

Kommissie voor Grondmechanische Kartering

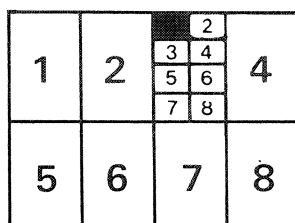
Centrum voor Grondmechanische Kartering
van de Rijksuniversiteit Gent

(Verantwoordelijke : E. De Beer)

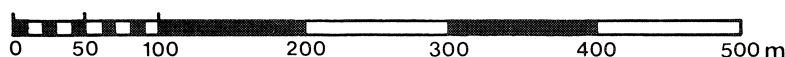
Grondmechanische kaart

15.3.1 Antwerpen Petroleumhaven

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

De Grondmechanische Kaart 15.3.3. Zwijndrecht-noord op schaal 1/5000 met verklarende nota, is te verkrijgen op het sekretariaat van de Commissie voor Grondmechanische Kartering, de Meeûssquare, 28 - 1040 Brussel of Tramstraat, 52 - 9710 Zwijnaarde (tel. 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, 52, 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 Maisières)(schaal 1/10000)

Kaart 45.4.5 à 8 Mons - (sector Obourg)(schaal 1/10000)

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 (sector Mons - Jemappes - Cuesmes)(schaal 1/10000)

Kaart 31.3.3 Brussel (schaal 1/5000)

Kaart 15.3.4 Antwerpen - Noordkasteel (schaal 1/5000)

Kaart 15.3.2 Antwerpen - Luchtbal (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

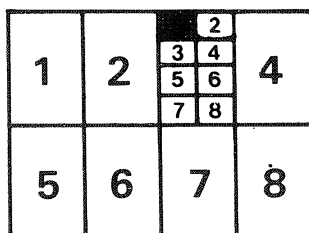
Centrum voor Grondmechanische Kartering
van de Rijksuniversiteit Gent

(Verantwoordelijke : E. De Beer)

Grondmechanische kaart

15.3.1 Antwerpen Petroleumhaven

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

VERKLARENDE TEKST BIJ DE GRONDMECHANISCHE KAART 15.3.1
ANTWERPEN-PETROLEUMHAVEN

pag. I-VII, 1-104

TEXTE EXPLICATIF DE LA CARTE GEOTECHNIQUE 15.3.1
ANTWERPEN-PETROLEUMHAVEN

pag. 105-107

Adressen :

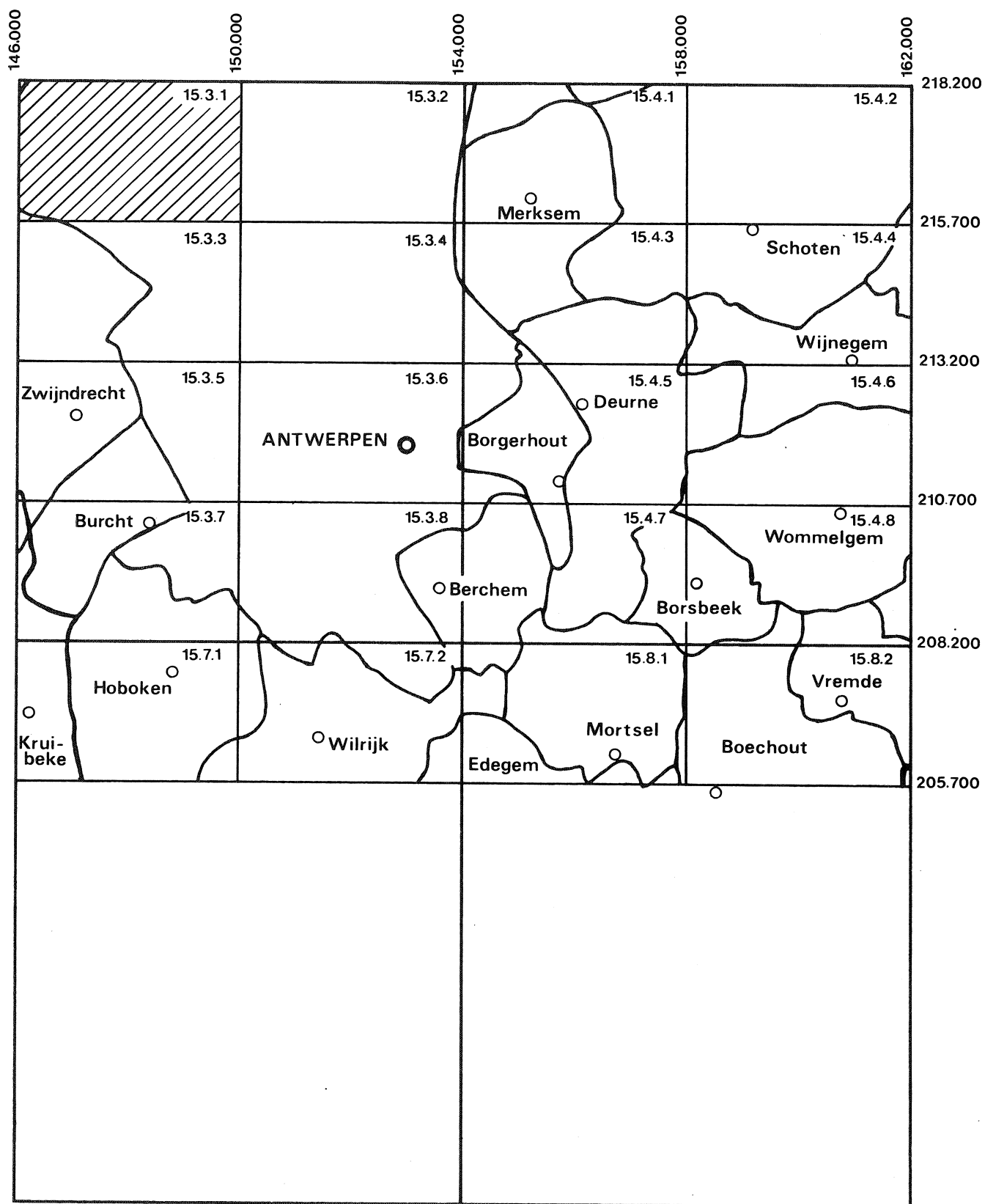
- Leerstoel voor Grondmechanica en Funderingstechniek,
Tramstraat 52, 9710 ZWIJNAARDE
- Leerstoel voor Toegepaste Geologie,
Krijgslaan 281, 9000 GENT

- De Belgische Geologische Dienst
- Het Bruggenbureau 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.
- ANTONSEN n.v.
- BEHEERSMIJ. FREYLOO n.v.
- BP CHEMICALS-BELGIUM n.v.
- C.M.B. n.v.
- ESSO-BELGIUM n.v.
- FORDMOTOR Cy. n.v.
- GEOLAB p.v.b.a.
- GEOLOGICA p.v.b.a.
- GEOSONDA p.v.b.a.
- GENERAL MOTORS CONTINENTAL n.v.
- GENERAL TANK STORAGE n.v.
- HERFURTH & BOUTMY n.v.
- KATOEN-NATIE n.v.
- MERCANTILE MARINE ENGINEERING & GRAVING DOCKS Cy n.v.
- NORTHERN SHIPPING SERVICE n.v.
- OREX s.v.
- PANOCEAN-EUROTANK n.v.
- ANTWERPS HAVENBEDRIJF PAYS n.v.
- PENETRA p.v.b.a.
- PETROCHIM n.v.
- RHENUS ANTVERPIA n.v.
- RIJN-SCHELDE MONDIA n.v.
- S.I.B.P. n.v.
- SONDEX n.v.
- SOBELGRA n.v.
- STEVEDORING COMPANY GYLSEN
- Studiebureel CONSTRUCTOR n.v.
- Studiebureel T.K.B.
- Tijdelijke Vereniging Stormvloedkering Schelde (S.V.K.S.)
- THOMSEN'S HAVENBEDRIJF
- F. VAN BREE n.v.
- WESTERLUND CORPORATION n.v.
- WIJNNATIE n.v.

Verder danken wij heel bijzonder de heren A. VANDEWEGE en 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.

INHOUD

DANKBETUIGING	I
LIGGING VAN HET GEKARTEERDE GEBIED	IV
WAARSCHUWING	V
INHOUD	VI
1. INLEIDING	1
2. GEOLOGISCHE GEGEVENS	3
2.1. Geografische gegevens	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 post-paleozoïsche deklagen	6
3.3. De kwartaire dekmantel	8
4. UITGEVOERDE STUDIE	11
5. DOKUMENTATIE	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)	29
6.4. Scaldisiaan b zandkomplex (plaat V-plaat XI)	38
6.5. Scaldisiaan a zandkomplex en Antwerpiaan zandkomplex (plaat VI)	46
6.6. Rupeliaan kleikomplex (plaat VII)	63
7. HYDROGEOLOGISCHE GEGEVENS (plaat VIII)	79
7.1. Watervoerende lagen	79
7.2. Waterkwaliteit	81
7.3. Voorstelling van hydrogeologische gegevens op plaat VIII	81

8. GRONDMECHANISCHE ZONES	82
8.1. Algemene voorstelling	82
8.2. Bespreking van de grondmechanische zones	83
9. GEOLOGISCHE DOORSNEDEN	95
REFERENTIES	98
BIJLAGEN 1a en 1b : Fiches der lokale gegevens	101
BIJLAGE 2 : Verklaring van de symbolen aangewend op de dokumentatiekaart	103
BIJLAGE 3 : Verklaring van de symbolen aangewend bij het aangeven van de grondmechanische eigenschappen	104
RESUME	105

1. INLEIDING

De grondmechanische atlas 15.3.1 is samengesteld uit 11 platen op schaal 1/5000 :

- 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 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 wielen
- Plaat IV : Dikte van het kwartair zandcomplex
- Lijnen van gelijke dikte van dit complex (equidistantie : 2 m)
 - Voormalige wielen
- Plaat V : Dikte van het Scaldisiaan b zandcomplex
- Lijnen van gelijke dikte van dit complex (equidistantie : 2 m)
 - Voormalige wielen
- Plaat VI : Gezamenlijke dikte van het Scaldisiaan a zandcomplex en het Antwerpiaan zandcomplex
- Lijnen van gelijke gezamenlijke dikte van deze complexen (equidistantie : 2 m)
- Plaat VII : Top van het Rupeliaan kleikcomplex
- Lijnen van gelijk peil van de top van dit kleikcomplex (equidistantie : 2 m)
- Plaat VIII : Hydrogeologische gegevens
- Oppervlaktewater
 - Stand van het grondwater

- Plaat IX : Zonering
- Zones waarbinnen analoge grondmechanische omstandigheden worden aangetroffen
 - Voormalige wielen
- Plaat X : Basis van de kwartaire sekwentie
- Lijnen van gelijk peil van de basis van het Kwartair (equidistantie : 2 m)
 - Voormalige wielen
- Plaat XI : Basis van het Scaldisiaan b zandkomplex
- Lijnen van gelijk peil van de basis van dit zandkomplex (equidistantie : 1 m)
 - Voormalige wielen

Op de kaarten zijn ook de boringen, sonderingen en ontsluitingen aangegeven die door de betrokken laag zijn gegaan. Op de platen VII, X en XI zijn de waarnemingspunten aangeduid die respectievelijk de top van het Rupeliaan kleikomplex, de basis van de kwartaire sekwentie en de basis van het Scaldisiaan b zandkomplex hebben bereikt.

Een verklarende tekst waarin 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 15.3.2 (Antwerpen-Petroleumhaven) van het Ministerie van Openbare Werken (schaal 1/5000). De basiskaart werd echter aangepast (toestand december '80) (zie paragraaf 5.3).

Het gebied strekt zich uit tussen de Lambert-koördinaten

X = 146.000 en 150.000

Y = 215.700 en 218.200

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

Het beschouwde gebied behoort tot de stad Antwerpen.

2.2. Topografie

De gekarteerde zone behoorde vroeger grotendeels tot de laaggelegen Scheldepolders (Austruweelpolder, Oorderenpolder, Wijtvlietpolder). Het oorspronkelijk maaiveldpeil in de Austruweelpolder lag in het kaartgebied tussen +0,5 en +2,5*. In de Oorderenpolder en in de Wijtvlietpolder was de oorspronkelijke maaiveldhoogte gelegen tussen +2 en +4,5.

In het noordoostelijk deel van de kaart lag een hoger gelegen zone (+3 tot +4) die niet bedekt was met polderafzettingen. Op deze zandopduiking lag de dorpskom van Wilmarsdonk.

Thans varieert het maaiveldpeil in het kaartgebied grotendeels tussen +5 en +6. Slechts plaatselijk, zoals rond bepaalde petroleumtanks, is het peil groter dan +8. De kruin van de Scheldedijk ligt boven het peil +7.

2.3. Verkeerswegen

In het kaartgebied 15.3.1 is de belangrijkste verkeersweg de Scheldelaan, gelegen naast de Scheldedijk, die het zuidelijk deel van de haven verbindt met het noordelijk deel.

De Schelde komt in de zuidwestelijke hoek van de kaart voor.

* Alle peilen, behalve indien anders vermeld, zijn uitgedrukt 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 (Tabel 1).

De hoogste waterstand geregistreerd te Antwerpen tussen 1901 en 1970 was +7,85 (01.02.1953).

Het waterpeil in de dokken wordt gehandhaafd tussen de peilen +3,85 en +4,25 NKD (+3,77 en +4,17 TAW).

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 doodtij</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 -650. 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 nagenoeg 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 -475 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 kompleks 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 klei-laag (Plm). Daarboven treft men een kompleks 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 Holoceen (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.

LEGENDE v.d. GEOLOGISCHE KAART (1896)	ALGEMEEN STRATIGRAFISCH REGISTER v.d. GEOLOGISCHE KAART (1932)		STRATIGRAFISCHE INDELING J.DE HEINZELIN (1955) SYMPOSIUM NEOGEEN (1961)		LITHOSTRATIGRA - FISCHE INDELING F.DE MEUTER - P.LAGA (1976)	GRONDMECHANISCHE ATLAS 15.3.3 + 15.3.4
	POEDER - LIAAN	SCALDISIAAN	MIDDELEN PLIOCEEN	MERKSEMIAAN		
				ZANDEN VAN MERKSEM	• FORMATIE v. LILLO ZANDEN van ZANDVLIET ZANDEN van MERKSEM ZANDEN van KRUSSCHANS	SCALDISIAAN b (MERKSEMIAAN)
	SCALDISIAAN		PLIOCEEN	ZANDEN VAN KALLO	ZANDEN van OORDEREN	SCALDISIAAN a
				ZANDEN VAN LUCHTBAL	ZANDEN van LUCHTBAL	
	DIESTIAAN	DIESTIAAN	ONDER PLIOCEEN	ZANDEN VAN KATTENDIJK	• FORMATIE van KATTENDIJK	
				ZANDEN VAN DEURNE	• FORMATIE van DIEST	DIESTIAAN
				ZANDEN VAN ANTWERPEN	• FORMATIE van BERCHEM	ANTWERPIAAN
	BOLDERIAAN	ANTWERPIAAN	BOVEN MIOCEEN	ZANDEN VAN EDEGEM	ZANDEN van ANTWERPEN ZANDEN van KIEL ZANDEN van EDEGEM	

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

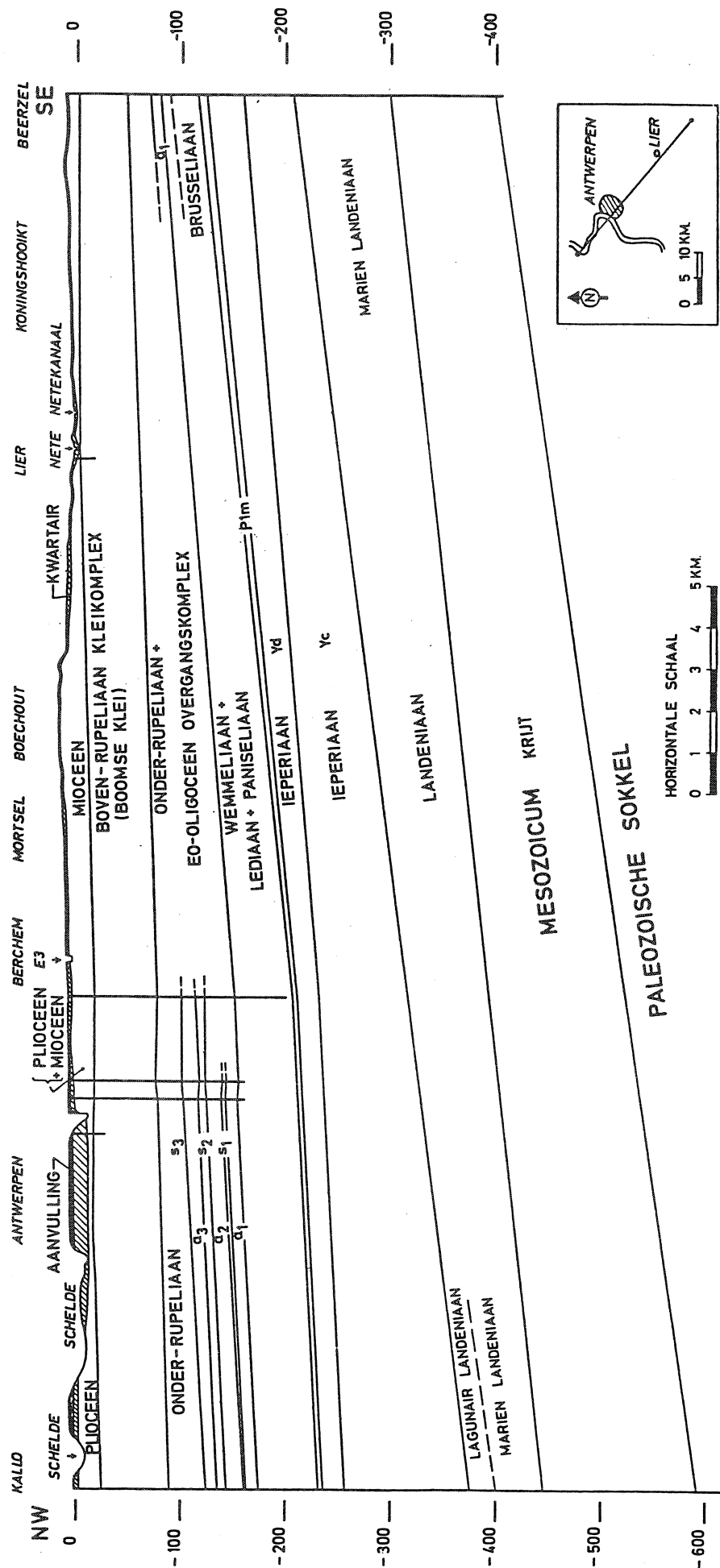


Fig. 2 - Schematisch NW-SE doorsnede Kallo-Beerzel

4. UITGEVOERDE STUDIE

Het opstellen van de grondmechanische kaart 15.3.1 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- eerste 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 vestinggrachten en waterlopen 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

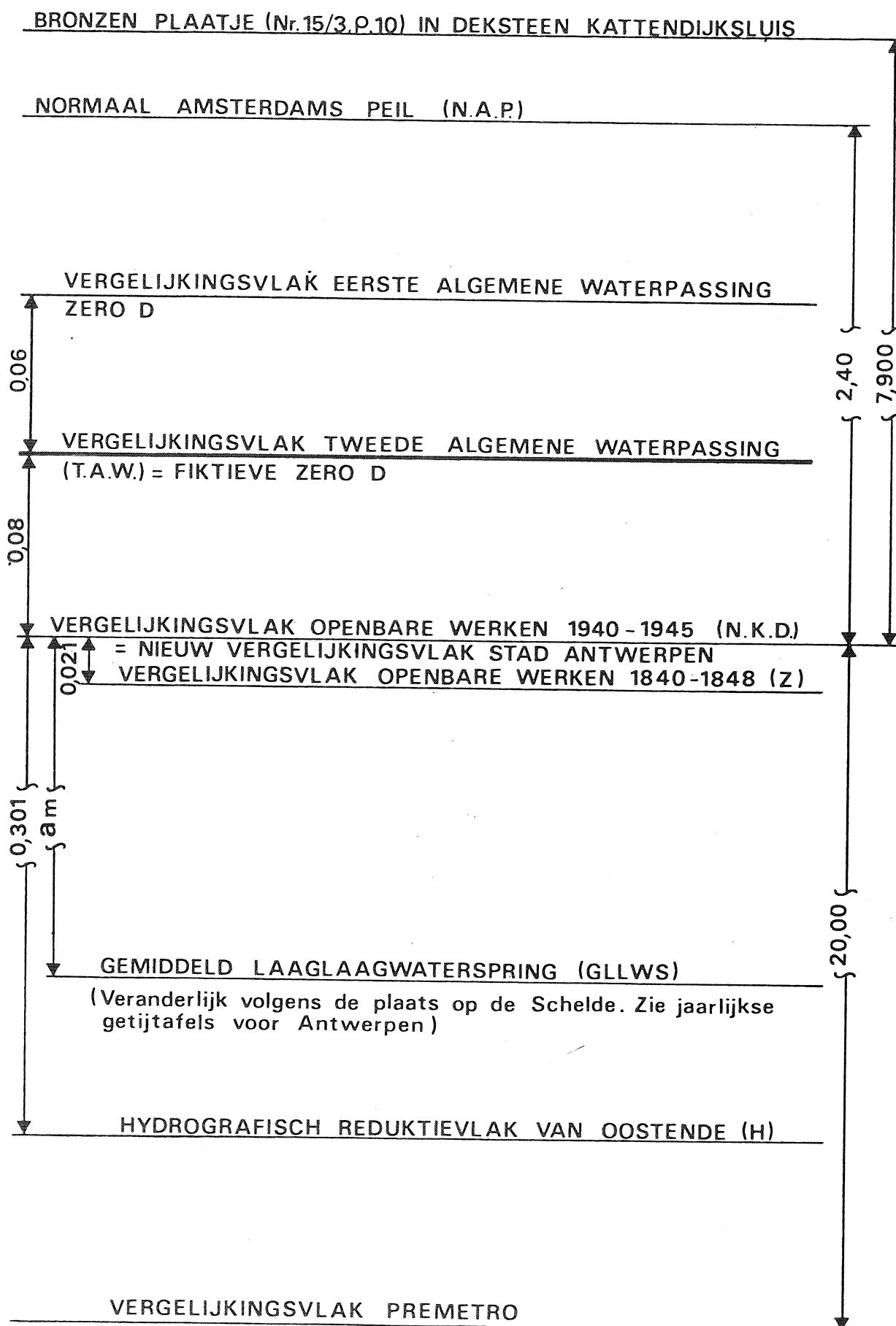


Fig.3 : Ligging van enkele vergelijkingsvlakken in gebruik te Antwerpen (verschillen uitgedrukt in m.)

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.

Het 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 distinktief 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 15.3.1. Tevens geeft de kaart de topografie aan.

5.1. Boringen, sonderingen en ontsluitingen

Het type van de puntwaarneming 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 steekkaarten kunnen geraadpleegd worden bij het Rijksinstituut voor Grondmechanica, Tramstraat 52, 9710 ZWIJNAARDE.

In het totaal werden 1072 gegevens aangewend.

Het opzoeken van gegevens werd stopgezet op 31 maart 1982.

De aangewende gegevens zijn hoofdzakelijk afkomstig van :

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

5.2. Hoogtelijnen

De gegevens i.v.m. de maaiveldhoogte aangegeven op de plaat I werden grotendeels afgeleid uit informatie beschikbaar bij de technische diensten van de Stad Antwerpen (Technische Dienst Havenbedrijf) en bij de bedrijven gelegen in het kaartgebied. 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 op plaat I aangegeven.

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

5.3. Basiskaart

Voor het opstellen van de grondmechanische kaart 15.3.1 werd aanvankelijk gesteund op de fotogrammetrische kaart 15.3.1 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 15.3.1 zo goed als mogelijk aan te passen aan de toestand bestaande op 31 december 1980. Daarvoor werd voornamelijk gesteund op plannen afkomstig van de technische diensten van de Stad Antwerpen (Technische Dienst voor het Havenbedrijf) en van de bedrijven gelegen in het kaartgebied. De aldus aangepaste fotogrammetrische kaart 15.3.1 fungeert als basiskaart voor alle platen van de Grondmechanische Atlas 15.3.1.

6. GEKARTEERDE EENHEDEN

6.1. Aangevulde en vergraven gronden (plaat II)

6.1.1. Oorsprong

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

Aangevulde gronden komen in het kaartgebied eveneens voor in voormalige wielen. Wielen zijn kolkgraten ontstaan door dijkdoorbraken. De wielen zijn op natuurlijke wijze gedeeltelijk dichtgeslibd. Het bovenste deel van de wielen is naderhand t.b.v. de havenuitbreiding door menselijke tussenkomst opgevuld.

In het beschouwde gebied werden meerdere wielen gevormd. Ze zijn gelegen in de voormalige Austruweelpolder :

- Het Rode Wiel, ter hoogte van de SIBP-vestiging, ontstond vermoedelijk in 1649 (M. MIJS, 1973). Naar alle **waarschijnlijkheid** bestaat er geen verband tussen dit wiel en een eventuele dijkbreuk in de Wilmardonkse dijk. Tussen het wiel en de dijk komt immers een zone voor die niet uitgewoeld werd (R. HAVERMANS, 1956). Het wiel ontstond waarschijnlijk achter een eerste trace van de Wilmardonkse dijk.
- Het Maai-Mertenswiel, tussen het Hansadok en het Zesde Havendok, ontstond vermoedelijk ook in de zeventiende eeuw. Het maakte oorspronkelijk deel uit van een kreek (Maai-Mertenskreek) die aansloot bij de Grote Geul in de Oorderenpolder. Het wiel zelf ontstond na doorbraak van de dijk kraag in de Wilmardonkse dijk ter hoogte van deze kreek (M. MIJS, 1973). Het wiel stond in verbinding met het ondiepe Zandvoortwiel dat evenwel verdween bij de aanleg van het Zesde Havendok.
- Het Karperwiel of Straatput, dat aansloot bij het Maai-Mertenswiel, ontstond waarschijnlijk rond 1649 achter een eerste trace van de Wilmardonkse dijk. Volgens R. HAVERMANS (1956) ligt de top van het tertiair zandsubstraat in het Karperwiel lager dan dat van het tertiaire substraat tussen het Karperwiel en het Maai-Mertenswiel.

6.1.2. Samenstelling

In het geval van aanvullingen kan de samenstelling van de grond in het algemeen sterk wisselen en bestaan uit zanden, afbraakresten van gebouwen of vestingmuren, huishoudelijk afval... enz. In het kaartgebied bestaan de gronden hoofdzakelijk uit zandig materiaal. Er komen echter talrijk slib- en kleihoudende lenzen in voor. Dit is er soms de oorzaak van dat een onderscheid tussen de aangevulde gronden en het onderliggend alluvium moeilijk of niet te maken is. Ook ter plaatse van oude dijken, kan de samenstelling meer kleihoudend zijn.

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

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

6.1.3. Uitbreiding

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

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

De dikte van de aangevulde gronden in de voormalige Austruweelpolder is meestal begrepen tussen 4 en 6 m. Plaatselijk kan de dikte groter zijn dan 6 m zoals rond bepaalde petroleumtanks. In de nabijheid van het Zesde Havendok, ter hoogte van de vroegere dorpskom van Wilmarsdonk is de dikte meestal geringer

dan 4 m.

In de hoger opgeslibde voormalige Wijtvliet- en Oorderenpolder zijn de aangevulde gronden 2 tot 4 m dik.

Ter hoogte van de Scheldeijk varieert de dikte van de aangevulde gronden tussen 4 en 8 m.

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

6.1.4. Grondmechanische eigenschappen

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

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

6.2. Alluvium (plaat III)

6.2.1. Oorsprong

In het alluvium op het kaartblad 15.3.1 werden 4 eenheden samengebracht : Een bovenste eenheid, een middenste eenheid, een onderste eenheid en tenslotte de slappe gronden die voorkomen in bepaalde wielen. Al deze gronden zijn van kontinentale oorsprong en van kwartaire ouderdom (grotendeels of volledig Holoceen).

6.2.2. Litologie

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

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

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

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

6.2.3. Uitbreiding

Eén of meerdere eenheden kunnen ontbreken. De litologische opbouw van het alluvium is aangegeven ter plaatse van de boringen.

De dikte van de bovengenoemde eenheden samen is voorgesteld op plaat III. Deze dikte is begrepen tussen 0 en 10 m.

De bovenste eenheid (klei, leem, plaatselijk veenhoudend of zandhoudend) komt over het grootste deel van het kaartgebied voor. In de Austruweelpolder is de dikte meestal 0,2 tot 2,0 m. In de Oorderenpolder en de Wijtvlietpolder is de dikte meestal begrepen tussen respectievelijk 2 en 3,5 m en 3 en 5 m.

De laterale uitbreiding van de middenste eenheid (veen, plaatselijk sterk veenhoudende klei) is aangegeven op de plaat. Ter hoogte van het voormalige Wilmarsdonk komt het niet voor. De dikte is meestal begrepen tussen 0,5 en 3,0 m. De maximale

waargenomen dikte is 5,0 m (westen van het kaartgebied, nabij de Schelde).

De onderste eenheid (klei, leem, plaatselijk veenhoudend of zandhoudend, plaatselijk tussenlagen veen of veenhoudend zand) komt slechts voor in het westen en het zuidwesten van het gebied. De dikte ervan is meestal tussen 0 en 3,5 m. De maximale waargenomen dikte is 6,5 m.

De slappe gronden in de wielen hebben een zeer veranderlijke dikte. In het Maai-Mertenswiel werden tot 10 m slappe gronden aangetroffen. Het is niet uitgesloten dat deze gronden er plaatselijk nog dikker zijn. Nabij de PETROCHIM-vestiging zijn eveneens, nabij de Schelde, wiel of kreekgronden aangetroffen. De dikte loopt er op van 4 tot 10 m. Vermoedelijk betreft het een overblijfsel van een zestiende eeuwse inbraak.

6.2.4. Grondmechanische eigenschappen

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

Van deze eenheid waren resultaten van laboratoriumproeven op 141 monsters, ontnomen uit 90 boringen, beschikbaar. De boringen werden uitgevoerd in de Austruweelpolder, Ekerenpolder, Merksempolder, Wijnvlietpolder en Oorderenpolder (kaartbladen 15.3.1 tot 15.3.4 en 15.4.1 en 15.4.3) (tabel 3).

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

*	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(115)	(114)	(127)	(115)	(87)	(86)
	kN/m ³	kN/m ³	%	%	%	
Min.	11,87	5,49	19,6	36,2	25,1	5,6
Max.	19,82	16,57	135,6	78,9	201,0	88,0
Gem.	15,98	10,65	58,5	59,4	73,9	38,4

*	A	C	k_v
**	(40)	(46)	(26)
			m/s
Min.	42	7,1	$1,63 \times 10^{-10}$
Max.	420	32,2	$8,50 \times 10^{-7}$
Gem.	143	14,6	

- Korrelverdeling : fig. 4
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 5
- Humusgehalte : van 0,20 % tot 20,90 % (gem. 4,21 %, 64 monsters)
- Kalkgehalte : van 1,70 % tot 32,30 % (gem. 12,14 %, 62 monsters)
- 25 celproeven : c_{cel} : van 0 kN/m² tot 12,26 kN/m²
 φ_{cel} : van 20° tot 43,5°
 c'_{cel} : van 0 kN/m² tot 45,11 kN/m²
 φ'_{cel} : van 5° tot 25,1°
- 2 Triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) :
 c' : 17 kN/m²
 φ' : van 24,2° tot 27°

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

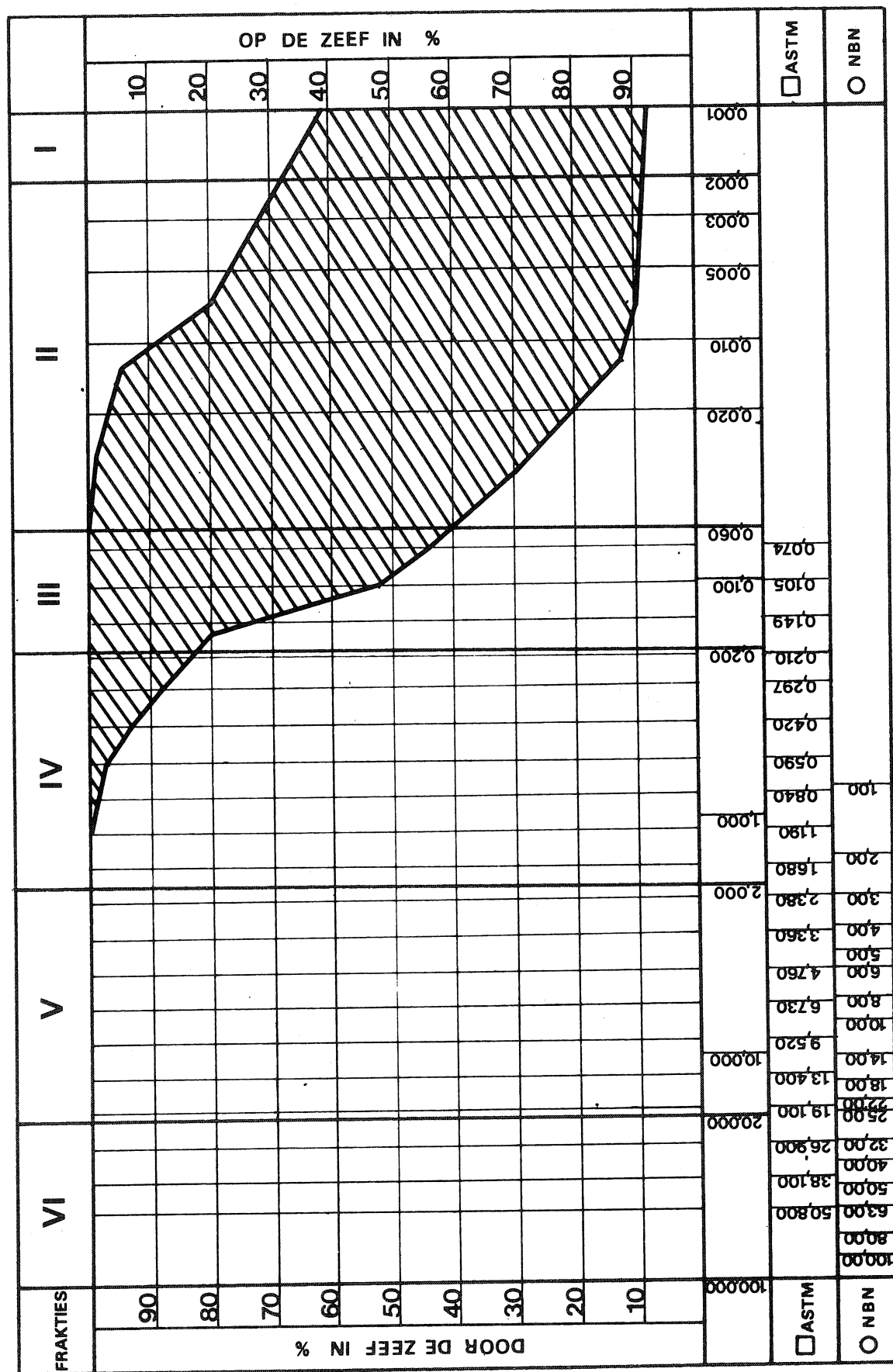


Fig. 4: Alluvium (bovenste eenheid): korrelverdeling (54 monsters)

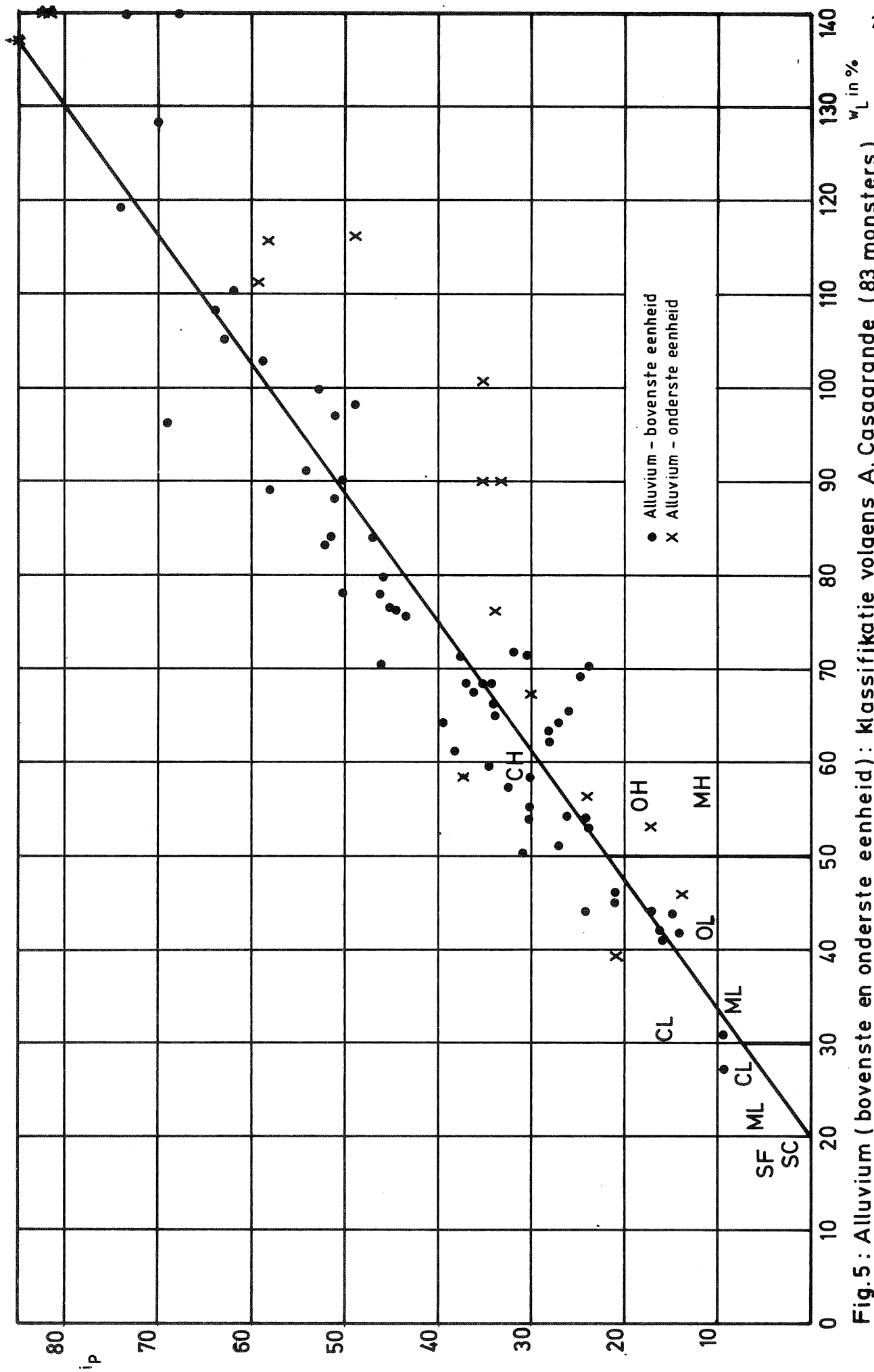


Fig.5 : Alluvium (bovenste en onderste eenheid) : klassifikatie volgens A.Casagrande (83 monsters)

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 de kaartbladen 15.3.1 tot 15.3.7 (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, plaatselijk veenhoudend of zandhoudend)

18 analyses op monsters uit de onderste eenheid werden verwerkt. De monsters werden ontnomen uit 13 boringen uitgevoerd op de kaartbladen 15.3.1, 15.3.3 en 15.3.4 (tabel 5).

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

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

*	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(14)	(14)	(14)	(14)	(15)	(15)
	kN/m ³	kN/m ³	%	%	%	
Min.	10,72	2,71	24,4	42,3	39,5	14,0
Max.	18,67	15,00	296,6	84,5	432	229
Gem.	13,87	7,28	120,1	71,0	111,6	52,7

*	A	C	k_v	k_h
**	(5)	(8)	(9)	(5)
			m/s	m/s
Min.	48	5,0	$0,50 \times 10^{-10}$	$1,50 \times 10^{-9}$
Max.	150	29,7	$3,69 \times 10^{-9}$	$8,94 \times 10^{-9}$
Gem.	107	12,0		

- Korrelverdeling : fig. 6
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 5
- Humusgehalte : van 0,3 % tot 38,8 % (gem. 9,1 %, 16 monsters)
- Kalkgehalte : van 2,8 % tot 27,1 % (gem. 17,2 %, 12 monsters)
- 5 Celproeven : c_{cel} : van 0 kN/m² tot 6,87 kN/m²
 φ_{cel} : van 24,0° tot 36,0°
 c'_{cel} : van 5,88 kN/m² tot 17,16 kN/m²
 φ'_{cel} : van 7,0° tot 21,0°

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

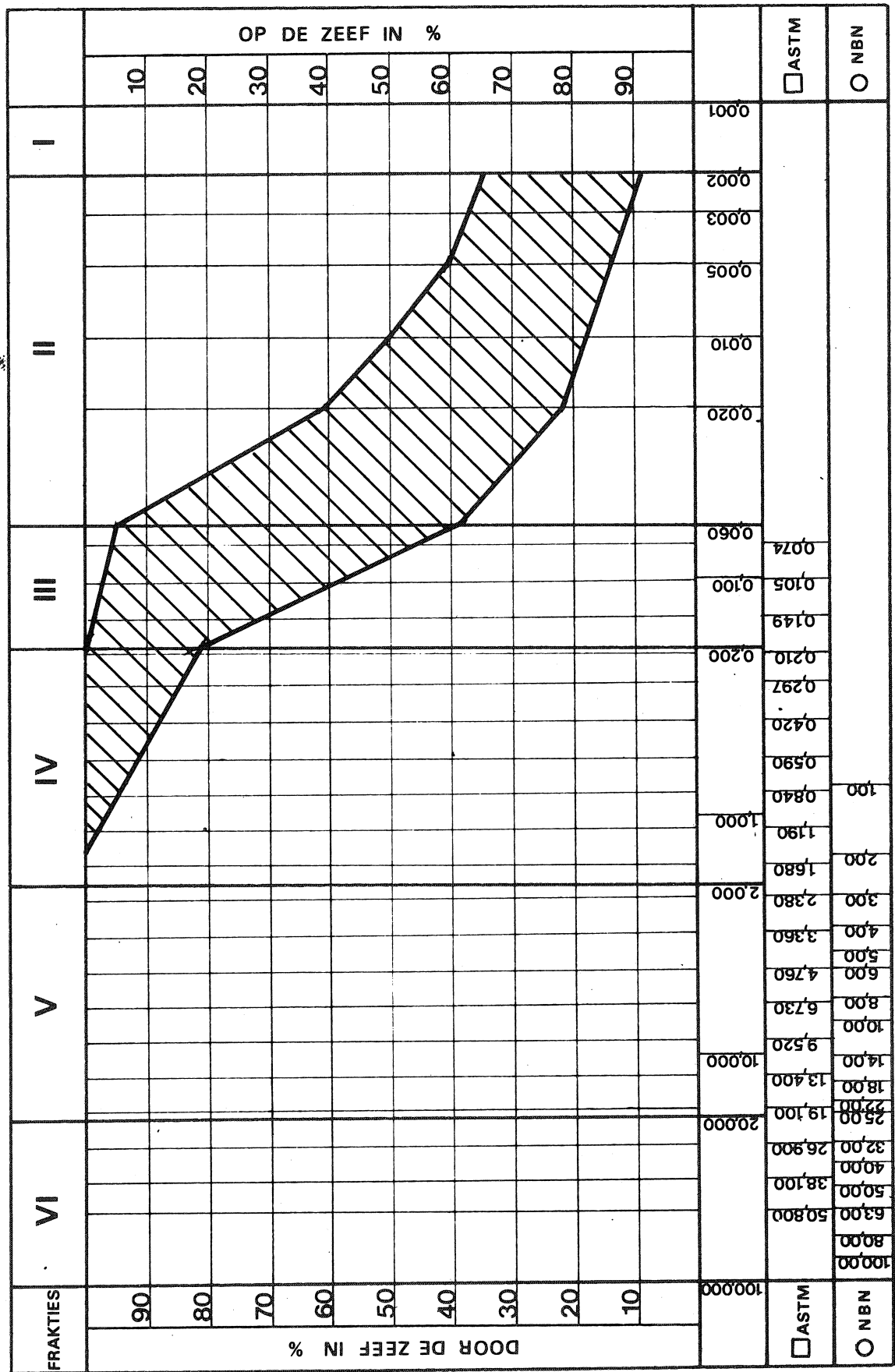


Fig.6 Alluvium (onderste eenheid): korrelverdeling (17 monsters)

6.2.4.4. Grondmechanische eigenschappen van de slappe gronden in de wielen

Gezien het zeer heterogeen karakter van deze gronden wordt geen overzichtstabel gegeven. Algemeen kan gesteld worden dat deze gronden slechte grondmechanische eigenschappen bezitten. Voorbeelden van diepsonderingen in wielen zijn gegeven in hoofdstuk 8 (zonering).

6.3. Kwartair zandkomplex (plaat IV -plaat X)

6.3.1. Oorsprong

Het kwartair zandkomplex is van kontinentale oorsprong en dateert grotendeels of volledig van het Pleistoceen. Het zandkomplex bestaat in het grootste deel van het gebied uit zandige gronden die vermoedelijk aangevoerd werden door sneeuw en wind (niveo-eolische en eolische oorsprong) evenals uit plaatselijk herwerkte zanden afkomstig van het tertiair substraat.

Ter plaatse van de SIBP-raffinaderij zijn samen met het kwartair zandkomplex zanden in kaart gebracht die volgens thans beschikbare gegevens tot het Tertiair (Scaldisiaan b zandkomplex) gerekend moeten worden. Gezien het voorkomen van uitzonderlijk lage konusweerstand in deze zanden werden ze evenwel samen met het kwartair zandkomplex gekarteerd. De oorsprong van deze zanden is niet gekend.

6.3.2. Litologie

Gezien de kontinentale 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 eenheden te kunnen onderverdelen. Het kwartair zandkomplex is in het kaartgebied grotendeels opgebouwd uit fijn zand en uit klei- of leemhoudend fijn zand. Aan de basis komt soms een grintlaagje voor. Binnen het zandkomplex worden lemige, kleiige en venige tussenlaagjes aangetroffen. Er kunnen ook schelpen of schelpengruis in voorkomen.

De tertiaire zanden die ter plaatse van SIBP samen met het kwartair zandkomplex zijn gekarteerd bestaan uit donkergroen glauconiethoudend fijn zand en weinig kleihoudend fijn zand met verspreide schelpen en schelpengruis. De schelpen komen ook in lagen voor. Het glauconietgehalte varieert van 2 % tot 15 % (gemiddeld 8 %).

6.3.3. Uitbreiding

De dikte van het kwartair zandkomplex is aangegeven op plaat IV. De basis kan afgeleid worden uit de plaat X (isohypsen). Het zandkomplex komt niet overal voor. Gezien het grillig verloop ervan dient men er rekening mee te houden dat plaatselijke afwijkingen van de aangegeven uitbreiding mogelijk zijn. De dikte is veelal kleiner dan 4 m.

De tertiaire zanden die samen met het kwartair zandkomplex zijn gekarteerd komen voor in een zone gelegen tussen de Schelde en het Marshalldok (SIBP-raffinaderij). Deze zone is op verschillende platen aangeduid met een arcering. Daar de dikte van deze zanden van plaats tot plaats zeer veranderlijk is werden geen isopachen getekend binnen deze zone. Enkel het interval waarbinnen de gezamenlijke dikte van het kwartair zandkomplex en de tertiaire zanden met uitzonderlijk lage konusweerstand kan variëren is aangegeven. Ter illustratie van de wisselende dikte is een gedeelte van deze zone op grote schaal weergegeven in figuur 7. Tevens worden 2 doorsneden (C-C' en D-D') door deze zone gegevens (fig. 8 en fig. 9). De ligging van de doorsneden C-C' en D-D' is weergegeven in figuur 7.

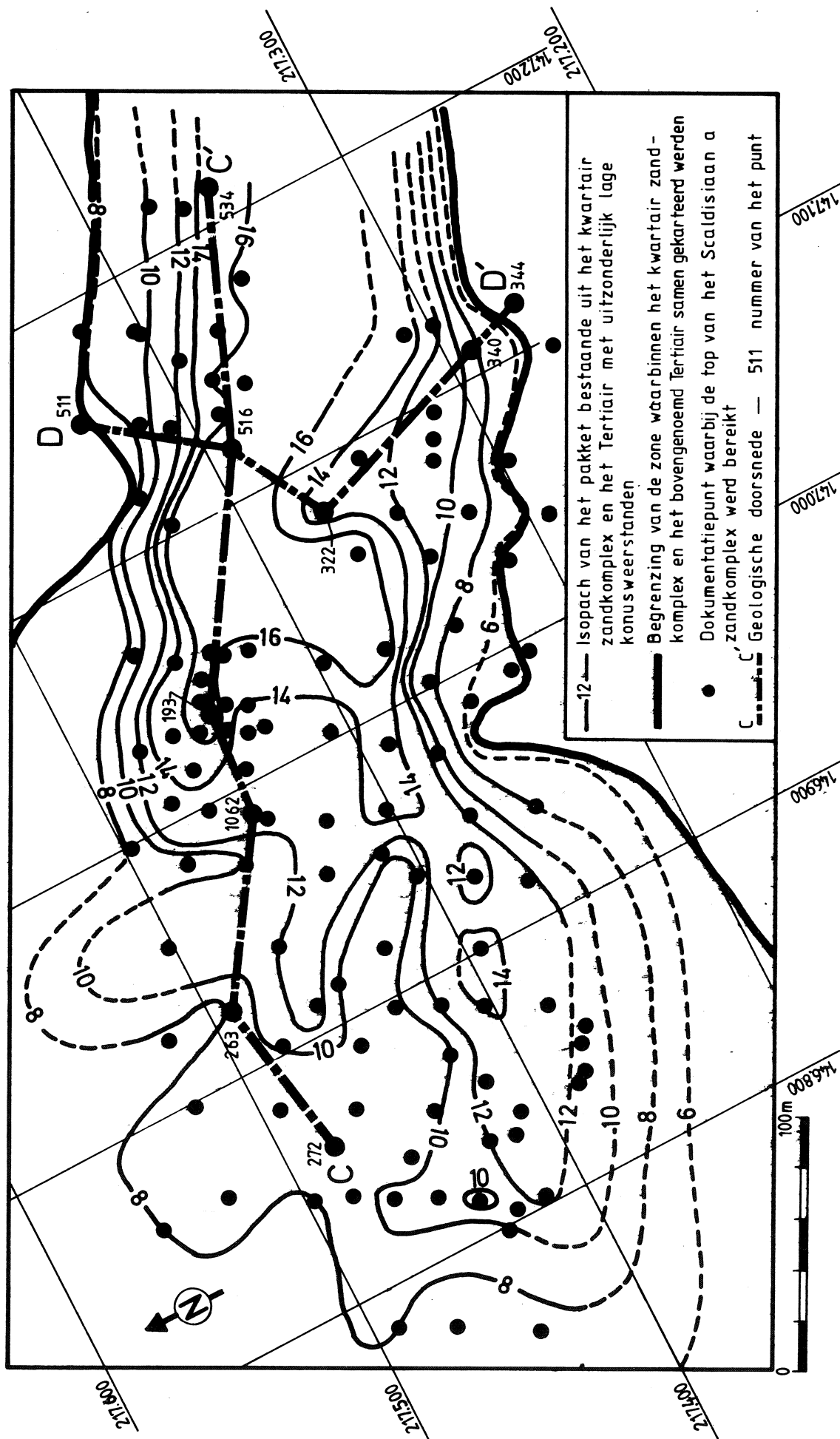


Fig. 7 Gezamenlijke dikte van het kwartair zandcomplex en het Tertiair met uitzonderlijk lage konusweeërstanden

DOORSNEDDE C-C'

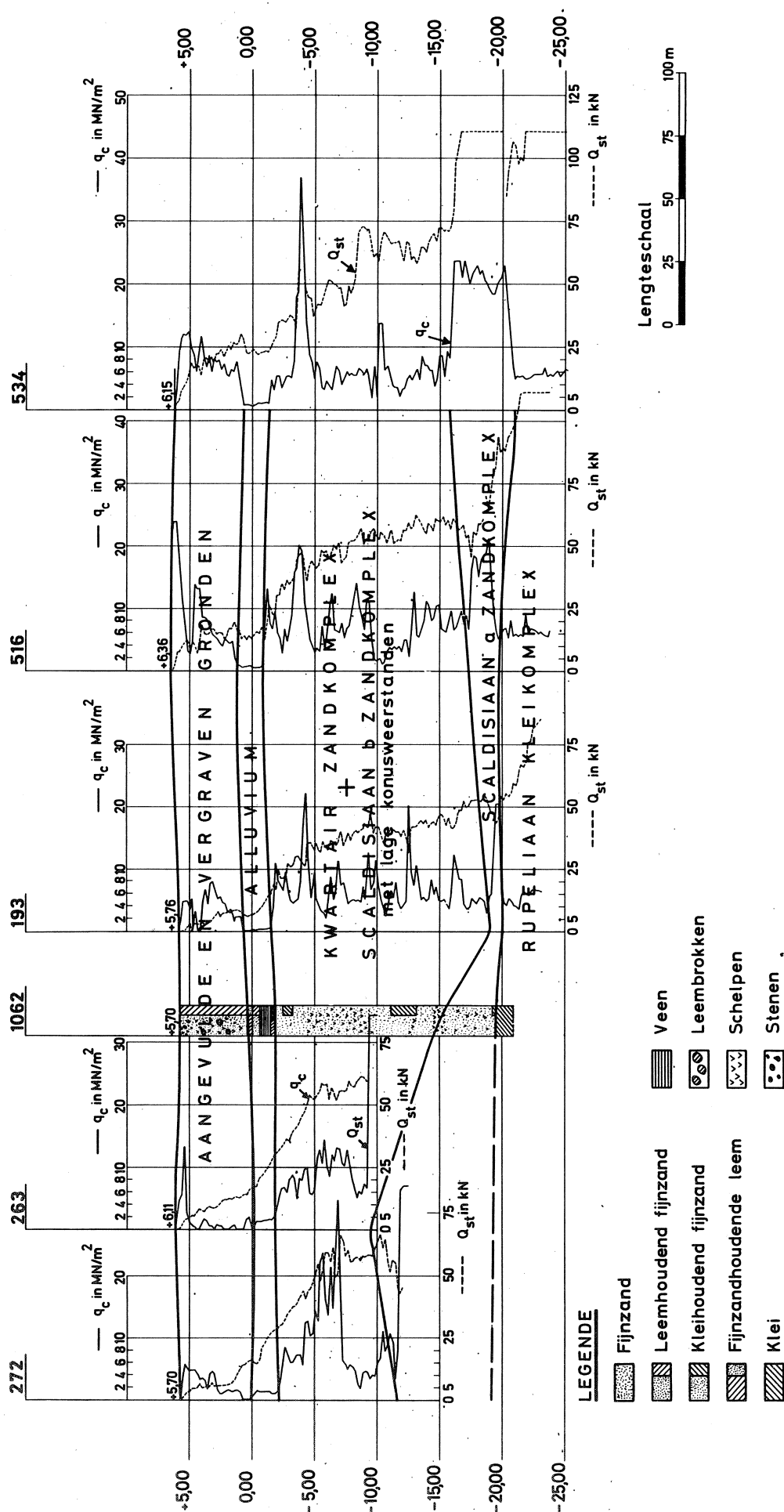


Fig. 8 -

DOORSNED E D-D'

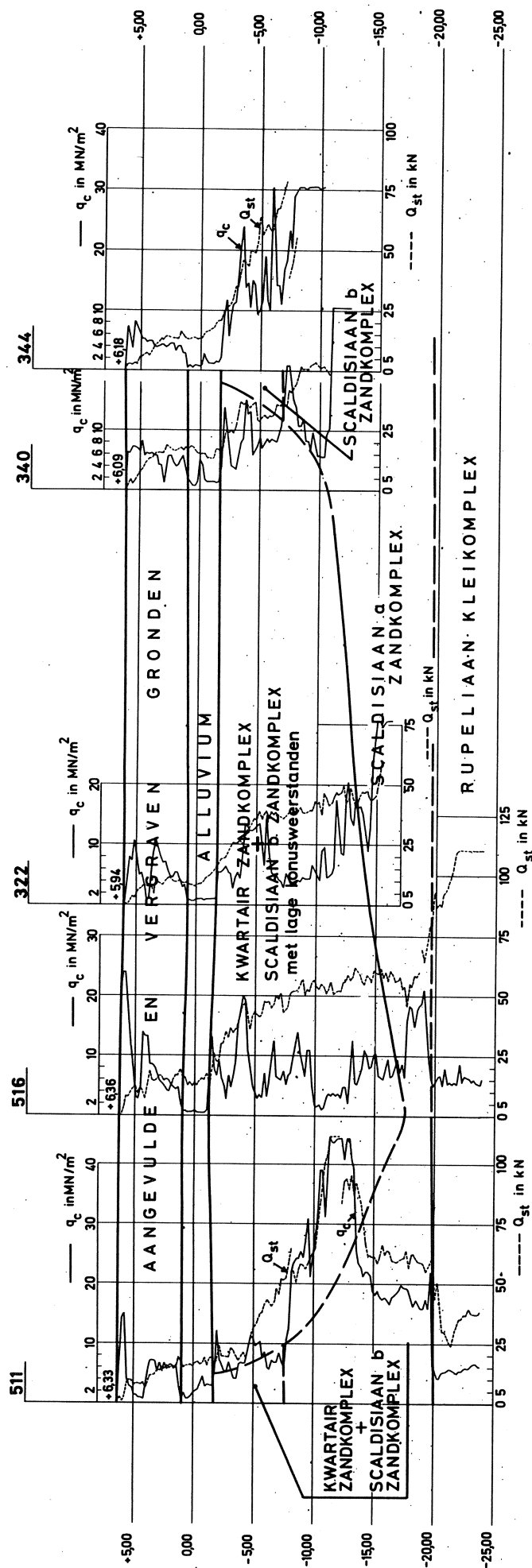


Fig. 9 -

6.3.4. Grondmechanische eigenschappen

6.3.4.1. Grondmechanische eigenschappen van het kwartair zandcomplex

87 monsters uit 44 boringen werden aan een laboratorium-onderzoek onderworpen. De monsters werden ontnomen op de kaart-bladen 15.3.1 tot 15.3.4. De gegevens zijn opgenomen in tabel 6.

Tabel 6 - Grondmechanische eigenschappen van het kwartair zandcomplex

*	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. 10
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 11
- 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

- 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 zandcomplex kunnen sterk wisselen. Meestal zijn ze kleiner dan 5 MN/m².

6.3.4.2. Grondmechanische eigenschappen van de tertiaire zanden die samen met het kwartair zandcomplex werden gekarteerd

Van deze zanden werden 27 monsters uit 2 boringen granulometrisch onderzocht :

- Fraktie I + II : van 2,5 % tot 38,8 % (gem. 11,5 %, 27 monsters)
- Fraktie III : van 19,7 % tot 84,8 % (gem. 56,7 %, 27 monsters)
- Fraktie IV : van 1,0 % tot 72,1 % (gem. 31,8 %, 27 monsters)
- Fraktie >IV : van 0,0 % tot 26,9 % (gem. 5,1 %, 27 monsters)
- d_{50} : van 85 μ m tot 266 μ m (gem. 177 μ m, 27 monsters)
- Humusgehalte : van 0,2 % tot 2,4 % (gem. 0,8 %, 27 monsters)
- Kalkgehalte : van 0,1 % tot 22,4 % (gem. 10,6 %, 27 monsters)
- De konusweerstand in deze eenheid zijn nogal wisselend. De q_c -waarden variëren meestal tussen ca. 2 MN/m² en ca. 20 MN/m². In enkele gevallen is de konusweerstand slechts 1 MN/m². De gemiddelde q_c -waarde is kleiner dan 10 MN/m². Voorbeelden van sondeerdiagrammen zijn weergegeven in de figuren 8 en 9.

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

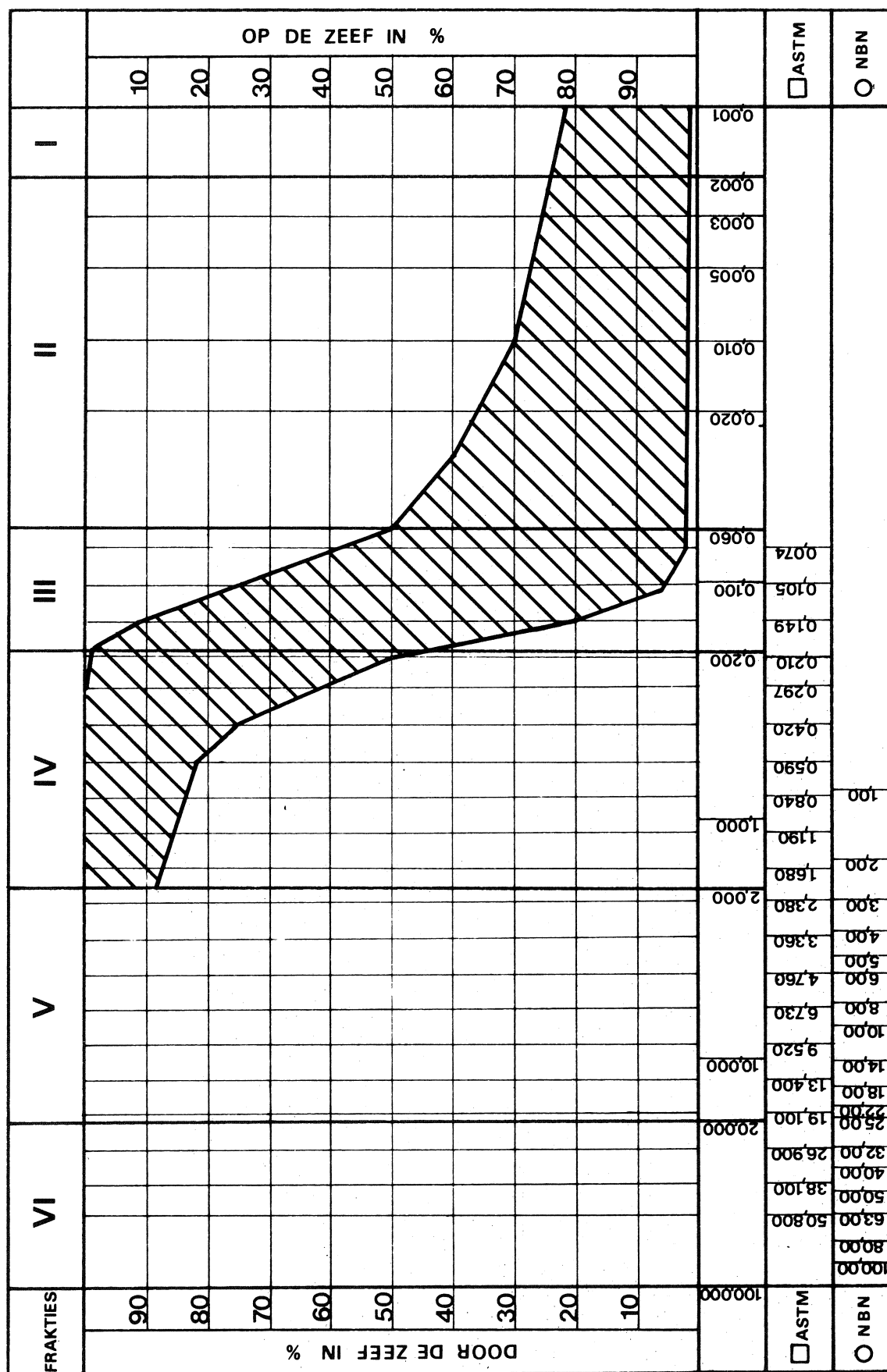


Fig.10: Kwartair zandkomplex : korrelverdeling (21 monsters)

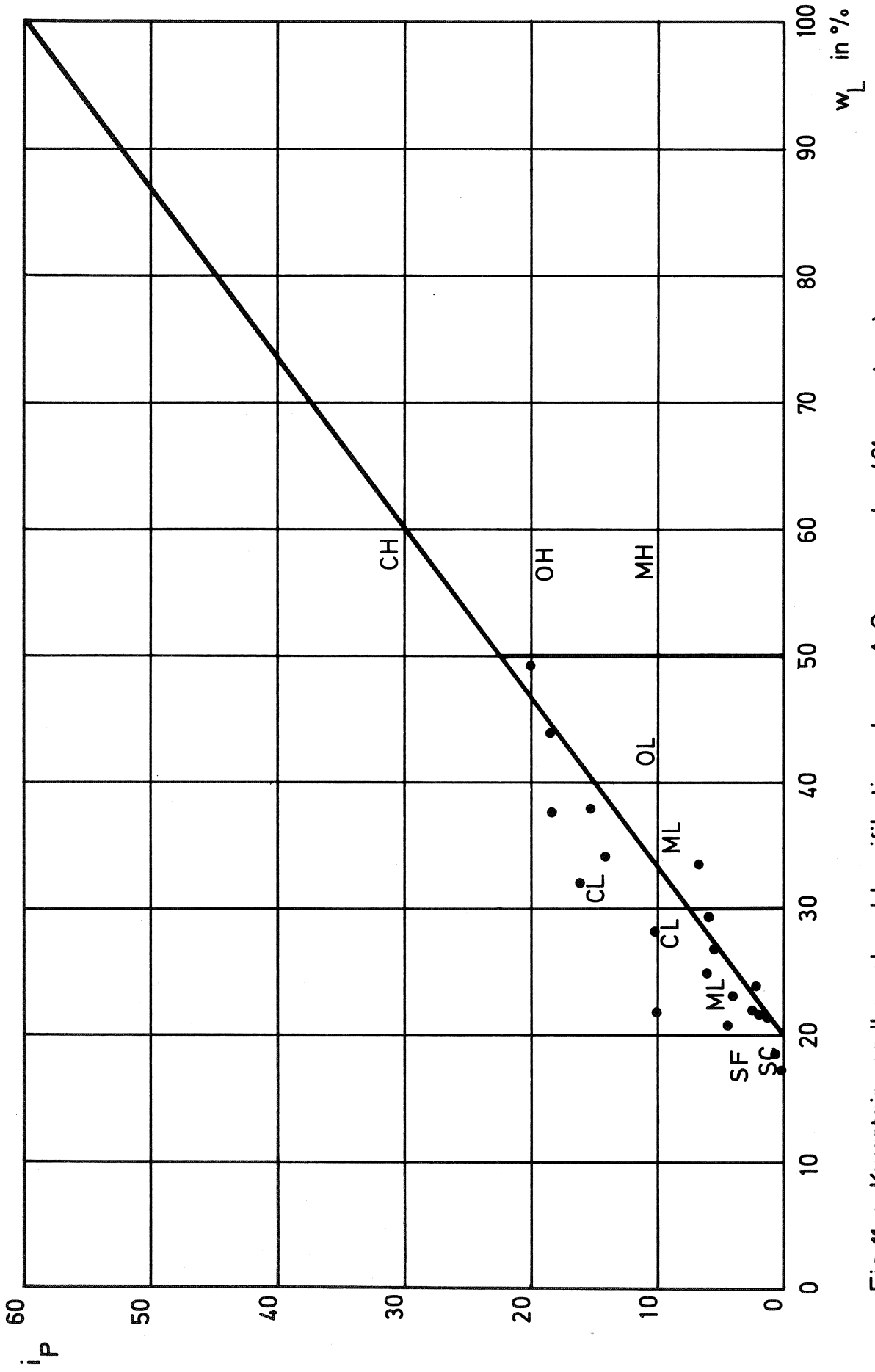


Fig.11 : Kwartair zandcomplex : klassifikatie volgens A.Casagrande (21 monsters).

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

6.4.1. Oorsprong

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

In en rond het kaartgebied zijn de gronden, die in deze grondmechanische atlas Scaldisiaan b zandkomplex zijn genoemd, in de geologische literatuur op de ene plaats aangeduid met de naam Scaldisiaan, op de andere plaats met de naam Merksemiaan.

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 A12-autowegen (kaartbladen 15.3.2, 15.3.4, 15.4.3 en vooral 15.4.1) bedraagt gemiddeld 11% (van 1% tot 23%, 54 monsters). Kleilagen komen in deze eenheid voor. Het glauconietgehalte wisselt van 5 tot 10%. Schelpen en schelpengruis komen verspreid of geconcentreerd in laagjes voor. De overgang naar de onderste eenheid geschiedt zeer dikwijls geleidelijk.

Een onderste eenheid** bestaat uit grijs tot groen, soms bruinachtig, kleihoudend fijn zand dat plaatselijk kan overgaan tot zandhoudende klei. De opbouw van deze eenheid is nogal heterogeen : Er kunnen zowel horizontaal als vertikaal snelle wisselingen in litologie voorkomen. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μ m van monsters uit deze laag ontnomen op de kaartbladen 15.3.1, 15.3.2, 15.3.3, 15.3.4 en 15.4.1 bedraagt gemiddeld 15% (van 4% tot 34%, 47 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.

* Zanden van Merksem (zie tabel 2)

** Zanden van Kruisschans (zie tabel 2)

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

Ter illustratie van de litologie en het voorkomen van het Scaldisiaan b zandkomplex is fig. 15 gegeven (pag. 48).

6.4.3. Uitbreiding

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

De dikte van de twee eenheden samen varieert van 0 tot ca. 11 m.

De bovenste eenheid komt over het grootste deel van het kaartgebied voor. De maximale waargenomen dikte ervan in het gekarteerde gebied is ca. 9 m.

De onderste eenheid kan plaatselijk zeer dun zijn of misschien ontbreken. De dikte is in het kaartgebied meestal ca. 2 m.

In het Noorden van het kaartblad, waar de dikte van het Scaldisiaan b zandkomplex groter is dan ca. 8 m, komen in de topzone van de bovenste eenheid (tussen de peilen 0 en -3), één of meerdere kleilagen of lenzen voor. De maximale waargenomen dikte van deze lagen of lenzen is ca. 1 m.

In de op de plaat gearceerde zone, ter plaatse van de SIBP-raffinaderij, werd het Scaldisiaan b met uitzonderlijk lage konusweerstand samen met het kwartair zandkomplex (plaat IV) gekarteerd.

6.4.4. Grondmechanische eigenschappen

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

91 monsters uit de bovenste eenheid, afkomstig van 68 boringen werden verwerkt. De meeste monsters zijn ontnomen langs- heen de traces van de E3- en A12-autowegen (kaartbladen 15.3.2, 15.3.4, 15.4.3 en vooral 15.4.1). Bij de bespreking van de grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid wordt een onderscheid gemaakt tussen de zandgronden enerzijds (tabel 7) en de

klei, die voorkomt in lagen of lenzen in het noordelijk deel van het gekarteerde gebied, anderzijds (tabel 8).

Tabel 7 - Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex : Zand

*	γ	γ_d	w	n	A	C
**	(97)	(97)	(99)	(97)	(4)	(7)
	kN/m ³	kN/m ³	%	%		
Min.	16,77	13,25	14,4	33,0	273	30,1
Max.	20,59	17,46	33,0	49,0	815	93,0
Gem.	19,07	15,58	22,6	40,0	582	59,6

- Korrelverdeling : Frakties I + II : van 1,3 % tot 22,5 %
(gem. 10,5 %, 53 monsters)
Fraktie III : van 36,3 % tot 85,5 % (gem. 68,1 %, 53 monsters)
Fraktie IV : van 5,0 % tot 61,3 % (gem. 21,0 %, 53 monsters)
Fraktie >IV : van 0,1 % tot 2,1 % (gem. 0,5 %, 28 monsters)
- Humusgehalte : van 0,2 % tot 1,9 % (gem. 0,7 %, 11 monsters)
- Kalkgehalte : van 0,9 % tot 55,1 % (gem. 20,7 %, 11 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' : 56,9 kN/m²
 φ' : 34°
- De konusweerstand in zandgronden van de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandcomplex variëren in het kaartgebied van ca. 7 MN/m² tot meer dan 10 MN/m². Sondeerdiagrammen zijn opgenomen in hoofdstuk 8 (zonering).

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

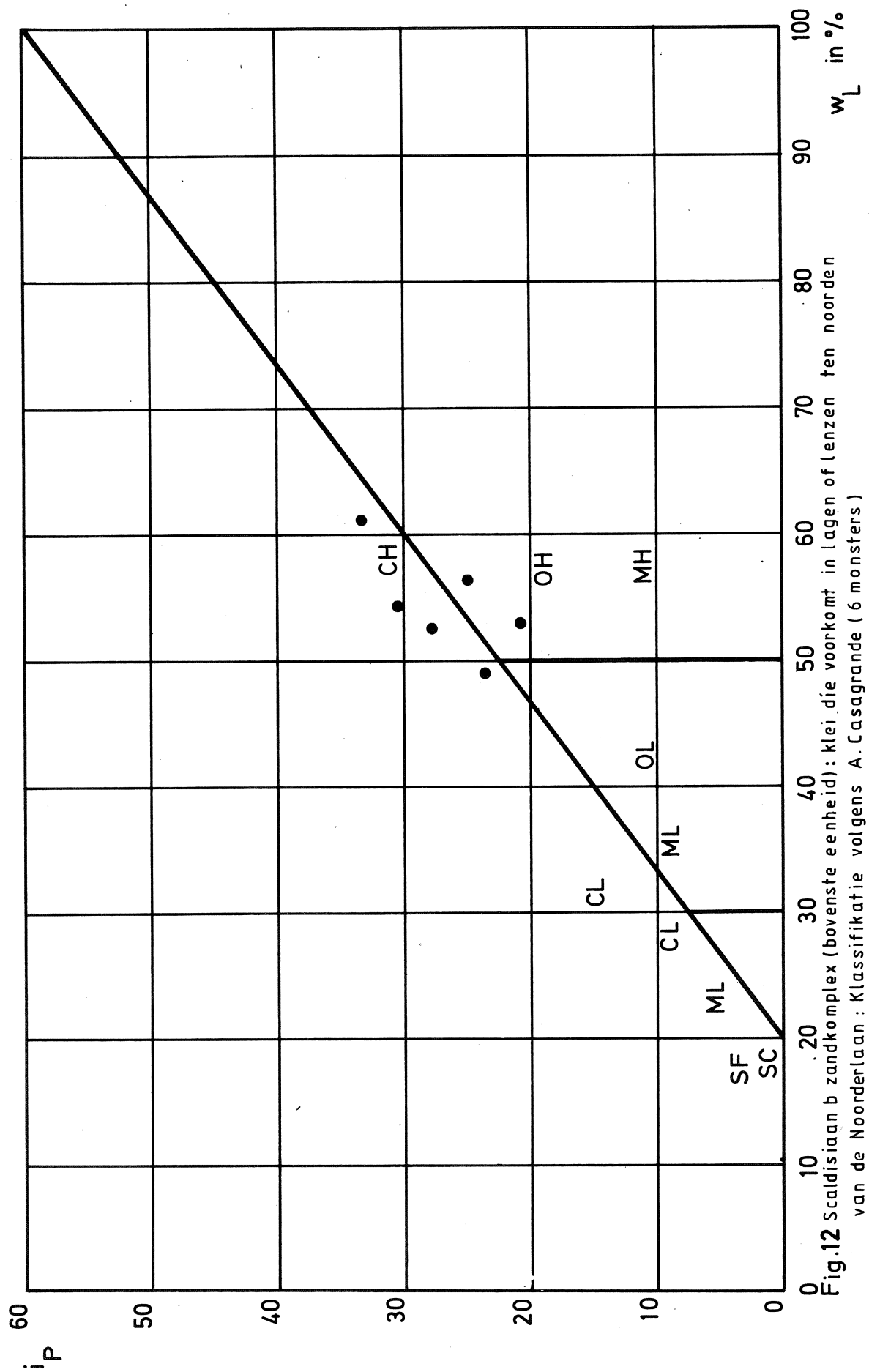
Tabel 8 - Grondmechanische eigenschappen van de bovenste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex : Klei die voorkomt in lagen of lenzen in het noordelijk deel van het kaartgebied

*	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(8)	(8)	(8)	(8)	(6)	(6)
	kN/m ³	kN/m ³	%	%	%	
Min.	17,80	12,85	27,8	44,6	49,5	23,3
Max.	18,39	14,39	38,8	50,6	61,5	33,2
Gem.	18,01	13,44	34,7	48,5	55,5	28,2

- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 12
- Humusgehalte (2 monsters) : 0,8 % en 1,5 %
- Kalkgehalte (2 monsters) : 21,0 % en 22,4 %

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

81 analyses op monsters uit de onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex, afkomstig uit 55 boringen, werden verwerkt (tabel 9). De monsters werden ontnomen op de kaartbladen 15.3.1, 15.3.2, 15.3.3, 15.3.4, 15.4.3 en 15.4.1.



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

*	d_{50}	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p	k_v
**	(30)	(61)	(60)	(63)	(60)	(28)	(27)	(2)
	μm	kN/m^3	kN/m^3	%	%	%		m/s
Min.	92	17,73	13,83	13,0	33,3	19,8	0,6	$4,6 \times 10^{-6}$
Max.	277	20,50	17,36	28,9	46,9	40,6	21,7	$7,9 \times 10^{-6}$
Gem.	152	19,17	15,76	21,8	39,4	25,9	7,2	

- Korrelverdeling : fig. 13
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 14
- Humusgehalte : van 0,1 % tot 1,4 % (gem. 0,7 %, 16 monsters)
- Kalkgehalte : van 1,4 % tot 40,6 % (gem. 27,5 %, 16 monsters)
- 5 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd, met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU):
 - c' : van 0 kN/m^2 tot 2 kN/m^2
 - ψ' : van 32° tot 37°
- 6 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, gedraineerd (CD):
 - c' : van 3 kN/m^2 tot 30 kN/m^2
 - ψ' : van 30° tot 48°
- De konusweerstand in de onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex in het kaartgebied liggen meestal tussen 4 en 10 MN/m^2 . 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 beide eenheden verloopt soms geleidelijk. Sondeerdiagrammen zijn opgenomen in hoofdstuk 8 (zonering).

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

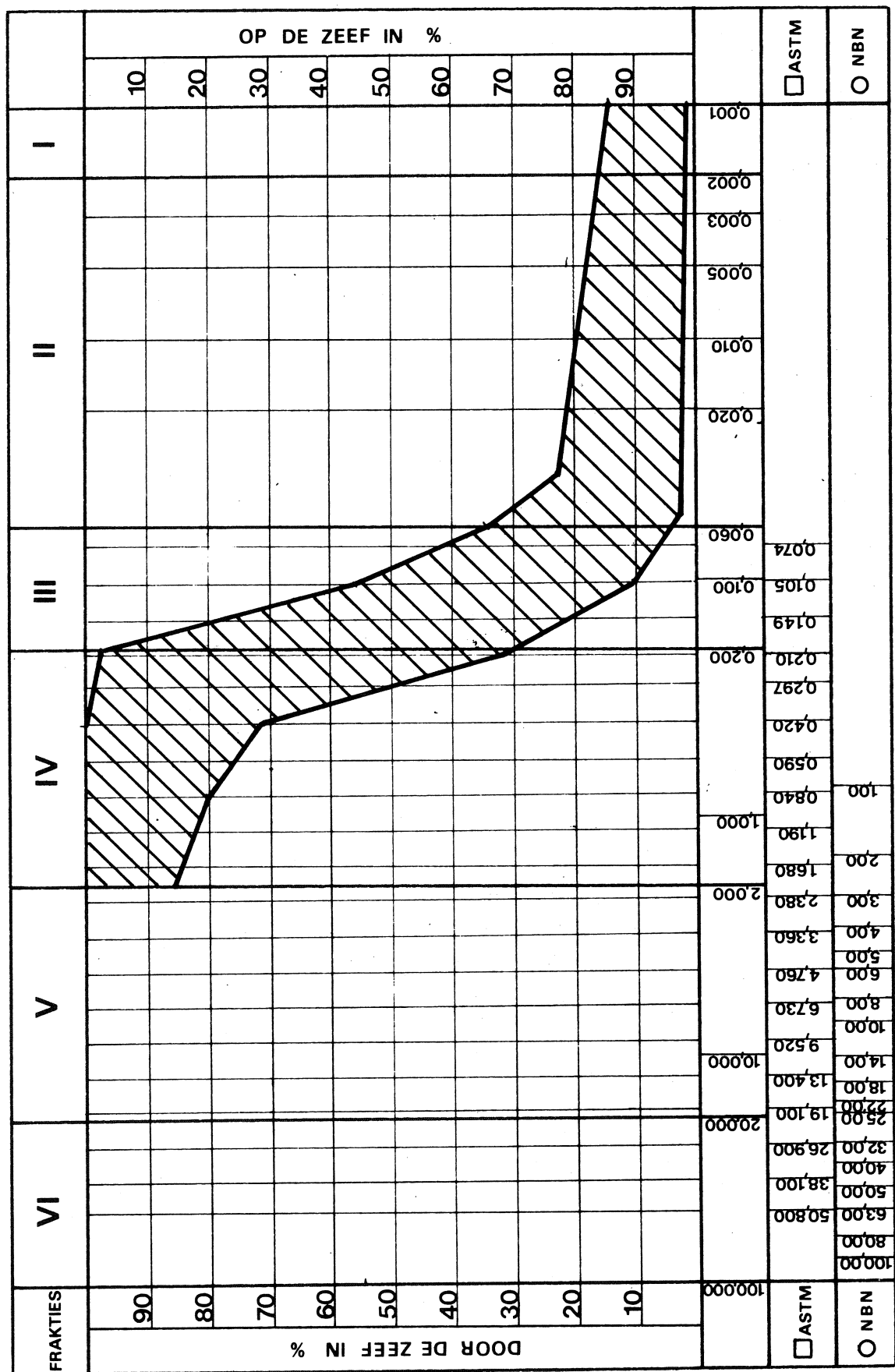


Fig.13 Scaldisiaan b zandcomplex: (onderste eenheid): korrelverdeling (32 monsters)

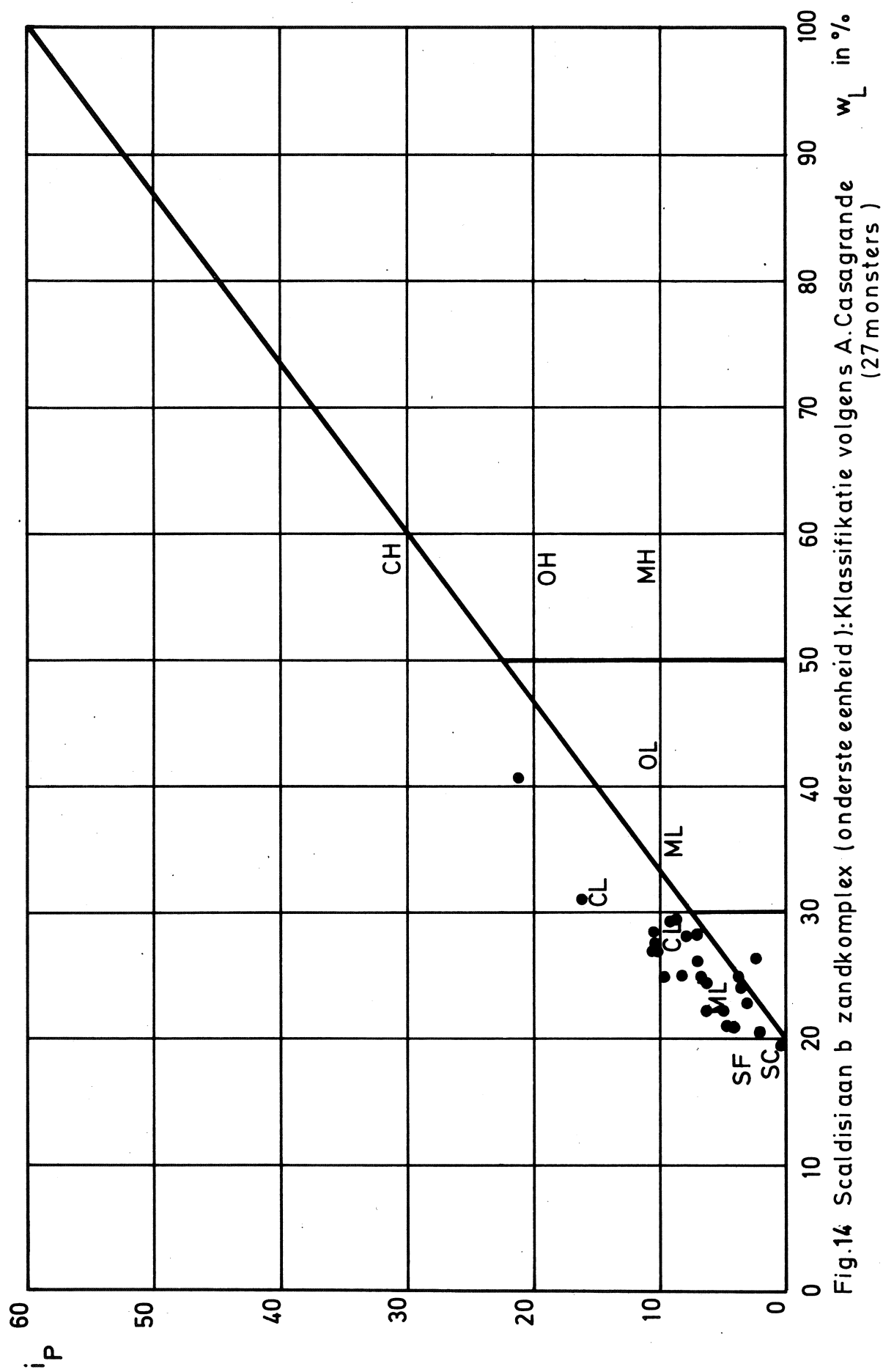


Fig.14 Scaldisaan b zandcomplex (onderste eenheid): Klassifikatie volgens A.Casagrande (27 monsters)

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

6.5.1. Oorsprong

6.5.1.1. Oorsprong van het Scaldisiaan a zandkomplex

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

6.5.1.2. Oorsprong van het Antwerpiaan zandkomplex

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

6.5.2. Litologie

6.5.2.1. Litologie van het Scaldisiaan a zandkomplex

Litologisch zijn in het Scaldisiaan a zandkomplex drie eenheden te onderscheiden :

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

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

Een onderste eenheid*** is opgebouwd uit donkergrijs tot groengrijs fijn zand dat zeer plaatselijk weinig kleihoudend of kleihoudend is. Het is niet uitgesloten dat deze eenheid in het kaartgebied plaatselijk verkit is. Het gewichtspercentage

* Zanden van Oorderen (zie tabel 2)

** Zanden van Luchtbal (zie tabel 2)

*** Zanden van Kattendijk (zie tabel 2)

deeltjes kleiner dan 63 μm zoals afgeleid uit granulometrische analyses op monsters afkomstig van de kaartbladen 15.3.1 tot 15.3.6, 15.4.1 en 15.4.3 bedraagt gemiddeld 8 % (van 1,0 % tot 20,3 %, 102 monsters). Het glauconietgehalte ligt tussen 15 % en 35 % (gemiddeld ca. 25 %). Schelpen komen verspreid of geconcentreerd in laagjes voor. Het gehalte aan schelpen ligt echter beduidend lager dan in bovenvermelde eenheden. Aan de basis komt een grintlaagje voor dat is opgebouwd uit gerolde silex en kwarts, septariafragmenten, fosfaathoudende nodulen en beenderfragmenten. Fijne grintelementen (silex en kwarts) kunnen verspreid in het zand voorkomen onderaan de eenheid over een dikte van ca. 3 m. De litologie en het voorkomen van een gedeelte van het Scaldisiaan a zandcomplex is weergegeven in fig. 15.

6.5.2.2. Litologie van het Antwerpiaan zandcomplex

Over de litologie van het Antwerpiaan zandcomplex in het kaartgebied 15.3.1 zijn weinig gegevens beschikbaar. Onderstaande gegevens zijn dan ook afkomstig van de kaartbladen 15.3.6, 15.3.8 en 15.4.5 (4 tot 10 km ten zuiden van het gekarteerde gebied).

Het Antwerpiaan zandcomplex kan er onderverdeeld worden in twee eenheden :

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

De onderste eenheid** bestaat uit donkergroen fijn zand dat fijner en meer kleihoudend is dan het zand van de bovenste eenheid. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μm bedraagt gemiddeld 20 % (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

* Zanden van Antwerpen en Zanden van Kiel

** Zanden van Edegem

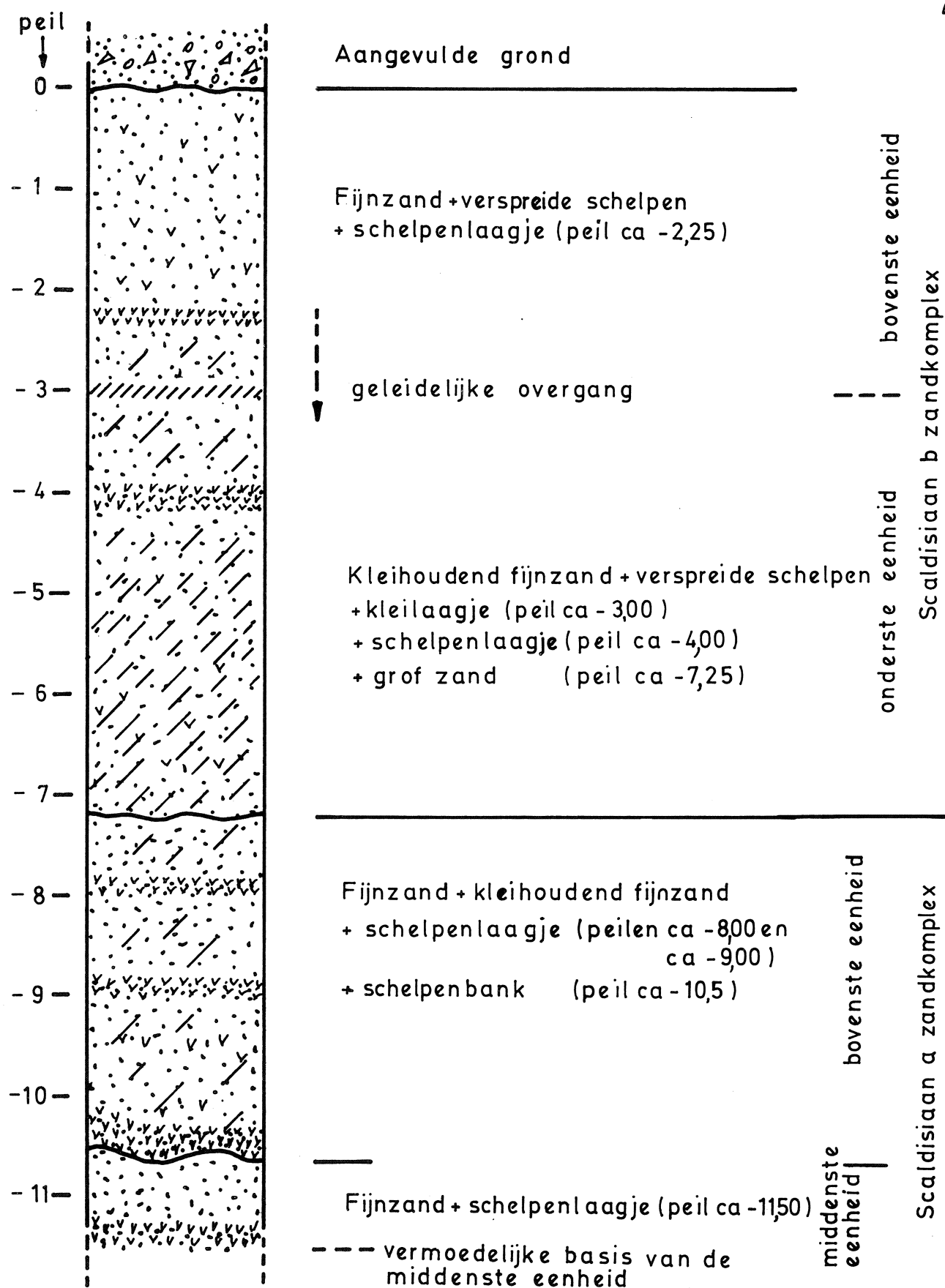


Fig.15 Ontsluiting waargenomen tijdens de bouw van een kaaimuur
ter hoogte van Stocatra (kaart.15.3.1)
(naar J.DE HEINZELIN .1962)

het zand, komen voor. Aan de basis komt meestal fijn grint voor waarvan de laagdikte een tiental millimeters bedraagt.

6.5.3. Uitbreiding

Daar er in het kaartgebied weinig gegevens zijn over het grensvlak tussen het Scaldisiaan a zandkomplex en het Antwerpiaan zandkomplex werd de gezamenlijke dikte van deze pakketten aangegeven (plaat VI). De gezamenlijke dikte varieert tussen ca. 10 m (in het zuidwesten van het kaartgebied) en ca. 26 m (in het noordoosten van het kaartgebied). Onder 6.5.3.1 en 6.5.3.2 wordt de vermoedelijke uitbreiding van de twee zandcomplexen besproken.

6.5.3.1. Uitbreiding van het Scaldisiaan a zandkomplex

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

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

De onderste eenheid komt over gans het kaartgebied voor. De dikte varieert vermoedelijk van ca. 7 m tot ca. 12 m. Binnen het grootste deel van de op de plaat gearceerde zone, ter plaatse van de SIBP-raffinaderij, komt enkel de onderste eenheid voor.

6.5.3.2. Uitbreiding van het Antwerpiaan zandkomplex

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

De vermoedelijke dikte van het Antwerpiaan zandkomplex varieert van 0 m (zuidwestelijk deel van het kaartgebied) tot ca. 20 m (ten zuidoosten van het Maai-Mertenswiel). De vermoedelijke begrenzing van het Antwerpiaan zandkomplex is aangegeven op de plaat VI.

6.5.4. Grondmechanische eigenschappen

6.5.4.1. Grondmechanische eigenschappen van het Scaldisiaan a zandkomplex

29 monsters uit de bovenste eenheid van het Scaldisiaan a zandkomplex, afkomstig van 21 boringen, werden onderzocht. De meeste monsters zijn ontnomen langsheen het trace van de E3-autoweg op het kaartblad 15.4.1 (tabel 10).

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

*	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
**	(27)	(27)	(27)	(27)	(7)	(4)
	kN/m ³	kN/m ³	%	%	%	
Min.	16,65	14,22	16,0	32,7	20,6	1,9
Max.	20,59	17,55	25,8	45,3	29,0	9,9
Gem.	19,70	16,48	19,4	36,3	23,7	6,4

- Korrelverdeling :

Frakties I + II : van 7,4 % tot 27,0 % (gem. 14,3 %, 13 monsters)

Fraktie III : van 36,0 % tot 64,2 % (gem. 52,1 %, 13 monsters)

Fraktie IV : van 23,8 % tot 43,5 % (gem. 33,1 %, 13 monsters)

Fraktie >IV : van 0,2 % tot 14,3 % (gem. 3,9 %, 11 monsters)

- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 16

- De konusweerstand in deze eenheid is groter dan 10 MN/m² plaatselijk zelfs groter dan 20 MN/m².

Resultaten van laboratoriumonderzoek op monsters uit de middenste eenheid van het Scaldisiaan a zandkomplex zijn niet beschikbaar. De konusweerstand is groter dan 10 MN/m².

189 monsters uit 65 boringen uit de onderste eenheid van het Scaldisiaan a zandkomplex werden onderzocht. De monsters zijn ontnomen in de kaartgebieden 15.3.1 tot 15.3.6 en 15.4.1 en 15.4.3 (tabel 11).

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

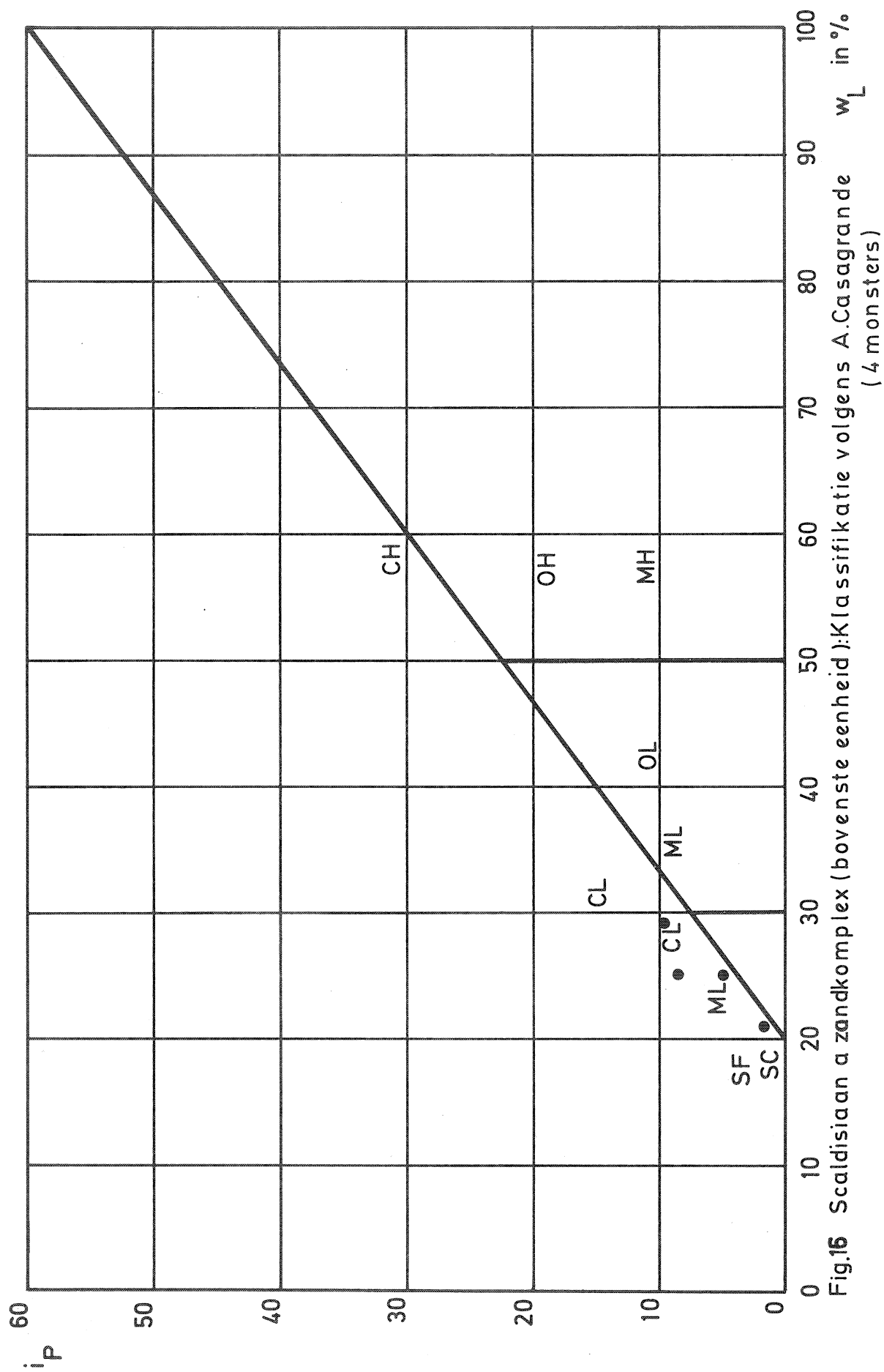


Fig.15

Scaldisaandcomplex (bovenste eenheid): Klassifikatie volgens A.Casagrande (4 monsters)

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

* **	d_{50}	γ	γ_d	w	n	w_L	i_p
	(64)	(121)	(122)	(122)	(122)	(37)	(37)
	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	31,1	46,8	29,5	12,3
Gem.	136	19,26	15,67	22,9	39,7	21,3	2,0

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

- Korrelverdeling : fig. 17
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 18
- Humusgehalte : van 0,0 % tot 1,5 % (gem. 0,4 %, 41 monsters)
- Kalkgehalte : van 0,7 % tot 34,0 % (gem. 11,3 %, 41 monsters)
- 3 celproeven : c_{cel} : van 0 kN/m^2 tot 1 kN/m^2
 ψ_{cel} : van 35° tot 39°
 c'_{cel} : van 0 kN/m^2 tot 1 kN/m^2
 ψ'_{cel} : van 35° tot 39°
- 10 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) :
 c' : van 0 kN/m^2 tot 76,5 kN/m^2
 ψ' : van 38° tot $45,7^\circ$
- 12 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, gedraineerd (CD) :
 c' : van 2 kN/m^2 tot 21,6 kN/m^2
 ψ' : van 31° tot $44,5^\circ$

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

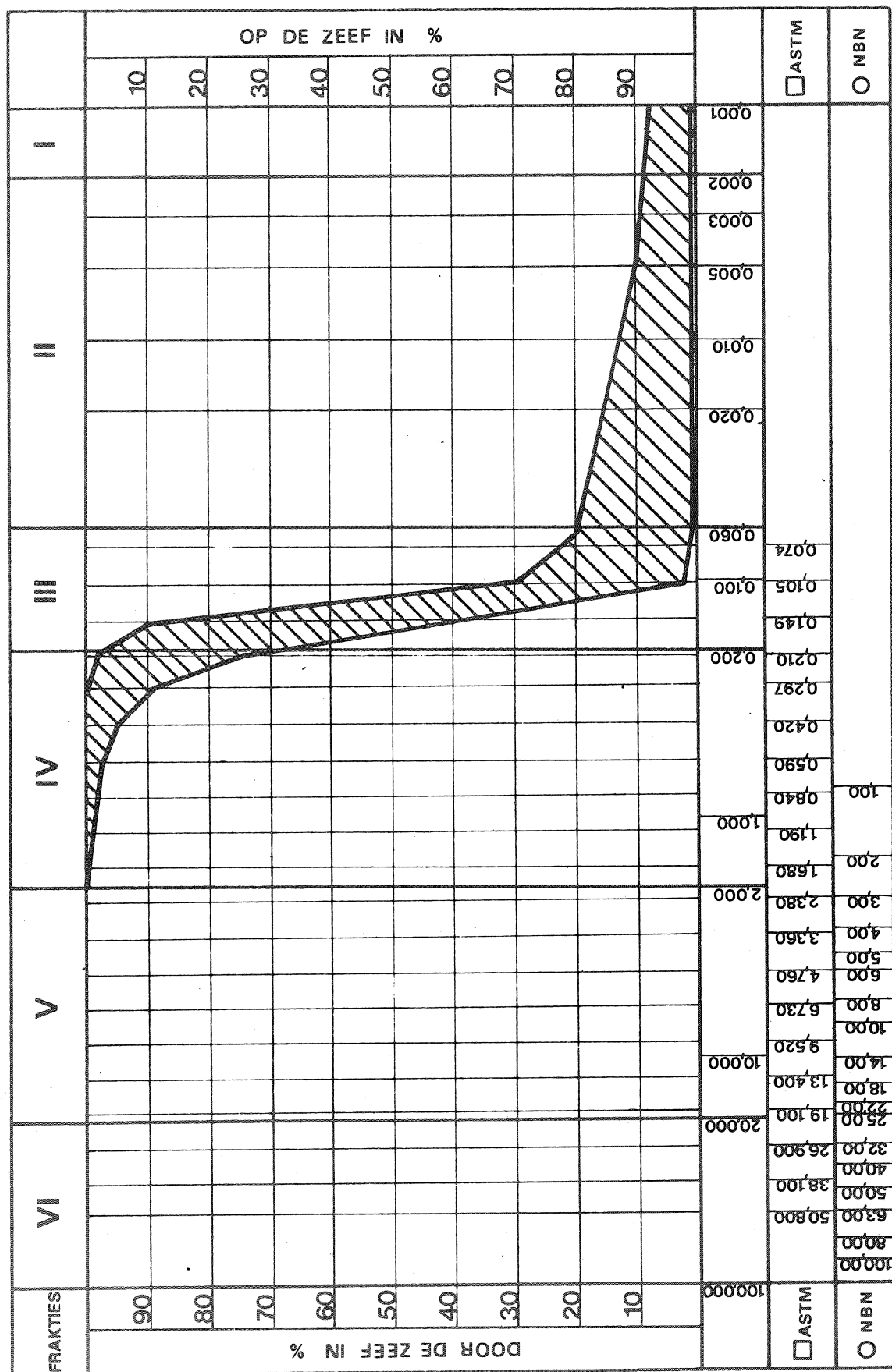


Fig.17 Scaldisiaan a zandcomplex (onderste eenheid): korrelverdeling (64 monsters)

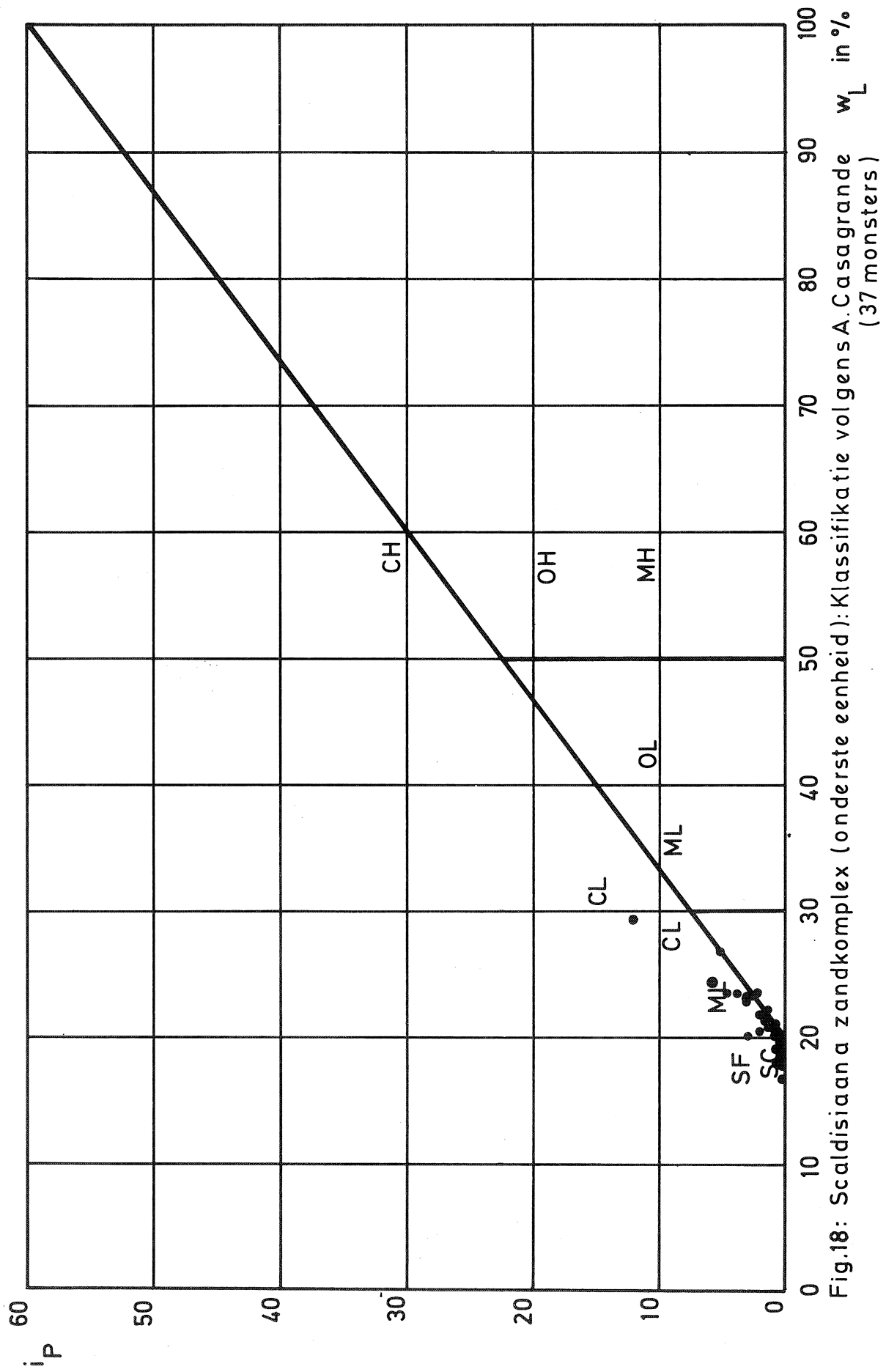


Fig.18: Scaldisiaana zandcomplex (onderste eenheid): Klassifikatie volgens A.Casagrande w_L in % (37 monsters)

Ter plaatse van de Esso raffinaderij werden in de Formatie van Kattendijk een reeks SPT-proeven uitgevoerd ten behoeve van de bouw van aanlegsteigers in het Marshall en Hansadok. De verkregen resultaten vertonen een belangrijke spreiding. Op de fig. 19 zijn per meter de verkregen minimum, maximum en gemiddelde waarde aangegeven (aantal proeven = 9).

De konusweerstand in de onderste eenheid bedragen in het kaartgebied meer dan 10 MN/m². Plaatselijk is de konusweerstand hoger dan 30 MN/m².

6.5.4.2. Grondmechanische eigenschappen 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. (4 tot 10 km van het gekarteerde gebied). De resultaten zijn opgenomen in tabel 12.

Tabel 12 - 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	28,9	9,8
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 x 10 ⁻⁸
Max.	413	79	4,8 x 10 ⁻⁴
Gem.	311	45	

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

00

50

100

150

N

56.

5

10

15

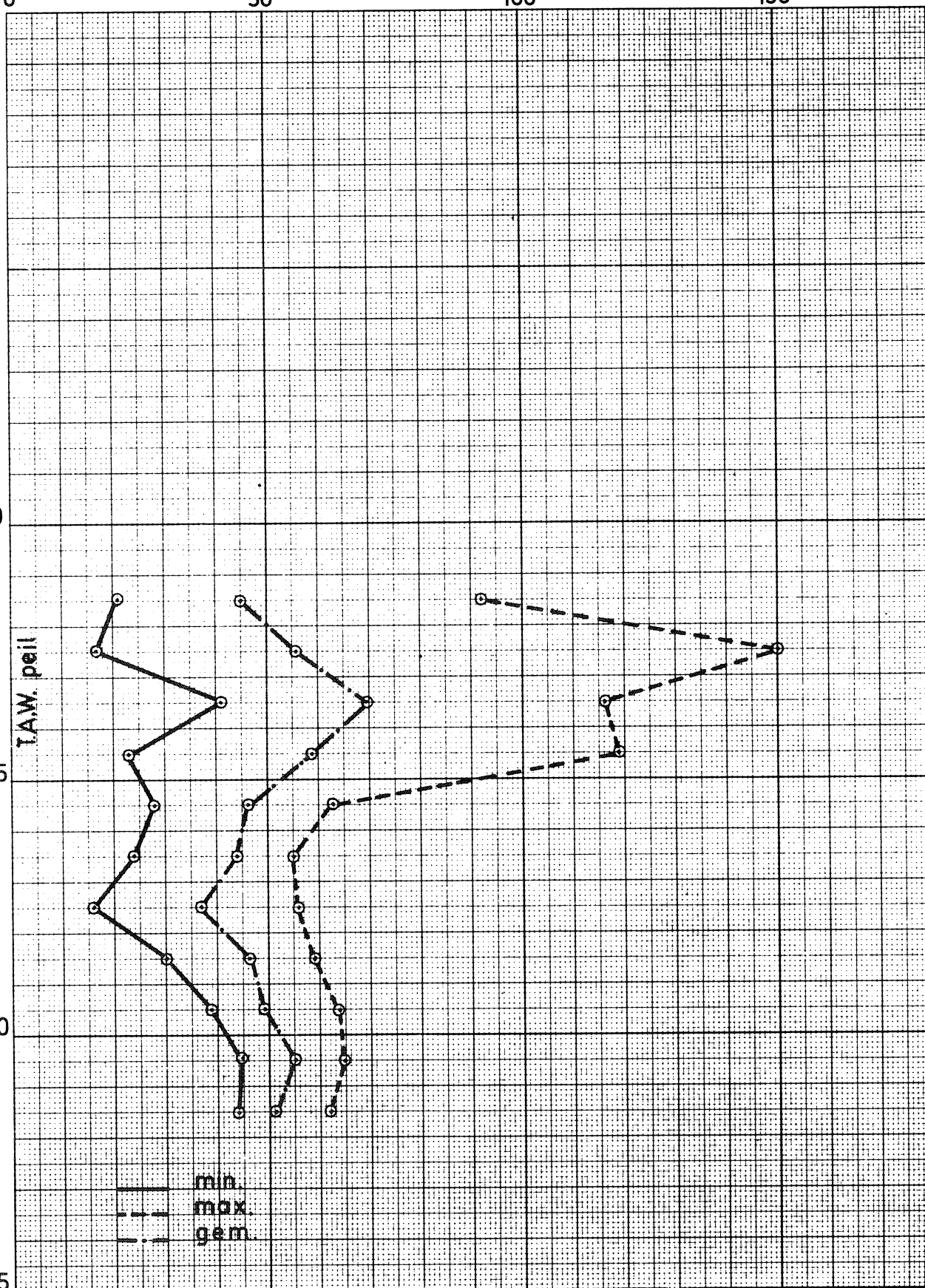
20

25

T.A.W. peil

min.
max.
gem.

Fig. 19: Scaldisiaan a zandcomplex (onderste eenheid)
S.P.T. proeven : maximum, minimum en
gemiddelde waarden



- Korrelverdeling : fig. 20
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 21
- 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°

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 (4 tot 10 km van het gekarteerde gebied). De resultaten zijn opgenomen in tabel 13.

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

*	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

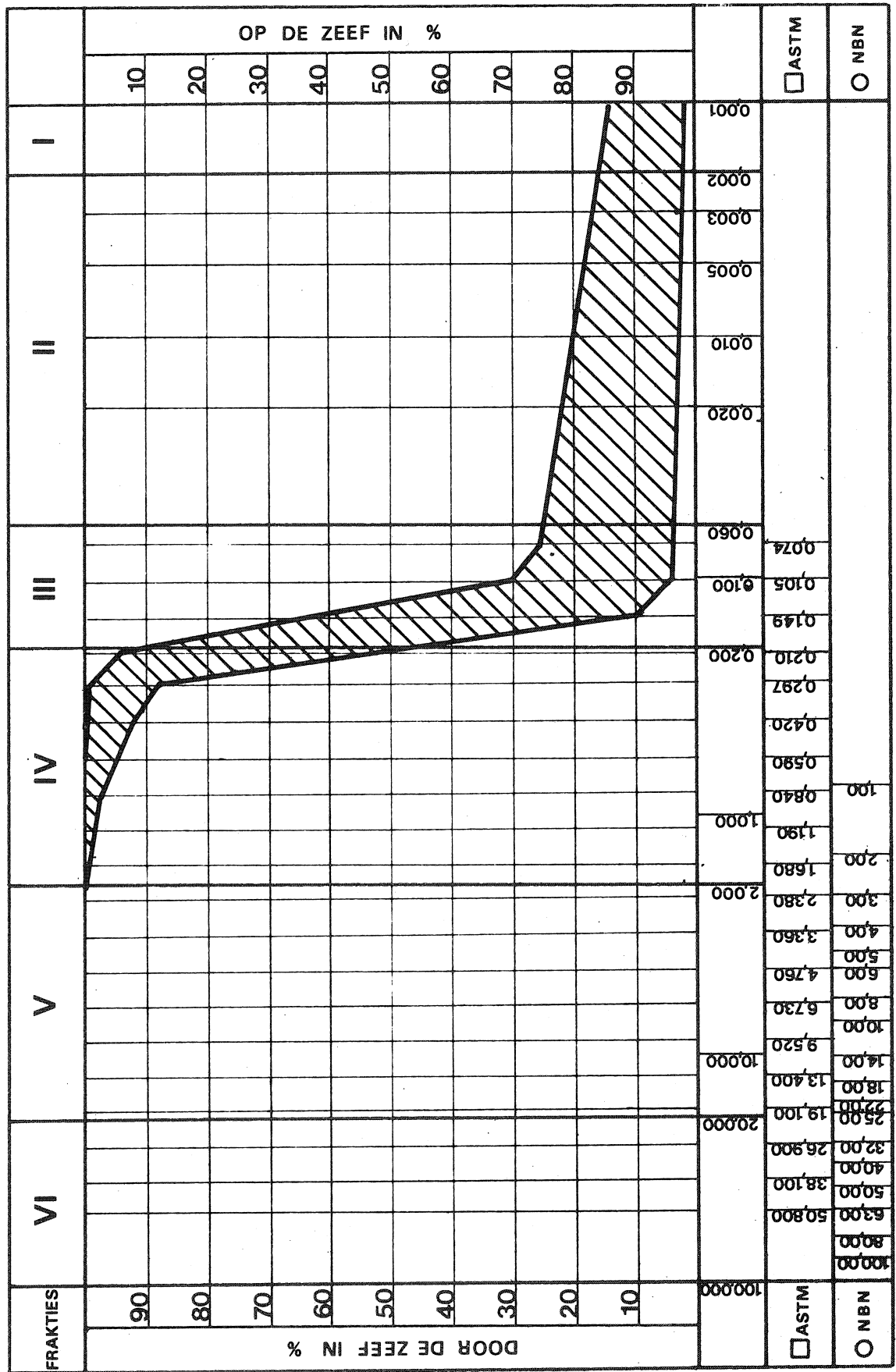


Fig.20 Antwerpiaan zandcomplex (bovenste eenheid): korrelverdeling (111 monsters)

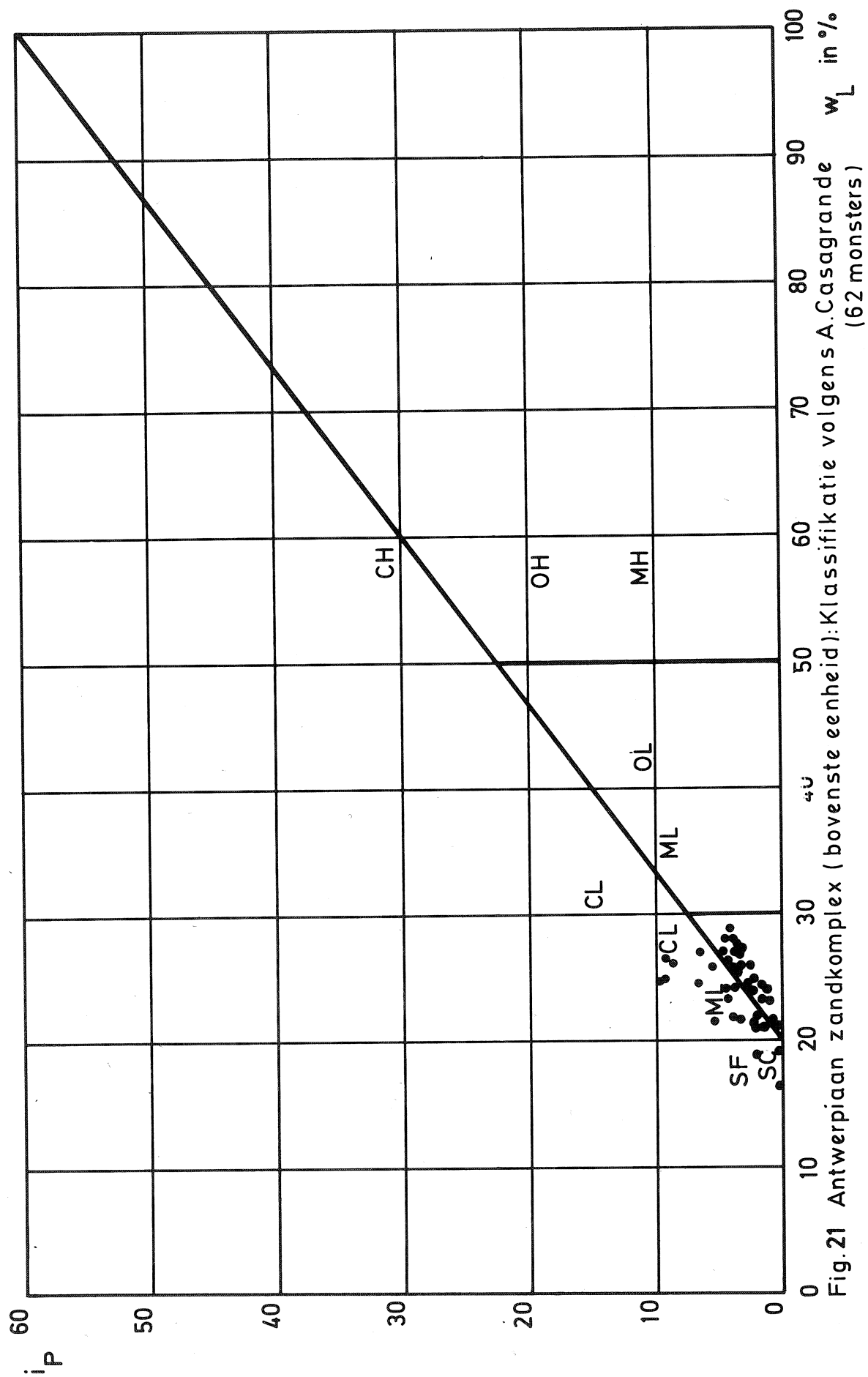


Fig.21 Antwerpiaan zandcomplex (bovenste eenheid): Klassifikatie volgens A.Casagrande (62 monsters)

Tabel 13 - 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. 22
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 23
- 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 waarde van de doorlatendheidscoëfficiënt van het Antwerpiaan zandkomplex, zoals afgeleid uit de pompproeven worden besproken in het hoofdstuk "Hydrogeologische gegevens". Deze pompproeven werden uitgevoerd op de hoek van de Frankrijklei en de Teniersplaats (kaartblad 15.3.6) evenals langsheen het tracé van de E3-Kleine Ring.
- De konusweerstand van het Antwerpiaan zandkomplex zijn in het kaartgebied groter dan 10 MN/m². De waarden kunnen soms groter zijn dan 20 MN/m².

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

KORRELVERDELINGSDIAGRAM

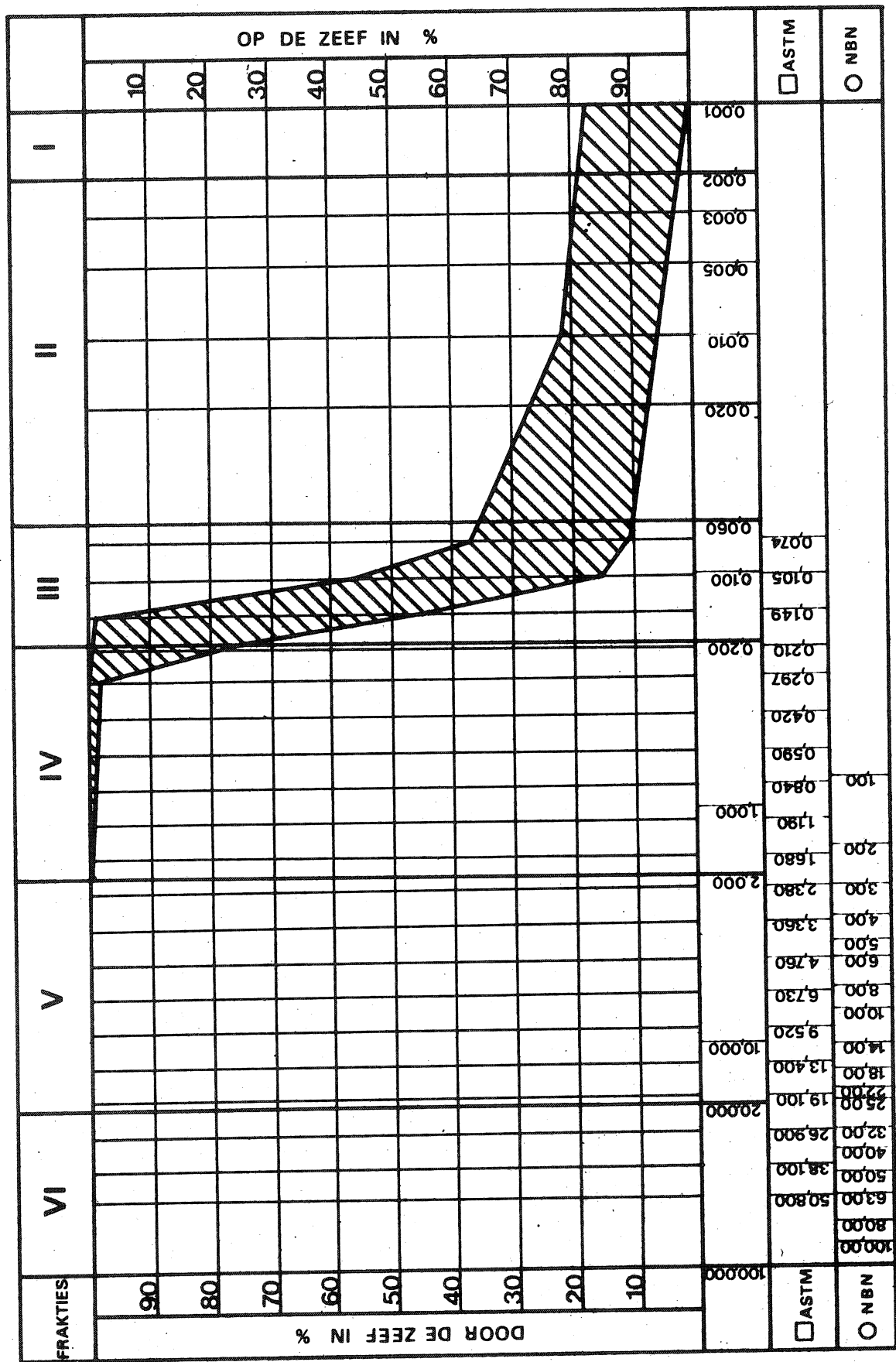


Fig. 22 Antwerpiaan zandcomplex (onderste eenheid) : korrelverdeling (46 monsters)

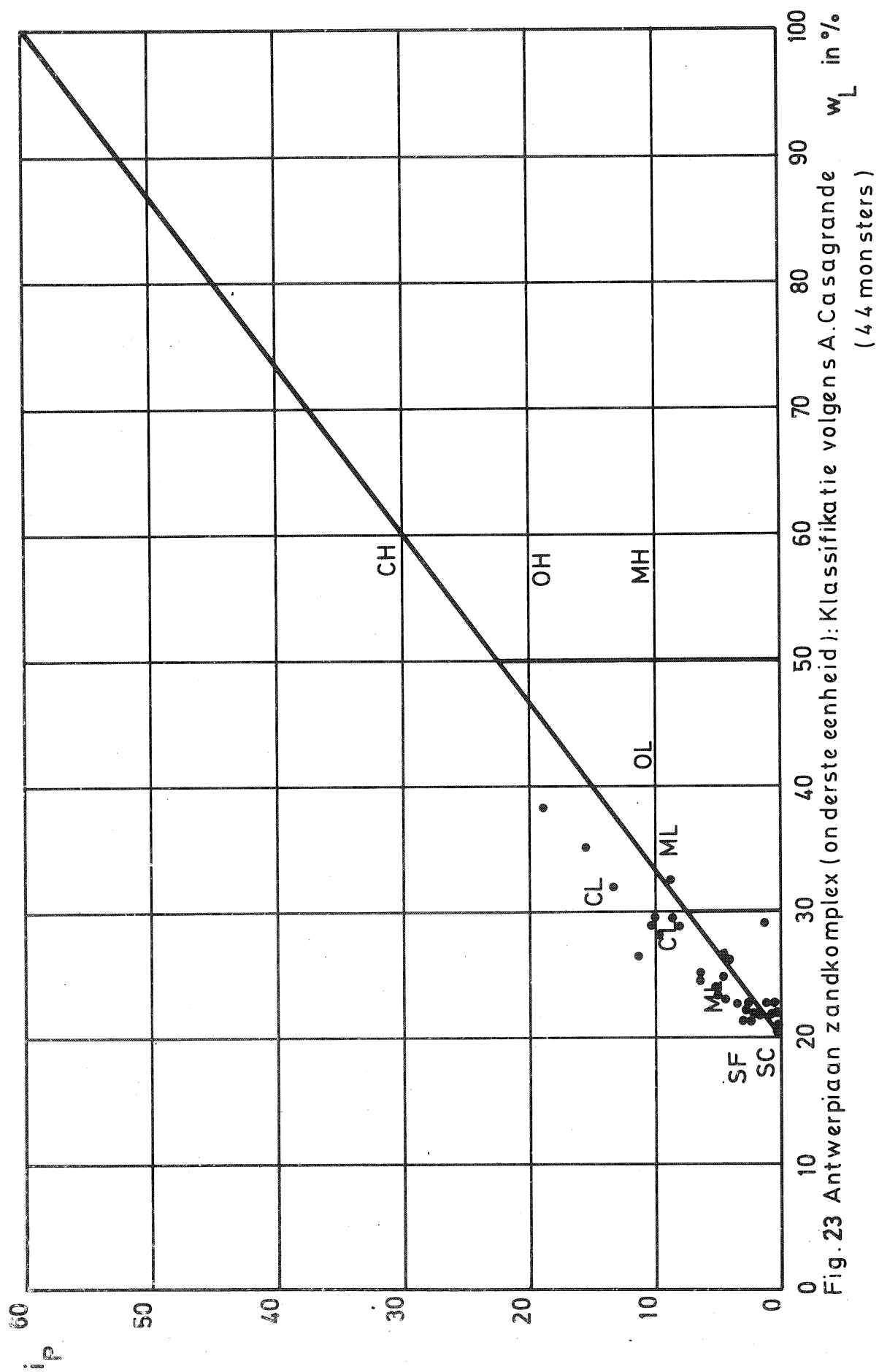


Fig. 23 Antwerpiaan zandcomplex (on derste eenheid): Klassifikatie volgens A.Casagrande
(44 monsters)

6.6. Rupeliaan kleikomplex (plaat VII)

6.6.1. 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 teweeggebracht door zand dat zich steeds onder water heeft bevonden, dient deze voorbelasting in overeenstemming te worden gebracht met een bedekking van ca. 80 m. Dit neogeen zandpakket is door erosie grotendeels verdwenen.

6.6.2. 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 24.

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 24 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 zijn.

6.6.3. Uitbreiding

De top van het kleikomplex komt in het gekarteerde gebied voor tussen de peilen -16 en -36. In het noordoostelijk deel van het kaartgebied is de klei bedekt door het Antwerpiaan zandkomplex. In het zuidwestelijk deel is de klei grotendeels bedekt door het Scaldisiaan a zandkomplex. Het Antwerpiaan zandkomplex komt er waarschijnlijk niet of plaatselijk voor.

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

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

6.6.4. Grondmechanische eigenschappen

6.6.4.1. 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 14).

Tabel 14 - 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. 25 en de resultaten van de geconsolideerde niet gedraineerde proeven (CU) in fig. 26 voor de BK1-laag, in fig. 27 voor de BK2-laag en in fig. 28 voor de BK3-laag. Uit deze figuren blijkt dat de verkregen resultaten een aanzienlijke spreiding vertonen.

Door statistische verwerking van de resultaten en zonder rekening te houden met de diepte der uitgevoerde triaxiaalproeven werden de onderstaande karakteristieke waarden afgeleid (Tabel 15).

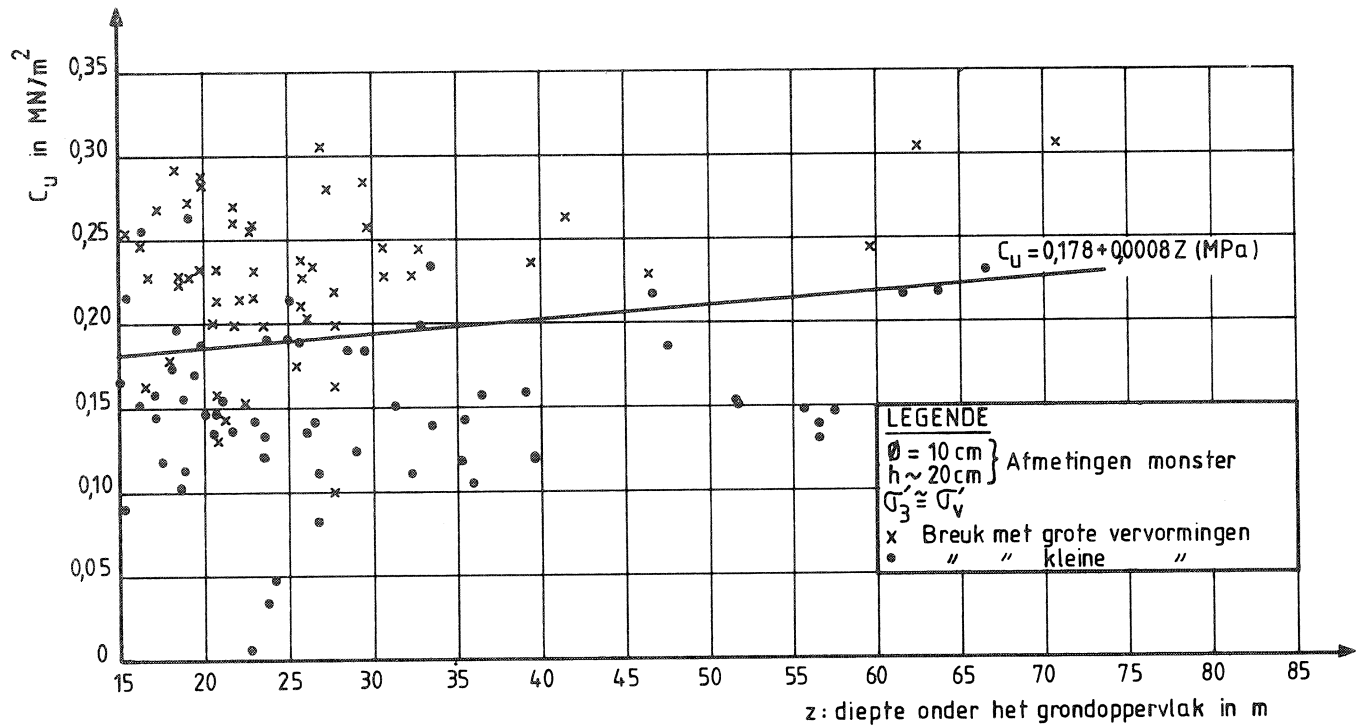


Fig. 25 c_u waarden uit UU triaxiaalproeven (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

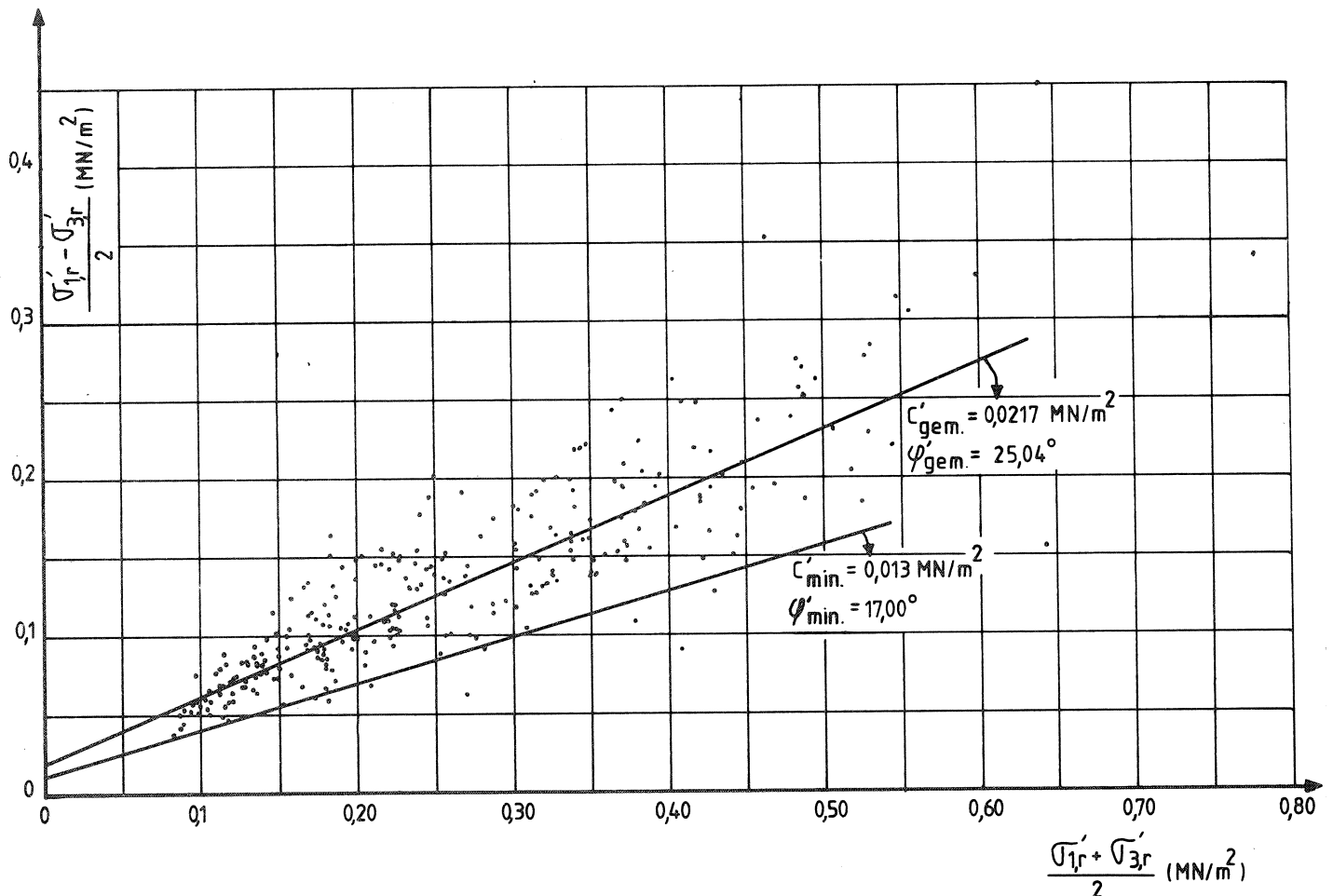


Fig. 26 CU triaxiaalproeven voor de B.K.1 laag (Oosterweel) - (T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

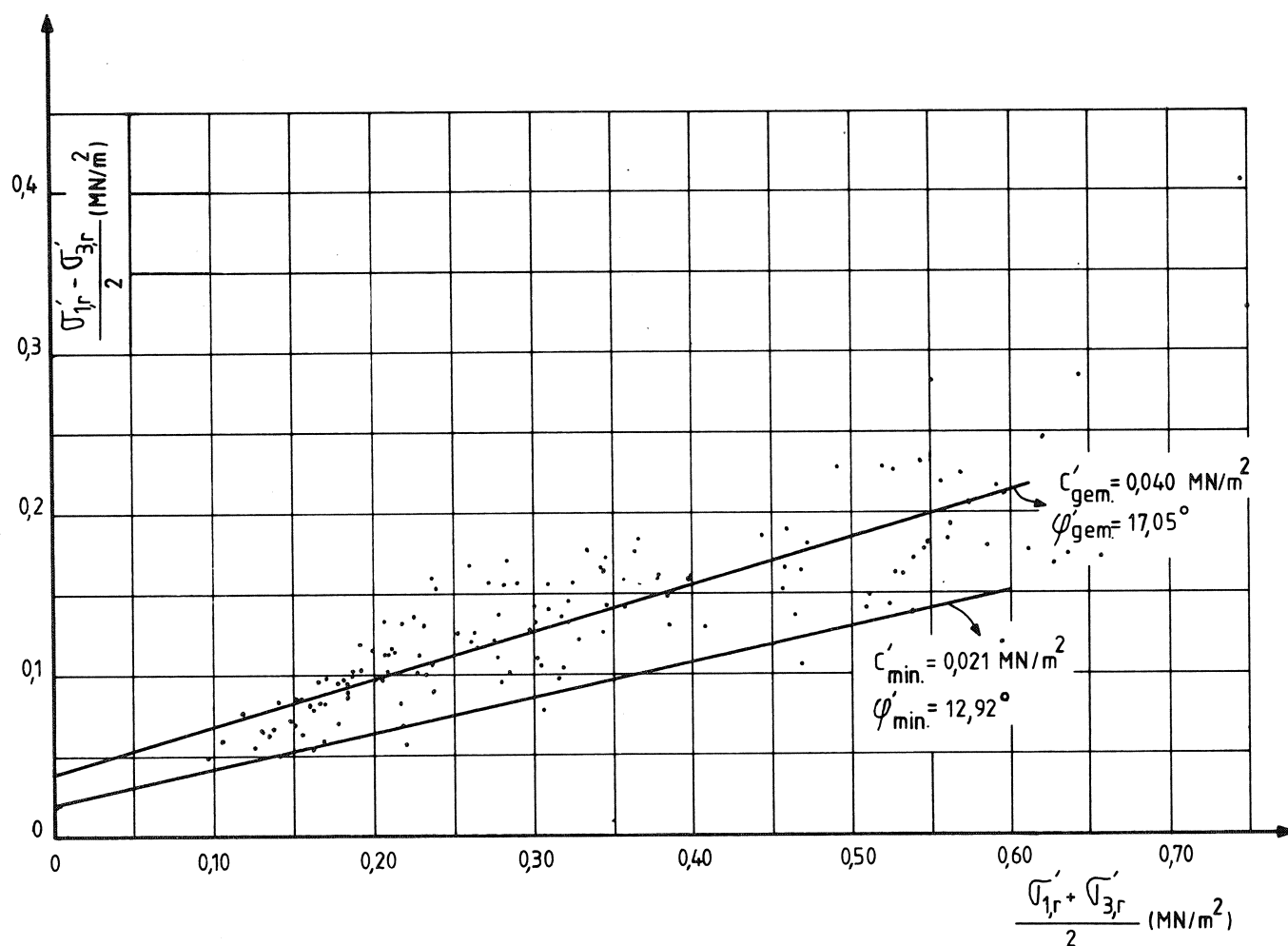


Fig. 27 CU triaxiaalproeven voor de B.K.2 laag (Oosterweel)-(T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

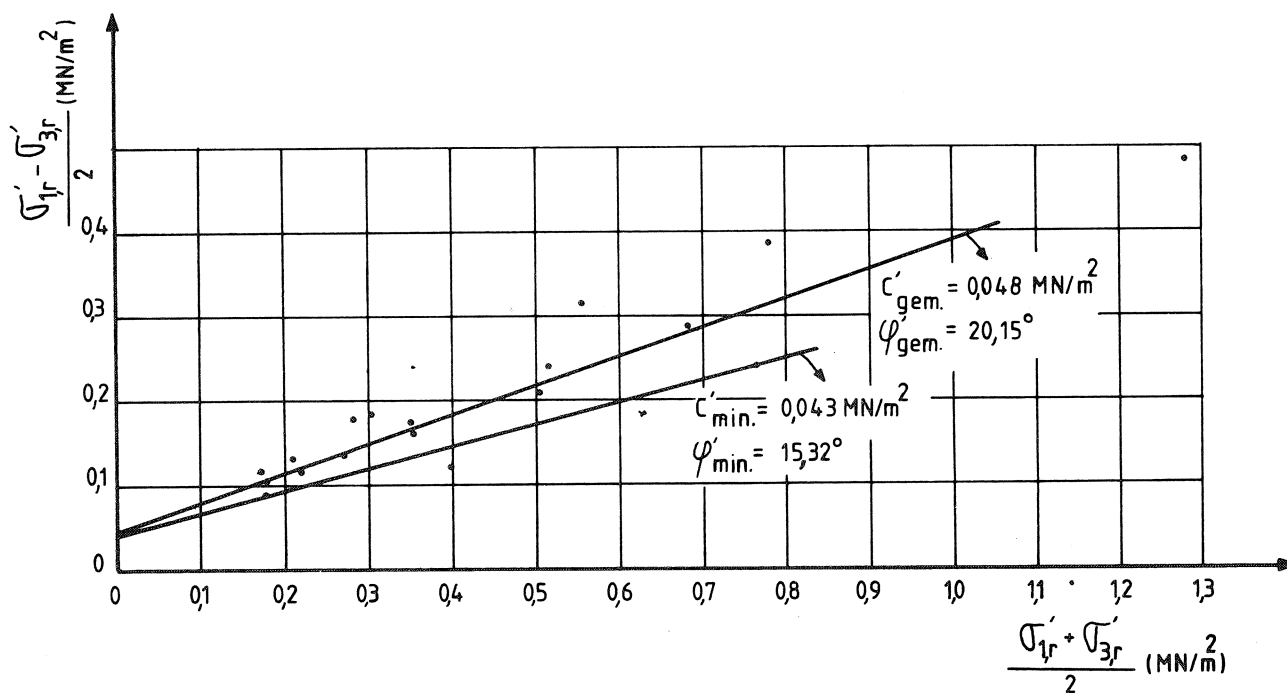


Fig. 28 CU triaxiaalproeven voor de B.K.3 laag (Oosterweel)-(T.V. S.V.K.S. deelrapport 9)

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

	BK1	BK2	BK3
- Niet geconsolideerde, niet gedraineerde proeven (UU)			
c_u , 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. 25 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 16.

Tabel 16 - 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 (voorbelasting)
 $\sigma_{k,g,m}$ = minimale geologische korrelspanning, na de maximale geologische korrelspanning.

Uit de samendrukkingsproeven bij stijgende belasting leidt men voor de doorlatendheidscoëfficiënt waarden af van 10^{-10} tot 10^{-12} m/s. Uit de metingen, verricht in piëzometers, die bij de aanleg van de 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 functie van de diepte zijn weergegeven in fig. 29. Daarbij werd een duidelijk onderscheid gemaakt tussen de monsters, die volgens de horizontale en de verticale richting werden belast. Voor de monsters, die volgens de verticale, respectievelijk de horizontale richting werden beproefd werden uiteindelijk de volgende wetten afgeleid :

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

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

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. 30) en waarvoor bij de eerste belasting $E_0 = 33,4 \text{ MN/m}^2$ werd verkregen en bij herbelasting $E_s = 73,6 \text{ MN/m}^2$.

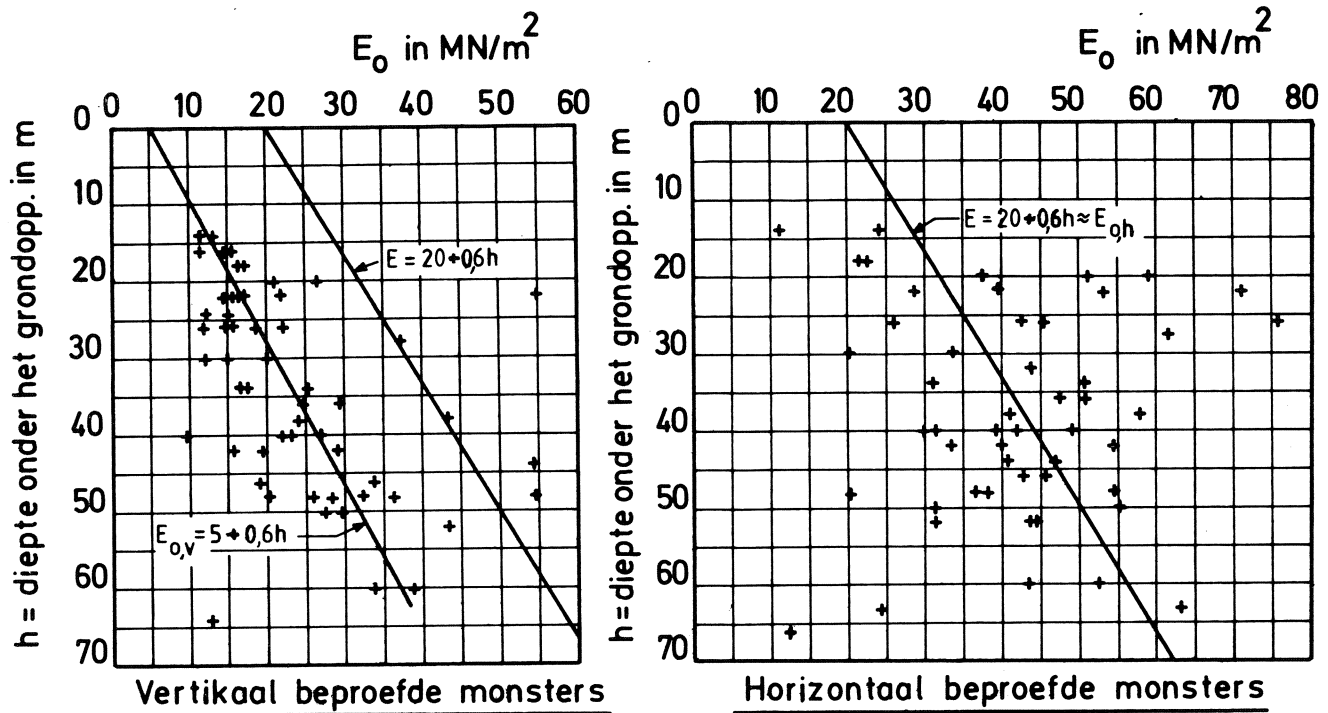


Fig. 29 Waarden van de elasticiteitsmodulus E , afgeleid uit vrije prismaproeven (De Beer, 1971)

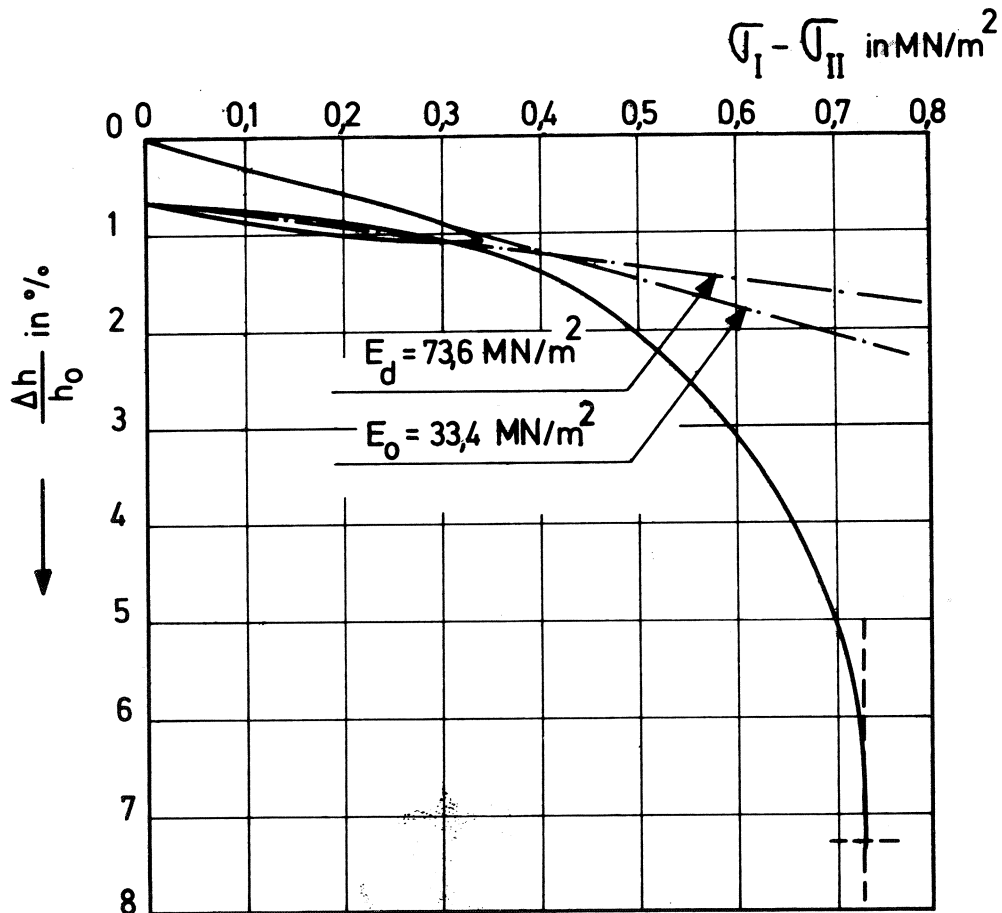


Fig. 30 Spanningsvervormingsdiagramma van een monster ontnomen op 80 m diepte bij de aanleg van onderaardse reservoirs in de Boomse klei (De Beer, 1971)

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}_{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 17.

Tabel 17 - 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} _{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 18.

Tabel 18 - 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 Scheldedijk 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.

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.

6.6.4.2. 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 19. Deze resultaten zijn afkomstig uit de studie van de E3-Scheldetunnel.

Tabel 19 - 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 ²	kN/m ²
Max.	35,5	17,8	18,1	13,439	16,549
Min.	61,3	25,0	29,3	15,803	19,600
Gem.	46,5	20,2	25,8	14,685	18,482

* De symbolen worden verklaard in bijlage 3

** Aantal monsters

7. HYDROGEOLOGISCHE GEGEVENS (plaat VIII)

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 het Rupeliaan kleikomplex.

Bij de studie van een geplande stormvloedkering in de Zeeschelde te Antwerpen (kaartbladen 15.3.3 en 15.3.4) is vastgesteld dat het grondwaterpeil in de freatische waterlaag (in de aangevulde gronden) niet beïnvloed wordt door het Scheldetij. De semi-artesische waterlaag daarentegen, tussen het alluvium en het Rupeliaan kleikomplex, 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.

Verder dient men er ook rekening mee te houden dat de doorlatendheid in het laboratorium bijna steeds volgens de vertikale 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 20.

Tabel 20 - 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.

Pompproeven in het Antwerpiaan zandcomplex werden uitgevoerd ten behoeve van de aanleg van de pre-metro en van de E3-Kleine Ring.

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

De waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van het Antwerpiaan zandcomplex afgeleid uit de pompproeven die werden uitgevoerd ten behoeve van de bemalingstudie voor de E3-Kleine Ring, liggen tussen 3×10^{-5} m/s en 7×10^{-5} m/s.

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 ontnomen en onderworpen aan een scheikundig onderzoek. De resultaten zijn in tabel 21 weergegeven.

Tabel 21 - Grondwaterkwaliteit t.p.v. de geplande stormvloedkering

Pompproef	Noordkasteel	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 VIII

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.

8. GRONDMECHANISCHE ZONERING (plaat IX)

8.1. Algemene voorstelling

Op de plaat IX 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 worden afzonderlijk aangegeven. Tevens werd ter plaatse van de SIBP-raffinarij de zone afgebakend waarbinnen uitzonderlijk lage konusweerstand worden aangetroffen in het Tertiair.

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 en naast het gebied ter plaatse van SIBP, 4 zones onderscheiden. Ze zijn genummerd Va, IXa, XIa en XIVa. Een overzicht van de kenmerkende litologische opeenvolging en dikte is weergegeven in tabel 22.

Tabel 22 - Grondmechanische zonering op het kaartblad 15.3.1 :
Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

Zone Gekarteerde eenheden	Va	IXa	XIa	XIVa
Aangevulde en vergraven gronden	x < 6 m	x < 6 m	x < 6 m	x < 6 m
Alluvium	x	x	x	-
Kwartair zandkomplex	(x) < 6 m	(x) < 6 m	(x) < 6 m	x < 6 m
Scaldisiaan b zandkomplex	-	x < 6 m	x > 6 m	x > 6 m
Scaldisiaan a zandkomplex	x > 6 m	x > 6 m	x > 6 m	x > 6 m
Antwerpiaan zandkomplex	-	(x)	(x)	x
Rupeliaan kleikomplex	x	x	x	x

Opmerkingen : In alle zones 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

8.2. Bespreking van de grondmechanische zones

8.2.1. Grondmechanische zone Va

8.2.1.1. Ligging

De zone Va wordt plaatselijk aangetroffen langsheen de Schelde.

8.2.1.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- Aangevulde en vergraven gronden	dikte <6 m	} dikte >2 m
- Alluvium		
- Kwartair zandkomplex	dikte <6 m	
- Scaldisiaan a zandkomplex	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 23 (pag. 94).

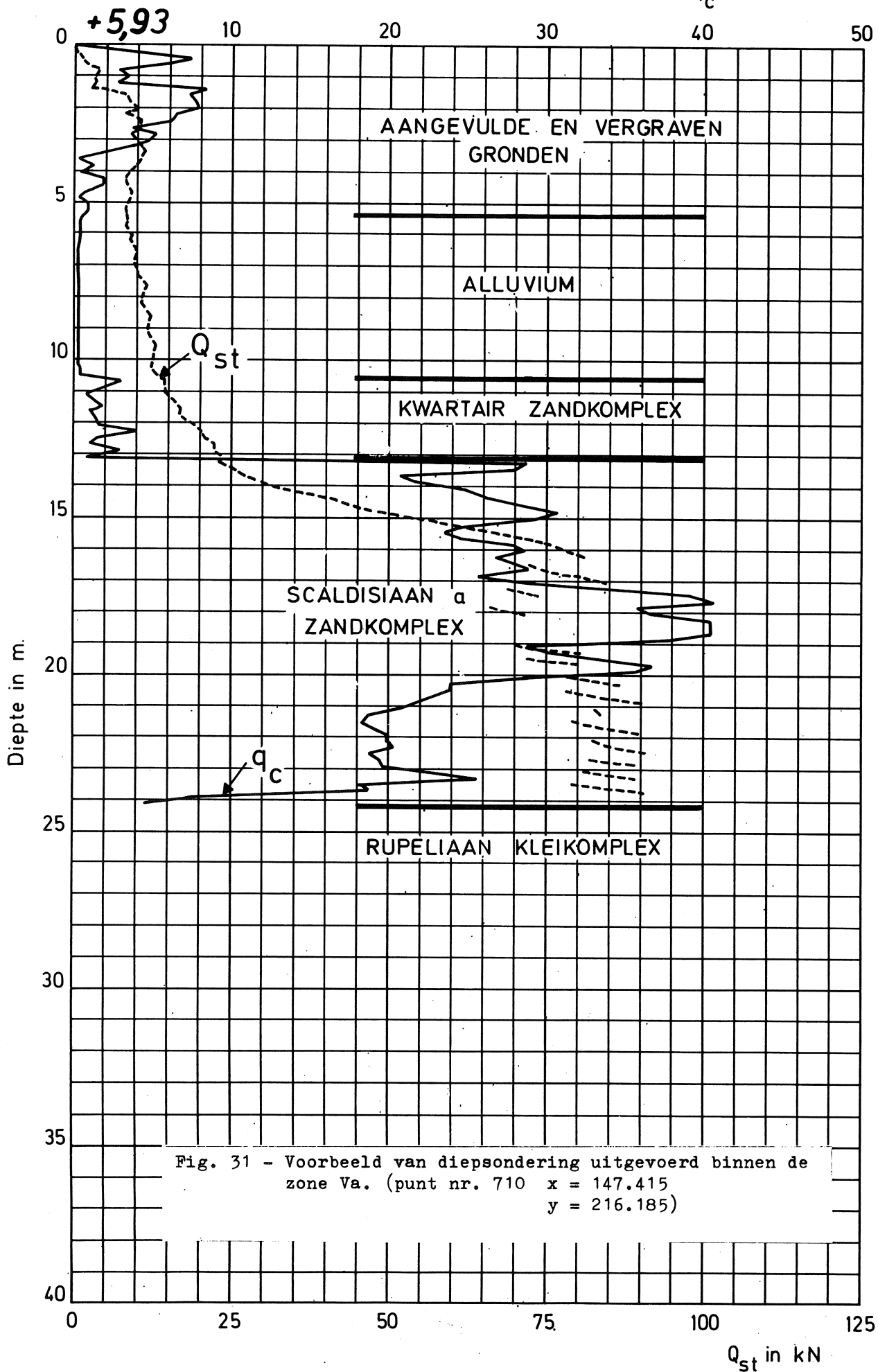
8.2.1.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in belangrijke mate beïnvloed door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden en van het alluvium. Daar de dikte van het alluvium in de zone Va op het kaartblad 15.3.1 belangrijk is, zijn de funderingsvoorwaarden minder gunstig.

Voor wat lichte konstrukties betreft is de dikte van de aangevulde en vergraven 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 a zandkomplex kunnen worden aangezet.

Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone Va is weergegeven in figuur 31.



8.2.2. Grondmechanische zone IXa

8.2.2.1. Ligging

De zone IXa beslaat het grootste deel van de kaart gelegen ten zuidwesten van het Hansadok.

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 b zandkomplex	dikte <6 m	
- Scaldisiaan a zandkomplex en 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 23 (pag. 94).

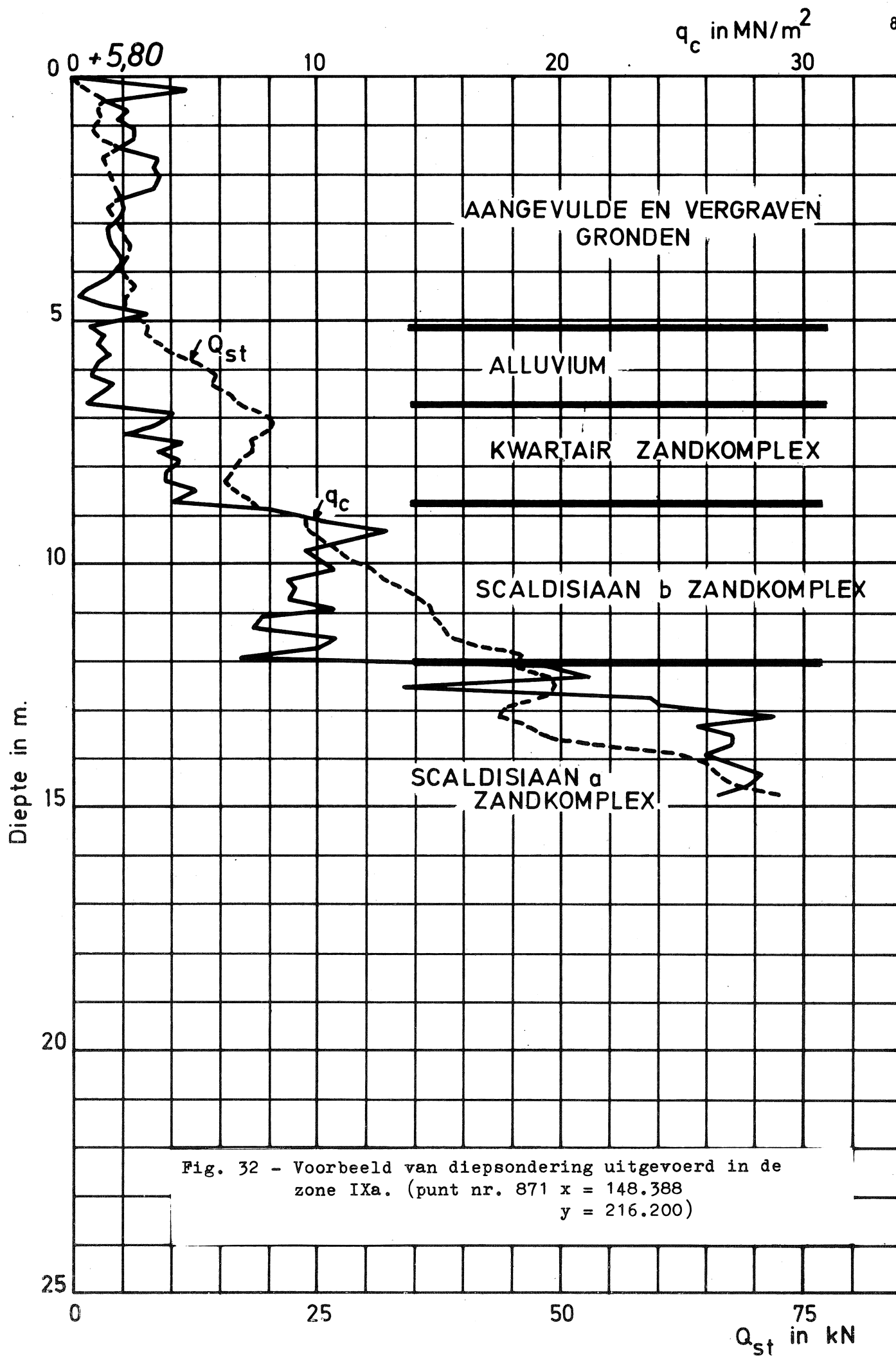
8.2.2.3. Grondmechanische kenmerken

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in een belangrijke mate beïnvloed door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden en van het alluvium. 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. 32.



8.2.3. Grondmechanische zone XIa

8.2.3.1. Ligging

De zone XIa beslaat het grootste gedeelte van het kaartblad 15.3.1 ten noordwesten van het Hansadok en ten noorden van het Marshalldok.

8.2.3.2. 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 en 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 23 (pag. 94).

8.2.3.3. Grondmechanische kenmerken

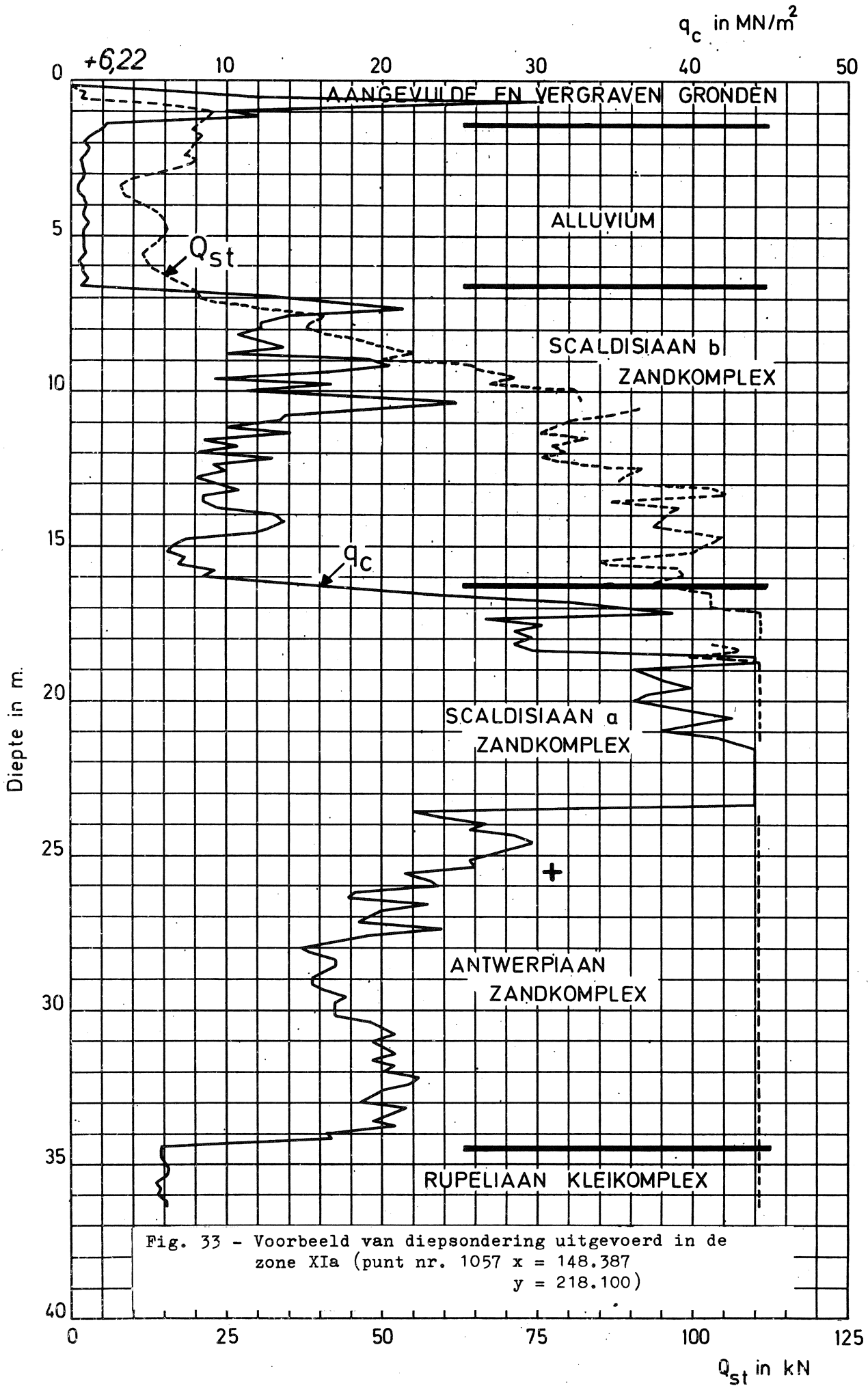
De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden in een belangrijke mate beïnvloed door de aanwezigheid van de aangevulde en vergraven gronden en van het alluvium. Daar de dikte van deze lagen in het algemeen vrij belangrijk is zijn de funderingsvoorwaarden minder gunstig.

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 kompleks meestal een terugloop van de konusweerstand wordt waargenomen (onderste eenheid van het Scaldisiaan b zandkomplex).

In het noorden van het kaartblad kunnen tevens rond het peil -3 kleilagen in het Scaldisiaan b zandkomplex voorkomen.

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



8.2.4. Grondmechanische zone XIVA

8.2.4.1. Ligging

De zone XIVA beslaat twee vlekken in het noordoosten van de gekarteerde zone.

8.2.4.2. Kenmerkende litologische opeenvolging en dikte

- Aangevulde en vergraven grond	dikte <6 m	} dikte >2 m
- Kwartair zandcomplex	dikte <6 m	
- Scaldisiaan b zandcomplex	dikte >6 m	
- Scaldisiaan a zandcomplex en 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 23. (pag. 94).

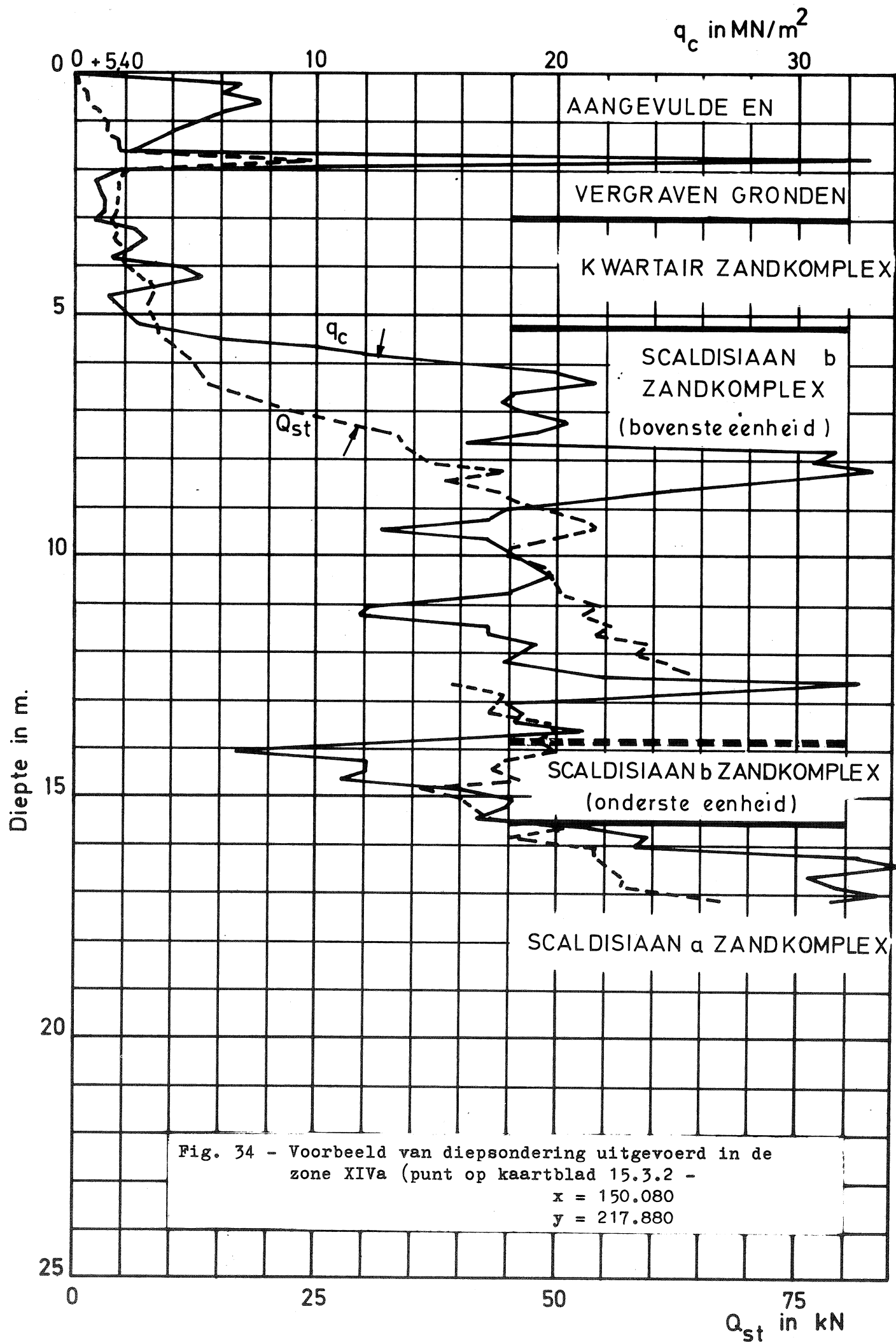
8.2.4.3. Grondmechanische kenmerken

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

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

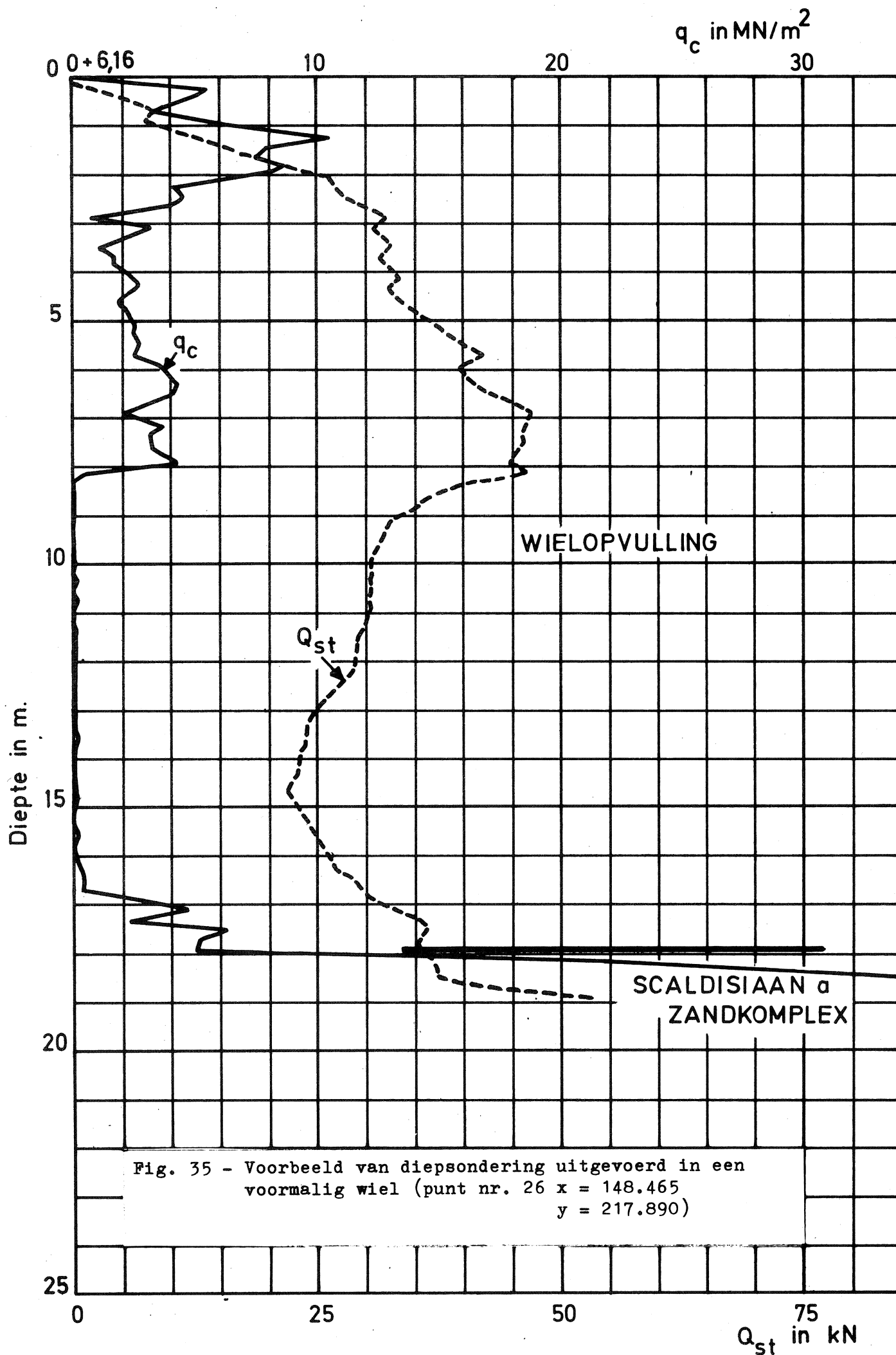
Belangrijke konstrukties dienen in het algemeen te worden gefundeerd op palen die in het Scaldisiaan b of het Scaldisiaan a zandcomplex kunnen worden aangezet. Voor palen aangezet in het Scaldisiaan b zandcomplex dient terdege rekening te worden gehouden met het feit dat over de onderste 2 à 4 m van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

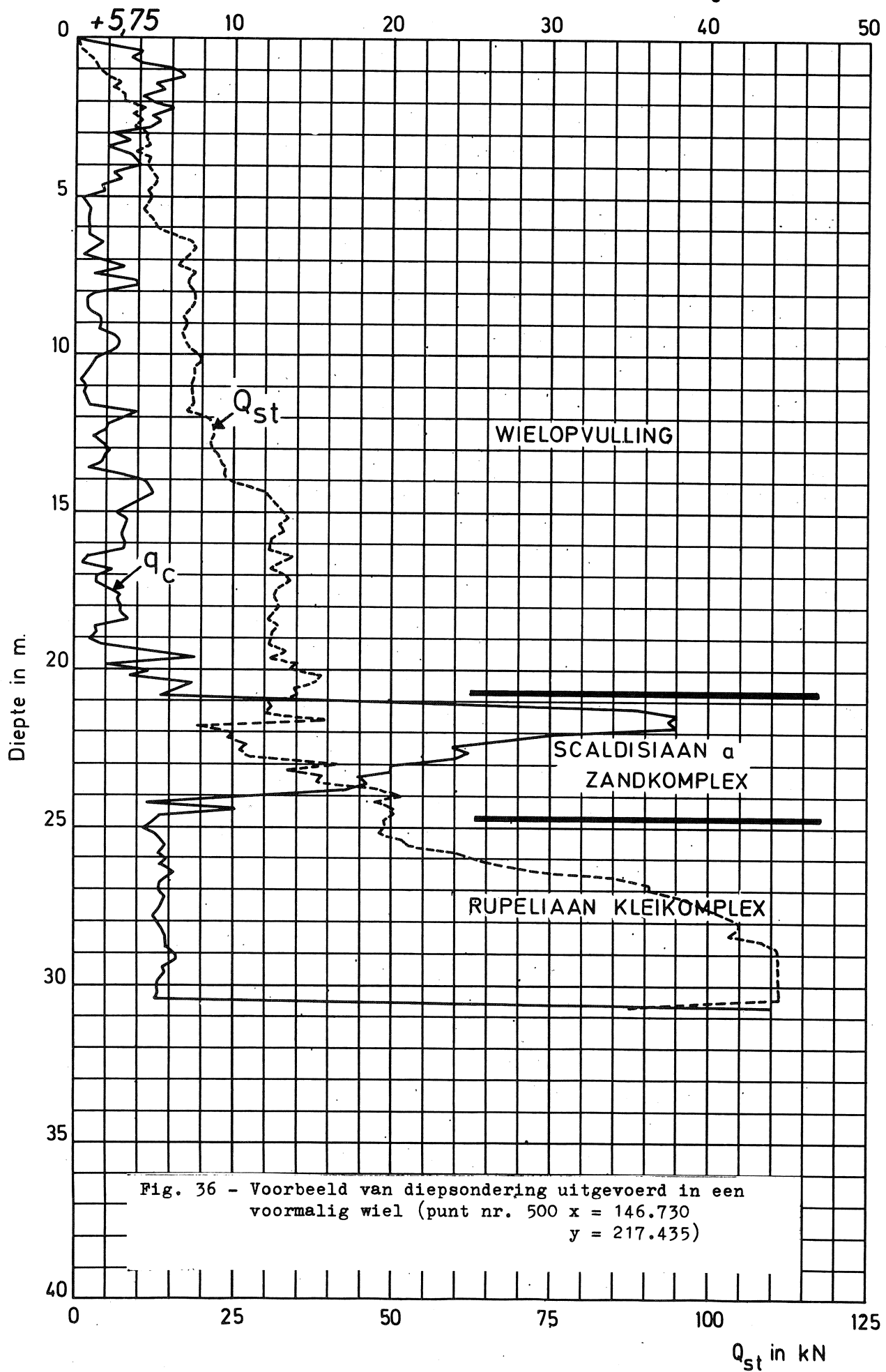
Een voorbeeld van een sondering uitgevoerd in de zone XIVA is weergegeven in fig. 34.



8.2.5. Voormalige wielen

De voormalige wielen werden niet als een grondmechanische zone beschouwd. De samenstelling van de ondergrond is er immers dikwijls zeer heterogeen en sterk veranderlijk van plaats tot plaats. Veralgemeend kan gesteld worden dat er slechte funderingsvoorwaarden ontmoet worden. Ter illustratie werden twee sondeerdiagrammen afkomstig van diepsonderingen uitgevoerd in voormalige wielen weergegeven (fig. 35 en fig. 36). Daar deze diagrammen echter geenszins als typisch voor geheel de wielen beschouwd mogen worden, zal binnen deze zones steeds een gedetailleerder grondonderzoek dienen uitgevoerd te worden.





Tabel 23 - Dikte van de gekarteerde lagen en top van het Rupeliaan kleikomplex in de grondmechanische zones op kaartblad 15.3.1

Zone Gekarteerde eenheden	Va	IXa	XIa	XIVa
Aangevulde en vergraven gronden	2-6 m	2-6 m	2-6 m	2-6 m
Alluvium	4-12 m	0-10 m	0-6 m	-
Kwartair zandkomplex	0-6 m	0-4 m	0-4 m	0-2 m
Scaldisiaan b zandkomplex	-	0-6 m	6-14 m	8-14 m
Scaldisiaan a zandkomplex	10-16 m	10-28 m	10-28 m	20-26 m
Antwerpiaan zandkomplex				
Rupeliaan kleikomplex	-16/-26	-16/-36	-18/-36	-30/-36

9. GEOLOGISCHE DOORSNEDEN

Ter illustratie van de algemene opbouw van het gekarteerde gebied zijn vier terreindoorsneden (AA', BB', CC' en DD') getekend. De doorsneden CC' en DD' werden reeds behandeld bij de bespreking van het kwartair zandkomplex (paragraaf 6.3.3). De doorsneden AA' en BB' zijn respektievelijk SW-NE en NW-SE georiënteerd. De ligging van de doorsneden AA' en BB' 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

- DE BEER, E., LOUSBERG, E., WALLAYS, M., CARPENTIER, R., DE JAEGER, J., PAQUAY, J. (1977). Bearing capacity of displacement piles in stiff fissured clays. I.W.O.N.L., Verslagen over navorsingen, nr. 39, maart 1977.
- DE BEER, E. (1967). Shear strength characteristics of the Boom Clay. Proceedings of the Geotechnical Conference Oslo, 1967, vol. 1, 83-88.
- DE BEER, E. (1971). Problèmes posés par la construction du tunnel sous l'Escaut à Anvers. Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics, no. 286, 21-51.
- DE BEER, E. & BUTTIENS, E. (1966). Construction de réservoirs pour hydrocarbures liquifiés dans l'argile de Boom à Anvers. Etude des mouvements du sols provoqués par cette réalisation. Travaux no. 379 et no. 380.
- DE BEER, E. (1964). Studie van de vervormingen van de grond veroorzaakt door de aanleg van onderaardse reservoirs in de Boomse klei te Antwerpen. Verhandelingen van het 4e Int. Havencongres te Antwerpen.
- de HEINZELIN, J. (1962). Symposium sur la stratigraphie du Néogène nordique. 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. Belg. Ver. Geol. 85, 133-152.
- 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 1/5.000, 1 kbl.

INSTITUT CARTOGRAPHIQUE MILITAIRE (1932). Anvers(15.3).Brussel :
Institut Cartographique Militaire, 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 (1965). Antwerpen-Luchtbal
15.3.2. Brussel : Ministerie van Openbare Werken,
schaal 1/5.000, 1 kbl.

MILITAIR GEOGRAFISCH INSTITUUT VAN BELGIE (1971). Antwerpen (15.3).
Brussel : Militair Geografisch Instituut, schaal 1/10.000,
1 kbl.

[illegible]

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
□	Standard Penetration Test (SPT)

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 15.3.1 Antwerpen-Petroleumhaven (1/5.000) est composé de 11 planches, à savoir :

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

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

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

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

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

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

Sur la planche III figure l'épaisseur des alluvions. Les forages qui ont 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. Des sables tertiaires peu compacts ont été cartographiés ensemble avec les sables pléistocènes (zone hachurée).

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

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

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

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

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

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

La planche IX représente le zonage géotechnique. Elle présente une tentative de synthèse d'une partie des renseignements présentés par les cartes précédentes. Une zone géotechnique est caractérisée par une superposition d'unités à caractère lithologique et mécanique bien défini et ayant une certaine épaisseur. Dans la région cartographiée, 4 unités ont été distinguées. La succession lithologique des unités est donnée dans le tableau ci-dessous.

La Carte Géotechnique 15.3.3 Zwijndrecht-noord à l'échelle 1/5000 avec texte explicatif, peut être obtenue au Secrétariat de la Commission de Cartographie Géotechnique, Square de Meeûs, 1040 Bruxelles et Tramstraat, 52 - 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, 52 - 9710 Zwijnaarde.

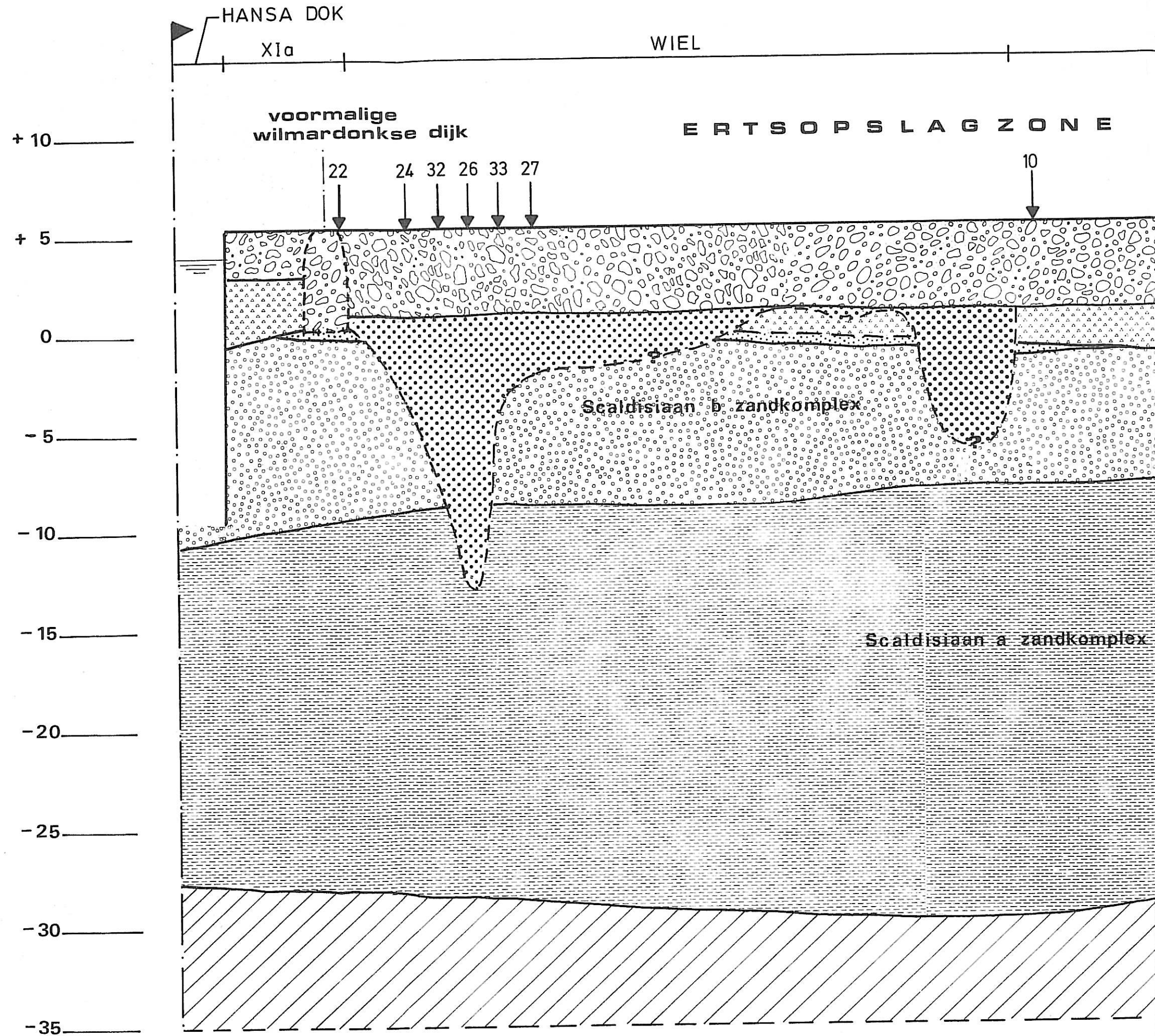
Déjà paru :

Carte 41.2.7 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 1/10000)
Carte 45.3.5 à 8 Mons (secteur Maisières)(échelle 1/10000)
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 (secteur Mons -Jemappes - Cuesmes)(échelle 1/10000)
Carte 31.3.3 Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 15.3.4 Antwerpen - Noordkasteel - (schaal 1/5000)
Carte 15.3.2. Antwerpen - Luchtbal (schaal 1/5000)

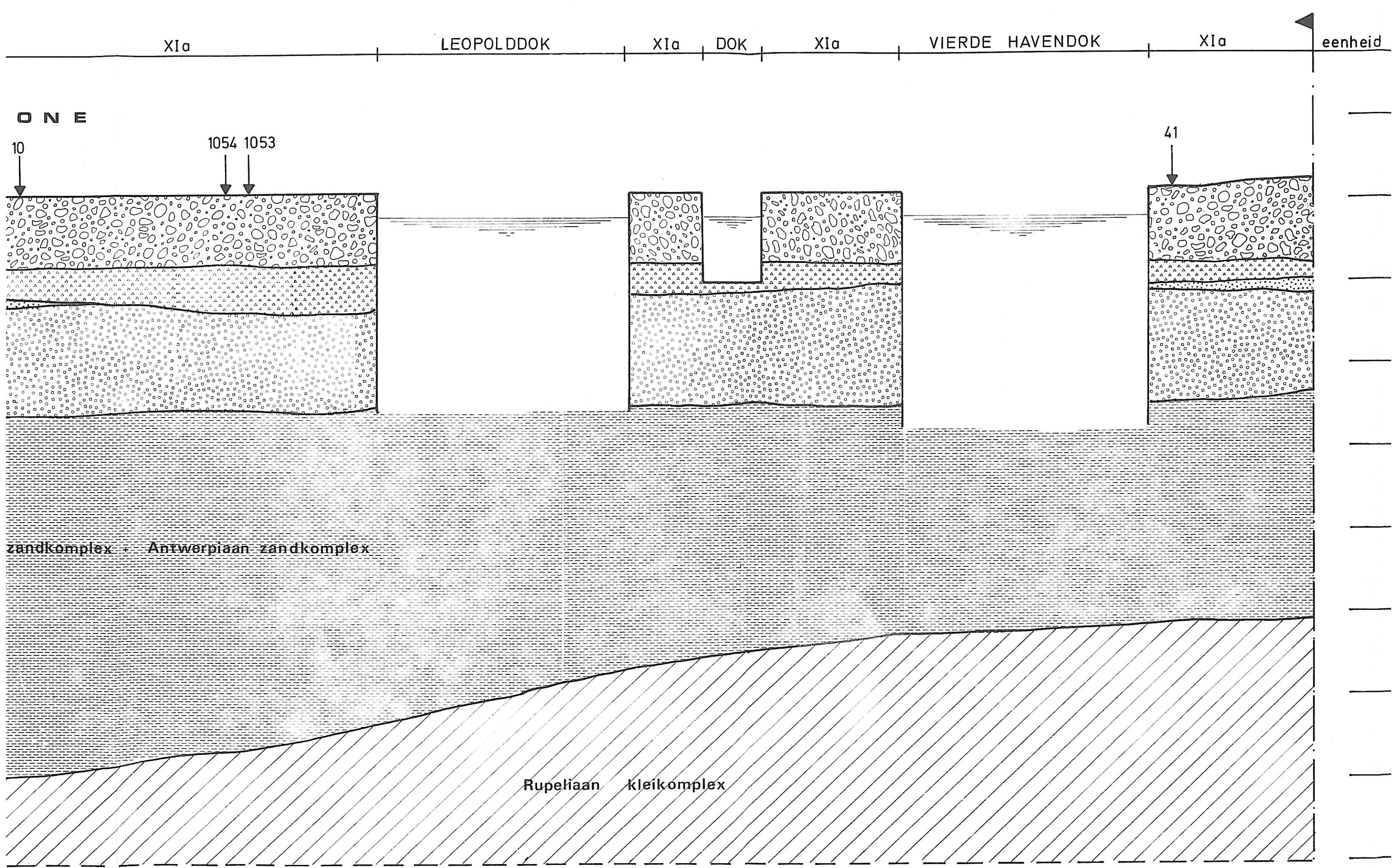
L'édition des Cartes Géotechniques suivantes est prévue :

Carte 31.3.4 Bruxelles (échelle 1/10000)
Carte 15.3.1-2 Antwerpen (échelle 1/5000)
Carte 46.7.6 Charleroi (échelle 1/5000)

B
NNW
X = 148.265
Y = 218.200

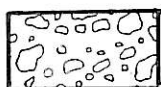


B'
SSE
X = 150.000
Y = 215.700



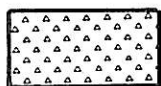
enheid

_____ + 10



Aangevulde en/of
vergraven gronden

_____ + 5



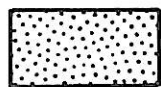
Alluvium

_____ 0



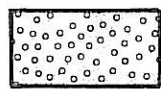
Wielopvulling

_____ - 5



Kwartair zandcomplex

_____ - 10



Scaldisiaan b
zandcomplex

_____ - 15



Scaldisiaan a zandcomplex
Antwerpiaan zandcomplex

_____ - 20

_____ - 25

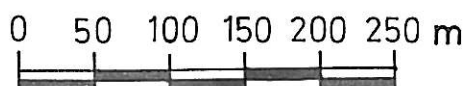
_____ - 30

_____ - 35



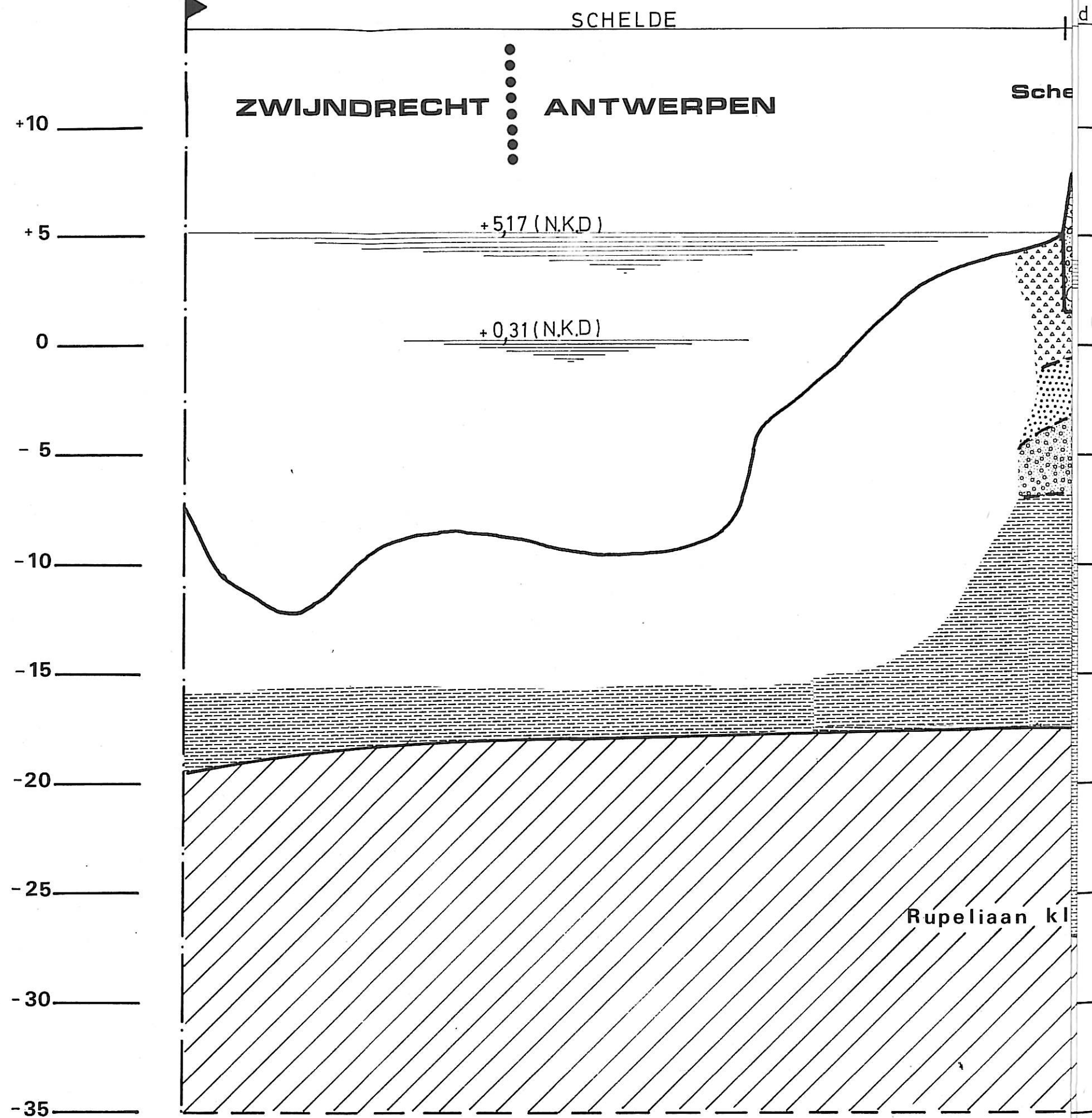
Rupeliaan kleikomplex

Lengteschaal



A
SW

X = 146.000
Y = 215.700



IX a

MARSHALLDOK

IX a

HANSADOK d

eldedijk

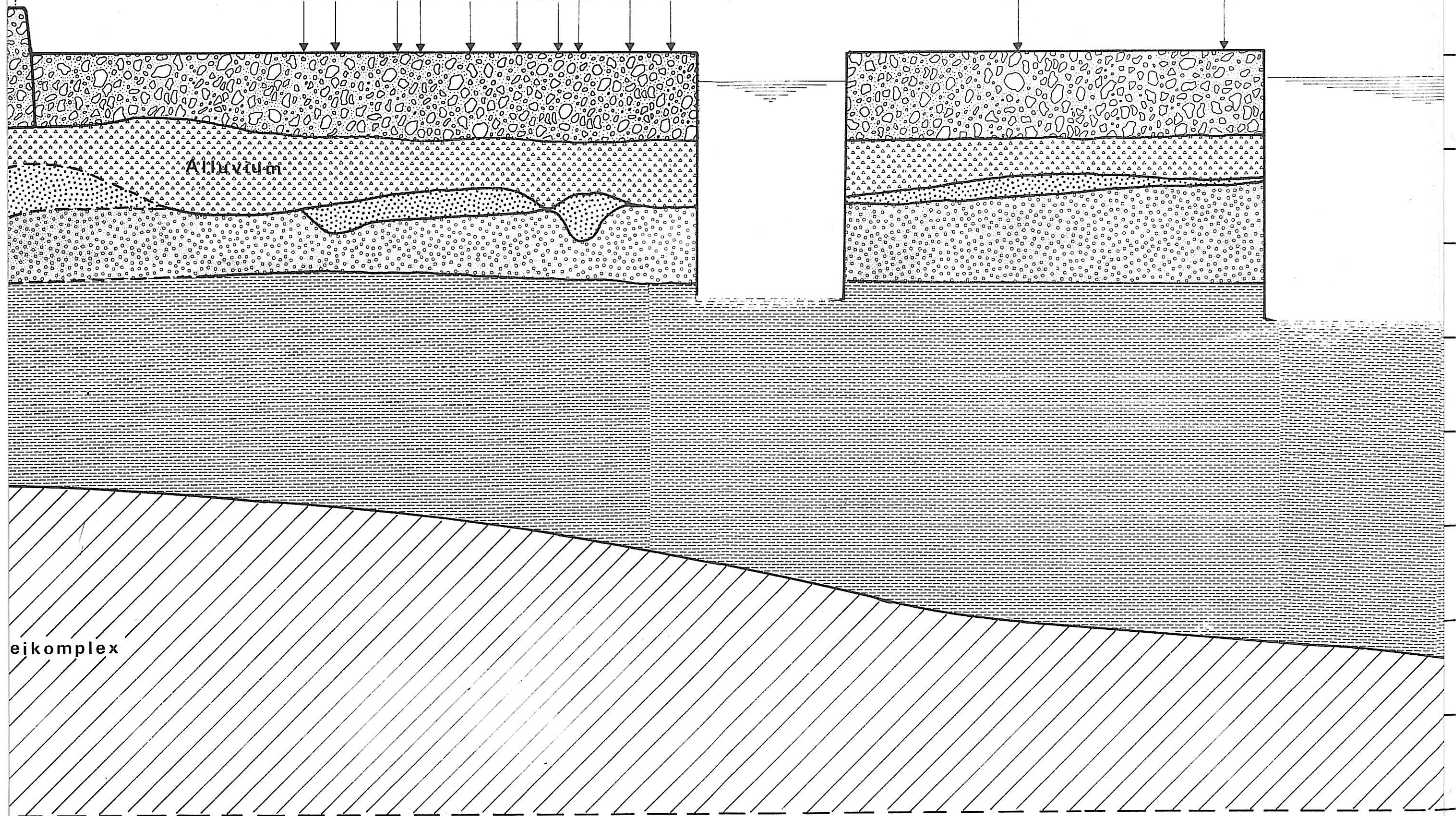
701 623 716 663 685 629 698 697 659 611

1001

805

Aluvium

eikomplex



A'
NE
X = 150.000
Y = 218.200

