

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

**KAARTBLAD (13)
BRUGGE**

Schaal 1:50.000

Kaart opgemaakt door :
Gegevensverwerking en interpretatie :

P. JACOBS, R. MARECHAL, M. DE CEUKELAIRE & E. SEVENS

Leiding:

R. MARECHAL, P. JACOBS, W. DE BREUCK & G. DE MOOR

Geologisch Instituut
Universiteit Gent

Ministerie van Economische Zaken
BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
BESTUUR NATUURLIJKE RIJKDOMMEN
en ENERGIE

1993

TOELICHTINGEN BIJ DE GEOLOGISCHE KAART

**KAARTBLAD (13)
BRUGGE 1:50.000**

**Kaart opgemaakt door:
Gegevensverwerking en interpretatie:**

P. JACOBS, R. MARECHAL, M. DE CEUKELAIRE & E. SEVENS

Leiding:

**R. MARECHAL, P. JACOBS, W. DE BREUCK & G. DE MOOR
Geologisch Instituut
Universiteit Gent**

Ministerie van Economische Zaken
Administratie van het Mijnwezen
BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST
Afdeling Vlaanderen
Jennerstraat 13
B 1040 BRUSSEL

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Economie, Werkgelegenheid
en Binnenlandse Aangelegenheden
Administratie Economie
BESTUUR NATUURLIJKE RIJKDOMMEN
EN ENERGIE
Markiesstraat 1
B 1000 BRUSSEL

DRUKKERIJ MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

INHOUDSTAFEL

I. Inleiding	1
1. Algemeen	1
2. Landschapkenmerken	1
II. Methodiek van de opbouw van het gegevensbestand	5
1. Inleiding	5
2. Opbouw van het bestand	5
3. Verwerking van de gegevens tot kaarten	5
3.1. Opmaak van de kaart van het bovensvlak van de tertiaire formaties	6
3.2. Isohypsenaarten van de grensvlakken van de tertiaire afzettingen	6
3.3. Opmaak van de geologische kaart	6
III. Afgedekte geologische kaart	7
1. Algemeenheden	7
2. Historiek	7
3. Kaarten	7
3.1. Localisatie van de waarnemingspunten	7
3.2. Isohypsenaarten van het bovensvlak van de tertiaire afzettingen	9
3.3. Diktekaart van het Kwartair	12
3.4. Isohypsenaarten van de grensvlakken	12
3.5. Geologische kaart	12
3.5.1. Legende	16
3.5.2. Beschrijving	16
3.5.3. Besluiten	18
IV. Lithostratigrafie	19
1. Lithostratigrafische kolom	19
2. Lithostratigrafische beschrijving	19
2.1. Maldegem Groep	19
2.1.1. Formatie van Maldegem	19
a. <i>Lid van Onderdijke</i>	19
b. <i>Lid van Buisputten</i>	21
c. <i>Lid van Zomergem</i>	21
d. <i>Lid van Onderdale</i>	21
e. <i>Lid van Ursel</i>	21
f. <i>Lid van Asse</i>	22
g. <i>Lid van Wemmel</i>	22
2.2. Zenne Groep	22
2.1.1. Formatie van Aalter	23
a. <i>Lid van Oedelem</i>	23
b. <i>Lid van Beernem</i>	24
2.3. Ieper Groep	24
2.3.1. Formatie van Gent	24
a. <i>Lid van Vlierzele</i>	24
b. <i>Lid van Pittem</i>	24
c. <i>Lid van Merelbeke</i>	25
2.3.2. Formatie van Tielt	25
a. <i>Lid van Egem</i>	25
3. Profielen	25
3.1. Profiel 1	27
3.2. Profiel 2	27
3.3. Profiel 3	27
V. Aanvullende gegevens	29
1. Diepere gegevens	29
1.1. Onderste Eoceen	29
1.2. Paleoceen	29
1.3. Mesozoïcum	29
1.4. Paleozoïcum	29

2. Ondiepe gegevens	30
2.1. Het Oud-Kwartair in het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem	30
2.2. Het Jong-Kwartair in de Vlaamse Vallei	30
VI. Toegepaste Geologie	32
1. Nuttige delfstoffen	32
2. Hydrogeologie	32
VII. Excursiepunten	33
Referenties	35
Lijst van de figuren en de tabellen	38

I. INLEIDING

1. Algemeen

Het kaartblad Brugge (1:50.000) (kaartblad 13, Nationaal Geografisch Instituut, Brussel, 1982) is ingedeeld in acht delen, die elk ongeveer 8000 ha beslaan.

Indeling	Top. kaart	Geol. kaart 1895	Bodemkaart
Brugge	13/1	23 (XIII 1-2)	23W
Moerkerke	13/2		23E
Maldegem	13/3	24 (XIII 3-4)	24W
Eeklo	13/4		24E
Loppem	13/5	38 (XIII 5-6)	38W
Oedelem	13/6		38E
Knesselare	13/7	39 (XIII 7-8)	39W
Zomergem	13/8		39E

Tabel 1 : Indeling van het kaartblad Brugge

Het kaartblad (fig. 1, p. 2) omvat de fusiegemeenten Brugge (13/1), Damme (13/2), Oostkamp (13/5) en Beernem (13/6), die tot de Provincie West-Vlaanderen behoren, en de fusiegemeenten Maldegem (13/3), Eeklo, Sint-Laureins en Kaprijke (13/4), Knesselare (13/7) en Waarschoot, Lovendegem en Zomergem (13/8), die tot de Provincie Oost-Vlaanderen behoren. Op de randen van het kaartblad komen delen voor van de gemeenten Zuienkerke (12/4), Zedelgem (12/8), Wingene (21/1), Aalter (21/3) en Nevele (21/4).

Het noorden van het deelblad Maldegem (13/3) wordt ingenomen door de Nederlandse gemeente Aardenburg (Eede).

2. Landschapskenmerken

Het reliëf (fig. 2, p. 3) is overwegend laag en vlak tot zwak golvend, met een gemiddelde hoogteligging van +3 m tot +4 m¹ in het noorden, geleidelijk stijgend tot +10 m en +15 m in het zuiden, met enkele maxima tot +25 m in het uiterste zuidwesten. Centraal wordt in een ongeveer driehoekig gebied het peil +28 m bereikt. Dit versneden heuvelcomplex van Oedelem -Zomergem-Adegem wordt langs alle zijden omringd door lager gelegen gebieden (met peilen tussen +4 m en +10 m) van het Vlaamse Valleilandschap in het noordoosten, de Zandstreek in het noordwesten, de Polders in het noorden en de depressie van het kanaal Brugge-Gent in het zuiden. Deze laatste vormt de scheiding met de boven het peil +20 m gelegen noordrand van het Plateau van Tielt op de zuidrand van het kaartblad.

Het gebied watert af via een groot aantal natuurlijke waterloopjes en beken, die alle tot het stroomgebied van de Leie en van de Schelde behoren. In het noorden van het kaartblad behoren de geulen en kreken tot het stroomgebied van de Westerschelde.

Door het voorkomen van (zeer) zware kleigronden behoort het noordelijk deel van het kaartblad Brugge tot de Polderstreek. Akkerland en weiland vormen uitgestrekte, aaneengesloten blokken van soms honderden ha.

¹ Alle peilen zijn aangegeven in m ten opzichte van het nulpunt van de TAW.

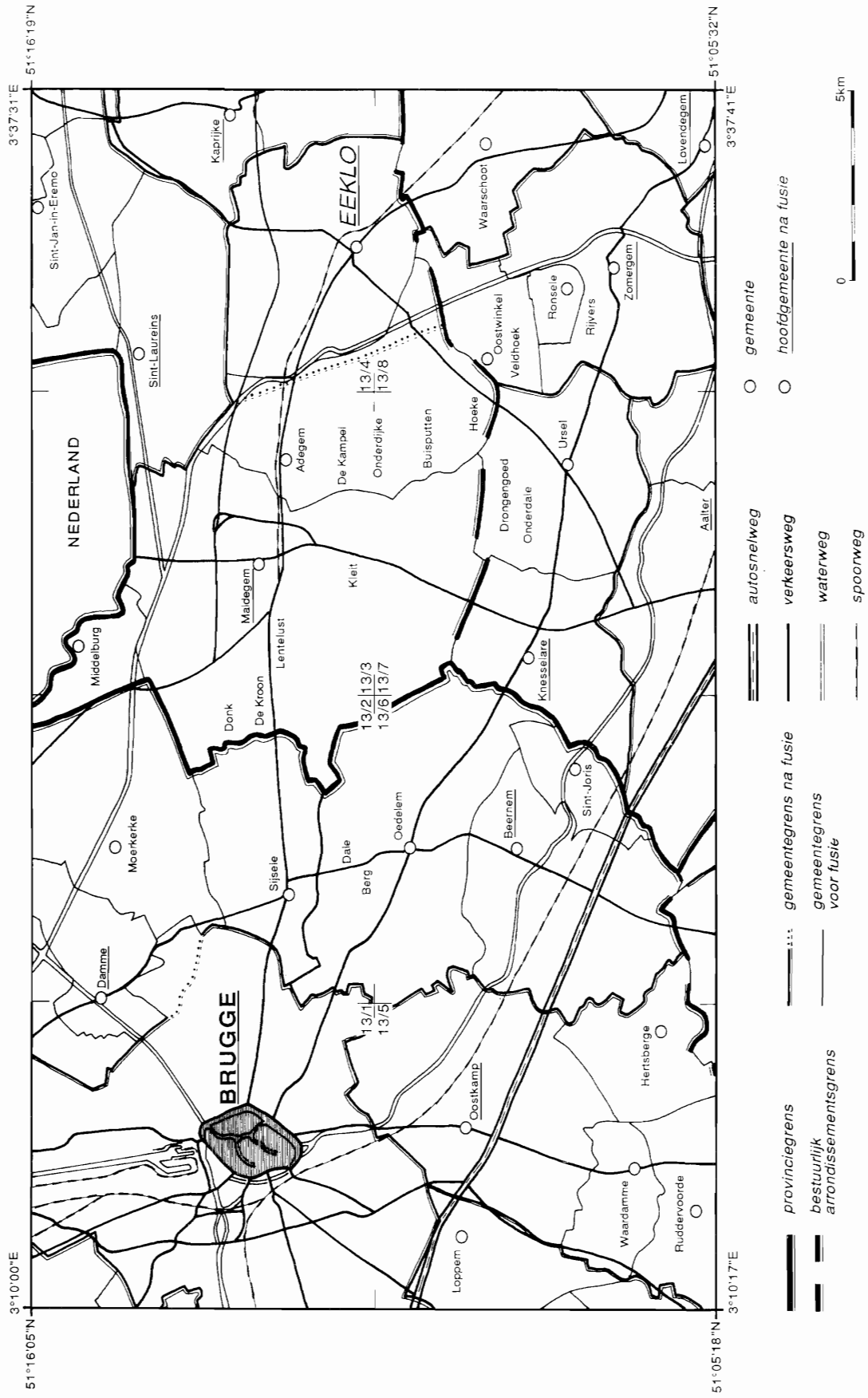


Fig. 1: Kaartblad Brugge: administratieve indeling en verkeerswegen..

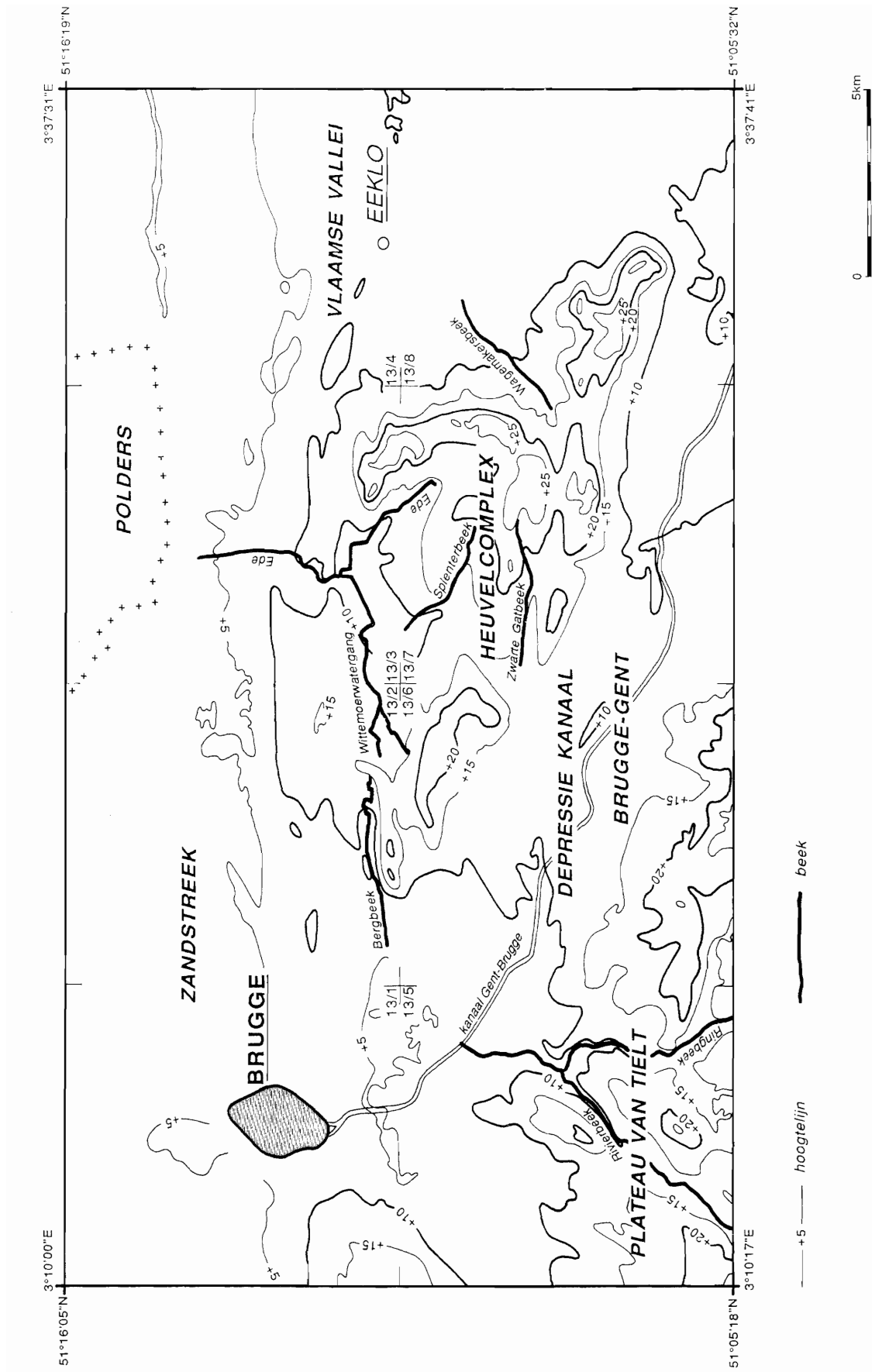


Fig. 2: Kaartblad Brugge: natuurlijke streken, topografie en hydrografie.

In het westen maakt het grootste deel van het kaartblad deel uit van de Zandstreek. Het landschap heeft een vlak gesloten karakter met uitgesproken microreliëf, met hagen, struikgewas of bomen rond de kleine percelen akkerland en weiland. Sinds de ruilverkaveling werd ingezet, evolueerde dit gebied naar een meer open landschap. De Zandstreek is in hoofdzaak gekenmerkt door zand-, lemig zand-, en zandleemgronden. In de depressies komen soms klei- en venige gronden voor.

Het oosten behoort tot het westelijk deel van Zandig Vlaanderen, het zogenaamde Vlaamse Valleilandschap, met nauwelijks afgetekende beekvalleities en mozaïekpatronen van rechthoekige of blokvormige en omsloten kavels.

Het zuiden van het kaartblad met zijn hoger, zwak golvend reliëf behoort tot de sterk door riviererosie versneden noordrand van het Plateau van Tielt, met enerzijds mozaïekpercelen van akker- en weiland en anderzijds aaneengesloten bosgebieden.

Het centrale deel van het kaartblad wordt ingenomen door het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem, een door erosie versneden rest van een veelvoudige cuesta, gekenmerkt door een zwak golvend landschap waarin open veld afwisselt met sterk gesloten gebieden, waarin bossen een belangrijke plaats innemen.

II. METHODIEK VAN DE OPBOUW VAN HET GEGEVENSBESTAND

1. Inleiding

Een eerste (en tevens 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 het archief van de Belgische Geologische Dienst en uit het archief van het Geologisch Instituut van de Universiteit Gent. Zij omvatten in hoofdzaak lithologische en stratigrafische beschrijvingen van boringen en geofysische metingen. Daarnaast werden ook gegevens van boringen en diepsonderingen (of conuspenetratiemetingen) uit het archief van het Rijksinstituut voor Grondmechanica (thans Bestuur Geotechniek van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap) verwerkt, alhoewel dit laatste niet systematisch werd doorlopen.

Verder kon gebruik gemaakt worden van informatie uit universitaire (licentiaats- en doctoraats)proefschriften, opgenomen in de referenties, en van de gegevens vermeld op de oude geologische kaarten.

Om alle gegevens ordelijk en efficiënt te bewaren werd de voorkeur gegeven aan een computerbestand boven een manueel systeem met steekkaarten. Als computeromgeving werd geopteerd voor een PC, vermits deze configuratie zeer veel mogelijkheden biedt, algemeen ingang heeft gevonden en daarenboven zeer gebruiksvriendelijk is. Het aldus opgebouwde gegevensbestand kan geraadpleegd worden op de Belgische Geologische Dienst en op het Bestuur Natuurlijke Rijkdommen van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

2. Opbouw van het bestand

De gegevensbank werd opgebouwd in tabelvorm omdat het gebruiken van en werken met tabellen eenvoudig is. Tevens kunnen ook programma's gemaakt worden, die toelaten uit de tabellen allerlei informatie op te roepen, de boorbeschrijvingen te reconstrueren, enz.

De gegevensbank bestaat per deelkaartblad uit vier tabellen :

- een tabel met vaste gegevens per boring : deze bevat identificatiegegevens (BGD- of andere archiefnummers), topografische gegevens (x-, y- en z-coördinaten), kenmerken (aard, boormethode, diepte, ...) en betrouwbaarheidsidentificaties
- drie tabellen met gegevens per kleinst onderscheiden eenheid in een boring, namelijk :
 - de diepte van de top en de dikte van de eenheid
 - de lithologische beschrijving
 - de stratigrafische interpretatie.

In het bestand werden per boring systematisch alle bestaande gegevens ingevoerd. Daarbij werd bijzondere aandacht besteed aan de betrouwbaarheid van de informatie. Lithologiebeschrijvingen van droge boringen zijn meer betrouwbaar dan die van boringen met inspoeling wegens de vermenging van het boormateriaal; daardoor is de diepte van de monsters en van de grensvlakken tussen de verschillende eenheden niet altijd nauwkeurig te bepalen. Gegevens met een lage betrouwbaarheidsidentificatie zullen dus bij de kaartopmaak met het nodige voorbehoud dienen gehanteerd te worden.

3. Verwerking van de gegevens tot kaarten

Na het invoeren van alle gegevens in het bestand werd de lithologie van het waarnemingspunt gereconstrueerd vanuit de gegevensbank en vergeleken met het oorspronkelijk dossier. Op deze manier werden de ingevoerde gegevens gecontroleerd en indien nodig verbeterd. De x- en y-coördinaten van de waarnemingspunten werden getekend op een kaart 1:25.000 en hun ligging vergeleken met deze op de oorspronkelijke kaart.

De stratigrafische interpretatie van alle waarnemingspunten werd getoetst aan het "Voorstel lithostratigrafische indeling van het Paleogeen" (R. MARECHAL & P. LAGA, 1988) en indien nodig aangepast. Al deze gegevens (inclus correcties) werden aan de gegevensbank toegevoegd.

3.1. Opmaak van de kaart van het bovenvlak van de tertiaire formaties

Na de stratigrafische interpretatie van de gegevens is de dikte van de kwartaire afzettingen in de verschillende waarnemingspunten gekend, evenals het peil van de grens Kwartair-Tertiair waarbij de tertiaire sedimenten voor het eerst worden aangetroffen. De isohypsen verbinden punten met gelijke hoogteligging aan het bovenvlak van het tertiair substraat. Zij beschrijven het reliëf van het bovenvlak van de tertiaire formaties.

3.2. Isohypsenkaarten van de grensvlakken van de tertiaire afzettingen

Voor elk waarnemingspunt zijn de peilen van het bovenste en het onderste grensvlak van elke waargenomen volledige lithostratigrafische eenheid gekend. Enkel voor de eerst onder het kwartair dek waargenomen eenheid kan het bovenste grensvlak ontbreken. Voor de laatst waargenomen eenheid kan het onderste grensvlak ontbreken. Het bovenste grensvlak van een lithostratigrafische eenheid valt samen met het onderste grensvlak van een erboven liggende (dus jongere) eenheid.

Voor elke op het kaartblad aanwezige lithostratigrafische eenheid worden de peilen van het onderste grensvlak op een werkschets op schaal 1:25.000 getekend indien over een dicht net van waarnemingspunten kan beschikt worden; zoniet wordt op een kleinere, aangepaste schaal gewerkt. De isohypsen verbinden punten waar de basis van de beschouwde lithostratigrafische eenheid op hetzelfde peil voorkomt. De isohypsenkaart beschrijft dus het verloop van het onderste grensvlak van de beschouwde eenheid.

3.3. Opmaak van de geologische kaart

Per deelkaartblad (1:10.000) wordt gewerkt in drie fasen.

In een eerste fase worden alle waarnemingspunten met vermelding van de eerst voorkomende tertiaire laag getekend. Op grond hiervan worden zones afgelijnd waarin eenzelfde tertiaire laag onder het kwartair dek dagzoomt. Dit levert een eerste, ruw ontwerp van geologische (schets)kaart.

In de tweede fase worden isohypsenkaarten van de grensvlakken van de verschillende lithostratigrafische eenheden opgesteld. Tevens wordt de isohypsenkaart van het bovenvlak van het Tertiair getekend. Dan worden de snijpunten bepaald van de isohypsenlijnen van de grensvlakken met de overeenkomstige isohypsenlijnen van het bovenvlak van het Tertiair. De verbindingslijn van deze snijpunten legt de geologische grenzen vast. Het geheel van alle grenslijnen vormt de (geconstrueerde) geologische kaart.

In de derde en laatste fase worden ruwe en geconstrueerde geologische kaarten met elkaar vergeleken en waar nodig aangepast om ze met elkaar in overeenstemming te brengen. Daarbij wordt rekening gehouden met de huidige topografie.

Gedurende de drie doorlopen fasen wordt de informatie uit alle boringen steeds opnieuw geëvalueerd, hun betrouwbaarheid nagetrokken, en de stratigrafie desgevallend aangepast.

Tenslotte worden de acht verschillende deelkaartbladen samengebracht tot één geheel, en de begrenzingen aan de randen van de kaartbladen aangesloten. Daarna wordt de aldus samengestelde geologische kaart gereduceerd op schaal 1:50.000.

III. AFGEDEKTE GEOLOGISCHE KAART

1. Algemeenheden

De Geologische Kaart van België is een afgedekte geologische kaart. De afzettingen die gevormd werden tijdens de ijstijden gedurende het Kwartair (laatste 2 miljoen jaar ongeveer), en die in een soms dunne, soms dikke laag als een bedekkende mantel afgezet zijn boven op de oudere gesteenteformaties, zijn op de kaart niet aangegeven. De geologische kaart geeft dus de ouderdom en de lithologie van de tertiaire afzettingen onder het kwartair dek weer. Op hoger gelegen plaatsen in het landschap is het kwartair dek meestal zeer dun (minder dan 2 m) terwijl het in sommige laag gelegen gebieden zeer dik kan zijn (soms meer dan 25 m). Dit heeft voor gevolg dat het reliëf van het bovenvlak van de pre-kwartaire afzettingen (enkel tertiaire afzettingen op het kaartblad Brugge) veel meer uitgesproken kan zijn dan het huidig reliëf. Dit laatste is het resultaat van een opvullingsfase tijdens het Kwartair, waarbij de laagst gelegen delen van het sterk geërodeerde landschap werden opgevuld met kwartaire afzettingen. Een algemene vervlakking van het landschap was hiervan dus het gevolg.

2. Historiek

De afgedekte Geologische Kaart van België op schaal 1:40.000 werd gepubliceerd rond de eeuwwisseling. De kaartbladen die thans het kaartblad Brugge (nr. 13 op schaal 1 : 50.000) uitmaken waren van de hand van A. RUTOT (Brugge - Moerkerke, 23, 1895) (Maldegem-Eeklo, 24, 1895) (Loppem-Oedelem, 38, 1895) (Knesselare-Zomergem, 39, 1895).

De toenmalige auteurs maakten gebruik van de étage als fundamentele eenheid. Dit stemt overeen met een sedimentatiecyclus, bestaande uit een (meestal grovere) basisgordel, een mariene sequentie en een sequentie met toenemende continentale invloeden. De karteringspraktijk was vooral op de lithologie gesteund, zodat de legende van de toenmalige geologische kaart eigenlijk van lithostratigrafische aard was.

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

Vanaf het einde van de jaren vijftig werd echter het onderscheid gemaakt tussen de lithostratigrafie, de biostratigrafie en de 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 op schaal 1 : 50.000 is gesteund.

3. Kaarten

3.1. Localisatie van de waarnemingspunten

De waarnemingspunten zijn niet gelijkmatig over het kaartblad verspreid (fig. 3, p. 8 = overlegfolie 1). Er zijn lokale concentraties op het deelblad Brugge (13/1), waar een dicht net van boringen in Brugge het tertiair substraat bereikt. Hier is trouwens de dichtheid van de waarnemingspunten het grootst. De deelbladen Moerkerke (13/2), Eeklo (13/4) en Zomergem (13/8) hebben daarentegen een lage dichtheid. Hier bereiken relatief weinig waarnemingspunten het Tertiair wegens de grote dikte van de kwartaire deklagen (meer dan 20 m dik). Dit heeft zijn invloed op de nauwkeurigheid van de geologische grenzen.

Op de deelbladen Maldegem (13/3) en Knesselare (13/7) is de spreiding van de waarnemingspunten gelijkmatig volgens een dicht net. Hier zullen dus de grenzen van de geologische formaties zeer nauwkeurig kunnen getrokken worden, mede omdat het kwartair dek minder dan 2 m dik is.

De deelbladen Loppem (13/5) en Oedelem (13/6) vertonen een matig dicht net van waarnemingspunten met een concentratie langs de belangrijke verkeers- en waterwegen (kanaal Brugge-Gent en autosnelweg E40).

Kaartblad 13 - Brugge

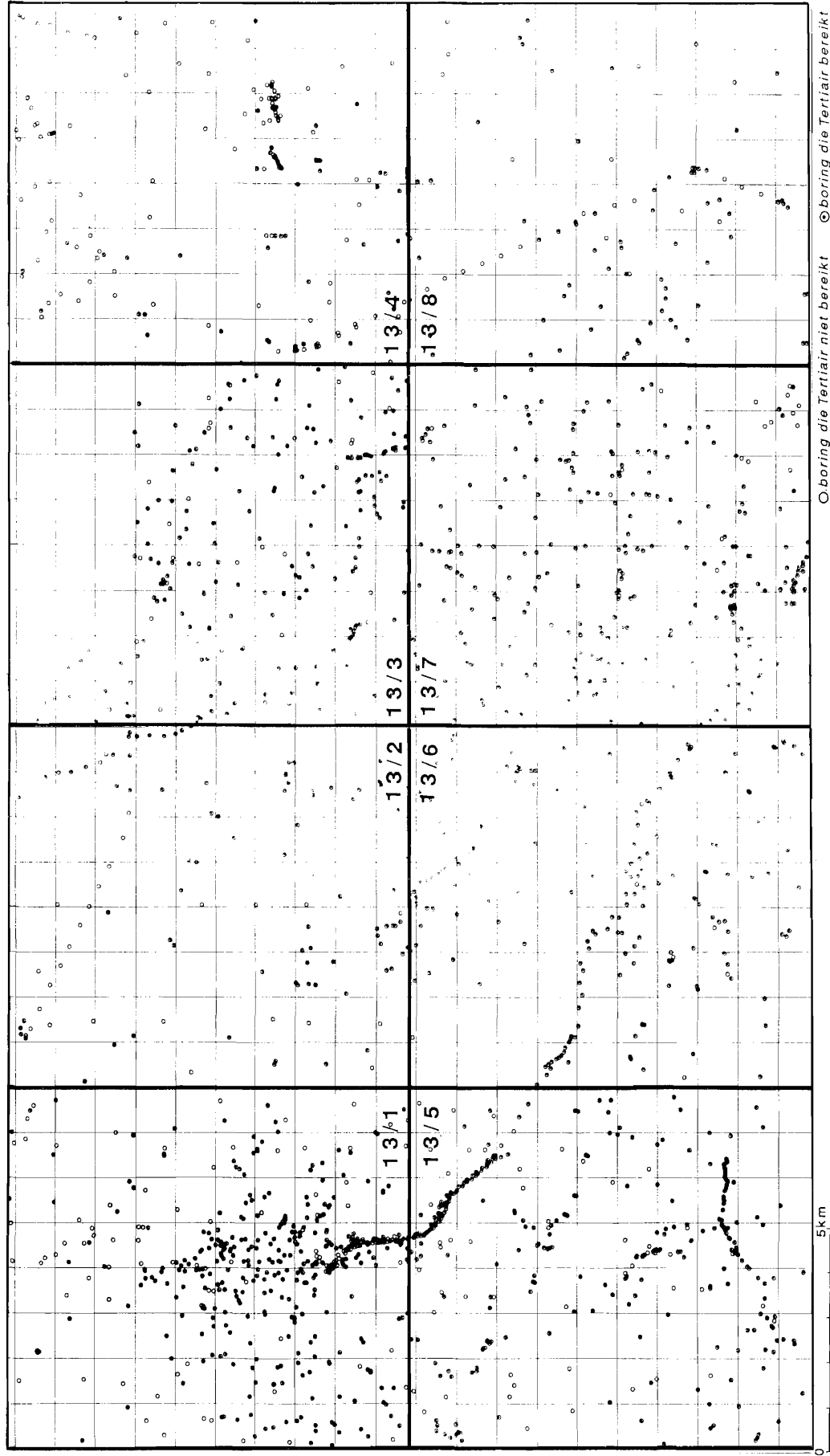


Fig. 3: Localisatie van de waarnemingspunten.

Op 1 september 1990 waren per deelblad van het kaartblad Brugge volgende gegevens beschikbaar (tabel 2) :

Brugge 13/1	526
Moerkerke 13/2	128
Maldegem 13/3	226
Eeklo 13/4	205
Loppem 13/5	353
Oedelem 13/6	203
Knesselare 13/7	269
Zomergem 13/8	95

Tabel 2. Aantal gegevens per deelblad op het kaartblad Brugge

3.2. Isohypsen van het bovenvlak van de tertiaire afzettingen

Het bovenvlak van het Tertiair (fig. 4, p. 10 = overlegfolie 2) op het kaartblad Brugge (13) is gekenmerkt door een uitgesproken reliëf. Centraal in het kaartblad ligt het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem, waar ten oosten van Oedelem, te Knesselare, te Onderdale, te Zomergem en ten zuiden van Adegem het reliëf boven +20 m en zelfs boven +25 m reikt. Dit tertiaire reliëf komt grotendeels overeen met de huidige topografie, wegens de geringe dikte van de kwartaire afzettingen. Nochtans dringen twee kwartaire valleien (het bekken van de Splenterbeek in het westen en dat van de Wagenmakersbeek in het oosten) diep in het tertiaire heuvelcomplex door. De insnijdingen dringen door tot op het peil 0 m en zorgen aldus voor een driedeling van het heuvelcomplex, met steile hellingen in de valleiflanken van 0 m tot +25 m. Deze beide insnijdingen, gekenmerkt door snel in dikte toenemende kwartaire sedimenten, sluiten aan bij de in het noorden gelegen Vlaamse Vallei met dik kwartair dek. Het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem is dus een kwartair erosiereliëf.

Ook de zuidwesthoek van het kaartblad is gekenmerkt door een sterk versneden reliëf waar regelmatig het peil +20 m wordt bereikt. Het is de noordrand van het Plateau van Tielt die door de kwartaire erosie lokaal diep werd ingesneden door het stelsel van de Rivierbeek-Ringbeek tot onder het peil 0 m.

De noordrand van het Plateau van Tielt wordt gescheiden van de zuidrand van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem door de depressie van het kanaal Brugge-Gent, waar het bovenvlak van de tertiaire formaties daalt tot onder het peil +5 m. In het westen waar deze depressie op de Vlaamse Vallei aansluit, ligt het bovenvlak op het peil 0 m.

Het noordwestelijk, noordelijk en noordoostelijk deel van het kaartblad Brugge wordt ingenomen door respectievelijk de Zandstreek, het overgangsgebied tussen de Zandstreek en de Vlaamse Vallei, en de Vlaamse Vallei zelf.

Door de diepe kwartaire insnijding daalt het reliëf van het bovenvlak van de tertiaire afzettingen hierdoor tot onder het peil -25 m, (o.a. ten westen van Middelburg en ten zuiden van Kaprijke). Hier is de dikte van de kwartaire sedimenten het grootst. De jong-kwartaire opvulling van deze diep uitgesneden erosiedalen tot rond het huidige peil +5 m heeft dus het versneden oud-tertiair reliëf zeer afgezwakt.

Plaatselijk stijgt het diep gelegen tertiair substraat soms tot meer dan 10 m boven het algemeen oppervlak van de tertiaire formaties. Deze positieve reliëfsvormen worden aangetroffen ten noord-oosten van Brugge en ten noordoosten van Maldegem.

De driedimensionale voorstelling van het reliëf van het bovenvlak van de tertiaire formaties onder het huidige reliëf (fig. 5, p. 11) op de deelkaartbladen Knesselare (13/7) en Zomergem (13/8) illustreert het

Kaartblad 13 - Brugge

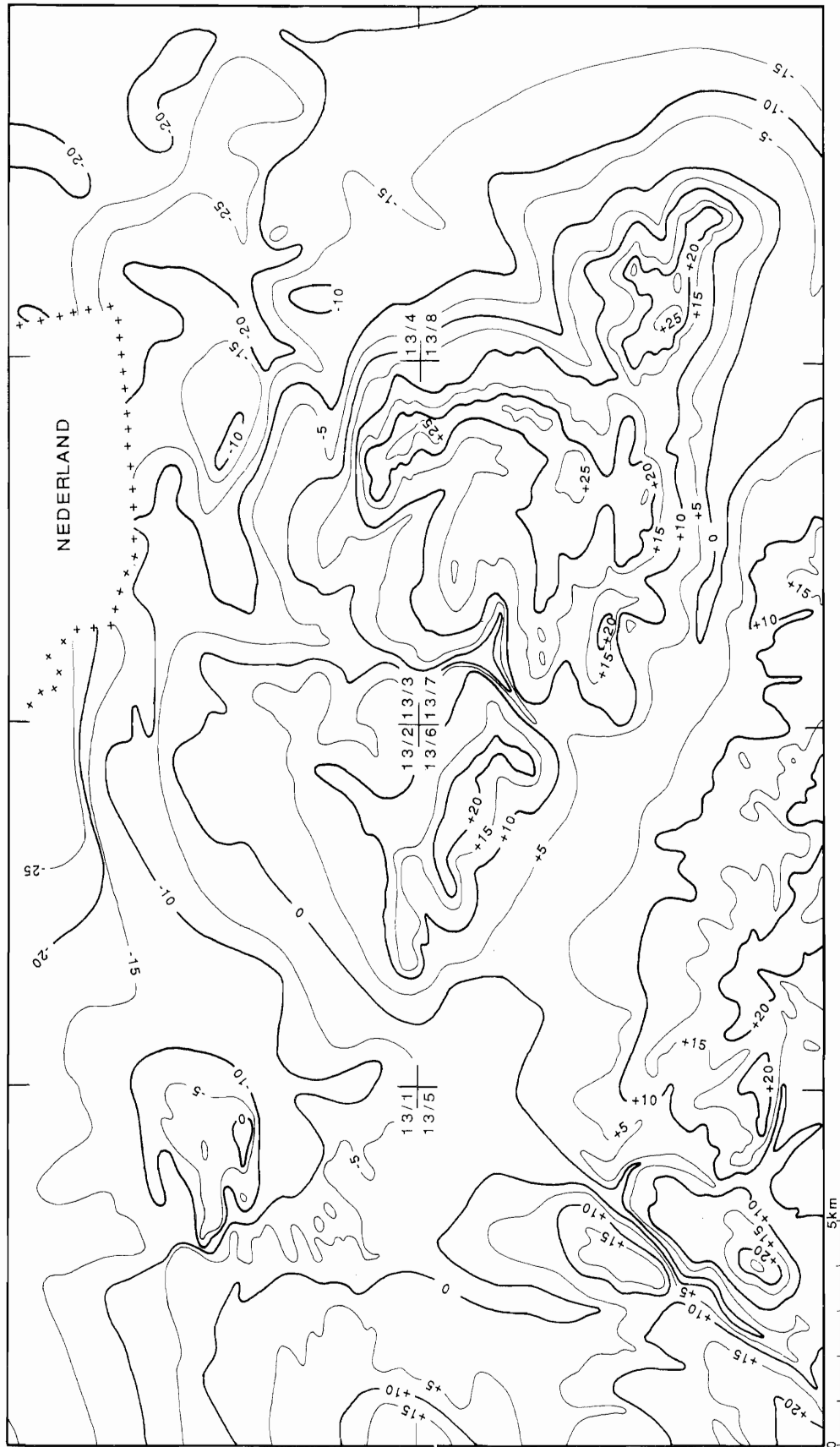


Fig. 4: Isohypsen van het bovenvlak van de tertiaire afzettingen.

Hoogtelijnen interval: 5 m

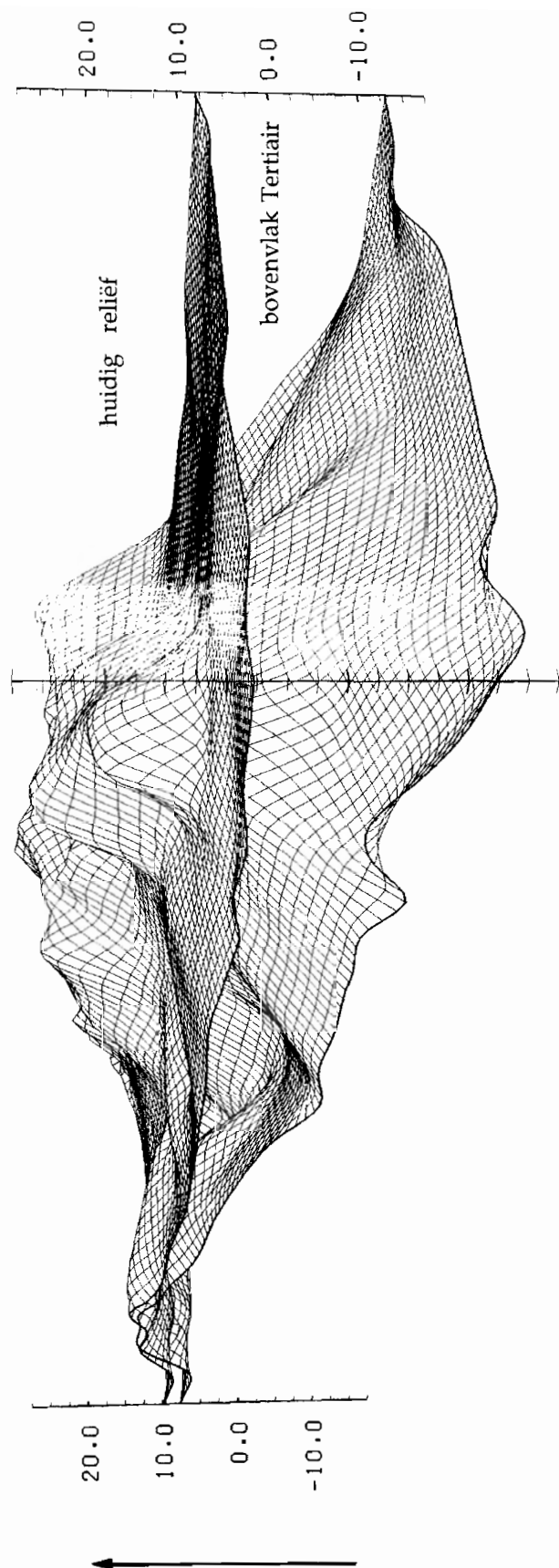


Fig. 5: Driedimensionale voorstelling van het reliëf van het bovenvlak van de tertiaire afzettingen op de deelkaartbladen Knesselare-Zomergem (13-7/8) (M. Verschuren).

verschil in opbouw van het centraal deel van het kaartblad : enerzijds een gebied (Onderdijk-Buisputten-Onderdale-Ursel) met zeer dun kwartair dek waardoor de actuele topografie nagenoeg samenvalt met de topografie van het bovenvlak van de tertiaire formaties; anderzijds een gebied (depressie van het kanaal Brugge-Gent, gezien vanuit Lovendegem in noordwestelijke richting) met dik kwartair dek, met als gevolg een groot verschil tussen het actueel en het tertiair reliëf.

3.3. Diktekaart van het Kwartair

Het grootste deel van het kaartblad Brugge wordt gekenmerkt door een dun kwartair dek (fig. 6, p. 13 = overlegfolie 3). In het westen (rond Brugge), het zuiden (Oostkamp, Hertsberge, Aalter) en in het centraal deel (het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem) bereikt het Kwartair een dikte van nauwelijks 5 m, meestal zelfs slechts 2 m.

Van hieruit neemt de dikte van het Kwartair snel toe in noordelijke en oostelijke richting, waar dikten van 25 m tot 30 m voorkomen in een zone van Middelburg over Sint-Laureins en Eeklo naar Waarschoot. Lokaal komen geïsoleerde zones met geringere dikte (20 m tot 25 m) voor (ten noorden van Middelburg en rond Sint-Jan-in-Eremo en Kaprijke). Een smalle band van Kaprijke naar Middelburg met dikten groter dan 30 m duidt vermoedelijk de ligging aan van de diepste insnijding van de Vlaamse Vallei. Deze insnijding gaf ook aanleiding tot de lange smalle, NE-SW gerichte zones met dikten tot 15 m die diep in het centraal en zuidwestelijk deel van het kaartblad indringen (valleien van de Rivierbeek en Splenterbeek). De depressie van het kanaal Brugge-Gent verbindt de Rivierbeek met de uitlopers van de Vlaamse Vallei rond Lovendegem, waardoor lokaal dikten tot 15 m Kwartair worden teruggevonden.

3.4. Isohypsenaarten van de grensvlakken

De werkschetsen van de isohypsenaarten van de onderste grensvlakken van de verschillende lithostratigrafische eenheden verschaffen inlichtingen over de ruimtelijke karakteristieken van deze eenheden. Vele waarnemingspunten in het centraal deel van het kaartblad Brugge bereiken het onderste grensvlak van het Lid van Wemmel (tevens bovenste grensvlak van het Lid van Oedelem) of het onderste grensvlak van de samengevoegde Leden van Ursel en Asse (tevens bovenste grensvlak van het Lid van Wemmel). Het kaartblad vertoont evenwijdig met elkaar WNW - ESE op ongeveer gelijke afstand verlopende isohypsen (fig. 7, p. 14 voor de basis van het Lid van Asse). Zij onderlijnen de regelmaat in opbouw van de Formatie van Maldegem en het erosief maar regelmatig karakter van zijn scherp begrensd basisvlak (basis van het Lid van Wemmel). De isohypsen geven de WNW - ESE strekking van deze formaties aan; ze hellen naar het NNE met een hoek van ongeveer $0,25^\circ$ (of 0,4 %, zijnde 4 m per km).

De isohypsen van de basisvlakken van de Leden van Oedelem, Beernem en Vlierzele vertonen een veel onregelmatiger beeld. Hier is het veel moeilijker om een algemeen beeld van helling en strekking van de lagen te bepalen. De variaties in het verloop van de isohypsen (richting en onderlinge afstand) staan hier rechtstreeks in verband met de wisselingen in dikte, in facies en in verbreiding van deze afzettingen. Het Lid van Beernem blijkt namelijk voor te komen in een breed golfvormige strook tussen Oostkamp, Oedelem en Beernem. Toch kan een algemene zeer zwakke helling (ongeveer 0,5 %) naar het NE vastgesteld worden.

3.5. Geologische kaart

Het kaartblad Brugge (13) (fig. 8, p. 15) vertoont een aantal lithostratigrafische eenheden in nagenoeg met elkaar evenwijdig lopende banden van verschillende breedte, die grosso modo van WNW naar ESE verlopen. Onregelmatigheden in het verloop van deze banden staan in verband met de grote reliëfverschillen aan het bovenvlak van de tertiaire afzettingen. Voor de meeste eenheden werd op grond van de triangulaties voor de belangrijke lithostratigrafische grensvlakken een WNW-ESE strekking gevonden, met een ware helling naar het NNE van ongeveer 4 m per km (0,4 %).

De aangetroffen formaties worden wegens de monoclinale opbouw steeds jonger naarmate men zich van SW naar NE door het kaartblad verplaatst, of naarmate men zich hoger in de topografie bevindt.

Kaartblad 13 - Brugge

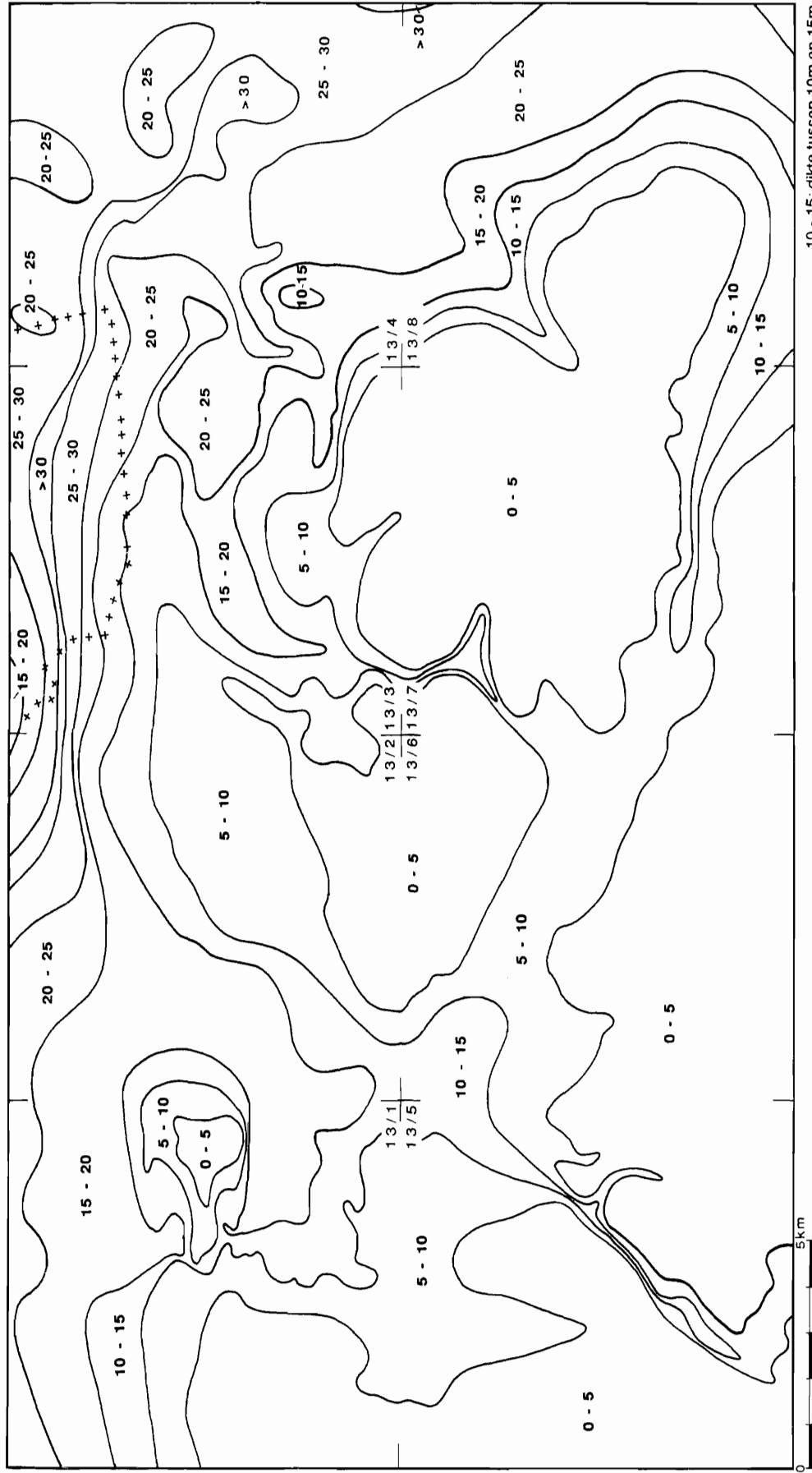


Fig. 6: Isopachen van het Kwartair.

Kaartblad 13 - Brugge

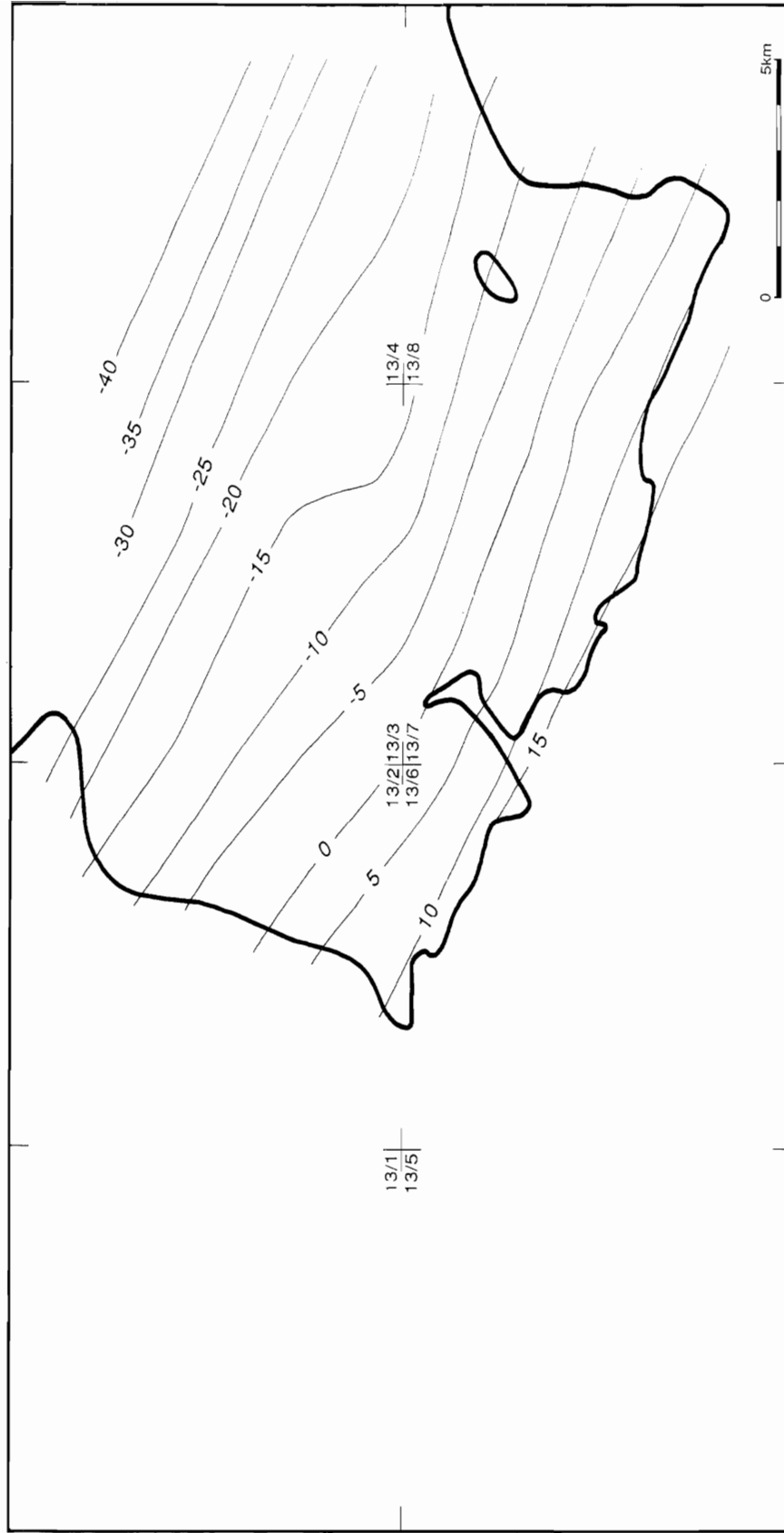


Fig. 7: Isohypsenkaart van de basis van het Lid van Asse.

Hoogtelijnen interval: 5 m

Kaartblad 13 - Brugge

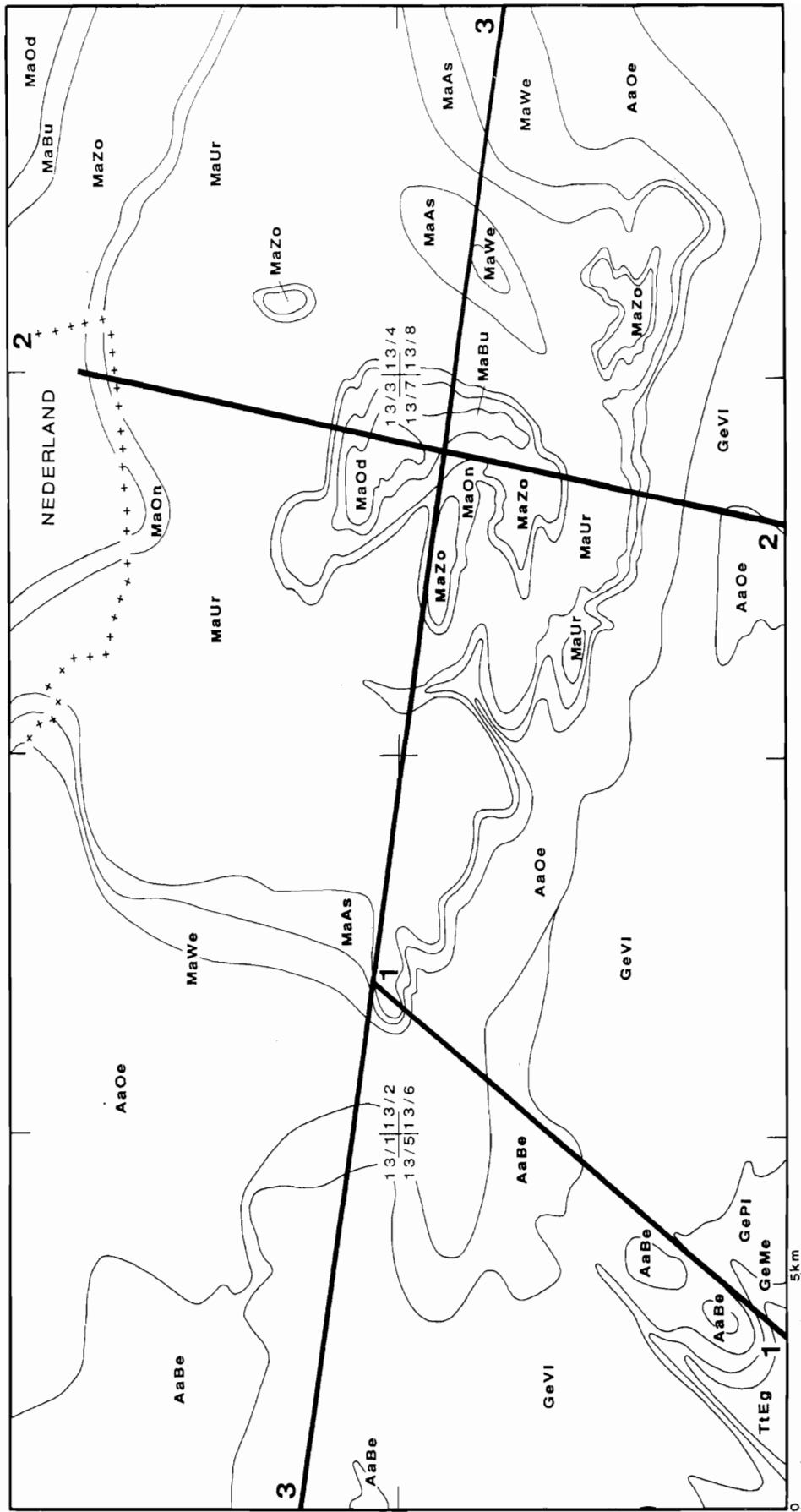


Fig. 8: Geologische kaart.

3.5.1. Legende

Voor de legende van het kaartblad Brugge (fig. 8) werd de 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 zware klei, niet kalkhoudend; 6 tot 10 m dik.
MaBu	Lid van Buisputten: donkergrijs matig fijn zand, glauconiet- en glimmerhoudend; 6 tot 7 m dik.
MaZo	Lid van Zomergem: grijsblauwe klei tot zware klei, niet glauconiethoudend, niet kalkhoudend; 6 tot 8 m dik.
MaOn	Lid van Onderdale: donkergrijs matig fijn zand, glauconiet- en glimmerhoudend; 2 tot 4 m dik.
MaUr	Lid van Ursel: homogene grijsblauwe tot blauwe klei, weinig of niet kalkhoudend of glauconiethoudend; 12 tot 13 m dik.
MaAs	Lid van Asse: sterk glauconiethoudende zandige klei, naar boven toe geleidelijk overgaand naar het Lid van Ursel; plaatselijk, vooral aan de basis, met grof glauconietzand ("bande noire"); 2 tot 4 m dik.
MaWe	Lid van Wommel: grijs glauconiethoudend fijn zand, kleiiger naar boven toe; basisgordel met Nummulites wommelensis; dikte 4 tot 5 m.

Aa Formatie van Aalter

AaOe	Lid van Oedeleem: bleekgrijs matig fijn tot fijn zand, bovenaan sterk fossielhoudend, onderaan fossielarm; soms met drie gescheiden niveaus kalkzandsteen; kalkhoudend, soms zeer fossielrijk, vooral rond Aalter (<i>Venericardia planicosta</i>); 10 tot 18 m dik.
AaBe	Lid van Beernem: grijsgroen glauconiet- en glimmerhoudend, weinig kalkhoudend kleiig zand, met kleilaagjes en veldsteenfragmenten, tot 7 of 8 m dik; enkel voorkomend in het westelijk deel van het kaartblad (Brugge, Loppem, Beernem).

Ge Formatie van Gent

GeVi	Lid van Vlierzele: grijsgroen glauconiethoudend fijn zand, duidelijk horizontaal of kruisgewijs gelaagd, met kleilenzen; bovenaan humeuze tussenlagen; plaatselijk dunne zandsteenbankjes; naar onder toe overgaand in homogeen kleiig zeer fijn zand; dikte sterk wisselend, soms meer dan 20 m.
GePi	Lid van Pittem: glauconiethoudend kleiig zeer fijn zand afwisselend met zandige klei; plaatselijk zandsteenbanken ("veldsteen") met zeer veel fossielafdrukken; tot 15 of 20 m dik.
GeMe	Lid van Merelbeke: donkergrijs zeer fijn-siltige klei; bevat dunne zandlensjes met organisch materiaal en pyrietachtige concreties; tot 7 m dik.

Tt Formatie van Tielt

TtEg	Lid van Egem: glimmer- en glauconiethoudend zeer fijn zand, duidelijk horizontaal of kruisgewijs gelaagd; afwisselend met dunne kleilagen; tot 20 m dik.
------	--

3.5.2. Beschrijving

De oudste lithostratigrafische eenheid die dagzoomt aan het bovenvlak van de tertiaire formaties is het Lid van Egem (jongste eenheid van de Formatie van Tielt), in de uiterste zuidwesthoek van het kaartblad tengevolge van de diepe kwartaire insnijding van het stelsel van de Rivierbeek-Ringbeek. De Formatie van Gent neemt het overgrote deel van het zuidwesten en het zuiden van het kaartblad in. De basis ervan wordt gevormd door het Lid van Merelbeke dat in het uiterste zuidwesten dagzoomt in een smalle band juist ten noorden van het Lid van Egem. Iets meer ten noorden komt

het Lid van Pittem voor, eveneens in een smalle maar naar het zuidoosten iets breder uitwaaijende band, eveneens tengevolge van de kwartaire insnijding van de Rivierbeek-Ringbeek, rond Ruddervoorde en Waardamme. Het grootste deel van de ontsluitingszone wordt echter ingenomen door het Lid van Vlierzele, dat in een brede band van Brugge over Loppem, Oostkamp, Hertserberg, ten zuiden van Beernem, ten noorden van Aalter naar Lovendegem verloopt. De grote breedte van deze ontsluitingszone is enerzijds te wijten aan de grote dikte van het Lid van Vlierzele (soms meer dan 20 m), anderzijds aan de diepe kwartaire insnijdingen in het tertiair reliëf (zoals te Brugge en in de depressie van het kanaal Brugge-Gent).

De Formatie van Aalter komt voor ten noorden van de Formatie van Gent in het noordwesten van het kaartblad in een zeer brede band die versmalt in de depressie van het kanaal Brugge-Gent. Het Lid van Beernem is duidelijk te onderscheiden ten noordwesten van Brugge en in een zone die versmalt vanaf Brugge, om dan om te buigen in zuidelijke richting over Oostkamp en Beernem, waar ze verdwijnt onder jongere tertiaire formaties. Deze onregelmatige dagzoom wordt veroorzaakt door dikte- en facieswisselingen in het Lid van Beernem en vooral door het golfvormig patroon van voorkomen. Buiten zijn normaal ontsluitingspatroon wordt het Lid van Beernem nog waargenomen ten westen van Loppem en in twee geïsoleerde gebieden (Ruddervoorde en Waardamme) in de ontsluitingszone van het Lid van Vlierzele ten gevolge van het plaatselijk zeer hoog peil van het bovenvlak van de tertiaire formaties.

Het Lid van Oedelem komt voor in een zeer brede strook ten noordoosten van Brugge tot Moerkerke, en buigt vervolgens om naar het zuiden over Sijsele naar Oedelem. Van hieruit neemt het Lid van Oedelem het volledige ontsluitingsgebied van de Formatie van Aalter in (van de depressie van het kanaal Brugge-Gent aan de voet van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem tot in de Vlaamse Vallei ten noordoosten van Zomergem) tengevolge van het verdwijnen van het Lid van Beernem ten oosten van Beernem. Buiten zijn normaal ontsluitingsgebied komt het Lid van Oedelem nog voor te Aalter in de dagzoom van het Lid van Vlierzele.

De Formatie van Maldegem neemt het volledig heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem in het centrum van het kaartblad in, waar het kwartaire dek zeer dun is en het reliëf van het bovenvlak van de tertiaire formaties zeer uitgesproken. De formatie vangt aan met het Lid van Wemmel dat vertrekt vandaan de Nederlandse grens in Middelburg, over Moerkerke en Sijsele naar het zuiden afbuigt om in een smalle band het gehele heuvelcomplex te omsluiten en te Waarschoot aan te sluiten onder de Vlaamse Vallei. Ten noorden hiervan komt het Lid van Asse voor dat nagenoeg evenwijdig eraan verloopt en eveneens tengevolge van twee diepe kwartaire insnijdingen vanuit de depressie van het kanaal Brugge-Gent diep in het heuvelcomplex doordringt ten westen van Knesselare en ten oosten van Ussel. De Leden van Asse en Wemmel komen eveneens voor in een afgesloten ontsluitingsgebied middenin het jongere Lid van Ussel (geologisch venster) ten zuidwesten van Eeklo in de diepe kwartaire insnijding van het stelsel van de Wagenmakersbeek.

Het Lid van Ussel neemt het grootste deel van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem in, enerzijds tengevolge van zijn grote dikte en anderzijds door de diepe kwartaire insnijdingen in het westen, het noorden en het oosten (Vlaamse Vallei) rondom het heuvelcomplex. Daardoor verloopt het reliëf van het bovenvlak van de tertiaire formaties in deze gebieden veel minder schuin ten overstaan van de isohypsen van de grensvlakken van deze leden. Hierdoor wordt het ontsluitingsgebied veel breder, en spreidt zich als een voetplaat ten noorden en ten oosten van het heuvelcomplex verder uit onder de kwartaire sedimenten. Het Lid van Ussel komt door een kleine top in het reliëf van de tertiaire formaties nog voor ten oosten van Knesselare binnen het ontsluitingsgebied van het Lid van Asse (getuigeheuvel).

Het Lid van Onderdale komt voor ten noorden van het Lid van Ussel in een smalle strook van slechts enkele honderden meters breed tengevolge van zijn geringe dikte, in een zone ten noorden van Maldegem en St.-Laureins. Het omzoomt het centraal deel van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem rond Onderdale en Adegem; het komt tevens voor ten westen van Zomergem. In de voetplaat van het Lid van Ussel onder de Vlaamse Vallei wordt het nog aangetroffen in een afgesloten gebied ten noordwesten van Eeklo door een verhevenheid in het oppervlak van de tertiaire afzettingen.

Binnen de dagzoom van het Lid van Onderdale komt het Lid van Zomergem voor ten westen van Zomergem, te Ussel-Drongengoed en ten westen van Buisputten, waar het afgesloten gebied vormt. Buiten het centraal deel van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem wordt het teruggevonden in een klein afgesloten gebied ten noordwesten van Eeklo onder de Vlaamse Vallei binnen het

ontsluitingsgebied van het Lid van Onderdale. Het Lid van Zomergem wordt tenslotte nog aangetroffen in een brede strook in de Vlaamse Vallei in de uiterste noordoosthoek van het kaartblad. Het Lid van Buisputten komt voor te Buisputten in een afgesloten zone in het centraal deel van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem. Binnen deze zone, rond Onderdijke, vormt het Lid van Onderdijke het hoogste deel van het centraal gebied van het heuvelcomplex. Het Lid van Onderdijke is de jongste tertiaire afzetting op het kaartblad Brugge. Het wordt ook aangetroffen in het uiterste noordoosten van het kaartblad, waar het op het Lid van Buisputten ligt.

3.5.3. *Besluiten*

In vergelijking met de vroegere Geologische Kaart 1 : 40.000 van A. RUTOT (1895), vallen een aantal verschillpunten onmiddellijk op. De nieuwe kaart 1 : 50.000 is een volledig afgedekte kaart zonder aanduiding van de jong-kwartaire afzettingen in de Polders, de valleien en dungebieden zoals dit op de oude kaart het geval is.

Ook bij de kartering van de tertiaire afzettingen treden grote verschillen op ten gevolge van de grotere hoeveelheid gegevens met betrekking tot het Tertiair en door de evolutie van de lithostratigrafische interpretatie. Waar vroeger de grenzen tussen de verschillende Paniseliaan-eenheden nauwkeurigheid misten, laat de huidige lithostratigrafie toe de Leden van Pittem, Merelbeke en Vlierzele veel nauwkeuriger te karteren en zelfs kwartaire verweringsfasen te onderscheiden van de oorspronkelijke tertiaire afzettingen (noordrand van het Plateau van Tielt in het zuidwesten van het kaartblad). Op deze manier wijzigen de tracés van de Leden van Oedelem en Beernem volledig het kaartbeeld rond Brugge, omdat deze eenheden ten tijde van RUTOT niet in boringen werden herkend; (ook nu zijn nog steeds geen ontsluitingen gekend). Daarenboven worden de "Zanden van Aalter" van de oude kaart thans tot de Formatie van Aalter gerekend omdat ze beschouwd worden als een verweringsfacies van de zanden van het Lid van Oedelem. Mede door de verbeterde kennis van het Kwartair in de depressie van het kanaal Brugge-Gent, verschuift hierdoor een groot deel van het oude Boven-Paniseliaan gebied naar het nieuwe ontsluitingsgebied van het Lid van Oedelem.

Het meest ingrijpende verschil tussen de oude en de nieuwe kaart is echter gelegen in de verbreiding van de "Klei van Asse" (Asc op de oude kaart) en de Formatie van Maldegem (Ma op de nieuwe kaart). Ten tijde van RUTOT (1895) was het voorkomen van de afwisseling van zand- en kleilagen in het Boven-Eoceen niet gekend. Daardoor vertoont zijn kaartbeeld een dominant Asc-gebied in het noorden. In de nieuwe kaart is met de opdeling van de Formatie van Maldegem in leden een veel nauwkeuriger en gedetailleerder beeld ontstaan, dat zelfs toelaat de lithostratigrafie van de verschillende heuvels van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem te individualiseren. Daarbij valt tevens het "Tongeriaan" sensu Rutot weg omdat het uiteindelijk om een kwartaire verweringsvorm gaat van een van de kleipakketten uit de Formatie van Maldegem.

Net zoals op de vroegere kaart geen "Lediaan" aangeduid werd aan het bovenvlak van de tertiaire afzettingen (maar wel de aanwezigheid werd vermeld in boringen, onder andere, te Eeklo en Waarschoot), is op de nieuwe kaart geen Lid van Lede aangegeven. Mogelijk werden erosieresten van het Lid van Lede aangetroffen onder de Formatie van Maldegem te Drongengoed (W. DE BREUCK et al., 1989), maar de argumenten voor een algemeen voorkomen ervan zijn niet overtuigend. De laterale relatie tussen de Leden van Oedelem en Lede is dus zeer problematisch en verder onderzoek (meer naar het oosten toe) zal hierover uitsluitsel moeten brengen. Het is trouwens niet uitgesloten dat zich ten gevolge van de topografie van de erosiebasis van de Formatie van Maldegem zelfs nog erosieresten van de Formatie van Brussel onder het Lid van Wemmel bevinden.

IV. LITHOSTRATIGRAFIE

1. Lithostratigrafische kolom

Alle gesteenteformaties die dagzomen (ontsluiten) aan het pre-kwartair oppervlak onder de kwartaire afzettingen, werden afgezet tijdens het Tertiair en meer bepaald tijdens het Eoceen (van ongeveer 54 tot 40 miljoen jaar geleden). Er komen op het kaartblad Brugge onmiddellijk onder het kwartair dek geen sedimenten van paleozoïsche (Primair) of mesozoïsche ouderdom (Secundair) voor. Beide laatste gesteenteformaties worden wel aangetroffen in de diepere ondergrond, bedekt door jongere tertiaire afzettingen. Tabel 3 geeft een overzicht van de aanwezige lithostratigrafische eenheden uit het Tertiair met tevens een indicatie omtrent hun absolute ouderdom.

Alle hier vermelde lithostratigrafische eenheden zijn mariene afzettingen waarvan de sedimenten geen vervormingen (door breukvorming of plooïing) hebben ondergaan; ze zijn ook niet omgevormd geworden tot harde gesteenten (zoals in de Ardennen), met uitzondering van enkele banken. Alle eenheden bestaan uit mariene, losse sedimenten.

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.

2.1. Maldegem Groep

2.1.1. *Formatie van Maldegem*

De term "Formatie van Maldegem" werd ingevoerd omdat te Maldegem (gemeente in het noordwesten van Oost-Vlaanderen) deze formatie voorkomt aan het bovenvlak van de tertiaire afzettingen, zodat de meeste typelocaliteiten van de leden van de Formatie van Maldegem op het grondgebied van de gemeente Maldegem of op naburige gemeenten liggen. Bovendien werd zij te Adegem (deelgemeente van Maldegem) voor het eerst aangeboord.

De Formatie van Maldegem is een mariene eenheid bestaande uit een afwisseling van zanden en kleien, met geleidelijke overgangen. Behalve aan de basis is de Formatie van Maldegem niet kalkhoudend. Zij bevat geen opvallende macrofossielen. De ouderdom is Boven-Eoceen (Bartoniaan). GULINCK (1969) spreekt van "het klei-zand complex van Kallo" of van "de eo-oligocene overgangslagen".

De Formatie van Maldegem dagzoomt in het gebied Oedelem-Zomergem-Adegem en in het Dender-Zenne-interfluvium (Klein Brabant, onder meer in het heuvelgebied van Hekelgem, Asse, Wemmel). Ze is in de ondergrond van gans noordelijk West- en Oost-Vlaanderen aanwezig als een continu doorlopende WNW-ESE gerichte strook aan het bovenvlak van de tertiaire formaties onder een dik kwartair dek (insnijding van de Vlaamse Vallei). Meer naar het noorden ligt ze onder jongere tertiaire afzettingen; ze wigt uit naar het oosten in de Antwerpse Kempen. De totale dikte neemt toe in noordnoordoostelijke richting tot meer dan 50 m.

Meer naar het zuiden vormt ze erosieresten in het Brabantse en zuid-vlaamse heuvelland. De dikte is daar sterk gereduceerd tot slechts enkele meters.

GROEPEN	FORMATIES		LEDEN	OUDERDOM
(VOORT)	VOORT		VELDHOVEN	30
RUPEL (O.OLIGOCEEN)	EIGENBILZEN			36
	BOOM		PUTTE TERIAGEN BELSELE	
	BILZEN		KERNIEL KLEINE SPOUWEN BERG	
TONGEREN (O.OLIGOCEEN)	BORGLOON		KERKOM OUDE BIEZEN BOUSERSEM HENIS	39,5
	ZELZATE	S.H.HERN	NEERREPEN GRIMMERTINGEN RUISBROEK WATERVLIET BASSEVELDE	
(MALDEGEM) (B.EOCEEN)			ONDERDIJKE * BUISPUTTEN * ZOMERGEM * ONDERDALE * URSEL * ASSE * WEMMEL *	42,5
ZENNE (M.EOCEEN)	LEDE			49,5
	BRUSSEL		VIJF LEDEN	
	AALTER *		OEDELEM * BEERNEM *	
IEPER (O.EOCEEN)	GENT *		VLIERZELE * PITTEM * MERELBEKE *	54,2
	TIELT *		EGEM * KORTEMARK	
	KORTRIJK		AALBEKE MOEN SAINT-MAUR MONT-HERIBU	
LANDEN (B.PALEOCEEN)	TIENEN		KNOKKE LOKSBERGEN ERQUELINNES DORMAAL	60
	HANNUT		GRANDGLISE	
			CHERCQ HALEN LINCENT WATERSCHEI	
	BERTAINT	HEERS	GELINDEN ORP	66
HAINE- HASPENGOUW (O.PALEOCEEN)	HAININ	OPGLABBEK	EISDEN OPOETEREN MAASMECHELEN	
	MONS			
		CIPLY	HOUTHEM	

Tabel 3: Lithostratigrafische kolom van het Paleogeen met chronostratigrafische verwijzingen (in miljoenen jaren) en met de op het kaartblad Brugge voorkomende eenheden*.

a. Lid van Onderdijke

Onderdijke is een gehucht van Adegem, deelgemeente van Maldegem (Oost-Vlaanderen).

Het Lid van Onderdijke bestaat uit grijsblauwe zware klei, niet kalkhoudend. Aan de top bevat deze klei perforaties, opgevuld met grijs middelmatig fijn venig zand en veel organisch materiaal, geconcentreerd in venige bandjes, indicatoren van een begroeiingshorizon of van een onderbreking van de sedimentatie.

Het Lid van Onderdijke wordt gevonden van de uiterste noordhoek van het oostelijk Kustgebied tot in Waasmunster onder een dikke kwartaire bedekking. Het dagzoomt plaatselijk in een klein gebied rond Adegem-Onderdijke en rond Asse.

De dikte kan tot 10 m bedragen, behalve in de streek rond Asse waar het kan gereduceerd zijn tot 0,5 m of zelfs ontbreken.

b. Lid van Buisputten

Het Lid van Buisputten (gehucht van Adegem, deelgemeente van Maldegem, Oost-Vlaanderen) bestaat uit donkergrijs, lemig zand, middelmatig fijn, glauconiet- en glimmerhoudend, zonder fossielen. Het lijkt zeer sterk op het Lid van Onderdale, maar in het gebied rond Asse bestaat het uit een grijze glauconiethoudende fijnzandige klei.

De beide overgangen van deze lithostratigrafische eenheid naar de boven- en onderliggende eenheden gebeuren geleidelijk.

Het Lid van Buisputten komt doorlopend voor van Knokke tot Waasmunster onder de bedekking van de Vlaamse Vallei; het dagzoomt plaatselijk op de heuvels van het Meetjesland en van Klein Brabant. De dikte bedraagt normaal 6 tot 7 m, behalve in de streek rond Asse, waar de dikte gereduceerd is tot maximaal 3 m.

c. Lid van Zomergem

Genoemd naar de gemeente Zomergem (Oost-Vlaanderen), bestaat het Lid van Zomergem uit een grijsblauwe klei tot zware klei, die zich op het eerste gezicht in niets onderscheidt van het Lid van Ursel. Het bevat noch glauconiet, zand of kalk.

Met een geleidelijke textuurverzwaring gaat het Lid van Onderdale over in het Lid van Zomergem. Het Lid van Zomergem wordt op zijn beurt bedekt door het Lid van Buisputten, eveneens met een geleidelijke overgang, maar dan met een textuurverlichting.

Het komt voor in een brede strook van Knokke tot Lokeren onder de dikke kwartaire bedekking van de Vlaamse Vallei. Het dagzoomt in de heuvels van het Meetjesland en in enkele kleine tertiaire erosieresten van Klein Brabant. De dikte bedraagt ongeveer 8 m, behalve in de streek van Asse, waar de dikte gereduceerd is tot maximaal 3 m.

d. Lid van Onderdale

In het gelijknamige gehucht van de gemeente Ursel (deelgemeente van Knesselare, Oost-Vlaanderen) komt dit lid voor onder een dunne kwartaire bedekking.

Het Lid van Onderdale bestaat uit donkergrijs lemig middelmatig fijn zand, glauconiet- en glimmerhoudend. Er werden geen macrofossielen in opgemerkt.

Het dagzoomt in dezelfde gebieden als de vorige leden. Zowel de onder- als de bovengrens wordt gevormd door geleidelijke overgangen.

De dikte wisselt van 2 tot 4 m in de gebieden Oedelem-Zomergem-Adegem en Waasmunster-Lokeren en bedraagt ongeveer 7 m in het gebied rond Asse, waar het onder zijn vroegere benaming van "Zand van Asse" is gekend (Asd van de vroegere Geologische Kaart).

e. Lid van Ursel

Deze benaming naar de gelijknamige gemeente in Oost-Vlaanderen (thans deelgemeente van Knesselare) werd ingevoerd voor het niet glauconiethoudend en niet zandig deel van de vroegere Klei van Asse.

Het onderscheid tussen een onderste glauconiethoudend, zandig deel van de Klei van Asse en een bovenste grijs, plastisch, glauconiet- en zandloos deel was reeds eind vorige eeuw opgevallen.

De geleidelijke overgang van het Lid van Asse naar het Lid van Ursel gaat gepaard met een verzwaring van textuur en een sterke vermindering van het glauconietgehalte. Het Lid van Ursel bestaat dus uit een homogene, grijsblauwe **klei** tot zware klei, die niet kalk- of fossielhoudend is en verder weinig diagnostische macroscopische kenmerken bevat.

Het dagzoomt in het zuidelijke deel van het heuvelgebied Oedelem-Zomergem-Adegem en in Klein Brabant.

Het Lid van Ursel kan 13 m dikte bereiken. In het gebied rond Asse is de dikte echter gereduceerd tot ongeveer 5 m.

f. Lid van Asse

Het Asschien (Assiaan, naar de gemeente Asse in Brabant) als étage werd ingevoerd en gedefinieerd als een afzetting die bestaat uit een basisgrind met veel nummulieten en zeer veel glauconiet ("bande noire"), duidelijk ten oosten van Brussel, onduidelijk ten westen, met daarboven een zeer glauconiethoudende en zandige klei, die geleidelijk overgaat in een grijze zware klei ("Klei van Asse") en vervolgens in het "Zand van Asse".

Het Lid van Asse bestaat uit glauconiethoudende klei met plaatselijk, vooral aan de basis, grof glauconietzand ("bande noire"). De overgang van het Lid van Wemmel naar het Lid van Asse gebeurt geleidelijk met de verdwijning van Nummulites wemmensis en een sterke toename van het glauconietgehalte.

Het komt voor als een band ten noorden van het ontsluitingsgebied van het Lid van Wemmel. In ontsluiting vormt het een onregelmatige omzoming in de heuvelgebieden van Asse-Wemmel of Oedelem-Zomergem-Adegem. Het rust op het Lid van Wemmel en wordt bedekt door het Lid van Ursel, waarvan het kan onderscheiden worden door het verdwijnen van het glauconiet en van de zandfractie.

De dikte bedraagt meestal slechts 2 m maar kan tot 4 m oplopen. Onderaan kan nog wat schelpgruis voorkomen.

g. Lid van Wemmel

Het Wemmeliaan (aangeduid als We op de vroegere Geologische Kaart) werd als étage ingevoerd op basis van de lithostratigrafische eenheid "Zanden van Wemmel", gedefinieerd te Wemmel (gemeente in Brabant aan de rand van de Brusselse Agglomeratie).

Het Lid van Wemmel vangt aan met een meestal goed ontwikkelde basisgordel, waarin naast Nummulites wemmensis, 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.

Het Lid van Wemmel dagzoomt langs de zuidrand van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem en in de streek van Asse en Wemmel, waar het onder zijn oude benaming "Zand van Wemmel" oorspronkelijk gedefinieerd werd. Verder naar het noorden komt het voor in de ondergrond onder een dik kwartair dek (onder meer in de oostelijke Kustvlakte en in het noorden van de Vlaamse Vallei) en/of onder jongere tertiaire afzettingen.

De dikte van het Lid van Wemmel bedraagt normaal 4 tot 5 m, maar kan lokaal oplopen tot 10 m.

2.2. Zenne Groep

De Zenne Groep is in drie formaties onderverdeeld, die echter uiterst zelden boven elkaar worden gevonden (plaatselijk in het zuid-westvlaamse Heuvelland, en in de boring te Kallo). De Formaties van Aalter en Lede komen hoofdzakelijk voor ten westen van de Zenne, de Formatie van Brussel ten oosten ervan.

De sedimenten van de Zenne Groep hebben een Lutetiaan ouderdom en zijn essentieel van mariene oorsprong. Onderaan bestaan ze uit kleiige zanden, die naar boven toe overgaan in zuivere, dikwijls kalkhoudende, zanden. Typisch zijn de verkiezelingen en de zandige kalkstenen en kalkzandstenen. Sommige niveaus bevatten zeer veel fossielen.

De Zenne Groep komt voor in het noorden van de provincies Namen en Henegouwen, in de provincies Brabant en Antwerpen, in het westen van Limburg, en in het noorden van West- en Oost-Vlaanderen.

Erosieresten worden gevonden in de zuid-vlaamse heuvels en in het gebied Tussen-Samber-en-Maas. De totale dikte schommelt tussen 80 en 100 meter.

2.2.1. *Formatie van Aalter*

Alhoewel de plaatsnaam Aalter (gemeente in Oost-Vlaanderen) reeds sedert 1842 in de geologische literatuur is terug te vinden, schijnt de stratigrafische tabel in M. MOURLON (1873, p. 191) de eerste publicatie te zijn waar de naam "Zanden van Aalter" ondubbelzinnig als stratigrafische term wordt gebruikt ("Sables d'Aeltre à turritelles"). De vroegere Geologische Kaart vermeldt P2 als notatie.

De Formatie van Aalter is opgebouwd uit glauconiethoudende zanden die afgezet werden in een ondiep marien milieu (minder dan 200 m). Het stratotype van de zanden van Aalter (E. STEURBAUT & D. NOLF, 1989) in de heuvel van Aalter wordt gevormd door 13 m fijn, licht olijfgroen, schelphoudend glauconietzand, waarin van onder naar boven volgende horizonten kunnen worden onderscheiden : Horizont met *Venericardia sulcata aizyensis* (duizenden kleine schelpjes van 0,5 cm), Horizont met *Megacardita planicosta lerichei* (o.a. massieve bank met zware grote schelpen van 5 cm diameter), Horizont met *Turritella solanderi*, en een schelphoudende horizont met weinig of geen *Turritella solanderi*. Op 2 m onder de top van de afzetting komt een 50 cm dikke zandsteenbank voor, die werd teruggevonden in diverse boringen tussen Maldegem, Knesselare en Zomergem, maar niet in de omgeving van Oedelem. Naar het NW toe neemt de formatie snel in dikte toe (30 m in de boring Oedelem I, 14 km ten NW van de typelocaliteit). In vrijwel alle boringen tussen Oedelem en Zomergem wordt een horizont met *Turritella solanderi* teruggevonden, maar een duidelijk niveau met *Megacardita planicosta lerichei* komt niet voor. In dit laatste gebied bevinden deze afzettingen zich overal onder de grondwatertafel, met als gevolg dat deze zanden niet geoxideerd zijn. Hun kleur is dan ook donkergroen in natte toestand (licht grijsgroen in droge toestand) en contrasteert duidelijk met de licht olijfgroene, plaatselijk iets roestige kleur van de ontsluitingen te Aalter en te Gent.

De Formatie van Aalter vormt alleen ten N van de lijn Brugge-Zomergem een doorlopend sedimentpakket. Naar het oosten toe werd ze in de boring te Kallo waargenomen. Meer naar het zuiden toe komt de formatie alleen nog voor in getuigeheuvels (Aalter, Blandijnberg te Gent, heuvels van zuidelijk West-Vlaanderen : Kemmelberg tot Kasselberg).

Alleen in de streek van Oedelem-Beernem en meer naar het N toe is een verdere indeling in leden mogelijk. De relatie met de in het oosten voorkomende Formatie van Lede blijft onduidelijk. Verder onderzoek is hier vereist. Ten oosten van Gent komt de Formatie van Aalter niet voor en ten westen van Gent is tot hiertoe enkel juxtapositie van beide leden gekend, voor zover de lithostratigrafische interpretatie van het voorkomen van de Formatie van Lede correct is.

a. Lid van Oedelem

De "Zanden van Oedelem" werden oorspronkelijk gedefinieerd als een lateraal facies van de "Zanden van Aalter"; beiden werden in de Formatie van Den Hoorn ondergebracht (nu "Formatie van Aalter" genoemd).

Het Lid van Oedelem is een ondiep mariene afzetting (minder dan 200 m), bestaande uit fijne grijsgroene glauconietzanden, meestal met zeer veel schelpen, zonder duidelijke banken van *Megacardita planicosta lerichei*. In het middenste gedeelte van het pakket vormt een 5 tot 10 m dik niveau met *Turritella solanderi* een echte schelpplaag. Naar onder toe bevatten de zanden duidelijk minder fossielen.

Thans wordt aangenomen dat het Lid van Oedelem grotendeels een lateraal equivalent van het stratotype van de "zanden van Aalter" is (zie "Formatie van Aalter"). Misschien vormen de "zanden van Aalter" wel het verweringsfacies van de zanden van het Lid van Oedelem, gezien hun positie in het landschap (heuvel van Aalter).

Het concept "Lid van Oedelem" is bruikbaar in het noorden van West-Vlaanderen en in het noordwesten van Oost-Vlaanderen, voor de onderverdeling van de Formatie van Aalter in twee leden. Bovendien verdwijnen in dit gebied de banken met *Megacardita planicosta lerichei*, die in de Aalter typelocaliteit wel worden waargenomen. Naar onder toe gaat het Lid van Oedelem geleidelijk over in het Lid van Beernem; aan de top wordt het discordant door het Lid van Wemmel bedekt.

b. Lid van Beernem

Deze eenheid werd genoemd naar de gemeente Beernem (West-Vlaanderen) en bestaat in hoofdzaak uit een grijsgroen glauconiet- en glimmerhoudend middelmatig fijn tot fijn, kleiig **zand**, compact en licht kalkhoudend. Tevens komen dunne banden grijsgroene, glauconiethoudende, fijnzandige klei voor, blaadjes bleekgrijze klei, dunne bandjes en nestjes middelmatig fijn grijsgroen licht glauconiethoudend zand en kleine glauconietnestjes. Helemaal onderaan komt zeer sporadisch fijn schelpgruis, enkele stipjes humeus materiaal en talrijke nesten grof kwartszand voor. Heel de afzetting bevat groen-grijze, glauconiethoudende veldsteenstukken, die ofwel verspreid ofwel opgestapeld liggen. In het laatste geval vormen ze harde veldsteenbanken van 5 tot 10 cm dikte.

Het Lid van Beernem bedekt het Lid van Vlierzele (Formatie van Gent), waarvan het gescheiden is door de overgangszone van de humeuze tot venige Laag van Aalterbrugge die soms vlothout bevat (A. HACQUAERT, 1939). De totale dikte bedraagt 10 m in de boring Oedelem I. Deze afzetting vormt een brede golfvormige strook van Brugge tot Loppem en tot in het zuiden van Oedelem, met Beernem als centrum. Het Lid van Beernem werd vermoedelijk dicht bij een kust afgezet, misschien zelfs in een lagunair of wadden milieu.

2.3. Ieper Groep

2.3.1. Formatie van Gent

Deze nieuwe benaming naar de stad Gent (Oost-Vlaanderen) vervangt de oude termen "Onder-Paniseliaan" en Formatie van de Mont-Panisel. Ze werd gekozen omdat de verschillende afzettingen van deze formatie in Gent en omgeving ontsloten zijn of waren, en er duidelijk gedefinieerd werden. De Formatie van Gent is een onder-eocene essentieel mariene eenheid, die bestaat uit zandig-kleiige sedimenten, die in het noorden van het land rusten op siltige kleien en naar boven toe overgaan in fijne zanden. Enkele macrofossielen komen voor in de zandig-kleiige afzettingen.

De formatie dagzoomt voornamelijk in het centrum van Oost- en West-Vlaanderen en in West-Brabant en op enkele heuvels in het zuiden van Oost- en West-Vlaanderen. Zij komt eveneens voor in de ondergrond van de provincie Antwerpen en Noordwest-België. Enkele restgetuigen worden naar het zuiden waargenomen tot in Noord-Henegouwen en ten oosten van de Zenne.

De dikte bedraagt in het noorden ongeveer 50 m en vermindert naar het zuiden en het oosten.

Deze formatie werd aangeduid als Onder-Paniseliaan (P1) op de vroegere Geologische Kaart.

a. Lid van Vlierzele

Het Lid van Vlierzele, naar de gelijknamige deelgemeente van de gemeente Sint-Lievens-Houtem (Oost-Vlaanderen), bestaat voornamelijk uit fijn **zand**, duidelijk horizontaal of kruisgewijs gelaagd, soms homogeen, met veel tubulaties. Naar onder toe gaat het over in een meestal homogeen, kleiig zeer fijn zand, met kleine kleilensjes. Bovenaan komen gedifferentieerde kleilagen met humeuze intercalaties voor.

De afzetting bevat slechts weinig macrofossielen. Harde zandsteenbanken komen regelmatig voor; ze vallen soms uiteen in dunne plakketten.

Het Lid van Vlierzele dagzoomt in het midden en het noorden van Oost- en West-Vlaanderen, ten noorden van de ontsluitingszone van het Lid van Pittem, en in het noordwesten van Brabant. Het komt voor op enkele toppen van de zuid-vlaamse heuvels. Op de vroegere Geologische Kaart is het aangeduid als P1d.

De dikte bedraagt maximaal 20 m maar kan sterk variëren; ze neemt af naar het zuiden en het oosten.

b. Lid van Pittem

Het Lid van Pittem, naar de gemeente Pittem (West-Vlaanderen), bestaat uit een afwisseling van glauconiethoudende laagjes **kleiig-siltig zeer fijn zand met kleiig-zandige, grove silt**. De gelaagdheid is op vele plaatsen gestoord door bioturbatie; getijdegeulen zijn in het sediment uitgeschuurd. Plaatselijk komen zandsteenbanken voor, die soms zeer veel fossielafdrukken bevatten. Naar het zuiden neemt het zandige karakter de overhand.

Het lid dagzoomt op een min of meer continue wijze in een smalle zone ten noorden van de lijn Torhout-Tielt-Oudenaarde-Ninove, en in West-Brabant. Ten zuiden hiervan komt het enkel sporadisch voor in hoger gelegen gebieden.

De dikte bedraagt maximum 15 tot 20 m maar kan onregelmatig verlopen, wegens de geleidelijke overgang naar het bovenliggende lid.

In het zuiden van West- en Oost-Vlaanderen en in een groot gedeelte van West-Brabant werden kleiige zanden van de Formatie van Tielt (ex-Yd) ten onrechte als P1c gekarteerd.

c. Lid van Merelbeke

De benaming Lid van Merelbeke, naar de gelijknamige gemeente in Oost-Vlaanderen wordt gebruikt voor de basislaag van de Formatie van Gent.

Het bestaat vooral uit zeer-fijnsiltige **klei** of kleiige, zeer fijne silt. Intercalaties van dunne zandlensjes komen voor, waarin organisch materiaal en kleine pyrietachtige concreties aanwezig zijn.

De verbreiding is zeer onregelmatig en op talrijke plaatsen ontbreekt het.

De (zeer onregelmatige) dikte van het lid bedraagt gemiddeld 6 tot 7 m, maar kan tot 15 m oplopen in de omgeving van Gent.

De "Klei van Merelbeke" werd op de Geologische Kaart (1 : 40.000) aangeduid als P1m. Op deze kaart en in talrijke boorbeschrijvingen uit zuidelijk West-Vlaanderen werd het Lid van Aalbeke ten onrechte als P1m gekarteerd of beschreven.

2.3.2. Formatie van Tielt

De Formatie van Tielt is genoemd naar de gemeente Tielt (West-Vlaanderen), waar een boring de ganze formatie, die daar vermoedelijk onder haar grootste dikte voorkomt, heeft doorsneden.

De Formatie van Tielt komt voor in het westen en het noorden van het land. Ze dagzoomt voornamelijk in het noorden van Henegouwen, het zuiden en het centrum van Oost- en West-Vlaanderen en het westen en zuid-westen van Brabant. Zij vormt eveneens getuigeheuveld in het Bekken van de Haine en ten zuiden van de Samber.

De dikte kan in het centrum van het ontsluitingsgebied tot meer dan 50 m bedragen, maar vermindert naar het zuiden en het oosten, en vermoedelijk ook naar het noorden.

a. Lid van Egem

De Formatie van Tielt wordt van boven naar onder onderverdeeld in het Lid van Egem en het Lid van Kortemark. Enkel het Lid van Egem komt voor aan het bovenvlak van het Tertiair op het kaartblad Brugge. Het is daarmee de oudste dagzomende eenheid.

Het Lid van Egem, genoemd naar de gemeente Egem, deelgemeente van Pittem (West-Vlaanderen), bestaat uit een glimmer- en glauconiethoudend zeer fijn **zand**, met duidelijke horizontale en kruisgewijze fijne gelaagdheid. Er komen dunne kleilaagjes in voor. Naar boven toe en in het zuiden van West-Vlaanderen wordt de korrelgrootte grover.

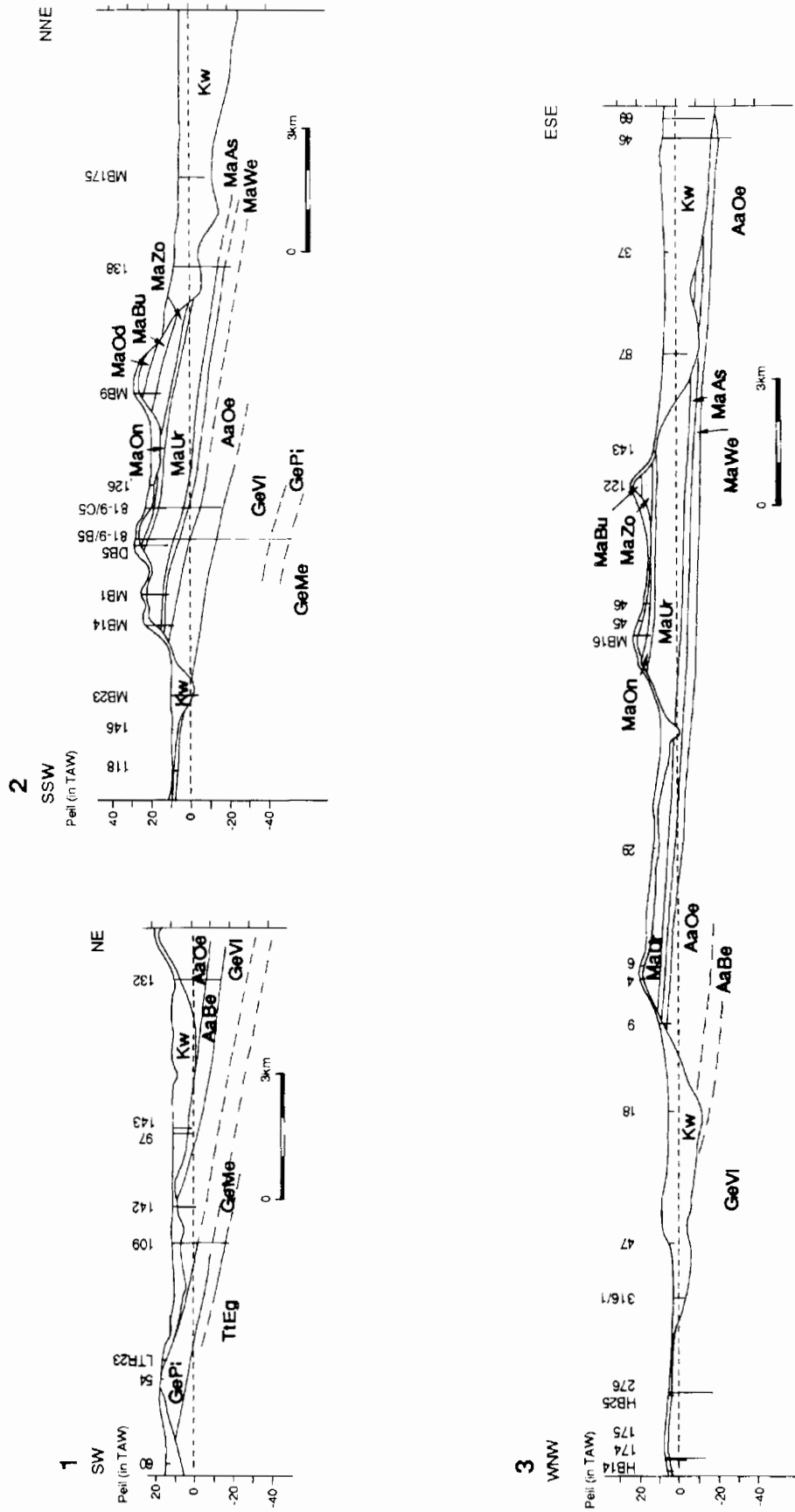
Op onbepaalde niveaus worden lagen nummulietenkalksteen en fossielhoudende laagjes gevonden. De dikte van het Lid van Egem kan 25 tot 30 m bedragen en vermindert naar het zuiden en het oosten.

Vroeger werd het op oude documenten aangeduid door het Yd- of Y1b-symbool.

3. Profielen (fig. 9, p. 26 = overlegfolie 4)

Om de ruimtelijke verbreiding van de verschillende eenheden te illustreren, werden geologische profielen getekend, waarvan de ligging op fig. 8 is aangeduid. Voor deze profielen werd gebruik gemaakt van waarnemingspunten met hoge betrouwbaarheidsindicaties, die op of nabij de profielrichting zijn gelegen. In alle profielen (overlegfolies) is de verticale schaal 1 : 1000 (1 cm voor elke 10 m diepte), de horizontale schaal 1 : 50.000 (1 cm voor elke 500 m). De verticale schaal is dus in elk profiel 50 keer overdreven. De ligging van de gebruikte waarnemingspunten is aangeduid met hun identificatienummer in het archief van oorsprong.

Kaartblad 13 - Brugge



Overdrijving hoogteschaal: 50 X

Fig. 9: Profielen.

3.1. Profiel 1

Dit profiel (fig. 9) is 13 km lang, SW-NE gericht en loopt van Ruddervoorde tot Oedelem-Berg in het zuidwestelijk deel van het kaartblad Brugge. Het doorsnijdt de noordrand van het Plateau van Tielt, dat langs het zuiden en het noorden wordt aangesneden door het stelsel van de Rivierbeek-Ringbeek. Daardoor bereikt de kwartaire opvulling van deze valleibodems een dikte van 7 tot 10 m. In de zuidelijke valleibodem wordt tengevolge van de kwartaire erosie het Lid van Egem (als oudste tertiaire afzetting) aangesneden. De noordrand van het Plateau van Tielt wordt echter in hoofdzaak gevormd door de afzettingen van de Formatie van Gent (Leden van Merelbeke, Pittem en Vlierzele). Daarbij is de noordelijke valleibodem in de minder weerstandbiedende zanden van het Lid van Vlierzele tot op de meer weerstandbiedende klei van het Lid van Pittem uitgeschuurd.

In de depressie van het kanaal Brugge-Gent bereikt het Kwartair een dikte van meer dan 10 m. Hier gebeurde de erosie tot in het Lid van Beernem (Formatie van Aalter), waarin de veldsteenbanken meer weerstand boden. De heuvel van Oedelem-Berg bestaat geheel uit het Lid van Oedelem, dat hier zelfs een dikte van 25 m bereikt. De kwartaire erosie heeft hier bijna het volledige pakket fossielhoudende zanden intact gelaten wegens de erin optredende dikke schelp pakketten en de beschermende bedekking van de kleien van de Leden van Asse en Ursel (in de omgeving).

Tengevolge van het SW-NE verloop van het profiel, dat nagenoeg samenvalt met de helling van de lagen, worden de afzettingen weergegeven met hun ware helling (van 40 m per 10 km, of 0,4 %), zoals onderlijnd door het grensvlak tussen het Lid van Merelbeke en het Lid van Pittem. Daardoor zijn ook de diktewisselingen volgens de hellingsrichting in de Leden van Pittem en Vlierzele merkbaar.

3.2. Profiel 2

Een SSW-NNE georiënteerd, ongeveer 19 km lang profiel (fig. 9) loopt van Aalter in het zuidoosten tot over de Nederlandse grens voorbij Sint-Laureins in het noordoosten van het kaartblad. Op de noordrand van het Plateau van Tielt is het kwartair dek zeer dun (nauwelijks 1 tot 2 m). Hier rust het Lid van Oedelem (onder zijn verweringsfacies van de oorspronkelijke "Zanden van Aalter") rechtstreeks op de zanden van het Lid van Vlierzele, die hier bijna 30 m dik zijn (dus ongeveer 15 m dikker dan in het westen van het kaartblad, zoals in profiel 1 aangeduid). Het Lid van Beernem ontbreekt.

Tengevolge van de diepe kwartaire erosie in de depressie van het kanaal Brugge-Gent (meer dan 10 m kwartaire opvulling), wordt opnieuw het Lid van Vlierzele aangesneden.

Het profiel loopt dwars door het centrale en hoogste deel van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem langs de kamlijn Ursel-Drongengoed-Onderdijke. Door zijn hoogte (boven het peil +25 m) en het zeer dunne kwartaire dek (meestal minder dan 2 m) zijn alle leden van de Formatie van Maldegem te zien. Ook de cuesta-opbouw van het heuvelcomplex komt daardoor tot uiting : de relatief zachtere, minder erosiebestendige lagen van de Leden van Oedelem (gedeeltelijk) en Wemmel ontsluiten in de subsequente depressie (van het kanaal Brugge-Gent) aan de voet van de cuesta en in het steile cuestafront zelf. De zachte, monoclinaal naar het NNE hellende cuestarug is opgebouwd uit de afwisselende zand- en kleilagen van de Formatie van Maldegem, waarbij de kleilagen (Lid van Zomergem en Lid van Onderdijke) telkens een microcuesta vormen te Drongengoed en te Onderdijke, op de grote cuestarug van het Lid van Ursel. Onderaan wordt in de voet of in het (micro)cuesta-front telkens een minder weerstandbiedende zandlaag teruggevonden (Lid van Onderdale, Lid van Buisputten).

Ten noorden van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem werden de Leden van Onderdale, Zomergem, Buisputten en Onderdijke tijdens het Kwartair weggeërodeerd (tot op het peil -25 m) tot in het Lid van Ursel dat zich daardoor als een voetplaat uitspreidt onder de Vlaamse Vallei.

3.3. Profiel 3

In tegenstelling tot de voorgaande profielen volgens de helling, verloopt profiel 3 (fig. 9) nagenoeg evenwijdig aan de strekking. Dit WNW-ESE profiel loopt van Brugge in het westen over Oedelem-Berg, tussen Drongengoed en Maldegem-Kleit, ten noorden van Oostwinkel naar Waarschoot in het oosten. De lagen hellen schijnbaar iets meer dan 1,2 m per km (0,12 %).

Ten zuidoosten van Brugge is de kwartaire bedekking zeer dun. Zij neemt echter zeer snel in dikte toe, tot meer dan 15 m, ten oosten van Brugge.

Daardoor ontstaat een zeer breed ontsluitingsgebied van het Lid van Vlierzele. Vanaf Oedelem-Berg wordt de meest westelijke uitloper van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem bereikt. Achtereenvolgens ontsluiten de Leden van Beernem, Oedelem, Wemmel, Asse en Ursel in de oostelijke valleiflank onder steeds dunner wordend Kwartair. Het laterale vervolg van het Lid van Beernem onder het Lid van Oedelem is echter naar het oosten toe onduidelijk, omdat de oostgrens van het golfvormige ontsluitingsgebied nog onvoldoende is gekend.

De vervlakkingszone met dun kwartair dek ten oosten van Oedelem-Berg heeft zich ontwikkeld in de tegen erosie weerstandbiedende klei van het Lid van Ursel. Enkel de Splenterbeek heeft zich ingesneden door de voetplaat van het heuvelcomplex tot in het Lid van Asse. Ten zuiden van de lokale waterscheidingskam zijn zelfs de Leden van Wemmel en Oedelem aangesneden door de Zwartegatbeek, die naar de depressie van het kanaal Brugge-Gent afwatert.

Het hoogste deel van het profiel wordt ingenomen door het centrale gedeelte van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem, waarvan het Lid van Ursel het hoofdbestanddeel uitmaakt. Dit ongeveer 15 m dik kleipakket wordt enkel nog bedekt door het Lid van Onderdale ten zuiden van Maldegem-Kleit waar tevens nog de basis van het Lid van Zomergem voorkomt als beschermende erosierest. Ten zuiden van Onderdijke komt hierboven nog de erosierest voor van het Lid van Buisputten, waarschijnlijk ten gevolge van de bescherming door het iets meer naar het noorden voorkomende kleiige Lid van Onderdijke. Een dun kwartair dek (meestal minder dan 2 m) spreidt zich uit over de tertiaire afzettingen.

Ten oosten van Onderdijke daalt het bovenvlak van de tertiaire afzettingen steil van boven het peil +25 m tot onder het peil -10 m. De Vlaamse Vallei werd hier uitgeschuurd doorheen het Lid van Ursel tot in het Lid van Wemmel en in het uiterste oosten van het kaartblad zelfs tot in het Lid van Oedelem. Tengevolge van diktewisseling in het Kwartair (en reliëfsverschillen in het bovenvlak van de tertiaire afzettingen) komt onder de Vlaamse Vallei nog een opduiking van het Lid van Ursel voor. Diepe thalwegen kunnen geologische vensters doen ontstaan (zoals de uitschuring tot in het Lid van Wemmel tussen Oostwinkel en Eeklo). Door de grote dikte van het Kwartair zijn de geologische grenzen hier echter minder nauwkeurig.

V. AANVULLENDE GEGEVENS

Buiten de geologische gegevens met betrekking tot het Tertiair op het kaartblad Brugge, verschaffen verschillende waarnemingspunten ook informatie over de diepere ondergrond en over de kwartaire oppervlaktensedimenten, die het Tertiair bedekken.

1. Diepere gegevens

De diepere gegevens hebben betrekking op de lithostratigrafische eenheden die op het kaartblad Brugge aanwezig zijn maar niet dagzomen aan het bovenvlak van de tertiaire afzettingen. Zij zijn overal door jongere tertiaire afzettingen bedekt en zijn allemaal ouder dan de oudst dagzomende eenheid (Lid van Egem).

1.1. Onderste Eoceen

Meestal rust het Lid van Egem (Formatie van Tielt) rechtstreeks op het Lid van Aalbeke (Formatie van Kortrijk, eveneens behorend tot de Ieper Groep, Onder-Eoceen). De silt van Kortemark werd in de diepere boringen niet herkend.

De klei van het Lid van Aalbeke is een grijze, plastische klei, soms met fossielen, zandsteenconcreties en laagjes grijs zand, met een dikte variërend tussen 13 en 45 m.

Meestal kan deze klei ten gevolge van de gebruikte boormethode echter niet onderscheiden worden van het eronder liggende kleipakket van de Formatie van Kortrijk. Het geheel kan dan een dikke schommelend tussen 113 en 152 m bereiken en bestaat uit een grijze tot groenachtig grijze plastische zware klei met soms enkele fossielen. Een meer zandige zone (met een dikte van 6 tot 23 m) kan voorkomen ongeveer 50 m onder de top van deze zware klei. Soms wordt een steenbank (of septaria ?) opgemerkt tussen 18 en 41 m boven de basis van de klei, waarin zandlenzen en silexkeien worden aangetroffen. Indien het Lid van Aalbeke toch kan worden onderscheiden, wordt het onderste (dikste) kleipakket aangeduid als Lid van Moen. Beide leden vormen de Formatie van Kortrijk.

1.2. Paleoceen

De Groep van Landen, die zowel continentale als mariene afzettingen omvat, bestaat bovenaan uit grijs fijn fossielhoudend kwartszand, met zeldzame zandsteenconcreties. Het bereikt een dikte van 10 tot 15 m alvorens over te gaan in een 5 tot 15 m dikke donkergrijze fossielrijke klei tot mergel waarin schelpenkalksteenbanken en dunne zandlenzen voorkomen. Daaronder wordt groengrijs kleiig fossielhoudend zand (te Eeklo) of grijze kalkhoudende zandige klei (te Beernem en Brugge) aangetroffen. De totale dikte bedraagt 29 m te Brugge en Eeklo en 33 m te Beernem.

De top van de Groep van Landen komt voor op het peil -158 m te Beernem en Oostkamp, op ongeveer -200 m te Brugge (verschillende boringen) en op -222 m te Eeklo. De strekking van de top van de Groep van Landen is WNW-ESE en de hellingshoek naar het NNE bedraagt ongeveer 0,6 % (maar op dit kaartblad werd de top van deze Groep slechts op enkele plaatsen aangeboord).

1.3. Mesozoïcum

Het Mesozoïcum werd in een boring te Eeklo bereikt op het peil -251 m. Het bestond er uit 71,50 m wit krijt (van Campaniaan-ouderdom) met zwarte silexknollen. Aan de basis kwam 1,5 m groen zand met schistfragmenten van het Paleozoïcum voor. Te Beernem komt het over een dikte van 30,40 m voor vanaf het peil -189 m.

1.4. Paleozoïcum

Deze schistfragmenten zijn afkomstig van de verweerde top van het Paleozoïcum, die te Eeklo op het peil -322,50 m voorkomt. Er werden 43,50 m grijze gebroken schistlagen (met Cambrium-ouderdom) aangeboord en daaronder nog 3 m zeer harde kwartsiet (eveneens met Cambrium-ouderdom).

Te Beernem worden vanaf het peil -220 m eerst 89 m paarsblauwe schiefers (met Cambrium-ouderdom) aangeboord, daaronder 25 m schiefers afwisselend met grijsblauwe kwartsiet en zandsteen.

2. Ondiepe gegevens

2.1. Het Oud-Kwartair in het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem

Gedurende opeenvolgende erosiefasen in het Onder- en Midden-Pleistoceen werden de tertiaire sedimenten aan een zeer intense denudatie onderworpen (G. DE MOOR & W. DE BREUCK, 1964). Wegens de monoclinale bouw en de zachte noordnoordoost gerichte helling van de tertiaire lagen ontstond het asymmetrisch cuestareliëf van Oedelem-Zomergem (G. DE MOOR, 1960). Op deze sterk versneden cuestarug van de Leden van Asse en Ursel worden resten van oud-kwartair terrasgrind aangetroffen (R. MARECHAL et al., 1964). Het zijn fluvioperiglaciaire afzettingen uit de glaciaire Mindelperiode (R. TAVERNIER & G. DE MOOR, 1974).

Het heuvelgebied van Oedelem-Zomergem-Adegem vormde gedurende het Mindelglaciaal een brede confluentiezone van consequente waterlopen uit het Schelde- en Leiebekken. In de dalbodems rond het peil +30 m werd de klei-zandafwisseling van de Formatic van Maldegem aangesneden en met grindhoudende dalbodemsedimenten bedekt. Na het Mindelglaciaal heeft het reliëf zich vooral nog door dalinsnijding en algemene denudatie ontwikkeld. Door de verlaging van het algemeen insnijdingsoppervlak werd de cuesta vrijgemaakt en kreeg het heuvelgebied reeds vóór het begin van het Rissglaciaal het uitzicht van een versneden cuestarug. De steile hellingen van de heuvels zijn echter vooral het gevolg van de insnijding van de Vlaamse Vallei tijdens het Rissglaciaal. Door het terugschrijden van deze hellingen werden de terrasresten in het heuvelgebied verder gereduceerd (I. HEYSE, 1979).

2.2. Het Jong-Kwartair in de Vlaamse Vallei

Tijdens de glaciaire Rissperiode werd de zogenaamde Vlaamse Vallei (R. TAVERNIER, 1946; G. DE MOOR, 1963) voor het eerst duidelijk gevormd. Deze insnijding is niet continu doorgegaan maar is minstens tweemaal onderbroken geweest door fluvio-periglaciaire afzettingsfasen.

Gedurende een belangrijke insnijdingsfase bij het begin van de Eemperiode werd veel materiaal uit de Vlaamse Vallei weggevoerd en plaatselijk het tertiair substraat opnieuw aangesneden. In de daaropvolgende gematigde fase van het Eem, gekenmerkt door een stijgende zeespiegel, greep fluviatiele en estuariene sedimentatie plaats.

Ten gevolge van een koudere periode daalde de zeespiegel opnieuw in het begin van het Würmglaciaal. Dit ging gepaard met een belangrijke erosie waarbij de Eemsedimenten grotendeels werden geërodeerd. Er kwam een nieuw fluviatiel thalwegstelsel tot ontwikkeling. Gedurende het Würmpleniglaciaal domineerde fluvio-periglaciaire accumulatie. De sedimenten werden onder koude omstandigheden (permafrost) afgezet door noordwaarts gerichte verwilderde rivieren. Er ontstond een zwak hellend zandig opvallingsvlak met een typisch patroon van lage oeverwallen. Op het einde van het Würmpleniglaciaal werd het klimaat zeer droog en koud; door eolische werking werden de oudste dekzanden afgezet.

Op het einde van het Würmglaciaal of in het begin van het Würmtardiglaciaal sneden de zijtakken in de Vlaamse Vallei zich dieper in waardoor de grondwatertafel daalde. Niettegenstaande de geringe insnijdingsdiepte is ze vooral morfologisch merkbaar langs de randen tegen het heuvelgebied in het depressielandschap van Maldegem-Kleit. Door de algemene verdroging viel de fluviatiele werking echter nagenoeg stil. Hierdoor kreeg de eolische activiteit vat op het droog gevallen fluvio-periglaciair opvallingsvlak. Tijdens verschillende fasen greep er in het noordelijk deel van de Vlaamse Vallei accumulatie van eolisch zand plaats met de vorming van de complexe oost-west gerichte dekzandrug van Brugge-Maldegem-Stekene, die waarschijnlijk tijdens de Oude Dryas gestabiliseerd werd (onder andere ter hoogte van Sijsele-Donk). Op basis van palynologisch onderzoek komt C. VERBRUGGEN (1971) echter tot het besluit dat de dekzandrug van Maldegem-Stekene niet in het Würmtardiglaciaal is gevormd geworden maar als een Würmpleniglaciaal zandfront.

Gedurende de warmere fasen van het Würmtardiglaciaal (Bölling-Alleröd) viel de eolische activiteit grotendeels stil en werd de dekzandrug door een vegetatiedek gefixeerd. Tijdens deze fixatie ging evenwel plaatselijk nog verstuiwing door. De afvloei, die gepaard ging met een hernieuwde fluviatiele activiteit, werd in het noorden afgedamd door de continue dekzandrug. Ten zuiden ervan ontstonden moerassige zones (onder andere in het depressielandschap van Maldegem-Kleit), gunstig voor de vorming van biogene sedimenten (veen).

De daarop volgende koudere en drogere fase (Jonge Dryas) werd opnieuw gekenmerkt door eolisch zandtransport.

Door superpositie van verschillende dekzandruggen werd het ruglandschap van Maldegem geleidelijk opgebouwd tot een (enkele meters) hoger gelegen complexe rug.

Sommige beekvalleien afkomstig van het heuvelgebied van Oedelem-Zomergem werden afgeleid in oostelijke richting.

Dit is onder andere het geval ten zuiden van Maldegem-Donk, waar de Wittemoerwatergang als gevolg van een afdamming door de dekzandrug langs een doorbraakdal afgeleid werd naar het Edebekken (kaartblad Maldegem 13/3). Ten zuiden van Sijsele werd de Bergbeek westwaarts afgeleid en ontstond eveneens een oost-west verlopende beekdepressie (depressie van Maldegem-Dale).

Ten noorden van het ruglandschap van Maldegem komt het vlaklandschap van Eeklo voor dat correspondeert met het "afgeblazen" fluvio-periglaciair opvullingsvlak van de Würmsedimenten. Ten noorden van Maldegem-Donk liggen de gestabiliseerde dekzandruggen dicht bij elkaar en vormen een eolisch microreliëf, waartussen depressies gelegen zijn waarvan het oppervlak eveneens hoofdzakelijk bepaald werd door het fluvio-periglaciair opvullingspeil van de Würmsedimenten.

Gedurende het Holoceen werden de hoogste en droogste gedeelten van de dekzandruggen gedurende perioden van geringe begroeiing vatbaar voor eolische activiteit. Synchroon werden op korte afstand deflatiekommen (Maldegem-De Kroon) en duinen (Lentelust, ten westen van Maldegem, kaartblad Maldegem 13/3) in verschillende fasen opgebouwd. De antropogene ontginning heeft hierbij een rol gespeeld. Plaatselijk werden podzolen door stuifzand gefossiliseerd (voornamelijk in de Middeleeuwen). Gedurende het Subatlanticum werd de alluviatie en colluviatie sterk in de hand gewerkt door de ontbossing en bodembewerking die de waterhuishouding grondig wijzigden.

VI. TOEGEPASTE GEOLOGIE

1. Nuttige delfstoffen

Gemengd met de klei van het Lid van Aalbeke, wordt het zand van het Lid van Egem gebruikt in de bouwnijverheid. Dit zand werd vroeger plaatselijk aangewend in de wegenbouw. De (doorgaans) nummulietenrijke kalksteen is plaatselijk ook gebruikt geweest als bouwsteen.

De klei van het Lid van Merelbeke is geschikt voor de baksteennijverheid.

Het zand van het Lid van Vlierzele kan in de bouwnijverheid worden gebruikt. De zandsteen (veldsteen) werd vroeger plaatselijk aangewend als bouwsteen.

De klei van het Lid van Ursel is uitgebaat geworden voor de baksteenindustrie (Oedelem). Ook van de klei van het Lid van Zomergem is een uitbating door de baksteenindustrie gekend (argex bolletjes te Knesselare).

De klei van het Lid van Onderdijke kan aangewend worden voor de baksteenindustrie.

2. Hydrogeologie

Gezien zijn zeer heterogene samenstelling kan het kwartair sedimentpakket slecht doorlatend zijn of watervoerend, naargelang het meer kleiig, lemig of zandig is.

De kleilagen (Leden van Onderdijke, Zomergem, Ursel en Asse) en de dunne, min of meer kleiige zandlagen (Leden van Buisputten en Onderdale) van de Formatie van Maldegem zijn over het algemeen zeer slecht doorlatend. Het meer zandige deel van het Lid van Wemmel is watervoerend, evenals de Leden van Oedelem en Vlierzele (zelfs indien kleihoudende tussenlagen zouden voorkomen).

De zandhoudende klei van het Lid van Pittem is zeer slecht doorlatend; de klei van het Lid van Merelbeke is uiterst slecht doorlatend. Het zand uit het Lid van Egem daarentegen is watervoerend. Ondanks het feit dat de top van het Lid van Merelbeke de eigenlijke basis vormt van het grondwaterreservoir (E. VAN DYCK et al., 1984) onder het centrale deel van het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem, kan bij benadering de top van het Lid van Pittem voor het ganse kaartblad Brugge als de basis van het grondwaterreservoir worden aangenomen gezien zijn zeer slecht doorlatend karakter. Het Lid van Vlierzele vormt als meest doorlatende laag de onderste gedeeltelijk afgesloten watervoerende laag van het grondwaterreservoir, waarvan de Leden van Oedelem en Wemmel samen de bovenste gedeeltelijk afgesloten watervoerende laag vormen. De watervoerende laag van het Kwartair boven de Formatie van Maldegem is een freatische laag.

Het grondwater in de watervoerende lagen van de Leden van Vlierzele en Oedelem is over het algemeen matig zoet van het calciumcarbonaattypen. Het is tamelijk hard en vrij goed gebufferd. Het wordt gekenmerkt door hoge sulfaat-, ijzer- en mangaanconcentraties. Nitraat en nitriet zijn vrijwel afwezig maar ammonium is relatief belangrijk (E. VAN DYCK et al., 1984). De kwaliteit voldoet dus niet aan de wettelijke vereisten gesteld voor leidingwater.

Waar de watervoerende lagen niet door een beschermende kleilaag zijn bedekt, kan de waterkwaliteit door menselijke ingrepen worden beïnvloed, wat zich uit in chloride- en sulfaatconcentratietijgingen.

VII. EXCURSIEPUNTEN

Aangezien een groot gedeelte van het kaartblad Brugge wordt ingenomen door gebieden gekenmerkt door een dik kwartair dek (Vlaamse Vallei, Polders), zullen observatiepunten waar het Tertiair in ontsluitingen of groeven rechtstreeks kan waargenomen worden, beperkt blijven tot het heuvelcomplex Oedelem-Zomergem-Adegem, de noordrand van het Plateau van Tielt en hun onmiddellijke omgeving. Op het kaartblad Brugge (fig. 10, p. 52) zijn op dit ogenblik echter geen vermeldenswaardige ontsluitingen gekend zodat in de excursieroute enkel aandacht geschonken wordt aan de morfologische uitdrukking van de aanwezige tertiaire afzettingen in het landschap.

Het cuestafront Oedelem-Knesselare-Zomergem is de morfologische uitdrukking van de aanwezigheid van de kleilagen van de Formatie van Maldegem. Dit uit zich door de steile helling in de kleien van de Leden van Asse en Ursel bij het binnenrijden van Zomergem (punt 1) komende uit de richting Lovendegem. De aanwezigheid van de jongere kleilaag van het Lid van Zomergem uit de Formatie van Maldegem uit zich in de microcuesta's langs de baan van Rijvers (punt 2) over Veldhoek en Hoeke (punt 3; vallei van de Wagenmakersbeek) naar Onderdijke (Lid van Onderdijke) (punt 5). Te Buisputten (punt 4) komt in de oostflank van het heuvelcomplex een verlaten lokale uitbating voor van klei of kleiig zand. Ten noorden van De Kampel (hoogste punt) (punt 6) daalt de baan de erosierand af die de noordelijke begrenzing vormt van het heuvelcomplex met het overgangsgebied tussen de Polders en de Vlaamse Vallei. Vanuit het Blekkersgat (punt 7) kan deze erosierand duidelijk waargenomen worden. De top van het heuvelcomplex (met watertoren) wordt gevormd door het Lid van Onderdijke.

Ten zuiden van Maldegem-Kleit loopt de expresweg Maldegem- Aalter dwars door het versneden heuvelcomplex. De heuvel te Papinglo (punt 8) wordt gevormd door het Lid van Zomergem. Aan de linkerkant van de dreef naar Burkel (punt 9) ligt een verlaten groeve waar de klei van het Lid van Zomergem werd uitgebaat voor de productie van argexbolletjes.

Via Oostveld wordt Den Hoorn bereikt (punt 10), waar het Lid van Oedelem binnen het bereik van een handboor, onder een zeer dun kwartair dek ligt. De baan naar Oedelem bevindt zich op de grens tussen het cuestafront en de subsequente depressie van het kanaal Brugge-Gent aan de voet van het front. Ongeveer 500 m ten oosten van de kerk van Oedelem bevindt zich de sinds lang verlaten steenbakkerij (punt 11) waar de kleilagen van de Leden van Asse en Ursel werden ontgonnen. M. LERICHE beschrijft dit profiel in 1939.

Ten zuiden van Oedelem wordt het gebied met dun kwartair dek verlaten. Tussen Oedelem en Beernem wordt de depressie van het kanaal Brugge-Gent gekruist. Het Tertiair bestaat hier uit de Formaties van Aalter en Gent, bedekt door 5 m tot 10 m Kwartair.

Ten oosten van het St.-Amandusgesticht te Beernem bestond vroeger een kleine zandgroeve voor lokaal gebruik in de zanden van het Lid van Vlierzele, terwijl langs de insnijding van het kanaal Brugge-Gent te Sint-Joris eveneens kleine ontsluitingen van dit zand voorkomen. Bij de rechte trekking van het Kanaal te Warande (punt 12) waren de zanden van het Lid van Vlierzele zichtbaar, evenals de venige banden uit de humeuze top (Laag van Aalterbrugge), voor het eerst beschreven door A. HACQUAERT in 1939 (P. JACOBS, persoonlijke waarneming).

Langs het looppad van het kanaal komen verder te Aalter-Oostmolen (punt 13) zeer kleine ontsluitingen voor van de vroegere "zanden van Aalter" (verweringsfacies van het Lid van Oedelem), maar de meest gekende komt voor in de steile berm van een weide (punt 14) langs de spoorweg achter Aalter-Station, waar grote goed bewaarde exemplaren van *Cardita planicosta* kunnen worden gevonden. Bij werken voor de nieuwe kaaimuren van het station te Aalter (punt 15) in oktober 1991 waren de glauconiethoudende grijsgroene kleiige middelmatig fijne zanden van de Formatie van Aalter zichtbaar over een dikte van ongeveer 2 m. Het geheel was ontkalkt op een horizont met grote *Cardita planicosta* exemplaren na (P. JACOBS, persoonlijke waarneming).

Kaartblad 13 - Brugge

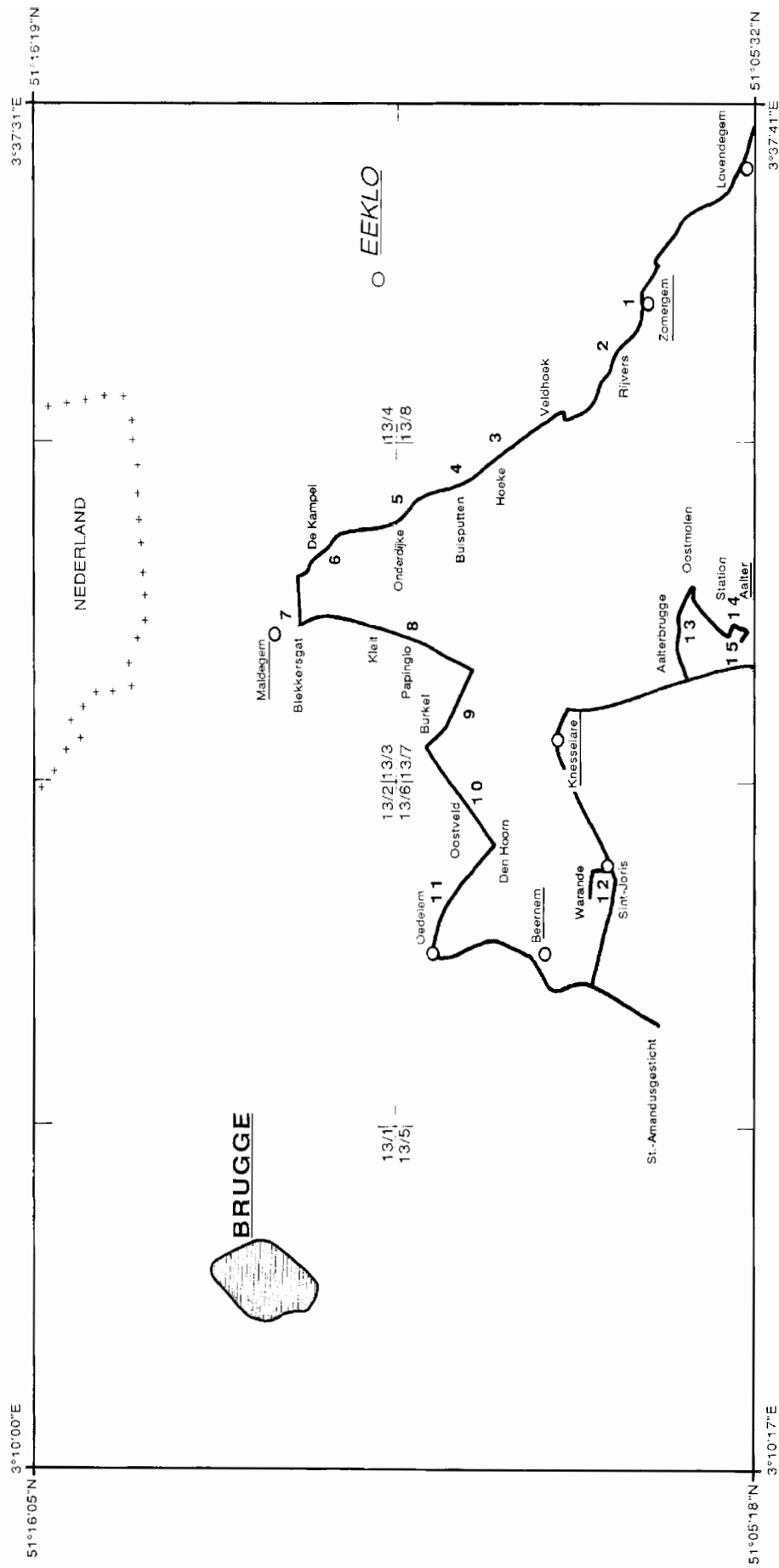


Fig. 10: Excursieroute.

REFERENTIES

BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST, Archief kaartbladen 13/1-8, Brussel.

DE BREUCK, W. & CNUUDE, J.P. (1977) - Verslag van de boringen en resultaten van de pompproeven ten behoeve van een watervoorziening van het provinciaal olympisch zwembad te Brugge. Rapport TGO 77/04, 8 p. + bijlagen. Rijksuniversiteit, Geologisch Instituut, Gent.

DE BREUCK, W., LEBBE, L., PIETERS, E., VAN BURM, P. & ZEuwTS, L. (1987) - Studie van de verzilting van het grondwater nabij de handelskom te Brugge. Rapport TGO 86/47, 41 p. + bijlagen. Rijksuniversiteit, Geologisch Instituut, Gent.

DE BREUCK, W., FOBE, B., LEBBE, L., STEURBAUT, E., VAN DYCK, E. & WALRAEVENS, K. (1989) - De boringen van Ursel en Maldegem. Bijdrage tot de kennis van het Eoceen in noordwest België. Prof. Paper, 236, 98 p.

DEDUYTSCHÉ, A. (1974) - Studie van enkele geomorfologische aspecten van het zuid-Brugse Dallandschap. Licentiaatsthesis, Rijksuniversiteit Gent, 58 p.

DE MOOR, G. (1960) - De depressie van het kanaal Gent-Brugge. Tijdschr. Belg. Ver. Aardr. Stud., 24, 283-319.

DE MOOR, G. (1963) - Bijdrage tot de kennis van de fysische landschapsvorming in Binnen-Vlaanderen. Tijdschr. Belg. Ver. Aardr. Stud., 32, 329-433.

DE MOOR, G. & DE BREUCK, W. (1964) - Geo-elektrisch onderzoek bij de geologische overzichtskartering van West-Vlaanderen. Natuurwet. Tijdschr., 46, 215-240.

DE MOOR, G. & GEETS, S. (1973) - Sedimentologie en litostratigrafie van de eocene afzettingen in het zuid-oostelijk gedeelte van de Gentse agglomeratie. Natuurwet. Tijdschr., 55, 129-192.

DEPRET, M. & WILLEMS, W. (1983) - A record in situ of *Nummulites laevigatus* (Brugière 1792) in sediments of Lutetian age in the area around Zeebrugge (NW-Belgium) and its stratigraphical consequences. Tertiary Research, 5 (1), 25-37.

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

DUMONT, A. (1839) - Rapport sur les travaux de la carte géologique pendant l'année 1839. Bull. Acad. roy. Sc. Lettr. Bruxelles, VI, 466-472.

DUMONT, A. (1851) - Note sur la position géologique de l'argile rupélienne et sur le synchronisme des formations tertiaires de la Belgique, de l'Angleterre et du Nord de la France. Bull. Acad. roy. de Belgique, 18 (2), 179-195.

FRANCOIS, J. (1984) - Geo-elektrische sonderingen en boorgatmetingen bij de geologische studie van het heuvelgebied te Maldegem-Ursel. Licentiaatsthesis, Rijksuniversiteit Gent, 53 p.

GEETS, S. (1979) - De overgang leperiaan-Paniseliaan in de streck van Roeselare en Tielt. Natuurwet. Tijdschr., 60, 41-69.

GULINCK, M. (1965) - Le passage du Bartonien au Rupélien dans la région Boom-Malines. Bull. Soc. belge Géol., 74, 115-119.

GULINCK, M. (1967) - Profils de l'Yprésien dans quelques sondages profonds de la Belgique. Bull. Soc. belge Géol., 76, 108-113.

- GULINCK, M. (1969) - Le sondage de Kallo (au nord-ouest d'Anvers). I. Coupe résumée des terrains traversés au sondage de Kallo et profil géologique NS passant par Woensdrecht-Kallo-Halle. Mém. expl. Cartes géol. min. Belg., 11, 3-7.
- GULINCK, M. & HAERT, CQUAA. (1954) - L'Eocène. In : Prodrome d'une description géologique de la Belgique, 451-493. H. Vaillant & Carmanne, Liège.
- HACQUAERT, A. (1939) - De overgang van Ieperiaan tot Lutetiaan te Aalter (Kanaal). Natuurwet. Tijdschr., 21, 323-325.
- HEDBERG, H.D. (ed.) (1976) - International Stratigraphic Guide - A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Procedure. Wiley - Interscience Publication, 200 p.
- HEYSE, I. (1979) - Bijdrage tot de geomorfologische kennis van het noordwesten van Oost-Vlaanderen (België). Verhand. Koninkl. Acad. Wetensch. Letter. Schone Kunsten België, Klasse Wet., Brussel, XLI, 155, 229 p.
- JACOBS, P. (1975) - Bijdrage tot de litostratigrafie van het Boven-Eoceen en het Onder-Oligoceen in noordwest België. Doctoraatsthesis, Rijksuniversiteit Gent, 182 p. en bijlagen.
- JACOBS, P. (1978) - Litostratigrafie van het Boven-Eoceen en van het Onder-Oligoceen in Noordwest België. Prof. Paper, 151, 92 p.
- JACOBS, P. & GEETS, S. (1977) - Nieuwe ontwikkelingen in de kennis van het Boven-Paniseliaan. Natuurwet. Tijdschr., 59, 57-93.
- KAASSCHIETER, J.P.H. (1961) - Foraminifera of the Eocene of Belgium. Verh. Kon. Belg. Inst. Natuurwet., 147, 271 p.
- LABORATORIUM TOEGEPASTE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE. Archief kaartbladen 13/1-8. Geologisch Instituut, Rijksuniversiteit Gent.
- LERICHE, M. (1912) - L'Eocène des bassins parisien et belge (livret-guide de la réunion extraordinaire de la Soc. Géol. de France). Bull. Soc. Géol. France, sér. 4, 12, 692-807.
- LERICHE, M. (1939) - Un gîte fossilifère dans le Bartonien du Meetjesland (Pays d'Eecloo) et sur le sens à donner au nom du Bartonien. Ann. Soc. géol. Belg., 62, 552-559.
- MARECHAL, R., DE MOOR, G., DE BREUCK, W. & VERHEYE, W. (1964) - Geologie - Survey voor het streekplan West-Vlaanderen. Geologisch Instituut, Rijksuniversiteit Gent, 54 p.
- MARECHAL, R. & LAGA, P. (ed.) (1988) - Voorstel lithostratigrafische Indeling Paleogeen. Nationale Commissies voor Stratigrafie. Commissie : Tertiair. 208 p. Belg. Geol. Dienst, Brussel.
- MOSTAERT, F. (1985) - Bijdrage tot de kennis van de kwartairgeologie van de oostelijke kustvlakte op basis van sedimentologisch en lithostratigrafisch onderzoek. Doctoraatsthesis, Rijksuniversiteit Gent, 351 p. + bijlagen.
- MOURLON, M. (1873) - Géologie. In : VAN BEMMEL, E. (ed.). Patria Belgica, première partie. Belgique physique, 95-192. Bruylant-Cristophe, Bruxelles.
- MOURLON, M. (1880) - Géologie de la Belgique, t. I, 317 p.
- MOURLON, M. (1887) - Sur une nouvelle interprétation de quelques dépôts tertiaires. Bull. Acad. roy. Sc. Lettr., sér. 3, XIV, 15-19.
- NOLF, D. (1973) - Stratigraphie des Formations du Panisel et de Den Hoorn (Eocène Belge). Bull. Soc. belge de Géol., 81 (1-2) (1972), 75-92.

- RAMMELAERE, M. (1981) - Structurele morfologie en kwartaire afzettingen in het Bekken van de Waardamme. Licentiaatsthesis, Rijksuniversiteit Gent, 73 p.
- RUTOT, A. (1895) - Carte géologique de la Belgique. Planchettes XIII, 1-8, Institut cart. milit., Bruxelles.
- RUTOT, A. & VINCENT, E. (1879) - Coup d'oeil sur l'état actuel de l'avancement des connaissances géologiques relatives aux terrains tertiaires de la Belgique. Ann. Soc. géol. Belg., 6, M 69-155.
- RIJKSINSTITUUT VOOR GRONDMECHANICA, Archief kaartbladen 13/1-8, Gent.
- SANDERS, J. (1988) - Bodemkaart van België - Verklarende tekst bij het kaartblad Moerkerke 23E. 219 p. IWONL, Brussel.
- STEURBAUT, E. & NOLF, D. (1989) - The stratotype of the Aalter Sands (Eocene of NW Belgium) : stratigraphy and calcareous nannoplankton. Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol., 26 (1), 11-28.
- 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 compiler), Newsl. Stratigr., 8 (3), 236-237.
- TAVERNIER, R. (1946) - L'évolution du Bas-Escaut au Pléistocène supérieur. Bull. Soc. belge Géol., IV, 106-125.
- TAVERNIER, R. & DE MOOR, G. (1974) - L'évolution du bassin de l'Escaut. In : L'évolution quaternaire des bassins fluviaux de la Mer du Nord méridionale, 159-233. Cent. Soc. géol. Belg., Liège.
- TAVERNIER, R. & MARECHAL, R. (1958) - Carte des associations de sols de la Belgique. Pédologie, VIII, 134-182.
- TAVERNIER, R. & MARECHAL, R. (1959) - De bodemassociatiekaart van België. Natuurwet. Tijdschr., 41, 161-204.
- VAN DYCK, E., LEBBE, L. & WALRAEVEN, K. (1984) - Hydrogeologische studie van de Ledo-Paniseliaanlaag onder het Drongengoed te Ursel (Knesselare). Rapport TGO 81/09, Geologisch Instituut, Rijksuniversiteit Gent.
- VAN STEELANDT, P. (1971) - Geologisch onderzoek bij het afbakenen van zandwinningszones in het Brugse. Licentiaatsthesis, Rijksuniversiteit Gent, 78 p.
- VERBRUGGEN, C. (1971) - Postglaciale landschapsgeschiedenis van Zandig Vlaanderen. Botanische, ecologische en morfologische aspecten op basis van palynologisch onderzoek. Doctoraatsthesis, Rijksuniversiteit Gent, 440 p.
- VERHEYE, J. (1986) - Bijdrage tot de kennis van het Eoceen van de streek van Aalter. Licentiaatsthesis, Rijksuniversiteit Gent, 135 p.
- VINCENT, E. (1887) - Sur quelques coupes visibles sur le territoire de la planchette de Saventhem. Ann. Soc. roy. Malac. Belg., XXII, 40-46.

Lijst van de figuren en de tabellen

Fig. 1 - Kaartblad Brugge: administratieve indeling en verkeerswegen	2
Fig. 2 - Kaartblad Brugge: natuurlijke streken, topografie en hydrografie	3
Fig. 3 - Localisatie van de waarnemingspunten	8
Fig. 4 - Isohypsen van het bovenvlak van de tertiaire afzettingen	10
Fig. 5 - Driedimensionale voorstelling van het reliëf van het bovenvlak van de tertiaire afzettingen op de deelkaartbladen Knesselare-Zomergem	11
Fig. 6 - Isopachen van het Kwartair	13
Fig. 7 - Isohypsenkaart van de basis van het Lid van Asse	14
Fig. 8 - Geologische kaart	15
Fig. 9 - Profielen	26
Fig.10 - Excursieroute	34
Tabel 1 - Indeling van het kaartblad Brugge	1
Tabel 2 - Aantal gegevens per deelblad op het kaartblad Brugge	9
Tabel 3 - Lithostratigrafische kolom van het Tertiair met chronostratigrafische verwijzingen en met de op het kaartblad Brugge voorkomende eenheden	20