

Kommissie voor Grondmechanische Kartering

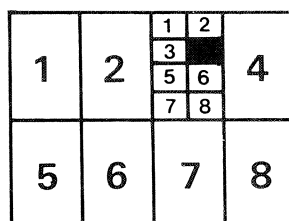
Centrum voor Grondmechanische Kartering
van de Rijksuniversiteit Gent

(Verantwoordelijke : E. De Beer)

Grondmechanische kaart

15.3.4 Antwerpen Noordkasteel

door : Ph. Van Burm en J. Maertens
onder de leiding van E. De Beer en W. De Breuck



1:5000



Uitgegeven onder de auspiciën van het Rijksinstituut voor Grondmechanica
met subsidies van het Ministerie van Openbare Werken

1982

De Grondmechanische Kaarten zijn te verkrijgen op het sekretariaat van de Commissie voor Grondmechanische Kartering, de Meeûssquare, 28 - 1040 Brussel of Tramstraat, 44 9710 Zwijnaarde (tél. 091/22.60.52 - ir J. Maertens), of mits storting van de verkoopprijs op postrekening nr. 000-0091190-10 op naam van het Rijksinstituut voor Grondmechanica, Laboratorium, Tramstraat, 44 - 9710 Zwijnaarde.

Reeds verschenen :

Kaart 42.2.7 Liège (schaal 1/5000)
Kaart 31.3.7 Brussel (schaal 1/5000)
Kaart 22.1.6 Gent-St.Pieters (schaal 1/5000)
Kaart 45.4.5 à 8 Mons - (sector Obourg) (schaal 1/10.000)
Kaart 45.3.5 à 8 Mons - (sector Maisières) (schaal 1/10.000)
Kaart 15.3.8 Antwerpen-Hoboken (schaal 1/5000)
Kaart 42.6.1 Liège (schaal 1/5000)
Kaart 31.3.5 Brussel (schaal 1/5000)
Kaart 15.3.6 Antwerpen-Centrum (schaal 1/5000)
Kaart 46.8.5 Charleroi (schaal 1/5000)
Kaart 31.3.6 Brussel (schaal 1/5000)
Kaart 22.1.4 Gent-Centrum (schaal 1/5000)
Kaart 31.3.8 Brussel (schaal 1/5000)
Kaart 42.6.3 Liège (schaal 1/5000)
Kaart 22.1.2 Gent-Wondelgem (schaal 1/5000)
Kaart 45.7.1 à 4 Mons (schaal 1/10.000)
Kaart 31.3.3 Brussel (schaal 1/5000)
Kaart 15.3.3 Zwijndrecht Noord (schaal 1/5000)

De publikatie van de volgende Grondmechanische Kaarten is voorzien :

Kaart 31.3.4 Brussel (schaal 1/5000)
Kaart 15.3.1-2 Antwerpen (schaal 1/5000)
Kaart 46.7.6 Charleroi (schaal 1/5000)
Kaart 15.3.5-7 Antwerpen (schaal 1/5000)

Kommissie voor Grondmechanische Kartering

Centrum voor Grondmechanische Kartering
van de Rijksuniversiteit Gent

(Verantwoordelijke : E. De Beer)

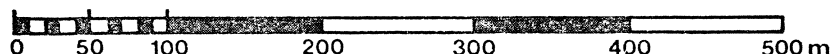
Grondmechanische kaart

15.3.4 Antwerpen Noordkasteel

door : Ph. Van Burm en J. Maertens
onder de leiding van E. De Beer en W. De Breuck

1	2	1	2	4
		3	4	
		5	6	
		7	8	
5	6	7	8	

1:5000



Uitgegeven onder de auspiciën van het Rijksinstituut voor Grondmechanica
met subsidies van het Ministerie van Openbare Werken

Verklarende tekst bij de Grondmechanische Kaart 15.3.4
Antwerpen-Noordkasteel

pag. I-VII-1-109

Texte explicatif de la Carte Géotechnique 15.3.4
Antwerpen-Noordkasteel

pag. 110-112

Adressen :

- Leerstoel voor Grondmechanica en Funderingstechniek
Tramstraat 44, 9710 ZWIJNAARDE
- Leerstoel voor Toegepaste Geologie, Krijgslaan 281,
9000 GENT

DANKBETUIGING

Talrijke personen en instellingen hebben door hun bereidwillige medewerking bijgedragen tot de verwezenlijking van de grondmechanische atlas 15.3.4.

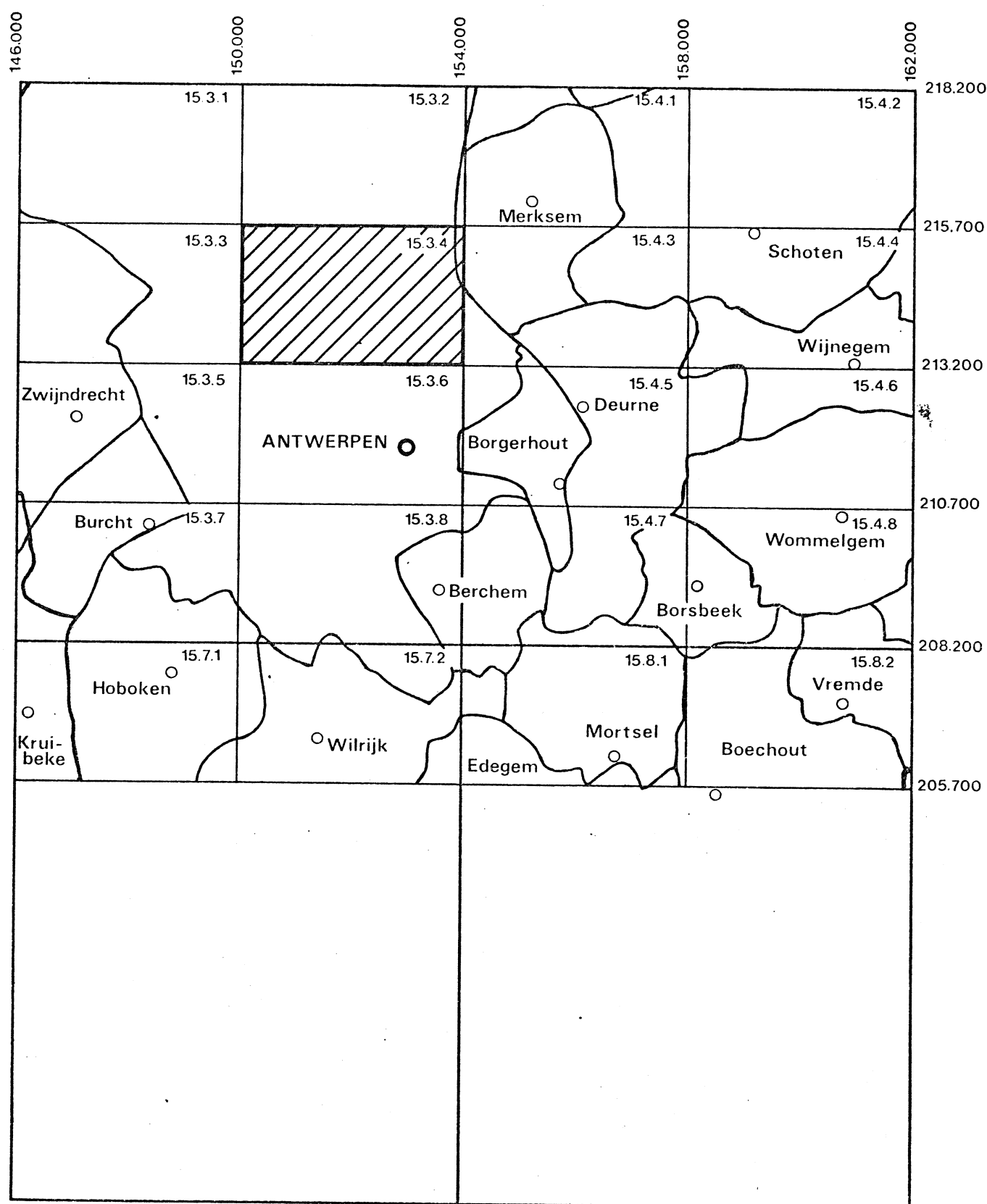
Wij danken hiervoor in het bijzonder :

- De Burgemeester en het Schepencollege van de Stad Antwerpen
- De Burgemeester en het Schepencollege van de Gemeente Zwijndrecht
- De heer Fl. VAN BERCKELAER, Hoofdingenieur-Afdelingshoofd bij de Technische Dienst van het Havenbedrijf
- De heer B. DE COSTER, Hoofdingenieur bij de Technische Dienst van het Havenbedrijf
- De heer M. DOSSCHE, Ingenieur-Afdelingshoofd bij de Technische Dienst van het Havenbedrijf
- De heer H. MEULEPAS, Ingenieur-Afdelingshoofd bij de Technische Dienst van het Havenbedrijf
- de heer W. THIBAUT, Ingenieur-Afdelingshoofd bij de Technische Dienst van het Havenbedrijf
- De heer G. SOENENS, Technisch Hoofdinspektuer bij de Technische Dienst van het Havenbedrijf
- De heer J. HOFMAN, Technisch Inspektuer bij de Technische Dienst van het Havenbedrijf
- De heer M. HAEGEMAN, Conducteur bij de Technische Dienst van het Havenbedrijf
- De heer J. VAN GHYSEGHEM, Hoofdingenieur-Direkteur bij de Dienst voor Werken
- De heer J. CARPENTIER, Ingenieur-Afdelingshoofd bij de Dienst voor Werken
- De heer E. DE KESEL, Hoofdinspektuer bij de Dienst voor Werken
- De heer W. VANDEWALLE, Technisch Inspektuer bij de Dienst voor Werken
- De heer W. RYLANT, Hoofdingenieur-Direkteur bij de IMALSO
- De heer P. DEBAERE, Hoofdingenieur-Direkteur bij de Intercommunale Vereniging voor de Autoweg E3
- De heer J. STOFFELS, Hoofdtkenaar bij de Intercommunale Vereniging voor de Autoweg E3

- De Antwerpse Zeediensten van het Ministerie van Openbare Werken
- De Belgische Geologische Dienst
- Het Bruggenbureau van het Ministerie van Openbare Werken
- De Dienst Ontwikkeling Linker Scheldeoever van het Ministerie van Openbare Werken
- De Dienst van Topografie en Fotogrammetrie van het Ministerie van Openbare Werken
- De Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen
- ADINCO p.v.b.a.
- AMOCO FINA n.v.
- BP CHEMICALS-BELGIUM n.v.
- DISTRIGAS n.v.
- ESSO-BELGIUM n.v.
- ESSOCHEM PLASTICS n.v.
- GEOLAB p.v.b.a.
- GEOLOGICA p.v.b.a.
- GEOSONDA p.v.b.a.
- 3M-BELGIUM n.v.
- MERCANTILE MARINE ENGINEERING & GRAVING DOCKS Co n.v.
- OREX s.v.
- PANOCEAN-EUROTANK n.v.
- PENETRA p.v.b.a.
- PETROCHIM n.v.
- POLYSAR BELGIUM n.v.
- SOLVAY Cie n.v.
- SONDEX n.v.
- Studiebureel CONSTRUCTOR n.v.
- Studiebureel T.K.B.
- Tijdelijke Vereniging S.V.K.S.

Verder danken wij heel bijzonder de heer R. VERSTRAETEN voor het tekenen van de platen en figuren, Mevrouw G. VERMEIREN voor het typen van de verklarende tekst en de heren BAUWENS en JANSSENS van de Drukkerij van het Ministerie van Openbare Werken voor het uitvoeren van het volledig drukwerk.

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



0 5 km.

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 aangaande :

- 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 gegevens mag echter geen absolute nauwkeurigheid worden toegekend 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 ten tijde van de kartering beschikbare proeven. Het zijn dus enkel richtinggevende dokumenten en de auteurs kunnen niet verantwoordelijk gesteld worden voor mogelijke toepassingen ervan.

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

Wegens het ontbreken van een voldoende aantal gegevens in de Schelde werd de kartering van verschillende lagen onderbroken ter hoogte van de Scheldekaaimuur of van de Scheldedijk.

Voor bepaalde gekarteerde eenheden, sluiten de getekende isopachen of isohypsen (plaat VII : Antwerpiaan zandkomplex en VIII : Rupeliaan kleikomplex) niet aan met deze van de eerder opgestelde grondmechanische kaart 15.3.6. Dit is een gevolg van het beschikbaar worden van nieuwe gegevens i.v.m. de ligging van de top van het Rupeliaan kleikomplex nabij de grens tussen de kaarten 15.3.4 en 15.3.6.

INHOUD

- DANKBETUIGING	I
- LIGGING VAN DE GEKARTEERDE ZONE	III
- WAARSCHUWING	IV
- INHOUD	VI
1. INLEIDING	1
2. GEOGRAFISCHE GEGEVENS	3
2.1. Geografische ligging van de gekarteerde zone	3
2.2. Topografie	3
2.3. Verkeerswegen	3
2.4. Algemene hydrografie	4
3. ALGEMENE GEOLOGISCHE OPBOUW	6
3.1. De Paleozoïsche sokkel	6
3.2. De postpaleozoïsche deklagen	6
3.3. De Kwartaire dekmantel	8
4. UITGEVOERDE STUDIE	11
5. DOKUMENTATIE (plaat I)	15
5.1. Boringen, sonderingen en ontsluitingen	15
5.2. Hoogtelijnen	15
5.3. Basiskaart	16
6. GEKARTEERDE EENHEDEN	17
6.1. Aangevulde en vergraven gronden (plaat II)	17
6.2. Alluvium (plaat III)	20
6.3. Kwartair zandkomplex (plaat IV-plaat XI)	28
6.4. Scaldisiaan b zandkomplex (plaat V)	32
6.5. Scaldisiaan a zandkomplex (plaat VI)	39
6.6. Antwerpiaan zandkomplex (plaat VII)	47
6.7. Rupeliaan kleikomplex (plaat VIII)	57
7. HYDROGEOLOGISCHE GEGEVENS (plaat IX)	73
7.1. Watervoerende lagen	73
7.2. Waterkwaliteit	74
7.3. Voorstelling van hydrogeologische gegevens op plaat IX	75

8. GRONDMECHANISCHE ZONERING (plaat X)	76
8.1. Algemene voorstelling	76
8.2. Bespreking van de grondmechanische zones	76
9. GEOLOGISCHE DOORSNEDEN	100
REFERENTIES	103
Bijlage 1a en 1b : Fiches der lokale gegevens	106
Bijlage 2 : Verklaring van de symbolen aangewend op de dokumentatiekaart	108
Bijlage 3 : Verklaring van de symbolen aangewend bij de bespreking van de grondmechanische eigenschappen	109
RESUME	110

1. INLEIDING

De grondmechanische atlas 15.3.4 is samengesteld uit 11 platen op schaal 1/5.000 :

- 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 (equidistantie : 2 m)
 - Voormalige dijken en voormalig fort
 - Opgevulde grachten en wielen
- Plaat III : Dikte van het Alluvium
- Lijnen van gelijke dikte van het alluvium (equidistantie : 2 m)
 - Uitbreiding van het veen
 - Litologische opbouw van het alluvium t.p.v. boringen
 - Voormalige dijken en voormalig fort
 - Opgevulde grachten en wielen
- Plaat IV : Dikte van het kwartair zandcomplex
- Lijnen van gelijke dikte van dit complex (equidistantie : 2 m)
 - Opgevulde grachten en wielen
- Plaat V : Dikte van het Scaldisiaan b zandcomplex
- Lijnen van gelijke dikte van dit complex (equidistantie : 2 m)
 - Opgevulde grachten
- Plaat VI : Dikte van het Scaldisiaan a zandcomplex
- Lijnen van gelijke dikte van dit complex (equidistantie : 2 m)
 - Uitbreiding van de schelpenbank
 - Opgevulde wielen

- Plaat VII : Dikte van het Antwerpiaan zandkomplex
- Lijnen van gelijke dikte van dit complex
(equidistantie : 2 m)
- Plaat VIII : Top van het Rupeliaan kleikomplex
- Lijnen van gelijk peil van de top van dit
kleikomplex (equidistantie : 2 m)
- Plaat IX : Hydrogeologische gegevens
- Oppervlaktewater
- Stand van het grondwater
- Pompproeven
- Plaat X : Zonering
- Zones waarbinnen analoge grondmechanische
omstandigheden worden aangetroffen
- Plaat XI : Basis van de kwartaire sekwentie
- Lijnen van gelijk peil van de basis van het
Kwartair (equidistantie : 2 m)

Op de kaarten zijn tevens de boringen, sonderingen en ontsluitingen aangegeven die door de betrokken laag zijn gegaan. Op de plaat VIII en op de plaat XI zijn de waarnemingspunten aangeduid die respektievelijk de top van het Rupeliaan kleikomplex en de basis van de kwartaire sekwentie hebben bereikt.

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

2. GEOGRAFISCHE GEGEVENS

2.1. Geografische ligging van de gekarteerde zone

De gekarteerde zone stemt overeen met het kaartblad 15.3.4 (Antwerpen-Noordkasteel) van het Ministerie van Openbare Werken (schaal 1:5.000). De basiskaart werd echter grotendeels aangepast (toestand december 1981) (zie paragraaf 5.4).

Het gebied strekt zich uit tussen de Lambert-koördinaten

X = 150.000 en 154.000

Y = 213.200 en 215.700

De gekarteerde oppervlakte bedraagt 10 km² (2,5 x 4 km).

Het beschouwde gebied behoort tot de Stad Antwerpen.

2.2. Topografie

De gekarteerde zone maakte vroeger nagenoeg volledig deel uit van de Scheldepolders. Het oorspronkelijk maaiveldpeil in deze polders lag in het kaartgebied tussen 0 en +2,5*. De schorren langsheen de Schelde waren evenwel plaatselijk aangeslibd tot het peil +4 à +5. Thans varieert het maaiveldpeil van ca. +3 tot ca. +8 op de rechteroever en van ca. +6 tot ca. +9 op de linker-oever. De kruin van de Scheldedijken ligt boven het peil +7.

2.3. Verkeerswegen

De belangrijkste verkeerswegen die door het kaartgebied lopen zijn de Noorderlaan en de Scheldelaan die de stad verbinden met de haven. Beide wegen liggen op de rechteroever.

De Schelde doorkruist het gekarteerde gebied. De dokken die op de kaart voorkomen behoren hoofdzakelijk tot het oude havengedeelte. Op het Vijfde Havendok en de verbinding van dit dok met het Amerikadok na werden alle dokken aangelegd in de negentiende eeuw of in het begin van de twintigste eeuw.

* Alle peilen, behalve indien anders vermeld, zijn aangegeven t.o.v. het referentievlak TAW (Tweede Algemene Waterpassing) van het NGI (Nationaal Geografisch Instituut).

2.4. Algemene hydrografie

De gekarteerde zone behoort tot het zeescheldebekken.

De Schelde is er onderhevig aan de getijbeweging. Enkele tijwaarnemingen te Antwerpen (loodsgebouw, kaart 15.3.6) en te Zwijndrecht (Fort St. Marie, kaart 15.2.2) zijn weergegeven in tabel 1; ze werden overgenomen uit het "Overzicht van de getijwaarnemingen in het Zeescheldebekken gedurende de periode 1961-1970" (I. COEN & J. THEUNS, 1972-73). Voor de definitie van de gebruikte termen wordt naar deze publikatie verwezen.

De hoogste waterstand geregistreerd te Antwerpen tussen 1901 en 1970 was +7,85 (01.01.1953).

Het waterpeil in de dokken wordt gehandhaafd tussen de peilen +3,85 en +4,25 NKD.

Tabel 1 - Getijdegegevens (periode 1961-1970) te Antwerpen-
loodsgebouw en te Zwijndrecht-Fort St. Marie^{*}

	Antwerpen-loodsgebouw	Zwijndrecht-F.St.Marie
<u>Gemiddeld getij</u>		
- Hoogwater	+5,15	+5,17
- Laagwater	+0,25	+0,31
- Tijverschil in m	4,90	4,86
<u>Gemiddeld springtij</u>		
- Hoogwater	+5,52	+5,59
- Laagwater	+0,08	+0,15
- Tijverschil in m	5,44	5,44
<u>Gemiddeld hoogtij</u>		
- Hoogwater	+4,67	+4,65
- Laagwater	+0,53	+0,58
- Tijverschil in m	4,14	4,07
<u>Uiterste waterstanden</u>		
- Hoogste hoogwater	+7,03	+7,07
- Laagste laagwater	-1,18	-0,76

* Alle peilen die betrekking hebben op de waterstand van de Schelde zijn in meters aangegeven t.o.v. het Referentievlak NKD (Nul Krijgsdepot). Dit vlak ligt 0,08 m onder het eerdergenoemde TAW-referentievlak.

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 een maaiveld gelegen op +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. 2 (pag. 10). Deze loopt van Kallo naar Beerzel 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 Paleozoïcum* (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.

Voor de afzetting van de deklagen werd het reliëf van de sokkel vervlakt.

In het studiegebied zou de top van de sokkel zich bevinden tussen de peilen -550 en -625. De top helt in noordoostelijke tot noordelijke richting met een helling van circa 1,5 %. Over de dikte van de sokkel zijn geen gegevens beschikbaar.

3.2. De postpaleozoïsche deklagen (Secundair en Tertiair)

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

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

Te Kallo is het Mesozoïcum onderaan opgebouwd uit mergelig krijt en bovenaan uit krijt en tufkrijt. De top van deze afzetting zou in het gekarteerde gebied voorkomen tussen de peilen -400 en -450 en hellen naar het noordoosten met circa 1 %.

Te Kallo is het Tertiair opgebouwd uit een aantal zandige en kleiïge lagen van ongelijke dikte. Deze lagen hellen veralgemeend monoklinaal in noordoostelijke richting. Hun respectievelijke dikte kan afgeleid worden van fig. 2.

Van onder naar boven treft men er de hierna besproken eenheden aan.*

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 kontinu 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 (Yc), bovenaan uit zeer fijn glauconiethoudend zand met plaatselijk kleilenzen en zandsteenlaagjes (Yd).

Het Paniseliaan is onderaan begrensd door een kleilaag (Plm). Daarboven treft men een complex aan 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.

* Om pragmatische redenen werden nog enkele thans verouderde termen gebruikt.

Tussen het Wemmeliaan en het Onder-Rupeliaan komt in het studiegebied een overgangskomplex voor (eo-oligoceen overgangskomplex). Het bestaat uit kleiïge (a_1 , a_2 , a_3) en zandige lagen (s_1 , s_2 , s_3). Het complex werd slechts gedeeltelijk aangeboord te Beerzel.

Het Onder-Rupeliaan bestaat uit zanden, het Boven-Rupeliaan uit een kleikomplex (Boomse klei). De basis van de Boomse klei helt veralgemeend monoklinaal in noordoostelijke 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 publikaties. In deze publikaties 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 tijden aan die lagen werden toegekend.

3.3. De Kwartaire dekmantel

De kwartaire dekmantel (2 miljoen jaren tot heden), die eveneens deel uitmaakt van het Cenozoïcum, behoort tot het Pleistoceen (glaciale en interglaciale periodes) en tot 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.

De kwartaire gronden worden verder behandeld in de grondmechanische atlassen van de Antwerpse agglomeratie.

Tabel 2 - Onderverdeling van het Mioceen en het Pliocene in het Antwerpse

LEGENDE van de GEOLOGISCHE KAART (1896)	ALGEMEEN STRATIGRAFISCH REGISTER van de GEOLOGISCHE KAART (1932)		STRATIGRAFISCHE INDELING J. DE HEINZELIN (1955) SYMPOSIUM NEOGEEN (1961)		LITHOSTRATIGRAFISCHE INDELING F. DE MEUTER - P. LAGA (1976)	GRONDMECHANISCHE ATLAS 15.3.3 + 15.3.4
	BOVEN MIOCEEN	BOVEN MIOCEEN	BOVEN MIOCEEN	BOVEN MIOCEEN		
POEDERLIAAN	MIOCEEN	MIOCEEN	MIOCEEN	MIOCEEN	• FORMATIE v. LILLO ZANDEN v. ZANDVLIET ZANDEN v. MERKSEM ZANDEN v. KRUSCHANS	SCALDISIAAN b (MERKSEMIAAN)
SCALDISIAAN						
DIESTIAAN	MIOCEEN	MIOCEEN	MIOCEEN	MIOCEEN	• FORMATIE v. KATTENDIJK	SCALDISIAAN a
BOLDERIAAN	BOVEN MIOCEEN	BOVEN MIOCEEN	BOVEN MIOCEEN	BOVEN MIOCEEN	• FORMATIE v. DIEST • FORMATIE v. BERCHEM ZANDEN v. ANTWERPEN ZANDEN v. KEEL ZANDEN v. EDEGEM	DIESTIAAN ANTWERPIAAN

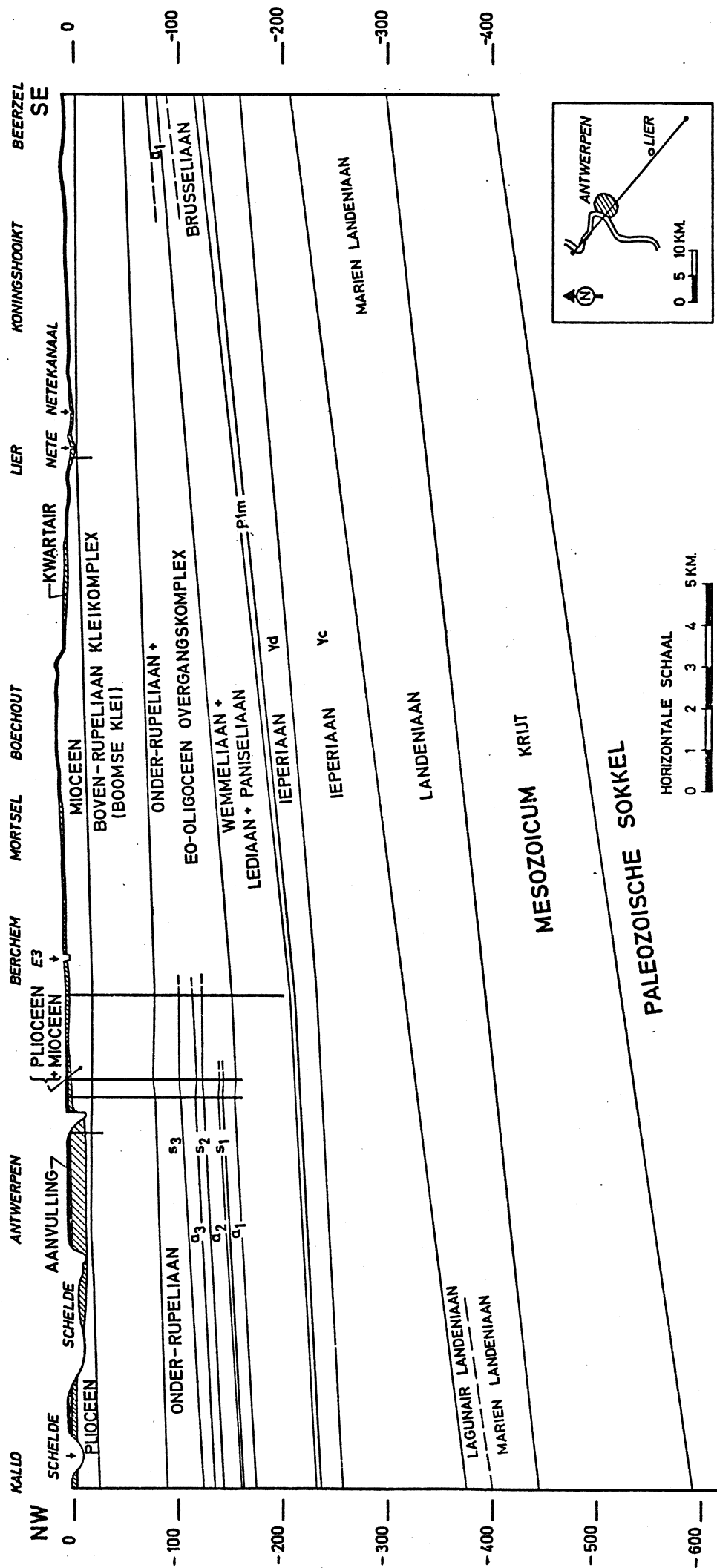


Fig. 2 - Schematisch NW-SE doorsnede Kallo-Beerzel

4. UITGEVOERDE STUDIE

Het opstellen van de grondmechanische kaart 15.3.4 geschiedde in drie fasen :

- Fase 1 : Verzamelen en verwerken van de beschikbare gegevens
- Fase 2 : Uitvoeren van aanvullende proeven
- Fase 3 : Opstellen van de definitieve grondmechanische kaart en verklarende nota.

De verzamelde resultaten van boringen, sonderingen, ontsluitingen en laboratoriumproeven werden verwerkt op steekkaarten en op een dokumentatiekaart gebracht. Voorbeelden van steekkaarten zijn weergegeven in bijlagen 1a en 1b.

Daar te Antwerpen meerdere referentieniveaus worden aangewend voor het vastleggen van de hoogtepeilen dienden voor- eerst alle in de verschillende rapporten vermelde peilen te worden omgezet in peilen t.o.v. het referentievlak TAW van het NGI. Het verband tussen de verschillende aangewende referentieniveaus is aangegeven in fig. 3.

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

Eveneens werden een aantal historische kaarten geraadpleegd ten einde voormalige dijken, wielen en grachten te situeren.

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.* : "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 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.

* International Association of Engineering Geology

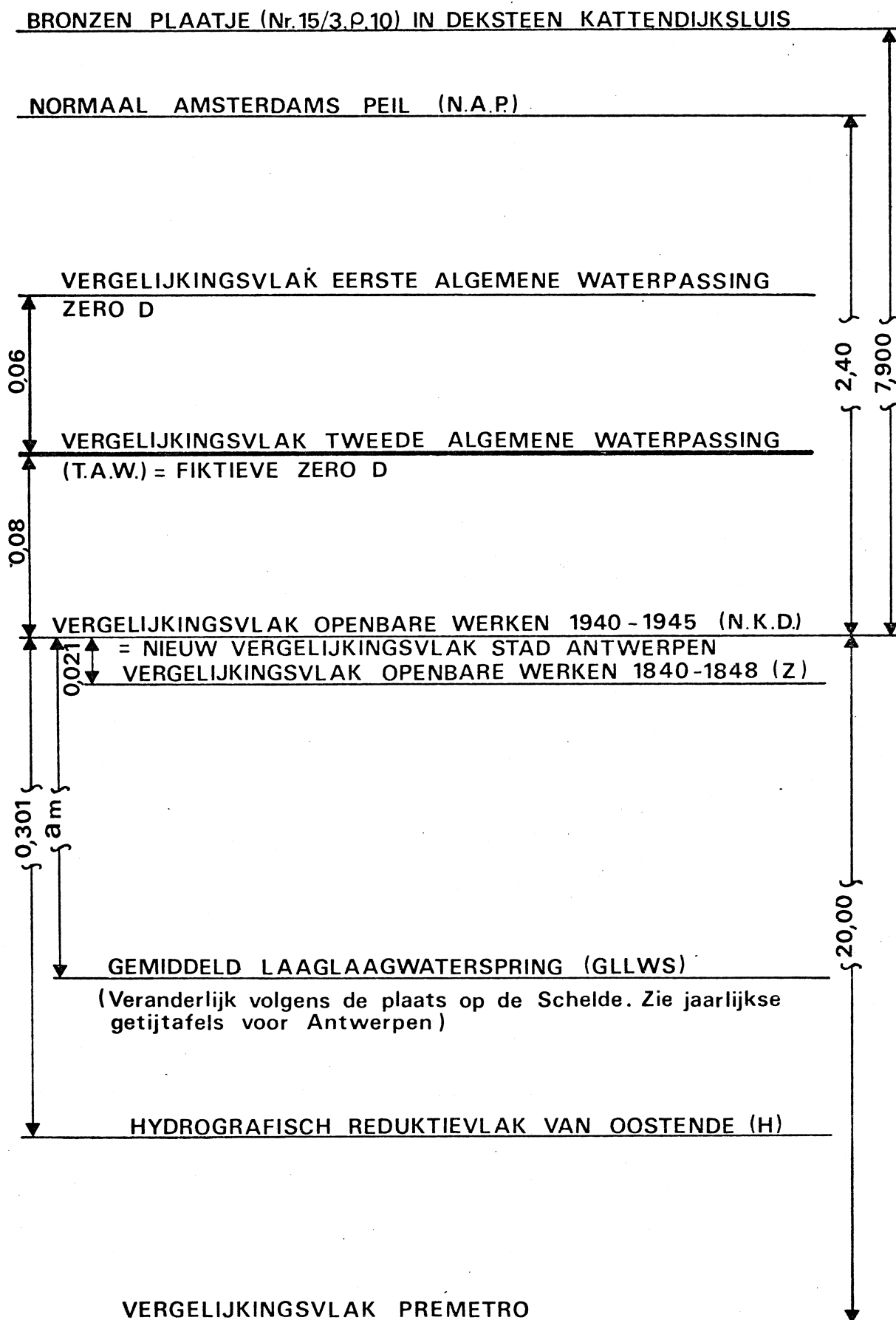


Fig.3 : Ligging van enkele vergelijkingsvlakken in gebruik te Antwerpen (verschillen uitgedrukt in m.)

De klassifikatie 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 tektonische evolutie evenals van oppervlakkige verweringsverschijnselen.

Steunend op de litologie 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
- litologisch type
- litologisch kompleks
- litologische sekwentie.

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

Een litologisch type is een eenheid met een homogene samenstelling, textuur en structuur maar niet noodzakelijk 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 litologisch kompleks bestaat uit een aantal genetisch verwante litologische types, die onder specifieke paleogeografische en tektonische omstandigheden zijn afgezet. De ruimtelijke ordening van deze types binnen het kompleks is specifiek en distinkatief voor het kompleks. De litologische 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 kompleks vast te leggen. Het is hoogstens mogelijk naast de gegevens betreffende een aantal litologische types binnenin het kompleks, het algemeen gedrag van het kompleks weer te geven.

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

Binnen de beschouwde zone werden de lagen in een aantal litologische complexen onderverdeeld en als dusdanig gekarteerd. Bij de bespreking van deze gekarteerde complexen zal evenwel soms een onderscheid worden gemaakt tussen de litologische types, die binnen het complex voorkomen. Alhoewel soms heel wat gegevens beschikbaar waren betreffende de grondmechanische eigenschappen van bepaalde litologische types, was het evenwel niet mogelijk de begrenzingsvlakken ervan met een voldoende nauwkeurigheid vast te leggen.

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 hypotetisch 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)

De plaat I (dokumentatie) geeft de ligging en het type aan van de boringen en sonderingen waarvan de gegevens aangewend werden bij het opstellen van de grondmechanische atlas 15.3.4. Tevens geeft de kaart de topografie aan.

5.1. Boringen, sonderingen en ontsluitingen

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

Het nummer dat vermeld is naast de symbolen laat toe de overeenkomstige steekkaart te raadplegen. De nummering is in de mate van het mogelijke kronologisch opgesteld, zodanig dat het grootste nummer overeenstemt met het meest recente gegeven. Deze wijze van nummering werd enkel ter informatie aangewend en heeft geen absoluut karakter.

De steekkaarten kunnen geraadpleegd worden bij het Rijksinstituut voor Grondmechanica, Tramstraat 44, 9710 ZWIJNAARDE.

In het totaal werden 495 gegevens aangewend.

Het opzoeken van gegevens werd stopgezet op 31 december 1981.

De aangewende gegevens zijn hoofdzakelijk afkomstig van :

- Het Rijksinstituut voor Grondmechanica
- De Belgische Geologische Dienst
- De private ondernemingen die een vestiging hebben in het gekarteerde gebied.

5.2. Hoogtelijnen

De hoogtelijnen op de plaat I werden grotendeels getekend aan de hand van plannen afkomstig van de technische diensten van de Stad Antwerpen (Dienst voor Werken en Technische Dienst Havenbedrijf) en van het Ministerie van Openbare Werken (Antwerpse Zeediensten). Er werd eveneens rekening gehouden met de resultaten van enkele plaatselijke waterpassingen uitgevoerd door het Centrum voor Grondmechanische kartering van de R.U.G.

De bodempeilen van de dokken zijn eveneens aangegeven.

Het bodempeil van de Schelde kan afgelezen worden op de basiskaart.

5.3. Basiskaart

Voor het opstellen van de grondmechanische kaart 15.3.4 werd aanvankelijk gesteund op de fotogrammetrische kaart 15.3.4 van het Ministerie van Openbare Werken (uitgave 1964). Toen bleek dat de topografie binnen de gekarteerde zone sinds het opstellen van deze fotogrammetrische kaart belangrijke wijzingen had ondergaan, werd beslist om de fotogrammetrische kaart 15.3.4 zo goed als mogelijk aan te passen aan de toestand bestaande op 31 december 1981. Daarvoor werd voornamelijk gesteund op plannen afkomstig van de technische diensten van de Stad Antwerpen (Dienst voor Werken en Technische Dienst voor het Havenbedrijf) en van het Ministerie van Openbare Werken (Antwerpse Zeediensten). Verder werd ook gesteund op de beschikbare plannen van een aantal binnen het beschouwde gebied gelegen bedrijven. De aldus aangepaste fotogrammetrische kaart 15.3.4 fungeert als basiskaart voor alle platen van de Grondmechanische Atlas 15.3.4.

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 industrie- en woonterreinen grote hoeveelheden grond aangebracht op de oorspronkelijk laaggelegen polders. In het kaartgebied werden deze ophogingen reeds groten-deels in de negentiende eeuw uitgevoerd.

Opgevulde grachten of waterlopen komen zowel op de linkeroever als op de rechteroever voor. De vestinggrachten die voorkwamen rond het Willem- en Napoleondok behoorden tot de zes-tiende eeuwse stadsversterkingen (Spaanse vestingen). De vesting-grachten die lagen ten noorden van het Amerikadok, het Lefebvredok en het Straatsburgdok evenals rond het Noordkasteel behoorden tot de negentiende eeuwse versterkingen (Brialmontgordel). Een gedeelte van deze laatste, ten zuiden van het Noordkasteel, is nog niet gedempt. De gracht is wel grotendeels verland en door begroeiing ingenomen. Door de Ferdinanduspolder liep het Schijn met haar vertakkingen alsook een deel van het oorspronkelijk Albertkanaal. Tussen de Steenborgerweertpolder en de Austruweelpolder liep het Vosseschijn. De opgevulde vestinggrachten die voorkomen op de linkeroever dateren van de zeventiende en van de negentiende eeuw. Het grootste deel van de vornoemde grachten en waterlopen werden opgevuld in de negentiende eeuw.

Tussen de vestiging van Petrochim (Scheldelaan) en het Noordkasteel lag een Spaans fort (Fort Piemontel). Het was omgeven door een gracht. De juist ligging van de gracht kon echter niet achterhaald worden.

Aangevulde gronden komen op de linkeroever in het kaart-gebied eveneens voor in voormalige wielen (Groot en Klein Pijlwiël). Wielen zijn kolkgraten die ontstaan zijn door dijkdoorbraken. De wielen die in het beschouwde gebied voorkomen zijn grotendeels op natuurlijke wijze dichtgeslibd met slappe afzettingen. Een deel echter werd door menselijke tussenkomst opgevuld. De genoemde wielen ontstonden tijdens stormvloedén vóór de twintigste eeuw (R. HAVERMANS, 1956).

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 vestingsmuren, huishoudelijk afval ... enz. In het kaartgebied bestaan de aangevulde gronden in hoofdzaak uit zandig materiaal. Er komen echter talrijke slib- en kleihoudende lenzen in voor. Ook ter plaatse van oude dijken kan de samenstelling meer kleihoudend zijn.

De slappe sedimenten afgezet in een deel van de wielen werden gezien hun eigenschappen gekarteerd met het alluvium (6.2). Enkel de door de mens in de wielen aangebrachte zandige gronden zijn beschouwd als aangevulde en vergraven gronden.

De vergraven gronden zijn opgebouwd 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.

De oude kaarten werden aangewend voor het situeren van de belangrijkste voormalige grachten, waterlopen, polderdijken en wielen. Deze kaarten geven ook informatie over het oorspronkelijk polderpeil. De lijst van de geraadpleegde plattegronden is opgenomen bij de referenties. De geraadpleegde oude kaarten zijn evenwel jonger dan de tweede helft van de achttiende eeuw. Het is dus niet uitgesloten dat in het gekarteerde gebied nog andere voormalige grachten, waterlopen, dijken, wielen of forten worden aangetroffen.

Op het grootste deel van de Linkeroever bedraagt de dikte van de aangevulde gronden 6 tot 10 m.

Op de Rechteroever wisselt de dikte van de aangevulde en vergraven gronden meestal tussen 2 en 6 m.

Buiten de voormalige of bestaande dijken is de dikte van de aangevulde gronden meestal geringer dan binnendijks.

Ter plaatse van opgevulde grachten en waterlopen, de Scheldedijk, het Noordkasteel, de autowegen en spoorwegen evenals nabij bruggen en kaaimuren loopt de dikte meestal op tot meer dan 6 m. Waar mogelijk werd de plaatselijke dikte van de aangevulde en vergraven gronden in oude grachten of waterlopen aangegeven. De aangeduide dikte is dan enkel geldig voor het punt of de punten waarop de dikte betrekking heeft. Men dient er rekening mee te houden dat grote afwijkingen mogelijk zijn.

6.1.4. Grondmechanische eigenschappen

De grondmechanische eigenschappen, van de aangevulde en vergraven gronden zijn gekenmerkt door hun 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 vele 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 van voormalige grachten, waterlopen 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 werden 4 eenheden samengebracht : een bovenste eenheid, een middenste eenheid, een onderste eenheid en tenslotte de slappe gronden die voorkomen in bepaalde wielen en krekken. Al deze gronden zijn van kontinentale oorsprong en van kwartaire ouderdom (vermoedelijk grotendeels Holoceen).

6.2.2. Litologie

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

De middenste eenheid is opgebouwd uit veen en plaatselijk uit sterk veenhoudende klei.

De onderste eenheid bestaat uit klei en leem die dikwijls veenhoudend of sterk veenhoudend zijn. Op de linkeroever, waar het alluvium dikker is dan ca. 6 m, is deze eenheid plaatselijk zandhoudend of met zandige tussenlagen.

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

6.2.3. Uitbreiding

De dikte van het alluvium, dit is van de vier bovengenoemde eenheden samen, is aangegeven op plaat III. Een of meerdere eenheden kunnen ontbreken. Vooral ter plaatse van aangevulde grachten en waterlopen kan het alluvium geheel of gedeeltelijk verdwenen zijn. Gezien de opbouw van het alluvium is het meestal moeilijk om de resultaten van de sonderingen litologisch te interpreteren. De litologische opbouw van het alluvium is wel aangegeven ter plaatse van de boringen. De dikte van het alluvium op de linkeroever wordt belangrijker naar de Schelde toe en varieert meestal tussen 2 en 10 m. Buiten de voormalige of huidige dijken en in de wielen of krekken kan de dikte groter zijn door de langdurige aanslibbing (maximale waargenomen dikte 16 m). Op de rechteroever varieert de dikte meestal tussen 0 en 4 m. Ter plaatse

van Petrochim (Scheldelaan) is een dikte van meer dan 12 m waargenomen. Deze houdt verband met een inbraak die er in de zestiende eeuw heeft plaatsgevonden.

De bovenste eenheid (klei, leem, dikwijls veenhoudend, plaatselijk zandhoudend) komt over een groot deel van het kaartgebied voor. De dikte ervan is meestal minder dan 2 m.

De middenste eenheid (veen, sterk veenhoudende klei) komt niet overal voor. De zone waarbinnen het veen kan voorkomen is aangeduid op de plaat III. De dikte vergroot meestal naar de Schelde toe. De maximale dikte is in het beschouwde gebied groter dan 4 m. Voor zover bekend werd het veen in het kaartgebied vroeger niet ontgonnen.

De onderste eenheid (klei, leem, dikwijls veenhoudend tot sterk veenhoudend, op de linkeroever plaatselijk zandhoudend of met zandige tussenlagen) komt niet overal voor. Meestal is de dikte kleiner dan 2 m. Op de linkeroever echter, waar de totale dikte van het alluvium groter is dan ca. 6 m, is de onderste eenheid plaatselijk vermoedelijk zandiger.

De slappe gronden in de wielen of krekens hebben een zeer veranderlijke dikte. In het wielencomplex op de linkeroever werden in een diepsondering ca. 18 m slappe gronden aangetroffen. Op de rechteroever, ter hoogte van de PETROCHIM-vestiging (Scheldelaan), werden eveneens wiel- of kreekgronden aangetroffen. De dikte neemt er over korte afstand snel toe van minder dan 4 m tot meer dan 12 m.

6.2.4. Grondmechanische eigenschappen

6.2.4.1. Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van de alluvium (klei, leem, plaatselijk zandhoudend)

Van deze eenheid waren resultaten van laboratoriumanalyses op 136 monsters ontnomen uit 75 in en rond het kaartgebied uitgevoerde boringen, beschikbaar. De boringen werden uitgevoerd in de Austruweelpolder-Merksempolder (Rechteroever) en de Borgerweertpolder (Linkeroever) (tabel 3).

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

*	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(82)	(87)	(115)	(70)	(77)	(76)
	kN/m ³	kN/m ³	%	%	%	
Min.	11,87	5,49	19,2	42,3	25,1	9,1
Max.	19,82	16,57	215,0	72,9	225,0	88,0
Gem.	15,98	10,47	60,3	57,9	75,9	39,0

*	A	C	k_v
**	(19)	(23)	(28)
			m/s
Min.	42	7,1	$0,72 \times 10^{-11}$
Max.	420	32,2	$8,50 \times 10^{-7}$
Gem.	129	13,9	

- Korrelverdeling : fig. 4
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 5
- Humusgehalte : van 0,03 % tot 20,90 % (gem. 3,79 %, 54 monsters)
- Kalkgehalte : van 2,60 % tot 32,30 % (gem. 13,36 %, 51 monsters)
- 19 celproeven : c_{cel} : van 0 kN/m² tot 12,26 kN/m²
 φ_{cel} : van 20° tot 40,9°
 c'_{cel} : van 1,98 kN/m² tot 45,11 kN/m²
 φ'_{cel} : van 8° tot 25,1°
- 3 Triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) :
 c' : van 17 kN/m² tot 22 kN/m²
 φ' : van 24,2° tot 32°

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

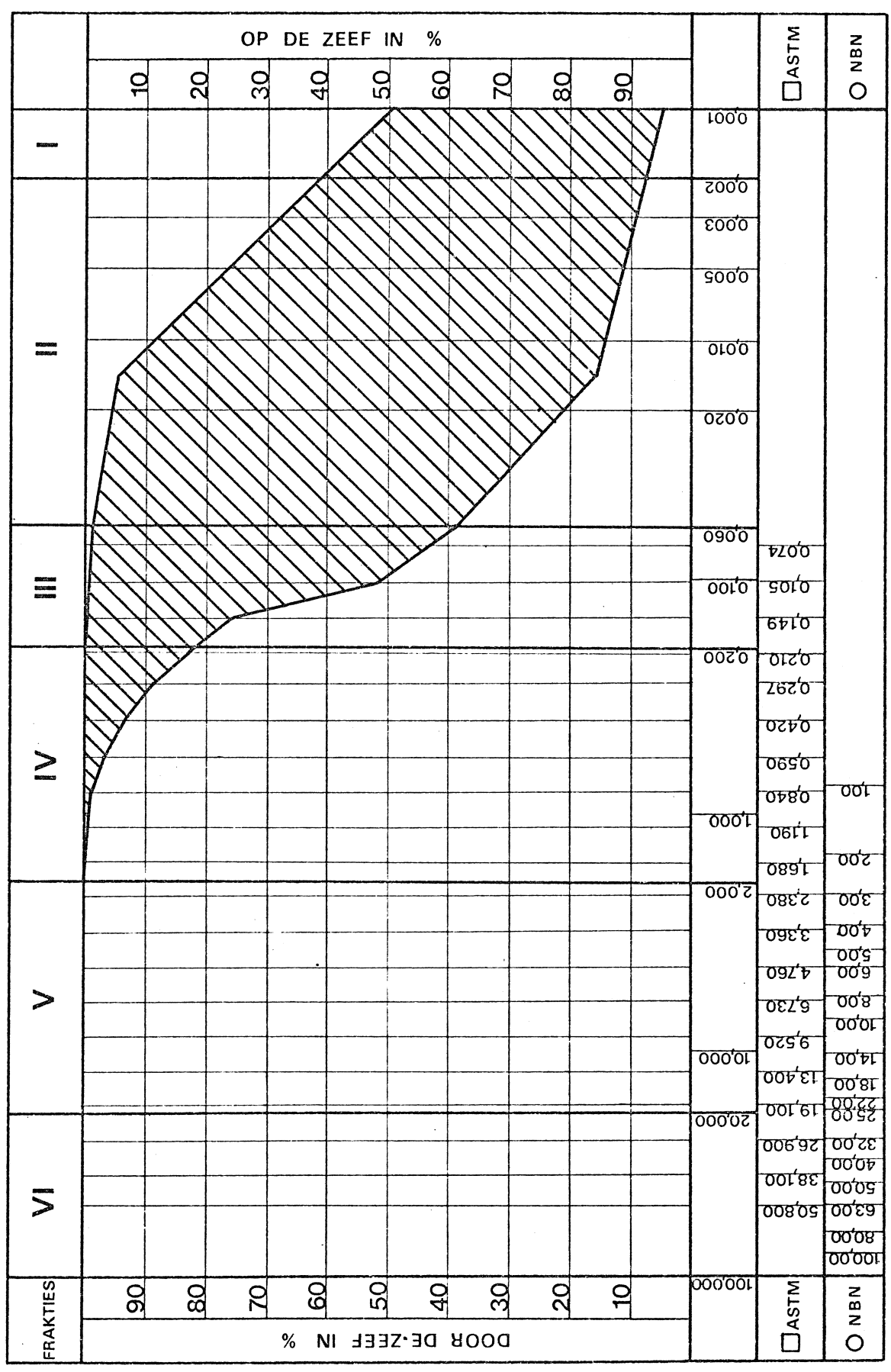


Fig.4 Alluvium (bovenste eenheid) : korrelverdeling (50 monsters)

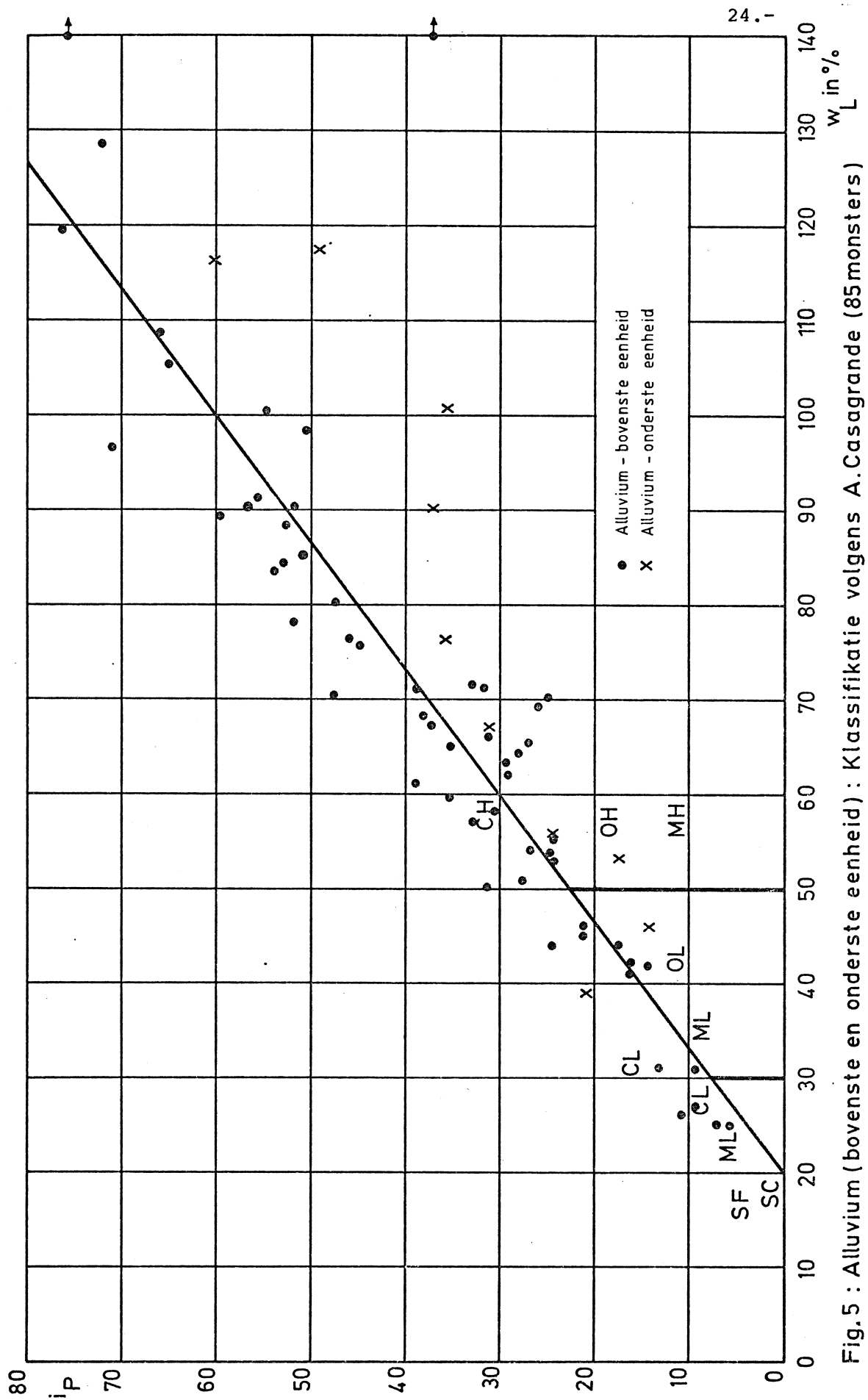


Fig. 5 : Alluvium (bovenste en onderste eenheid) : Klassifikatie volgens A.Casagrande (85 monsters)

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

Resultaten van laboratoriumproeven op 177 monsters ontnomen uit 92 boringen waren beschikbaar. De meeste boringen werden uitgevoerd op het kaartblad 15.3 (tabel 4).

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

*	γ	γ_d	w	C	k_v	k_h
**	(146)	(145)	(167)	(45)	(64)	(7)
	kN/m ³	kN/m ³	%		m/s	m/s
Min.	8,63	1,67	81,7	4,0	$2,44 \times 10^{-10}$	$2,59 \times 10^{-9}$
Max.	13,04	6,37	490,0	10,6	$2,06 \times 10^{-6}$	$2,9 \times 10^{-4}$
Gem.	10,20	2,78	283,7	6,2		

- Humusgehalte : van 20,4 % tot 93,6 % (gem. 68,4 %, 48 monsters)
- Kalkgehalte : van 0,0 % tot 13,1 % (gem. 5,3 %, 43 monsters)
- 19 celproeven : c_{cel} : van 0,00 kN/m² tot 17,16 kN/m²
 φ_{cel} : van 18° tot 45°
 c'_{cel} : van 0,98 kN/m² tot 29,42 kN/m²
 φ'_{cel} : van 7° tot 38,4°

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

14 analyses op monsters uit de onderste eenheid werden verwerkt. De monsters werden ontnomen uit 8 boringen uitgevoerd op de kaartbladen 15.3.3 en 15.3.4 (tabel 5).

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

Tabel 5 - Grondmechanische eigenschappen uit de onderste eenheid van het alluvium (klei, leem, dikwijls veenhoudend)

*	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(8)	(12)	(12)	(8)	(13)	(13)
	kN/m ³	kN/m ³	%	%	%	
Min.	10,72	2,71	29,8	45,4	39,5	14,0
Max.	18,41	14,180	296,6	84,5	432	229
Gem.	12,89	6,42	133,4	74,7	117,4	55,3

*	A	C	k_v	k_h
**	(4)	(7)	(8)	(5)
			m/s	m/s
Min.	48	5,0	$8,85 \times 10^{-10}$	$1,50 \times 10^{-9}$
Max.	150	24,0	$3,69 \times 10^{-9}$	$8,94 \times 10^{-9}$
Gem.	100	9,5		

- Korrelverdeling : fig. 6
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 5
- Humusgehalte : van 0,3 % tot 38,8 % (gem. 9,2 %, 14 monsters)
- Kalkgehalte : van 2,8 % tot 27,1 % (gem. 18,4 %, 10 monsters)
- 4 Celproeven : c_{cel} : van 0 kN/m² tot 0,98 kN/m²
 φ_{cel} : van 25,5° tot 36,0°
 c'_{cel} : van 5,88 kN/m² tot 16,67 kN/m²
 φ'_{cel} : van 7,5° tot 21,0°

6.2.4.4. Grondmechanische eigenschappen van de slappe gronden in wielen en krekken

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

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

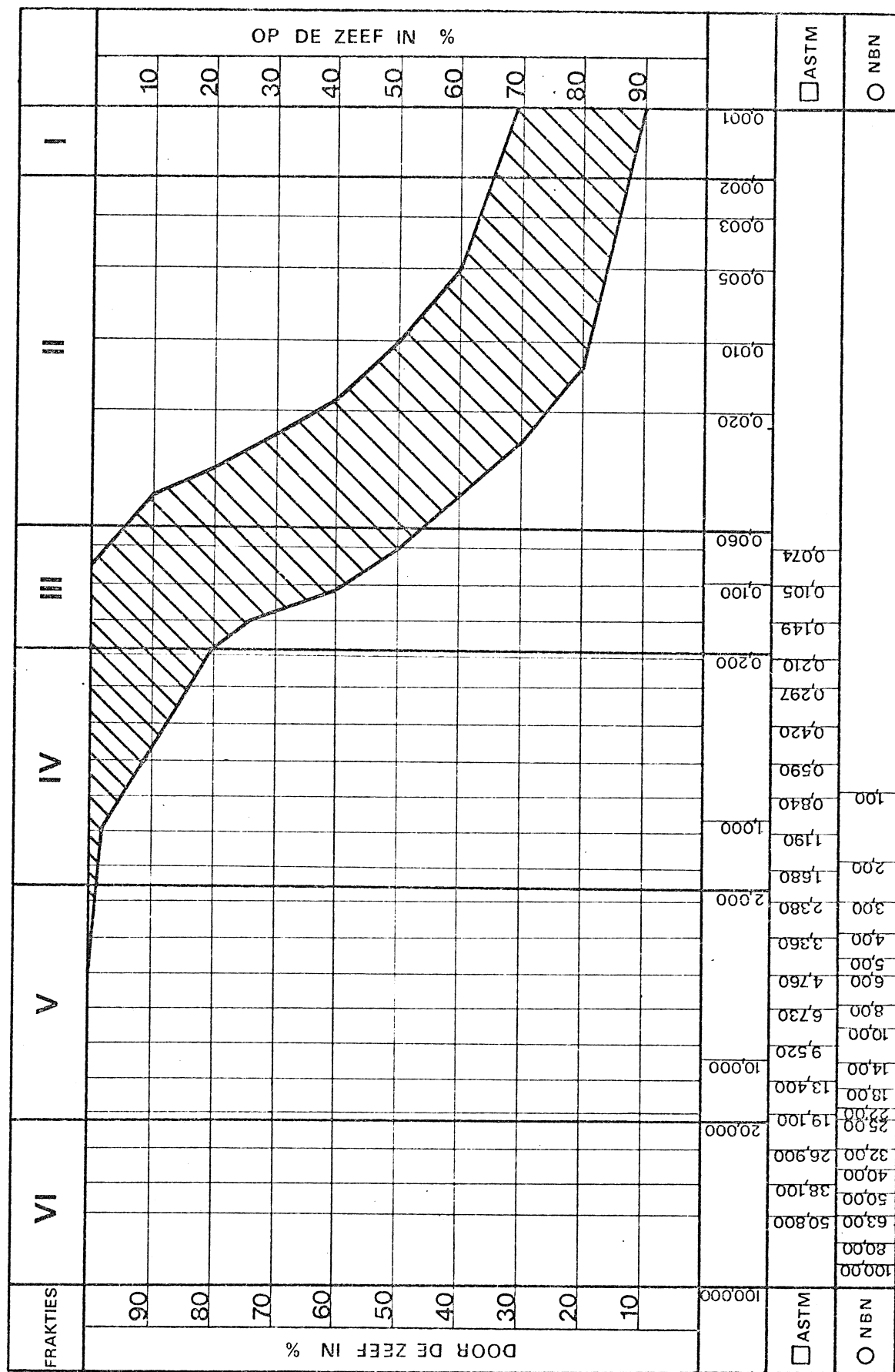


Fig.6 : Alluvium (onderste eenheid) : korrelverdeling (13 monsters)

6.3. Kwartair zandkomplex (plaat IV-plaat XI)

6.3.1. Oorsprong

Het kwartair zandkomplex is van kontinentale oorsprong en behoort grotendeels tot het Pleistoceen. Het bovenste deel van het kwartair zandkomplex bestaat hoofdzakelijk uit zandige gronden die aangevoerd werden door sneeuw en wind (niveo-eolische en eolische oorsprong) evenals uit plaatselijk herwerkte zanden afkomstig van het tertiair substraat. Op de linkeroever ligt het kwartair zandkomplex in een fossiele pleistocene vallei. Deze vallei werd vermoedelijk in meerdere erosiefasen uitgeschuurd en nadien op natuurlijke wijze hoofdzakelijk door fluviatiele en niveo-eolische sedimenten opgevuld.

6.3.2. Litologie

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

Het zandkomplex is in het gekarteerde gebied grotendeels opgebouwd uit zand en klei- of leemhoudend zand. Waar de dikte belangrijker is (linkeroever) komen, vooral onderaan, grove zanden voor. Aan de basis ligt soms een grintlaagje. Binnen het zandkomplex treft men lemige, kleiige en venige tussenlagen aan. Er kunnen ook schelpen in voorkomen.

6.3.3. Uitbreiding

De dikte van het kwartair zandkomplex is aangegeven op plaat IV, de basis ervan op plaat XI. Het zandkomplex komt over het grootste gedeelte van de gekarteerde zone voor. Wel dient aangemerkt dat in de zone waar op de kaart een dikte van 0 tot 2 m is aangegeven het zandkomplex plaatselijk kan ontbreken.

Op de rechteroever is de dikte van het kwartair zandkomplex begrepen tussen 0 en 4 m.

Op de linkeroever wisselt de dikte van 0 tot ca. 10 m.

6.3.4. Grondmechanische eigenschappen

87 monsters uit 44 boringen werden aan een laboratorium-onderzoek onderworpen en waren beschikbaar voor deze studie. De monsters werden ontnomen op de kaartbladen 15.3.1, 15.3.2, 15.3.3 en 15.3.4. De gegevens zijn in tabel 6 weergegeven.

Tabel 6 - Grondmechanische eigenschappen van het kwartair zandkomplex

*	d_{50}	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(28)	(65)	(62)	(64)	(57)	(24)	(20)
	μm	kN/m^3	kN/m^3	%	%	%	
Min.	60	15,00	10,98	16,2	35,4	12,9	0,7
Max.	210	22,64	19,42	47,2	57,7	49,3	20,7
Gem.	138	18,80	14,97	25,7	43,2	26,5	8,5

*	A	C	k
**	(3)	(7)	(7)
			m/s
Min.	277	48,0	$3,83 \times 10^{-10}$
Max.	536	111,8	$5,82 \times 10^{-6}$
Gem.	382	71,2	

- Korrelverdeling : fig. 7
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 8
- Humusgehalte : van 0,1 % tot 5,2 % (gem. 0,9 %, 22 monsters)
- Kalkgehalte : van 0,8 % tot 60,5 % (gem. 11,6 %, 17 monsters)

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

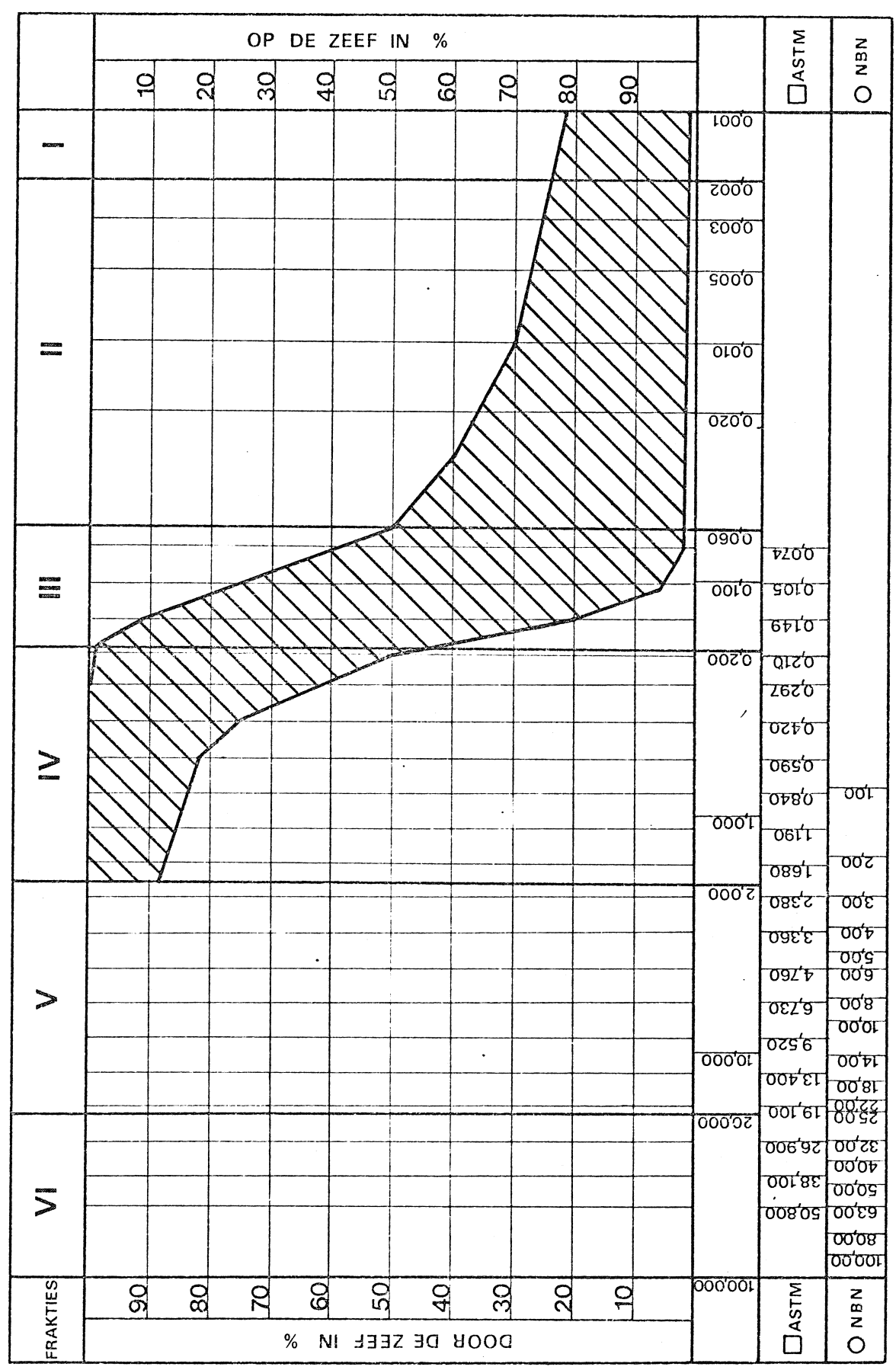


Fig.7 : Kwartair zandkomplex : korrelverdeling (21 monsters)

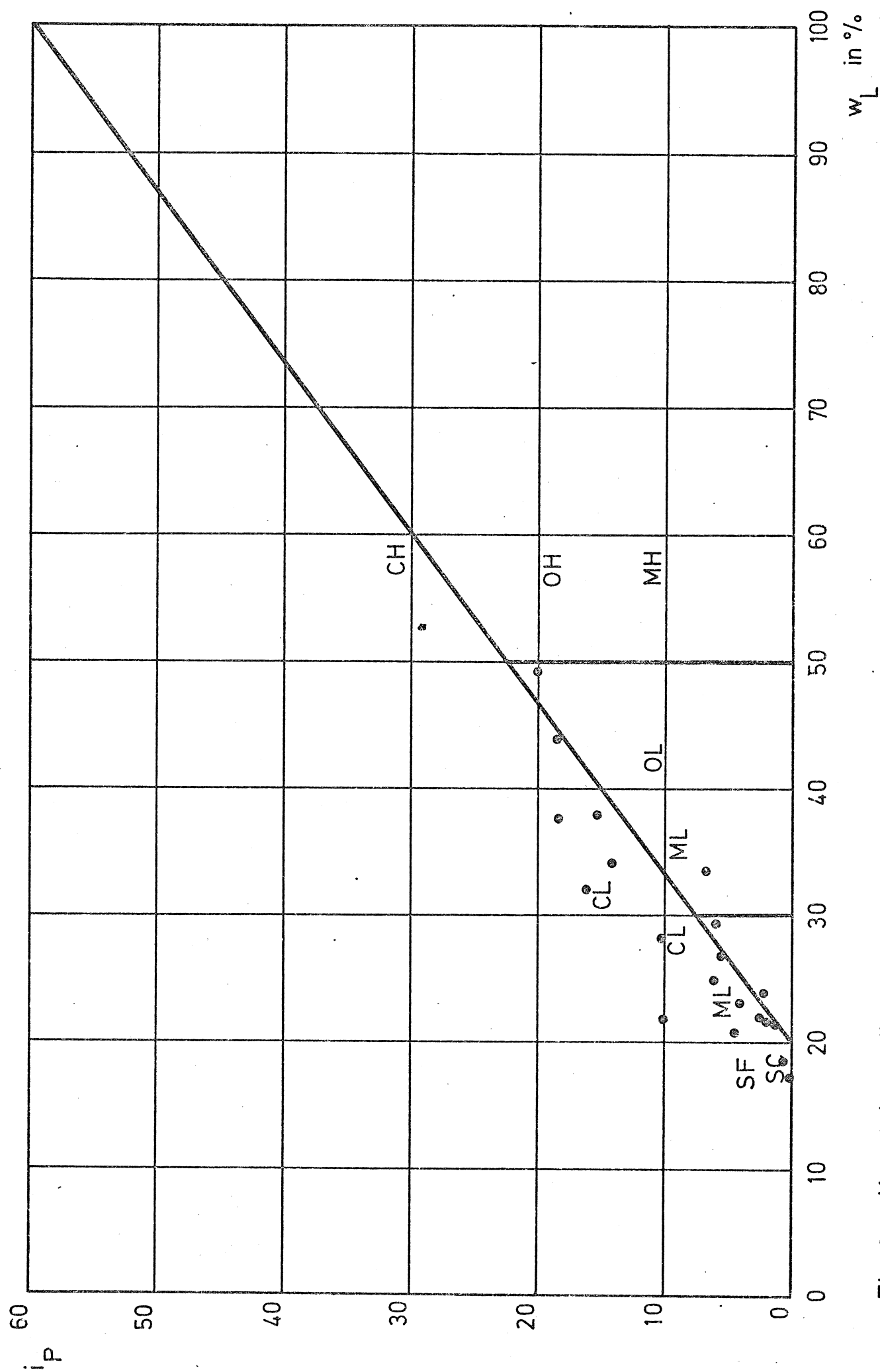


Fig. 8 : Kwartair zandcomplex : klassifikatie volgens A.Casagrande (21 monsters).

- 4 celproeven : c_{cel} : 0 kN/m²
 φ_{cel} : van 37° tot 41,3°
 c'_{cel} : van 0 kN/m² tot 2,94 kN/m²
 φ'_{cel} : van 34° tot 37,3°
- 1 Triaxiaalproef, gekonsolideerd, niet gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) :
 c' : 0 kN/m²
 φ' : 40,33°
- 2 Triaxiaalproeven, gekonsolideerd, gedraineerd (CD) :
 $c' = 0$ kN/m² en $\varphi' = 32^\circ$
 $c' = 11,77$ kN/m² en $\varphi' = 33,5^\circ$
- De konusweerstand in het kwartair zandkomplex kunnen sterk wisselen. Waar de dikte van het zandkomplex geringer is dan ca. 4 m bedragen de weerstanden meestal minder dan 10 MN/m². Waar het kwartair zandkomplex dik is, op de linkeroever, treft men veelal een opeenvolging aan van meer weerstandbiedende ($q_c > 10$ MN/m²) en minder weerstandbiedende zones ($q_c < 5$ MN/m²) aan.

6.4. Scaldisiaan b zandkomplex (Plaat V)

6.4.1. Oorsprong

Het Scaldisiaan b zandkomplex werd vermoedelijk afgezet in een mariene ondiepe kustnabije omgeving. Het dateert van het Plioceen.

6.4.2. Litologie

Litologisch zijn in het kaartgebied twee eenheden te onderscheiden :

Een bovenste eenheid * bestaat uit grijs tot groen, soms bruinachtig, fijn zand dat kleihoudend kan zijn. Vermoedelijk is deze eenheid plaatselijk verkit. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μ m van monsters uit deze laag ontnomen langsheen de E3- en de A12-autosnelwegen (kaartbladen 15.3.4, 15.4.3, 15.4.1 en 15.3.2) bedraagt gemiddeld 11 % (van 1 % tot 23 %, 24 monsters). Kleilaagjes kunnen in deze eenheid voorkomen. In het kaartgebied 15.3.4 blijken deze eerder zeldzaam te zijn. Het glauconietgehalte varieert tussen 5 en 10 %. Schelpen en schelpgruis komen verspreid of geconcentreerd in laagjes voor. De overgang naar de onderste eenheid geschiedt geleidelijk.

* Zanden van Merksem (zie tabel 2)

Een onderste eenheid * bestaat uit grijs tot groen, soms bruinachtig, kleihoudend fijn zand dat plaatselijk kan overgaan tot zandhoudende klei. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μm van monsters uit deze laag ontnomen op de kaartbladen 15.3.1, 15.3.2, 15.3.3 en 15.3.4 bedraagt gemiddeld 17 % (van 4 % tot 34 %, 33 monsters). In deze eenheid kunnen kleilaagjes (enkele centimeters dikte) voorkomen. Het glauconietgehalte varieert tussen 5 en 10 %. Kleine schelpen en fijn schelpengruis komen verspreid of in laagjes voor.

In boorprofielen is het onderscheid tussen de bovenste en de onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex zelden duidelijk. Aan de hand van diepsonderingsdiagrammen is dit onderscheid meestal wel te maken.

6.4.3. Uitbreiding

De twee eenheden werden samen gekarteerd (plaat V).

De bovenste eenheid komt in het gekarteerde gebied voor op een deel van de rechteroever. Plaatselijk ontbreekt deze eenheid. De maximale waargenomen dikte ervan op de kaart 15.3.4 is ca. 5 m.

De onderste eenheid komt in het gekarteerde gebied voor op een groot deel van de rechteroever. Plaatselijk kan deze eenheid ontbreken. De dikte ervan ligt tussen 0 en 4 m.

De dikte van de twee eenheden samen varieert op de kaart 15.3.4 van 0 tot ca. 7 m.

6.4.4. Grondmechanische eigenschappen

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

42 monsters uit de bovenste eenheid, afkomstig van 30 boringen, werden verwerkt (tabel 7). De meeste monsters zijn ontnomen langsheen de traces van de E5- en de A12-autowegen (kaartbladen 15.3.4, 15.4.3, 15.4.1 en 15.3.2).

* Zanden van Kruisschans (zie tabel 2)

Tabel 7 - Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex

*	γ	γ_d	w	n	A	C
**	(42)	(42)	(43)	(42)	(4)	(7)
	kN/m ³	kN/m ²	%	%		
Min.	16,77	13,49	14,4	33,0	273	30,1
Max.	20,59	17,46	33,0	48,1	815	93,0
Gem.	19,14	15,56	23,2	40,1	582	59,6

- Korrelverdeling : Fraktie I + II : van 1,3 % tot 22,5 %
(gem. 11,1 %, 24 monsters)
- Fraktie III : van 38,0 % tot 85 % (gem. 63 %, 24 monsters)
- Fraktie IV : van 7,0 % tot 57,5 % (gem. 24,3 %, 24 monsters)
- Fraktie >IV : van 0,1 % tot 2,1 % (gem. 0,7 %, 13 monsters)
- Humusgehalte : van 0,2 % tot 0,9 % (gem. 0,8 %, 6 monsters)
- Kalkgehalte : van 0,9 % tot 55,1 % (gem. 18,4 %, 6 monsters)
- 1 celproef : c_{cel} : 0 kN/m²
 φ_{cel} : 37°
 c'_{cel} : 0 kN/m²
 φ'_{cel} : 34,5°
- 1 triaxiaalproef, gekonsolideerd, niet gedraineerd, met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) :
 c' : 24,5 kN/m²
 φ' : 34°
- De konusweerstand in de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex variëren in het kaartgebied van ca. 7 MN/m² tot meer dan 10 MN/m².

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

6.4.4.2. Grondmechanische eigenschappen van de onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex

57 analyses op monsters uit de onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex, afkomstig uit 35 boringen, werden verwerkt (tabel 8). De monsters werden ontnomen op de kaartbladen 15.3.1, 15.3.2, 15.3.3 en 15.3.4.

Tabel 8 - Grondmechanische eigenschappen van het Scaldisiaan b zandkomplex

*	d_{50}	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p	k_v
**	(30)	(38)	(37)	(38)	(37)	(18)	(17)	(2)
	μm	kN/m^3	kN/m^3	%	%	%		m/s
Min.	92	17,73	13,83	19,60	37,0	19,8	0,6	$4,6 \times 10^{-6}$
Max.	277	19,81	16,83	28,90	46,9	40,6	21,7	$7,9 \times 10^{-6}$
Gem.	152	18,83	15,22	23,78	41,5	26,6	7,8	

- Korrelverdeling : fig. 9
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 10
- Humusgehalte : van 0,1 % tot 1,4 % (gem. 0,8 %, 14 monsters)
- Kalkgehalte : van 1,4 % tot 40,6 % (gem. 28,9 %, 14 monsters)
- 2 celproeven : c_{cel} : 0 kN/m^2
 φ_{cel} : 37° en 41°
 c'_{cel} : 0 kN/m^2 en 6,87 kN/m^2
 φ'_{cel} : 29° en 34,5°
- 5 triaxiaalproeven, gekonsolideerd niet gedraineerd, met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU)
 c' : van 0 kN/m^2 tot 2 kN/m^2
 φ' : van 32° tot 37°
- 6 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, gedraineerd (CD)
 c' : van 3 kN/m^2 tot 30 kN/m^2
 φ' : van 30° tot 48°

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

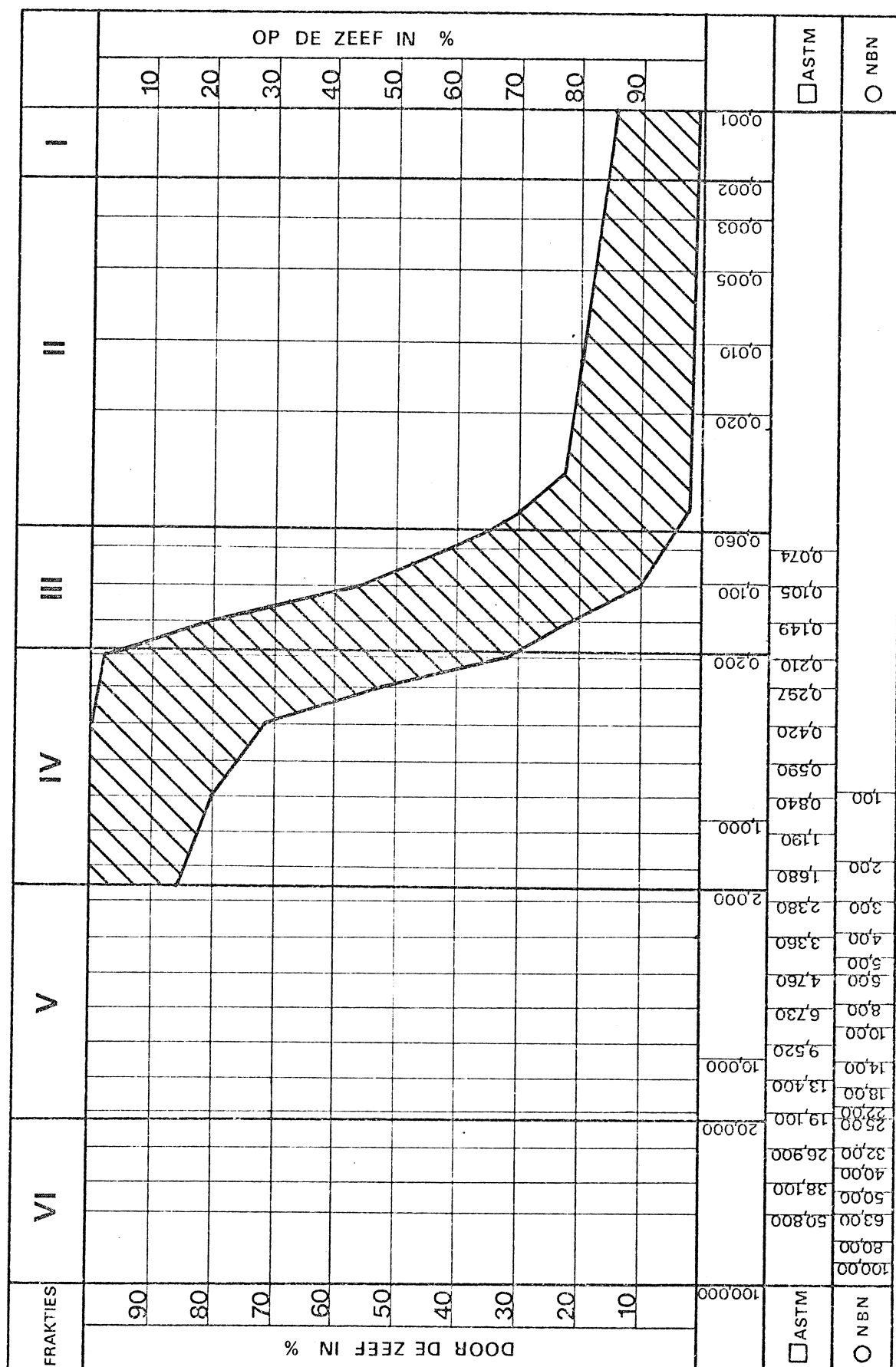


Fig. 9 : Scaldisiaan b zandcomplex : (onderste eenheid) korrelverdeling (32 monsters)

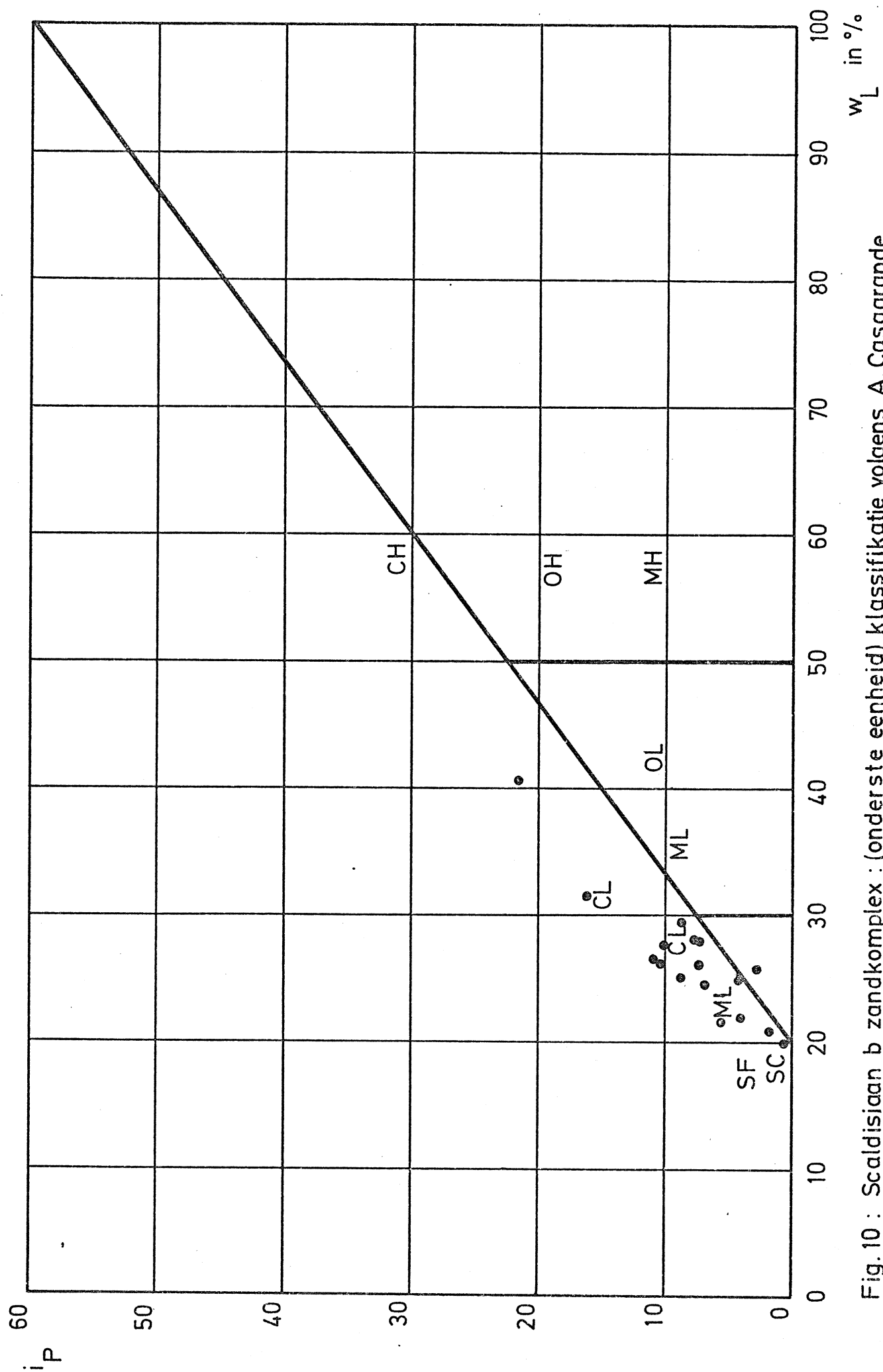


Fig. 10 : Scaldisiaan b zandkomplex : (onderste eenheid) klassifikatie volgens A. Casagrande (17 monsters)

- De konusweerstand in het Scaldisiaan b zandkomplex in het gekarteerde gebied liggen tussen 4 en 10 MN/m². In eenzelfde sondering is de konusweerstand in de onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex lager dan in de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex. De overgang tussen beiden verloopt wel soms geleidelijk.

6.5. Scaldisiaan a zandkomplex (Plaat VI)

6.5.1. Oorsprong

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

6.5.2. Litologie

Litologisch zijn drie eenheden te onderscheiden :

Een bovenste eenheid^{*} bestaat uit kleihoudend fijn zand met schelpen, verspreid of in lagen, naar ondertoe overgaand in een grote hoeveelheid hoofdzakelijk gebroken schelpen vermengd met donkergrijsgroen tot grijsbruin weinig glauconiethoudend (tussen 5 en 10 % glauconiet) kleihoudend fijn zand en kleibrokken. Er kunnen tevens grintelementen en beenderresten in voorkomen. Deze laag wordt "schelpenbank" genoemd.

Een middenste eenheid^{**} bezit een wisselende litologische opbouw. Ze bestaat meestal uit bleek fijn zand tot zand, weinig glauconiethoudend en rijk aan schelpen en schelpgruis. Plaatselijk komen aan de basis grintelementen en resten van beenderen voor.

Een onderste eenheid^{***} is opgebouwd uit donkergrijs tot groengrijs meestal goed gesorteerd fijn zand dat plaatselijk weinig kleihoudend of kleihoudend is. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μ m is ter hoogte van een geplande stormvloedkering te Antwerpen (Oosterweel) in deze eenheid gemiddeld 12,8 % (van 0,7 % tot 18,5 %, 12 monsters). Dit gewichtspercentage zoals afgeleid uit alle granulometrische analyses op monsters afkomstig van geheel het kaartblad 15.3 bedraagt daarentegen gemiddeld 7,6 % (van 1,0 % tot 20,3 %, 78 monsters). Het glauconietgehalte ligt tussen 15 % en 35 % (gemiddeld ca. 15 %). Door oxidatie van het glauconiet kan, vooral in de zones waar de top van de eenheid nabij het oppervlak ligt, het zand een bruinachtige kleur hebben. 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 geroldesilex en kwarts, septariafragmenten, fosfaat-

* Zanden van Oorderen (zie tabel 2)

** Zanden van Luchtbal (zie tabel 2)

*** Zanden van Kattendijk (zie tabel 2)

houdende nodulen en beenderfragmenten. Fijne grintelementen (silex en kwarts) kunnen verspreid in het zand voorkomen tot ca. 3 m boven de basis van de eenheid. Ter illustratie van de litologie en het voorkomen van het Scaldisiaan a zandkomplex werd fig. 11 gegeven.

6.5.3. Uitbreiding

De drie eenheden werden samen gekarteerd (plaat VI). In de beschikbare sondeerdiagrammen is immers nagenoeg geen onderscheid tussen deze eenheden te merken.

De bovenste eenheid komt in het gekarteerde gebied voor op een groot deel van de rechteroever. De maximale uitbreiding van deze eenheid op de rechteroever is aangegeven op de plaat VI. De maximale dikte ervan overschrijdt zelden 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 uitbreiding ervan werd dan ook niet aangegeven op de plaat VI. De maximale dikte beschreven in het havengebied is ca. 2 m. Ter hoogte van het vijfde havendok is de dikte ca. 0,5 m.

De onderste eenheid komt voor op de rechteroever en op een deel van de linkeroever. De dikte ervan wordt bepaald door de diepte van de kwartaire erosie of door de top van de Boomse klei. De maximale dikte van de onderste eenheid in het gekarteerde gebied bedraagt ca. 14 m.

De dikte van de drie eenheden samen varieert op de kaart 15.3.4 van 0 tot ca. 16 m.

6.5.4. Grondmechanische eigenschappen

6.5.4.1. Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Scaldisiaan a zandkomplex

Van de bovenste eenheid is slechts één korrelverdeling (fig. 12) en één waarde van de doorlatendheidscoëfficiënt ($k = 2,41 \times 10^{-5}$ m/s) beschikbaar. Het monster is afkomstig uit de schelpenbank en is dus niet representatief voor gans de bovenste eenheid. De konusweerstand is meestal begrepen tussen 10 MN/m² en 30 MN/m².

6.5.4.2. Grondmechanische eigenschappen van de middenste eenheid van het Scaldisiaan a zandkomplex

Resultaten van laboratoriumonderzoek op monsters uit deze middenste eenheid zijn niet beschikbaar. De konusweerstand bedraagt meer dan 10 MN/m².

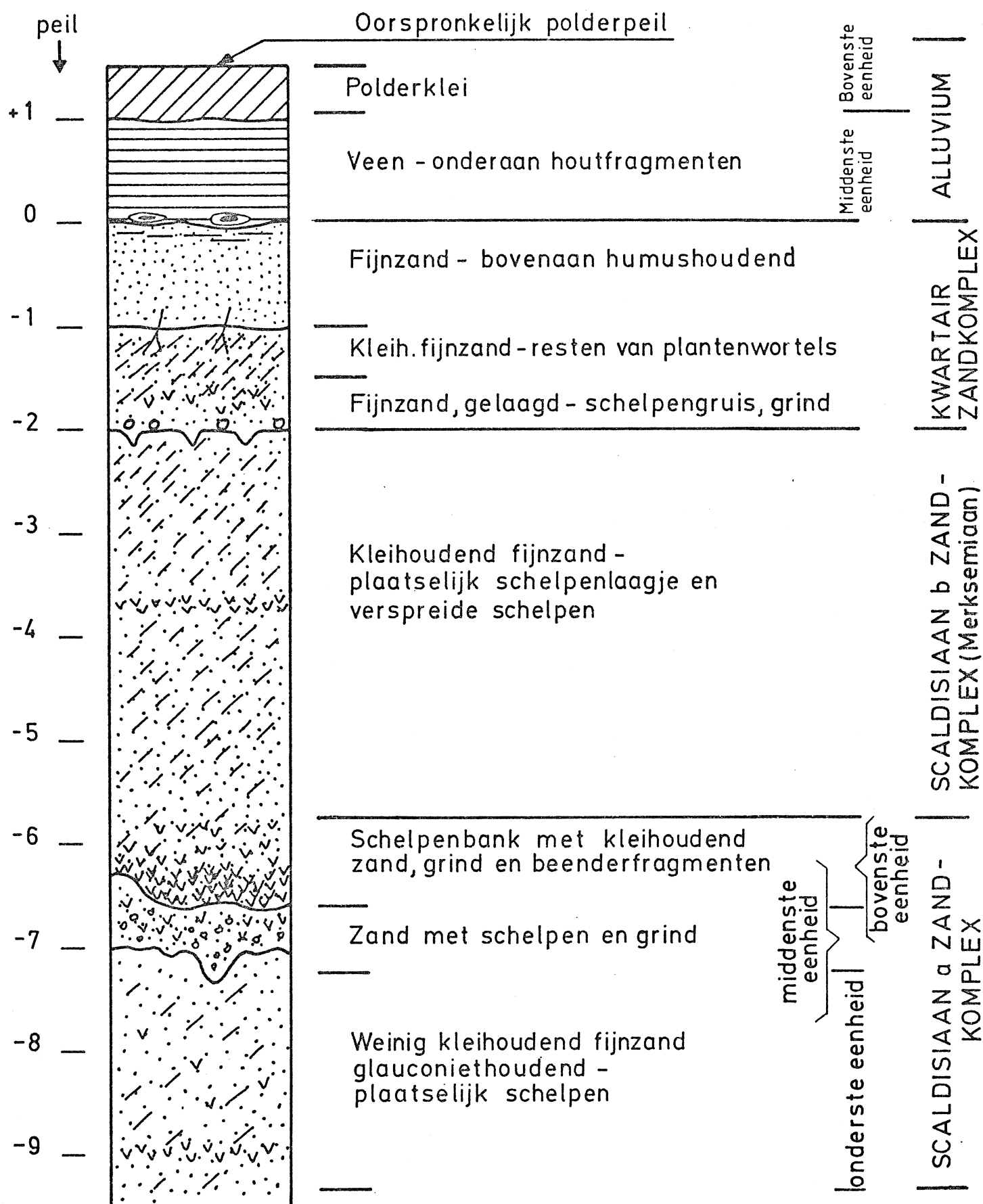


Fig. 11 : Ontsluiting waargenomen tijdens de bouw van het vijfde havendok (kaartbladen 15.3.3 en 15.3.4)
(naar J. DE HEINZELIN, 1962)

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

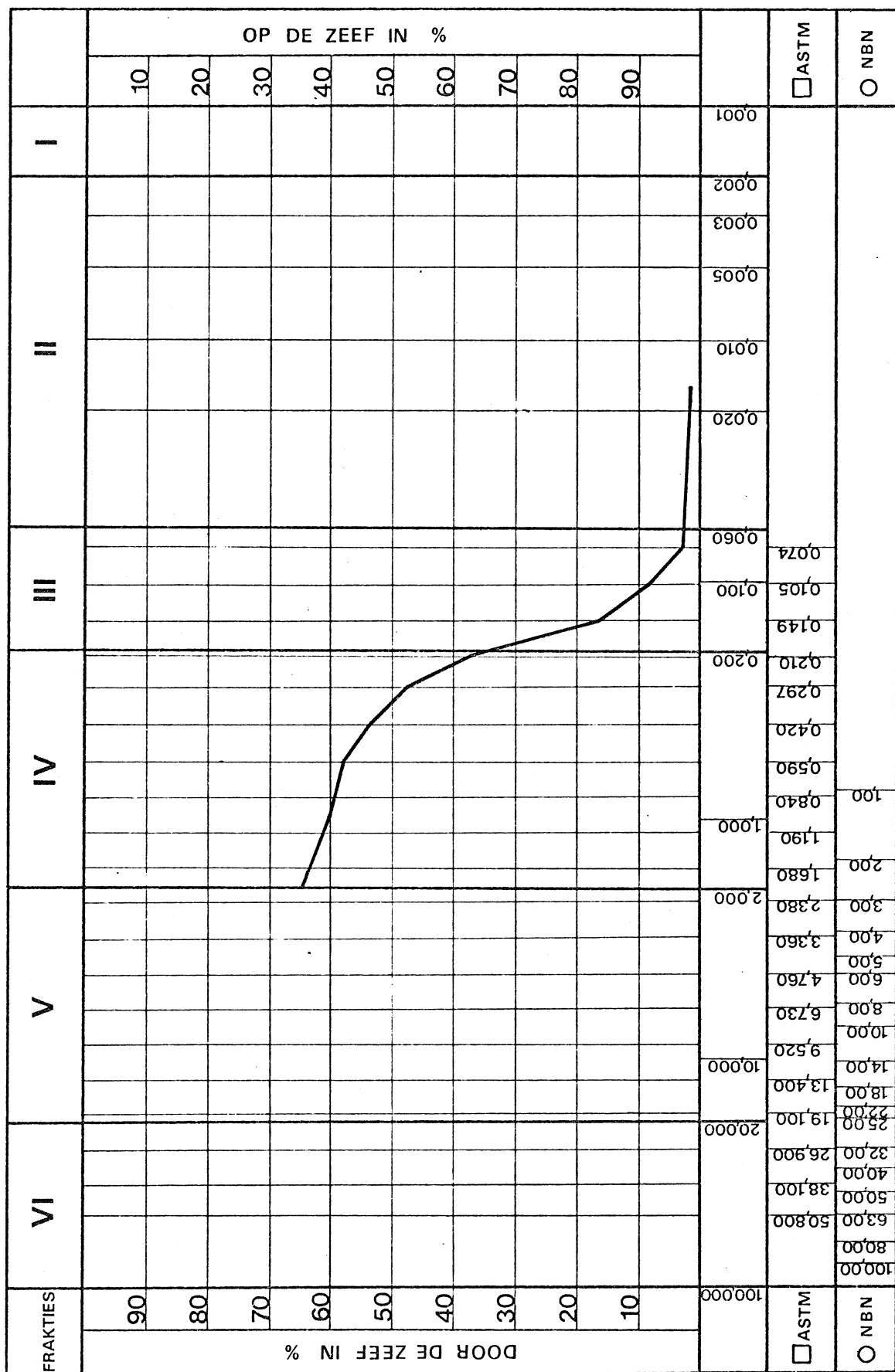


Fig.12: Scaldisiaan a zandcomplex (bovenste eenheid "schelpenbank"): korrelverdeling (1 monster)

6.5.4.3. Grondmechanische eigenschappen van de onderste eenheid van het Scaldisiaan a zandkomplex

159 monsters uit de onderste eenheid, afkomstig van 44 boringen, werden onderzocht. Alle monsters zijn ontnomen op de kaart 15.3 (tabel 9).

Tabel 9 - Grondmechanische eigenschappen van de onderste eenheid van het Scaldisiaan a zandkomplex

*	d_{50}	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(64)	(112)	(116)	(116)	(108)	(30)	(30)
	μm	kN/m^3	kN/m^3	%	%	%	
Min.	120	15,78	13,83	10,8	31,1	17,4	0,0
Max.	170	20,89	17,95	29,4	46,8	29,5	12,3
Gem.	136	19,23	15,65	22,9	40,0	21,5	2,3

*	A	C	k_h	k_v
**	(2)	(8)	(2)	(10)
			m/s	m/s
Min.	500	32	$9,8 \times 10^{-8}$	$8,8 \times 10^{-8}$
Max.	550	77,5	$2,6 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{-4}$
Gem.		56,7		

- Korrelverdeling : fig. 13
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 14
- Humusgehalte : van 0,0 % tot 1,5 % (gem. 0,4 %, 17 monsters)
- Kalkgehalte : van 2,0 % tot 34,0 % (gem. 14,9 %, 17 monsters)
- 3 celproeven : c_{cel} : van 0 kN/m^2 tot 1 kN/m^2
 φ_{cel} : van 35° tot 39°
 c'_{cel} : van 0 kN/m^2 tot 1 kN/m^2
 φ'_{cel} : van 35° tot 39°

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

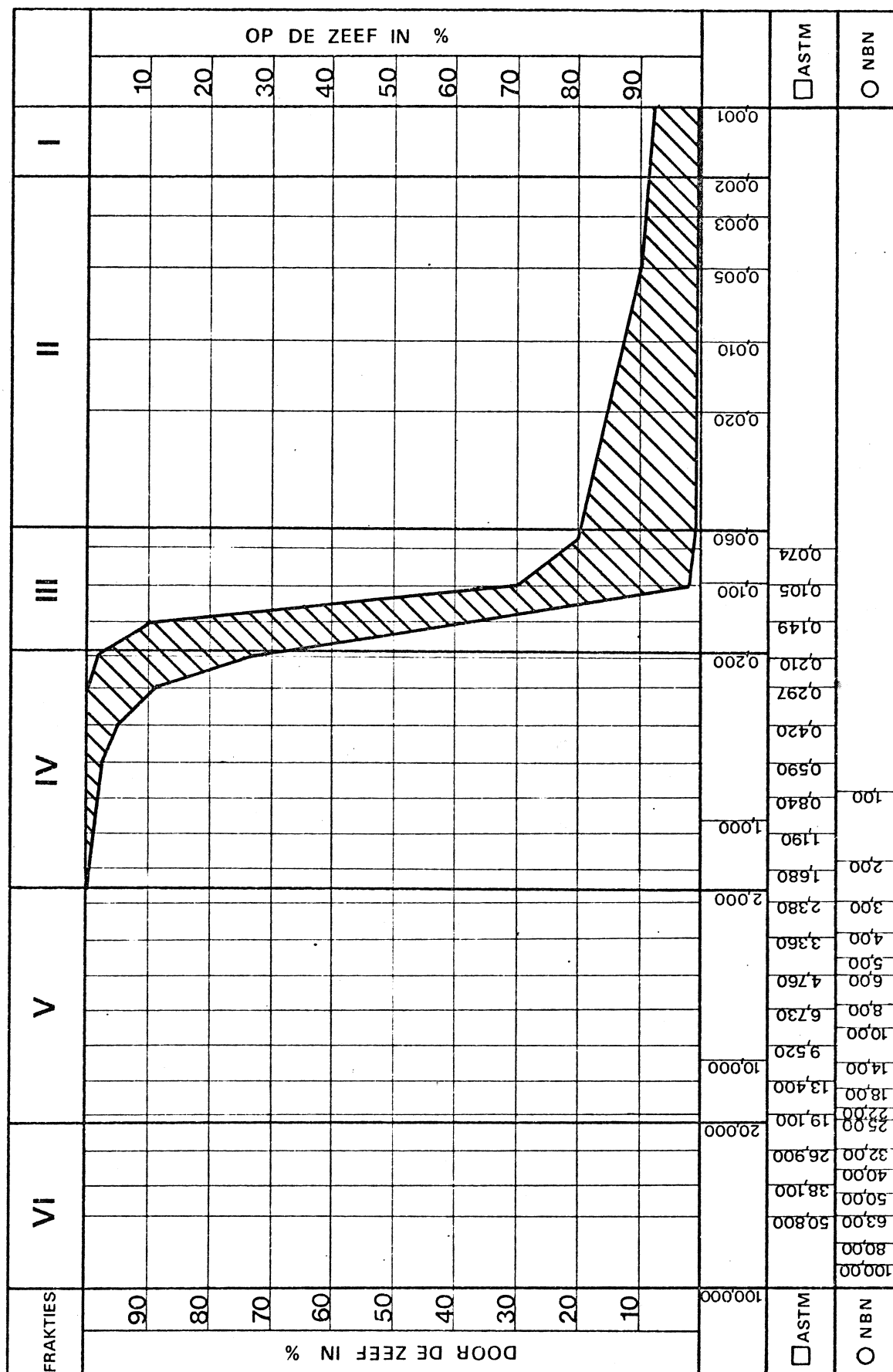


Fig.13 : Scaldisiaan a zandcomplex (onderste eenheid) : korrelverdeling (64 monsters)

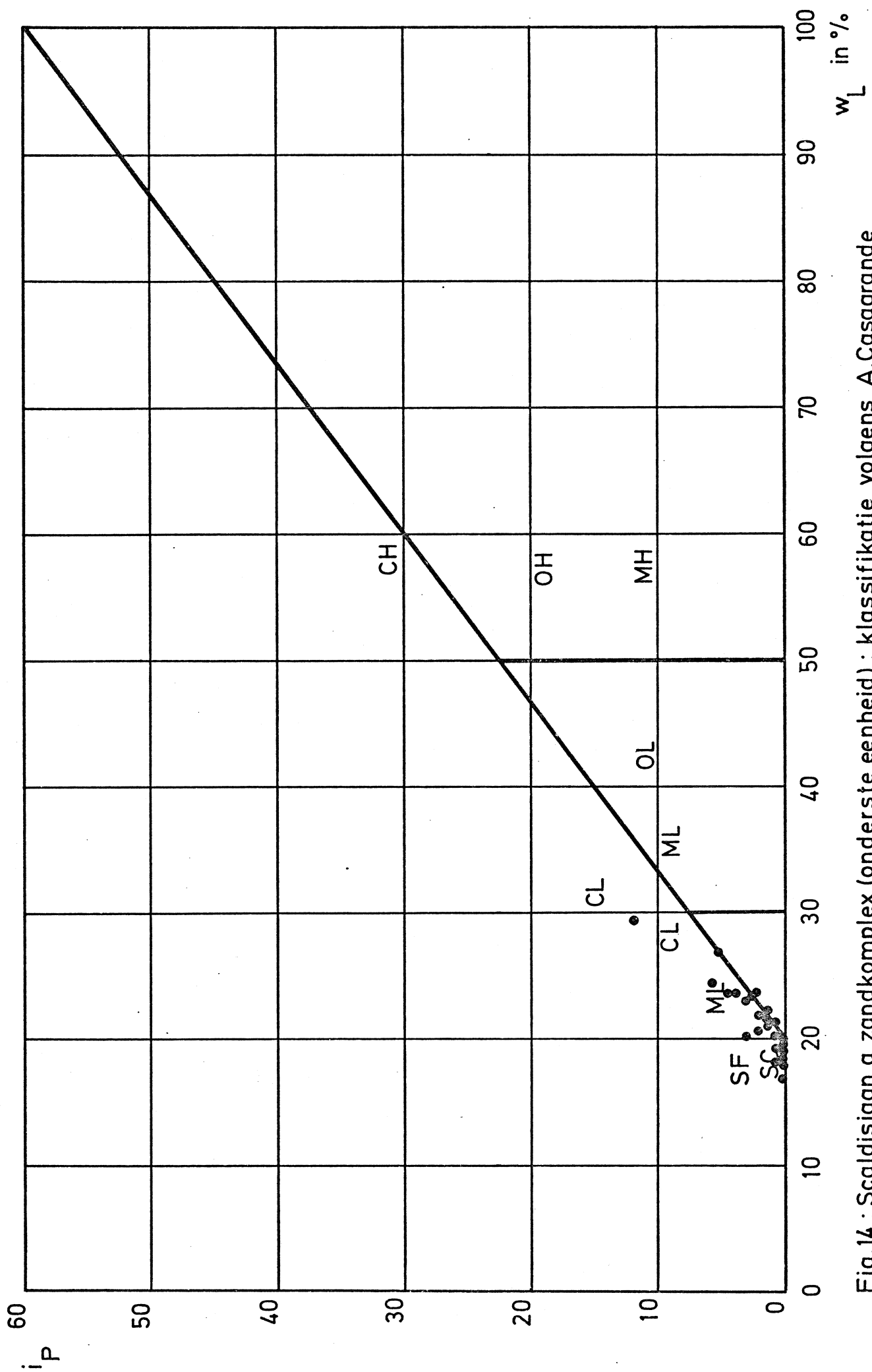


Fig.14 : Scaldisiaan a zandkomplex (onderste eenheid) : klassifikatie volgens A.Casagrande (30 monsters)

- 10 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) :

c' : van 0 kN/m² tot 76,5 kN/m²

φ' : van 38° tot 45,7°

- 12 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, gedraineerd (CD) :

c' : van 2 kN/m² tot 21,6 kN/m²

φ' : van 31° tot 44,5°

Ten behoeve van de voorstudie van een stormvloedkering in de Schelde te Antwerpen (Oosterweel) werden in de boven de Boomse klei gelegen zanden drie pompproeven uitgevoerd (Linkeroever, Rechteroever en ter hoogte van het Noordkasteel). Ook bij Mercantile Marine Engineering & Graving Docks Co werd een pomp-proef in deze lagen verricht. De resultaten zijn opgenomen in het hoofdstuk Hydrogeologische gegevens.

De konusweestanden in het Scaldisiaan a zandkomplex bedragen in het kaartgebied meer dan 10 MN/m². Plaatselijk is de konusweerstand hoger dan 30 MN/m².

6.6. Antwerpiaan zandkomplex (Plaat VII)

6.6.1. Oorsprong

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

6.6.2. Litologie

Over de litologie van het Antwerpiaan zandkomplex in het kaartgebied 15.3.4 zijn weinig gegevens beschikbaar. Onderstaande gegevens zijn dan ook afkomstig van de kaartbladen 15.3.6, 15.3.8 en 15.4.5. Het Antwerpiaan zandkomplex kan er onderverdeeld worden in twee eenheden.

Een bovenste eenheid^{*} is opgebouwd uit een donkergroen, goed gesorteerd fijn zand dat plaatselijk kleihoudend is of dunne kleilensjes bevat. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μm bedraagt gemiddeld 8 % (van 2 % tot 32 %, 110 monsters). Het glauconietgehalte varieert tussen 40 % en 70 %. Het zand is plaatselijk rijk aan grote schelpjes die in lagen kunnen voorkomen. Broze kleine zandsteenkonkreties worden zeer lokaal waargenomen.

De onderste eenheid^{**} bestaat uit donkergroen minder goed gesorteerd zand dat tevens fijner en meer kleihoudend is. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μm bedraagt gemiddeld 20 % (van 10 % tot 31 %, 45 monsters). Het wordt fijner en meer kleihoudend naar onder toe. Juist boven de Boomse klei kan het 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 mm bedraagt.

6.6.3. Uitbreiding

De twee eenheden werden samen gekarteerd (plaat VII). Het Antwerpiaan zandkomplex komt voor onder een deel van de linker-oever en onder een deel van de rechteroever.

* Zanden van Antwerpen en Zanden van Kiel (zie tabel 2)

** Zanden van Edegem (zie tabel 2)

De dikte van de onderste eenheid bedraagt ter plaatse van de bladen 15.3.6 en 15.3.8 ca. 6 tot 10 m. Of dit in het beschouwde gebied eveneens het geval is, is door een gebrek aan een voldoende aantal boringen niet met zekerheid vast te stellen.

De dikte van de twee eenheden samen loopt op van 0 tot ca. 27 m.

6.6.4. Grondmechanische eigenschappen

6.6.4.1. Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex

111 monsters uit de bovenste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex, afkomstig uit 25 boringen (vooral Pre-metro), werden in het laboratorium onderzocht. De monsters zijn ontnomen op de kaarten 15.3.6, 15.3.8 en 15.4.5. De resultaten zijn opgenomen in tabel 10.

Tabel 10- Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex

*	d_{50}	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(110)	(70)	(70)	(70)	(70)	(64)	(62)
	μm	kN/m^3	kN/m^3	%	%	%	
Min.	130	15,60	13,62	13,3	25,3	16,4	0,1
Max.	210	19,65	17,10	33,3	49,1	28,4	8,8
Gem.	178	18,80	14,94	25,5	42,3	24,2	2,1

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

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

- Korrelverdeling : fig. 15
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 16
- 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 kN/m² tot 5 kN/m²
 φ_{cel} : van 32,5° tot 36,5°
 c'_{cel} : van 0 kN/m² tot 5 kN/m²
 φ'_{cel} : van 32,5° tot 36,5°
- 16 Triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd, met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) :
 c' : van 0 kN/m² tot 20 kN/m²
 φ' : van 29,5° tot 35°

6.6.4.2. Grondmechanische eigenschappen van de onderste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex

46 monsters uit de onderste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex, afkomstig van 10 boringen (vooral Pre-metro), werden in het laboratorium onderzocht. De monsters zijn ontnomen op de kaarten 15.3.6, 15.3.8 en 15.4.5. De resultaten zijn opgenomen in tabel 11.

Tabel 11 - Grondmechanische eigenschappen van de onderste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex

*	d_{50}	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(46)	(25)	(25)	(25)	(25)	(44)	(44)
	μm	kN/m ³	kN/m ³	%	%	%	
Min.	92	18,20	14,26	20,1	36,1	21,0	0,0
Max.	170	19,94	16,60	32,8	45,1	38,0	18,6
Gem.	127	19,20	15,43	24,3	40,6	25,0	4,8

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

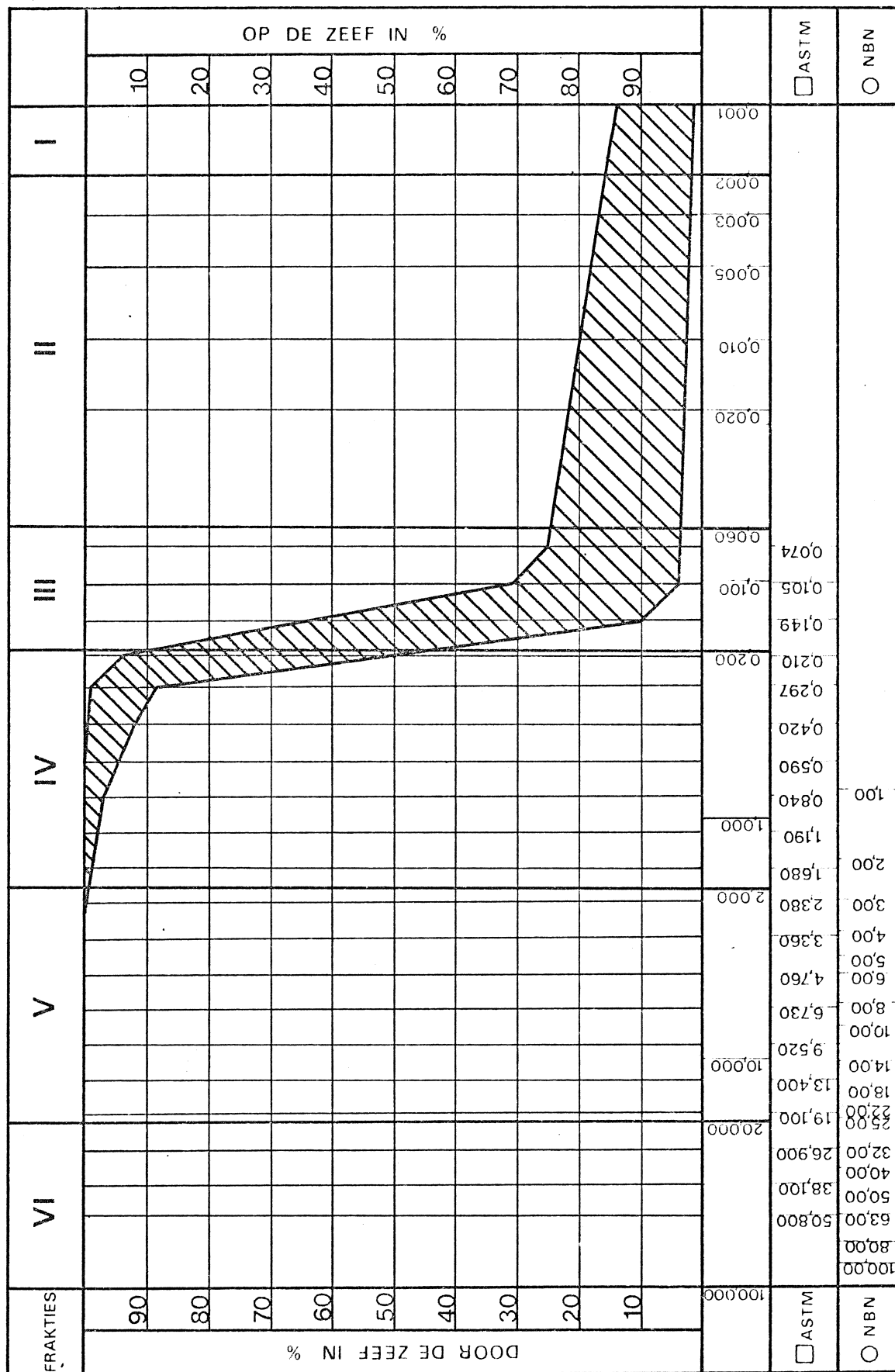


Fig.15 Antwerpiaan zandcomplex (bovenste eenheid) : korrelverdeling (111 monsters)

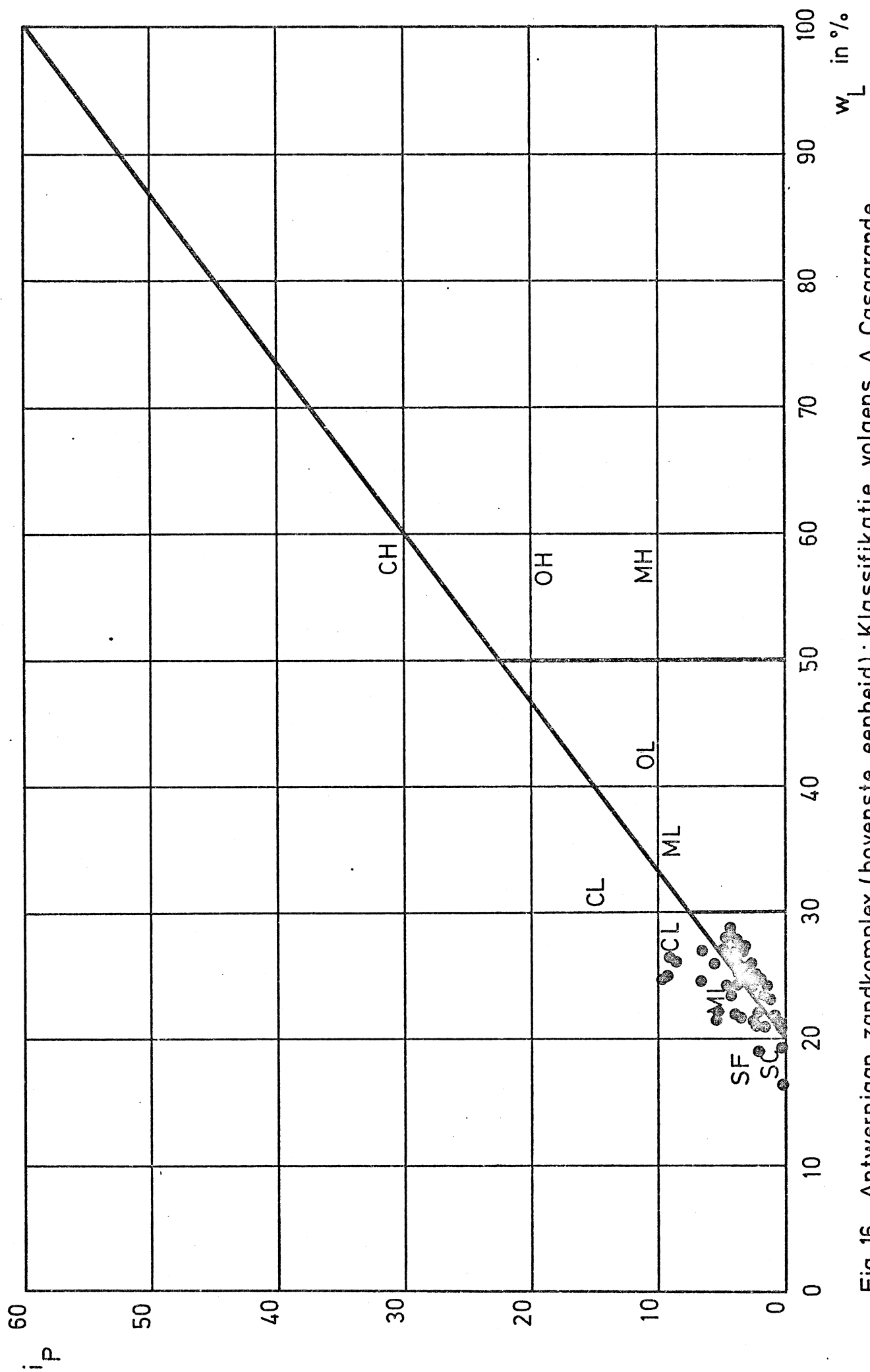


Fig.16 Antwerpiaan zandcomplex (bovenste eenheid): Klassifikatie volgens A.Casagrande (62 monsters)

Tabel 11 - vervolg

*	A	C	k
	(21)	(21)	(35)
			m/s
Min.	231	36	$1,2 \times 10^{-8}$
Max.	495	63	$3,1 \times 10^{-6}$
Gem.	331	53	

- Korrelverdeling : fig. 17
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 18
- 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 kN/m² tot 20 kN/m²
 φ_{cel} : van 30,5° tot 39,5°
 c'_{cel} : van 0 kN/m² tot 40 kN/m²
 φ'_{cel} : van 21,5° tot 38°
- 6 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) :
 c' : van 0 kN/m² tot 50 kN/m²
 φ' : van 29,5° tot 33,5°

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

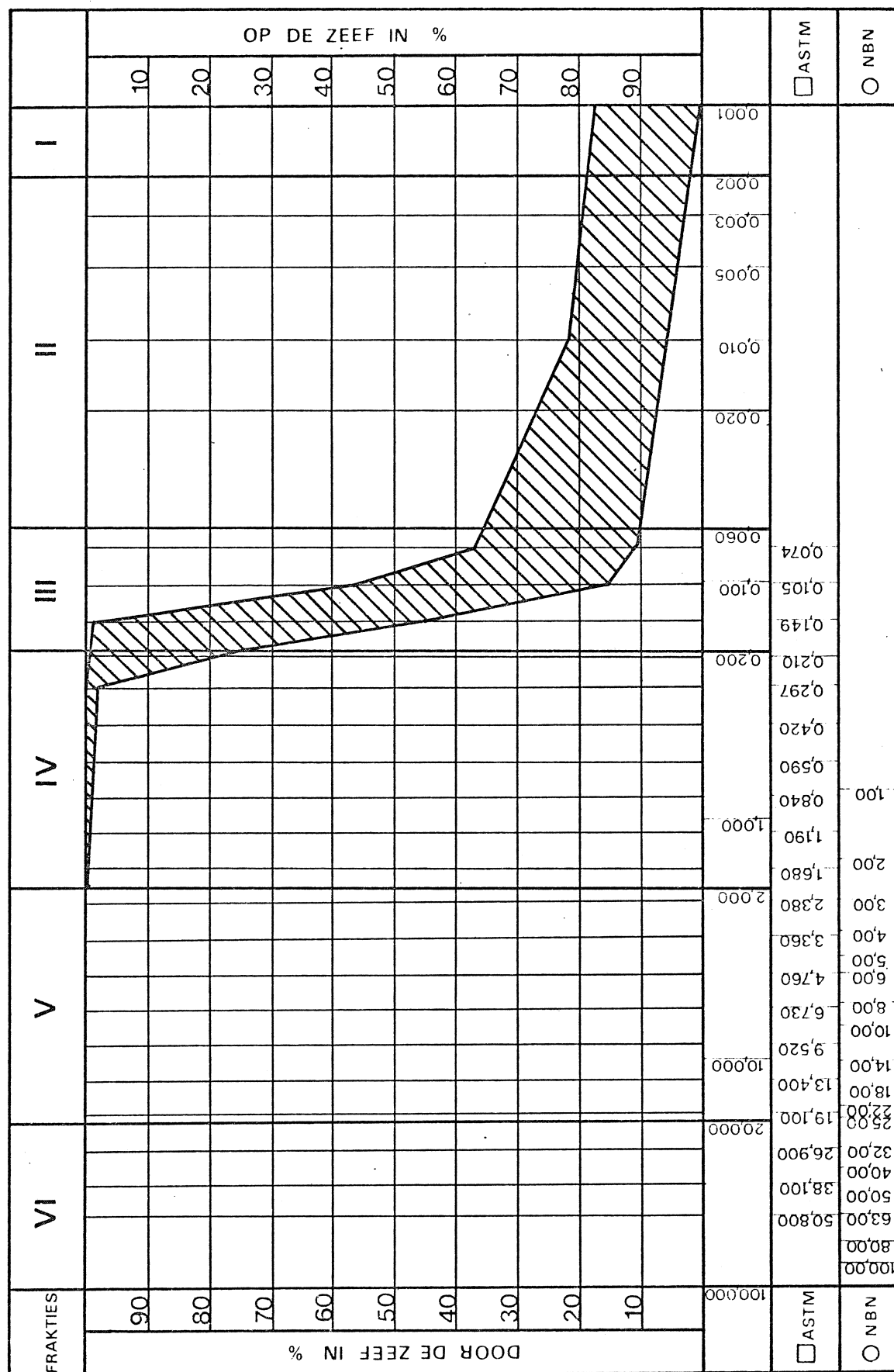


Fig.17 Antwerpiaan zandcomplex (onderste eenheid) : korrelverdeling (46 monsters)

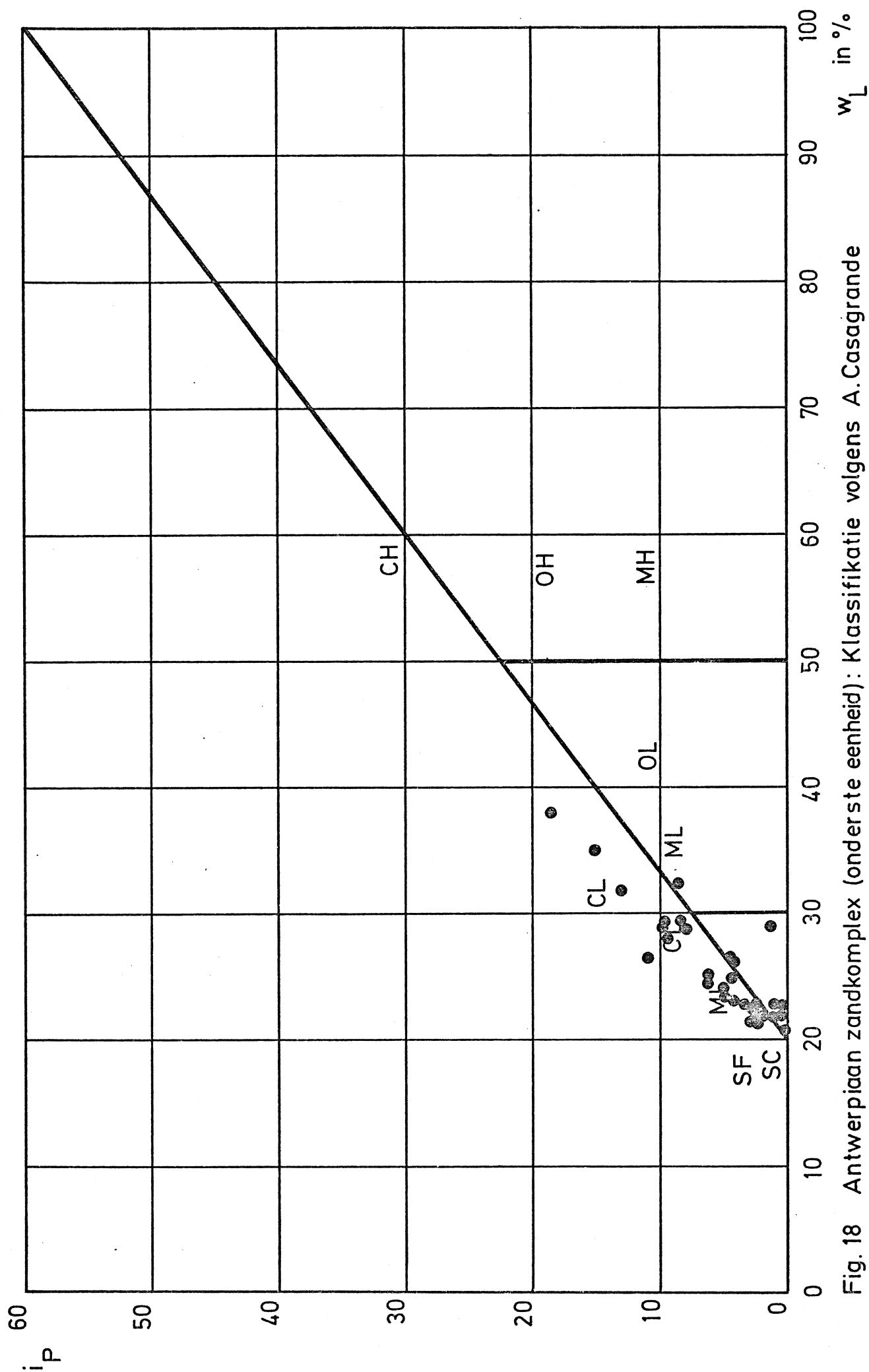


Fig. 18 Antwerpiaan zandcomplex (onderste eenheid): Klassifikatie volgens A.Casagrande (44 monsters)

6.6.4.3. Algemene bemerkingen bij de grondmechanische eigenschappen van het Antwerpiaan zandcomplex

- Uit de hierboven medegedeelde resultaten kan worden afgeleid dat de bovenste en onderste eenheid van het Antwerpiaan zandcomplex ongeveer dezelfde schuifweerstandskarakteristieken vertonen. De onderste eenheid vertoont evenwel een duidelijk hoger gehalte aan deeltjes kleiner dan $63 \mu\text{m}$.
- Daar de zanden van het Antwerpiaan zandcomplex sterk glauconiethoudend zijn, komt het voor dat het gedeelte van de zeefkromme dat slaat op de deeltjes met afmetingen groter dan $63 \mu\text{m}$, bepaald met droge zevingen, niet aansluit met het gedeelte van de zeefkromme slaande op de deeltjes met afmetingen kleiner dan of gelijk aan $63 \mu\text{m}$, bepaald met de bezinkingsproef (areometerproef). Door de voorbehandeling, die het proefmonster ondergaat vóór het uitvoeren van de bezinkingsproef, kunnen de glauconietkorrels breken en uiteenvallen zodat het percentage aan deeltjes met kleine afmetingen toeneemt. Door mechanische bewerking van de glauconiethoudende zanden kunnen de glauconietkorrels alnaargelang de graad van bewerking min of meer worden gebroken en uiteenvallen. Daar het gehalte aan deeltjes met kleine afmetingen aldus sterk kan toenemen kunnen glauconiethoudende zanden, afkomstig van het Antwerpiaan zandcomplex na mechanische bewerking grondmechanische eigenschappen vertonen, die voor een zelfde pakkingsdichtheid afwijken van deze van het complex.
- De waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van het Antwerpiaan zandcomplex, afgeleid uit de pompproef die werd uitgevoerd op de hoek van de Frankrijklei en de Teniersplaats (kaartblad 15.3.6) ten behoeve van de bouw van de Pre-Metro, variëren tussen $4,2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ en $8,7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.
- De waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van het Antwerpiaan zandcomplex, afgeleid uit de pompproeven, die werden uitgevoerd ten behoeve van de bemalingsstudie voor de E3-Kleine Ring, liggen tussen $3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ en $7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

Globaal genomen zijn de uit de pompproeven verkregen waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt groter dan degene die uit de laboratoriumproeven worden afgeleid.

- De uit de resultaten der pompproeven afgeleide waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van het Antwerpiaan zandkomplex zijn gemiddelde waarden voor het geheel van dit complex. Uit moeilijkheden, die werden ondervonden tijdens de uitvoering van de bronbemaling bij de aanleg van de Kleine Ring is duidelijk gebleken dat de doorlatendheid van de onderste eenheid veel geringer is dan de gemiddelde doorlatendheid van dit complex. Voor het uitvoeren van graafwerken tot in de onderste eenheid is het aanbrengen van een vacuumbemaling bijna steeds noodzakelijk. Gegevens betreffende de doorlatendheid in-situ van de onderste eenheid zijn niet bekend.
- De konusweerstand van het Antwerpiaan zandkomplex variëren in het kaartgebied meestal tussen 10 en 20 MN/m². In de schelp-lagen of in het grintlaagje aan de basis van het complex kan de konusweerstand 20 MN/m² overschrijden.

6.7. Rupeliaan kleikomplex (plaat VIII)

6.7.1. Oorsprong

Het Rupeliaan kleikomplex bestaat uit mariene klei, afgezet tijdens het Tertiair (Oligoceen-Rupeliaan). Volgens ir. GULINCK van de Belgische Geologische Dienst heeft ter plaatse van de E3-Scheldetunnel, de maximum dikte van de neogene zandafzettingen boven de gedeeltelijk geërodeerde Boomse klei, 40 m bedragen. 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 is voorbelast geweest. Verschillende criteria wijzen op een voorbelasting van ca. 0,8 MN/m² (J. SCHITTEKAT et al., 1983). Wanneer wordt aangenomen dat deze voorbelasting werd teweggebracht 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.

6.7.2. Litologie

Uit de resultaten van de diepe boringen, die uitgevoerd werden voor de aanleg van de E3-Scheldetunnel en voor de studie van een geplande stormvloedkering in de Zeeschelde te Antwerpen (Oosterweel) kan men vaststellen dat het kleikomplex in het Antwerpse opgebouwd is uit twee litologische types. Er bestaat een geleidelijke overgang tussen beide litologische types.

Het bovenste litologisch 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 litologisch 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 tesamen met de waarnemingen, uitgevoerd in een aantal kleigroeven, waar het onderste gedeelte van het Rupeliaan kleikomplex dagzoomt. De aldus verkregen gegevens werden op een overzichtelijke wijze samengebracht op de figuur 19.

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

Uit figuur 19 blijkt dat het Rupeliaan kleikomplex 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 E3-Scheldetunnel en de eenheid BK2 niet meer vanaf Hemiksem.

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

In het Rupeliaan kleikomplex komen lagen septaria voor. Deze septaria zijn broodvormige konkreties, die plaatselijk een diameter van 2 m en een dikte van 0,30 m bereiken. Deze konkreties zijn vooral opgebouwd uit calciëet, kaoliniet, illiet en kwarts. Het calcium-carboongehalte schommelt tussen 65 en 87 % (R. VAN TASSEL, 1966).

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

6.7.3. Uitbreiding

Het Rupeliaan kleikomplex komt in het gekarteerde gebied voor tussen de peilen -11 en -28. In het oostelijk gedeelte van het kaartgebied is de klei bedekt door het Antwerpiaan zandkomplex. In het westelijk deel is de klei bedekt door het Scaldiiaan a zandkomplex. Het Antwerpiaan zandkomplex komt er niet voor.

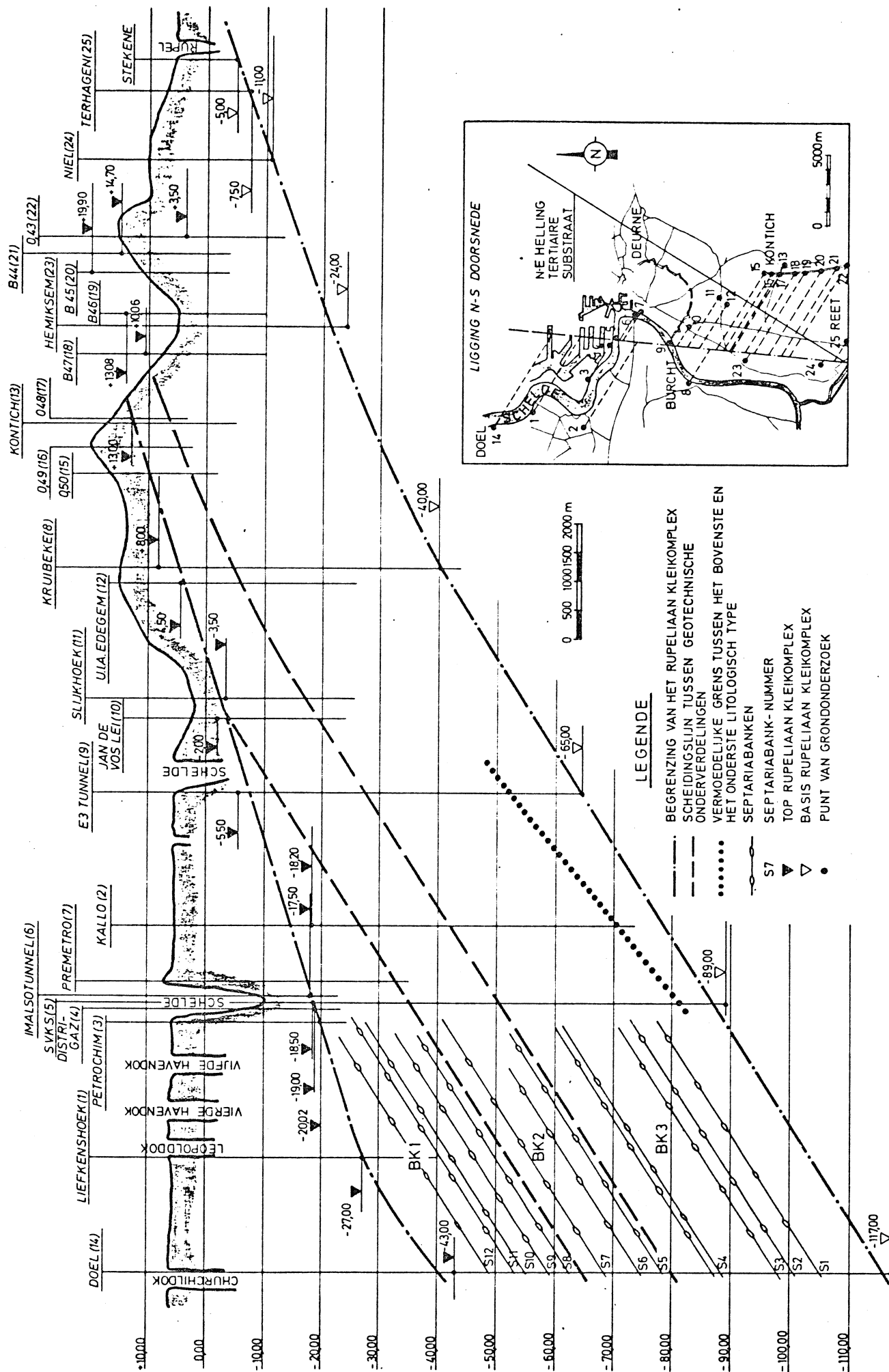


Fig. 19 Schematische Noord-Zuid doorsnede door het Rupeliaan kleikomplex in het Antwerpse (naar deelrapport 7 T.V. S.V.K.S)

Plaatselijk wordt het Rupeliaan kleikomplex rechtstreeks bedekt door het kwartair zandkomplex. Deze zone is aangegeven op de plaat VIII.

De basis van het Rupeliaan kleikomplex werd nabij het gekarteerde gebied (kaartblad 15.3.3) aangeboord op de peilen ca. -89 (t.p.v. Distrigas, kaartblad 15.3.3) en -94 (t.p.v. het Geuzenwiel, kaartblad 15.3.3).

6.7.4. Grondmechanische eigenschappen

6.7.4.1. Bovenste litologisch type (Boomse klei)

I.v.m. de eigenschappen van het Rupeliaan kleikomplex werden binnen 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.). Op een aantal plaatsen zal evenwel ook worden verwezen naar de resultaten van de studies die bij de aanleg van de E3-Scheldetunnel en bij de aanleg van ondergrondse reservoirs werden doorgevoerd (DE BEER, E., 1964; DE BEER, E., 1967; DE BEER, E., 1971; DE BEER, E. & BUTTIENS, E., 1966).

Ter hoogte van de bestudeerde inplantingsplaats van bovengenoemde stormvloedkering wordt de BK1 eenheid aangetroffen tussen -10 en -35, de BK2 eenheid tussen -35 en -50 en de BK3 eenheid tussen -50 en -81. Deze onderverdeling is uitsluitend gebaseerd op de mechanische grondkarakteristieken, die in de verschillende eenheden werden verkregen. In de BK1 eenheid zijn de grondkarakteristieken algemeen hoger dan in de BK2 eenheid. Binnen de beide eenheden zijn de grondkarakteristieken ongeveer konstant. De overgang van de BK1 eenheid naar de BK2 eenheid verloopt geleidelijk en heeft plaats tussen -32 en -37. In de BK3 eenheid wijzen de resultaten van de terreinproeven (konus-

weerstand, limietdruk ...) op een lineaire toename van de grondkarakteristieken met de diepte.

a) Laboratoriumonderzoek

- onderkenningsproeven

Uit de beschikbare resultaten van de onderkenningsproeven werden de onderstaande gemiddelde waarden afgeleid (Tabel 12).

Tabel 12 - Gemiddelde waarden uit de resultaten van de onderkenningsproeven op de Boomse klei

	BK1	BK2	BK3
fraktie kleiner dan 2 μm (in %)	50	57	54
fraktie 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

- Triaxiaalproeven

De resultaten van de niet geconsolideerde niet gedraineerde proeven (UU) zijn weergegeven in fig. 20 en de resultaten van de geconsolideerde niet gedraineerde proeven (CU) in fig. 21 voor de BK1-laag, in fig. 22 voor de BK2-laag en in fig. 23 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 13).

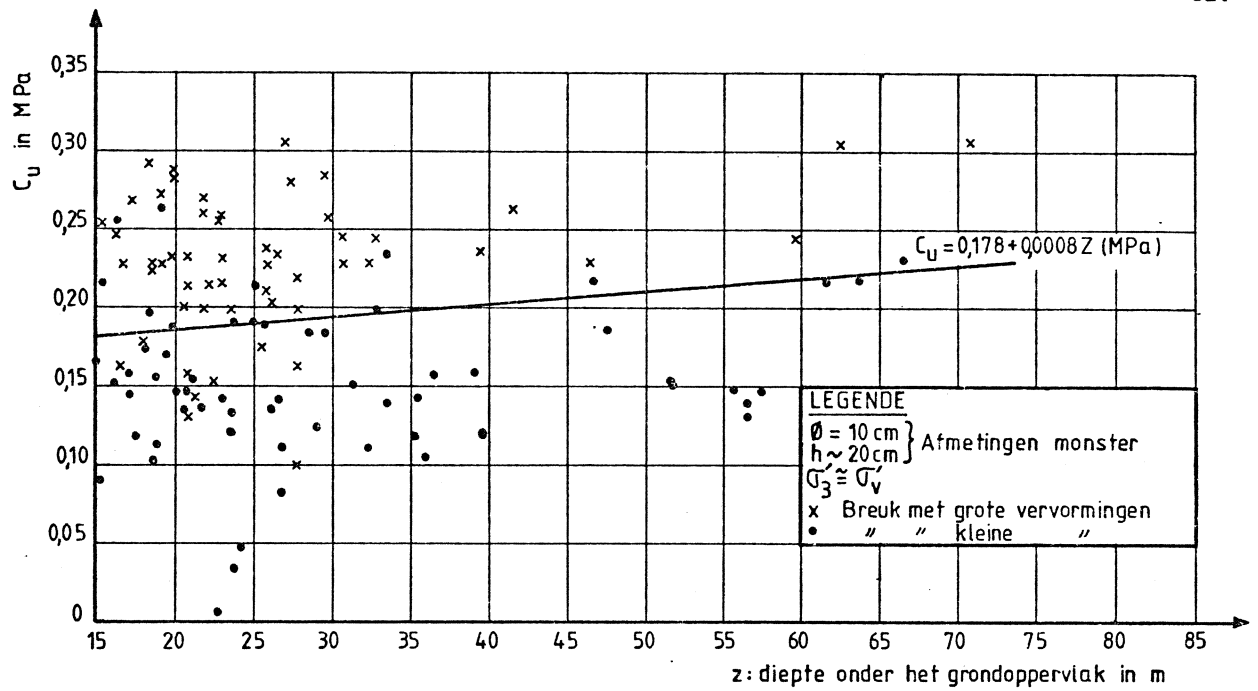


Fig.20 c_u waarden uit UU triaxiaalproeven (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

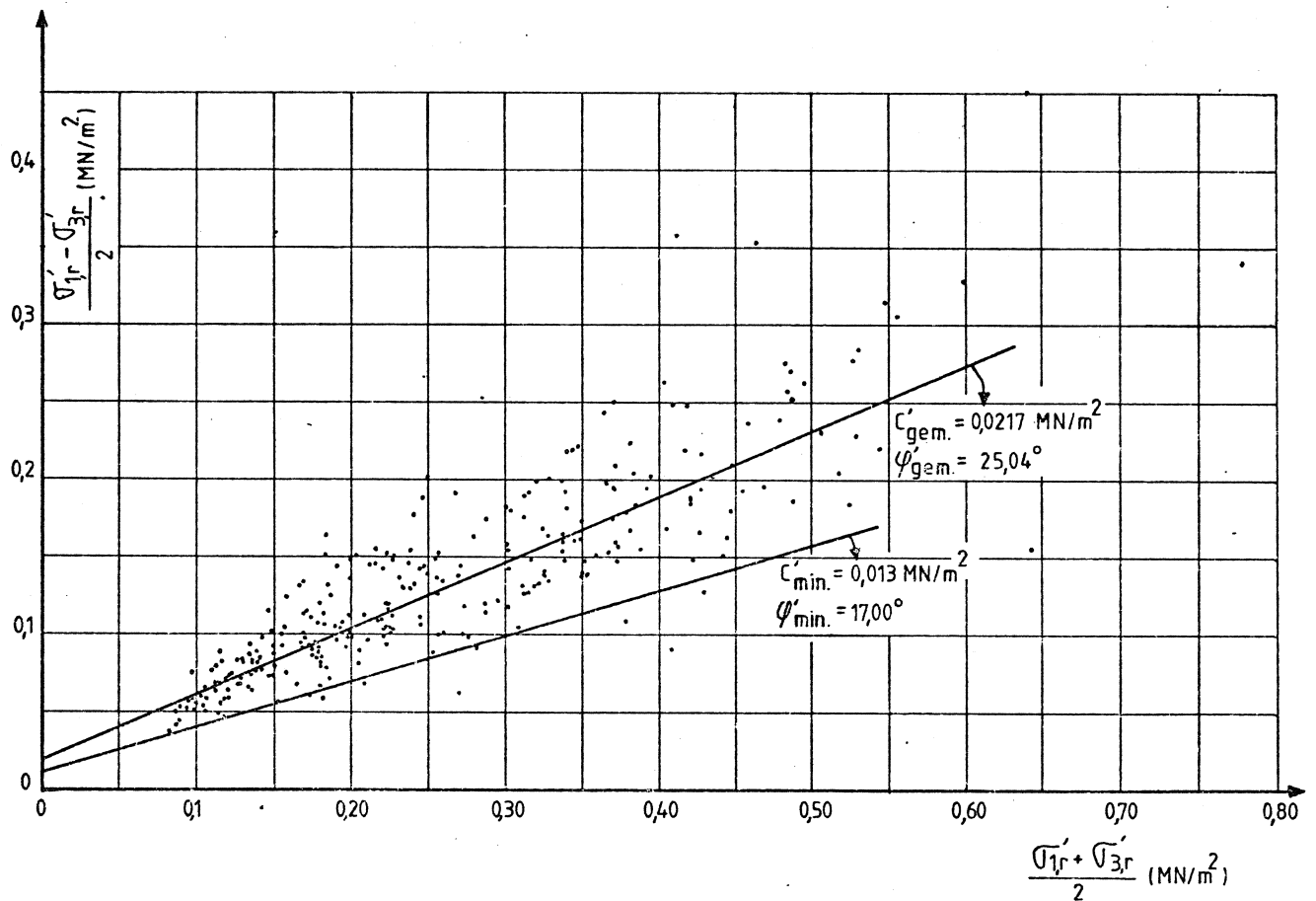


Fig.21 CU triaxiaalproeven voor de B.K.1 laag (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

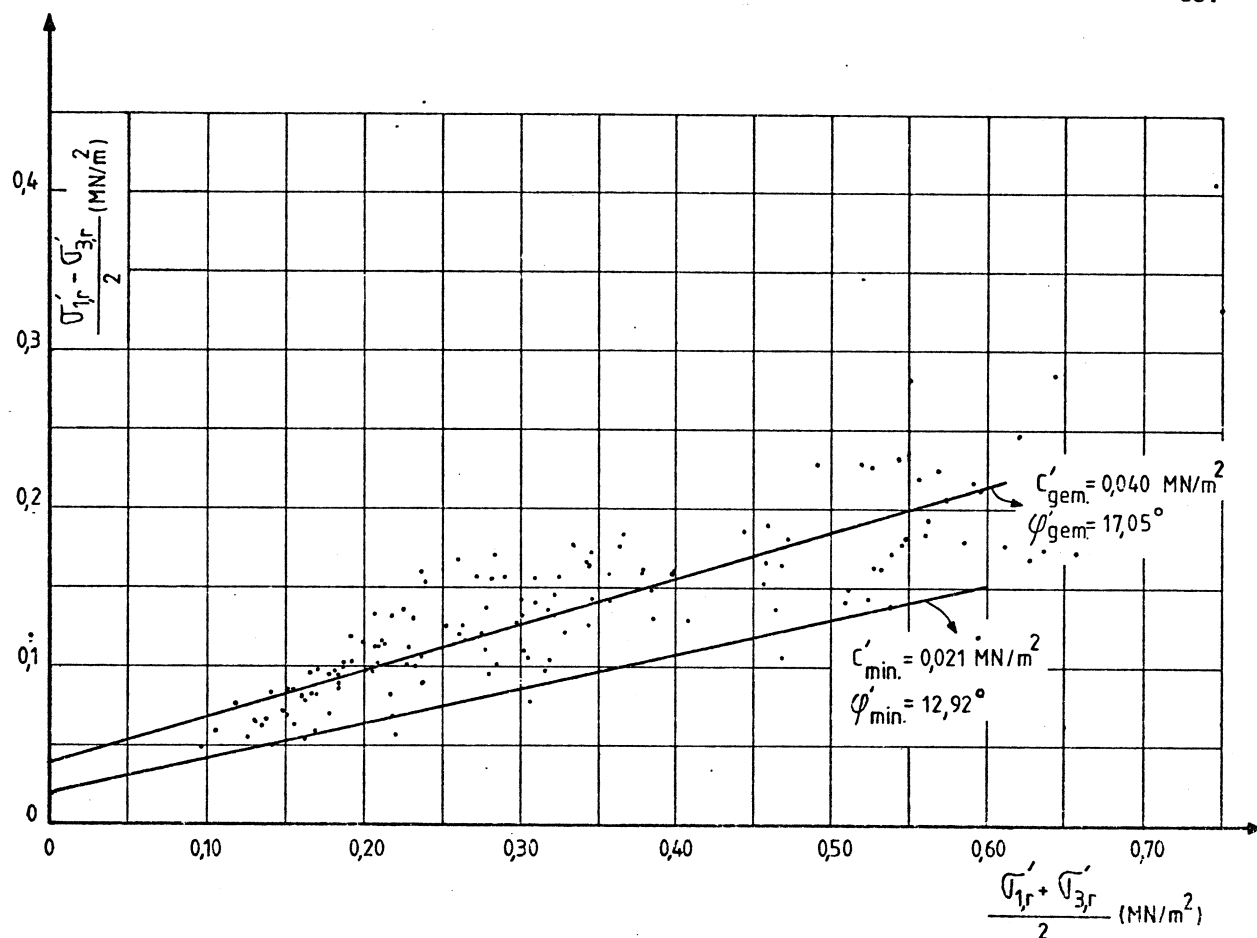


Fig. 22 CU triaxiaalproeven voor de B.K.2 laag (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

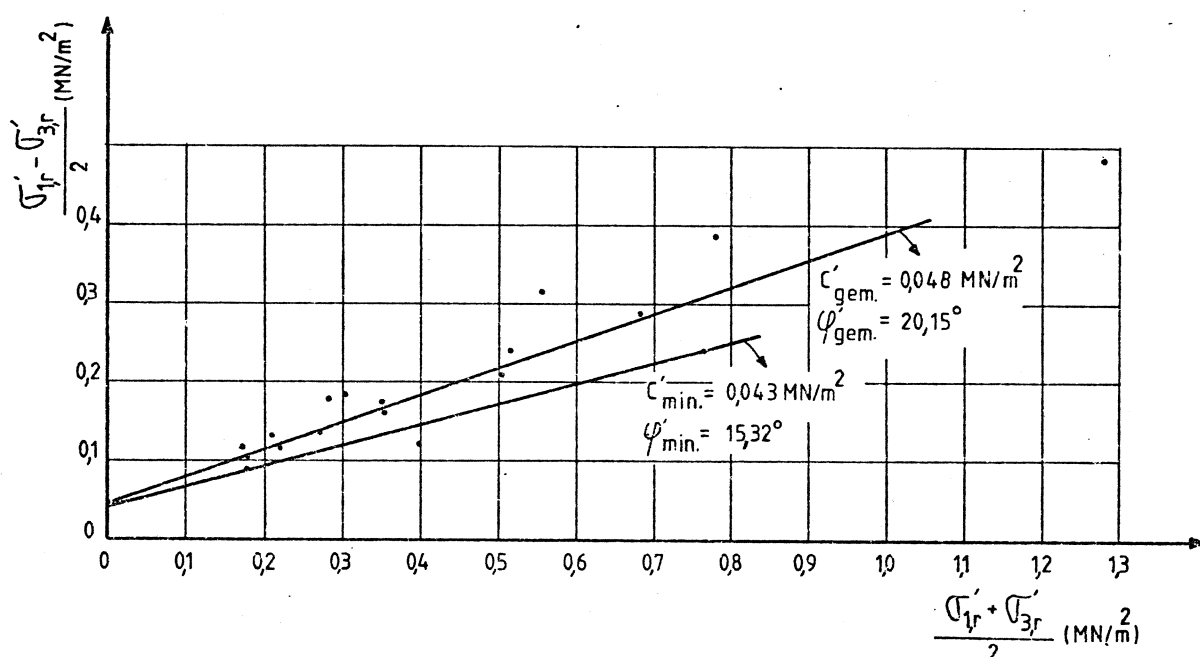


Fig. 23 CU triaxiaalproeven voor de B.K.3 laag (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

Tabel 13 - Karakteristieke waarden afgeleid uit triaxiaalproeven op de Boomse klei

	BK1	BK2	BK3
- Niet geconsolideerde, niet gedraineerde proeven (UU)			
c_u gem. in kN/m ²	180	190	
c_u min. - (10 % der waarden lager dan $c_{u,min}$ 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 E3-Scheldetunnel werden uitgevoerd, en waaruit volgend verband werd afgeleid voor de variatie van de niet gedraineerde schuifweerstand c_u met de diepte

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

met h = de diepte onder het grondoppervlak in meter

Het verband (1) is om veiligheidsredenen ietwat aan de lage kant t.o.v. de gemiddelde waarden gekozen.

De wolk punten, die op de fig.20. 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 $c_{u,min}$. Daar deze betrekking in de BK2-laag eerder overeenstemt met de gemiddelde waarden, lijkt het aangewezen om voor

deze laag alsdan de volgende wet aan te houden :

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

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 respektievelijk 365 kN/m^2 en $392,5 \text{ kN/m}^2$ verkregen, hetzij gemiddeld $378,8 \text{ kN/m}^2$. 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

$$c_u = 75 + 3,5 \times 80 = 355 \text{ kN/m}^2$$

Tenslotte kan nog worden opgemerkt dat bij de studie van de E3-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 $\varphi' : 22^\circ$). De te Oosterweel verkregen resultaten vormen geen tegenbewijs dat de waarden van c_u , c' en φ' gevonden voor de E3-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

$$c' = 30 \text{ kN/m}^2 \text{ en } \varphi' = 13^\circ$$

- 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 E3-Scheldetunnel werden deze residuele schuifweerstandskarakteristieken bepaald door het uitvoeren van schuiftorsieproeven. De aldus verkregen resultaten zijn samengebracht in de tabel 14.

Tabel 14 - Residuele schuifweerstandskarakteristieken van de Boomse klei

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

- 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 (bij herbelasting), die aldus werd verkregen, bedroeg onafhankelijk van de diepte :

$$C = 75$$

Bij de aanleg van de E3-Scheldetunnel werd voor de berekening van de hydrodynamische bewegingen door de Firma CHRISTIANI en NIELSEN 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 onder het oppervlak (top) van de Boomse klei in m
 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 (voorbelaasting)
 $\sigma_{k,g,m}$ = 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 E3-Scheldetunnel werden geplaatst nabij in de Boomse klei ontgraven 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 E3-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 funktie van de diepte zijn weergegeven in fig. 24. Daarbij werd een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de monsters, die volgens de horizontale en de vertikale richting werden belast. Voor de monsters, die volgens de vertikale, respektievelijk de horizontale richting werden beproefd werden uiteindelijk de volgende wetten afgeleid :

$$E_v = 5 + 0,6 h \quad (\text{in MPa})$$

$$E_h = 20 + 0,6 h \quad (\text{in MPa})$$

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. 25) en waarvoor bij de eerste belasting $E_0 = 33,4$ MPa werd verkregen en bij herbelasting $E_s = 73,6$ MPa.

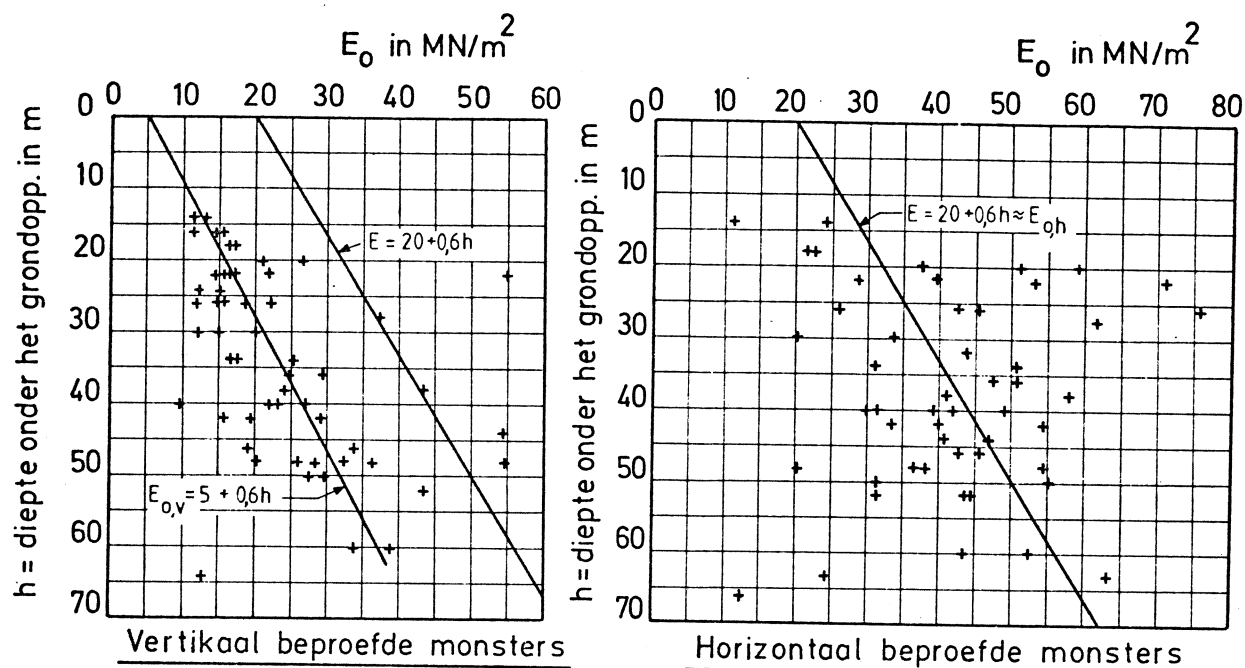


Fig. 24 Waarden van de elasticiteitsmodulus E , afgeleid uit vrije prismaproeven (De Beer, 1971)

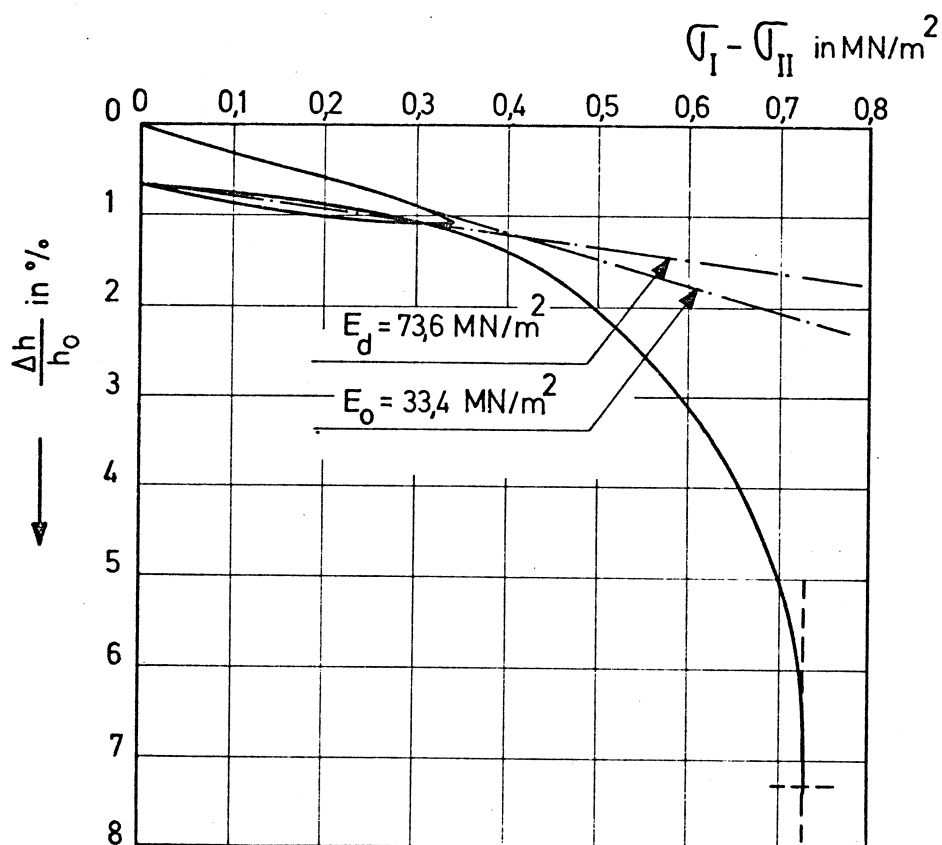


Fig. 25 Spanningsvervormingsdiagramma van een monster ontnomen op 80 m diepte bij de aanleg van onderaardse reservoirs in de Boomse klei (De Beer, 1971)

b) In situ proeven

- 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} = 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 BK3 eenheid 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 15.

Tabel 15 - Karakteristieke waarden afgeleid uit de elektrische continue diepsonderingen in de Boomse klei

	BK1	BK2	BK3
q_c gem (in MN/m ²)	4,2	3,6	3,88 → 5,45
q_c ^{gem} _{min} (in MN/m ²)	3,2	2,6	2,8 → 4,6
q_c _{min} (in MN/m ²)	2,7	2,3	
f_s gem (in MN/m ²)	0,22	0,16	0,2
f_s min (in MN/m ²)	0,15	0,11	

- Pressiometerproeven type Ménard

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

P_1 , gem = gemiddelde waarde van de limietdruk

$P_1 - \sigma$ = 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 16.

Tabel 16 - Karakteristieke waarden afgeleid uit de pressiometerproeven type Ménard in de Boomse klei

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

- Zelfborende pressiometerproeven

Uit de resultaten van de zelfborende pressiometerproeven, die op de linker Scheldeoever in drie boringen nabij de bestaande Schelddijk werden uitgevoerd konden de volgende gegevens worden afgeleid :

* horizontale spanningen in de klei
op de linkeroever :

$$\sigma'_h = 389 - 5,64z \text{ (in kN/m}^2\text{)}$$

in de Schelde

tussen -20 en -29 (NKD)

$$\sigma'_h = 23,4z - 164,7 \text{ (in kN/m}^2\text{)}$$

vanaf - 29 (NKD)

$$\sigma'_h = 389 - 5,64z \text{ (in kN/m}^2\text{)}$$

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 konstant 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 konsolidatieproeven konden volgende waarden worden afgeleid voor de horizontale doorlatendheidscoëfficiënt van de klei :

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

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

Opmerkingen

De hierboven medegedeelde grondmechanische eigenschappen hebben allemaal betrekking op het gedeelte van het Rupeliaan kleikomplex dat geen verwerking heeft ondergaan. Betreffende de laag bruine verweerde klei, die meestal aan de top van het Rupeliaan kleikomplex 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	BK1
q_c gem (in MN/m^2)	3,7	4,2
f_s 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. Verder zal de dikte van deze verweerde laag groter zijn op de plaatsen, waar het Rupeliaan kleikomplex niet door een voldoende dikke laag tertiair zand bedekt is, en dus aan direkte atmosferische invloeden heeft blootgestaan.

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 i.v.m. de sensitiviteit van de Boomse klei (d.i. 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.

6.7.4.2. Onderste litologisch type van het Rupeliaan kleikomplex

Van het onderste litologisch type (silt houdende klei en klei houdende silt) zijn enkele eigenschappen samengebracht in tabel 17. Deze resultaten zijn afkomstig uit de studie van de E3-Scheldetunnel.

Tabel 17 - Grondmechanische eigenschappen van het onderste litologisch type van het Rupeliaan kleikomplex

*	w_L	w_p	w	γ_d	γ
**	(26)	(20)	(17)	(17)	(16)
	%	%	%	kN/m ³	kN/m ³
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

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

7. HYDROGEOLOGISCHE GEGEVENS (PLAAT IX)

7.1. Watervoerende lagen

In het gekarteerde gebied komen verschillende types 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 de Boomse klei.

Bij de studie van een geplande stormvloedkering in de Zeeschelde te Antwerpen (Oosterweel) heeft men vastgesteld dat het grondwaterpeil in de freatische waterlaag, gelegen in de aangevulde gronden, zowel op linkeroever als op rechteroever niet beïnvloed wordt door het Scheldetij. De semi-artesische waterlaag daarentegen, gelegen tussen het alluvium en het Rupeliaan klei-komplex, 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 getijden-amplitude.

De doorlatendheidscoëfficiënten van de gekarteerde eenheden zoals afgeleid uit het laboratoriumonderzoek werden opgenomen in de tabellen of in de tekst op de vorige pagina's. De k-waarde verkregen door een 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. In bepaalde gevallen, zoals bijvoorbeeld in het kwartair zandkomplex, kunnen dan ook hogere k-waarden verwacht worden dan als zou blijken uit het laboratoriumonderzoek.

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 op de Boomse klei drie pompproeven uitgevoerd. Tevens werd een pompproef uitgevoerd bij Mercantile Marine Engineering and Graving Docks Co, met het oog op de bouw van een droogdok. De resultaten zijn opgenomen in tabel 18.

Tabel 18 - Resultaten van pompproeven

Pompproef	Uitvoeringsplaats	k (m/s)
Stormvloedkering	Linkeroever (kaart 15.3.3)	$2,85 \times 10^{-4}$
	Rechteroever (kaart 15.3.4)	$2,74 \times 10^{-4}$
	Noordkasteel (kaart 15.3.4)	$1,58 \times 10^{-4}$
Mercantile	Nabij verbinding Hansa-dok Vijfde Havendok (kaart 15.3.3)	$4,5 \times 10^{-5}$

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. De pompproeven in het Antwerpiaan zandcomplex werden besproken in par. 6.6.4.3.

7.2. Waterkwaliteit

Ter plaatse van 2 pompproeven uitgevoerd ten behoeve van de studie van een stormvloedkering op de Zeeschelde werden aan de waterlaag boven de Boomse klei watermonsters onttrokken en onderworpen aan een scheikundig onderzoek. De resultaten zijn in tabel 19 weergegeven.

Tabel 19 - Grondwaterkwaliteit t.p.v. de geplande stroomvloedkering

Pompproef	Noordkasteel (15.3.4)	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 waterkwaliteit kan verwacht worden onder de voormalige polders.

7.3. Voorstelling van hydrogeologische gegevens op de plaat IX

Gegevens i.v.m. 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 freatisch oppervlak genoteerd.

Uit de opgetekende grondwaterstanden blijkt dat in sommige gevallen nogal uiteenlopende waterpeilen werden waargenomen op verschillende tijdstippen. Dit kan verband houden met de natuurlijke schommelingen van het grondwaterpeil onder invloed van de getijden, of met tijdelijke onttrekkingen van grondwater, bijvoorbeeld door bemalingen.

8. GRONDMECHANISCHE ZONERING (Plaat X)

8.1. Algemene voorstelling

Op de plaat X zijn 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, grachten en waterlopen worden afzonderlijk aangegeven. Tevens werden lokale ophogingen, zoals rond bruggen en aan het Noordkasteel, niet in rekening gebracht bij het definiëren van grondmechanische zones.

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 werden, naast de voormalige wielen, grachten en waterlopen, 11 zones onderscheiden. Ze zijn genummerd IVa, Va, Vb, VIa, VIb, VIIa, VIIb, IXa en XIa. Een overzicht van de kenmerkende litologische opeenvolging en dikte is weergegeven in tabel 20.

8.2. Bespreking van de grondmechanische zones

8.2.1. Grondmechanische zone IVa

8.2.1.1. Ligging

De zone IVa komt enkel voor in het zuidoosten van de kaart 15.3.4.

8.2.1.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

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

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikcomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

Tabel 20 - Grondmechanische zonering op het kaartblad 15.3.4 : Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

Zone	IVa	Va	Vb	VIa	VIIb	VIIIa	VIIIb	IXa	XIa
Gekarteerde eenheden									
Aangevulde en vergraven gronden	x	(x) < 6 m	x < 6 m	x > 6 m	x < 6 m	x > 6 m	x > 6 m	x < 6 m	x < 6 m
Alluvium	-	x	x	x	x	x	x	x	x
Kwartair zand-komplex	x < 6 m	(x) < 6 m	x > 6 m	x < 6 m	x > 6 m	x < 6 m	x > 6 m	(x) < 6 m	(x) < 6 m
Scaldisiaan b zandkomplex	-	-	-	-	-	-	-	x < 6 m	x > 6 m
Scaldisiaan a zandkomplex	x] > 6 m	(x)] > 6 m	x > 6 m	(x)] < 6 m	(x)] < 6 m	-	x > 6 m	(x)] > 6 m	(x)] > 6 m
Antwerpiaan zandkomplex	x]	(x)]	-	(x)]	(x)]	x > 6 m	-	(x)]	(x)]
Rupeliaan kleikomplex	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Opmerkingen : - In de zones IVa tot en met XIa is de dikte (Aangevulde en vergraven gronden + alluvium + kwartair zandkomplex) 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

Tabel 21 - Dikte van de gekarteerde lagen en top van het Rupeliaan kleikomplex in de grondmechanische zones op kaartblad 15.3.4

Zone	*	DIKTE							TOP
		Aangev.-vergr. gronden	Alluvium	Kwartair zandkomplex	Scaldisiaan b zandkomplex	Scaldisiaan a zandkomplex	Antwerpiaan zandkomplex	Rupeliaan kleikomplex	
IVa	RO	0-4	-	0-2	-	4-6	22-26	-24/-30	
Va	RO	2-6	12-14	0-4	-	2-16	0-26	-18/-30	
	LO	2-4	0-14	0-4	-	0	6-10	-18/-20	
Vb	LO	0-6	6-12	6-10	-	6-8	0	-16/-18	
VIa	LO	6-10	6-12	0-6	-	0-4	0-6	-12/-20	
VIIb	LO	6-10	0-8	6-10	-	0-6	0-6	-10/-20	
VIIa	LO	2-4	10-18	0-6	-	0-4	0-6	-12/-20	
VIIb	LO	2-6	4-12	6-12	-	0-6	0-4	-12/-20	
VIIIa	LO	6-10	10-12	0-4	-	0	6-8	-16/-20	
VIIIb	LO	6-8	0-6	6-8	-	6-8	0	-16/-20	
IXa	RO	2-6	0-6	0-4	0-6	4-16	0-18	-18/-26	
XIa	RO	4-6	0-4	0-2	6-8	12-14	0-2	-18/-20	

* Ligging t.o.v. de Schelde; RO = Rechteroever; LO : Linkeroever

8.2.1.3. Grondmechanische kenmerken

In het kwartair zandkomplex werden bij de uitvoering van diepsonderingen binnen de zone IVa (sonderingen vooral op kaartblad 15.3.6) nogal verschillen in konusweerstand waargenomen. Het is dan ook niet mogelijk de kenmerken van deze zone zonder meer te omschrijven.

De funderingsvoorwaarden zijn toch in de meeste gevallen vrij gunstig. Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone IVa is weergegeven in fig. 26.

8.2.2. Grondmechanische zone Va

8.2.2.1. Ligging

De grondmechanische zone Va komt op de rechteroever plaatselijk voor langsheen de Schelde evenals ten zuiden van het Houtdok. Op de linkeroever treft men deze zone aan in de omgeving van de jachthaven.

8.2.2.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- Aangevulde en vergraven gronden	dikte <6 m	}	dikte >2 m
- Alluvium			
- Kwartair zandkomplex	dikte <6 m		
- Scaldisiaan a zandkomplex en/of Antwerpiaan zandkomplex	dikte >6 m		
- Rupeliaan kleikomplex			

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

8.2.2.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in een belangrijke mate beïnvloed door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden en van het alluvium. Wanneer de dikte van deze lagen belangrijk wordt zijn de funderingsvoorwaarden in het algemeen minder gunstig. Vooral op de linkeroever kan de dikte van het alluvium binnen deze zone belangrijk zijn.

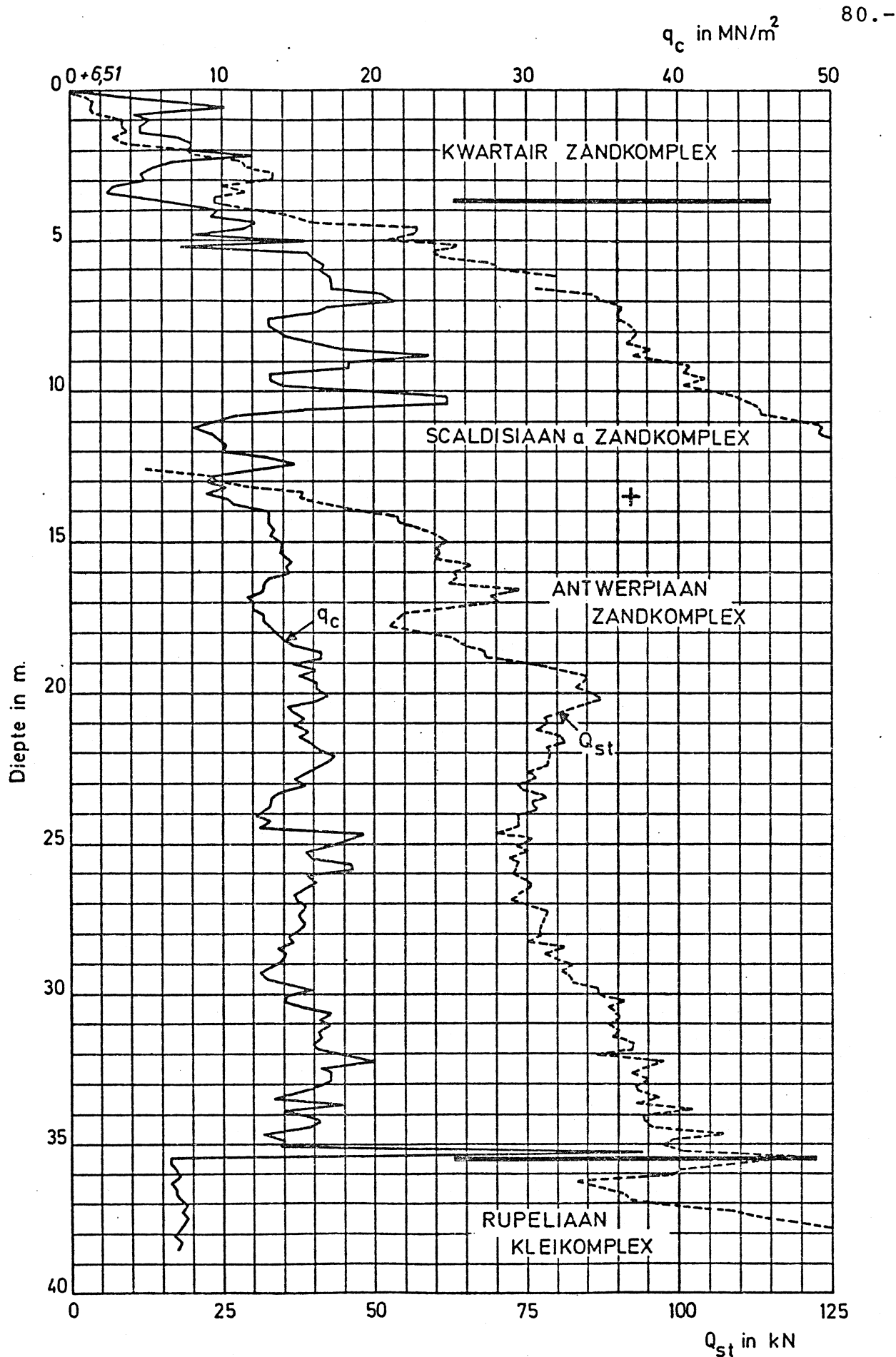


Fig. 26 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone IVa (punt op kaartblad 15.4.5, $x = 154309$, $y = 213062$)

Wat lichte konstrukties betreft is de dikte van de aangevulde gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen. Belangrijke konstrukties zullen in het algemeen dienen te worden gefundeerd op palen die in het Scaldisiaan a zandkomplex of het Antwerpiaan zandkomplex kunnen worden aangezet. Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone Va is weergegeven in fig. 27.

8.2.3. Grondmechanische zone Vb

8.2.3.1. Ligging

De grondmechanische zone Vb komt enkel op de linkeroever voor. Men treft ze aan in de omgeving van de voormalige wielen.

8.2.3.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | dikte <6 m |
| - Alluvium | |
| - Kwartair zandkomplex | dikte >6 m |
| - Scaldisiaan a zandkomplex | dikte >6 m |
| - Rupeliaan kleikomplex | |

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

8.2.3.3. Grondmechanische kenmerken

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

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

Zware konstrukties zullen in het algemeen dienen te worden gefundeerd op palen die ofwel in het kwartair zandkomplex ofwel in het Scaldisiaan a zandkomplex of in het Antwerpiaan zandkomplex kunnen worden aangezet. Men dient er alsdan terdege

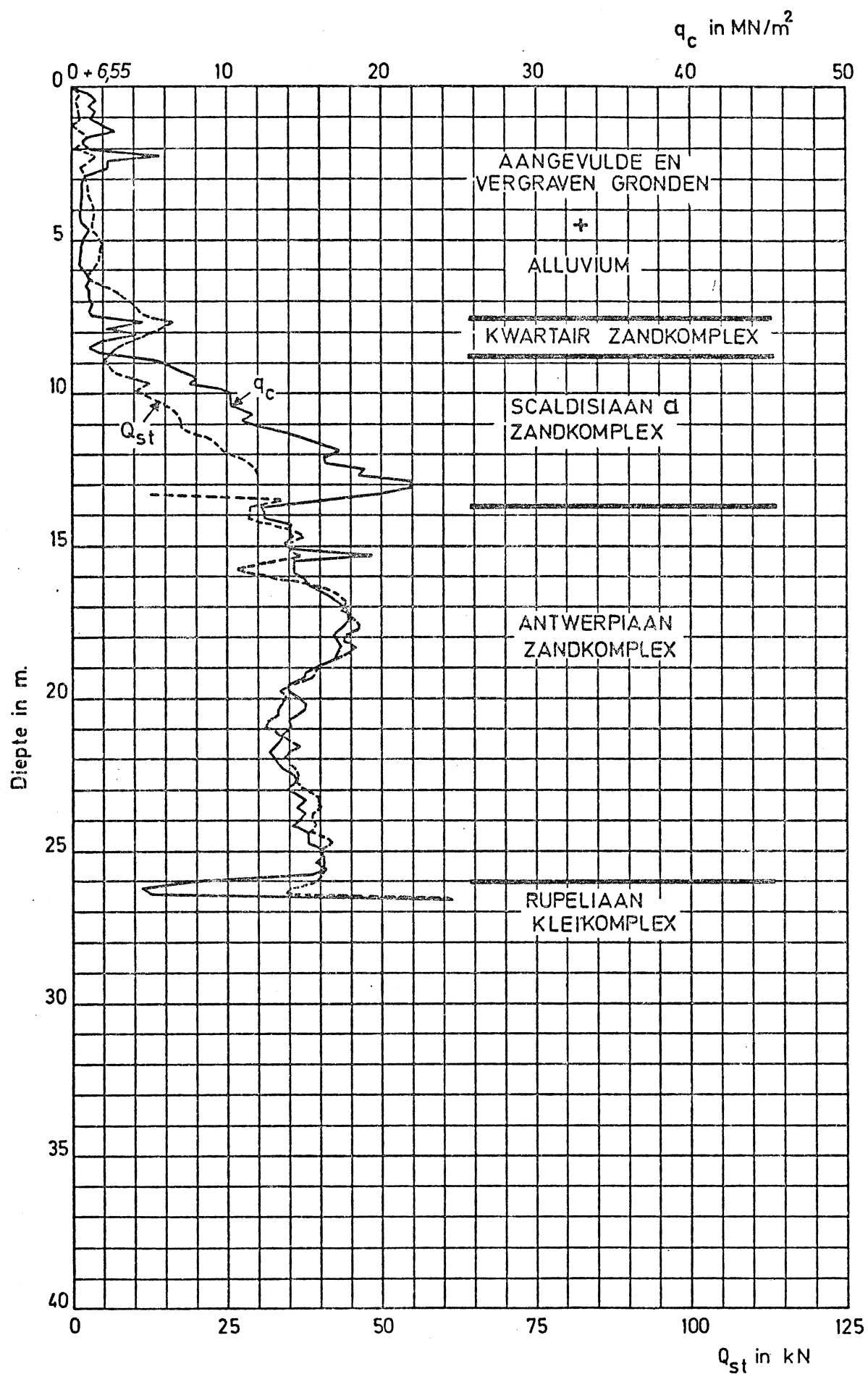


Fig. 27 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone Va (punt nr. 100, $x = 152335$, $y = 213955$)

rekening mee te houden dat de in het kwartair zandcomplex opgemeten konusweerstand vrij snel van plaats tot plaats kunnen variëren. Daar de zone Vb gelegen is in de onmiddellijke omgeving van wielen is een uitgebreider grondonderzoek nabij deze wielen verantwoord.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone Vb is weergegeven in fig. 28.

8.2.4. Grondmechanische zone VIa

8.2.4.1. Ligging

De zone VIa komt in het kaartgebied enkel voor op de linkeroever. Ze beslaat twee vlekken ten westen van de jachthaven.

8.2.4.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- | | |
|---|------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | dikte >6 m |
| - Alluvium | |
| - Kwartair zandcomplex | dikte <6 m |
| - Scaldisiaan a zandcomplex en/of Antwerpiaan zandcomplex | dikte <6 m |
| - Rupeliaan kleikcomplex | |

Het Scaldisiaan a zandcomplex en het Antwerpiaan zandcomplex kunnen ontbreken.

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikcomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

8.2.4.3. Grondmechanische kenmerken

Wegens de aanwezigheid van het alluvium zijn de funderingsvoorwaarden in het algemeen minder gunstig.

Binnen de zones waar de aangevulde gronden op een geordende wijze werden aangebracht met het oog op het bouwrijp maken van de terreinen, kunnen voor wat lichte konstrukties betreft, gunstige funderingsvoorwaarden worden aangetroffen. De homogeniteit van de aangevulde gronden dient alsdan evenwel te worden gecontroleerd. Zwaardere konstrukties zullen in het algemeen op palen dienen te worden gefundeerd. Deze zullen alnaargelang de plaatselijke omstandigheden in het kwartair zandcomplex,

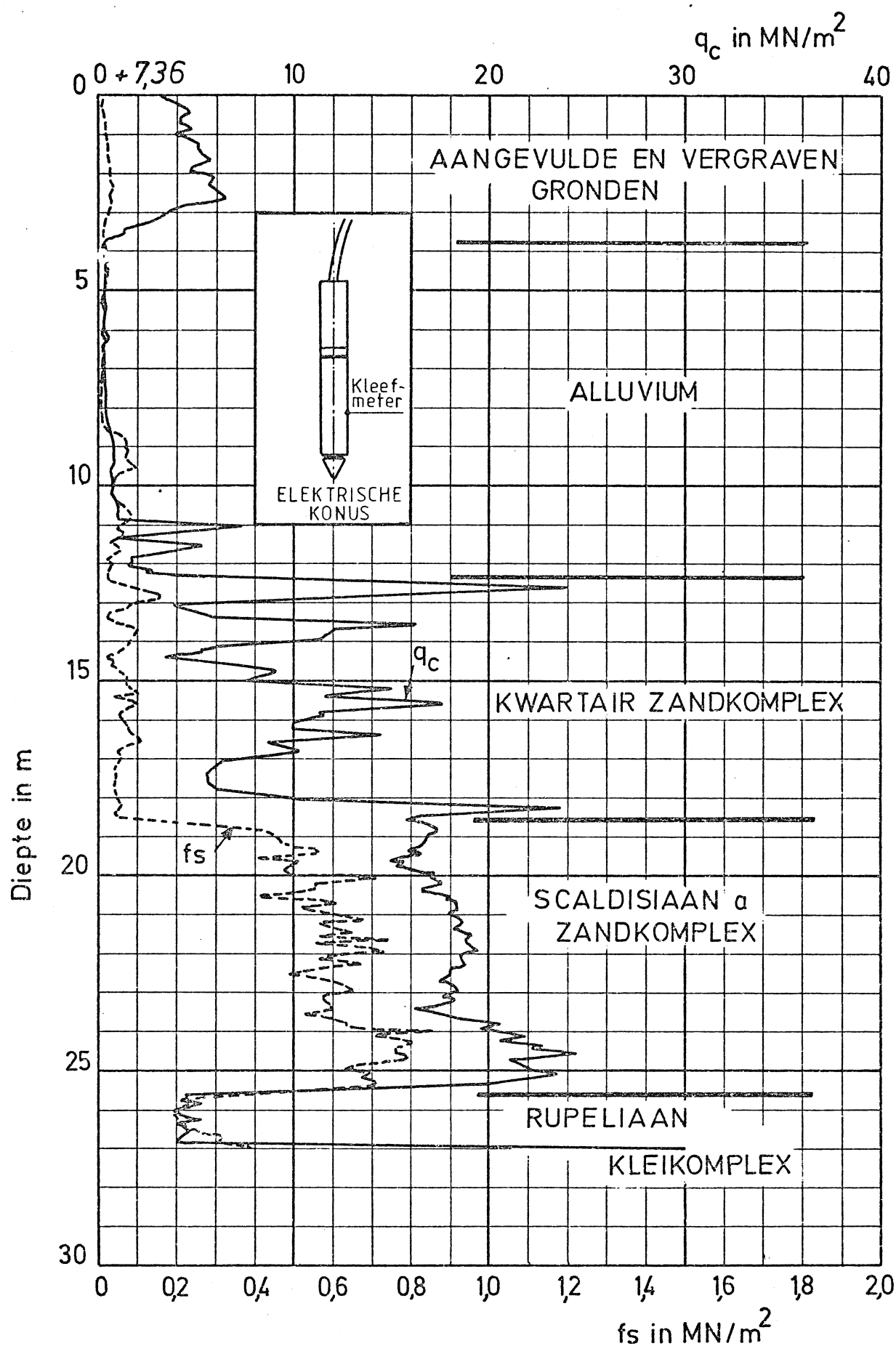


Fig. 28 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone Vb (punt nr. 466, $x = 150374$, $y = 213915$)

het Scaldisiaan a zandkomplex, het Antwerpiaan zandkomplex, of de Boomse klei dienen te worden aangezet.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone VIa is weergegeven in fig. 29.

8.2.5. Grondmechanische zone VIb

8.2.5.1. Ligging

De zone VIb komt in het kaartgebied enkel voor op de linkeroever. Ze beslaat een groot deel van de voormalige Borgerweertpolder.

8.2.5.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- | | |
|---|------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | dikte >6 m |
| - Alluvium | |
| - Kwartair zandkomplex | dikte >6 m |
| - Scaldisiaan a zandkomplex of
Antwerpiaan zandkomplex | dikte <6 m |
| - Rupeliaan kleikomplex | |

Het Scaldisiaan a zandkomplex en het Antwerpiaan zandkomplex kunnen ontbreken.

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 20.

8.2.5.3. Grondmechanische kenmerken

De grondmechanische kenmerken binnen de zone VIb zijn globaal gezien dezelfde als voor de zone VIa. Wegens de grotere dikte van het kwartair zandkomplex zal men ernaar streven om bij zware konstrukties de aanzet van de palen in dit kwartair zandkomplex te voorzien. Men dient er alsdan terdege rekening mee te houden dat de in het kwartair zandkomplex opgemeten konusweerstand vrij snel van plaats tot plaats kunnen variëren.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone VIb is weergegeven in fig. 30. Ter plaatse van deze sondering ontbreken de tertiaire zandlagen op de Boomse klei.

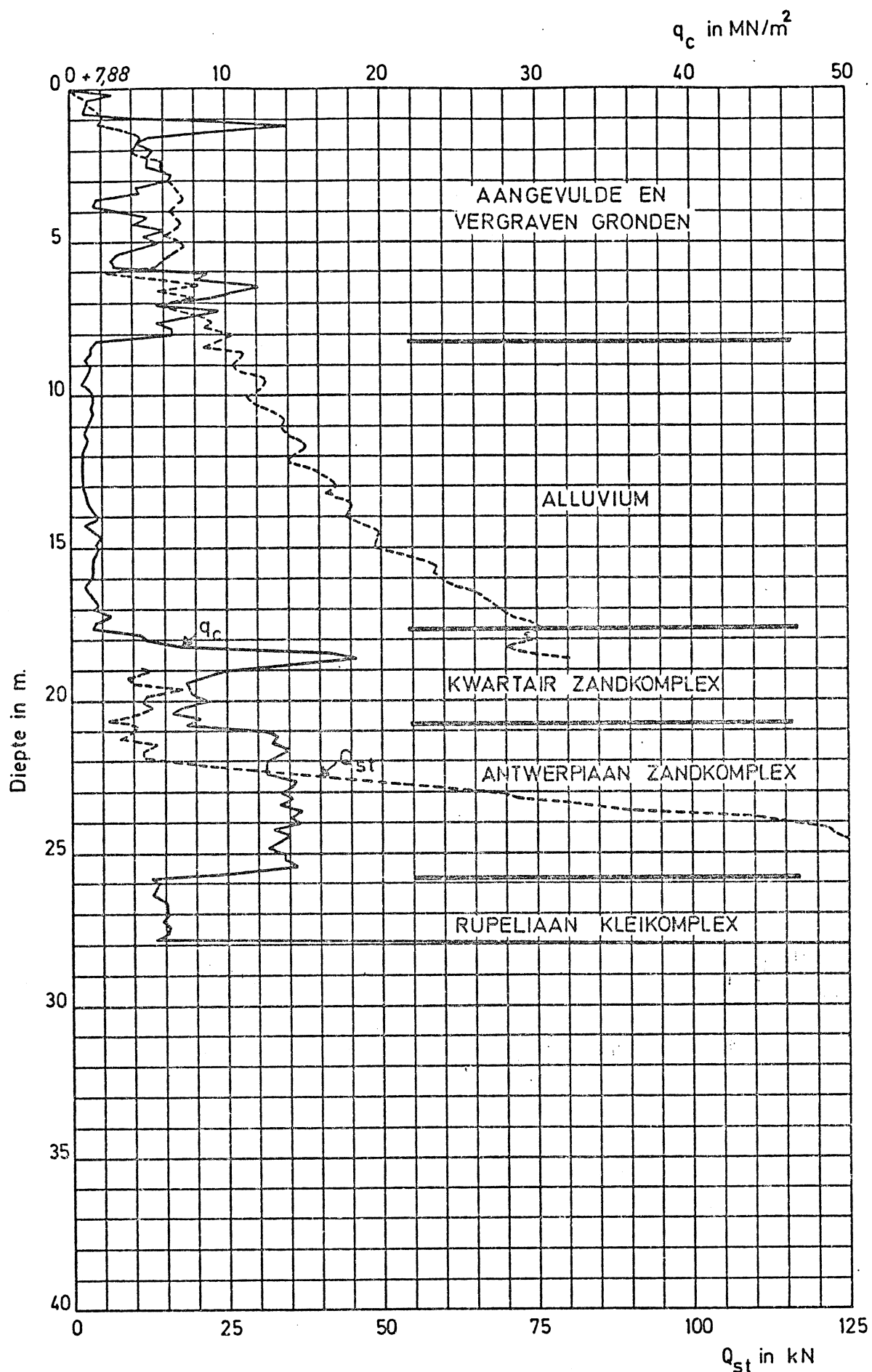


Fig. 29 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone VIa (punt nr. 418, $x = 151512$, $y = 213377$)

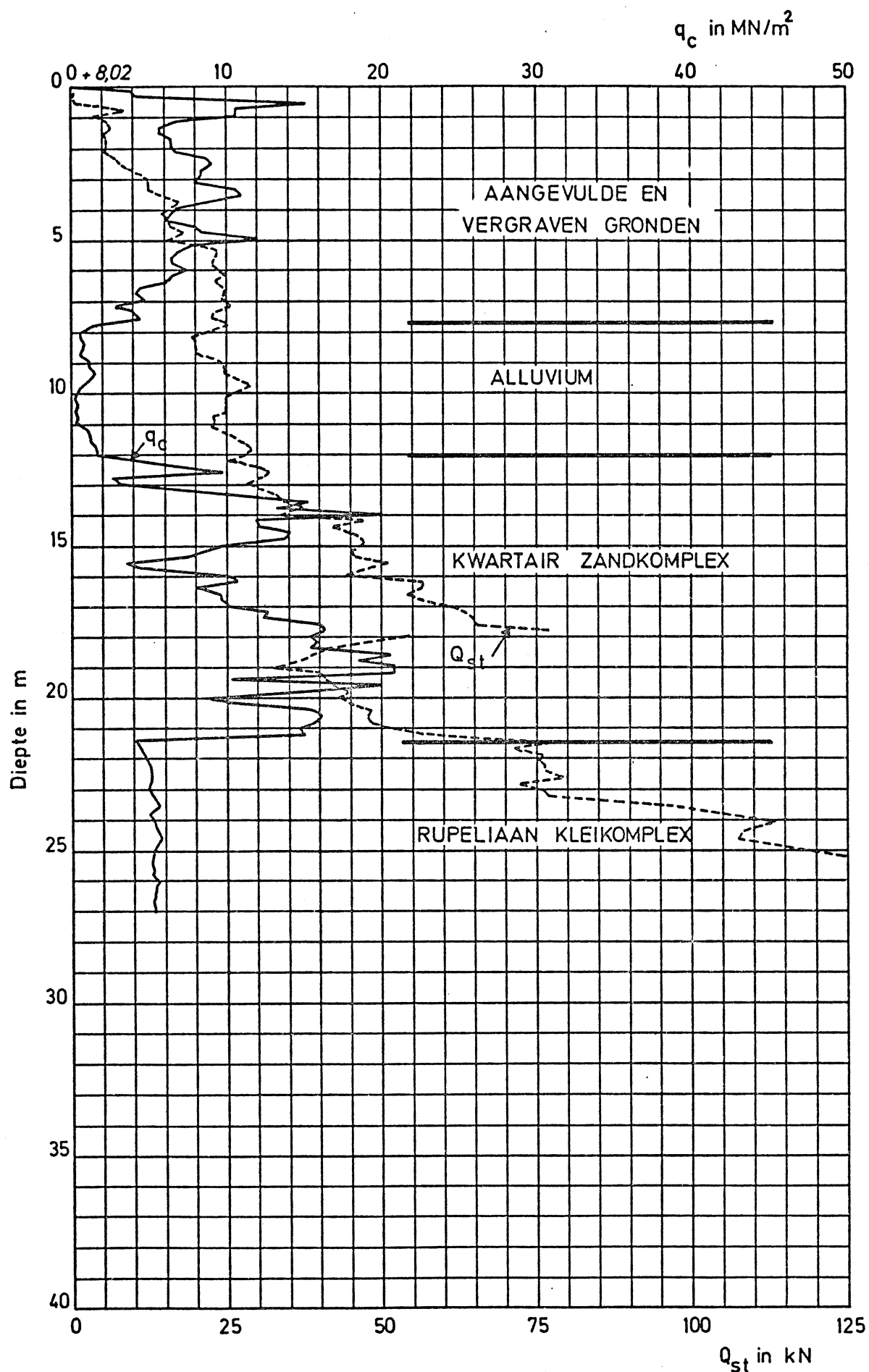


Fig. 30 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone VIb (punt nr. 420, $x = 150990$, $y = 213762$)

8.2.6. Grondmechanische zone VIIa

8.2.6.1. Ligging

De zone VIIa komt in het gekarteerde gebied plaatselijk voor op de linkeroever langsheen de Schelde.

8.2.6.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- Aangevulde en vergraven gronden	dikte <6 m	} dikte >2 m
- Alluvium		
- Kwartair zandkomplex	dikte <6 m	}
- Scaldisiaan a zandkomplex of Antwerpiaan zandkomplex	dikte <6 m	
- Rupeliaan kleikomplex		

Het Scaldisiaan a zandkomplex en het Antwerpiaan zandkomplex kunnen ontbreken.

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

8.2.7.3. 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 vrij belangrijk is zijn de funderingsvoorwaarden minder gunstig.

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

Belangrijke konstrukties dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen. Deze zullen alnaargelang de plaatselijke omstandigheden in het kwartair zandkomplex, het Scaldisiaan a zandkomplex, het Antwerpiaan zandkomplex of de Boomse klei kunnen worden aangezet.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in zine VIIa is weergegeven in fig. 31. Ter plaatse van deze sondering is de onderste eenheid van het alluvium zandig.

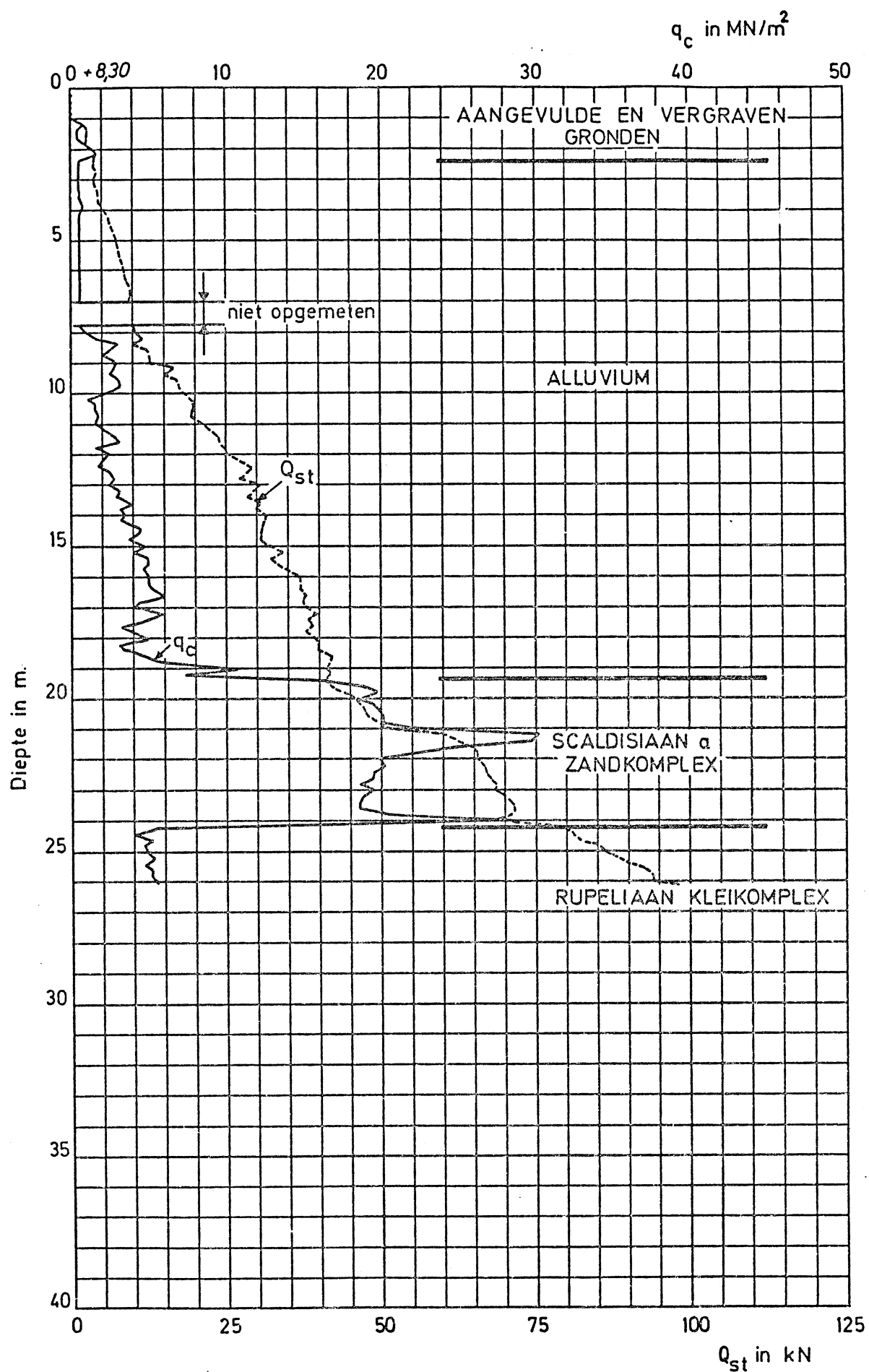


Fig. 31 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone VIIa (punt nr. 66, $x = 151030$, $y = 214075$)

8.2.7. Grondmechanische zone VIIb

8.2.7.1. Ligging

De zone VIIb komt in het kaartgebied enkel voor op de linkeroever. Ze is gelegen langsheen de Schelde.

8.2.7.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- Aangevulde en vergraven gronden dikte <6 m
- Alluvium
- Kwartair zandkomplex dikte >6 m
- Scaldisiaan a zandkomplex of
 Antwerpiaan zandkomplex dikte <6 m
- Rupeliaan kleikomplex

Het Scaldisiaan a zandkomplex en het Antwerpiaan zandkomplex kunnen ontbreken.

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

8.2.7.3. Grondmechanische kenmerken

De grondmechanische kenmerken binnen de zone VIIb zijn globaal gezien dezelfde als voor de zone VIIa. Wegens de grotere dikte van het kwartair zandkomplex zal men ernaar streven om bij zware konstrukties de aanzet van de palen in het kwartair zandkomplex te voorzien.

Men dient er alsdan terdege rekening mee te houden dat de in het kwartair zandkomplex opgemeten konusweerstand vrij snel van plaats tot plaats kunnen variëren. In de onmiddellijke omgeving van de wielen is een uitgebreider grondonderzoek verantwoord.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone VIIb is weergegeven in fig. 32.

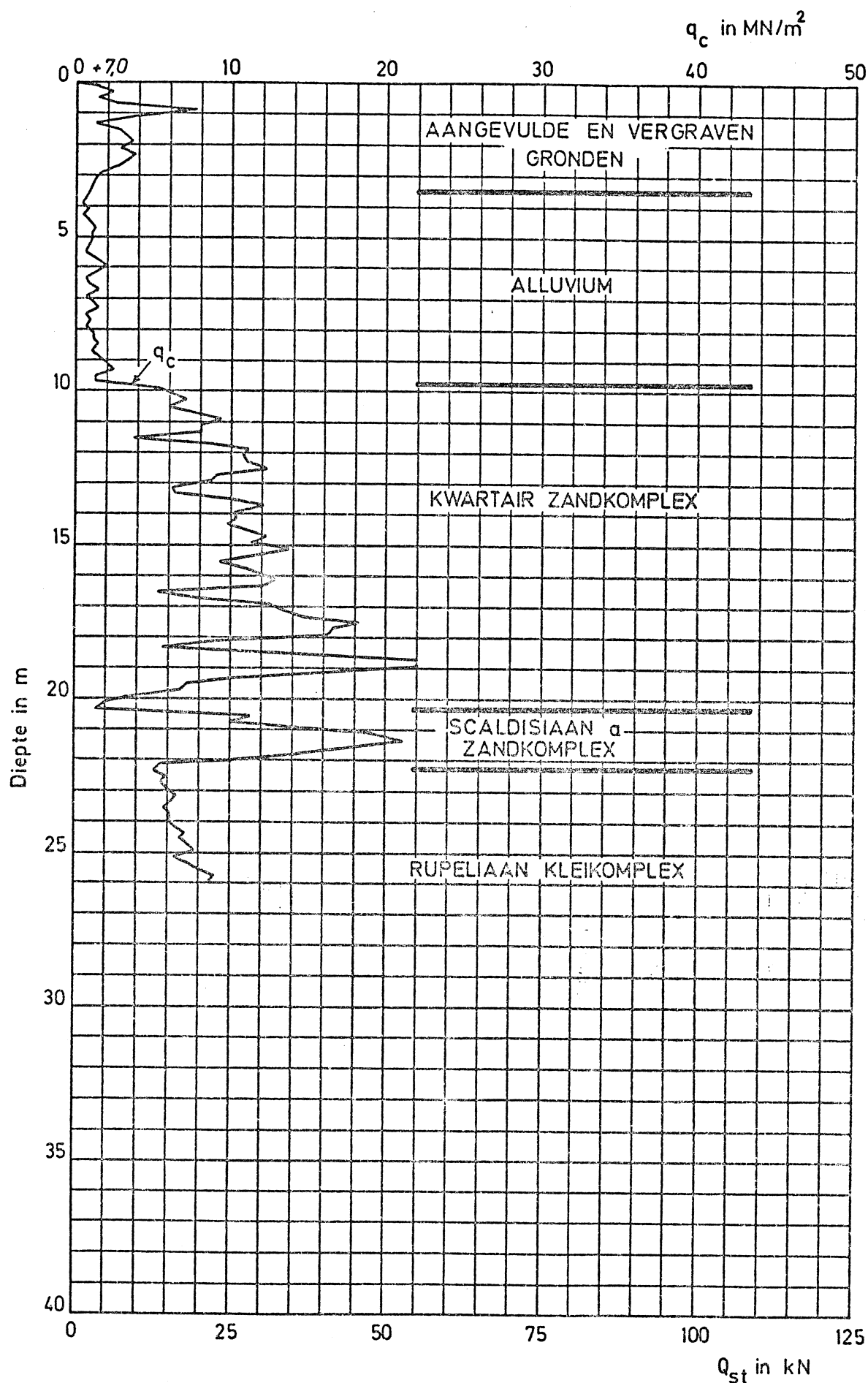


Fig. 32 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone VIIfb (punt nr. 357, $x = 151285$, $y = 214035$)

8.2.8. Grondmechanische zone VIIIA

8.2.8.1. Ligging

De zone VIIIA komt op de kaart 15.3.4 enkel voor op de linkeroever ten westen van de jachthaven.

8.2.8.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | dikte >6 m |
| - Alluvium | |
| - Kwartair zandcomplex | dikte <6 m |
| - Antwerpiaan zandcomplex | dikte >6 m |
| - Rupeliaan kleikcomplex | |

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikcomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

8.2.8.3. Grondmechanische kenmerken

Wegens de aanwezigheid van het alluvium zijn de funderingsvoorwaarden in het algemeen minder gunstig.

~ Binnen de zones waar de aangevulde gronden op een geordende wijze werden aangebracht met het oog op het bouwrijp maken van de terreinen, kunnen voor wat lichte konstrukties betreft, gunstige funderingsvoorwaarden worden aangetroffen. De homogeniteit van de aangevulde gronden dient alsdan evenwel te worden gecontroleerd.

Belangrijke konstrukties zullen in het algemeen dienen te worden gefundeerd op palen die in het kwartair zandcomplex en bij voorkeur in het Antwerpiaan zandcomplex kunnen worden aangezet.

8.2.9. Grondmechanische zone VIIIB

8.2.9.1. Ligging

De grondmechanische zone VIIIB komt in het gekarteerde gebied enkel voor op de linkeroever. Ze bestaat uit enkele kleinere gebieden rond de wielen.

8.2.9.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | dikte >6 m |
| - Alluvium | |
| - Kwartair zandkomplex | dikte >6 m |
| - Scaldisiaan a zandkomplex | dikte >6 m |
| - Rupeliaan kleikomplex | |

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

8.2.9.3. Grondmechanische kenmerken

De grondmechanische kenmerken binnen de zone VIIIB zijn globaal gezien dezelfde als voor de zone VIIIA. De dikte van het kwartair zandkomplex is in de zone VIIIB echter groter dan in de zone VIIIA.

Zware konstrukties zullen in het algemeen dienen te worden gefundeerd op palen die ofwel in het kwartair zandkomplex ofwel in het Scaldisiaan a zandkomplex kunnen worden aangezet. Men dient er alsdan terdege rekening mee te houden dat de in het kwartair zandkomplex opgemeten konusweerstand vrij snel van plaats tot plaats kunnen variëren. Door de aanwezigheid van wielen in de onmiddellijke omgeving van de zone VIIIB is een uitgebreider grondonderzoek verantwoord.

8.2.10. Grondmechanische zone IXa

8.2.10.1. Ligging

De zone IXa beslaat het grootste deel van de rechteroever op het kaartblad 15.3.4.

8.2.10.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- | | | |
|--|------------|--------------|
| - Aangevulde en vergraven gronden | dikte <6 m | } dikte >2 m |
| - Alluvium | | |
| - Kwartair zandkomplex | dikte <6 m | } |
| - Scaldisiaan b zandkomplex | dikte <6 m | |
| - Scaldisiaan a zandkomplex of Antwerpiaan zandkomplex | dikte >6 m | |
| - Rupeliaan kleikomplex | | |

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

8.2.10.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in een 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 konstrukties betreft, is de dikte van de aangevulde gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen.

Belangrijke konstrukties dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die bij voorkeur in het Scaldisiaan a zandkomplex kunnen worden aangezet.

Een voorbeeld van de sondering uitgevoerd in de zone IXa is weergegeven in fig. 33.

8.2.11. Grondmechanische zone XIa

8.2.11.1. Ligging

De zone XIa komt in het kaartgebied 15.3.4 enkel voor in de noordwestelijke hoek.

8.2.11.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- Aangevulde en vergraven gronden	dikte <6 m	} dikte >2 m
- Alluvium		
- Kwartair zandkomplex	dikte <6 m	
- Scaldisiaan b zandkomplex	dikte >6 m	
- Scaldisiaan a zandkomplex of Antwerpiaan zandkomplex	dikte >6 m	
- Rupeliaan kleikomplex		

De dikte van de gekarteerde eenheden en het peil van de top van het Rupeliaan kleikomplex binnen de beschouwde zone zijn weergegeven in tabel 21.

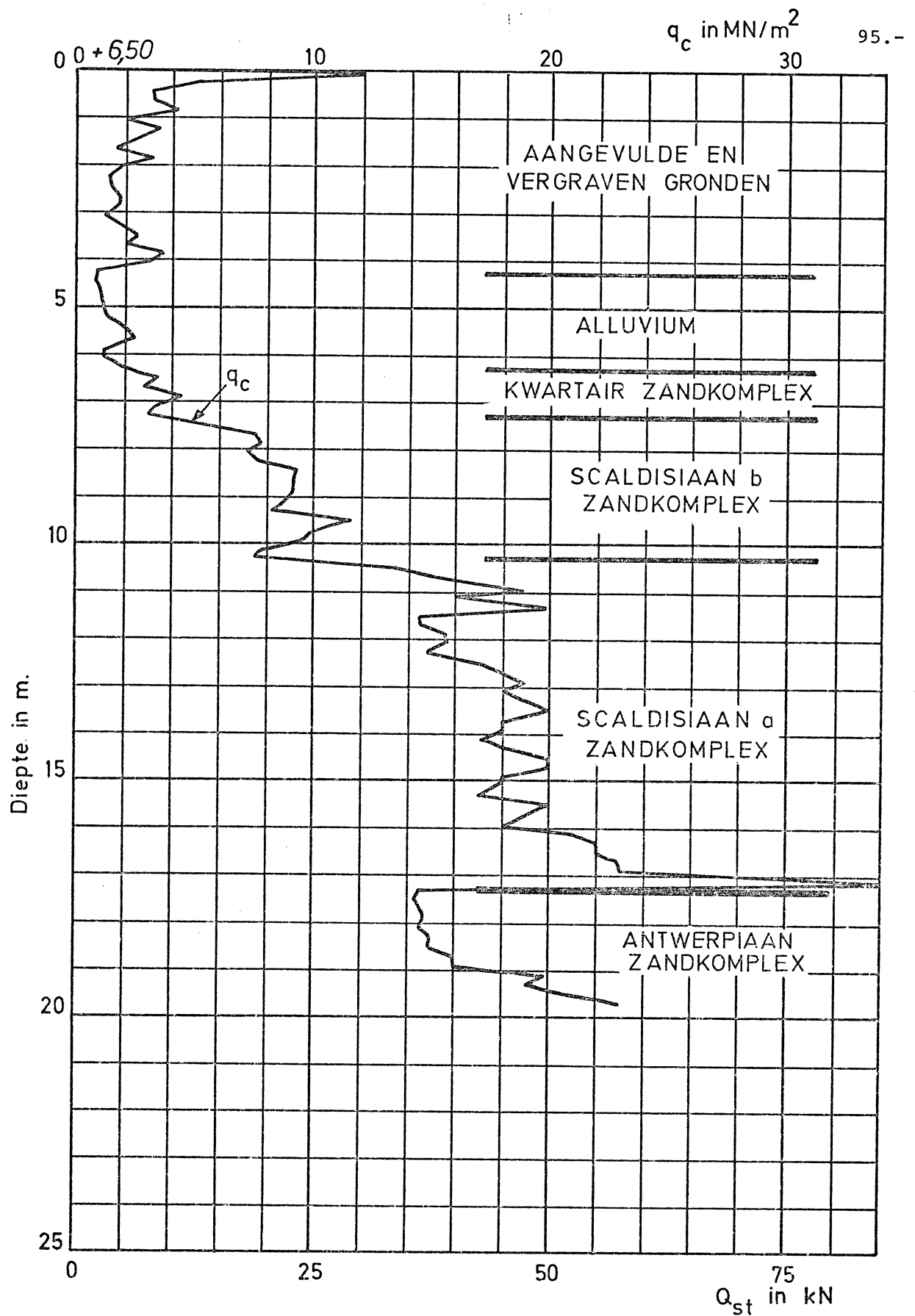


Fig. 33 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone IXa (punt nr. 370, $x = 153061$, $y = 215135$)

8.2.11.1. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in een 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 konstrukties betreft, is de dikte van de aangevulde gronden meestal te gering om gunstige funderingsvoorwaarden te kunnen aantreffen.

Belangrijke konstrukties dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die in het Scaldisiaan b of het Scaldisiaan a zandkomplex kunnen worden aangezet. Voor palen aangezet in het Scaldisiaan b zandkomplex dient terdege 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 zandkomplex).

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone XIa is weergegeven in fig. 34.

8.2.12. Voormalige wielen, grachten en waterlopen

De voormalige wielen, grachten en waterlopen werden niet als één 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 er slechte funderingsvoorwaarden ontmoet worden. Ter illustratie werden twee diepsonderingsdiagrammen afkomstig van diepsonderingen uitgevoerd in respektievelijk een voormalig wiel en een voormalige gracht weergegeven (fig. 35-36). Daar deze diagrammen echter geenszins als typisch voor geheel het wiel dan wel voor geheel de gracht beschouwd mogen worden, zal binnen deze zones steeds een gedetailleerder grondonderzoek dienen uitgevoerd te worden.

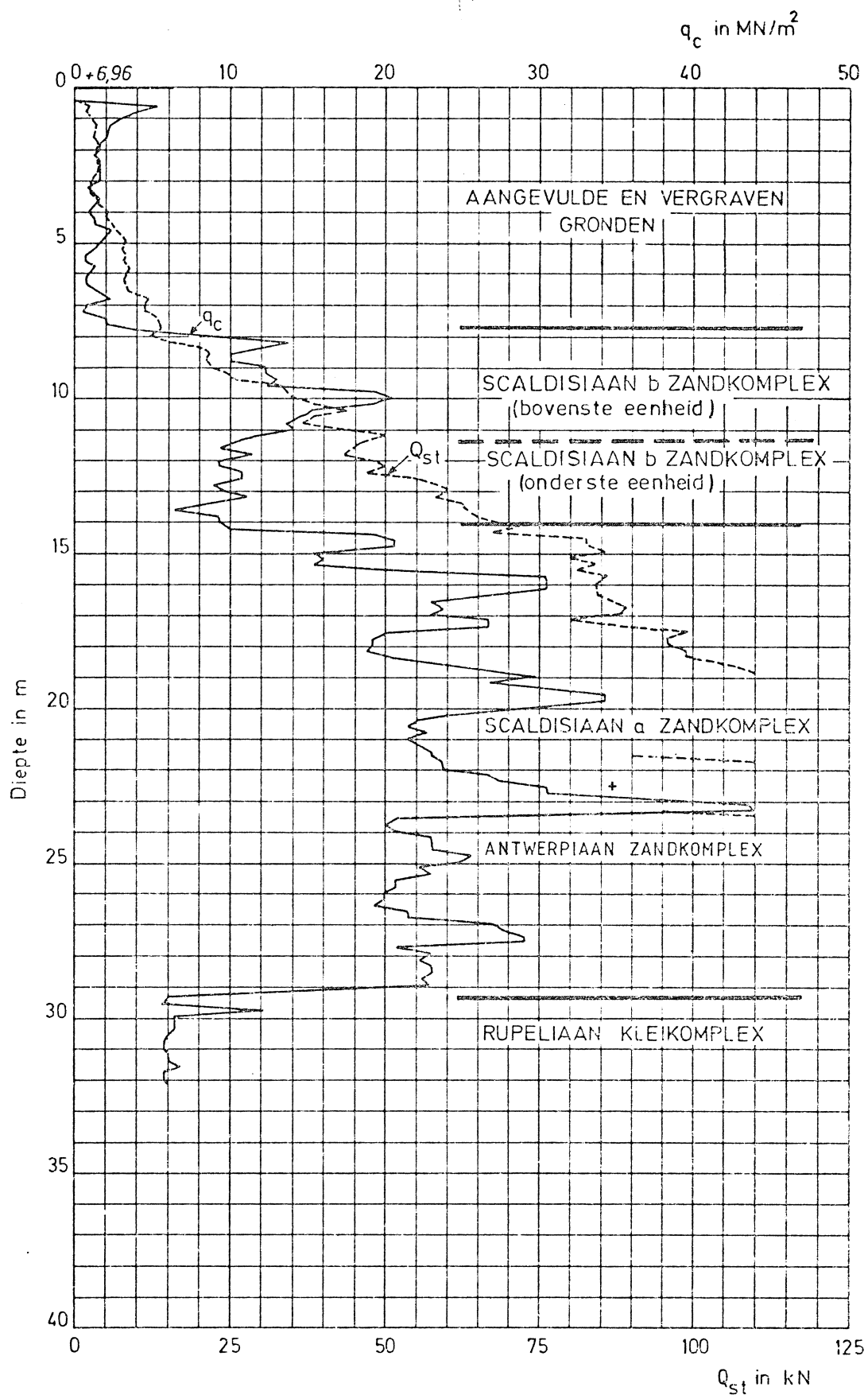


Fig. 34 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd binnen de zone XIa (punt op kaartblad 15.3.2, $x = 152045$, $y = 215945$)

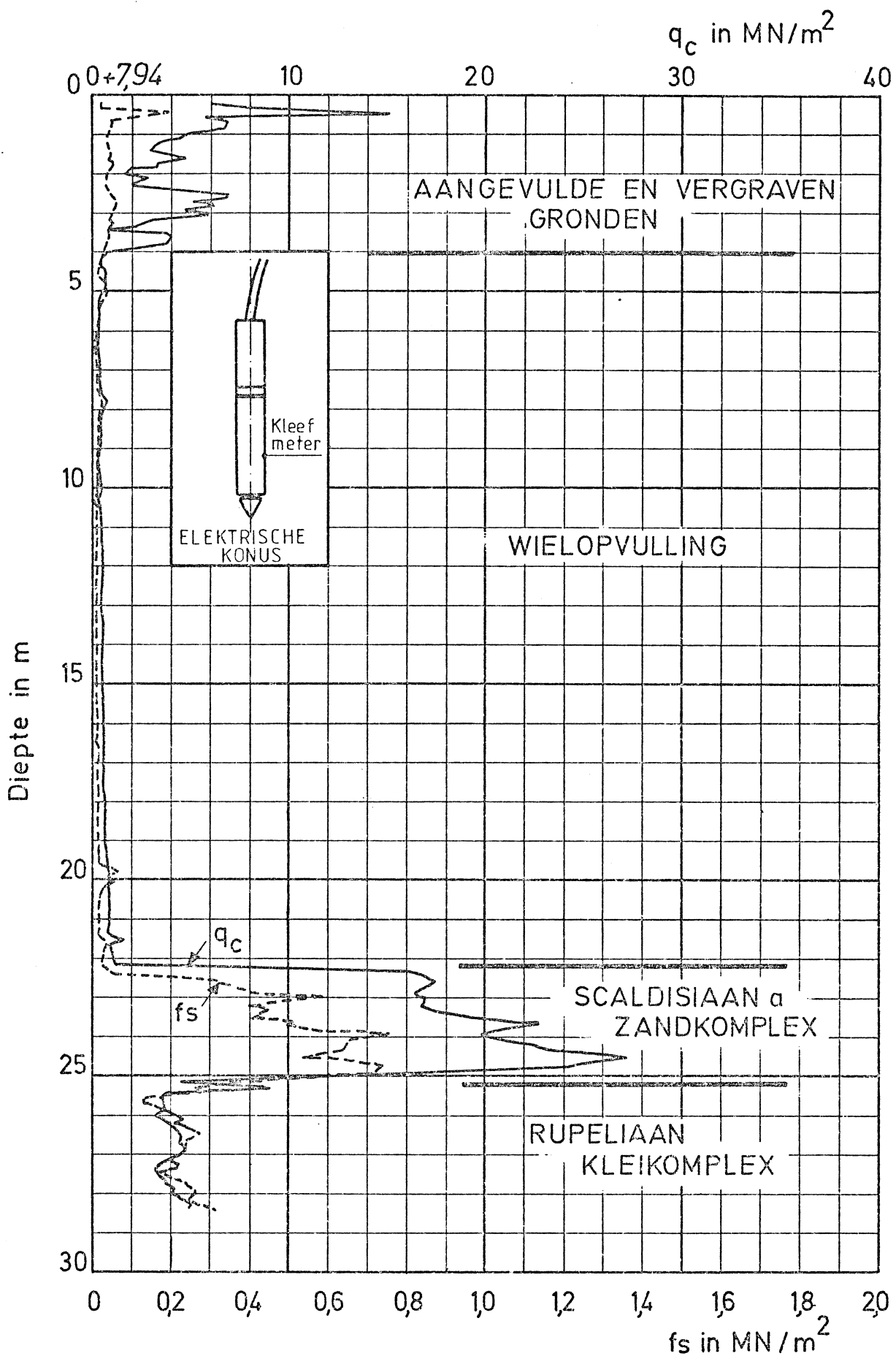


Fig. 35 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd ter
 plaatse van een voormalig wiel (punt nr. 463,
 $x = 150145$, $y = 213920$)

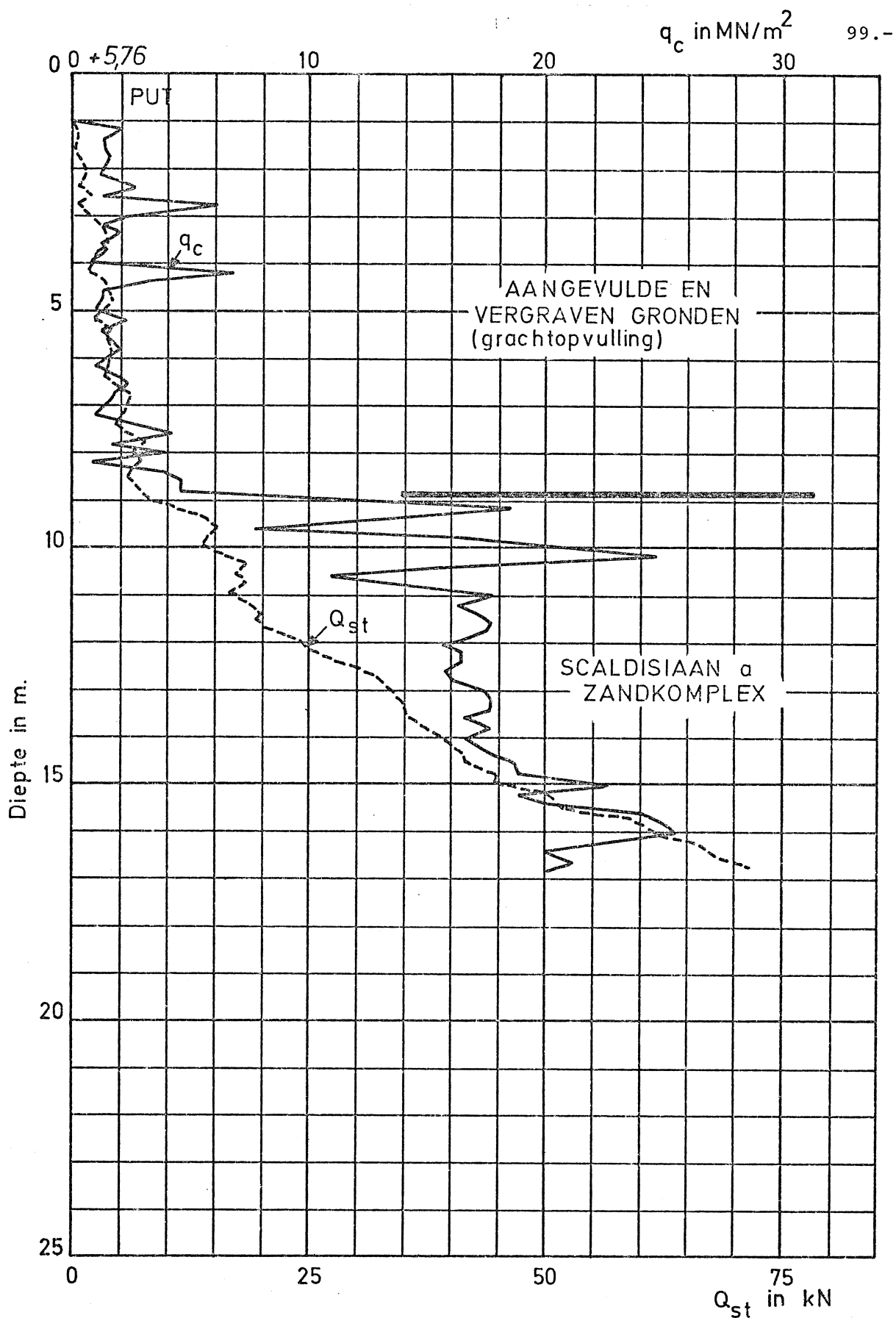


Fig. 36 - Voorbeeld van diepsondering uitgevoerd ter plaatse van een voormalige gracht (Noordkasteel) (punt nr. 53, $x = 152042$, $y = 214610$)

9. GEOLOGISCHE DOORSNEDEN

Ter illustratie van de algemene opbouw van het gekarteerde gebied zijn twee terreindoorsneden (AA' en BB') getekend (horizontale schaal 1/5000, vertikale schaal 1/200). De doorsneden AA' en BB' zijn respektievelijk NW-SE en S-N georiënteerd. De ligging van de doorsneden is op alle platen van de grondmechanische atlas aangegeven.

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

REFERENTIES

- COEN, I. & THEUNS, J. (1972-1973). Overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeeschelde bekken gedurende het tijdperk 1961-1970. Tijdschr. Openb. Werken Belg., 3, 1-84.
- 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 consturction 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. Compte-rendu 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. Bull. Belg. Ver. Geol. 85, 133-152.
- HAVERMANS, R. (1956). Bijdrage tot de landschapsgeschiedenis der Scheldepolders op de Antwerpse Rechteroever. 155 p. Antwerpen : Stad Antwerpen, Technische Dienst van het Havenbedrijf.

- 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. (In voorbereiding).
- S.V.K.S., T.V., (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 Doktoraatsverhandeling).
- VAN TASSEL, R. (1966). De Septaria in de Boomse klei. Het Ingenieursblad, 35, 550-552.

Dokumenten geraadpleegd bij het opstellen van plaat II

- VANDERWEE, J.B. (1865). Carte d'Anvers et de ses environs. 1865.
Dressée sous la direction de Ph. Vander Maelen,
Bruxelles : Etablissement Géographique fondé par Ph.
Vander Maelen, schaal 1/10.000, 1 kbl.
- GENIE MILITAIRE (1883). Anvers. S.l., schaal 1/5000, 1 kbl.
- INSTITUT CARTOGRAPHIQUE MILITAIRE (1932). Anvers 15.3). Brussel :
Institut Cartographique Mililaire, schaal 1/10.000,
1 kbl.
- MILITAIR GEOGRAFISCH INSTITUUT (1948). Anvers (15.3). Brussel :
Militair Geografisch Instituut, schaal 1/10.000, 1 kbl.
- MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN (1964). Antwerpen-Noordkasteel
15.3.4. Brussel : Ministerie van Openbare Werken,
schaal 1/5000, 1 kbl.
- MILITAIR GEOGRAFISCH INSTITUUT VAN BELGIE (1971). Antwerpen (15.3).
Brussel : Militair Geografisch Instituut, schaal 1/10.000,
1 kbl.

FICHE DER LOKALE GEGEVENS										Auteur v.d. fiche:		Vervolg		N°	
N°		Symb		Ref.: Herkomst:		N° dossier:		Auteur:		Projekt:					
Kaart	Punt	Code	X	Y	Z	ΔZ	schaal	Datum sondering:	Datum verslag:	Gemeente (postnummer)	Onderneming:	Buizen:	Diameter:		
Diepsondering: Apparaat Indringingssnelheid Onderneming: Konus type (code (2)) Diameter: Buizen:Diameter: Water op: datum: Grond aan de konus															
Diepte		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 dokumentatiekaart
(Plaat I)

- | | |
|---|--|
| ◇ | Ontsluiting (put) |
| □ | Gewone boring |
| ▣ | Boring met opmeting van de grondwaterstand |
| ▤ | Boring met monsteronderzoek in het laboratorium |
| ▥ | Boring met bepaling van grondmechanische eigenschappen in situ |
| ⊠ | Boring met monsteronderzoek in het laboratorium en met bepaling van grondmechanische eigenschappen in situ |
| ⊞ | Boring uitgerust met piëzometer(s) |
| ▽ | Diepsondering met opname van de puntweerstand en de zijdelingse wrijvingsweerstand |
| ∇ | Diepsondering met opname van de puntweerstand |
| <u>A</u> | <u>A'</u> |
| Ligging van de geologische doorsnede (ingelast in de tekst) | |

Bijlage 3

Verklaring van de symbolen aangewend bij de bespreking van de grondmechanische eigenschappen

d_{50}	gemiddelde korreldiameter
γ	volumegewicht
γ_d	drooggewicht
w	watergehalte
n	poriënvolume
w_L	vloeigrens
i_p	plasticiteitsindex
A	ontlastingskonstante
C	samendrukkingskonstante
k_v	vertikale 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

RESUME

L'atlas géotechnique 15.3.4 Antwerpen-Noordkasteel (1/5000) 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 de complexe sableux quaternaire.
- Planche V : Epaisseur du Scaldisien b (complexe sableux).
- Planche VI : Epaisseur du Scaldisien a (complexe sableux).
- Planche VII : Epaisseur de l'Anversien (complexe sableux).
- Planche VIII : Sommet du Rupelien (complexe argileux).
- Planche IX : Données hydrogéologiques.
- Planche X : Unités géotechniques.
- Planche XI : Base du Quaternaire.

La succession des unités lithologiques est décrite de haut en bas. Les épaisseurs sont représentées par des courbes isopaques. Sur les cartes VIII 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 Paniselien, du Lédien, du Wemmelien, 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'anciennes digues, d'anciennes marmites et de fossés et cours d'eau aujourd'hui remblayés.

Sur la planche III figure l'épaisseur des alluvions. Les forages qui ont recoupé les alluvions sont indiqués sur la planche avec les 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 avec beaucoup de coquilles. Les sables sont peu compact à compact.

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 VII) est composé de sables très glauconifères et très compact.

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

La planche IX 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'était pas possible de tracer des courbes isohypses de la surface piézométrique. Deux essais de pompage ont été réalisés dans la région cartographiée.

La planche X représente le zonage géotechnique. Elle forme 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 11 unités ont été distinguées. La succession lithologique des unités est donnée dans le tableau ci-dessous.

Unité	Zone	IVa	Va	Vb	VIa	VIIb	VIIa	VIIIa	VIIIb	IXa	XIa
Terrains remaniés et ramblayés		(x)	(x) < 6 m	x < 6 m	x > 6 m	x < 6 m	x < 6 m	x > 6 m	x > 6 m	x < 6 m	x < 6 m
Alluvions		-	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Complexe sableux quaternaire		x < 6 m	(x) < 6 m	x > 6 m	x < 6 m	x > 6 m	x < 6 m	x < 6 m	x > 6 m	(x) < 6 m	(x) < 6 m
Complexe sableux scaldisien b		-	-	-	-	-	-	-	-	x < 6 m	x > 6 m
Complexe sableux scaldisien a		x] > 6 m x]	(x)] > 6 m (x)]	(x)] < 6 m (x)]	(x)] < 6 m (x)]	(x)] < 6 m (x)]	(x)] < 6 m (x)]	- x > 6 m	x > 6 m -	(x)] > 6 m (x)]	(x)] > 6 m (x)]
Complexe sableux Anversien		x] > 6 m x]	(x)] < 6 m (x)-	(x)] < 6 m (x)]	(x)] < 6 m (x)]	(x)] < 6 m (x)]	(x)] < 6 m (x)]	- x > 6 m	x > 6 m -	(x)] > 6 m (x)]	(x)] > 6 m (x)]
Complexe argileux rupelien		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Remarques : - Dans les zones IVa à XIa 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

Les cartes géotechniques peuvent être obtenues au Secrétariat de la Commission de Cartographie Géotechnique, Square de Meeûs, 1040 Bruxelles et Tramstraat, 44 9710 Zwijnaarde (tél. 091/22.60.52 - ir J. Maertens) ou contre versement du prix de vente au compte-chèques postaux n° 000-0050267-21 au nom de l'Institut Géotechnique de l'Etat, Laboratoire, Tramstraat, 44 - 9710 Zwijnaarde.

Déjà paru :

Carte 42.2.7 Liège (échelle 1/5000)
Carte 31.3.7 Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 22.1.6 Gent-St.Pieters (échelle 1/5000)
Carte 45.4.5 à 8 Mons (Secteur Obourg)(échelle 1/10.000)
Carte 45.3.4 à 8 Mons (Secteur Maisières)(échelle 1/10.000)
Carte 15.3.8 Antwerpen-Hoboken (échelle 1/5000)
Carte 42.6.1 Liège (échelle 1/5000)
Carte 31.3.5 Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 15.3.6 Antwerpen-Centrum (échelle 1/5000)
Carte 46.8.5 Charleroi (échelle 1/5000)
Carte 31.3.6 Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 22.1.4 Gent-Centrum (échelle 1/5000)
Carte 31.3.8 Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 42.6.3 Liège (échelle 1/5000)
Carte 22.1.2 Gent-Wondelgem (échelle 1/5000)
Carte 45.7.1 à 4 Mons (échelle 1/10.000)
Carte 31.3.3 Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 15.3.3 Zwijndrecht Noord (échelle 1/5000)

L'édition des Cartes Géotechniques suivantes est prévue :

Carte 31.3.4 Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 15.3.1-2 Antwerpen (échelle 1/5000)
Carte 46.7.6 Charleroi (échelle 1/5000)
Carte 15.3.5-7 Antwerpen (échelle 1/5000)