

TOELICHTINGEN BIJ DE
GEOLOGISCHE KAART VAN BELGIE
VLAAMS GEWEST

KAARTBLAD 15
ANTWERPEN



TOELICHTINGEN BIJ DE
GEOLOGISCHE KAART VAN BELGIE
VLAAMS GEWEST

KAARTBLAD 15
ANTWERPEN
SCHAAL 1:50.000

Kaart en tekst opgemaakt door:

Patric Jacobs, Tim Polfliet, Marleen De Ceukelaire & Geert Moerkerke
Geologisch Instituut - Universiteit Gent

Eindredactie

Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
Belgische Geologische Dienst

Koninklijk Belgisch Instituut voor
Natuurwetenschappen
Belgische Geologische Dienst

Jennerstraat 13
B-1000 BRUSSEL

Vlaamse overheid
Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
Afdeling Land en Bodembescherming,
Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen
Koning Albert II-laan 20 bus 20
B-1000 BRUSSEL

2010
ISSN 1370-3803

Patric Jacobs, Tim Polfliet, Marleen De Ceukelaire & Geert Moerkerke, UGent, 2010, Kaartblad 15 Antwerpen.
Toelichtingen bij de geologische kaart van België - Vlaams Gewest. Belgische Geologische Dienst en Departement LNE,
Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen, Brussel. 60 p., 34 fig., 7 tab.

Lijst van de bijlagen bij de geologische kaart op schaal 1:50.000 (gedrukt in 2000):

Profielen 1, 2, 3, 4 en 5 bij kaartblad 15 Antwerpen

Overlegfolie 1: Lokalisatie van de waarnemingspunten

Overlegfolie 2: Isohypsenvan het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen

Overlegfolie 3: Diktekaart van het Quartair

Overlegfolie 4: Isohypsenvan de top van de Formatie van Boom, onder de Tertiaire dekklagen

Overlegfolie 5: Isohypsenvan de basis van de Formatie van Boom

Overlegfolie 6: Isohypsenvan de basis van de Formatie van Maldegem

Prijs 37,20 EURO + portkosten
Verkoop geologische kaarten en toelichtingen:

Belgische Geologische Dienst
Jennerstraat 13
B-1000 Brussel
tel (32) 2 7887601 - fax (32) 2 6477359
email: BGD@natuurwetenschappen.be of
bestellingen@natuurwetenschappen.be
www.natuurwetenschappen.be/institute/structure/geology/
gsb_website/products/geolmaps

Vlaamse overheid
Departement LNE
Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond,
Natuurlijke Rijkdommen (ALBON)
Koning Albert II laan 20 bus 20
B-1000 BRUSSEL
tel (32) 2 5534641 - fax (32) 2 5532760
<http://publicaties.vlaanderen.be>

Verantwoordelijke uitgever
Camille PISANI
Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
Vautierstraat 29
B-1000 Brussel

Drukwerk: Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie

‘De Belgische Geologische Dienst en ALBON zijn niet verantwoordelijk voor de nauwkeurigheid van de inhoud en voor de interpretatie, meningen en beweringen in dit boek; de verantwoordelijkheid ligt bij de auteurs. Deze publicatie is gebaseerd op de originele teksten van 2002, die aangevuld en verbeterd werden waar nodig door de verantwoordelijke uitgever in 2010.’

INHOUDSTAFEL

1	INLEIDING.....	5
1.1	ALGEMEEN	5
1.2	GEMEENTEN OP HET KAARTBLAD ANTWERPEN	6
1.3	VERKEERS- EN WATERWEGEN	7
1.4	LANDSCHAPSKENMERKEN.....	8
2	OPBOUW VAN HET GEOLOGISCH GEGEVENSBESTAND.....	10
2.1	ORIGINE VAN DE GEGEVENS	10
2.2	AANTAL EN VERSPREIDING VAN DE GEOLOGISCHE WAARNEMINGEN	11
2.3	SOORTEN WAARNEMINGEN	11
2.3.1	<i>Boringen</i>	11
2.3.2	<i>Ontsluitingen</i>	11
2.3.3	<i>Sonderingen</i>	11
2.4	VERWERKING VAN DE GEOLOGISCHE GEGEVENS TOT EEN GEOLOGISCHE KAART	12
3	GEOLOGISCHE KAART	13
3.1	INLEIDING.....	13
3.2	HISTORIEK	13
3.3	KAARTEN	14
3.3.1	<i>Lokalisatie van de waarnemingspunten</i>	14
3.3.2	<i>Reliëfkaart van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen</i>	14
3.3.3	<i>Diktekaart van het Quartair</i>	14
3.3.4	<i>Isohypsenvan belangrijke grensvlakken</i>	16
3.3.5	<i>Geologische kaart</i>	18
3.4	LITHOSTRATIGRAFISCHE LEGENDE.....	20
4	LITHOSTRATIGRAFIE	22
4.1	STRATIGRAFISCHE TABEL.....	22
4.2	FORMATIE VAN LILLO	22
4.3	FORMATIE VAN KATTENDIJK.....	24
4.4	FORMATIE VAN DIEST.....	25
4.4.1	<i>Lid van Deurne</i>	25
4.5	FORMATIE VAN BERCHEM.....	25
4.5.1	<i>Lid van Antwerpen</i>	25
4.5.2	<i>Lid van Kiel</i>	25
4.5.3	<i>Lid van Edegem</i>	25
4.6	FORMATIE VAN BOOM.....	26
4.6.1	<i>Lid van Putte</i>	26
4.6.2	<i>Lid van Terhagen</i>	26
4.6.3	<i>Lid van Belsele-Waas</i>	27
4.7	FORMATIE VAN ZELZATE.....	27
4.7.1	<i>Lid van Ruisbroek</i>	28
4.7.2	<i>Lid van Watervliet</i>	28

4.7.3	<i>Lid van Bassevelde</i>	28
4.8	FORMATIE VAN MALDEGEM	28
4.8.1	<i>Lid van Onderdijke</i>	28
4.8.2	<i>Lid van Buisputten</i>	28
4.8.3	<i>Lid van Zomergem</i>	29
4.8.4	<i>Lid van Onderdale</i>	29
4.8.5	<i>Lid van Ursel</i>	29
4.8.6	<i>Lid van Asse</i>	29
4.8.7	<i>Lid van Wemmel</i>	29
4.9	VOORBEELDEN	30
4.10	PROFIELEN	32
4.11	DIEPERE GEOLOGIE	36
4.11.1	<i>Formatie van Lede</i>	36
4.11.2	<i>Formatie van Gentbrugge</i>	36
4.11.3	<i>Formatie van Tielt</i>	36
4.11.4	<i>Formatie van Kortrijk</i>	37
4.11.5	<i>Landen Groep</i>	37
4.11.6	<i>Krijt</i>	37
4.11.7	<i>Het Paleozoïcum</i>	39
5	TOEGEPASTE GEOLOGIE	41
5.1	NUTTIGE DELFSTOFFEN	41
5.2	HYDROGEOLOGIE	41
5.3	GEOFYSISCH BOORGATMETINGEN	42
5.3.1	<i>Resistiviteitsmeting (lange en korte normaal, 'LN' en 'SN')</i>	42
5.3.2	<i>Puntweerstand 'PW'</i>	42
5.3.3	<i>Natuurlijke gamma 'γ'</i>	42
5.3.4	<i>Voorbeeld</i>	43
5.4	GEOTECHNIEK	44
6	EXCURSIE	48
7	OVERIGE ISOHYPSENKAARTEN	52
7.1	FORMATIE VAN LILLO	52
7.2	FORMATIE VAN DIEST	52
7.3	FORMATIE VAN BERCHEM - LID VAN TERHAGEN	52
7.4	FORMATIE VAN ZELZATE	53
7.5	FORMATIE VAN LEDE	53
8	REFERENTIELIJST	54
	LIJST MET FIGUREN	58
	LIJST MET TABELLEN	59

1 INLEIDING

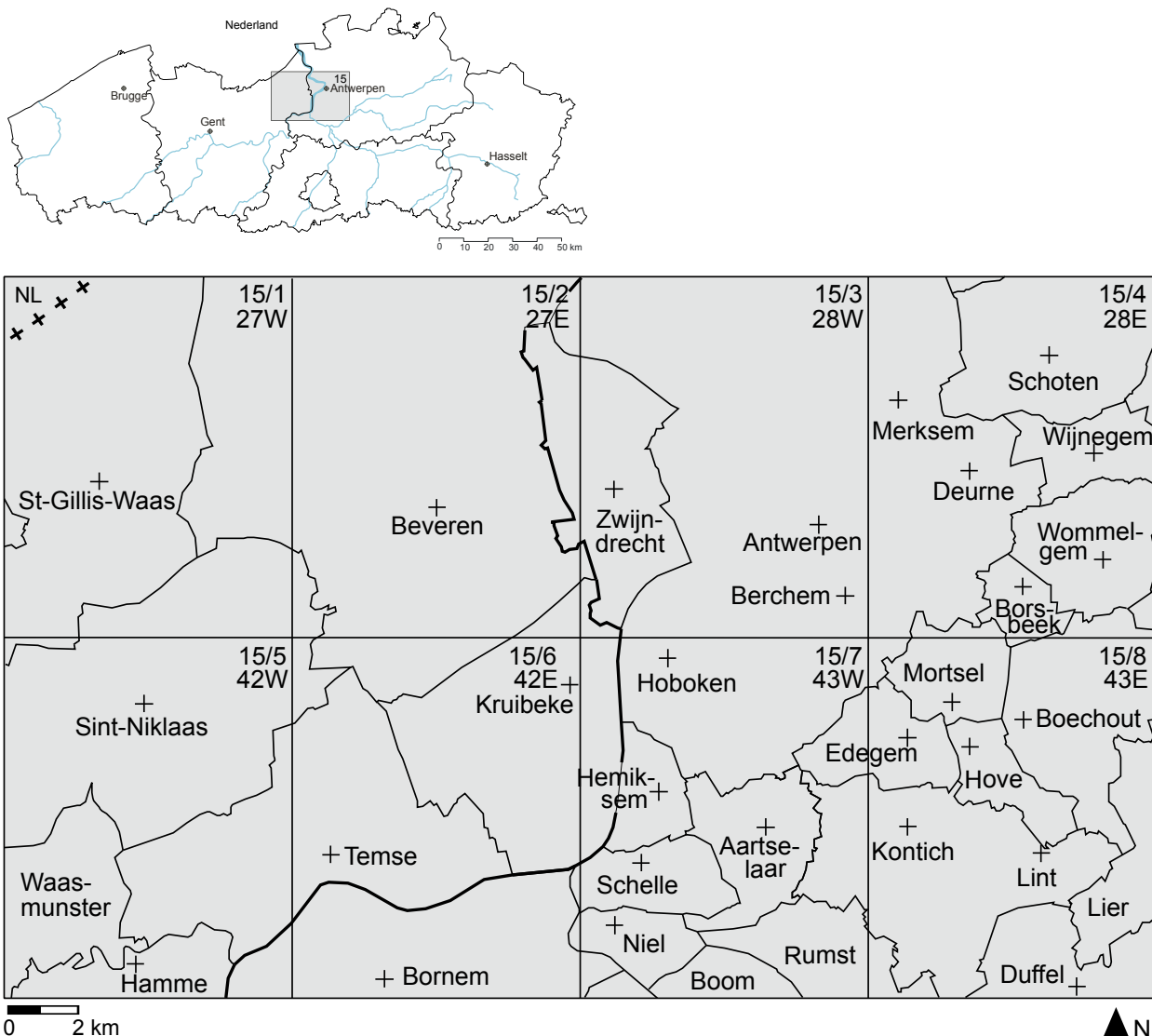
1.1 Algemeen

Het kaartblad Antwerpen (1:50.000, kaartblad 15, Nationaal Geografisch Instituut, Brussel, 1987) is samengesteld uit 8 delen (1:10.000) met elk een oppervlakte van nagenoeg 8000 ha. In tabel 1 zijn per deelkaartblad de naam, de nummering en de benaderde Lambert-coördinaten van de linker onderhoek en rechter bovenhoek opgenomen. In figuur 1 is de onderlinge ligging van de verschillende kaartbladdelen weergegeven.

Tabel 1: Indeling van het kaartblad Antwerpen.

Indeling	Topo-kaart	Bodem-kaart	hoek links onder (Lambert coörd.)	hoek rechts boven (Lambert coörd.)
Sint-Gillis-Waas	15/1	27W	130025; 208175	138025; 218175
Beveren	15/2	27 E	138025; 208175	146025; 218175
Antwerpen	15/3	28W	146025; 208175	154025; 218175
Borgerhout	15/4	28 E	154025; 208175	162025; 218175
Sint-Niklaas	15/5	42W	130025; 198175	138025; 208175
Temse	15/6	42 E	138025; 198175	146025; 208175
Hoboken	15/7	43W	146025; 198175	154025; 208175
Kontich	15/8	43 E	154025; 198175	162025; 208175

Fig. 1: Situering (bovenaan) en indeling (onderaan) van het kaartblad Antwerpen.



1.2 Gemeenten op het kaartblad Antwerpen

Tabel 2 geeft een overzicht van de gemeenten die deel uitmaken van het kaartblad Antwerpen. De eerste kolom vermeldt de naam van de deelgemeente; in de tweede kolom wordt aangegeven op welk deelblad de kern van de gemeente voorkomt; de derde kolom geeft de naam van de fusiegemeente weer.

Tabel 2: Gemeenten op het kaartblad Antwerpen.

Gemeente	Kaartblad	Fusiegemeente
A Aartselaar	15/7	Aartselaar
Antwerpen	15/4-5	Antwerpen
B Bazel	15/6	Kruibeke
Belsele	15/5	Sint-Niklaas
Berchem	15/4	Antwerpen
Beveren	15/2	Beveren
Boechhout	15/8	Boechhout
Boom	23/4	Boom
Borgerhout	15/3-4	Antwerpen
Bornem	15/6	Bornem
Borsbeek	15/4	Borsbeek
Brasschaat	7/8	Brasschaat
Burcht	15/3	Zwijndrecht
D De Klinge	15/1	Sint-Gillis-Waas
Deurne	15/4	Antwerpen
Duffel	15/8	Duffel
E Edegem	15/8	Edegem
Elversele	15/5	Temse
H Haasdonk	15/6	Beveren
Hamme	15/5	Hamme
Hemiksem	15/7	Hemiksem
Hingene	15/6	Bornem
Hoboken	15/5	Antwerpen
Hove	15/8	Hove
K Kallo	15/2	Beveren
Kontich	15/8	Kontich
Kruibeke	15/7	Kruibeke

L Lier	16/7	Lier
Lint	15/8	Lint
M Meerdonk	15/1	Sint-Gillis-Waas
Melsele	15/2	Beveren
Merksem	15/4	Antwerpen
Mortsel	15/8	Mortsel
N Niel	15/7	Niel
Nieuwkerken-Waas	15/1	Sint-Niklaas
R Ranst	16/5	Ranst
Reet	15/7	Rumst
Ruisbroek	23/3	Puurs
Rumst	23/4	Rumst
Rupelmonde	15/6	Kruibeke
S Schelle	15/7	Schelle
Schilde	16/1	Schilde
Schoten	15/4	Schoten
Sint-Niklaas	15/5	Sint-Niklaas
Steendorp	15/6	Temse
T Temse	15/6	Temse
Tielrode	15/5	Temse
V Vremde	15/5	Boechhout
W Waarloos	15/8	Kontich
Waasmunster	15/5	Waasmunster
Weert	15/5	Bornem
Wijnegem	15/4	Wijnegem
Wilrijk	15/7	Antwerpen
Wommelgem	15/4	Wommelgem

1.3 Verkeers- en waterwegen

Een overzicht van de belangrijkste verkeers- en waterwegen op het kaartblad Antwerpen is weergegeven in tabel 3.

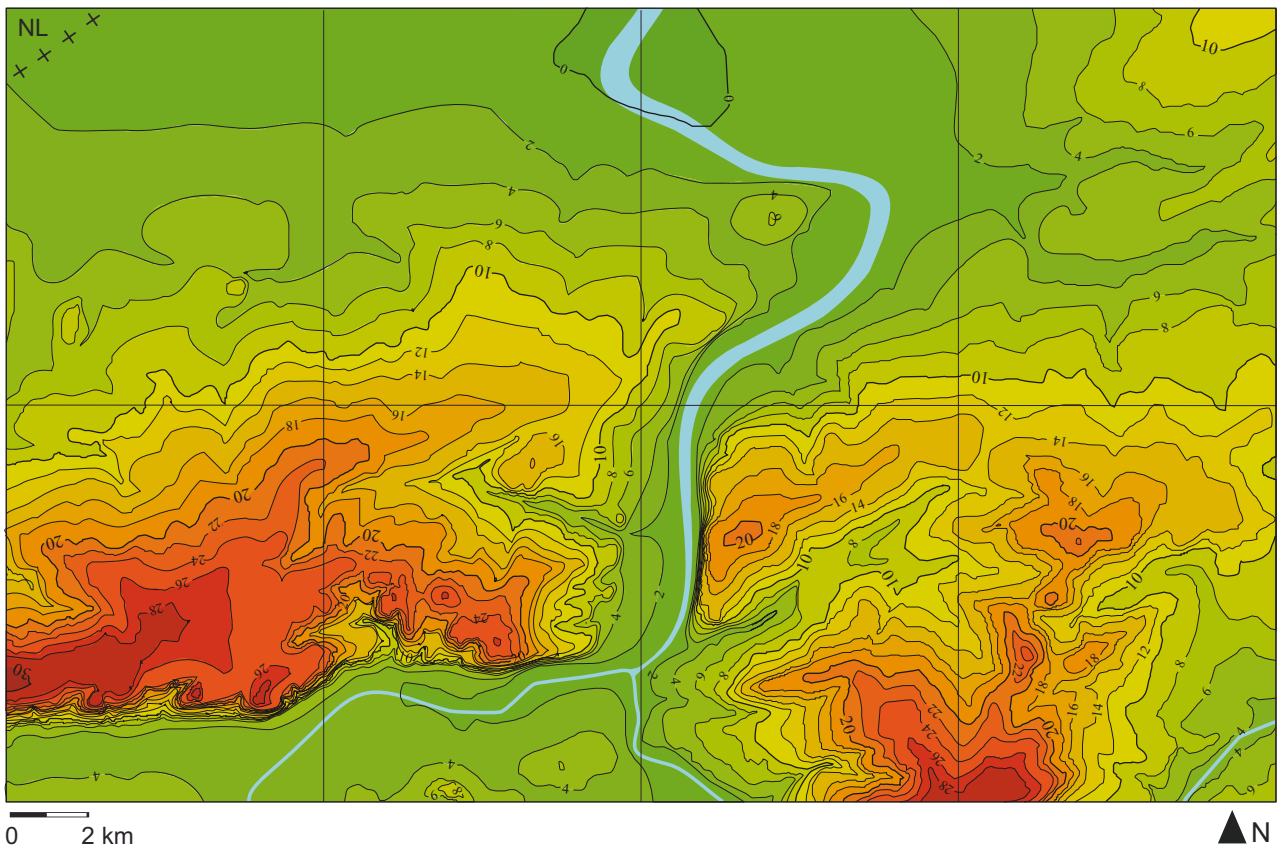
Tabel 3: Overzicht van de belangrijkste verkeers- en waterwegen op het kaartblad Antwerpen.

Autosnelwegen	Autosnelweg E17: Autosnelweg E34: Autosnelweg E313: Autosnelweg A12: Autosnelweg A19: Gewestweg N16: Gewestweg N49: R1:	Breda - Antwerpen - Gent Antwerpen - Eindhoven Antwerpen - Luik Bergen op Zoom - Antwerpen - Brussel Antwerpen - Mechelen - Brussel Sint-Niklaas - Mechelen Antwerpen - Knokke Ringweg Antwerpen
Spoorwegen	Spoorlijn 52: Spoorlijn 25/27: Spoorlijn 15: Spoorlijn 12: Spoorlijn 59: Spoorlijn 54: Spoorlijn 13:	Antwerpen - Boom - Puurs Antwerpen - Brussel Antwerpen - Lier - Leuven Antwerpen - Roosendaal Antwerpen - Sint-Niklaas - Gent Sint-Niklaas - Mechelen Lier - Kontich
Waterwegen	Albertkanaal Durme Havendokken Antwerpen Nete Rupel Schelde Schotenvaart Vliet Zeekanaal Brussel-Schelde	

1.4 Landschapskenmerken

De topografie op het kaartblad Antwerpen is weergegeven in figuur 2. Deze topografie is afkomstig van het Digitaal Terrein Model (DTM) niveau 2 van het Nationaal Geografisch Instituut. Alle hoogten in de tekst worden steeds opgegeven in m TAW. In de tekst wordt regelmatig gebruik gemaakt van de vermelding 'op een peil van' of 'op een diepte van'. Wanneer de term 'peil' of 'hoogte' wordt gebruikt, wordt hiermee bedoeld de absolute hoogte: de waarde is dus aangegeven in meter TAW (Tweede Algemene Waterpassing). Wanneer de term 'diepte' wordt gebruikt, dan wordt daarmee bedoeld de diepte ten opzichte van het maaiveld. Bij het gebruik van een negatief getal gaat het om een peil in meter TAW.

Fig. 2: Topografie van kaartblad 15 - Antwerpen.



Landschappelijk kan het kaartblad in verschillende delen opgesplitst worden.

Het noordwesten van het kaartblad bestaat uit polders met een gemiddelde hoogte van +1 tot +4 m TAW. Hier komt laaggelegen weide- en akkerland voor in een open landschap. Dit poldergebied, dat nog intact te zien is op de linker Scheldeoever, heeft op de rechter Scheldeoever plaats moeten maken voor industrie- en havenactiviteiten ten noorden van Antwerpen.

Ten zuiden van het Poldergebied en ten westen van de Schelde bevindt zich de Wase Cuesta (fig. 3). De Wase Cuesta heeft in het zuiden een steil hellend cuestafront, plaatselijk ingesneden door enkele noord-zuid gerichte beken en is begrensd door de Schelde en de Durme. In noordelijke richting helt de cuesta licht af.

Kenmerkend voor deze noordelijke cuestahelling zijn bolle akkers en velden, ontstaan door het diep uitgraven van de grachten tussen de percelen om de afwatering te kunnen garanderen in een gebied waar de Boomse klei op vrij geringe diepte voorkomt.

De maximale hoogte van de Wase Cuesta bedraagt ongeveer +25 tot +30 m TAW.

Ten oosten van de Wase Cuesta, in het Land van Boom, komt de Boomse Cuesta voor. De Boomse Cuesta is in het zuiden begrensd door de Rupel en in het westen door de Schelde in het doorbraakdal van Hoboken. De maximale hoogte van de Boomse Cuesta bedraagt +30 m. Langs de zuidelijke en westelijke rand van de cuesta is de topografie sterk veranderd door de intensieve ontginning van de kleiige afzettingen van de Formatie van Boom voor de baksteenindustrie.

Boven op de cuesta komen nog Miocene afzettingen van de Formatie van Berchem voor.

De zuidelijke rand van het kaartblad - het gebied ten zuiden van de Schelde, de Rupel, de Nete en de Durme - maakt deel uit van een oostelijke uitloper van de Vlaamse vallei. De topografie stijgt hier van +0,5 m à +2 m in

de Scheldepolders tot +10 m op de stuifzandruggen. Plaatselijk zijn nog landduinen terug te vinden, maar vaak zijn deze door antropogene activiteiten genivelleerd of slechts met moeite in het landschap te ontwaren. Helemaal in het noordoosten van het kaartblad komt nog een klein gebied voor dat tot de Antwerpse Kempen kan gerekend worden. Het heeft een topografie van ongeveer +10 m en bestaat uit dekzanden. Het gebied is begrensd door de Scheldepolders en het Klein Schijn.

Fig. 3: De Wase Cuesta te Temse, waargenomen vanaf de rechter Scheldeoever te Weert - Bornem.



2 OPBOUW VAN HET GEOLOGISCH GEGEVENSBESTAND

2.1 *Origine van de gegevens*

Voor het opmaken van de geologische kaart worden geologische data zoals boorbeschrijvingen en druksonderingen gebruikt. Deze geologische basisinformatie kan naar origine ingedeeld worden in drie categorieën:

1. archiefgegevens van de Belgische Geologische Dienst;
2. de bibliotheek en archieven van het Geologisch Instituut van de Universiteit Gent;
3. archiefgegevens van het voormalige departement Leefmilieu en Infrastructuur, afdeling Geotechniek, huidige afdeling Geotechniek van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken.

De gegevens van de Belgische Geologische Dienst (BGD-KBIN) bestaan uit waarnemingen verzameld over een periode van meer dan honderd jaar. De gegevens bevatten eigen waarnemingen, waaronder de veldwerkgegevens voor de opname voor de geologische kaart op 1:40.000 (Mourlon, 1894a, b & 1895a, b), maar ook boorbeschrijvingen afkomstig van boorbedrijven. Een deel van de BGD-gegevens bestaat uit waarnemingen uitgevoerd door de afdeling Geotechniek en door de voormalige afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie (ANRE) van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, huidige afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen (ALBON) van het departement Leefmilieu, Natuur en Energie van de Vlaamse overheid.

De geologische waarnemingen in het karteringsgebied bestaan vooral uit gegevens van de Belgische Geologische Dienst. De kwaliteit van deze gegevens wisselt van excellent (waarnemingen door een geoloog of in functie van geotechnisch onderzoek) tot pover (sommige waarnemingen van boorbedrijven).

De gegevens uit de archieven van het Geologisch Instituut zijn waarnemingen afkomstig uit thesissen of ander onderzoek dat door de Universiteit Gent (voormalige RUG, nu UGent) in het karteringsgebied is verricht. De gegevens zijn doorgaans van hoge kwaliteit.

De archieven van de afdeling Geotechniek bevatten boorbeschrijvingen, sonderingsgegevens en allerlei sedimentanalyses. Boorbeschrijvingen uitgevoerd in functie van geotechnisch onderzoek zijn meestal van goede kwaliteit. Vooral in de stad Antwerpen zijn heel veel gegevens beschikbaar uit geotechnisch onderzoek bij uitvoering van grote infrastructuurwerken zoals de havenuitbreiding, de constructie van de premetro en de Kleine Ring.

Alle verzamelde ondergrondgegevens zijn samengebracht in een databank die een eenvoudige en uniforme verwerking van de geologische gegevens en geologische interpretaties toelaat.

De databankstructuur is deze die door de afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap als leidraad is genomen voor de volledige geologische kartering van Vlaanderen. De databankstructuur groepeerde de geologische waarnemingen per deelkaartblad en is ontworpen door het Geologisch Instituut van de Universiteit Gent. Voor meer details over de opbouw en de werking van de databank wordt verwezen naar het eindverslag 'Pilotproject Geologische Databank' (Sevens, De Ceukelaire & Jacobs, 1995).

De gegevens van deze databank zijn sinds 2002 opgenomen in Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) en kunnen via het internet opgevraagd worden op <http://dov.vlaanderen.be/>. In deze toelichtingstekst zijn naast de BGD-nummers van de boringen ook telkens de DOV-proefnummers weergegeven.

2.2 Aantal en verspreiding van de geologische waarnemingen

In tabel 4 is een gedetailleerd overzicht gegeven van de herkomst en het aantal waarnemingen per deelkaartblad. Meer dan 90% van het totaal aantal gegevens gebruikt voor de opmaak van de kaart is afkomstig van de Belgische Geologische Dienst.

Tabel 4: Overzicht van het aantal waarnemingen gebruikt voor de opmaak van de geologische kaart Antwerpen (15). Per deelkaartblad zijn het aantal waarnemingen naar origine en het totaal aantal waarnemingen weergegeven.

Deel- kaartblad	Aantal waarnemingen			
	BGD*	RUG*	RIG*	Totaal
15/1	157	53	0	210
15/2	245	1	2	248
15/3	841	20	0	861
15/4	745	15	0	760
15/5	457	122	0	579
15/6	388	50	0	438
15/7	394	11	1	406
15/8	258	0	1	259
Totaal	3485	272	4	3761

* Aantal gegevens afkomstig van de Belgische Geologische Dienst (BGD), het Geologisch Instituut van de Universiteit Gent (RUG) en de afdeling Geotechniek, vroeger Rijksinstituut voor Grondmechanica (RIG).

2.3 Soorten waarnemingen

2.3.1 Boringen

Veruit het grootste deel van de gebruikte waarnemingen bestaat uit boorgegevens. Boringen uitgevoerd in functie van geologisch en geotechnisch onderzoek zijn de best beschikbare data. Spoelboringen in functie van grondwaterwinningen geven vaak maar een summier beschrijving van de aangeboorde aardlagen. Spoelboringen aangevuld met gegevens van paleontologisch onderzoek kunnen echter heel bruikbaar zijn; er treedt echter vaak een contaminatie op van de monsters en de monsternamen gebeurt dikwijls met grote diepteintervallen.

Bij enkele boringen zijn ook boorgatmetingen uitgevoerd. De combinatie van geofysische boorgatmetingen met boorbeschrijvingen laten een meer nauwkeurige interpretatie van de stratigrafie toe.

2.3.2 Ontsluitingen

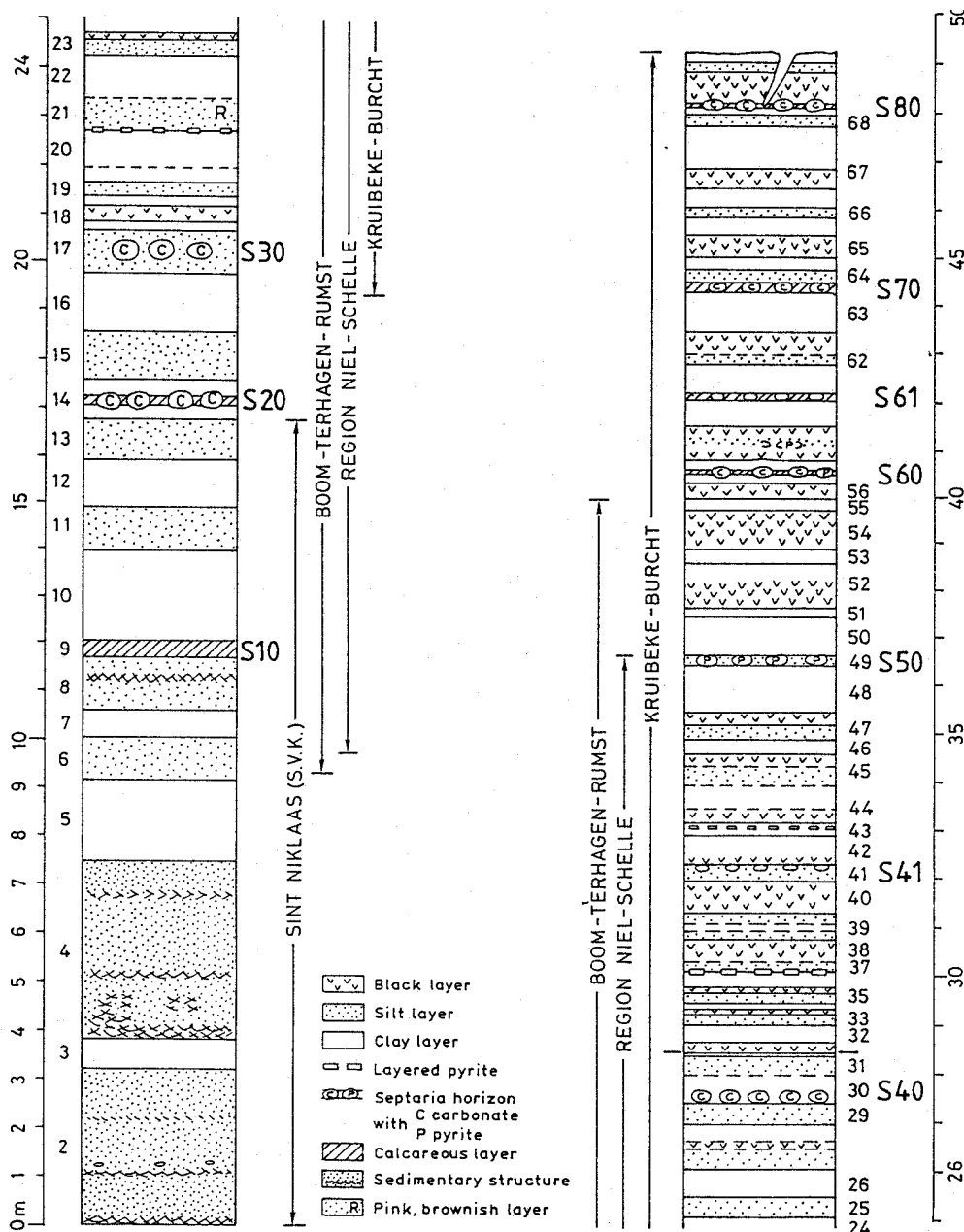
In het karteringsgebied zijn langs de Schelde tussen Temse en Antwerpen, en langs de Rupel in de omgeving van Rumst en Boom, net buiten het kaartblad, verschillende oude en recentere klei-exploitaties. Dit gebied vormt de typelokaliteit voor de Formatie van Boom (Vandenberghe & Van Echelpoel, 1987) (fig. 4).

Ook bij infrastructuurwerken zoals de aanleg van de Kleine Ring te Antwerpen, de Rupeltunnel te Ruisbroek en de Zeesluis te Hingene zijn verschillende tijdelijke geologische profielen beschreven (Laga, 1966; Steurbaut, 1986; De Meuter et al., 1976).

2.3.3 Sonderingen

Ondanks het feit dat sonderingen vaak heel duidelijk geologische overgangen kunnen zichtbaar maken, is voor de opmaak van de geologische kaart van het kaartblad Antwerpen slechts een klein aantal sonderingen gebruikt. In gebieden met veel boorgegevens zijn meestal ook veel sondeergegevens beschikbaar. De integratie van meer sonderingen in de opmaak van de geologische kaart van het kaartblad Antwerpen zou dus slechts een geringe meerwaarde met zich hebben meegebracht.

Fig. 4: Profiel van de Boomse klei, samengesteld aan de hand van verschillende ontsluitingen in kleigroeven in het typegebied (naar Vandenberghe & Van Echelpoel, 1987).



2.4 Verwerking van de geologische gegevens tot een geologische kaart

Na de interpretatie- en de invoerfase van de geologische gegevens in de databank zijn op kaart de waarnemingspunten uitgeplot samen met de peilen van de grensovergangen tussen de verschillende lithologische eenheden. Aan de hand van deze puntenkaarten zijn voor de verschillende geologische eenheden alsook voor de top van het Tertiair isohypsenkaarten getekend. Het tekenen van de isohypsen is manueel uitgevoerd. Hierbij is gelet op de betrouwbaarheid van de gegevens. Afwijkende waarnemingen werden nader bekeken, zodat naast de aanpassing van foutieve liggingsgegevens ook interpretaties werden herzien.

Aan de hand van de snijlijnen van de verschillende isohypsenkaarten met de kaart van de topografie van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen kon het voorkomings- en ontsluitingsgebied van de verschillende lithologische eenheden bepaald worden.

De geologische profielen werden eveneens aan de hand van de isohypsenkaarten manueel getekend. De profielen werden aangevuld met boringen die in de buurt van het profiel voorkwamen.

3 GEOLOGISCHE KAART

3.1 Inleiding

De Geologische Kaart van België – Vlaams Gewest op schaal 1:50.000 is een afgedekte geologische kaart. De Quartaire sedimenten zijn op deze kaart niet weergegeven. De kaart is gebaseerd op lithostratigrafie en geeft de lithologische aard van de afzettingen weer met een verwijzing naar de ouderdom van de verschillende lithologische eenheden. De dikte van het Quartair op kaartblad Antwerpen varieert van minder dan 1 m (plaatselijk bovenop de Boomse Cuesta) tot meer dan 15 m in het zuidwestelijke gedeelte van het kaartblad waar de Vlaamse Vallei zich diep in de Tertiaire afzettingen heeft ingesneden.

3.2 Historiek

Vooreerst werden in 1879 zes kaarten op 1:20.000 uitgegeven (Antwerpen, Beveren, Sint-Niklaas, Temse, Hoboken en Kontich) in opdracht van Commission de la carte géologique (Van Ertborn, 1879a, b, c, d, e, f) vergezeld door een verklarende tekst (Van Ertborn, 1880a, b, c, d, e). Het was geen afgedekte kaart. De lokalisatie van de waarnemingspunten was aangeduid op de kaart met een nummer en een diepte.

De afgedekte Geologische Kaart van België op schaal 1: 40.000 werd gepubliceerd in de periode 1890 – 1905. De kaartbladen die het kaartblad Antwerpen uitmaken zijn door Murlon (1894a, 1894b, 1895a, 1895b) gekarteerd.

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

In de eerste helft van de twintigste eeuw werd echter meer aandacht besteed aan de paleontologische inhoud van de afzettingen, teneinde de ouderdom beter te kunnen preciseren en de verschillende afzettingen nauwkeuriger te kunnen correleren. Het gevolg was dat het totaal aantal etages van de vroegere geologische kaart in de Stratigrafische Registers van 1929 en 1932 gereduceerd werd (Conseil géologique, 1929).

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

In de periode 1977 - 1993 werden grondmechanische kaarten opgesteld door het Rijksinstituut voor Grondmechanica van het centrum en de omgeving van Antwerpen: 12 kaarten op schaal 1/5.000 (Van Burm & Maertens, 1977, 1978, 1981, 1982 a, b, c, d, e, f, 1984, Van Burm, D'Huyvetter & Maertens, 1983 en Van Burm, De Ceukelaire en Maertens, 1985). Later werden nog 2 kaarten op schaal 1/10.000 gemaakt door het Centrum voor Grondmechanische Kartering van de Universiteit Gent (Bolle & Meyus, 1993).

In het kader van de herziening van de stratigrafie en de voorbereiding van de publicatie van de 'Nieuwe Geologische Kaart (van Vlaanderen)' werd in 1988 een lithostratigrafische indeling van het Paleogeen voorgesteld door Maréchal & Laga (eds.). Voor de Neogene stratigrafie is gebruik gemaakt van De Meuter & Laga, 1976.

Figuur 12 (hoofdstuk 4 – Lithostratigrafie) geeft een algemeen overzicht van de chrono- en lithostratigrafie van het Tertiair in Vlaanderen.

3.3 Kaarten

3.3.1 Lokalisatie van de waarnemingspunten

Figuur 5 geeft een overzicht van de hoeveelheid en van de verspreiding van de geologische waarnemingen. Deze puntenkaart is bij de geologische kaart gevoegd als overlegfolie.

Van de 3761 in de databank opgenomen waarnemingen hebben er 3161 bruikbare geologische data opgeleverd. Deze 3161 waarnemingen zijn in figuur 5 weergegeven. Ruim 87% van de waarnemingen bereiken het Tertiair.

3.3.2 Reliëfkaart van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen

De isohypsen van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen (fig. 6) zijn getekend met een diepte-interval van 5 m. De kaart, die tevens als overlegfolie bij de geologische kaart is gevoegd, toont grote gelijkenis met het beeld van de huidige topografie. De Wase en de Boomse Cuesta zijn duidelijk te onderscheiden, evenals het doorbraakdal van Hoboken.

Langs de westelijke zijde van de zuidelijke kaartrand te Bornem en Hamme, heeft de Vlaamse Vallei zich langs het front van de Wase Cuesta ingesneden tot een peil van -10 m. De hoogste topografie van het karteringsgebied is iets meer dan +25 m op de Wase Cuesta en +30 m op de Boomse Cuesta. Van hieruit daalt het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen min of meer regelmatig naar het noorden, om onder de Scheldepolders het peil 0 m te bereiken in Beveren en Sint-Gillis-Waas. In het westen, ten noorden van de Wase Cuesta, en in het oosten, ten noorden van de Boomse Cuesta, staan onregelmatigheden in het oost-west verloop van de isohypsen in verband met de ontwikkeling van het consequent rivierstelsel op de cuestarug tijdens het Laat-Quartair.

Merk langs de cuestaranden ook de recente erosie tot in het Tertiair door riviertjes en beken die de cuesta draineren en in de Schelde uitmonden.

In de uiterste noordwestelijke hoek van het kaartblad ter hoogte van De Klinge komt nog een stukje noordelijke uitloper van de Vlaamse Vallei voor, waardoor de Tertiaire afzettingen eveneens tot een peil van -10 m zijn weggeërodeerd.

3.3.3 Diktekaart van het Quartair

De diktekaart van het Quartair (fig. 7) geeft de isopachen (lijnen van gelijke dikte) weer met een interval van 5 m. De diktekaart is getekend door van de topografie van het gebied de isohypsenkaart van de top van de Tertiaire afzettingen af te trekken. Voor deze topografie is een bestand gebruikt afgeleid uit het Digitaal Terrein Model Niveau 2 (DTM 2) van het Nationaal Geografisch Instituut.

Dit DTM is afkomstig uit een digitalisatie van de hoogtelijnen op schaal 1:50.000. Voor Vlaanderen en in het betreffende vlak karteringsgebied is dit DTM voldoende nauwkeurig. Enkel in het verstedelijkte gebied van Antwerpen, waar vaak ophogingen kunnen voorkomen en waar geen hoogtelijnen voorhanden zijn, zou dit DTM een iets te lage waarde voor het maaiveldpeil kunnen opleveren.

De dikte van de Quartaire afzettingen op het kaartblad Antwerpen varieert van ongeveer 1 m tot meer dan 15 m.

Bovenop de Wase Cuesta schommelt de dikte van het Quartair rond de 4 à 5 m. In het Land van Boom, op de Boomse Cuesta, is de dikte van het Quartair om en bij de 2,5 m.

De verdikking van het Quartair in de uiterste noordoosthoek van het karteringsgebied te Schoten is toe te schrijven aan het voorkomen van de Quartaire Formatie van Brasschaat die in dit gebied de Tertiaire afzettingen van Lillo bedekt.

Over het algemeen kan echter vastgesteld worden dat veruit het grootste gedeelte van het kaartblad Antwerpen gekenmerkt wordt door een dun Quartair dek van minder dan 5 m dikte (en in veel gevallen zelfs minder dan 2 m dikte). Veruit de grootste dikten worden bereikt in het zuidwesten van de kaart te Hamme en Bornem, waar een oostelijke uitloper van de Vlaamse Vallei langs de Schelde en de Rupel zorgt voor dikten tot meer dan 15 m. In het smalle, zuid-noord gerichte doorbraakdal van Hoboken van de actuele Schelde worden eveneens waarden van meer dan 10 m Quartair opgetekend.

Fig. 5: Lokalisatie van de waarnemingspunten.

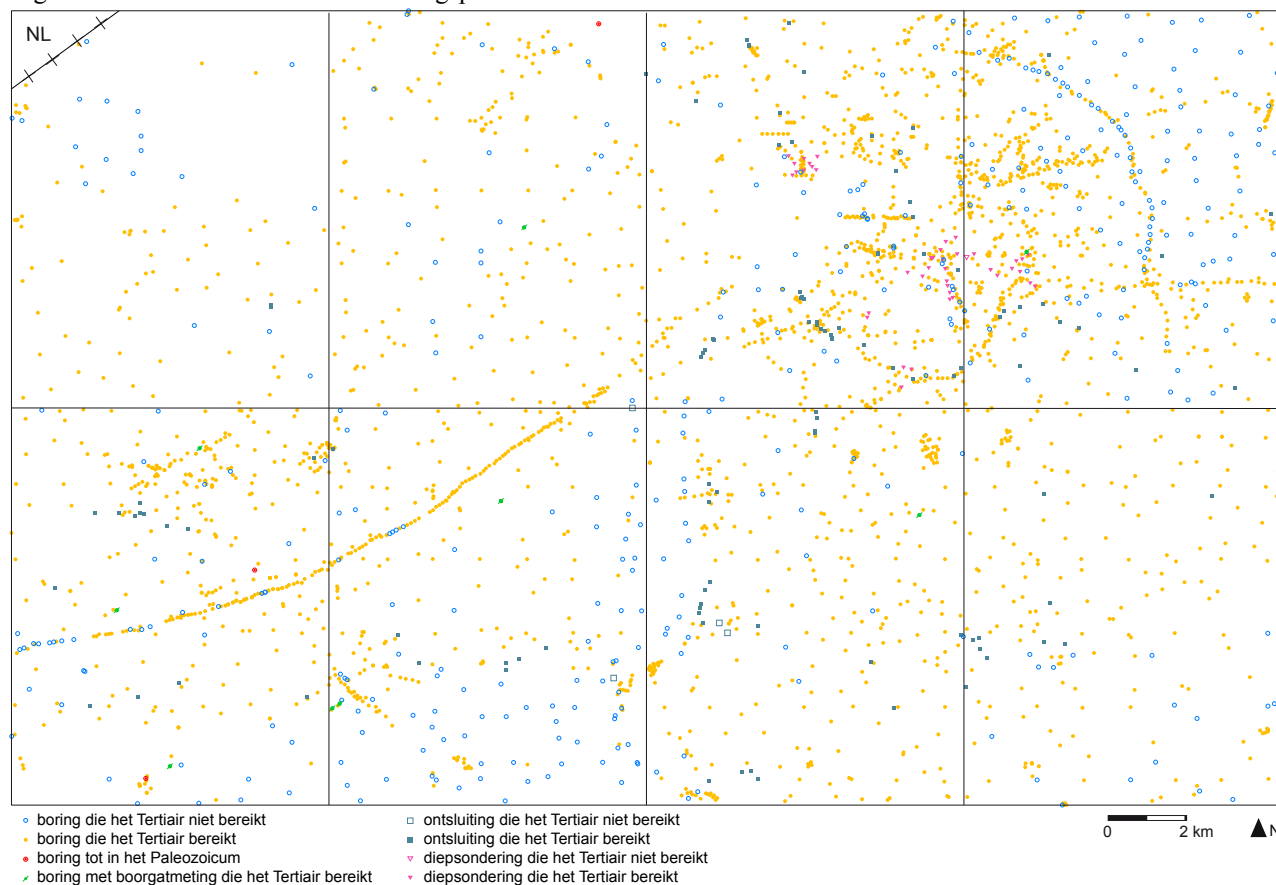


Fig. 6: Reliëfkaart van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen (m TAW).

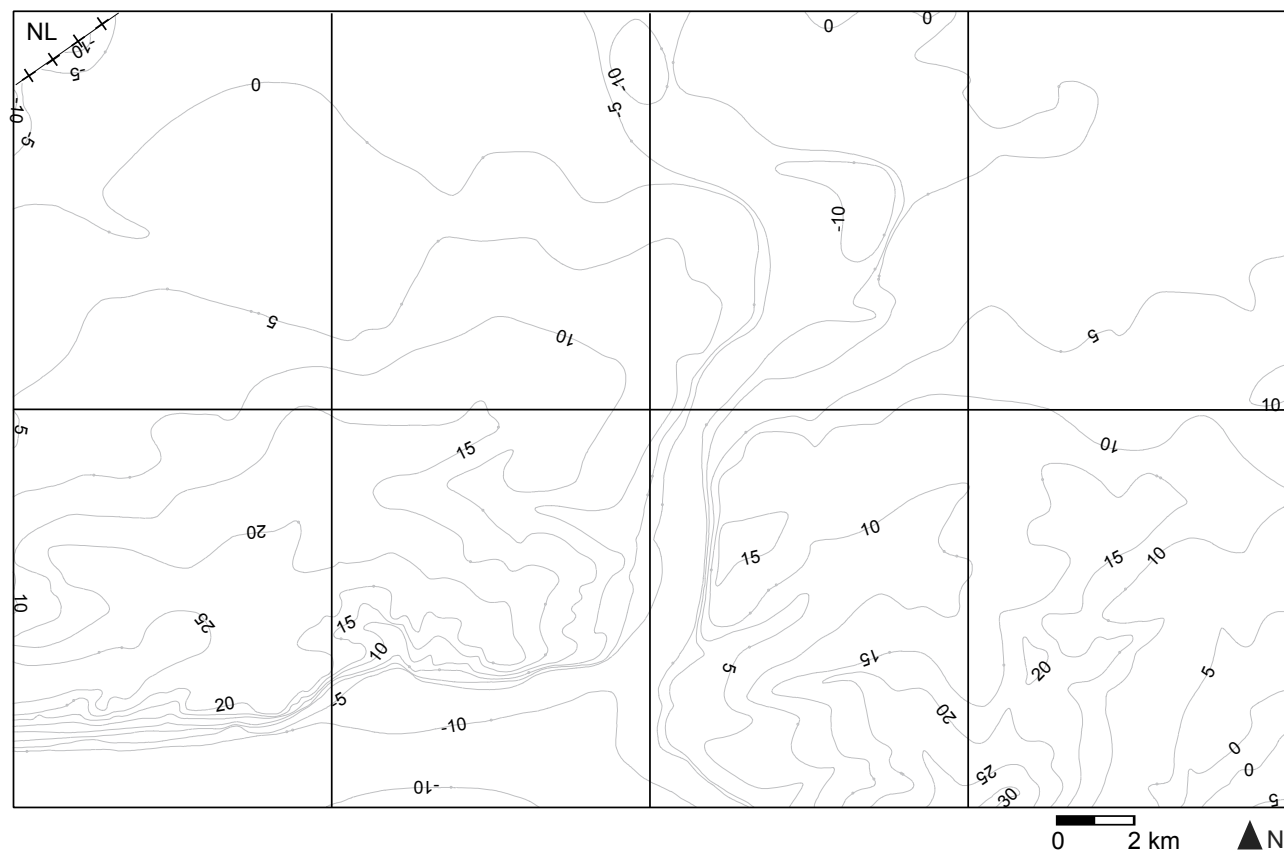
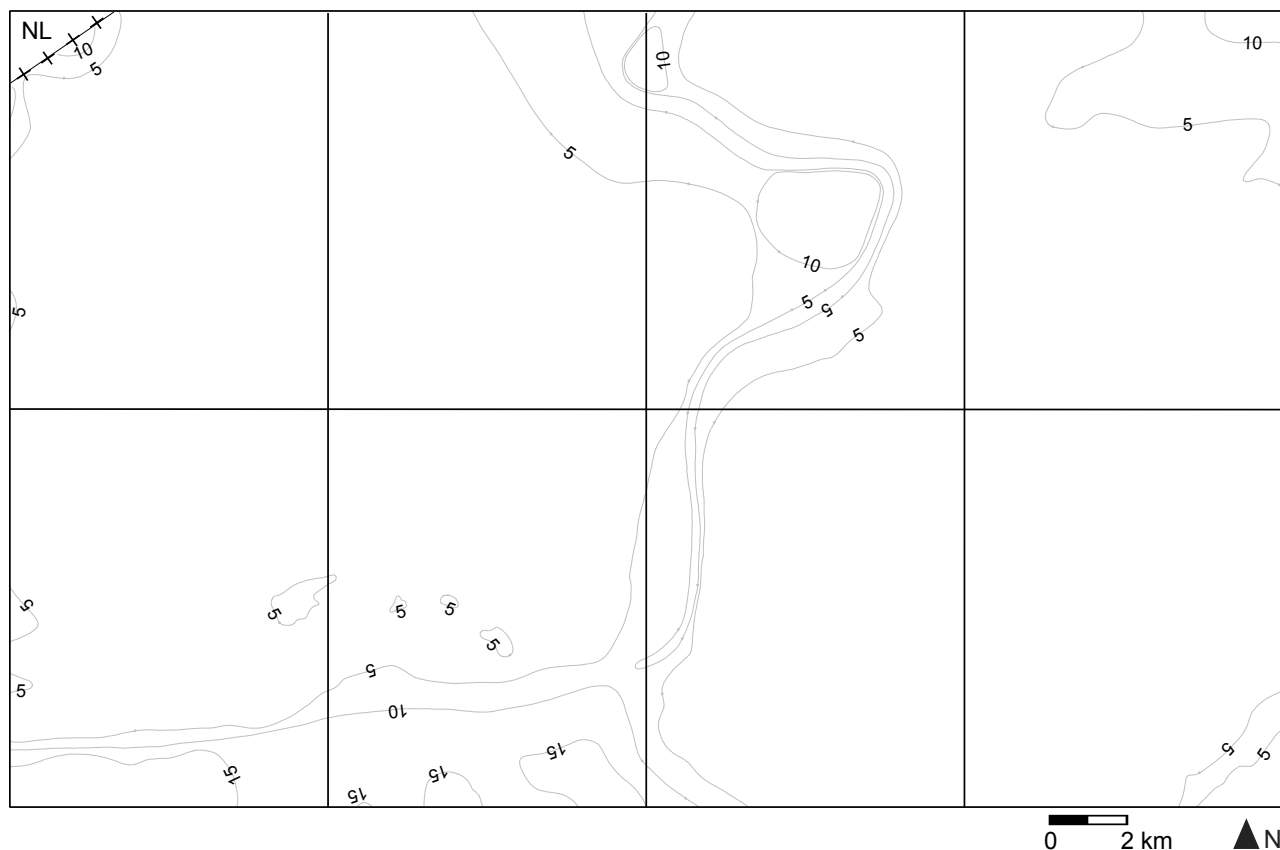


Fig. 7: Diktekaart van het Quartair (m).



3.3.4 Isohypsens van belangrijke grensvlakken

Naast de puntenkaart, de isohypsens van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen en de isopachenkaart van het Quartair zijn nog drie andere overlegfolies bij de kaart gevoegd. Het gaat hierbij om de isohypsenskaart van de basis van de Formatie van Boom (fig. 8), de isohypsenskaart van de basis van de Formatie van Maldegem (fig. 9) en de isohypsenskaart van het bovenvlak van de Formatie van Boom (fig. 10). De eerste twee kaarten zijn getekend met een equidistantie (of gelijkhoogteverschil) van 10 m; de laatste met een equidistantie van 5 m.

De isohypsenskaart van de basis van de Formatie van Booms (fig. 8) vertoont een duidelijke noordoost helling van 5 m per km. De klei van Formatie van Boom sluit de Formatie van Zelzate (een watervoerende laag) af. De Formatie van Boom vormt in het karteringsgebied de noordelijke rand van de Vlaamse Vallei en ontbreekt dus in het uiterste zuidwesten van het kaartblad Antwerpen ten gevolge van de Quartaire erosie.

De Formatie van Maldegem helt af naar het noordnoordoosten met een helling van 6 m per km (fig. 9). De basis van deze formatie vormt de top van de watervoerende zanden van de Formatie van Lede. De basis van de Formatie van Maldegem bevindt zich in het zuiden van het kaartblad te Bornem op een peil van -40 m. In het noorden van het kaartblad te Merksem en Schoten komt de basis van de Formatie van Maldegem voor op een diepte van meer dan 200 m.

De Formatie van Boom wordt in het oosten bedekt door de Formatie van Berchem. In het westen van het karteringsgebied (het Waasland) komt de Formatie van Berchem niet voor en wordt de Formatie van Boom bedekt door de Formatie van Kattendijk (fig. 10). De grens tussen deze twee verschillende bedekkingen van de Formatie van Boom komt ongeveer overeen met de Schelde. De top van de Formatie van Boom is vanuit geotechnisch oogpunt heel opvallend en contrasterend en het bovenvlak van deze formatie vormt de basis van de watervoerende laag in de zanden van de Formatie van Berchem en de zanden van de Formatie van Kattendijk. Daarom werd gekozen om de basis van de Formatie van Berchem samen voor te stellen met de basis van de Formatie van Kattendijk in contact met de onderliggende Formatie van Boom om zo de top van de Formatie van Boom voor te stellen.

Fig. 8: Isohypsenaart van de basis van de Formatie van Boom (m TAW).

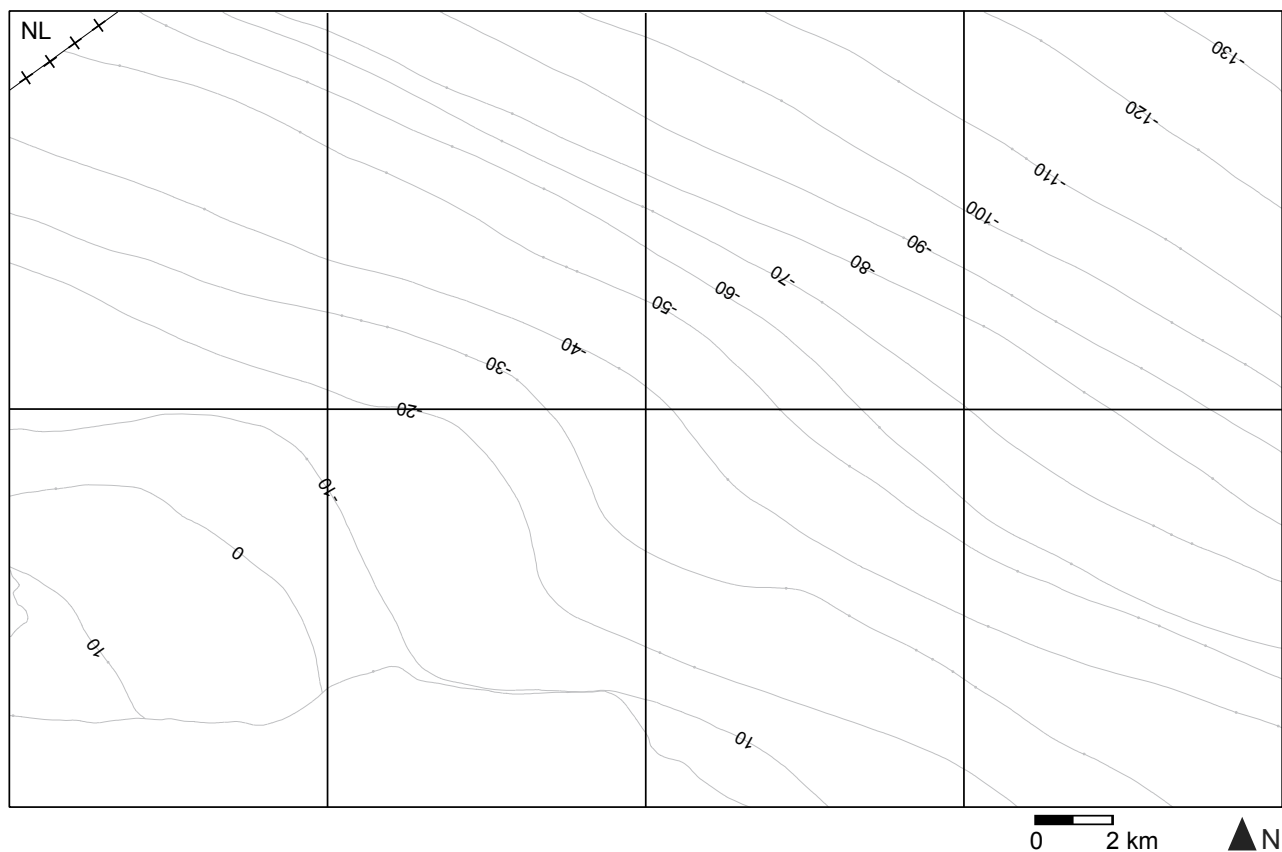


Fig. 9: Isohypsenaart van de basis van de Formatie van Maldegem (m TAW).

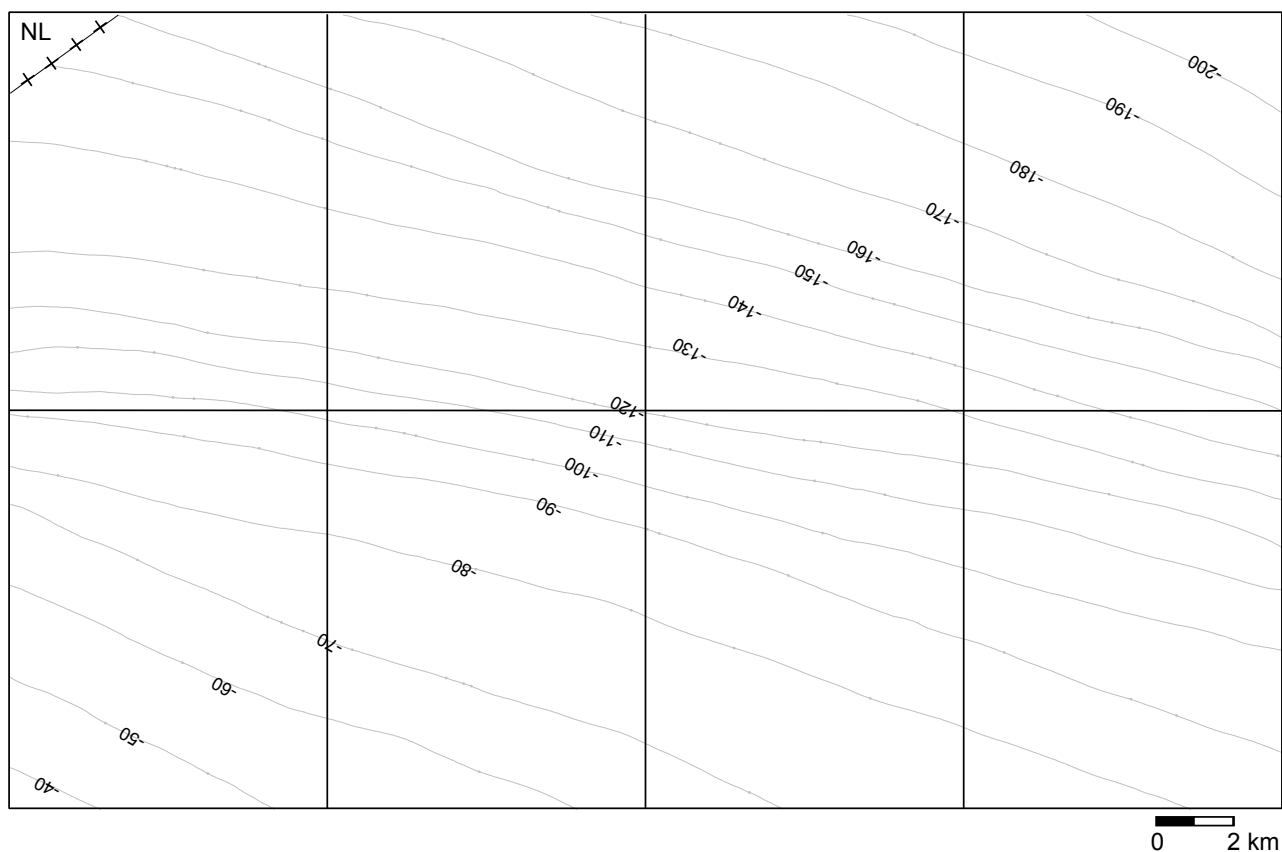
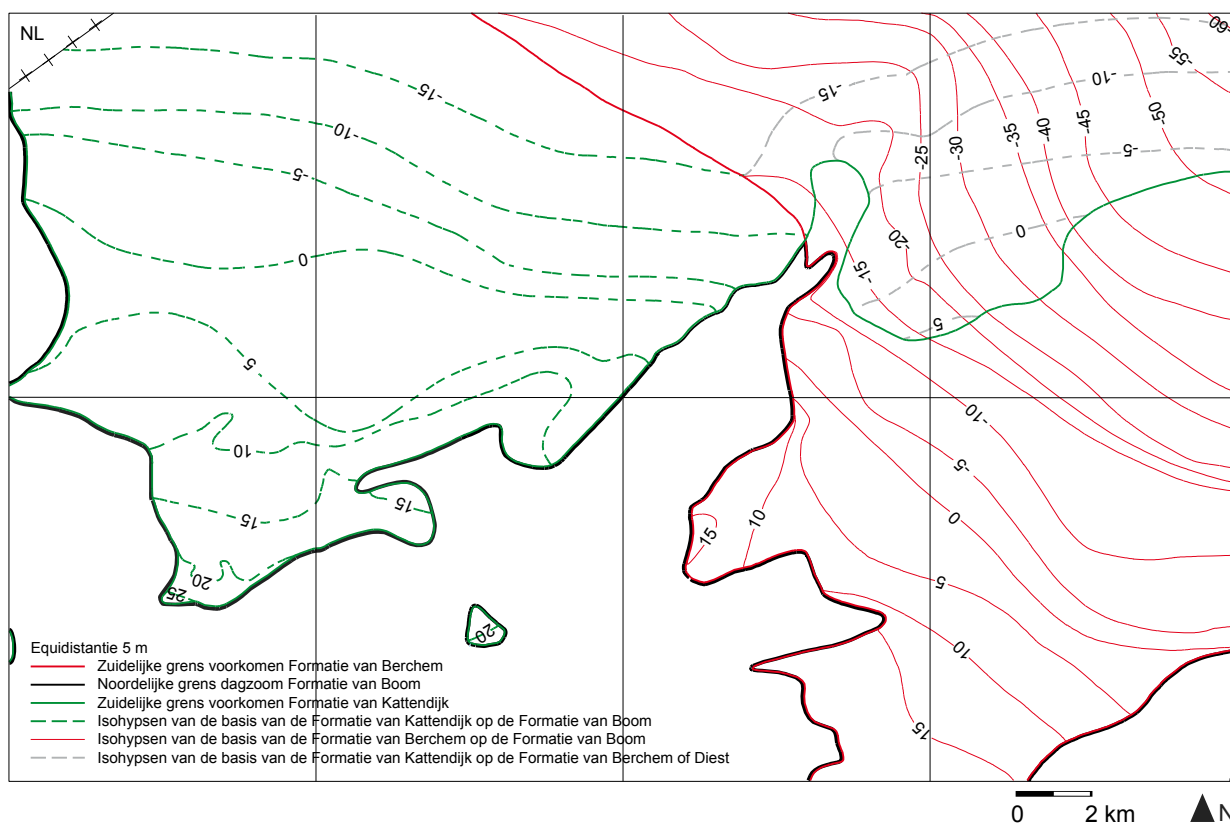


Fig. 10: Isohypsens van het bovenvlak van de Formatie van Boom (m TAW).



Buiten het ontsluitingsgebied van de Formatie van Berchem en de Formatie van Kattendijk komt het bovenvlak van de Formatie van Boom overeen met de top van het Tertiair.

In het zuidwestelijke kwart van het kaartblad Antwerpen dagzoomt de Formatie van Boom. Daardoor is het patroon van het bovenvlak van deze formatie beperkt tot enkele zeldzame outliers (of getuigenheuvels).

Enkel in het oosten van het kaartblad daalt het bovenvlak van de Formatie van Boom min of meer regelmatig in noordoostelijke richting met een gemiddelde helling van 4 m per km, onder de jongere Tertiaire bedekking. In het noordwesten daarentegen helt het bovenvlak van de Formatie van Boom onder de jongere Tertiaire bedekking verder naar het noordoosten met een helling van 2,5 m per km. Naar het zuiden toe worden deze isohypsens eerder onregelmatig van vorm ten gevolge van erosieverschijnselen aan de basis van de jongere Tertiaire formaties die zich in het bovenvlak van de Formatie van Boom hebben ingeschuurd.

3.3.5 Geologische kaart

3.3.5.1 Beschrijving van het kaartbeeld

In figuur 11 is de afgedekte Tertiairgeologische kaart van het karteringsgebied weergegeven. Op de kaart ontsluiten achtereenvolgens van noordoost naar zuidwest de Formatie van Lillo, de Formatie van Kattendijk, de Formatie van Diest, de Formatie van Berchem, de Formatie van Boom, de Formatie van Zelzate en de Formatie van Maldegem.

De ligging van de geologische profielen bij het kaartblad Antwerpen zijn aangeduid met de cijfers 1 tot en met 5.

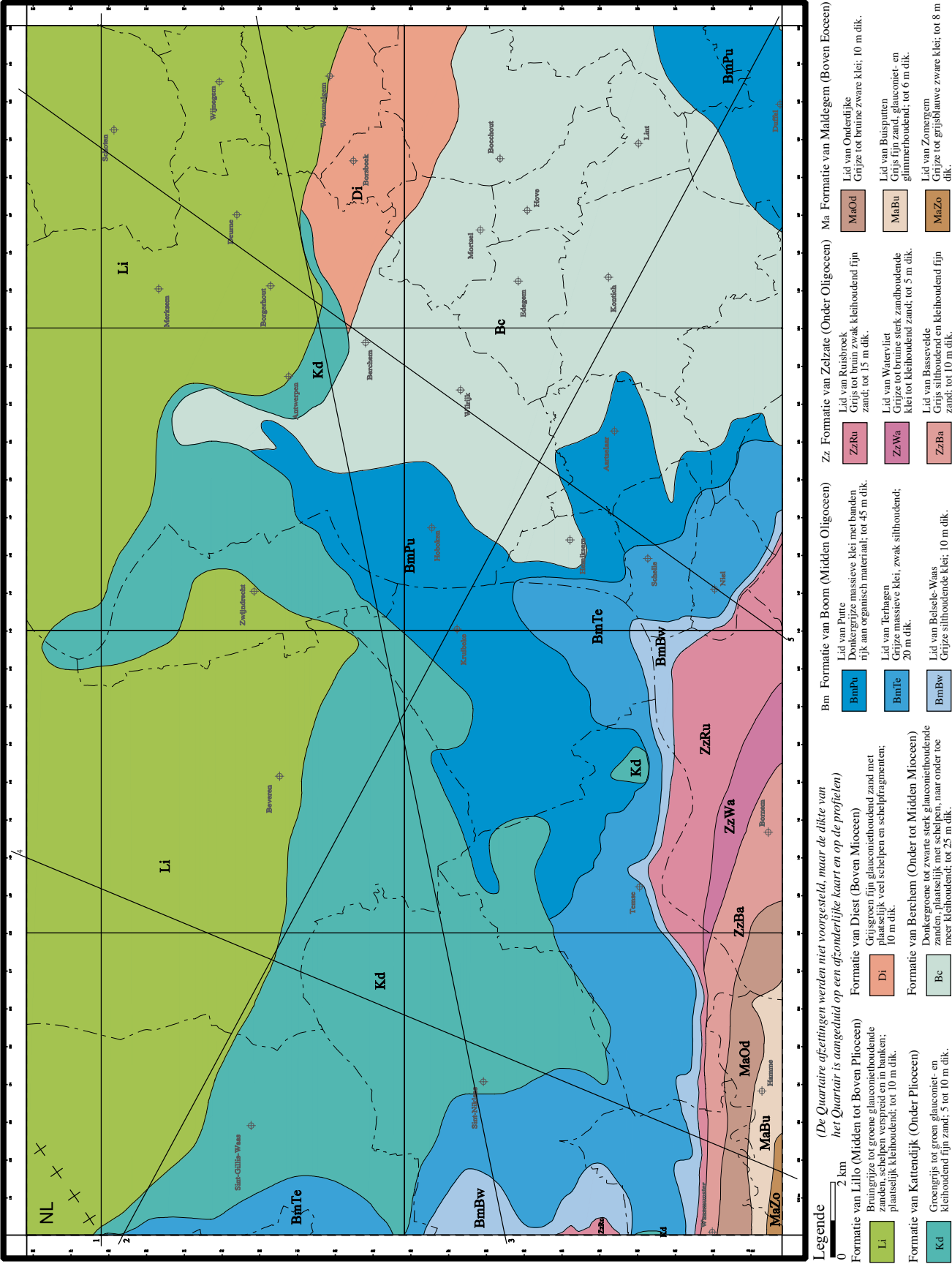
De erosieve insnijding van de Scheldevallei in de Tertiaire formaties is duidelijk te zien.

De kaart toont in de omgeving van Antwerpen, de ingewikkelde geologische opbouw van de Formaties van Diest, Kattendijk en Berchem die in dit gebied onder jongere formaties uitwijken.

De Formatie van Berchem ontsluit in een groot gebied in het zuidoosten van het kaartblad. Langs de westkant van het ontsluitingsgebied van deze formatie, boven op de Boomse Cuesta, is de formatie door recente erosie in enkele rivierdalen volledig weggeërodeerd.

Centraal op het westelijke deel van het kaartblad ontsluit de Formatie van Kattendijk die erosief is afgezet op de Boomse klei.

Fig. 11: Geologische Kaart.



Het onderste lid van de Formatie van Boom, het Lid van Belsele-Waas, dagzoomt in een zone langs de zuidelijke en westelijke rand van de formatie. Te Hamme en Temse is te zien hoe enkele riviertjes het Lid van Terhagen hebben geërodeerd waardoor er een iets bredere zone van het Lid van Belsele-Waas dagzoomt.

Boven op de Boomse klei zijn te Rupelmonde en te Waasmunster nog enkele restanten van de Formatie van Kattendijk als eilandjes door erosie gespaard gebleven.

Langs de westelijke zuidrand van het kaartblad te Bornem en Hamme dagzomen Laat-Eoceen afzettingen van de Formatie van Zelzate en de Formatie van Maldegem. Deze bevinden zich in de Vlaamse Vallei onder een dikke Quartaire bedekking.

3.3.5.2 *Vergelijking met de oude geologische kaarten 27, 28, 42, 43 op schaal 1:40.000*

Bij de vergelijking van de nieuwe geologische kaart met de oude geologische kaarten op schaal 1:40.000 (Mourlon, 1894a, 1894b, 1895a, 1895b) springen een aantal verschillen meteen in het oog. Vooreerst is de nieuwe geologische kaart een volledig afgedekte kaart die enkel de Tertiaire lagen weergeeft, daar waar de oude geologische kaart eveneens de Quartaire alluviale bedekking in de rivier valleien en de polderafzettingen toont.

In de laatste eeuw is er ook een beter inzicht gekomen in de algemene geologische opbouw van Vlaanderen en zijn er ook honderden nieuwe en diepe waarnemingen uitgevoerd. Dit resulteert in het anders classificeren van afzettingen waardoor sommige lithologische grenzen anders zijn ingetekend. Op de oude geologische kaart is het Diestiaan gekarteerd op kaartblad 027E en kaartblad 028W, waar het verbreidingsgebied van de Formatie van Diest op de nieuwe geologische kaart is teruggebracht tot het gebied rond Deurne.

In het Waasland heeft hierdoor ook het Bolderiaan (Bdc), gekarteerd door Mourlon, dat overeenkomt met het Lid van Edegem in de Formatie van Berchem, plaats moeten ruimen voor de Formatie van Kattendijk. Visueel lijken de afzettingen van de Formatie van Kattendijk heel sterk op de zanden van het Lid van Edegem, maar micropaleontologisch onderzoek (Laga, 1971) op het kaartblad Beveren 027E heeft echter uitgewezen dat deze groene glauconietrijke zanden tot de Formatie van Kattendijk behoren.

Op kaartblad 042W heeft Mourlon bij de vorige editie van de geologische kaart Assiaan gekarteerd in de omgeving van Hamme – Drie Goten. Deze oude etage is nu verder opgesplitst in de leden van de Formatie van Maldegem.

Een opmerkelijk verschil tussen de oude en de nieuwe geologische kaart is ook waar te nemen te Hingene, Wintam en het gebied ten zuiden van de Durme te Hamme en Waasmunster. Mourlon heeft in dit gebied het onderste deel van de Boomse klei gekarteerd (R1, Vroeg Oligoceen). Dit gegeven illustreert duidelijk dat het concept van de Vlaamse Vallei ten tijde van de vorige kartering nog niet uitgewerkt was en dat Mourlon voor de kartering van dit gebied niet over voldoende diepe boringen beschikte. Op de huidige geologische kaart is in het gebied Hingene - Wintam de Formatie van Zelzate (Laatste Eoceen) gekarteerd als kleiig zand. In het gebied Hamme - Waasmunster ten zuiden van de Durme is op de nieuwe geologische kaart de Formatie van Maldegem weergegeven.

Verder zijn er nog enkele kleinere verschillen tussen de twee versies van de geologische kaart op te merken die meer te maken hebben met het gegeven dat Mourlon enkel over ondiepe boringen beschikte. Zo heeft Mourlon in de buurt van Sint-Niklaas enkele eilandjes met zanden van Poederlee afgebakend. Zijn Poederlee komt overeen met de huidige Formatie van Lillo. Het gaat hier om hele kleine resten -vaak maar een 20 cm dik- die als schelprijk erosie-residu van de Formatie van Lillo bovenop de Formatie van Kattendijk liggen. Deze resten van de Formatie van Lillo zijn echter marginaal, maar Mourlon kon dit aan de hand van zijn ondiepe boringen niet uitmaken.

3.4 *Lithostratigrafische legende*

Bij de geologische kaart en profielen zijn de verschillende lithologische eenheden met een kleur en met een symbool aangeduid.

De verschillende voorgestelde eenheden met hun aanduiding en voornaamste eigenschappen worden vermeld van jong naar oud:

- Li Formatie van Lillo (Midden tot Boven Pliocene)**
Bruingrijze tot groene fijne tot matig fijne glauconiethoudende zanden, schelpen verspreid en in banken, plaatselijk kleihoudend; tot 10 m dik.
- Kd Formatie van Kattendijk (Onder Pliocene)**
Groengrijs tot groen glauconiet- en kleihoudend fijn zand; 5 tot 10 m dik.
- Di Formatie van Diest (Boven Mioceen)**
Grijsgroen glauconiethoudend fijn zand met plaatselijk veel schelpen en schelpfragmenten (= Lid van Deurne); 10 m dik.
- Bc Formatie van Berchem (Onder tot Midden Mioceen)**
Donkergroene tot zwarte fijne tot matig fijne sterk glauconiethoudende zanden, plaatselijk met schelpen; naar onderen toe meer kleihoudend; tot 25 m dik.
- Bm Formatie van Boom (Midden Oligoceen)**
- BmPu Lid van Putte**
Donkergrijze massieve klei met banden rijk aan organisch materiaal; tot 45 m dik.
- BmTe Lid van Terhagen**
Grijze klei, zwak silthoudend; 20 m dik.
- BmBw Lid van Belsele-Waas**
Grijze silthoudende klei; 10 m dik.
- Zz Formatie van Zelzate (Onder Oligoceen)**
- ZzRu Lid van Ruisbroek**
Grijs tot bruin zwak kleihoudend fijn zand, glauconiethoudend; tot 15 m dik.
- ZzWa Lid van Watervliet**
Grijze tot bruine sterk zandhoudende klei tot kleihoudend zand, glauconiet- en glimmerhoudend; tot 5 m dik.
- ZzBa Lid van Bassevelde**
Grijs silthoudend en kleihoudend fijn zand, glauconiet- en glimmerhoudend; tot 10 m dik.
- Ma Formatie van Maldegem (Boven Eoceen)**
- MaOd Lid van Onderdijke**
Grijze tot bruine zware klei; 10 m dik
- MaBu Lid van Buisputten**
Grijs fijn zand, glauconiet- en glimmerhoudend; tot 6 m dik.
- MaZo Lid van Zomergem**
Grijze tot grijsblauwe zware klei; tot 8 m dik.
- MaOn Lid van Onderdale**
Donkergrijs siltig fijn en glauconiethoudend zand; 4 m dik.
- MaAs-MaUr Lid van Asse en Lid van Ursel**
Grijze klei en glauconiethoudende klei; 15 m dik.
- MaWe Lid van Wommel**
Grijs glauconiethoudend fijn zand met veel nummulieten; tot 4 m dik.
- Ld Formatie van Lede (Midden Eoceen)**
Grijs fijn zand, kalkhoudend met Nummulites variolarius; bevat soms drie massieve kalkzandsteenbanken; 10 meter dik.
- Ge Formatie van Gentbrugge¹ (Onder Eoceen)**
Grijsgroen glauconiethoudend zand; plaatselijk met zandsteen, naar onderen toe worden de afzettingen kleiiger; tot 50 m dik.

¹ Nota: sinds het drukken van de geologische kaart is de benaming van deze formatie omwille van prioriteitsregels aangepast: Gentbrugge i.p.v. Gent.

4 LITHOSTRATIGRAFIE

4.1 Stratigrafische tabel

In figuur 12 is een lithostratigrafische tabel van het Tertiair voor Vlaanderen opgenomen (versie 2010), opge-
maakt door de afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen naar Maréchal &
Laga (1988) voor het Paleogeen en naar De Meuter & Laga (1976) voor het Neogeen.

Hier worden enkel die lithostratigrafische eenheden behandeld die op het kaartblad Antwerpen voorkomen
aan het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen.

Fig. 12: Lithostratigrafische tabel van het Tertiair in Vlaanderen (afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond,
Natuurlijke Rijkdommen, 2010).

Lithostratigrafie van het Tertiair in Vlaanderen (Paleogeen gebaseerd op Maréchal en Laga, 1988. Neogeen gebaseerd op De Meuter en Laga, 1976.)

LITHOSTRATIGRAFIE			VOORNAAMSTE LITHOLOGISCH KENMERK	OUDER BENAMING (en/of symbol)	CHRONO - STRATIGRAFIE	OUDERDOM (to/jaar)
GROEP + Code	FORMATIE + Code	LID + Code				
	MERKSPAS Me					
LILLO Li	BRASSCHAAT Bs	Zandvliet Merksem Liza LiMe	zand	Merksemaai Brasschaat	PLIOCEEN	1.77
	POEDERLEE Pd	MOL MI Kiezeloollit Kz		Scaldiaai		
	KATTENDIJK Kd	KASTERLEE KI	zand	Deurniaai		
	DIEST DI	Deurne DiDn Dessel DiDe	zand	Diestiaai		
	BERCHEM Bc	BOLDERBERG Bb	zand	Bolderiaai	MIOCEEN	5.4
	VOORT Vo	Voort VoVo Veldhoven VoVe	zand	Chattiaai		
	EIGENBILZEN Eg		zand			
RUPEL RU	BOOM Bm	Puutle BmPu Terhagen BmTe Belsele-Vlaas BmBw	klei	Rupeliaai	Laat OLIGOCEEN	23.8
	BILZEN Bi	Kerniel Bk Kleine Spouwen BkS Berg BiBe	zand			
TONGEREN TO	BORGLOON Bo	Kerkom BoKe Boutersem BoBt	zand			
	ZELZATE Zz	Ruisbroek ZzRu Watervliet ZzWa Bassevelde ZzBa	zand	Tongeriaai	Voeg OLIGOCEEN	28.4
		SL.H.HERN Sh	zand			
	MALDEGEM Ma	Onderdijk MaOd Buisputten MaBu Zomergem MaZo Onderdijk MaOn Urzel MaUr Asse MaAs Wemmel MaWe	klei	Complex van Kallio	Laatst EOCCEEN	33.6
	LEDE Ld		zand	Lediaai (Le) Laekensai (Lk)		
ZENNE ZE	BRUSSEL Br	Chaumont-Gistoux BrCg \ Neerijse BrNe \ Diegem BrDi \ Kraalberg BrKr	zand + kalkzandsteenbanken	Brusseliaai B	Midden EOCCEEN	37.0
	AALTER Aa	Oedelem AaOe Beernem AaBe Vierzele GeVi Pillefem GePi Merelbeke GeMe Egem TiEg Kortemark TiKo Aalbeke KoAa	zand zandhoudende klei zand zandhoudende klei klei zandhoudende klei \ zand zandhoudende klei	Parisiaai Boven (P2) Onder (P1)		
IEPER IE	GENTBRUGGE Ge		zand		Voeg EOCCEEN	41.2
	TIJLT TI		zand			
	KORTRIJK Ko	Moen KoMo = Roubais Saint-Maur KoSm = Orchies Mont-Hériou KolH	klei zandhoudende klei \ zand stijve klei zandhoudende klei	Ieperiaai		
LANDEN LA	TIENEN Ti	Knokke TiKn	zand			
	HANNUT Hn	Grandgise HnGr Halen HnHa \ Lincent HnLi Waterschei HnWa Gelinden HsGe Orp HsOr	zand zandig silt \ kalksteen klei mergel klei	Landeniaai	Laat PALEOCEEN	54.8
	HEERS Hs	Eisden OpEi \ Opoeteren OpOp	mergel klei	Heersiaai	Midden PALEOCEEN	58.0
HASPENGOUW HA	OPGLABEEK Op		zand \ klei	Infraheersiaai		
	HOUTHEM Ho		kalksteen	Montiaai	Voeg PALEOCEEN	61.0

Bron : ALBON 10/04/10

4.2 Formatie van Lillo

De Formatie van Lillo is een mariene lithostratigrafische eenheid, gekenmerkt door grijs tot bruin schelprijk
zand. Vooral de basis van deze formatie is schelprijk en bevat enkele dikke schelpenbanken. Naar boven toe
neemt de schelpenconcentratie geleidelijk af, doch de zanden blijven kalkrijk. De Formatie van Lillo komt
voor in het noorden van het kaartblad.

De onderverdeling van de Formatie van Lillo in haar verschillende leden is op dit kaartblad moeilijk te maken.
De verschillende leden zijn, van boven naar onder: het Lid van Zandvliet, het Lid van Merksem, het Lid van
Kruisschans, het Lid van Oorderen en Lid van Luchtbal.

Het Lid van Zandvliet komt niet voor op het kaartblad Antwerpen.

Het Lid van Merksem ontsluit in het noordoosten van het kaartblad te Merksem, Schoten en Wijnegem. Het bestaat uit een grijsgroen kalkrijk zand, al dan niet met schelpfragmenten. Het Lid van Kruisschans, dat zeer kleirijk is, komt voor in het noorden van het kaartblad, in de omgeving van de Schelde te Antwerpen.

Op het kaartblad Antwerpen ontsluit het Lid van Oorderen onder een dunne Quartaire bedekking in het Waasland. Het Lid van Oorderen bestaat uit fijn glauconiet- en kleihoudend zand met veel schelpen en schelpenfragmenten. In dit lid komen vaak verschillende schelpenbanken voor. Soms bevatten de schelpenbanken ook grint en beenderfragmenten.

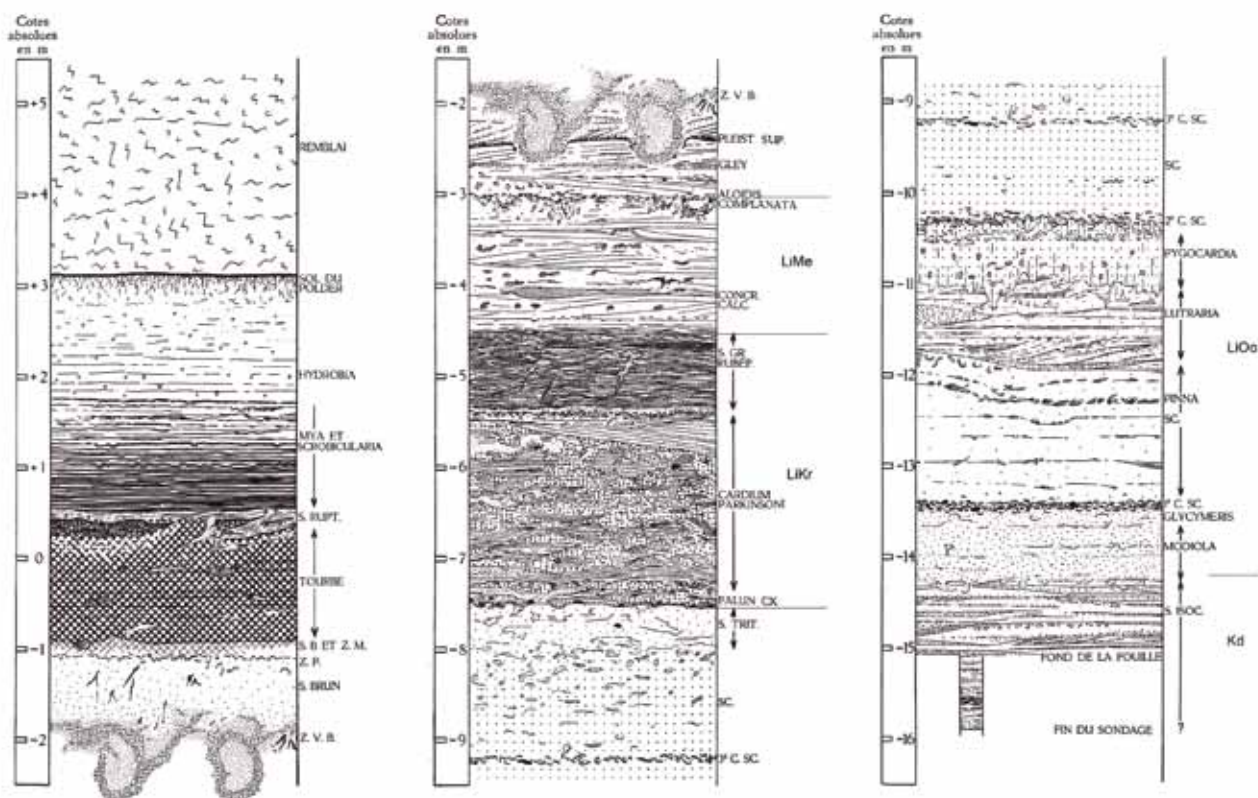
Het erg dunne Lid van Luchtbal, dat heel schelprijk is en een schelpenbank bevat, is soms terug te vinden in boringen in het noordoosten van het kaartblad waar het onder de jongere leden van de Formatie van Lillo duikt.

De dikte van de Formatie van Lillo bedraagt op het kaartblad maximaal 11 m. De basis van de Formatie van Lillo duikt in noordelijke richting.

Op de geologische kaart van het kaartblad Antwerpen is er geen verdere onderverdeling van de Formatie van Lillo in zijn afzonderlijke leden gemaakt daar de interpretatie van de individuele leden vaak moeilijk te maken is en de leden dikwijls vertikaal gradueel in elkaar overgaan.

In figuur 13 is een profiel weergegeven, opgenomen ter hoogte van de stroomopwaardse sluisdeur bij de aanleg van de Boudewijnslus te Antwerpen (de Heinzelin, 1955a). Het profiel toont opgespoten materiaal (peil +5,3 m tot ongeveer +3 m), Quartaire afzettingen (peil +3 m tot -3 m), de Formatie van Lillo (-3 m tot -14,2 m) en de top van de Formatie van Kattendijk (-14,2 tot -16 m).

Fig. 13: Profiel waargenomen ter hoogte van de stroomopwaartse sluisdeur van de Boudewijnslus door de Heinzelin (1955a).



De Formatie van Lillo kan in het profiel onderverdeeld worden in verschillende leden. Het bovenste deel van de Formatie van Lillo bestaat in het profiel uit de zanden van het Lid van Merksem (peil -3m tot -5,3m), waaronder zich het Lid van Kruisschans bevindt (-5,3 tot -7,4 m). Eronder komt het Lid van Oorderen (-7,4 m tot -13,4 m) voor.

Het onderste lid van de Formatie van Lillo zichtbaar in het profiel is het Zand van Luchtbal (-13,40 tot -14,20 m). Het Lid van Oorderen is zeer schelprijk met tussen -11,8 en -13,3 m een zone met grote karakteristieke *Pinna* schelpen.

4.3 *Formatie van Kattendijk*

De Formatie van Kattendijk bestaat uit middelmatig tot fijn glauconiethoudend zand. Deze formatie is soms kleihoudend en kan soms schelpen bevatten. Aan de basis is vaak een basaal grint te vinden met haaiantanden, silexfragmenten en fosfaathoudende nodulen en beenderresten (fig. 14).

Fig. 14: Haaiantanden en beenderresten uit het basisgrint van de Formatie van Kattendijk. Resten van dit basisgrint zijn terug te vinden in depressies in het bovenvlak van de Formatie van Boom in de SVK groeve te Belsele-Waas.



De Formatie van Kattendijk is glauconietrijker dan de Formatie van Lillo, maar in summiere boorbeschrijvingen en op plaatsen waar de Formatie van Kattendijk schelprijk is, is verwarring mogelijk. Ook de overgang van de Formatie van Kattendijk naar de onderliggende Formatie van Diest of de Formatie van Berchem kan soms problemen opleveren.

In het Waasland komt de Formatie van Kattendijk voor onder een faciës dat heel sterk lijkt op de Formatie van Berchem, waaronder het vroeger ook gekarteerd is. Paleontologisch gezien behoren deze afzettingen echter tot de Formatie van Kattendijk (Laga, 1971).

De Formatie van Kattendijk komt in het noorden van het kaartblad voor onder een bedekking van de Formatie van Lillo. Het Waasland, waar de Formatie van Kattendijk direct op de Formatie van Boom rust, vormt het grootste ontsluitingsgebied van deze formatie.

De Formatie van Kattendijk heeft een dikte van 5 à 10 m. Het peil van de basis van deze formatie daalt van +25 m in het uiterste zuiden van het ontsluitingsgebied (de outlier te Rupelmonde) tot -15 m in het noorden van het kaartblad.

4.4 *Formatie van Diest*

De Formatie van Diest bestaat uit vrij grove groene tot bruingroene, sterk glauconiethoudende zanden. De formatie is soms kleihoudend en aan de basis van deze zanden komt vaak een goed ontwikkeld basisgrint voor. Schelpen komen in deze formatie niet vaak voor.

De formatie komt voor in de ondergrond op het noordoostelijke deel van het kaartblad. Te Deurne is de Formatie van Diest ontsloten. De dikte van deze formatie, gemiddeld 15 m, neemt snel toe in noordelijke en oostelijke richting.

Het onderscheid tussen de Formatie van Diest en de bovenliggende Formatie van Kattendijk is met de voorhanden zijnde boorgegevens soms moeilijk te maken.

De basis van de Formatie van Diest bevindt zich op peil +10 m in het zuiden van zijn ontsluitingsgebied, en op -30 m in het noordoosten van het kaartblad waar het bedekt wordt door de Formatie van Kattendijk en de Formatie van Lillo.

4.4.1 *Lid van Deurne*

Te Deurne komt een faciës van de Formatie van Diest voor dat fijner en vaak schelprijk is. De zanden van het Lid van Deurne kunnen beschouwd worden als een afzonderlijk lid van de Formatie van Diest. In sommige boorbeschrijvingen kon de aanwezigheid van dit lid vastgesteld worden daar de rest van de Formatie van Diest in tegenstelling tot dit lid weinig schelphoudend is. Dit lid werd niet afzonderlijk gekarteerd, daar in verschillende boorbeschrijvingen in dezelfde omgeving, soms wel en soms niet melding wordt gemaakt van schelpen en daar het voorkomen van schelpen in dit lid lokaal sterke veranderingen kan vertonen.

4.5 *Formatie van Berchem*

De Formatie van Berchem bestaat uit fijne donkergroene tot zwarte zeer glauconietrijke zandden. Deze vaak schelprijke formatie ligt overal direct op de Formatie van Boom en heeft vaak een goed ontwikkeld basisgrint. De dikte van deze zanden bedraagt maximaal ongeveer 25 m. Deze formatie komt over vrijwel heel de oostelijke helft van het kaartblad voor. Zij is ontsloten ten zuiden van de stad Antwerpen. In het noordoosten van het kaartblad komt de Formatie van Berchem voor onder een bedekking van de Formaties van Lillo, Kattendijk en Diest. Op dit kaartblad is de Formatie van Berchem in zijn geheel gekarteerd, hoewel bij sommige boorbeschrijvingen een onderverdeling tussen het Lid van Antwerpen en het Lid van Edegem kon gemaakt worden. De Formatie van Berchem helt in noordnoordoostelijke richting. De basis van deze formatie bevindt zich op peil +15 m in het zuiden van het kaartblad. In het noordoosten van het kaartblad is de basis van de Formatie van Berchem terug te vinden op een diepte van om en bij de -60 m.

4.5.1 *Lid van Antwerpen*

Binnen de Formatie van Berchem is het Lid van Antwerpen het jongste lid. De zeer glauconietrijke fijne zanden bevatten vaak schelpenbanken met '*Pectunculus pilosus*'². Fosfaatnodules kunnen voorkomen. Het Lid van Antwerpen is heel kenmerkend beschreven in boringen in de stad Antwerpen: in boringen uitgevoerd ter hoogte van het Stadspark zijn verschillende sterk ontwikkelde schelpenbanken te onderscheiden.

4.5.2 *Lid van Kiel*

Het Lid van Kiel is middelmatig tot grof zandig, glauconietrijk en bevat geen fossielen. Dit lid is ontkalkt onder de kalkrijke zanden van het Lid van Antwerpen. In boorbeschrijvingen is dit lid nauwelijks te onderscheiden van het Lid van Antwerpen. Bij de interpretatie van de gegevens is slechts af en toe de interpretatie van het Lid van Kiel gemaakt daar ontkalkingsverschijnselen vaak een lokaal karakter hebben.

4.5.3 *Lid van Edegem*

Het onderste lid in de Formatie van Berchem is het Lid van Edegem. Deze eenheid onderscheidt zich van de overige leden van de Formatie van Berchem door zijn laag glauconietgehalte en zijn uitgesproken kleiig karakter. In de zanden van het Lid van Edegem komen verspreid vaak schelpen voor. Aan de basis van het Lid

² De huidige benaming van deze molluskenschelp is *Glycymeris lunulata baldii*, Glibert & Van de Poel, 1965 (Herman, J. & Marquet, R., 2007).

van Edegem wordt vaak een goed ontwikkeld grint, het grint van Burcht, gevonden. Het Lid van Edegem is terug te vinden in het zuidelijke deel van het kaartblad.

4.6 *Formatie van Boom*

De zware grijze siltige en glimmerhoudende klei van de Formatie van Boom is een opvallende en een belangrijke lithologische eenheid in het karteringsgebied. De Formatie van Boom dagzoomt in een brede zone op het kaartblad Antwerpen. De klei bevat vaak pyriet. Carbonaatconcreties of septaria komen voor in het bovenste deel van de afzetting (fig. 15).



Fig. 15: Een septaria uit de klei van de Formatie van Boom.

Verschillende klei-exploitaties in deze formatie geven een volledige coupe van dit kleipakket (fig. 4). In ontsluitingen is een geband patroon te zien door het wisselend siltgehalte en een veranderend gehalte aan organisch materiaal van de klei. Verschillende horizonten in de klei kunnen zo over grote afstand gevolgd worden (Vandenbergh, 1978).

De dikte van de Formatie van Boom in het karteringsgebied varieert van enkele meter op de zuidrand van het ontsluitingsgebied, waar de dikte van de formatie door erosie is gereduceerd, tot meer dan 80 m te Antwerpen.

De Formatie van Boom rust op de Formatie van Zelzate en wordt in het gebied van het kaartblad Antwerpen bedekt door de Formatie van Berchem en de Formatie van Kattendijk.

De Formatie van Boom kan onderverdeeld worden in drie leden. De twee bovenste leden zijn met de voor handen zijnde gegevens moeilijk van elkaar te onderscheiden. Enkel in groeves is het onderscheid duidelijk te maken. Het onderste uitgesproken zandig lid van de Formatie van Boom is wel uit verschillende boorgegevens af te leiden.

4.6.1 *Lid van Putte*

Het Lid van Putte wordt gekenmerkt door het voorkomen van siltige en organische horizonten. De donkere klei komt in heel het ontsluitingsgebied van de Formatie van Boom voor. Dit lid maakt het grootste deel van de Formatie van Boom uit.

Het Lid van Putte ontsluit in de omgeving van Kruibeke, Niel alsook te Duffel en Lier.

4.6.2 *Lid van Terhagen*

Het middelste lid in de Formatie van Boom is het Lid van Terhagen. Dit lid bevat het minst silt en in ontsluitingen zijn twee uitgesproken banden met organisch materiaal op te merken. Delen van het Lid van Terhagen zijn ontkalkt en hebben een bruinachtige kleur. De dikte van dit lid is 20 m. Het Lid van Terhagen is ontsloten onderaan in de ontginningswand van de groeve van Terhagen. Bij deze kartering is aan het Lid van Terhagen een vaste dikte van 20 m gegeven, liggend op het Lid van Belsele-Waas.

4.6.3 Lid van Belsele-Waas

Het oudste lid in de Formatie van Boom is het Lid van Belsele-Waas, waarvan de SVK groeve te Sint-Niklaas de typelokaliteit vormt (fig. 16). Het Lid van Belsele-Waas is in grote delen van het Waasland ontsloten en vormt in het ontsluitingsgebied de basis van de Formatie van Boom (Steurbaut, 1992, Vandenberghe & Laga, 1986).

Fig. 16: Oude ontginningswand in de SVK groeve te Belsele-Waas. Merk de karakteristieke gebande structuur in de klei van het Lid van Belsele-Waas.



Het Lid van Belsele-Waas onderscheidt zich van de overige leden van de Formatie van Boom door zijn uitgesproken zandig karakter en de afwezigheid van septaria en het lage gehalte aan organisch materiaal. Het wordt gekenmerkt door dikke siltige lagen en is fijnzandig aan de basis. De dikte van dit lid schommelt rond de 10 m.

De overgang van het Lid van Belsele-Waas naar de Formatie van Zelzate is scherp en erosief. Toch kan door het zeer uitgesproken zandige karakter van het Lid van Belsele-Waas en het plaatselijk zeer kleiige karakter van de onderliggende Formatie van Zelzate, de grens tussen beide lithologische eenheden in boorbeschrijvingen soms moeilijk bepaald worden. Deze onduidelijke overgang komt tot uiting in boorbeschrijvingen voor de aanleg van de Nieuwe Zeesluis te Wintam, Bornem. Voor de aanleg van de sluis en de omlegging van het kanaal van de Rupel naar de Schelde zijn veel boringen uitgevoerd. De interpretatie van deze boringen tonen hier over korte afstanden vaak een markant verschil in ligging van het aangenomen grensvlak tussen het Lid van Belsele-Waas en de kleiige zanden van het Lid van Ruisbroek in de Formatie van Zelzate.

4.7 Formatie van Zelzate

De Formatie van Zelzate bestaat uit fijne zandige en kleiige sedimenten. De zanden zijn glauconiethoudend maar door de aanwezigheid van organisch materiaal kunnen deze zanden een vuile bruine kleur vertonen. De Formatie van Zelzate komt voor in de zone die loopt van Watervliet tot Waasmunster en verder naar het oosten langs de zuidrand van de ontsluiting van de Formatie van Boom.

Op het kaartblad Antwerpen is deze formatie in het zuidwestelijke deel van het kaartblad ontsloten. De totale dikte van de Formatie van Zelzate kan oplopen tot meer dan 25 m.

De Formatie van Zelzate kan vaak in drie leden opgesplitst worden.

4.7.1 Lid van Ruisbroek

Het Lid van Ruisbroek, dat het jongste lid is in de Formatie van Zelzate, ligt in het karteringsgebied direct onder de Formatie van Boom. Het lid bestaat uit groengrijze zanden die soms grote oesterachige schelpen (*Ostrea ventilabrum*) bevatten (Dumont, 1849). Aan de basis van het Lid van Ruisbroek kunnen kalkzandsteenconcreties voorkomen zoals waargenomen bij de aanleg van de E17 autosnelweg te Waasmunster (Jacobs & De Coninck, 1977) of bij de aanleg van de zeesluis te Hingene (Olivier, 1994). Op dit kaartblad komt dit lid vrijwel overal voor onder de Formatie van Boom. De dikte ervan kan tot 15 m bedragen.

Steurbaut (1992) kon deze zanden van het Lid van Ruisbroek via een aantal gedetailleerde waarnemingen en korrelgrootteanalyses verder opdelen in een onderste siltige zone en een bovenliggende zandige zone. Deze twee eenheden werden ingedeeld in een nieuw gedefinieerde formatie, de Formatie van Niel met als leden van boven naar onder het gherdefinieerde Lid van Ruisbroek en het Lid van Wintham. Deze indeling kon uit de beschikbare archiefboringen niet afgeleid worden en de zanden van het Lid van Ruisbroek zijn in hun geheel als onderdeel van de Formatie van Zelzate gekarteerd op deze kaart.

4.7.2 Lid van Watervliet

Het Lid van Watervliet, het middenste lid in de Formatie van Zelzate, bestaat uit licht zandige en glimmerhoudende klei tot zeer kleiig zeer fijn zand. De dikte van dit lid schommelt op het kaartblad rond de 5 m.

4.7.3 Lid van Bassevelde

Het Lid van Bassevelde is het oudste lid van de Formatie van Zelzate en bestaat uit fijn lemig tot fijn zand, glauconiet- en glimmerhoudend. In de zanden van het Lid van Bassevelde kunnen kleiige lenzen voorkomen en in enkele gevallen is aan de basis van dit lid een zwak ontwikkeld basisgrint gevonden met silexfragmenten, kalkzandsteen en grof kwartszand. De dikte van dit lid bedraagt ongeveer 10 m in het karteringsgebied. Een oudere aanduiding voor dit lid, die nog vaak wordt gebruikt, is 'S3' als bovenste zandlaag van het Complex van Kalló, dat voorkomt tussen de Formatie van Gentbrugge en de Formatie van Boom. Het werd door Gulinck (1969) ingevoerd.

4.8 Formatie van Maldegem

De Formatie van Maldegem is opgebouwd uit een afwisseling van kleiige en zandige lagen. De overgangen tussen de verschillende lagen binnen deze formatie geschieden doorgaans geleidelijk maar ze worden scherper in noordelijke richting.

Op het kaartblad is de Formatie van Maldegem slechts ontsloten in het uiterste zuidwestelijke deel, onder een dikke bedekking in de Quartaire Vlaamse Vallei. Op de rest van het kaartblad komt deze formatie in de ondergrond voor, rustend op de Formatie van Lede en bedekt door de Formatie van Zelzate.

In de Formatie van Maldegem kunnen zeven leden onderscheiden worden. De totale dikte ervan schommelt rond de 50 m.

4.8.1 Lid van Onderdijke

Het bovenste of jongste lid van de Formatie van Maldegem is het Lid van Onderdijke. Het Lid van Onderdijke (of 'a3' in de aanduiding van Gulinck, 1969) is een grijsblauwe zware klei. Aan de top kan weinig materiaal voorkomen wat duidt op de aanwezigheid van een begroeiingshorizont, maar in de beschikbare boorgegevens is dit niet te zien. Dit lid is tot 10 meter dik en is op het kaartblad ontsloten in een band ter hoogte van de gemeente Hamme.

4.8.2 Lid van Buisputten

De fijne donkergrijze en lemige zanden van het Lid van Buisputten werden door Gulinck (1969) met de term 'S2' aangeduid. Dit lid is glauconiet- en glimmerhoudend. De dikte van dit lid schommelt rond de 6 m. Het Lid van Buisputten dagzoomt in het zuidwesten van de kaart.

4.8.3 Lid van Zomergem

De klei van het Lid van Zomergem is evenals de klei van het Lid van Ursel blauwgrijs, zonder zand of glauconiet. In de oude benaming, ingevoerd door Gulinck (1969) worden deze kleien als 'a2' aangeduid. De dikte van deze eenheid is ongeveer 8 m. Het Lid van Zomergem dagzoomt nog net in het uiterste zuidwesten van de kaart.

4.8.4 Lid van Onderdale

Het Lid van Onderdale (of 'S1' in de oude benaming van Gulinck, 1969) bestaat uit een fijn, glimmer- en glauconiethoudend zand. Nummulieten kunnen in deze afzettingen voorkomen. Onderaan, aan de overgang met het Lid van Ursel, kunnen deze zanden van het Lid van Onderdale heel glauconietrijk worden. Deze overgang is ook vaak gekenmerkt door zandige turbaties die diep in de klei van het Lid van Ursel doordringen. Het lid komt op het kaartblad voor onder een bedekking van jongere Tertiaire afzettingen en zijn dikte bedraagt ongeveer 4 m.

4.8.5 Lid van Ursel

Het Lid van Ursel bestaat uit een zware homogene, grijsblauwe klei. De overgang naar het Lid van Asse onderaan, is gekenmerkt door een toename van het zand- en glauconietgehalte. De overgang naar het bovenliggende Lid van Onderdale verloopt geleidelijk. De dikte van dit lid bedraagt ongeveer 12 m en komt in de ondergrond over heel het kaartblad Antwerpen voor. Te Hamme bevindt dit lid zich op een diepte van circa 50 m en te Antwerpen op een diepte van om en bij de 170 m.

4.8.6 Lid van Asse

Het Lid van Asse bestaat uit een zandige en glauconiethoudende klei, met aan de basis vaak een laag van grof glauconietzand, de zogenaamde 'Bande Noire'. Samen met het Lid van Ursel waarvan het Lid van Asse zich onderscheidt door zijn hoger zandgehalte, kreeg deze klei de aanduiding 'a1' van Gulinck (1969). Bij het interpreteren van de waarnemingen kon meestal geen onderscheid gemaakt worden tussen het Lid van Ursel en het Lid van Asse. Beide leden zijn daarom vaak samengenomen. De gezamenlijke dikte van het Lid van Ursel en het Lid van Asse bedraagt circa 15 m.

4.8.7 Lid van Wemmel

Het Lid van Wemmel vormt de basis van de Formatie van Maldegem. Kenmerkend voor deze grijze glauconiethoudende zanden is het hoge gehalte aan nummulieten waaronder *Nummulites wemmelensis* en gerolde *Nummulites variolarius* herwerkt uit de Formatie van Lede.

Aan de basis van het Lid van Wemmel komen vaak kalkzandsteenfragmenten uit de Formatie van Lede voor. Naar de top neemt het kleigehalte toe als het Lid van Wemmel overgaat in het Lid van Asse.

De geringe dikte van 4 m en de grote diepteligging van het Lid van Wemmel (in het zuiden van het kaartblad rond de 60 m diep), maken dat de aanwezigheid van dit lid vaak moeilijk uit de waarnemingen valt af te leiden. Toch komt het waarschijnlijk over het volledige kaartblad voor.

4.9 Voorbeelden

Tabel 5 geeft de boorbeschrijving van boring BGD027E0200 – kb15d27e-B204 weer. Deze boring is uitgevoerd door het toenmalige Rijksinstituut voor Grondmechanica (RIG) ten behoeve van het derde kanaaldok te Beveren.

In de eerste drie regels van tabel 5 zijn de auteurs opgenomen, het instituut waaraan de auteurs verbonden zijn, en de datum waarop de boorbeschrijving is uitgevoerd. De boorbeschrijving zelf bestaat uit drie kolommen. In de laatste kolom is de beschrijvende tekst opgenomen. De eerste twee kolommen ('van' en 'tot') geven de diepte-intervallen aan waarop de beschrijvende tekst betrekking heeft. De derde kolom ('Peilbasis'), geeft het peil van de basis van de beschreven laag aan.

In de boorbeschrijving van boring BGD027E0200 – kb15d27e-B204 zijn drie stratigrafische eenheden terug te vinden, nl. het Quartair, de Formatie van Lillo en de Formatie van Kattendijk. Het Quartair komt voor in het diepte-interval 0 tot 3,5 m. Op de diepte van 3,5 m is een kleurverandering van grijs naar grijsbruin waar te nemen, samen met een toename van het kleigehalte. Er verschijnen ook schelpen in het sediment, een duidelijk kenmerk voor de aanwezigheid van de Formatie van Lillo, die tot een diepte van 12,5 m kan herkend worden. Het betreft hier waarschijnlijk het Lid van Oorderen.

Vanaf een diepte van 12,5 m treffen we glauconietrijker zand aan van de Formatie van Kattendijk. De Formatie van Kattendijk is evenals de Formatie van Lillo kalkhoudend. In deze waarneming is in de Formatie van Kattendijk schelpengruis aanwezig.

Tabel 5: Lithologische beschrijving van boring BGD027E0200 – kb15d27e-B204.

Auteur: Laga P. & Lambrechts G.			
Instituut: Belgische Geologische Dienst - Brussel en R.I.G. Zwijnaarde			
Datum: 1974/03/01			
Van	Tot	Peilbasis	Beschrijving
0,00	0,50	1,98	Bruine weinig fijn - zandhoudende leem, kalkhoudend
0,50	2,50	-0,02	Bleekgrijs bruinachtig fijn zand, geen kalk
2,50	3,00	-0,52	Bleekgrijs bruinachtig fijn zand, geen kalk, sterk leemhoudend
3,00	3,50	-1,02	Bleekgrijs bruinachtig fijn zand, kalkhoudend
3,50	4,00	-1,52	Lichtbruin tamelijk fijn sterk kleihoudend zand met fijn schelpgruis
4,00	4,50	-2,02	Lichtbruine en roestige klei met zand en schelpgruis
4,50	5,00	-2,52	Grijze klei en grijs kleihoudend fijn zand met schelpgruis
5,00	7,00	-4,52	Grijs sterk kleihoudend fijn zand met schelpgruis
7,00	12,00	-9,52	Grijs 1/2 fijn glauconiethoudend zand met veel schelpgruis
12,00	12,50	-10,02	Grijs 1/2 fijn glauconiethoudend zand met veel schelpgruis, iets donkerder
12,50	13,00	-10,52	Grijsgroen tamelijk fijn zand, glauconietrijk vermengd met hoger schelpenrijk zand
13,00	14,00	-11,52	Grijsgroen glauconietrijk fijn zand met sporadisch schelpgruis

Een overgang van de Formatie van Kattendijk naar de Formatie van Diest en de Formatie van Berchem bevindt zich in het diepte-interval 15 tot 35 m in boring BGD028E0296/19 – kb15d28e-B341 uitgevoerd te Schoten (Tabel 6).

De Formatie van Kattendijk bevat in deze waarneming resten van *Ditrupe*, die vaak in deze formatie beschreven worden. De Formatie van Kattendijk komt voor tussen 15 en 18 m diepte.

Onderaan de boring is in de beschrijving zwart zand met '*Pectunculus*' (huidige naam: *Glycymeris lunulata baldii*) schelpen vermeld, kenmerkend voor de Formatie van Berchem, meer bepaald het Lid van Antwerpen. Dit Lid van Antwerpen komt voor vanaf een diepte van 33 m tot het einde van de boring.

Tussen de Formatie van Kattendijk en de Formatie van Berchem komt nog 15 m grijs kwartsachtig glauconietzand voor in het diepte-interval van 18 tot 33 m. Deze 15 m sediment maken deel uit van de Formatie van Diest.

Tabel 6: Lithologische beschrijving van boring BGD028E0296/19 – kb15d28e-B341.

Auteur: Halet F. Instituut: Belgische Geologische Dienst - Brussel Datum: 1940/01/01			
Van	Tot	Peilbasis	Beschrijving
15,00	16,00	-9,00	Fijn kwartsachtig grijs glauconiet zand, brokken licht grijze zandstenen en brokken schelpen. <i>Ditrupe</i> buisjes
16,00	18,00	-11,00	Zeer kwartsachtig grijs glauconiet zand met enige schelpen. <i>Ditrupe</i> buisjes
18,00	25,00	-18,00	Zeer kwartsachtig grijs glauconiet zand
25,00	29,00	-22,00	Kwartsachtig grijs glauconiet zand
29,00	33,00	-26,00	Kwartsachtig grijs glauconiet zand
33,00	34,00	-27,00	Zwart glauconietrijk zand met schelpen (<i>Pectunculus</i>)
34,00	35,00	-28,00	Hetzelfde zand met talrijke schelpen (<i>Pectunculus</i>)

In de lithologische beschrijving van boring BGD042W0125 – kb15d42w-B136 uitgevoerd te Sint-Niklaas is de Formatie van Boom en de Formatie van Zelzate beschreven.

Vanaf een diepte van 8,25 m is grijze plastische klei beschreven over een dikte van 4 m. Dit is het Lid van Terhagen van de Formatie van Boom. Op 12,75 m is in de beschrijving te zien dat de klei zandhoudend wordt, een kenmerk van het Lid van Belsele-Waas. Dit lid is in deze boring iets meer dan 10 m dik.

Op een diepte van 23,65 m beschrijft Halet in deze boring bruin kleihoudend zand en grijs kwartszand. Uit deze kenmerken en uit de positie van dit zand ten opzichte van de Formatie van Boom kan afgeleid worden dat het hier om het bovenste lid van de Formatie van Zelzate gaat, met name het Lid van Ruisbroek.

Tabel 7: Lithologische beschrijving van boring BGD042W0125 – kb15d42w-B136.

Auteur: Halet F. Instituut: Belgische Geologische Dienst - Brussel Datum: 1927/04/01			
Van	Tot	Peilbasis	Beschrijving
12,75	13,35	3,65	Argile sableuse grise
13,35	19,70	-2,70	Argile plastique grise
19,70	23,65	-6,65	Argile grise
23,65	28,30	-11,30	Sable argileux brunâtre
28,30	28,80	-11,80	Sable quartzeux gris

4.10 Profielen

In figuren 17, 18 en 19 zijn 5 profielen doorheen de geologische kaart weergegeven. Naast de geologische opbouw van de ondergrond zijn een aantal boringen en de scheiding tussen de verschillende deelkaartbladen weergegeven. De verticale overdrijving is 50x.

De ligging van de profielen is zodanig gekozen dat ze de ruimtelijke verbreiding van de verschillende eenheden duidelijk illustreren en een beter inzicht verschaffen in de geologische opbouw van het gebied.

Profiel 1 is gelegen in het noorden van het karteringsgebied en loopt van west naar oost. Het profiel laat de insnijding van de Scheldevallei in de Tertiaire lagen zien ter hoogte van de deelkaartbladen 15/2 en 15/3. Het uitwijken van de Formatie van Berchem (Bc) onder recentere Tertiaire afzettingen is waarneembaar in het midden van het profiel en van de Formatie van Diest (Di) verder oostwaarts. Merk tevens het verschil in helling tussen de oudere Tertiaire afzettingen, vanaf de Formatie van Maldegem (Ma) tot en met de Formatie van Diest (Di) en de jongere meer subhorizontale Pliocene afzettingen van de Formatie van Kattendijk (Kd) en de Formatie van Lillo (Li). Door deze verandering in helling en vooral in strekking van deze jongere Pliocene afzettingen worden nagenoeg alle andere Tertiaire formaties erosief aangesneden.

Profiel 2 is iets zuidelijker gelegen maar loopt nagenoeg noordwest – zuidoost. Het geeft eveneens de insnijding van de Schelde in het Lid van Putte (BmPu) weer. Door het noordwest – zuidoost verloop van het profiel komen de Tertiaire afzettingen schijnbaar nagenoeg horizontaal te liggen. Merk op profiel 2 ook de dunne laag Formatie van Kattendijk (Kd) op die erosief bovenop de Formatie van Boom (Bm) ligt.

Profiel 3 heeft een meer centrale ligging en loopt westzuidwest – oostnoordoost. Door de richting van dit profiel worden de Tertiaire afzettingen voorgesteld met ongeveer hun ware helling. Het profiel toont in het uiterste oostnoordoosten de Formatie van Diest onder een dunne bedekking van de Formatie van Kattendijk en de Formatie van Lillo. In het westzuidwesten ligt de Formatie van Kattendijk erosief op de Formatie van Boom.

Fig. 17: Doorsnede bij de geologische kaart (profiel 1).

PROFIEL 1

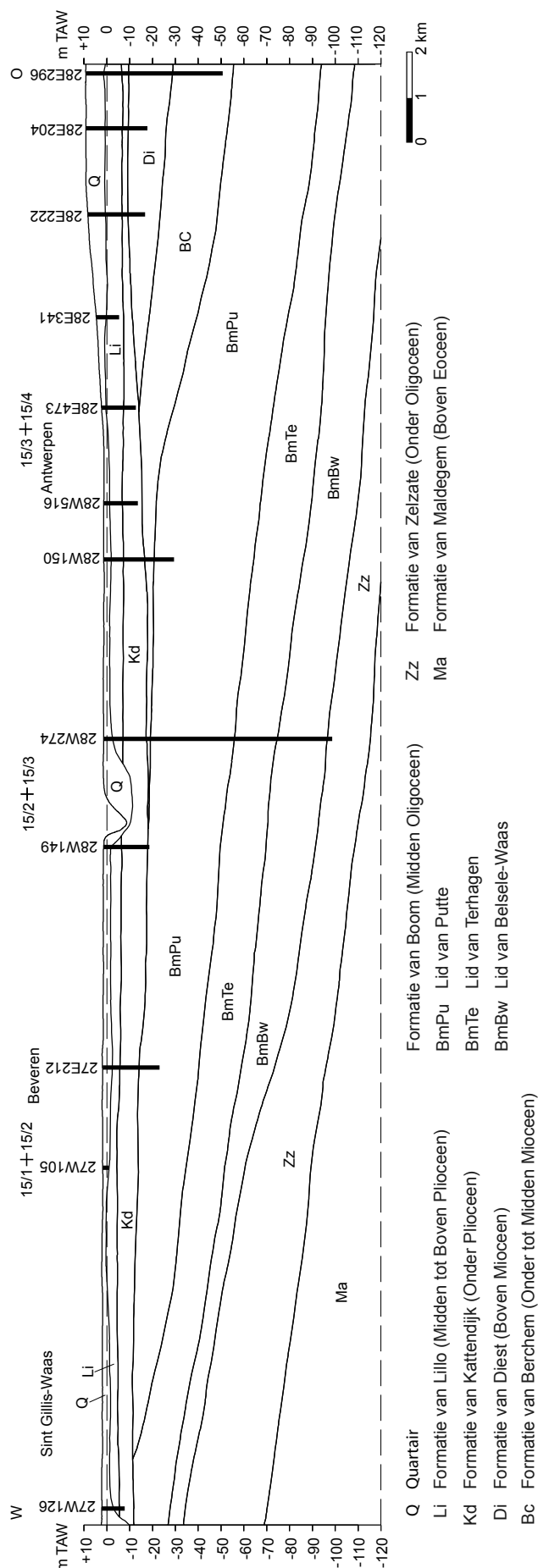
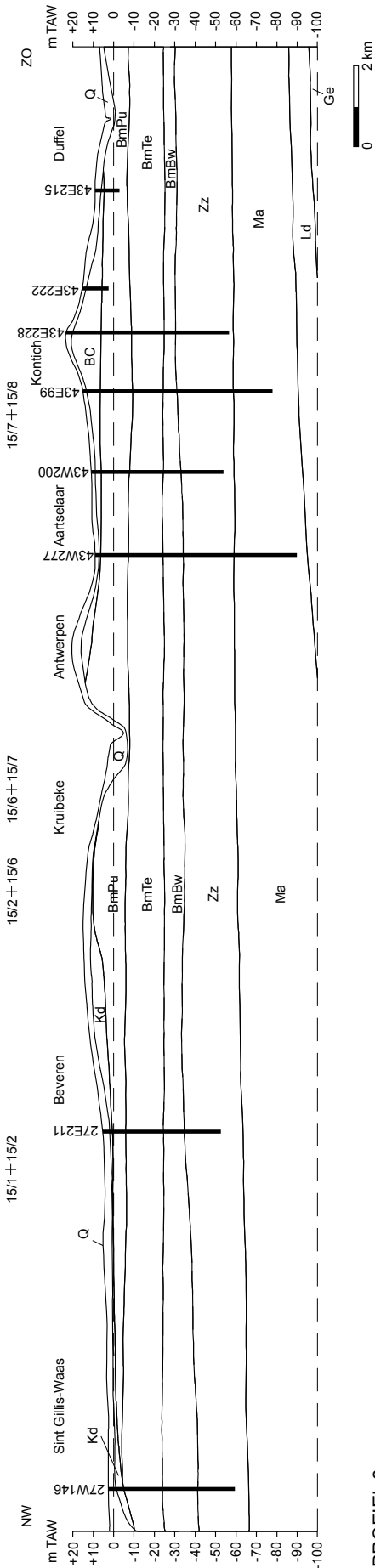
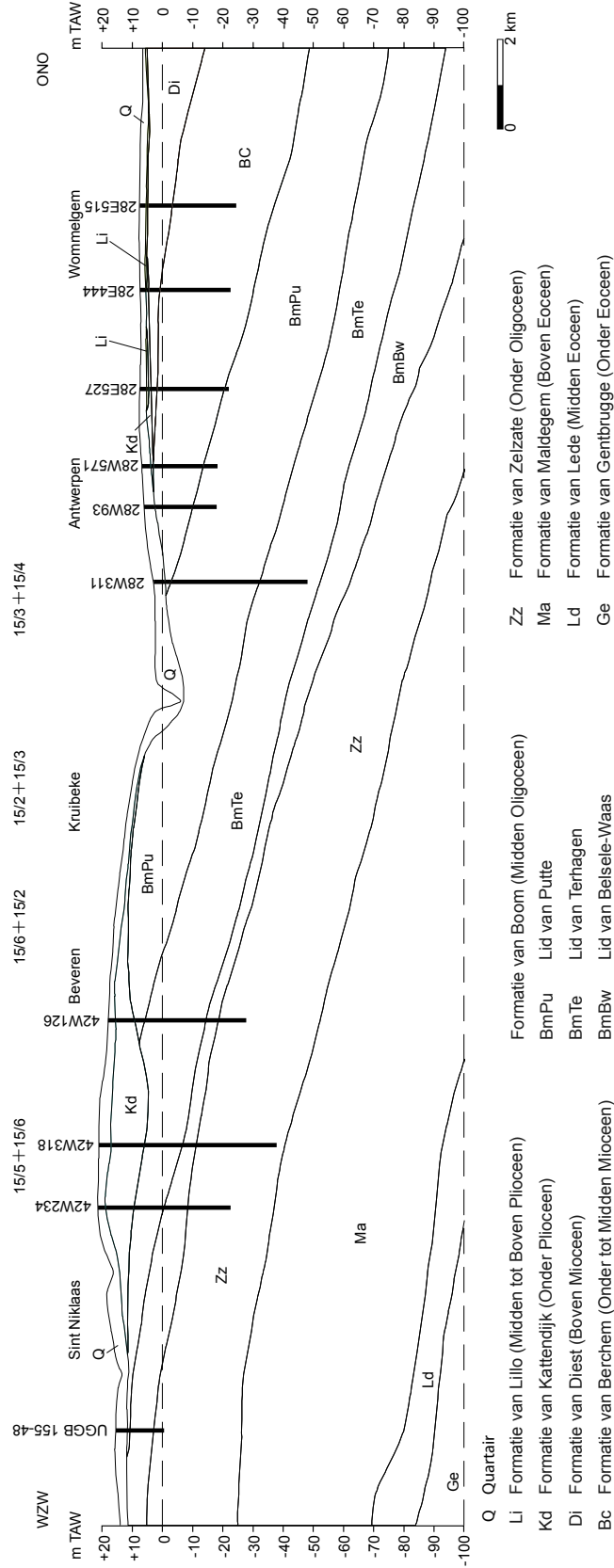


Fig. 18: Doorsneden bij de geologische kaart (profielen 2 en 3).

PROFIEL 2



PROFIEL 3

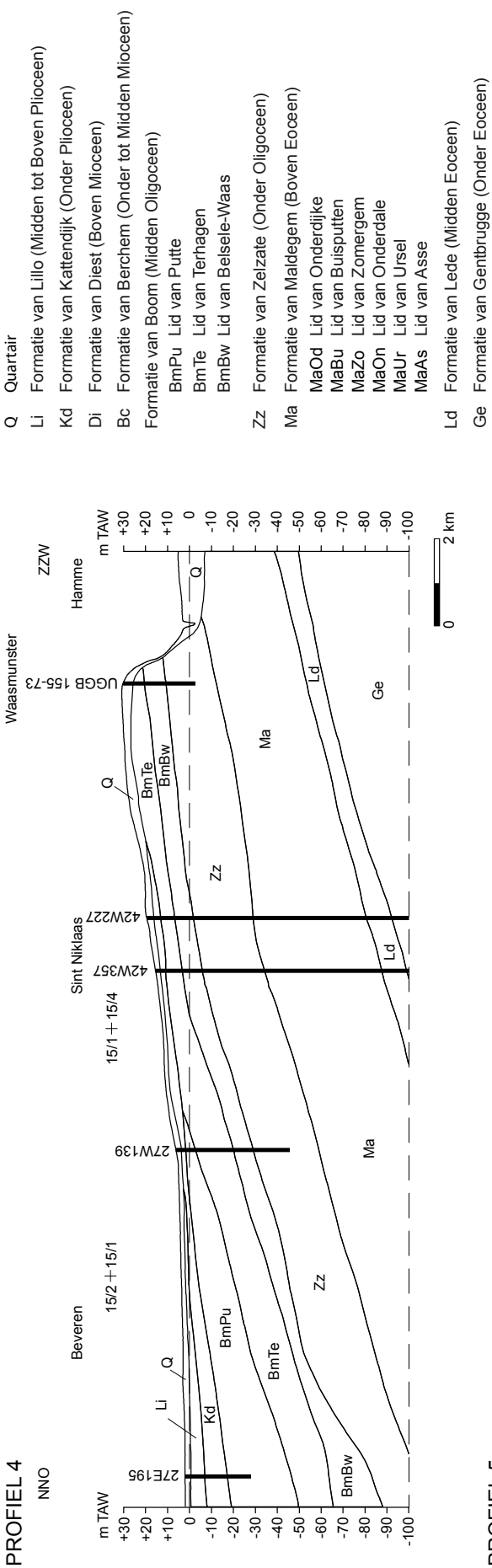


Profiel 4 werd getrokken in het westelijk deel van het kaartblad. Het loopt noordnoordoost – zuidzuidwest en geeft een doorsnede weer van de cuesta van het Waasland en de insnijding van de Vlaamse Vallei en de Durme.

Het profiel onderlijnt de structurele opbouw van deze cuesta, met een zacht naar het noorden afdalende cuesta-rug, grotendeels opgebouwd door de afzettingen uit de Formatie van Boom en erosief bedekt door de Formaties van Kattendijk en Lillo. Het cuestafront te Hamme daarentegen is steil en naar het zuiden gericht. Het is bovenaan opgebouwd uit de erosie-weerstandbiedende kleilagen van de Formatie van Boom en onderaan uit de niet-erosiebestendige zanden van de Formatie van Zelzate. Daardoor kan de Quartaire erosie een subsequeunte vallei aan de voet van de Wase Cuesta uitschuren in deze zanden. Deze oostelijke uitloper van de Vlaamse Vallei (van Schelde en Rupel) is zichtbaar te Hamme door de aanwezigheid van een dik pakket Quartaire afzettingen. Op de cuestarug blijft het Quartair echter dun en meestal beperkt tot 2 à 3 m.

Profiel 5 in het oosten van het kaartblad loopt van Bornem in het zuidwesten naar Schoten in het noordoosten. Het laat in het zuidwesten een stukje Vlaamse Vallei zien, aansluitend op het ingesneden cuestafront van de Formatie van Boom te Niel. Ook de bedekking van de Formatie van Diest door de Formaties van Kattendijk en Lillo is aangetoond te Schoten. Door de richting van het profiel (parallel met de helling) worden de Tertiaire afzettingen voorgesteld met hun nagenoeg ware helling naar het noordnoordoosten.

Fig. 19: Doorsneden bij de geologische kaart (profielen 4 en 5).



4.11 Diepere geologie

4.11.1 Formatie van Lede

Een belangrijke watervoerende laag (vooral in het zuiden van het kaartblad) wordt gevormd door de zanden van de Formatie van Lede. In het zuiden van het kaartblad te Bornem komen deze zanden voor op een diepte van om en bij de 60 m. De Formatie van Lede is kalkhoudend en er komen enkele kalkzandsteenbanken in voor die vaak heel fossilrijk zijn. De formatie is glauconiethoudend en *Nummulites variolarius* kunnen in grote aantallen voorkomen.

De Formatie van Lede is goed van de bovenliggende Formatie van Maldegem te onderscheiden door het sterk contrast in de lithologie tussen beide formaties. Op dit kaartblad rust de Formatie van Lede op de Formatie van Gentbrugge. De overgang tussen beide formaties is aan de hand van de beschikbare waarnemingen vaak minder eenduidig te bepalen daar zowel de Formatie van Lede als de top van de Formatie van Gentbrugge een zandig karakter hebben.

4.11.2 Formatie van Gentbrugge³

De Formatie van Gentbrugge bestaat uit zandige en kleiige afzettingen. De sedimenten zijn onderaan in de formatie zeer kleiig en kennen een vergroving naar boven toe. Deze formatie komt over heel het kaartblad Antwerpen in de ondergrond voor en het bovenste gedeelte van deze formatie is een goede aquifer. Verschillende particuliere waterwinningen (o.a. te Bornem) in het zuiden van het kaartblad boren deze formatie aan op een diepte rond de 80 m.

In de Formatie van Gentbrugge zijn drie leden te onderscheiden. Het oudste lid (het Lid van Merelbeke) is niet overal terug te vinden. De twee overige leden (het Lid van Pittem en het Lid van Vlierzele) komen in heel het verspreidingsgebied van de Formatie van Gentbrugge voor.

In het karteringsgebied is de Formatie van Gentbrugge bedekt door de Formatie van Lede en rust ze op de Formatie van Tielt.

4.11.2.1 Lid van Vlierzele

Het Lid van Vlierzele bestaat uit fijn zand dat naar onder toe kleirijker wordt. De afzetting is sterk glauconiethoudend en er kunnen zandstenen in de afzetting voorkomen. Naar onderen toe gaat het Lid van Vlierzele geleidelijk over in het Lid van Pittem. De dikte van dit lid bedraagt op dit kaartblad ongeveer 40 m.

4.11.2.2 Lid van Pittem

Deze heterogene glauconiethoudende afzetting wordt gekenmerkt door een afwisseling van laagjes kleiig fijn zand en zandige klei en silt, die sterk gebioturbeerd kunnen zijn. In het Lid van Pittem komen op verschillende plaatsen kalkzandstenen of 'veld'-stenen voor. De dikte van dit lid kan 15 tot 20 m bedragen naargelang waar de grens tussen het Lid van Pittem en het bovenliggende Lid van Vlierzele getrokken wordt.

4.11.2.3 Lid van Merelbeke

Het onderste lid van de Formatie van Gentbrugge is het Lid van Merelbeke. Deze lithostratigrafische eenheid is een zeer fijnsiltige klei tot een zeer fijn silt. In het karteringsgebied ligt het Lid van Merelbeke op het Lid van Egem van de Formatie van Tielt dat een uitgesproken zeer fijn zandig karakter heeft. De grote diepteligging van het Lid van Merelbeke en de weinige boringen die dit lid doorboren, bemoeilijken de kartering. De dikte bedraagt ongeveer 7 m.

4.11.3 Formatie van Tielt

De Formatie van Tielt komt over heel het kaartblad voor. Ze is opgebouwd uit zeer fijnzandige silt, die naar boven toe overgaat in zeer fijn zand. De afzettingen van de Formatie van Tielt zijn glauconiethoudend en kunnen op het kaartblad Antwerpen in enkele boringen worden geïdentificeerd zoals in boring BGD042W0002 – kb15d42w-B2.

³ Nota: sinds het drukken van de geologische kaart is de benaming van deze formatie omwille van prioriteitsregels aangepast: Gentbrugge i.p.v. Gent.

De top van de Formatie van Tielt situeert zich op een peil van ongeveer -150 m in het noorden van het kaartblad.

4.11.4 Formatie van Kortrijk

De Formatie van Kortrijk bestaat uit kleiige sedimenten en kan over heel het kaartblad Antwerpen teruggevonden worden. In de boring van Kallo (BGD027E0148 – kb15d27e-B149) is de Formatie van Kortrijk ongeveer 100 m dik en de top van de formatie situeert zich in het noorden van het kaartblad op 250 m diepte. In het zuiden van het kaartblad, te Hamme, bedraagt de dikte van de Formatie van Kortrijk 115 m en de top bevindt zich op een diepte van om en bij de 100 m.

De top van de formatie duikt in noordelijke richting met een helling van ongeveer 8 m per kilometer. De dikte van de Formatie van Kortrijk neemt zwak af in noordelijke richting.

4.11.5 Landen Groep

De Landen Groep kan over heel het kaartblad teruggevonden worden. De dikte van de Landen Groep afzettingen neemt toe van 20 m in het zuiden van het kaartblad Antwerpen tot 80 m in het uiterste noorden van de kaart. De afzettingen zijn kleihoudende en kalkrijke zanden.

4.11.6 Krijt⁴

Het stratigrafisch-structureel beeld van het Krijt op dit kaartblad is beperkt tot 4 boringen die het krijt bereikt hebben, boringen BGD027E0148 – kb15d27e-B149 Kallo, BGD042W0002 – kb15d42w-B2 Hamme, BGD042W0226 – kb15d42w-B248 St.-Niklaas en BGD043W0149 – kb15d43w-B187 Hemiksem. Wegens de geringe informatie van deze boringen was het noodzakelijk boringen op aangrenzende kaartbladen eveneens in ogenschouw te nemen, in het bijzonder boringen BGD014E0239-240 – subcropBM-014E0240 Doel. De geringe informatie, ook uit kernboringen zoals Kallo, is te wijten aan de afwisseling tussen harde silex, of vuursteen, en zacht krijt dat kernbooroperaties bemoeilijkt en vooral de kernopbrengst drastisch vermindert en beperkt tot wat brokstukken van silex en geplet vet krijt. Enkel de basislagen in meer homogeen, grijs mergelig krijt zijn goed te kernen (diepte-interval van 579,20-592,15 m in de boring Kallo).

Het krijt wordt beschreven als een gesteentepakket en niet als een chronostratigrafische eenheid (verschil in de tekst weergegeven door onderscheid tussen krijt als gesteente en Krijt als tijdperk). Op kaartblad 15 behoren alle krijtafzettingen lithostratigrafisch tot de Chalk Group of Krijtgroep waarvan de ouderdom ook beperkt is tot het Krijt (Robaszynski, Dhont & Jagt, 2001). Het rust discordant op sokkelgesteenten van het Massief van Brabant en wordt weliswaar concordant maar toch met een aanzienlijk hiaat overdekt door Tertiaire formaties. Volgens de kaarten van het Massief van Brabant (Legrand, 1968) nemen zowel de diepte als de dikte van het krijt toe van SSW naar NNE (diepte van -225 naar -500 m, dikte van 70 naar 175 m). In de diktetoename zit een knik, een plotse versnelling ter hoogte van Hoboken die verder aanhoudt en karakteristiek blijkt voor de Kempen.

Het krijt in de boring 27E148 Kallo is nog goed vergelijkbaar met de boringen Doel, 6,5 km meer noordelijk gesitueerd op kaartblad 7 Kapellen. Boring Kallo heeft het krijt aangeboord over 145 m (diepte-interval 447-592 m); dit komt overeen met een diktevermindering van ca 3 m per km zuidwaartse verplaatsing t.o.v. Doel. Het contact met het overdekkende Tertiair (Heers Formatie) wordt gevormd door groen gepatineerde vuursteenkeien. Volgens de geologische beschrijving volgt hieronder 2 m tufkrijt (Maastricht Formatie) maar dit wordt niet ondersteund door beschrijving van de boormonsters. Hieronder volgt grijswit korrelig krijt met bleke vuursteen. Bovenaan in het pakket is de vuursteen zeker bankvormig, in banken tot 25 cm dik. Dit pakket vormt een aanwijzing voor de leden van Lanaye-Lixhe in het bovendeel van de Formatie van Gulpen. Hieronder komt over 114 m nog witgrijs krijt met bleke vuursteen voor, zonder dat het aandeel vuursteen gepreciseerd kan worden of de formatie verder onderverdeeld, mogelijk tot 579 m diep. Dit krijtpakket vormt het equivalent van het Lid van Zeven Wegen en mogelijk jongere leden (Beutenaken-Vijlen) van de Formatie van Gulpen. De gekernde basislagen in grijs mergelig krijt met grijze voegen en *Spirophyton* tonen aan dat het equivalent van de Formatie van Vaals minstens 13 m dik is. Deze lagen zijn meer kalkig en bleker gekleurd dan het 'Hervien' in de typelocaliteiten te Halembeke en daarom toegewezen aan het Lid van Wachtebeke

⁴ Michiel Dusar, BGD, herziening in 2010

van de Formatie van Nevele (officieel geratificeerd door de Nationale Commissie van Stratigrafie eind 2009). Het contact met de sokkel is niet gemarkeerd door enig niveau met hogere energie-inhoud, wijzend op actieve erosie aan de basis van de krijttransgressie.

Op basis van deze summiere beschrijving wordt het Krijt aan twee formaties toegewezen: de Formatie van Gulpen, 18 m dik, en de Formatie van Nevele, 127 m dik. Alhoewel de Formatie van Nevele een lateraal equivalent van de Formaties van Vaals en Gulpen voorstelt verloopt het contact tussen deze formaties diachroom: het krijtfacies van het Massief van Brabant dringt door tot in het Kempisch Bekken ten tijde van de afzetting van Vaals en Onder-Gulpen sedimenten, terwijl het Kempisch facies dan weer doordringt tot in het Waasland ten tijde van de afzetting van Boven-Gulpen sedimenten (Dusar & Lagrou, 2007).

Het krijt in de boringen 42W2 Hamme (diepte-interval 240-313 m) en 43W149 Hemiksem (aangeboord interval 328-375 m) wordt overdekt door de Formatie van Hannut, steeds met een basisgrind van groen gepatineerde, gerolde vuursteen, zoals in Kallo aan de basis van de Formatie van Heers voorkwam. Vermits niet alleen de Formatie van Maastricht maar ook het equivalent van Boven-Gulpen verdwenen zijn blijkt het stratigrafisch hiaat tussen Krijt en Tertiair verder toe te nemen van noord naar zuid. Het krijt bevat nog verkiezelingen, beschreven als grijze en bleke silex, met karakteristieken van de Formatie van Spiennes. Ook het Lid van Wachtebeke lijkt afwezig of alleszins niet differentieerbaar te zijn zodat er weinig controle meer is over de aanvangsoudheid van dit krijtpakket. Op basis van beschikbare boorinformatie behoort het gehele krijtpakket tot de Formatie van Nevele, zonder verdere onderverdeling.

Het krijt in de boring 42W226 St.-Niklaas (interval 312-416 m) bezit intermediaire kenmerken. Er is geen silex in de cuttings beschreven, maar de gekernde overgang Tertiair-Krijt toont massief bleekgrijs verkiezeld krijt onder zwarte klei (Landen groep) zonder basisgrind. De basislagen van het krijt zijn beschreven als grijze mergel, met een dikte van 16 m, vermoedelijk overeenkomend met grijswit licht kleiig krijt, allicht beantwoordend aan het Lid van Wachtebeke. Ook in deze boring behoort het krijt integraal tot de Formatie van Nevele.

Breuk van Nijlen-Hoboken

De totale dikte van het krijtpakket bedraagt nog 73 m te Hamme, een vermindering van 4 m per km zuidwaartse verplaatsing t.o.v. de boring Kallo, dit terwijl de afhelling van de sokkel in dezelfde richting nochtans vermindert. Een tektonische storing is verantwoordelijk voor het extra dikteverschil, dank zij seismische metingen geïdentificeerd als de breuk van Nijlen-Hoboken.

Hoge resolutie ondiepwater seismiek op de Schelde (Renard Centre of Marine Geology, 1989), een 2-D reflectieseismische opname door T.U. Delft langs de Schelde te Hoboken (Dusar & Lagrou, 2007), en de seismische campagne 'Limestone subcrop Campine basin' (Langenaeker, 1989) in de omgeving van Lier hebben de aanwezigheid van een breuk aangetoond met een complexe geschiedenis. Deze breuk met WNW-ESE strekking beïnvloedt diepe magnetische structuren herkenbaar op de nieuwe aeromagnetische kaart van België en wordt geassocieerd met een anticlinale opwelling in de Ordoviciumformaties. Tijdens het Krijt heeft zich langs deze diepe breuk een flexuur voltrokken. De breuk was nog synsedimentair actief tijdens het Santoon-Campaan, met langduriger en homogener, rustige krijtsedimentatie aan de kant van het Massief van Brabant (met afzetting van de Formatie van Nevele). De breuk vertoont nochtans een afhelling naar het noorden. Tijdens het Santoon-Campaan heeft zich dus een inversiebeweging voorgedaan, waarbij vroegere normaalbreuken in tegengestelde zin werden geactiveerd. Dit doet vermoeden dat de breuk ook actief is geweest tijdens het Jura (Cimmerische beweging), maar van het pre-Krijt zijn geen afzettingen bewaard. Tijdens het Maastrichtiaan kantelde de breukbeweging terug naar een normaalbreuk met onlap van de jongere krijtformaties (boven Gulpen Formatie, verder noordelijk vervolledigd met de Maastricht en Houthem Formaties). Dit heeft geresulteerd in een duidelijk dikteverschil: het krijtpakket is zo'n 40 m dikker langs de noordkant dan langs de zuidkant. Verticale sprongen langs het breukvlak, dat als synsedimentaire breuk moeilijk af te lijnen is, zijn slechts ten dele verantwoordelijk voor dit verschil; een flexuur of sleurbeweging over de breukzone is meer bepalend. De top van het krijt vertoont slechts een lichte flexuur; de basis van de Boomse klei is niet meer verschoven. Nochtans blijken diaklazen in de Boomse klei te Kruike nog te getuigen van enige nawerking (pers. mededeling Jeroen Mertens, NIRAS).

Qua facies sluit het krijt in de boringen van Kallo en Doel, ten noorden van de breuk van Nijlen-Hoboken gelegen, nog aan bij het gebied van de Noorderkempen in het Kempisch Bekken. Er treedt wel een duidelijke diktevermindering op van het krijtpakket van oost naar west en van noord naar zuid. Dikteverliezen t.o.v. 300 m dikte, nog bereikt op de ondergrondse gasopslag van Heibaart – Loenhout, zijn grotendeels te wijten

aan de erosie/non-depositie van de jongste lagen (80 m verlies in de Formaties van Houthem en Maastricht), en verder aan geleidelijke diktereductie door omzetting van de Formaties van Gulpen - Vaals naar de Formatie van Nevele. De breuk van Nijlen-Hoboken accentueert dus een algemene trend. Op de aangrenzende kaartbladen zet deze trend zich nog voort: het krijt in boring 27E148 Kallo op kaartblad 15 is nog 145 m dik, maar al beperkt tot 92 m in de verder westelijke boring 26E111 Stekene. Naar het westen toe wordt het krijtpakket dus homogener en silex-arm; geheel het krijt behoort tot de Nevele Formatie, equivalent van de Formaties van Obourg-Nouvelles in het Henebekken en is van Santoon-Campaan ouderdom (Felder, 1994, 2001).

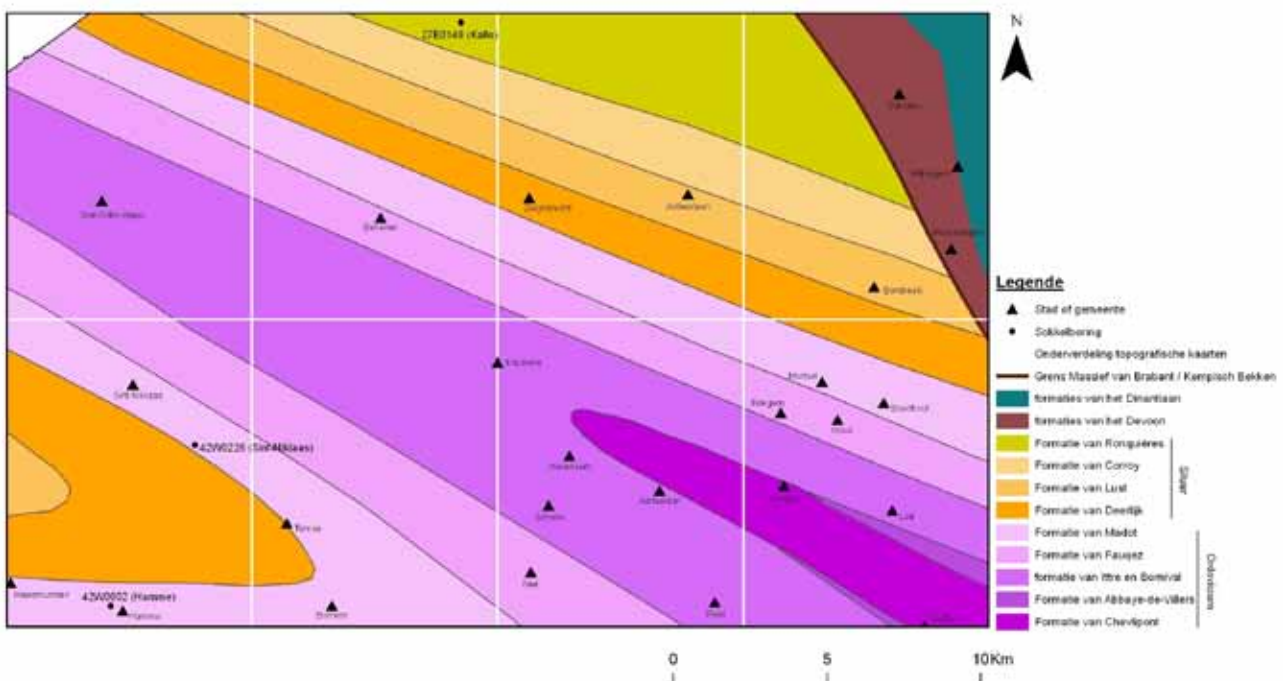
Het krijt ten zuiden van de breuk van Nijlen-Hoboken behoort eveneens volledig tot de Formatie van Nevele, die het Massief van Brabant ten noorden van de dorsale as overdekt. Het is zodanig homogeen dat het lijkt alsof dit schrijfkrijt zich vanaf de eerste grote Krijttransgressie op het Massief van Brabant heeft gevestigd en vandaar bij gunstige omstandigheden (tijdelijke relaxatie van de inversietektoniek die de vroegere sedimentatiebekkens in opheffing bracht) ook de omgevende bekkens heeft ingenomen.

4.11.7 Het Paleozoïcum⁵

De Paleozoïsche sokkel onder de deklagen van het Krijt en Tertiair behoort tot 2 verschillende structurele eenheden, nl. het Massief van Brabant dat over het grootste deel van het kaartblad aanwezig is en het Bekken van de Kempen dat enkel voorkomt in het noordoosten van dit kaartblad. Het dak van de sokkel helt af naar het noordnoordoosten en bevindt zich op een peil van ongeveer -300 m TAW in het uiterste zuidwesten (regio Hamme-Waasmunster) en op een peil van ongeveer -730 m TAW in het uiterste noordoosten (regio Schoten) (Matthijs en Lagrou, 2007).

Figuur 20 is gebaseerd op de meest recente kaart van het Onder-Paleozoïcum van het Massief van Brabant (Piessens et al., 2005). Enkel Ordovicium en Siluur worden aangetroffen aan het dak van het Massief van Brabant op dit kaartblad. In de diepte zit ook Cambrium. Voor het kaartblad Antwerpen zijn slechts 3 boringen gekend, waarvan de boormonsters en beschrijvingen werden geïnterpreteerd volgens de lithostratigrafische schaal van Verniers et al. (2001).

Fig. 20: Geologische subcropkaart van het Paleozoïcum (naar Piessens et al., 2005).



⁵ Pascal Vancampenhout & Walter De Vos, BGD, 2009

De boringen in dit kaartblad bevinden zich te Kallo (BGD027E0148 – kb15d27e-B149), te Hamme (BGD042W0002 – kb15d42w-B2) en te Sint-Niklaas (BGD042W0226 – kb15d42w-B248):

- De boring te Kallo, uitgevoerd in 1965, is de diepste boring in het karteringsgebied. De sokkel werd aangeboord op een peil van -592 m en werd over een dikte van 30 m gekernd. Biostratigrafisch onderzoek met Chitinozoa (Van Grootel, 1990) heeft een Siluur-ouderdom bepaald voor de grijze leistenen van deze boring, meer specifiek een Wenlock-Ludlow ouderdom. Dit sokkelpakket wordt op de vernieuwde officiële kaart van het Massief van Brabant (Piessens et al., 2005) aangeduid als een formatie die het laterale equivalent is van de Formatie van Ronquières in haar ontsluitingsgebied in Waals-Brabant. Daar bestaat de formatie sedimentologisch uit grijze kleiige, siltige tot fijnzandige turbidiet met fijne parallelle laminaties, met soms intercalaties van gelamineerde hemipelagiet (diepzeeklei). De boorkernen van Kallo werden niet integraal bewaard, zodat een correcte sedimentologische interpretatie moeilijk is, maar toch lijkt ook hier distale turbidiet aanwezig te zijn (Van Grootel, 1990).
- In de boring van Hamme, uitgevoerd in 1906 (Legrand, 1968), werd de sokkel aangetroffen op een peil van -306 m en over een dikte van 72 m doorboord. Enkel cuttings zijn bewaard. Biostratigrafisch onderzoek met acritarchen heeft de zwarte schalie van deze boring in het Midden- tot Boven-Ordovicium geplaatst (De Vos et al., 1993) zonder verdere specificatie. Dit sokkelpakket wordt op de vernieuwde officiële kaart van het Massief van Brabant (Piessens et al., 2005) aangeduid als ongedifferentieerd Ordovicium. Volgens de algemene structuur (zie verder) zou hier de Formatie van Madot aanwezig zijn onder de Krijt-discordantie; in het ontsluitingsgebied (Waals-Brabant) is zwarte schalie één van de lithologische types van deze formatie.
- In de boring te Sint-Niklaas, uitgevoerd in 1969, werd de sokkel aangeboord op een peil van -389 m en over een dikte van 13 m doorboord. Slechts één cuttingstaal werd bewaard. De homogene, groene phylladen van dit sokkelpakket worden niet nader gespecificeerd naar formatie of ouderdom. Volgens de algemene structuur zou ook hier de Formatie van Madot zijn aangeboord; en ook hier geldt dat groene siltsteen/leisteel één van de lithologische typen van deze formatie is in het ontsluitingsgebied.

Algemeen gesteld bestaan de verschillende formaties van het Ordovicium in hoofdzaak uit fijne siliciklasten (schalie-leisteel-siltsteen dominant), waarvan sommige turbidietafzettingen zijn, en die van het Siluur uit fijne siliciklasten, bijna uitsluitend in turbidietafzettingen (Verniers et al., 2001). Deze gesteentetypes zullen dan ook dominant voorkomen in de sokkel op dit kaartblad.

De algemene structuur van het Massief van Brabant werd voor dit kaartblad opgesteld aan de hand van de aeromagnetische kaart (Belgische Geologische Dienst, 1994) en gegevens van de naburige kaartbladen waar een groter aantal boringen tot in het dak van de sokkel doordrongen. In het zuidwesten van dit kaartblad is in het Massief van Brabant een synclinale aanwezig, in het zuidoosten een anticlinale, allebei met asduiking naar het WNW.

In de noordelijke helft van het kaartblad hellen de lagen naar het noordnoordoosten en worden dus jonger naar het NNO, wat in overeenstemming is met de ligging ten noorden van de centrale as van het Massief van Brabant. De Formatie van Abbaye-de-Villers (Ordovicium) wigt vermoedelijk uit op dit kaartblad, wat afgeleid wordt uit het ruimere structurele beeld van het Massief van Brabant (Piessens et al., 2005).

In het uiterste noordoosten van het kaartblad bestaat de Paleozoïsche sokkel verder nog uit gesteenten van Devoon en Carboon (Dinantiaan kalkstenen) ouderdom die tot de structurele eenheid van het Kempisch Bekken behoren. De grens tussen de beide structurele eenheden wordt hier bepaald aan de hand van seismische data (de LimestoneSubcrop-Campagne 1989). Boringen zijn enkel meer naar het oosten gekend. Stippen we nog aan dat onder het Kempisch Bekken ook het Onder-Paleozoïcum van het Massief van Brabant aanwezig is.

5 TOEGEPASTE GEOLOGIE

5.1 *Nuttige delfstoffen*⁶

Op het kaartblad Antwerpen werd in het verleden op verschillende plaatsen klei ontgonnen van de Formatie van Boom (Halet, 1938). De kleiontginning was in het verleden gesitueerd langs heel de rand van de Wase en de Boomse Cuesta. Op dit ogenblik zijn heel wat van deze oude kleiontginningen gesloten, maar ze zijn nog steeds uitgesproken te zien in het landschap in de buurt van Temse en Niel.

Momenteel zijn er nog een aantal kleiontginningen actief in het Waasland en de Rupelstreek waaronder de groeve SVK te Belsele - Sint-Niklaas, waar het zandhoudende Lid van Belsele-Waas ontgonnen wordt, omdat het uitermate geschikt is voor de baksteenindustrie. Ook te Boom, Kruibeke, Rumst, Schelle en Temse gaat de kleiontginning nog steeds door.

Zand wordt op het kaartblad Antwerpen nauwelijks gewonnen. Bij de aanleg van de havendokken op de linker Scheldeoever wordt zand van de Formaties van Lillo en Kattendijk opgespoten op de omliggende terreinen. Bij de aanleg van de E17 autosnelweg zijn zanden van de Formatie van Kattendijk gebruikt als aanvulling. Een getuige hiervan is de vijver van het recreatiedomein 'De Ster' te Sint-Niklaas.

Ook Quartaire zanden uit de Schelde worden sporadisch ontgonnen ten behoeve van dijkwerken.

Grint komt op het kaartblad Antwerpen ondermeer voor aan de basis van de Formatie van Kattendijk en de Formatie van Berchem. Het betreft hier echter dunne pakketten die niet voor ontginning in aanmerking komen.

5.2 *Hydrogeologie*⁷

Hydrogeologisch gezien komen in het gebied drie belangrijke watervoerende tertiaire lagen voor: een aquifer met Neogene zanden (Formaties van Kattendijk, Berchem en Diest), een aquifer met Laat-Eocene tot Vroeg-Oligocene zanden (Formatie van Zelzate) en een aquifer met Eocene zanden (Formaties van Maldegem, Lede en Gentbrugge).

In het noordoosten van het kaartblad wordt grondwater gewonnen uit de Miocene afzettingen van de Formaties van Berchem en Diest. Meer naar het noordwesten toe wordt grondwater gewonnen uit de Formatie van Kattendijk of wordt doorheen de Boomse klei geboord om de watervoerende laag van de Formatie van Zelzate te benutten.

In het centrum en het westen van het kaartblad zijn de zanden van de Formatie van Zelzate de belangrijkste leverancier van grondwater. In het oosten van het kaartblad vormt de Formatie van Berchem een belangrijke watervoerende laag.

In het zuidwesten van het kaartblad tenslotte vormen de zanden van de Formaties van Lede samen met het Lid van Vlierzele uit de Formatie van Gentbrugge en het Lid van Wemmel uit de Formatie van Maldegem een belangrijke aquifer. In het zuidoosten van het kaartblad wordt hoofdzakelijk grondwater gewonnen uit de Formatie van Zelzate.

Naast deze Paleogene en Neogene aquifers worden op het kaartblad plaatselijk ook Quartaire aquifers geëxploiteerd. In het zuidwesten van het kaartblad zijn zandige afzettingen van de Vlaamse Vallei aanwezig die tevens een goede watervoerende laag vormen.

Het krijt is watervoerend en artesisch. Alhoewel de productieve Formatie van Maastricht, bekend uit het Kemisch Bekken, op dit kaartblad verdwenen is, blijkt het resterende krijt bovenaan nog voldoende poreus en gespleten, een karakteristiek die in westelijke richting ook verdwijnt. Het zoutgehalte (7 gr NaCl/l in Hamme, 11 gr NaCl/l in Kallo) heeft gebruik ervan tot nog toe uitgesloten (Halet, 1939).

6 Herwerkt door de Vlaamse overheid, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijksdommen (ALBON), 2010

7 VMM, Afdeling Operationeel Waterbeheer, 2009

5.3 *Geofysische boorgatmetingen*

Geofysische boorgatmetingen worden uitgevoerd in een geboorde put door het neerlaten van verschillende sondes om de geofysische eigenschappen van de aanwezige lagen te bepalen. De verschillende parameters die gemeten kunnen worden zijn meestal de putdiameter, de spontane potentiaal, de resistiviteit, de puntweerstand en de natuurlijke gammastraling. Vooral deze laatste drie parameters blijken heel bruikbaar te zijn ter ondersteuning van de geologische interpretatie en correlatie van boringen over grote afstanden.

5.3.1 Resistiviteitsmeting (lange en korte normaal, 'LN' en 'SN')

Het principe van de resistiviteitsmeting berust op de doorgang van een wisselstroom tussen twee stroomelektroden doorheen de geologische lagen. Het gemeten signaal (in Ωm) is evenredig met de resistiviteit in het boorgat en is bijgevolg afhankelijk van de boorgatdiameter en de boorgatvloeistof. Vooral de 'korte normaal' opstelling is sterk afhankelijk van deze lokale factoren in het boorgat. Bij de 'lange normaal' opstelling bevinden de elektroden zich op de sonde verder uit elkaar en wordt de resistiviteit met een grotere indringing in het omringende sediment gemeten. De locale effecten ten gevolge van de afmeting van het boorgat en de boorgatvloeistof worden hierdoor opgeheven.

In de regel geldt dat hoe grover het materiaal is, hoe hoger de weerstand. Kleien vallen in een resistiviteitsprofiel op door lage weerstandswaarden.

5.3.2 Puntweerstand 'PW'

Bij de puntweerstandsmeting wordt gebruik gemaakt van een sonde waarbij tussen twee elektroden een stroom gestuurd wordt. Door het meten van het spanningsverschil tussen de twee elektroden, kan de weerstand (in Ω) van de verschillende laagpakketten bepaald worden. De resolutie van de puntweerstandsmeting is groter dan deze van de resistiviteitsmeting wat ze uitermate geschikt maakt voor correlaties en interpretaties met groot vertikaal detail.

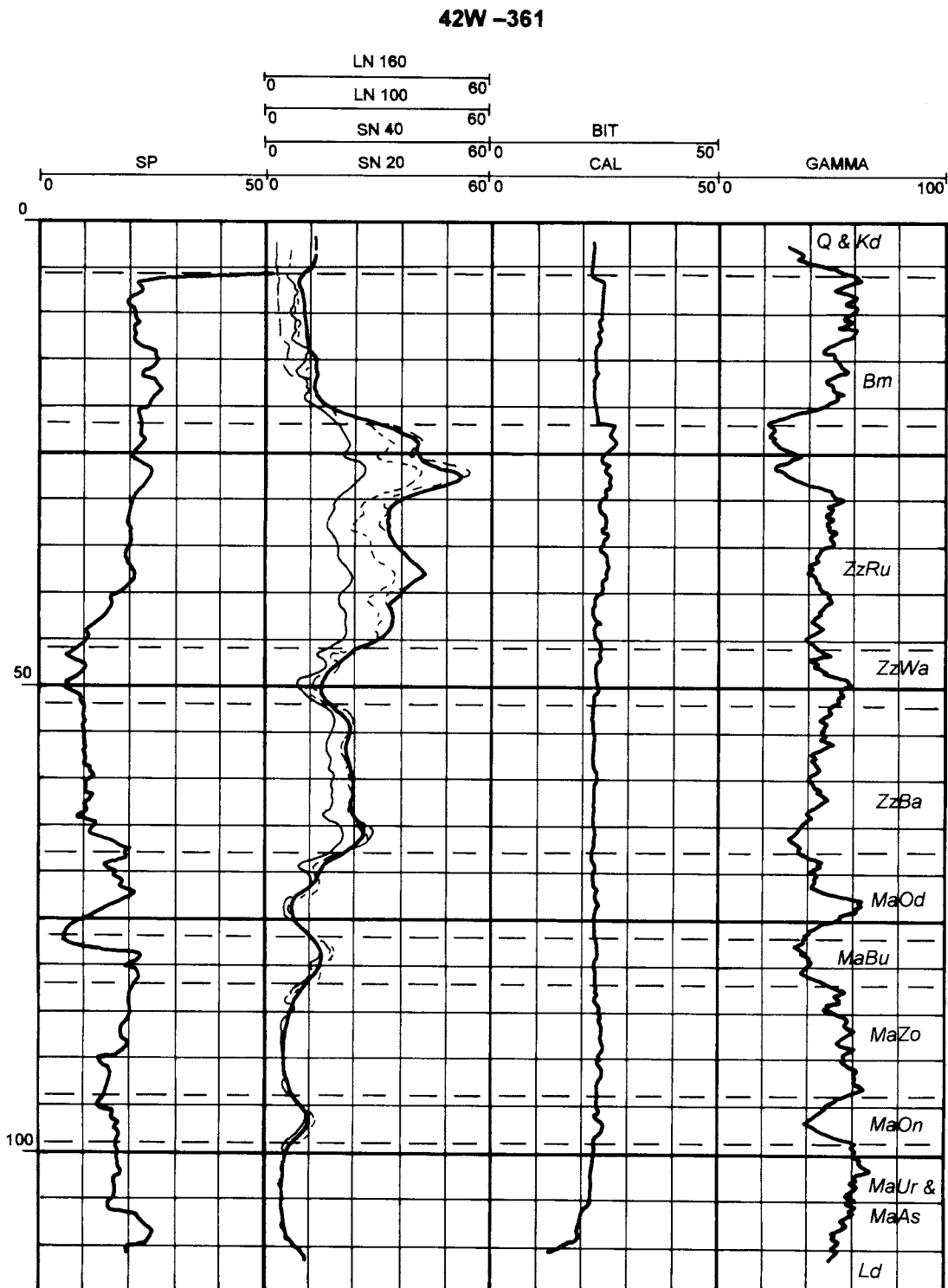
5.3.3 Natuurlijke gamma ' γ '

In gesteenten komen een aantal chemische elementen voor die door spontaan verval gammastraling uitzenden. De belangrijkste isotopen voor deze natuurlijke gammastraling zijn Kalium-40, Uranium-238, Thorium-232. Aangezien deze elementen in karakteristieke verhoudingen voorkomen in kleimineralen, kan gesteld worden dat de variatie in de gammameting hoofdzakelijk te wijten is aan de natuur en de hoeveelheid van de aanwezige mineralen. Een hoge gammawaarde komt echter niet altijd overeen met een zuivere kleilaag, aangezien glauconiet- en glimmermineralen, die in grote hoeveelheden kunnen voorkomen in zanden, ook een hoge natuurlijke gammameting kunnen geven. Merk op dat in figuur 21 op de gammameting verschillende kleine piekjes voorkomen; deze weerspiegelen geen veranderingen in de lithologie maar statistische ruis in de meting.

5.3.4 Voorbeeld

In figuur 21 is een voorbeeld gegeven van een geofysische boorgatmeting, uitgevoerd te Sint-Niklaas. De boorgatmeting is uitgevoerd tot een diepte van 111 m en toont verschillende formaties en leden.

Fig. 21: Geofysische boorgatmeting BGD042W0361 – kb15d42w-B413, uitgevoerd te Sint-Niklaas.



Bovenaan de boring zijn de Quartaire zanden en zanden van de Formatie van Kattendijk gekenmerkt door een vrij hoge resistiviteit. In het diepteinterval van 6 m tot 22 m is klei van de Formatie van Boom aanwezig. Deze heeft een lagere resistiviteit en een hogere natuurlijke gammastraling. Onderaan de formatie wordt de klei zandiger (Lid van Belsele-Waas).

De Formatie van Zelzate is in de boorgatmeting terug te vinden in het diepte-interval 22 m tot 88 m. Binnen de Formatie van Zelzate is er een bovenste zandig deel met hoge resistiviteit. Dit deel in het diepte-interval 22 m tot 46 m zijn de watervoerende zanden van het Lid van Ruisbroek.

In het diepte-interval van 46 m tot 52 m bevindt zich de zandige klei van het Lid van Watervliet (lage resistiviteit). Het onderste en opnieuw meer zandige (met hogere resistiviteit) Lid van Bassevelde is terug te vinden in het interval 52 m tot 88 m.

Met behulp van de boorgatmetingen kunnen de verschillende leden van de Formatie van Maldegem in het diepte-interval van 88 m tot 110 m eveneens worden onderscheiden. In de formatie wisselen zandige leden met hoge resistiviteit en lage natuurlijke gammastraling af met kleiige leden die een lagere resistiviteit en een hogere natuurlijke gamma bezitten.

Het Lid van Onderdijk bevindt zich op 68 m tot 77 m diepte, het Lid van Buisputten op 77 m tot 82 m, het Lid van Zomergem op 82 m tot 94 m, het Lid van Onderdale op 94 m tot 99 m en de Leden van Asse en Ursel (beide klei) op 99 m tot 110 m.

Vanaf 110 m stijgt de resistiviteit opnieuw wat kan wijzen op de zanden van de Formatie van Lede.

5.4 Geotechniek⁸

Aan de hand van geotechnische proeven zoals diepsonderingen (of 'cone penetration tests'), kan naast geotechnische informatie ook een geologisch beeld van de ondergrond gevormd worden.

Geotechnische proeven worden in de eerste plaats uitgevoerd om de stabiliteit of de draagkracht van de ondergrond te testen met het oog op constructie of infrastructuurwerken.

Bij het uitvoeren van diepsonderingen wordt een sonde of conus met een bepaalde kracht aan constante snelheid in de grond geduwd. Op regelmatige dieptes (bijvoorbeeld om de 20 cm) wordt de weerstand gemeten die de conus ondervindt, alsook de wrijvingsweerstand of de laterale weerstand die de sondeerbuisen ondervinden door wrijving met de grondlagen. De weerstanden worden uitgedrukt in MN/m² of in Mpa.

Klei en veenlagen vertonen lage conusweerstand, zanden hebben hogere waarden, grint, schelpen en zandsteenbanken hebben hele hoge weerstanden en uiten zich als scherpe pieken in de sondeergrafiek. De diepte die met een sondering bereikt kan worden is afhankelijk van de aard van de ondergrond op de sondeerlocatie.

In een aantal voorbeelden wordt de geologische interpretatie van een sondeerdiagram toegelicht.

Op figuur 22 is het diagram van sondering GEO-07/113-S21 weergegeven. Deze werd uitgevoerd door het R.I.G., nu afdeling Geotechniek van de Vlaamse overheid. De grafiek vertoont een typische overgang tussen het Quartair en het Tertiair. De bovenste 4,5 m van dit sonderingsdiagram toont opgehoogd/aangevuld materiaal (+/- 2m) en quartaire sedimenten. De overgang Quartair - Tertiair is in het sondeerdiagram te zien aan de knik in de curve van de wrijvingsweerstand rond het peil +4 m TAW. De tertiaire afzettingen zijn veel sterker gecompacteerd dan het opgehoogde/aangevulde materiaal of de quartaire sedimenten. Bij het indringen van de sondeerbuisen in het sterker gecompacteerd materiaal zal de wrijving tussen de sondeerbuisen en het sediment snel toenemen. De tertiaire afzettingen op dit waarnemingspunt behoren tot de Formatie van Boom. In grote delen van kaartblad 15 komen boven op de Formatie van Boom de zandige afzettingen van de Formatie van Berchem, Formatie van Diest, Formatie van Kattendijk en/of Formatie van Lillo voor. De zanden van deze formaties hebben hoge conusweerstand, ten gevolge van hun dichte pakking. De overgangen tussen deze opeenvolgende formaties is in de sondeergrafiek vaak moeilijk waarneembaar. Om hierover uitsluitsel te bieden wordt beroep gedaan op boringen (die bij vrijwel elk geotechnisch onderzoek ook worden uitgevoerd) of diepere sonderingen in de buurt van het waarnemingspunt.

De in figuur 23 voorgestelde sondeergrafiek van de mechanische sondering GEO-98/173-S4 laat de overgangen tussen de Formatie van Lillo, de Formatie van Kattendijk, de Formatie van Berchem en de Formatie van Boom zien. De sondering is uitgevoerd te Antwerpen, in de onmiddellijke omgeving werd ook een boring uitgevoerd die toeliet de bovenste lagen te identificeren. Tot het peil +4 m TAW is het sondeerdiagram verstoord, het gaat hier om aangevuld materiaal. Daaronder werd tot 0 m TAW een quartaire polderklei aangetroffen met een lage conusweerstand. Van 0 m TAW tot -5 m TAW komen de sedimenten van de Formatie van Lillo voor. Het sondeerbeeld van de Formatie van Lillo is vrij grillig, vermoedelijk gaat het hier om verschillende leden binnen deze formatie. Van -5 m TAW tot -11 m TAW komt de Formatie van Kattendijk voor, gevolgd door de

⁸ Herwerkt door de Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW), afdeling Geotechniek (AGEO), 2010

Formatie van Berchem. De basis van de Formatie van Berchem is te vinden rond -19 m TAW. De sondering toont duidelijk de overgang naar de Formatie van Boom. De Formatie van Berchem is heel glauconietrijk wat resulteert in lagere conusweerstand ten opzichte van de Formatie van Kattendijk.

Fig. 22: Sonderingsdiagram van de mechanische sondering GEO-07/113-S21 uitgevoerd te Zwijndrecht, nagenoeg in het midden van kaartblad 15. De overgang tussen het Quartair en de Tertiaire Formatie van Boom is gekenmerkt door een sterke toename van de conusweerstand en een verandering van de richtingscoëfficiënt in de curve van de wrijvingsweerstand (uit archief afdeling Geotechniek van de Vlaamse overheid).



Sondering GEO-07/113-S21

Sondering

Proefnummer: GEO-07/113-S21

X (mLambert): 147153.7 (topografisch of GPS)

Y (mLambert): 208792.6 (topografisch of GPS)

Z (mTAW): 8.10 (topografisch of GPS)

Gemeente:

Uitvoerder: VO - Afdeling Geotechniek

Aanvangsdatum: 09/01/2008

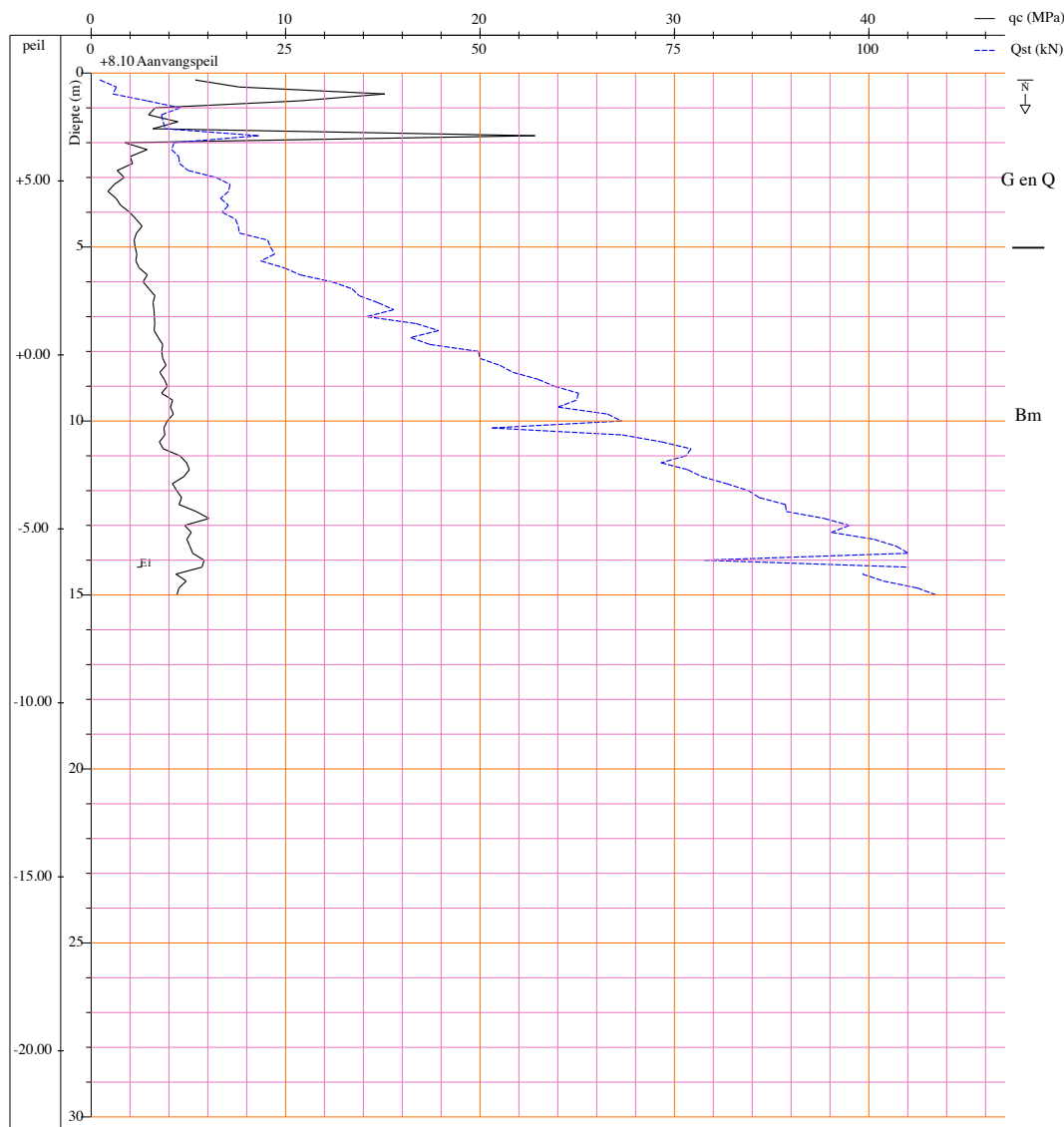
Uitvoeringsmethode: discontinu mechanisch

Sondeerapparaat: 200KN

Conus: M1 (1000 mm²)

Diepte (m): 0.20 tot 15.00

Sondeergat dicht(m): 2.70 (5.40 mTAW)



De zanden van Lillo, Kattendijk, Diest en Berchem kunnen aanzienlijke hoeveelheden glauconiet bevatten. Geotechnisch is dit belangrijk. Immers, bij sterk glauconiethoudende zanden kan door mechanische verwerking (bv. verdichten, trillen, walsen,...) het glauconiet verbrijzeld worden. Hierdoor zal de plasticiteit toenemen en kan het zand een uitgesproken kleiig karakter vertonen (slechte verwerkbaarheid, meer wateropname enz.).

Fig. 23: Sonderingsdiagram van de mechanische sondering uitgevoerd in Antwerpen door de afdeling Geotechniek laat de overgangen tussen de Formatie van Lillo, de Formatie van Kattendijk, de Formatie van Berchem en de Formatie van Boom zien (uit archief afdeling Geotechniek van de Vlaamse overheid).

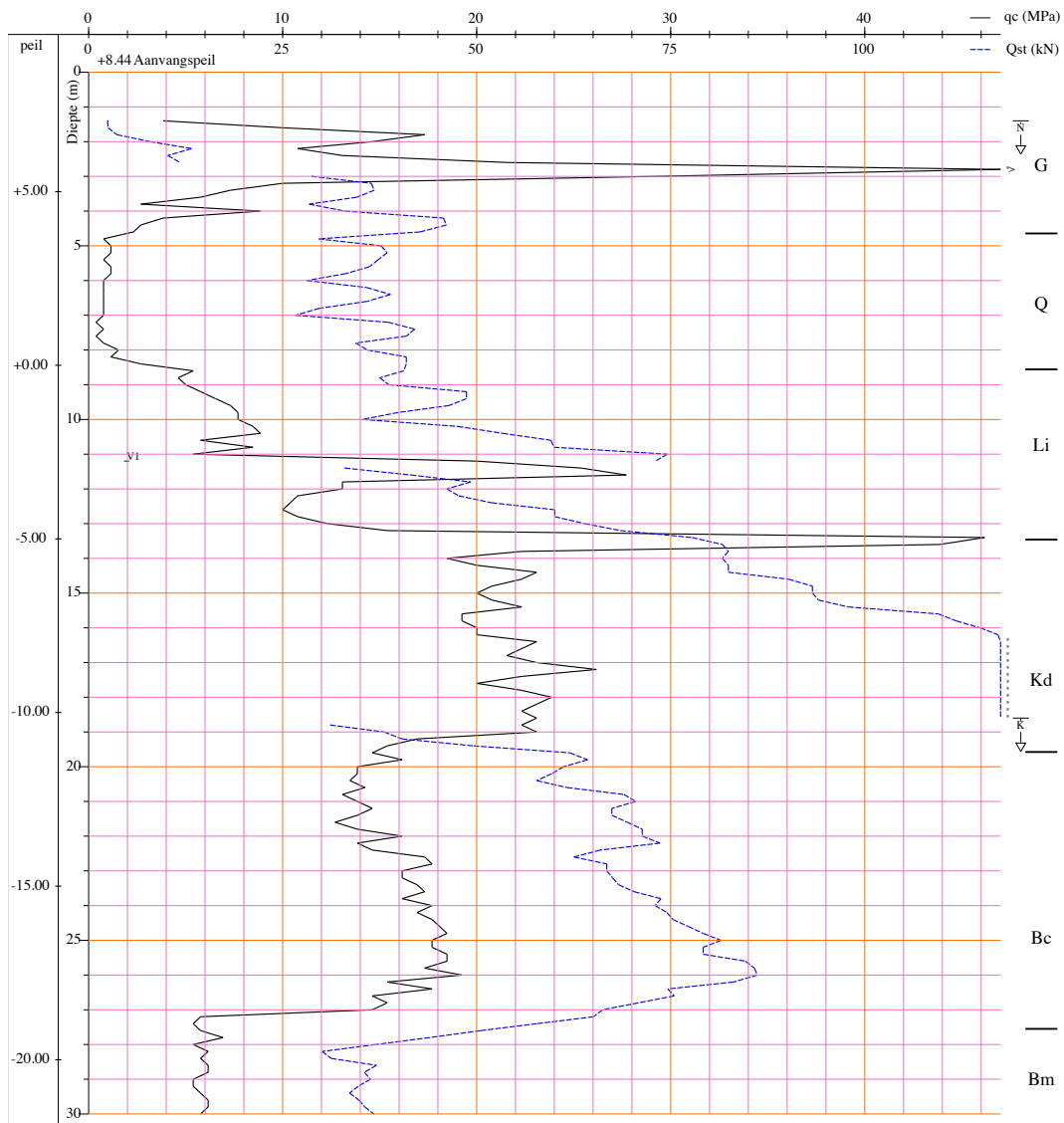


Sondering GEO-98/173-S4

Sondering

Proefnummer: GEO-98/173-S4
 X (mLambert): 152103.0 (van topokaart)
 Y (mLambert): 214480.0 (van topokaart)
 Z (mTAW): 8.44 (topografisch)
 Gemeente: ANTWERPEN
 Uitvoerder: MVG - Afdeling Geotechniek
 Grondsoort aan de conus: bruine klei

Aanvangsdatum: 22/10/1998
 Uitvoeringsmethode: discontinu mechanisch
 Sondeerapparaat: 200KN
 Conus: M4 (1000 mm²)
 Diepte (m): 1.40 tot 30.00
 Water op (m): 2.92 (5.52 mTAW)



De elektrische sondering GEO-04/187-S1 heeft een heel eigen sondeerbeeld (fig. 24). Een dik pakket vanaf 1 m TAW tot -18 m TAW vertoont een hele lage conusweerstand. Hier hebben we te maken met een zogenaamde wielafzetting. Deze sondering werd uitgevoerd op de Schelgedijk. De dijk is doorheen de geschiedenis op verschillende tijdstippen doorgebroken door overstromingen of door menselijke ingrepen waardoor wielen en krekens ontstonden. Het wiel van sondering GEO-04/187-S1 is ontstaan ten gevolge van een dijkdoorbraak om strategische redenen tijdens de slag om Antwerpen in 1584 (dit wiel wordt soms ook het Geuzenwiel genoemd). Bij zo'n doorbraak wordt een groot gat geslagen in de dijk en worden alle bestaande afzettingen in het gat door het kolkende water weggespoeld tot op grote diepte. Daarna wordt het stelselmatig opgevuld met sedimenten vanuit de Schelde (aan de randen is een wiel vaak zandig, centraal is het eerder kleiig. Het materiaal is zeer heterogeen: slib, klei, zand, rietstengels, etc.).

Fig. 24: Sonderingsdiagram van de elektrische sondering GEO-04/187-S1 uitgevoerd op de Schelgedijk op Linkeroever illustreert een wielafzetting (uit archief afdeling Geotechniek van de Vlaamse overheid).

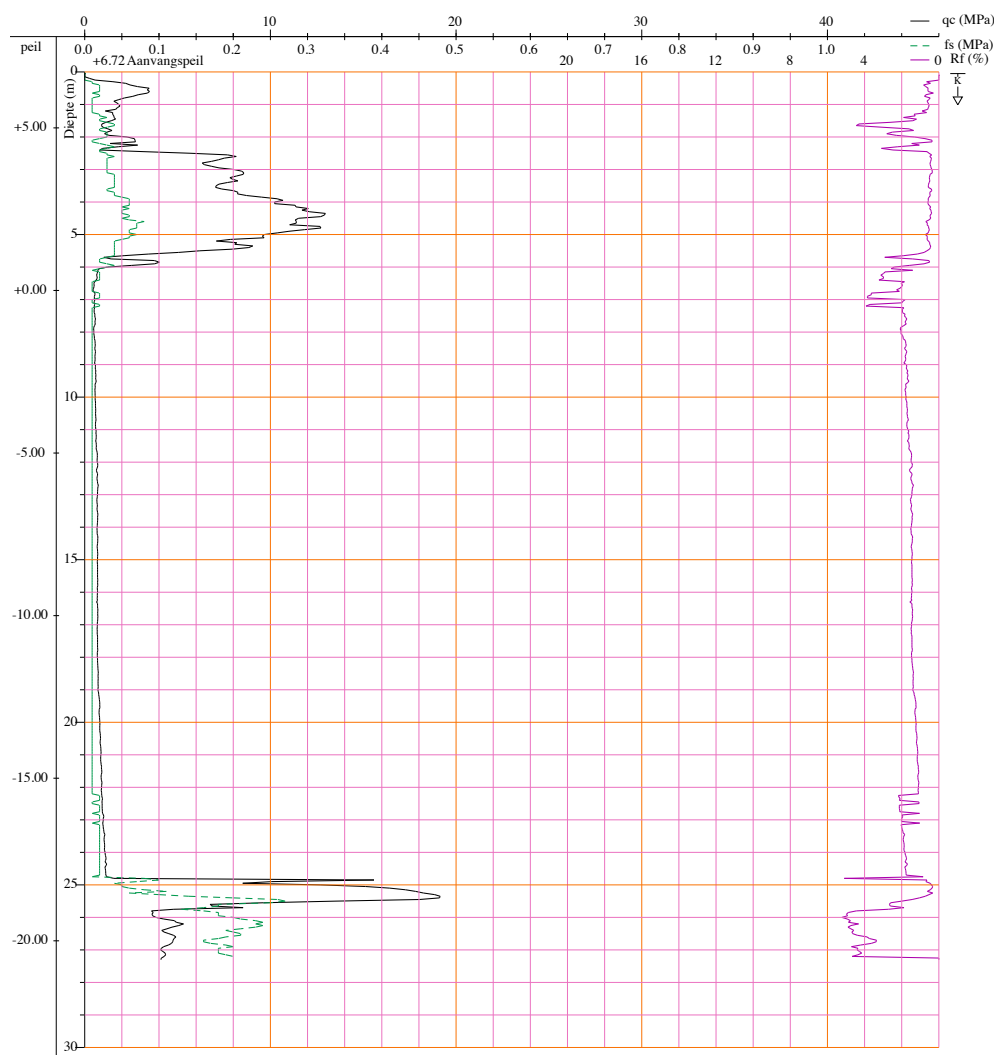


Sondering GEO-04/187-S1

Sondering

Proefnummer: GEO-04/187-S1
 X (mLambert): 149786.0 (topografisch of GPS)
 Y (mLambert): 214006.0 (topografisch of GPS)
 Z (mTAW): 6.72 (topografisch of GPS)
 Gemeente: ANTWERPEN (LINKEROEVER)
 Uitvoerder: MVG - Afdeling Geotechniek

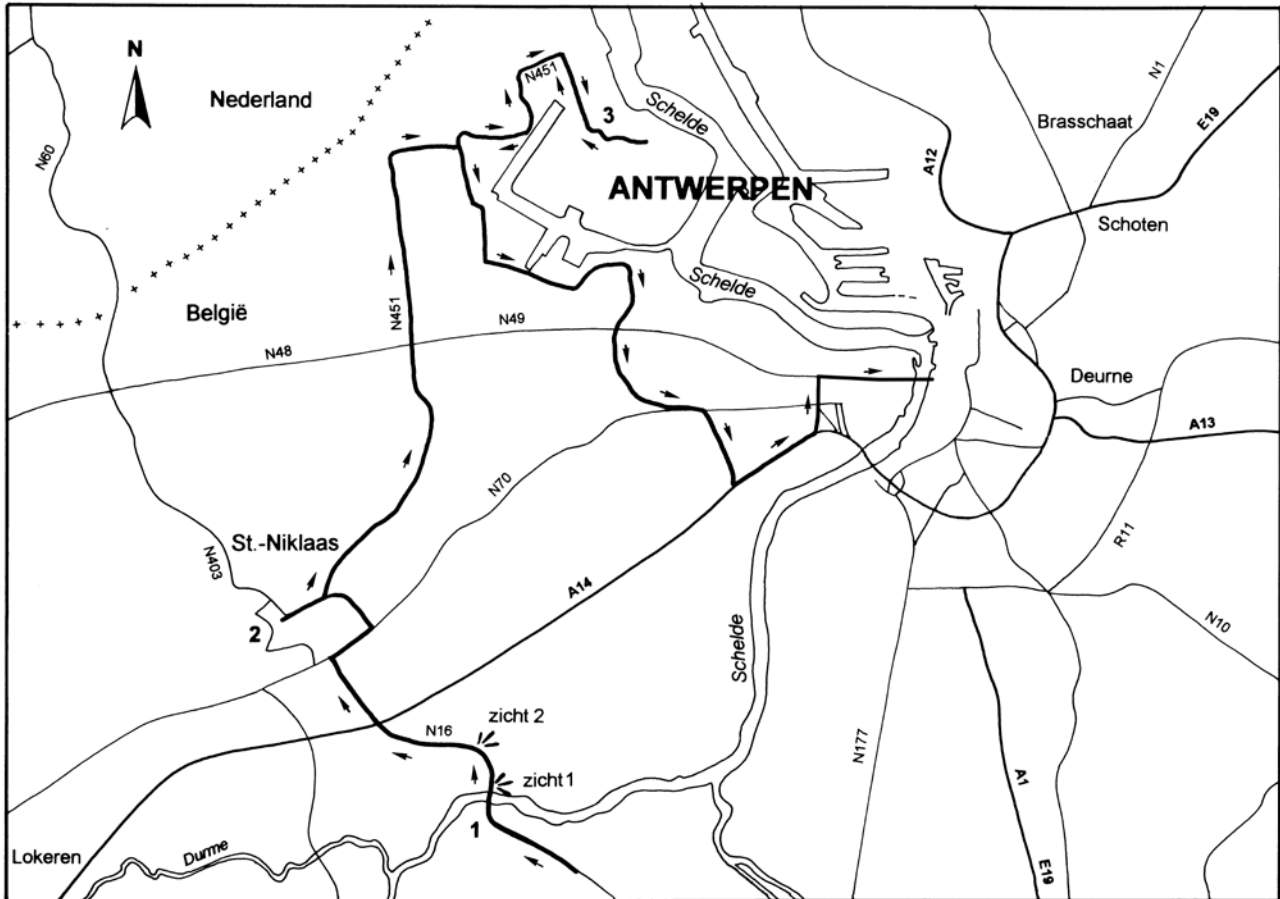
Aanvangsdatum: 10/03/2005
 Uitvoeringsmethode: continu elektrisch
 Sondeerapparaat: 200KN
 Conus: E (1000 mm²)
 Diepte (m): 0.05 tot 27.30



6 EXCURSIE

De excursieroute (fig. 25) start aan de brug over de Schelde van de gewestweg N16 te Bornem (stop 1). Van hieruit kan zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts van de Scheldebrug aan de overkant van de stroom de Wase Cuesta bestudeerd worden (fig. 3). De Schelde volgt in dit gebied de ontsluitingslijn van de Formatie van Boom aan de voet van het cuestafront.

Fig. 25: Excursieroute.



Op de rechter Scheldeoever bevindt de top van het Tertiair zich op een peil van om en bij de -10 m. Aan de overkant van de Schelde, op de Wase Cuesta bevindt de top van het Tertiair (de Boomse klei) zich slechts enkele meters onder het maaiveld.

Eveneens interessant op deze locatie is de oude sluis. Deze is het oudste intacte waterbouwkundig bouwwerk van België. Zij werd gebouwd omstreeks 1592 en verbindt de Oude Schelde met de huidige Scheldeloop.

Op figuur 26 is een profiel weergegeven doorheen de Scheldevallei.

Vanuit Bornem kan de excursieroute vervolgd worden in de richting van Sint-Niklaas. Na het oversteken van de Scheldebrug (de langste beweegbare brug van België met een totale lengte van 365 m) is aan de rechterkant van de weg een oude pottenfabriek zichtbaar (zicht 1) als getuige van de vroegere massale ontginning van de Formatie van Boom in dit gebied.

Enkele honderden meter verder passeert de excursieroute onder een viaduct. Na dit viaduct komt de rijbaan weer op het normale niveau en is langs de rechterkant van de weg een mooie beekinsnijding aanwezig, gevormd door de Vrouwenhofbeek (zicht 2) die de Wase Cuesta draineert en diep ingesneden ligt in het landschap (fig. 27).

Fig. 26: Doorsnede doorheen de Scheldevallei in de omgeving van de Scheldebrug te Temse (naar Halet, 1937).

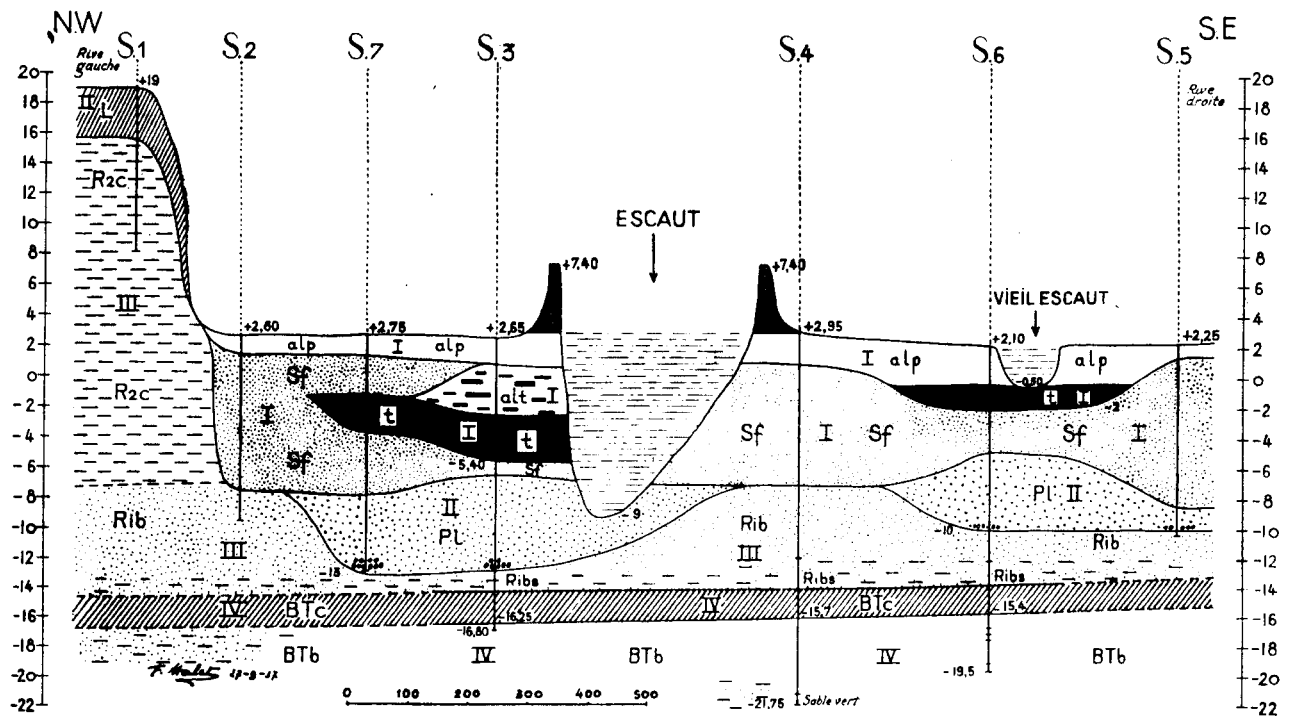


Fig. 27: De insnijding van de Vrouwenhofbeek in de Formatie van Boom.

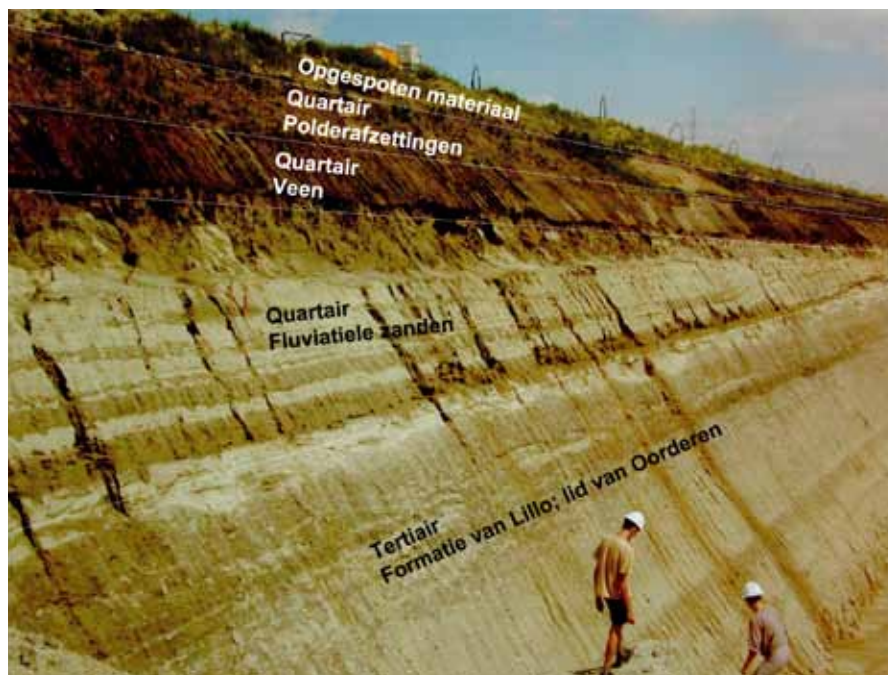


De excursieroute loopt verder naar Sint-Niklaas en de groeve van SVK te Belsele-Waas (stop 2)⁹. In deze actieve groeve wordt het Lid van Belsele-Waas ontgonnen. Deze groeve vormt eveneens de typelocaliteit van dit lid van de Formatie van Boom. Langs de ontsluitingswand is mooi de gebande structuur van de Formatie van Boom waar te nemen (fig. 16). Afwisselende banden in de klei zijn te wijten aan veranderende gehalten aan organisch materiaal, kalk en een veranderende zand – siltverhouding in de afzetting. Deze veranderingen in samenstelling van de klei zijn een gevolg van cyclische veranderingen in waterdiepte en energieniveau bij afzetting (Vandenberghe & Van Echelpoel, 1987).

Boven op de Formatie van Boom, waar het zandige siltpakket is verwijderd voor de ontginning van de klei, kunnen in erosiezakken of -depressies, resten van de Neogene afzetting van Kattendijk teruggevonden worden. In dit basisgrint van het Quartair zijn veel haaientanden en beenderresten terug te vinden (fig. 14).

Vanuit Sint-Niklaas kan de route vervolgd worden richting Kieldrecht en Doel. Tussen Kieldrecht en Doel bevinden zich de recentste havenuitbreidingen op de linker Scheldeoever. In de bouwput van het Deurganckdok (stop 3) was een mooie doorsnede door de Formatie van Lillo te zien. Voor de bouw van dit getijdendok werden eerst de kaaimuren in een gedraineerde bouwput geplaatst. Als de kaaimuren afgewerkt waren, werd met behulp van zuigboten de grond uit het dok weggebaggerd en op de omliggende percelen opgespoten. In de bouwput zelf waren van boven naar onder volgende eenheden waar te nemen: opgespoten en aangevuld terrein, Quartaire polderafzettingen met veenlagen, oudere Quartaire fluviale afzettingen, het basisgrint van het Quartair en onderaan de Formatie van Lillo (fig. 28).

Fig. 28: De bouwput van het Deurganckdok ten noorden van Doel (juni 2000).



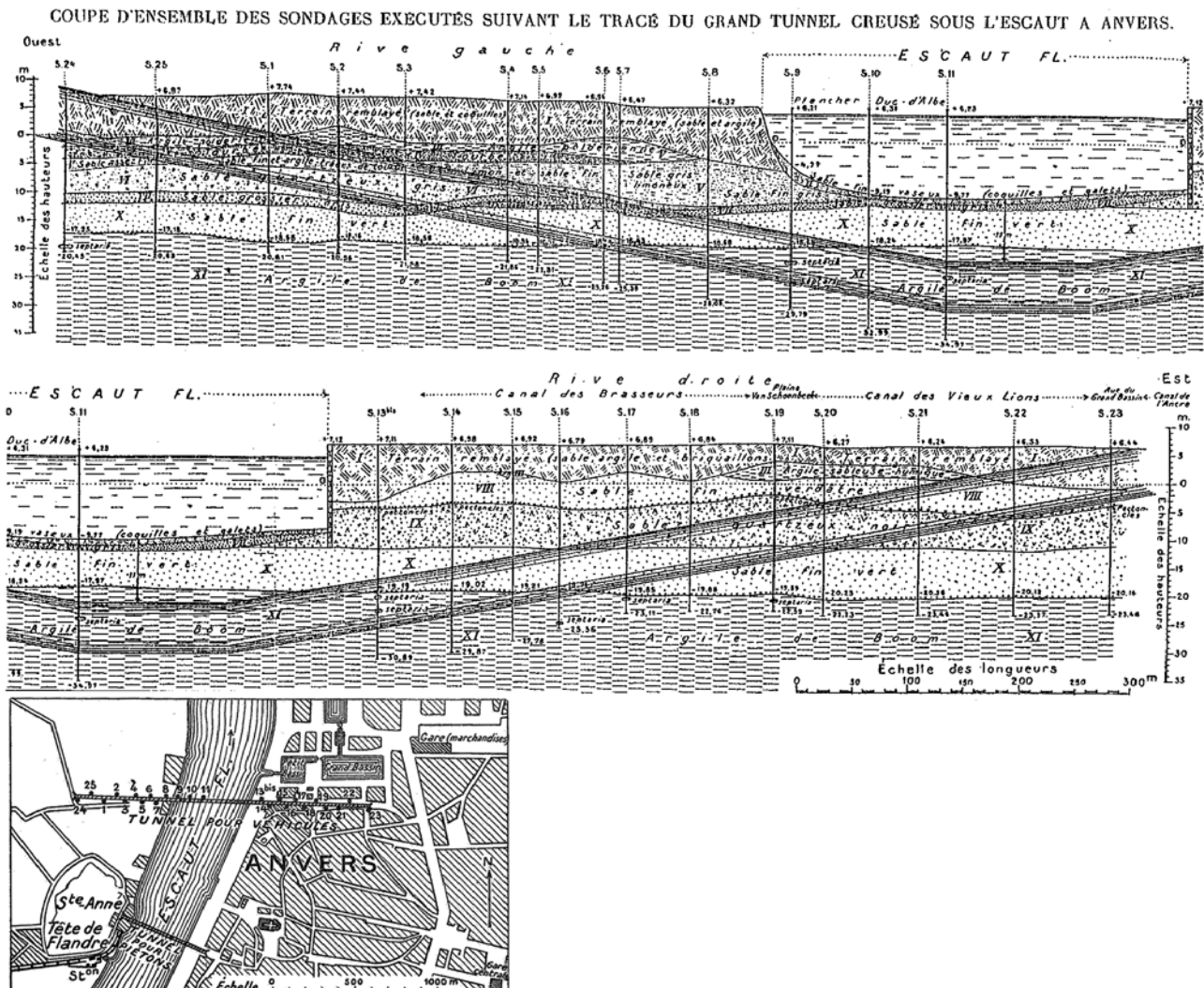
De Formatie van Lillo, meer bepaald het Lid van Oorderen, is kleihoudend en rijk aan schelpen en schelpfragmenten. Veel schelpen zijn door gedeeltelijke ontkalking broos geworden, al zijn er tussendoor ook gave en perfect bewaarde exemplaren terug te vinden.

Deze schelpen en de zanden van de Formatie van Lillo waren niet alleen in de bouwput zelf te vinden. In heel de omgeving zijn er opgespoten terreinen waar fossielen kunnen gevonden worden in weliswaar geroerde omstandigheden. Dit is tevens het geval in de buurt van het Verrebroekdok.

Bij de aanleg van de Waaslandtunnel werd door Halet (1931) een dwarsdoorsnede doorheen de Quartaire en Tertiaire afzettingen in de omgeving van deze tunnel opgesteld (fig. 29).

⁹ Voor inlichtingen en bezoek van de groeve kan contact genomen worden met SVK, Aarschotsestraat 114, 9100 Sint-Niklaas. Best kan op voorhand getelefoneerd worden voor het maken van een afspraak.

Fig. 29: Dwarsdoorsnede door het Quartair en het Tertiair in de omgeving van de Waaslandtunnel te Antwerpen (Halet, 1931).



7 OVERIGE ISOHYPSENKAARTEN

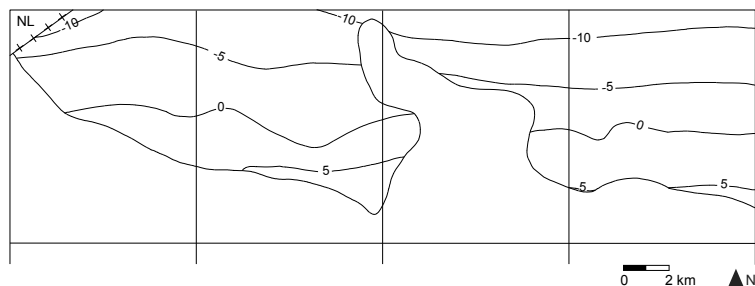
Naast de isohypsenkaarten die als overlegfolie bij de geologische kaart zijn toegevoegd, zijn ook isohypsenkaarten van de basis van een aantal andere formaties en leden getekend (Formaties van Lillo, Diest, Zelzate, Lede en het Lid van Terhagen). Deze extra isohypsenkaarten zijn tevens gebruikt bij het tekenen van de geologische profielen en kunnen verder inzicht verschaffen in de geologische opbouw van het gebied. In volgende paragrafen wordt telkens een korte beschrijving gegeven van de verschillende isohypsenkaarten.

7.1 *Formatie van Lillo*

In figuur 30 is de isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Lillo weergegeven. De kaart toont aan dat deze formatie enkel in het noorden van het kaartblad voorkomt. In het uiterste zuiden van zijn ontsluitingsgebied bevindt de basis van deze formatie zich op peil +5 m. Langs de noordrand van het kaartblad komt de basis van de formatie voor op peil -10 m.

De isohypsenkaart toont duidelijk de insnijding van de Scheldevallei in deze jonge Tertiaire afzetting.

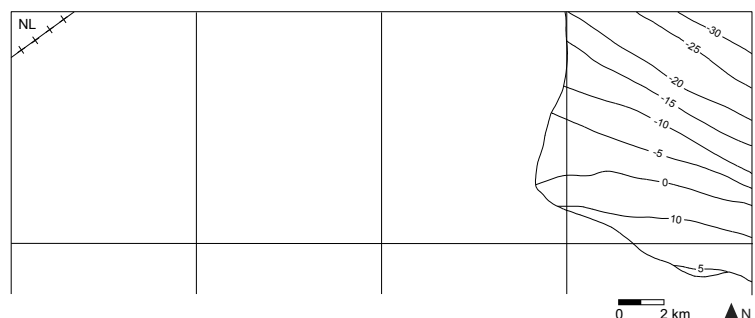
Fig. 30: Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Lillo (m TAW).



7.2 *Formatie van Diest*

Figuur 31 is de isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Diest. Deze formatie komt enkel in het noordoosten van het kaartblad voor. Haar basis helt sterk naar het noordoosten ten gevolge van haar sterk erosief karakter en bevindt zich in het uiterste noordoosten van het kaartblad reeds op een diepte van om en bij -35 m.

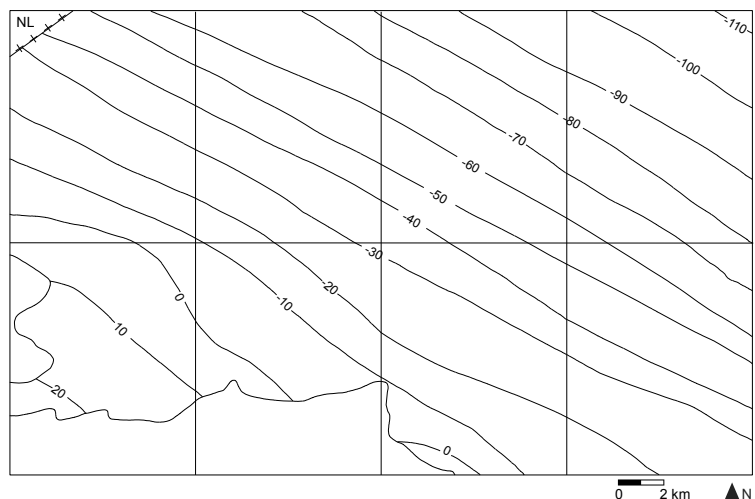
Fig. 31: Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Diest (m TAW).



7.3 *Formatie van Berchem - Lid van Terhagen*

De isohypsen van de basis van het Lid van Terhagen zijn in figuur 32 weergegeven. Het lid komt vrijwel over heel het kaartblad voor, met uitzondering van een zone in het zuidwesten en een stukje in het noordwesten, waar het door uitschuring van de Vlaamse Vallei is weggeërodeerd. De helling van het Lid van Terhagen is vergelijkbaar met deze van de basis van de Formatie van Boom en bedraagt ongeveer 5 m per km.

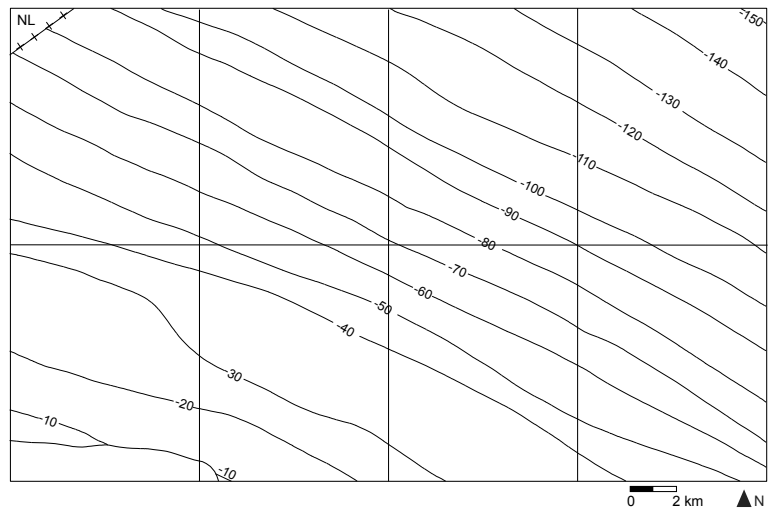
Fig. 32: Isohypsen van de basis van het Lid van Terhagen (m TAW).



7.4 *Formatie van Zelzate*

De isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Zelzate (fig. 33) toont dat de helling van de basis van deze formatie sterk vergelijkbaar is met deze van de overige lithostratigrafische eenheden in het karteringsgebied. Met uitzondering van het uiterste zuidwesten van het kaartblad (inschuring van de Vlaamse Vallei), komt de Formatie van Zelzate over heel het karteringsgebied voor. In het zuidwesten van het kaartblad bevindt de basis zich op peil -10 m; in het noordoosten is de basis reeds gedaald tot een diepte van -150 m. Deze afdaling gebeurt vrij regelmatig.

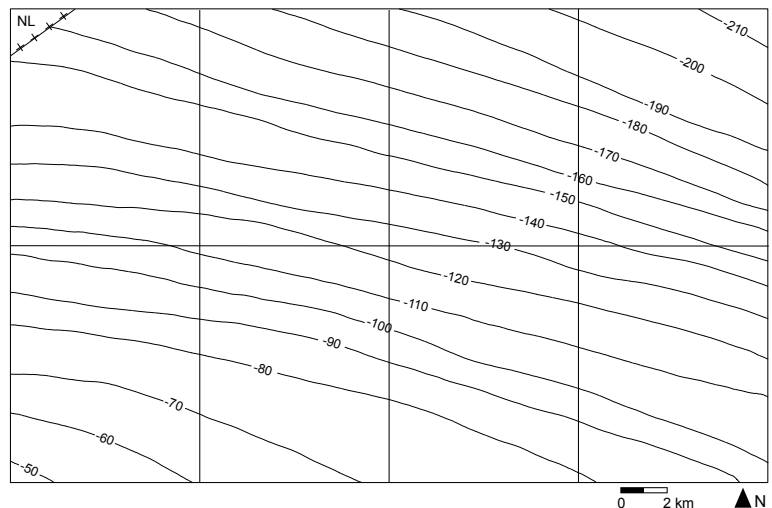
Fig. 33: Isohypsen van de basis van de Formatie van Zelzate (m TAW).



7.5 *Formatie van Lede*

De Formatie van Lede is eveneens gekenmerkt door een helling naar het noord-noordoosten. In het zuidwesten van het kaartblad komt de basis van deze formatie voor op een peil van -50 m. In het noordoosten van de kaart situeert de basis zich op een peil van -210 m ten gevolge van een regelmatige daling (evenwijdige isohypsenlijnen met ongeveer gelijke afstand) (fig. 34).

Fig. 34: Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Lede (m TAW).



8 REFERENTIELIJST

- BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST, 1994. Aeromagnetism, Residual total field reduced to the pole. Map N° 2, scale 1/500.000. Airborne Geophysical Survey of Belgium and Luxembourg, Compagnie Générale de Géophysique.
- BOLLE, I. & MEYUS, I., 1993. Grondmechanische kaart 7.7.5-8 EKEREN zuid 1/10.000. Ministerie van Verkeer en Infrastructuur, Nationaal Opzoekingscentrum der Burgerlijke Bouwkunde, Werkgroep voor Grondmechanische Kartering, Centrum voor Grondmechanische Kartering van de Universiteit Gent.
- CONSEIL GÉOLOGIQUE, 1929. Légende générale de la carte géologique détaillée de la Belgique, Annales des Mines de Belgique, 30 : 39-80.
- DE HEINZELIN, J., 1955a. Deuxième série d'observations stratigraphiques au Kruisschans. Coupes de l'excluse Baudouin. I. Analyse Stratigraphique. Bulletin de l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique, 31 (66): -29.
- DE MEUTER, F. & LAGA, P., 1976. Lithostratigraphy and Biostratigraphy based on Benthonic Foraminifera of the Neogene Deposits of Northern Belgium. Bulletin de la Société belge de Géologie, 85: 33-152.
- DE MEUTER, F., WOUTERS, K. & RINGELE, A., 1976. Lithostratigraphy of Miocene sediments from temporary outcrops in the Antwerp city area. Belgische Geologische Dienst, Professional Paper, 1976/3, 18p + figuren.
- DE VOS, W., VERNIERS, J., HERBOSCH, A. & VANGUESTAINE, M., 1993. A new geological map of the Brabant Massif, Belgium. Geological Magazine, 130 (5): 605-611.
- DUMONT, A., 1849. Rapport sur la carte géologique de la Belgique. Bulletin de l'Académie royale de Belgique, XVI (11): 351-373.
- DUSAR, m. & LAGROU, D., 2007. Cretaceous flooding of the Brabant Massif and the lithostratigraphic characteristics of its chalk cover in northern Belgium. Geologica Belgica, 10/1-2: 27-38.
- FELDER, P.J., 1994. Bioklasten uit het Krijt uit boringen van West- en Oost-Vlaanderen. Geological Survey of Belgium Professional Paper 1994/3 N. 270, 86 p.
- FELDER, P.J., 2001. Bioklastenstratigrafie of ecozonatie voor het Krijt (Santoniaan-Campaniaan-Maastrichtiaan) van Zuid-Limburg en oostelijk België. Memoirs of the Geological Survey of Belgium N. 47, 141 p.
- 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. Toelichtende Verhandelingen Geologische Kaart en Mijnkaart van België, 11: 3-7.
- HALET, F., 1931. Coupe géologique des terrains que traversera le grand tunnel creusé sous l'Escaut à Anvers. Bulletin de la Société belge de Géologie, 41: 169-179.
- HALET, F., 1937. La géologie de la Vallée de l'Escaut à Tamise. Bulletin de la Société belge de Géologie, 47: 356-362.
- HALET, F., 1938. Note sur des gisements d'argile à potier aux environs de Saint-Nicolas. Bulletin de la Société belge de Géologie, 48: 481-492.
- HALET, F., 1939. Sur la composition et les ressources hydrologiques du Crétacé sans le sous-sol des environs de la ville d'Anvers. Bulletin de la Société belge de Géologie, 49: 51-55.
- JACOBS, P. & DE CONINCK, J., 1977. Sedimentologische en micropaleontologische kenmerken van het Eo – Oligoceen te Waasmunster. Natuurwetenschappelijk Tijdschrift. 59: 157-183.
- LAGA, P., 1966. Kleidiapier in de uitgraving voor de spoorwegtunnel van de E3 – weg op de rechteroever te Antwerpen. Het Ingenieursblad- KVIV, 35: 552-553.
- LAGA, P., 1971. De Neogene afzettingen van het Waasland (Kb. Beveren-Waas). Belgische Geologische Dienst, Professional Paper, 1971/7, 13 p.

- LANGENAEKER, V., 1989. Seismische opname 'Limestone subcrop Campine basin' interpretatieverslag. Belgische Geologische Dienst.
- LEGRAND, R., 1968. Le Massif du Brabant. Mémoires pour servir à l'explication des Cartes géologiques et minières de la Belgique, 9: 148 p.
- MARÉCHAL, R. & LAGA, P. eds., 1988. Voorstel lithostratigrafische indeling van het Paleogeen. Nationale Commissie voor Stratigrafie, Subcommissie Tertiair. Belgische Geologische Dienst, Brussel, 208 p.
- MATTHIJS, J. & LAGROU, D., 2007. Diepte- en diktekaarten van de Krijtsedimenten in Vlaanderen. Eindrapport. VITO i.o.v. ALBON, 2007/MAT/R/030. 66 p.+ ann.
- MOURLON, M., 1894a. Carte géologique de la Belgique 1:40 000 n° 42 - Saint-Nicolas – Tamise (planchette 5-6 de la feuille XV de la carte topographique). Institut Cartographique Militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M., 1894b. Carte géologique de la Belgique 1:40 000 n° 43 - Hoboken – Contich (planchette 7-8 de la feuille XV de la carte topographique). Institut Cartographique Militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M., 1895a. Carte géologique de la Belgique 1:40 000 n° 27 - Saint-Gilles-Waes -Beveren (planchette 1-2 de la feuille XV de la carte topographique). Institut Cartographique Militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M., 1895b. Carte géologique de la Belgique 1:40 000 n° 28 - Anvers – Borgerhout (planchette 3-4 de la feuille XV de la carte topographique). Institut Cartographique Militaire, Bruxelles.
- NGI - Nationaal Geografisch Instituut, Topografische kaarten 15 (1:50.000); 15/1-2, 15/3-4, 15/5-6, 15/7-8 (1:25.000); 15/1 t.e.m. 15/8 (1/10.000), 1987.
- NOLF, D., (1973). Stratigraphie des Formations du Panisel et de Den Hoorn (Eocène Belge). Bulletin de la Société belge de Géologie, 81 (1-2) (1972): 75-92.
- OLIVIER, I., 1994. 'Big Mac' Concreties: stratigrafie van de gebeurtenissen rond de Eoceen-Oligoceen Grens. Licentiaats thesis RUG, 115p. + bijlagen.
- PIESSENS K., VANCAMPENHOUT P. & DE VOS W., 2005. Geologische subcropkaart van het Massief van Brabant in Vlaanderen, 1/ 200 000. Belgische Geologische Dienst, Brussel, in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, ANRE project VLA03-1.1.
- Renard Centre of Marine Geology (Henriet, J.P.; De Batist, M.; Verschuren, m. & Versteeg, W.), 1989. On-diepwater seismisch onderzoek. Overeenkomst VLA/88-1.2.1. Eindverslag. Belgische Geologische Dienst.
- ROBASZYNSKI, F.; DHONDT, A.V. & JAGT, J.W.M., 2001; Cretaceous lithostratigraphic units (Belgium). In Bultynck & Dejonghe, eds., Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium. Geologica Belgica, 4/1-2: 121-134.
- SEVENS, E., DE CEUKELAIRE, m. & JACOBS P., 1995. Pilootproject Geologische Data-bank. RUG.
- STEURBAUT, E., 1986. Middle Eocene to Middle Oligocene calcareous nannoplankton from the Kallo well, some boreholes and exposures in Belgium, and a description of the Ruisbroek Sand Member. Mededelingen Werkgroep Tertiair en Kwartair Geologie, 23: 49-83, Leiden.
- VAN BURM, Ph., DE CEUKELAIRE, m. & MAERTENS, J., 1985. Grondmechanische Kaart 15.4.1 ANTWERPEN Merksem noord 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph., D'HUYVETTER, J. & MAERTENS, J., 1983. Grondmechanische Kaart 15.4.7 ANTWERPEN Deurne zuid 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph., & MAERTENS, J., 1977. Grondmechanische Kaart 15.3.8 HOBOKEN 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph., & MAERTENS, J., 1978. Grondmechanische Kaart 15.3.6 ANTWERPEN centrum 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph., & MAERTENS, J., 1981. Grondmechanische Kaart 15.3.3 ZWIJNDRECHT noord 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.

- VAN BURM, Ph., & MAERTENS, J., 1982. Grondmechanische Kaart 15.3.1 ANTWERPEN Petroleumhaven 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph., & MAERTENS, J., 1982. Grondmechanische Kaart 15.3.2 ANTWERPEN Luchtbal 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph., & MAERTENS, J., 1982. Grondmechanische Kaart 15.3.4 ANTWERPEN Noordkasteel 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph., & MAERTENS, J., 1982. Grondmechanische Kaart 15.3.5 ZWIJNDRECHT zuid 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph., & MAERTENS, J., 1982. Grondmechanische Kaart 15.3.7 ZWIJNDRECHT Burcht 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph. & MAERTENS, J., 1982. Grondmechanische Kaart 15.4.5 ANTWERPEN Deurne noord 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VAN BURM, Ph., & MAERTENS, J., 1984. Grondmechanische Kaart 15.4.3 ANTWERPEN Merksem zuid 1/5.000. Rijksinstituut voor Grondmechanica, Zwijnaarde.
- VANDENBERGHE, N., 1974. Een sedimentologische studie van de Boomse klei. Verhandelingen van de Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België, Klasse der Wetenschappen, jaargang 40, 147, 137 p.
- VANDENBERGHE, N. & LAGA, P., 1986. The septaria of the Boom clay (Rupelian) in its type area in Belgium. Aardkundige Mededelingen, 3: 229-238.
- VANDENBERGHE, N. & VAN ECHELPOEL, E., 1987. Field guide to the Rupelian stratotype. Bulletin de la Société belge de Géologie, 96: 325-337.
- VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1879a. Levé géologique de la planchette Hoboken, feuille 15 - planchette 7 de la carte topographique de la Belgique au 1:20.000. Commission de carte géologique / Institut cartographique militaire.
- VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1879b. Levé géologique de la planchette Contich, feuille 15 - planchette 8 de la carte topographique de la Belgique au 1:20.000. Commission de carte géologique / Institut cartographique militaire.
- VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1879c. Levé géologique de la planchette Tamise, feuille 15 - planchette 6 de la carte topographique de la Belgique au 1:20.000. Commission de carte géologique / Institut cartographique militaire.
- VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1879d. Levé géologique de la planchette St-Nicolas, feuille 15 - planchette 5 de la carte topographique de la Belgique au 1:20.000. Commission de carte géologique / Institut cartographique militaire.
- VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1879e. Levé géologique de la planchette Beveren, feuille 15 - planchette 2 de la carte topographique de la Belgique au 1:20.000. Commission de carte géologique / Institut cartographique militaire.
- VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1879f. Levé géologique de la planchette Anvers, feuille 15 - planchette 3 de la carte topographique de la Belgique au 1:20.000. Commission de carte géologique / Institut cartographique militaire.
- VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1880a. Texte explicatif du Levé géologique de la planchette d'Anvers. Ministère de l'Intérieur - Commission de la carte géologique de la Belgique. F. Hayez, Bruxelles.
- VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1880b. Texte explicatif du Levé géologique de la planchette de Beveren. Ministère de l'Intérieur - Commission de la carte géologique de la Belgique. F. Hayez, Bruxelles.

VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1880c. Texte explicatif du Levé géologique de la planchette de St-Nicolas. Ministère de l'Intérieur - Commission de la carte géologique de la Belgique. F. Hayez, Bruxelles.

VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1880d. Texte explicatif du Levé géologique de la planchette de Tamise. Ministère de l'Intérieur - Commission de la carte géologique de la Belgique. F. Hayez, Bruxelles.

VAN ERTBORN, O. avec la collaboration de P. Cogels, 1880e. Texte explicatif du Levé géologique de la planchette d'Hoboken et de Contich. Ministère de l'Intérieur. Commission de la carte géologique de la Belgique. F. Hayez, Bruxelles.

VAN GROOTEL, G. 1990. Litho- en biostratigrafische studie met Chitinozoa in het westelijk deel van het Massief van Brabant. Delen 1 en 2. Doctoraatsthesis, Universiteit Gent.

VAN MEIR, N., 1997. Hydrogeologische modellering van de grondwaterstromingen rond de kunstmatige vijver 'De Ster' te St. Niklaas. Licentiaatsthesis RUG, 125p. + bijlagen.

VERNIERS, J., HERBOSCH, A., VANGUESTAINE, M., GEUKENS, F., DELCAMBRE, B., PINGOT, J.L., BELANGER, I., HENNEBERT, M., DEBACKER, T., SINTUBIN, M. & DE VOS, W., 2001. Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphic units (Belgium). In Bultynck & Dejonghe, eds. Guide to a revised lithostratigraphic scale of Belgium. *Geologica Belgica* 4(1-2), 5-38, Brussels.

WOUTERS, L. & VANDENBERGHE, N., 1994. De Geologie van de Kempen. NIROND-94-11, 208 p.

LIJST MET FIGUREN

Fig. 1:	<i>Situering (bovenaan) en indeling (onderaan) van het kaartblad Antwerpen.</i>	5
Fig. 2:	<i>Topografie van kaartblad 15 - Antwerpen.</i>	8
Fig. 3:	<i>De Wase Cuesta te Temse, waargenomen vanaf de rechter Scheldeoever te Weert - Bornem.</i>	9
Fig. 4:	<i>Profiel van de Boomse klei, samengesteld aan de hand van verschillende ontsluitingen in kleigroeven in het typegebied (naar Vandenbergh & Van Echelpoel, 1987).</i>	12
Fig. 5:	<i>Lokalisatie van de waarnemingspunten.</i>	15
Fig. 6:	<i>Reliëfkaart van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen.</i>	15
Fig. 7:	<i>Diktekaart van het Quartair.</i>	16
Fig. 8:	<i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Boom.</i>	17
Fig. 9:	<i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Maldegem.</i>	17
Fig. 10:	<i>Isohypsen van het bovenvlak van de Formatie van Boom.</i>	18
Fig. 11:	<i>Geologische Kaart.</i>	19
Fig. 12:	<i>Lithostratigrafische tabel van het Tertiair in Vlaanderen (afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2001).</i>	22
Fig. 13:	<i>Profiel waargenomen ter hoogte van de stroomopwaartse sluisdeur van de Boudewijnsdijk door de Heinzelin (1955a).</i>	23
Fig. 14:	<i>Haaiantanden en beenderresten uit het basisgrint van de Formatie van Kattendijk.</i>	24
Fig. 15:	<i>Een septaria uit de klei van de Formatie van Boom.</i>	26
Fig. 16:	<i>Oude ontginningswand in de SVK groeve te Belsele-Waas. Merk de karakteristieke gebande structuur in de klei van het Lid van Belsele-Waas.</i>	27
Fig. 17:	<i>Doorsnede bij de geologische kaart (profiel 1).</i>	32
Fig. 18:	<i>Doorsneden bij de geologische kaart (profielen 2 en 3).</i>	33
Fig. 19:	<i>Doorsneden bij de geologische kaart (profielen 4 en 5).</i>	35
Fig. 20:	<i>Geologische subcropkaart van het Paleozoïcum (naar Piessens et al., 2005).</i>	39
Fig. 21:	<i>Geofysische boorgatmeting BGD042W0361 – kb15d42w-B413, uitgevoerd te Sint-Niklaas.</i>	43
Fig. 22:	<i>Sonderingsdiagram van de mechanische sondering GEO-07/113-S21 uitgevoerd te Zwijndrecht.</i>	45
Fig. 23:	<i>Sonderingsdiagram van de mechanische sondering uitgevoerd in Antwerpen.</i>	46
Fig. 24:	<i>Sonderingsdiagram van de elektrische sondering GEO-04/187-S1 uitgevoerd op de Schelddijk op Linkeroever illustreert een wielafzetting.</i>	47
Fig. 25:	<i>Excursieroute.</i>	48
Fig. 26:	<i>Doorsnede doorheen de Scheldevallei in de omgeving van de Scheldebrug te Temse (naar Halet, 1937).</i>	49
Fig. 27:	<i>De insnijding van de Vrouwenhofbeek in de Formatie van Boom.</i>	49
Fig. 28:	<i>De bouwput van het Deurganckdok ten noorden van Doel (juni 2000).</i>	50
Fig. 29:	<i>Dwarsdoorsnede door het Quartair en het Tertiair in de omgeving van de Waasland Tunnel te Antwerpen (Halet, 1931).</i>	51
Fig. 30:	<i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Lillo (m TAW).</i>	52
Fig. 31:	<i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Diest (m TAW).</i>	52
Fig. 32:	<i>Isohypsen van de basis van het Lid van Terhagen (m TAW).</i>	52
Fig. 33:	<i>Isohypsen van de basis van de Formatie van Zelzate (m TAW).</i>	53
Fig. 34:	<i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Lede (m TAW).</i>	53

LIJST MET TABELLEN

<i>Tabel 1: Indeling van het kaartblad Antwerpen.</i>	<i>5</i>
<i>Tabel 2: Gemeenten op het kaartblad Antwerpen.</i>	<i>6</i>
<i>Tabel 3: Overzicht van de belangrijkste verkeers- en waterwegen op het kaartblad Antwerpen.</i>	<i>7</i>
<i>Tabel 4: Overzicht van het aantal waarnemingen gebruikt voor de opmaak van de geologische kaart Antwerpen (15). Per deelkaartblad zijn het aantal waarnemingen naar origine en het totaal aantal waarnemingen weer- gegeven.</i>	<i>11</i>
<i>Tabel 5: Lithologische beschrijving van boring BGD027E0200 – kb15d27e-B204.</i>	<i>30</i>
<i>Tabel 6: Lithologische beschrijving van boring BGD028E0296/19 – kb15d28e-B341.</i>	<i>31</i>
<i>Tabel 7: Lithologische beschrijving van boring BGD042W0125 – kb15d42w-B136.</i>	<i>31</i>

Foto's voorpagina :

Tim Polfliet. Haaientanden en beenderresten uit het basisgrint van de Formatie van Kattendijk.

Jan Van Gestel. Ontginning van Boomse klei met behulp van een emmerbagger in de groeve van Argex te Kruibeke.