

Kommissie voor Grondmechanische Kartering

Centrum voor Grondmechanische Kartering
van het Rijksuniversitair Centrum Antwerpen

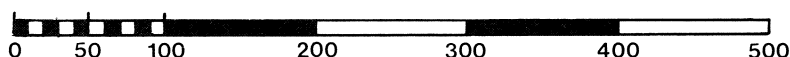
(Verantwoordelijke : E. De Beer)

Grondmechanische kaart 15.3.8 Hoboken

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

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

1:5000



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

De Grondmechanische Kaart 15.3.8 Antwerpen op schaal 1/5000 met verklarende nota, is te verkrijgen op het sekretariaat van de Commissie voor Grondmechanische Kartering, Hertogsstraat, 89, 1000 Brussel of Tramstraat, 44, 9710 Zwijnaarde (Tel. 091/22.60.52 - ir J. Maertens), mits storting van de verkoopprijs op postrekening nr. 000-0091190-10, op naam van het Rijksinstituut voor Grondmechanica, Laboratorium, Tramstraat, 44, 9710 Zwijnaarde.

Reeds verschenen :

Kaart 42.2.7 Liège (schaal 1/5000)

Kaart 31.3.7 Brussel (schaal 1/5000)

Kaart 22.1.6 Gent St.Pieters (schaal 1/5000)

Kaart 45.4.5 tot 8 Obourg (schaal 1/10.000)

Kaart 45.3.5 tot 8 Maisières (schaal 1/10.000)

De publikatie van de volgende Grondmechanische kaarten is voorzien :

~~Kaart~~ 42.6.1. Liège (schaal 1/5000)

Kaart 31.3.5 Brussel (schaal 1/5000)

Kaart 22.1.4 Gent (schaal 1/5000)

Kaart 46.8.5 Charleroi (schaal 1/5000)

Kaart 15.3.6 Antwerpen (schaal 1/5000)

Kaart 31.3.6 Brussel (schaal 1/5000)

Kaart 42.6.3 Liège (schaal 1/5000)

Kommissie voor Grondmechanische Kartering

Centrum voor Grondmechanische Kartering
van het Rijksuniversitair Centrum Antwerpen

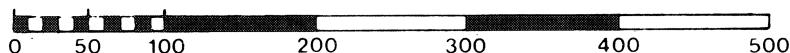
(Verantwoordelijke : E. De Beer)

Grondmechanische kaart 15.3.8 Hoboken

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

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

1:5000



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

Verklarende tekst bij de Grondmechanische Kaart

15.3.8 Antwerpen-Hoboken

pag. 1 - 54

Texte explicatif de la Carte Géotechnique

15.3.8 Antwerpen-Hoboken

(Résumé)

pag. 55 - 57

Adressen :

- Leerstoel voor Grondmechanica en Funderingstechniek, Tramstraat 44,
9710 Zwijnaarde.
- Centrum voor Grondmechanische Kartering van het Rijksuniversitair Centrum
Antwerpen, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerpen.

DANKBETUIGING.

Talrijke personen en instellingen hebben door hun bereidwillige medewerking bijgedragen tot de verwezenlijking van de grondmechanische kaart 15.3.8 (Hoboken). Wij danken hiervoor in het bijzonder :

- De Burgemeester en het Schepencollege van de stad Antwerpen
- De Burgemeester en het Schepencollege van de gemeente Berchem
- De Burgemeester en het Schepencollege van de gemeente Hoboken
- De heer J. VAN GHYSEGHEM, Hoofdingenieur-Direkteur bij de Dienst voor Werken van de stad Antwerpen
- De heer E. DE KESEL, Hoofdinspekteur bij de Dienst voor Werken van de stad Antwerpen
- De heer J. CARPENTIER, Ingenieur bij de Dienst voor Werken van de stad Antwerpen
- De heer L. SCHATTEMAN^(†), Hoofdingenieur-Direkteur bij de Intercommunale Vereniging voor de Autoweg E3
- De heer J. STOFFELS, Hoofdtekenaar bij de Intercommunale Vereniging voor de Autoweg E3
- De heer G. STEVENS, Kondukteur bij de Intercommunale Vereniging voor de Autoweg E3
- De heer A. DELMER, Inspekteur-Generaal, Direkteur van de Geologische Dienst van België
- De heer P. LAGA, Geoloog bij de Geologische Dienst van België.

Daarnaast werden ons door een aantal personen en ondernemingen gegevens en ervaringen medegedeeld. Wij danken hiervoor ondermeer :

- De Antwerpse Zeediensten van het Ministerie van Openbare Werken
- Het Studiebureau N.V. ELECTROBEL
- De GEMEENTEDIENST VAN BELGIE
- De N.V. OREX.

Verder danken wij heel bijzonder de heer R. VERSTRAETEN voor het tekenen van de platen en figuren, Mevrouw M.L. DE SCHRYVER voor het typen van de verklarende tekst en de heren BAUWENS en JANSSENS van de drukkerij van het MOW voor het uitvoeren van het volledige drukwerk.

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

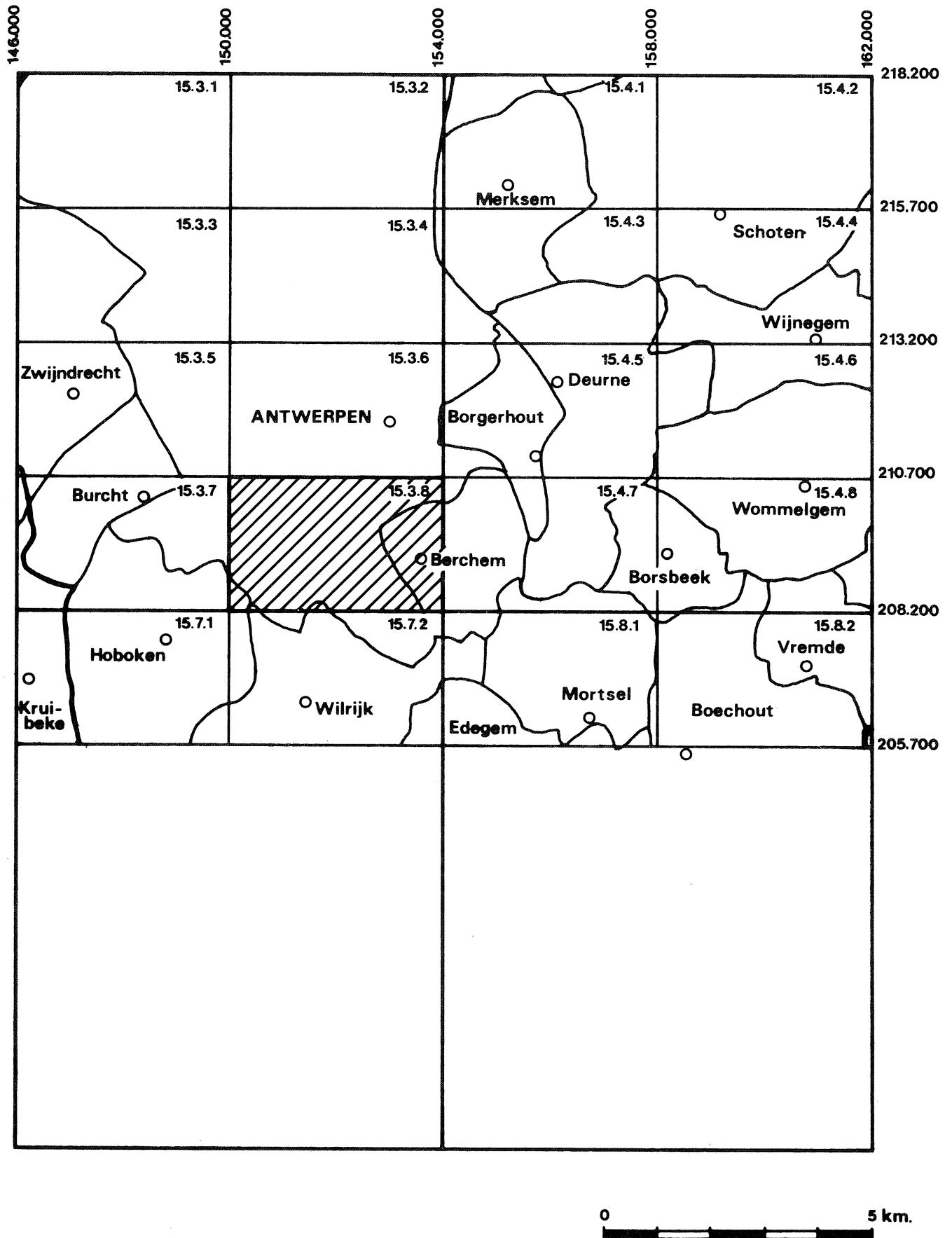


Fig.1 : Ligging van de gekarteerde zone



Fig. 2 - Schuine luchtopname van het gekarteerde gebied (10.05.1971)
(Foto Aero-Survey - Sint-Niklaas)



Fig. 3 - Vertikale luchtopname van het gekarteerde gebied
(07.09.1970). (Foto Aero-Survey - Sint-Niklaas).

WAARSCHUWING.

De grondmechanische kaarten beantwoorden aan een reële nood 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 welke binnen de beschouwde zone werden uitgevoerd.
- De aard en de dikte van de verschillende lagen (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, welke bij het opstellen ervan werden gemaakt. De kaarten geven enkel inlichtingen over de algemene geologische en grondmechanische gesteldheid van de ondergrond. Het zijn dus enkel richtinggevende dokumenten en de auteurs ervan 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	pag. I
- Ligging van de gekarteerde zone	pag. II
- Schuine luchtopname van de Antwerpse agglomeratie	pag. III
- Vertikale luchtopname van het gekarteerde gebied	pag. IV
- Waarschuwing	pag. V
- Inhoud	pag. VI.
1. Inleiding	pag. 1
2. Geografische gegevens	pag. 3
2.1. Geografische ligging en administratieve verdeling van het gekarteerde gebied	pag. 3
2.2. Topografie en landschap	pag. 3
2.3. Verkeerswegen	pag. 4
2.4. Algemene hydrografie	pag. 5
3. Algemene geologische opbouw	pag. 7
3.1. De paleozoïsche sokkel (Primair)	pag. 7
3.2. De postpaleozoïsche deklagen (Secondair en Tertiair)	pag. 7
3.3. De kwartaire mantel	pag. 9
4. Uitgevoerde studie	pag. 11
5. Dokumentatie - Plaat I	pag. 15
5.1. Punktuele gegevens	pag. 15
5.2. Hoogtelijnen	pag. 16
6. Gekarteerde eenheden	pag. 17
6.1. Aangevulde en vergraven gronden (Plaat II)	pag. 17
6.2. Kwartaire sekwentie (Plaat III)	pag. 18
6.3. Antwerpiaan zandkomplex (Plaat IV)	pag. 23
6.4. Rupeliaan kleikomplex (Platen V en VI)	pag. 30
7. Hydrogeologische gegevens - Plaat VII	pag. 39
7.1. Bespreking van de watervoerende lagen	pag. 39
7.2. Bespreking van de waterkwaliteit	pag. 40
7.3. Voorstelling van de hydrogeologische gegevens op de kaart	pag. 41

8. Grondmechanische zones (Plaat IX)	pag. 42
8.1. Algemene voorstelling	pag. 42
8.2. Bespreking van de grondmechanische zones	pag. 43
9. Geologische doorsnede	pag. 47
Referenties	pag. 49
Bijlage 1 : Fiche der lokale gegevens	pag. 52
Bijlage 2 : Verklaring van de symbolen aangewend op de dokumentatiekaart	pag. 53
Bijlage 3 : Verklaring van de symbolen aangewend bij de bespreking van de grondmechanische eigenschappen	pag. 54
Resumé	pag. 55

1. INLEIDING.

De grondmechanische atlas 15.3.8 (Hoboken) is samengesteld uit 9 platen op schaal 1/5.000.

Plaat I : Dokumentatiekaart.

- Uitvoeringsplaatsen van de belangrijkste proeven waarvan de resultaten voor het opstellen van de grondmechanische kaart werden aangewend.
- Topografie.

Plaat II : Dikte van de aangevulde en vergraven gronden.

- Lijnen van gelijke dikte van deze gronden (equidistantie : 2 m).

Plaat III : Dikte van de kwartaire sekwentie.

- Lijnen van gelijke dikte van deze sekwentie (equidistantie : 2 m).
- Uitvoeringsplaatsen van boringen waarbij alluviale klei en/of veen werden aangetroffen.

Plaat IV : Dikte van het Antwerpiaan zandkomplex .

- Lijnen van gelijke dikte van dit complex (equidistantie : 2 m).

Plaat V : Top van het Rupeliaan kleikomplex

- Hoogtelijnen van de top van dit complex (equidistantie : 2 m).

Plaat VI : Vermoedelijke basis van het Rupeliaan kleikomplex.

- Hoogtelijnen van de vermoedelijke basis van dit complex (equidistantie : 5 m).

Plaat VII : Hydrogeologische gegevens .

- Oppervlaktewater.
- Punktuele gegevens i.v.m. de grondwaterstand.
- Uitvoeringsplaats van de pompproef.

Plaat VIII : Grondmechanische zoneringskaart.

- Zones waarbinnen dezelfde globale grondmechanische omstandigheden worden aangetroffen.

Plaat IX : Basis van de kwartaire sekwentie.

- Hoogtelijnen van de basis van deze sekwentie (equidistantie : 2 m).

Op de platen II, III, IV, VIII en IX is eveneens de ligging van de aangevulde waterlopen en grachten aangegeven.

Een verklarende tekst waarin een geologisch doorsnede door het kaartblad is opgenomen maakt deel uit van de grondmechanische atlas.

2. GEOGRAFISCHE GEGEVENS.

2.1. Geografische ligging en administratieve verdeling van de gekarteerde zone.

De gekarteerde zone stemt overeen met de kaart 15.3.8 (Hoboken) van het Ministerie van Openbare Werken (schaal 1/5000)*.

Het gebied strekt zich uit tussen de Lambert-koördinaten

X = 150.000 en 154.000

Y = 208.200 en 210.700

en beslaat een oppervlakte van 10 km^2 (4 km x 2,5 km).

Benevens het zuidelijk deel van de stad Antwerpen (rechteroever) behoren ook de gemeenten Berchem, Hoboken en Wilrijk gedeeltelijk tot de beschouwde zone.

2.2. Topografie en landschap.

Het gekarteerde gebied doet zich voor als een zwak hellend terrein. Het maaiveld daalt in noordelijke en noordwestelijke richting. De hoogste punten treft men aan in de omgeving van de Beukenlaan (ca. +15)**. Ter hoogte van de voormalige Kielse Polder ligt het terrein nog plaatselijk tussen +3 en +4.

De Scheldekaaimuur bevindt zich op het peil +7.

Het gedeelte van de E3-Kleine Ring dat op de kaart voorkomt ligt in een ingraving. Deze is ca. 8 m onder het omgevend natuurlijk niveau gelegen. De toegang tot de E3-Scheldetunnel ligt in een open sleuf. De taluds bereiken er een maximale hoogte van circa 23 m.

* Als basiskaart voor de Grondmechanische Atlas werd een vergroting van de kaart 15.3. (Antwerpen) van het Nationaal Geografisch Instituut gebruikt. Deze vergroting werd gedeeltelijk aangepast aan de toestand ten tijde van de kartering (1977).

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

Het bestudeerde gebied dat een hoofdzakelijk residentieel karakter vertoont is min of meer sterk verstedelijkt. Dit is in het bijzonder het geval ten noorden van de Kleine Ring. Een weinig bebouwde nog hoofdzakelijk groene zone is het gekarteerde gedeelte tussen de J. Van Rijswijcklaan te Antwerpen en de Floraliënlaan te Berchem.

2.3. Verkeerswegen.

De belangrijkste rijweg is de Kleine Ring die deel uitmaakt van de E3-autosnelweg (Lissabon-Stockholm). De oeververbinding wordt gevormd door de Scheldetunnel.

Een verkeerswisselaar zorgt voor de aansluiting van de tunnel met het stadscentrum, de Kleine Ring en de J. de Voslei (verkeer naar Boom en Brussel).

Een te Berchem geplande verkeerswisselaar zal de verbinding vormen tussen de E-10 autosnelweg (Amsterdam-Brussel-Parijs), de Kleine Ring en het stadscentrum.

Een aantal nagenoeg noord-zuid gerichte invalswegen verbinden het centrum met de zuidelijke gemeenten en met de Kleine Ring. Evenwijdig met en aan de binnenzijde van deze laatste loopt een "Binnensingel" voor het verwerken van plaatselijk verkeer.

Vooraf in de bebouwde zones zijn de meeste verkeersaders door een min of meer dicht stratennet met elkaar verbonden.

In de gekarteerde zone loopt langs de Kleine Ring de spoorlijn van Antwerpen naar Gent en Dendermonde. Deze lijn loopt door de tunnel naar de Linkeroever. Het reizigersstation Antwerpen-Zuid is gelegen aan de K. Silvertopstraat. Het goederenstation Antwerpen-Zuid bevindt zich aan de D'Herbouvillekaai.

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

2.4. Algemene hydrografie.

De gekarteerde zone behoort tot het Zeescheldebekken.

De Schelde is er onderhevig aan getijbeweging. Enkele tijwaarnemingen te Antwerpen (loodsgebouw) werden overgenomen uit het "Overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken gedurende het tijdperk 1961-1970" (I. COEN & J. THEUNS, 1972-1973). Voor de definitie van de gebruikte termen wordt naar deze publikatie verwezen.

		Springtij	Doodtij
gemiddeld hoogwater	+ 5,15*	+ 5,52	+ 4,67
gemiddeld laagwater	+ 0,25	+ 0,08	+ 0,53
gemiddeld tijverschil (in m)	4,90	5,44	4,14

Fig. 4 geeft de gemiddelde tijkrommen weer voor de periode 1961-1970.

Voor de periode 1961-1970 werden als laagste laagwaterstand - 1,18 en als hoogste hoogwaterstand + 7,03 genoteerd.

De hoogste waterstand geregistreerd te Antwerpen tussen 1901 en 1970 was + 7,85 (1.2.1953).

In de vaargeul ligt de bodem van de Schelde tussen de peilen - 9 en - 10.

De fundering van de tunnelkoker onder de Schelde ligt op het diepste punt op het peil - 23,64.

* De peilen, die in dit hoofdstuk betrekking hebben op de waterstand van de Schelde zijn in meters aangegeven t.o.v. het referentievlak NKD. Dit referentievlak ligt 0,08 m onder het referentievlak TAW.

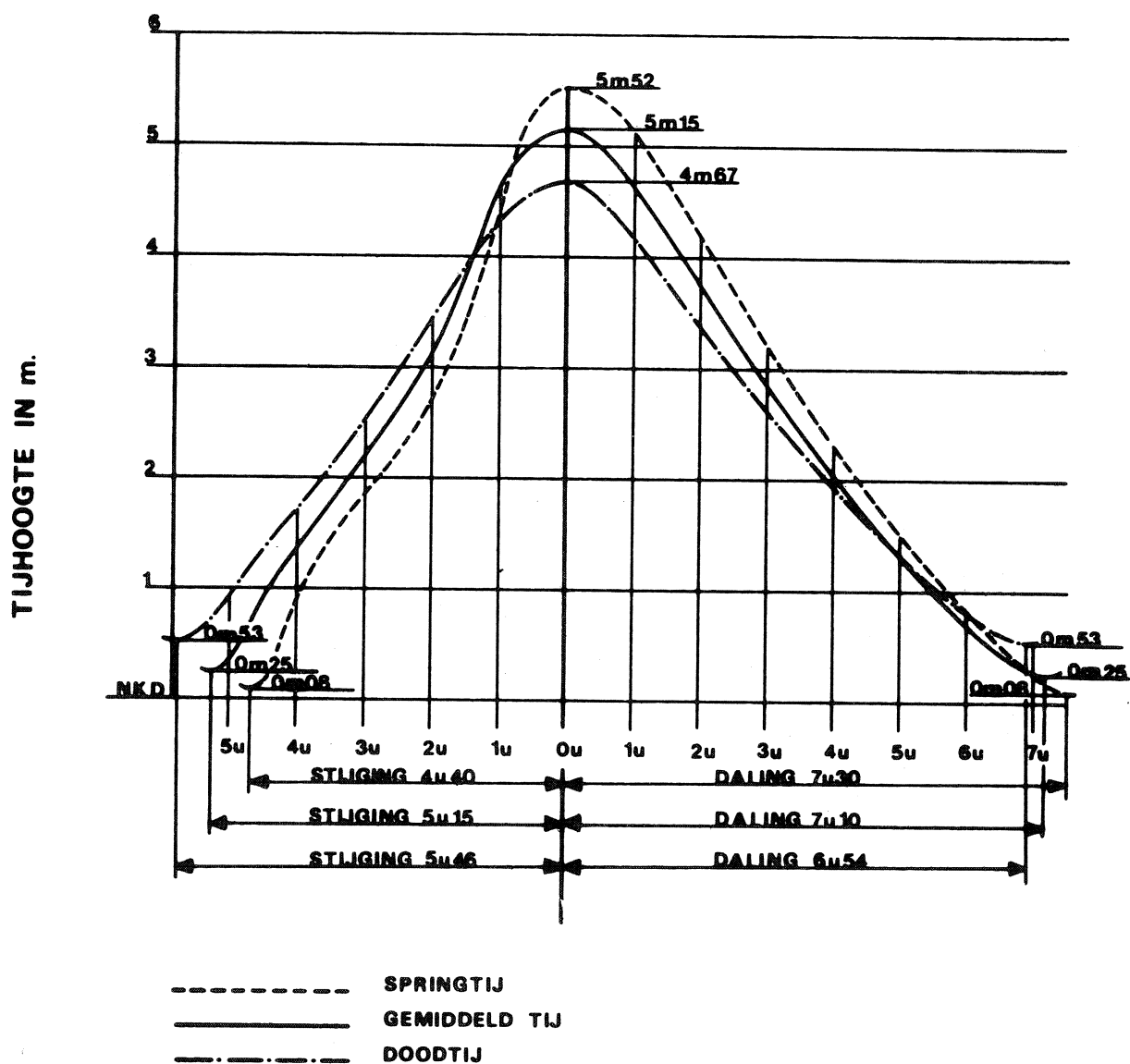


Fig.4 : Gemiddelde tijkrommen (1961 - 1970) van de Schelde te Antwerpen (Loodsgebouw)
(Uit : I.Coen en J.Theuns, 1972 - 1973)

3. ALGEMENE GEOLOGISCHE OPBOUW.

De ondergrond van de gekarteerde zone kan geologisch van onder naar boven ingedeeld worden in een paleozoïsche sokkel, postpaleozoïsche deklogen en een kwartaire mantel.

De opbouw van de diepe ondergrond in het Antwerpse is gekend door een boring verricht te Kallo. Deze werd in 1964-1965 uitgevoerd door de N.V. Foraky vanaf een maaiveld gelegen op het peil + 2,00 en bereikte de 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. 5. 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, 230 tot 570 miljoen jaren oud).

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

Vóór de afzetting van de deklogen werd het reliëf van de sokkel vervlakt.

In het studiegebied zou de top van de sokkel zich bevinden tussen de peilen - 500 en - 550. De top helt in noordnoordoostelijk richting met een helling van circa 1,5 %. Over de dikte van de sokkel zijn geen gegevens beschikbaar.

3.2. De postpaleozoïsche deklogen (Secundair en Tertiair).

De deklogen behoren hier tot het Mesozoïcum (Secundair, 65 tot 230 miljoen jaren oud) en tot het grootste gedeelte van het Cenozoïcum, nl. het Tertiair (2 tot circa 65 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 turfkrijt. De top van deze afzetting zou in het gekarteerde gebied voorkomen tussen de peilen -350 en -400 en hellen naar het noordoosten met circa 1 %.

Te Kallo is het Tertiair opgebouwd uit een aantal zandige en kleiige lagen van ongelijke dikte. Deze lagen hellen veralgemeend monoklinaal in noordoostelijke richting.

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

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

Het Ieperiaan is onderaan opgebouwd uit klei en silteuze klei (Yc), bovenaan uit zeer fijn glauconiethoudend zand met plaatselijk kleilenzen en zandsteenlaagjes (Yd).

Het Paniseliaan is onderaan begrensd door een schilferige kleilaag (Plm). Daarboven treft men een complex aan van zanden, kleihoudende zanden en zandhoudende klei. Talrijke zandsteenbanken komen erin voor.

Het Brusseliaan bestaande uit een fijn, soms verkiezeld, kalkrijk zand en zandstenen, 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 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 kleiige (a_1 , a_2 , a_3) en zandige lagen (s_1 , s_2 , s_3). De a_1 en s_1 komen respectievelijk overeen met de Bartoon klei en het Bartoon zand. In hoeverre dit complex te korreleren is met het Tongeriaan, is nog niet volledig bestudeerd. Het complex werd slechts gedeeltelijk aangeboord te Beerzel.

Het Onder-Rupeliaan bestaat uit zand, het Boven-Rupeliaan uit een kleikomplex. De top van het Onder-Rupeliaan werd gekarteerd.

Op het Rupeliaan kleikomplex rusten in het Antwerpse pliocene en miocene lagen. Ze worden evenals het Rupeliaan kleikomplex verder in detail behandeld.

3.3. De Kwartaire mantel.

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 gesteenten ouder dan het Kwartair kan hier niet gesproken worden van een veralgemeende helling in een bepaalde richting.

De kwartaire mantel wordt verder behandeld in de grondmechanische atlas.

4. UITGEVOERDE STUDIE.

Het opstellen van de grondmechanische kaart 15.3.8 (Hoboken) geschiedde in drie fasen :

- Fase 1 : Verzameling en verwerking van bestaande gegevens
- Fase 2 : Uitvoering van aanvullende proeven
- Fase 3 : Opstellen van de definitieve grondmechanische kaart en verklarende nota.

De verzamelde punktuele gegevens uit boringen, sonderingen en ontsluitingen werden verwerkt op steekkaarten en op een dokumentatiekaart gebracht. Een voorbeeld van een steekkaart is weergegeven in bijlage 1.

Daar te Antwerpen meerdere referentieniveaus worden aangewend voor het vastleggen der hoogtepeilen, dienden alle in de verschillende rapporten medegedeelde peilen te worden omgezet in peilen t.o.v. het referentievlak TAW van het NGI. Het verband tussen de verschillende aangewende referentieniveau's is aangegeven op de fig. 6.

Enkele boringen, sonderingen en ontsluitingen konden in sommige gevallen van nut zijn voor de kartering doch werden omwille van hun onvolledig karakter noch op steekkaart, noch op de dokumentatiekaart gebracht.

Proeven waarvan de ligging twijfelachtig leek werden niet weerhouden.

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

Eveneens werden een aantal historische kaarten geraadpleegd ten einde opgevulde waterlopen, grachten en andere thans niet meer bestaande uitgravingen te situeren.

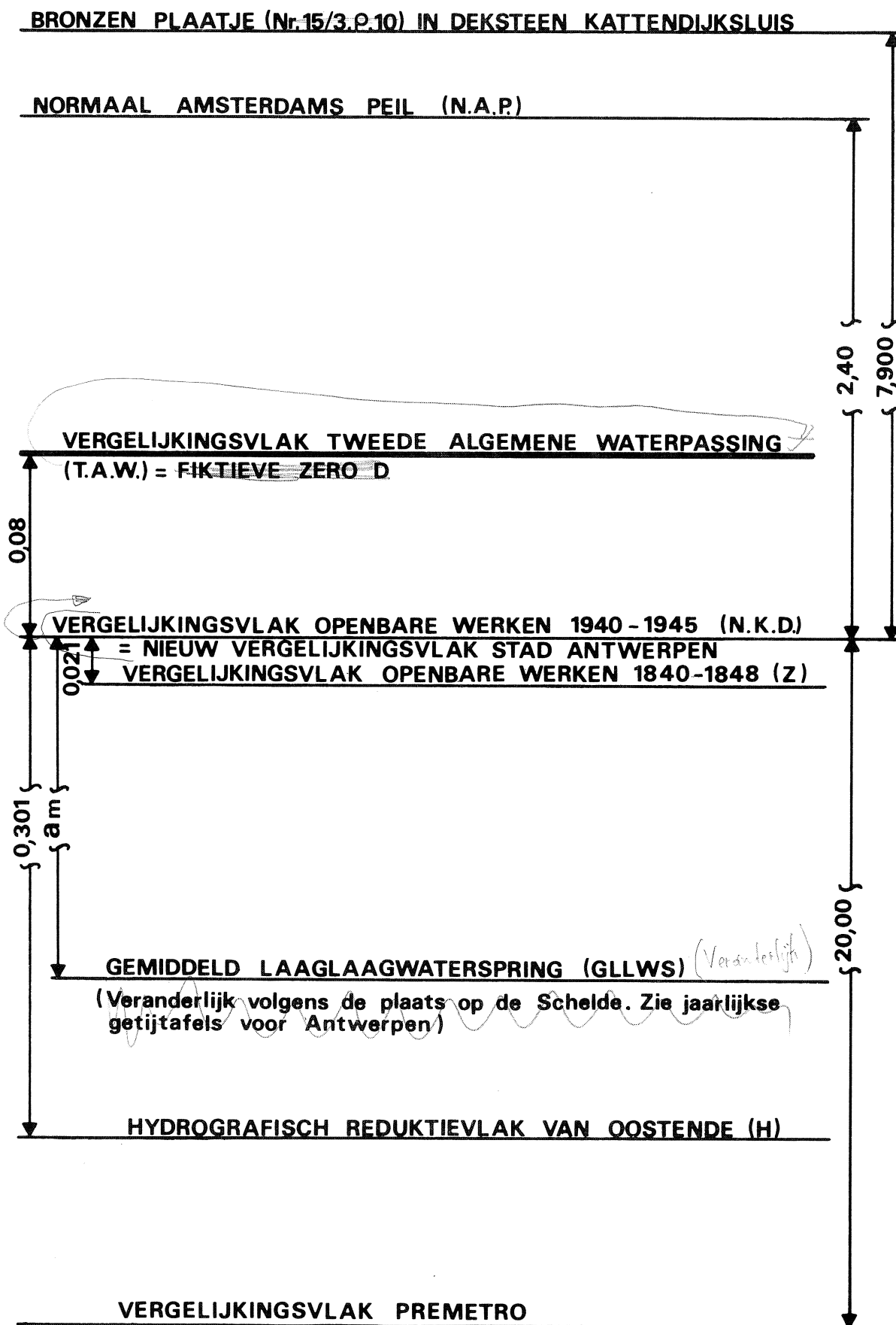


Fig. 6 : Ligging van enkele vergelijkingsvlakken in gebruik te Antwerpen (verschillen uitgedrukt in m.)

Bij het opstellen van de 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 geologische 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 eventuele geodynamische processen.

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 er uniform te zijn. De fysische eigenschappen binnen het grondmechanisch type kunnen aldus op grond van een statistische verwerking éénduidig worden vastgelegd.

* International Association of Engineering Geology.

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

Een litologisch complex bestaat uit een aantal genetisch verwante litologische types, welke onder specifieke paleogeografische en tektonische omstandigheden werden afgezet. De ruimtelijke ordening van deze types binnen het complex, is specifiek en distinktief voor het complex. 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 ganse complex vast te leggen. Het is hoogstens mogelijk naast de gegevens betreffende een aantal litologische types binnenin het complex, het algemeen gedrag van het complex weer te geven.

De litologische sekwentie is samengesteld uit een aantal litologische complexen welke 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 tertiaire lage 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, welke binnen het complex voorkomen. Alhoewel soms heel wat gegevens beschikbaar waren betreffende grondmechanische eigenschappen van bepaalde litologische types, was het evenwel niet mogelijk de begrenzingsvlakken ervan met een voldoende nauwkeurigheid vast te leggen.

Gezien de opbouw enerzijds en het aantal beschikbare gegevens anderzijds is de kwartaire dekmantel beschouwd als litologische sekwentie.

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 de punktuele gegevens enerzijds en het topografisch oppervlak anderzijds de enige elementen zijn, terwijl zowel de isopachen als de isohypsen verkregen worden door interpolatie, behouden de voorgestelde gegevens een zeker hypotetisch karakter. Vooral in de zones waar het aantal boringen en/of sonderingen klein is kunnen afwijkingen voorkomen.

5. DOKUMENTATIE - Plaat I.

De plaat I : dokumentatie geeft de ligging en het type aan van de belangrijkste boringen, sonderingen en ontsluitingen waarvan de gegevens aangewend werden bij het opstellen van de grondmechanische atlas. Tevens geeft deze kaart de bestaande topografie weer.

5.1. Punktuele gegevens.

Het type van het punktueel gegeven is aangegeven door een symbool. De betekenis van deze symbolen staat vermeld in bijlage 2 evenals in de legende van de plaat I : dokumentatie.

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

* De term isopach kan hier gebruikt worden omdat de helling van de lagen klein is.

De steekkaarten kunnen geraadpleegd worden in :

- Het Rijksinstituut voor Grondmechanica
Tramstraat, 44 - 9710 ZWIJNAARDE.
- Het Centrum voor Grondmechanische kartering van het R.U.C.A.
Groenenborgerlaan, 171 - 2020 ANTWERPEN.
- Het Geologisch Instituut van de R.U.G.
Leerstoel voor Toegepaste Geologie
Krijgslaan, 271 - 9000 GENT.

In het totaal zijn 407 gegevens op kaart gebracht.

De aangewende gegevens zijn grotendeels afkomstig van de hiernavermelde instellingen :

- Het Rijksinstituut voor Grondmechanica,
- De Geologische Dienst van België,
- De Intercommunale Vereniging voor de Autoweg E3.

Daarnaast werden ons door een aantal personen en ondernemingen gegevens en ervaringen medegedeeld waarmede bij het opstellen van de verschillende dokumenten werd rekening gehouden.

5.2. Hoogtelijnen.

De hoogtelijnen op de plaat I zijn getekend aan de hand van :

- Plannen afkomstig van de Intercommunale Vereniging voor de Autoweg E3
- Rioleringsplannen van de stad Antwerpen en van de gemeenten Berchem en Hoboken.
- Resultaten van een waterpassing uitgevoerd door het Centrum voor Grondmechanische Kartering van het R.U.C.A.
- Resultaten van een waterpassing uitgevoerd door de Dienst voor Werken van de stad Antwerpen. Deze waterpassing werd speciaal uitgevoerd ten behoeve van de grondmechanische kartering.

Alle gegevens i.v.m. hoogtelijnen zijn uitgedrukt t.o.v. het vergelijkingsvlak TAW.

6. GEKARTEERDE EENHEDEN.

6.1. Aangevulde en vergraven gronden (Plaat II).

6.1.1. Oorsprong.

De aangevulde en vergraven gronden (geremanieerde zones) zijn van antropogene oorsprong en betrekkelijk recent.

6.1.2. Litologie.

In het geval van aanvullingen kan de litologie sterk wisselen en bestaan uit materiaal van verschillende oorsprong (zand, leem, klei, allerlei steengruis, huishoudelijke afval, enz.....).

De vergraven zones bevatten hoofdzakelijk geremanieerd onderliggend materiaal.

6.1.3. Uitbreiding.

De uitbreiding van deze gronden beantwoordt niet aan bepaalde wetten. Het onderscheid tussen aangevuld en vergraven materiaal is zelden duidelijk.

De kartering van deze gronden diende nagenoeg volledig gesteund te worden op punktuele gegevens verschaft door boringen en sonderingen. Voor de kartering ervan in de zone gelegen ten westen van de J. de Voslei en de Montignystraat kon tevens gebruik gemaakt worden van een kaart uit 1865 waarop hoogtelijnen zijn weergegeven van het toen aldaar weinig of niet aangevuld terrein (VANDERWEE, J.B., 1865).

Door de studie van een tiental geselecteerde topografisch betrouwbare plattegronden (daterend van 1832 tot 1969) was het mogelijk de ligging van voorheen bestaande grachten en waterlopen (waarvan de breedte minimum 5 m bedroeg) aan te duiden. Deze zones gaan immers thans gepaard met min of meer belangrijke aanvullingen. Vooral in de onmiddellijke nabijheid van militaire vestingsgrachten kunnen ook belangrijke vergravingszones aangetroffen worden. Deze vergravingszones konden echter wegens hun onregelmatige uitbreiding niet gekarteerd worden.

Het alluvium is opgebouwd uit klei met plaatselijk veen.

Het zandkomplex is opgebouwd uit zand dat soms leem- of kleihoudend is. Onderaan dit complex komen meestal grint- en schelphoudende zanden voor.

Het kontinentale karakter van de kwartaire sekwentie is verantwoordelijk voor de snelle horizontale en verticale wisselingen van de litologie binnen deze sekwentie.

6.2.3. Uitbreiding.

Plaat III geeft de dikte weer van de kwartaire sekwentie. Op de plaat IX kan het peil van de basis van de kwartaire sekwentie worden afgelezen.

Het alluvium treft men slechts plaatselijk aan in de nabijheid van de E3-scheldetunnel. Door zijn lokaal voorkomen is dit complex niet afzonderlijk gekarteerd. Wel is op plaat III punktueel de ligging van de boringen aangegeven, waar alluviale klei en/of veen is aangeboord.

Het zandkomplex komt voor over het gehele gekarteerde gebied. Van het oosten naar het westen neemt het toe in dikte. De grootste dikte (6 - 10 m) wordt waargenomen ter hoogte van de voormalige Kielse Polder (thans Groothandelsmarkt) en in de omgeving van de Montignystraat.

Ter plaatse van de aangevulde grachten en waterlopen is de kwartaire sekwentie geheel of gedeeltelijk vervangen door aangevulde gronden.

6.2.4. Grondmechanische eigenschappen.

Gezien de snelle horizontale en verticale wisselingen van de litologie binnen de kwartaire sekwentie kunnen slechts een aantal zeer algemene gegevens betreffende de grondmechanische eigenschappen van de litologische complexen, waaruit de sekwentie is samengesteld, worden vastgelegd. In hoofdstuk 4 werd uiteengezet dat de litologische samenstelling en de fysische eigenschappen van een litologisch complex niet altijd uniform zijn. De medegedeelde grondmechanische eigenschappen geven dan naast de grenzen waarbinnen deze eigenschappen kunnen variëren, alleen het algemeen gedrag van het complex weer.

Van het alluvium zijn er in de beschouwde zone geen resultaten van laboratoriumproeven beschikbaar.

De resultaten van de laboratoriumproeven op monsters van het zandkomplex zijn samengevat in de onderstaande tabel. De meeste monsters werden ontnomen langsheen het tracé van de E3-Kleine Ring.

In verband met de in onderstaande tabel opgenomen gegevens, dient te worden opgemerkt dat de gegevens waarop bij het opstellen van de grondmechanische atlas werd gesteund, niet werden verkregen door het uitvoeren van proeven op monsters, welke volgens een statistische wet werden ontnomen. Deze gegevens zijn eerder afkomstig van proeven, welke in functie van welomschreven projecten werden uitgevoerd. De statistische verwerking van deze gegevens heeft dus een louter informatief karakter.

(*)

	γ_n (20) (**)	γ_d (20)	w (20)	n (20)	w_L (7)	i_p (7)
	t/m ³	t/m ³	%	%	%	
Min.	1,38	1,28	7,6	35,0	17,7	0,5
Max.	2,03	1,72	23,1	49,0	24,7	9,5
Gem.	1,77	1,54	14,74	39,9	19,9	3,2

Opm. : De in de bovenstaande tabel medegedeelde gegevens hebben alleen betrekking op het zandkomplex.

(*) Deze symbolen worden verklaard in de bijlage 3.

(**) Aantal onderzochte monsters.

- Korrelverdeling : fig. 7
- Klassifikatie volgens Casagrande : fig. 8
- 1 celproef (boring 380, 6,50 m diepte).

$$c_{cel} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi_{cel} = 38^\circ 30'$$

$$c'_{cel} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi'_{cel} = 35^\circ 30'$$

- 1 samendrukkingsproef (boring 380 ; 6,50 m diepte) $C = 33$ en $A = 362$.
- De konusweerstand van het zandkomplex zijn zeer veranderlijk van plaats tot plaats. Meestal liggen ze tussen 3 en 8 MN/m^2 . Waar de zanden rijk zijn aan schelpgruis en/of grint (basis van het zandkomplex) kunnen waarden van meer dan 20 MN/m^2 genoteerd worden.

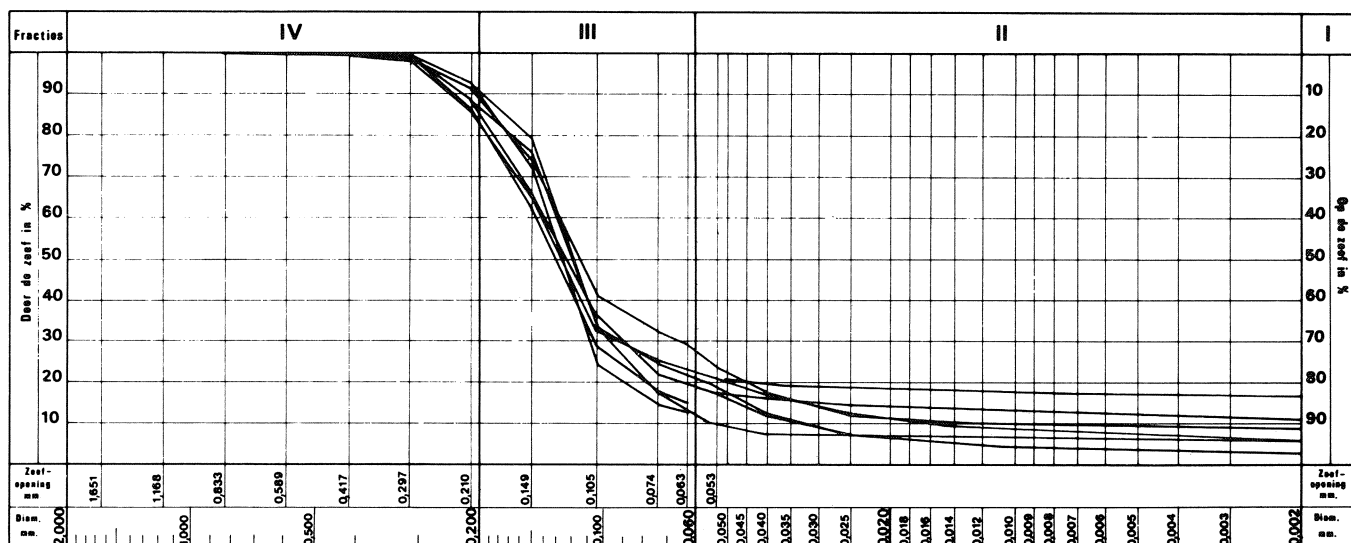


Fig.7 : Kwartaire sekwentie : Zandkomplex : Korrelverdeling (7 monsters)

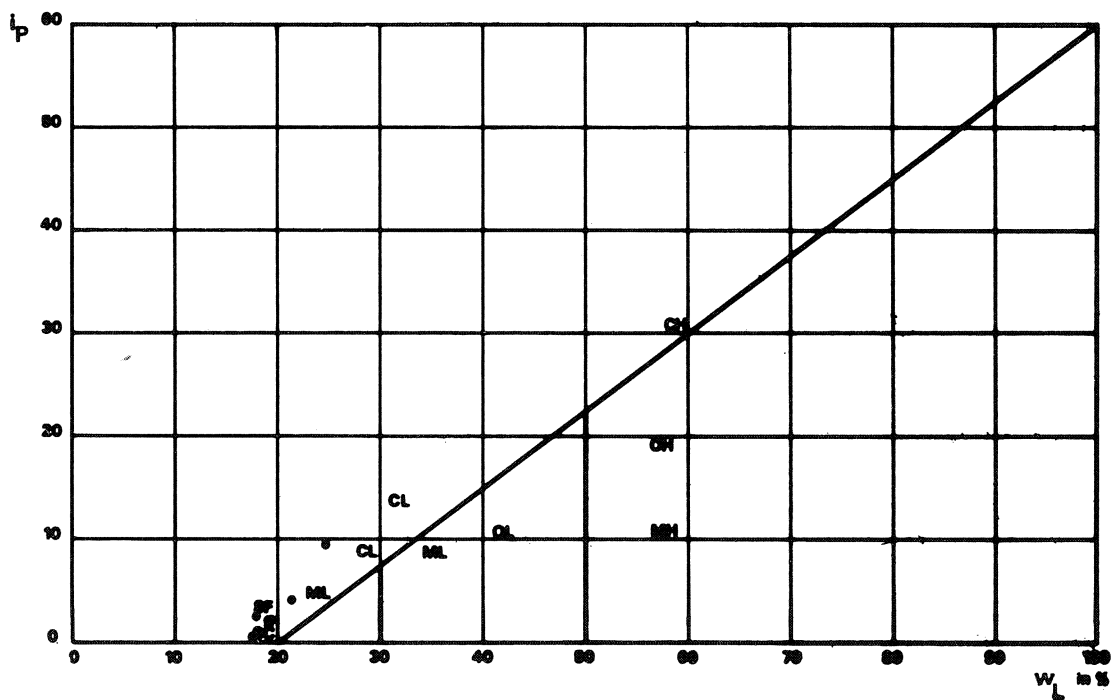


Fig.8 : Kwartaire sekwentie : Zandkomplex : Klassifikatie volgens A.Casagrande (7 monsters)

6.3. Antwerpiaan zandkomplex (Plaat IV).

6.3.1. Oorsprong.

Het Antwerpiaan zandkomplex werd afgezet in een marien milieu. Het is van tertiaire ouderdom (Mioceen).

6.3.2. Litologie.

Het Antwerpiaan zandkomplex kan onderverdeeld worden in twee litologische types.

Het bovenste litologisch type van het Antwerpiaan zandkomplex is opgebouwd uit een donkergroen goed gesorteerd fijn zand dat plaatselijk kleihoudend is of dunne kleilensjes bevat. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μ m 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. Deze lagen overschrijden zelden een dikte van 0,5 m. Broze kleine zandsteen-konkreties worden zeer lokaal waargenomen.

Het onderste litologisch type bestaat uit een donkergroen, minder goed gesorteerd zand dat tevens fijner is en meer kleihoudend is. Het gewichtspercentage deeltjes kleiner dan 63 μ m bedraagt gemiddeld 20 % (van 10 % tot 31 %, 45 monsters). Het wordt fijner en meer kleihoudend naar onder toe. Juist boven het Rupeliaan kleikomplex kan het overgaan tot zandhoudende klei. Het glauconietgehalte ligt tussen 20 en 40 %. Schelpen, meestal verspreid in het zand, komen voor. Aan de basis van dat litologisch type komt een fijn grint voor waarvan de dikte een tiental mm bedraagt.

Zeer plaatselijk wordt aan de top van het Antwerpiaan zandkomplex zandhoudende glauconietklei of glauconietklei aangetroffen.

6.3.3. Uitbreiding.

De uitbreiding van het Antwerpiaan zandkomplex is weergegeven op plaat IV.

Het Antwerpiaan zandkomplex ontbreekt enkel in een kleine strook in het westen van de gekarteerde zone. De dikte van het complex neemt toe in noordoostelijke richting.

De dikte van het onderste litologisch type bedraagt 6 tot 10 m. Dit impliceert dat in het gebied waar de dikte van het Antwerpiaan zandkomplex minder dan 6 tot 10 m is, het bovenste litologisch type niet voorkomt.

Daar het meestal onmogelijk was de grens tussen het bovenste en het onderste litologisch type te bepalen aan de hand van de geraadpleegde boorstaten werd afgezien van een afzonderlijke kartering van deze twee types.

De dikte van de zandhoudende glauconietklei of glauconietklei die plaatselijk aan de top van het Antwerpiaan zandkomplex voorkomt overschrijdt zelden 1 m. De verspreiding ervan is zeer onregelmatig.

6.3.4. Grondmechanische eigenschappen.

6.3.4.1. Bovenste litologisch type van het Antwerpiaan zandkomplex.

Zie bemerkingen paragraaf 6.2.4.

	d_{50} (110) **	γ_n (70)	γ_d (70)	w (70)	n (70)	w_L (64)
	mm	t/m ³	t/m ³	%	%	%
Min.	0,130	1,590	1,388	13,3	25,3	16,4
Max.	0,210	2,003	1,743	33,3	49,1	28,9
Gem.	0,178	1,916	1,523	25,5	42,3	24,2

* Deze symbolen worden verklaard in bijlage 3.

** Aantal onderzochte monsters.

	i_p (62)	A (28)	C (24)	k (32)
				m/s
Min.	0,1	209	22	$5,9 \text{ tot } 6,9 \times 10^{-8}$
Max.	8,8	413	79	$4,8 \times 10^{-4}$
Gem.	2,1	311	45	

- Korrelverdeling : Fig. 9
- Klassifikatie volgens Casagrande : Fig. 10
- 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/m^2 tot 5 kN/m^2
 φ_{cel} : van $32^\circ 30'$ tot $36^\circ 30'$
 C'_{cel} : van 0 kN/m^2 tot 5 kN/m^2
 φ'_{cel} : van $32^\circ 30'$ tot $36^\circ 30'$
- 16 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd, met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU) :
 C' : van 0 kN/m^2 tot 20 kN/m^2
 φ' : van $29^\circ 30'$ tot 35°

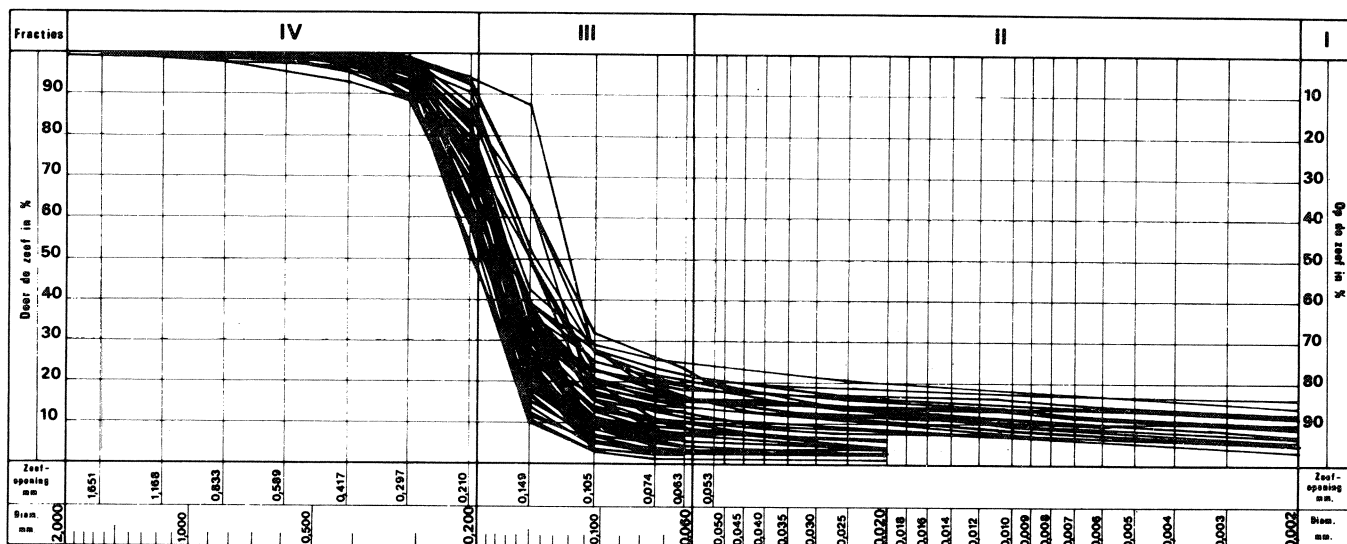


Fig.9: Antwerpiaan zandcomplex : Bovenste litologisch type : Korrelverdeling (111 monsters)

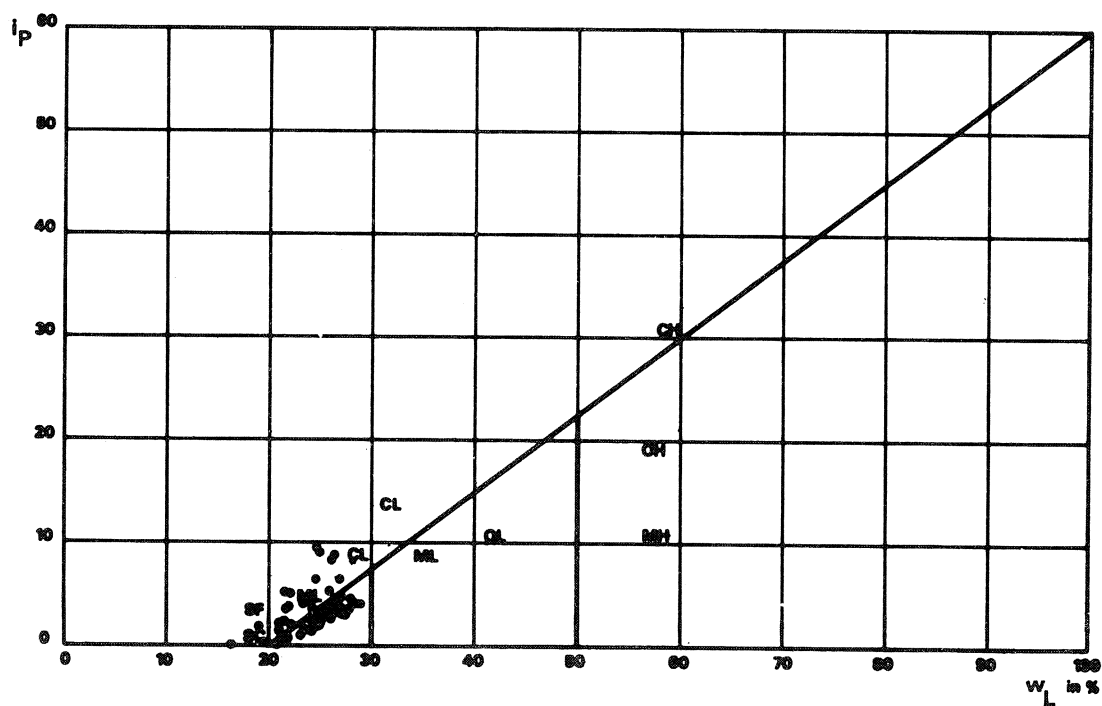


Fig.10 : Antwerpiaan zandcomplex : Bovenste litologisch type : Klassifikatie volgens A.Casagrande (62 monsters)

6.3.4.2. Onderste litologisch type van het Antwerpiaan zandcomplex.

Zie bemerkingen paragraaf 6.2.4.

★

	d_{50} (46) ★★	n (25)	d (25)	w (25)	n (25)	w_L (44)
	mm	t/m^3	t/m^3	%	%	%
Min.	0,092	1,855	1,454	20,1	36,1	21,0
Max.	0,170	2,033	1,692	32,8	45,1	38,0
Gem.	0,127	1,957	1,573	24,3	40,6	25,0

	i_p (44)	A (21)	C (21)	k (35)
				m/s
Min.	0,0	231	36	$1,2 \text{ tot } 1,3 \times 10^{-8}$
Max.	18,6	495	63	$3,0 \text{ tot } 3,1 \times 10^{-6}$
Gem.	4,8	331	53	

- Korrelverdeling : Fig. 11
- Klassifikatie volgens Casagrande : Fig. 12
- 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/m^2 tot 20 kN/m^2
 φ_{cel} : van $30^\circ 30'$ tot $39^\circ 30'$
 C'_{cel} : van 0 kN/m^2 tot 40 kN/m^2
 φ'_{cel} : van $21^\circ 30'$ tot 38°
- 6 triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd met opmeting van de poriënwaterdrukken (CU)
 C' : van 0 kN/m^2 tot 50 kN/m^2
 φ' : van $29^\circ 30'$ tot $33^\circ 30'$

(★) Deze symbolen worden verklaard in bijlage 3.

(★★) Aantal onderzochte monsters.

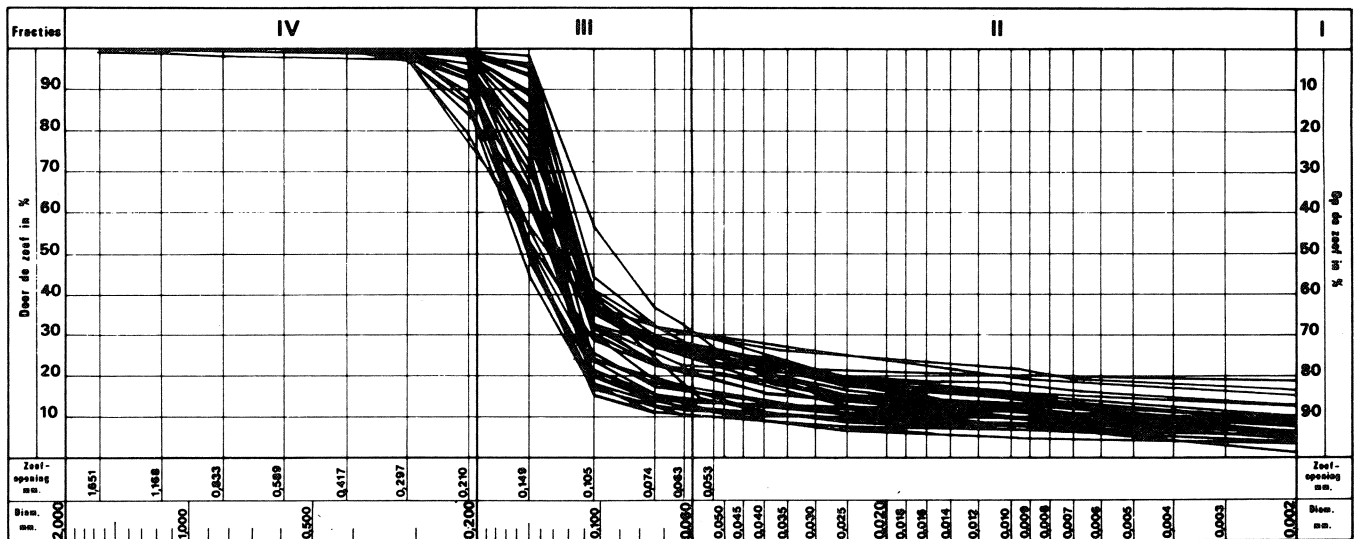


Fig.11: Antwerpiaan zandcomplex : Onderste litologisch type : Korrelverdeling (46 monsters)

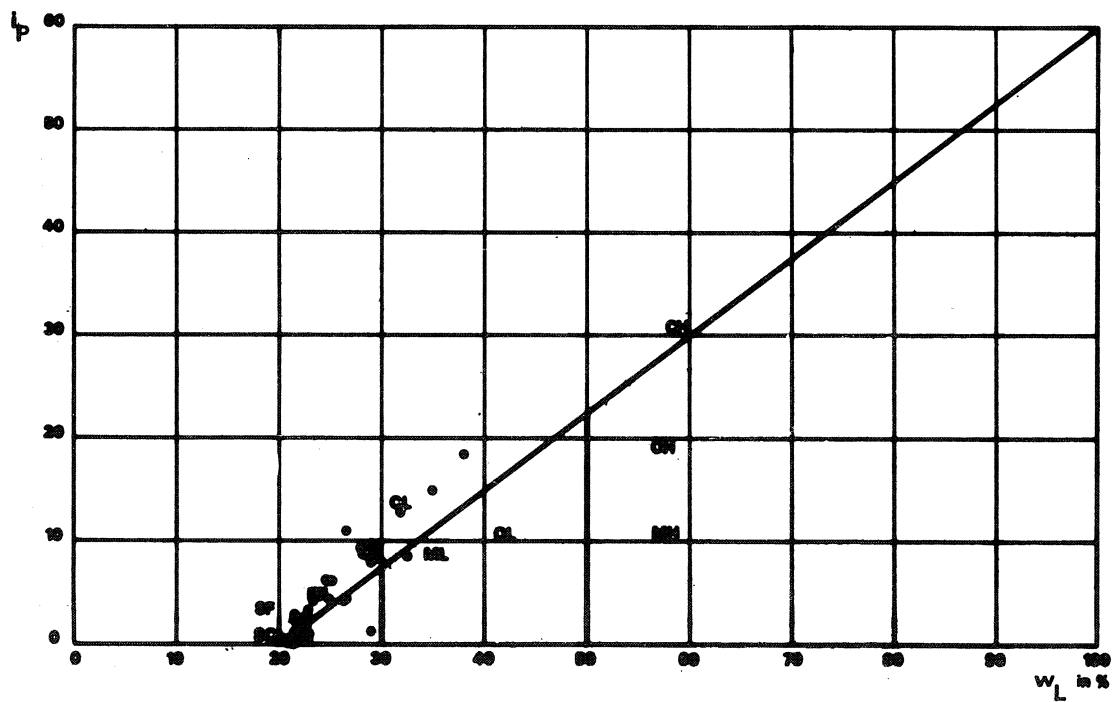


Fig.12: Antwerpiaan zandcomplex : Onderste litologisch type : Klassifikatie volgens A.Casagrande (44 monsters)

6.3.4.3. Algemene bemerkingen.

- Uit de hierboven medegedeelde resultaten kan worden afgeleid dat het bovenste en onderste litologisch type ongeveer dezelfde schuifweerstandskarakteristieken vertonen. Het onderste litologisch type vertoont evenwel een duidelijk hoger gehalte aan deeltjes kleiner dan $63 \mu\text{m}$.
- Daar de zanden van het Antwerpiaan zandcomplex sterk glauconiethoudend zijn, komt het voor dat het gedeelte van de zeefkromme (deeltjes met afmetingen $> 63 \mu\text{m}$) bepaald met droge zevingen, niet aansluit met het gedeelte van de zeefkromme (deeltjes met afmetingen $\leq 63 \mu\text{m}$) bepaald met de bezinkingsproef (areometerproef). Door de voorbehandeling, welke het proefmonster ondergaat vóór het uitvoeren van de bezinkingsproef, kunnen de glauconietkorrels breken of uiteenvallen zodat het percentage aan deeltjes met kleine afmetingen toeneemt.

Door mechanische bewerking van de glauconiethoudende zanden kunnen de glauconietkorrels alnaargelang de graad van bewerking min of meer worden gebroken of uiteenvallen. Daar het gehalte aan deeltjes met kleine afmetingen aldus sterk kan toenemen kunnen glauconiethoudende zanden, afkomstig van het Antwerpiaan zandcomplex na mechanische bewerking grondmechanische eigenschappen vertonen, welke voor een zelfde pakkingsdichtheid, afwijken van deze van het complex, in-situ.

- De waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van het Antwerpiaan zandcomplex, afgeleid uit de pompproeven, welke werden uitgevoerd ten behoeve van de bemalingsstudie voor de E3 - Kleine Ring, liggen tussen $3 \cdot 10^{-5}$ en $7 \cdot 10^{-5}$ m/sec. De aldus verkregen waarden zijn gemiddelde waarden voor het geheel van het Antwerpiaan zandcomplex.

Globaal genomen zijn de uit de pompproeven verkregen waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt groter dan deze welke uit de laboratoriumproeven worden afgeleid. Hierop wordt dieper ingegaan in par. 7.1.

De beschikbare resultaten van de laboproeven laten niet toe een duidelijk onderscheid te maken tussen de verticale en horizontale doorlatendheid van het Antwerpiaan zandkomplex.

Voor het ontwerp van het ontwateringsstelsel van de Kleine Ring en bijhorende werken, werd voor het Antwerpiaan zandkomplex een doorlatendheid van $7 \cdot 10^{-5}$ m/sec aangehouden.

- De konusweerstand van het Antwerpiaan zandkomplex variëren meestal tussen 6 en 16 MN/m². In de schelplagen of in het grintlaagje aan de basis van het kompleks kan de konusweerstand 20 MN/m² overschrijden. In talrijke gevallen gebeurt de toename van de puntweerstand tussen de kwartaire sekwentie en het Antwerpiaan zandkomplex evenals de afname van de puntweerstand tussen het Antwerpiaan zandkomplex en de Boomse klei geleidelijk.

In de omgeving van het Middelheim neemt men nagenoeg altijd een plotse toename van de puntweerstand van circa 6 MN/m² naar circa 10 MN/m² waar binnen het Antwerpiaan zandkomplex. Deze plotse toename komt meestal voor tussen de peilen -1 en + 2.

6.4. Het Rupeliaan kleikomplex (Platen V en VI).

6.4.1. Oorsprong.

Het Rupeliaan kleikomplex bestaat hoofdzakelijk uit mariene klei, afgezet tijdens het Tertiair (Oligoceen-Rupeliaan). Bij de aanvang van het Kwartair zou het Rupeliaan kleikomplex in de gekarteerde zone met ongeveer 40 m tertiair zand bedekt geweest zijn. Het grootste gedeelte van dat zand heeft zich steeds onder water bevonden. Tijdens het Kwartair is het tertiair zand geheel of gedeeltelijk geërodeerd zodat plaatselijk het Rupeliaan kleikomplex aan het oppervlak kwam te liggen. Aldus rusten thans in het westelijk gedeelte van het gekarteerde gebied kwartaire afzettingen op het Rupeliaan kleikomplex.

6.4.2. Litologie.

Uit de resultaten van de diepe boringen die uitgevoerd werden voor de aanleg van de E3-Scheldetunnel en die de basis van het Rupeliaan-kleikomplex hebben bereikt kan men vaststellen dat het kleikomplex aldaar 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 met een natuurlijk watergehalte dat ongeveer gelijk is aan de uitrolgrens. Het gemiddelde gewichtsgehalte aan deeltjes kleiner dan 2μ bedraagt in het Antwerpse circa 49 %.

Het onderste litologisch type kan beschreven worden als een silthoudende klei tot kleihoudende silt waarin plaatselijk klei voorkomt. Lokaal kunnen er ook zandige lenzen in voorkomen. Het gewichtsgehalte aan deeltjes kleiner dan 2μ bedraagt voor de silthoudende klei tot kleihoudende silt circa 18 %.

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-carbonaatgehalte schommelt tussen 65 en 87 % (R. VAN TASSEL, 1966). Ook sidenietconcréties kunnen in de klei voorkomen (R. VOCHTEN, J. GEYS en P. BAUTEN, 1975). 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 meer dan 0,10 m kan bedragen.

Belangrijke opmerking :

- Het Rupeliaan kleikomplex wordt door de geologen meestal in zijn geheel door middel van de term "Boomse klei" omschreven. Vanuit grondmechanisch standpunt wordt de term "Boomse klei" evenwel voorbehouden voor het bovenste litologisch type.

6.4.3. Uitbreiding.

In de beschouwde zone zijn slechts weinig resultaten beschikbaar van boringen, welke reiken tot aan de onderkant van het Rupeliaan klei-komplex. In sommige boorbeschrijvingen wordt geen onderscheid gemaakt tussen het bovenste en het onderste litologisch type. Daar bovendien in sommige gevallen een geleidelijke of onregelmatige overgang tussen het bovenste en het onderste litologisch type werd vastgesteld, werd er de voorkeur aan gegeven om i.p.v. het scheidingsvlak tussen het bovenste en het onderste litologisch type, de basis van het onderste litologisch type te karteren. Waar in de boorbeschrijvingen een duidelijke grens werd aangegeven tussen het bovenste en onderste litologisch type, wordt op de plaat VI, naast de uitvoeringsplaats van de boring, het peil van de overgang van het bovenste naar het onderste litologisch type aangegeven.

De top en de vermoedelijke basis van het Rupeliaan kleikomplex zijn respektievelijk voorgesteld op plaat V en plaat VI.

Het Rupeliaan kleikomplex komt over de gehele gekarteerde zone voor. In de westelijke strook van de kaart is de oorspronkelijke top ervan aangesneden geweest door de kwartaire erosie zodat de klei er thans ontbloomt is van het Antwerpiaan zandkomplex. In de scheldebedding ontsluit de Boomse klei onder de sliblagen. Ter plaatse van de E3-tunnelinrit is een gedeelte van de Boomse klei weggegraven. De top van het kleikomplex helt naar het noordoosten met circa 0,6 %.

Uit de kaarten V en VI blijkt dat de dikte van het Rupeliaan kleikomplex in het gekarteerde gebied nagenoeg 50 tot 60 m bedraagt. Tevens in de veronderstelling dat het onderste litologisch type over het gehele gekarteerde gebied een dikte van 10 tot 15 m bezit (zoals in de omgeving van de E3-scheldetunnel) kan daaruit afgeleid worden dat de dikte van het bovenste litologisch type er circa 35 tot 50 m bedraagt.

Plaatselijk heeft men aan de top van de Boomse klei (bovenste litologisch type) diapirische structuren waargenomen (P. LAGA, 1966). Het is mogelijk dat ter plaatse van onregelmatigheden in de bovenbegrenzing van de Boomse klei, bv. ter plaatse van de wijk vogelenzand, eveneens diapirische structuren worden aangetroffen.

6.4.4. Grondmechanische eigenschappen.

6.4.4.1. Bovenste litologisch type (Boomse klei).

In het Antwerpse zijn de grondmechanische eigenschappen van de klei reeds herhaalde malen onderzocht ten behoeve van allerlei ondergrondse kunstwerken. Aldus bestaat er een vrij omvangrijke dokumentatie aan resultaten van laboratoriumonderzoeken en veldproeven. Statistisch beschouwd kan de klei als een zeer homogeen geheel aanzien worden hoewel van plaats tot plaats vrij grote onderlinge afwijkingen kunnen optreden. De Boomse klei wordt algemeen omschreven als een stijve, overgeconsolideerde en gescheurde klei.

De resultaten van enkele onderkenningsproeven zijn :

$$W_L : 81,25 \pm 8,25 \%$$

$$W_P : 29,05 \pm 3,25 \%$$

$$I_P : 52,20$$

Klassifikatie volgens Casagrande : CH

Het natuurlijk watergehalte schommelt tussen 25 % en 32 %.

Het gemiddeld volumegewicht is $1,9 \text{ t/m}^3$.

De verzadigingsgraad is nagenoeg 100 %.

De puntweerstand waargenomen in diepsonderingen uitgevoerd in de omgeving van de E3-scheldetunnel neemt regelmatig en zeer langzaam toe met de diepte van 2MPa tot circa 4MPa. De snelle toename van de zijdelingse wrijvingsweerstand is lineair en komt overeen met een wrijving van circa $87,5 \text{ kN/m}^2$. In het oostelijk gedeelte van de gekarteerde zone, waar de klei bedekt is door een dikker lagenpakket, schommelt de konusweerstand van de klei tussen 4 MPa en 6MPa.

De resultaten van de diepsonderingen uitgevoerd in de Boomse klei vertonen een vrij grote spreiding welke tot 50 % van de verkregen gemiddelde waarde kan bedragen (E. DE BEER et al., 1975).

Om de schuifweerstand van de klei ter hoogte van de E3-Scheldetunnel te bepalen werden een zeer groot aantal proeven van verschillende aard uitgevoerd.

Uit vrije prismaproeven en niet gekonsolideerde niet gedraineerde triaxiaalproeven vond men de volgende aan de veilige kant gelegen wet voor de niet gedraineerde schuifweerstand

$$C_u = 75 + 3,5h.$$

met C_u in kN/m^2

h (diepte onder het grondoppervlak) in m.

Men vond verspreide resultaten op een gegeven diepte, wat te wijten is aan de gescheurde toestand van de klei. De glijdvlakken volgens dewelke de breuk geschiedt variëren van kleiner dan 45° t.o.v. de horizontale tot quasi vertikaal.

Uit gekonsolideerde niet gedraineerde triaxiaalproeven met meting van de poriënwaterdrukken kon men, wanneer men het verschil der hoofdspansingen uitzette in funktie van de som der hoofdkorrelspanningen, een gemiddelde intrinsieke wet en twee randwetten afleiden. Veiligheids-halve heeft men gesteund op volgende parameters voor de gedraineerde schuifweerstand

$$C = 15 \text{ kN/m}^2 \text{ en } \varphi = 22^\circ.$$

Uit de celproeven vond men

$$C_{\text{cel}} = 18 \text{ kN/m}^2 \text{ en } \varphi = 21^\circ 40'$$

$$\text{en } C'_{\text{cel}} = 23 \text{ kN/m}^2 \text{ en } \varphi' = 13^\circ 45'$$

Aan de hand van vinproeven bepaalde men de piekwaarde en de residuele waarde van de schuifweerstand.

De piekwaarde van de schuifweerstand bedroeg

$$C_v = 250 + 3,5 h$$

met C_v in kN/m^2

h (diepte onder het grondoppervlak) in m.

De residuele waarde van de schuifweerstand, nagenoeg onafhankelijk van de diepte, bedroeg 100 kN/m^2 .

De schuifweerstandsparementers bepaald aan de hand van schuiftorsieproeven zijn in onderstaande tabel aangegeven.

Aard der monsters	Vervormings-snelheid	c (kN/m^2)	φ
niet doorgesneden	0,395 mm/uur piekwaarde	150	$24^\circ 20'$
	residuele waarde	0	$24^\circ 20'$
	2,1 mm/uur piekwaarde	150	$19^\circ 20'$
	residuele waarde	0	
doorgesneden	0,395 mm/uur piekwaarde	-	-
	residuele waarde	0	$19^\circ 20'$
	2,1 mm/uur piekwaarde	0	$22^\circ 10'$
	residuele waarde	0	$15^\circ 10'$

De ogenblikkelijke vervormingen van volledig verzadigde kleien worden berekend in overeenstemming met de elasticiteitsteorie, uitgaande van de veronderstelling dat er geen volumeverandering plaats grijpt. Om deze berekeningen te kunnen uitvoeren dient men over de waarde van de elasticiteitsmodulus te beschikken. Een eerste orde van grootte van de elasticiteitsmodulus verkrijgt men uit de last-zakkingsdiagrammen van vrije prismaproeven. Aldus vond men :

$$E_{o,v} = 5000 + 600 h \text{ (vertikaal beproefde monsters)}$$

$$E_{o,h} = 20.000 + 600 h \text{ (horizontaal beproefde monsters).}$$

met $E_{o,v}$ en $E_{o,h}$ in kN/m^2

h (diepte onder het grondoppervlak) in m.

De elasticiteitsmodulus voor de horizontaal beproefde monsters is groter dan voor de vertikaal beproefde monsters. Dit houdt wellicht verband met de horizontale gelaagdheid van de klei en met de vroegere voorbelasting ervan.

Als gemiddelde elasticiteitsmodulus heeft men

$$E_{o,m} = 12.500 + 600 h. \quad (E_{o,m} \text{ in } \text{kN/m}^2, \quad h \text{ in m}).$$

Door het steken van monsters en de onvermijdelijke roering ervan zijn de E waarden overeenstemmend met de raaklijn aan de oorsprong van last-zakingscurven van vrije prismaproeven kleiner dan de werkelijke E waarde. Men neemt derhalve aan dat de elasticiteitsmodulus op een bepaalde diepte gelijk is aan

$$E_s = 20.000 + 600 h. \quad (E_s \text{ in } \text{kN/m}^2, \quad h \text{ in m}).$$

Voor de bepaling van bewegingen ten gevolge van de samendrukkingen en zwellingen van de klei werden volgende waarden van A en C weerhouden :

Indien σ_k = de uiteindelijke korrelspanning

p_t = de terreinspanning

$\sigma_{k, g, M}$ = de maximale geologische spanning (voorbelasting).

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

$$\text{voor } p_t < \sigma_k < \sigma_{k,g,M}$$

$$C = 50 + 2z$$

$$\text{voor } \sigma_{k,g,m} < \sigma_k < p_t$$

$$A = 75 + 5z$$

$$\text{voor } \sigma_k < \sigma_{k,g,m}$$

$$A_o = 30 + 1,75z$$

met z (diepte onder de bovenkant van de Boomse klei) in m.

Uit samendrukkingsproeven bij stijgende belasting leidt men voor de doorlatendheidscoëfficiënt waarden af van 10^{-10} tot 10^{-12} m/s. Uit de metingen verricht in de piëzometers geplaatst in de nabijheid van de taluds, uitgegraven in de Boomse klei, leidt men waarden af van circa 10^{-9} m/s. Ook uit de waarnemingen van de snelheid waarmee zwellingen optreden komt men tot deze laatste 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.

Opmerking.

De hogervermelde grondmechanische eigenschappen hebben alleen betrekking op boomse klei, welke steeds door een voldoende dikke laag Antwerpiaan zand belast is gebleven en dus nooit aan directe atmosferische invloeden heeft blootgestaan. De klei heeft dan haar geheugen volledig behouden.

Wanneer de klei daarentegen haar geheugen gedeeltelijk verloren heeft, worden over de bovenste meters algemeen minder gunstige grondmechanische eigenschappen aangetroffen. Tevens wordt een grotere spreiding van de proefresultaten verkregen.

6.4.4.2. Onderste litologisch type van het Rupeliaan kleikomplex.

Van het onderste litologisch type (silthoudende klei en kleihoudend silt) zijn volgende eigenschappen gekend

	w_L (26)	w_P (20)	w (17)	γ_d (17)	γ_n (16)
	%	%	%	t/m ³	t/m ³
Max.	35,5	17,8	18,1	1,370	1,687
Min.	61,3	25,0	29,3	1,611	1,998
Gem.	46,5	20,2	25,8	1,497	1,884

Deze resultaten zijn afgeleid uit het laboratoriumonderzoek van monsters afkomstig van de diepe boringen uitgevoerd ten behoeve van de aanleg van de E3-scheldetunnel.

7. HYDROGEOLOGISCHE GEGEVENS - PLAAT VII.

7.1. Bespreking van de watervoerende lagen.

In het gekarteerde gebied treft men een freatische waterlaag aan boven het Rupeliaan kleikomplex en een artesische waterlaag onder het Rupeliaan kleikomplex. De freatische waterlaag bevindt zich in de kwartaire sekwentie en in het Antwerpiaan zandkomplex. De artesische waterlaag is gelegen in het Onder-Rupeliaan zand en in het Eo-Oligoceen overgangskomplex.

Het freatisch water is grotendeels aanwezig in het Antwerpiaan zandkomplex. De waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van dit complex afgeleid uit 4 pompproeven, uitgevoerd ten behoeve van de bemalingsstudie voor de aanleg van de E3-Kleine Ring, schommelen tussen 3×10^{-5} en 7×10^{-5} m/s.

De waarden van de doorlatendheidscoëfficiënt van de kwartaire sekwentie zoals bepaald uit laboratoriumonderzoek schommelen tussen 2×10^{-3} en 2×10^{-9} m/s. Er dient evenwel opgemerkt te worden dat de k-waarde verkregen door een laboratoriumonderzoek op een ongeroerd monster, dat nagenoeg steeds klein is, slechts representatief is 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. Daarenboven is het meestal in de goed doorlatende gedeelten van een laag dat de ontnaam van ongeroerde monsters zelden slaagt. Aldus kunnen voor een groot deel van het zandkomplex van de kwartaire sekwentie hogere k-waarden dan bovenvermelde verwacht worden.

Over de doorlatendheidscoëfficiënt van de artesische laag zijn geen gegevens beschikbaar.

7.2. Bespreking van de waterkwaliteit.

Ter plaatse van de reeds eerder vermelde pompproeven werden watermonsters aan de freatische waterlaag onttrokken en onderworpen aan een scheikundig onderzoek. De voornaamste resultaten zijn in onderstaande tabel weergegeven. Pompproef A is gelegen binnen de gekarteerde zone. De ligging ervan is aangegeven op plaat VII.

Pompproef	A		B		C		D	
monster	1	2	1	2	1	2	1	2
pH	7,34	7,13	7,23	7,16	7,76	7,68	7,53	7,53
Cl ⁻ (mg/l)	23	20	125	130	27	26	32	31
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	107,5	107,7	420,2	420	227,0	227,8	208,7	210,3
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	102	98	383	384	495	519	259	259
ijzer (mg/l)	20,3	17,6	6,3	6,3	31,4	25,7	4,0	3,8
gedrag t.o.v. CaCO ₃	agres- sief	agres- sief	niet agres- sief	niet agres- sief	niet agres- sief	niet agres- sief	niet agres- sief	niet agres- sief

Ofschoon na vergelijking met andere grondwateranalyses uitgevoerd in het Antwerpse, gesteld mag worden dat het grondwater er een wisselende samenstelling bezit, kunnen toch een aantal konklusies getrokken worden :

- Het hoog gemiddeld ijzergehalte kan leiden tot een onoplosbare neerslag van ijzeroxide wat de doelmatigheid van pompinstallaties in gevaar brengt.
- Onbeschermd gietijzer en staal worden aangetast evenals plaatselijk beton en asbest-cement (agressief water).

7.3. Voorstelling van hydrogeologische gegevens op de kaart.

Bij gebrek aan een voldoende aantal recente gegevens werd voorlopig afgezien van het kartografisch weergeven van lijnen van gelijke piëzometrische stijghoogte. De meeste boringen, sonderingen en waterpeilopnamen werden verricht voor de aanleg van de drainering langsheen de Kleine Ring. Door deze drainering heeft zich thans een permanent verlaagde watertafel ingesteld.

Gegevens i.v.m. de grondwaterstand waargenomen tijdens boringen en sonderingen, uitgevoerd nadat de permanente verlaging van de watertafel langsheen de Kleine Ring zich had ingesteld of verricht buiten de onmiddellijke nabijheid van de gedraineerde zone, zijn samen met de datum van waarneming naast het betrokken punt op kaart vermeld.

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

Uit de opgetekende grondwaterstanden blijkt dat, afgezien van het gebied in de onmiddellijke nabijheid van de gedraineerde zone, het water nagenoeg overal voor het eerst waargenomen wordt tussen 2 en 5 m diepte. Enkel in de zuidwestelijke hoek van de kaart evenals in het westelijk gedeelte van de voormalige Kielse Polder (nabij de bergingsvijver) wordt een waterdiepte genoteerd die kleiner is dan 2 m.

Binnen de invloedszone van de drainering langsheen de Kleine Ring kan het water als gevolg van de goede doorlatendheid van het Antwerpiaan zandkomplex op een aanzienlijk grotere diepte worden aangetroffen.

Daarenboven kan een langdurig neerslaan van het freatisch oppervlak, door middel van diepe putten, als gevolg van de goede doorlatendheid van het Antwerpiaan zandkomplex over relatief grote afstanden van invloed zijn op de stand van het freatisch oppervlak.

De piëzometrische stijghoogte in de artesische waterlaag, onder de Boomse klei, opgemeten tijdens de uitvoering van boringen verricht voor de aanleg van de E3-scheldetunnel, bevond zich op het peil + 3,50.

Over de grondwaterschommelingen zijn geen gegevens beschikbaar.

8. GRONDMECHANISCHE ZONES (PLAAT IX).

8.1. Algemene voorstelling.

Op kaart IX, die een syntese is van de voorgaande kaarten, 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. Het spreekt vanzelf dat de overgang van de ene grondmechanische zone naar de andere geleidelijk gebeurt. De aangevulde grachten en waterlopen evenals lokale ophogingen en de uitgraving van de Kleine Ring en aftakkingen worden buiten de grondmechanische zones gehouden.

Het raadplegen van de reeds eerder besproken kaarten blijft echter onontbeerlijk voor een meer gedetailleerde kennis van het terrein. De syntetische kaart leert ons immers weinig over de hoogte van het terrein, de dikte van de lagen en de hydrogeologische gesteldheid.

In het gekarteerde gebied kan men vier grondmechanische zones onderscheiden. Ze zijn genummerd van I tot IV.

8.2. Bespreking van de grondmechanische zones.

8.2.1. Grondmechanische zone I.

8.2.1.1. Ligging.

Deze zone is gelegen in de zuidwestelijke hoek van het gekarteerde gebied (grotendeels op het grondgebied Hoboken).

8.2.1.2. Litologische opeenvolging.

- Aangevulde en/of vergraven gronden
 - + kwartaire sekwentie dikte < 2 m
- Antwerpiaan zandkomplex
 - (onderste litologisch type) dikte < 6 m
- Boomse klei

8.2.1.3. Hydrogeologische gesteldheid.

Het freatisch oppervlak bevindt zich op minder dan 2 m diepte.

8.2.1.4. Dikte van de lagen.

De dikte van de aangevulde en/of vergraven gronden evenals van de kwartaire sekwentie is gering (samen minder dan 2 m).

Het Antwerpiaan zandkomplex (onderste litologische type) komt slechts in de noordoostelijke hoek van de zone voor. De dikte bedraagt er minder dan 2 m.

De vermoedelijke dikte van het Rupeliaan kleikomplex is er ongeveer 50 m.

8.2.1.5. Kenmerken.

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone worden hoofdzakelijk beïnvloed door de aanwezigheid op betrekkelijk geringe diepte van de Boomse klei.

Daar het grondwater op geringe diepte wordt aangetroffen zal voor de uitvoering van uitgravingen bijna steeds een grondwaterverlaging moeten worden toegepast. Daar de weinig doorlatende Boomse klei op geringe diepte voorkomt zullen voor deze grondwaterverlaging meestal speciale voorzieningen moeten worden getroffen om de waterintrede in de bouwput te beperken (langsdrains..... enz).

8.2.2. Grondmechanische zone II.

8.2.2.1. Ligging.

De zone ligt in de zuidoostelijke hoek van de kaart (omgeving Middelheim).

8.2.2.2. Litologische opeenvolging

- Aangevulde en/of vergraven gronden
+ kwartaire sekwentie dikte < 2 m
- Antwerpiaan zandcomplex
(onderste + bovenste litologisch type) dikte > 6 m
- Boomse klei.

8.2.2.3. Hydrogeologische gesteldheid.

Het freatisch oppervlak bevindt zich in deze zone, afgezien van het gedeelte beïnvloed door de drainering van de Kleine Ring, tussen 3 en 5 m diepte.

8.2.2.4. Kenmerken.

In deze grondmechanische zone worden algemeen gezien goede funderingsvoorwaarden aangetroffen.

8.2.3. Grondmechanische zone III.

8.2.3.1. Ligging.

De grondmechanische zone III beslaat het westelijk gedeelte van de gekarteerde zone.

8.2.3.2. Litologische opeenvolging.

- Aangevulde en/of vergraven gronden
+ kwartaire sekwentie dikte > 2 m
- Antwerpiaan zandkomplex
(onderste litologisch type) dikte < 6 m
- Boomse klei.

8.2.3.2. Hydrogeologische gesteldheid.

Afgezien van het gedeelte in de nabijheid van de gedraineerde zones bevindt het freatisch oppervlak zich tussen 1 en 4 m diepte. De kleinste waterdiepte noteert men in de omgeving van de bergingsvijver.

8.2.3.3. Dikte van de lagen.

De dikte van de aangevulde en/of vergraven grond overschrijdt plaatselijk 4 m terwijl de kwartaire sekwentie een maximale dikte van 8 tot 10 m bereikt.

Het Antwerpiaan zandkomplex, dat een dikte heeft van 0 tot 6 m, komt enkel voor in het oostelijk gedeelte van deze zone.

De dikte van het Rupeliaan kleikomplex bedraagt er circa 50 tot 60 m.

8.2.3.4. Kenmerken.

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone zijn algemeen minder gunstig. De samenstelling van de kwartaire sekwentie is sterk uiteenlopend. In de omgeving van de voormalige Kielse Polder worden alluviale klei en veen aangetroffen.

Op de plaatsen waar de Boomse klei weinig of niet door het Antwerpiaan zandcomplex is bedekt worden als gevolg van de ontlasting van deze klei over de bovenste meters ervan dikwijls minder goede grondmechanische eigenschappen aangetroffen.

8.2.4. Grondmechanische zone IV.

8.2.4.1. Ligging.

De grondmechanische zone IV beslaat het grootste gedeelte van het kaartblad.

8.2.4.2. Litologische opeenvolging.

- Aangevulde en/of vergraven gronden
+ kwartaire sekwentie dikte > 2 m
- Antwerpiaan zandcomplex
(bovenste + onderste litologisch type) dikte > 6 m
- Boomse klei

8.2.4.3. Dikte van de lagen.

De dikte van de aangevulde en/of vergraven gronden overschrijdt zelden 1 m.

De dikte van de kwartaire sekwentie schommelt tussen 1 en 8 m.

Het Antwerpiaan zandcomplex, waarvan de minimale dikte in deze zone 6 m bedraagt, bereikt een dikte van 24 m in de noordoostelijke hoek van de kaart.

Het Rupeliaan kleikcomplex is 55 tot 60 m dik.

8.2.4.5. Kenmerken.

Alhoewel de kwartaire sekwentie in deze zone hoofdzakelijk uit zandige afzettingen bestaat worden bij de uitvoering van diepsonderingen toch aanzienlijke verschillen in konusweerstand waargenomen. Plaatselijk wordt aan de basis van de kwartaire sekwentie een zeer weestandbiedende sterk grint- en schelphoudende laag aangetroffen.

De funderingsvoorwaarden binnen deze zone zijn in de meeste gevallen gunstig.

9. GEOLOGISCHE DOORSNEDE.

Ter illustratie van de algemene opbouw van het gekarteerde gebied is een terreindoorsnede getekend (horizontale schaal 1/5000, verticale schaal 1/500). De oriëntatie is SW-NE. De ligging van deze doorsnede A-A' is op alle kaarten van de grondmechanische atlas aangegeven.

Punktuele gegevens 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 wegen aangegeven.

De doorsnede illustreert de helling van de top van het Rupeliaan kleikomplex evenals de daarmee gepaardgaande verdikking van het Antwerpiaan zandkomplex naar het noordoosten toe. Aan het zuidwestelijk uiteinde van de doorsnede rust de kwartaire sekwentie op het Rupeliaan kleikomplex terwijl aldaar de dikte van de aangevulde gronden plaatselijk 2 m overschrijdt.

De vermoedelijke basis van het Rupeliaan kleikomplex is aangeduid met een stippellijn.

De doorsnede snijdt de grondmechanische zones III en IV aan.

REFERENTIES.

COEN, I. & THEUNS, J. (1972-1973). Overzicht van de tijwaarnemingen in het zeescheldebekken gedurende het tijdperk 1961-1970.

Tijdschrift Openb. Werken Belg., nr 3, 1-84.

DE BEER, E. et al. (1975) Scale effects in results of penetration tests performed in stiff clays. Proc. of the European Symposium on penetration testing, Stockholm, juni 1974. Vol. 2.2.

LAGA, P. (1966). Kleidiapir in de uitgraving voor de spoorwegtunnel van de E3- eg op de rechteroever te Antwerpen. Ingenieursblad, 35, 552-553.

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

VOCHTEN, R., GEYS, J. en BAUTEN, P. (1975). Sur la présence de concrétions sideriteuses Fubulées dans l'argile de Boom (Rupelien), à Herselt (Prov. Antwerpen, Belgique). Ann. Soc. Géol. de Belgique, 98, 273-285.

AANVULLENDE BIBLIOGRAFIE.

Grondmechanische kartering.

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE GEOLOGIE DE L'INGENIEUR (1976).

Guide pour la préparation de cartes géotechniques, 79 p.

Paris : UNESCO. (Sciences de la Terre 15).

Grondmechanica.

DE BEER, E. (1967). Shear Strength Characteristics of the "Boom Clay".

Proc. Geotechn. Conf. Oslo 1967, vol. 1, 83-88.

DE BEER, E. (1973) Grondmechanica, 4 delen, 114 p., 272 p., 397 p., 436 p.

DE BEER, E. (1971). Problèmes posés par la construction du tunnel sous l'Escaut à Anvers. Annales de l'Institut Géotechnique du Bâtiment et des Travaux Publics, n° 286, oct. 1971.

Geologie.

Talrijke publikaties handelen over de geologische gesteldheid van de Antwerpse agglomeratie. Hieronder wordt uitsluitend naar enkele recente publikaties verwezen.

DE MEUTER, F. & LAGA, P. (1976). Lithostratigraphy and biostratigraphy based on Benthonic foraminifera of the Neogene deposits of Northern Belgium. Bull. Belg. Ver. Geol. 85, 133-152.

DE MEUTER, F., WOUTERS, K. & RINGELE, A. (1976). Lithostratigraphy of Miocene sediments from temporary outcrops in the Antwerpen city area. Prof. Pap., Serv. Géol. Belg., nr. 3.

. GULINCK, M. (1969). Coupe résumée des terrains traversés au sondage de Kallo et profil géologique NS passant par Woensdrecht-Kallo-Hamme. Mém. Expl. Cartes. Géol. Min. Belg. 11, 3-7.

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

E3-autoweg en scheldetunnel.

KENNEDY-TUNNEL (De J.F.) te Antwerpen. Le J.F. Kennedy-tunnel à Anvers.
S.l.n. d., 167 p. (Excavator, mei 1969).

VAN LEYDEN, W. (1968) Hydrologische en grondmechanische problemen bij het ontwerpen van de binnenring-autoweg in Antwerpen.
Wegen 42,1,8-22.

VAN WINGHEM, A. & DE VOCHT, P. (1968). Afwatering en drainering van de Kleine Ring rond Antwerpen. Ingenieursblad, 24, 849-858.

Dokumenten geraadpleegd bij het opstellen van kaart II. (De kaarten zijn aangegeven in kronologische volgorde).

GENIE FRANCAIS (1932 ?) Plan de la citadelle d'Anvers assiégée par l'Armée française sous les ordres de Mr. le Maréchal Cte Gérard et prise le 23 décembre 1832, après 24 jours de tranchée. Dressé par les officiers du Génie français. Bruxelles : Etablissement Géographique de Bruxelles, schaal 1/5000, 1 kbl.

- TARTRE, X. (1851). Carte générale d'Anvers et d'une nouvelle ville maritime à la tête de Flandre, projetée par Xavier Tartre, Ingénieur Civil. Mars 1851. Bruxelles : Etablissement Géographique de Bruxelles fondé par Ph. Vander Maelen, schaal 1/5000, 1 kbl.
- 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.
- SCHEEPERS, A. (1868). Plan géométrique parcellaire et de nivellement de la ville d'Anvers et des communes limitrophes. Dressé et gravé à l'échelle de 1 à 5000 par Alouis Scheepers Conducteur des travaux communaux au service de Monsieur T. Van Bever, Ingénieur de la Ville, publié sous les auspices de l'administration communale. S.l., schaal 1/5000, 1 kbl.
- SCHEEPERS, A. (1887). Plan géométrique parcellaire et de nivellement de la ville d'Anvers et des communes limitrophes dressé et gravé à l'échelle de 1 à 5000 par Aloïs Scheepers, Conducteur des travaux communaux au service de Monsieur G. Royers, Ingénieur de la ville. Publié sous les auspices de l'Administration communale. Edition de 1887. Anvers : Etablissement Géographique de A. Scheepers, schaal 1/5000, 1 kbl.
- ROYERS, G. (1908). Plan der stad Antwerpen. Uitgegeven door het gemeentebestuur en opgesteld onder leiding van den Heer G. Royers, Hoofdingenieur, Bestuurder van Stadswerken. Uitgave van 1908, S.l., schaal 1/5000, 1 kbl.
- MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN (1963). Fotogrammetrische kaart 15.3.8 Hoboken. Brussel : Ministerie van Openbare Werken, schaal 1/5000, 1 kbl.
- MILITAIR GEOGRAFISCH INSTITUUT VAN BELGIE (1971). Topografische kaart van België 15/3-4 Antwerpen-Borgerhout. Brussel : Militair Geografisch Instituut, schaal 1/25000, 1 kbl.

FICHE DER LOKALE GEGEVENS										Auteur v/d fiche:		Vervolg		N°																							
N°		Symb.		X		Y		Z		ΔZ		schaal		Ref.: Herkomst:		N° dossier:		Auteur:		Project:																	
Kaart	Punt	Code																																			
Diepsondering:														Apparaat				Indringingssnelheid				Onderneming:															
Water op:														datum:				Grond aan de konus				Konus type (code (2))				Diameter:				Buizen:Diameter:							
Diepte		Interpretatie v/d auteur v/h P.V.												Geologische interpretatie												Opmerkingen v/d auteur v/d fiche											
Steekkaart diepsondering																																					
Opmerkingen														Code (1) zie speciale fiche Code (2) zie speciale fiche																							

7.837

FICHE DER LOKALE GEGEVENS										Auteur v.d. fiche:		Vervolg		N°																	
N°		Symb.:		X		Y		Z		ΔZ		schaal		Ref.: Herkomst:		N° dossier:		Auteur:		Project:											
Kaart	Punt	Code																													
Geologisch profiel - Schaal 1/100														Laboratoriumproeven																	
Diepte		Profiel		Lithologische beschrijving										Water		Eenheid		Klassif.		Korrelaanstelling		Onderkenning		Hu. Ka.		Oedometer		Afschuiving		Doorlatendheid	

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 de doorlatendheid in situ
 - ▦ Boring met monsteronderzoek in het laboratorium en met bepaling van de doorlatendheid in situ
 - ⊙ Boring uitgerust met piëzometer(s)
 - ▽ Diepsondering met opname van de puntenweerstand en de zijdelingse wrijvingsweerstand.
- A A' Ligging van de geologische doorsnede (ingelast in de tekst).

Bijlage : 3

Verklaring van de symbolen aangewend bij de bespreking van de grond-
méchanische eigenschappen.

d_{50} gemiddelde korreldiameter

γ_n volumegewicht

γ_d drooggewicht

w watergehalte

n poriënvolume

w_L vloeigrens

i_p plasticiteitsindex

A ontlastingskonstante

C samendrukkingskonstante

k doorlatendheidscoëfficiënt

Celproeven

c'_{cel} schijnbare cohesie

φ'_{cel} schijnbare hoek van inwendige wrijving

c_{cel} cohesie

φ_{cel} hoek van inwendige wrijving

Triaxiaalproeven, gekonsolideerd, niet gedraineerd met opmeting van de
poriënwatervedrukken.

c' cohesie

φ' hoek van inwendige wrijving

RESUME.

L'atlas géotechnique 15.3.8 Hoboken-Antwerpen, établi sur base d'un agrandissement photographique, corrigé et adapté à la topographie actuelle, de la carte 15.3. de l'Institut National Géographique à l'échelle 1/5000, est composé de 9 planches, à savoir :

- Planche I : Documentation générale
- Planche II : Epaisseur des terrains remblayés et remaniés
- Planche III : Epaisseur du Quaternaire (Alluvions et complexes sableux)
- Planche IV : Epaisseur de l'Anversien (complexe sableux)
- Planche V : Sommet du Rupelien (complexe argileux)
- Planche VI : Base du Rupelien (complexe argileux)
- Planche VII : Données hydrogéologiques
- Planche VIII : Unités géotechniques
- Planche IX : Base du Quaternaire

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

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

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

La notice explicative donne des renseignements sur l'origine, la lithologie, la distribution et les caractéristiques géotechniques des différentes unités cartographiées.

A partir d'anciens plans de la Ville d'Anvers il a été possible de tracer sur la planche II les limites des anciennes fortifications de la ville ainsi que plusieurs autres zones aujourd'hui remblayées. Ces zones sont en général marquées par une épaisseur considérable de remblais.

Sur la planche III figure l'épaisseur du Quaternaire (Alluvions argileux et complexe sableux). Ces deux formations ont été cartographiées ensemble. Les données ponctuelles qui ont recoupé des alluvions sont indiquées sur la planche. Sur la planche IX figure la base du Quaternaire.

Le complexe sableux Anversien peut être divisé en une unité supérieure et une unité inférieure. Les caractéristiques géomécaniques des deux unités sont semblables.

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

La planche VII renseigne sur la profondeur du niveau de l'eau mesuré lors de l'exécution des essais ponctuels. Vu l'insuffisance des données sûres et précises il n'était pas possible de tracer des courbes isohypses de la surface piézométrique. Plusieurs essais de pompage ont été réalisés dans l'agglomération anversoise.

La planche VIII représente les unités géotechniques. Elle forme une tentative de synthèse d'une partie des renseignements présentés par les cartes précédentes. Une unité géotechnique est caractérisée par une superposition d'unités à caractère lithologique et mécanique bien défini. Dans la région cartographiée 4 unités numérotées de I à IV ont été distinguées. La succession lithologique des diverses unités est donnée dans le tableau ci-dessous.

Zone Formation	I	II	III	IV
Terrain remblayés et remaniés	X	X	X	X
Quaternaire	X	X	X	X
Anversien (complex sableux)	(X) < 6 m	X > 6 m	(X) < 6 m	X > 6 m
Rupelien (complexe argileux)	X	X	X	X

- X : indique la présence de la formation.
- (X) : indique que la formation peut être absente.

En conclusion il convient de rappeler que l'utilisation des cartes géotechniques ne dispense en aucune façon l'utilisateur de réaliser des recherches et des essais complémentaires en formation du site et du but.

La Carte Géotechnique 15.3.8 Antwerpen à l'échelle 1/5000, avec texte explicatif peut être obtenue au Secrétariat de la Commission de Cartographie Géotechnique, 89 Rue Ducale, 1000 Bruxelles ou Tramstraat, 44, 9710 Zwijnaarde (Tél. 091/22.60.52 - ir J. Maertens) contre versement du prix de vente au compte chèques postaux n° 000-0050267-21, au nom de l'Institut Géotechnique de l'Etat, Laboratoire, Tramstraat, 44, 9710 Zwijnaarde.

Déjà paru :

Carte 42.2.7 Liège (échelle 1/5000)
Carte 31.3.7 Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 22.1.6 Gent St. Pieters (échelle 1/5000)
Carte 45.4.5 à 8 Obourg (échelle 1/10.000)
Carte 45.3.5 à 8 Maisières (échelle 1/10.000)

L'édition des Cartes Géotechniques suivantes est prévue :

Carte 42.6.1 Liège (échelle 1/5000)
Carte 31.3.5 Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 22.1.4 Gent (échelle 1/5000)
Carte 46.8.5. Charleroi (échelle 1/5000)
Carte 15.3.6. Antwerpen (échelle 1/5000)
Carte 31.3.6. Bruxelles (échelle 1/5000)
Carte 42.6.3 Liège (échelle 1/5000).

A'
NE
X = 154.000
Y = 210.700

IV

eenheid

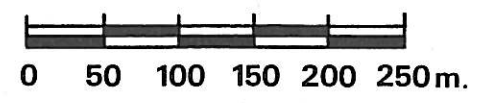
Mechelse steenweg

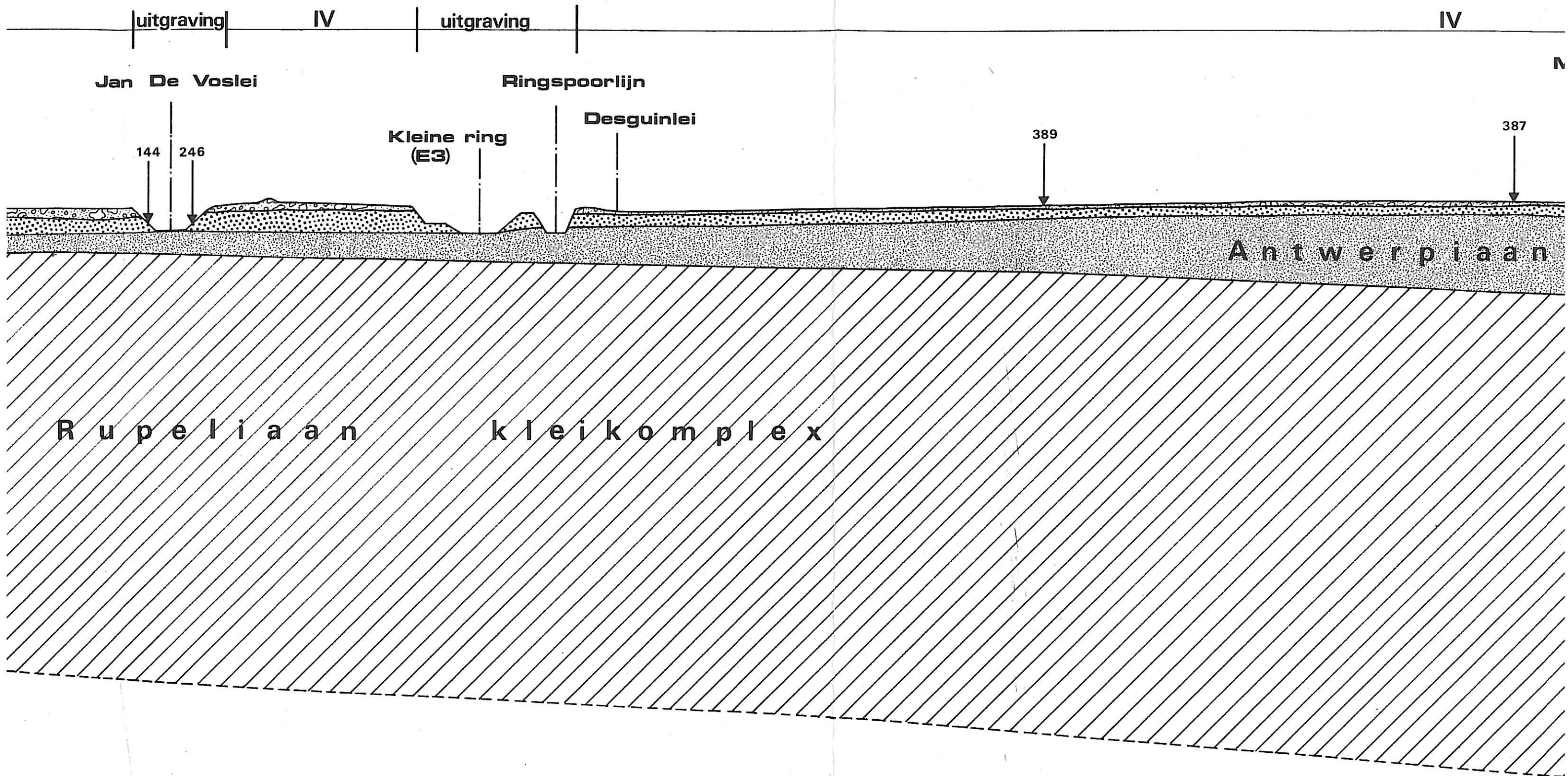
387

p i a a n z a n d k o m p l e x

+ 10
0
- 10
- 20
- 30
- 40
- 50
- 60
- 70
- 80

Lengteschaal





lex

A

SW

X = 150.000

Y = 208.817

III

K I E L

Jan E

+ 10

379

388

144

0

- 10

- 20

- 30

- 40

- 50

- 60

- 70

- 80

R u p



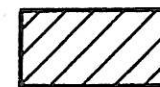
Aangevulde en/of
vergraven gronden



Antwerpiaan zandkomplex



Kwartaire sekwentie



Rupeliaan kleikomplex