

KONINKRIJK BELGIE

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

Administratie der Mijnen - Geologische Dienst van België
Jennerstraat, 13 1040 Brussel

**HYDROGEOLOGISCH ONDERZOEK IN DE
OMGEVING VAN DE HANDELSKOM
TE BRUGGE**

door

E. PIETERS, L. ZEUWTS, P. VAN BURM, L. LEBBE, W. DE BREUCK.

**PROFESSIONAL PAPER 1988/2
Nr 232**

HYDROGEOLOGISCH ONDERZOEK IN DE OMGEVING VAN DE HANDELSKOM TE BRUGGE

E. Pieters¹, L. Zeuwts², P. Van Burm³, L. Lebbe⁴,
W. De Breuck⁵

¹ Lic.sc., medewerker Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie, R.U.Gent.

² Lic.sc., bursaal I.W.O.N.L., Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie, R.U.Gent.
thans : SMET-BORING N.V., Oude Markt, 1, 2480 Dessel.

³ Lic.sc., e.a. wetenschappelijk medewerker, Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie, R.U.Gent.

⁴ Dr.sc., bevoegd verklaard navorser N.F.W.O., Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie, R.U.Gent.

⁵ Prof. Dr., directeur Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie, R.U.Gent.

1. INLEIDING

Voor rekening van de Vlaamse Executieve en in opdracht van de Gemeenschapsminister voor Leefmilieu, Waterbeleid en onderwijs werd in 1987 door het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie van de Rijksuniversiteit Gent een kort verkennend onderzoek van de freatische grondwaterkwaliteit in de omgeving van de Handelskom te Brugge uitgevoerd.

Vier gespoelde boringen met boorgatmetingen tot op het tertiaire kleisubstraat, acht peilbuizen en grondwateranalysen verschaften een beeld van de verticale verdeling van zoet en zout grondwater in het freatisch reservoir.

2. VOORMALIG HYDROGEOLOGISCH ONDERZOEK

Een kaart "Diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water in de freatische laag van het Belgische Kustgebied" werd gepubliceerd in 1974 (DE BREUCK e.a., 1974). Dit dokument werd opgesteld op grond van geo-elektrische Wenner-sonderingen, boringen en grondwateranalysen. Op de kaart loopt de grens tussen verzilt en niet verzilt gebied ten noorden van Brugge-stad, ter hoogte van het kanaal Brugge-Oostende.

3. LITOLOGISCH ONDERZOEK

3.1. BORINGEN

Vier putten werden door het freatisch reservoir geboord. De boringen reikten tot op de kleilaag die in de oude legende van de Geologische kaart (LEGENDE, 1892) Paniselien Plm wordt genoemd en thans gekend is als "Klei van Merelbeke".

Om een lithologische doorsnede te kunnen opstellen werden de

putten op een min of meer rechte lijn geboord (fig. 1).

De boringen werden uitgevoerd met het toestel SPRINT III 8 van de firma SMET DB volgens de inspoelingstechniek met normale circulatie. Als spoeling werd water gebruikt afkomstig van het Zijdelingsvaartje (B1), de waterleiding (TMVW) (B2 en B3), een rei (Potterierei-Lange Rei) (B4). De boordiameter bedroeg 240 mm; de boorbeitel was 4 m lang.

Om de 4 m werd een monster ontnomen en beschreven. De boorstaten zijn in bijlage 1 opgenomen.

Teneinde de kennis van de litologie en van de grondwaterkwaliteit te verruimen werden geofysische boorgatmetingen uitgevoerd. Volgende grootheden werden gemeten :

- boorgatdiameter
- spontane potentiaal
- elektrische puntweerstand
- resistiviteit (normaalopstelling)
- natuurlijke gammastraling.

Op grond van de terreinwaarnemingen door de geoloog en de boorgatmetingen werden definitieve boorprofielen opgesteld (bijlage 2).

Elk boorgat werd voorzien van twee PVC-peilbuizen met diameter van 63 mm. De bouw van een peilput is schematisch weergegeven in figuur 2. Eén peilbuis werd net boven de klei aangebracht, een andere op geringe diepte (maximum 10 m diepte). De peilbuizen werden onmiddellijk na de plaatsing (zandvrij) schoongepompt. De afwerking gebeurde met een straatpot. De diepe peilbuis is aangeduid als "F1", de ondiepe als "F2", voorafgegaan door het boringnummer.

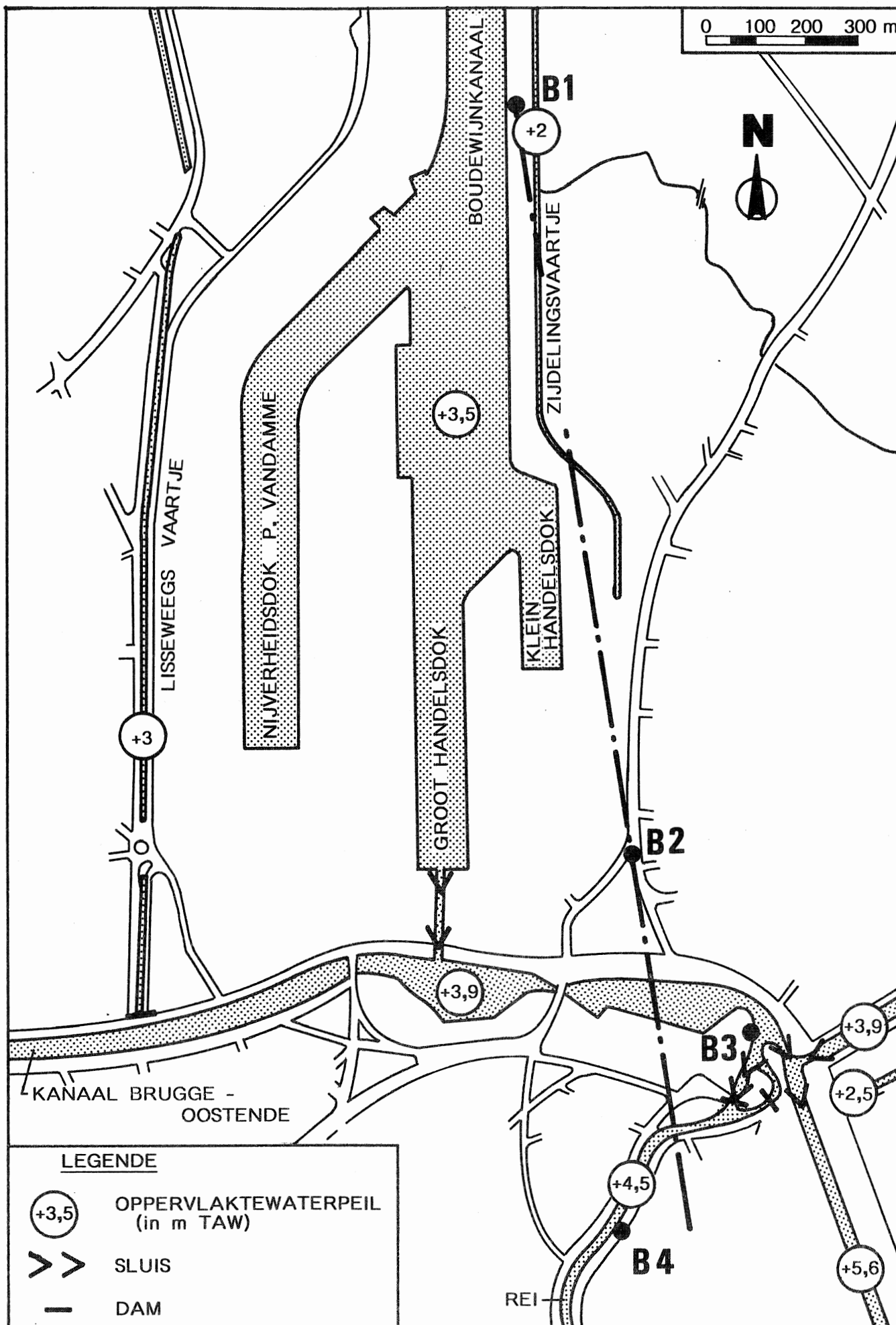


Fig. 1 - Plaats van de boringen en van de doorsnede.

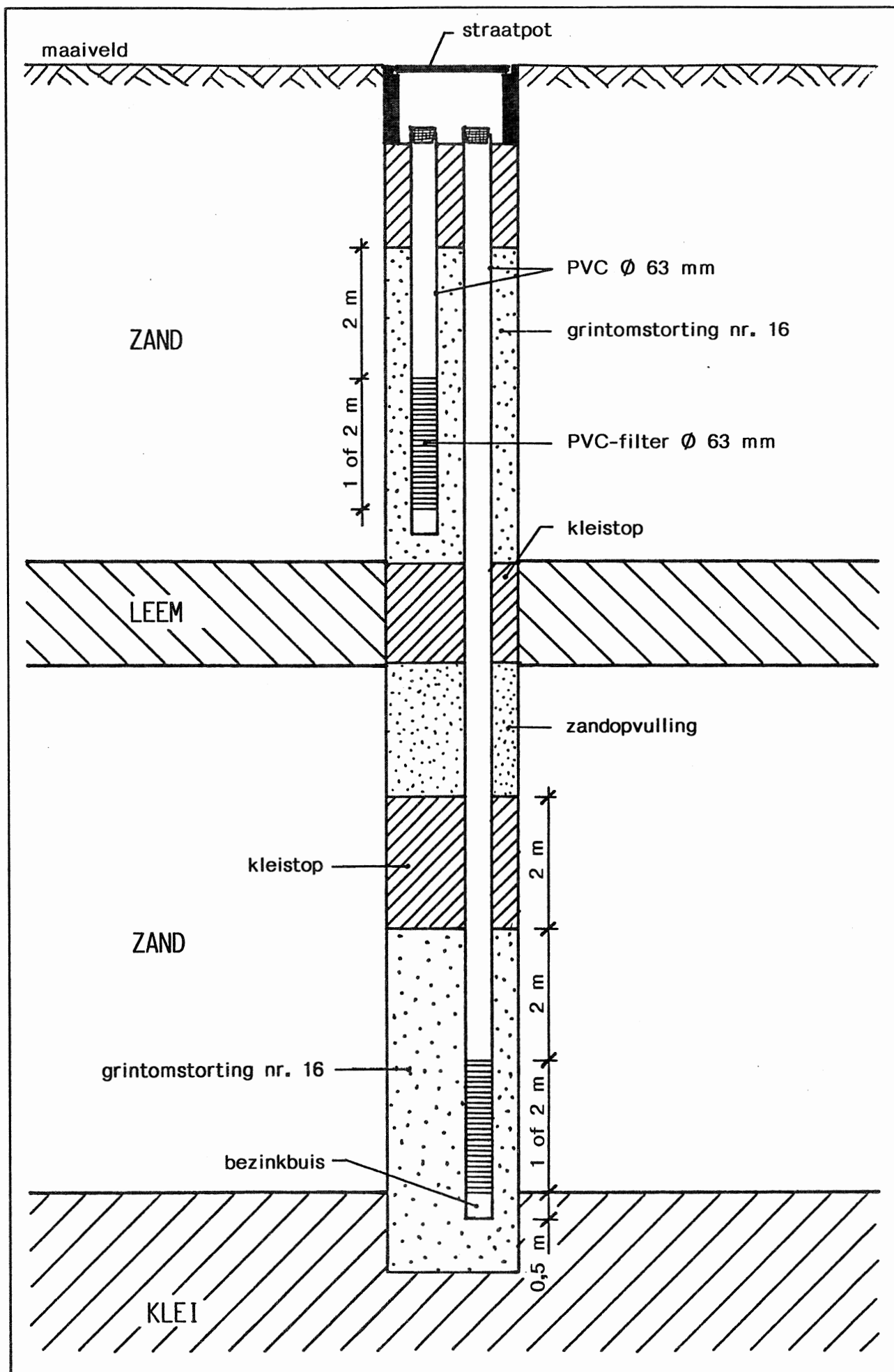


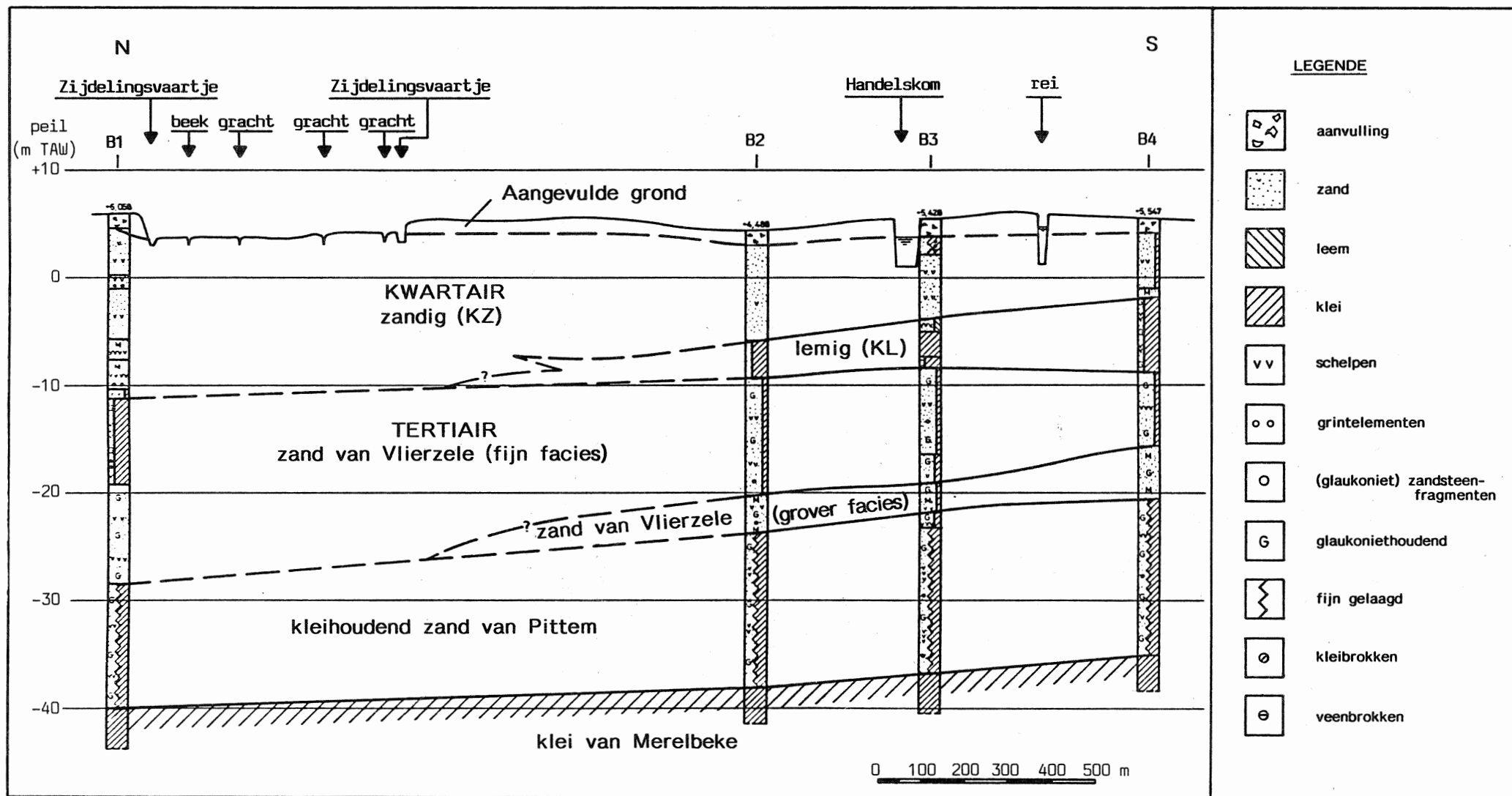
Fig. 2 - Opbouw van een peilput.

3.2. LITOLOGISCHE DOORSNEDE

De boorprofielen werden aangewend voor het opstellen van een litologische doorsnede (fig. 3). Het verloop van de doorsnede is weergegeven in figuur 1. Men dient ermee rekening te houden dat de beschrijvingen gedeeltelijk steunen op geroerde, gespoelde monsters. De litologische samenstelling kan dan ook niet in detail worden weergegeven.

De doorsnede laat, van boven naar onder, volgende litologische eenheden zien :

- de laag KZ, daterend van het Kwartair, opgebouwd uit voornamelijk zand, bovenaan geroerd of bedekt door aanvulling, en variërend van ca. 6 tot ca. 16 m dikte;
- de laag KL, van kwartaire ouderdom, bestaande uit leem of leem met zand. De laag werd niet aangetroffen in de boring B1. De dikte kan oplopen tot ca. 7 m;
- het Zand van Vlierzele, van het Tertiair, bestaande uit al dan niet kleihoudend, fijn, glaukoniethoudend, onderaan middelmatig tot grof zand (niet in B1). Deze laag is 12 tot 17 m dik. In boring B1 bevatten de bovenste 8 m relatief veel klei;
- het kleihoudend Zand van Pittem, van tertiaire ouderdom, glaukoniethoudend. Vermoedelijk bestaat de eenheid plaatselijk uit zandhoudende klei. De dikte wisselt van 12 tot 15 m;
- de Klei van Merelbeke van het Tertiair. De vermoedelijke dikte (afgeleid uit beschikbare boorstaten) bedraagt 5 tot 10 m.



4. KWALITEITSONDERZOEK

4.1. BOORGATMETINGEN

4.1.1. Resistiviteitsmetingen

De grondwaterkwaliteit kan op een snelle en relatief betrouwbare wijze worden geschat door middel van de resistiviteit van het gesteente. Deze formatieresistiviteit wordt beïnvloed door meerdere factoren, doch wordt in hoofdzaak bepaald door de kwaliteit van het poriënwater in de sedimenten. In het bestek van dit onderzoek werd de formatieresistiviteit om de 0,25 m gemeten met twee normaalopstellingen (SN en LN). Voor het bepalen van de grondwaterkwaliteit werd gesteund op de waarden gemeten met de langennaam (LN)-opstelling.

De gemeten formatieresistiviteit biedt de mogelijkheid om het totale gehalte aan opgeloste stoffen (TDS) te ramen. Het verband tussen de formatieresistiviteit ρ_t en de resistiviteit van het poriënwater ρ_w wordt gegeven door de formule van ARCHIE :

$$\rho_t = F \cdot \rho_w \quad (1)$$

De formatiefactor F in deze formule brengt de invloed van de karakteristieken van het sediment (o.a. poriënvolume) op de gemeten resistiviteit in rekening.

Het verband tussen het totale gehalte aan opgeloste stoffen TDS en de resistiviteit van het poriënwater ρ_w werd experimenteel vastgesteld (LEBBE & PEDE, 1986) en wordt gegeven door :

$$TDS = 10.000 / \rho_w \quad (2)$$

Hierin is ρ_w de resistiviteit (in ohm. m) van het poriënwater bij 11° C.

Het aanschouwelijk weergeven van de verdeling van zoet en zout grondwater kan gebeuren met behulp van een resistiviteitsdoorsnede. Een resistiviteitsdoorsnede is een doorsnede waarop lijnen van gelijke formatieresistiviteiten zijn aangegeven. De formatieresistiviteiten kunnen in overeenstemming gebracht worden met de zoetwaterpercentages (voor dit onderzoek 99 %, 95 %, 84 %, 50 % en 1 %). Deze kunnen afgeleid worden met behulp van de gegeven formules.

Steunend op het onderzoek van het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie in de Belgische kustvlakte kunnen voor zoet (zoetwaterpercentage = 100 %) en zout (zoetwaterpercentage = 0 %) water respektievelijk TDS-waarden van 375 mg/l en 28.700 mg/l aangenomen worden (LEBBE & PEDE, 1986). Uitgaande van deze waarden wordt de TDS van de tussenliggende percentages berekend met behulp van de formule :

$$100.TDS = [C_z.(100-P_z)] + (C_z.P_z) \quad (3)$$

met TDS = totale gehalte aan opgeloste stoffen in mg/l

C_z = TDS van 100% zout water (0% zoet water) =
28.700 mg/l

C_z = TDS van 100% zoet water (0% zout water) =
375 mg/l

P_z = zoetwaterpercentage.

De aldus bekomen TDS-waarden worden omgezet in poriënwater-resistiviteit ρ_w (formule (2)) en tenslotte, na vermenigvuldiging met de formatiefaktor van het sediment, tot formatieresistiviteit (formule (1)) (tab. 1).

Ten gevolge van het geringe aantal beschikbare gegevens was het niet mogelijk de formatiefaktor nauwkeurig te bepalen. De berekeningen zijn uitgevoerd met een algemeen aanvaarde, gemiddelde formatiefaktor voor zandige sedimenten gelijk aan 4.

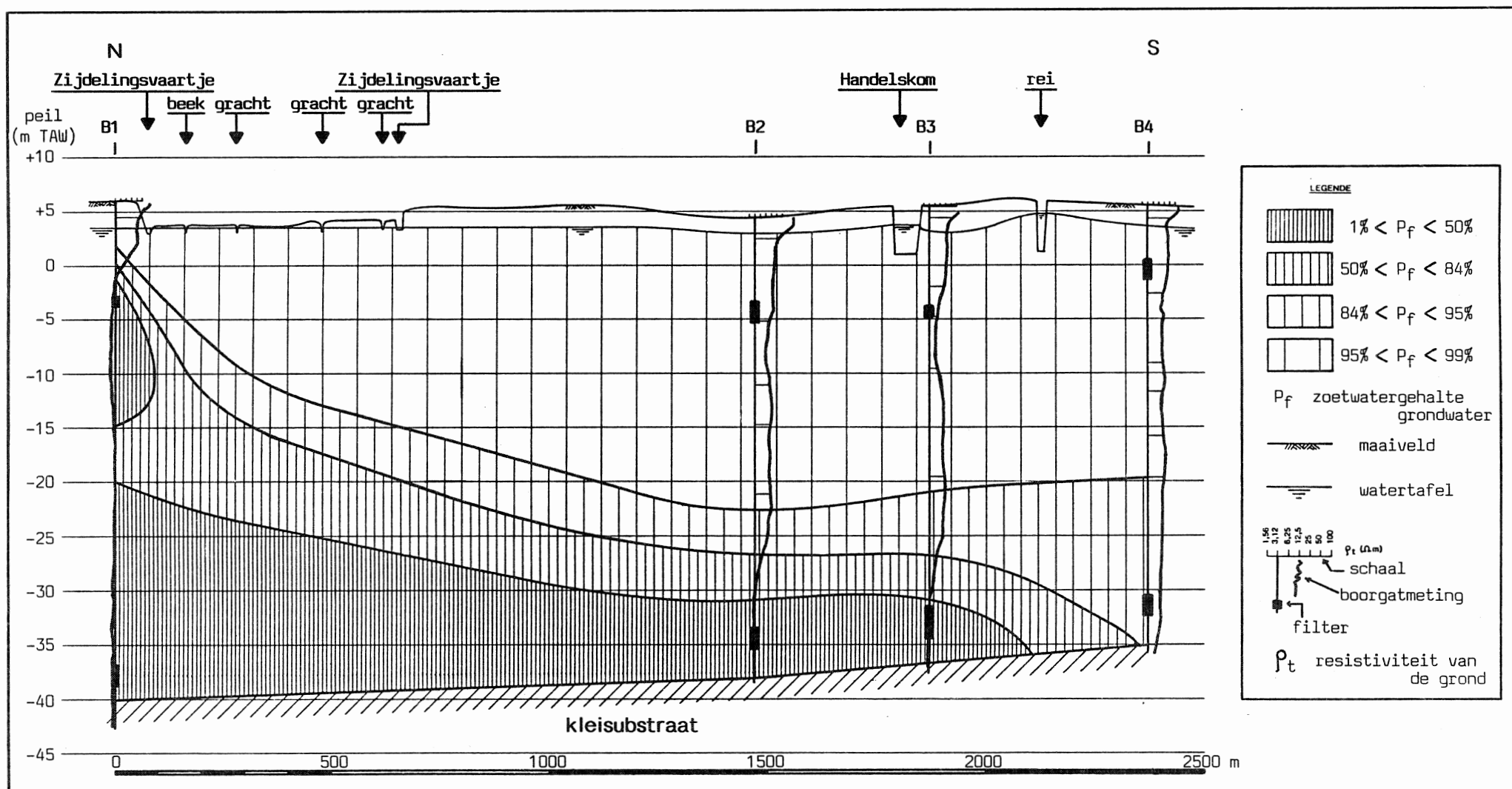
Recent onderzoek, waarbij formatiefactoren experimenteel werden bepaald voor verschillende grondwaterkwaliteiten en uiteenlopende sedimenten (L. ZEUWTS, in voorbereiding), heeft aangetoond dat voor brakke tot zoute waters aanwezig in de Belgische kustvlakte (tot 30.000 mg/l) de formatiefactoren van zandige afzettingen en van fijne sedimenten slechts weinig of niet verschillen. Bijgevolg zijn in dit geval variaties van resistiviteit, waargenomen met boorgatmetingen, nagenoeg uitsluitend te wijten aan verschillen in waterkwaliteit; de invloed van litologische verschillen is te verwaarlozen. Bovenvermeld onderzoek heeft ook aangetoond dat enkel in zoete en matig brakke waters de interpretatie van resistiviteitsmetingen in beduidende mate wordt bemoeilijkt door litologische variaties.

Tabel 1 - Verband tussen het zoetwaterpercentage P_z , het totale gehalte aan opgeloste stoffen TDS, de poriënwaterresistiviteit ρ_w en de formatieresistiviteit ρ_t voor een formatiefactor gelijk aan 4.

Zoetwaterpercentage P_z (%)	TDS (mg/l)	$\rho_w(11^\circ\text{C})$ (Ωm)	$\rho_t(11^\circ\text{C})$ (Ωm)
100	375	26,667	106,67
99	658	15,200	60,80
95	1.791	5,583	22,33
84	4.907	2,037	8,15
50	14.538	0,688	2,75
1	28.417	0,352	1,41
0	28.700	0,348	1,39

4.1.2. Resistiviteitsdoorsnede

De resistiviteitsdoorsnede is weergegeven in figuur 4. Ze vertoont hetzelfde verloop als de litologische doorsnede (fig. 1). Ze geeft de verdeling van zoet en zout water in de omgeving van de Handelskom aan. De lijnen die erop werden



aangetroffen zijn de zoetwaterpercentages 95 %, 84 % en 50 %. Overeenkomstig de klassifikatie van DE MOOR & DE BREUCK (1969) kan eerstgenoemd percentage worden beschouwd als de ondergrens van het zoete water, laatstgenoemd percentage als de bovengrens van het zoute water. Het tussenliggende interval betreft brak water. De lage formatieresistiviteiten die worden waargenomen ter hoogte van de boringen B2 en B3 (tussen de peilen -5 en -10) zijn te wijten aan litologische kenmerken (leemlaag).

Ter hoogte van de doorsnede is de onderkant van het freatisch reservoir gekenmerkt door de aanwezigheid van zout water. De dikte van de zoutwaterwig neemt toe in noordelijke richting (richting kustvlakte) tot ca. 20 m ter hoogte van B1. Uit de resultaten blijkt dat ook ten zuiden van het kanaal Brugge-Oostende zout en brak water voorkomt, wat in overeenstemming kan gebracht worden met recent stratigrafisch onderzoek waaruit blijkt dat de kwartaire transgressies zich ook in het gebied ten zuiden van bovenvermeld kanaal hebben voorgedaan (MOSTAERT, 1985).

Het bovenste deel van het freatisch reservoir is gevuld met zoet water als gevolg van de uitspoeling van het zoute water door infiltrerend neerslagwater.

Belangrijk voor de grondwaterkwaliteit in het bestudeerde gebied is de aanwezigheid van het Boudewijnkanaal dat gevuld is met zout water. De zoutwaterlens, tussen 7 en 17 m diepte ter hoogte van boring B1, uitgevoerd naast het Boudewijnkanaal, is van het zoute basiswater gescheiden door een ca. 5 m dikke brakwaterzone. De sterk uiteenlopende chemische samenstelling van beide zoute waters (par. 4.2.) en het voorkomen van de lens juist onder het Boudewijnkanaal duidt op infiltratie van zout water uit dit kanaal.

4.2. GRONDWATERANALYSEN

4.2.1. Monstername

Uit de acht peilbuizen werd een watermonster genomen en geanalyseerd. Ten einde een inzicht te verkrijgen in de grondwaterkwaliteit in de Klei van Merelbeke werd uit drie kleimonsters water geperst.

De bemonstering werd verricht met een peristaltische pomp met een debiet van ca. 1 m³/h. Tijdens het pompen werden de resistiviteit en de pH op regelmatige tijdstippen gemeten. De eigenlijke monstername greep slechts plaats nadat deze parameters konstant bleven. In alle gevallen werd meer dan één uur gepompt.

De waterstalen uit de kleimonsters werden met behulp van een speciaal daartoe ontwikkeld toestel verkregen (ZEUWTS, in voorbereiding).

4.2.2. Resultaten

De resultaten van de analyses zijn opgenomen in bijlage 3. De chemische parameters worden niet gedetailleerd besproken; wel worden de stalen geklassificeerd volgens de methode van STUYFZAND (1986) (tab. 2) en wordt aandacht besteed aan het belangrijkste kwaliteitsbepalend fysisch proces, de kationuitwisseling. In de tabel 2 zijn ook de TDS-waarden en het chloride-gehalte gegeven.

Tabel 2 - Het chloridegehalte Cl, het totale gehalte aan opgeloste stoffen (TDS) en watertypes volgens de klassifikatie van STUYFZAND (1986)

Watermonster		Cl (mg/l)	TDS (mg/l)	Watertype
Boring	Filter			
B1	F1	11.977	21.561	S7-NaCl-
B1	F2	11.292	20.647	S6-NaCl0
B2	F1	10.716	19.057	S7-NaCl-
B2	F2	180,4	1.170	Fb3-CaMix+
B3	F1	10.041	18.724	S6-NaCl-
B3	F2	240,9	1.307	Fb3-NaHCO ₃ +
B4	F1	157,4	1.388	Fb3-CaHCO ₃ +
B4	F2	81,6	754	F2-CaHCO ₃ +

In sedimenten die, in de loop van de tijd, werden doorstroomd door waters met uiteenlopend zoutgehalte, wordt de grondwaterkwaliteit in belangrijke mate bepaald door de kationuitwisseling. Dit proces doet de chemische samenstelling afwijken van deze van normaal mengwater, dat ontstaat bij een eenvoudige menging van zoet en zout water. Verdringing van zout door zoet water veroorzaakt een opname door het sediment van Ca uit het water in ruil voor hoofdzakelijk Na en K. Aldus ontstaat grondwater dat een tekort vertoont aan Ca en een overschot aan Na en K. Een verdringing van zoet door zout water geeft aanleiding tot het omgekeerde effect.

De mate waarin grondwater beïnvloed is door kationuitwisseling kan worden begroot met behulp van een uitwisselingsparameter $(Na + K + Mg)^*$ (STUYFZAND, 1986). Deze wordt bekomen door de vergelijking van de waargenomen $(Na + K + Mg)$ -koncen-

tratie (in meq/l) met de natuurlijke zeezoutbijdrage van deze kationen, die gelijk is aan het Cl-gehalte vermenigvuldigd met de faktor 1,061 :

$$(Na + K + Mg)^* = (Na + K + Mg) - 1,061 (Cl)$$

met $(Na + K + Mg)^*$: uitwisselingsparameter in meq/l.

$(Na + K + Mg)$: waargenomen concentratie van deze ionen in meq/l

(Cl) : waargenomen concentratie van Cl in meq/l

Een positieve parameter wijst op een overschot aan Na, K en/of Mg, een negatieve waarde op een tekort.

Het overschot of het tekort aan de afzonderlijke ionen, die door kationuitwisseling gewijzigd worden, kan eveneens worden begroot aan de hand van het chloridegehalte (STUYFZAND, 1985). De berekeningen zijn gesteund op het feit dat, zowel in zeewater als in neerslagwater, dezelfde vaste verhoudingen bestaan tussen het chloridegehalte en de diverse ionen. De respektievelijke berekeningsformules zijn :

$$(Na)^* = (Na) - 0,55 (Cl)$$

$$(K)^* = (K) - 0,02 (Cl)$$

$$(Ca)^* = (Ca) - 0,021 (Cl)$$

$$(Mg)^* = (Mg) - 0,067 (Cl)$$

met $(Na)^*$, $(K)^*$, $(Ca)^*$, $(Mg)^*$ de overschotten (positieve waarden) of tekorten (negatieve waarden) aan deze ionen in mg/l

(Na) , (K) , (Ca) , (Mg) de waargenomen concentraties van deze ionen in mg/l

(Cl) de waargenomen chloride-koncentratie in mg/l.

De uitwisselingsparameter en de overschotten of tekorten aan de kationen die werden berekend voor de 8 watermonsters zijn opgenomen in tabel 3.

Tabel 3 : Uitwisselingsparameters en overschotten of tekorten aan de kationen in het grondwater

Watermonster		(Na+K+Mg)* Uitwisselings- parameter (meq/l)	(Na)* (mg/l)	(K)* (mg/l)	(Mg)* (mg/l)	(Ca)* (mg/l)
Boring	Filter					
B1	F1	- 62,6	-1786	-54	+197	+1302
B1	F2	+ 1,1	- 152	+45	+ 78	+ 38
B2	F1	- 72,1	-2002	-23	+185	+1492
B2	F2	+ 2,4	+ 17	+14	+ 16	+ 158
B3	F1	- 34,7	- 776	-29	- 4	+ 799
B3	F2	+ 4,4	+ 44	+25	+ 22	+ 97
B4	F1	+ 8,2	+ 100	+34	+ 37	+ 121
B4	F2	+ 1,9	+ 28	+19	+ 2	+ 99

De waters uit de diepe filters van de boringen B1, B2 en B3 zijn zout, uiterst hard en van het NaCl-type. De negatieve uitwisselingsparameter en het uitgesproken Na-tekort en Ca-overschot wijzen erop dat het sediment Na en K heeft opgenomen of thans nog opneemt uit het water in ruil voor Ca. Dit is het gevolg van het verschijnsel waarbij zout water terecht komt in een sediment dat in evenwicht was met zoet water.

De diepe filter van de boring B4 daarentegen heeft een zoet tot brak zeer hard water van het CaHCO₃-type. De positieve uitwisselingsfaktor en het overeenstemmende overschot aan Na,

K en Mg duiden op een verdringing van zout door zoet water (in een milieu dat in evenwicht was met zout water).

Het water uit de ondiepe filter ter hoogte van boring B1 is zout, uiterst hard en van het NaCl-type. Het is schijnbaar in evenwicht met het sediment wat erop kan wijzen dat dit water minder lang in het sediment aanwezig is en recent vanuit het Boudewijnkanaal infiltreerde.

Het ondiepe grondwater uit boring B2 (filter F2) is zoet tot brak, zeer hard en van het CaMix-type. Noch de chloriden of sulfaten noch het bicarbonaat vertegenwoordigen meer dan de helft van de anionen. Het is water dat in een sediment stroomt dat in evenwicht was met zout water.

De ondiepe filter F2 op de boorplaats B3 is van het NaHCO_3 -type. Het is zoet tot brak en zeer hard. Opvallend zijn de relatief hoge Cl-, Na- en NH_4 -koncentraties wat vermoedelijk wijst op verontreiniging door uit de Handelskom.

Het ondiepe grondwater ter hoogte van de Potterierei (boring 4 - filter F2) is een zoet en hard CaHCO_3 -water. Het is normaal van samenstelling voor een ondiep, weinig beïnvloed, zoet grondwater. Het vertoont, zoals alle bovenvermelde ondiepe zoete tot brakke waters weinig sporen van kationuitwisseling.

Het grondwater in de Klei van Merelbeke werd onderzocht aan de hand van drie monsters, ontnomen in de top van de laag (bovenste 4 meters) ter hoogte van de boringen B1, B3 en B4. De analyseresultaten van deze monsters zijn voorgesteld in tabel 4, de kwantificering van de kationuitwisseling in tabel 5.

Tabel 4 - Grondwater in de klei : Cl, TDS en watertypes volgens de klassifikatie van STUYFZAND (1986).

Kleimonster	Cl (mg/l)	TDS (mg/l)	Watertype
B1	8.451	15.490	Bs6 - NaCl -
B3	6.032	12.030	Bs5 - NaCl -
B4	1.435	3.550	Bs3 - NaCl -

Tabel 5 - Grondwater in de klei : uitwisselingsparameters en overschotten of tekorten aan de kationen

Kleimonster	(Na+K+Mg)* uitwisselingsparameter(meq/l)	(Na)* (mg/l)	(K)* (mg/l)	(Mg)* (mg/l)	(Ca)* (mg/l)
B1	- 35,4	-820	+ 14	- 3	+613
B3	- 19,7	-378	+ 62	- 60	+433
B4	- 0,7	- 9	+ 58	- 21	+ 79

De waters in de klei ter hoogte van de boringen B1 en B3 zijn brak tot zout, uiterst hard en van het NaCl-type; ze zijn vergelijkbaar met het zoute water aanwezig juist boven de klei.

Het water uit de klei in boring B4 is brak tot zout, zeer hard en van het NaCl-type. Het is gekenmerkt door weinig of geen kationuitwisseling.

Bovenvermelde analyseresultaten wijzen op de aanwezigheid, in oorsprong, van zoet water en verdringing ervan door zout water ten gevolge van de kwartaire mariene overstromingen. Dit zout water wordt thans uitgespoeld door infiltrerend

neerslagwater; op de meest zuidelijke boorplaats is de invloed van de vroegere aanwezigheid van zout water reeds nage-
noeg verdwenen.

5. BESLUIT

Uit vier boringen met boorgatmetingen blijkt dat het freatisch reservoir in de omgeving van de Handelskom te Brugge 40 tot 45 m dik is en van boven naar onder opgebouwd is uit (gemiddeld) ca. 10 m kwartair zand, plaatselijk ca. 5 m leem, ca. 15 m tertiair zand (Zand van Vlierzele) en ca. 15 m tertiair, kleihoudend zand (kleihoudend Zand van Pittem). Daaronder komt een stijve klei voor (Klei van Merelbeke).

Resistiviteitsmetingen uitgevoerd in de vier boorgaten tonen aan dat onderaan in het freatisch reservoir zout en in de klei brak tot zout water voorkomt. De aanwezigheid van dit water is het gevolg van een vroegere mariene invloed, die verder zuidwaarts reikte dan eerder aangenomen. Het zoute water is van het NaCl-type en uiterst hard. Het vertoont, als gevolg van kationuitwisseling een uitgesproken tekort aan Na en K, een overschot aan Ca. Het freatisch reservoir was bijgevolg oorspronkelijk gevuld met zoet water.

Het ondiepe grondwater is in het algemeen zoet tot brak, hard tot zeer hard en van het CaHCO_3 - of NaHCO_3 -type. Het is ontstaan door verdringing van het zoute water, afkomstig van de kwartaire mariene overstromingen, door infiltrerend neerslagwater en is gekenmerkt door een geringe kationuitwisseling, wat erop wijst dat het zoute water bijna volledig is uitgespoeld. Nabij het Boudewijnkanaal treedt verzilting op als gevolg van uitsijpelend zout water.

REFERENTIES

DAKHNOV, V.N. (1962). Geophysical well logging. Quarterly of the Colorado School of Mines, vol. 57(2), 445 p.

DE BREUCK, W., DE MOOR, G., MARECHAL, R. & TAVERNIER, R. (1974). Diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water in de freatische laag van het Belgische Kustgebied (1963-73). 1 kaart 1 : 100.000. Proc. 4th, S.W.I.M., Gent, bijlage.

DE MOOR, G. & DE BREUCK, W. (1969). De freatische waters in het Oostelijk Kustgebied en in de Vlaamse Vallei. Natuurwet. Tijdschr., 51 (1969), p. 3-68.

LEBBE, L. & PEDE, K. (1986). Salt-fresh water flow underneath old dunes and low polders influenced by pumpage and drainage in the western Belgian coastal plain. Proc. 9th S.W.I.M., Delft, 199-220.

LEGENDE (1892). Légende de la Carte Géologique de Belgique. Bull. Soc. Belg. Géol. Paléont. Hydrol., b, 217-229.

MOSTAERT, F. (1985). Bijdrage tot de kennis van de kwartaair-geologie van de oostelijke kustvlakte op basis van sedimentologisch en lithostratigrafisch onderzoek. Gent : Rijksuniversiteit, doctoraatsverhandeling, 3 delen.

STUYFZAND, P. (1985). Hydrochemie en hydrologie van het duingebied tussen Egmont en Wijk aan Zee. Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA, rapport SWE-85.012, 205 p.

STUYFZAND, P. (1986). A new hydrochemical classification of watertypes : principles and application to the coastal dunes aquifer system of the Netherlands. Proc. 9th S.W.I.M., Delft, 641-655.

ZEUWTS, L. (in voorbereiding). Hydrogeologisch en hydrochemisch onderzoek in de IJzervallei en omstreken (Westelijke Kustvlakte). Gent : Rijksuniversiteit (doctoraatsverhandeling in voorbereiding).

BIJLAGE 1 - BOORSTATEN

Boring : B1

Maaiveldpeil : + 6,058 m TAW

Datum : 17.06.1987

Waargenomen stijghoogte in filter 1 (F1) : + 2,916 m TAW (15.07.1987)

in filter 2 (F2) : + 3,431 m TAW (15.07.1987)

Monster nr.	Beschrijving van de grond	Diepte (m)	
		van	tot
-	Bruin zand met grint (bovenaan) en bleekgeel fijn zand (onderaan)	0	1,50
M1	bruingrijs fijn zand met weinig houtrestjes en zeer weinig fijn schelpgruis	1,50	4
M2	bruingrijs fijn zand met weinig schelpgruis (grotere fragmenten) en schaarse blauwe klei- brokjes	4	8
M3	grijs weinig glaukoniethoudend fijn zand met meer schelpgruis	8	12
M4	grijs weinig glaukoniethoudend fijn en middel- matig zand met veel grof schelpgruis en enkele blauwe kleibrokjes	12	16
M5	grijsgroen weinig kleihoudend fijn zand met weinig (maar meer) glaukoniet en zeer veel schelpgruis en veel schelpfragmenten	16	20
M6	grijsgroen glaukoniethoudend (sterk) kleihoudend zeer fijn zand met zeer veel schelpgruis	20	24
M7	Idem, met zandsteenfragmenten	24	28
M8	groene glaukoniethoudende fijn zandhoudende slappe klei met vrij veel schelpgruis en veel kleine zandsteenbrokjes	28	32
M9	groen (sterk) glaukoniethoudend fijn zand met weinig schelpgruis	32	36
M10	groen (sterk) glaukoniethoudend fijn zand met vrij veel schelpgruis	36	40
M11	groen (sterk) glaukoniethoudend fijn zand met weinig schelpgruis en enkele brokjes grijsgroene slappe klei	40	44
M12	groen (sterk) glaukoniethoudend fijn zand met veel fijn schelpgruis	44	48
M13	groen glaukoniethoudend weinig kleihoudend fijn zand met fijn schelpgruis.	48	50

Volgens boorder klei vanaf 46 m diepte. Op het terrein werd vastgesteld dat klei aan de boorbeitel kleeft.

Geologische interpretatie opgesteld met behulp van boorgatmetingen en terreinwaarnemingen :

- Aanvulling : van 0 m tot ca. 1,5 m
- Kwartair : van ca. 1,5 m tot ca. 17 m
- Tertiair :
 - Zand van Vlierzele : van ca. 17 m tot ca. 34 m
 - (kleihoudend) Zand van Pittem : van ca. 34 m tot ca. 46 m
 - Klei van Merelbeke : van ca. 46 m tot einde boring.

Boring : B2

Maaiveldpeil : + 4,488 m TAW

Datum : 22.06.1987

Waargenomen stijghoogte in filter 1 (F1) : + 2,187 m TAW (15.07.1987)

in filter 2 (F2) : + 3,045 m TAW (15.07.1987)

Monster nr.	Beschrijving van de grond	Diepte (m)	
		van	tot
-	bleekbruin zeer fijn zand	0	1,5
M1	grijsbruin zeer fijn zand	1,5	4
M2	grijs fijn zand	4	8
M3	groengrijs fijn zand met zeer weinig zeer fijn schelpgruis	8	12
M4	grijsgroen glaukoniethoudend kleihoudend fijn zand, met zeer veel brokjes groene slappe klei, weinig schelpgruis, enkele grotere schelpfragmenten en enkele zandsteenfragmenten.	12	16
M5	Idem, maar donkergrijsgroen	16	20
M6	donkergrijsgroen glaukoniethoudend weinig kleihoudend fijn zand met enkele brokjes groene plastische klei en enkele schelpfragmenten.	20	24
M7	donkergrijsgroen glaukoniethoudend middelmatig zand met enkele brokjes groene plastische klei, enkele schelpfragmenten en enkele zandsteenbrokjes	24	28
M8	Idem, maar minder middelmatige korrels	28	32
M9	donkergrijsgroen glaukoniethoudend fijn zand met enkele schelpfragmenten	32	36
M10	idem	36	40
M11	idem, met schelpgruis en enkele brokjes bruine plastische klei	40	44
M12	idem	44	46

Volgens boorder klei vanaf 42,5 m diepte. Op het terrein werd vastgesteld dat klei aan de boorbeitel kleeft.

Geologische interpretatie opgesteld met behulp van boorgatmetingen en terreinwaarnemingen :

- Aanvulling : van 0 m tot ca. 1,5 m
- Kwartair : van ca. 1,5 m tot ca. 13,5 m
- Tertiair :
 - Zand van Vlierzele : van ca. 13,5 m tot ca. 28 m
 - (kleihoudend) Zand van Pittem : van ca. 28 m tot ca. 42,5 m
 - Klei van Merelbeke : van ca. 42,5 m tot einde boring.

Boring : B3

Maaiveldpeil : + 5,428 m TAW

Datum : 16.06.1987

Waargenomen stijghoogte in filter 1 (F1) : + 1,169 m TAW (15.07.1987)

in filter 2 (F2) : + 3,071 m TAW (15.07.1987)

Monster nr.	Beschrijving van de grond	Diepte (m)	
		van	tot
-	zwarte assen, stenen	0	1,5
M1	bruینگrijs fijn zand met baksteenfragmenten en schelpgruis en donkerbruine veenhoudende klei	1,5	4
M2	grijs fijn zand met grovere korrels en weinig fijn schelpgruis	4	8
M3	grijs fijn zand met veel schelpgruis (grotere fragmenten + volledige schelpen) en brokken grijze leem	8	12
M4	groengrijs glaukoniethoudend leem- en kleihoudend zeer fijn zand met schelpengruis, gastropoden	12	14
-	idem + bleek grijsgroene zandhoudende plastische klei, met schelpbrokken, zandsteenfragmenten en kleihoudend zand	14	16
M5	idem	16	20
M6	donkergroen glaukoniethoudend fijn zand met brokken bruine plastische klei, kleine houtfragmenten en zeer weinig fijn schelpgruis	20	24
M7	donkergroen glaukoniethoudend middelmatig zand met meer schelpgruis	24	28
M8	donkergroen glaukoniethoudend fijn zand met nog meer schelpgruis	28	32
M9	donkergroen glaukoniethoudend kleihoudend fijn zand met brokjes bruine plastische klei	32	36
M10	bruine plastische en halfstijve klei met grove glaukonietkorrels, zandsteenfragmenten en enkele grote schelpstukken en groen glaukoniethoudend fijn zand	36	40
M11	idem, iets meer zandhoudend	40	44
M12	idem, voelt zeer kleihoudend aan	44	46

Volgens boorder klei vanaf 42,5 m diepte. Op het terrein werd vastgesteld dat klei aan de boorbeitel kleeft.

Geologische interpretatie opgesteld met behulp van boorgatmetingen en terreinwaarnemingen :

- Aanvulling : van 0 m tot ca. 1,5 m
- Kwartair : van ca. 1,5 m tot ca. 14 m
- Tertiair :
 - Zand van Vlierzele : van ca. 14 m tot ca. 27 m
 - (kleihoudend) Zand van Pittem : van ca. 27 m tot ca. 42,5 m
 - Klei van Merelbeke : van ca. 42,5 m tot einde boring.

Boring : B4

Maaiveldpeil : + 5,547 m TAW

Datum : 23.06.1987

Waargenomen stijghoogte in filter 1 (F1) : + 3,074 m TAW (15.07.1987)

in filter 2 (F2) : + 3,957 m TAW (15.07.1987)

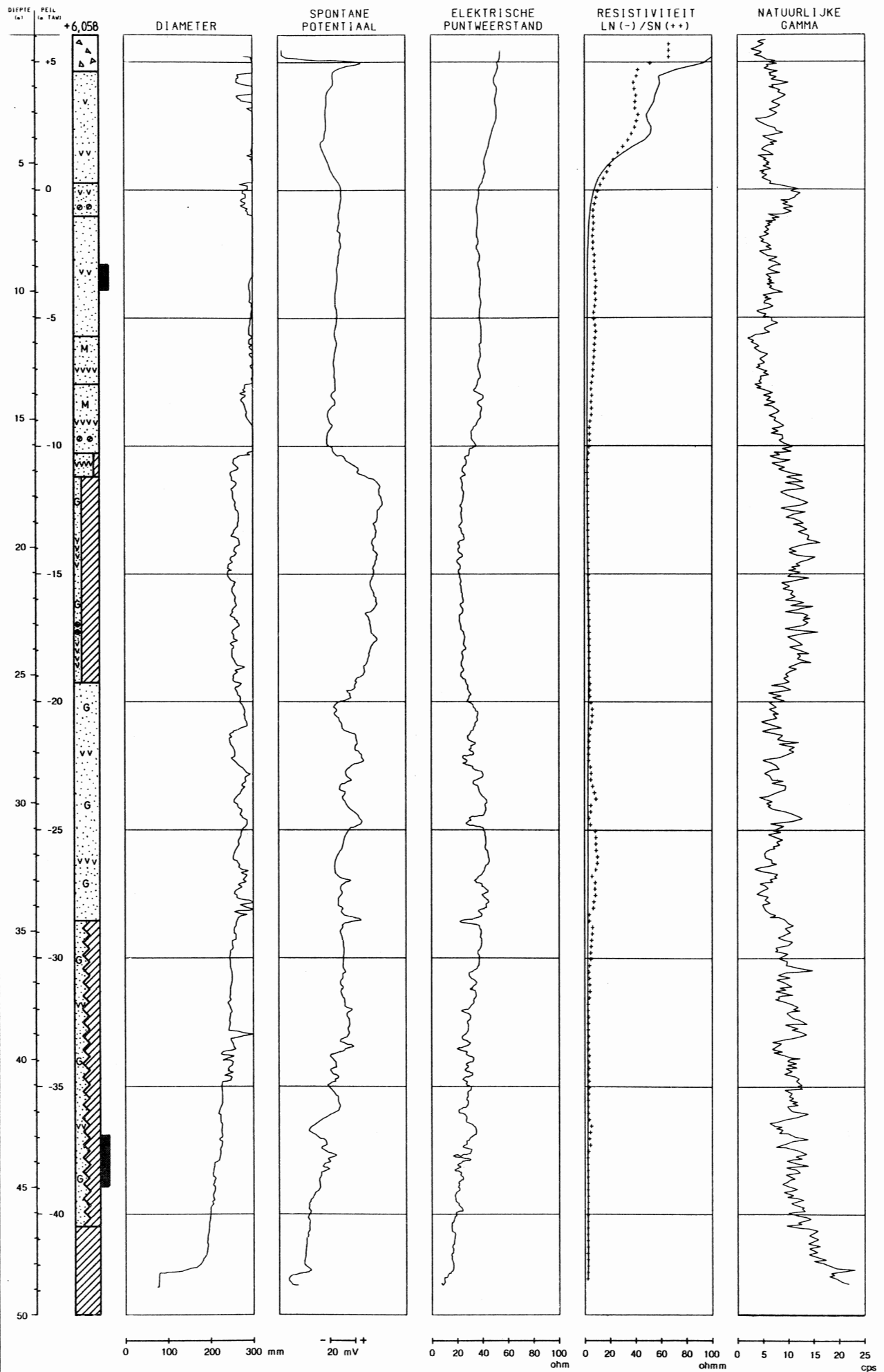
Monster nr.	Beschrijving van de grond	Diepte (m)	
		van	tot
-	donkerbruin fijn zand en stenen	0	1,5
M1	groenbruin fijn zand	1,5	4
M2	bruینگrijs fijn zand met kleine (< 2 mm) brokjes grijze klei en weinig fijn schelpgruis	4	8
M3	grijs fijn zand met grove korrels, kleine brokjes grijze klei en weinig fijn schelpgruis	8	12
M4	groengrijs glaukoniethoudend fijn zand met kleine brokjes groene klei en iets meer schelpgruis	12	16
M5	groengrijs glaukoniethoudend fijn zand met meer kleine brokjes groene klei, schelpgruis en zand- steenbrokjes	16	20
M6	groengrijs glaukoniethoudend middelmatig zand	20	24
M7	idem, tot groengrijs glaukoniethoudend fijn zand	24	28
M8	groengrijs glaukoniethoudend fijn zand met enkele brokjes bruine slappe klei en weinig fijn schelp- gruis	28	32
M9	donkergroengrijs glaukoniethoudend zeer fijn zand met enkele brokjes bruine en groene slappe klei en enkele zandsteenbrokjes	32	36
M10	donkergroengrijs glaukoniethoudend fijn zand met enkele kleine brokjes bruine en groene slappe klei en zeer weinig fijn schelpgruis	36	40
M11	donkergroengrijs glaukoniethoudend weinig kleihoudend fijn zand met zeer weinig schelpgruis en enkele zandsteenbrokjes	40	44

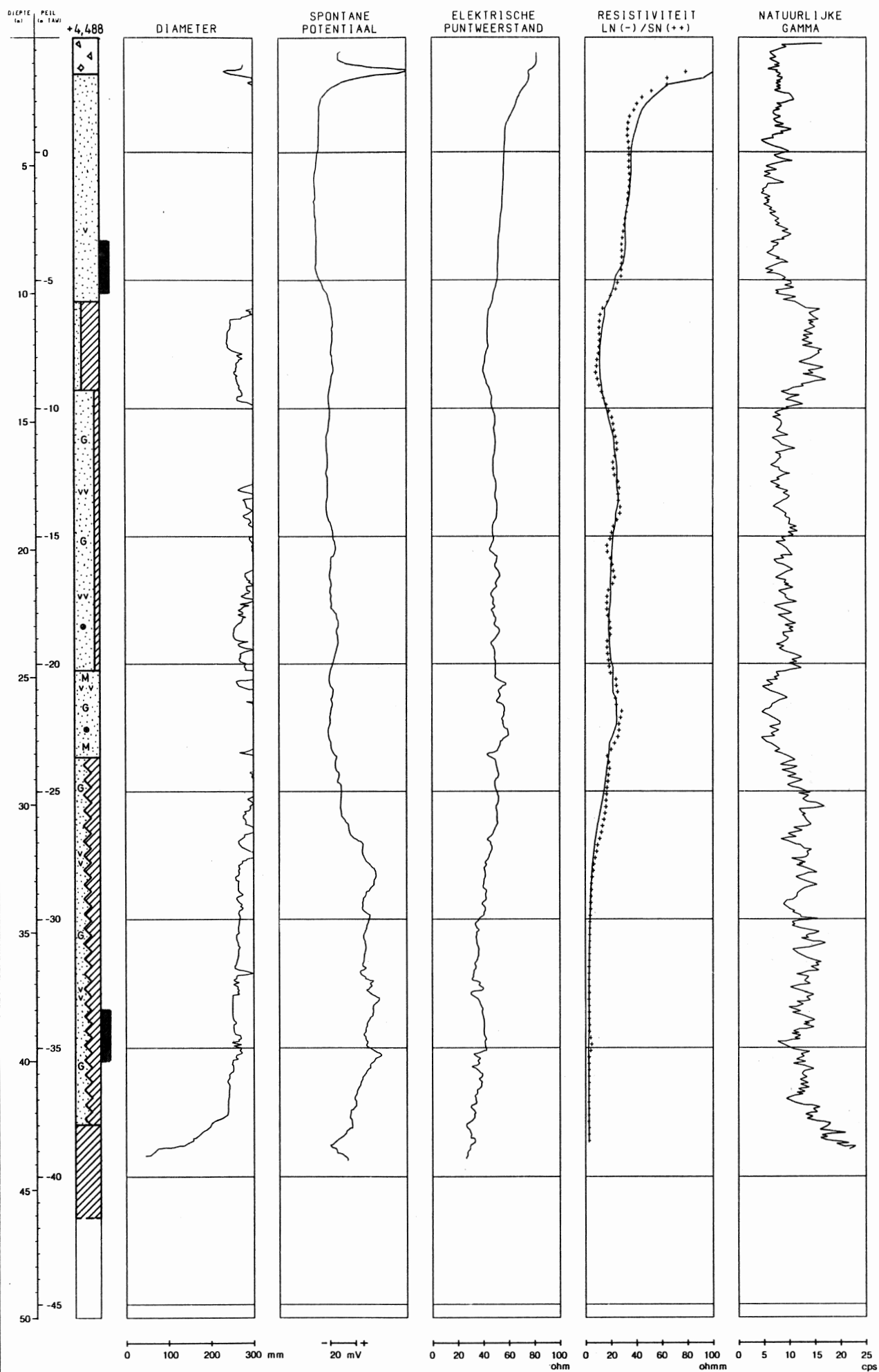
Volgens boorder klei vanaf 40,5 m diepte. Op het terrein werd vastgesteld dat klei aan de boorbeitel kleeft.

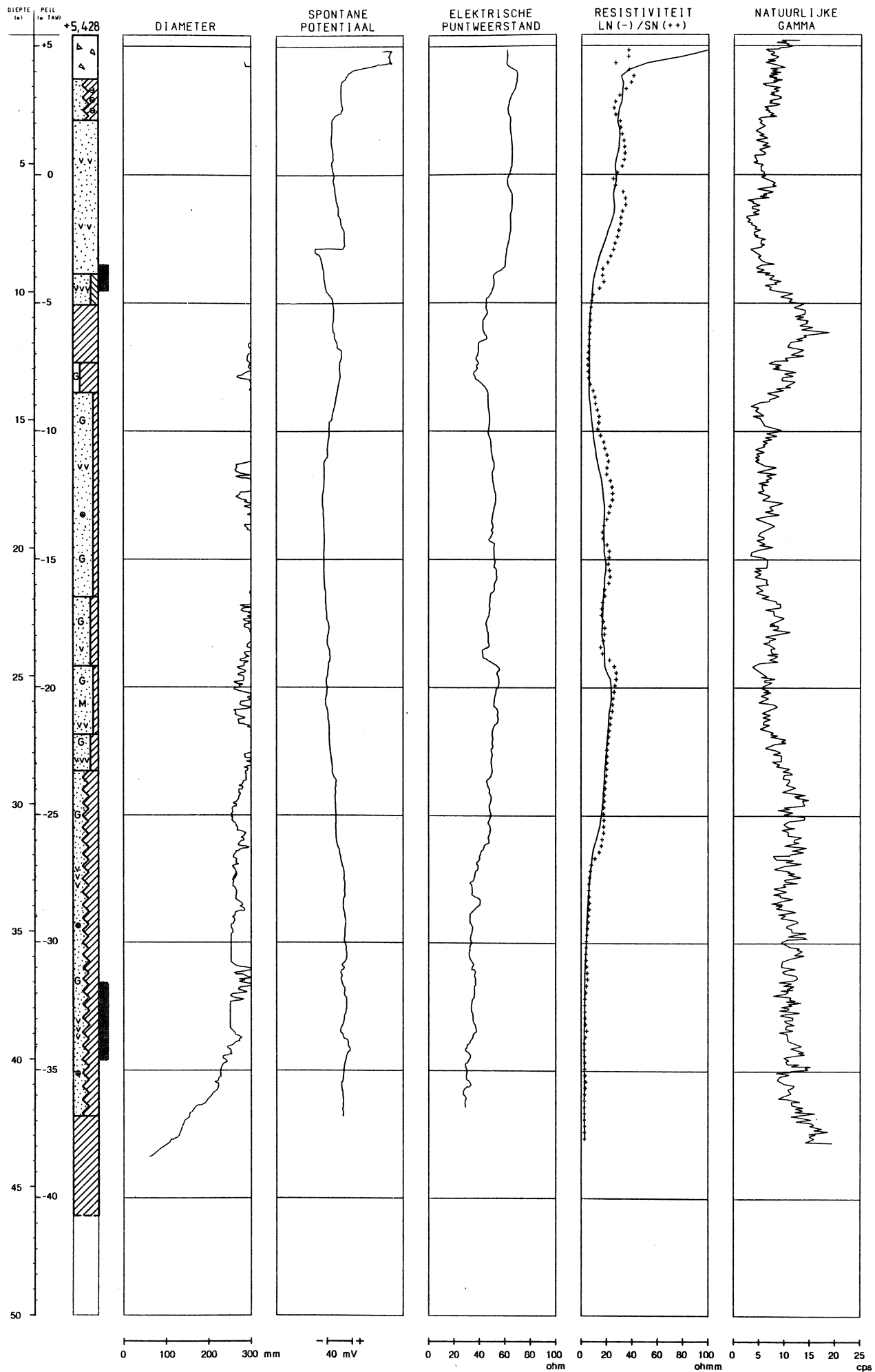
Geologische interpretatie opgesteld met behulp van boorgatmetingen en terreinwaarnemingen :

- Aanvulling : van 0 m tot ca. 1,5 m
- Kwartair : van ca. 1,5 m tot ca. 14 m
- Tertiair :
 - Zand van Vlierzele : van ca. 14 m tot ca. 26 m
 - (kleihoudend) Zand van Pittem : van ca. 26 m tot ca. 40,5 m
 - Klei van Merelbeke : van ca. 40,5 m tot einde boring.

BIJLAGE 2 - BOORGATMETINGEN







BIJLAGE 3 - ANALYSERESULTATEN

BORING B1 - FILTER F1

Onderzoek	Kaartblad <u>Brugge (131)</u>
Datum en uur van staalneming <u>30/6/87</u>	Gemeente <u>Brugge</u>
Staalneming door <u>EP/SVC</u>	Peil maaiveld <u>+ 6,058</u>
Datum van analyse <u>juli 87</u>	Peil grondwater <u>zie boorstaat</u>
Analyse door <u>JB/SVC</u>	Diepte <u>43 - 45 m</u>

Stratigrafie <u>Tertiair : kleihoudend zand van</u> <u>Pittem</u>	Kleur + troebelheid <u>rood, troebel</u>
Vrij CO ₂	Temperatuur van lucht (°C) <u>20,8</u>
Resistiviteit (Ω m) <u>0,383 (veld)</u>	Temperatuur van water (°C) <u>12,1</u>
Geleidbaarheid (μS/cm) <u>31.900 (20°C) (labo)</u>	Reuk <u>loos</u>
pH <u>6,98 (labo) 7,09 (veld)</u>	Smaak <u>zout</u>

Bezinkbare stoffen	< 0,1 ml/l	Verdampingsrest/105°C (mg/l)	25.682
Agressief CO ₂ (mg/l)	0	Verassingsrest/600°C (mg/l)	21.519
Organische stoffen, koud 3 min (mg/l O ₂)	0	Zwevende stoffen/105°C (mg/l)	50,6
Organische stoffen, warm 10 min (mg/l O ₂)	3,46	Zwevende stoffen/600°C (mg/l)	32,8
Opgeloste O ₂ (mg/l)		Zwevende stoffen kleur	roodbruin
B. O. D. 5 dagen 20°C (mg/l)		Zwevende stoffen % calcinatieverlies	35,18
Alkaliteit t.o.v. fenolftaleïne (Fr. °)	0	Totale hardheid (Fr. °)	900,21
Alkaliteit t.o.v. methylovanje (Fr. °)	32,50	Tijdelijke hardheid (Fr. °)	43,97
SiO ₂ (mg/l)	28,93	Blijvende hardheid (Fr. °)	856,24

Ionenbalans

Kationen	Faktor	mg/l	mé	Anionen	Faktor	mg/l	mé
Na ⁺	23,00	4.801,47	208,760	Cl ⁻	35,46	11.977	337,761
K ⁺	39,096	185,42	4,743	SO ₄ ⁻	48,00	1.618,82	33,725
Ca ⁺⁺	20,03	1.553,8	77,574	NO ₃ ⁻	62,00	0,98	0,016
Mg ⁺⁺	12,16	999,8	82,220	NO ₂ ⁻	46,00	0,08	0,002
Fe ⁺⁺⁺ (+Fe ⁺⁺)	27,90	13,34	0,478	HCO ₃ ⁻	61,00	396,50	6,500
Mn ⁺⁺	27,47	1,75	0,064	CO ₃ ⁻	30,00	0	-
NH ₄ ⁺	18,04	11,79	0,654	PO ₄ ⁻	31,67	0,17	0,005
H ⁺	1,00			OH ⁻	17,00		
Totaal (+)			374,493	Totaal (-)			378,009

Opmerkingen :

BORING B1 - FILTER F2

Onderzoek
 Datum en uur van staalneming 30/6/87
 Staalneming door EP/SVC
 Datum van analyse juli 87
 Analyse door JB/SVC

Kaartblad Brugge (131)
 Gemeente Brugge
 Peil maaiveld + 6,058
 Peil grondwater
 Diepte 9 - 10 m

Stratigrafie Kwartair
 Vrij CO₂
 Resistiviteit (Ω m) 0,404 (veld)
 Geleidbaarheid (μS/cm) 28.900 (20°C) (labo)
 pH 7,83 (labo) 7,87 (veld)

Kleur + troebelheid kleurloos, helder
 Temperatuur van lucht (°C) 22,0
 Temperatuur van water (°C) 11,7
 Reuk H₂S
 Smaak matig zout

Bezinkbare stoffen < 0,1 ml/l
 Agressief CO₂ (mg/l) 0
 Organische stoffen, koud 3 min (mg/l O₂) 1,80
 Organische stoffen, warm 10 min (mg/l O₂) 1,84
 Opgeloste O₂ (mg/l)
 B. O. D. 5 dagen 20°C (mg/l)
 Alkaliteit t.o.v. fenolfaleïne (Fr.°) 0
 Alkaliteit t.o.v. methylovanje (Fr.°) 31,40
 SiO₂ (mg/l) 12,96

Verdampingsrest/105°C (mg/l) 22,676
 Verassingsrest/600°C (mg/l) 19,811
 Zwevende stoffen/105°C (mg/l) 18,6
 Zwevende stoffen/600°C (mg/l) 12,2
 Zwevende stoffen kleur bleekgeel
 Zwevende stoffen % calcinatieverlies 34,41
 Totale hardheid (Fr.°) 425,30
 Tijdelijke hardheid (Fr.°) 69,11
 Blijvende hardheid (Fr.°) 356,19

Ionenbalans

Kationen	Faktor	mg/l	mé	Anionen	Faktor	mg/l	mé
Na ⁺	23,00	6.058,82	263,427	Cl ⁻	35,46	11,292	318,443
K ⁺	39,096	270,39	6,916	SO ₄ ²⁻	48,00	1.516,54	31,595
Ca ⁺⁺	20,03	275,5	13,754	NO ₃ ⁻	62,00	0	-
Mg ⁺⁺	12,16	834,18	68,600	NO ₂ ⁻	46,00	0,13	0,003
Fe ⁺⁺⁺ (+Fe ⁺⁺)	27,90	0,45	0,016	HCO ₃ ⁻	61,00	383,08	6,280
Mn ⁺⁺	27,47	0,59	0,021	CO ₃ ²⁻	30,00	0	-
NH ₄ ⁺	18,04	8,70	0,482	PO ₄ ³⁻	31,67	6,96	0,220
H ⁺	1,00			OH ⁻	17,00		
Totaal (+)			353,216	Totaal (-)			356,541

Opmerkingen :

BORING B2 - FILTER F1

Onderzoek
 Datum en uur van staalneming 1/7/87
 Staalneming door EP/SVC
 Datum van analyse juli 87
 Analyse door JB/SVC

Kaartblad Brugge (131)
 Gemeente Brugge
 Peil maaiveld + 4,488
 Peil grondwater zie boorstaat
 Diepte 38,40 m

Stratigrafie Tertiair : kleihoudend zand van
 Pittem
 Vrij CO₂
 Resistiviteit (Ω m) 0,416 (veld)
 Geleidbaarheid (μS/cm) 29.500 (20°C) (labo)
 pH 7,08 (labo) 7,31 (veld)

Kleur + troebelheid bleekgeel, helder
 Temperatuur van lucht (°C) 20,9
 Temperatuur van water (°C) 12,9
 Reuk loos
 Smaak zout

Bezinkbare stoffen < 0,1 ml/l
 Agressief CO₂ (mg/l) 0
 Organische stoffen, koud 3 min (mg/l O₂) 0
 Organische stoffen, warm 10 min (mg/l O₂) 1,84
 Opgeloste O₂ (mg/l)
 B. O. D. 5 dagen 20°C (mg/l)
 Alkaliteit t.o.v. fenolftaleïne (Fr. °) 0
 Alkaliteit t.o.v. methylovanje (Fr. °) 18,50
 SiO₂ (mg/l) 28,93

Verdampingsrest/105°C (mg/l) 23,284
 Verassingsrest/600°C (mg/l) 18,409
 Zwevende stoffen/105°C (mg/l) 29,0
 Zwevende stoffen/600°C (mg/l) 17,4
 Zwevende stoffen kleur bruin
 Zwevende stoffen % calcinatieverlies 40,0
 Totale hardheid (Fr. °) 885,97
 Tijdelijke hardheid (Fr. °) 28,00
 Blijvende hardheid (Fr. °) 857,97

Ionenbalans

Kationen	Faktor	mg/l	mé	Anionen	Faktor	mg/l	mé
Na ⁺	23,00	3.891,37	169,190	Cl ⁻	35,46	10.716	302,200
K ⁺	39,096	191,30	4,893	SO ₄ ²⁻	48,00	1.393,47	29,031
Ca ⁺⁺	20,03	1.717,5	85,746	NO ₃ ⁻	62,00	0	-
Mg ⁺⁺	12,16	902,75	74,239	NO ₂ ⁻	46,00	0,26	0,006
Fe ⁺⁺⁺ (+Fe ⁺⁺)	27,90	8,85	0,317	HCO ₃ ⁻	61,00	225,70	3,700
Mn ⁺⁺	27,47	2,52	0,092	CO ₃ ²⁻	30,00	0	-
NH ₄ ⁺	18,04	7,18	0,398	PO ₄ ³⁻	31,67	0,17	0,005
H ⁺	1,00			OH ⁻	17,00		
Totaal (+)			334,875	Totaal (-)			334,942

Opmerkingen :

BORING B2 - FILTER F2

Onderzoek
 Datum en uur van staalneming 1/7/87
 Staalneming door EP/SVC
 Datum van analyse juli 87
 Analyse door JB/SVC

Kaartblad Brugge (131)
 Gemeente Brugge
 Peil maaiveld + 4,488
 Peil grondwater zie boorstaat
 Diepte 8 - 10 m

Stratigrafie Kwartair
 Vrij CO₂
 Resistiviteit (Ω m) 8,037 (veld)
 Geleidbaarheid (μS/cm) 1703 (20°C) (labo)
 pH 7,39 (labo) 7,27 (veld)

Kleur + troebelheid bleekgeel, helder
 Temperatuur van lucht (°C) 22,9
 Temperatuur van water (°C) 12,3
 Reuk loos
 Smaak matig brak

Bezinkbare stoffen < 0,1 ml/l
 Agressief CO₂ (mg/l) 0
 Organische stoffen, koud 3 min (mg/l O₂) 0,14
 Organische stoffen, warm 10 min (mg/l O₂) 3,96
 Opgeloste O₂ (mg/l)
 B. O. D. 5 dagen 20°C (mg/l)
 Alkaliteit t.o.v. fenoltaleïne (Fr.°) 0
 Alkaliteit t.o.v. methylooranje (Fr.°) 33,80
 SiO₂ (mg/l) 14,90

Verdampingsrest/105°C (mg/l) 1107
 Verassingsrest/600°C (mg/l) 913
 Zwevende stoffen/105°C (mg/l) 0
 Zwevende stoffen/600°C (mg/l) 0
 Zwevende stoffen kleur oranje
 Zwevende stoffen % calcinatieverlies
 Totale hardheid (Fr.°) 59,18
 Tijdelijke hardheid (Fr.°) 34,13
 Blijvende hardheid (Fr.°) 25,05

Ionenbalans

Kationen	Faktor	mg/l	mé	Anionen	Faktor	mg/l	mé
Na ⁺	23,00	116,18	5,051	Cl ⁻	35,46	180,42	5,088
K ⁺	39,096	17,75	0,454	SO ₄ ²⁻	48,00	243,26	5,068
Ca ⁺⁺	20,03	162,2	8,098	NO ₃ ⁻	62,00	1,29	0,021
Mg ⁺⁺	12,16	28,29	2,326	NO ₂ ⁻	46,00	0,10	0,002
Fe ⁺⁺⁺ (+Fe ⁺⁺)	27,90	2,62	0,094	HCO ₃ ⁻	61,00	412,36	6,760
Mn ⁺⁺	27,47	0,51	0,019	CO ₃ ⁻	30,00	0	-
NH ₄ ⁺	18,04	4,52	0,251	PO ₄ ³⁻	31,67	0,26	0,008
H ⁺	1,00			OH ⁻	17,00		
Totaal (+)			16,293	Totaal (-)			16,947

Opmerkingen :

BORING B3 - FILTER F1

Onderzoek
 Datum en uur van staalneming 29/6/87
 Staalneming door EP/SVC
 Datum van analyse juli 87
 Analyse door JB/SVC

Kaartblad Brugge (131)
 Gemeente Brugge
 Peil maaiveld + 5,428
 Peil grondwater zie boorstaat
 Diepte 37 - 40 m

Stratigrafie Tertiair : kleihoudend zand van
 Pittem
 Vrij CO₂
 Resistiviteit (Ω m) 0,424 (veld)
 Geleidbaarheid (μS/cm) 29,500 (20°C) (labo)
 pH 7,17 (labo) 7,11 (veld)

Kleur + troebelheid geel, licht troebel
 Temperatuur van lucht (°C) 28,8
 Temperatuur van water (°C) 13,2
 Reuk loos
 Smaak zout

Bezinkbare stoffen < 0,1 ml/l
 Agressief CO₂ (mg/l) 0
 Organische stoffen, koud 3 min (mg/l O₂) 0,34
 Organische stoffen, warm 10 min (mg/l O₂) 3,24
 Opgeloste O₂ (mg/l)
 B. O. D. 5 dagen 20°C (mg/l)
 Alkaliteit t.o.v. fenolftaleïne (Fr.°) 0
 Alkaliteit t.o.v. methyloranje (Fr.°) 41,80
 SiO₂ (mg/l) 32,34

Verdampingsrest/105°C (mg/l) 27,204
 Verassingsrest/600°C (mg/l) 18,504
 Zwevende stoffen/105°C (mg/l) 42,2
 Zwevende stoffen 600°C (mg/l) 22,4
 Zwevende stoffen kleur bruin
 Zwevende stoffen % calcinatieverlies 46,92
 Totale hardheid (Fr.°) 578,86
 Tijdelijke hardheid (Fr.°) 47,18
 Blijvende hardheid (Fr.°) 531,68

Ionenbalans

Kationen	Faktor	mg/l	mé	Anionen	Faktor	mg/l	mé
Na ⁺	23,00	4.746,32	206,362	Cl ⁻	35,46	10.041	283,164
K ⁺	39,096	171,87	4,396	SO ₄ ²⁻	48,00	1.552,35	32,341
Ca ⁺⁺	20,03	1.009,8	50,414	NO ₃ ⁻	62,00	1,73	0,028
Mg ⁺⁺	12,16	668,36	54,964	NO ₂ ⁻	46,00	0,11	0,002
Fe ⁺⁺⁺ (+Fe ⁺⁺)	27,90	9,25	0,332	HCO ₃ ⁻	61,00	509,96	8,360
Mn ⁺⁺	27,47	1,83	0,067	CO ₃ ⁻	30,00	0	-
NH ₄ ⁺	18,04	10,84	0,601	PO ₄ ³⁻	31,67	0,11	0,003
H ⁺	1,00			OH ⁻	17,00		
Totaal (+)			317,136	Totaal (-)			323,898

Opmerkingen :

BORING B3 - FILTER F2

Onderzoek
 Datum en uur van staalneming 29/6/87
 Staalneming door EP/SVC
 Datum van analyse juli 87
 Analyse door JB/SVC

Kaartblad Brugge (131)
 Gemeente Brugge
 Peil maaiveld + 5,428
 Peil grondwater zie boorstaat
 Diepte 9 - 10 m

Stratigrafie Kwartair
 Vrij CO₂
 Resistiviteit (Ω m) 6,464 (veld)
 Geleidbaarheid (μS/cm) 1990 (20°C) (labo)
 pH 7,98 (labo) 7,90 (veld)

Kleur + troebelheid bleekgeel, helder
 Temperatuur van lucht (°C) 29,7
 Temperatuur van water (°C) 16,5
 Reuk H₂S
 Smaak matig brak

Bezinkbare stoffen < 0,1 ml/l
 Agressief CO₂ (mg/l) 0
 Organische stoffen, koud 3 min (mg/l O₂) 1,04
 Organische stoffen, warm 10 min (mg/l O₂) 7,36
 Opgeloste O₂ (mg/l)
 B. O. D. 5 dagen 20°C (mg/l)
 Alkaliteit t.o.v. fenolftaleïne (Fr.°) 0
 Alkaliteit t.o.v. methyloranje (Fr.°) 48,20
 SiO₂ (mg/l) 28,16

Verdampingsrest/105°C (mg/l) 1.021
 Verassingsrest/600°C (mg/l) 835
 Zwevende stoffen/105°C (mg/l) 0
 Zwevende stoffen/600°C (mg/l) 0
 Zwevende stoffen kleur bleekgeel
 Zwevende stoffen % calcinatieverlies
 Totale hardheid (Fr.°) 42,79
 Tijdelijke hardheid (Fr.°) 25,80
 Blijvende hardheid (Fr.°) 16,99

Ionenbalans

Kationen	Faktor	mg/l	mé	Anionen	Faktor	mg/l	mé
Na ⁺	23,00	176,84	7,689	Cl ⁻	35,46	240,94	6,795
K ⁺	39,096	30,32	0,776	SO ₄ ⁻	48,00	76,35	1,591
Ca ⁺⁺	20,03	102,1	5,097	NO ₃ ⁻	62,00	0,75	0,012
Mg ⁺⁺	12,16	38,64	3,178	NO ₂ ⁻	46,00	0,36	0,008
Fe ⁺⁺⁺ (+Fe ⁺⁺)	27,90	1,05	0,038	HCO ₃ ⁻	61,00	588,04	9,640
Mn ⁺⁺	27,47	0,58	0,021	CO ₃ ⁻	30,00	0	-
NH ₄ ⁺	18,04	43,83	2,430	PO ₄ ⁻	31,67	7,45	0,235
H ⁺	1,00			OH ⁻	17,00		
Totaal (+)			19,229	Totaal (-)			18,281

Opmerkingen :

BORING B4 - FILTER F1

Onderzoek
 Datum en uur van staalneming 2/7/87
 Staalneming door EP/SVC
 Datum van analyse juli 87
 Analyse door JB/SVC

Kaartblad Brugge (131)
 Gemeente Brugge
 Peil maaiveld + 5,547
 Peil grondwater zie boorstaat
 Diepte 36 - 38 m

Stratigrafie Tertiair : kleihoudend zand van Pittem
 Vrij CO₂
 Resistiviteit (Ω m) 7,207 (veld)
 Geleidbaarheid (μS/cm) 1745 (20°C) (labo)
 pH 7,73 (labo) 7,50 (veld)

Kleur + troebelheid kleurloos, helder
 Temperatuur van lucht (°C) 20,5
 Temperatuur van water (°C) 12,8
 Reuk loos
 Smaak matig brak

Bezinkbare stoffen < 0,1 ml/l
 Agressief CO₂ (mg/l) 0
 Organische stoffen, koud 3 min (mg/l O₂) 0,68
 Organische stoffen, warm 10 min (mg/l O₂) 3,63
 Opgeloste O₂ (mg/l)
 B. O. D. 5 dagen 20°C (mg/l)
 Alkaliteit t.o.v. fenolftaleïne (Fr.°) 0
 Alkaliteit t.o.v. methylooranje (Fr.°) 60,30
 SiO₂ (mg/l) 40,35

Verdampingsrest/105°C (mg/l) 1.193
 Verassingsrest/600°C (mg/l) 881
 Zwevende stoffen/105°C (mg/l) 0
 Zwevende stoffen/600°C (mg/l) 0
 Zwevende stoffen kleur bleekgeel
 Zwevende stoffen % calcinatieverlies -
 Totale hardheid (Fr.°) 52,11
 Tijdelijke hardheid (Fr.°) 50,46
 Blijvende hardheid (Fr.°) 2,25

Ionenbalans

Kationen	Faktor	mg/l	mé	Anionen	Faktor	mg/l	mé
Na ⁺	23,00	186,90	8,126	Cl ⁻	35,46	157,38	4,438
K ⁺	39,096	36,67	0,938	SO ₄ ²⁻	48,00	96,11	2,002
Ca ⁺⁺	20,03	124,5	6,216	NO ₃ ⁻	62,00	1,02	0,016
Mg ⁺⁺	12,16	47,24	3,885	NO ₂ ⁻	46,00	0,29	0,006
Fe ⁺⁺⁺ (+Fe ⁺⁺)	27,90	0,41	0,015	HCO ₃ ⁻	61,00	735,66	12,060
Mn ⁺⁺	27,47	0,46	0,017	CO ₃ ²⁻	30,00	0	-
NH ₄ ⁺	18,04	1,00	0,055	PO ₄ ³⁻	31,67	0,43	0,014
H ⁺	1,00			OH ⁻	17,00		
Totaal (+)			19,252	Totaal (-)			18,536

Opmerkingen :

BORING B4 - FILTER F2

Onderzoek
 Datum en uur van staalneming 2/7/87
 Staalneming door EP/SVC
 Datum van analyse juli 87
 Analyse door JB/SVC

Kaartblad Brugge (131)
 Gemeente Brugge
 Peil maaiveld + 5,547
 Peil grondwater zie boorstaat
 Diepte 5 - 7 m

Stratigrafie Kwartair
 Vrij CO₂
 Resistiviteit (Ω m) 13,356 (veld)
 Geleidbaarheid (μS/cm) 972 (20°C) (labo)
 pH 7,60 (labo) 7,41 (veld)

Kleur + troebelheid bleekgeel, helder
 Temperatuur van lucht (°C) 20,0
 Temperatuur van water (°C) 11,6
 Reuk loos
 Smaak zwak zoet

Bezinkbare stoffen < 0,1 ml/l
 Agressief CO₂ (mg/l) 0
 Organische stoffen, koud 3 min (mg/l O₂) 1,00
 Organische stoffen, warm 10 min (mg/l O₂) 7,03
 Opgeloste O₂ (mg/l)
 B. O. D. 5 dagen 20°C (mg/l)
 Alkaliteit t.o.v. fenolftaleïne (Fr.°) 0
 Alkaliteit t.o.v. methylooranje (Fr.°) 36,60
 SiO₂ (mg/l) 37,72

Verdampingsrest/105°C (mg/l) 608
 Verassingsrest/600°C (mg/l) 412
 Zwevende stoffen/105°C (mg/l) 2,0
 Zwevende stoffen/600°C (mg/l) 0
 Zwevende stoffen kleur bleekbruin
 Zwevende stoffen % calcinatieverlies 100
 Totale hardheid (Fr.°) 33,04
 Tijdelijke hardheid (Fr.°) 27,75
 Blijvende hardheid (Fr.°) 5,29

Ionenbalans

Kationen	Faktor	mg/l	mé	Anionen	Faktor	mg/l	mé
Na ⁺	23,00	72,84	3,167	Cl ⁻	35,46	81,58	2,301
K ⁺	39,096	20,20	0,517	SO ₄ ²⁻	48,00	10,70	0,223
Ca ⁺⁺	20,03	100,7	5,027	NO ₃ ⁻	62,00	1,42	0,023
Mg ⁺⁺	12,16	7,5	0,617	NO ₂ ⁻	46,00	0,11	0,002
Fe ⁺⁺⁺ (+Fe ⁺⁺)	27,90	2,25	0,081	HCO ₃ ⁻	61,00	446,52	7,320
Mn ⁺⁺	27,47	0,50	0,020	CO ₃ ⁻	30,00	0	-
NH ₄ ⁺	18,04	4,19	0,232	PO ₄ ³⁻	31,67	5,41	0,171
H ⁺	1,00			OH ⁻	17,00		
Totaal (+)			9,661	Totaal (-)			10,040

Opmerkingen :