

16x Met zeer hoogachtende groetes
De Moor
B1/1

Geo-elektrische Prospektie in het Kustgebied en in de Vlaamse Vallei



Vlaams Instituut voor de Zee
Flemish Marine Institute

door
R. MARECHAL, W. DE BREUCK
& G. DE MOOR (Gent)
Centrum voor Hydrogeologisch Onderzoek
Rijksuniversiteit Gent

(Onderzoek gesubsidieerd door het IWONL)

13065

1. Inleiding

De geo-elektrische prospektie werd aangewend voor de bepaling van de afmetingen en van de lithologische kenmerken van het freatisch zoetwaterreservoir. Hierbij werd gebruik gemaakt van de resistiviteitsmethode volgens de Wenner - opstelling, zoals beschreven door G. De Moor & W. De Breuck (1962 en 1965) en door G. De Moor (1963).

Het onderzoek had betrekking op twee gebieden (fig. 1) : enerzijds het Oostelijk Kustgebied (ongeveer 400 km² ten noorden van Brugge op de kaartbladen Blankenberge, Heist, Westkapelle, Houtave, Brugge en Moerkerke) en anderzijds de Vlaamse Vallei (ongeveer 400 km² ten noorden van Gent op de kaartbladen Bassevelde, Zelzate, Langelede, Evergem, Lochristi, Zeveneken en Watervliet).

In het totaal werden in 1965 en 1966 ongeveer 1200 geo-elektrische sonderingen uitgevoerd. In beide gebieden werden daarenboven boringen geslagen (20 tot 30 m diep), waarvan de meeste het tertiaire substraat bereikten. Alle boringen werden zonder inspoeling met voerbuizen uitgevoerd. Om de halve meter werden monsters genomen. Deze boringen waren in de eerste plaats bedoeld als controle van het geo-elektrisch onderzoek.

In elk van de verkenningsboringen werden één of meer bronbuizen aangebracht, met een filterlengte van 50 of 100 cm en een diameter van 32, 40, 60 of 100 mm. Een aantal waterstalen, afkomstig van de boringen, werden door BECEWA chemisch ontleed. Wateranalyses zijn ook voor interpretatie der geo-elektrische sonderingen noodzakelijk.

De gegevens van het geo-elektrisch onderzoek zijn reeds tot een eerste voorlopig basisdocument verwerkt : een overzichtskaart van de diepte van het eerste geo-elektrisch contactvlak onder de grondwatertop. De resultaten van de geo-elektrische sonderingen weerspiegelen gedeeltelijk en in het Oostelijk Kustgebied bijna uitsluitend de chemische kenmerken van het grondwater en meer bepaald de diepte, waarop verzilting voorkomt.

Alhoewel de interpretatie van deze geo-elektrische gegevens in verband met de diepte van het contactvlak nog slechts in het beginstadium is, konden toch reeds enkele algemene vaststellingen betreffende de hydrologische gesteldheid van de beide gebieden gedaan worden.

2. De Vlaamse Vallei

In de Vlaamse Vallei komt een overwegend zandig dek voor, dat hetzij volledig hetzij tot op een bepaalde diepte verzadigd is met zoet water en waarvan de resistiviteit schommelt tussen 40 en 200 ohm-m. Enkel in het poldergebied wordt dit zandig dek door een kleiige laag van geringe dikte bedekt, die echter bij de interpretatie van de geo-elektrische sonderingen meestal mag verwaarloosd worden.

In dit gebied kunnen vier hydrogeologisch homogene zones onderscheiden worden (fig. 2).

Zone 1 ligt in het noorden en wordt gekenmerkt door een algemeen voorkomende verzilting onder een zoetwaterlaag van wisselende dikte. Het geo-elektrisch contact, dat als het contact tussen het zoete en het verzilte water geïnterpreteerd werd, doet zich voor op een onderliggende laag met een zeer geringe resistiviteit, waarvan de waarde schommelt tussen 2 en 11 ohm-m.

Zone 2 omvat het centrale en grootste gedeelte van het gebied. In deze zone rust een overwegend zandig dek, dat volledig met zoet water verzadigd is en waarvan de dikte sterk varieert, op een kleilaag met resistiviteit van 11-14 ohm-m. Deze kleilaag werd stratigrafisch als de Bartoonklei (Asc van de geologische kaart) geïnterpreteerd.

Zone 3 omvat een klein gebied in het noordoosten en is hydrogeologisch en geo-elektrisch vergelijkbaar met zone 2. De resistiviteit van de onderlaag schommelt tussen 8 en 12 ohm-m. Op grond van geometrische argumenten werd deze onderlaag voorlopig als een kleilig complex van eooligocene ouderdom beschouwd.

Zone 4 komt voor in het zuidwesten. Ze verschilt van de vorige twee zones doordat de contactdiepten veel groter worden en de resistiviteit van de onderlaag schommelt tussen 12 en

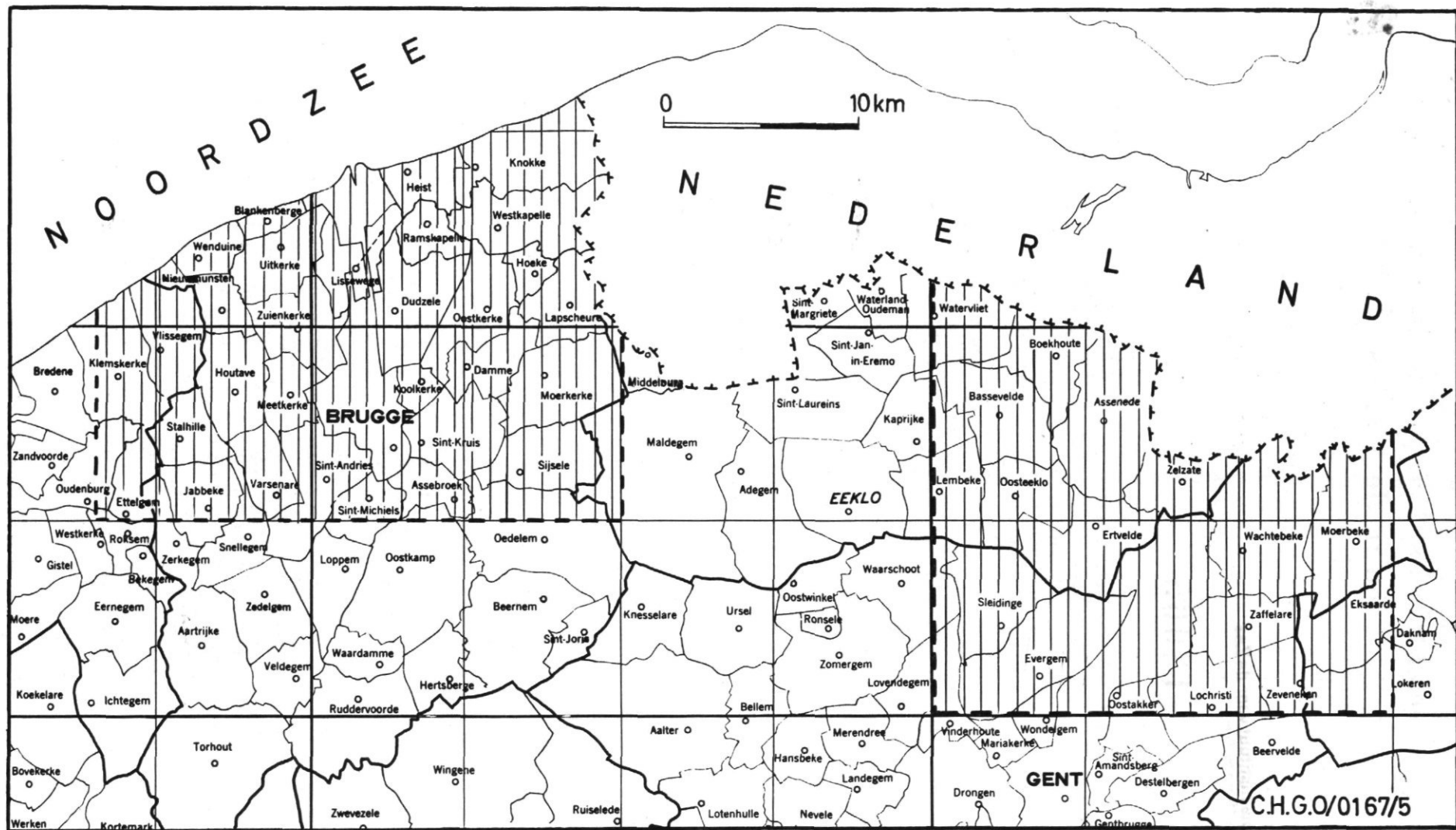


Fig. 1. — Ligging van de bestudeerde gebieden



Fig. 2. — Geo-elektrische contactvlakken in de Vlaamse Vallei.

Dikke lijn : grens tussen hydrogeologisch homogene zones

Dunne lijn : isopache van het freatisch zoetwaterreservoir

Stippellijn : zuidergrens van het Asd.

18 ohm-m. Het contactvlak werd geïnterpreteerd als de top van de Onder-Paniseliaanklei.

Fig. 2 geeft het algemeen verloop van het geoelektrisch contactvlak in deze verschillende zones. Dit wordt aangegeven door isopachen, die de dikte weergeven van de zandige bovenlaag met freatisch zoet water.

ZONE 1

In het reliëf van het verziltingsoppervlak komen naast vrij vlakke platen (bv. ten oosten van

Watervliet en ten noorden van Assenede) ook koepels voor, waar de zoetwaterlaag plaatselijk minder dan 5 m dik is (Bassevelde-Doorntje, ten westen van Assenede, ten zuiden van Boekhoute, St. Franciscuspolder te Zelzate en St. Elooispolder te Wachtebeke). Elders treft men geulen en afgesloten kommen aan, waar de zoetwaterlaag soms meer dan 25 m dik wordt (ten westen van Bassevelde-Doorntje, in de Laureinenpolder ten westen van Boekhoute, in de Albrechtspolder ten noorden van Assenede).

De grens van de verzilte zone reikt bijna overal tot bezuiden de rijksgrens en dikwijls ook vrij ver ten zuiden van de poldergrens. Ze loopt over Bassevelde, Assenede, Zelzate, Wachtebeke-Overslag en Moerbeke-Kruisstraat. Ten noorden van deze grens ligt een zone waar de resistiviteit van de onderlaag stijgt, terwijl de kontaktdiepte toeneemt. Hierdoor verlopen de isopachen van het freatisch zoetwaterreservoir nagenoeg parallel met de verziltingsgrens.

Door deze toename van de resistiviteit wordt de interpretatie van de geo-elektrische metingen bemoeilijkt, vermits de resistiviteit hierbij die van de kleilaag benadert, die ten zuiden van de verziltingsgrens de onderlaag vormt.

Nochtans lopen de zoetwaterisopachen niet altijd evenwijdig met de verziltingsgrens. Dat is o.a. het geval ten westen van Bassevelde, waar een diepe zoetwatergeul tamelijk ver noordwaarts in het verzilte gebied doordringt. Deze geul sluit aan bij een diepe geul in de basis van het freatisch zoetwaterreservoir ten zuiden van de verziltingsgrens en kan verklaard worden door een ondergrondse aanvoer van zoet water uit dit laatste gebied.

Het algemeen rechtlijnig verloop van de zuidergrens van de verzilting staat in verband met de relatieve homogeniteit en de grote dikte van het zandige, freatische waterreservoir.

Mits een voldoende kennis van de verbreiding, van de diepte en van de genese van de verzilting zouden de diepe zoetwatergeulen in dit gebied voor lokale waterbevoorrading kunnen gebruikt worden. Het gevaar bestaat echter dat bij een niet oordeelkundige exploitatie van de freatische zoetwaterreserves ten zuiden van de verziltingsgrens, deze grens naar het zuiden zou kunnen verschuiven, hetgeen voor de waterwinningen zeer nadelige gevolgen zou hebben.

ZONE 2

Het reliëf van het oppervlak van de Bartoonklei is sterk wisselend. De kontaktdiepten variëren immers van minder dan 10 m (peil ongeveer — 3 O.P.) tot 35 m (peil ongeveer — 30 O.P.) respectievelijk in de omgeving van Zaffelare en ten noordwesten van Sleidinge. In het grootste gedeelte van deze zone is dit reliëf toe te schrijven aan een kwartaire erosie en komen alleen kwartaire sedimenten boven de Bartoonklei voor.

Nochtans is het oppervlak van de Bartoonklei in deze zone niet overal een kwartair erosieoppervlak. De boringen, die ten noorden van de lijn Assenede-Zelzate-Wachtebeke-Eksaarde uitgevoerd werden, tonen immers aan dat het zandig dek boven de Bartoonklei daar ook jongere Bartoonzanden omvat (Asd van de geologische kaart). Ten noorden van deze lijn, die op fig. 2 getekend is, werd het geo-elektrisch contactvlak

geïnterpreteerd als een grensvlak tussen twee verschillende tertiaire afzettingen (nl. Bartoonklei en Bartoonzand), waarvan de bovenste zich geo-elektrisch niet van het kwartair dek onderscheidt.

Het verloop van de zuidergrens van het Bartoonzand kan niet uit het geo-elektrisch onderzoek alleen afgeleid worden. Deze grenslijn werd getekend op grond van geometrische argumenten, die uit het geo-elektrisch gemeten peil van het Bartoonklei-oppervlak en uit het peil van het kwartaire erosieoppervlak in de Bartoonzanden afgeleid werden. Het kwartair erosieoppervlak in de Bartoonzanden kan alleen door boringen bepaald worden.

Het zandig dek, waarvan de isopachen op fig. 2 voorgesteld zijn, is dus stratigrafisch geen homogeen geheel. In het noordoosten van deze zone omvat het immers tertiaire en kwartaire sedimenten, terwijl het elders alleen uit kwartaire afzettingen bestaat.

In hoeverre variaties in de resistiviteit van de bovenlaag verband houden met lithologische en hydraulische kenmerken van het freatisch waterreservoir, dient nog verder bestudeerd te worden. Wel werd met boringen vastgesteld dat de reeds vernoemde Bartoonzanden meestal fijn zijn en soms kleiige intercalaties bevatten. Bovendien bleek dat in het hoofdzakelijk zandige kwartaire dek venige en lemige tussenlagen voorkomen als ook grove, grindachtige, schelphoudende, waterrijke zandlagen. Deze laatste afzettingen werden vooral in de diepste geulen van het kwartair erosieoppervlak aangetroffen. Daar ze meestal niet boven het peil — 3 O.P. voorkomen, kunnen de gebieden waar ze hydrogeologisch van belang zijn, uit fig. 2 afgeleid worden. Deze gebieden omvatten de zones waar de kwartaire afzettingen meer dan 25 m dik zijn, d.w.z. de zone tussen Kaprijke, Lembeke, Waarschoot, Sleidinge, Oost-eeklo en Bassevelde.

Langs de zuidergrens van zone 2 komt een overgangsstrook voor, waar de resistiviteit van de onderlaag stijgt tot 15-20 ohm-m (gebied tussen Oostakker en Lochristi) of waar de interpretatie van de geo-elektrische sonderingen op grote kontaktdiepten zou wijzen (ongeveer 40 m tussen Waarschoot en Sleidinge). Daar deze resultaten voor een gedeelte noch hydrologisch noch geologisch bevredigend te verklaren zijn, kan men aannemen dat men hier te doen heeft met drielagige of meermalagige systemen, met dunne naar het zuiden uitwiggende kleilagen van het Bartoon. Het tracé van de zuidergrens van zone 2 is dan ook gedeeltelijk gesteund op de boorgegevens en op geometrische argumenten.

ZONE 3

Deze zone komt voor ten noorden van Moerbeke en beslaat binnen het testgebied slechts een kleine oppervlakte.

Het geo-elektrisch contact werd gemeten tussen 17 en 30 m en werd geïnterpreteerd als de top van een kleiig facies aan de overgang tussen Eoceen en Oligoceen (Boven-Bartoon, Tongeriaan en/of Onder-Rupeliaan). Hydrogeologisch is deze zone verder te vergelijken met zone 2. Of de bovenlaag uitsluitend uit kwartaire zandige sedimenten bestaat ofwel nog onderaan tertiaire zanden omvat, blijft tot nog toe een open vraag.

ZONE 4

In deze zone werden geo-elektrisch zeer grote contactdiepten gemeten (50-60 m), die zuidwaarts geleidelijk verminderen. De lijnen op fig. 2 geven de totale dikte aan van de bovenliggende zandige sedimenten.

In deze zone is het echter niet mogelijk het bedolven erosievlak aan de top van de tertiaire formaties met geo-elektrische sonderingen te reconstrueren, daar de bovenliggende zandige kwartaire afzettingen lithologisch niet voldoende verschillen van de onderliggende tertiaire formaties. Uit bestaande gegevens blijkt evenwel voldoende dat dit gebied eveneens tot de Vlaamse Vallei behoort en dat de dikte van het Kwartair tussen 15 en 30 m schommelt. Zoals uit diverse waarnemingen bleek, kan een analoge litho-stratigrafische opbouw van de kwartaire sedimenten verwacht worden als in zone 2. De zandige tertiaire sedimenten, die onder het bedolven erosieoppervlak voorkomen, behoren tot het Lediaan, tot het Boven-Paniseliaan (zanden van Aalter) en verder zuidwaarts tot het Onder-Paniseliaan (zanden van Vlierzele). Daar in deze eocene sedimenten talrijke zandsteenlagen bekend zijn, kan hier semi-freatisch water voorkomen. Deze zone vormt het voedingsgebied van de artesische laag van het Ledo-Paniseliaan, die verder noordwaarts onder het Bartoon aangeboord wordt.

3. Het Oostelijk Kustgebied

De overwegend zandige laag, die ten zuiden van de poldergrens aan de oppervlakte ligt, is in het poldergebied bedolven onder een zeer recente (holocene) laag met complexe lithologische samenstelling (klei, zand, veen), die zelf langs de kust door de duinzanden bedekt wordt. Deze diverse lagen vormen een freatisch waterreservoir, dat in de diepte kan verzilt zijn.

In dit gebied werden vier hydrogeologisch homogene zones afgebakend (fig. 3).

Zone 1 omvat twee kernen met tamelijk brede kustduinen tussen Bredene en De Haan en tussen Heist en Knokke. De resistiviteit van de bovenlaag varieert tussen 30 en 80 ohm-m en die van de onderlaag tussen 6 en 12 ohm-m. Het geo-elektrisch contactvlak ligt op grote diepte (tussen 25 en 35 m) en werd geïnterpreteerd als de top van tertiaire kleiige sedimenten (Bartoon ten

oosten van Heist, Ieperiaan of Paniseliaan ten westen van De Haan).

Zone 2 omvat het grootste gedeelte van het gebied en komt in eerste benadering met het poldergebied overeen. De resistiviteit van de bovenlaag varieert uiteraard sterk (tussen 15 en 60 ohm-m), terwijl die van de onderlaag zeer laag ligt (tussen 15 en 2 ohm-m en meestal lager dan 4 ohm-m). Het contactvlak werd als de top van de verzilte laag beschouwd.

Zone 3 ligt in het zuidoosten. Hier rust een zanddek, dat met zoet water verzadigd is, doch in vele gevallen zeer dun blijkt en waarvan de resistiviteit schommelt tussen 30 en 200 ohm-m, op de Bartoonklei met een resistiviteit van 6-12 ohm-m.

Zone 4 vormt de zuidrand van het gebied. Het zanddek heeft een resistiviteit van 30-100 ohm-m, terwijl die van de onderlaag wisselt tussen 6 en 30 ohm-m. Ook hier vertoont het contactvlak een zeer onregelmatig verloop met diepten die schommelen tussen 5 en 45 m. Alhoewel vaststaat dat de onderlaag bestaat uit een klei-zandcomplex van het Lediaan en van het Paniselaan, is het tot nog toe niet mogelijk de nog vrij schaarse interpretatiegegevens van de geo-elektrische metingen te synthetiseren.

Fig. 3 werd volgens dezelfde principes opgesteld als fig. 2 voor de Vlaamse Vallei.

ZONE 1

In de Duinstreek heeft zich een zoetwaterreservoir gevormd dat vermoedelijk op de tertiaire ondergrond rust. Deze bestaat ten oosten van Heist uit Bartoonklei, d.w.z. dat zich onder de duinen geen zout water bevindt en dat het zoetwaterreservoir de infiltratie van zout water vanuit zee belemmert. Een gelijkaardige toestand komt voor ten westen van De Haan, waar het zoete duinwater vermoedelijk rechtstreeks op klei van het Paniseliaan of van het Ieperiaan rust. Binnen deze twee kleine kernen ligt het geo-elektrisch contactvlak steeds diep. Wegens het relatief sterk reliëf werden in deze zone geen isopachen van het freatisch zoetwaterreservoir getekend.

ZONE 2

Deze zone, die hydrogeologisch vergelijkbaar is met de zone 1 uit de Vlaamse Vallei, omvat het best bestudeerde gedeelte van het gebied. Inderdaad was het onderzoek vooral gericht op het determineren van de verziltingsverschijnselen.

Uit de geo-elektrische sonderingen blijkt dat het contactvlak tussen zoet en zout water niet alleen sterk wisselt in diepte, doch ook dat de graad van verzilting van de onderlaag varieert.

In deze zone kan de bovenliggende zoetwaterlaag soms minder dan 2 m, doch soms ook meer

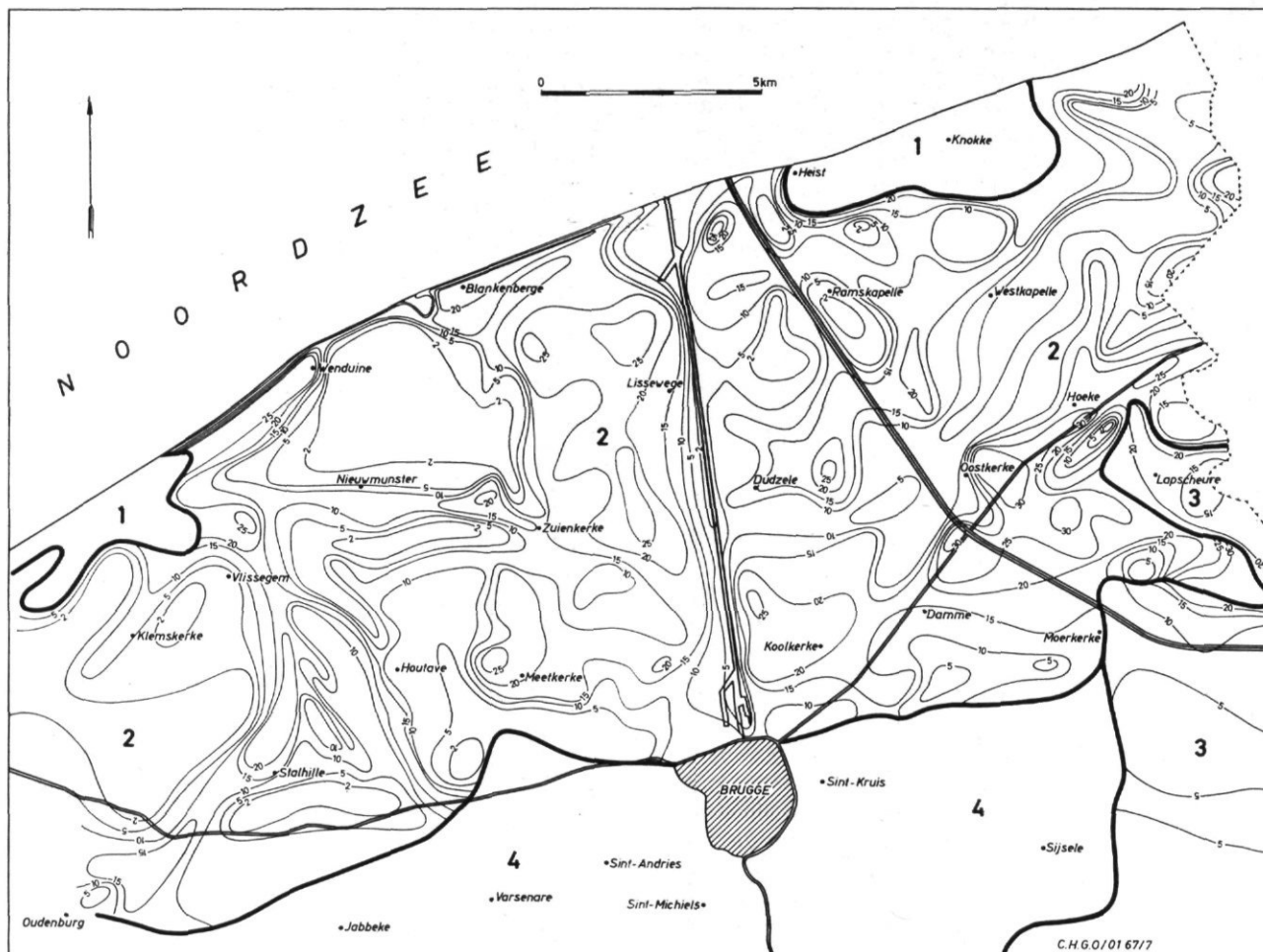


Fig. 3. — Geo-elektrische contactvlakken in het Oostelijk Kustgebied.
 Dikke lijn : grens tussen hydrogeologisch homogene zones.
 Dunne lijn : isopache van het freatisch zoetwaterreservoir.

dan 30 m dik zijn. In het zuiden valt de verziltingsgrens nagenoeg samen met de poldergrens, alhoewel ze op sommige plaatsen o.a. in de Moere van Meetkerke meer noordwaarts ligt. Het verloop van deze grens schijnt trouwens ook gebonden aan het voorkomen van weinig doorlatend Tertiair op geringe diepte.

Meestal vertonen de zones met een dikke zoetwaterlaag een geulvormig verloop. De ondiep verzilte gebieden zijn eerder plaatvormig en komen dikwijls overeen met zones met veenondergrond.

In het gebied ten westen van het Boudewijnkanaal, waar het krekpatroon van het Oudland gemakkelijk terug te vinden is, schijnt de verdeling tussen zoet en zout water bij eerste benadering aan dit patroon gebonden. Het zoute water komt ondiep voor in komgebieden, terwijl zich onder de kreekruggen een tamelijk belangrijke voorraad zoet water bevindt.

In het gebied ten oosten van het Boudewijnkanaal, dat geografisch met het Nieuwland en met het Middelland van de Polders overeenstemt, zijn de variaties in diepte van het verziltingsoppervlak in het licht van de bestaande gegevens moeilijk te verklaren; ze staan niet in verband met de huidige topografie, noch met de samenstelling en de opbouw van de oppervlakkige poldersedimenten.

Op sommige plaatsen, o.a. op het westelijk gedeelte rond Meetkerke, waar het zoete water tot op vrij grote diepte voorkomt, bestaat de kans dat er geen zout water aanwezig is en dat het freatisch zoet water rechtstreeks op tertiaire klei rust. Op het westelijk gedeelte van het grondgebied van Lissewege ligt eveneens een grote voorraad zoet water, evenals op Koolkerke ten oosten van het Boudewijnkanaal en langs de Dammevaart.

In het duingebied tussen Heist en De Haan, waar de duingordel relatief smal is, komen zones

voor met tamelijk dikke lagen zoet water, die echter, in tegenstelling met de kernen van zone 1, in de diepte wel op zout water schijnen te rusten.

Ondiepe verzilting treft men daarentegen aan op bijna gans het kaartblad Blankenberge, in het gebied tussen Stalhille en Bredene, tussen het Boudewijnkanaal en het Schipdonkkanaal, en in een grote strook tussen Eienbroek, Westkapelle-Schapebrug en Retranchement.

Volgens een eerste interpretatie van de geoelektrische sonderingen bestaan er talrijke zones met ondiepe verzilting onmiddellijk ten noorden van de verziltingsgrens: ten zuiden van Stalhille langs het kanaal naar Oostende, tussen het Sint-Jacobsgeleed en Kwetshaag ten noorden van de Moere van Meetkerke, ten oosten van het Fort Lapin op Sint-Kruis, ten zuiden van Damme en ten noorden van Moerkerke nabij Moerker.

Bovendien schijnen de grote waterwegen een rol te spelen bij de verdeling tussen zoet en zout water. Zo geeft het Boudewijnkanaal aanleiding tot verzilting, terwijl de Dammevaart eerder het zoute water schijnt te verdringen.

ZONE 3

Ten oosten van de lijn Sijsele-Moerkerke rust een overwegend zandig dek rechtstreeks op de Bartoonklei en hierdoor komt deze zone hydrogeologisch en geoelektrisch met zone 2 van de Vlaamse Vallei overeen. Nochtans zijn de gemeten kontaktdiepten meestal veel geringer en voor een groot gedeelte gelegen tussen 2 en 5 m. Hieruit blijkt dat het freatisch zoetwaterreservoir weinig belangrijk is. Ten noorden van het Schipdonkkanaal ligt het contactvlak veel dieper (meer dan 20 m). Bij deze zone werd het gebied tussen Lapscheure en de Nederlandse grens gerekend waar de kontaktdiepten tussen 10 en 25 m schommelen en waar de onderlaag wegens haar hogere resistiviteit (tussen 9 en 12 ohm-m) als Bartoonklei geïnterpreteerd werd, alhoewel het niet uitgesloten is dat deze onderlaag uit zwak verzilt freatisch water zou bestaan.

ZONE 4

Ten westen van de lijn Sijsele-Moerkerke komen de geoelektrische contactvlakken meestal diep voor en stemmen waarschijnlijk met lithologische discontinuïteitsvlakken in het Tertiair overeen. Dit Tertiair omvat inderdaad van boven naar onder, d.w.z. onder het Kwartair voorko-

mend van oost naar west, het Lediaan en het Boven-Paniseliaan, bestaande uit kleiig fijn zand met een resistiviteit van 25-30 ohm-m, en het Onder-Paniseliaan, dat zowel zandige (P1d van de geologische kaart) als kleiige (P1n, P1c, P1m van de geologische kaart) facies omvat. Voor deze laatste schommelt de resistiviteit tussen 14 en 18 ohm-m.

Verder is ook bekend dat het kwartair zandig dek aanzienlijke schommelingen in dikte vertoont en o.a. een diepe geul vormt ten oosten van Brugge.

Geo-lectrisch is de basis van dit dek niet te onderscheiden, indien het onderliggende Tertiair een duidelijk zandig facies vertoont (bv. P1d-zanden).

Deze zone vertoont globaal een analogie met de zone 4 uit de Vlaamse Vallei. Evenwel wijzen de relatief lage resistiviteiten voor de onderlaag in de omgeving van Sijsele op een meer kleiig facies van het Lediaan of van het Boven-Paniseliaan.

Alhoewel wegens het geringe aantal geoelektrische metingen en de ingewikkelde litho-stratigrafie in deze zone het reliëf van het geoelektrisch contactvlak niet door isopachen werd voorgesteld, vertoont dit reliëf in ieder geval een groot hydrologisch belang, daar het de afmetingen van het freatisch waterreservoir bepaalt. Het is dan ook noodzakelijk de studie van dit gebied door geoelektrische sonderingen voort te zetten en daarenboven een groter aantal boringen uit te voeren.

BIBLIOGRAPHIE

- DE BREUCK, W. et DE MOOR, G. - Premiers résultats d'une prospection électrique dans la « Vallée flamande » (Bull. Soc. belge Géol., t. LXXI, pp. 518-543). Bruxelles, 1962.
- DE MOOR, G. - Bijdrage tot de kennis van de fysische landschapsvorming in Binnen-Vlaanderen (Tijdschr. Belg. Verenig. Aardrijksk. Studies, jg. 32, nr. 2, Verh. pp. 329-433). Gent, 1963.
- DE MOOR, G. en DE BREUCK, W. - Geo-lectrisch onderzoek bij de geologische overzichtskartering in West-Vlaanderen (Natuurwet. Tijdschr., jg. 46, pp. 215-240). Gent, 1965.
- MARECHAL, R., DE BREUCK, W., DE MOOR, G., VERHEYE, W. - Geologie - Survey West-Vlaanderen, 54 p. Geologisch Instituut, Rijksuniversiteit. Gent, 1964.
- THIELE, H. - Die Geoelektrik in der Wassererschliessung in Die Wassererschliessung, Teil II, pp. 287-375. Essen, 1952.