeveer 1,5 %. Over de dikte van de sokkel zijn geen gegevens beschikbaar.

3.2. De postpaleozoïsche deklagen (Mesozoïcum en Tertiair)

De deklagen behoren hier tot het Mesozoïcum (230 tot 65 miljoen jaren oud) en tot het grootste gedeelte van het Cenozoïcum, namelijk het Tertiair (65 tot ongeveer 2 miljoen jaren oud). Deze afzettingen werden niet in een gebergtevorming betrokken en hebben hun oorspronkelijke gelaagdheid nagenoeg bewaard.

Te Kallo is het Mesozoïcum onderaan opgebouwd uit mergelig krijt en bovenaan uit krijt en tufkrijt. De top van deze afzetting komt in het gekarteerde gebied voor tussen - 475 en - 550 en helt naar het noordoosten met ongeveer 1 %.

Te Kallo is het Tertiair opgebouwd uit een aantal zandige en kleiige lagen van ongelijke dikte. Deze lagen hellen veralgemeend monoclinaal in noordoostelijke richting. Hun respectievelijke dikte kan afgeleid worden van fig. 3.

Van onder naar boven treft men er de hierna besproken eenheden aan³:

Het Onder-Landeniaan omvat mergel met daarboven harde klei naar boven toe overgaand in silteuze zandsteen en fijn zand (marien Landeniaan). Het Boven-Landeniaan (lagunair Landeniaan), dat niet continu doorloopt, is een complex van zanden, kleien en ligniet. Dit lagunair Landeniaan werd niet aangeboord te Beerzel.

Het Ieperiaan is onderaan opgebouwd uit kleien en silteuze kleien, bovenaan uit zeer fijn glauconiethoudend zand met plaatselijk kleilenzen en zandsteenlaagjes.

Het Paniseliaan bestaat onderaan uit een kleilaag. Daarboven treft men een complex aan

² Zowel het gesteentepakket als het gedeelte van de geologische tijd, tijdens hetwelk het pakket werd afgezet dragen dezelfde naam.

³ Om pragmatische redenen werden nog enkele nu verouderde termen gebruikt.

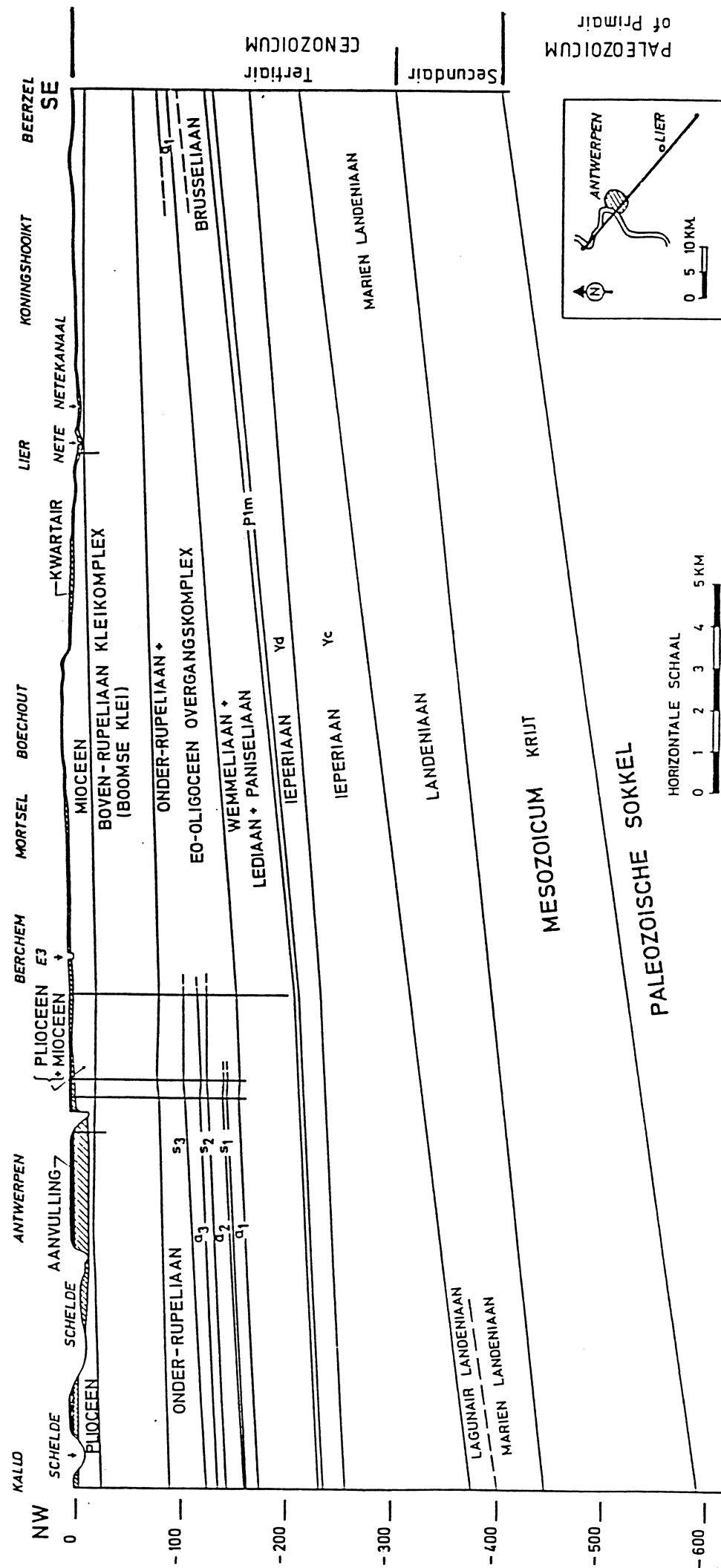


Fig. 3 Schematische NW-SE doorsnede Kallo-Beerzel

van zanden, kleihoudende zanden en zandhoudende kleien waarin talrijke zandsteenbanken voorkomen.

Het Brusseliaan, bestaande uit een fijn, soms verkiezeld, kalkrijk zand en zandsteen, werd niet aangeboord te Kallo. Vermoedelijk komt het ook niet voor in de gekarteerde zone. Te Beerzel werd het echter wel aangetroffen.

Het Lediaan omvat fijne kalkrijke zanden en kalkzandsteenbanken.

Het Wemmeliaan bestaat uit fijn zand dat kleihoudend kan zijn.

Tussen het Wemmeliaan en het Onder-Rupeliaan komt in het studiegebied een overgangskomplex voor (eo-oligoceen overgangskomplex). Het bestaat uit kleiïge en zandige lagen. Het complex werd slechts gedeeltelijk aangeboord te Beerzel.

Het Onder-Rupeliaan bestaat uit zanden, het Boven-Rupeliaan uit een kleicomplex (Boomse klei). De basis van de Boomse klei helt veralgemeend monoclinaal in noord-oostelijke richting met ca. 0,4 %.

Op de Boomse klei rusten pliocene en miocene lagen. Deze lagen, evenals de Boomse klei, worden in de grondmechanische atlassen van de Antwerpse agglomeratie meer in detail besproken.

De pliocene en miocene lagen worden in het Antwerpse sinds de negentiende eeuw bestudeerd. Deze studies hebben aanleiding gegeven tot een groot aantal publicaties. In deze publicaties werden aan de pliocene en miocene lagen, in functie van de toenmalige kennis van de stratigrafische opbouw, verschillende namen toegekend. De gebruiker van de grondmechanische atlas vindt in tabel 2 een overzicht van de termen die in de loop van de jaren aan die lagen werden toegekend.

3.3. De kwartaire deklagen

De kwartaire deklagen (afgezet vanaf 2 miljoen jaar geleden tot heden) werden gevormd tijdens het Pleistoceen (glaciale en interglaciale periodes) en tijdens het Holocene (periode na de laatste ijstijd).

In tegenstelling met de meeste gesteenten ouder dan het Kwartair kan hier niet gesproken worden van een veralgemeende helling in een bepaalde richting.

In het beschouwde gebied komen, behalve in het oosten, holocene alluviale afzettingen voor.

De kwartaire gronden zijn zeer uiteenlopend van aard en worden verder behandeld in de grondmechanische atlas onder de benamingen:

- alluvium (bovenste, middenste en onderste eenheden)
- kwartair zandcomplex.

LEGENDE v.d. GEOLOGISCHE KAAFT (1896)	ALGEMEEN STRATIGRAFISCH REGISTER v.d. GEOLOGISCHE KAAFT (1932)	STRATIGRAFISCHE INDELING J.DE HEINZELIN (1955) SYMPOSIUM NEOGEEN (1961)	LITHOSTRATIGRAFISCHE INDELING F.DE MEUTER - P.LAGA (1976)	GRONDMECHANISCHE ATLAS 7.7.5 à 8
POEDER - LIAAN	SCALDISIAAN	ONDER PLEISTOCEN	• FORMATIE v. LILLO - ZANDEN van ZANDVLIET - ZANDEN van MERKSEM - ZANDEN van KRUISSCHANS	SCALDISIAAN b (MERKSEMIAAN)
		MIDDEN PLOCEEN		
SCALDISIAAN				
DIESTIAAN	DIESTIAAN	ONDER PLOCEEN	• FORMATIE van KATTENDIJK	SCALDISIAAN a
		BOVEN MIOCEEN		
BOLDERIAAN	ANTWERPIAAN	BOVEN MIOCEEN	• FORMATIE van DIEST • FORMATIE van BERCHER - ZANDEN van ANTWERPEN - ZANDEN van KIEL - ZANDEN van EDEGEM	ANTWERPIAAN
		MIDDEN MIOCEEN		

Tabel 2 Onderverdeling van het Mioceen en het Plioceen in het Antwerpse

4. UITGEVOERDE STUDIE

Het opstellen van de grondmechanische kaart 7.7.5-8 geschiedde in drie fasen:

- Fase 1: verzamelen en verwerken van de beschikbare gegevens
- Fase 2: uitvoeren van aanvullende terreinproeven
- Fase 3: opstellen van de definitieve grondmechanische kaart en de verklarende nota.

De verzamelde resultaten van boringen, sonderingen en laboratoriumproeven werden manueel verwerkt op steekkaarten en op een dokumentatiekaart aangeduid. Voorbeelden van steekkaarten zijn weergegeven in bijlage 1.

Daar te Antwerpen meerdere referentieniveaus worden aangewend voor het vastleggen van de hoogtepeilen dienden vooreerst alle in de verschillende rapporten vermelde peilen te worden omgezet in peilen ten opzichte van het referentievlak TAW van het NGI. Het verband tussen de verschillende aangewende referentieniveaus is aangegeven in figuur 4.

Er werd gepoogd alle diepsonderingen geologisch te interpreteren. Indien een duidelijke lithologische grens aanwezig was tussen de verschillende eenheden bood dit geen moeilijkheden. In sommige gevallen bleek een stratigrafische interpretatie moeilijk.

Er werden eveneens een aantal historische kaarten geraadpleegd om de voormalige terreinconfiguratie, voormalige grachten en waterlopen te situeren en om de vroegere topografie te achterhalen.

Bij het opstellen van de definitieve grondmechanische atlas werd gepoogd zoveel mogelijk rekening te houden met de definitie van een grondmechanische kaart zoals voorgesteld door de I.A.E.G.⁴: "Een grondmechanische kaart is een kaart die een weergave is van alle componenten van het geologisch milieu, die een rol spelen bij het bodemgebruik en die een invloed uitoefenen op het ontwerp, de bouw en het onderhoud van de bouwwerken en van mijnen".

Deze kaarten dienen ons in te lichten over de gesteenten, de hydrogeologische kenmerken, bepaalde geomorfologische eigenschappen en de huidige geodynamische processen.

De classificatie van gesteenten op grondmechanische kaarten is gesteund op het principe dat hun huidige fysische of grondmechanische eigenschappen afhankelijk zijn van de genese van het gesteente, eventueel gevolgd door een diagenetische, metamorfe en tectonische evolutie evenals van oppervlakkige verweringsverschijnselen.

⁴ International Association of Engineering Geology.

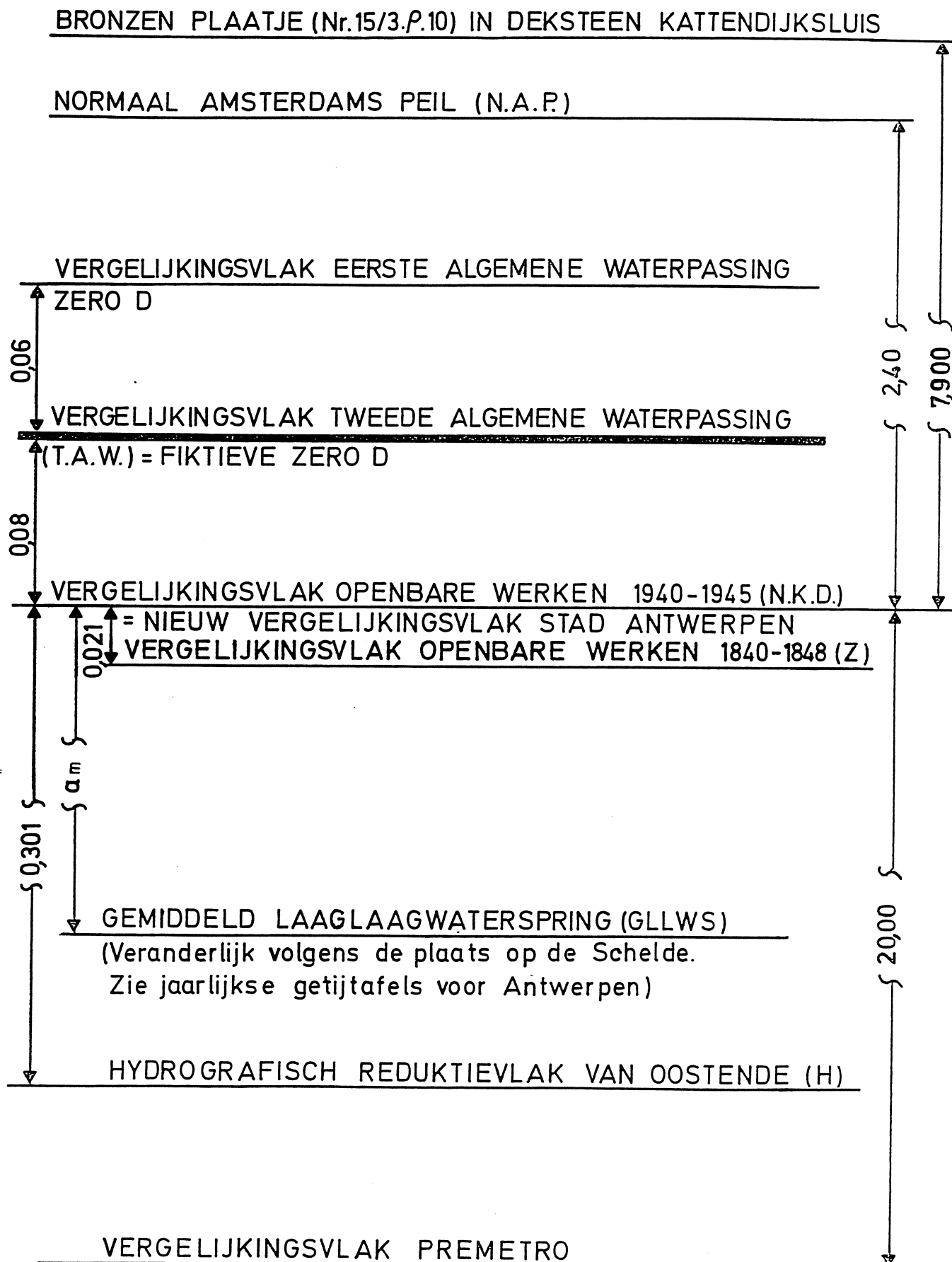


Fig. 4 Ligging van enkele vergelijkingsvlakken in gebruik te Antwerpen (verschillen uitgedrukt in m)

Steunend op de lithologie en de genese van het gesteente worden overeenkomstig de graad van homogeniteit van de fundamentele grondmechanische eigenschappen en alnaargelang de omstandigheden, de volgende eenheden gedefinieerd:

- grondmechanisch type
- lithologisch type
- lithologisch complex
- lithologische sequentie.

Het grondmechanisch type bezit een maximale graad van homogeniteit van de fundamentele grondmechanische eigenschappen. Zowel het lithologisch karakter als de fysische toestand dienen uniform te zijn. De fysische eigenschappen binnen het grondmechanische type kunnen aldus op grond van een statistische verwerking éénduidig worden vastgelegd.

Een lithologisch type is een eenheid met een homogene samenstelling, textuur en structuur maar niet hoofdzakelijk met uniforme fysische eigenschappen. Alhoewel de fysische eigenschappen dan niet meer door welbepaalde waarden kunnen worden vastgelegd, zal het nog mogelijk zijn de grenzen vast te leggen waarbinnen deze eigenschappen kunnen variëren.

Een lithologisch complex bestaat uit een aantal genetisch verwante lithologische types, die onder specifieke paleogeografische en tectonische omstandigheden zijn afgezet. De ruimtelijke ordening van deze types binnen het complex is specifiek en distinctief voor het complex. De lithologische samenstelling en de fysische eigenschappen hoeven niet uniform te zijn. Dit heeft voor gevolg dat het niet mogelijk is de fysische en mechanische eigenschappen voor het gehele complex vast te leggen. Het is hoogstens mogelijk naast de gegevens betreffende een aantal lithologische types binnenin het complex, het algemeen gedrag van het complex weer te geven.

De lithologische sequentie is samengesteld uit een aantal lithologische complexen die in gelijkaardige paleogeografische en tectonische omstandigheden werden afgezet. Doordat deze complexen binnen de sequentie bepaalde verwante lithologische karakteristieken hebben, vormen ze een geheel dat van de aangrenzende sequenties kan worden onderscheiden. De grondmechanische eigenschappen van de sequentie kunnen dan ook slechts door een aantal zeer algemene gegevens worden vastgelegd.

Binnen de beschouwde zone werden de lagen in een aantal lithologische complexen onderverdeeld en als dusdanig gekarteerd.

Bij de bespreking van deze gekarteerde eenheden zal evenwel soms een onderscheid worden gemaakt tussen de lithologische types die binnen het complex voorkomen. Alhoewel soms heel wat gegevens beschikbaar zijn betreffende de grondmechanische eigenschappen van bepaalde lithologische types, is het evenwel niet mogelijk de begrenzingsvlakken ervan met een voldoende nauwkeurigheid vast te leggen en te karteren.

De kartering van de verschillende eenheden bestaat erin deze ruimtelijk te begrenzen. Uit de boven- en ondergrens van een eenheid kan haar dikte bepaald worden. Haar

maximale laterale uitbreiding komt overeen met het samenvallen van onder- en bovengrens.

De dikte van de gekarteerde lagen wordt voorgesteld door isopachen of lijnen van gelijke dikte. Indien de top van een eenheid wordt aangegeven gebeurt dat door middel van isohypsen of lijnen van gelijk peil. Daar zowel de isopachen als de isohypsen verkregen worden door interpolatie, behouden de voorgestelde gegevens een hypothetisch karakter. Vooral in de zone waar het aantal boringen of sonderingen klein is kunnen afwijkingen voorkomen. De gebruiker van de grondmechanische atlas wordt verondersteld rekening te houden met deze feiten.

5. DOKUMENTATIE (plaat I)

5.1. Boringen en sonderingen

De plaat I (dokumentatie) geeft de ligging en het type aan van boringen, sonderingen en andere terreinproeven waarvan de gegevens aangewend werden voor het opstellen van de grondmechanische atlas 7.7.5-8. De kaart geeft ook de huidige topografie aan.

Het type van de waarneming is aangegeven door een symbool. De betekenis van dit symbool staat vermeld in bijlage 2 evenals in de legende van plaat I.

Het nummer dat naast de symbolen is vermeld laat toe de overeenkomstige steekkaart te raadplegen. Deze steekkaarten kunnen geraadpleegd worden bij het Bestuur Geotechniek, Tramstraat 52 te 9052 Zwijnaarde op voorwaarde dat de opdrachtgever van de proeven (indien dit geen openbaar bestuur is) hiertoe zijn toestemming heeft gegeven.

In het totaal werden 857 gegevens (672 sonderingen en 185 boringen) in kaart gebracht. Het opzoeken van gegevens werd stopgezet op 1 januari 1993. De aangewende gegevens zijn hoofdzakelijk afkomstig van:

- Het Bestuur Geotechniek van het Departement Leefmilieu en Infrastructuur,
- De Belgische Geologische Dienst,
- De private ondernemingen die een vestiging hebben in de gekarteerde zone.

5.2. Hoogtelijnen

De meeste hoogtelijnen op plaat I werden getekend aan de hand van peilen van recent uitgevoerde terreinproeven en van de peilen aangegeven op de basiskaart van het Nationaal Geografisch Instituut, 3de uitgave, 1984.

De hoogtelijnen ter plaatse van het vormingsstation Antwerpen-Noord werden getekend aan de hand van NMBS-plannen.

Voor de hoogtelijnen ter plaatse van de autoweg A12 Antwerpen-Bergen-op-Zoom werd gebruik gemaakt van plannen ter beschikking gesteld door de Administratie Wegeninfrastructuur en Verkeer.

De bodempeilen van de dokken en van de Schelde zijn eveneens op de plaat I aangegeven.

5.3. Basiskaart

Als basiskaart werd de onderste helft van de kaart 7/7 EKEREN van het Nationaal Geografisch Instituut (3de uitgave, 1984, schaal 1/10.000) aangewend.

Aan de hand van recente luchtfoto's (periode 1991-1992) werden ter plaatse van het gehucht "Walenhoek" enkele belangrijke terreinwijzigingen ingetekend.

6. GEKARTEERDE EENHEDEN

6.1. Aangevulde en vergraven gronden (plaat II)

6.1.1. Oorsprong

De aangevulde en vergraven gronden zijn van antropogene oorsprong en betrekkelijk recent. In het beschouwde gebied werden met het oog op het winnen van industrieterreinen grote hoeveelheden grond aangebracht op de oorspronkelijk laaggelegen polders. De meeste van deze ophogingen gebeurden tijdens de twintigste eeuw.

Aangevulde gronden komen in het kaartgebied eveneens voor in voormalige wielen. Wielen zijn kolkgraten ontstaan door dijkdoorbraken (zowel natuurlijke als militaire). De wielen zijn op natuurlijke wijze gedeeltelijk of volledig dichtgeslibd. Het bovenste deel van de wielen is naderhand ten behoeve van de havenuitbreiding door menselijke tussenkomst opgevuld.

Een wiel ontstaan als gevolg van een militaire dijkdoorbraak vinden we in het kaartgebied terug nabij de "Hoge Maai". Dit wiel (Rode Wiel) ontstond door de doorbraak van de 's Hertogendijk in 1585 en werd uitgewoeld tot peil -7,0 (HAVERMANS, 1956).

Een ander, veel kleiner, wiel is te vinden nabij de Bunderdijk te Hoevenen. Deze dijk vertoont een kleine driehoekige kraag die mogelijk in verband staat met de natuurlijke dijkdoorbraak bij een zware stormvloed van de Ettenhovensedijk in 1682. In de opening van de kraag treft men een dichtgeslibt wieltje aan (HAVERMANS, 1956).

Andere als wielen aangeduide wateroppervlakken kunnen ook van pré-alluviale ouderdom zijn en zouden dus reeds bestaan hebben vooraleer dijken werden aangelegd. Deze "wielen" zijn waarschijnlijk de resten van het pré-alluviale waterloppennet (HAVERMANS, 1956).

In het kaartgebied kwamen in de voormalige Muisbroekpolder (tussen het Churchilldok en het centrum van Ekeren) drie dergelijke, vrij grote, wielen voor. Het zijn:

- het Schouwkens of Molenwiel (grootste dieptepeil -2,7),
- het Romeinswiel (grootste dieptepeil -4,6),
- het Sprang- of Langwiel (grootste dieptepeil -4,0).

Een ander vermoedelijk pré-alluviaal wiel bevond zich ten noorden van de dijkkraag (Oorderse kraag) van de Ettenhovense dijk.

In het gekarteerde gebied kwamen een groot aantal dijken voor (figuur 2).

De oudst gekende van deze dijken was wellicht de Goordijk (vermoedelijk daterend uit de 11de-12de eeuw). Het was een lage dijk (hoogte ca. 1 m) die het gebied Ekeren-Stabroek beschermde tegen overstromingen (MIJS, 1973). Deze dijk verloor door zijn geringe hoogte geleidelijkaan zijn functie en verdween uit het landschap.

Een andere oude dijk vormde de verbinding tussen de Schelde en het hoogland van Hoevenen-Stabroek: de Cauwesteindijk of 's Hertogendijk (vermoedelijk daterend uit de 11de-12de eeuw).

Na de Tachtigjarige Oorlog (1648) werd een tweede, meer zuidelijk gelegen verbinding tussen de Schelde en het hoogland van Ekeren gebouwd: de Wilmarsdonkse en Ekersedijk, aangelegd tussen 1649-51.

In 1662 werd een noord-zuid verbinding tussen de 's Hertogendijk, de opduiking van Oorderen en de opduiking van Wilmarsdonk tot stand gebracht ter vervanging van de Goordijk. Deze verbinding bestond uit de Ettenhovense dijk, de Muisbroekdijk en de Oorderense dijk.

Om de Muisbroekpolder te beschermen werd in 1683 de Bunderdijk gebouwd (MIJS, 1973) of wederopgebouwd (HAVERMANS, 1956). Deze dijk vormt de verbinding tussen de opduiking van Oorderen en het hoogland van Hoevenen.

De meest recente dijk op het kaartblad was de Cirkel- of Kraagdijk die in 1838 werd gebouwd. Bedoeling was de, door de dijkbreuk van 1831, ondergelopen Lillopolder weer gedeeltelijk droog te leggen (HAVERMANS, 1956).

De meeste van deze dijken zijn nu verdwenen onder de opspuitingen of werden afgegraven. Momenteel blijven alleen nog restanten van de 's Hertogendijk, de Ettenhovensedijk, de Ekersedijk en de Bunderdijk in het landschap bewaard.

Op de Cauwesteinse en 's Hertogendijk bevonden zich een aantal forten en schansen. Van zuidwest naar noordoost vindt men (met jaar van aanleg): het fort de Kruisschans of Santa Cruz (1585), de schans van Oorderen (1890), de Paalschans (1585) en de schans St.-Jacob (1585). Met uitzondering van het fort de Kruisschans en de schans van Oorderen is de exacte ligging van deze versterkingen nog moeilijk te achterhalen. Hun vermoedelijke ligging, aangegeven op plaat II, is gesteund op historische kaarten die niet altijd even nauwkeurig de werkelijkheid weergeven.

6.1.2. Samenstelling

In het geval van aanvullingen kan de samenstelling van de grond in het algemeen sterk wisselen en bestaan uit zanden, afbraakresten van gebouwen of vestingmuren, huishoudelijk afval enz. In het kaartgebied bestaan deze gronden hoofdzakelijk uit fijn zandig materiaal, dikwijls met talrijke slib- en kleihoudende lenzen. Het onderscheid tussen de aangevulde gronden en het onderliggend alluvium is hierdoor moeilijk of niet te maken.

Dijken kunnen ook als aangevulde gronden worden beschouwd. Afhankelijk van de periode en de plaats werden de dijklichamen met klei en/of met zand opgebouwd. Meestal bestonden de dijklichamen nabij de zandige opduikingen en het hoogland uit zand terwijl deze in de polder meestal uit klei werden opgebouwd.

In de wielen komen zowel slappe gronden als zand voor. De slappe sedimenten treft men meestal aan onderaan in het wiel. Deze slappe gronden zijn, gezien hun eigenschappen, samen met het alluvium gekarteerd (paragraaf 6.2).

De vergraven gronden zijn samengesteld uit geremanieerd onderliggend materiaal. Het onderscheid tussen aangevulde en vergraven gronden is niet altijd duidelijk.

6.1.3. Uitbreiding

De kartering van de aangevulde en vergraven gronden is gesteund op boor- en sondeerresultaten en op oude kaarten. Gezien de grillige uitbreiding van deze gronden is het echter niet uitgesloten dat de werkelijke dikte plaatselijk afwijkt van de op de plaat vermelde waarde.

Voor het situeren van de belangrijkste voormalige polderdijken en wielen werden oude topografische kaarten aangewend. Deze kaarten geven ook informatie over het oorspronkelijk polderpeil. De lijst van de aangewende kaarten is opgenomen in bijlage 4. De geraadpleegde kaarten dateren van na 1750; het is dus niet uitgesloten dat in het kaartgebied nog andere voormalige belangrijke grachten of wielen worden aangetroffen.

De dikte van de aangevulde en vergraven gronden in het oostelijk deel van het kaartblad, in de zone ter plaatse van het huidige General Motors (de vroegere zandige opduiking van Oorderen) en in de gebieden tussen de spoorwegbundels van het vormingsstation bedraagt 0 tot 2 m.

In de rest van het havengebied bedraagt de dikte meestal 2 à 6 m. Ten westen van de Lillobrug en tussen de Schelde en Kanaaldok B1 komen zones voor met een dikte van 6 tot 8 m.

De dikte van de aanvulling ter plaatse van het vormingsstation kan plaatselijk 4 tot 9 m bedragen. De aanvulling nabij de "Hoge Maai" bedraagt 6 tot 12 m.

Nabij de kaaimuren kan de dikte van de aangevulde gronden groter zijn dan aangegeven op de kaart.

6.1.4. Grondmechanische eigenschappen

De grondmechanische eigenschappen van de aangevulde en vergraven gronden zijn gekenmerkt door hun sterk wisselend karakter.

Op de plaatsen waar de aanvulling met zuiver zand werd uitgevoerd, kunnen vrij goede eigenschappen worden aangetroffen. Deze gronden vertonen dan konusweerstand die soms over aanzienlijke dikten groter zijn dan 10 MN/m^2 . In de meeste gevallen zijn deze aanvullingen evenwel niet homogeen en worden de vrij weerstandbiedende lagen afgewisseld met weinig weerstandbiedende slib- of kleihoudende lagen. Ter plaatse van oude polderdijken en wielen kunnen eveneens afwijkende grondmechanische eigenschappen van de aangevulde gronden bestaan. Een detailkartering van analoge zones binnen de aangevulde en vergraven gronden is aan de hand van de beschikbare gegevens niet realiseerbaar.

6.2. Alluvium (plaat III)

6.2.1. Oorsprong

In het alluvium op het kaartblad 7.7.5-8 werden vier eenheden samen gekarteerd: een bovenste eenheid, een middenste eenheid, een onderste eenheid en tenslotte de slappe gronden die voorkomen in bepaalde wielen. Al deze gronden zijn van continentale oorsprong en van kwartaire ouderdom (grotendeels of volledig Holoceen).

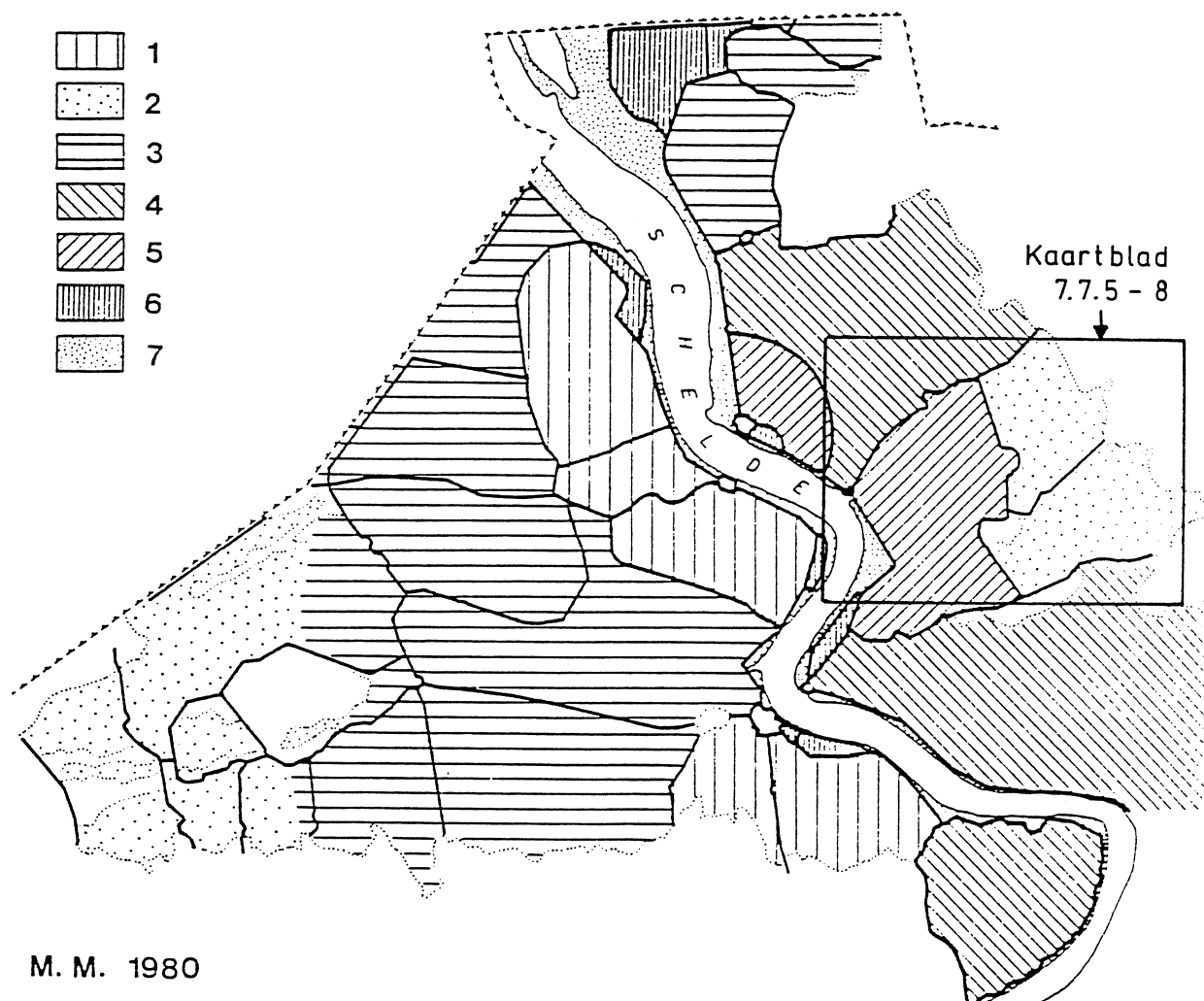
Het alluvium treft men hoofdzakelijk aan in de Scheldepolders. In MIJS, 1981 wordt een morfogenetische onderverdeling van de Scheldepolders voorgesteld (fig. 5). In het gekarteerde gebied kunnen morfogenetisch vier soorten polders worden onderscheiden:

- *transgressiepolders* (Ettenhoofse polder en Muisbroekpolder). Deze polders worden gekenmerkt door het voorkomen van zandige oppervlakesedimenten daar het estuariene landschap nog niet tot een rijpe schorre was verland. Er komen ook verzande krekens in voor.
- *inbraakpolders* (Lillopolder (buiten de Cirkeldijk) en Austruweelpolder). De oppervlaktestructuur van deze polders wordt bepaald door een laag sedimenten afgezet op het estuariene landschap onder invloed van een stormvloed of van een militaire inundatie.
- *doorbraakpolders* (Lillopolder (binnen de Cirkeldijk), Oorderen- en Ordampolder). Indien het water in een ondergelopen polder langs een smal dijkgat is binnengestroomd, kan in de polder een nieuw en diep krekensysteem worden uitgeschuurd. De getijdewerking ondergaat in dit soort polders een dempingsverschijnsel waarbij de vloed veel korter duurt dan de ebstroom. Daardoor wordt het sedimentatieproces sterk in de hand gewerkt en wordt veel fijn slib naar de krekens gedraineerd dat deze laatste tot slibkrekens opvult. Dit is vooral typisch voor de Oorderenpolder, overstroomd in 1632 en opnieuw drooggelegd in 1772.
- *buitenpolders* (Ketenisse- en Wijtvlietpolder). Dit zijn eerder kleine polders die als rijpe schorre zijn drooggelegd. Ze dragen rijke kleigronden en de eventueel aanwezige krekens zijn nagenoeg volledig verland en bij de incultuurname ook verder opgevuld.

6.2.2. Lithologie

De bovenste eenheid bestaat vooral uit klei en leem, plaatselijk veenhoudend of zandhoudend of met zandige tussenlagen. Waar het alluvium dun is (minder dan ca. 1 m) wordt deze eenheid zandiger.

De middenste eenheid bestaat uit veen en plaatselijk uit sterk veenhoudende klei.



- 1 = Primaire polder
- 2 = Transgressiepolder
- 3 = Ververste polder
- 4 = Inbraakpolder
- 5 = Doorbraakpolder
- 6 = Buitenpolder
- 7 = Uiterwaarden

Fig. 5 Morfogenetische onderverdeling van de Schelde polders (MYS, 1981)

De onderste eenheid is vooral samengesteld uit klei of leem die veenhoudend of zandhoudend kan zijn. Plaatselijk komen tussenlagen van veen of veenhoudend zand voor.

De slappe gronden die voorkomen in bepaalde wielen bestaan vermoedelijk uit een afwisseling van lagen klei, leem en slib die veenhoudend of sterk veenhoudend kunnen zijn.

6.2.3. Uitbreiding

Zoals aangegeven op plaat III komt het alluvium alleen voor in het westen en in het midden van het kaartblad met uitzondering van de zone waar de voormalige zandige opduikingen van Oorderen en Wilmarsdonk voorkwamen. Ter plaatse van de aangevulde waterlopen is het alluvium geheel of gedeeltelijk verdwenen.

De lithologische opbouw van het alluvium is aangegeven ter plaatse van de boringen; één of meerdere van de hogervermelde eenheden kunnen ontbreken.

De gezamenlijke dikte van de bovengenoemde eenheden is voorgesteld op plaat III. Deze dikte varieert van 0 tot 10 m.

De bovenste eenheid (klei en leem, plaatselijk veen- of zandhoudend) komt in het westen en het midden van het kaartgebied voor, behalve ter plaatse van de voormalige zandige opduikingen Oorderen en Wilmarsdonk.

De middenste eenheid (veen, plaatselijk sterk veenhoudende klei) komt alleen in het westen van het kaartblad voor en reikt vermoedelijk niet veel verder dan de oostzijde van de kanaaldokken B1 en B2.

De onderste eenheid (klei en leem, plaatselijk veen- of zandhoudend, plaatselijk tussenlagen veen of veenhoudend zand) komt slechts voor ter plaatse van het kanaaldok B1.

De slappe gronden in de wielen hebben een sterk wisselende dikte.

6.2.4. Grondmechanische eigenschappen

6.2.4.1. Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het alluvium (klei en leem, plaatselijk veen- of zandhoudend)

Van deze eenheid waren de resultaten beschikbaar van laboratoriumproeven uitgevoerd op 40 monsters afkomstig van boringen uitgevoerd in de Lillopolder, de Ordampolder, de Oorderenpolder en de Muisbroekpolder.

Tabel 3 - Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het alluvium (klei en leem, plaatselijk veen- of zandhoudend)

⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾	γ_n (25) kN/m ³	γ_d (25) kN/m ³	w (25) %	n (25) %	w _L (32) %	i _p (32)
Min.	13,34	6,22	35,00	52,3	22,80	2,30
Max.	17,47	12,40	114,50	76,1	134,10	77,60
Gemid.	15,85	10,28	56,72	60,43	62,54	30,91

⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾	A (21)	C (23)	k _v (20) m/s
Min.	54	7	2,28.10 ⁻¹⁰
Max.	554	33	5,10.10 ⁻⁷
Gemid.	180,3	16,3	-

- Korrelverdeling: fig. 6
- Classificatie volgens Casagrande: fig. 7
- Humusgehalte: van 0,3 tot 16,3 % (gem. 3,6 %, 25 monsters)
- Kalkgehalte: van 1,5 tot 22,9 % (gem. 11,6 %, 36 monsters)
- 25 celproeven (kaartblad 15.3):
 - c'_{cel}: van 0 tot 12,26 kN/m²
 - φ'_{cel}: van 20 tot 43,5°
 - c_{cel}: van 0 tot 45,11 kN/m²
 - φ_{cel}: van 5 tot 25,1°
- 2 triaxiaalproeven, geconsolideerd, niet-gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) (kaartblad 15.3.1):
 - c: 17 kN/m²
 - φ: van 24,2 tot 27°

⁵ De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

⁶ Aantal monsters.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

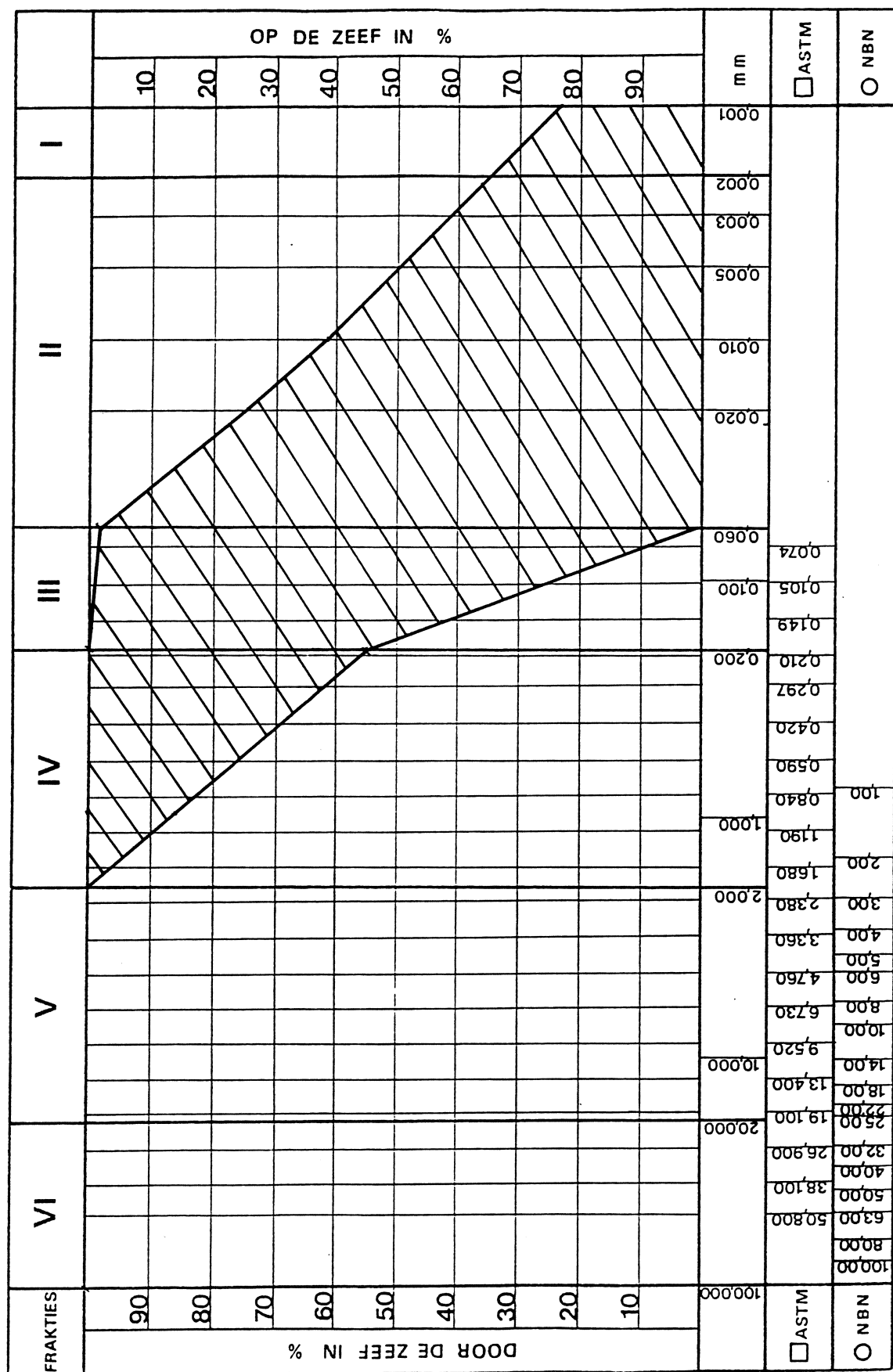


Fig. 6 Alluvium (bovenste eenheid): korrelverdeling (34 monsters)

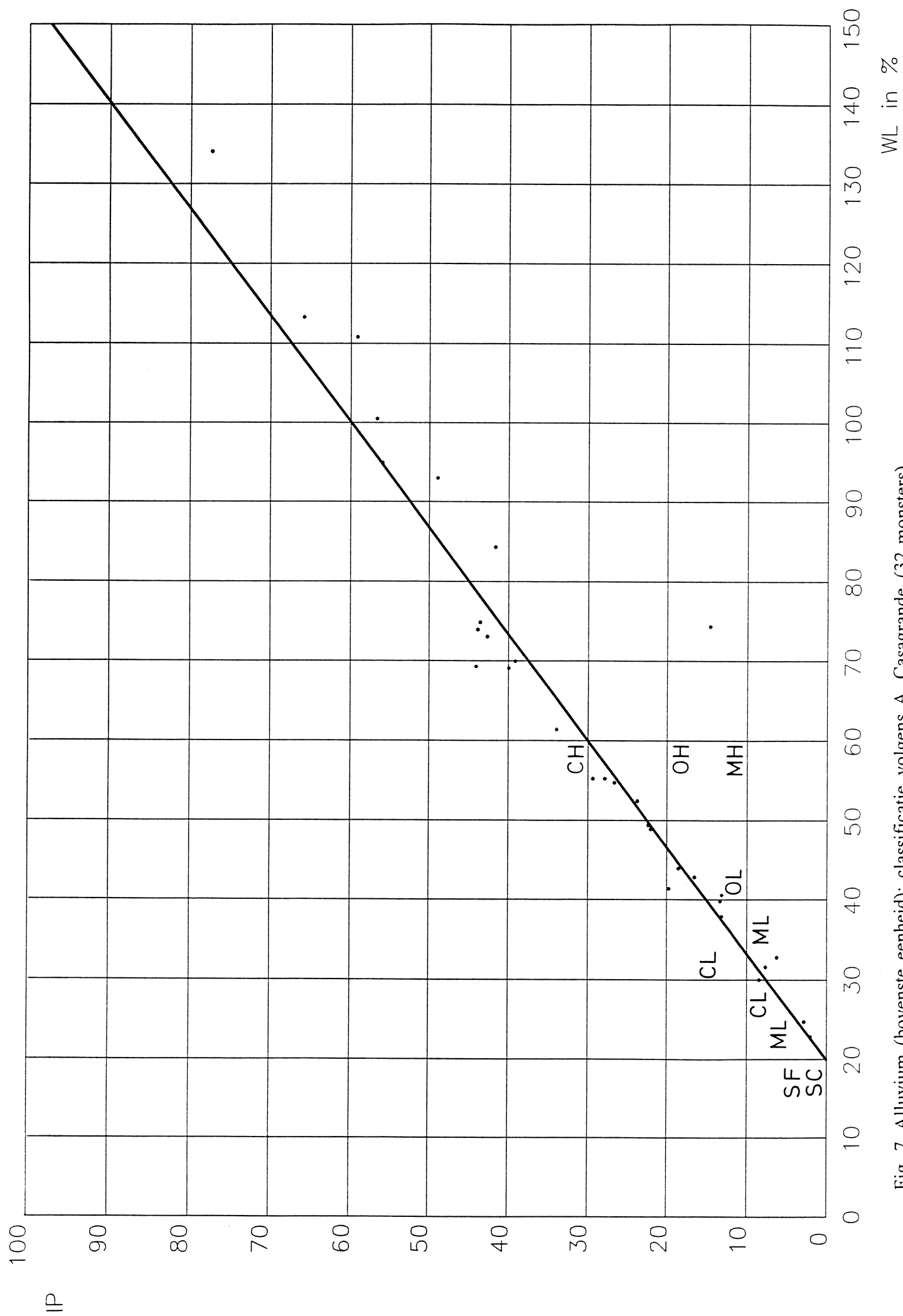


Fig. 7 Alluvium (bovenste eenheid): classificatie volgens A. Casagrande (32 monsters)

6.2.4.2. Grondmechanische eigenschappen van de middenste eenheid van het alluvium (veen, sterk veenhoudende klei)

Resultaten van laboratoriumproeven op 21 monsters waren beschikbaar. De monsters zijn afkomstig van boringen uitgevoerd in de voormalige Lillopolder, Ordam- en Oorderenpolder, in het westelijk deel van het kaartblad 7.7.5-8.

Tabel 4 - Grondmechanische eigenschappen van de middenste eenheid van het alluvium (veen, sterk veenhoudende klei)

(⁷) (⁸)	γ_n (15) kN/m ³	γ_d (15) kN/m ³	w (15) %	n (15) %	w _L (6) %	i _p (6)
Min.	8,94	1,55	53,60	69,10	186,50	87,60
Max.	11,73	4,99	463,00	90,40	438,50	175,00
Gemid.	10,40	3,08	243,57	82,03	315,48	120,67

(⁷) (⁸)	A (11)	C (11)	k _v (13) m/s
Min.	22	4	2,4.10 ⁻¹⁰
Max.	103	11	3,95.10 ⁻⁷
Gemid.	53,6	6,8	-

- Korrelverdeling: fig. 8
- Humusgehalte: van 8,2 tot 95,8 % (gem. 62,19 %, 17 monsters)
- Kalkgehalte: van 0,2 tot 13,2 % (gem. 5,19 %, 12 monsters)
- 19 celproeven (kaartblad 15.3):
 - c'_{cel} : van 0 tot 17,16 kN/m²
 - φ'_{cel} : van 18 tot 45°
 - c_{cel} : van 0,98 tot 29,42 kN/m²
 - φ_{cel} : van 7 tot 38,4°

⁷ De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

⁸ Aantal monsters.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

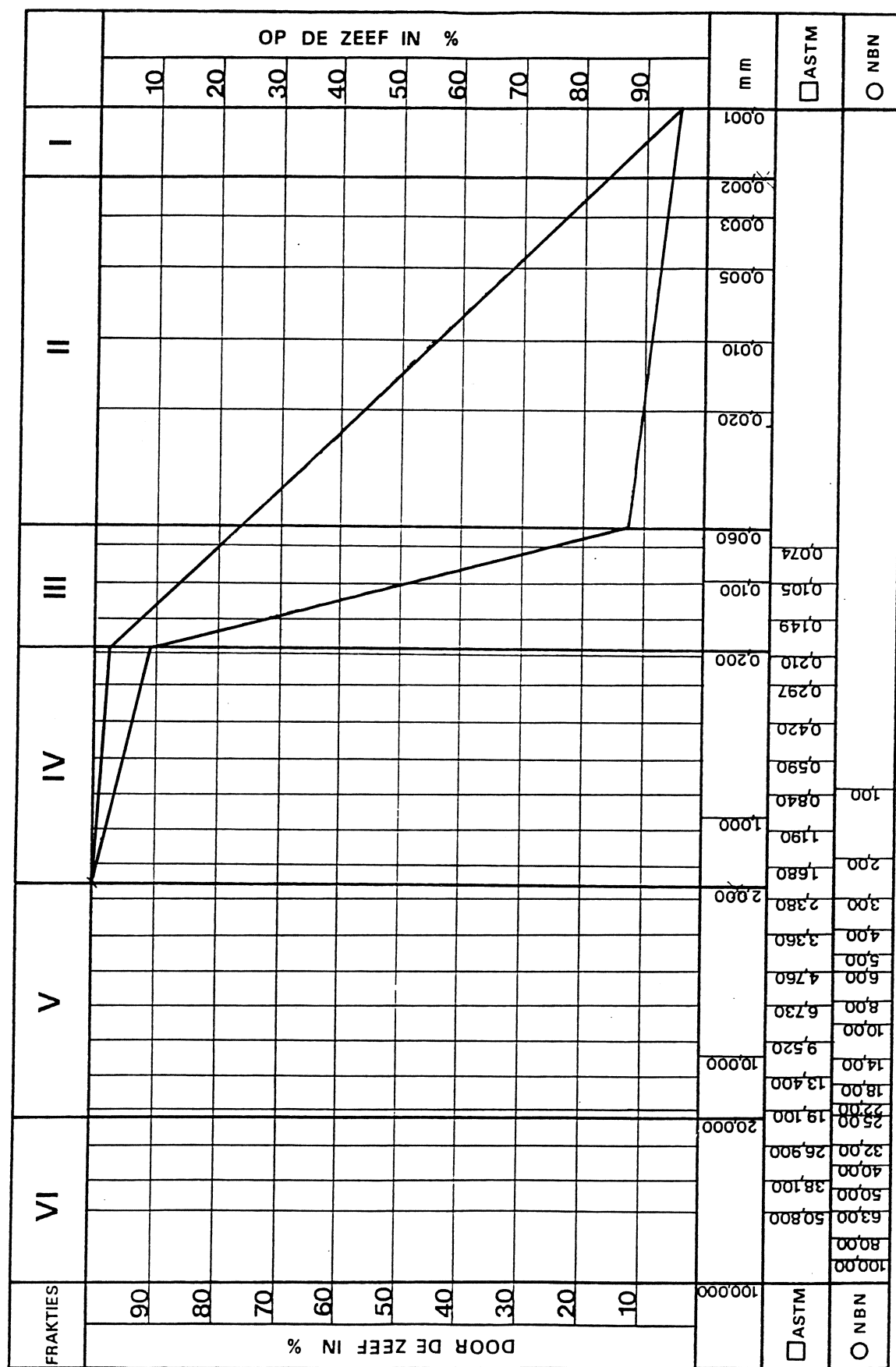


Fig. 8 Alluvium (middenste eenheid): korrelverdeling (2 monsters)

6.2.4.3. Grondmechanische eigenschappen van de onderste eenheid van het alluvium (klei, leem, plaatselijk veenhoudend of zandhoudend)

Negen analyses op monsters uit de onderste eenheid werden verwerkt. De monsters werden ontnomen uit 6 boringen uitgevoerd in de vroegere Ordam- en Oorderenpolders, ter plaatse van het huidige kanaaldok B1.

Tabel 5 - Grondmechanische eigenschappen van de onderste eenheid van het alluvium (klei en leem, plaatselijk veen- of zandhoudend)

⁽⁹⁾ (¹⁰)	γ_n (5) kN/m ³	γ_d (5) kN/m ³	w (5) %	n (5) %	w _L (3) %	i _p (3)
Min.	13,15	6,35	30,10	48,60	71,60	38,10
Max.	17,88	13,35	107,00	75,60	148,60	81,60
Gemid.	15,80	10,57	59,72	59,36	97,97	53,80

⁽⁹⁾ (¹⁰)	A (3)	C (3)	k _v (4) m/s
Min.	50	9	3,8.10 ⁻¹⁰
Max.	476	51	9,1.10 ⁻⁷
Gemid.	290,67	26	-

- Korrelverdeling: fig. 9
- Classificatie volgens Casagrande: fig. 10
- Humusgehalte: van 2,6 tot 25 % (gem. 12,54 %, 5 monsters)
- Kalkgehalte: van 1,4 tot 17,1 % (gem. 7,23 %, 4 monsters)
- 5 celproeven (kaartblad 15.3):
 - c'_{cel}: van 0 tot 6,87 kN/m²
 - φ'_{cel}: van 24 tot 36°
 - c_{cel}: van 5,88 tot 17,16 kN/m²
 - φ_{cel}: van 7 tot 21°

6.2.4.4. Grondmechanische eigenschappen van de slappe gronden in de wielen

Gezien het zeer heterogeen karakter van deze gronden wordt geen overzichtstabel gegeven. Algemeen kan gesteld worden dat deze gronden slechte grondmechanische eigenschappen bezitten.

⁹ De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

¹⁰ Aantal monsters.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

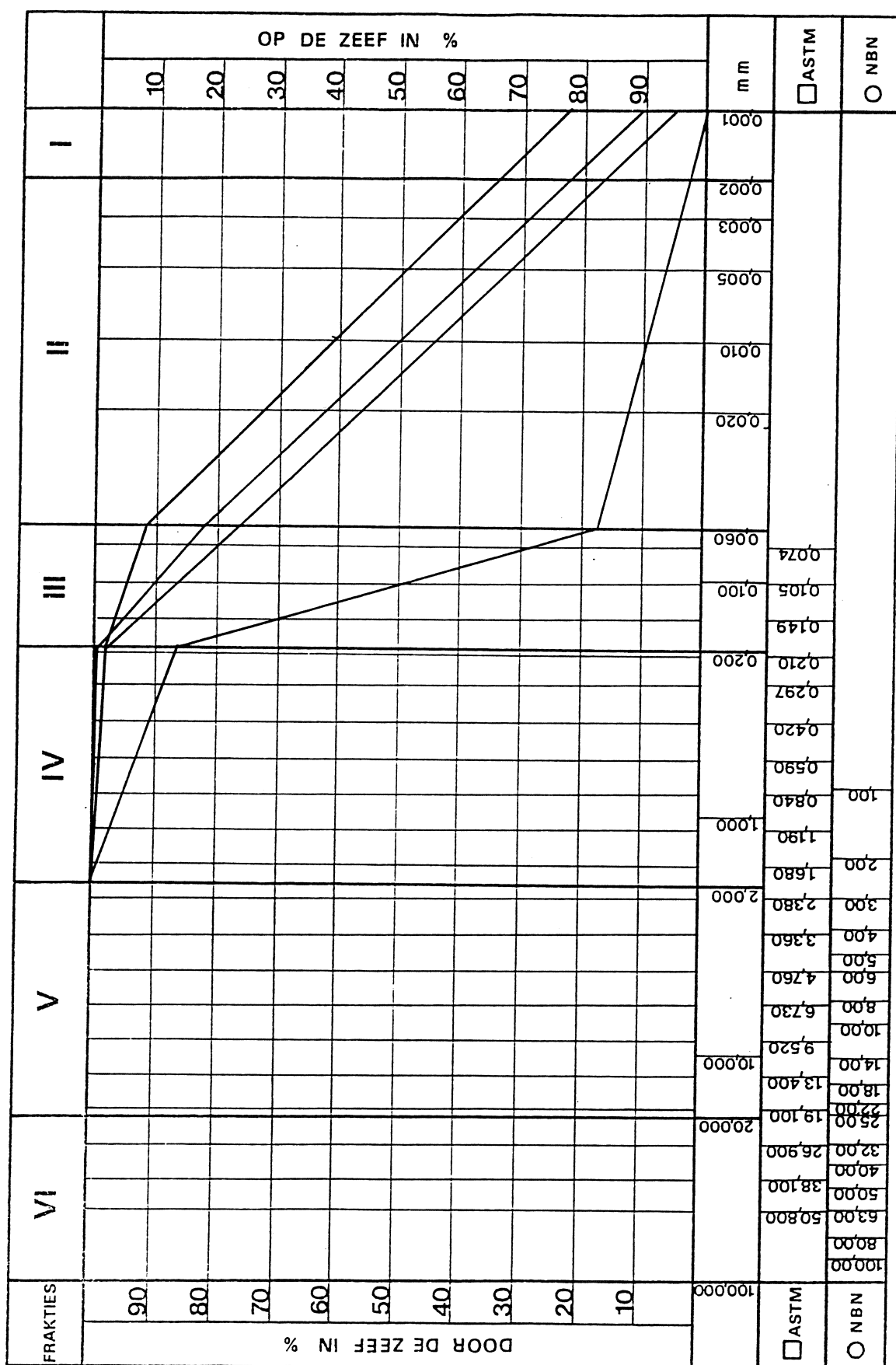
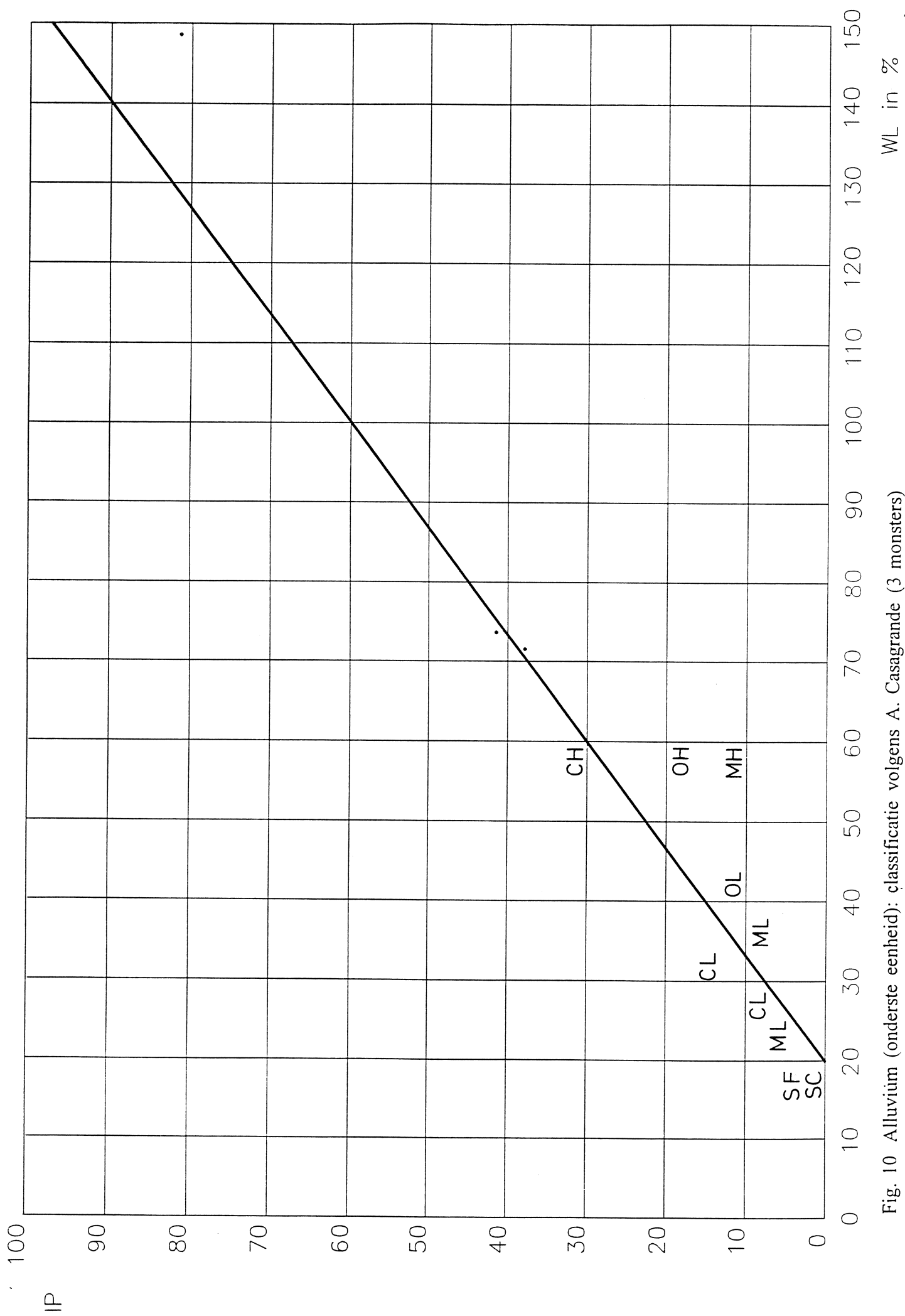


Fig. 9 Alluvium (onderste eenheid): korrelverdeling (4 monsters)



6.3. Kwartair zandcomplex (plaat IV - plaat X)

6.3.1. Oorsprong

Het kwartair zandcomplex is van continentale oorsprong en dateert grotendeels uit het Pleistoceen. Het zandcomplex bestaat in het grootste gedeelte van het gekarteerde gebied uit zandige gronden die vermoedelijk aangevoerd werden door sneeuw (niveo-eolisch) en wind (eolisch), evenals uit plaatselijk herwerkte zanden afkomstig van het tertiair substraat.

6.3.2. Lithologie

Gezien de continentale oorsprong van het kwartair zandcomplex zijn deze afzettingen vrij heterogeen. Er zijn tevens te weinig gedetailleerde gegevens beschikbaar om het zandcomplex in een aantal duidelijk van elkaar te onderscheiden en karteerbare eenheden te kunnen onderverdelen.

Het kwartair zandcomplex is in het kaartgebied grotendeels opgebouwd uit fijn zand en uit klei- of leemhoudend fijn zand. Aan de basis komt soms een grintlaagje voor. Binnen het zandcomplex worden lemige, kleiige en venige tussenlaagjes aangetroffen waarin ook schelpen of schelpgruis voorkomen.

In de uiterste noordoosthoek van het kaartblad komen middelmatige tot grove kwartszanden voor die schelpen bevatten (Formatie van Merksplas).

6.3.3. Uitbreiding

De dikte van het kwartair zandcomplex is aangegeven op plaat IV. De basis van het complex kan afgeleid worden uit de plaat X (isohypsen). Het zandcomplex komt vrijwel overal voor. Gezien het grillig verloop ervan dient men er rekening mee te houden dat plaatselijke afwijkingen van de aangegeven uitbreiding mogelijk zijn. De dikte varieert van 0 tot 10 m.

6.3.4. Grondmechanische eigenschappen

6.3.4.1. Grondmechanische eigenschappen van het kwartair zandcomplex (fijn zand en leemhoudend fijn zand)

45 monsters werden aan een laboratoriumonderzoek onderworpen. De resultaten zijn opgenomen in tabel 6.

Tabel 6 - Grondmechanische eigenschappen van het kwartair zandcomplex (fijn zand en leemhoudend fijn zand)

⁽¹¹⁾ ⁽¹²⁾	γ_n (30) kN/m ³	γ_d (30) kN/m ³	w (30) %	n (30) %	w _L (17) %	i _p (12)
Min.	16,39	11,94	16,60	34,30	18,50	0,70
Max.	19,90	17,06	40,40	54,10	27,40	9,20
Gemid.	18,66	15,01	24,70	42,24	22,39	3,43

⁽¹¹⁾ ⁽¹²⁾	A (8)	C (8)	k _v (8) m/s
Min.	511	55	2,9.10 ⁻⁹
Max.	4621	188	2,6.10 ⁻⁵
Gemid.	1590,5	111,63	-

- Korrelverdeling: fig. 11
- Classificatie volgens Casagrande: fig. 12
- Humusgehalte: van 0,2 tot 3,2 % (gem. 0,81 %, 23 monsters)
- Kalkgehalte: van 0,1 tot 12,5 % (gem. 3,88 %, 23 monsters)
- 4 celproeven (kaartblad 15.3):
 - c'_{cel} : 0 kN/m²
 - ϕ'_{cel} : van 37 tot 41,3°
 - c_{cel} : van 0 tot 2,94 kN/m²
 - ϕ_{cel} : van 34 tot 37,3°
- 1 triaxiaalproef, geconsolideerd, niet-gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) (kaartblad 15.3):
 - c: 0 kN/m²
 - ϕ : 40,33°
- 2 triaxiaalproeven, geconsolideerd, gedraineerd (CD) (kaartblad 15.3):
 - c = 0 kN/m² en ϕ = 32°
 - c = 11,77 kN/m² en ϕ = 33,5°
- De konusweerstand in het kwartair zandcomplex kunnen sterk wisselen. Meestal zijn ze kleiner dan 5 MN/m².

¹¹ De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

¹² Aantal monsters.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

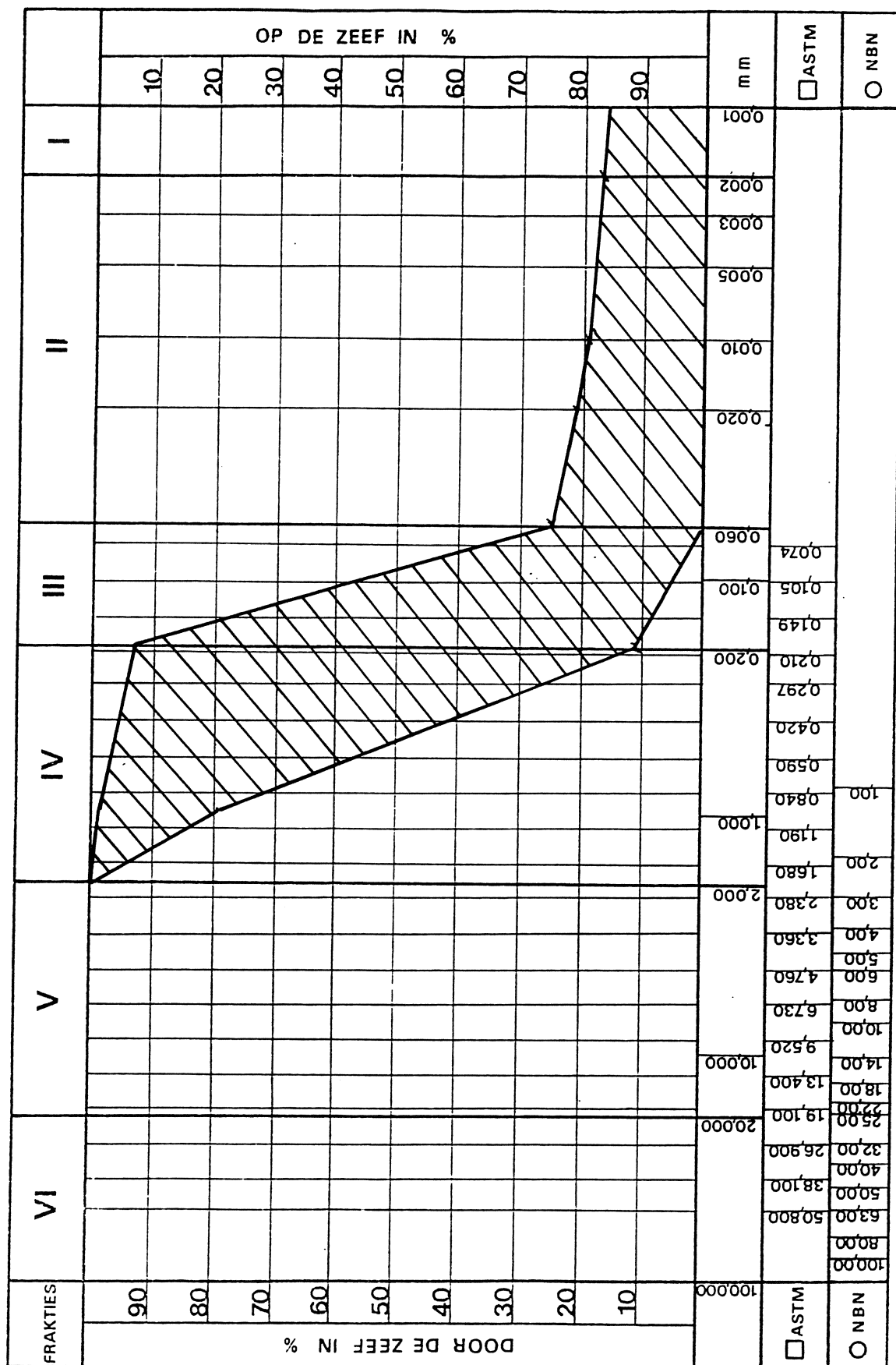


Fig. 11 Kwartair zandcomplex (fijn zand en leemhoudend fijn zand): korrelverdeling (24 monsters)

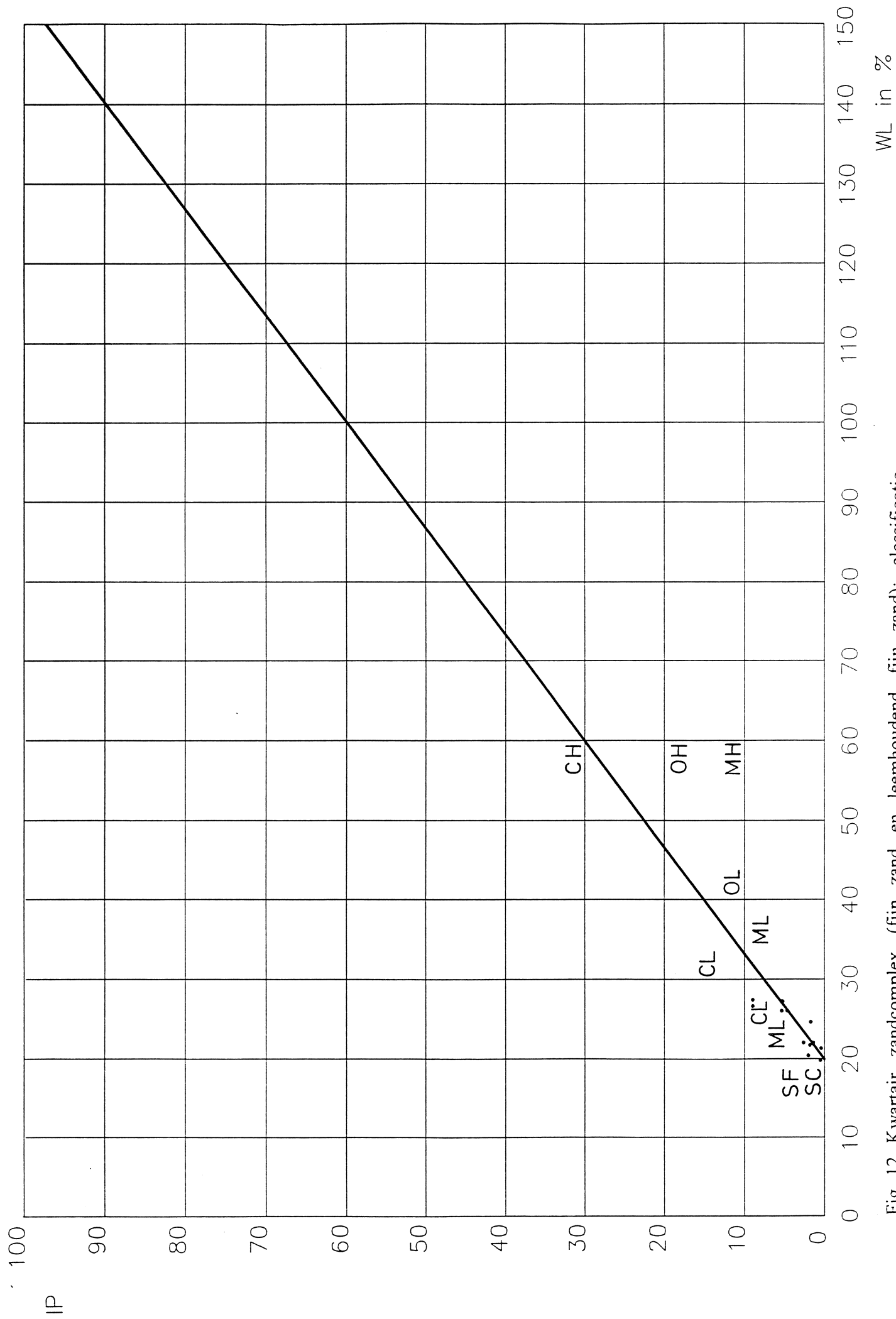


Fig. 12 Kwartair zandcomplex (fijn zand en leemhoudend fijn zand): classificatie volgens A. Casagrande (12 monsters)

6.3.4.2. Grondmechanische eigenschappen van het kwartair zandcomplex (Formatie van Merksplas)

Van 4 grondmonsters ontnomen uit boringen in het noordoostelijk gedeelte van het kaartblad werden een aantal parameters bepaald; deze zijn opgenomen in tabel 7.

Tabel 7 - Grondmechanische eigenschappen van het kwartair zandcomplex (Formatie van Merksplas)

⁽¹³⁾ ⁽¹⁴⁾	γ_n (4) kN/m ³	γ_d (4) kN/m ³	w (4) %	n (4) %
Min.	16,76	11,94	18,8	36,0
Max.	19,75	16,63	40,4	54,1
Mediaan	19,55	16,16	21,0	37,9

- Korrelverdeling: fig. 13

¹³ De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

¹⁴ Aantal monsters.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

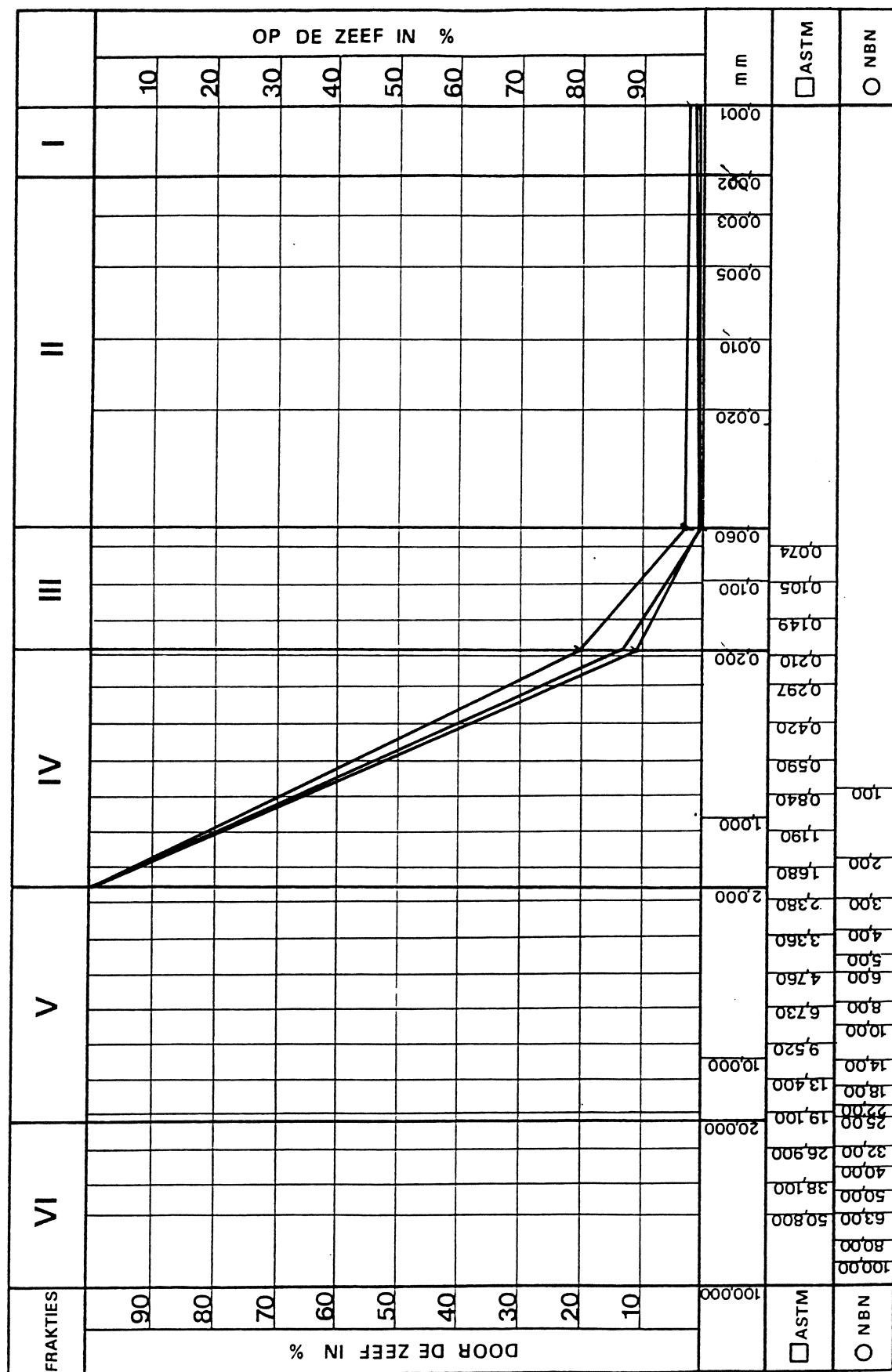


Fig. 13 Kwartair zandcomplex (Formatie van Merksplas): korrelverdeling (3 monsters)

6.4. Scaldisiaan b zandcomplex (plaat V - plaat XI)

6.4.1. Oorsprong

Het Scaldisiaan b zandcomplex werd vermoedelijk afgezet in een mariene, ondiepe en kustnabije omgeving. Het dateert van het Pliocéen.

In en rond het kaartgebied zijn de gronden, die in deze grondmechanische atlas Scaldisiaan b zandcomplex zijn genoemd, in de geologische literatuur nu eens aangeduid met de naam Scaldisiaan dan weer met de naam Merksemiaan.

6.4.2. Lithologie

Lithologisch zijn in het Scaldisiaan b zandcomplex in het kaartgebied twee eenheden te onderscheiden:

Een bovenste eenheid¹⁵ bestaat uit grijs tot groen, soms bruinachtig, fijn zand dat kleihoudend kan zijn. Vermoedelijk is deze eenheid plaatselijk verkit. Het gewichtsperscentage deeltjes kleiner dan 63 µm van monsters uit deze laag ontnomen langsheen de E17- en A12-autowegen (kaartbladen 15.3.2, 15.3.4, 15.4.3 en vooral 15.4.1) bedraagt gemiddeld 11 % (gaande van 1 tot 23 % voor 54 monsters).

In deze eenheid komen kleilagen voor. Het glauconietgehalte wisselt van 5 tot 10 %. Schelpen en schelpengruis komen verspreid of geconcentreerd in laagjes voor. De overgang naar de onderste eenheid geschiedt zeer dikwijls geleidelijk.

Een onderste eenheid¹⁶ bestaat uit grijs tot groen, soms bruinachtig, kleihoudend fijn zand dat plaatselijk kan overgaan tot zandhoudende klei. De opbouw van deze eenheid is nogal heterogeen: er kunnen zowel horizontaal als verticaal snelle wisselingen in lithologie voorkomen. Het gewichtsperscentage deeltjes kleiner dan 63 µm van monsters uit deze laag ontnomen op de kaartbladen 15.3.1, 15.3.2, 15.3.3, 15.3.4 en 15.4.1 bedraagt gemiddeld 15 % (gaande van 4 tot 34 % voor 47 monsters). In deze eenheid kunnen kleilaagjes (met een dikte van enkele centimeters) voorkomen. Het glauconietgehalte varieert tussen 5 en 10 %. Kleine schelpen en fijn schelpgruis komen verspreid of in laagjes voor.

In boorprofielen is het onderscheid tussen de bovenste en de onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex zelden duidelijk. Met behulp van sonderingen is dit onderscheid meestal wel te maken.

Figuur 14 geeft de lithologie van het Scaldisiaan b zandcomplex weer zoals waargenomen in een ontsluiting.

¹⁵ Zanden van Merksem (zie tabel 2).

¹⁶ Zanden van Kruisschans (zie tabel 2).

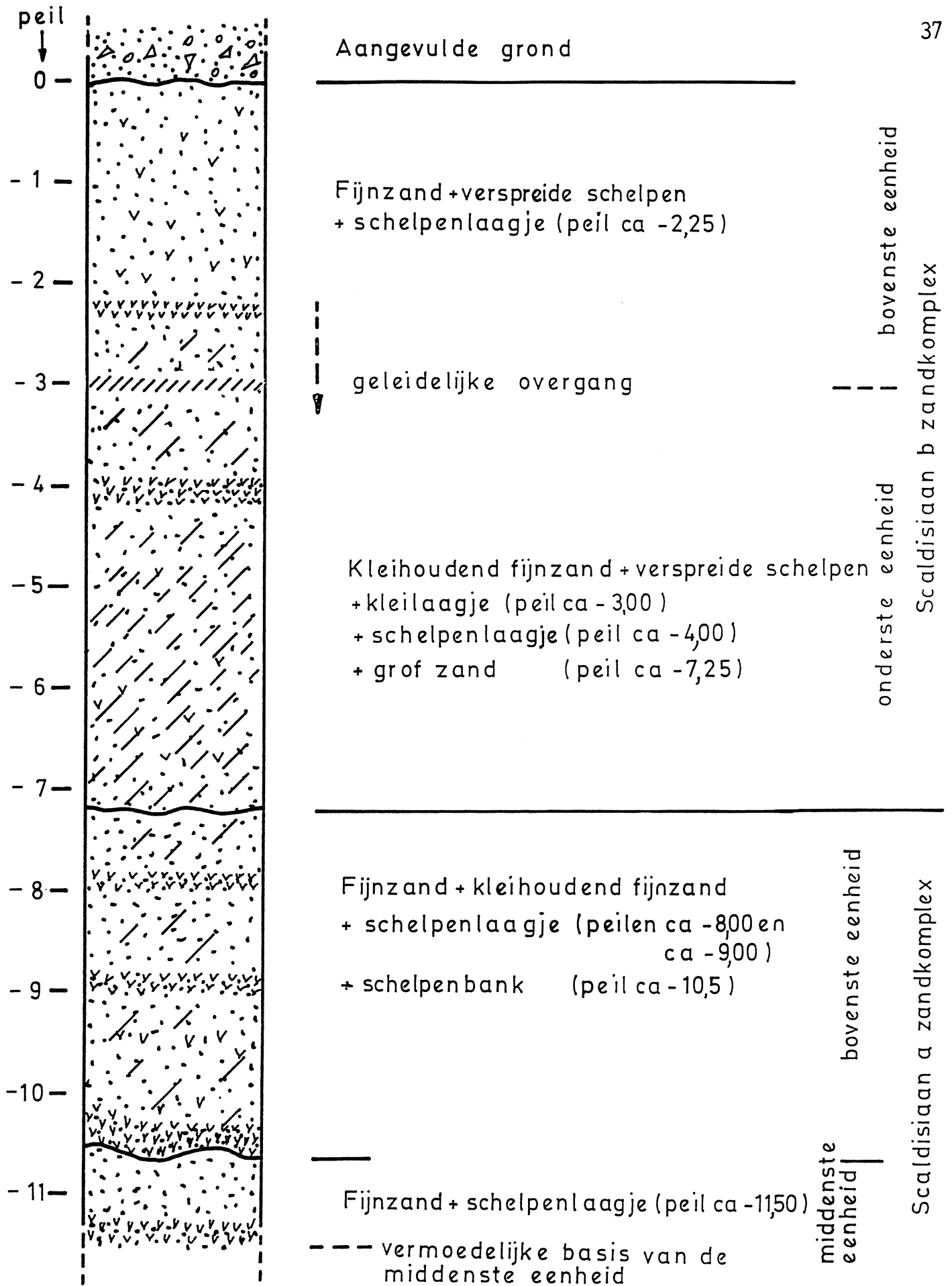


Fig. 14 Ontsluiting waargenomen tijdens de bouw van een kaaimuur ter plaatse van het bedrijf STOCATRA (kaartblad 15.3.1) (DE HEINZELIN, 1962)

6.4.3. Uitbreiding

De twee eenheden werden samen gekarteerd. De dikte is aangegeven op plaat V (isopachen). De basis van het Scaldisiaan b zandcomplex is aangegeven op plaat XI (isohypsen).

De dikte van de twee eenheden samen varieert van 0 tot ca. 16 m.

De bovenste eenheid komt in het grootste gedeelte van het kaartgebied voor. De maximale waargenomen dikte ervan in het gekarteerde gebied is ca. 10 m.

De onderste eenheid kan plaatselijk zeer dun zijn of ontbreken. De dikte bedraagt in het kaartgebied ca. 3 m.

6.4.4. Grondmechanische eigenschappen

6.4.4.1. Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex

34 monsters uit de bovenste eenheid werden aan een laboratoriumonderzoek onderworpen (tabel 8).

Tabel 8 - Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex

⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁸⁾	γ_n (19) kN/m ³	γ_d (19) kN/m ³	w (19) %	n (19) %	w _L (3) %	i _p (2)
Min.	18,32	14,09	20,3	38,3	18,5	0,7
Max.	19,48	16,03	31,9	45,8	27,4	9,2
Gemid.	18,92	15,04	25,85	42,13	23,87	5,5

⁽¹⁷⁾ ⁽¹⁸⁾	A (3)	C (3)	k _v (2) m/s
Min.	460	69	3,1.10 ⁻¹⁰
Max.	945	133	3,5.10 ⁻⁸
Gemid.	773,3	90,7	-

¹⁷ De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

¹⁸ Aantal monsters.

- Korrelverdeling: fig. 15
- Classificatie volgens Casagrande: fig. 16
- Humusgehalte: van 0,2 tot 3,2 % (gem. 0,61 %, 19 monsters)
- Kalkgehalte: van 2,8 tot 37,5 % (gem. 18,91 %, 18 monsters)
- 1 celproef (kaartbladen 15.3 en 15.4):
 - $c'_{\text{cel}}: 0 \text{ kN/m}^2$
 - $\phi'_{\text{cel}}: 37^\circ$
 - $c_{\text{cel}}: 0 \text{ kN/m}^2$
 - $\phi_{\text{cel}}: 34,5^\circ$
- 1 triaxiaalproef, geconsolideerd, niet-gedraineerd, met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) (kaartbladen 15.3 en 15.4):
 - $c: 56,9 \text{ kN/m}^2$
 - $\phi: 34^\circ$
- De konusweerstand van de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex variëren in het kaartgebied van ca. 10 MN/m^2 tot meer dan 30 MN/m^2 . Voorbeelden van sondeerdiagrammen zijn opgenomen in hoofdstuk 8 (zonering).

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

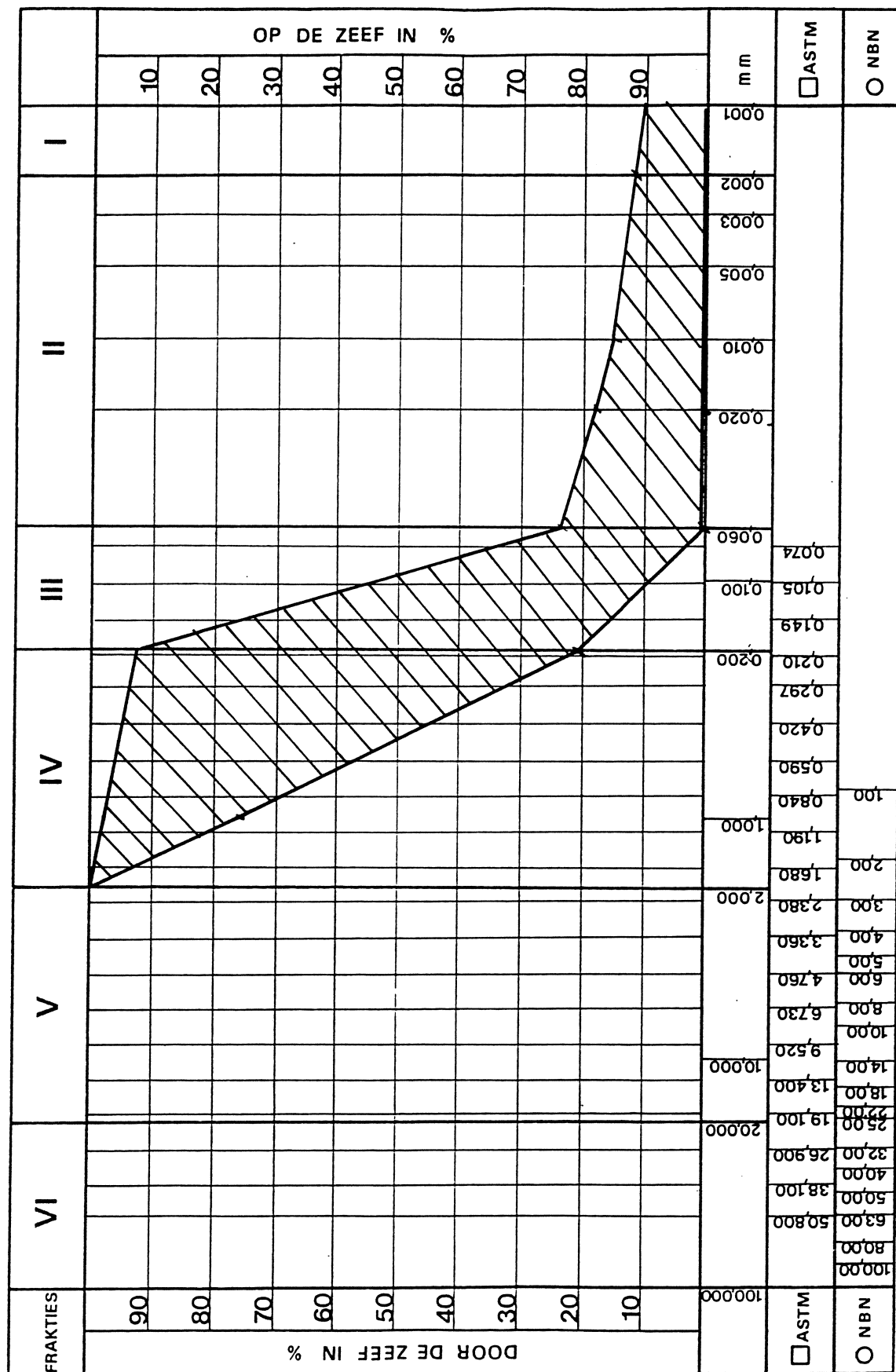


Fig. 15 Scaldiaan b zandcomplex (bovenste eenheid): korrelverdeling (22 monsters)

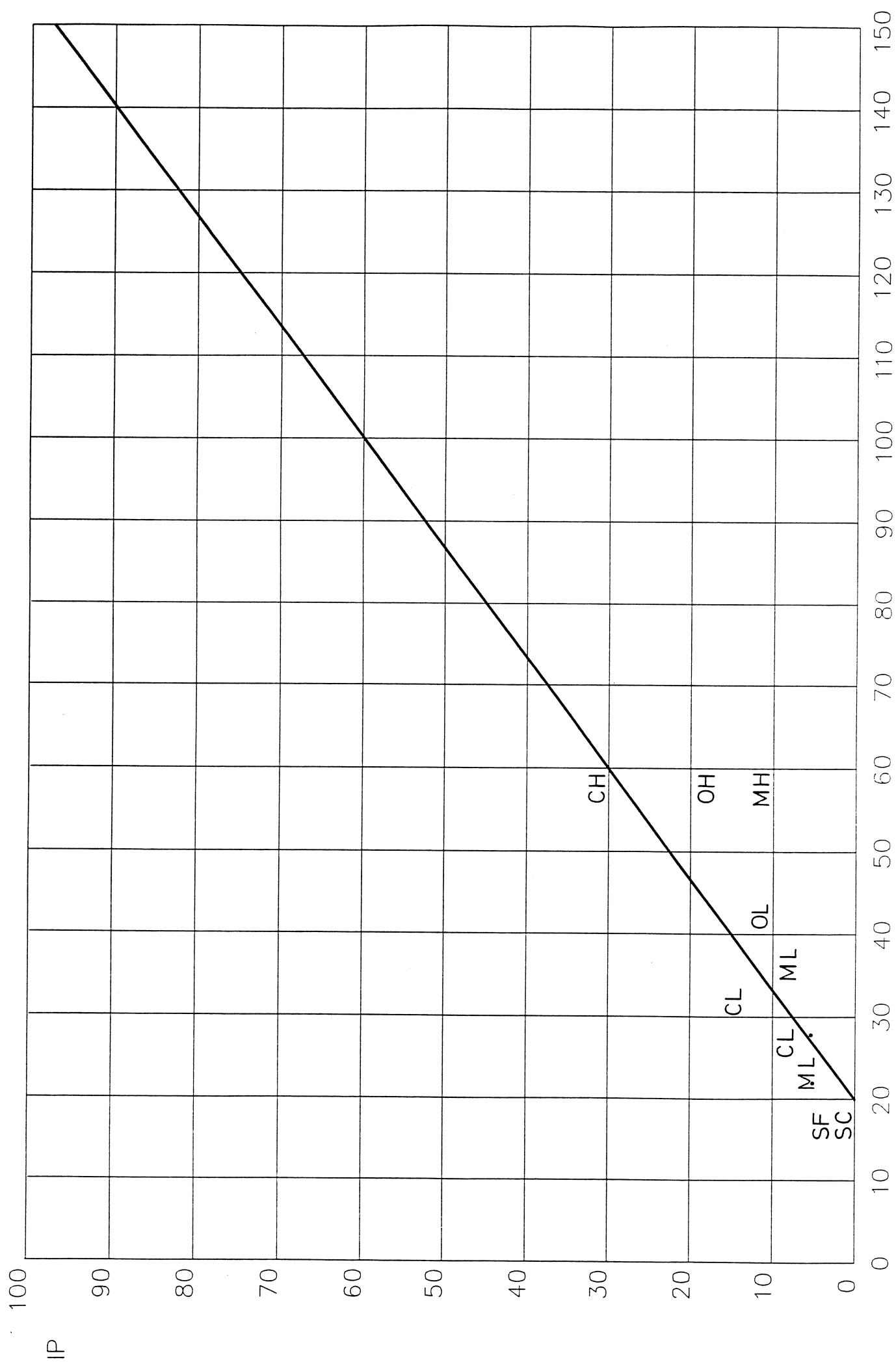


Fig. 16 Scaldisiaan b zandcomplex (bovenste eenheid): classificatie volgens A. Casag-
rande (2 monsters)

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

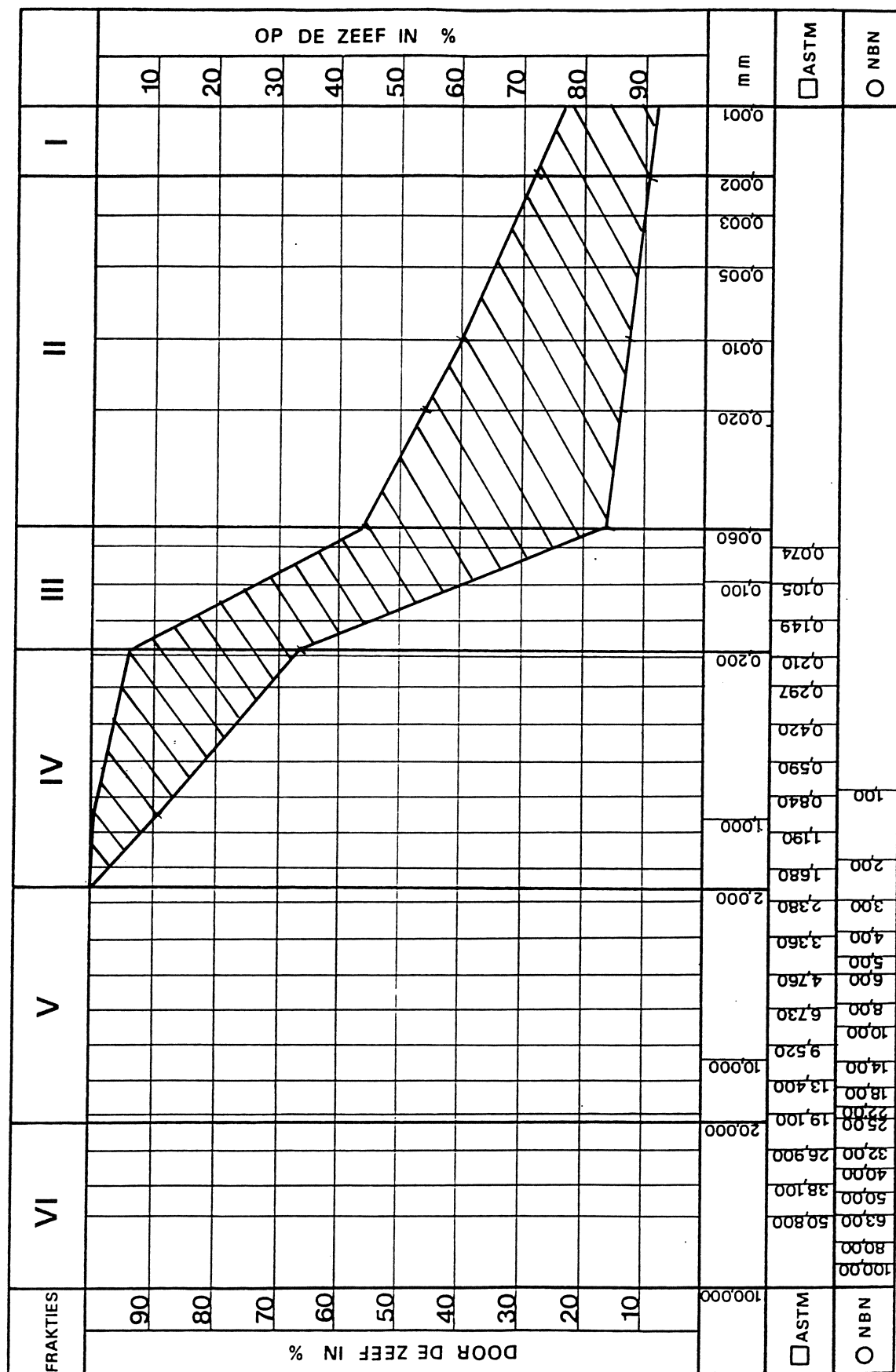


Fig. 17 Scaldisiaan b zandcomplex (onderste eenheid): korrelverdeling (7 monsters)

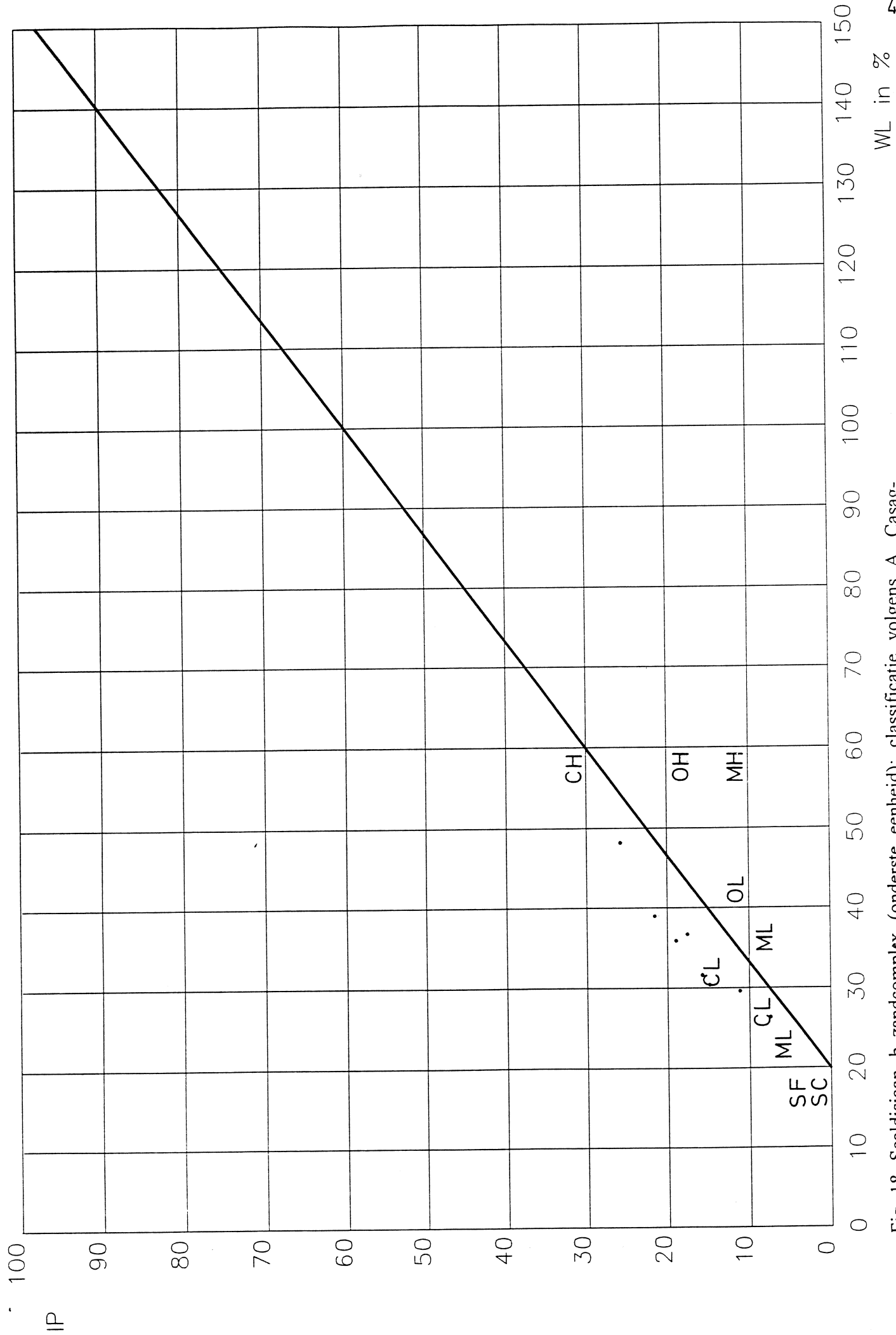


Fig. 18 Scaldisaan b zandcomplex (onderste eenheid): classificatie volgens A. Casagrande (8 monsters)

In éézelfde sondering is de konusweerstand in de onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex lager dan in de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex. De overgang tussen beide eenheden verloopt soms geleidelijk. Voorbeelden van sondeerdiagrammen zijn opgenomen in hoofdstuk 8 (zonering).

6.5. Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex (plaat VI)

6.5.1. Oorsprong

6.5.1.1. Oorsprong van het Scaldisiaan a zandcomplex

In het Scaldisiaan a zandcomplex werden gronden van verschillende oorsprong samengebracht. Veralgemeend mag echter gesteld worden dat het mariene afzettingen betreft afgezet tijdens het Plioceen.

6.5.1.2. Oorsprong van het Antwerpiaan zandcomplex

Het Antwerpiaan zandcomplex is van mariene oorsprong en werd afgezet in het Mioceen.

6.5.2. Lithologie

6.5.2.1. Lithologie van het Scaldisiaan a zandcomplex

Lithologisch zijn in het Scaldisiaan a zandcomplex drie eenheden te onderscheiden:

Een bovenste eenheid²¹ bestaat uit grijsgroen tot grijsbruin glauconiethoudend en kleihoudend fijn zand met veel schelpen, verspreid of in lagen, naar onder toe overgaand in een grote hoeveelheid hoofdzakelijk gebroken schelpen vermengd met glauconiethoudend, kleihoudend fijn zand en kleibrokken. Er kunnen tevens grintelementen en beenderresten in voorkomen. Deze basislaag wordt "schelpenbank" genoemd. Het glauconietgehalte in de bovenste eenheid ligt tussen 5 en 10 %. Plaatselijk kan deze eenheid verkit zijn.

De middenste eenheid²² bezit een wisselende lithologische opbouw. Ze bestaat meestal uit bleek, weinig glauconiethoudend, fijn zand tot zand dat rijk is aan schelpen en schelpengruis. Plaatselijk komen aan de basis grintelementen en resten van beenderen voor.

²¹ Zanden van Oorderen (zie tabel 2)

²² Zanden van Luchtbal (zie tabel 2)

De onderste eenheid²³ is opgebouwd uit donkergrijs tot groengrijs fijn zand dat zeer plaatselijk weinig kleihoudend of kleihoudend is. Het is niet uitgesloten dat deze eenheid in het kaartgebied plaatselijk verkit is. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μm zoals afgeleid uit granulometrische analyses op monsters afkomstig van de kaartbladen 15.3.1 tot 15.3.6, 15.4.1 en 15.4.3 bedraagt gemiddeld 8 % (gaande van 1,0 tot 20,3 % voor 102 monsters). Het glauconietgehalte ligt tussen 15 en 35 % (gemiddeld ca. 25 %). Schelpen komen verspreid of geconcentreerd in laagjes voor. Het gehalte aan schelpen ligt echter beduidend lager dan in bovenvermelde eenheden. Aan de basis komt een grintlaagje voor dat is opgebouwd uit gerolde silexen en kwartskeien, septariafragmenten, fosfaathoudende nodulen en beenderfragmenten. Fijne grintelementen (bestaande uit silex en kwarts) kunnen verspreid in het zand voorkomen onderaan de eenheid over een dikte van ca. 3 m.

Figuur 14 geeft de lithologie van een gedeelte van het Scaldisiaan a zandcomplex weer.

²³ Zanden van Kattendijk (zie tabel 2)

6.5.2.2. Lithologie van het Antwerpiaan zandcomplex

Over de lithologie van het Antwerpiaan zandcomplex in het kaartgebied 7.7.5-8 zijn weinig gegevens beschikbaar. Onderstaande gegevens zijn afkomstig van de kaartbladen 15.3.6, 15.3.8 en 15.4.5 (5 tot 10 km ten zuidoosten van het gekarteerde gebied).

Het Antwerpiaan zandcomplex kan er onderverdeeld worden in twee eenheden :

Een bovenste eenheid²⁴ is opgebouwd uit een donkergroen fijn zand dat plaatselijk kleihoudend is of dunne kleilensjes bevat. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 µm bedraagt gemiddeld 8 % (gaande van 2 tot 32 % voor 110 monsters). Het glauconietgehalte varieert tussen 40 en 70 %. Het zand is plaatselijk rijk aan grote schelpen die in lagen kunnen voorkomen. Broze kleine zandsteenconcreties worden zeer lokaal waargenomen.

De onderste eenheid²⁵ bestaat uit donkergroen fijn zand dat fijner en meer kleihoudend is dan het zand van de bovenste eenheid. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 µm bedraagt gemiddeld 20 % (gaande van 10 tot 31 % voor 45 monsters). Het wordt fijner en meer kleihoudend naar onder toe. Net boven de Boomse klei kan het zand overgaan tot zandhoudende klei. Het glauconietgehalte ligt tussen 20 en 40 %. Schelpen, meestal verspreid in het zand, komen voor. Aan de basis komt meestal fijn grint voor waarvan de laagdikte een tiental millimeters bedraagt.

²⁴ Zanden van Antwerpen en Zanden van Kiel.

²⁵ Zanden van Edegem

6.5.3. Uitbreiding

Daar er in het kaartblad weinig gegevens zijn over het grensvlak tussen het Scaldisiaan a zandcomplex en het Antwerpiaan zandcomplex werd de gezamenlijke dikte van deze pakketten aangegeven (plaat VI). De gezamenlijke dikte varieert tussen ca. 12 m (in het zuidwesten van het kaartgebied) en ca. 36 m (in het noordoosten van het kaartgebied).

In paragrafen 6.5.3.1. en 6.5.3.2. wordt de vermoedelijke uitbreiding van de twee zandcomplexen besproken.

6.5.3.1. Uitbreiding van het Scaldisiaan a zandcomplex

De bovenste eenheid komt in het grootste gedeelte van het gekarteerde gebied voor. De maximale dikte ervan is waarschijnlijk zelden groter dan 4 m. De dikte van de eigenlijke schelpenbank onderaan is zelden meer dan 1 m.

De middenste eenheid heeft in het Antwerpse havengebied een zeer onregelmatig voorkomen. De maximale dikte waargenomen in het havengebied is ca. 2 m.

De onderste eenheid komt over gans het kaartgebied voor. De dikte varieert vermoedelijk van ca. 7 m tot ca. 12 m.

6.5.3.2. Uitbreiding van het Antwerpiaan zandcomplex

Daar er te weinig gegevens voorhanden zijn worden de twee eenheden van het Antwerpiaan zandcomplex niet afzonderlijk besproken.

De vermoedelijke dikte van het Antwerpiaan zandcomplex varieert van 0 m (zuidwestelijk deel van het kaartgebied) tot ca. 20 m in het noordoosten. De vermoedelijke begrenzing van het Antwerpiaan zandcomplex is aangegeven op de plaat VI.

6.5.4. Grondmechanische eigenschappen

6.5.4.1. Grondmechanische eigenschappen van het Scaldisiaan a zandcomplex

14 monsters uit de bovenste eenheid van het Scaldisiaan a zandcomplex werden onderzocht (tabel 10).

Tabel 10 - Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Scaldisiaan a zandcomplex

⁽²⁶⁾ ⁽²⁷⁾	γ_n (2) kN/m ³	γ_d (2) kN/m ³	w (2) %	n (2) %	w _L (3) %	i _p (3)
Min.	18,15	14,44	21,1	42,3	17,2	2,5
Max.	18,53	14,99	28,3	44,4	21,9	42,0
Gemid.	18,34	14,72	24,7	43,35	20,13	28,17

⁽²⁶⁾ ⁽²⁷⁾	A (2)	C (2)	k _v (2) m/s
Min.	495	50	6,24.10 ⁻⁷
Max.	647	92	9,0.10 ⁻⁷
Gemid.	571	71	-

- Korrelverdeling: fig. 19
- Classificatie volgens Casagrande: fig. 20
- Humusgehalte: van 0,2 tot 1,1 % (gem. 0,44 %, 14 monsters)
- Kalkgehalte: van 29,9 tot 54,0 % (gem. 40,74 %, 14 monsters)
- De konusweerstand in deze eenheid is groter dan 10 MN/m² en plaatselijk zelfs groter dan 30 MN/m².

Resultaten van laboratoriumonderzoek op monsters uit de middenste eenheid van het Scaldisiaan a zandcomplex zijn niet beschikbaar.

14 monsters uit de onderste eenheid van het Scaldisiaan a zandcomplex werden onderzocht (tabel 11).

²⁶ De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

²⁷ Aantal monsters.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

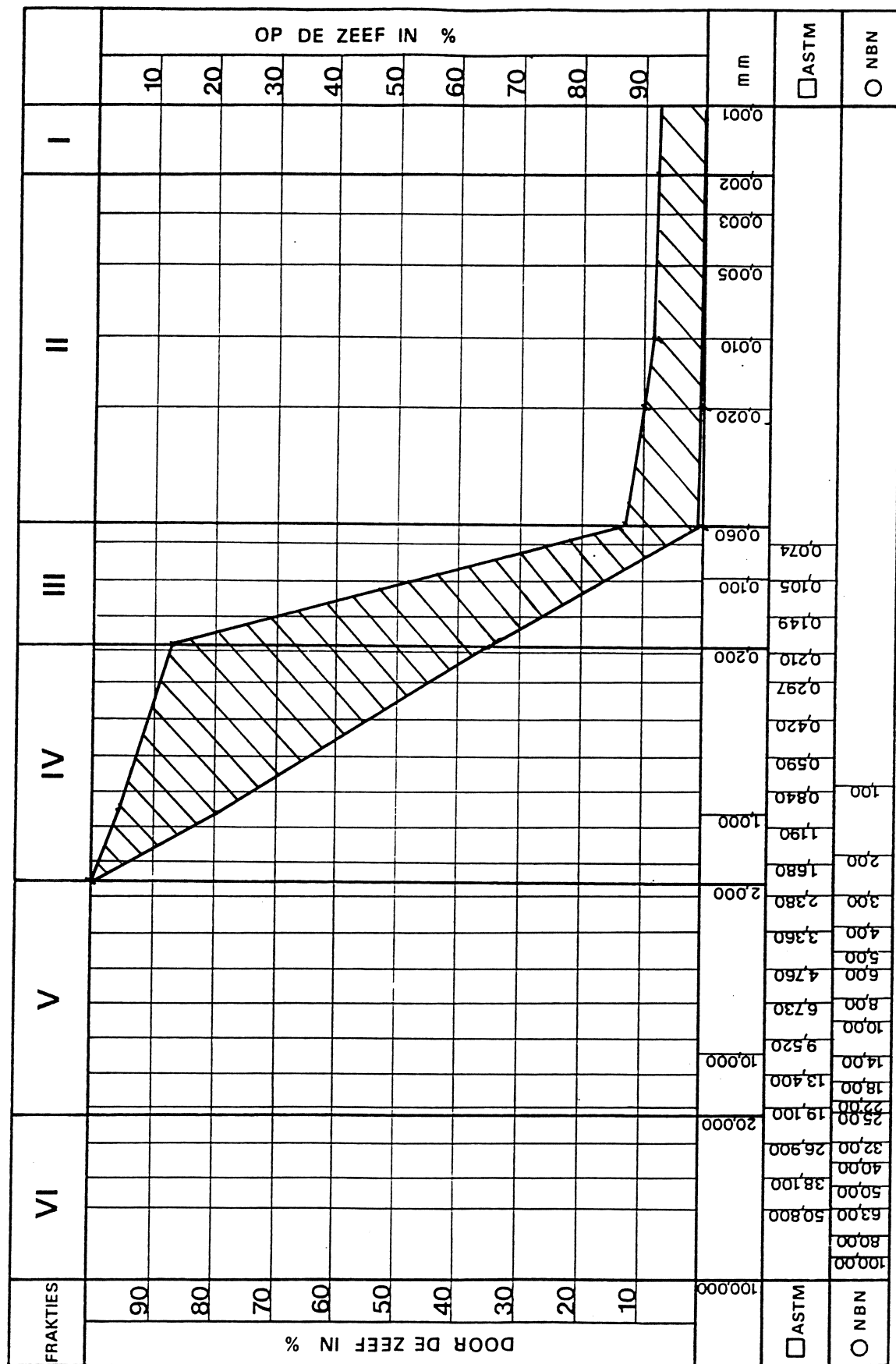


Fig. 19 Scaldiaan a zandcomplex (bovenste eenheid): korrelverdeling (13 monsters)

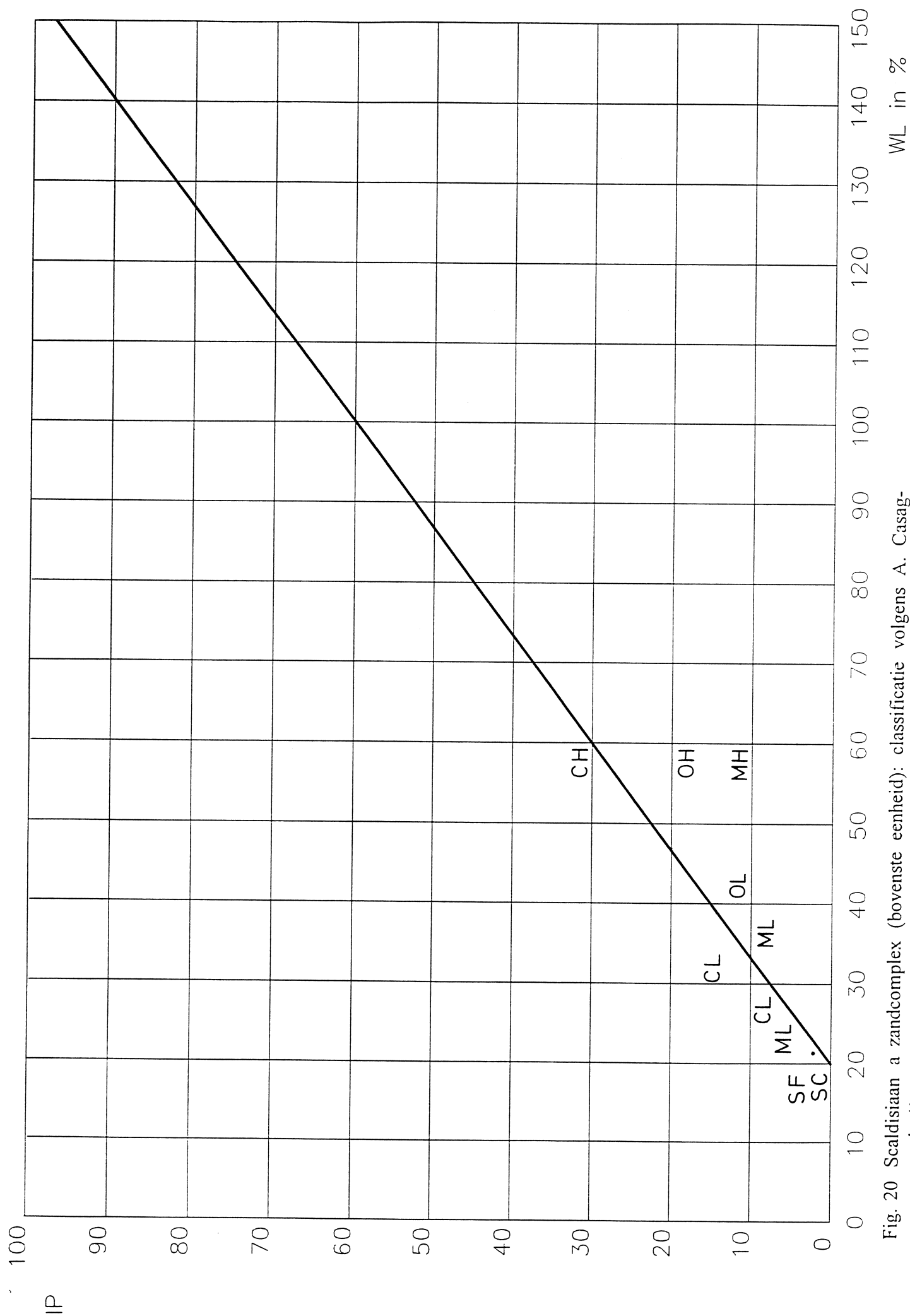


Fig. 20 Scaldisiaan a zandcomplex (bovenste eenheid): classificatie volgens A. Casagrande (1 monster)

Tabel 11 - Grondmechanische eigenschappen van de onderste eenheid van het Scaldisiaan a zandcomplex

⁽²⁸⁾ ⁽²⁹⁾	γ_n (2) kN/m ³	γ_d (2) kN/m ³	w (2) %	n (2) %	w _L (3) %	i _p (3)
Min.	19,10	15,80	19,5	38,5	19,7	3,0
Max.	19,32	15,99	22,2	39,2	22,2	4,8
Gemid.	19,21	15,89	20,85	38,85	21,1	3,8

⁽²⁸⁾ ⁽²⁹⁾	A (2)	C (2)	k _v (2) m/s
Min.	423	72	2,4.10 ⁻⁷
Max.	1260	94	4,7.10 ⁻⁷
Gemid.	841,5	83	-

- Korrelverdeling: fig. 21
- Classificatie volgens Casagrande: fig. 22
- Humusgehalte: van 0,05 tot 0,9 % (gem. 0,53 %, 14 monsters)
- Kalkgehalte: van 2,6 tot 21,4 % (gem. 5,48 %, 14 monsters)
- 3 celproeven (kaartbladen 15.3 en 15.4):
 - c'_{cel} : van 0 tot 1 kN/m²
 - ϕ'_{cel} : van 35 tot 39°
 - c_{cel} : van 0 tot 1 kN/m²
 - ϕ_{cel} : van 35 tot 39°
- 10 triaxiaalproeven, geconsolideerd, niet-gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) (kaartbladen 15.3 en 15.4):
 - c = van 0 tot 76,5 kN/m²
 - ϕ = van 38 tot 45,7°
- 12 triaxiaalproeven, geconsolideerd, gedraineerd (CD) (kaartbladen 15.3 en 15.4):
 - c : van 2 tot 21,6 kN/m²
 - ϕ : van 31 tot 44,5°

De konusweerstand in de onderste eenheid bedragen in het kaartgebied meer dan 10 MN/m². Plaatselijk is de konusweerstand hoger dan 40 MN/m².

²⁸ De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

²⁹ Aantal monsters.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

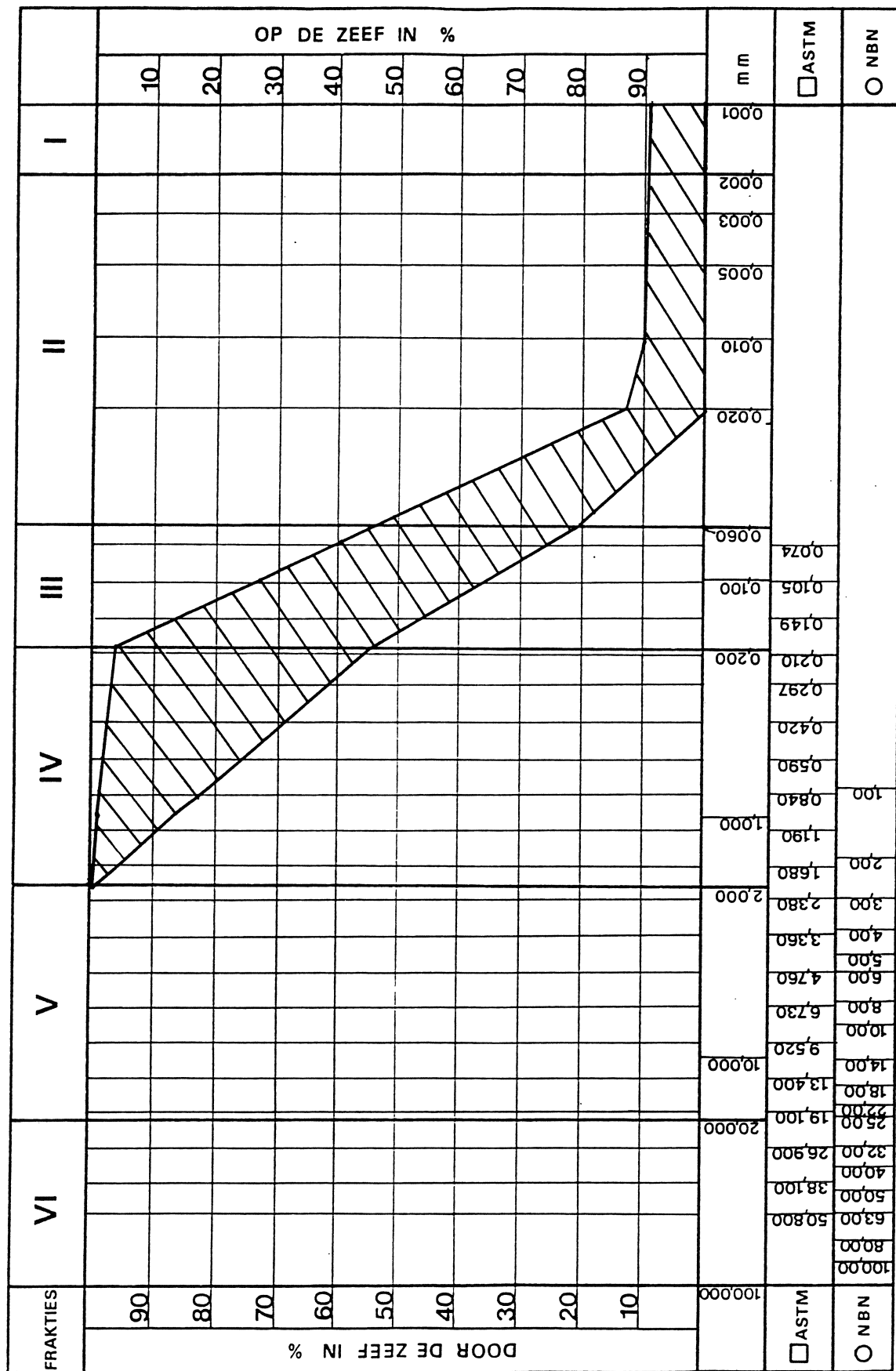


Fig. 21 Scaldisaan a zandcomplex (onderste eenheid): korrelverdeling (12 monsters)

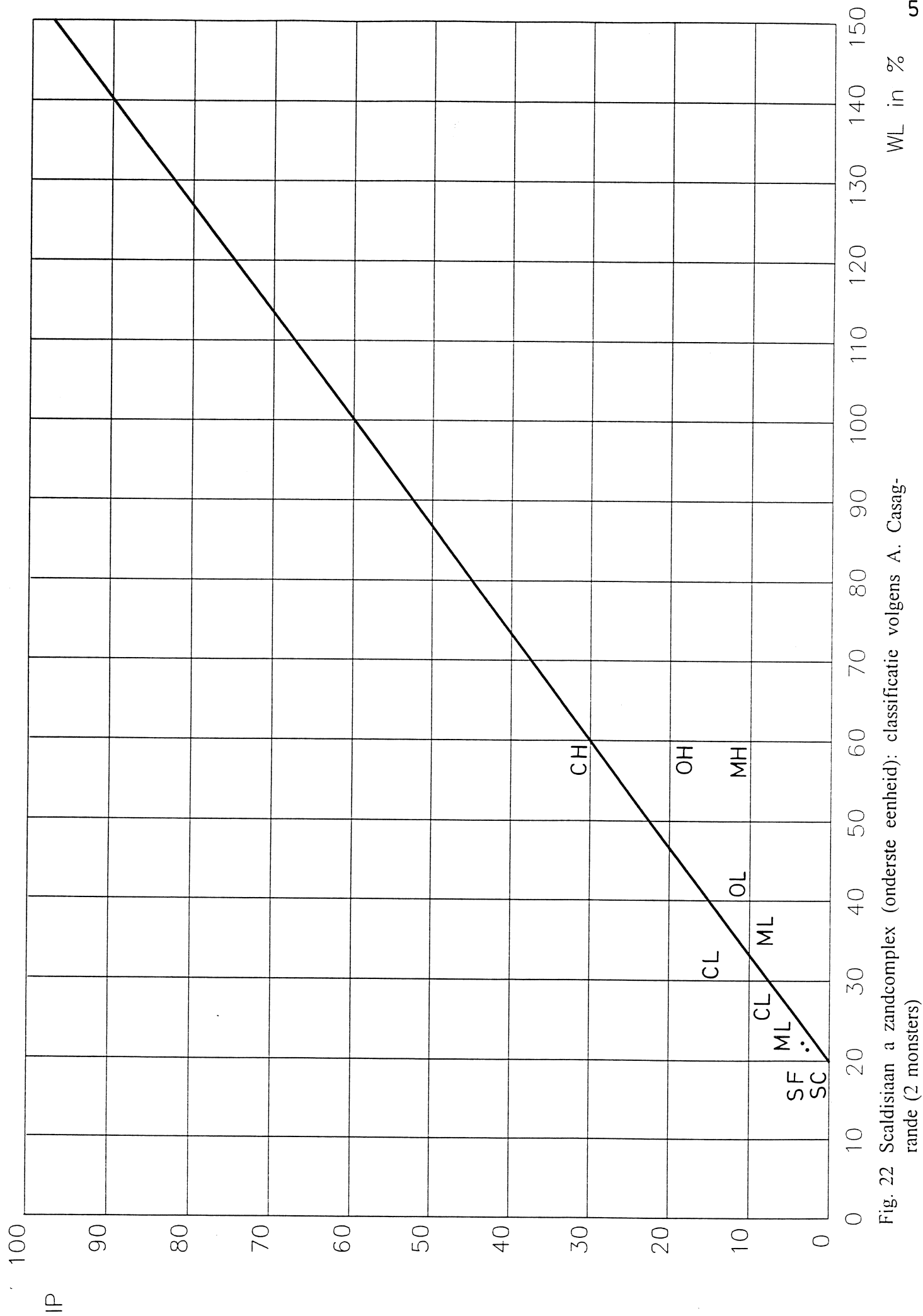


Fig. 22 Scaldisaan a zandcomplex (onderste eenheid): classificatie volgens A. Casagrande (2 monsters)

6.5.4.2. Grondmechanische eigenschappen van het Antwerpiaan zandcomplex

111 monsters uit de bovenste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex, afkomstig uit 25 boringen (voornamelijk onderzoek van het pre-metrotracé), werden in het laboratorium onderzocht. De monsters zijn afkomstig van de kaartbladen 15.3.6, 15.3.8 en 15.4.5. (5 tot 10 km ten zuidoosten van het gekarteerde gebied). De resultaten zijn opgenomen in tabel 12.

Tabel 12 - Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex

⁽³⁰⁾ ⁽³¹⁾	γ_n (70) kN/m ³	γ_d (70) kN/m ³	w (70) %	n (70) %	w _L (64) %	i _p (62)
Min.	15,60	13,62	13,3	25,3	16,4	0,1
Max.	19,65	17,10	33,3	49,1	28,9	9,8
Gem.	18,80	14,94	25,5	42,3	24,2	2,1

⁽³⁰⁾ ⁽³¹⁾	A (28)	C (24)	k (32) m/s
Min.	209	22	$5,9 \cdot 10^{-8}$
Max.	413	79	$4,8 \cdot 10^{-4}$
Gem.	311	45	-

- Korrelverdeling: fig. 23
- Classificatie volgens Casagrande: fig. 24
- Humusgehalte: van 0,0 tot 1,2 % (gem. 0,4 %, 97 monsters)
- Kalkgehalte: van 1,0 tot 27,4 % (gem. 3,3 %, 97 monsters)
- 7 celproeven:
 - c'_{cel} : van 0 tot 5 kN/m²
 - φ'_{cel} : van 32,5 tot 36,5°
 - c_{cel} : van 0 tot 5 kN/m²
 - φ_{cel} : van 32,5 tot 36,5°
- 16 triaxiaalproeven, geconsolideerd, niet-gedraineerd, met opmeting van de poriënwaterdrukken (DU):
 - c: van 0 tot 20 kN/m²
 - φ : van 29,5 tot 35°

³⁰ De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

³¹ Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

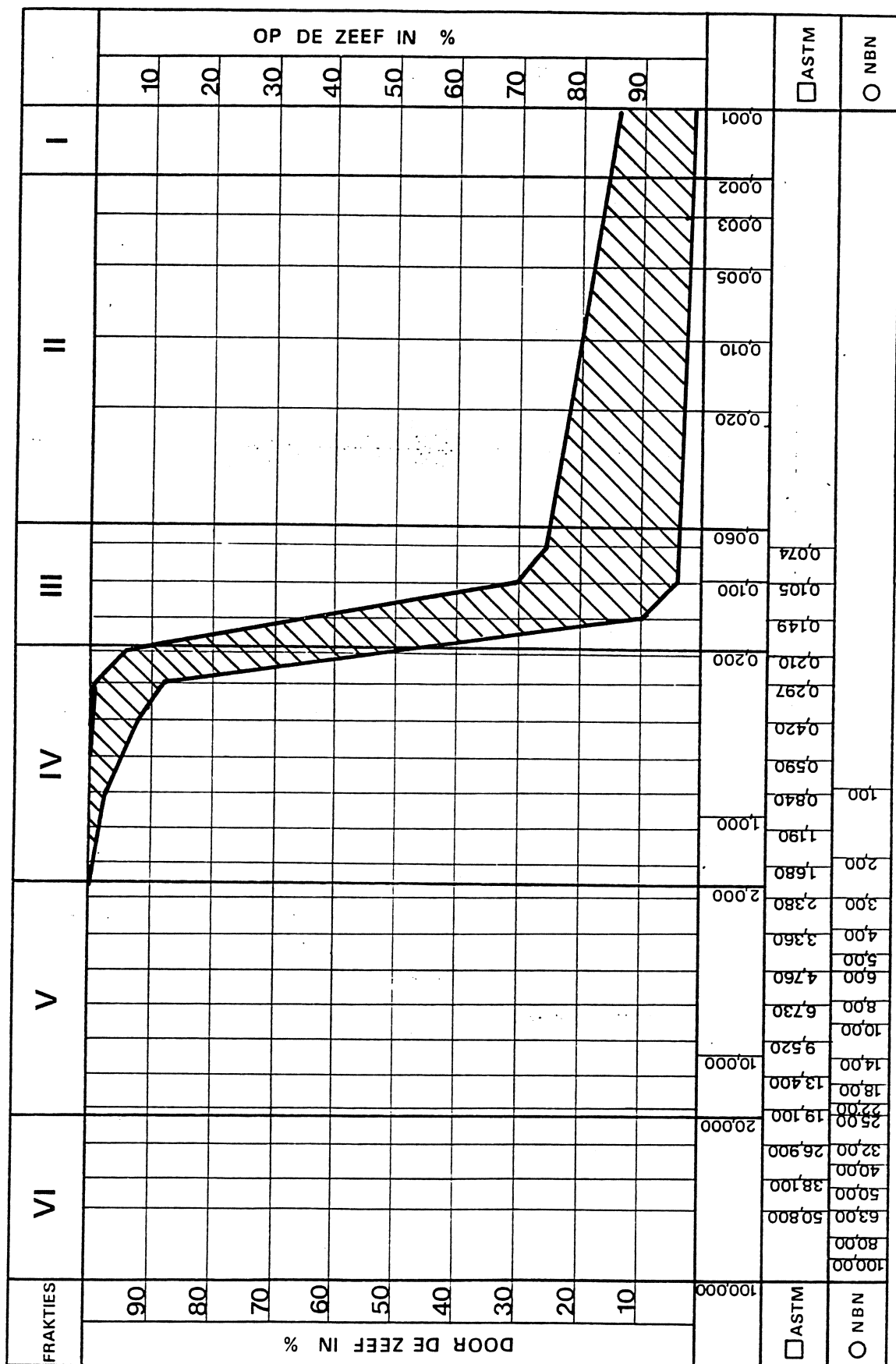


Fig. 23 Antwerpiaan zandcomplex (bovenste eenheid): korrelverdeling (111 monsters)

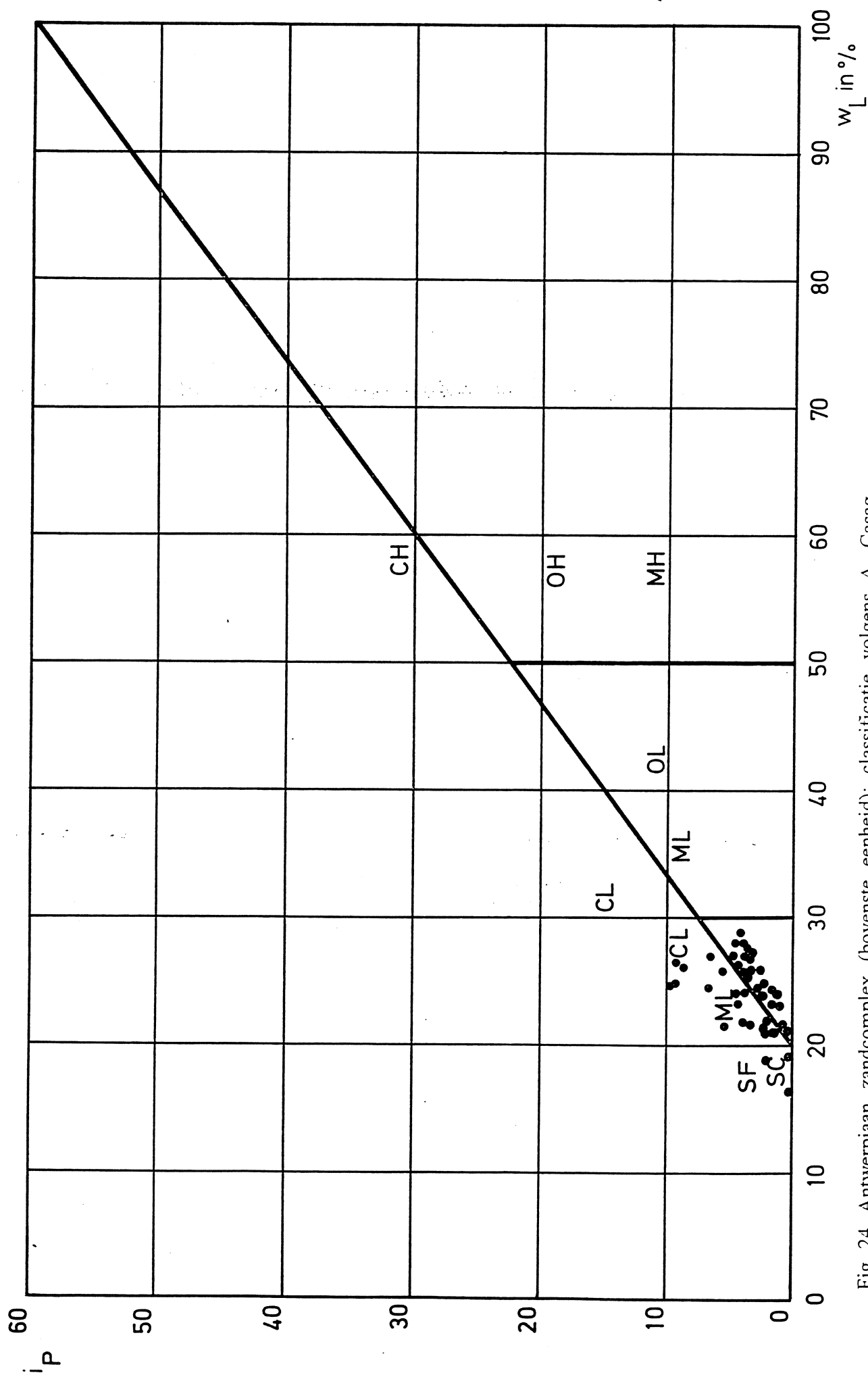


Fig. 24 Antwerpiaan zandcomplex (bovenste eenheid): classificatie volgens A. Casagrande (62 monsters)

46 monsters uit de onderste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex, afkomstig van 10 boringen (voornamelijk onderzoek van het pre-metrotracé), werden in het laboratorium onderzocht. De monsters zijn afkomstig van de kaartbladen 15.3.6, 15.3.8 en 15.4.5 (5 tot 10 km van het gekarteerde gebied). De resultaten zijn opgenomen in tabel 13.

Tabel 13 - Grondmechanische eigenschappen van de onderste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex

⁽³²⁾ ⁽³³⁾	γ_n (25) kN/m ³	γ_d (25) kN/m ³	w (25) %	n (25) %	w _L (44) %	i _p (44)
Min.	18,20	14,26	20,1	36,1	21,0	0,0
Max.	19,94	16,60	32,8	45,1	38,0	18,6
Gem.	19,20	15,43	24,3	40,6	25,0	4,8

⁽³²⁾ ⁽³³⁾	A (21)	C (21)	k (35) m/s
Min.	231	36	1,2.10 ⁻⁸
Max.	495	63	3,1.10 ⁻⁶
Gem.	331	53	-

- Korrelverdeling: fig. 25
- Classificatie volgens Casagrande: fig. 26
- Humusgehalte: van 0,3 tot 5,0 % (gem. 0,9 %, 28 monsters)
- Kalkgehalte: van 2,8 tot 17,7 % (gem. 6,9 %, 28 monsters)
- 13 celproeven:
 - c_{cel} : van 0 tot 20 kN/m²
 - ϕ_{cel} : van 30,5 tot 39,5°
 - c'_{cel} : van 0 tot 40 kN/m²
 - ϕ'_{cel} : van 21,5 tot 38°
- 6 triaxiaalproeven, geconsolideerd, niet-gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU):
 - c: van 0 tot 50 kN/m²
 - ϕ : van 29,5 tot 33,5°

De waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van het Antwerpiaan zandcomplex zoals afgeleid uit de pompproeven worden besproken in het hoofdstuk "Hydrogeologische gegevens". Deze pompproeven werden uitgevoerd op de hoek van de Frankrijklei en de Teniersplaats (kaartblad 15.3.6) evenals langsheen het tracé van de E17-Kleine Ring.

³² De symbolen worden verklaard in bijlage 3.

³³ Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

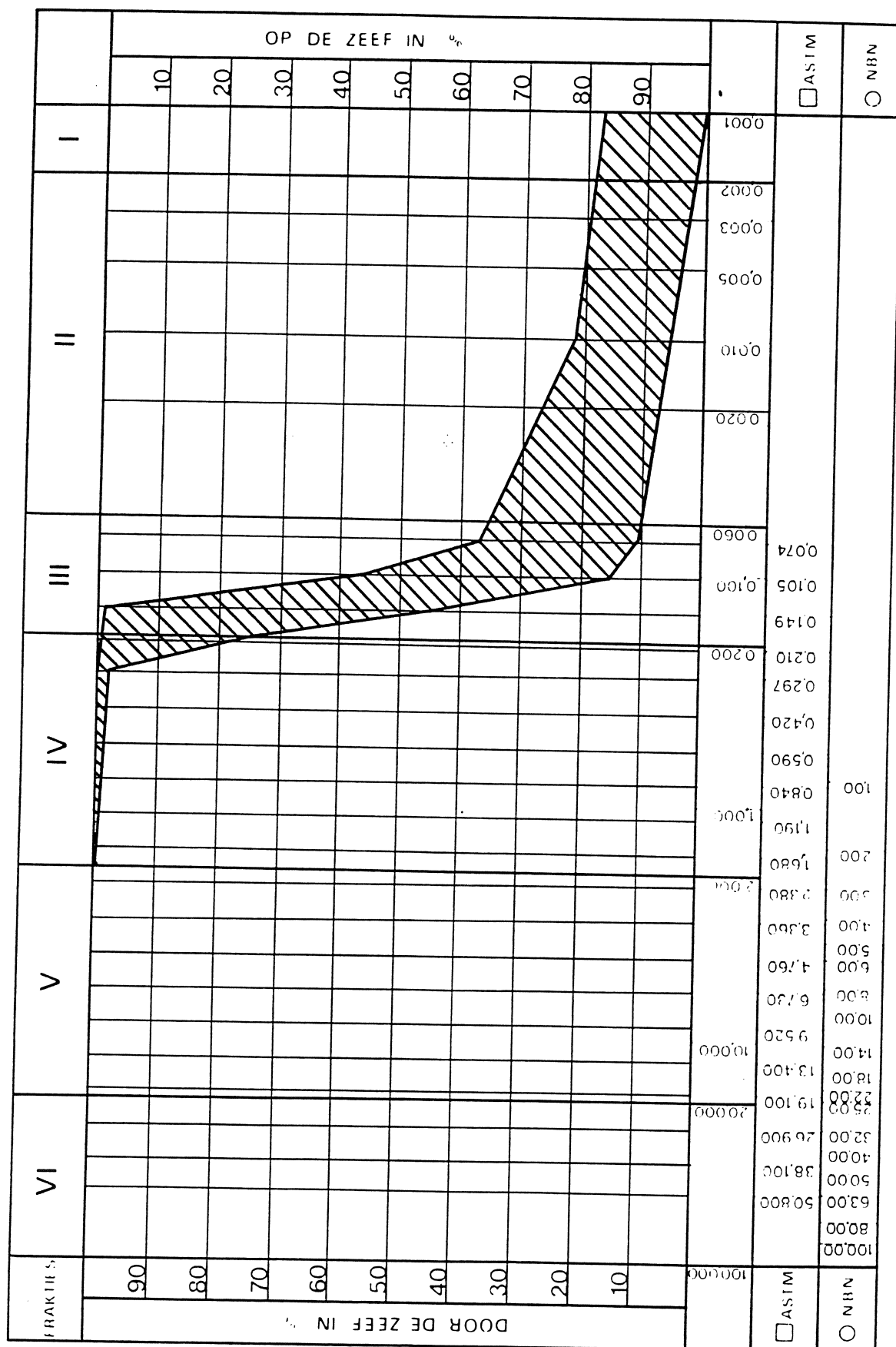


Fig. 25 Antwerpiaan zandcomplex (onderste eenheid): korrelverdeling (46 monsters)

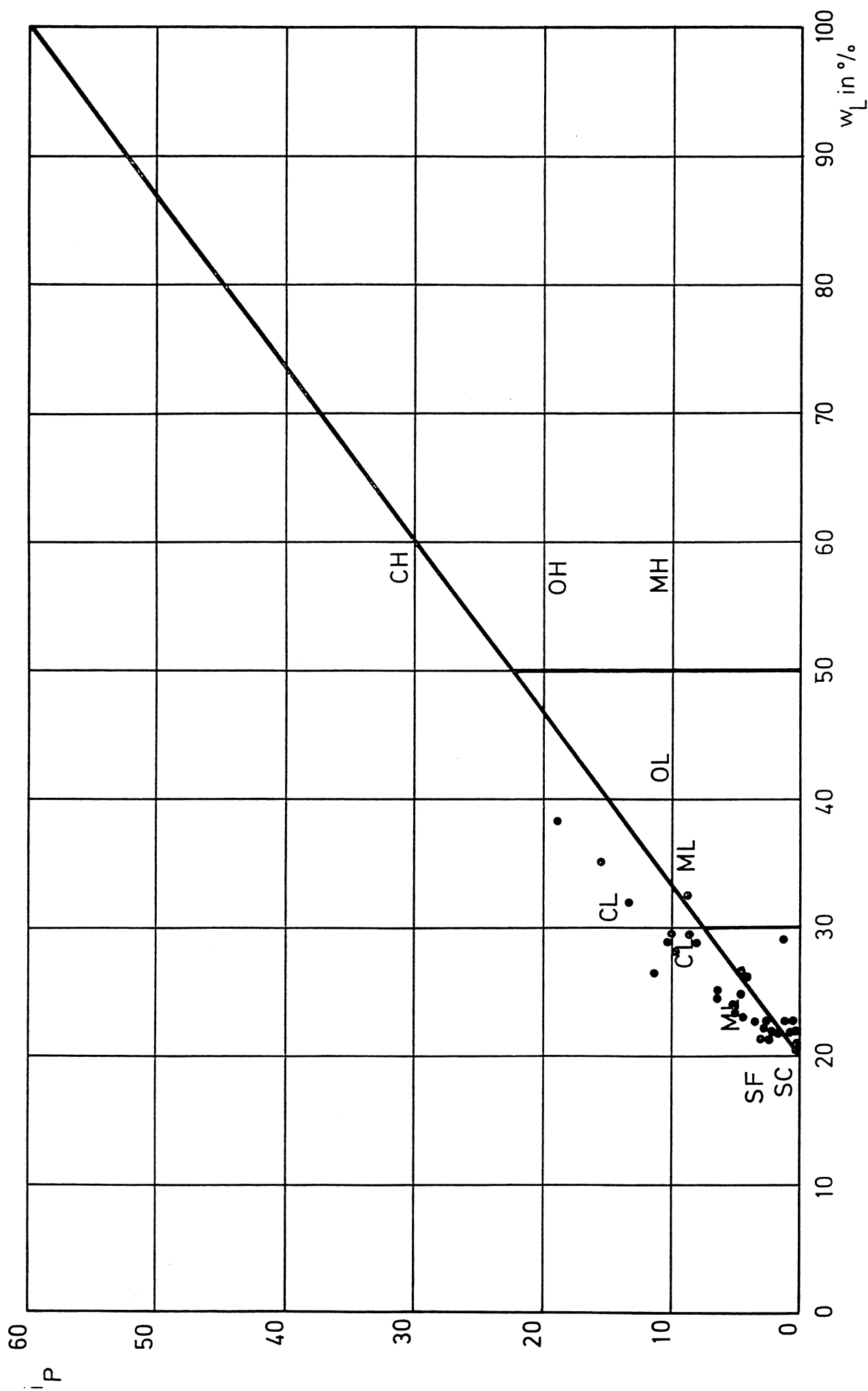


Fig. 26 Antwerpiaan zandcomplex (onderste eenheid): classificatie volgens A. Casagrande (44 monsters)

- De konusweerstand van het Antwerpiaan zandcomplex zijn in het kaartgebied groter dan 10 MN/m^2 . De waarden kunnen soms groter zijn dan 30 MN/m^2 .

6.6. Rupeliaan kleicomplex (plaat VII)

6.6.1. Oorsprong

Het Rupeliaan kleicomplex bestaat uit mariene klei, afgezet tijdens het Tertiair (Oligoceen-Rupeliaan).

Volgens ir. GULINCK van de Belgische Geologische Dienst bedroeg ter plaatse van de E17-Scheldetunnel, de maximum dikte van de neogene zandafzettingen boven de gedeeltelijk geërodeerde Boomse klei, 40 m. Deze zanden zouden zich steeds onder water hebben bevonden.

Uit de proeven, uitgevoerd ten behoeve van de studie van een geplande stormvloedkering in de Zeeschelde te Antwerpen (Oosterweel) is gebleken dat de Boomse klei er met 0,5 à 0,9 MN/m² voorbelast is geweest. Verschillende criteria wijzen op een voorbelasting van ca. 0,8 MN/m² (SCHITTEKAT et al., 1983). Wanneer wordt aangenomen dat deze voorbelasting werd teweeggebracht door zand dat zich steeds onder water heeft bevonden, dient deze voorbelasting in overeenstemming te worden gebracht met een bedekking van ca. 80 m. Dit neogeen zandpakket is door erosie grotendeels verdwenen.

6.6.2. Lithologie

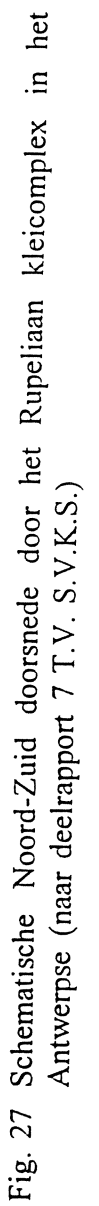
Uit de resultaten van de diepe boringen, die uitgevoerd werden voor de aanleg van de E17-Scheldetunnel en voor de studie van een geplande stormvloedkering in de Zeeschelde te Antwerpen (Oosterweel), kan men vaststellen dat het kleicomplex in het Antwerpse opgebouwd is uit twee lithologische types. Er bestaat een geleidelijke overgang tussen beide.

Het bovenste lithologisch type is opgebouwd uit een vaste, gescheurde en gelaagde klei waarvan het natuurlijk watergehalte ongeveer gelijk is aan de plasticiteitsgrens. Het gewichtsgehalte aan deeltjes kleiner dan 2 µm varieert gemiddeld tussen 50 en 57 %.

Het onderste lithologisch type kan beschreven worden als een silthoudende klei tot kleihoudende silt, waarin plaatselijk kleilagen voorkomen. Lokaal kunnen er ook zandige lenzen in aangetroffen worden. Het gewichtsgehalte aan deeltjes kleiner dan 2 µm bedraagt voor de silthoudende klei tot kleihoudende silt ca. 18 %.

In het bestek van de studie van bovengenoemde stormvloedkering werden de gegevens, die ten behoeve van allerhande infrastructuurwerken in de omgeving van Antwerpen waren verkregen, opnieuw onderzocht samen met de waarnemingen, uitgevoerd in een aantal kleigroeven, waar het onderste gedeelte van het Rupeliaan kleicomplex dagzoomt. De aldus verkregen gegevens werden op een overzichtelijke wijze samengebracht op de figuur 27.

Op basis van de opgemeten mechanische grondkarakteristieken werd het bovenste lithologisch type onderverdeeld in drie eenheden, respectievelijk BK1, BK2 en BK3 genaamd. Overeenkomstig de indeling ingevoerd door VANDENBERGHE, 1974 bestaat de eenheid BK3 over de bovenste 8 m uit zwarte klei en verder uit grijze klei.



Uit figuur 27 blijkt dat het Rupeliaan kleicomplex in zijn geheel wordt aangetroffen ten noorden van Liefkenshoek, en dat naar het zuiden toe, de bovenste lagen zijn weggeërodeerd. Daardoor komt de eenheid BK1 niet meer voor vanaf de E17-Scheldetunnel en de eenheid BK2 niet meer vanaf Hemiksem.

Aan de top van het Rupeliaan kleicomplex wordt meestal een laag bruine verweerde klei aangetroffen waarvan de dikte kan variëren van enkele centimeters tot ca. 4 m.

In het Rupeliaan kleicomplex komen septarialagen voor. Deze septaria zijn broodvormige concreties die plaatselijk een diameter van 2 m en een dikte van 0,30 m kunnen bereiken. Deze concreties zijn vooral opgebouwd uit calciet, kaoliniet, illiet en kwarts. Het calciumcarbonaatgehalte schommelt tussen 65 en 87 % (VAN TASSEL, 1966).

Tevens werd in de Boomse klei pyriet aangetroffen. Dit mineraal komt voor onder de vorm van grijze naaldvormige langwerpige of nodulaire concreties waarvan de diameter uitzonderlijk meer dan 0,10 m kan zijn.

6.6.3. Uitbreiding

De top van het kleicomplex komt in het gekarteerde gebied voor tussen de peilen -24 en -52. In het overgrote deel van het kaartgebied is de klei bedekt door het Antwerpiaan zandcomplex. In het uiterste zuidwesten is de klei grotendeels bedekt door het Scaldisaan a zandcomplex. Het Antwerpiaan zandcomplex komt er waarschijnlijk niet of slechts plaatselijk voor.

De top of de vermoedelijke top van het Rupeliaan kleicomplex is aangegeven op plaat VII (isohypsen).

De basis van het Rupeliaan kleicomplex werd in het gekarteerde gebied niet aangeboord.

6.6.4. Grondmechanische eigenschappen

6.6.4.1. Bovenste lithologische type (Boomse klei)

In verband met de eigenschappen van het Rupeliaan kleicomplex werden nabij de gekarteerde zone belangrijke inlichtingen verkregen bij de studie van een geplande stormvloedkering in de Zeeschelde te Antwerpen (Oosterweel). Daarbij werden 85 diepsonderingen, 27 boringen met pressiometerproeven type Ménard, 3 boringen met zelfborende pressiometerproeven, een seismisch onderzoek, 24 boringen met ontnaam van geroerde en ongeroerde monsters en een uitgebreid laboratoriumonderzoek uitgevoerd. De boringen en sonderingen werden hoofdzakelijk doorgevoerd tot het peil -50,00 en in enkele gevallen tot het peil -70,00.

In wat volgt zal een synthese worden gegeven van de resultaten die bij dit onderzoek werden verkregen (T.V.S.V.K.S., 1980). Op een aantal plaatsen zal evenwel ook worden verwezen naar de resultaten van de studies die bij de aanleg van de E17-Scheldetunnel en bij de aanleg van ondergrondse reservoirs werden doorgevoerd (DE BEER, 1964; DE BEER, 1967; DE BEER, 1971 en DE BEER et al., 1966).

Ter hoogte van de bestudeerde inplantingsplaats van bovengenoemde stormvloedkering wordt de eenheid BK1 aangetroffen tussen -10 en -35, de eenheid BK2 tussen -35 en -50 en de eenheid BK3 tussen -50 en -84. Deze onderverdeling is uitsluitend gebaseerd op de mechanische grondkarakteristieken die in de verschillende eenheden werden verkregen. In de eenheid BK1 zijn de grondkarakteristieken algemeen hoger dan in de eenheid BK2.

Binnen de beide eenheden zijn de grondkarakteristieken ongeveer constant. De overgang van de eenheid BK1 naar de eenheid BK2 verloopt geleidelijk en heeft plaats tussen -32 en -37. In de eenheid BK3 wijzen de resultaten van de terreinproeven (konusweerstand, limietdruk enz.) op een lineaire toename van de grondkarakteristieken met de diepte.

6.6.4.1.1. Laboratoriumonderzoek

6.6.4.1.1.1. Onderkenningproeven

Uit de beschikbare resultaten van de onderkenningproeven werden de onderstaande gemiddelde waarden afgeleid (tabel 14).

Tabel 14 - Gemiddelde waarde uit de resultaten van de onderkenningproeven op de Boomse klei

	BK1	BK2	BK3
fractie kleiner dan 2 μm (in %)	50	57	54
fractie kleiner dan 20 μm (in %)	80	80	80
γ_n (in kN/m^3)	19,42	19,17	19,31
γ_d (in kN/m^3)	15,31	14,62	14,74
w (in %)	26,93	29,40	29,50
w_p (in %)	26	29	25
w_L (in %)	66	73	60
i_p	40	44	35

6.6.4.1.1.2. Triaxiaalproeven

De resultaten van de niet-geconsolideerde, niet-gedraineerde proeven (UU) zijn weergegeven in fig. 28 en de resultaten van de geconsolideerde, niet-gedraineerde proeven (CU) in fig. 29 voor de BK1-laag, in fig. 30 voor de BK2-laag en in fig. 31 voor de BK3-laag.

Uit deze figuren blijkt dat de verkregen resultaten een aanzienlijke spreiding vertonen. Door statistische verwerking van de resultaten en zonder rekening te houden met de diepte der uitgevoerde triaxiaalproeven werden de onderstaande karakteristieke waarden afgeleid (tabel 15).

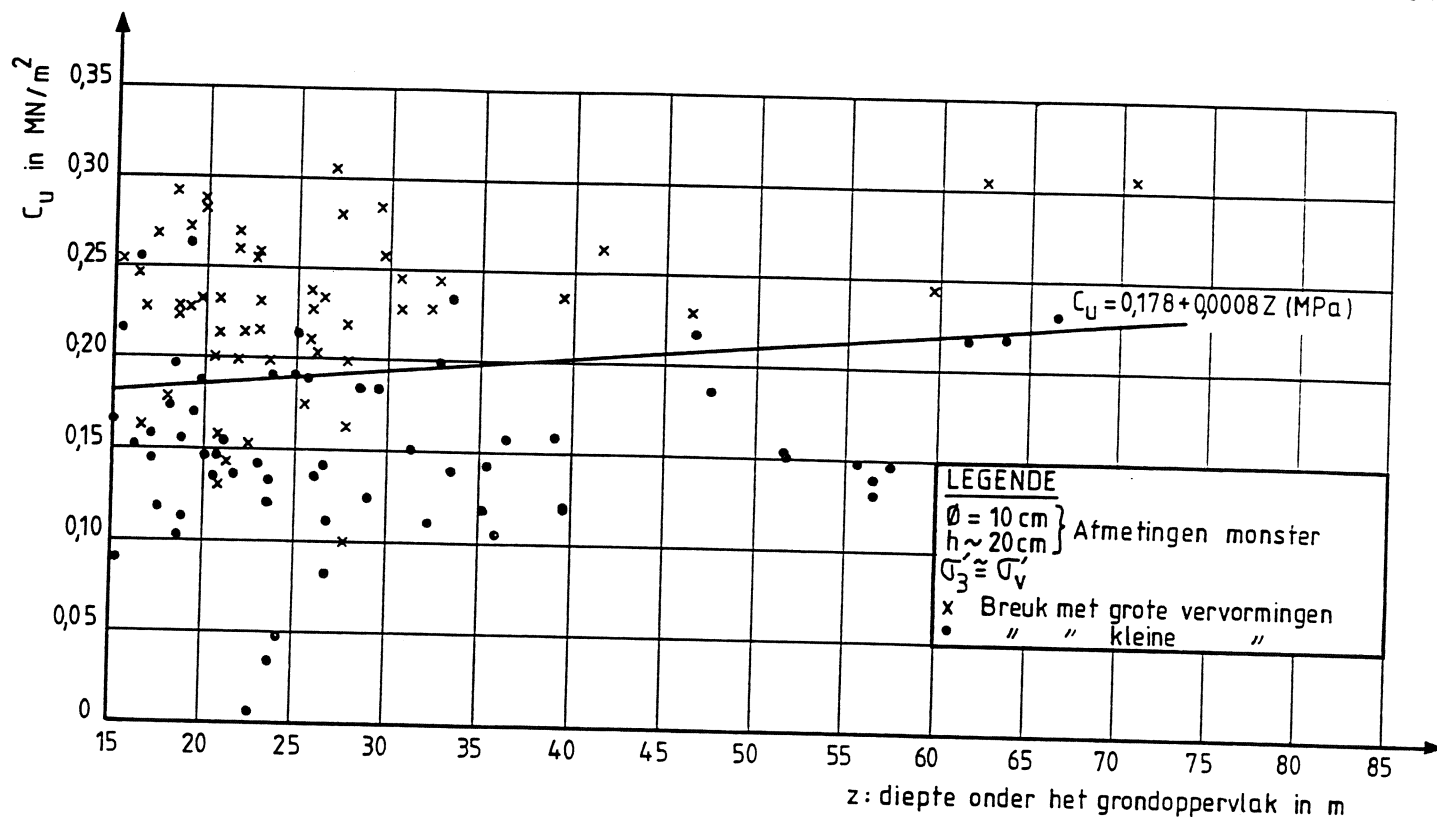


Fig.28 c_u waarden uit UU triaxiaalproeven (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

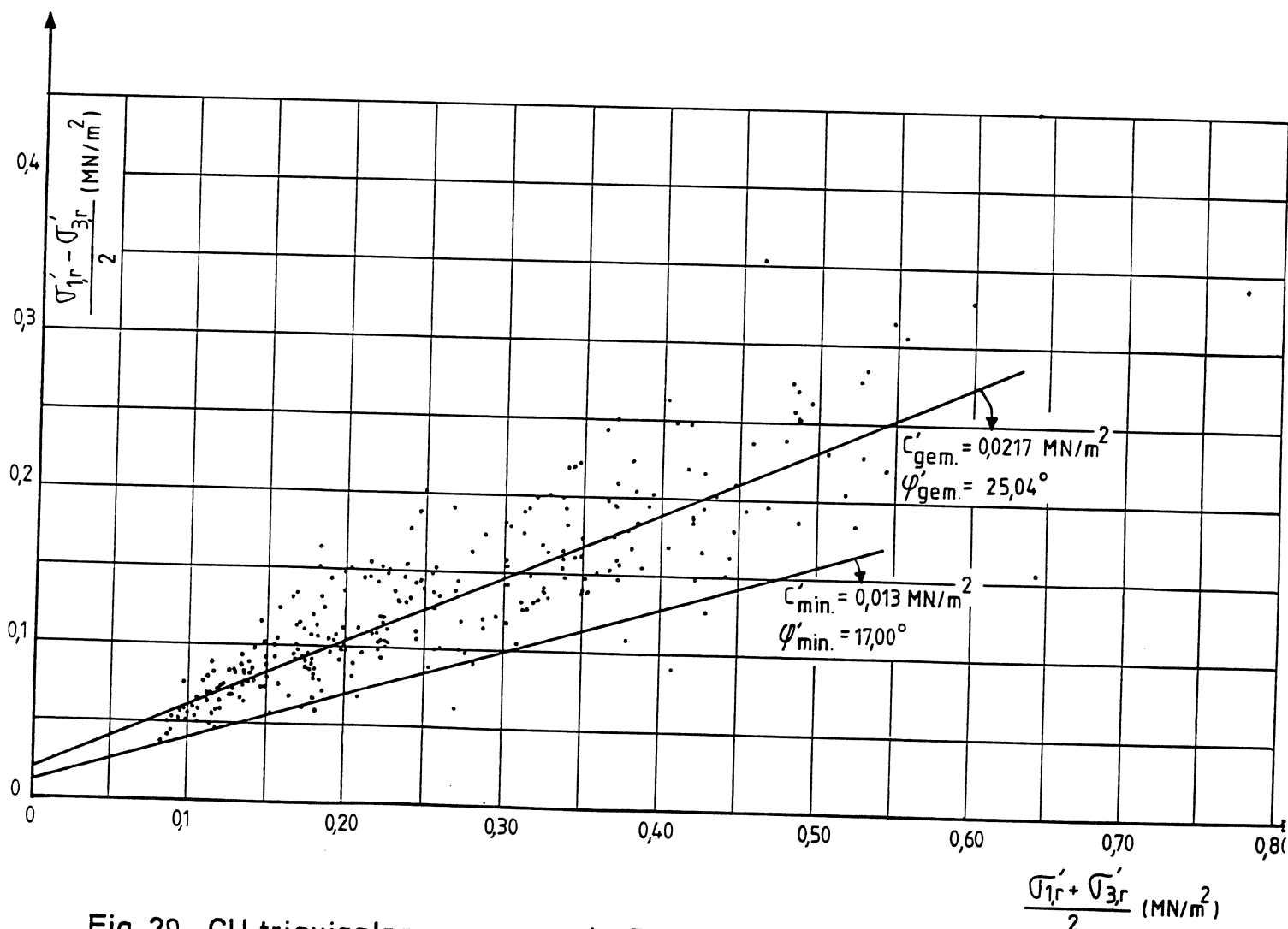


Fig. 29 CU triaxiaalproeven voor de B.K.1 laag (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

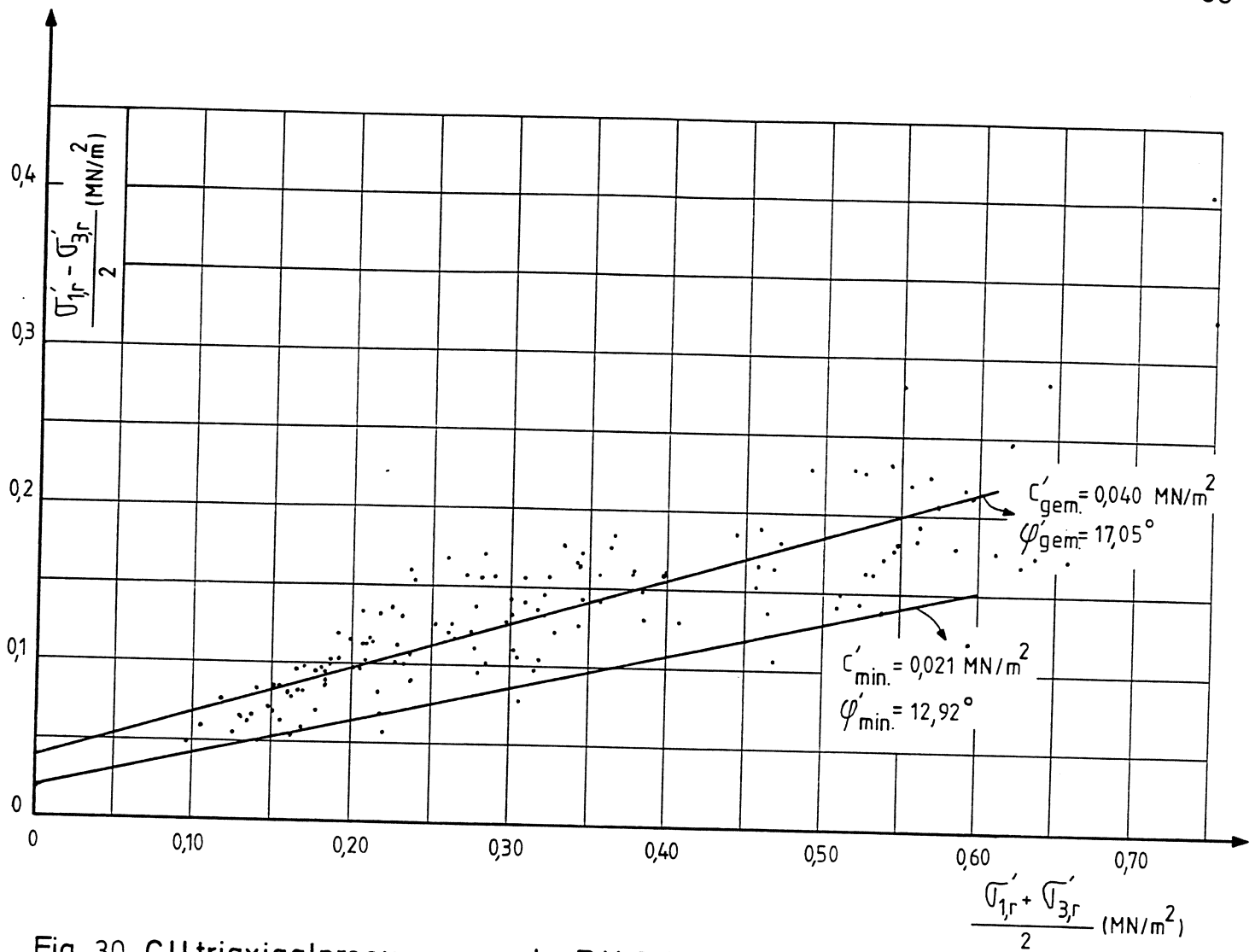


Fig. 30 CU triaxiaalproeven voor de B.K.2 laag (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

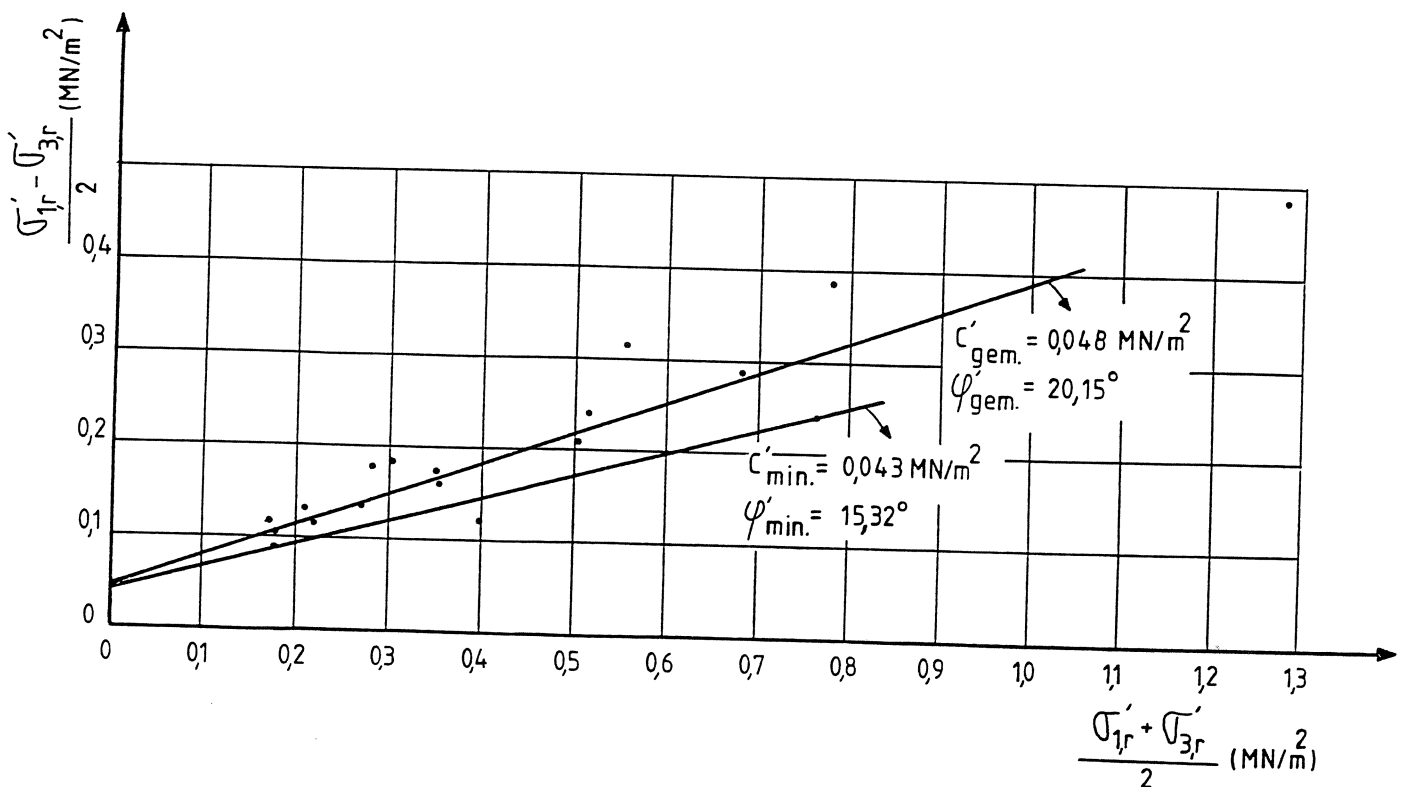


Fig. 31 CU triaxiaalproeven voor de B.K.3 laag (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

Tabel 15 - Karakteristieke waarden afgeleid uit triaxiaalproeven op de Boomse klei

	BK1	BK2	BK3
- Niet-geconsolideerde, niet-gedraineerde proeven (UU)			
$c_{u, \text{gem.}}$ in kN/m^2	180	190	-
$c_{u, \text{min.}}$ (10% der waarden lager dan $c_{u, \text{min.}}$) in kN/m^2	100	130	-
- Geconsolideerde, niet-gedraineerde proeven (CU)			
c (gem.) in kN/m^2	22	40	48
φ (gem.)	25°	17°	20°
c (min.) in kN/m^2	13	21	43
φ (min.)	17°	13°	15°

In verband met de bij deze studie verkregen resultaten van de niet-geconsolideerde, niet-gedraineerde triaxiaalproeven dient nog te worden verwezen naar de resultaten van vrije prismaproeven en niet-geconsolideerde, niet-gedraineerde triaxiaalproeven die ten behoeve van de aanleg van de E17-Scheldetunnel werden uitgevoerd, en waaruit volgend verband werd afgeleid voor de variatie van de niet-gedraineerde schuifweerstand c_u met de diepte:

$$c_u = 75 + 3,5 h \text{ (in } \text{kN/m}^2\text{)} \quad (1)$$

met h = de diepte onder het grondoppervlak in meter.

Het verband (1) is om veiligheidsredenen ietwat aan de lage kant ten opzichte van de gemiddelde waarden gekozen.

De wolk punten, die op de fig. 28 is weergegeven, vormt geen tegenbewijs dat het verband (1) ook te Oosterweel niet geldig zou zijn. Voor de BK1-laag levert deze wet eerder aan de veilige kant gelegen waarden op. Ze dienen te worden vergeleken met $c_{u, \text{min.}}$. Daar deze betrekking in de BK2-laag eerder overeenstemt met de gemiddelde waarden, lijkt het aangewezen om voor deze laag dan ook de volgende wet aan te houden:

$$c_u = 75 + 1,75 h \text{ (in } \text{kN/m}^2\text{)}$$

met h = diepte onder het grondoppervlak in meter.

Verder kan nog worden verwezen naar de proeven uitgevoerd op monsters, die bij de aanleg van onderaardse reservoirs werden ontnomen op 80 m diepte. Bij de uitvoering van vrije prismaproeven op twee monsters werd voor de niet-gedraineerde schuifweerstand respectievelijk 365 kN/m^2 en $392,5 \text{ kN/m}^2$ verkregen, hetzij gemiddeld

378,8 kN/m². Deze waarden zijn in goede overeenstemming met de hogervermelde wet $c_u = 75 + 3,5 h$ vermits men op 80 m diepte normaal diende te verkrijgen:

$$c_u = 75 + 3,5 \times 80 = 335 \text{ kN/m}^2$$

Tenslotte kan nog worden opgemerkt dat bij de studie van de E17-Scheldetunnel kon worden vastgesteld dat er een behoorlijke overeenkomst bestond tussen het gekozen verband voor de variatie van c_u met de diepte ($c_u = 75 + 3,5 h$) en de verkregen schuifweerstandskarakteristieken ($c = 15 \text{ kN/m}^2$ en $\phi = 22^\circ$). De te Oosterweel verkregen resultaten vormen geen tegenbewijs dat de waarden van c_u , c en ϕ gevonden voor de E17-Scheldetunnel, niet ook als aan de veilige kant gelegen waarden kunnen worden aangehouden voor de BK1-laag. Indien ervan wordt uitgegaan dat hetzelfde verband ook dient te bestaan tussen de c_u , c en ϕ waarden voor de BK2-laag, dan kan de vooropgestelde wet $c_u = 75 + 1,75 h$ in overeenstemming worden gebracht met de schuifweerstandskarakteristieken $c = 30 \text{ kN/m}^2$ en $\phi = 13^\circ$.

6.6.4.1.1.3. Bepaling van de residuele schuifweerstandskarakteristieken

In het bestek van de studie van de geplande stormvloedkering werden geen speciale laboratoriumproeven uitgevoerd ter bepaling van de residuele schuifweerstandskarakteristieken van de Boomse klei.

Bij de aanleg van de E17-Scheldetunnel werden deze residuele schuifweerstandskarakteristieken bepaald door het uitvoeren van schuiftorsieproeven. De aldus verkregen resultaten zijn samengebracht in tabel 16.

Tabel 16 - Residuele schuifweerstandskarakteristieken van de Boomse klei

Aard der monsters	Vervormingssnelheid	c (kN/m ²)	ϕ
niet doorgesneden	0,395 mm/h piekwaarde	15,0	24°20'
	residuele waarde	0	24°20'
niet doorgesneden	2,1 mm/h piekwaarde	15,0	19°20'
	residuele waarde	0	19°20'
doorgesneden	0,395 mm/h piekwaarde	-	-
	residuele waarde	0	19°20'
doorgesneden	2,1 mm/h piekwaarde	0	22°10'
	residuele waarde	0	15°10'

6.6.4.1.1.4. Samendrukkingsproeven

Voor de bepaling van de samendrukkingsconstante C werd vooral gesteund op de resultaten van zogenaamde cyclische samendrukkingsproeven. Daarbij werden de kleimonsters eerst belast tot minstens 0,6 MN/m², daarna ontlast en opnieuw herbelast. De gemiddelde waarde van de samendrukkingsconstante C (bij herbelasting), die aldus werd verkregen, bedroeg onafhankelijk van de diepte 75.

Bij de aanleg van de E17-Scheldetunnel werd door de firma CHRISTIANI en NIELSEN voor de berekening van de hydrodynamische bewegingen gesteund op de volgende waarden van de samendrukkingsconstante C en de ontlastingsconstante A :

$$C = 50 + 2z \text{ voor } p_t < \sigma_k < \sigma_{k,g,M}$$

$$A = 75 + 5z \text{ voor } \sigma_{k,g,m} < \sigma_k < p_t$$

$$A_0 = 30 + 1,75z \text{ voor } \sigma_k < \sigma_{k,g,m}$$

met z = diepte in m onder het oppervlak (top) van de Boomse klei

σ_k = verticale korrelspanning die in de grond heerst na het aanbrengen van de belasting of van de ontlasting

p_t = terreinspanning

$\sigma_{k,g,M}$ = maximale geologische korrelspanning (voorbelasting)

$\sigma_{k,g,m}$ = minimale geologische korrelspanning, na de maximale geologische korrelspanning.

Uit de samendrukkingsproeven bij stijgende belasting leidt men voor de doorlatendheidscoëfficiënt waarden af van 10^{-10} tot 10^{-12} m/s. Uit de metingen verricht in piëzometers die bij de aanleg van de E17-Scheldetunnel werden geplaatst nabij in de Boomse klei gegraven taluds, werden voor de doorlatendheidscoëfficiënt waarden van ca. 10^{-9} m/s afgeleid. Ook uit de waarnemingen van de snelheid waarmee zwellingen zijn opgetreden, kwam men tot ongeveer dezelfde waarden.

Bij ontlasting kan door het ontstaan en het openen van scheuren de doorlatendheid derhalve veel groter zijn dan bij belasting waarbij potentiële scheuren worden dichtgedrukt.

Verder werd bij de aanleg van de E17-Scheldetunnel de waarde van de elasticiteitsmodulus E afgeleid uit het spannings-vervormingsdiagram dat bij de uitvoering van de vrije prismaproeven werd opgemeten. De aldus verkregen waarden van E , uitgezet in functie van de diepte, zijn weergegeven in fig. 32. Daarbij werd een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de monsters die volgens de horizontale en de verticale richting werden belast. Voor de monsters die volgens de verticale, respectievelijk de horizontale richting werden beproefd werden uiteindelijk de volgende wetten afgeleid:

$$E_v = 5 + 0,6 h \text{ (in MN/m}^2\text{)}$$

$$E_h = 20 + 0,6 h \text{ (in MN/m}^2\text{)}$$

met h = diepte onder het grondoppervlak in m.

De aldus verkregen waarden waren in goede overeenstemming met deze welke werden verkregen bij de beproeving van een monster ontnomen op 80 m diepte bij de aanleg van onderaardse reservoirs (fig. 33) en waarvoor bij de eerste belasting $E_0 = 33,4$ MN/m² werd verkregen en bij herbelasting $E_s = 73,6$ MN/m².

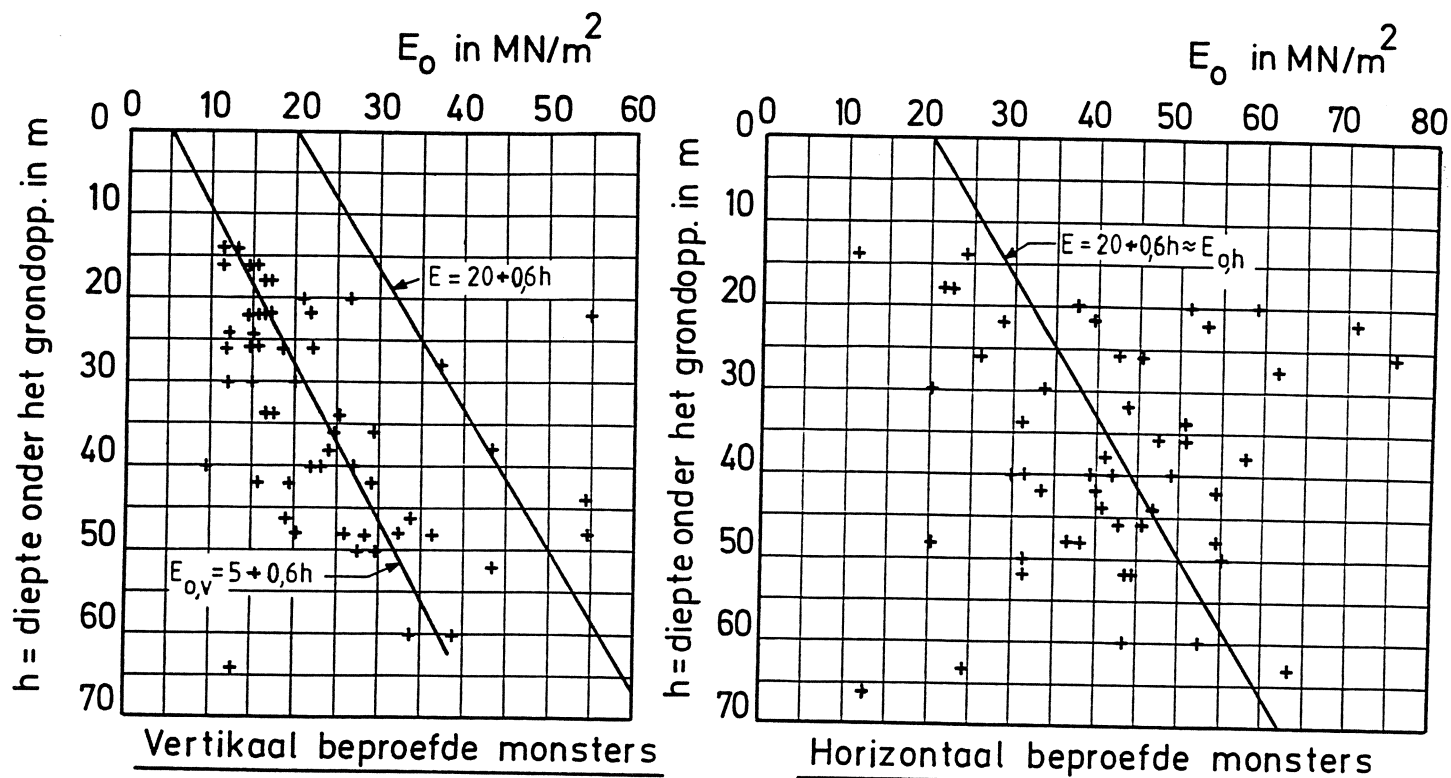


Fig. 32 Waarden van de elasticiteitsmodulus E , afgeleid uit vrije prismaproeven (De Beer, 1971)

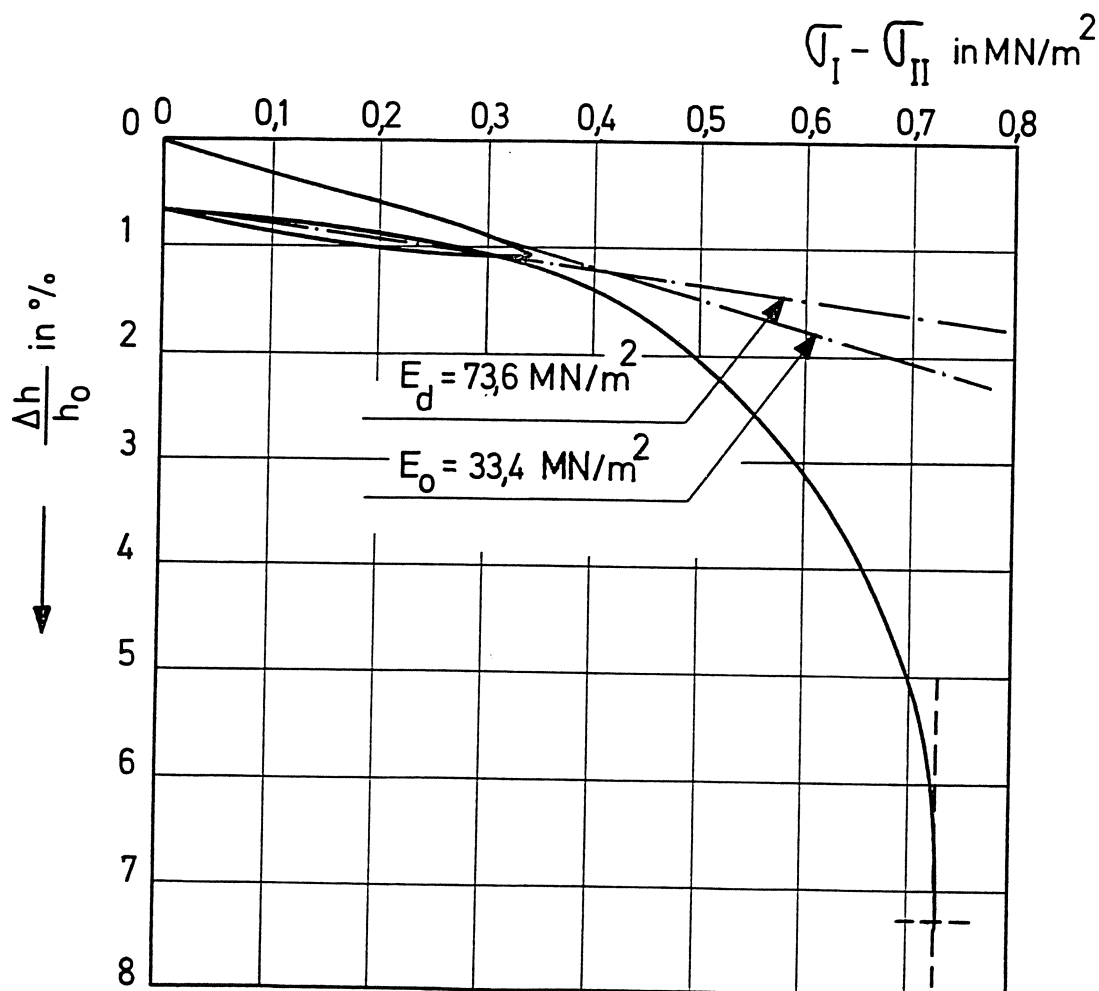


Fig. 33 Spanningsvervormingsdiagramma van een monster ontnomen op 80 m diepte bij de aanleg van onderaardse reservoirs in de Boomse klei (De Beer, 1971)

6.6.4.1.2. In situ proeven

6.6.4.1.2.1. Diepsonderingen

Uit de resultaten van de te Oosterweel doorgevoerde elektrische continue diepsonderingen werden voor elke eenheid de volgende karakteristieke waarden afgeleid:

$q_{c,gem}$ = gemiddelde waarde van de konusweerstand

$q_{c,gem\ min}$ = gemiddelde minimale konusweerstand

$q_{c,min\ min}$ = absoluut minimale waarde van de konusweerstand

$f_{s,gem}$ = gemiddelde waarde van de plaatselijke zijdelingse wrijving

$f_{s,min}$ = minimale waarde van de plaatselijke zijdelingse wrijving

Daar binnen de eenheid BK3 een toename van de konusweerstand met de diepte wordt waargenomen, kunnen voor deze eenheid alleen de grenzen worden aangegeven waarbinnen deze karakteristieke waarden variëren. De waarden zijn opgenomen in tabel 17.

Tabel 17 - Karakteristieke waarden afgeleid uit de elektrische continue diepsonderingen in de Boomse klei

	BK1	BK2	BK3
$q_{c,gem}$	4,2	3,6	3,88 → 5,45
$q_{c,gem\ min}$	3,2	2,6	2,8 → 4,6
$q_{c,min\ min}$	2,7	2,3	-
$f_{s,gem}$	0,22	0,16	0,2
$f_{s,min}$	0,15	0,11	-

6.6.4.1.2.2. Pressiometerproeven type Ménard

Uit de resultaten van de doorgevoerde pressiometerproeven type Ménard, werden voor elke eenheid de volgende karakteristieke waarden afgeleid:

$P_{l,gem}$ = gemiddelde waarde van de limietdruk

$P_{l-\sigma}$ = gemiddelde waarde van de limietdruk - 1 x de spreiding

$E_{M,gem}$ = gemiddelde waarde van de pressiometermodulus

$E_{M,min}$ = minimum waarde van de pressiometermodulus

De waarden zijn opgenomen in tabel 18.

Tabel 18 - Karakteristieke waarden afgeleid uit de pressiometerproeven type Ménard in de Boomse klei

	BK1	BK2	BK3
$P_{l, \text{gem}}$ (in MN/m ²)	1,97	1,82	1,83
$P_1 - \sigma$ (in MN/m ²)	1,63	1,53	-
$E_{M, \text{gem}}$ (in MN/m ²)	30	27,5	-
$E_{M, \text{min}}$ (in MN/m ²)	6,8	8,4	-

6.6.4.1.2.3. Zelfborende pressiometerproeven

Uit de resultaten van de zelfborende pressiometerproeven, die op de linker Schelde-oever in drie boringen nabij de bestaande Schel dedijk werden uitgevoerd konden de volgende gegevens worden afgeleid:

- horizontale spanningen in de klei:

* Op de linkeroever: $\sigma'_h = 389 - 5,64z$ (in kN/m²)

* In de Schelde: tussen -20 en -29 (NKD): $\sigma'_h = 23,4z - 164,7$ (in kN/m²)
 vanaf - 29 (NKD): $\sigma'_h = 389 - 5,64z$ (in kN/m²)

met: z = het NKD-peil

σ'_h = de horizontale korrelspanning in de klei

- glijdingsmodulus van de klei:

* de uit de proeven afgeleide gemiddelde waarden van de glijdingsmodulus bleef constant met de diepte en bedroeg $G = 37 \text{ MN/m}^2$. Wegens de anisotropie van de klei is deze waarde alleen geldig in de horizontale richting.

- doorlatendheid van de klei:

* uit de doorgevoerde consolidatieproeven konden volgende waarden worden afgeleid voor de horizontale doorlatendheidscoëfficiënt van de klei:

- in de eenheid BK1: $k_h = 3,2 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$

- in de eenheid BK2: $k_h = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$

Opmerkingen

De hierboven vermelde grondmechanische eigenschappen hebben allemaal betrekking op het gedeelte van het Rupeliaan kleicomplex dat geen vertering heeft ondergaan.

Betreffende de laag bruine verweerde klei, die meestal aan de top van het Rupeliaan kleicomplex wordt aangetroffen, zijn weinig gegevens beschikbaar.

Bij de studie van de geplande stormvloedkering werden tussen -18 en -20 de volgende gemiddelde karakteristieken vastgelegd:

	Tussen - 18 en -20	eenheid BK1
$q_{c, \text{gem}}$ (in MN/m^2)	3,7	4,2
$f_{s, \text{gem}}$ (in MN/m^2)	0,22	0,2

Andere gegevens zijn niet beschikbaar.

Aangezien de dikte van deze verweerde laag van plaats tot plaats sterk verschillend is, mag worden aangenomen dat de grondmechanische karakteristieken ervan eveneens een grote spreiding zullen vertonen.

Wegens de grote diepte waarop de Boomse klei ter hoogte van de geplande stormvloedkering wordt aangetroffen, werden in het kader van de studie van deze stormvloedkering geen vinproeven uitgevoerd. Gegevens in verband met de sensitiviteit van de Boomse klei (dit is de verhouding van de piekvinschuifweerstand tot de residuele vinschuifweerstand) werden verkregen uit een studie uitgevoerd te Kontich (DE BEER et al., 1977) waarbij voor de sensitiviteit de waarde 2,1 werd gevonden.

6.6.4.2. Onderste lithologisch type van het Rupeliaans kleicomplex

Van het onderste lithologisch type (silthoudende klei en kleihoudende silt) zijn enkele eigenschappen samengebracht in tabel 19. Deze resultaten zijn afkomstig uit de studie van de E17-Scheldetunnel.

Tabel 19 - Grondmechanische eigenschappen van het onderste lithologisch type van het Rupeliaan kleicomplex

⁽³⁴⁾ ⁽³⁵⁾	w _L (26) %	w _p (20) %	w (17) %	γ _d (17) kN/m ²	γ _n (16) kN/m ²
Max.	35,5	17,8	18,1	13,439	16,549
Min.	61,3	25,0	29,3	15,803	19,600
Gem.	46,5	20,2	25,8	14,685	18,482

³⁴ De symbolen worden verklaard in bijlage 3

³⁵ Aantal monsters

7. HYDROGEOLOGISCHE GEGEVENS (plaat VIII)

7.1. Watervoerende lagen

In het gekarteerde gebied komen verschillende watervoerende lagen voor.

In de aangevulde en vergraven gronden treft men een freatische waterlaag aan. Onder het kleiig alluvium komt een semi-artesische waterlaag voor die gelegen is in de kwartaire en/of tertiaire zanden. Waar het kleiig alluvium ontbreekt is de freatische watertafel gelegen in de kwartaire of tertiaire zanden. Een artesische waterlaag komt voor onder het Rupeliaan kleicomplex.

Bij de studie van een geplande stormvloedkering in de Zeeschelde te Antwerpen (kaartbladen 15.3.3 en 15.3.4) is vastgesteld dat het grondwaterpeil in de freatische waterlaag (in de aangevulde gronden) niet beïnvloed wordt door het Scheldetij. De semi-artesische waterlaag daarentegen, tussen het alluvium en het Rupeliaan kleicomplex, wordt er sterk beïnvloed door het Scheldetij. Deze beïnvloeding neemt af met de afstand tot de Schelde. De zone waarbinnen beïnvloeding optreedt is functie van de doorlatendheid van de watervoerende laag evenals van de getijdenamplitude.

De doorlatendheidscoëfficiënten van de gekarteerde eenheden zoals afgeleid uit het laboratoriumonderzoek op een ongeroerd monster, dat nagenoeg steeds klein is, is slechts representatief voor een beperkt gedeelte van de betrokken laag. Daar de doorlatendheid van een laag niet bepaald wordt door haar gemiddelde doorlatendheidseigenschappen maar wel door de doorlatendheid van haar meest doorlatende gedeelten heeft een statistische behandeling van de k-waarden, gesteund op de resultaten van een zeker aantal monsteronderzoeken, in het algemeen weinig praktische betekenis. In de tabellen werden dan ook slechts de minimale en maximale waarden aangegeven. Daarenboven is het meestal in de goed doorlatende gedeelten van een laag dat de ontnaam van ongeroerde monsters zelden slaagt.

Verder dient men er ook rekening mee te houden dat de doorlatendheid in het laboratorium bijna steeds volgens de verticale richting bepaald wordt. Daar de doorlatendheid van de grond volgens de verticale richting normalerwijze kleiner is dan volgens de horizontale richting zullen de in het laboratorium bepaalde waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt dan ook meestal kleiner zijn dan de waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt afgeleid uit de resultaten van de pompproeven.

Ten behoeve van de voorstudie van een stormvloedkering te Antwerpen (Oosterweel) werden in de zanden boven de Boomse klei drie pompproeven uitgevoerd.

Tevens werd een pompproef uitgevoerd bij Mercantile Marine Engineering and Graving Docks C° met het oog op de bouw van een droogdok. Ook werd een pompproef uitgevoerd nabij de stortplaats de Hooge Maey, naast de verkeerswisselaar van de Grote Ring met de A12.

De resultaten van al deze pompproeven zijn opgenomen in tabel 20.

Tabel 20 - Resultaten van pompproeven

Pompproef	Uitvoeringsplaats	k (m/s)
Stormvloedkering	linkeroever (kaart 15.3.3)	$2,85 \cdot 10^{-4}$
	rechteroever (kaart 15.3.4)	$2,74 \cdot 10^{-4}$
	Noordkasteel (kaart 15.3.4)	$1,58 \cdot 10^{-4}$
Mercantile	nabij verbinding Hansa-dok en Vijfde havendok (kaart 15.3.3)	$4,5 \cdot 10^{-5}$
De Hooge Maey	nabij verkeerswisselaar Grote Ring en A12 (kaart 7.7.5-8)	$6,3 \cdot 10^{-5}$

Deze waarden voor de doorlatendheidscoëfficiënt zijn echter globale waarden voor de zandcomplexen tussen de alluviale lagen en de Boomse klei (Kwartair zandcomplex, plaatselijk Scaldisiaan b zandcomplex, Scaldisiaan a zandcomplex). Het is evenwel aan te nemen dat ieder zandcomplex een verschillende k-waarde bezit.

Pompproeven in het Antwerpiaan zandcomplex werden uitgevoerd ten behoeve van de aanleg van de pré-metro en van E17-Kleine Ring.

De pompproef uitgevoerd voor de pré-metro werd verricht op de hoek van de Frankrijk-lei en de Teniersplaats (kaartblad 15.3.6). De waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van het Antwerpiaan zandcomplex variëren er tussen $4,2 \cdot 10^{-5}$ m/s en $8,7 \cdot 10^{-5}$ m/s.

De waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van het Antwerpiaan zandcomplex afgeleid uit de pompproeven die werden uitgevoerd ten behoeve van de bemalingsstudie voor de E17-Kleine Ring liggen tussen $3 \cdot 10^{-5}$ m/s en $7 \cdot 10^{-5}$ m/s.

7.2. Grondwaterkwaliteit

Ter plaatse van twee pompproeven uitgevoerd ten behoeve van de studie van een stormvloedkering op de Zeeschelde werden aan de watervoerende laag boven de Boomse klei grondwatermonsters ontnomen en onderworpen aan een chemisch onderzoek. De resultaten zijn in tabel 21 weergegeven.

Tabel 21 - Grondwaterkwaliteit ter plaatse van de geplande stormvloedkering

parameter/pompproef	pompproef Noordkasteel	pompproef rechteroever (15.3.4)
pH	7,2	7,4
Cl ⁻ (mg/l)	1305	3130
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	39	84
CO ₃ ²⁻ (mg/l)	690	810
Fe (mg/l)	10	11,5
Ca (mg/l)	220,8	216,0
Mg (mg/l)	8,9	111,8
geleidbaarheid (μS/cm)	3690	7540
COD (mg/l)	83	88
droogrest 105°C (mg/l)	2785	6619
gloeirest 600°C (mg/l)	2591	5328

Uit deze analyse blijkt het grondwater ter plaatse van de pompproeven brak tot zeer brak te zijn. Een dergelijke grondwaterkwaliteit kan verwacht worden onder de voormalige polders.

7.3. Voorstelling van hydrogeologische gegevens op de plaat VIII

Gegevens in verband met de grondwaterstand waargenomen tijdens boringen en sonderingen zijn samen met de datum van waarneming naast het betrokken punt op de plaat vermeld.

Waar het aanvangspeil van de boring of sondering bekend is staat het aangegeven. In dergelijke gevallen is ook het waterpeil vermeld. Is het aanvangspeil niet bekend dan is enkel de diepte van het grondwater genoteerd.

8. GRONDMECHANISCHE ZONERING (plaat IX)

8.1. Algemene voorstelling

Op de plaat IX zijn de grondmechanische zones aangegeven. In een grondmechanische zone bestaan analoge globale grondmechanische eigenschappen.

Een grondmechanische zone is gekenmerkt door een welbepaalde opeenvolging van lagen. De dikte van enkele lagen speelt een rol bij de zonering. De voormalige wielen worden afzonderlijk aangegeven.

Het raadplegen van de reeds eerder besproken platen blijft echter onontbeerlijk om een meer gedetailleerde kennis van het terrein te verwerven.

In het gekarteerde gebied worden, naast de voormalige wielen, 7 zones onderscheiden. Ze zijn genummerd Va, IXa, IXb, XIa, XIb, XIVa en XIVb. Een overzicht van de kenmerkende lithologische opeenvolging en dikte is weergegeven in tabel 22.

Tabel 22 - Grondmechanische zonering op het kaartblad 7.7.5-8: kenmerkende lithologische opeenvolging en dikte

ZONE	Va	IXa	IXb	XIa	XIb	XIVa	XIVb
GEKAR- TEERDE EENHEDEN							
Aangevulde en vergraven gronden	$x < 6m$	x	$x < 6 m$	x	$x < 6m$	x	$x < 6m$
Alluvium	x	x	x	x	x	-	-
Kwartair zandcomplex	$(x) < 6 m$	$(x) < 6 m$	$x > 6 m$	$(x) < 6 m$	$x > 6m$	$x < 6m$	$x > 6m$
Scladisiaan b zandcomplex	-	$x < 6 m$	$x < 6 m$	$x > 6 m$	$x > 6m$	$x > 6m$	$x > 6m$
Scaldisiaan a zandcomplex	$x > 6 m$	x	x	x	x	x	x
Antwerpiaan zandcomplex	-	$> 6 m$ (x)	$> 6 m$ x	$> 6m$ (x)	$> 6m$ x	$> 6m$ x	$> 6m$ x
Rupeliaan kleicomplex	x	x	x	x	x	x	x

Opmerkingen:

- In alle zones is de dikte (aangevulde en vergraven gronden + alluvium + kwartair zandcomplex) meer dan 2 m.
- x duidt aan dat de gekarteerde eenheid voorkomt in de beschouwde zone.
- (x) duidt aan dat de gekarteerde eenheid kan ontbreken in de beschouwde zone.

8.2. Bespreking van de grondmechanische zones

8.2.1. Grondmechanische zone Va

8.2.1.1. Ligging

De zone Va wordt aangetroffen in een kleine strook in het uiterste zuidwesten langs de Schelde.

8.2.1.2. Kenmerkende lithologische opeenvolging en dikte

- Aangevulde en vergraven gronden	dikte < 6 m	} dikte > 2 m
- Alluvium		
- Kwartair zandcomplex	dikte < 6 m	
- Scaldisiaan a zandcomplex	dikte < 6 m	
- Rupeliaan kleicomplex		

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleicomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 23.

8.2.1.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in belangrijke mate beïnvloed door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden en van het alluvium. Daar de dikte van het alluvium in de zone Va op het kaartblad 7.7.5-8 belangrijk is, zijn de funderingsvoorwaarden minder gunstig.

Voor wat lichte constructies betreft is de dikte van de aangevulde en vergraven gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen.

Belangrijke constructies dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die in het Scaldisiaan a zandcomplex worden aangezet.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone Va is weergegeven in figuur 34.

8.2.2. Grondmechanische zone IXa

8.2.2.1. Ligging

De zone IXa beslaat een gebied in het westen van het kaartblad gaande van de Schelde over het kanaaldok B1 tot aan het natuurreservaat de Kuifeend.

8.2.2.2. Kenmerkende lithologische opeenvolging en dikte

- Aangevulde en vergraven gronden	dikte 0-12 m	} dikte > 2 m
- Alluvium		
- Kwartair zandcomplex	dikte < 6 m	
- Scaldisiaan b zandcomplex	dikte < 6 m	
- Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex	dikte > 6 m	
- Rupeliaan kleicomplex		

Tabel 23 - Dikte van de gekarteerde lagen (in m) en top van het Rupeliaan kleicomplex (in mTAW) in de grondmechanische zones op kaartblad 7.7.5-8

ZONE	Va	IXa	IXb	XIa	XIb	XIVa	XIVb
GEKAR- TEERDE EENHEDEN							
Aangevulde en vergraven gronden	2-6	0-12	2-4	0-12	0-6	0-4	0-2
Alluvium	8-10	0-8	0-2	0-8	0-4	-	-
Kwartair zandcomplex	0-2	0-6	6-8	0-6	6-8	0-6	6-10
Scaldisiaan b zandcomplex	-	0-6	4-6	6-16	6-10	8-16	10-16
Scaldisiaan a zandcomplex	14-16	20-32	28-30	12-32	18-24	20-34	20-36
Antwerpiaan zandcomplex	-						
Rupeliaan kleicomplex	-24/-26	-24/-42	-38/-40	-24/-44	-28/-34	-30/-48	-30/-52

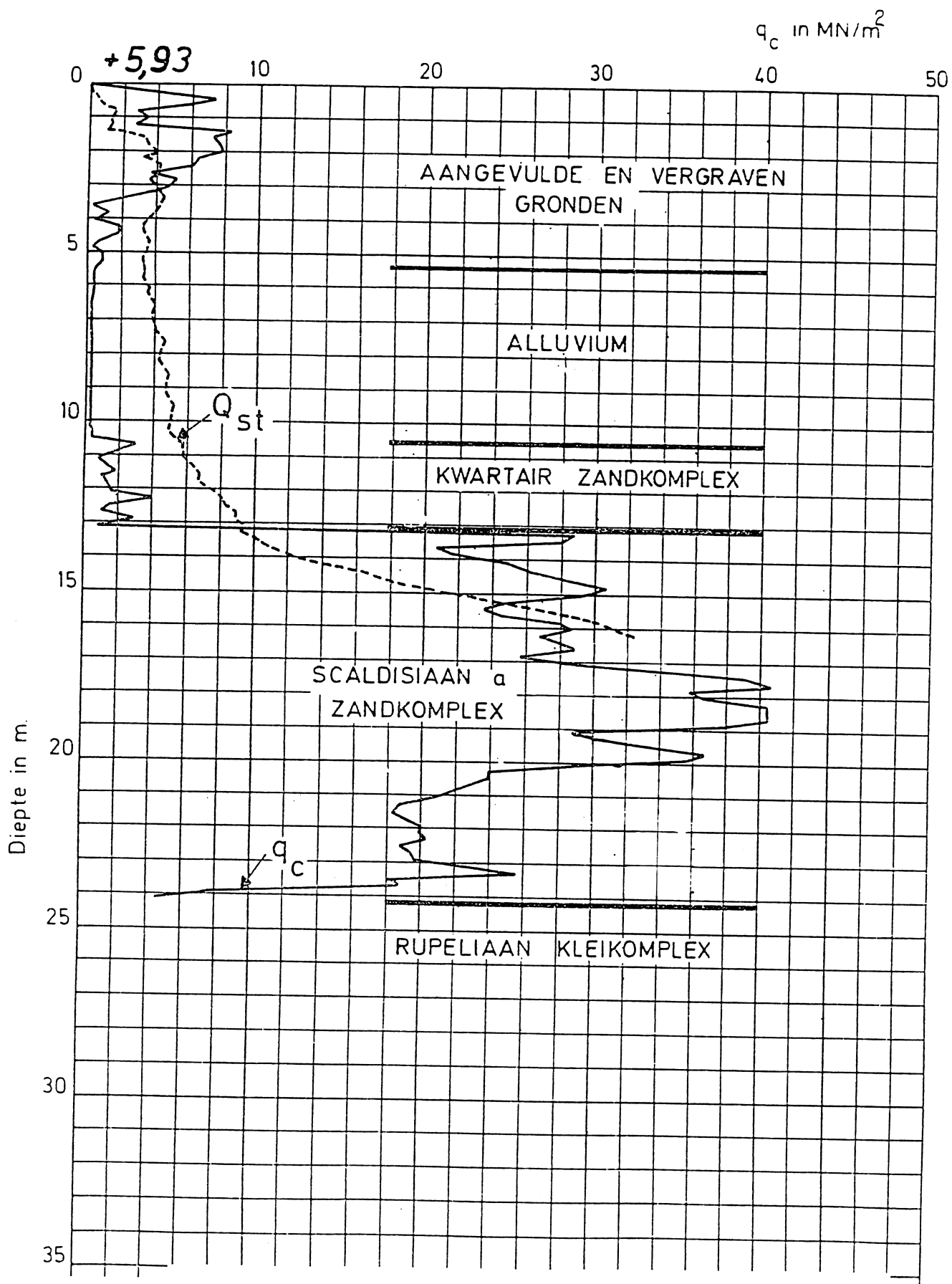
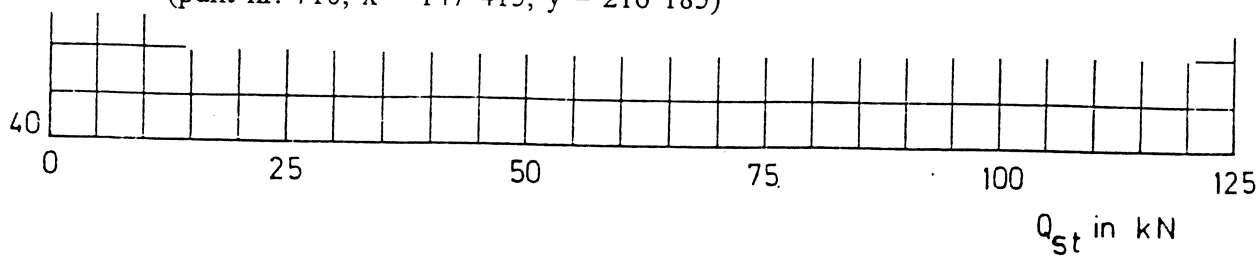


Fig. 34 Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone Va op kaartblad 15.3.1. (punt nr. 710, $x = 147\ 415$, $y = 216\ 185$)



De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleicomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 23.

8.2.2.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in belangrijke mate beïnvloed door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden en van het alluvium. Daar de dikte van deze lagen in het algemeen vrij belangrijk is zijn de funderingsvoorwaarden meestal minder gunstig.

Voor wat lichte constructies betreft, is de dikte van de aangevulde gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen.

Belangrijke constructies dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die bij voorkeur in het Scaldisiaan a zandcomplex worden aangezet.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone IXa is weergegeven in fig.35.

8.2.3. Grondmechanische zone IXb

8.2.3.1. Ligging

De zone IXb beslaat een zeer klein gebied ter plaatse van het zuiveringsstation nabij de hoofdgrijs van het Verlegde Schijn ten noorden van het reservaat de Kuifeend.

8.2.3.2. Kenmerkende lithologische opeenvolging en dikte

- | | |
|--|-------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | dikte < 6 m |
| - Alluvium | |
| - Kwartair zandcomplex | dikte > 6 m |
| - Scaldisiaan b zandcomplex | dikte < 6 m |
| - Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex | dikte > 6 m |
| - Rupeliaan kleicomplex | |

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleicomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 23.

8.2.3.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in belangrijke mate beïnvloed door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden en van het alluvium. Daar de dikte van deze lagen in het algemeen vrij belangrijk is zijn de funderingsvoorwaarden meestal minder gunstig.

Voor wat lichte constructies betreft, is de dikte van de aangevulde gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen.

Belangrijke constructies dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die bij voorkeur in het Scaldisiaan a zandcomplex worden aangezet.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone IXb is weergegeven in fig.36.

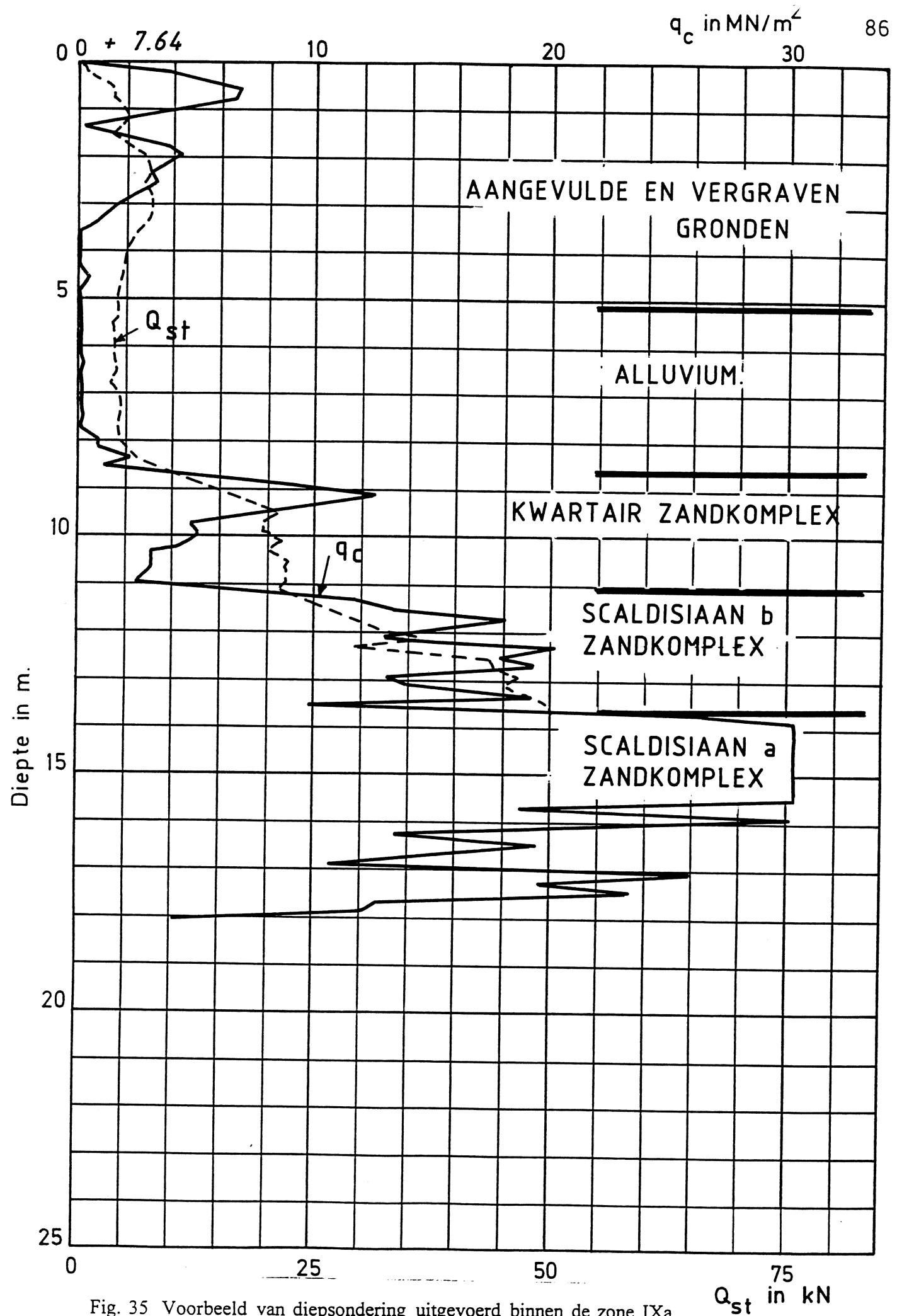


Fig. 35 Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone IXa
(punt nr. 398, $x = 147\ 150$, $y = 220\ 400$)

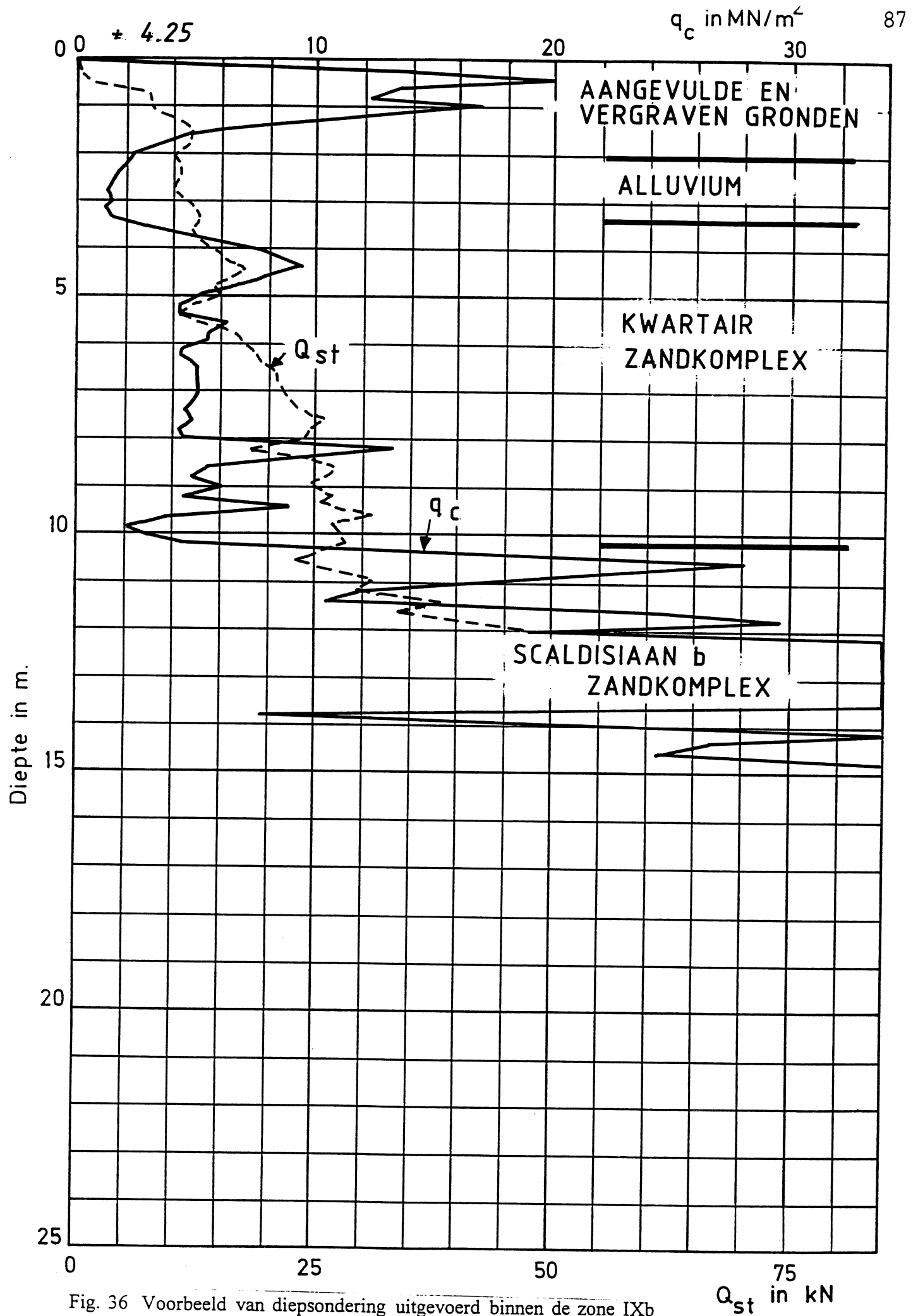


Fig. 36 Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone IXb
(punt nr. 714, x = 148 430, y = 221 560)

8.2.4. Grondmechanische zone XIa

8.2.4.1. Ligging

De zone XIa beslaat het grootste gedeelte van het kaartblad 7.7.5-8. De zone komt voor in het noorden, het zuiden en het centrum van het kaartblad. Ook het stuk linkeroever op het kaartblad behoort tot zone XIa.

8.2.4.2. Kenmerkende lithologische opeenvolging en dikte

- Aangevulde en vergraven gronden	dikte 0-12 m	} dikte > 2 m
- Alluvium		
- Kwartair zandcomplex	dikte < 6 m	
- Scaldisiaan b zandcomplex	dikte > 6 m	
- Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex		dikte > 6 m
- Rupeliaan kleicomplex		

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleicomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 23.

8.2.4.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in belangrijke mate beïnvloed door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden en van het alluvium. Daar de dikte van deze lagen in het algemeen vrij belangrijk is zijn de funderingsvoorwaarden minder gunstig.

Voor wat lichte constructies betreft, is de dikte van de aangevulde gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen.

Belangrijke constructies dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die in het Scaldisiaan b of het Scaldisiaan a zandcomplex worden aangezet. Voor palen aangezet in het Scaldisiaan b zandcomplex dient rekening te worden gehouden met het feit dat over de onderste 2 à 4 m van dit complex meestal een terugloop van de konusweerstand wordt waargenomen (onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex).

In het zuiden van het kaartblad kunnen rond het peil -3 kleilagen in het Scaldisiaan b zandcomplex voorkomen.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone XIa is weergegeven in fig. 37.

8.2.5. Grondmechanische zone XIb

8.2.5.1. Ligging

De zone XIb komt voor in drie kleine gebieden in het zuidelijk gedeelte van het kaartblad. Eén gebied is gesitueerd ten noorden van de Boudewijnsdijk, de twee andere ter plaatse van de General Motors vestiging.

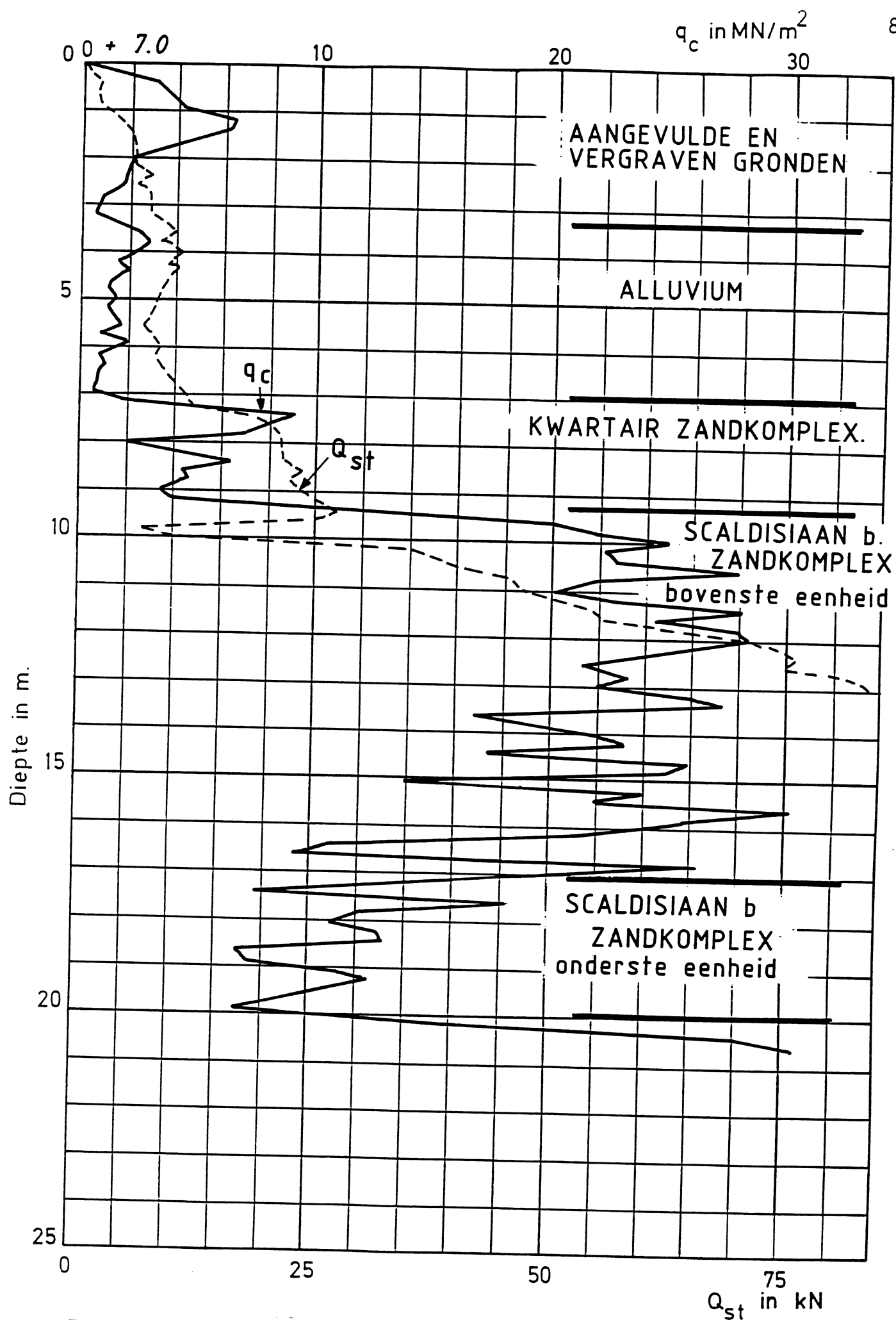


Fig. 37 Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone XIa
(punt nr. 512, x = 146 520, y = 221 810)

8.2.5.2. Kenmerkende lithologische opeenvolging en dikte

- | | |
|--|-------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | dikte < 6 m |
| - Alluvium | |
| - Kwartair zandcomplex | dikte > 6 m |
| - Scaldisiaan b zandcomplex | dikte > 6 m |
| - Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex | dikte > 6 m |
| - Rupeliaan kleicomplex | |

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleicomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 23.

8.2.5.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in belangrijke mate beïnvloed door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden en van het alluvium. Daar de dikte van deze lagen in het algemeen vrij belangrijk is zijn de funderingsvoorwaarden minder gunstig.

Voor wat lichte constructies betreft, is de dikte van de aangevulde gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen.

Belangrijke constructies dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die in het Scaldisiaan b of het Scaldisiaan a zandcomplex worden aangezet. Voor palen aangezet in het Scaldisiaan b zandcomplex dient rekening te worden gehouden met het feit dat over de onderste 2 à 4 m van dit complex meestal een terugloop van de konusweerstand wordt waargenomen (onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex).

In het zuiden van het kaartblad kunnen rond het peil -3 kleilagen in het Scaldisiaan b zandcomplex voorkomen.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone XIb is weergegeven in fig. 38.

8.2.6. Grondmechanische zone XIVa

8.2.6.1. Ligging

De zone XIVa beslaat het noord- en het zuidoostelijk gedeelte van het kaartblad en twee gebieden ten noorden en ten zuiden van het Churchilldok.

8.2.6.2. Kenmerkende lithologische opeenvolging en dikte

- | | | |
|--|---------------|---------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | } dikte < 6 m | } dikte > 2 m |
| - Kwartair zandcomplex | | |
| - Scaldisiaan b zandcomplex | dikte > 6 m | |
| - Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex | | dikte > 6 m |
| - Rupeliaan kleicomplex | | |

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleicomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 23.

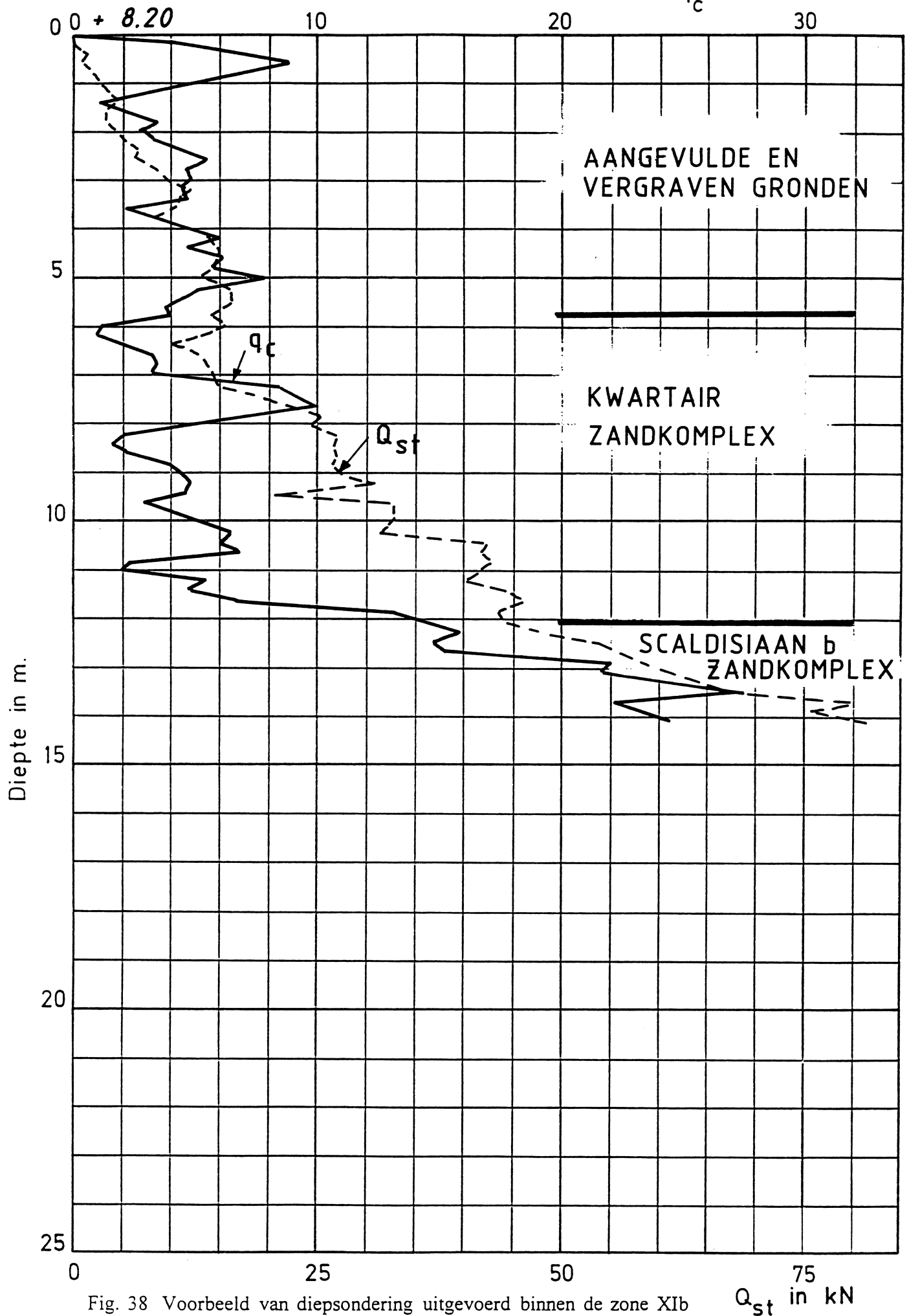


Fig. 38 Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone XIb
(punt nr. 326, $x = 147\,260$, $y = 219\,570$)

8.2.6.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone kunnen nog in belangrijke mate beïnvloed worden door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden. Ook het kwartair zandcomplex heeft minder gunstige grondmechanische eigenschappen. Waar beide eenheden een geringe dikte hebben zijn de funderingsvoorwaarden gunstiger.

Voor wat lichte constructies betreft, is de dikte van de aangevulde gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen.

Belangrijke constructies dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die in het Scaldisiaan b of het Scaldisiaan a zandcomplex worden aangezet. Voor palen aangezet in het Scaldisiaan b zandcomplex dient rekening te worden gehouden met het feit dat over de onderste 2 à 4 m van dit complex meestal een terugloop van de konusweerstand wordt waargenomen (onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex). Tevens kunnen rond het peil -3 kleilagen of kleilenzen in het Scaldisiaan b zandcomplex voorkomen.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone XIVa is weergegeven in fig. 39.

8.2.7. Grondmechanische zone XIVb

8.2.7.1. Ligging

De zone XIVb beslaat het uiterste noordoostelijk gedeelte van het kaartblad en een klein gebied ter plaatse van de General Motors vestiging ten noorden van het Churchilldok.

8.2.7.2. Kenmerkende lithologische opeenvolging en dikte

- | | |
|--|-------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | dikte < 6 m |
| - Kwartair zandcomplex | dikte > 6 m |
| - Scaldisiaan b zandcomplex | dikte > 6 m |
| - Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex | dikte > 6 m |
| - Rupeliaan kleicomplex | |

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleicomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 23.

8.2.7.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone kunnen nog in belangrijke mate beïnvloed worden door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden. Ook het kwartair zandcomplex heeft minder gunstige grondmechanische eigenschappen.

Voor wat lichte constructies betreft, is de dikte van de aangevulde gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen.

Belangrijke constructies dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die in het Scaldisiaan b of het Scaldisiaan a zandcomplex worden aangezet. Voor palen aangezet in het Scaldisiaan b zandcomplex dient rekening te worden gehouden met het feit dat over de onderste 2 à 4 m van dit complex meestal een terugloop van de konusweerstand wordt

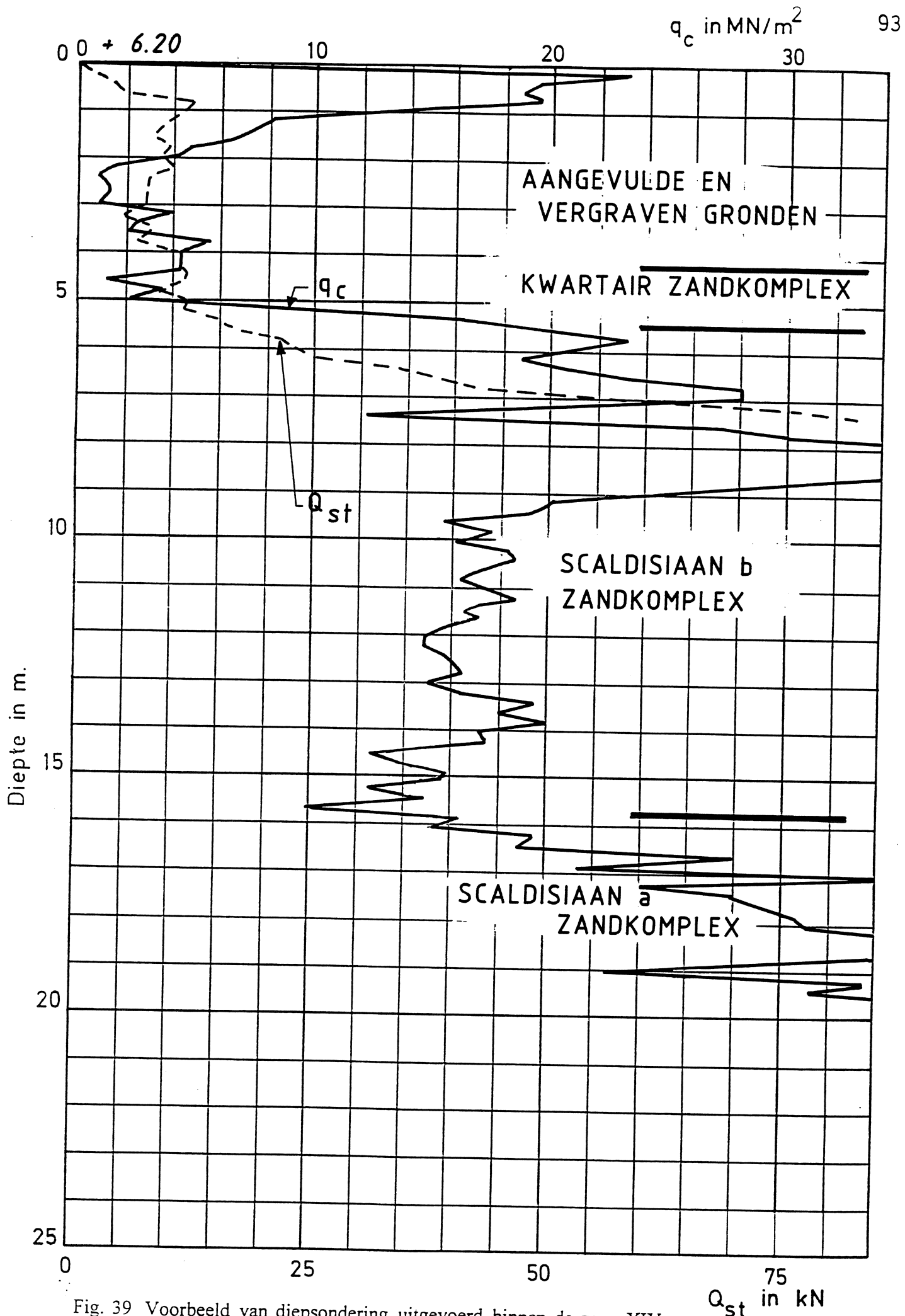


Fig. 39 Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone XIVa
(punt nr. 776, x = 150 825, y = 218 375)

waargenomen (onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex). Tevens kunnen rond het peil -3 kleilagen of kleilenzen in het Scaldisiaan b zandcomplex voorkomen.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone XIVb is weergegeven in fig. 40.

8.2.8. Voormalige wielen

De voormalige wielen werden niet als een grondmechanische zone beschouwd. De samenstelling van de ondergrond is er immers dikwijls zeer heterogeen en sterk veranderlijk van plaats tot plaats.

Veralgemeend kan gesteld worden dat in de voormalige wielen slechte funderingswaarden bestaan. Binnen deze zones dient steeds een gedetailleerd grondonderzoek uitgevoerd te worden.

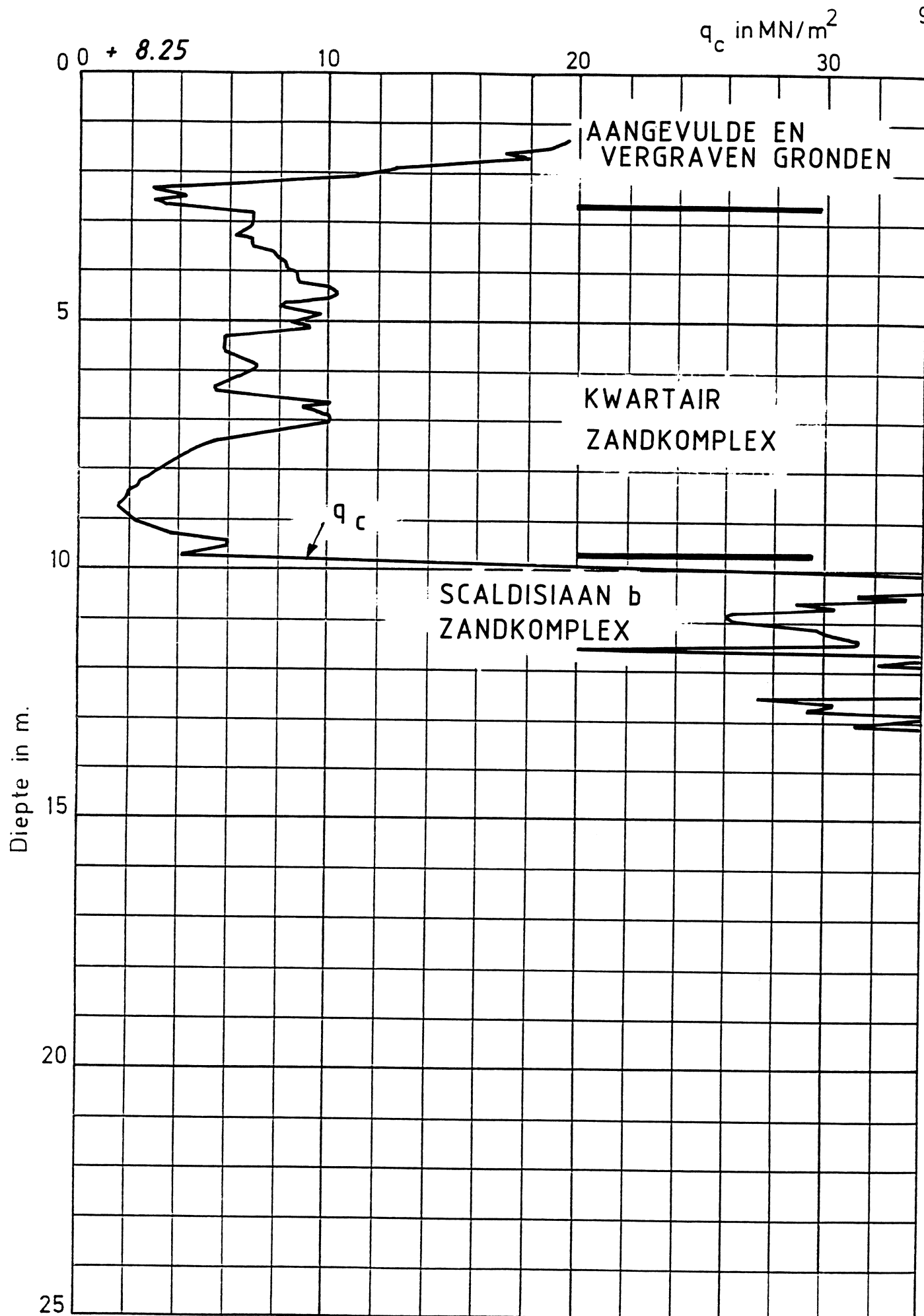


Fig. 40 Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone XIVb
(punt nr. 86, $x = 153\,700$, $y = 222\,855$)

9. GEOLOGISCHE DOORSNEDEN

Ter illustratie van de algemene opbouw van het gekarteerde gebied zijn twee terrein-doorsneden (AA' en BB') getekend. De doorsneden AA' en BB' zijn respectievelijk zuidwest-noordoost en westnoordwest-oostzuidoost georiënteerd. De ligging van de doorsneden AA' en BB' is op alle platen van de grondmechanische atlas aangegeven.

Puntwaarnemingen zijn loodrecht op de doorsnedelijijn geprojecteerd indien ze minder dan 100 m van deze lijn liggen. De gegevens zijn aangeduid met een pijltje en het overeenstemmend nummer op de documentatiekaart. Ter referentie zijn enkele plaatsnamen aangegeven. Op de doorsneden zijn ook de grondmechanische zones aangeduid.

10. TOEPASSINGSVOORBEELD

10.1. TER INLEIDING

In onderhavig hoofdstuk wordt aangetoond hoe men vanaf de verschillende kaarten opgenomen in de atlas een terreindoorsnede in een bepaald punt kan opstellen.

Het voorbeeld is gegeven voor een arbitrair gekozen punt M (fig. 41). Op de plaat I leest men de Lambert-coördinaten $X = 150\ 855$ (gelezen in abscis) en $Y = 219\ 540$ (gelezen in ordinaat) af. Aan de hand van die coördinaten kan het punt M op alle platen van de atlas worden aangebracht (fig. 41).

10.2. EERSTE MOGELIJKHEID

10.2.1.

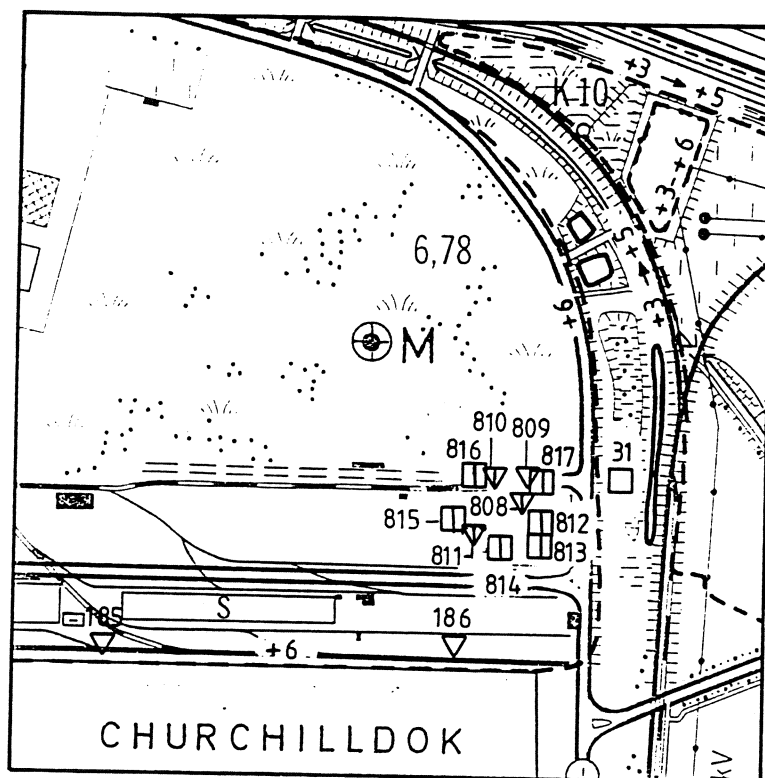
Op de plaat I leest men het maaiveldpeil af; M is gelegen in een zone met een hoogtepeil tussen +6 en +7.

10.2.2.

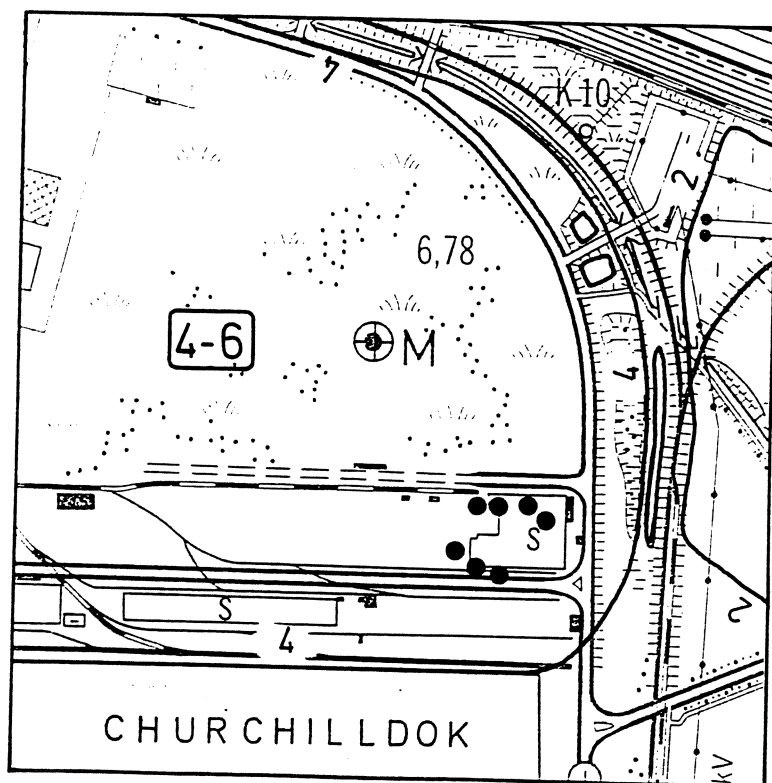
De plaat IX (zonering) leert dat het punt M in de zone XIa is gelegen. Uit de legende haalt men de opeenvolging van lagen die voorkomen in deze zone:

- * Aangevulde en vergraven gronden
- * Alluvium
- * Kwartair zandcomplex
- * Scaldisiaan b zandcomplex
- * Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex
- * Rupeliaan kleicomplex

Deze lagen worden respectievelijk behandeld op de platen II, III, IV, V, VI en VII. De platen II tot en met VI geven dikte-intervallen (tussen isopachen), de plaat VII geeft peilintervallen (tussen isohypsen) weer. Het punt M kan zowel op de lijnen als ertussen liggen.

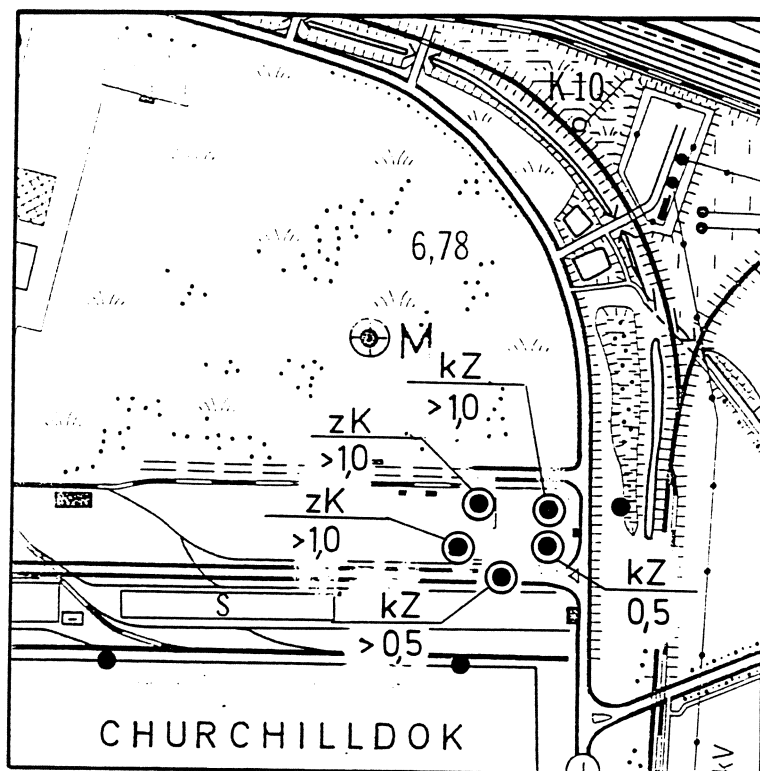


Plaat I : Dokumentatie

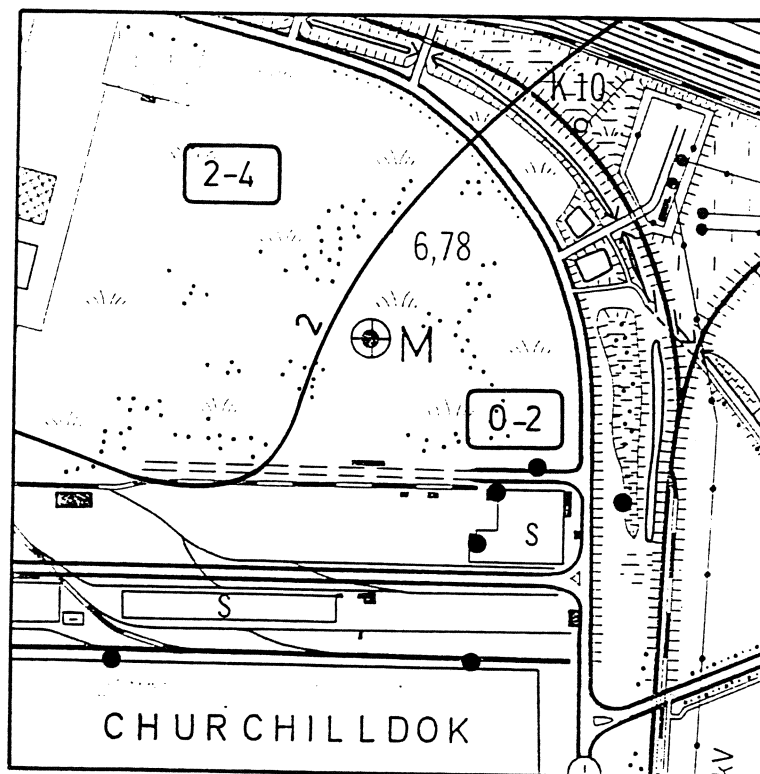


Plaat II : Dikte van de
aangevulde en vergraven
gronden.

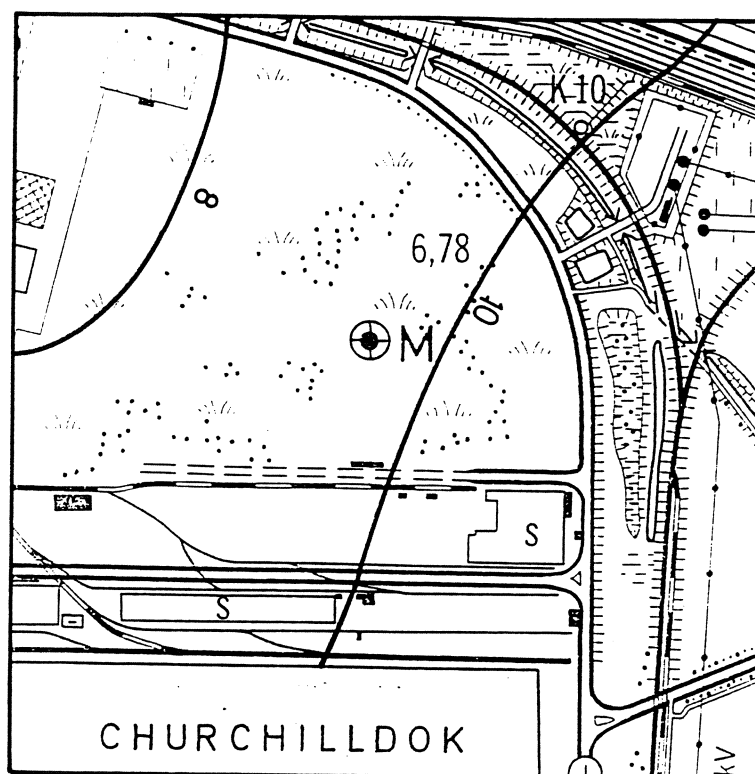
Fig. 41 Voorbeeld van toepassing van de grondmechanische kaart 7.7.5-8



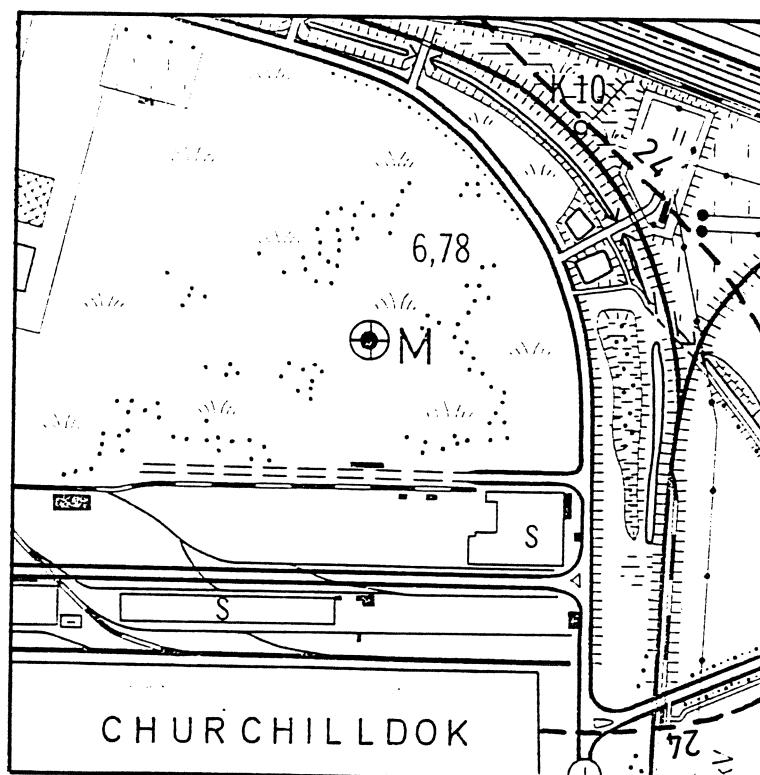
Plaat III : Dikte van het Alluvium



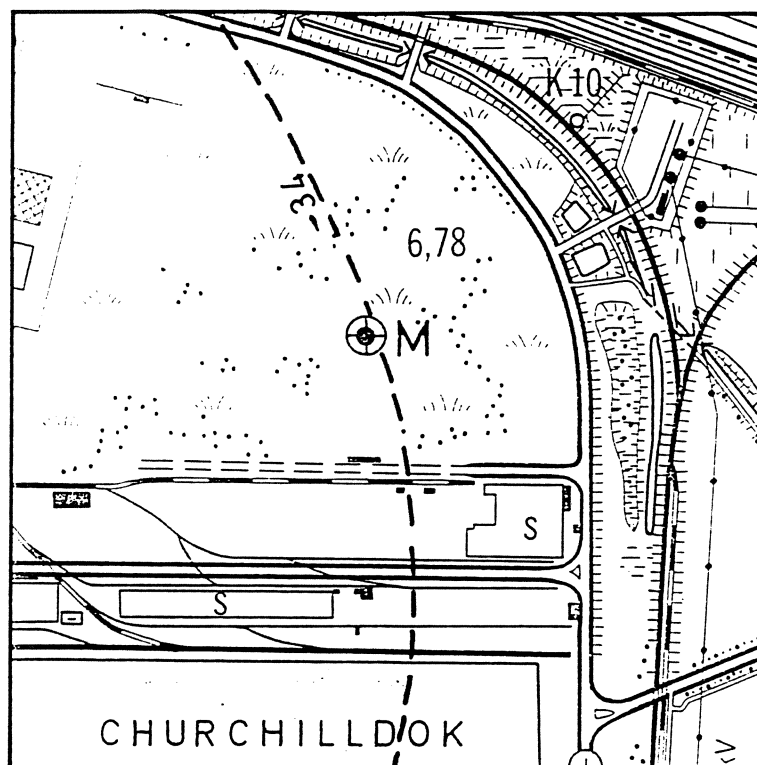
Plaat IV : Dikte van het
Kwartair zandcomplex



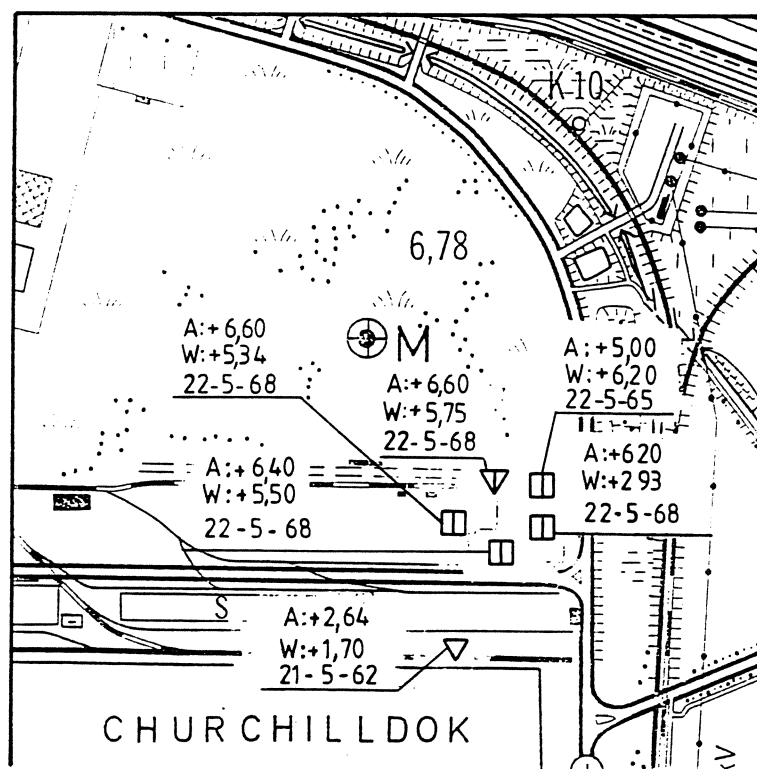
Plaat V : Dikte van het
Scaldislaan b zandcomplex



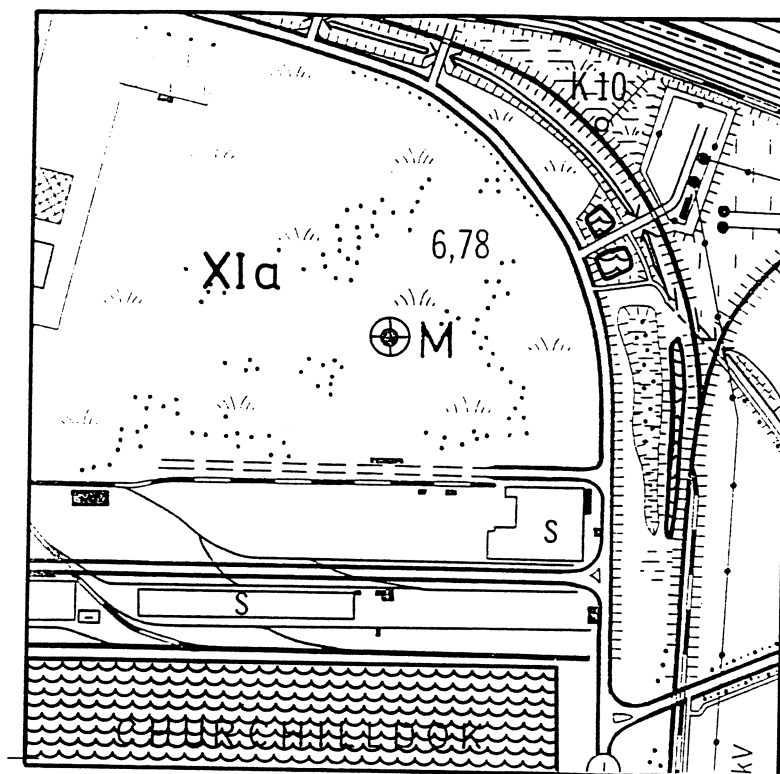
Plaat VI : Dikte van het
Scaldislaan a zandcomplex +
Antwerpiaan zandcomplex



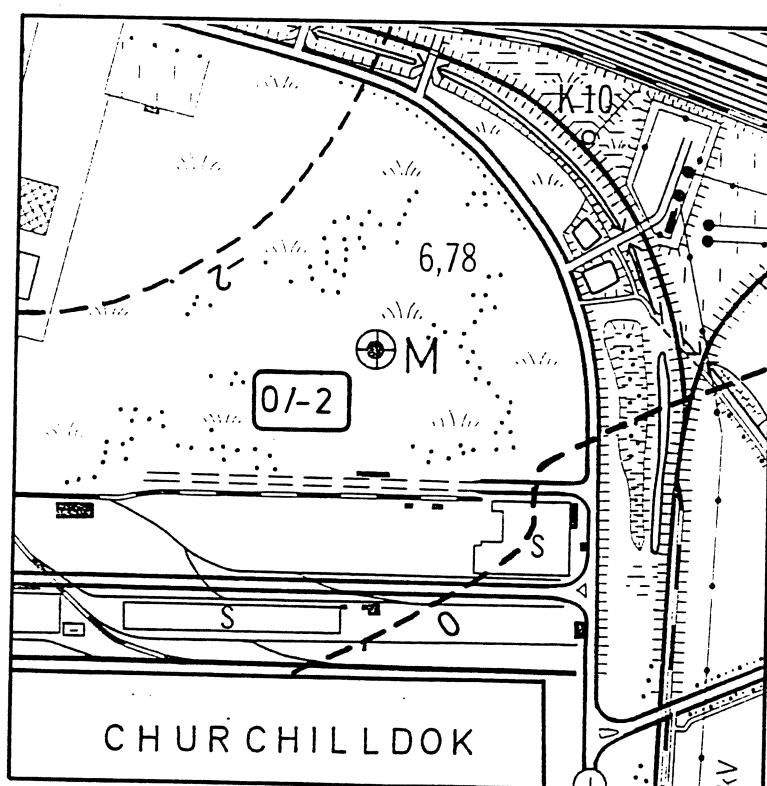
Plaat VII : Top van het
Rupeliaan kleikomplex



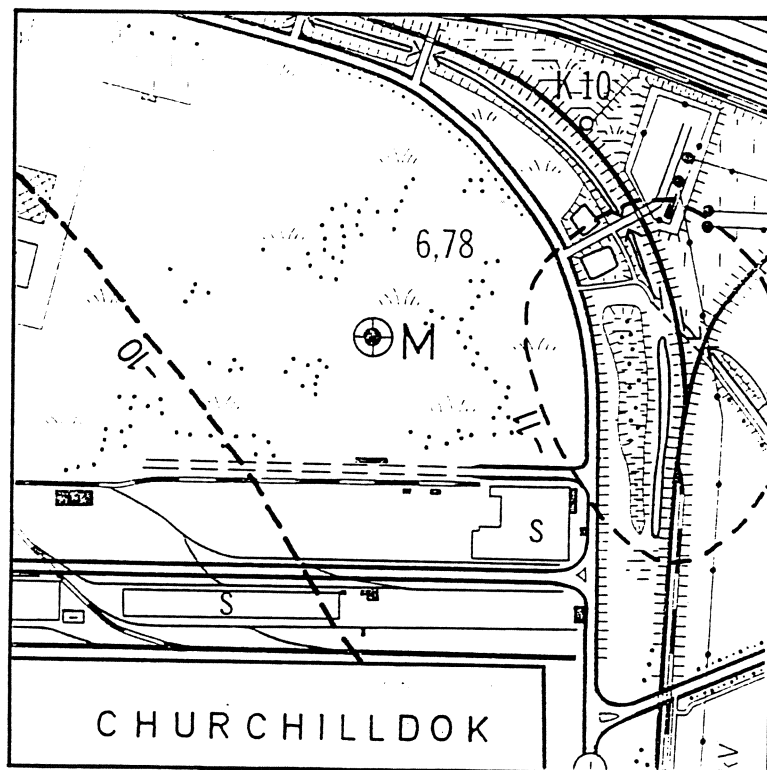
Plaat VIII : Hydrogeologische
gegevens



Plaat IX : Zonering



Plaat X : Basis van de
kwartaire sekwentie



Plaat XI : Basis van het Scaldsiaan
b zandkomplex

10.2.3.

Bij het raadplegen van de betrokken platen vindt men voor het punt M volgende dikten:

* Aangevulde en vergraven gronden (plaat II)	van 4 tot 6 m
* Alluvium (plaat III)	van 0 tot 2 m
* Kwartair zandcomplex (plaat IV)	van 0 tot 2 m
* Scaldisiaan b zandcomplex (plaat V)	van 8 tot 10 m
* Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex (plaat VI)	van 22 tot 24 m

De dikte-intervallen zijn niet allen verenigbaar; met behulp van de lijnen van gelijk peil (isohypsen) (platen I, VII, X en XI) dienen de intervallen verfijnd te worden.

10.2.4.

Bij het raadplegen van de isohypsenkaarten vindt men voor het punt M volgende peilen:

* maaiveldpeil (plaat I)	tussen +6 en +7
* basis Kwartair zandcomplex (plaat X)	tussen 0 en - 2
* basis Scaldisiaan b zandcomplex (plaat XI)	tussen - 10 en - 11
* top van het Rupeliaan kleicomplex (plaat VII)	tussen - 32 en - 34

10.2.5.

Het vergelijken van de maaiveldpeilen +6 en +7 met de peilen van de basis van het Kwartair 0 en - 2 leert ons dat de totale dikte van aangevulde en vergraven gronden plus alluvium plus kwartair zandcomplex gelegen moet zijn tussen 6 m $[(+6)-(0)]$ en 9 m $[(+7)-(-2)]$.

De som van de minimale dikten van aangevulde en vergraven gronden, alluvium en kwartair zandcomplex, $4\text{ m} + 0\text{ m} + 0\text{ m} = 4\text{ m}$, is niet in overeenstemming met de uit de isohypsen afgeleide minimumwaarde van 6 m. Dit geldt ook voor de som van de maximale waarden ($6\text{ m} + 2\text{ m} + 2\text{ m} = 10\text{ m}$ versus 9 m). In deze gevallen weerhoudt men de uit de isohypsen bepaalde waarden. Door aan de aangevulde gronden een minimumdikte van 5 m, aan het alluvium een minimumdikte van 1 m en aan het kwartair zandcomplex als maximale dikte 1 m toe te kennen, wordt wel voldaan aan de bovengenoemde vergelijkingen.

10.2.6.

Het vergelijken van de peilen van de basis van het Kwartair (plaat X) met de basispeilen van het Scaldisiaan b zandcomplex (plaat XI) geeft aan dat de dikte van het Scaldisiaan b zandcomplex moet gelegen zijn tussen 8 m $[(-2)-(-10)]$ en 11 m $[(0)-(-11)]$.

De maximumwaarde van 11 m is niet in overeenstemming met het bepaalde dikte-interval (zie 10.2.3.). Door aan de basis van het kwartair zandcomplex een maximumwaarde van -1 toe te kennen wordt wel voldaan aan de maximumdikte.

Als aan de basis van het kwartair zandcomplex een maximumwaarde van -1 wordt toegekend dan wordt de totale maximumdikte van de aangevulde en vergraven gronden plus het alluvium plus het kwartair zandcomplex 8 m $[(+7)-(-1)]$. Dit is in overeenstemming met de som van de maximale dikten van hogergenoemde lagen ($6\text{ m} + 2\text{ m} + 1\text{ m} = 9\text{ m}$).

Het vergelijken van de peilen van de basis van het Scaldisiaan b zandcomplex (plaat XI) met de toppeilen van het Rupeliaan kleicomplex (plaat VII) geeft aan dat de dikte van het Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex moet gelegen zijn tussen 21 m [(-11)-(-32)] en 24 m [(-10)-(-34)]. De minimumwaarde van 21 m is niet in overeenstemming met het bepaalde dikte-interval (zie 10.2.3.). Door aan de top van het Rupeliaan kleicomplex een minimumwaarde van -33 toe te kennen wordt wel voldaan aan de minimumdikte.

Het vergelijken van de basispeilen van het kwartair met de toppeilen van het Rupeliaan kleicomplex geeft aan dat de gezamenlijke dikte van het Scaldisiaan b en het Scaldisiaan a en het Antwerpiaan moet liggen tussen 31 m [(-2)-(-33)] en 33 m [(-1)-(-34)]. Dit is in overeenstemming met de som van de minimale en maximale dikten van hogergenoemde lagen (8 m + 22 m = 30 m) en (10 m + 24 m = 34 m).

10.2.7.

Bovenvermelde berekeningen leveren dus volgend (verfijnd) eindresultaat op:

* Aangevulde en vergraven gronden	van 5 tot 6 m
* Alluvium	van 1 tot 2 m
* Kwartair zandcomplex	van 0 tot 1 m
* Scaldisiaan b zandcomplex	van 8 tot 10 m
* Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex	van 22 tot 24 m
* Rupeliaan kleicomplex	van -33 tot -34

10.2.8.

Hydrogeologische gegevens staan op plaat VIII (fig. 41). De punten in de buurt van punt M laten toe een schatting te maken van de diepte of het peil van het grondwater.

10.3. TWEEDE MOGELIJKHEID

10.3.1.

Een andere methode bestaat erin dat de gebruiker door lineaire interpolatie tussen isopachen of isohypsen de dikten of peilen in punt M gaat bepalen. Aan de aldus opgestelde doorsnede dient men echter ook een zekere graad van onnauwkeurigheid toe te kennen vergelijkbaar met de intervallen afgeleid in paragraaf 10.2.

10.3.2.

Figuur 42 geeft enkele theoretische voorbeelden van interpolatie.

10.3.3.

Zoals in het geval van deze theoretische voorbeelden wordt op iedere betrokken plaat de geïnterpoleerde waarde in het punt M bepaald (fig. 41). Men bekomt de waarden vermeld in tabel 24.

Tabel 24 - Afgelezen en geïnterpoleerde waarden

Plaat	C_1	C_2	AB	AM	C_M
I	geen interpolatie (zone +6/ +7)				
II	geen interpolatie (grote zone 4-6)				
III	0	2	15,3	7,3	0,95
IV	geen interpolatie (grote zone 0-2)				
V	8	10	4,15	3,55	9,71
VI	22	24	13,6	8,0	23,18
VII	-34	-32	8,2	0,2	-33,95
X	-2	0	5,1	2,6	-0,98
XI	-11	-10	4,35	1,80	-10,59

Er dient hier nogmaals op gewezen dat de schijnbare nauwkeurigheid van de waarden in feite afhangt van een aantal arbitraire regels; de waarden mogen dus niet als absoluut beschouwd worden.

LEGENDE

C1, C2 : dikten (isopachen) of peilen (isohypsen)

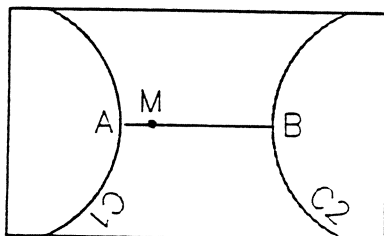
$C1 < C2$

M : punt waar men een dikte of peil wil bepalen

AB : kortste lijn van C1 naar C2 door M

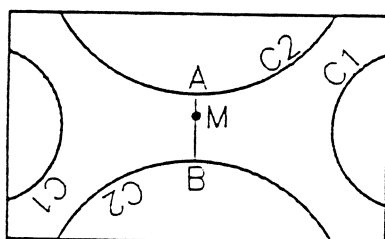
CM : geïnterpoleerde dikte of peil in M

GEWOON GEVAL



$$CM = C1 + (C2 - C1) \cdot \frac{AM}{AB}$$

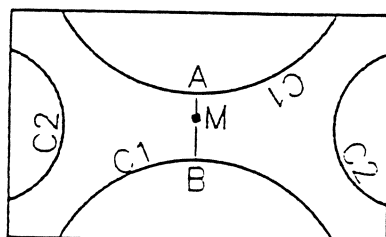
SPECIALE GEVALLEN



$$CM = C2 - Y \cdot \frac{AM}{(AB/2)}$$

$$AM \leq (AB/2)$$

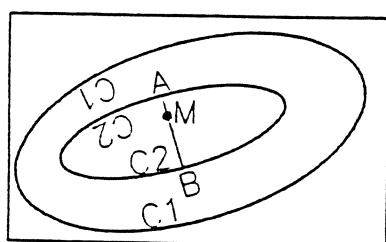
$Y < \text{EQUIDISTANTIE}$ (Y arbitrair gekozen)



$$CM = C1 + Y \cdot \frac{AM}{(AB/2)}$$

$$AM \leq (AB/2)$$

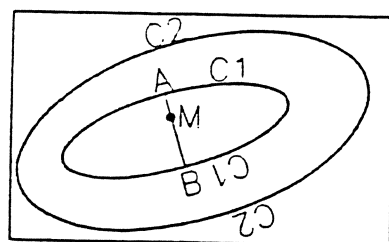
$Y < \text{EQUIDISTANTIE}$ (Y arbitrair gekozen)



$$CM = C2 + Y \cdot \frac{AM}{(AB/2)}$$

$$AM \leq (AB/2)$$

$Y < \text{EQUIDISTANTIE}$ (Y arbitrair gekozen)



$$CM = C1 - Y \cdot \frac{AM}{(AB/2)}$$

$$AM \leq (AB/2)$$

$Y < \text{EQUIDISTANTIE}$ (Y arbitrair gekozen)

Fig. 42 Voorbeelden van interpolatie

10.3.4.

Het verschil tussen het minimum maaiveldpeil (plaat I) en het peil van de basis van het Kwartair (plaat X) geeft de dikte van de aangevulde gronden plus het alluvium plus het kwartair zandcomplex:

$$(+6,00) - (-0,98) = 6,98 \text{ m}$$

Daar voor het alluvium en voor het kwartair zandcomplex respectievelijk diktes van 0,95 m en tussen 0 en 2 m werden bepaald is de berekende dikte van de aangevulde en vergraven gronden maximum $6,98 - (0,95 + 0) = 6,03 \text{ m}$ en minimum $6,98 - (0,95 + 2) = 4,03 \text{ m}$.

Deze berekende dikten zijn in overeenstemming met de plaat II die een diktezone van 4 tot 6 m aangeeft. Mocht er geen overeenstemming zijn dan moeten er dikten van het alluvium en/of het kwartair zandcomplex worden aangepast wel te verstaan binnen de toegelaten marges.

10.3.5.

Het vergelijken van het peil van de basis van het Kwartair (plaat X) met dat van de basis van het Scaldisiaan b zandcomplex (plaat XI) geeft de totale dikte van het Scaldisiaan b zandcomplex:

$$- 0,98 - (- 10,59) = 9,61 \text{ m}$$

wat goed in overeenstemming is met de in tabel 24 berekende 9,71 m.

10.3.6.

Het vergelijken van het peil van de basis van het Scaldisiaan b zandcomplex (plaat XI) met dat van de top van het Rupeliaan kleicomplex (plaat VII) geeft de totale dikte van het Scaldisiaan a zandcomplex en het Antwerpiaan zandcomplex:

$$- 10,59 - (- 33,95) = 23,36 \text{ m}$$

wat goed in overeenstemming is met de in tabel 24 berekende 23,18 m.

10.3.7.

Aan de hand van de bovenvermelde berekeningen bekomt men uiteindelijk volgend (theoretisch) profiel in punt M:

* maaiveldpeil	+6
* Aangevulde en vergraven gronden	van 4,03 tot 6,03 m
* Alluvium	0,95 m
* Kwartair zandcomplex	van 0 tot 2 m
* Scaldisiaan b zandcomplex	9,71 m
* Scaldisiaan a zandcomplex en Antwerpiaan zandcomplex	23,18 m
* Rupeliaan kleicomplex	-33,95

REFERENTIES

- DE BEER E., LOUSBERG E., WALLAYS M., CARPENTIER R., DE JAEGER J. & PAQUAY J. (1977) Bearing capacity of displacement piles in stiff fissured clays. I.W.O.N.L., Verslagen over navorsingen, nr. 39, maart 1977.
- DE BEER E. (1967) Shear strength characteristics of the Boom Clay. Proceedings of the Geotechnical Conference Oslo, 1967, vol. 1, 83-88.
- DE BEER E. (1971) Problèmes posés par la construction du tunnel sous l'Escaut à Anvers. Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics, no. 286, 21-51.
- DE BEER E. & BUTTIENS E. (1966) Construction de réservoirs pour hydrocarbures liquifiés dans l'argile de Boom à Anvers. Etude des mouvements du sols provoqués par cette réalisation. Travaux no. 379 et no. 380.
- DE BEER E. (1964) Studie van de vervormingen van de grond veroorzaakt door de aanleg van onderaardse reservoirs in de Boomse klei te Antwerpen. Verhandelingen van het 4e Int. Havencongres te Antwerpen.
- de HEINZELIN J. (1962) Symposium sur la stratigraphie du Néogène nordique. Comptendu des excursions. Mém. Soc. belg. Géol. Sér. in 8°, 6, 184-246.
- DE MEUTER F. & LAGA P. (1976) Lithostratigraphy and biostratigraphy based on benthonic foraminifera of the Neogene deposits of Northern Belgium. Belg. Ver. Geol. 85, 133-152.
- HAVERMANS R. (1956) Bijdrage tot de landschapsgeschiedenis der Scheldepolders op de Antwerpse rechteroever. Technische Dienst van het Havenbedrijf, Stad Antwerpen, 155 p.
- MYS M. (1981) Geomorfologische landschapsdifferentiatie in de Scheldepolders ten noorden van Antwerpen. De Aardrijkskunde, 1/2, 303-314.
- SCHITTEKAT J., HENRIET J.P. & VANDENBERGHE N. (1983) Geology and geotechnique of the Scheldt Surge Barrier - Characteristics of an overconsolidated clay. 8ste Internationaal Havencongres Antwerpen - 1983.
- SNACKEN F. & DE CONINCK F. (1964) Bodemkaart van België. Verklarende tekst bij het kaartblad EKEREN 15W. Gent, Centrum voor Bodemkartering, 108 p.
- T.V.S.V.K.S., (Tijdelijke Vereniging - Stormvloedkering Scheldebekken) (1980) Deelrapport Geologie-Geotechniek. Sint-Niklaas: S.V.K.S. (onuitgegeven studierapporten).

VANDENBERGHE N. (1974) Een sedimentologische studie van de Boomse klei, 187 p. Leuven, Katholieke Universiteit (onuitgegeven doctoraatsverhandeling).

VAN TASSEL R. (1966). De Septaria in de Boomse klei. Het Ingenieursblad, 35, 550-552.

[illegible]

FICHE DER LOKALE GEGEVENS										Auteur v/d fiche:		Vervolg		Nr							
Nr		Symb.		X		Y		Z		ΔZ		schaal		Ref.:Herkomst:		Nr dossier:		Auteur:		Projekt:	
Kaart		Punt		Code										Datum sondering:		Datum verslag:		Gemeente (postnummer)			
Diepsondering:																					
Apparaat																					
Indringingssnelheid																					
Onderneming:																					
Konus type (code (2))																					
Diameter:																					
Buizen:Diameter:																					
Grond aan de konus																					
Water op: datum:																					
Resultaten van de diepsondering																					
Interpretatie v.d. auteur v.h. P. V.																					
Geologische interpretatie																					
Opmerkingen																					
Code (1) zie speciale fiche																					
Code (2) zie speciale fiche																					

**BIJLAGE 2 - Verklaring van de symbolen aangewend op de documentatiekaart
(plaat I)**

☐ gewone boring

☐ boring met opmeting van de grondwaterstand

☒ boring met monsteronderzoek in het laboratorium

☒ boring uitgerust met piëzometer(s)

▽ diepsondering met opname van de konusweerstand

▽ diepsondering met opname van de konusweerstand en de laterale wrijvingsweerstand

☐ SPT - proef

— — ligging van de geologische doorsneden

BIJLAGE 3 - Verklaring van de symbolen aangewend bij de bespreking van de grondmechanische eigenschappen

γ_n	volumegewicht
γ_d	drooggewicht
w	watergehalte
n	poriënvolume
w_L	vloeigrens
w_p	uitrolgrens
i_p	plasticiteitsindex
A	ontlastingsconstante
C	samendrukkingsconstante
k_v	verticale doorlatendheidscoëfficiënt
k_h	horizontale doorlatendheidscoëfficiënt

Celproeven

c_{cel}	schijnbare cohesie
φ_{cel}	schijnbare hoek van inwendige wrijving
c'_{cel}	cohesie
φ'_{cel}	hoek van inwendige wrijving

Triaxiaalproeven

c	cohesie
φ	hoek van inwendige wrijving

BIJLAGE 4 - Oude documenten geraadpleegd bij het opstellen van de plaat II

Bodemkaart van België, 1960, Kaartblad Ekeren 15W (F. Snacken, F. De Coninck, o.l.v. R. Tavernier), schaal 1/20.000, Comité voor het opnemen van de bodemkaart en de vegetatiekaart van België onder auspiciën van het I.W.O.N.L.

Institut Cartographique Militaire, 1884, Carte Topographique de la Belgique, Eeckeren, Feuille VII, Planchette n° 7, 1/20.000.

Institut Cartographique Militaire, 1935, Carte Eeckeren 7/7, 1/20.000.

Militair Geografisch Instituut, 1971, Kaart Ekeren 7/7, 1/10.000, 2de uitgave.

Nationaal Geografisch Instituut, 1984, Kaart Ekeren 7/7, 1/10.000, 3de uitgave.

RESUME

L'atlas géotechnique 7.7.5-8 Ekeren-Zuid (1/10.000) est composé de 11 planches, à savoir:

- Planche I : Documentation générale.
- Planche II : Epaisseur des terrains remblayés et remaniés.
- Planche III : Epaisseur des alluvions.
- Planche IV : Epaisseur du complexe sableux quaternaire.
- Planche V : Epaisseur du Scaldisien b (complexe sableux).
- Planche VI : Epaisseur du Scaldisien a (complexe sableux) + Anversien (complexe sableux).
- Planche VII : Sommet du Rupelien (complexe argileux).
- Planche VIII : Données hydrogéologiques.
- Planche IX : Unités géotechniques.
- Planche X : Base du Quaternaire.
- Planche XI : Base du Scaldisien b (complexe sableux).

La succession des unités lithologiques est décrite de haut en bas. Les épaisseurs sont représentées par des courbes isopaques. Sur les cartes VII, X et XI des courbes isohypses ont été employées.

La succession des couches profondes, à savoir le Paléozoïque, composé de roches détritiques, le Mésozoïque composé de craies et enfin une partie du Cénozoïque constituée de sables et d'argiles du Landénien, de l'Yprésien, du Panisélien, du Lédien, du Wemmélien, du Bartonien et du Rupelien (p.p.) est représentée sous forme d'une coupe schématique (fig. 2).

Le numérotage des données ponctuelles, représentées sur la planche I (documentation), permet la consultation d'une fiche correspondante qui contient toutes les données relatives à ce point (coupe géologique, résultats d'essais de laboratoire etc.).

La notice explicative contient des renseignements quant à l'origine, la lithologie, la distribution et les caractéristiques géotechniques des unités cartographiées.

A partir d'anciennes cartes de la région d'Anvers, il a été possible de tracer les limites d'anciens fossés et cours d'eau aujourd'hui remblayés.

Sur la planche III figure l'épaisseur des alluvions. Les forages qui ont recoupés les alluvions sont indiqués sur la planche avec des profils lithologiques rencontrés. La limite d'extension de la tourbe est également indiquée.

La planche IV donne l'épaisseur des sables pléistocènes. Ils ont des caractéristiques géotechniques assez variables.

Le complexe sableux du Scaldisien b (planche V) est composé de sables argileux contenant beaucoup de coquilles. Ces sables sont compacts.

Le complexe sableux du Scaldisien a (planche VI) peut être divisé en trois unités. Les unités supérieures sont composés de sables coquillers. L'unité inférieure est composé d'un sable glauconifère. Le Scaldisien a est très compact.

Le complexe sableux Anversien (planche VI) est composé de sables très glauconifères et très compacts.

A partir des essais disponibles il est difficile de tracer la limite entre le Scaldisien a et l'Anversien. Les deux unités ont des lors été cartographiés ensemble.

Le complexe argileux Rupelien (planche VII) est composé de deux types lithologiques. Le type lithologique supérieur se compose d'une argile raide, fissurée et surconsolidée (argile de Boom). Le type lithologique inférieur est décrit comme une argile silteuse à un silt argileux.

La planche VIII renseigne sur la profondeur du niveau de l'eau mesurée lors de l'exécution des essais ponctuels. Vu l'insuffisance de données sûres et précises il n'a pas été possible de tracer des courbes isohypses de la surface piézométrique.

La planche IX représente le zonage géotechnique. Elle présente une tentative de synthèse d'une partie des renseignements présentés par les cartes précédentes. Une zone géotechnique est caractérisée par une superposition d'unités à caractère lithologique et mécanique bien défini et ayant une certaine épaisseur. Dans la région cartographiée, 7 unités ont été distinguées. La succession lithologique des unités est donnée dans le tableau ci-dessous.

ZONE UNITE	Va	IXa	IXb	XIa	XIb	XIVa	XIVb
Terrains remaniés et remblayés	x < 6m	x	x < 6 m	x	x < 6m	x	x < 6m
Alluvions	x	x	x	x	x	-	-
Complexe sableux quaternaire	(x) < 6 m	(x) < 6 m	x > 6 m	(x) < 6 m	x > 6m	x < 6m	x > 6m
Complexe sableux scaldien b	-	x < 6 m	x < 6 m	x > 6 m	x > 6m	x > 6m	x > 6m
Complexe sableux scaldien a	x > 6 m	x > 6 m	x > 6 m	x > 6m	x > 6m	x > 6m	x > 6m
Complexe argileux Anversien	-	(x)	x	(x)	x	x	x
Complexe argileux Rupélien	x	x	x	x	x	x	x

Remarques:

- Dans toutes les zones l'épaisseur des terrains remaniés et remblayés + alluvions + complexe sableux quaternaire est supérieure à 2 m.
- x indique la présence de l'unité cartographiée.
- (x) indique que l'unité cartographiée peut être absente.

