

**TOELICHTINGEN BIJ DE
GEOLOGISCHE KAART VAN BELGIE
VLAAMS GEWEST**

KAARTBLAD 4-5-11-12
BLANKENBERGE-WESTKAPELLE-OOSTDUINKERKE-OOSTENDE
1:50.000

Kaart opgemaakt door:

Patric JACOBS, Marleen DE CEUKELAIRE, Geert MOERKERKE en Tim POLFLIET
Universiteit Gent
Geologisch Instituut

Eindredactie:

Geert DE GEYTER
Belgische Geologische Dienst

Ministerie van Economische Zaken
Bestuur Kwaliteit en Veiligheid
Belgische Geologische Dienst
Jennerstraat 13
B-1000 BRUSSEL

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Administratie Economie
Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie
North Plaza B
Koning Albert II-laan, 7
B-1210 BRUSSEL

2002
ISSN 1370-3803

Patric JACOBS & Marleen DE CEUKELAIRE, 2002 – Kaartblad 4-5-11-12 Blankenberge – Westkapelle – Oostduinkerke - **Oostende**. *Toelichtingen bij de geologische kaart van België – Vlaams Gewest*. Belgische Geologische Dienst en Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Brussel. 71 p., 33 fig., 2 tab.

Lijst der bijlagen bij de geologische kaart kaartblad op schaal 1:50.000 (uitgegeven in 2001):

- Profielen 1, 2 en 3 bij kaartblad Oostende
- Overlegfolie 1: Lokalisatie van de waarnemingspunten
- Overlegfolie 2: Reliëfkaart van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen
- Overlegfolie 3: Diktekaart van het Quartair
- Overlegfolie 4: Isohypsen van de basis van het Lid van Merelbeke

Prijs 37.20 Euro + portkosten
Verkoopadressen geologische kaarten en toelichtingen:

Belgische Geologische Dienst
Jennerstraat 13
B-1000 Brussel
Tel (32) 2 6270350 – fax (32) 2 6477359
email: BGD.SGB@naturalsciences.be
Rekeningnr. 679-0091681-16

Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie
North Plaza B
Koning Albert II-laan 7
B 1210 BRUSSEL
Tel (32) 2 5534600 – fax (32) 2 5534601
email: ondergrond@vlaanderen.be
Rekeningnr. 091-2205002-27

Verantwoordelijke uitgever
D. CAHEN
Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
Vautierstraat 29
1000 Brussel

DRUKWERK MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN.

“De Belgische Geologische Dienst en ANRE zijn niet verantwoordelijk voor de nauwkeurigheid van de inhoud en voor de interpretatie, meningen en beweringen in dit boek; de verantwoordelijkheid ligt bij de auteurs.”

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING	5
1.1. Algemene situering	5
1.2. Landschapsskenmerken	5
2. HET GEGEVENSBESTAND EN OPMAAK VAN DE GEOLOGISCHE KAART	9
2.1. Inleiding	9
2.2. Opbouw van het bestand	9
2.3. Verwerking van de gegevens tot kaarten en profielen	10
3. GEOLOGISCHE KAART	10
3.1. Inleiding	10
3.2. Historiek	10
3.3. Kaarten	13
3.3.1. Lokalisatie van de waarnemingspunten	13
3.3.2. Isohypsen van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen	13
3.3.3. Diktekaart van het Quartair	16
3.3.4. Isohypsenkaarten van de grensvlakken	16
3.3.5. Geologische kaart	16
3.3.5.1. Lithostratigrafische legende	16
3.3.5.2. Beschrijving van het kaartbeeld	19
3.3.5.3. Vergelijking met de oude geologische kaarten 10, 11, 21, 22, 35, 36, 37	21
4. LITHOSTRATIGRAFIE	22
4.1. Overzicht van de lithostratigrafie van het Tertiair	22
4.1.1. Algemeen	22
4.1.2. Het Paleogeen	23
4.1.3. Het Tertiair op het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke - Oostende (4-5-11-12)	23
4.2. Lithostratigrafische beschrijving	24
4.2.1. Formatie van Maldegem	24
4.2.1.1. Lid van Onderdijke	24
4.2.1.2. Lid van Buisputten	28
4.2.1.3. Lid van Zomergem	28
4.2.1.4. Lid van Onderdale	28
4.2.1.5. Lid van Ursel	28
4.2.1.6. Lid van Asse	28
4.2.1.7. Lid van Wemmel	28
4.2.2. Zenne Groep	29
4.2.2.1. Formatie van Lede	29
4.2.2.2. Formatie van Aalter	29
4.2.2.2.1. Lid van Oedelem	29
4.2.2.2.2. Lid van Beernem	29
4.2.3. Ieper Groep	32
4.2.3.1. Formatie van Gent	32
4.2.3.1.1. Lid van Vlierzele	32
4.2.3.1.2. Lid van Pittem	32
4.2.3.1.3. Lid van Merelbeke	37

4.2.3.2. Formatie van Tielt	37
4.2.3.2.1. Lid van Egem	37
4.2.3.2.2. Lid van Kortemark	37
4.2.3.3. Formatie van Kortrijk	43
5. PROFIELEN	43
5.1. Profiel 1 : zuidwest-noordoost doorsnede	46
5.2. Profiel 2 : zuidwest-noordoost doorsnede	46
5.3. Profiel 3 : noordwest-zuidoost doorsnede	46
6. AANVULLENDE GEGEVENS	46
6.1. Diepere gegevens	46
6.1.1. Groep van Landen	46
6.1.2. Mesozoïcum (door M. Duser)	46
6.1.3. Paleozoïcum (door W. De Vos)	52
6.1.3.1. Cambrium	54
6.1.3.2. Ordovicium	54
6.1.3.3. Siluur	54
6.1.3.4. Structuur	54
6.2. Ondiepe gegevens: Quartair	55
6.2.1. Algemeen	55
6.2.2. Geschiedenis	55
7. TOEGEPASTE GEOLOGIE	55
7.1. Nuttige delfstoffen	55
7.2. Hydrogeologie	57
7.3. Geotechnische en geofysische eigenschappen	57
7.3.1. Inleiding	57
7.3.2. Diepsonderingen	57
7.3.3. Boorgatmetingen	58
7.3.3.1. Inleiding	58
7.3.3.2. Resistiviteitsmeting (lange en korte normaal, "LN" en "SN")	58
7.3.3.3. Puntweerstandsmeting ("PW")	58
7.3.3.4. De natuurlijke gamma ("G")	58
8. EXCURSIE	60
9. REFERENTIES EN GERAADPLEEGDE DOCUMENTEN	60
Lijst van figuren	70
Lijst van tabellen	71

1. INLEIDING

1.1. Algemene situering

De kaartbladen Blankenberge-Westkapelle (1:50.000) (kaartbladen 4-5, Nationaal Geografisch Instituut, Brussel, 1983) en de kaartbladen Oostduinkerke-Oostende (1:50.000) (kaartblad 11-12, Nationaal Geografisch Instituut, Brussel, 1990) zijn opgebouwd uit 15 deelbladen op 1:10.000 met elk een oppervlakte van nagenoeg 8000 ha. Alle vaste gegevens zijn opgenomen in tabel 1 en fig. 1.

Indeling	Topografische kaart	Geologische kaart (1:40.000) Bodemkaart
De Haan	4/7	10W
Blankenberge	4/8	10E
Het Zwin	5/2	-
Heist	5/5	11W
Westkapelle	5/6	11E
De Panne	11/7	35W
Oostduinkerke	11/8	35E
Middelkerke	12/1	21W
Oostende	12/2	21E
Bredene	12/3	22W
Houtave	12/4	22E
Nieuwpoort	12/5	36W
Leke	12/6	36E
Gistel	12/7	37W
Zedelgem	12/8	37E

Tabel 1 - Indeling van de kaartbladen Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende

Het kaartblad 11 - Oostduinkerke (fig. 2) ligt grotendeels in de gemeenten De Panne en Koksijde. In het zuiden komt nog een smalle strook van de gemeente Veurne voor.

Het kaartblad 12 - Oostende omvat de fusiegemeenten Nieuwpoort (12/5), Middelkerke (12/1-2-5-6), Oostende (12/2-3), Bredene (12/3), De Haan (12/3-4), Zuinkerke (12/4), Jabbeke (12/4-8), Gistel (12/6-7), Koekelare (12/6-7), Oudenburg (12/3-7), Ichtegem (12/7-8) en Zedelgem (12/8). Deze fusiegemeenten zijn aangeduid in hoofdletters op fig. 2. Aan de zuidrand komen ook delen voor van de gemeenten Veurne, Diksmuide en Torhout waarvan de kern van de gemeente zich op kaartblad Roeselare (20) bevindt; delen van de gemeenten Brugge en Wingene liggen aan de ooststrand.

Kaartbladen 4 en 5 worden vooral gevormd door de gemeenten De Haan, Blankenberge, Brugge (Zeebrugge) en Knokke-Heist. Aan de zuidrand komen ook delen voor van de gemeenten Zuinkerke en Damme.

1.2. Landschapskenmerken

Een overzicht van de topografie van het gekarteerde gebied wordt gegeven in fig. 3. Het omvat de hele Belgische kuststrook van De Panne tot Knokke. De 65-km lange kustlijn verloopt nagenoeg recht van het zuidwesten naar het noordoosten. Ze wordt onderbroken door de uitmonding van één rivier, namelijk de IJzer te Nieuwpoort, de Spuikom te Oostende, het Zwin te Knokke en de havens van Zeebrugge en Blankenberge.

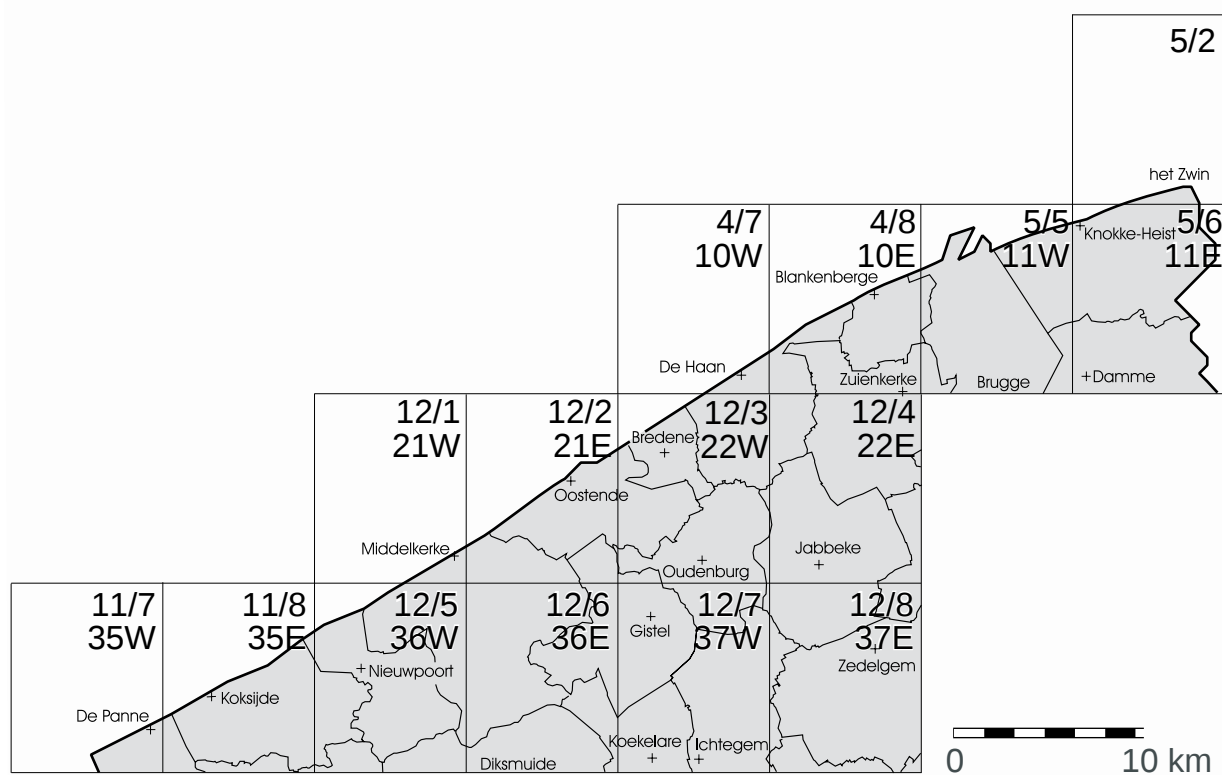
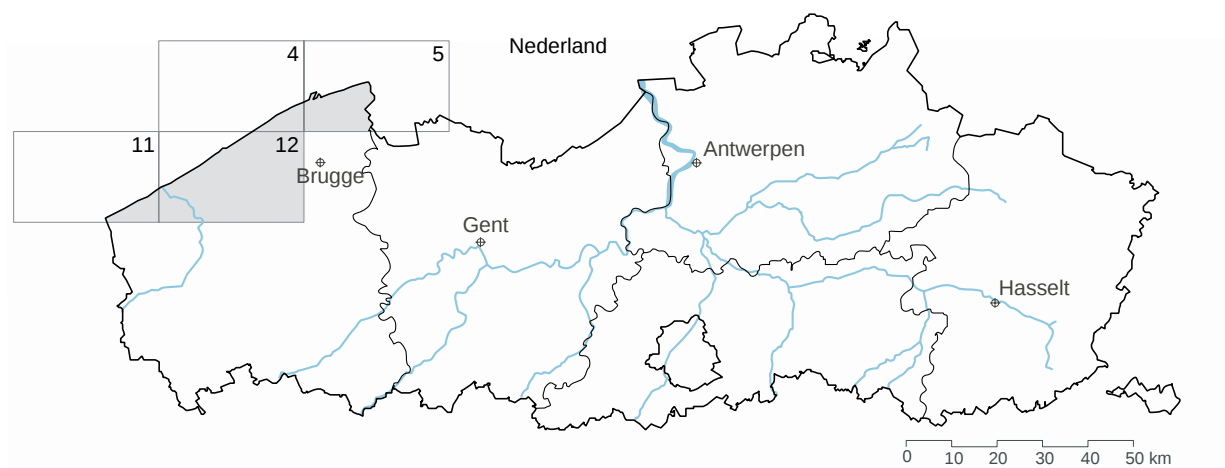


Fig. 1 – Indeling van het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende.

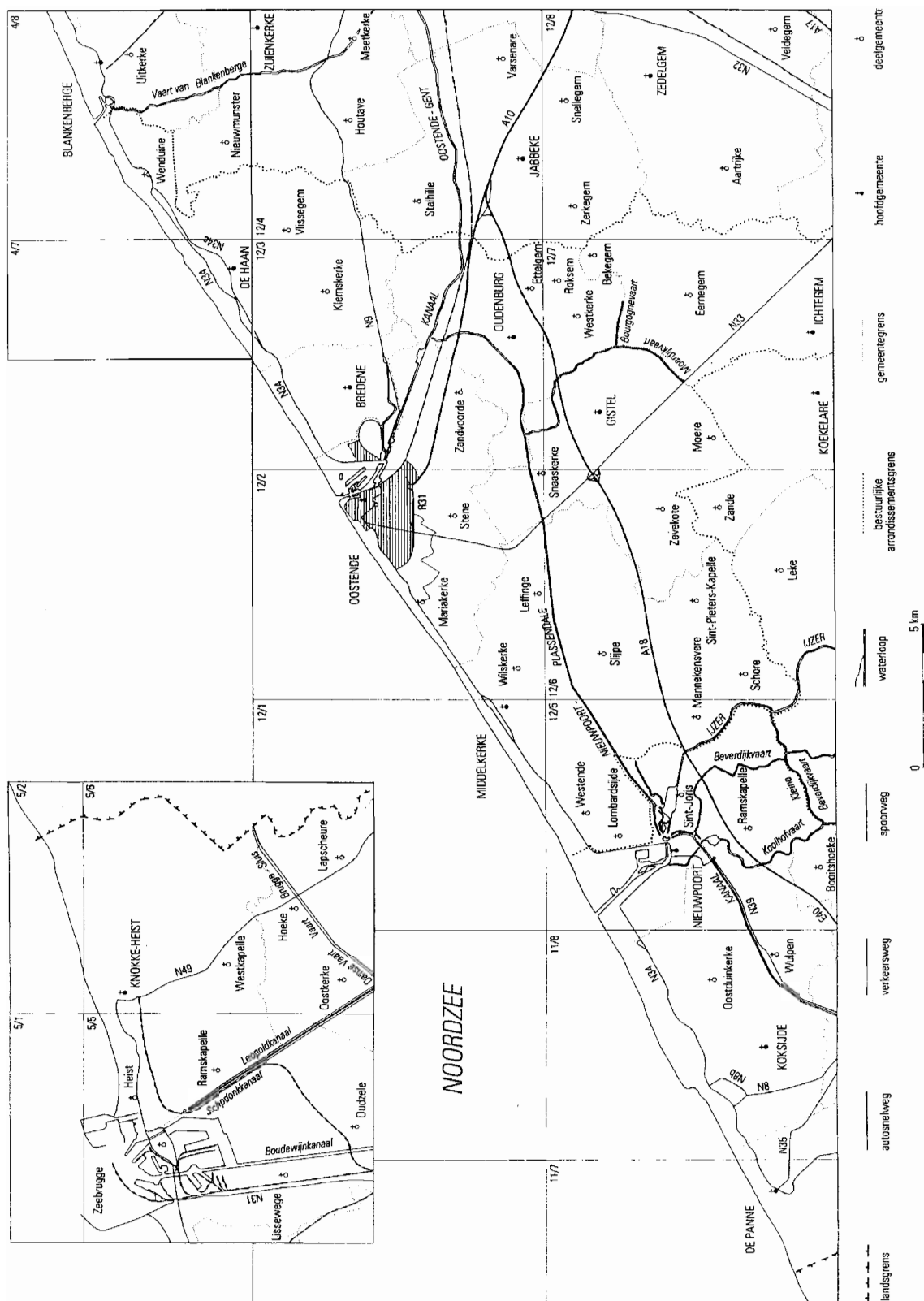


Fig. 2 — Administratieve indeling van het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende.

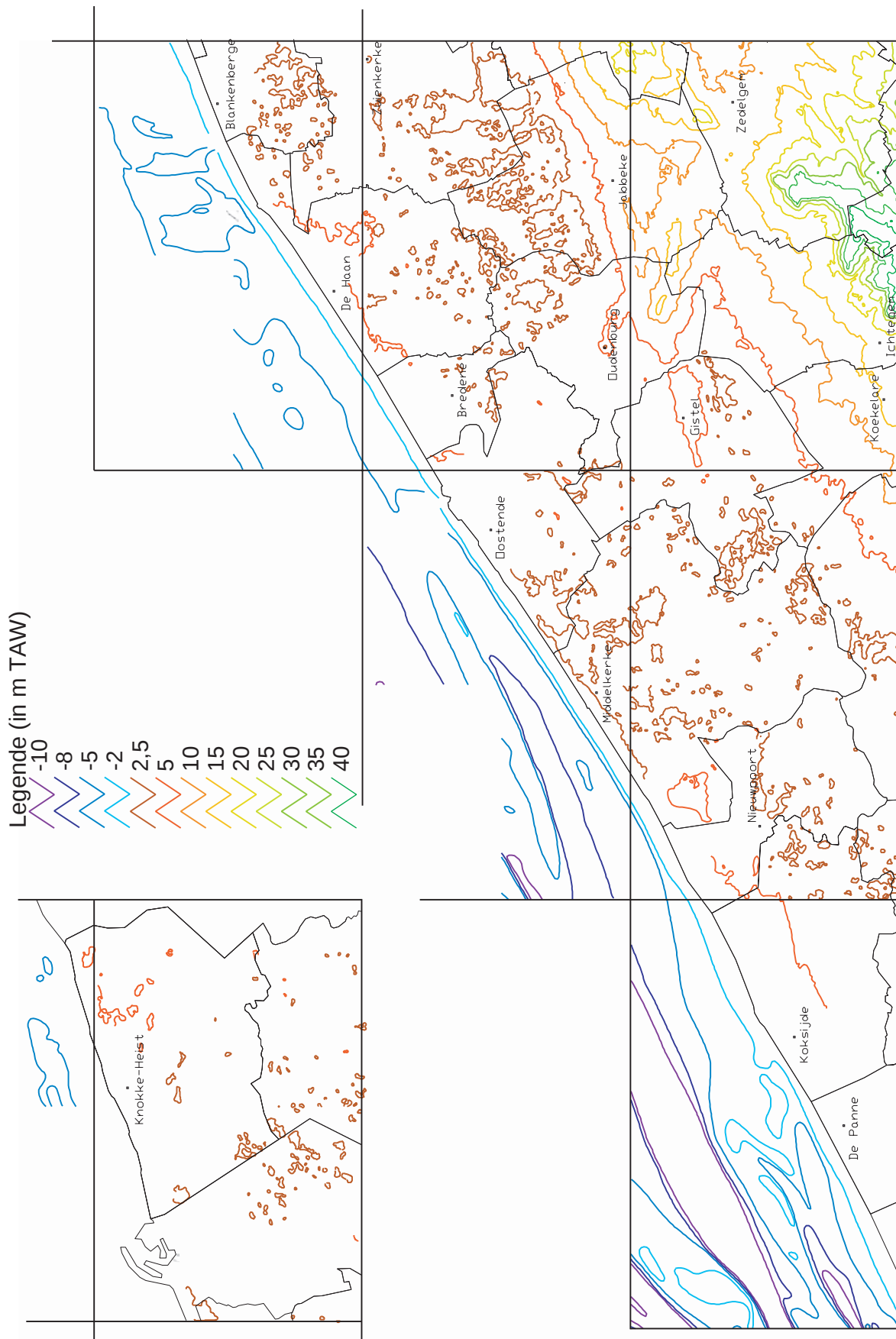


Fig. 3 -- Topografie van het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende.

De duinengordel achter het strand werd door de verstedelijking sterk ingekrompen. In het westen (De Panne – Koksijde - Nieuwpoort), het centrum (Bredene - De Haan) en het oosten (Knokke) zijn de belangrijkste duingebieden terug te vinden. In de andere kuststeden is de duinengordel miniem of zelfs geheel verdwenen. De hoogste duinen bevinden zich in het westen, (Hoge Blekker te Koksijde, 35 m). Het grootste deel van het gekarteerde gebied behoort tot de Polderstreek. Deze strook loopt evenwijdig aan de kustlijn en is ongeveer 10 kilometer breed. Het polderlandschap is vlak en laag gelegen tussen + 3,5 m en + 4,0 m TAW¹. Dit vlakke landschap werd tot tijdens de tweede helft van de negentiende eeuw plaatselijk verstoord door het uitgraven van veen. Door deze uitveningen liggen deze zones gemiddeld 1 m lager dan het omringende landschap. De belangrijkste uitgravingen bevinden zich te Meetkerke.

Doorheen het polderlandschap slingeren met zand opgevulde geulen en kreken, waarop zich de bewoning heeft gevestigd. Ten gevolge van inklinking door ontwatering van het veen onder de polderklei, steken deze geulen door reliëfsinversie als kleine verhevenheden boven het polderkleigebied uit.

Het zuidoosten van het kaartblad, ongeveer ten zuiden van de lijn Leke - Jabbeke, maakt deel uit van het interfluvium tussen kustvlakte en Leiedal. Hier worden hoogten bereikt van ruim + 50 m. Deze regio vormt een sterk contrast met de rest van het kaartblad.

2. HET GEGEVENSBESTAND EN OPMAAK VAN DE GEOLOGISCHE KAART

2.1. Inleiding

Een eerste (en zeer belangrijke) stap in de opmaak van een geologische kaart is het verzamelen en opslaan van alle beschikbare informatie. De hier gebruikte gegevens komen uit GeoDoc (het geologisch documentatie bestand) van de Belgische Geologische Dienst (BGD) en het archief van het Geologisch Instituut van de Universiteit Gent (RUG). Zij omvatten in hoofdzaak lithologische beschrijvingen en stratigrafische interpretaties van boringen en geofysische metingen. Daarnaast werden ook gegevens van boringen en diepsonderingen (of conuspenetratiemetingen) uit het archief van de Afdeling Geotechniek van het Departement Leefmilieu en Infrastructuur (LIN) van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap verwerkt.

Verder kon gebruik gemaakt worden van informatie uit licentiaats- en doctoraatsproefschriften, opgenomen in de referenties, en van de gegevens vermeld op de oude geologische kaarten.

Om alle gegevens te ordenen en efficiënt te bewaren werd gebruik gemaakt van een computerbestand.

2.2. Opbouw van het bestand

De huidige database-structuur van de Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap werd ontworpen door het Geologisch Instituut van de Universiteit Gent en is opgebouwd uit 20 tabellen per deelblad 1:10.000

Voor details over de opbouw van de tabellen en de gebruikte codelijsten wordt verwezen naar het eindverslag "Pilotproject Geologische Databank" (Sevens, De Ceukelaire & Jacobs, 1995). De data van de geologische kaart Blankenberge – Westkapelle – Oostduinkerke – Oostende werden volgens dit document ingevuld.

Ontsluitingen worden ingevoerd als een waarneming op één punt en verder behandeld zoals de boringen.

¹ alle absolute peilen zijn uitgedrukt in TAW (Tweede Algemene Waterpassing)

2.3. Verwerking van de gegevens tot kaarten en profielen

Na de interpretatie- en invoerfase is het mogelijk alle boringen die éénzelfde lithologische eenheid doorsnijden op te vragen en te visualiseren via een Autocad programma. Op deze manier worden kaarten verkregen met daarop de puntwaarden van een gekozen grensvlak. De isohypsen zelf worden manueel getekend aangezien op die manier ten volle rekening kan gehouden worden met factoren zoals het sterk geaccidenteerd reliëf, eventuele fossiele rivierpatronen en de betrouwbaarheid van de gegevens. Aan de hand van de snijlijnen tussen de isohypsen en de topografie van het bovenvlak van het Tertiair werd per lithologische eenheid het dagzomend oppervlak getekend. Na samenvoegen van alle gegevens werd uiteindelijk de geologische kaart opgesteld. Deze wordt daarna ter controle vergeleken met een kaart gegenereerd door een computerprogramma die de stratigrafische eenheid onder het Quartair visualiseert. Indien nodig wordt de interpretatie gecorrigeerd.

De profielen werden eveneens manueel getekend. Bij gebrek aan voldoende diepe gegevens, werd vooral gebruik gemaakt van de eerder getekende isohypsenkaarten en geologische kaart.

De topografische weergave van het kaartblad Blankenberge – Westkapelle – Oostduinkerke - Oostende (fig. 3) kwam tot stand door digitalisatie en samenvoegen van de verschillende deelbladen op schaal 1:10.000.

3. GEOLOGISCHE KAART

3.1. Inleiding

De Geologische Kaart van België – Vlaams Gewest op schaal 1:50.000 - is een afgedekte geologische kaart. De afzettingen gevormd tijdens het Quartair, die in een laag met wisselende dikte als een bedekkende mantel afgezet zijn boven op de oudere gesteenteformaties, zijn op de kaart niet aangegeven. De geologische kaart is gebaseerd op de lithostratigrafische schaal en geeft de Tertiaire afzettingen onder de Quartaire bedekking weer.

Op hoger gelegen plaatsen in het landschap zoals heuvelruggen, is het Quartair dek meestal zeer dun (minder dan 5 m), terwijl het in laaggelegen gebieden zoals de IJzervallei, zeer dik kan zijn (soms meer dan 25 m). Dit heeft voor gevolg dat het reliëf van het bovenvlak van de pre-Quartaire afzettingen (enkel Tertiaire afzettingen op het kaartblad Blankenberge – Westkapelle – Oostduinkerke - Oostende) veel meer uitgesproken kan zijn dan het huidig reliëf. Dit laatste vormt het resultaat van een opvullingsfase tijdens het Quartair, waarbij de laagst gelegen delen van het sterk geërodeerde landschap werden opgevuld met Quartaire afzettingen met een algemene vervlakking van het landschap als gevolg.

3.2. Historiek

De afgedekte Geologische Kaart van België op schaal 1:40.000 werd gepubliceerd rond de eeuwwisseling. De kaartbladen die thans het kaartblad Blankenberge – Westkapelle – Oostduinkerke - Oostende vormen, waren van de hand van Rutot voor de kaartbladdelen 4/7-8, 5/5-6, 12/1-2, 12/3-4 (1895) en Murlon voor de kaartbladdelen 11/7-8, 12/5-6 en 12/7-8 (1895).

De toenmalige auteurs maakten gebruik van de *étage* als fundamentele eenheid. Dit stemt overeen met een sedimentatiecyclus, die bestaat uit een (meestal grovere) basisgordel, een (meestal kleiige) transgressieve mariene sequentie en een (meestal zandige) regressieve sequentie met toenemende continentale invloeden. De karteringspraktijk was vooral op de lithologie gesteund, zodat de legende van de toenmalige geologische kaart eigenlijk een lithostratigrafisch karakter had.

In de eerste helft van de twintigste eeuw werd echter meer aandacht besteed aan de paleontologische inhoud van de afzettingen, teneinde de ouderdom beter te kunnen preciseren en de verschillende afzettingen nauwkeuriger te kunnen correleren. Het gevolg was dat het totaal aantal *étages* van de vroegere Geologische Kaart in de Stratigrafische Registers van 1929 en 1932 gereduceerd werd.

LITHOSTRATIGRAFIE					VOORNAAMSTE LITHOLOGISCH KENMERK		OUDE BENAMING (en/of symbol)		CHRONO - STRATIGRAFIE	OUDERDOM 10 ⁶ jaar				
GROEP	FORMATIE			LID					NEOGEEN	OLIGOCEEN	EOCEEN	PALEOCEEN	PALEOGEEN	TERTIAIR
	BRASSCHAAT	MOL	KASTERLEE											
LILLO	POEDERLEE	KASTEL	Kastel	Zandvliet	Merksdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Brasschaat	PLIOCEEN	1.77			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
KATTENDIJK	KASTERLEE	KASTEL	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	MIOCEEN	5.4			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
BERCHEM	DIEST	BOLDERBERG	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	Laat OLIGOCEEN	23.8			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
EIGENBILZEN	VOORT	BOOM	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	Vroeg OLIGOCEEN	28.4			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
BILZEN	BORGLOON	SILVERN	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	Laatste EOCEEN	33.6			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
ZELZATE	LEDE	BRUSSEL	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	Laat EOCEEN	37.0			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
TONGEREN	MALDEGEM	LEDE	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	Midden EOCEEN	41.2			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
ZENNE	AALSTER	GENT	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	Vroeg EOCEEN	49.0			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
IEPER	TIELT	KORT RIJK	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	Laat PALEOCEEN	54.8			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
LANDEN	TIENEN	HANNUT	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	Midden PALEOCEEN	58.0			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
HAININ MONS	BERTAUMONT	HOUTHEM	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	Vroeg PALEOCEEN	61.0			
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
HOUTHEM	HOUTHEM	HOUTHEM	Kastel	Kuilsdijk	Rees	Jagersberg	Merksdijk	Merksdijk	Brasschaat	65.0				
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					
				Kuilsdijk	Rees	Russendijk	Brasschaat	Merksdijk	Brasschaat					

Fig. 4 – Overzicht van de chrono- en lithostratigrafie van het Tertiair in België (Paleogeen naar Maréchal & Laga) (Ouderdom in miljoen jaar).

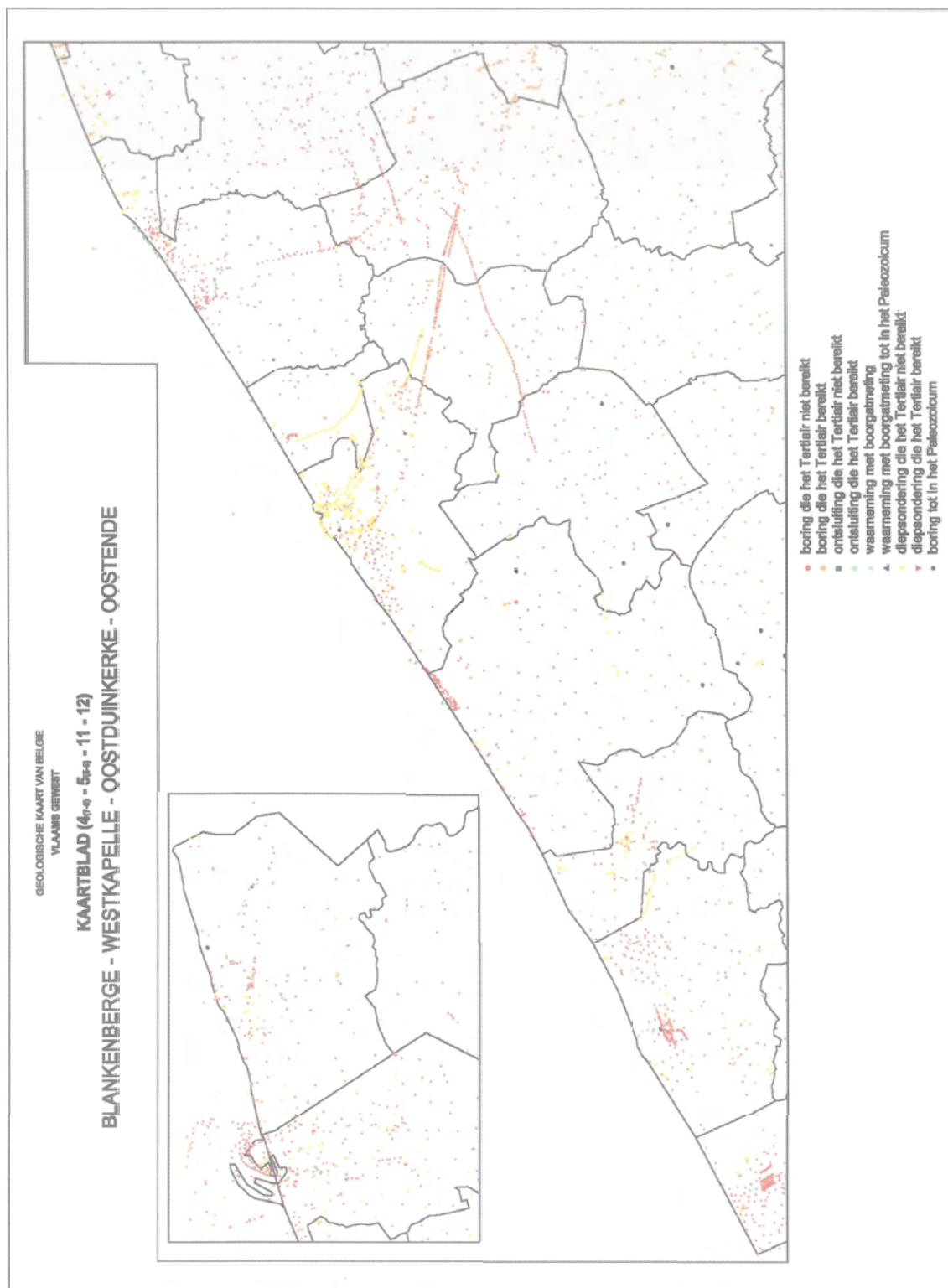


Fig. 5 – Lokalisatiekaart van de verschillende waarnemingen.

Vanaf het einde van de jaren vijftig werd echter onderscheid gemaakt tussen lithostratigrafie, biostratigrafie en chronostratigrafie. Op het Internationaal Geologisch Congres van 1972 te Montreal (Canada) werden de definities vastgelegd en de richtlijnen voor de kartering uitgestippeld, waarop ook de nieuwe Geologische Kaart van België – Vlaams Gewest - op schaal 1:50.000 is gesteund.

In dit kader werd in 1988 een lithostratigrafische indeling van het Paleogeen voorgesteld door Maréchal & Laga (eds.). Om in de toekomst een conforme interpretatie van de geologische opbouw van Vlaanderen mogelijk te maken, werd deze terminologie dan ook gebruikt voor de kartering van het kaartblad Blankenberge – Westkapelle – Oostduinkerke - Oostende. Fig. 4 geeft een algemeen overzicht van de chrono- en lithostratigrafie van het Cenozoïcum in België, waarin het voorstel van bovenvermelde auteurs is opgenomen.

3.3 Kaarten

3.3.1. Lokalisatie van de waarnemingspunten

In fig. 5 worden de gegevens grafisch voorgesteld. In deze figuur werden enkel de waarnemingen opgenomen die ook werkelijk geologische informatie in de databank bevatten. Waarnemingen beperkt tot wateranalyses of tot een verwijzing naar een publicatie zonder data in de databank, zijn niet voorgesteld. Deze puntenkaart wordt bij de geologische kaart meegeleverd als overlegfolie.

Op de overlegfolie werden boringen voorgesteld met een cirkel, ontsluitingen met een vierkant, diepsonderingen met een driehoek met hoekpunt onderaan. Voor waarnemingen die het Tertiair bereiken, werden de symbolen opgevuld. Waarnemingen die tot in de sokkel reiken, kregen een extra cirkel rond het symbool. Omwille van de extra waarde van boringen met geofysische boorgatmetingen, werden deze van de andere onderscheiden door een schuine streep van rechtsboven naar linksonder doorheen het reeds aanwezige symbool. Om een duidelijk beeld te hebben van de verschillende symbolen is het raadzaam de overlegfolie te gebruiken vermits de kleine schaal van fig. 5 in dit boekje niet toelaat de verschillende symbolen te onderscheiden.

In totaal werden 5958 waarnemingen opgenomen in de databank: 4774 waarnemingen bevatten bruikbare data en werden op de puntenkaart ingetekend; 60 % van de waarnemingen reikt niet tot in het Tertiair; 41 % is dieper dan 5 m.

3.3.2. Isohypsen van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen

De isohypsen van het bovenvlak van het Tertiair (fig. 6) worden getekend met een gelijkhoogteverschil van 5 m.

In vele gevallen steunt de waarde van de basis van de Quartaire lagen op interpretaties van diepsonderingen, vermits weinig andere gegevens ter beschikking waren en op basis van de wrijvingsweerstand toch een vrij duidelijk beeld kan gegeven worden van de grens tussen Quartair en Tertiair.

Op de deelbladen 12/7 en 12/8 volgen de isohypsen van de top van de Tertiaire lagen grotendeels het reliëf (fig. 3). De dikte van het Quartair is hier gering (0 tot 5 m dik).

Voor de overige deelbladen is de isohypsenkaart getekend op basis van de bestaande gegevens. De stratigrafische interpretatie van verschillende auteurs levert soms tegenstrijdige gegevens voor het Quartair bij waarnemingen op dezelfde plaats. Ook wordt melding gemaakt van de moeilijkheid om Quartair en Tertiair van elkaar te onderscheiden (vb. 37W-199). De meeste problemen doen zich hierbij voor wanneer het Quartair rust op de Formatie van Tielt.

Het Quartair zou zich diepst hebben ingesneden ter hoogte van De Panne (tot – 30 m), De Haan (tot – 35 m) en Zeebrugge (tot – 30 m). Op het kaartblad Blankenberge (4) en Oostende (12) wordt in grote lijnen een regelmatige toename van de diepte van de isohypsen van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen vastgesteld naar de kust toe. Opvallend is wel de diepere geul (op – 20 m) over de gemeente Nieuwpoort naar Gistel toe.



Fig. 6 – Reliefkaart van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen.

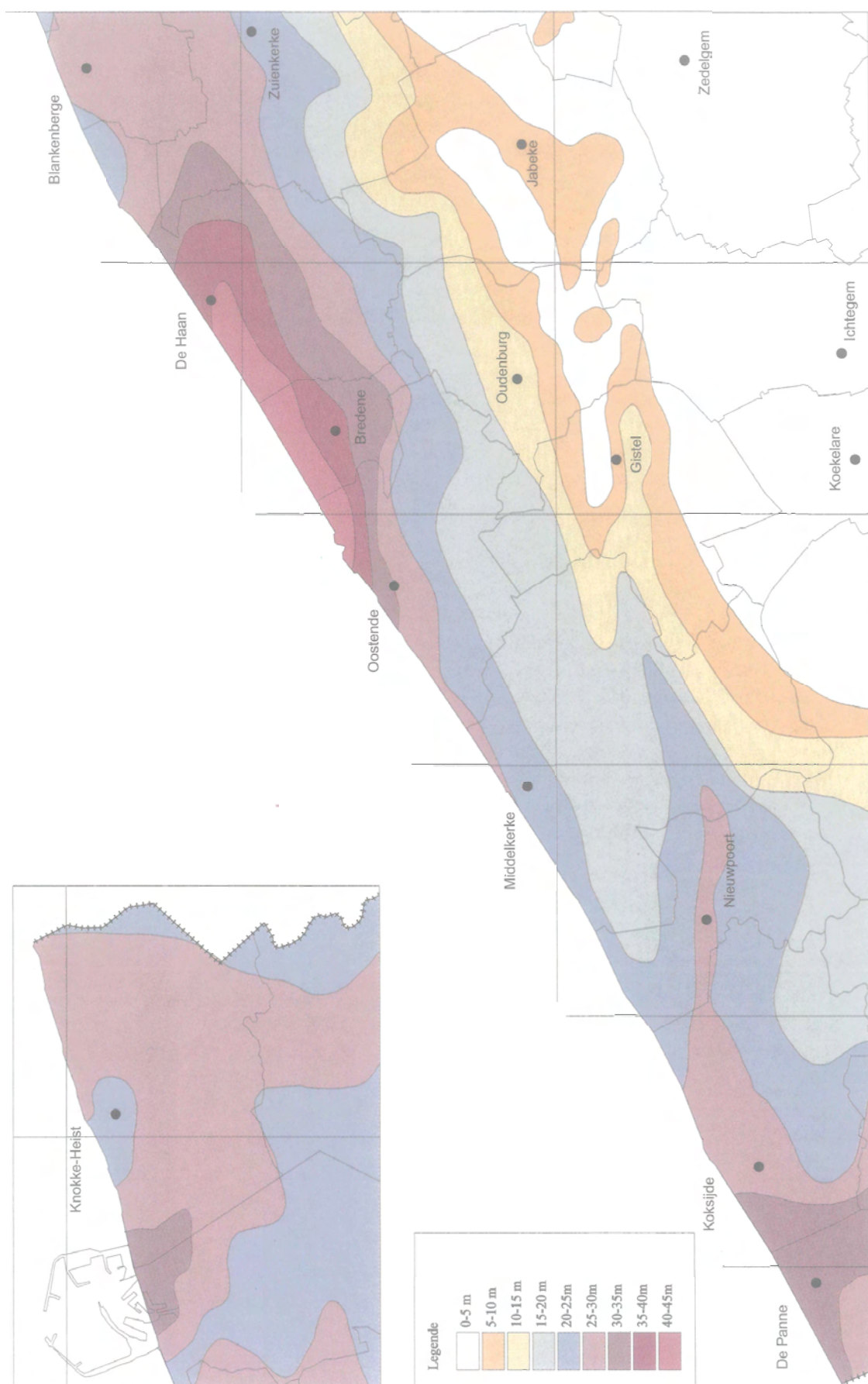


Fig. 7 – Dikte van de Quartaire lagen.

Op het kaartblad Oostduinkerke (11) is de basis van de Quartaire lagen volledig gekenmerkt door de insnijding van de IJzervallei tot ongeveer – 30 m.

Op het grondgebied Zeebrugge en Knokke-Heist (kaartblad 5) is de top van de Tertiaire lagen gevormd door de insnijdingen van een noordwaarts gericht thalwegensysteem tijdens het Pleistoceen. Deze insnijdingen bereiken op het kaartblad Westkapelle (5) een gemiddelde diepte van – 25 m, met een maximum van – 30 m in de haven te Zeebrugge.

3.3.3. Diktekaart van het Quartair

De diktekaart van het Quartair werd getekend met een interval van 5 m (fig. 7). Een eerste versie van deze kaart werd bekomen door aftrek van de kaart van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen van de topografische kaart. Deze kaart werd vervolgens bijgewerkt volgens betrouwbare gegevens uit de databank.

Algemeen gezien schommelt de dikte van het Quartair op het interfluvium op het kaartblad 12/7-8 rond de 5 m.

Vermits de hele Kustvlakte nagenoeg een constante maaiveldhoogte heeft, weerspiegelt de kaart van de dikte van de Quartaire lagen min of meer de kaart van de basis van de Quartaire lagen. Bij het tekenen van deze kaart werd geen rekening gehouden met de duinen, waardoor plaatselijk de dikte van het Quartair behoorlijk kan toenemen. Het is immers nagenoeg onmogelijk al deze dikteverschillen in te tekenen op een kaart 1:50.000.

3.3.4. Isohypsenkaarten van de grensvlakken

Kaarten met isohypsen (lijnen die punten van een vlak met een zelfde hoogteligging verbinden) stellen een reliëf voor. Fig. 8 toont zo het verloop in de diepte van het grensvlak tussen de Formaties van Gent en Tielt (basis van het Lid van Merelbeke).

De verschillende grensvlakken werden op basis van de bruikbare gegevens getekend. Deze kaarten zijn in een aantal gevallen op weinig gegevens gebaseerd en dienen dan ook met de nodige voorzichtigheid gebruikt te worden. Zij zullen in de toekomst steeds met nieuwe gegevens dienen aangepast te worden. De meeste isohypsen hellen naar het noordoosten. De helling neemt duidelijk toe op de kaartbladen 4 en 5, dus hoe meer naar het noordoosten van het gekarteerde gebied, hoe sterker de helling. Op het kaartblad 12 vervlakken de isohypsen waarbij de helling min of meer naar het noordnoordoosten komt te liggen.

3.3.5. Geologische kaart

3.3.5.1. Lithostratigrafische legende

Voor de legende van het kaartblad Blankenberge – Westkapelle – Oostduinkerke - Oostende (4-5-11-12) werd volgende lithostratigrafische kolom (van boven naar onder, dus van jong naar oud) opgesteld. Daarbij staat de eerste hoofdletter gevolgd door een kleine letter voor de formatie, en de tweede hoofdletter gevolgd door een kleine letter voor het lid.

Ma Formatie van Maldegem

MaOd – Lid van Onderdijke:

Grijsblauwe vaste klei.

MaBu – Lid van Buisputten:

Donkergrijs matig fijn zand, glauconiet- en glimmerhoudend, gemiddeld 4,5 m dik.

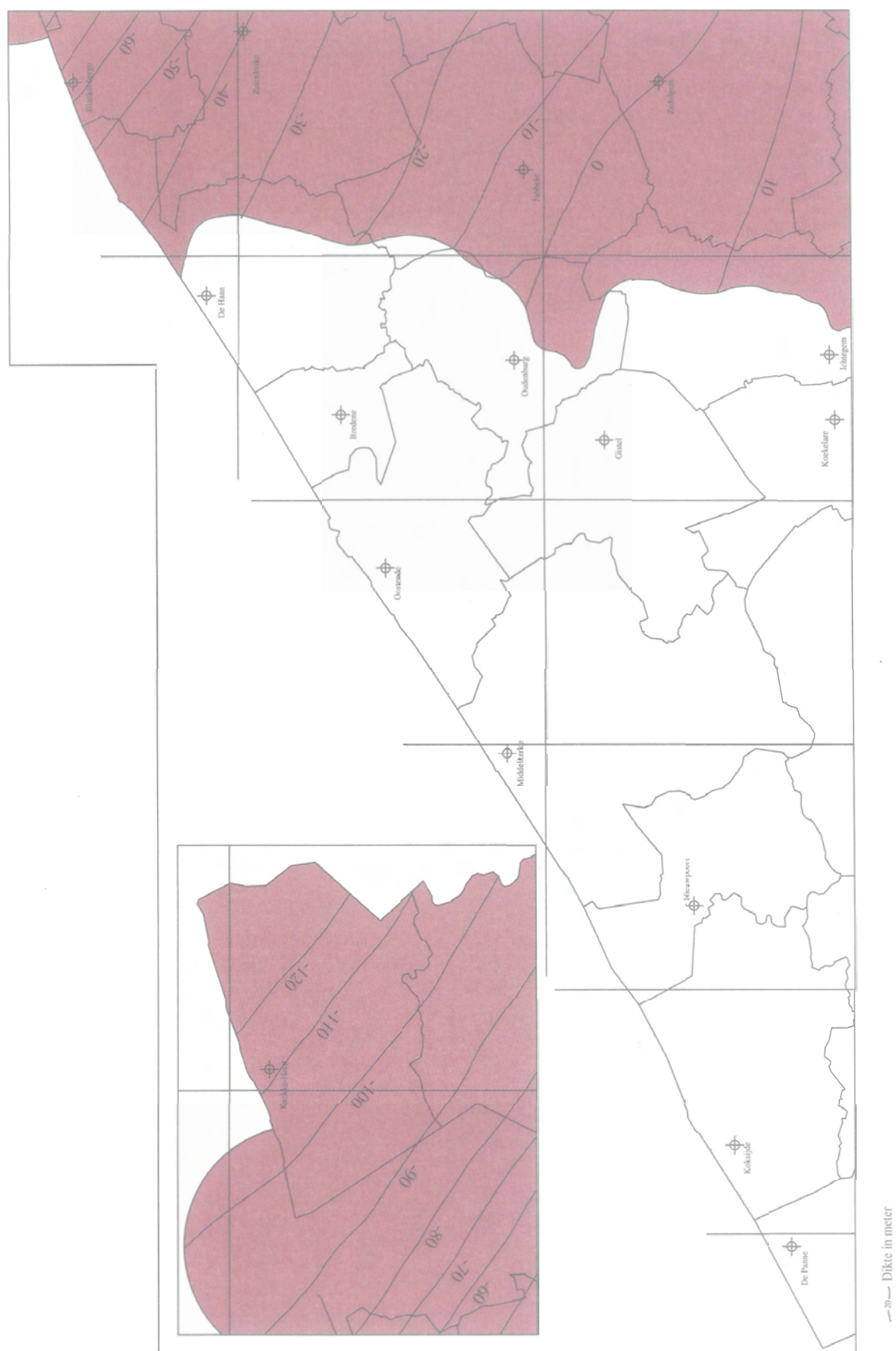


Fig. 8 – Isohypsens van de basis van het Lid van Merelbeke.

MaZo – Lid van Zomergem:

Grijsblauwe klei, gemiddeld 12 m dik.

MaOn – Lid van Onderdale:

Donkergrijs, matig fijn zand, gemiddeld 3 m dik.

MaUr – Lid van Ursel:

Grijsblauwe vaste klei, gemiddeld 19 m dik.

MaAs – Lid van Asse:

Groengrijze, sterk glauconiethoudende, zandhoudende klei, grof glauconiethoudend aan de basis, gemiddeld 4 m dik.

MaWe – Lid van Wemmel:

Grijs, glauconiethoudend, kleihoudend fijn zand; basisgordel met *Nummulites wemmelensis*; gemiddeld 2,5 m dik.

Aa Formatie van Aalter

AaOe – Lid van Oedelem:

Afwisseling van steenbanken, donkergrijsgroen zeer fijn zand met schelpen (*Cardita*, *Turritella*Ö) en kleiige eenheden; gemiddeld 31 m dik.

AaBe – Lid van Beernem:

Groene klei; geen gegevens voorhanden op het kaartblad.

Ge Formatie van Gent

GeVl – Lid van Vlierzele:

Groen, glauconiethoudend, glimmerhoudend zand, soms kleihoudend; gemiddeld 13 m dik.

GePi – Lid van Pittem

Grijsgroene, glimmerhoudende, weinig glauconiethoudende, sterk zandige klei tot sterk kleihoudend zand; gemiddeld 6 m dik.

GeMe – Lid van Merelbeke:

Blauwgrijze plastische klei; gemiddeld 5 m dik.

Tt Formatie van Tielt

TtEg – Lid van Egem:

Grijsgroen, zeer fijn zand, glimmerhoudend, met kleilagen die een behoorlijke dikte kunnen bereiken (4-5 meter); totale dikte bedraagt gemiddeld 14 m.

TtKo – Lid van Kortemark:

Grijze, silthoudende vaste klei, meestal moeilijk te onderscheiden van de boven- en onderliggende laag; gemiddeld 18 m dik.

Ko Formatie van Kortrijk

KoAa – Lid van Aalbeke:

Donkergrijze, vaste klei; gemiddeld 10 m dik.

KoMo – Lid van Moen:

Grijze klei tot kleiige silt.

3.3.5.2. Beschrijving van het kaartbeeld

De geologische kaart (fig. 9) toont afzettingen van de Formatie van Kortrijk tot en met het Lid van Onderdijk uit de Formatie van Maldegem.

In de Formatie van Kortrijk werd in de meeste boorbeschrijvingen geen onderscheid gemaakt tussen de leden van Aalbeke en Moen. De meeste beschrijvingen zijn te summier om op gegronde wijze beide leden van elkaar te onderscheiden. Om op basis van diepsonderingen het onderscheid te bepalen is de Quartaire bedekking te dik. Het was wel mogelijk de vermoedelijke grenslijn in te tekenen op basis van extrapolatie met de gegevens van het zuidelijk kaartblad. Het gaat hier dan ook enkel om een vermoedelijke grens.

Het Lid van Kortrijk wordt meestal beschreven als een grijze tot grijsblauwe vaste klei. Het vormt de top laag van de Tertiaire afzettingen in de grootste delen van de gemeenten De Panne, Koksijde en een smalle strook van de gemeente Nieuwpoort. De gemiddelde dikte bedraagt 120 m.

De Formatie van Tielt wordt opgesplitst in de leden van Kortemark en Egem.

Het Lid van Kortemark is op de kaartbladen 12/1-2-3 en 12/5-6 vroeger meestal geïnterpreteerd als Formatie van Kortrijk ("Ieperiaan"-klei). Toch werd in verschillende gevallen de 'niet typische' lithologische samenstelling wel opgemerkt (vb boring 36E-134). In een andere boring (36E-143) werden boorkernen in het Lid van Kortemark en de Formatie van Kortrijk over de hele lijn als silthoudend beschreven: hier werd de vermindering van silt als bepalend beschouwd voor het vastleggen van de grens Lid van Kortemark/Formatie van Kortrijk. Deze grens is daardoor niet echt objectief, en laat dus een marge voor het bepalen van de basis van het Lid van Kortemark.

Het Lid van Kortemark vormt de top laag van de Tertiaire afzettingen in de gemeenten Nieuwpoort, Middelkerke, Oostende, Bredene en in grote delen van de gemeenten Koksijde, Gistel en De Haan. De dikte kan sterk wisselen, waarschijnlijk omdat het bepalen van de grens deels subjectief is. Gemiddeld kan ongeveer 18 m als dikte voor het Lid van Kortemark worden aangenomen.

Ook de grens tussen de Leden van Kortemark en Egem blijft een probleem; misschien ook omdat de definitie van deze grens nog niet in detail is vastgelegd. De beide leden hebben een aantal typische kleilagen die gemakkelijk met elkaar verward kunnen worden. Wanneer ze wel kunnen onderscheiden worden, is nog de vraag of de middelste kleilaag (Yd3) al dan niet tot het Lid van Egem, dan wel tot het Lid van Kortemark behoort. Bij de kartering werd deze laag consequent tot het Lid van Egem gerekend en blijft de grens overeenstemmen met de grens tussen Yd2 en Yd1 (zie ook Toelichtingen bij het kaartblad, Veurne - Roeselare (19-20) en Bolle & Jacobs (1993)).

Het Lid van Egem vormt de top laag van de Tertiaire afzettingen in een brede strook over de gemeenten De Haan, Oudenburg, Ichtegem en Koekelare. Het Lid van Egem is meestal iets dunner dan het Lid van Kortemark en heeft een gemiddelde dikte van 14 m.

De Formatie van Gent ontsluit over de rest van het kaartblad 12.

Het Lid van Merelbeke is meestal goed te onderscheiden en wordt beschreven als een vaste, plastische kleilaag met een gemiddelde dikte van 5 m. Het voorkomen van dergelijke kleilagen in de Formatie van Tielt vormt echter een stratigrafisch probleem.

Het onderscheid tussen de Leden van Pittem en Vlierzele is niet altijd eenvoudig. In vele gevallen treden sterke diktewisselingen op tussen beide leden, zelfs indien de gegevens als betrouwbaar mogen aanzien worden, zoals in twee boringen op ongeveer 1 km van elkaar gelegen te Knokke; beide boringen werden door dezelfde geoloog beschreven. Na het aanboren van het Lid van Merelbeke werd de boring echter gestopt, zodat getwijfeld kan worden of het hier werkelijk de basis van de Formatie van Gent betreft. In deze boringen varieert de dikte van deze formatie van 22 m tot slechts 10 m. Ook bij diepsonderingen in deze formatie werden verschillende diktevariëaties over korte afstand opgemerkt.

De gemiddelde dikte van het kleihoudende zand tot zandhoudende klei van het Lid van Pittem bedraagt 6 m. Het Lid van Vlierzele heeft een gemiddelde dikte van 13 m.

De Formatie van Aalter bestaat hoofdzakelijk uit het Lid van Oedelem. Het onderliggende Lid van Beernem werd enkel ingetekend om de aansluiting met het kaartblad Brugge (13) mogelijk te maken. Het Lid van Oedelem kan gemakkelijk van het Lid van Vlierzele onderscheiden worden door zijn veel fijnere structuur. Ter hoogte van Zeebrugge werd dit lid, waarvan de dikte varieert van 20 tot 40 m, nog verder onderverdeeld in verschillende lagen (Depret, 1981). Ook in de twee boringen te Knokke werden een aantal lagen binnen het Lid van Oedelem onderscheiden.

Het Lid van Oedelem ontsluit over bijna het hele grondgebied van Zeebrugge en heeft een gemiddelde dikte van 31 m.

De Formatie van Maldegem vormt de top in de gemeenten Knokke-Heist en Damme. Het Lid van Wemmel is een 1 tot 6 m dikke laag kleihoudend fijn zand, die evenwel niet altijd kan onderscheiden worden. De ingetekende lijn berust dan ook voornamelijk op extrapolatie van de gegevens uit de haven van Zeebrugge. De ongeveer 5 m dikke kleilaag van het Lid van Asse zorgt voor een lint van de haven van Zeebrugge tot de Nederlandse grens. Dit lid kan onderscheiden worden van het bovenliggend Lid van Ursel op basis van zijn lichtere textuur en de aanwezigheid van de 'bande noire', een sterk glauconiethoudende basislaag. Het pakket plastische klei van het Lid van Ursel wordt maar op twee plaatsen volledig doorsneden en heeft daar een dikte van 19 m. De daarop liggende afwisseling van zand en klei van de Leden van Onderdale, Zomergem, Buisputten en Onderdijke werden slechts in een gering aantal waarnemingen opgemerkt. In afzonderlijke lithologische beschrijvingen is geen onderscheid mogelijk tussen de verschillende kleilagen binnen de Formatie van Maldegem; het intekenen van deze lagen gebeurde dus op basis van een beperkt aantal punten.

3.3.5.3. Vergelijking met de oude geologische kaarten 10, 11, 21, 22, 35, 36, 37

In vergelijking met de kaartbladen van de oude Geologische Kaart van België op schaal 1:40.000 (Rutot, 1895; Mourlon, 1895) vallen een aantal verschilpunten onmiddellijk op. De nieuwe kaart op schaal 1:50.000 is een volledig afgedekte kaart zonder aanduiding van de jong-Quartaire afzettingen in de valleien, die wel op de oude kaart zijn aangeduid. Zo is er op de oude kaartbladen 10 (= 4/7-8), 11 (= 5/5-6), 21 (= 12/1-2) en 35 (= 11/7-8) geen Tertiair ingekleurd.

De afzettingen die op de kaartbladen 36 (12/5-6) en 37 (12/7-8) van de oude geologische kaart gedeeltelijk als Yc werden aangeduid, werden nu als Formatie van Tielt (Lid van Kortemark) ingekleurd. Zoals reeds hoger vermeld, kunnen de formaties in dit gebied zeer moeilijk van elkaar onderscheiden worden. Op het terrein betreft het in beide gevallen kleilagen, die enkel met geofysische, geotechnische en/of granulometrische analyses van elkaar kunnen onderscheiden worden.

De dagzomen van de Formatie van Gent komen in grote lijnen overeen met de op de oude kaart als Paniseliaan gekarteerde gebieden, waar evenwel geen onderscheid gemaakt werd tussen de Leden van Pittem en Merelbeke (P1c en P1m). De grens tussen het Lid van Pittem en het Lid van Vlierzele wijkt hier ook enigszins af van de getekende grens op de nieuwe geologische kaart.

Een belangrijk verschilpunt is ook dat op het kaartblad 11 (= 5/5-6) van de oude geologische kaart onder de Quartaire deklaag het P1d (Lid van Vlierzele) gekarteerd werd. Veel recente waarnemingen maken echter duidelijk dat dit lid over een tiental meter voorkomt en nog bedekt wordt door de Formaties van Aalter en Maldegem.

4. LITHOSTRATIGRAFIE

4.1. Overzicht van de lithostratigrafie van het Tertiair

4.1.1. Algemeen (naar Steurbaut & Jacobs, 1993)

In noordelijk België speelt de afzetting van het Tertiair in het algemeen en van het Eoceen in het bijzonder, zich af in de ondiepe zuidelijke bocht van de Noordzee. Deze bocht wordt bijna steeds aangeduid met de term “Belgisch Bekken”, alhoewel hier eigenlijk niet van een bekken in de echte zin van het woord kan gesproken worden. De sedimentatie in deze zuidelijke bocht kan niet los gezien worden van de geschiedenis van de rest van de Noordzee (Ziegler, 1982), die nauw verband houdt met de laatste fasen van de opening van de Noord-Atlantische Oceaan (ontwikkeling van de Centrale en Viking Graben waarvan de Graben van Roermond een verlenging vormt). Aangezien het Belgisch Bekken omgeven is door “oude massieven” (Massief van (London-)Brabant, Armoricaans Massief,...), kan gesproken worden van een intracratonisch bekken dat zeer langzaam subsideert (afzinkt) omdat het op de noordflank is gelegen van een min of meer stabiel gebied (Massief van Brabant) dat als sokkel dienst doet. Toch ondergaat het invloed van de (constante maar geringe en langzame) opheffing van de zuidelijk gelegen gebieden als een verre uitdrukking van de Alpijnse gebergtevorming. Daardoor wordt veel afbraakmateriaal naar de zuidelijke bocht van de Noordzee afgevoerd (siliciclastische sedimentatie) door een noord- en oostwaarts gericht draineringssysteem dat als een voorloper kan beschouwd worden van de huidige Rijn-Maas-Schelde delta.

Ten gevolge van deze langzame opvulling van de zuidelijke bocht van de Noordzee met sedimenten, vertoont de geologische kaart een typisch patroon van WNW-ESE gerichte banden. Grosso modo kan gesteld worden dat het Tertiair (en dus ook het Eoceen) bestaat uit een afwisseling van zanden en kleien, waarvan sommige gekenmerkt zijn door een grote laterale verbreiding en continuïteit (kleien uit de Formatie van Kortrijk, het voormalige Ieperiaan bijvoorbeeld). Het Belgisch Bekken werd dan ook reeds op het einde van vorige eeuw beschouwd als een klassiek voorbeeld van een siliciclastische sedimentatiereeks waarin verschillende transgressie/regressie-cycli gedocumenteerd waren.

Aangezien het continentaal plat (shelf) van de zuidelijke bocht van de Noordzee naar het centrum van het bekken toe niet begrensd is door een steile helling (-de shelfrand op een diepte van ongeveer 200 m ontbreekt-) maar daarentegen gekenmerkt is door een zwakke maar regelmatig verlopende helling, zullen de opeenvolgende transgressies en regressies op het continentaal plat vooruitschrijden en terugtrekken over grote gebieden. Daarvoor volstaan beperkte relatieve zeespiegelbewegingen van enkele tot een tiental m. Toch zullen deze relatieve zeespiegelstijgingen en -dalingen in de sedimenten duidelijke signalen achterlaten die toelaten te bepalen of de sedimenten bij lage, stijgende, hoge of dalende zeespiegeltand werden afgezet.

Voor een deel weerspiegelt de geologische opbouw van Vlaanderen zich in het reliëf. De afwisseling van de aan de actuele erosie meer weerstandbiedende lagen (zoals kleien, zandsteenhoudende lagen, ...) met de minder weerstandbiedende lagen (zoals zanden) zorgt door de monoclinale opbouw van de lagen voor een typisch cuesta-reliëf in sommige gebieden (Land van Waas, heuvels van Oedelem-Zomergem-Adegem, ...) of voor typische dalvormen in gebieden die sterk onderhevig waren aan fluviaatiele erosie. Het reliëf en de verschillende landschapsvormen kunnen dus maar ten volle begrepen worden indien een basiskennis van de geologische gesteldheid voorhanden is.

4.1.2. Het Paleogeen (naar Steurbaut & Jacobs, 1993)

Tijdens het Paleogeen tussen 65 en 23.8^{miljoen} jaar geleden, bevond Vlaanderen zich op de zuidrand van het Noordzee Bekken, een noord-zuid georiënteerd relatief smal bekken dat een permanente noordelijke verbinding had met de Noord-Atlantische Oceaan. Tijdelijke zuidwaartse verbindingen bestonden met de Atlantische Oceaan via het Kanaal en oostwaartse indirecte verbindingen met de *Tethys Oceaan* via Noord-Duitsland en Polen. In de loop van het Paleogeen werd Vlaanderen menigmaal door de zee overspoeld ten gevolge van relatieve zeespiegelstijgingen (= transgressies), waardoor relatief dikke pakketten van uiterst gevarieerde sedimenten werden afgezet. De oorzaken van deze plotse zeespiegelstijgingen liggen in snel veranderende klimatologische omstandigheden bv. door broeikas- (greenhouse) effecten met als gevolg het afsmelten van de ijskappen of in belangrijke tektonische veranderingen die verband houden met de platentektoniek.

De Paleogene lagen in Vlaanderen werden hoofdzakelijk als zanden en kleien afgezet in een ondiepe zee met waterdiepten die zelden meer dan 100 of 150 m bedroegen. Ze komen overal voor in de ondergrond, met een maximale dikte van ongeveer 600 m in het uiterste noorden. Ze dagzomen in het westen en in het centrum van Vlaanderen onder een dunne Quartaire mantel. Het Quartair is er doorgaans minder dan 10 m dik, met uitzondering van de Kustvlakte, de Vlaamse Vallei en het Noorden van de Kempen waar de dikte tientallen meters bedraagt. De Paleogene lagen vertonen een tabulaire opbouw. Ze hellen licht naar het noordnoordoosten (minder dan 0,4 % of minder dan 4 m per km). Daar waar het reliëf nagenoeg vlak is worden naar het noordnoordoosten toe steeds jongere lagen aangetroffen en komen de oudere lagen steeds dieper voor.

4.1.3. Het Tertiair op het kaartblad Blankenberge – Westkapelle - Oostduinkerke - Oostende (4-5-11- 12)

Alle formaties die dagzomen (ontsluiten) aan het bovensvlak van de afzettingen onder het Quartair, werden afgezet tijdens het Tertiair. De afzettingen dateren uit het Eoceen tijdvak (van ongeveer 54.8 tot 33.6^{miljoen} jaar geleden).

Op het kaartblad komen onmiddellijk onder het Quartair dek geen gesteenten van Paleozoïsche of Mesozoïsche ouderdom voor. Beide laatste gesteenteformaties worden wel aangetroffen in de diepere ondergrond, bedekt door jongere (Tertiaire) afzettingen.

Tabel 2 geeft een overzicht van de op het kaartblad aanwezige lithostratigrafische eenheden uit het Tertiair. Alle hier vermelde lithostratigrafische eenheden bestaan uit mariene afzettingen. Deze sedimenten hebben geen mechanische vervormingen ondergaan; ze zijn ook niet omgevormd geworden tot harde gesteenten, met uitzondering van enkele banken. Alle eenheden bestaan dus uit mariene, losse sedimenten, voorkomend in (sub)horizontale pakketten van enkele m tot tientallen m dikte.

⁵ naar Berggren et al. (1995).

CHRONOSTRATIGRAFIE	LITHOSTRATIGRAFIE		
	GROEPEN	FORMATIES	Leden
LAAT MIDDEN EOCEEN		MALDEGEM	Onderdijke* Buisputten* Zomergem* Onderdale* Ursel* Asse* Wemmel*
MIDDEN EOCEEN	ZENNE	AALTER	Oedeleem* Beernem*
VROEG (of ONDER) EOCEEN	IEPER	GENT	Vlierzele* Pittem* Merelbeke*
		TIELT	Egem* Kortemark*
		KORTRIJK	Aalbeke* Moen* Saint-Maur Mont-Héribu
LAAT (of BOVEN) L. PALEOCEEN	LANDEN	TIENEN	Knokke
		HANNUT	Grandglise

Tabel 2 - Lithostratigrafische kolom van de op het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende (4-5-11-12) gekarteerde eenheden *

4.2. Lithostratigrafische beschrijving

Aangezien de meeste waarnemingen boringen zijn, waarbij de sedimenten ouder worden naarmate dieper in de ondergrond wordt doorgedrongen, wordt om redenen van gebruiksvriendelijkheid hier de voorkeur gegeven aan een beschrijving van de verschillende eenheden van jong naar oud.

4.2.1. Formatie van Maldegem

4.2.1.1. Lid van Onderdijke

Het Lid van Onderdijke bestaat uit een grijsblauwe, zware klei. Op de kaart komt dit lid enkel voor in het noordoosten op het grondgebied Knokke-Heist. In de boringen 4, 5 en 6 van Vrancken (1997) is dit lid aangeboord en beschreven als zware klei. In een diepsondering voor de kust van Knokke-Heist (fig. 10), wordt het Lid van Onderdijke geïnterpreteerd van 22 tot 29,3 m.

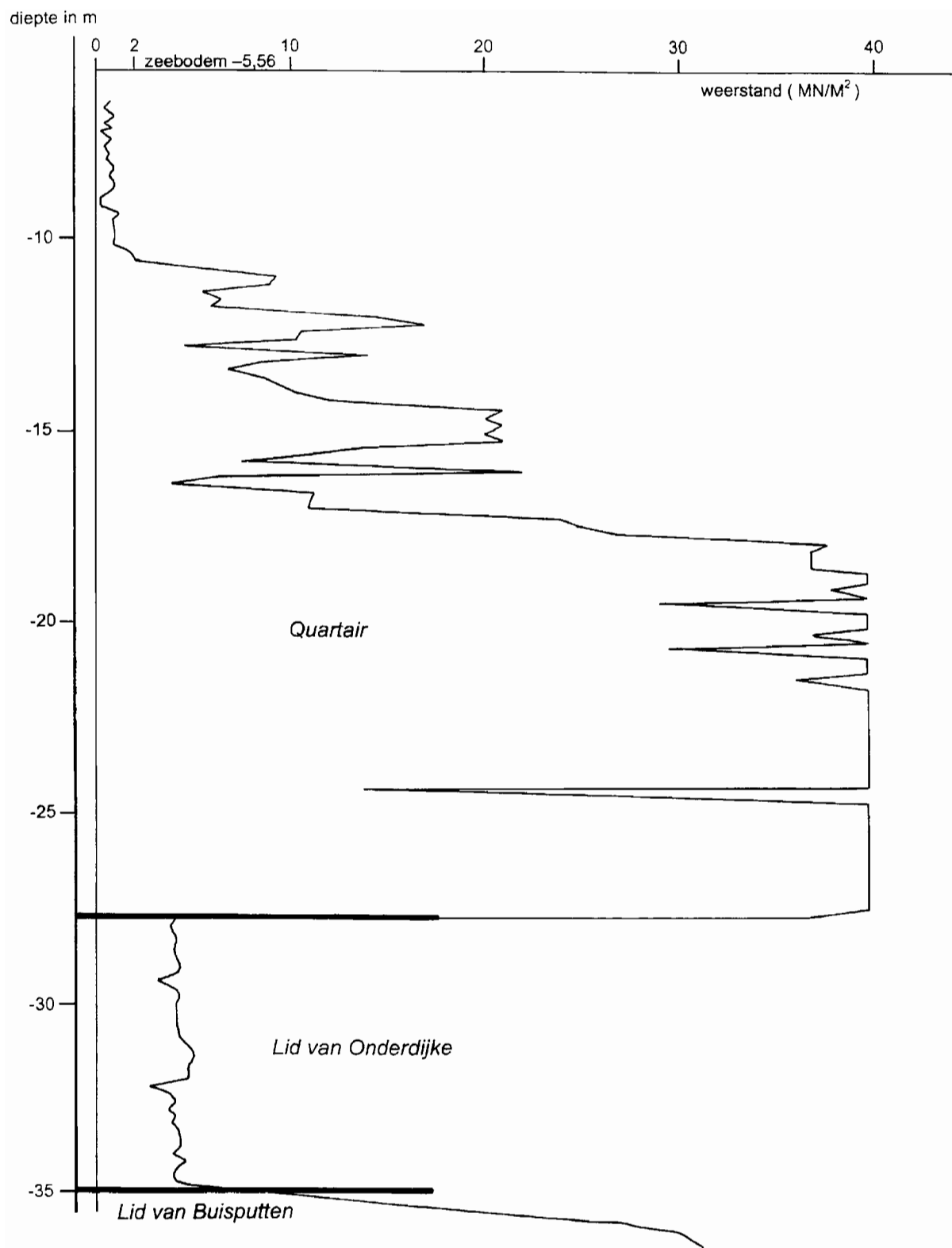


Fig. 10 -- Diepsondering voor de kust van Knokke-Heist waar het Lid van Onderdijke geïnterpreteerd wordt tussen 22 en 29,3 m diepte.

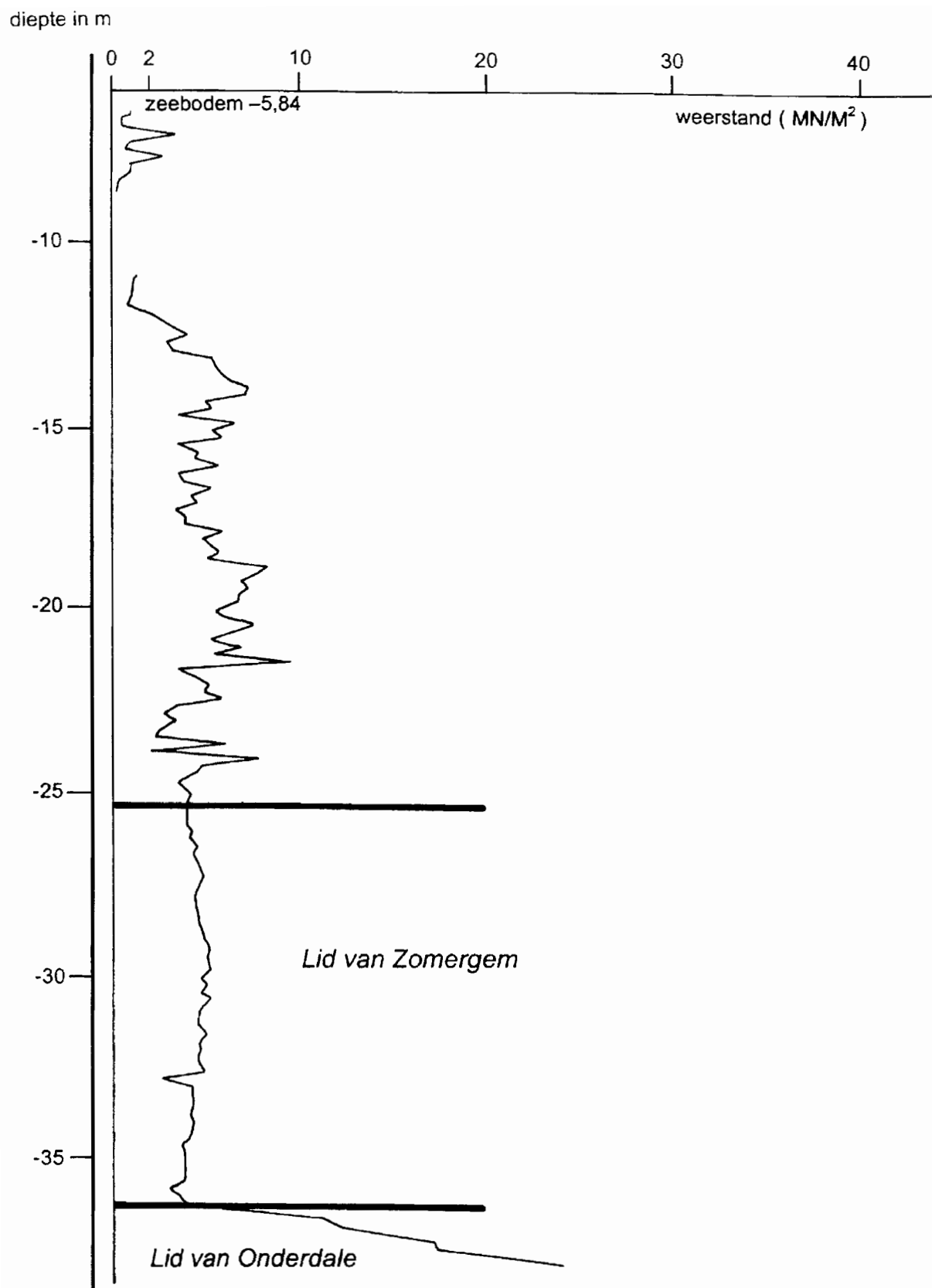


Fig. 11 – Diepsondering waar het Lid van Zomergem wordt geïnterpreteerd van 19,5 tot 30,5 m diepte.

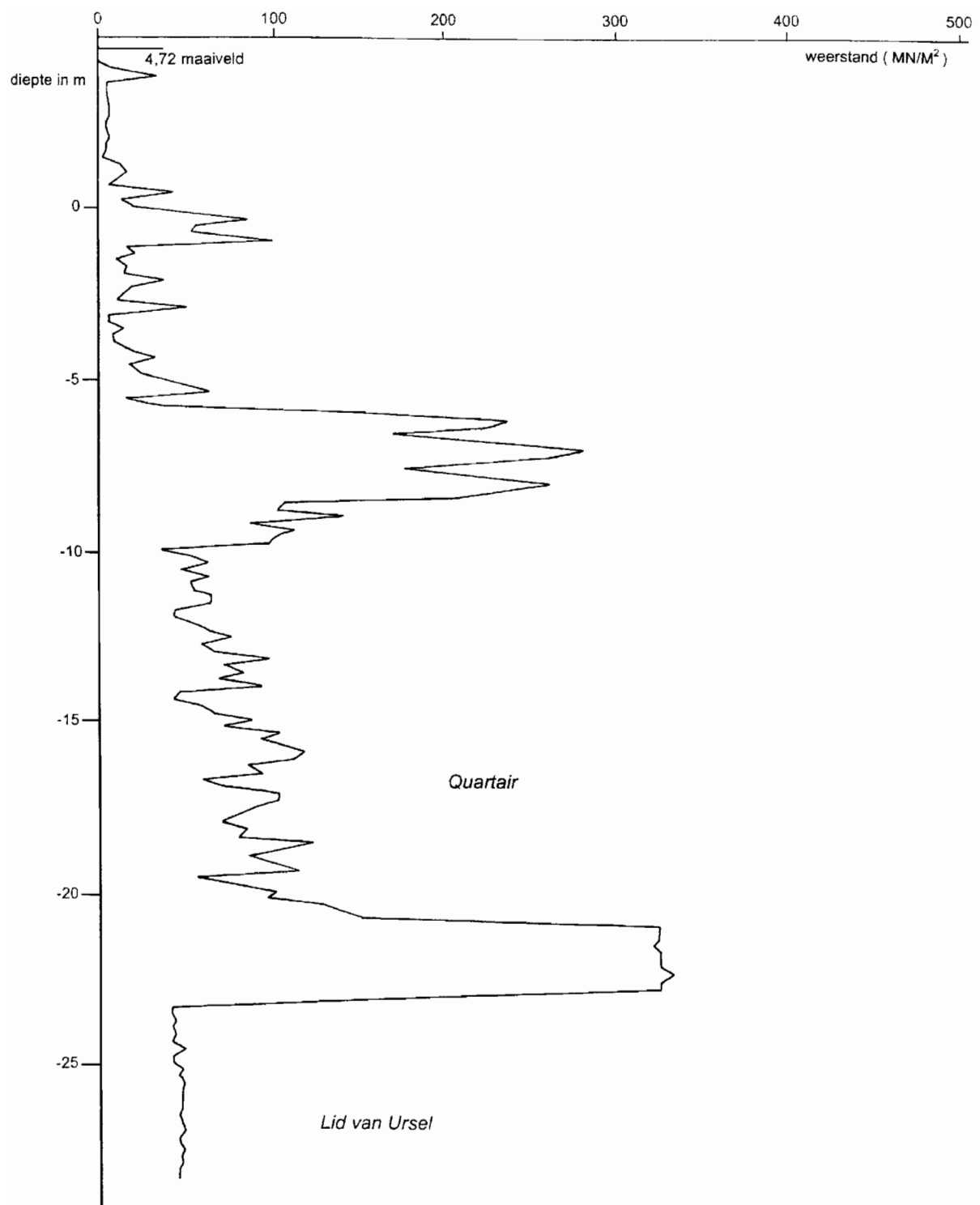


Fig. 12 – Diepsondering waar het Lid van Ussel gemakkelijk te onderscheiden is door zijn lage en homogene waarden van de conusweerstand.

4.2.1.2. Lid van Buisputten

Onder de zware klei van het Lid van Onderdijke komt een dunne laag kleihoudend zand voor. Deze gemiddeld 4,5 m dikke laag wordt aangetroffen in een smalle strook van Knokke tot Burkelpolder. Dit lid werd aangeboord in de boringen 1, 2 en 3 (Vrancken, 1997), die echter telkens bij het aanboren van het Tertiair werden stopgezet, zodat geen duidelijk beeld kan gegeven worden van de dikte.

4.2.1.3. Lid van Zomergem

Het Lid van Zomergem bestaat opnieuw uit klei tot zware klei; het bevat noch glauconiet, zand of kalk. Gemiddeld is dit kleipakket ongeveer 12 m dik. In fig. 11 wordt het voorkomen van dit lid geïnterpreteerd van 19,5 tot 30,5 m diepte.

4.2.1.4. Lid van Onderdale

Tussen de twee kleipakketten van de Leden van Zomergem en Ursel bevindt zich de ongeveer 3 m dikke laag middelmatig fijn zand van het Lid van Onderdale.

4.2.1.5. Lid van Ursel

Deze benaming werd ingevoerd voor het niet-glauconiethoudend en niet-zandig deel van de vroegere Klei van Asse.

Het Lid van Ursel bestaat dus uit een homogene, grijsblauwe klei tot zware klei, die niet kalk- of fossielhoudend is. Naast pyriteuze vlekjes (tot 5 mm diameter) bevat de klei soms een weinig, meestal afgeplatte zandnestjes (tot 10 mm lang) (Depret, 1983). In zijn studie krijgt deze klei de T1 benaming.

Deze vaste klei is meestal gemakkelijk te onderscheiden van het bovenliggend Quartair dek. De ondergrens is niet altijd even duidelijk vermits deze klei geleidelijk overgaat in de glauconiethoudende, zandhoudende klei van het Lid van Asse.

Dit lid ontsluit over vrijwel het hele grondgebied van de gemeente Knokke-Heist en de noordrand van de gemeente Damme.

In diepsonderingen is het Lid van Ursel gemakkelijk te onderscheiden door lage en homogene waarden van de conusweerstand (fig. 12).

4.2.1.6. Lid van Asse

Het Lid van Asse bestaat uit glauconiethoudende zandige klei met vooral aan de basis, grof glauconietzand ("bande noire").

De geleidelijke overgang van het Lid van Asse naar het bovenliggend Lid van Ursel gaat gepaard met een verzwaring van de textuur en een sterke vermindering van het glauconietgehalte.

Een duidelijke beschrijving van deze klei wordt gegeven in waarneming 11W-265. In de meeste beschrijvingen is het mogelijk deze 2 tot 5 meter dikke laag te onderscheiden. Toch zijn verschillende boorbeschrijvingen zo summier dat het Lid van Asse niet te onderscheiden is van het Lid van Ursel (vb. 11E-48).

4.2.1.7. Lid van Wemmel

Het Lid van Wemmel vangt aan met een meestal goed ontwikkelde basisgordel, waarin naast *Nummulites wemmelensis*, talrijke exemplaren teruggevonden worden van gerolde *Nummulites variolarius*, gerolde en verkiezelde *Nummulites laevigatus* en gerolde fossielhoudende kalkzandsteenbrokken. Het bestaat uit een pakket grijs glauconiethoudend fijn zand, waarin het kleigehalte toeneemt naar de top, waar het Lid van Wemmel een grof-glauconiethoudende klei vormt.

Volgens Depret (1983) komt het Lid van Wemmel (eenheid T9) ter hoogte van Zeebrugge voor als een 1 tot 4 m dikke laag. Ze bestaat hier uit groengrijs, weinig glauconiethoudend, weinig kleihoudend tot kleihoudend, zeer fijn zand.

In verschillende boringen (o.a. 11W-265, 11W-351) beantwoordt de lithologische beschrijving duidelijk aan de karakteristieken van het Lid van Wemmel. In andere gevallen (vb. 11W-124, 11W-170, 11W-160) kan echter in de beschrijving niets teruggevonden worden dat wijst op de aanwezigheid van het Lid van Wemmel, en gaat het Lid van Asse dadelijk over in het grijs kleihoudend zand van het Lid van Oedelem.

4.2.2. Zenne-Groep

4.2.2.1. Formatie van Lede

De Formatie van Lede, die bestaat uit kalk- en glauconiethoudend fijn zand, komt niet voor in het studiegebied. Dit wordt bevestigd door paleontologische argumenten (Depret, 1983, p. XIV).

4.2.2.2. Formatie van Aalter

4.2.2.2.1. Lid van Oedelem

Het Lid van Oedelem is een ondiep mariene afzetting, die bestaat uit fijne grijsgroene glauconietzanden, waarin meestal zeer veel schelpen voorkomen.

Door Depret (1983) wordt dit lid nog verder onderverdeeld (eenheden T8 tot T1). In het bovenste deel worden drie steenzones onderscheiden. De middelste zone bevat meer klei, terwijl onderaan nog een vrij homogene laag zand van nagenoeg 10 m dikte voorkomt.

In de databank wordt de kleur van het Lid van Oedelem meestal als grijs beschreven, dit in tegenstelling tot het onderliggende Lid van Vlierzele dat hoofdzakelijk een groene kleur wordt toegewezen. In de meeste beschrijvingen viel ook een sterk kleihoudend karakter op (vb. 11W-351), of werd dit lid als siltig omschreven (vb. 11W-265). In een enkel geval wordt ook melding gemaakt van een schelpenmassa (11W-229).

De dikte van dit lid schommelt tussen 20 en 40 meter, met een gemiddelde dikte van 31 m. In het noordoosten neemt de dikte toe ten koste van het Lid van Vlierzele.

In fig. 13 werden een aantal diepere boringen ter hoogte van Blankenberge-Zeebrugge-Knokke uitgezet. Hierbij werd de overgang tussen het Lid van Oedelem en het Lid van Vlierzele, naast kleurverandering, ook vastgelegd op basis van het onderscheid in korrelgrootte. Terwijl het Lid van Oedelem als fijn zand wordt beschreven, is het Lid van Vlierzele meestal als “kwartsachtig” zand gedefinieerd.

Wanneer het Lid van Oedelem rechtstreeks onder het Quartair voorkomt, is het dikwijls moeilijk een onderscheid te maken tussen beide zandpakketten. Ook bij de diepsonderingen is de grens tussen beide niet altijd evident (fig. 14). Algemeen kan gesteld worden dat de meetcurve in het Lid van Oedelem (Tertiair) minder grillig verloopt dan in het Quartair.

In twee boorgatmetingen te Knokke (project TGO94037) komen in het Lid van Oedelem twee uitgesproken pieken voor in de grafiek van de gamma-meting. Andere boorgatmetingen in het Lid van Oedelem zijn op dit kaartblad niet uitgevoerd. In boorgatmetingen op andere kaartbladen (o.a. kaartblad 14) werden deze pieken niet teruggevonden.

4.2.2.2.2. Lid van Beernem

In de beschikbare gegevens van kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende (4-5-11-12) werd nergens een beschrijving teruggevonden waarbij de lithologische karakteristieken overeenkomen met deze van het Lid van Beernem. Enkel de grijsgroene klei vermeld door De Clercq (1995) zou eventueel met dit lid kunnen overeenkomen. Gezien echter de geringe doorboring (slechts enkele cm), werden deze gegevens genegeerd. Het voorkomen van het Lid van Beernem werd op het kaartblad echter wel ingetekend om de aansluiting met het kaartblad Brugge (13) mogelijk te maken.

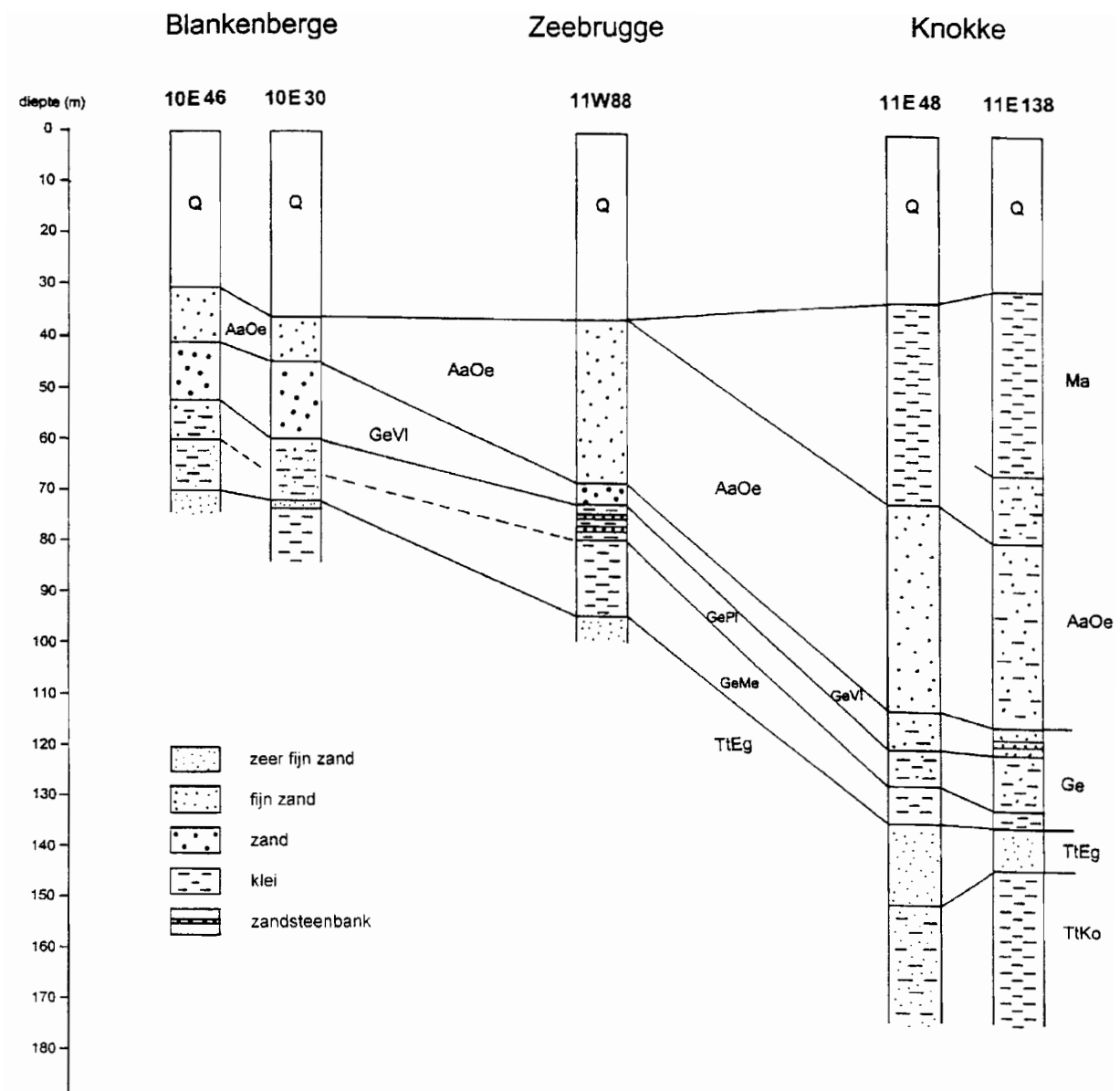


Fig. 13 – Diepere boringen ter hoogte van Blankenberge-Zeebrugge-Knokke.

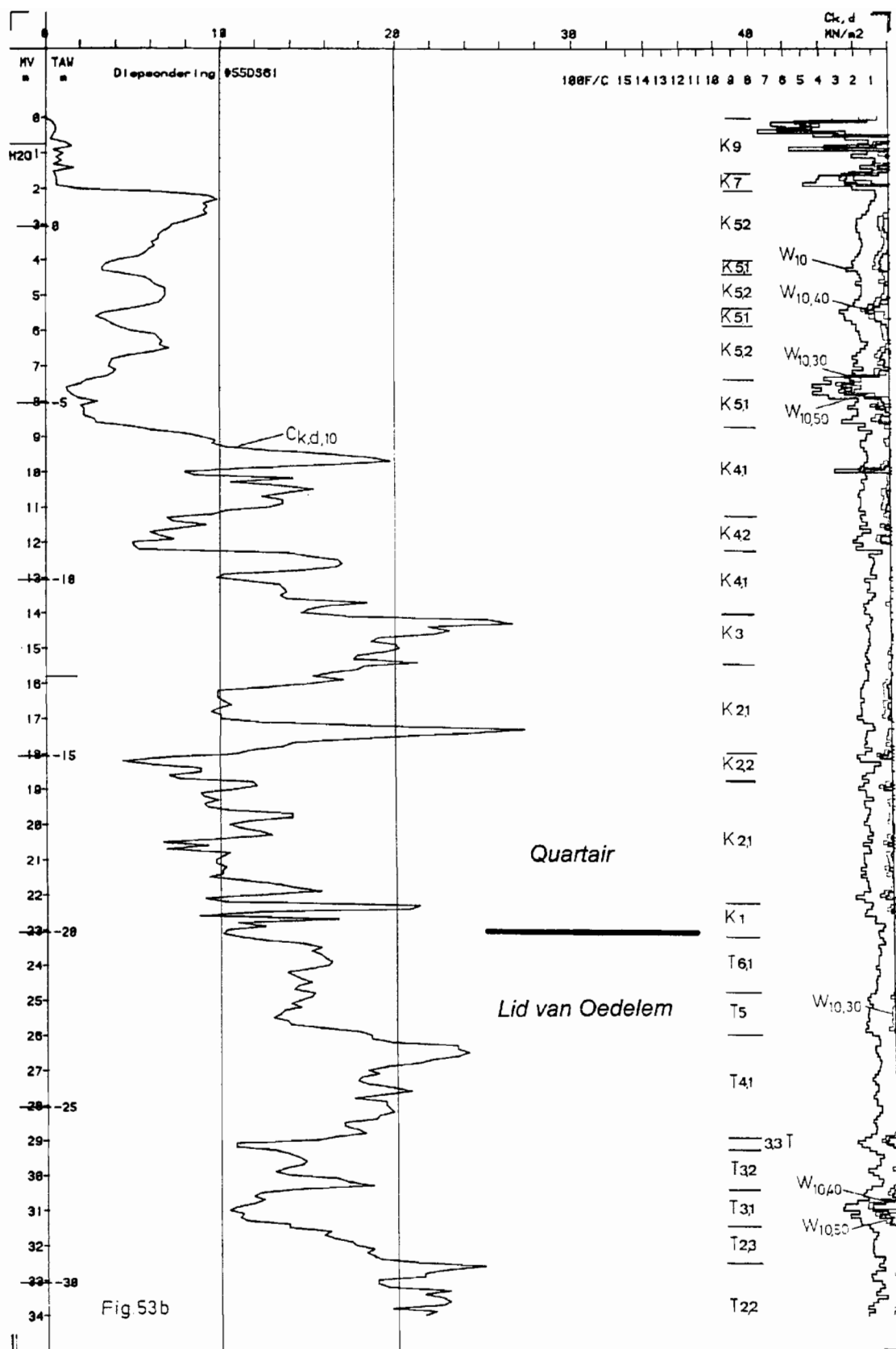


Fig. 14 – Diepsondering waarbij het Quartair rust op het Lid van Oedelem op een diepte van 23 m. (Uit Depret, 1981).

4.2.3. Ieper-Groep

4.2.3.1. Formatie van Gent

4.2.3.1.1. Lid van Vlierzele

Het Lid van Vlierzele bestaat voornamelijk uit fijn zand, duidelijk horizontaal of kruisgewijs gelaagd, soms homogeen, met veel tubulaties.

In de databank wordt dit lid voornamelijk beschreven als “sable très quartzeux”, met ter hoogte van Blankenberge een dikte van ongeveer 10 m. In de gestoken boring te Zuinkerke (BGD 22E-228) wordt het Lid van Vlierzele aangeboord tussen 24,2 en 32,6 m diepte (fig. 15). Opmerkelijk is wel dat de boormeester ‘kleiig zand’ vermeldt tussen 24 en 32 m in zijn boorbeschrijving, terwijl in de kernen dit deel beschreven wordt als ‘groen zeer fijn zand, glauconietrijk met duidelijke kruisgelaagdheid’. De term “kleiig zand” kan hier dus verwarrend werken en bevestigt nogmaals dat in boorbeschrijvingen gemaakt tijdens de uitvoering van de boring niet altijd de juiste lithologische benaming wordt gebruikt.

De dikte van het Lid van Vlierzele neemt af naar het noordoosten. Volgens Depret (1983) is het ter hoogte van Zeebrugge afwezig. Bij de kartering werd echter wel een laag van ongeveer 10 m onderscheiden. In het werk van Depret komt deze 10 m overeen met de bovenste twee onderscheiden lagen in het onderliggende Lid van Pittem.

In vele gevallen is het Lid van Vlierzele moeilijk van het bovenste deel van het Lid van Pittem te onderscheiden. In de boorgatmeting te Zuinkerke (fig. 15) is de positie van de grens gebaseerd op de gammameting (hoger in het kleiige Lid van Pittem dan in het zandige Lid van Vlierzele) en op de diameter van het boorgat (meer uitgespoeld in het zandige Lid van Vlierzele dan in het kleiige Lid van Pittem). De resistiviteiten zijn bij deze waarneming niet bruikbaar wegens verzilting. Jammer genoeg zijn degelijke gegevens eerder zeldzaam.

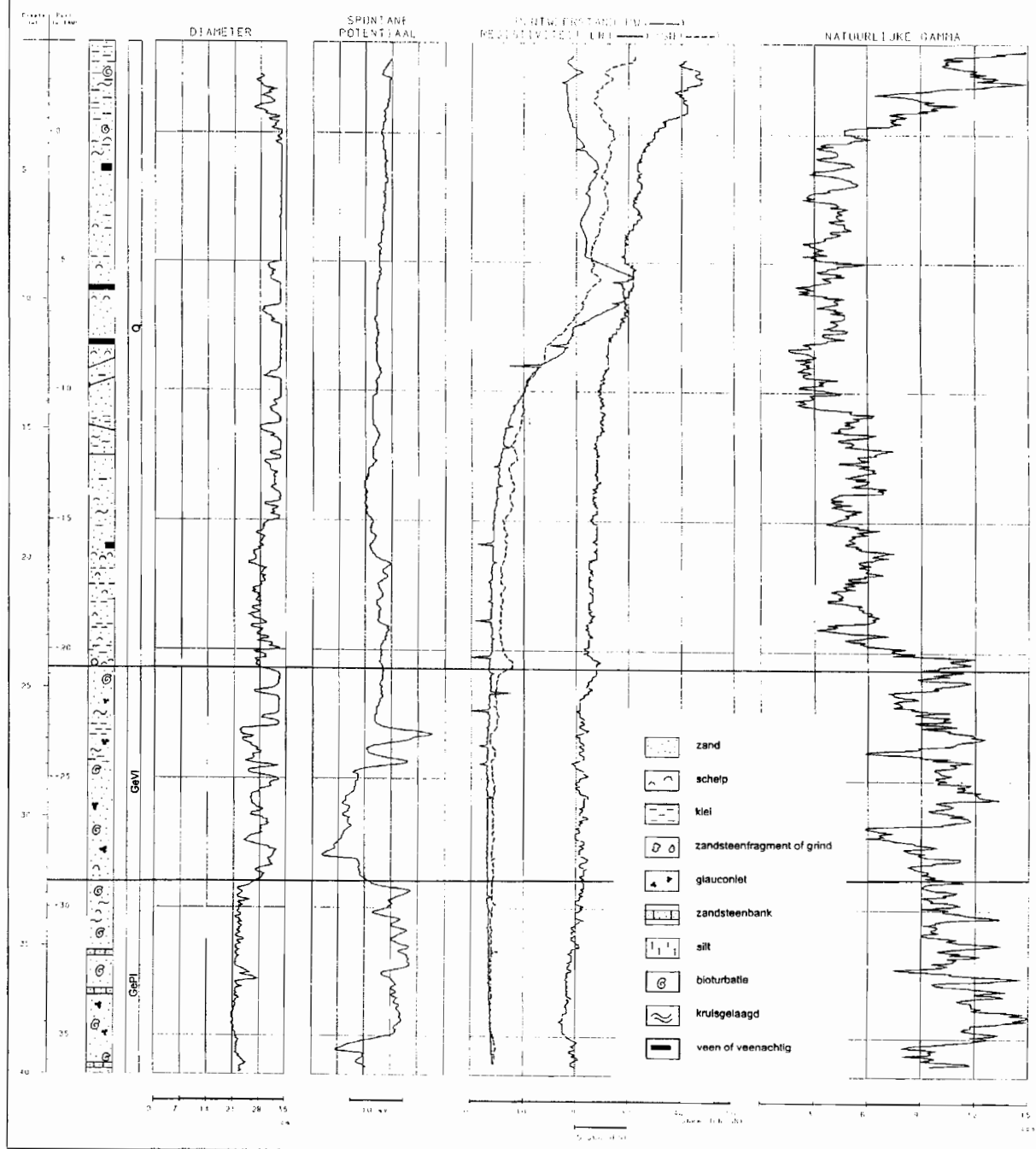
En duidelijk voorbeeld van een diepsondering waar zonder problemen wel het onderscheid kan gemaakt worden tussen de verschillende leden van de Formatie van Gent, is weergegeven in fig. 16. Deze waarneming bevindt zich echter niet op het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende (4-5-11-12), maar op ongeveer 2 km van de oostgrens. Op het kaartblad zelf werd geen enkele eenduidige diepsondering teruggevonden. In de diepsonderingen te Nieuwege ten noordoosten van Jabbeke (fig. 17) werd de grens tussen het Lid van Vlierzele en het Lid van Pittem ingetekend, maar het patroon verschilt evenwel sterk van het patroon in fig. 16. De hoge waarden van de conusweerstand die hier in het Lid van Pittem optreden zijn waarschijnlijk te wijten aan het veelvuldig voorkomen van zandsteenbankjes. Deze diepsonderingen tonen ook aan dat de grens tussen beide leden daarom niet evident is.

4.2.3.1.2. Lid van Pittem

Het Lid van Pittem bestaat uit een afwisseling van glauconiethoudende laagjes kleiig tot siltig zeer fijn zand met kleiig-zandige, grove silt. Plaatselijk komen zandsteenbanken voor.

In de gebruikte gegevens wordt dit lid veelal omschreven als “argile grise, très sableuse”; meestal wordt ook melding gemaakt van de aanwezigheid van veldsteenstukken. Deze zandsteencuttings kunnen hier een zeer belangrijk aandeel uitmaken zoals werd aangetoond in boring 11W-88 en in boring 22E-228 te Zuinkerke (zie fig. 15).

In diepsondering V (project 3/14-73/492) te Snellegem (fig. 18) kan het Lid van Pittem onderscheiden worden. Bij vergelijking met de diepsondering van fig. 13 komen een aantal overeenkomsten wat betreft de grens tussen het Lid van Pittem en het onderliggende Lid van Merelbeke tot uiting. Voor het bepalen van de bovengrens van het Lid van Pittem werden dezelfde criteria gebruikt als in fig. 17. Opvallend is echter het duidelijke verschil in grens tussen het Lid van Pittem en het Lid van Vlierzele tussen fig. 16 en fig. 18.



Proef 6609-79/395-S5	BRUGGE x = 68151.0 y = 209905.0 z = +12.06	Datum 14/11/79
Apparaat : 200KN Water op : 2.50 m (+9.56) Grond aan conus : groene klei		
Conus : Gewone Conus		

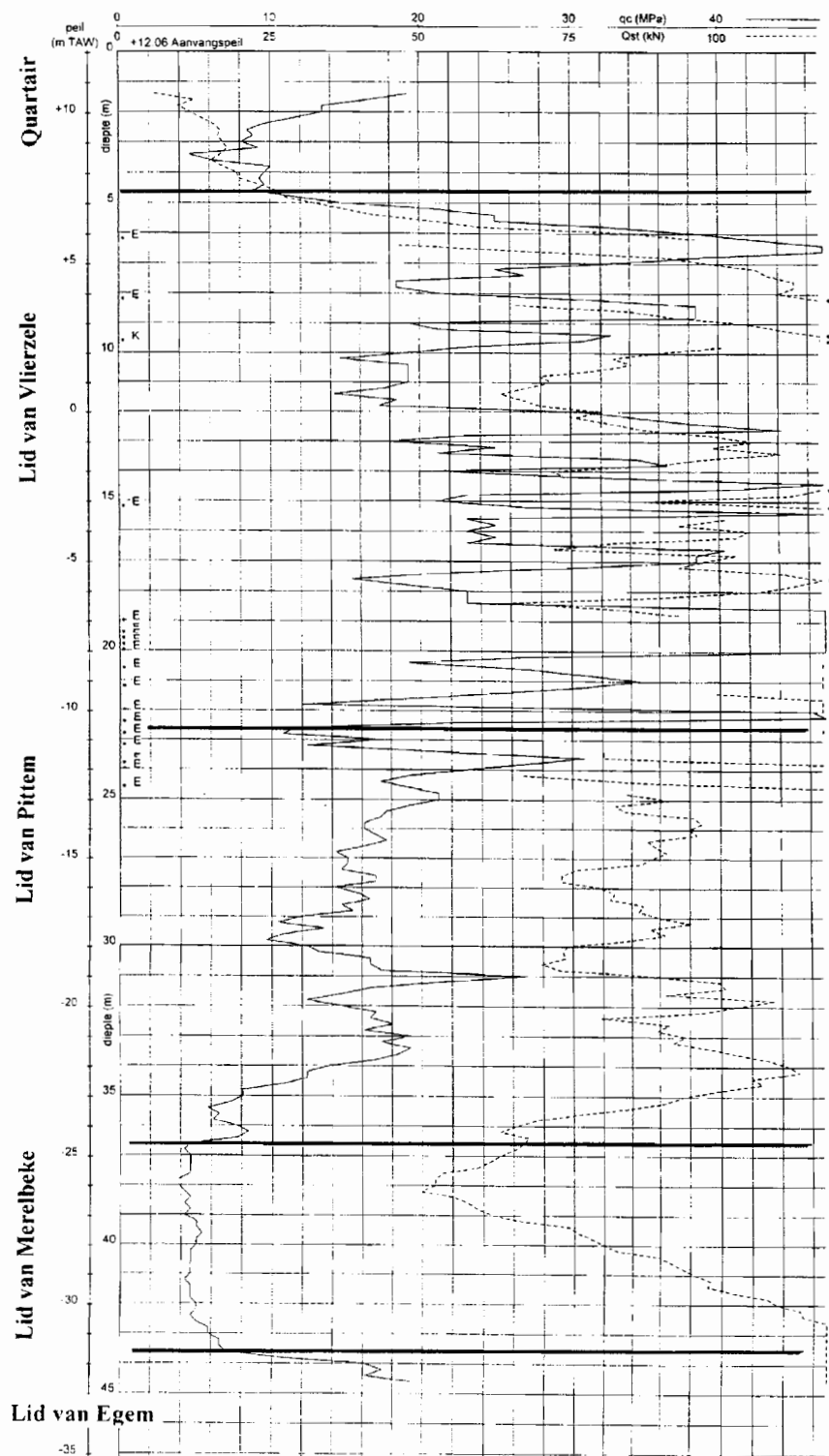


Fig. 16 – Diepsondering te Brugge waar de verschillende leden van de Formatie van Gent duidelijk van elkaar onderscheiden worden.

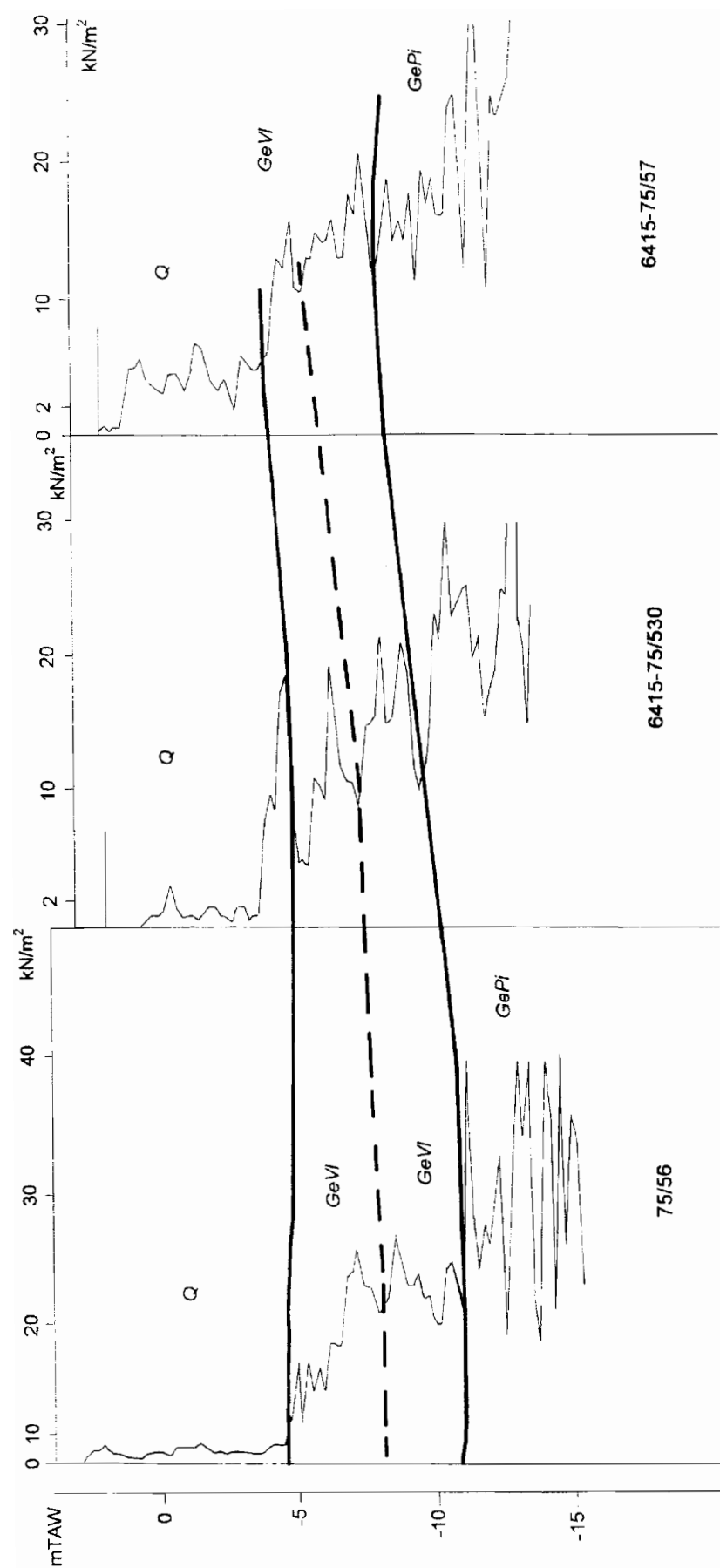


Fig. 17 – Interpretatie van een aantal diepsonderingen te Nieuwege (noordoosten van Jabbeke) waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen het Lid van Vlierzele en het Lid van Pittem.

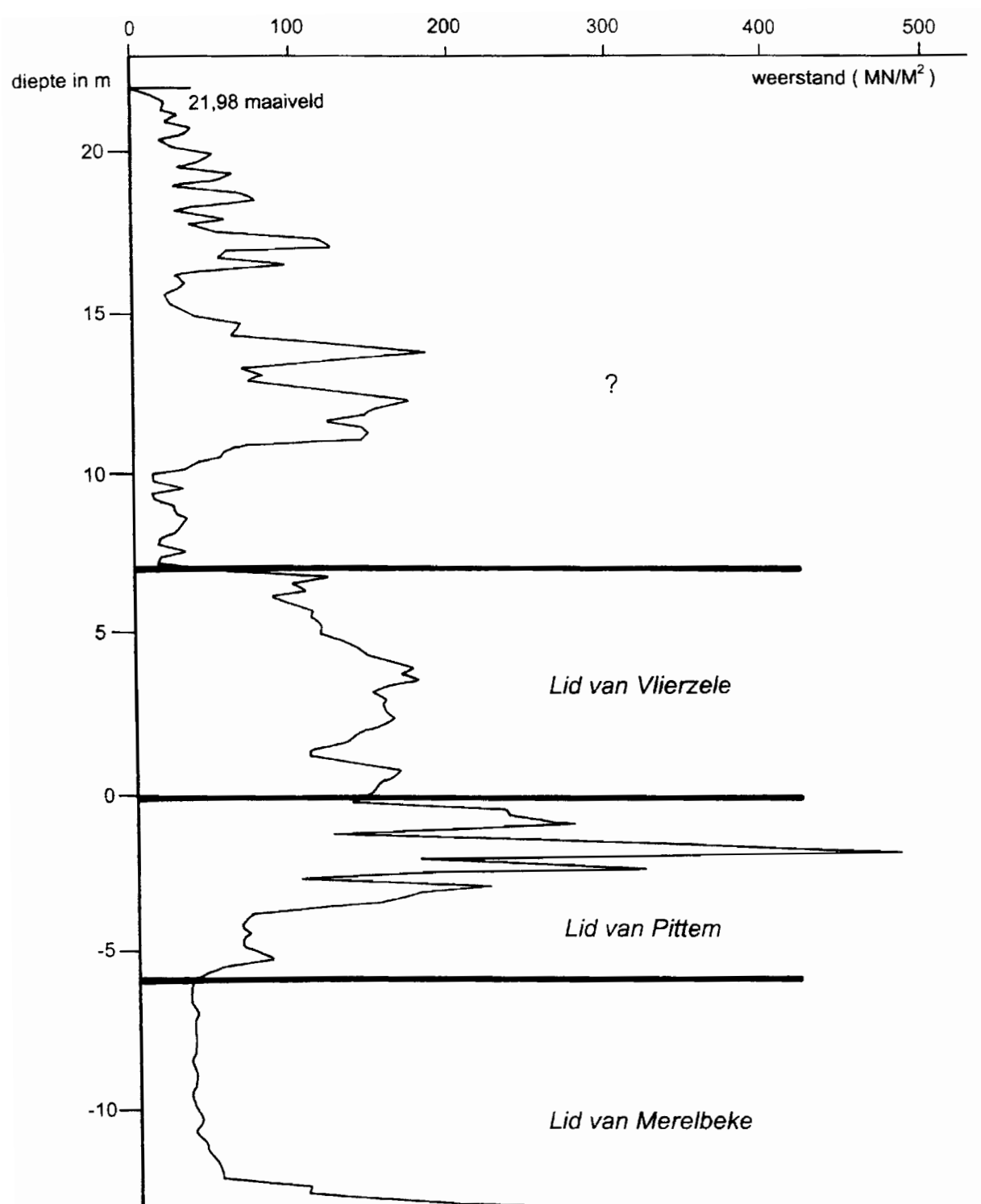


Fig. 18 – Diepsondering te Snellegem met onderscheid tussen de Leden van Vlierzele, Pittem en Merelbeke.

In fig. 19 worden 4 boringen die dicht bij elkaar zijn uitgevoerd op het kaartblad 12/8 voorgesteld. In de boringen BGD 37E-133 en BGD 37E-136 komt een 4 tot 5 m dik kleipakket (Lid van Merelbeke) voor onder een 3 tot 5 m dik pakket zandhoudende klei (Lid van Pittem). In de tussenliggende boringen is deze grens evenwel niet terug te vinden.

4.2.3.1.3. Lid van Merelbeke

De klei van Merelbeke is in het gebied vrij gemakkelijk te onderscheiden en wordt meestal beschreven als een grijze plastische klei. In een aantal gevallen is echter het onderscheid tussen het Lid van Pittem en het Lid van Merelbeke moeilijk te maken.

Een ander probleem is dat de kenmerken van dit lid zeer sterk gelijkend zijn met de kenmerken van een onderliggende kleilaag die deel uitmaakt van het Lid van Egem. Dit is duidelijk te zien in fig. 19 (boring BGD 37E-134) en in fig. 20 waar een aantal sonderingen ter hoogte van Jabbeke in profiel werden uitgezet. De kleilaag die deel uitmaakt van het Lid van Egem (Yd3 genoemd) verschilt slechts weinig (zelfde dikte, zelfde textuur, zelfde kleur, zelfde geofysische en geotechnische eigenschappen) van het Lid van Merelbeke.

4.2.3.2. Formatie van Tielt

De Formatie van Tielt is een mariene lithostratigrafische eenheid, die over het algemeen bovenaan bestaat uit een zeer fijn zand, maar naar onder toe overgaat in een zeer-fijnzandige grove silt. De Formatie van Tielt wordt daarom van boven naar onder onderverdeeld in het Lid van Egem en het Lid van Kortemark.

4.2.3.2.1. Lid van Egem

Het Lid van Egem bestaat uit een grijsgroen, glimmer- en glauconiethoudend zeer fijn zand, met duidelijke horizontale en kruisgewijze fijne gelaagdheid.

Uit de verwerking van de gegevens blijkt dat in deze laag nog behoorlijk dikke kleipakketten voorkomen. In geofysische metingen is het echter niet altijd mogelijk deze kleipakketten te onderscheiden van het onderliggende Lid van Kortemark. Om het Lid van Egem goed te kunnen karteren zijn dus waarnemingen nodig die het lid voldoende diep doorsnijden. In de waarneming 22W-236 (fig. 21) is de grens Lid van Egem – Lid van Kortemark vrij goed te definiëren. Hierbij worden dezelfde criteria gehanteerd als bij de kartering van kaartblad Veurne-Roeselare (19-20), dat de grens tussen de twee verschillende leden samenvalt met de grens tussen de laag Yd2 – laag Yd1 en waarbij dus de Yd3-kleilaag tot het Lid van Egem behoort.

Probleem hierbij is wel dat meestal de top van de eerste kleilaag als de basis van het Lid van Egem werd beschouwd, waarna de beschrijving vervaagt in 'klei', zodat detectie van de werkelijke grens met de onderliggende leden niet meer mogelijk wordt. Op deze manier is de dikte van het Lid van Egem (vroegere Yd) zeer sterk beperkt.

In de diepsonderingen van fig. 22 kan de grens tussen het Lid van Egem en het Lid van Kortemark eenduidig gelegd worden op –5,8 m. Boven deze diepte vindt men de kenmerken van fijn zand, daaronder de kenmerken van klei afgewisseld met zandige lagen. Wanneer deze waarneming vergeleken wordt met waarnemingen in de buurt (zoals boring BGD 22E-236 en brug 55), komt de kleilaag tussen –5,8 en –9 m overeen met de Yd3-laag, en behoort dit deel dus nog tot het Lid van Egem.

4.2.3.2.2. Lid van Kortemark

Het Lid van Kortemark bestaat uit een zeer fijnzandige grove silt. Naar het westen toe gaat deze silt geleidelijk over in een silteuze klei. Dit maakt het extra moeilijk het Lid van Kortemark te onderscheiden van de onderliggende Formatie van Kortrijk. Bij een spoelboring is immers silteuze klei niet te onderscheiden van klei en werd voorheen het geheel meestal geïnterpreteerd als 'Ieperiaan klei'.

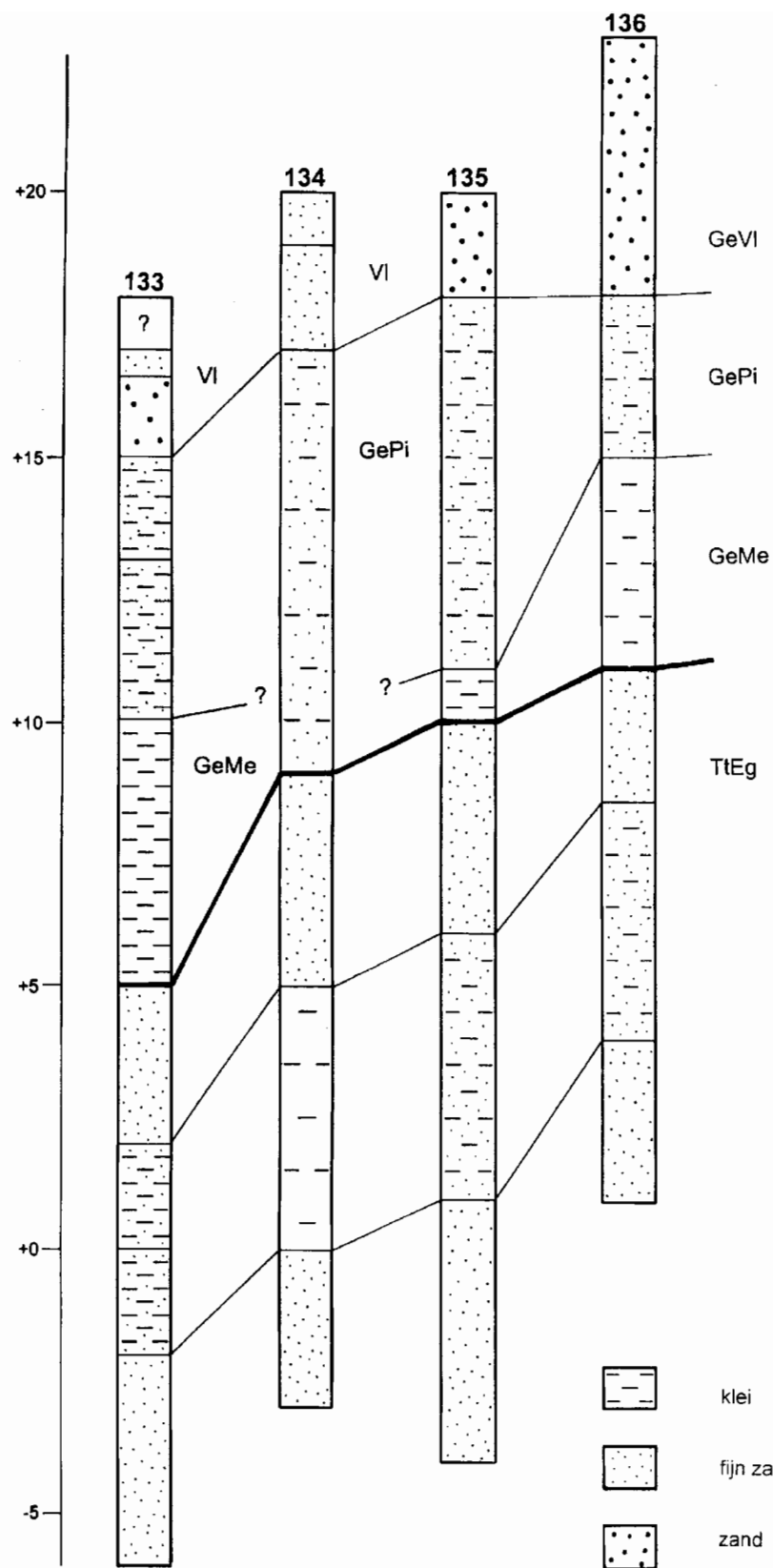


Fig. 19 – Boringen uitgevoerd op het kaartblad 12/8 waarbij wordt getoond dat de opeenvolging van klei, zandhoudende klei en zand niet altijd toelaat om de Formatie van Gent en de Formatie van Tielt van elkaar te onderscheiden en eenduidig in te delen in leden.

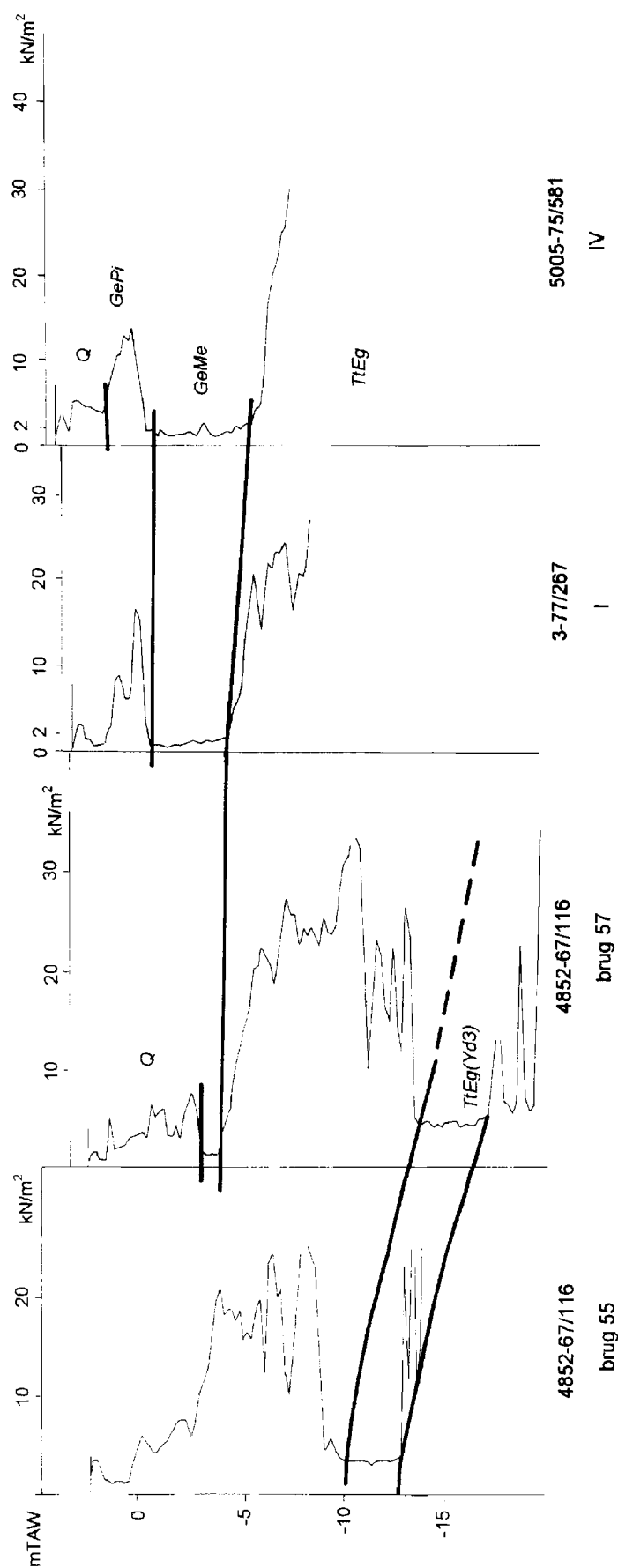


Fig. 20 – Profiel van diepsonderingen te Jabbeke waarbij de karakteristieken van het Lid van Merelbeke en de kleilaag (Yd3) in het Lid van Egem sterk gelijkend zijn.

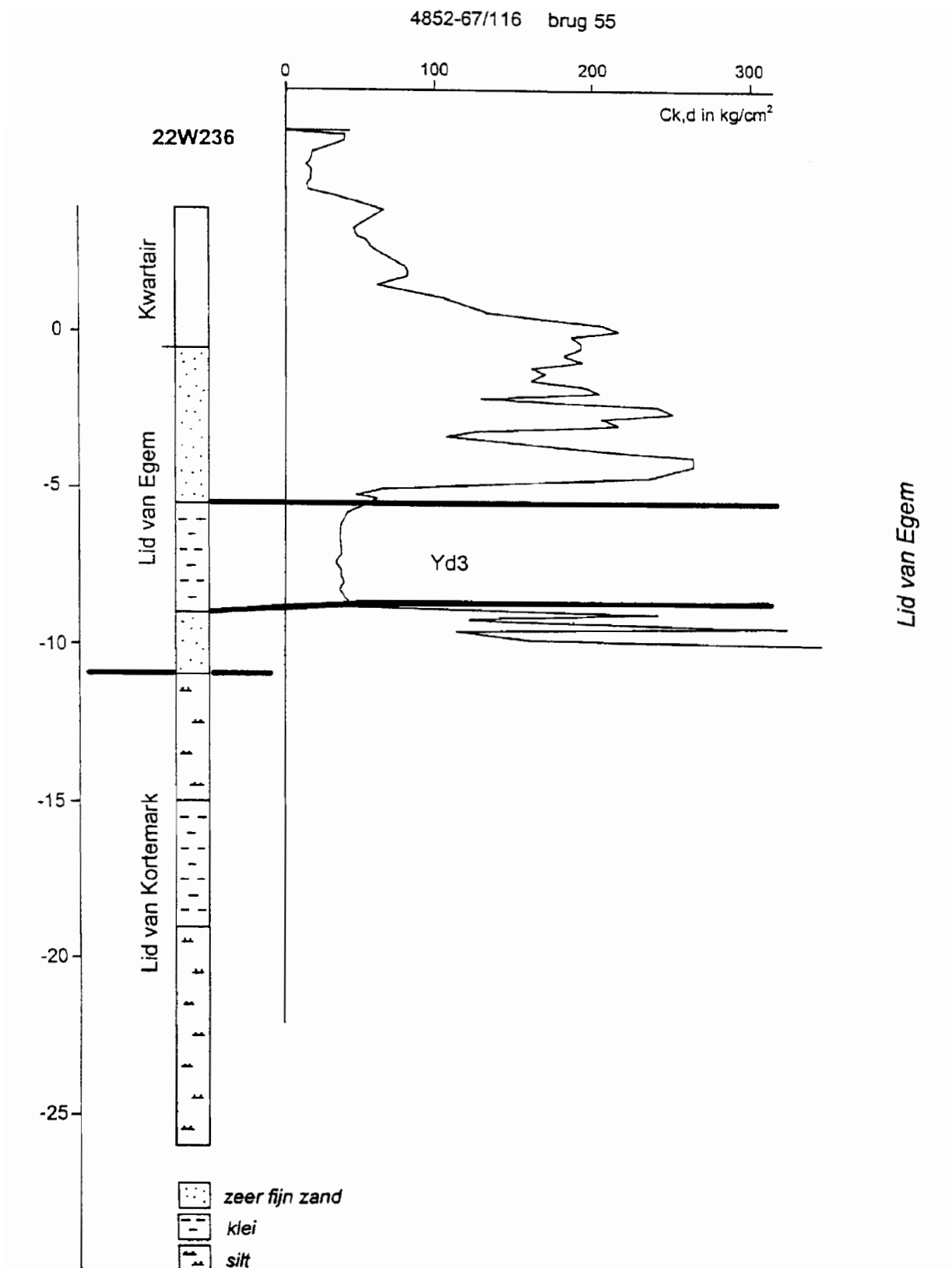


Fig. 21 – Boring en diepsondering te Ettelgem. Via correlatie van de diepsondering met de boring is het duidelijk dat de kleilaag die in de diepsondering onderscheiden wordt, deel uitmaakt van het Lid van Egem.

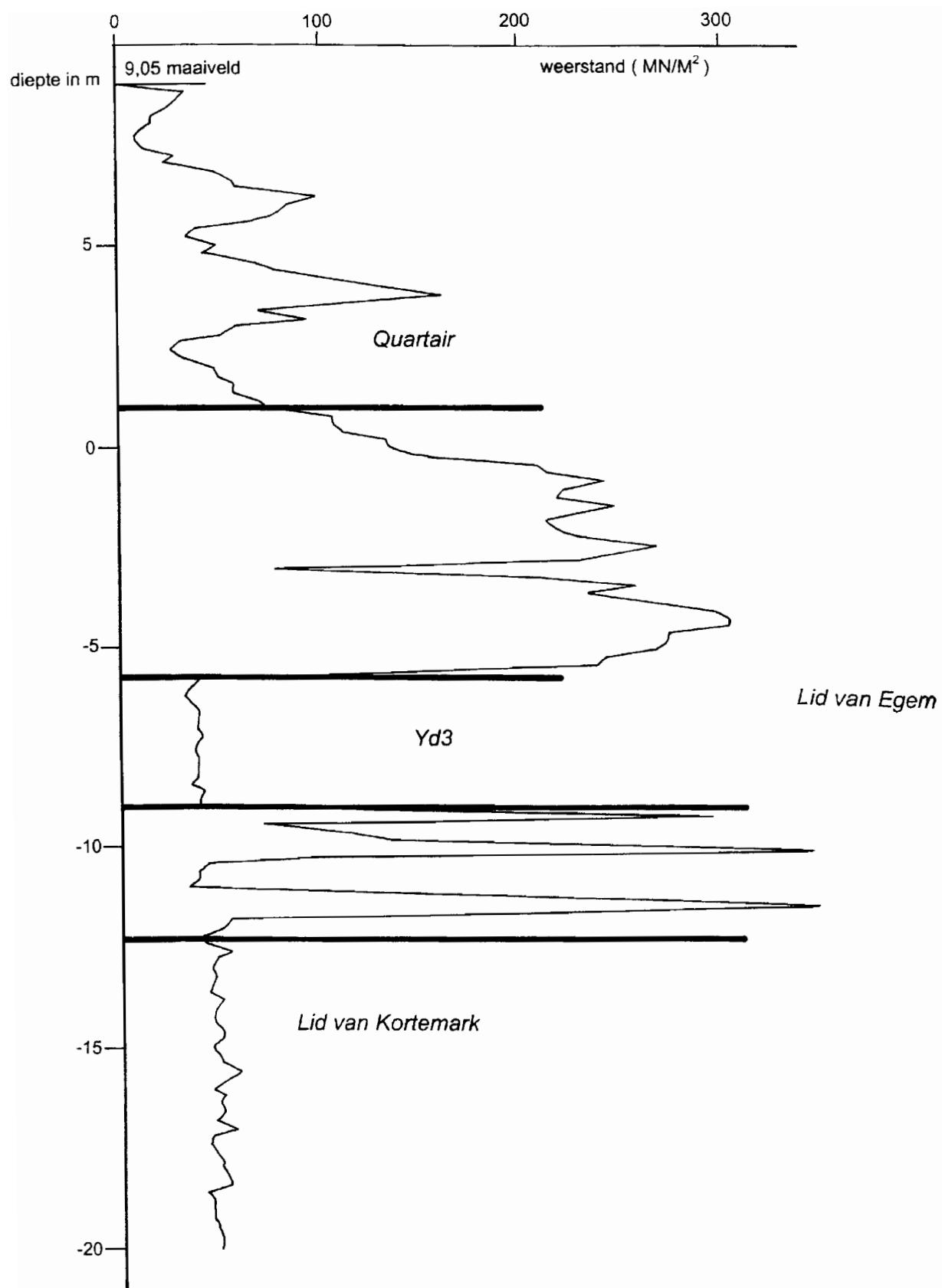


Fig. 22 – Diepsondering waarbij de grens tussen het Lid van Egem en het Lid van Kortemark gelegd wordt op -12,25 m.

Daarenboven is de overgang tussen het Lid van Kortemark en de Formatie van Kortrijk geleidelijk. In de beschrijving van boring BGD 36E-136 betreft dit een traject van 10 m. Daardoor is het soms moeilijk de grens exact vast te leggen en zijn “fouten” van ongeveer 10 m niet uitzonderlijk, afhankelijk van de interpretatie of de overgangszone wel dan niet al tot de Formatie van Kortrijk gerekend wordt.

Ook naar boven toe is de grens tussen het Lid van Egem en het Lid van Kortemark meestal moeilijk, omwille van de kleilagen die voorkomen in het Lid van Egem en de zandhoudende lagen die deel uitmaken van het Lid van Kortemark. Een belangrijk voorbeeld waar beide leden van elkaar kunnen onderscheiden worden is boring 22W-236 (fig. 21). Hier is de afwisseling van zeer fijn zand met een kleilaag (Lid van Egem), duidelijk te onderscheiden van de afwisseling van silt en klei (Lid van Kortemark). Ook de boorgatmeting te Snellegem (BGD 37E-199) (fig. 23) illustreert heel duidelijk de onderverdeling tussen beide leden van de Formatie van Tielt.

In uitzonderlijke gevallen (vb. 11W-164) wordt het Lid van Kortemark beschreven als silteus, kleihoudend zand. Soms wordt ook melding gemaakt van sporen humeuze elementen.

De gemiddelde dikte van deze laag bedraagt ongeveer 18 m.

4.2.3.3. *Formatie van Kortrijk*

Deze benaming werd gekozen naar de stad Kortrijk (Provincie West-Vlaanderen) wegens het groot aantal ontsluitingen die in de omgeving van de stad worden aangetroffen. Deze formatie is een essentieel mariene afzetting en bestaat voornamelijk uit kleiige sedimenten, die weinig macrofossielen bevatten. De Formatie van Kortrijk wordt ingedeeld in vier leden, nl. van boven naar onder:

- het Lid van Aalbeke;
- het Lid van Moen;
- het Lid van Saint-Maur;
- het Lid van Mont-Héribu.

Het geheel kan een dikte bereiken van meer dan 100 m en rust op de Groep van Landen.

In het kader van de kartering van het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende (4-5-11-12) werd geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende leden binnen deze formatie. De grenslijn tussen het Lid van Moen en het Lid van Aalbeke werd door extrapolatie van de gegevens op de onderliggende kaart wel in streeplijn ingetekend. De gegevens laten echter niet toe de verschillende lagen te individualiseren.

In de meeste gevallen wordt de dikke kleilaag beschreven als blauwgroene zware klei, soms met silteuze lenzen. Soms wordt ook melding gemaakt van septaria.

5. PROFIELEN

Om de ruimtelijke verbreiding van de verschillende eenheden te illustreren, werden geologische profielen getekend (fig. 24-25-26), waarvan de ligging op fig. 9 is aangeduid. Voor deze profielen werd gebruik gemaakt van waarnemingspunten die een hoge betrouwbaarheid bezitten, en op of nabij de profielrichting zijn gelegen. Het aantal bruikbare diepe waarnemingspunten was echter zo gering, dat ook gebruik werd gemaakt van isohypsenkaarten om de profielen te reconstrueren.

De verticale schaal van de profielen is 50 maal overdreven.

Voor alle duidelijkheid dient gesteld dat de dikte van het Quartair benaderend is aangegeven en in werkelijkheid waarschijnlijk een veel grilliger patroon vertoont.

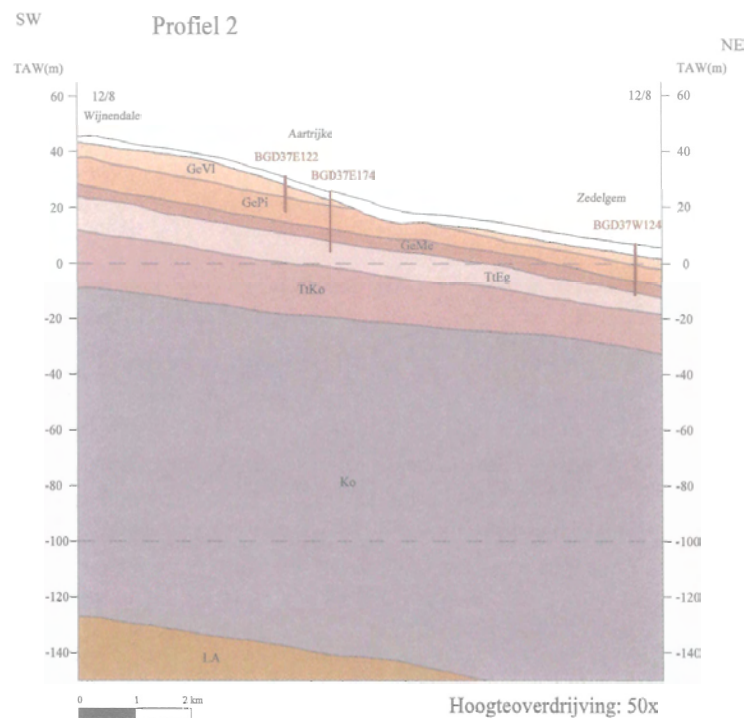
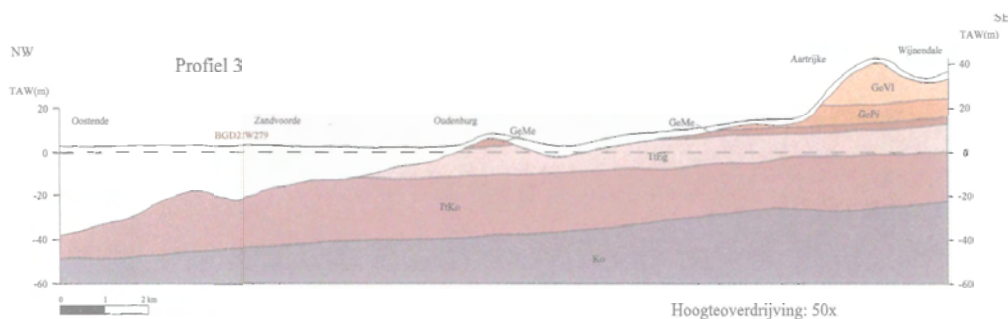


Fig. 25 – Profiel 2: zuidwest-noordoost



LEGENDE

Ma Formatie van Maldegem

- Lid van Dinderdale
MaOn Donkergrijs, matig fijn zand, gemiddeld 18 m dik
- Lid van Ussel
MaUx Grijsblauwe vaste klei, gemiddeld 19 m dik
- Lid van Asse
MaAs Groengrijs, sterk glauconiethoudende, zandhoudende klei, gemiddeld 4 m dik
- Lid van Willemsel
MaWv Grijs, glauconiethoudend, kleihoudend fijn zand, bevestigd met fluitmullies wormmetastels, gemiddeld 2,5 m dik

Aa Formatie van Aalter

- Lid van Oedelem
AaOs Afzetting van steenbanken, donkergrijs-groen zeer fijn zand met strepen (Cardis, Turritella, ...) en kleiige eenheden, gemiddeld 31 m dik

Ge Formatie van Gent

- Lid van Vlierzele
GeVI Groen, glauconiethoudend, glimmerhoudend zand, soms kleihoudend, gemiddeld 13 m dik
- Lid van Pitten
GePI Orlogroene, glimmerhoudende, weinig glauconiethoudende, sterk zandige klei tot sterk kleihoudend zand, gemiddeld 6 m dik

- Lid van Merelsbeke
GeMe Blauwgrijs pleetsche klei, gemiddeld 5 m dik

Ti Formatie van Tielt

- Lid van Egem
TiEg Grijsgroen, zeer fijn zand, glimmerhoudend met keilagen die een behoorlijke dikte kunnen bereiken (4 - 5 meter). De totale dikte bedraagt 14 m
- Lid van Kortemark
TiKo Grijs, silthoudende vaste klei, meestal moeilijk te onderscheiden van de boven- en onderliggende laag, gemiddeld 18 m dik

Ko Formatie van Kortrijk

- Ko Grijs, vaste klei, gemiddeld 120 m dik

LA Groep van Landen

- LA Grijs, glauconiethoudend, fijn zand, naar onder overgaand in donkergrijs zandhoudende klei

KR Krijt

- KR Wit krijt, soms ook vermengd met grijsgroene klei

Fig. 26 – Profiel 3: noordwest-zuidoost

5.1. Profiel 1 : Zuidwest-noordoost doorsnede

Een eerste profiel loopt van Diksmuide tot Knokke (fig. 24). In dit profiel komt duidelijk tot uiting dat de lagen in het noordoosten (dus op kaartblad 4 en vooral kaartblad 5) een grotere helling vertonen dan op het kaartblad 12. Opmerkelijk is ook de afname van de dikte van het Lid van Vlierzele. Bij gebrek aan degelijke gegevens is het echter zeer moeilijk een goede voorstelling te geven van de dikte van de verschillende lagen van de Formatie van Gent.

5.2. Profiel 2 : Zuidwest-noordoost doorsnede

Een tweede profiel (fig. 25) bevindt zich in het interfluvium tussen Kustvlakte en Leievallei. Het profiel start te Wijnendale en loopt over de heuvels tot Zedelgem. In dit gebied is de dikte van het Quartair gering en over het hele gebied tussen de 2 en 5 m ingetekend. De schaal van de kaart (1:50.000) laat niet toe deze dikte nauwkeuriger voor te stellen wegens onvoldoende gegevens. Op het profiel werden de Leden van Vlierzele, Pittem en Merelbeke als lagen met vrij constante dikte ingetekend. Deze dikten zijn gemiddelde dikten; in realiteit zullen zeker meer diktewisselingen optreden. Het was echter niet mogelijk deze diktewisselingen exact te karteren aan de hand van de beschikbare gegevens. Het Lid van Egem vormt in deze regio duidelijk een minder dik pakket dan het onderliggende Lid van Kortemark.

5.3. Profiel 3 : noordwest-zuidoost doorsnede

Een derde profiel (fig. 26) verbindt de kust (Oostende) met een vrij dik pakket Quartair, met de heuvelrug te Torhout (Wijnendale). Het reliëf is nagenoeg vlak tot Oudenburg, waar Tertiaire heuvelruggen in de Formatie van Gent het reliëf bepalen. In vergelijking met profiel 1 is hier een behoorlijk dik pakket van het Lid van Vlierzele aanwezig.

6. AANVULLENDE GEGEVENS

6.1. Diepere gegevens

6.1.1. Groep van Landen

De Groep van Landen is aanwezig in 73 boringen en wordt in het gebied opgedeeld in een bovenste zandig deel met daaronder een siltig-kleilig deel. Dit is duidelijk in een profiel langs de kust (fig. 27), waarbij de dikte van het onderste deel afneemt naar het noordoosten, om dan ter hoogte van Blankenberge geheel te verdwijnen. De mariene zanden in het westen komen overeen met het Lid van Grandglise (Formatie van Hannut). Deze gaan lateraal over in een lagunair, continentaal facies van het Lid van Knokke (Formatie van Tienen).

6.1.2. Mesozoïcum (door Michiel Duser)

Krijtafzettingen komen overal voor in de matig diepe ondergrond van kaartbladen 4-5-11-12. Zij rusten met een hoekdiscordantie op de Paleozoïsche sokkel van het Massief van Brabant en worden disconform overdekt door Tertiaire sedimenten van de Landen Groep. De top van het Krijt daalt van zuid naar noord van –170 m tot –315 m, de basis van –200 m naar –430 m. Het Krijt vertoont dus een zwakke structurele noordhelling. De dikte neemt toe van 30 m in het zuidoosten van het kaartblad Oostende, op de dorsale as van het Massief van Brabant gelegen, tot 120 m in het noordoosten (Knokke) op de noordflank van het Massief van Brabant en tot 100 m naar het zuidwesten (Oostduinkerke) in de richting van het Noord-



franse krijtbekken (Legrand, 1968). Krijtgesteenten werden doorboord in een twintigtal boringen (fig. 28). Zij zijn volledig marien en hoofdzakelijk in het wit krijt facies ontwikkeld. Biostratigrafische interpretatie met dinoflagellaten en coccolieten van de verkenningsboringen 36E-135 te Keiem, 35E-142 te Oostduinkerke, 22W-276 in De Haan en 11E-138 te Knokke (Bal & Verbeek, 1987; Louwye, 1987, 1992) en de ecozonatie op basis van bioklasten in boringen 36E-135, 136, 137 en 37W-199 (Felder, 1994) verschaffen het referentiekader voor de stratigrafische correlaties van gekernde boortrajecten en geofysische boorgatmetingen (fig. 29-30).

In de databank van spoelboringen werd het Mesozoïcum meestal als 'wit krijt' opgenomen, soms met silex, soms glauconiethoudend of vermengd met groene klei. In de Electroboringen 36E-135 tot 139 werd het krijt beschreven als bleke wackestone [= fijne kalksteen met klei-textuur].

Wegens de positie van de kaartbladen, parallel aan de kust en dwars op de hoofdstructuren van het Massief van Brabant, zal het Krijt op een SW-NE transect naast dikte- en diepteverschillen ook een verschillende lithostratigrafische opbouw kennen. De opeenvolgende Krijttransgressies kwamen vanuit het zuiden en wigden onregelmatig uit tegen de dorsale as van het Massief van Brabant, ongeveer volgens de lijn Oostende-Oudenaarde. Ten zuiden van deze lijn zijn de Krijtafzettingen ouder en meer divers. Ten noorden hiervan is het Krijt veel gelijkmatiger en komen enkel afzettingen van de jongste, Santoon-Campaan transgressie voor. Door de inversietektoniek tijdens het Late Krijt zijn deze typische witte krijt afzettingen trouwens beter bewaard in het noorden dan in het zuiden. De stratigrafische opeenvolging in de richting van de dorsale as van het Massief van Brabant werd reeds in detail beschreven voor de kaartbladen 19-20 Veurne-Roeselare in de Toelichtingen bij de geologische kaart (Dusar in Jacobs & De Ceukelaire, 2002).

Het Krijt ten noorden van de dorsale as (bijv. boringen Den Haan 22W-276, Koolkerke 23W-427 en Knokke 11E-138) bestaat uit twee sequenties van erg ongelijke dikte. De bovenste sequentie neemt bijna de totaliteit van de Krijtafzettingen in beslag. Zij is zeer monotoon en bestaat uit wit fjnsiltig krijt, doorlopend gebioturbeerd, met verspreide macrofossielen (echiniden, pelecypoden, belemnieten, sponsen), bleekgrijze gestoorde straticulaties, zeldzame kleine zwarte silexknollen. Naar onder toe wordt het krijt harder en meer verkiezeld. In de onderste 5 meters kan het glauconietgehalte en de korrelgrootte snel toenemen; soms blijft deze aanrijking beperkt tot enkele decimeters. Aan de basis van dit glauconietrijk zandig basispakket ligt een hardground. De basissequentie van het krijt onder de hardground bevat mergellenzen, kleine fosfatische knolletjes, een puddingsteen van kleine doorboorde krijt-lithoklasten en lumachellen (schelpenbanken), en tenslotte een basisgrindje met grote keien uit lokale sokkelgesteenten. Het basispakket onder de hardground heeft een laat Santoon ouderdom, het wit krijt pakket bezit een Campaan ouderdom, al kan een basis Maastrichtiaan ouderdom voor de toplagen te Knokke niet geheel uitgesloten worden. De sterke zeespiegel-daling op het einde van het Campaan maakt het evenwel weinig waarschijnlijk dat deze overgang zonder merkbare impact op de gesteentesamenstelling zou kunnen gebeuren.

Laterale equivalenten in het typegebied van Zuid Limburg zijn de randmariene-continentale Formatie van Aachen voor de gereduceerde mariene basissequentie van Santoon ouderdom, en de Formaties van Vaals en Onder Gulpen (schrijfkrijt van Zeven Wegen en krijtmergel van Beutenaken) voor de monotone witte krijtsequentie van Campaan ouderdom. Het wit krijt zou onderaan harder, iets meer mergelig en verkiezeld zijn dan bovenaan. Mogelijkerwijs komt dit subtiele verschil, dat niet als een duidelijke overgang op boorkernen herkend kan worden, overeen met het meer uitgesproken onderscheid in sediment-samenstelling tussen de formaties van Vaals en Gulpen, waarbij valt op te merken dat het centrale deel van de witte krijtsequentie te Knokke (ca 345-380 m diepte-interval) overeenkomt met een stratigrafisch hiaat tussen de formaties van Vaals en Gulpen in Zuid Limburg (Louwye, 1992).

In de witte krijtsequentie van Den Haan komt op 282 m een gamma-ray piek voor, typisch voor een hardground, die niet herkend werd in Knokke. Volgens de log-signatuur van Knokke zou dit niveau er verwacht kunnen worden tussen 380 en 390 m diepte. Qua positie, ca 40 m boven de basis van het Campaan en op 1/3 van de totale dikte van dit pakket, zou dit niveau kunnen overeenkomen met de overgang tussen de onderste, kleirijker, en de bovenste, kalkrijker, sequentie in de formatie van Vaals. In

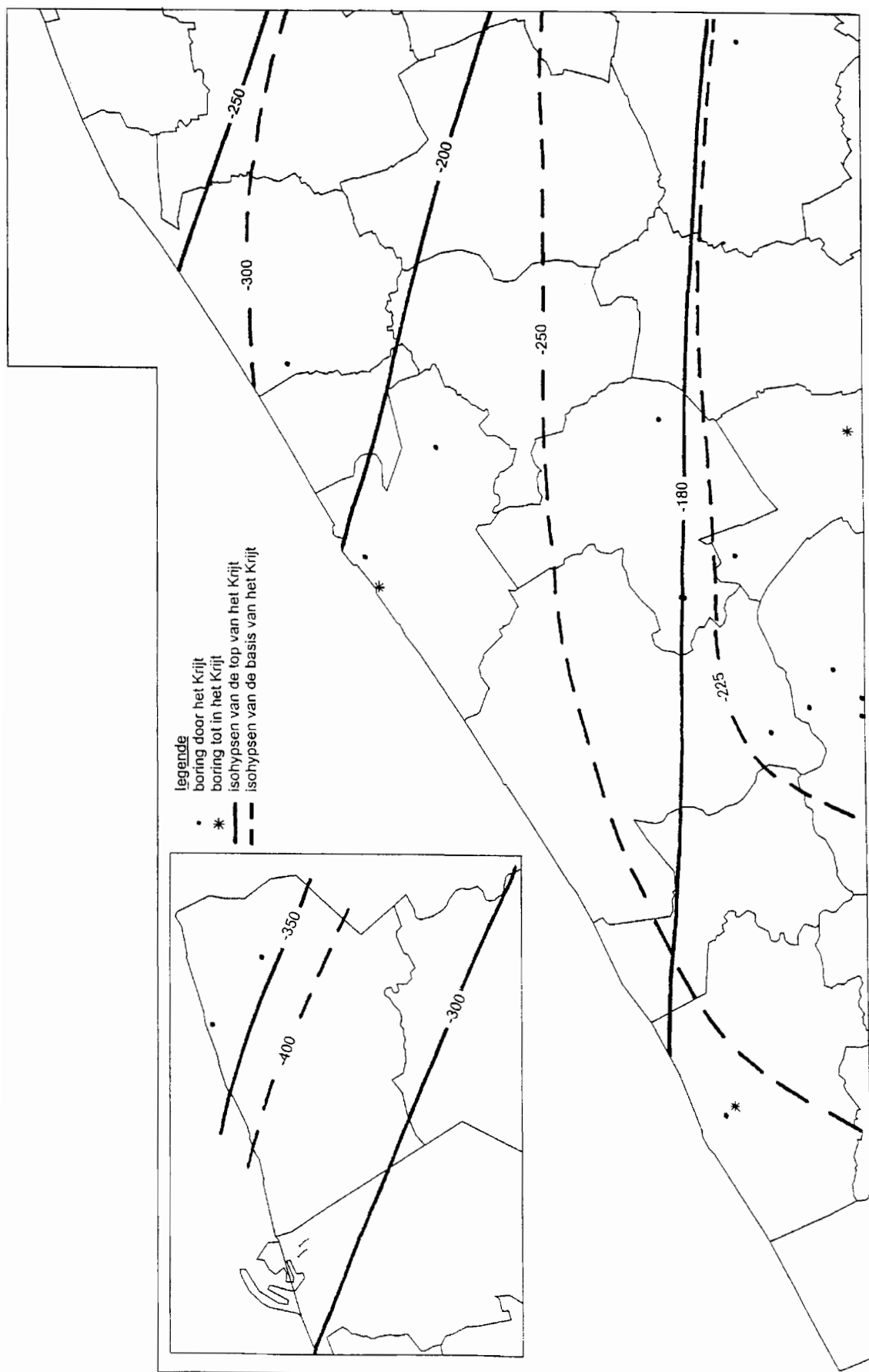


Fig. 28 – Isohypsen van de top en basis van het Krijt.

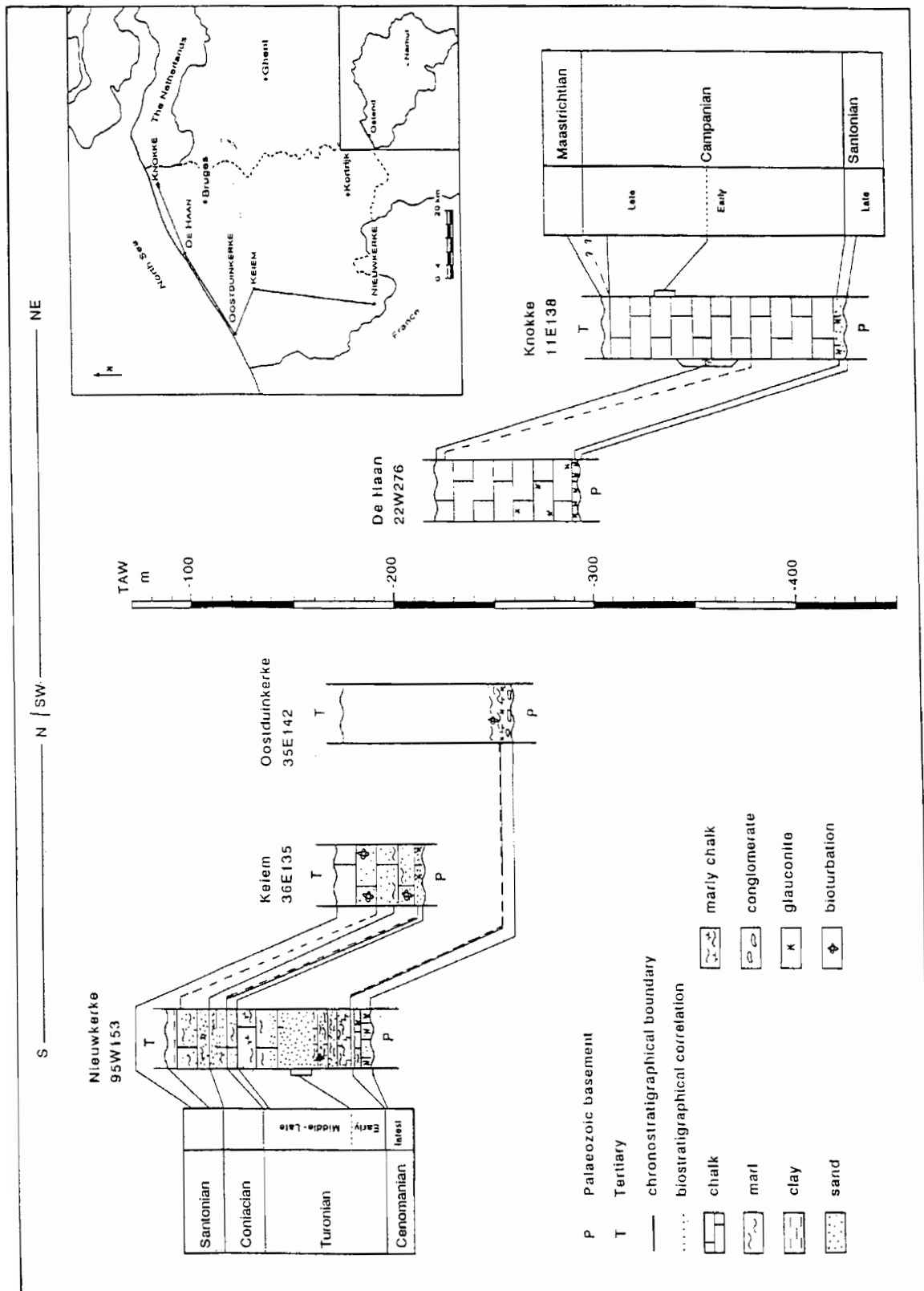


Fig. 29 – Stratigrafisch overzicht van een aantal boringen in het Krijt (Louwyc, S. 1992).

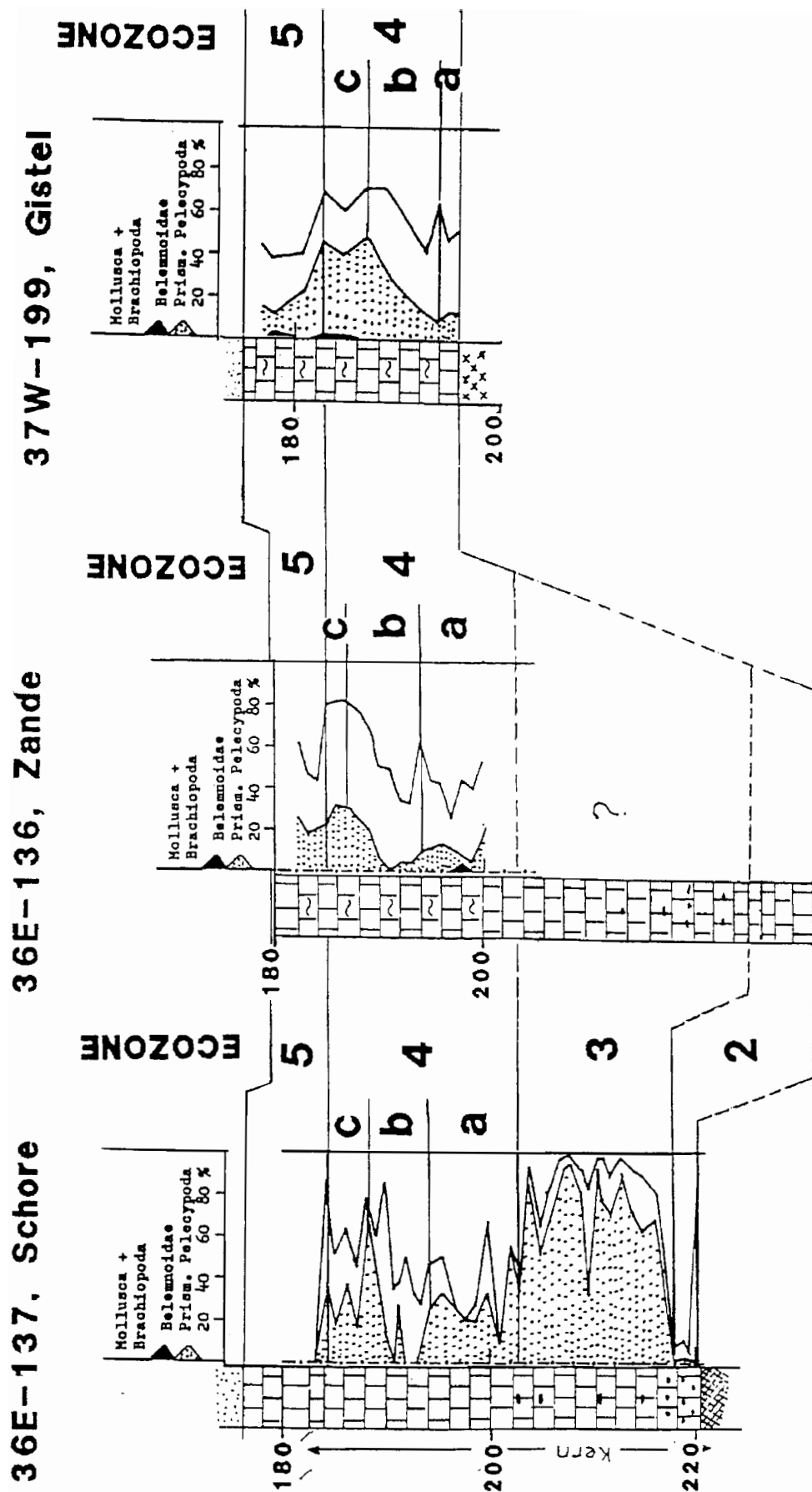


Fig. 30 – Indeling van een aantal boringen in ecozones op basis van bioklasten (Felder, P.J., 1994).

Oostduinkerke is het wit krijt rond dit hardground niveau, en zeker het dieper gelegen krijt reeds licht glauconietvoerend, hetgeen in Knokke niet werd waargenomen.

Het Krijt, voorkomend op en ten zuiden van de dorsale as bestaat bovenaan ook uit vergelijkbaar wit Krijt met een dikte toenemend van 25 tot over 50 m in westelijke richting. Dit Krijt is zowel van Campaan als van Santoon ouderdom, waar dit laatste ten noorden van de dorsale as slechts in gereduceerd glauconietrijk (groenzand) transgressiefacies bekend is (Ecozones 4-5, Felder, 1994). Gamma-ray pieken, overeenkomend met hardgrounds, kunnen op 2 verschillende niveaus in dit pakket voorkomen, zodat een verdere onderverdeling in leden ultiem mogelijk is. De basis wordt soms gekenmerkt door een zeer sterke gamma-ray piek. Dit pakket wit krijt is deels van Santoon ouderdom, dat dus een sterkere dikteontwikkeling kent in zuidelijke richting, in vergelijking met het overeenkomstige basale groenzand-complex ten noorden van de dorsale as.

Hieronder ligt een pakket tot 10 m (max. 20 m) dik in bleekgrijs fijnzandig krijt met glauconietspikkels, eveneens van Santoon ouderdom, uitwiggend in de richting van de dorsale as maar toch nog waargenomen in alle boringen op kaartblad 36 (Ecozone 3, Felder 1994). De glauconietrijke krijtmergels, gekenmerkt door een verhoogde gammastraling (Dièves), traditioneel geassocieerd met het Turoon in het Bekken van Bergen, maar hier waarschijnlijk eerder van Coniaciaan (en terminaal Turoon?) ouderdom komen voor met een gereduceerde dikte van enkele meter in hetzelfde gebied, doch niet meer in alle boringen, maar wel in boring 35E-142 te Oostduinkerke (Ecozone 2, Felder 1994; Louwye, 1992). Het basisgrind in deze laatste boring met sokkelkeien en schelpenbanken, tot 2 m dik, kan beschouwd worden als een 'lag deposit' van laat Cenomaan ouderdom (Ecozone 0, Felder 1994; Louwye, 1992). Waar de Dièves afwezig zijn, bijv. in boring 36E-135 te Keiem, blijkt de zandige-glauconiethoudende basis van het Krijtpakket op het contact met de sokkel te verjongen: de ouderdom is Coniaciaan, dus lateraal equivalent van de Dièves. De dorsale as van het Massief van Brabant vormde dus vanaf het Cenomaan tot aan het laat Santoon een grote morfologische hindernis voor de Krijttransgressies vanuit het Noordfranse krijtbekken.

6.1.3. Paleozoïcum (door Walter De Vos) (figuur 31)

De Paleozoïsche sokkel onder de deklagen van Krijt en Tertiair behoort structureel tot het Massief van Brabant dat bestaat uit geplooid gesteente van Cambrium tot Siluur ouderdom met enkele magmatische intercalaties (Legrand, 1968; De Vos et al., 1993; Van Grootel et al., 1997; Mansy et al., 1999). Recent werden in het noordwesten van de sokkel gekernde boringen uitgevoerd door Aminal; hierover is een publicatie in voorbereiding (De Vos & Verniers, 2002).

Op figuur 31 is de geologie van de sokkel schematisch weergegeven voor het kaartblad Oostende, het kustgebied van Oostduinkerke tot Knokke, en het aansluitende deel van het kaartblad Brugge.

Het dak van de sokkel helt naar het noorden en het noordwesten. Het bevindt zich op - 226 m te Oostkamp, - 196 m te Gistel, - 258 m te Oostduinkerke in het westen, op ongeveer - 290 m te Oostende, en ongeveer - 430 m te Knokke.

Het erosie-opppervlak van de sokkel dateert van het Krijt-tijdperk. De sokkel is volgens een grillig patroon en veranderlijke diepte roodgekleurd door verweering gedurende het Krijt (Legrand, 1968; Mees & Stoops, 1996).

Binnen het kaartblad Oostende werden er 10 gekernde boringen uitgevoerd in de sokkel. Wij verwijzen naar de GeoDoc (geologische documentatie) van de Belgische Geologische Dienst voor een uitvoerige beschrijving; de boringen hebben de volgende nummers: 21E-41 en 21E-122 te Oostende, 36E-117 Leffinge, 36E-135 en 36E-138 te Keiem, 36E-136 Zande, 36E-137 Schore, 36E-139 Zevekote, 37W-199 Gistel en 37W-204 Westkerke. Op de omringende kaartbladen zijn er de volgende gekernde boringen: 35E-142 te Oostduinkerke, 11E-48 en 11E-138 te Knokke. Ook worden hier twee boringen behandeld op het kaartblad Brugge, die in 1998-99 geboord werden: 23W-427 Koolkerke, en 38W-243 Oostkamp. Er zijn ook schaarse gegevens van destructieve boringen.

De penetratie in de sokkel is meestal beperkt tot een tiental meter of minder, maar te Leffinge werd 166 m in de sokkel doorgedrongen.

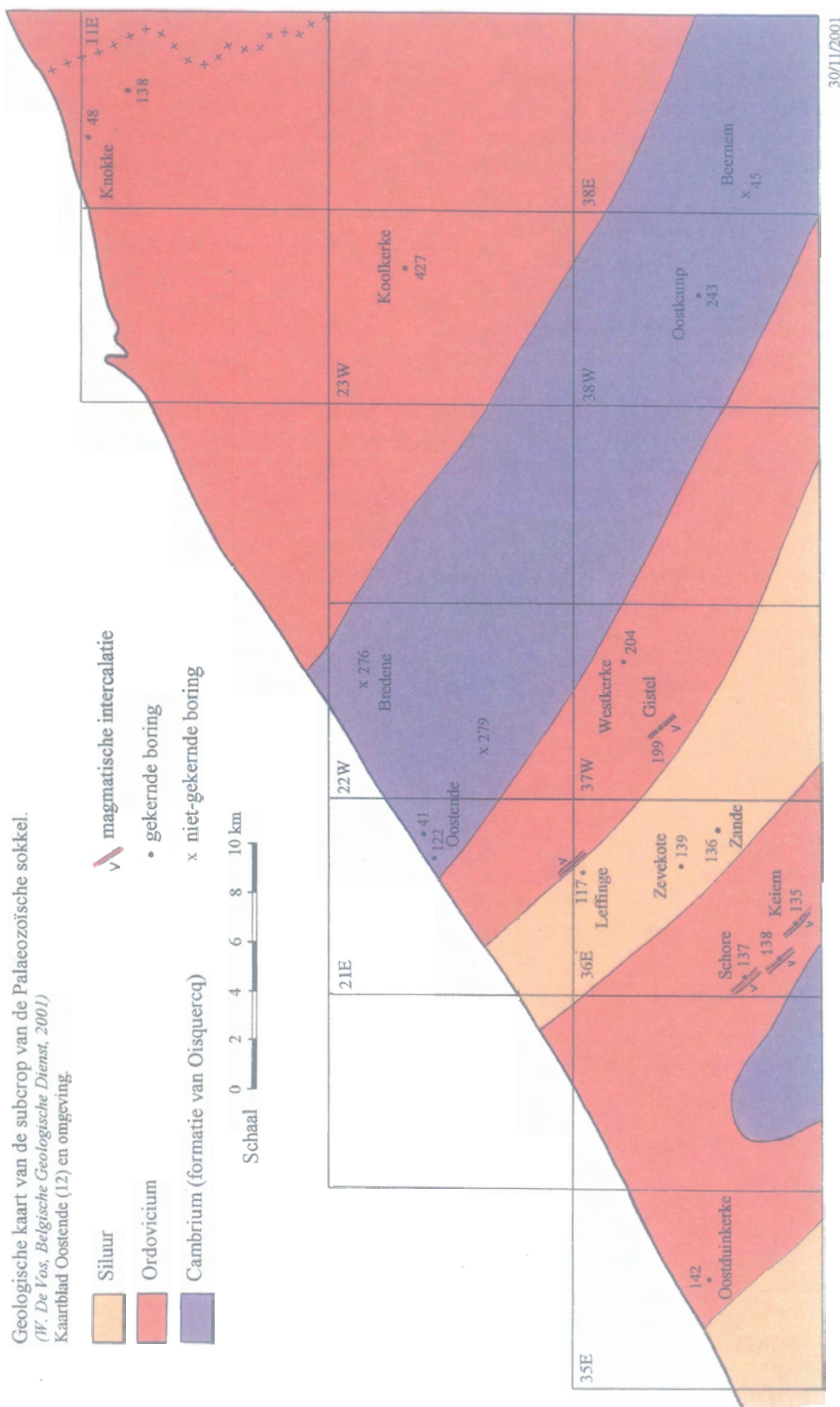


Fig. 31 – Geologische kaart van het Massief van Brabant (door De Vos).

6.1.3.1. Cambrium.

De oudste gesteenten van dit kaartblad behoren lithologisch tot de formatie van Oisquercq (De Vos et al., 1993; Verniers et al., 2001), waarvan de ouderdom op basis van microfossielen elders in het Massief van Brabant bepaald werd als Onder- tot Midden-Cambrium (Vanguetaine, 1992). Op dit kaartblad werden echter geen microfossielen of organisch materiaal aangetroffen. Het frisse gesteente te Oostende bestaat uit groengrijze tot paarse fijne siltsteen tot schalie, met vage of gestoorde gelaagdheid; het bovenste deel is roodgekleurd door verwerking (Legrand, 1968). Te Oostkamp werd enkel rood verweerd gesteente aangeboord over 17 m diepte.

6.1.3.2. Ordovicium.

Te Koolkerke (23W-427) is op een diepte van 324 tot 334 m gebande siltsteen aanwezig van de Chevlipont formatie van Tremadoc ouderdom, dit is het oudste Ordovicium.

Te Knokke (11E-138) werd grijze schalie aangeboord met Chitinozoa (microfossielen) van Boven-Ordovicium ouderdom; boring 11E-48 kon niet met fossielen gedateerd worden.

Meer naar het zuidwesten werd te Westkerke (37W-204) eveneens grijze schalie van het Boven-Ordovicium aangetroffen. Te Oostduinkerke (35E-142) is grijze gebande siltsteen aanwezig van Midden- tot Boven-Ordovicium, zonder nauwkeurige datering.

De boringen van Leffinge, Schore en Keiem (36E-138) bevatten naast sedimentaire siltsteen van het Boven-Ordovicium ook magmatische intercalaties van porfier.

In de boringen van Gistel (37W-199) en Keiem (36E-135) wordt over een diepte van 10 meter respectievelijk 3 meter, enkel porfier aangetroffen. Op basis van onze kennis elders in het Massief van Brabant wordt verondersteld dat het ook hier gaat om intercalaties in het Boven-Ordovicium, met name in het Ashgill (Van Grootel et al., 1997).

6.1.3.3. Siluur.

De boring van Leffinge (36E-117) bevat 64 m rood-verweerd gesteente, daaronder 38 m grijze kwartsiet van het Onder-Siluur, en daaronder 65 m Boven-Ordovicium met enkele porfierische intercalaties (Legrand, 1968; Van Grootel, 1990).

Te Zevekote (36E-139) en Zande (36E-136) is grijze gebande siltsteen tot schalie aanwezig, bestaande uit een afwisseling van hemipelagiet, dit is fijnkorrelig diepzeesediment, en distale turbidietsequenties. De ouderdom is Wenlock te Zevekote, en iets jonger Wenlock tot Ludlow te Zande (Van Grootel, 1990).

6.1.3.4. Structuren.

De gesteenten van Cambrium tot Siluur werden geplooid gedurende de Acadische bergvorming van Onder-Devoon ouderdom (Van Grootel et al., 1997; Mansy et al., 1999). In dit noordwestelijk deel van het Massief van Brabant is de ingetekende structurele trend (figuur 31) gebaseerd op de aeromagnetische kaart (Belgische Geologische Dienst, 1994). De structuren verlopen hier NW-SE tot WNW-ESE.

De begrenzing van het Cambrium op figuur 31 volgt uit de interpretatie van de aeromagnetische kaart (De Vos et al., 1993; Mansy et al., 1999). Het gebied waar de Oisquercq-groep wordt aangetroffen, ligt op een magnetische anomalie die naar analogie met de interpretatie elders in het Massief van Brabant toegeschreven wordt aan de magnetische gesteenten van de formatie van Tubize, die zich onder de formatie van Oisquercq bevindt. Deze zone kan worden beschouwd als een anticlinaal.

De Siluur-zone waarin de boringen van Leffinge, Zevekote en Zande liggen, kan geïnterpreteerd worden als een synclinaal, aan weerszijden omsloten door anticlinalen. In het zuidwesten van het kaartblad komt nog een anticlinaal voor met Cambrische kern, en voorbij Oostduinkerke een flank van een synclinaal

met Siluur. Beide structuren werden geëxtrapoleerd uit het naburige kaartblad Roeselare in het zuiden. De metamorfe epizone werd bereikt in het grootste deel van het hier beschreven gebied (Geerkens & Laduron, 1995; Van Grootel et al., 1997).

6.2. Ondiepe gegevens: Quartair

6.2.1. Algemeen

Aangezien nagenoeg het hele kaartblad tot de Kustvlakte behoort, heeft het Quartair dek een aanzienlijk aandeel in de ondergrond van het gebied. Enkel het zuidoosten behoort tot zandlemig Binnen-Vlaanderen, waar de dikte van het Quartair eerder gering is. De heuvelruggen met ondiep Tertiaire afzettingen maken deel uit van het interfluvium tussen Kustvlakte en Leievallei. In fig. 32 wordt een overzicht gegeven van de Quartaire lithologie. Deze kaart werd geconstrueerd op basis van de Quartair-geologische overzichtskaart van België (Maréchal, 1992).

6.2.2. Geschiedenis (naar De Moor & Pissart, 1992)

Vanaf het einde van het Tertiair heeft de IJzer samen met enkele zijbeken, diepe brede dalen uitgeschuurd. Gedurende de Würm- of Weichsel-ijstijd (70.000-10.000 jaar geleden) werden zandige tot lemige (niveo-eolische) sedimenten afgezet. Daardoor werden de pas ontstane dalen ten dele opgevuld en de omliggende hogere delen (die reeds sterk onderhevig waren aan erosie) bedekt. Tijdens de daarop volgende warmere perioden schuurden de waterlopen (ontstaan door ontdooiing van de ondergrond en als gevolg van de nog steeds lage ligging van de zeespiegel) zich opnieuw een bedding uit in het niveo-eolisch dek, vaak tot in de Tertiaire klei.

De geleidelijke zeespiegelrijzing in het Subboreaal (5000-2900 jaar BP) veroorzaakte een langzame vervening van deze valleien (met vooral bosveen) en van de Kustvlakte (vooral riet en mosveen).

Het Subatlanticum (2900 jaar BP tot heden) luidde een eeuwenlange reeks overstromingen in. De Duinkerke II-transgressie (4de eeuw) overstroomde de Kustvlakte en diepte de bestaande IJzerbedding uit. Geulen ontstonden waarin zandige sedimenten werden afgezet, terwijl op het omliggende hoger gelegen veen kleiige sedimenten werden afgezet. Op het einde van de transgressie kwam overal nog een dunne laag klei tot bezinking.

Rond het jaar 1000 volgde een nieuwe transgressie (Duinkerke III), waarin minder geulen werden geërodeerd en waarbij opnieuw een dunne laag klei werd afgezet.

Na de definitieve terugtrekking van de zee, trad in de Polderstreek inversie van het reliëf op ten gevolge van de ontwatering. Hierbij kwamen de zandige geulen, die omgeven waren door veeneilanden, hoger te liggen dan deze veeneilanden. Later werd het veen uitgegraven voor brandstof- en zoutwinning, zodat deze uitgeveende gebieden nog lager kwamen te liggen.

De gebieden die door de Duinkerke-transgressie werden overstroomd, behoren tot de Polderstreek; de andere tot de Zandleemstreek.

7. TOEGEPASTE GEOLOGIE

7.1. Nuttige delfstoffen

De nuttige delfstoffen die op de kaartbladen Blankenberge – Westkapelle – Oostduinkerke - Oostende gewonnen worden zijn gering. De meeste groeven zijn verlaten. Door het dikke Quartaire dek zijn er geen Tertiaire winningen gekend. Uit het Quartair werd meestal de dunne laag (slechts enkele m) polderklei gewonnen voor de baksteenindustrie. Er bestonden ook een aantal winningen waar het Quartaire zand uitgegraven werd.

Tot de tweede helft van de negentiende eeuw was vooral ontginning van de veen belangrijk.

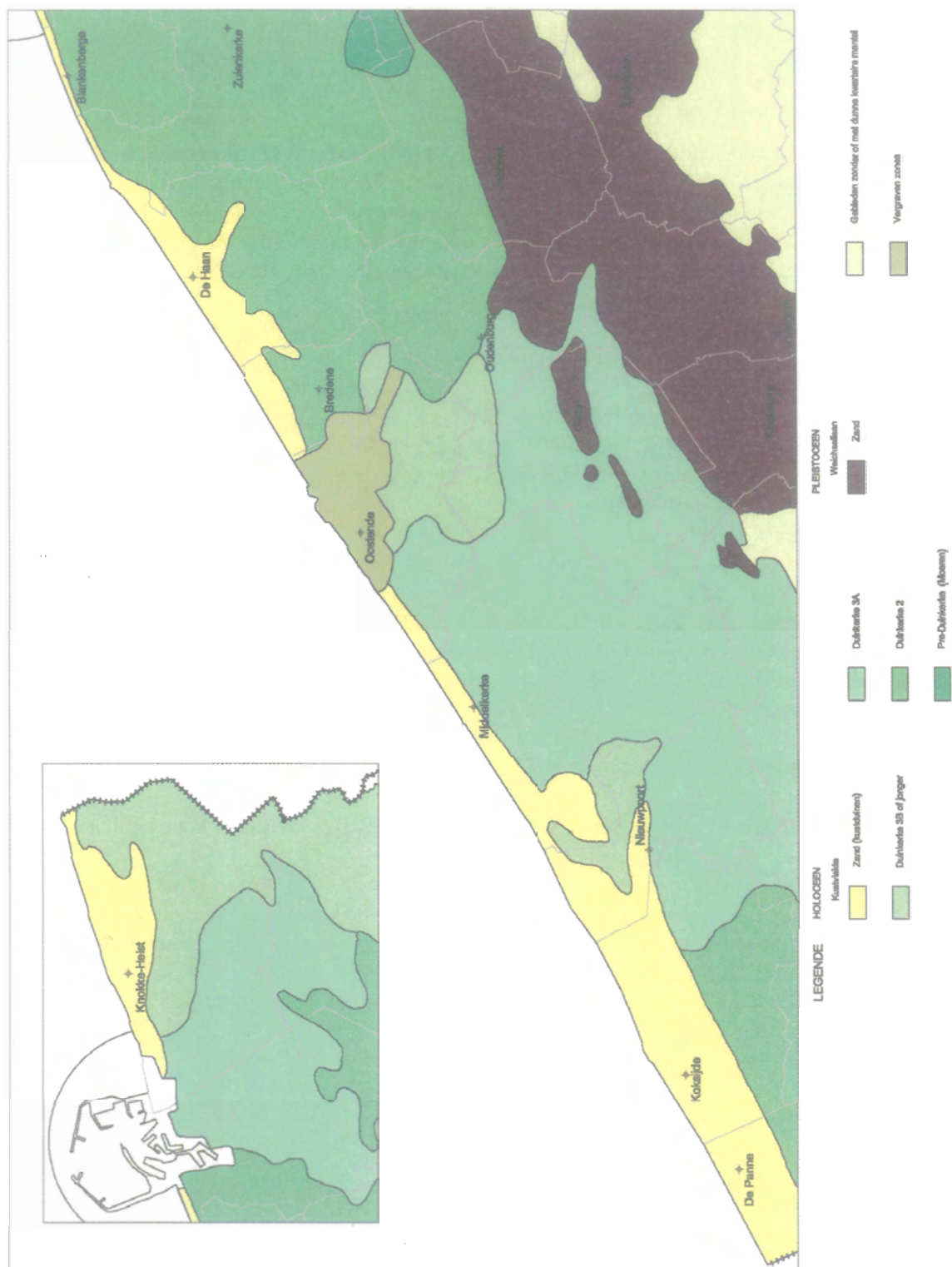


Fig. 32 – Geologische kaart van het Quartair (Maréchal, 1992).

7.2. Hydrogeologie

Op het kaartblad komen slechts drie belangrijke watervoerende lagen voor: de zandige Quataire afzettingen, de zandige afzettingen van de Groep van Landen, en de krijtlagen en de gespleten Paleozoïsche sokkel.

De samenstelling en verdeling van het zout/zoet water in de zandige Quataire afzettingen in de Kustvlakte vertoont een grillig patroon (De Breuck et al., 1989). Daardoor is het niet altijd evident grondwater te winnen uit deze Quataire deklagen. Een ander probleem is de heterogene samenstelling. Zeer goed doorlatende en minder goed doorlatende lagen wisselen elkaar af zodat grote variatie optreedt in hydraulische eigenschappen van de lithologische eenheden van de freatische laag.

De zandige afzettingen van de Groep van Landen zijn maximaal ongeveer 20 m dik. Dit zand is gevuld met water dat gekenmerkt wordt door een hoge geleidbaarheid en een hoog natrium- kalium- en fluor-gehalte.

Een aantal bedrijven winnen ook verzilt grondwater uit de harde gesteenten van de ondergrond. De gesteenten van Krijt en sokkel kunnen als één watervoerende laag beschouwd worden. Het aantal winningen is eerder gering en geconcentreerd in de grootste steden (Oostende en Zeebrugge).

7.3. Geotechnische en geofysische eigenschappen

7.3.1. Inleiding

De geotechnische en geofysische gegevens gebruikt voor de kartering van de kaartbladen Blankenberge – Westkapelle – Oostduinkerke - Oostende (4-5-11-12), zijn grotendeels afkomstig uit de archieven van de Universiteit Gent en de Afdeling Geotechniek van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap; 17 diepe boorgatmetingen zijn van de Belgische Geologische Dienst afkomstig. Alhoewel het verwerven en interpreteren van deze gegevens vaak tijdsintensief is, blijken deze toch belangrijke informatie te verschaffen over de geologische opbouw van het kaartblad. In samenspel met boringen zijn deze gegevens bijzonder nuttig voor het vastleggen van grenzen tussen de verschillende eenheden en om het Quartair van het Tertiair te differentiëren. Voorbeelden hiervan werden verwerkt bij de bespreking van de verschillende stratigrafische lagen.

7.3.2. Diepsonderingen

In de geotechniek wordt een sonde of conus met een welbepaalde kracht (tegenwoordig 200 kN) in de grond gedrukt aan een constante snelheid. Niet alleen de weerstand die de conus hierbij ondervindt, maar ook de laterale of wrijvingsweerstand is een maat voor de pakingsgraad van de lagen. Dit impliceert dat bij ideale omstandigheden de losser gepakte Quataire afzettingen duidelijk kunnen onderscheiden worden van de vaak overgeconsolideerde Tertiaire lagen. In veel gevallen vertoont de grafiek van de wrijvingsweerstand dan ook een duidelijke knik ter hoogte van dit grensvlak.

De waarden van de conusweerstand en wrijvingsweerstand worden weergegeven in MN/m² of MPa. Veelal wordt tevens het wrijvingsgetal (in %) gehanteerd dat de verhouding weergeeft tussen de gemeten conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand. Deze parameter levert de meeste informatie over de natuur van de grond. Bij oudere sonderingen is de zijdelingse wrijvingsweerstand vaak uitgedrukt in kg in functie van de diepte. Waarden in klei zijn laag; zand en sterk glauconiethoudende lagen vertonen hogere waarden. Grind, schelpen en zeker zandsteenbanken die een hoge weerstand vertonen, uiten zich door scherpe pieken in het profiel. De sonderingsdiepte is sterk afhankelijk van de aard van de ondergrond.

7.3.3 Boorgatmetingen

7.3.3.1. Inleiding

Net zoals diepsonderingen zijn boorgatmetingen een waardevol hulpmiddel bij het karteren van de ondergrond. Zelfs bij gestoken boringen met een duidelijke evidentie van het aanwezige sediment, leveren boorgatmetingen een schat aan bijkomende informatie doordat ze met hoge resolutie grensvlakken tussen verschillende lithologische eenheden kunnen detecteren.

Boorgatmetingen worden uitgevoerd in een geboorde put door het neerlaten van verschillende sondes om geofysische kenmerken van de aanwezige lagen te bepalen.

De gemeten parameters zijn meestal :

- de diameter (van de put);
- de spontane potentiaal;
- de elektrische weerstand of resistiviteit;
- de puntweerstand;
- de natuurlijke gammastraling.

Het zijn vooral de grafieken verkregen uit de resistiviteits-, puntweerstand- en gammameting die bruikbaar zijn. De interpretatie is vooral kwalitatief, maar door combinatie van verschillende parameters is het mogelijk de geologische opbouw van de ondergrond over grote afstanden te vervolgen.

De belangrijkste boorgatmetingen werden besproken in de beschrijving van de stratigrafische eenheden.

7.3.3.2. Resistiviteitsmeting (lange en korte normaal, “LN” en “SN”)

Het principe berust op de doorgang van een wisselstroom tussen twee stroomelektroden doorheen de geologische lagen. Het geregistreerde signaal (in Ohmmeter) is evenredig met de resistiviteit in het boorgat en is bijgevolg afhankelijk van de boorgatdiameter en de boorgatvloeistof (bv. zoutgehalte). Dit probleem stelt zich vooral bij de korte normaal opstelling, omwille van de kleinere laterale onderzoeksdiepte. Over het algemeen wordt de resistiviteit groter naargelang het materiaal grover is. Klei valt in de resistiviteitsprofielen op door de lagere waarden.

7.3.3.3. De puntweerstand (“PW”)

Bij deze methode wordt tussen twee elektroden een stroom gestuurd. Door het spanningsverschil te meten, kan de weerstand (in Ohm) van de verschillende pakketten bepaald worden. De resolutie zal groter zijn dan bij de resistiviteitsmetingen. Vooral voor correlaties blijkt deze methode uiterst geschikt wegens haar uniek antwoord op het verschil in lithologie en het optekenen van een goed verticaal detail. De boorgatvloeistof kan echter de meetwaarden beïnvloeden.

7.3.3.4. De natuurlijke gamma (“G”)

De belangrijkste isotopen die verantwoordelijk zijn voor natuurlijke gammastraling zijn Kalium-40, Uranium-238 en Thorium-232. Aangezien deze elementen in karakteristieke verhoudingen voorkomen in kleimineralen, kan gesteld dat de variatie in de gemeten gammawaarden hoofdzakelijk te wijten is aan de natuur en de hoeveelheid van de aanwezige mineralen. Een hoge gammawaarde komt echter niet altijd overeen met een zuivere kleilaag, aangezien glauconiet en glimmer mineralen, die goed vertegenwoordigd kunnen zijn in een zandlaag, eveneens een groot radioactief verval vertonen.

De opnamen kunnen echter in belangrijke mate verstoord worden door achtergrondruis. De talrijke kleine pieken zijn dus geen gevolg van lithologische veranderingen maar enkel een te verwaarlozen ruis of gevolg van de opname (Gaus, 1994).

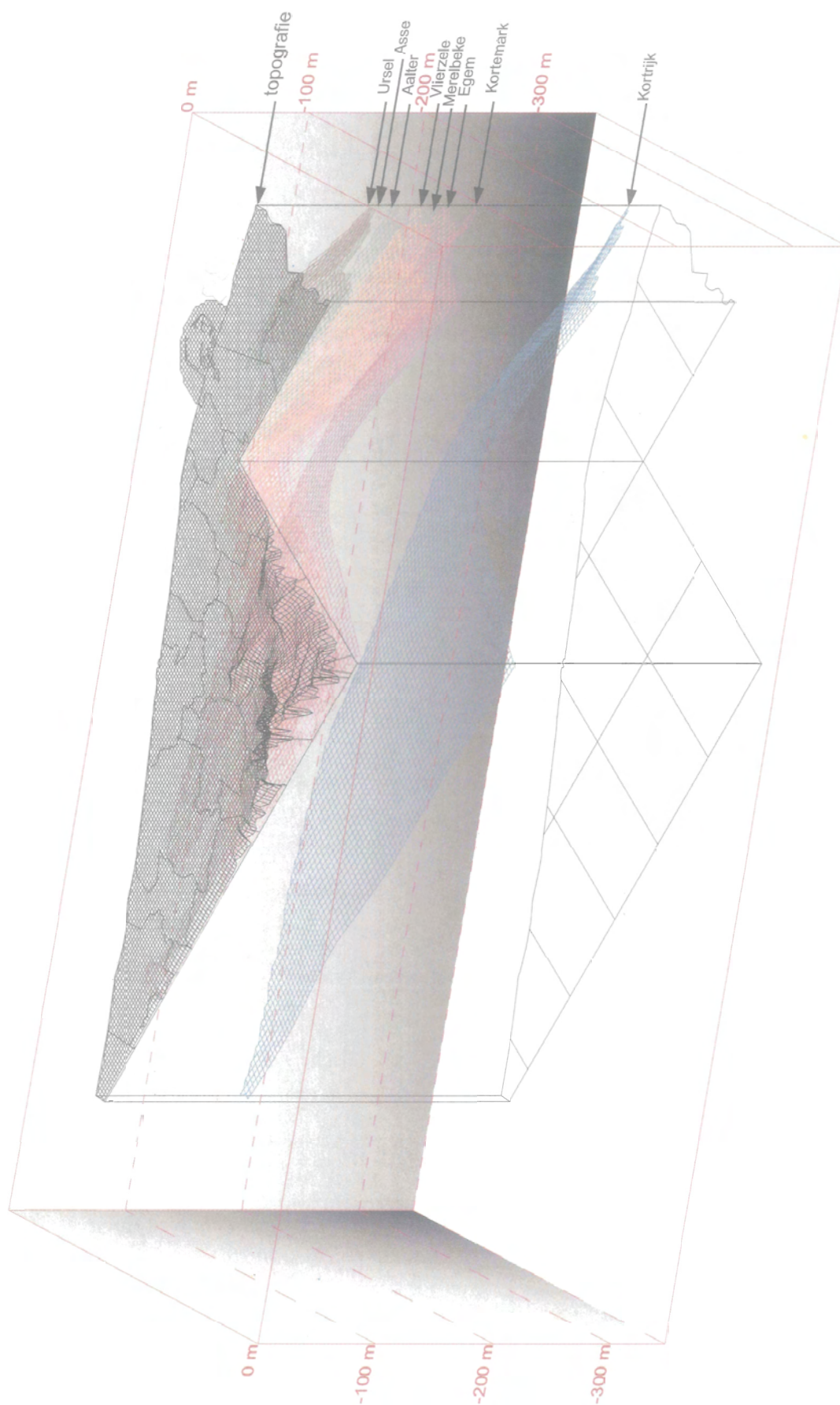


Fig. 33 — 3D-voorstelling van de geologische kaart van het kaartblad — Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende (4-5-11-12).

In grote lijnen kan besloten worden :

- hoe groter de waarden, hoe fijner of hoe glauconietrijker het sediment;
- hoe kleiner de waarden, hoe grover of hoe minder glauconiet.

8. EXCURSIE

Vermits op dit kaartblad de Tertiaire ondergrond onder een aanzienlijk pakket Quartair voorkomt, zijn er geen plaatsen waar het Tertiair rechtstreeks kan bezocht worden. Wel kan in het landschap de heuvelrug van het IJzer – Leie – interfluvium worden opgemerkt. Dat dit heuvelgebied duidelijk afsteekt tegenover de rest van het kaartblad is ook duidelijk te zien in de 3D-voorstelling van de geologische kaart (fig. 33). Voor excursiepunten over de Quartaire deklagen verwijzen we naar de Quartair-geologische kaart. Het natuurreservaat “De Westhoek” in De Panne en “Het Zwin” te Knokke zijn in ieder geval een bezoek waard.

9. REFERENTIES EN GERAADPLEEGDE DOCUMENTEN

AFDELING GEOTECHNIEK, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur. Archief kaartbladen 4/7-8, 5/5-6-8, 11/7-8, 12/1-8. Zwijnaarde.

ALLEMEERSCH, L. (1984) - Het veen in het Oostelijk Kustgebied. Genese, verbreiding en samenstelling. Doctoraatsverhandeling K.U.Leuven, 286 p.

AMERYCKX, J. (1952) - Verklarende tekst bij de bodemkaart van België. Kaartbladen Middelkerke 21W en Oostende 21E. Centrum voor Bodemkartering, RUG , 41 p.

AMERYCKX, J. (1953) - Verklarende tekst bij de bodemkaart van België. Kaartblad De Haan 10W en kaartblad Blankenberge 10E. Centrum voor Bodemkartering, RUG , 52 p.

AMERYCKX, J. (1953) - De Lage Moeren van Meetkerke. *Biekorf* , 54 : 153-157.

AMERYCKX, J. (1953) - Ontstaan en evolutie van het Zwin in België. *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 34 : 99-110.

AMERYCKX, J. (1954) - Verklarende tekst bij de bodemkaart van België. Kaartblad Heist 11W. Centrum voor Bodemkartering, RUG, 92 p.

AMERYCKX, J. (1957) - Geologische opbouw van de Belgische Zeevlakte. Licentiaatsverhandeling RUG, 71 p.

AMERYCKX, J. (1958) - Verklarende tekst bij de bodemkaart van België. Kaartblad Bredene 22W. Centrum voor Bodemkartering, RUG, 90 p.

AMERYCKX, J. (1958) - Verklarende tekst bij de bodemkaart van België. Kaartblad Houtave 22E. Centrum voor Bodemkartering, RUG.

AMERYCKX, J. (1959) - De ontstaansgeschiedenis van de zeepolders. *Biekorf*, 60 : 377-400.

AMERYCKX, J. (1960) - De jongste geologische geschiedenis van de Belgische zeepolders. *Technisch Wetenschappelijk Tijdschrift*, 29 : 13-20.

BAETEMAN, C. (1981) - De Holocene ontwikkeling van de Westelijke Kustvlakte (België).
Doctoraatsverhandeling VUB, 297 p.

BAL, S.G. & VERBEEK, J.W. (1987) – Upper Cretaceous nannoplankton in the Knokke well. In: P. Laga & N. Vandenberghe, The Knokke well (11E/138). *Mémoire Explicatif des Cartes géologiques et minières de Belgique*, 1990, N. 29: 63-66.

BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST, 1994. Aeromagnetism, residual total field image, 1/500.000 map.

BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST. Archief kaartbladen 4/7-8, 5/5-6-8, 11/7-8, 12/1-8. Brussel.

BERGGREN, W.A., KENT, D.V., SWISHER III, C.C. & AUBRY, M.-P. (1995) – A revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy. In : Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation (W.A. BERGGREN, D.V. KENT, M.-P. AUBRY & HARDENBOL J., eds), *SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication*, 54 : 129-212

BOLLE, I. & DE BREUCK, W. (1991) - Milieu-effect rapport Electriciteitscentrale Zeebrugge. Hydrogeologische studie. TGO 91020 (1), RUG, 41 p. met bijlagen.

BOLLE, I. & DE BREUCK, W. (1991) - Milieu-effect rapport Electriciteitscentrale Zeebrugge. Hydrogeologische studie. Samenvatting, TGO 91020 (2) RUG.

BOLLE, I. & JACOBS, P. (1993) - Lithostratigraphy of the Egem Member (Ypresian) South-East of the Gent agglomeration (Belgium) - *Bulletin de la Société belge de Géologie.*, 102 : 258-260.

BOLLE, I. & VAN HOUTTE, E. (1990) - Hydrogeologisch onderzoek op de fabrieksterreinen van “Produits Chimiques de Nieuport” te Nieuwpoort – Karakterisatie. TGO 89048 (2), RUG.

BOLLE, I. & VAN HOUTTE, E. (1991) - Hydrogeologische karakterisatie van de gemeentelijke stortplaats te Middelkerke-Leffinge. TGO 91008, RUG.

BORREMANS, M. & DE BREUCK, W. (1995) - Hydrogeologische studie van de U.C.B. gipsstortplaats te Oostende. TGO 95005, RUG.

BRUGHMANS, N. (1998) - Stratigrafie en sedimentologie van recente afzettingen in het Zwin. Licentiaatsverhandeling RUG, met bijlagen, 61 p.

CAMELBEECK, T. (1993) - Mécanisme au foyer des tremblements de terre et contraintes tectoniques: le cas de la zone intraplaque belge. Doctoraatsverhandeling UCL, Louvain-la-Neuve.

CATOT, E. (1993) - Déterminations palynologiques dans le Massif du Brabant. Univ. Liège, rapport interne.

CHACKSFIELD, B., DE VOS, W., D’HOOGE, L., DUSAR, M., LEE, M., POITEVIN, C., ROYLES, C. & VERNIERS, J. (1993) - A new look at Belgian aeromagnetic and gravity data through image-based display and integrated modelling techniques. *Geological magazine* 130 (5): 583-591, Cambridge.

CNUDDÉ, J.P. & DE BREUCK, W. (1984) - Geologisch en grondmechanisch onderzoek van de zone rond de kerk van Leffinge met afgeleid funderingsadvies. TGO 84012, RUG, 5 p. met bijlagen.

CORIN, F. (1965) - Atlas des roches éruptives de Belgique. *Mémoire Explicatif des Cartes Géologiques et Minières de Belgique*, 4, 190 p.

DE BATIST M. (1989) - Seismostratigrafie en structuur van het Paleogeen in de Zuidelijk Noordzee. Doctoraatsverhandeling RUG, 107 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 (1963-1973), Gent: SWIM4. (kaart)

DE BREUCK, W., BEEUWSAERT, E. & VANDERHEEDE, J. (1989) - De diepte van het grensvlak tussen zoet en zout water in de freatische watervoerende laag van noordelijk Vlaanderen (1974-1975) - Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie, RUG.

DE BREUCK, W. & DE MOOR, G. (1967) - Een Paniseliaan-ontsluiting op het strand te Wenduine. *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 49 : 229-234.

DE BREUCK, W., DE MOOR, G. & MARECHAL, R. (1969) - Lithostratigrafie van de kwartaire sedimenten in het Oostelijk Kustgebied (België) - *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 51 : 125-137.

DE BREUCK, W., MAHAUDEN, M. & LEBBE, L. (1982) - Hydrogeologische studie van en rondom het gebied van de geplande waterwinning Ter Yde te Koksijde (Oostduinkerke) - TGO 81006, RUG, 52 p. met bijlagen.

DE BREUCK, W. & VERMOORTELE, Y. (1997) - MER voor de nieuwe waterleiding te Knokke-Heist voor de TMVW: aspecten bodem en water. TGO 95020, RUG.

DE CEUKELAIRE, M., WALRAEVEN, K. & VAN BURM P. (1992) - Evolutie van de stijghoogten in het Landenian en de sokkel vanaf de eeuwwisseling tot 1986. *Geological Survey of Belgium Professional Paper* 1992/7, Nr. 257 : 8 p.

DE CLERCK, X. (1995) - Hydrogeologische studie van het duingebied en achterliggend poldergebied tussen Zeebrugge en Blankenberge. Licentiaatsverhandeling RUG, 85 p. met bijlagen.

DE CORTE, B. (1994) - Lithostratigrafie en geofysische karakterisatie van de Formatie van Tielt in Oost- en West-Vlaanderen. Licentiaatsverhandeling RUG, 74 p. met bijlagen.

DECORTE, B. (1996) - Sequentie Stratigrafie van het Eoceen op ontsluitingen in groeven in Oost- en West-Vlaanderen. Licentiaatsverhandeling RUG, 64 p. met bijlagen.

DE GEYTER, G. (1980) - Bijdrage tot de kennis van de sedimentpetrologie en de lithostratigrafie van de Formatie van Landen in België. Doctoraatsverhandeling RUG, 204 p met bijlagen.

DE GEYTER, G. (1981) - Contribution to the lithostratigraphy and the sedimentary petrology of the Landen Formation in Belgium. *Mededelingen Koninklijke Academie der Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België. Klasse der Wetenschappen*, 43 (1) : 111-153.

DE GEYTER, G. (1987) - The Landen Formation. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 96 : 353-356.

DE GROOTE, V. & MOORKENS, T. (1969) - Mikroskopisch onderzoek (palynologie en foraminiferen) van een Kwartair monster te Uitkerke (Belgische Kust) - *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 51 : 94-110.

DE MOOR, G. & DE BREUCK, W. (1973) - Sedimentologie en stratigrafie van enkele pleistocene afzettingen in de Belgische Kustvlakte. *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 55 : 3-96.

DE MOOR, G. & HEYSE, I. (1974) - Lithostratigrafie van de kwartaire afzettingen in de overgangszone tussen de Kustvlakte en de Vlaamse Vallei in Noord-West België. *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 56 : 85-109.

DE MOOR, G. & MOSTAERT, F. (1993) - Geomorfologische Kaart van België – Vlaams Gewest - Kaartblad Oostende (12) - Nationaal Centrum voor Geomorfologisch Onderzoek & Nationaal Geografisch Instituut.

DE MOOR, G. & PISSART, A. (1992) - Het Relief. In : Geografie van België. (DENIS, J., Ed.) Gemeentekrediet, Brussel, 202-212.

DENYS, L., LEBBE, L., SLIGGERS, B.C., SPAINK, G., VAN STRIJDONCK, M. & VERBRUGGEN, C. (1983) - Litho- en biostratigraphical study of quaternary deep marine deposits of the Western Belgian coastal plain. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 92 : 125-154.

DEPRET, M. (1981) - Litostratigrafie van het Kwartair en van het Tertiaire substraat te Zeebrugge. Litologische en stratigrafische interpretatie van diepsonderingen met de konus van Begemann. Doctoraatsverhandeling RUG, 338 p.

DEPRET, M. (1983) - Studie van de lithostratigrafie van het Kwartair en van het Tertiaire substraat te Zeebrugge onder meer met diepsonderingen. *Geological Survey of Belgium Professional Paper* 1983/6 Nr. 201 : 235 p.

DEPRET, M. & WILLEMS, W. (1983) - A record in situ of *Nummulites laevigatus* (Bruguière 1792) in sediments of Lutetian age in the area around Zeebrugge (NW-Belgium) and its stratigraphical consequences. *Tertiary Research*, 5 : 25-37.

DEVOS, J. (1984) - Hydrogeologie van het duingebied ten Oosten van De Haan. Doctoraatsverhandeling RUG, 219 p.

DE VOS, W. (1993) - Geologisch onderzoek in het Massief van Brabant. In: Studiedag BNRE, Geologische kartering en geologisch onderzoek in het Vlaamse Gewest. Brussel, 7-12-1993, p. 111-121.

DE VOS, W. (1997a) - Geofysische en geologische aanwijzingen voor granietbatholieten in het Massief van Brabant. Colloquium G.G.G. De diepe ondergrond in Vlaanderen. Brussel, 23-04-1997, 17 p.

DE VOS, W. (1997b) - Influence of the granitic batholith of Flanders on Acadian and later deformation. *Belgian Symposium on Structural Geology and Tectonics. Aardkundige Mededelingen*, 8: 49-52.

DE VOS, W., VERNIERS, J., HERBOSCH, A. & VANGUESTAINE, M. (1993) - A new geological map of the Brabant Massif, Belgium. *Geological Magazine*, 130 (5) : 605-611.

DE VOS, W. & VERNIERS, J. (2002) -. New drillholes in the northwestern Brabant Massif: confirmation of structures inferred from the aeromagnetic map. *Geologica Belgica* 5 (in voorbereiding).

DEWALQUE, G. (1868) - Prodrome d'une description géologique de la Belgique. Decq. Bruxelles, 442 p.

DUPUIS, C., BRYCH, J., LAGA, P. & VANDENBERGHE, N. (1988) - Sondage stratigraphique au Mont-Panisel: Premiers résultats géologiques et géotechniques. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 97 : 35-46.

DUSAR, M. & LOY, W. (1986) - The geology of the Upper Palaeozoic aquifer in West Flanders. *Aardkundige Mededelingen*, 3 : 59-74. Leuven.

EVERAERTS, M., POITEVIN, C., DE VOS, W. & STERPIN, M. (1996) - Integrated geophysical/geological modelling of the western Brabant Massif and structural implications. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 105 (1-2) : 41-59.

FOBE, B. (1993) - Ypresian lithostratigraphy in Northern Belgium. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 102 (1/2) : 254-257.

FELDER, P.J. (1994) - Bioklasten in het Krijt uit boringen van West- en Oost-Vlaanderen. *Geological Survey of Belgium Professional Paper 1994/3*, Nr. 270 : 86 p.

FRANCHESCI, G. (1975) - Geologische studie van de oppervlakkige lagen op het kaartblad Houtave. Licentiaatsverhandeling RUG, 127 p.

GAUS, I. (1994) - Koppeling van geofysische boorgatmeters aan de interpretatie van een dubbele pomp-proef uitgevoerd te Ronse. RUG, onuitgegeven licentiaatsverhandeling, 123 p.

GEERKENS, B. & LADURON, D. (1995) - Etude du métamorphisme du Massif du Brabant. ANRE, Brussel & UCL, Louvain-la-Neuve. Intern rapport.

GEETS, S. (1969) - Bijdrage tot de sedimentologische kennis van het Paniseliaan. Doctoraatsverhandeling RUG, 216 p.

GEETS, S. (1988) - The evolution of the grain-size distribution in the sediments of the Ieper Formation in Belgium. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 97 (3/4) : 451-456.

GENOOTSCHAP VAN GEOLOGEN VAN DE UNIVERSITEIT GENT (1997) - De diepe ondergrond in Vlaanderen : ecologische en economische belangen. Brussel.

GHEYSEN, S. (1995) - Hydrogeologische studie aan de linkeroever van de IJzer te Ramskapelle. Licentiaatsverhandeling RUG. 52 p.

GULINCK, M. (1967) - Profils de l'Yprésien dans quelques sondages profonds de la Belgique. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 76 : 108-113.

GULINCK, M. & HACQUAERT, A. (1954) - L'Eocène. In : *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*. Vaillant & Carmanne, Liège, 451-493.

HALET, F. (1908) - Coupe géologique de quelques sondages profonds. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 22 : 3-27.

HEDBERG, H.D. (ed.) (1976) - International Stratigraphic Guide - A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Procedure. Wiley - Interscience Publication, 200 p.

HENRIET, J.P., DE BATIST, M., VAN VAERENBERGH, W. & VERSCHUREN, M. (1988) - Seismic and clay tectonic features of the Ypresian Clay in the Southern North Sea. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 97 (3/4) : 457-472.

HENRIET, J.P., DE ROUCK, J. & DE WOLF, P. (1981) - Morfologie van het Tertiair substraat ter plaatse van de nieuwe buitenhaven te Zeebrugge. Colloquium Belgisch Comité voor Ingenieursgeologie. *Excursiegids havenwerken Zeebrugge, 9 oktober 1981*.

JACOBS, P. (1978) - Lithostratigrafie van het Boven-Eoceen en van het Onder-Oligoceen in noordwest België. *Professional Paper*, Nr. 151 : 92 p.

JACOBS, P., DE CEUKELAIRE M., DE BREUCK, W. & DE MOOR, G. (1993) - Toelichtingen bij de Geologische Kaart van België - Vlaams Gewest - Kaartblad Lokeren (14) - Bestuur Natuurlijke Rijkdommen en Energie & Belgische Geologische Dienst, 46 p., 12 fig., 5 tab.

JACOBS, P., DE CEUKELAIRE M., DE BREUCK, W. & DE MOOR, G. (1999) - Toelichtingen bij de Geologische Kaart van België - Vlaams Gewest - Kaartblad Tielt (21) - Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie & Belgische Geologische Dienst, 60 p., 22 fig., 6 tab., 9 foto's

JACOBS, P., DE CEUKELAIRE M., DE BREUCK, W. & DE MOOR, G. (1999) - Toelichtingen bij de Geologische Kaart van België - Vlaams Gewest - Kaartblad Kortrijk (29) - Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie & Belgische Geologische Dienst, 68 p., 28 fig., 5 tab., 6 foto's

JACOBS, P., DE CEUKELAIRE, M., DE BREUCK, W. & DE MOOR, G. (1996) - Toelichtingen bij de Geologische Kaart van België - Vlaams Gewest - Kaartblad Gent (22) - Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie & Belgische Geologische Dienst, 61 p., 21 fig., 6 tab., 8 foto's

JACOBS, P., DE CEUKELAIRE, M. & SEVENS, E. (2001) - Toelichtingen bij de Geologische Kaart van België - Vlaams Gewest - Kaartblad Ieper (20) - Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie & Belgische Geologische Dienst. 68 p., 27 fig., 6 tab., 1 foto.

JACOBS, P., DE CEUKELAIRE, M., SEVENS, E., & VERSCHUREN, M. (1993) - Philosophy and methodology of the new geological map of the Tertiary Formations, northwest Flanders, Belgium. *Bulletin de la Société belge de Géologie*. 102 (1/2) : 231-241.

JACOBS, P., MARECHAL, R., DE CEUKELAIRE, M. & SEVENS, E. (1993) - Toelichtingen bij de Geologische Kaart van België - Vlaams Gewest - Kaartblad Brugge (13) - Bestuur Natuurlijke Rijkdommen en Energie & Belgische Geologische Dienst, 38 p., 10 fig., 3 tab.

JACOBS, P., VAN LANCKER V., DE CEUKELAIRE, M., DE BREUCK, W. & DE MOOR, G. (1999) - Toelichtingen bij de Geologische Kaart van België - Vlaams Gewest - Kaartblad Geraardsbergen (30). Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie & Belgische Geologische Dienst, 62 p., 20 fig., 8 tab., 5 foto's

JOYE, M. (1970) - Geo-elektrisch onderzoek in de streek van Nieuwpoort-Oostduinkerke. Licentiaatsverhandeling RUG, 60 p.

KING, C. (1988) - Stratigraphy of the Ieper Formation and Argile de Flandres (Early Eocene) in Western Belgium and Northern France. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 97 (3/4) : 349-372.

LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE. Archief kaartbladen 4/7-8, 5/5-6, 11/7-8, 12/1-8. RUG.

LAGA, P.; VANDENBERGHE, N.; HERMAN, J. & BACCAERT, J., 1987 – The correlation of the Knokke, Den Haan and Oostduinkerke wells. In: P. Laga & N. Vandenberghe, The Knokke well (11E/138). *Mémoire Explicatif des Cartes Géologiques et Minières de Belgique*, 1990, N. 29: 107-115.

LAGA, P. & VANDENBERGHE, N., eds. (1990) - The Knokke Well (11E/138) with a description of the Den Haan (22W/276) and Oostduinkerke (35E/142) wells. *Mémoire Explicatif des Cartes Géologiques et Minières de Belgique*, 29 : 118 p.

LEBBE, L. (1973) - Hydrogeologisch onderzoek van het duingebied te Oostduinkerke. Licentiaatsverhandeling RUG, 105 p met bijlagen.

LEBBE, L. (1978) - Hydrogeologie van het duingebied ten westen van De Panne. Doctoraatsverhandeling RUG, 164 p. met bijlagen.

LEBBE, L. & DE BREUCK, W. (1980) - Hydrogeologie van het duingebied tussen Koksijde en Oostduinkerke. *Tijdschrift BECEWA*, 55 : 33-45.

LEBBE, L. & DE CEUNINCK, R. (1980) - Lithostratigrafie van het duingebied ten westen van De Panne. *Geological Survey of Belgium Professional Paper* 1980/4 Nr. 171 : 1-26.

LEGRAND, R. (1966) - Sondages à Deerlijk. *Geological Survey of Belgium Professional Paper* 1966/4 Nr. 4 : 17 p.

LEGRAND, R. (1968) - Le Massif du Brabant. *Mémoire Explicatif des Cartes Géologiques et Minières de Belgique*, 9 : 148 p.

LERMYTTE, J. (1996) - Hydrogeologische en hydrochemische studie in verband met de verontreiniging van het grondwater rond een gipsstort. Licentiaatsverhandeling RUG. 67 p.

LIU A'CHENG (1990) - A seismic and geomorphological study of the erosion surface at the top of the Tertiary in the Southern North Sea (Belgian and North French Sectors). Doctoraatsverhandeling RUG, 119 p.

LORRAI, A. & MUSIU, C. (1991) - Hydrogeological study of a waste disposal site at Middelkerke (Belgium). Erasmusverhandeling RUG, 42 p.

LOUWYE, S. (1987) – Top occurrence of selected Dinophyceae from the Cretaceous of the Den Haan well and correlation with the Knokke well. In: P. Laga & N. Vandenberghe, The Knokke well (11E/138). *Mémoire Explicatif des Cartes Géologiques et Minières de Belgique*, 1990, N. 29: 103-105.

LOUWYE, S. (1992) - Dinoflagellate cyst stratigraphy of the upper Cretaceous of Western Belgium. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 101 (3-4) : 255-275.

LOY, W. & BAETEN, Y (1987) - Kwetsbaarheidskaart van het grondwater in West-Vlaanderen. Studie in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Dienst Water- en Bodembeleid, 32 p.

MAES, M. (1970) - Geo-elektrisch onderzoek in de westelijke kustvlakte. Licentiaatsverhandeling RUG. 46 p.

- MANSY, J.L., EVERAERTS, M., DE VOS, W. (1999) - Structural analysis of the adjacent Acadian and Variscan fold belts in Belgium and northern France from geophysical and geological evidence. *Tectonophysics* 309: 99-116.
- MARECHAL, R. (1992) - De Geologische Structuur. In : *Geografie van België* (DENIS, J., Ed.). Gemeentekrediet, Brussel : 37-86.
- MARECHAL, R. (1992). Kwartairgeologie : Lithologie van de oppervlakkige lagen. Nationaal Geografisch Instituut. Kaart op 1:250.000.
- MARECHAL, R., DE MOOR, G, DE BREUCK, W. & VERHEYE W. (1964) - *Geologie. Survey West-Vlaanderen*. Onuitgegeven kaarten, Geologisch Instituut, RUG.
- MARECHAL, R. & LAGA, P., eds. (1988) - Voorstel lithostratigrafische indeling van het Paleogeen. Nationale Commissie voor Stratigrafie. Commissie Tertiair. Belgische Geologische Dienst, Brussel, 208 p.
- MARTENS, K., WALRAEVENS, K. & DE BREUCK, W. (1995) - Ecosysteemvisie voor de Vlaamse Kust. Deelstudie : Hydrogeologie. TGO 94042, RUG, 110 p.
- MEES, F. & STOOPS, G. (1996) - Verwerking van de gesteenten van het Massief van Brabant. Eindverslag, ANRE project VLA/93-3.5.2. Laboratorium Mineralogie, Petrografie en Micropedologie, Universiteit Gent.
- MERTOETOMO, M. (1995) - Modelleren van een grondwaterwinning op basis van de hydrogeologische kenmerken van het veellagig grondwaterreservoir te Koksijde-Oostduinkerke (België). Doctoraatsverhandeling RUG, 397 p.
- MOORMANN, F.R. & AMERYCKX, J.B. (1951) - Verklarende tekst bij de bodemkaart van België. Kaartblad Nieuwpoort 36W. Centrum voor Bodemkartering, RUG, 49 p.
- MOSTAERT, F. (1985) - Bijdrage tot de kennis van de Kwartairgeologie van de oostelijke kustvlakte op basis van sedimentologisch en lithostratigrafisch onderzoek. Doctoraatsverhandeling RUG, 588 p.
- MOURLON, M. (1895) - Carte géologique de la Belgique 1:40.000 n° 37 Ghistelles-Zedelghem (planchette 7-8 de la feuille XII de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M. (1895) - Carte géologique de la Belgique 1:40.000 n° 10 La Panne-Oost-Dunkerke (planchette 7-8 de la feuille XI de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M. (1895) - Carte géologique de la Belgique 1:40.000. Planchette XII 5-6 Nieuport-Leke. Institut cartographique militaire., Bruxelles.
- NAERT, E. (1998) - Onderzoek van de zoet-zout waterverdeling in het kustgebied tussen Blankenberge en Zeebrugge. Licentiaatsverhandeling RUG, 97 p met bijlage.
- NATIONAAL GEOGRAFISCH INSTITUUT, Topografische kaarten 4-5-11-12 (1:50.000); 4/7-8, 5/5-6, 12/1-2, 12/3-4, 12/5-6, 12/7-8 (1:25.000); 4/7, 4/8, 5/5, 5/6, 5/8, 11/7, 11/8, 12/1 t.e.m. 12/8 (1:10.000).
- NOLF, D. (1973) - Mollusken uit het marien Kwartair te Meetkerke (West-Vlaanderen, België) - *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 55 : 97-120.

NORRIS, S.E. (1972) - The Use of Gamma Logs in Determining the Character of Unconsolidated Sediments and Well Construction Features. *Groundwater*, 10 : 6.

PAEPE, R. (1971) - Autosnelweg Brugge-Calais. *Geological Survey of Belgium Professional Paper* 1971/9 Nr. 74 : 59 p.

PAEPE, R. & VANHOORNE, R. (1972) - An outcrop of Eemian Wadden Deposits at Meetkerke (Belgian Coastal Plain). *Geological Survey of Belgium Professional Paper* 1972/7 Nr. 81 : 9 p.

PAEPE, R., VANHOORNE, R. & DERAYMAEKER D. (1972) - Eemian Sediments near Bruges (Belgian coastal plain). *Geological Survey of Belgium Professional Paper* 1972/9, Nr. 83: 11p.

PEETERS, A. (1975) - Hydrogeologisch onderzoek te Zandvoorde-Oudenburg. Licentiaatsverhandeling RUG, 104 p.

RUTOT, A. (1895) - Carte géologique de la Belgique 1:40.000 n° 10 Den Haan-Blankenberghe (planchette 7-8 de la feuille IV de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.

RUTOT, A. (1895) - Carte géologique de la Belgique 1:40.000 n° 11 Heyst-Westcapelle (planchette 5-6 de la feuille V de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.

RUTOT, A. (1895) - Carte géologique de la Belgique 1:40.000 n° 22 Breedene-Houtave (planchette 3-4 de la feuille XII de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.

RUTOT, A. (1895) - Carte géologique de la Belgique 1:40.000 n° 21 Middelkerke-Oostende (planchette 1-2 de la feuille XII de la carte topographique). Institut cartographique militaire, Bruxelles.

SEVENS, E., DE CEUKELAIRE, M. & JACOBS P. (1995) - Pilotproject Geologische Databank. Vakgroep Geologie en Bodemkunde, RUG. 31 p.

STEEMANS, P. (1995) - Rapport sur l'analyse palynologique des échantillons des sondages de Outrijve, Bellegem et Spiere. Université de Liège, rapport interne.

STEURBAUT, E. & JACOBS, P. (1993) - *Het Paleogeen in Vlaanderen. Excursies Geologie van België*. Genootschap van Geologen van de Universiteit Gent. RUG, 29 p.

STEURBAUT, E. (1987) - The Ypresian in the Belgian Basin. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 96 (4) : 339-351.

STEURBAUT, E. (1988) - Ypresian calcareous nannoplankton biostratigraphy and palaeogeography of the Belgian Basin. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 97 (3/4) : 251-285.

STEURBAUT, E. & NOLF, D. (1986) - Revision of Ypresian stratigraphy of Belgium and Northwestern France. *Mededelingen Werkgroep Tertiair en Kwartair Geologie*, 23 (4) : 115-172.

SUBGROUP LITHOSTRATIGRAPHY AND MAPS (1980) - A lithostratigraphic scheme for the NW-European Tertiary Basin. In : IGCP Program 124 : The NW-European Tertiary Basin (F. KOCKEL ed.) . *Newsletter on Stratigraphy*, 8 (3) : 236-237.

TAVERNIER, R. (1938) - De geologische ontwikkeling van de Vlaamse kust. *Wetenschap in Vlaanderen*, 4(1/2), 19 p.

- TAVERNIER, R., & AMERYCKX, J. (1970) - Kust, duinen, polders: blad 17. *Atlas van België*. Brussel, 32 p.
- TJOA, K.H., (1971) - Geo-elektrisch onderzoek in de streek van Lombardsijde-Westende. Licentiaatsverhandeling. RUG, 53 p.
- VANDENBERGHE, N., LAGA, P., VANDORMAEL, C. & ELEWAUT, E. (1988) - The geophysical log correlations in the Ieper Clay sections in Belgium. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 97 (3/4) : 437-440.
- VANDOOOLAEGHE, M. (1974) - Hydrogeologisch onderzoek in het duingebied te Nieuwmunster. Licentiaatsverhandeling RUG, 112 p.
- VAN GROOTEL, G. (1990) - Litho- en Biostratigrafische studie met Chitinozoa in het westelijk deel van het Massief van Brabant. Delen 1 en 2. Doctoraatsverhandeling, Universiteit Gent.
- VAN GROOTEL, G. (1995) - Eindverslag ANRE project Microfossielen, VLA 93-3.5.1. Laboratorium Paleontologie, Univ. Gent.
- VAN GROOTEL, G., VERNIERS, J., GEERKENS, B., LADURON, D., VERHAEREN, M., HERTOGEN, J. & DE VOS, W. (1997) - Timing of magmatism, foreland basin development, metamorphism and inversion in the Anglo-Brabant fold belt. *Geological Magazine*, 134 (5) : 607-616.
- VANGUESTAINE, M. (1992) - Biostratigraphie par acritarches du Cambro-Ordovicien de Belgique et des régions limitrophes: synthèse et perspectives d'avenir. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 115 : 1-18.
- VANGUESTAINE, M. (1992) - Biostratigraphie par acritarches du Cambro-Ordovicien de Belgique et des régions limitrophes: synthèse et perspectives d'avenir. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 115: 1-18.
- VANGUESTAINE, M., SERVAIS, T. & STEEMANS, P. (1989) - Determinations palynologiques dans le Massif du Brabant. Université de Liege, rapport inédit.
- VAN HOUTTE, E., LEBBE, L. & DE BREUCK, W. (1992) - Studie van de huidige en toekomstige waterwinningsmogelijkheden in de Westhoek. TGO 91007, RUG, 368 p met bijlagen.
- VAN MEIR, N. (in voorbereiding) - IJking van modellen van stroming van zoet en zout grondwater in de kustvlakte tussen Calais en Cadzand en de invloed op deze stromingen van de te verwachten zeespiegelsijting. Doctoraatsverhandeling RUG.
- VANNIEUWENBORG, H. (1973) - Hydrogeologisch onderzoek van de freatische waterlaag in het kustgebied ter hoogte van de grensscheiding Blankenberge-Brugge. Licentiaatsverhandeling RUG, 117 p.
- VERHAEREN, M. & HERTOGEN, J. (1996) - Studie van het magmatisme in het Massief van Brabant. Tussentijds verslag, ANRE project VLA/93-3.5.4. Laboratorium Geochemie en Cosmochemie, Universiteit van Leuven.
- VERMOORTELT, Y. (1988) - Bijdrage tot de kennis van de Kwartair-Lithostratigrafie in de Randzone van de Kustvlakte nabij Varsenare. Licentiaatsverhandeling RUG, 199 p.
- VERMOORTELT, Y. & DE BREUCK, W. (1994) - Groundwater investigation landfall interconnector pipeline Bacton – Zeebrugge Phase II. TGO 94001, RUG. 27 p.

VERMOORTEL, Y., GAUS, I. & DE SMET, D. (1998) - Hydrogeologische studie van de waterwinning-smogelijkheden in de gemeente Knokke-Heist. TGO 94037, RUG. 40 p.

VERNIERS, J. (1997) - De ontstaansgeschiedenis van het Massief van Brabant. In "De diepe ondergrond in Vlaanderen : Ecologische en economische belangen", Genootschap van geologen van de Universiteit van Gent. 9 p.

VERNIERS, J. (1998) - Biostratigraphical dating of Ordovician and Silurian samples from boreholes and outcrops in the Brabant Massif. Eindverslag BGD project NAT/96-3.3, bijlage 9. Laboratorium Paleontologie, Universiteit van Gent.

VERNIERS, J., HERBOSCH, A., VANGUESTAINE, M., GEUKENS, F., DELCAMBRE, B., PINGOT, J.L., BELANGER, I., HENNEBERT, M., DEBACKER, T., SINTUBIN, M., DE VOS, W. (2001) - The Lower Palaeozoic formations in Belgium. *Geologica Belgica* 4, (in druk).

VLIEGHE, C. (1994) - Hydrogeologische studie van het poldergebied in de omgeving van Booitshoeke. Licentiaatsverhandeling RUG met bijlagen. 94 p.

VRANCKEN, A. (1997) - Hydrogeologische en hydrochemische studie van het ondiepe grondwaterreservoir te Knokke. Licentiaatsverhandeling RUG, 67 p. met bijlagen.

WATERSCHOOT, M.A. (1939) - De Vlaamsche kustvlakte, Bijdrage tot de geschiedenis van het Vlaamsche polderland langs zee en Honte. Langemark, 150 p.

ZIEGLER, P. (1982) - Geological Atlas of Western and Central Europe. Den Haag Shell Internationale Petroleum Maatschappij, 130 p.

Lijst van de figuren

Fig. 1 -	Indeling van het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende.	6
Fig. 2 -	Administratieve indeling van het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende.	7
Fig. 3 -	Topografie van het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende.	8
Fig. 4 -	Overzicht van de chrono- en lithostratigrafie van het Tertiair in België (Paleogeen naar Maréchal & Laga) (Ouderdom in miljoen jaar).	11
Fig. 5 -	Lokalisatiekaart van de verschillende waarnemingen.	12
Fig. 6 -	Reliefkaart van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen.	14
Fig. 7 -	Dikte van de Quartaire lagen.	15
Fig. 8 -	Isohypsens van de basis van het Lid van Merelbeke.	17
Fig. 9 -	Geologische kaart.	20
Fig. 10 -	Diepsondering voor de kust van Knokke-Heist waar het Lid van Onderdijke geïnterpreteerd wordt tussen 22 en 29,3 m diepte.	25
Fig. 11 -	Diepsondering waar het Lid van Zomergem wordt geïnterpreteerd van 19,5 tot 30,5 m diepte.	26
Fig. 12 -	Diepsondering waar het Lid van Ursel gemakkelijk te onderscheiden is door zijn lage en homogene waarden van de conusweerstand.	27
Fig. 13 -	Diepere boringen ter hoogte van Blankenberge-Zeebrugge-Knokke.	30
Fig. 14 -	Diepsondering waarbij het Quartair rust op het Lid van Oedelem op een diepte van 23 m. (Uit Depret, 1981).	31

Fig. 15 – Boorgatmeting te Zuierenkerke (BGD 22E-228).	33
Fig. 16 – Diepsondering te Brugge waar de verschillende leden van de Formatie van Gent duidelijk van elkaar onderscheiden worden.	34
Fig. 17 – Interpretatie van een aantal diepsonderingen te Nieuwege (noordoosten van Jabbeke) waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen het Lid van Vlierzele en het Lid van Pittem.	35
Fig. 18 – Diepsondering te Snellegem met onderscheid tussen de Leden van Vlierzele, Pittem en Merelbeke.	36
Fig. 19 – Boringen uitgevoerd op het kaartblad 12/8 waarbij wordt getoond dat de opeenvolging van klei, zandhoudende klei en zand niet altijd toelaat om de Formatie van Gent en de Formatie van Tielt van elkaar te onderscheiden en eenduidig in te delen in leden.	38
Fig. 20 – Profiel van diepsonderingen te Jabbeke waarbij de karakteristieken van het Lid van Merelbeke en de kleilaag (Yd3) in het Lid van Egem sterk gelijkend zijn.	39
Fig. 21 – Boring en diepsondering te Ettelgem. Via correlatie van de diepsondering met de boring is het duidelijk dat de kleilaag die in de diepsondering onderscheiden wordt, deel uitmaakt van het Lid van Egem.	40
Fig. 22 – Diepsondering waarbij de grens tussen het Lid van Egem en het Lid van Kortemark gelegd wordt op – 12,25 m.	41
Fig. 23 – Waarneming te Snellegem (BGD 37E-199).	42
Fig. 24 – Profiel 1: zuidwest-noordoost	44
Fig. 25 – Profiel 2: zuidwest-noordoost	45
Fig. 26 – Profiel 3: noordwest-zuidoost	45
Fig. 27 – Kustprofiel (Laga, Vandenberghe, Herman & Baccaert, 1987)	47
Fig. 28 – Isohypsens van de top en basis van het Krijt.	49
Fig. 29 – Stratigrafisch overzicht van een aantal boringen in het Krijt (Louwye, S. 1992).	50
Fig. 30 – Indeling van een aantal boringen in ecozones op basis van bioklasten (Felder, P.J., 1994).	51
Fig. 31 – Geologische kaart van het Massief van Brabant (door De Vos).	53
Fig. 32 – Geologische kaart van het Quartair (Maréchal, 1992).	56
Fig. 33 – 3D-voorstelling van de geologische kaart van het kaartblad – Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende (4-5-11-12).	59

Lijst van de tabellen

Tabel 1 - Indeling van de kaartbladen Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende	5
Tabel 2 - Lithostratigrafische kolom van de op het kaartblad Blankenberge-Westkapelle-Oostduinkerke-Oostende (4-5-11-12) gekarteerde eenheden *	24