

TOELICHTINGEN BIJ DE
GEOLOGISCHE KAART VAN BELGIE
VLAAMS GEWEST

KAARTBLAD 1 - 7

Essen - Kapellen



TOELICHTINGEN BIJ DE
GEOLOGISCHE KAART VAN BELGIE
VLAAMS GEWEST

KAARTBLAD 1 - 7
ESSEN - KAPELLEN
SCHAAL 1:50.000

Kaart opgemaakt door

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

Toelichting opgemaakt door

Patric Jacobs, Tim Polfliet & Geert Moerkerke

Eindredactie

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 & Geert Moerkerke, UGent, 2010, Kaartblad 1-7 Essen-Kapellen.
Toelichtingen bij de geologische kaart van België - Vlaams Gewest. Belgische Geologische Dienst en Departement LNE,
Afdeling Land en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen, Brussel. 50 p., 25 fig., 7 tab.

Lijst van de bijlagen bij de geologische kaart op schaal 1:50.000 (gedrukt in 2002):

Profielen 1, en 2 bij kaartblad 1 - 7 Essen - Kapellen
Overlegfolie 1: Lokalisatie van de waarnemingspunten
Overlegfolie 2: Reliëfkaart van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen
Overlegfolie 3: Diktekaart van het Quartair
Overlegfolie 3: Isohypsenvan de basis van de Formatie van Merksplas
Overlegfolie 4: Isohypsenvan de basis van de Formatie van Berchem

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

INLEIDING.....	5
1.1 ALGEMENE SITUERING	5
1.2 GEMEENTEN OP HET KAARTBLAD ESSEN-KAPELLEN.....	6
1.3 VERKEERS- EN WATERWEGEN.....	7
1.4 HET LANDSCHAP.....	7
2 OPBOUW VAN HET GEOLOGISCHE GEGEVENSBESTAND	9
2.1 ORIGINE VAN DE GEGEVENS.....	9
2.2 HOEVEELHEID EN VERSPREIDING VAN DE GEGEVENS.....	9
2.3 SOORTEN WAARNEMINGEN	10
2.3.1 Boringen.....	10
2.3.2 Ontsluitingen.....	10
2.3.3 Sonderingen	11
2.4 VERWERKING VAN DE GEOLOGISCHE GEGEVENS TOT EEN GEOLOGISCHE KAART.....	11
3 GEOLOGISCHE KAART	12
3.1 INLEIDING.....	12
3.2 HISTORIEK.....	12
3.3 KAARTEN.....	12
3.3.1 Lokalisatie van de waarnemingspunten.....	12
3.3.2 Isohypsens van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen.....	13
3.3.3 Diktekaart van het Quartair.....	15
3.3.4 Isopachen van belangrijke grensvlakken	15
3.3.5 Geologische kaart	16
3.4 LITHOSTRATIGRAFISCHE LEGENDE	18
4 LITHOSTRATIGRAFIE	19
4.1 STRATIGRAFISCHE TABEL	19
4.2 FORMATIE VAN MERKSPLAS.....	19
4.3 FORMATIE VAN LILLO.....	19
4.3.1 Lid van Zandvliet	21
4.3.2 Lid van Merksem.....	21
4.3.3 Lid van Kruisschans.....	21
4.3.4 Lid van Oorderen	21
4.3.5 Lid van Luchtbal	21
4.4 FORMATIE VAN KATTENDIJK	22
4.5 FORMATIE VAN DIEST	22
4.5.1 Lid van Deurne	22
4.6 FORMATIE VAN BERCHEM	22
4.6.1 Lid van Antwerpen	23
4.6.2 Lid van Kiel.....	23
4.6.3 Lid van Edegem.....	23
4.7 FORMATIE VAN VOORT	23
4.8 FORMATIE VAN BOOM	23
4.9 VOORBEELDEN.....	24

4.10	PROFIELEN.....	27
4.11	DIEPERE GEOLOGIE.....	29
4.11.1	<i>Formatie van Zelzate</i>	29
4.11.2	<i>Formatie van Maldegem</i>	29
4.11.3	<i>Formatie van Lede</i>	29
4.11.4	<i>Formatie van Gent</i>	29
4.11.5	<i>Formatie van Tielt</i>	30
4.11.6	<i>Formatie van Kortrijk</i>	30
4.11.7	<i>Landen Groep</i>	30
4.11.8	<i>Krijt</i>	30
4.11.9	<i>Sokkel</i>	30
4.12	QUARTAIR	31
5	TOEPASSING GEOLOGIE	31
5.1	NUTTIGE DELFSTOFFEN	31
5.2	HYDROGEOLOGIE	31
5.3	GEOFYSISCH BOORGATMETINGEN.....	32
5.3.1	<i>Resistiviteitsmeting (lange en korte normaal, 'LN' en 'SN')</i>	32
5.3.2	<i>De puntweerstand 'PW'</i>	32
5.3.3	<i>De natuurlijke gamma 'G'</i>	32
5.3.4	<i>Voorbeeld</i>	32
5.4	GEOTECHNIEK	33
6	EXCURSIE	39
7	OVERIGE ISOHYPSENKAARTEN.....	39
7.1	FORMATIE VAN LILLO.....	40
7.2	FORMATIE VAN KATTENDIJK	40
7.3	FORMATIE VAN DIEST	40
8	REFERENTIELIJST.....	42
	LIJST MET FIGUREN	44
	LIJST MET TABELLEN	45

INLEIDING

1.1 Algemene situering

Het kaartblad Essen-Kapellen (1:50.000) (kaartblad 1 - 7, Nationaal Geografisch Instituut, Brussel, 1984) is opgebouwd uit delen (1:10.000) met elk een oppervlakte van nagenoeg 8000 ha. In tabel 1-1 zijn per deelkaartblad de naam, de nummering en de benaderde Lambert-coördinaten van de linker onderhoek en rechter bovenhoek opgenomen. In figuur 1-1 is de situering van het kaartblad en de onderlinge ligging van de verschillende kaartblad-delen weergegeven.

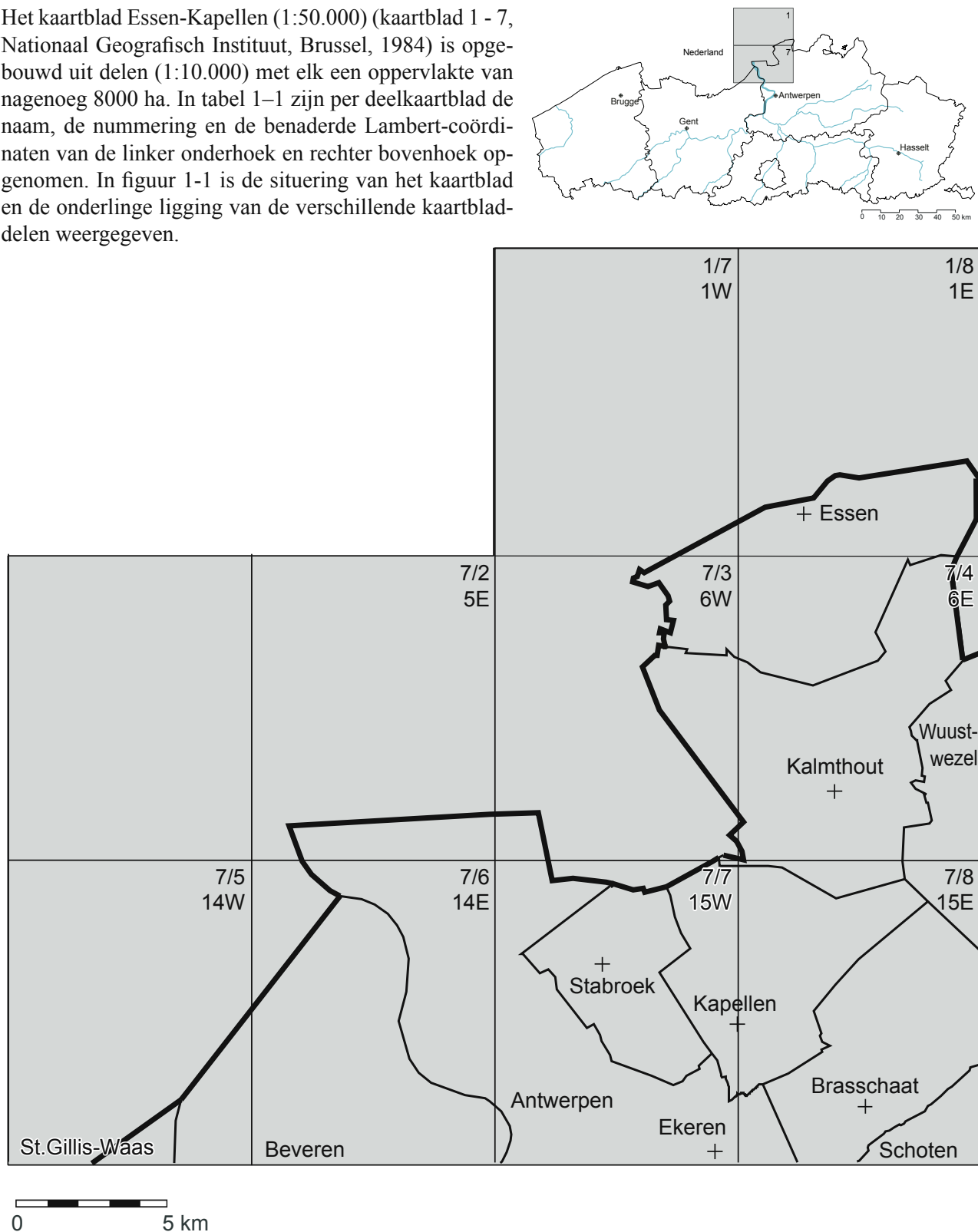


Fig. 1-1: Situering (bovenaan) en indeling (onderaan) van het kaartblad Essen-Kapellen.

Het grootste deel van de deelkaartbladen 7/2, 7/3, 7/5 en de deelkaartbladen op kaartblad 1 bevindt zich op Nederlands grondgebied. De deelkaartbladen 7/4, 7/6 en 7/7 bevinden zich voor het overgrote deel van hun oppervlakte op Belgisch territorium. Enkel het kaartblad 7/8 ligt volledig binnen de grenzen van België.

Tabel 1-1: Indeling van het kaartblad Essen-Kapellen.

Indeling	Topo. kaart	Bodemkaart	hoek links onder (Lambert coörd.)	hoek rechts boven (Lambert coörd.)
Moerkant	1/7	1 W	146025;238175	154025;248175
Essen	1/8	1 E	154025;238175	162025;248175
Noordhoek	7/2	5 E	138025;228175	146025;238175
Kalmthoutsenhoek	7/3	6 W	146025;228175	154025;238175
Kalmthout	7/4	6 E	154025;228175	162025;238175
Kieldrecht	7/5	14 W	130025;218175	138025;228175
Lillo	7/6	14 E	138025;218175	146025;228175
Ekeren	7/7	15 W	146025;218175	154025;228175
Kapellen	7/8	15 E	154025;218175	162025;228175

1.2 Gemeenten op het kaartblad Essen-Kapellen

Tabel 1–2 geeft een overzicht van de gemeenten die deel uitmaken van de kaartblad Essen-Kapellen. De eerste kolom vermeldt de naam van de deelgemeente; in de tweede kolom wordt aangegeven op welk deelkaartblad de kern van de gemeente voorkomt; de derde kolom geeft de naam van de fusiegemeente weer.

Tabel 1-2: Gemeenten op het kaartblad Essen-Kapellen.

Gemeente	Kaartblad	Fusiegemeente
Antwerpen	15/3-4	Antwerpen
Berendrecht	7/7	Antwerpen
Beveren	15/2	Beveren
Brasschaat	7/8	Brasschaat
Doel	7/6	Beveren
Ekeren	7/7	Antwerpen
Hoevenen	7/7	Stabroek
Kalmthout	7/4	Kalmthout
Kieldrecht	7/5	Beveren
Meerdonk	15/1	Sint-Gillis-Waas
Schoten	15/4	Schoten
Stabroek	7/7	Stabroek
Wuustwezel	8/1	Wuustwezel
Zandvliet	7/6-7	Antwerpen

1.3 Verkeers- en waterwegen

In tabel 1-3 is een lijst van de belangrijkste verkeers- en waterwegen op het kaartblad Essen-Kapellen opgenomen. De aanleg van autosnelwegen en havendokken hebben grote hoeveelheden geologische data opgeleverd.

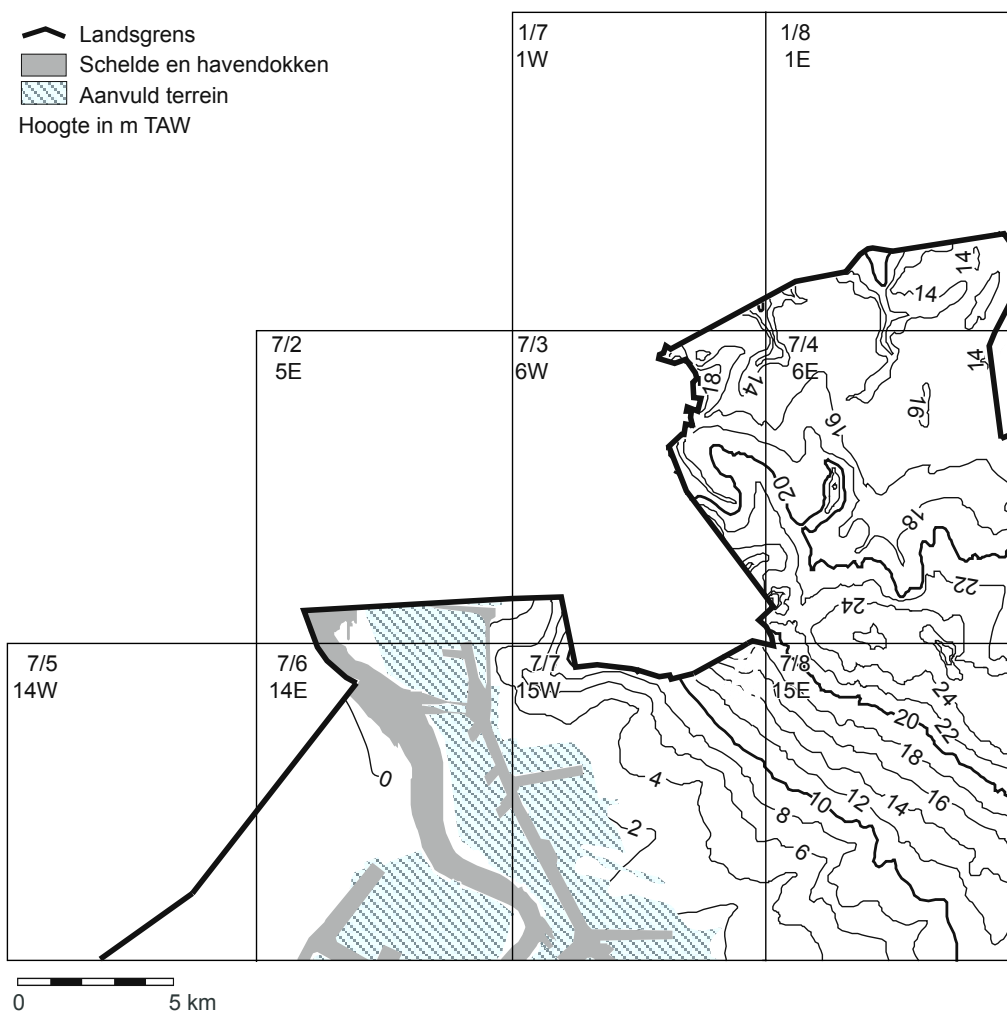
Tabel 1-3: Overzicht van de belangrijkste spoorverbindingen, waterwegen en autostrades op het kaartblad Essen-Kapellen.

Autosnelwegen	E19 Breda-Antwerpen A12 Bergen op Zoom-Antwerpen R2 Ring rond Antwerpen
Spoorwegen	Spoorlijn 12 Antwerpen-Rosendaal De spoorontsluiting van de Antwerpse haven
Waterwegen	De Schelde en de Havendokken in Antwerpen en op Linkeroever Het kanaal Schoten-Dessel Het Kreekrak (Schelde - Rijnverbinding)

1.4 Het landschap

De topografie op het kaartblad Essen - Kapellen is weergegeven in figuur 1-2. Deze topografie is afkomstig van het Digitaal Terrein Model niveau 2 (DTM2) van het Nationaal Geografisch Instituut.

Fig. 1-2: Topografie van het kaartblad Essen - Kapellen.



Alle hoogteliggingen in deze tekst zijn aangegeven in meter TAW. In de tekst wordt regelmatig gebruik gemaakt van de vermelding 'op een peil van' of 'op een diepte van'. Wanneer de term 'peil' wordt gebruikt, wordt hiermee bedoeld de absolute hoogte of diepte: de waarde is dus aangegeven in meter TAW. Wanneer de term 'diepte' wordt aangewend, dan wordt daarmee bedoeld de diepte ten opzichte van het maaiveld.

Bij het gebruik van een negatieve diepte gaat het eveneens om peilen in meter TAW.

Op het kaartblad Essen-Kapellen kunnen twee grote landschappelijke eenheden afgebakend worden, namelijk de Scheldepolders op het westelijke deel van het kaartblad en de Antwerpse Kempen in het oosten van het gebied. De scheidingslijn tussen deze twee gebieden loopt van noord naar zuid van Putte (grensdorp met Nederland) over Kapellen tot Ekeren.

De Scheldepolders zijn vlak en hebben een hoogte tussen 2 en 5 m boven zeeniveau. Vele polders zijn de voorbije 80 jaar verdwenen ten gevolge van de uitbreiding van de haven van Antwerpen. Het havengebied is vaak opgehoogd tot een hoogte van 8 à 10 meter. Het oorspronkelijke polderlandschap is nog te bewonderen in de Ettenhovense Polder tussen Hoevenen en Stabroek en op de linker Scheldeoever in het gebied Doel – Saeftinge - Kioldrecht.

Ten noordoosten van de polders stijgt de topografie behoorlijk snel. Over een afstand van 6 km, tussen de overgang Kempen - Scheldepolders en een kamlijn in het grensgebied van de gemeenten Kalmthout – Wuustwezel met de gemeenten Kapellen en Brasschaat, stijgt de topografie van 5 m tot 25 à 30 m. Dit is een gemiddelde helling van 3 m per km. Vanaf deze kamlijn daalt de topografie in noordelijke richting tot een hoogte van 10 m aan de Belgisch-Nederlandse grens ter hoogte van Essen. Dit is een gemiddelde daling van de topografie van ongeveer 1 m per km.

De Kempen hebben in het karteringsgebied een cuesta morfologie, onderlijnd door de Kleien van de Kempen.

Fig. 1-3: Zicht op de Schelde, de slikken en de Antwerpse haven vanuit Doel.



2 Opbouw van het geologische gegevensbestand

2.1 *Origine van de gegevens*

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

- archiefgegevens van de Belgische Geologische Dienst;
- de bibliotheek en archieven van het Geologisch Instituut van de Universiteit Gent;
- archiefgegevens van het voormalige departement Leefmilieu en Infrastructuur, afdeling Geotechniek, van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

De gegevens van de Belgische Geologische Dienst (BGD) bestaan uit waarnemingen verzameld over een periode van meer dan honderd jaar. De gegevens bevatten eigen waarnemingen, maar ook boorbeschrijvingen afkomstig van boorbedrijven. Een deel van de BGD gegevens bestaat uit waarnemingen uitgevoerd door de afdeling Geotechniek (AG) en door de voormalige afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie (ANRE) van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

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 (GI) van de Universiteit Gent zijn waarnemingen afkomstig uit thesissen of ander onderzoek dat door de Universiteit Gent in het karteringsgebied is verricht. De gegevens zijn doorgaans van hoge kwaliteit. In het Geologisch Instituut zijn er voor het karteringsgebied 79 waarnemingen gevonden die gebruikt zijn voor verwerking in de geologische kaart.

De archieven van de afdeling Geotechniek bevatten boorbeschrijvingen, sonderingsgegevens en allerhande sedimentanalyses. Boorbeschrijvingen uitgevoerd in functie van geotechnisch onderzoek zijn meestal van goede kwaliteit. De meeste boorbeschrijvingen afkomstig van de afdeling Geotechniek zijn ook opgenomen bij de archiefgegevens van de Belgische Geologische Dienst. Vele boorgegevens van de afdeling Geotechniek in de archieven van de Belgische Geologische Dienst missen echter de oorspronkelijke naam of nummering van de afdeling Geotechniek.

Voor het opmaken van de geologische kaart zijn diepsonderingen uit de archieven van de afdeling Geotechniek heel bruikbaar gebleken. In het havengebied zijn de laatste 40 jaar duizenden sonderingen uitgevoerd. Per onderzoeksproject zijn een aantal interessante sonderingen geïnterpreteerd. Voor het opmaken van de geologische kaart werden 298 goede gegevens afkomstig van de afdeling Geotechniek gebruikt.

Alle verzamelde ondergrondgegevens zijn samengebracht in een databank die de verwerking van de geologische gegevens en interpretaties op een eenvoudige en uniforme manier toelaat. De databank bevat naast geologische informatie ook administratieve gegevens (ligging, methode van boren, enzovoort.)

De databankstructuur is deze die door de Vlaamse Gemeenschap als leidraad is genomen voor de volledige geologische kartering van Vlaanderen. De databankstructuur groepeerde de geologische waarnemingen per deelkaartblad en is door het Geologisch Instituut van de Universiteit Gent ontwikkeld.

In totaal bevat de databank 20 tabellen en een aantal codelijsten. 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 ook 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 *Hoeveelheid en verspreiding van de gegevens*

In tabel 2-1 is een gedetailleerd overzicht gegeven van de herkomst en het aantal waarnemingen per kaartblad-deel. Meer dan driekwart van het totaal aantal gegevens gebruikt voor de opmaak van de kaart, is afkomstig van de Belgische Geologische Dienst.

In de archieven van Universiteit Gent zijn 79 waarnemingen teruggevonden. Deze gegevens zijn afkomstig uit thesissen en onderzoeksprojecten uitgevoerd door de Universiteit.

Van de afdeling Geotechniek zijn 298 sonderingsgegevens gebruikt. Deze zijn niet onderverdeeld per deelkaartblad.

Doordat in het noorden van het kaartblad het Tertiair onder een 45 tot 50 m dik pak Quartair voorkomt, bereiken in dit gebied enkel nog spoelboringen de top van het Tertiair. Deze spoelboringen leveren echter minder eenduidige interpretaties op.

Tabel 2-1: Overzicht van het aantal waarnemingen gebruikt voor de opmaak van de geologische kaart Essen-Kapellen (1-7). Per gebied zijn het aantal waarnemingen naar origine en het totaal aantal waarnemingen weergegeven (gegevens maart 2000).

Deelkaartblad	Totalen	BGD*	RUG*
1/7	5	5	0
1/8	66	66	0
7/2	13	13	0
7/3	87	74	13
7/4	301	272	29
7/5	31	28	3
7/6	361	333	28
7/7	294	290	4
7/8	339	337	2

*Aantal gegevens afkomstig van de Belgische Geologische Dienst (BGD), het Geologisch Instituut van de Universiteit Gent (RUG) en het voormalige 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 beste beschikbare data. Spoelboringen in functie van grondwaterwinningen geven vaak maar een summiere beschrijving van de aangeboorde aardlagen. Spoelboringen aangevuld met gegevens van paleontologisch onderzoek kunnen heel bruikbaar zijn; er treedt echter vaak een contaminatie op van de monsters en de monsternamen gebeurt met grote diepte-intervallen.

Bij enkele boringen zijn er ook boorgatmetingen uitgevoerd. De combinatie van boorgatmetingen met boorbeschrijvingen laten een nauwkeuriger interpretatie van de stratigrafie toe.

2.3.2 Ontsluitingen

Bij de uitvoering van de havenuitbreiding hebben geologen van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen - Belgische Geologische Dienst verschillende profielen opgenomen. Aan de hand van deze ontsluitingen kon de Neogene stratigrafie in het karteringsgebied opgesteld worden. Het karteringsgebied bevat de typelocaliteit van de Formaties van Lillo en van Kattendijk (de Heinzelin 1955b, De Meuter & Laga, 1976).

In figuur 2-1 is een waarneming weergegeven, opgenomen door de Heinzelin (1955a) in de periode 1951 - 1952 bij de bouw van de stroomopwaartse sluisdeuren van de Boudewijns-luis in Kruisschans. Het profiel bij de aanleg van de sluis liet tussen het maaiveld en een peil van ongeveer +3 m aangevuld terrein zien. Het Quartair in de ontsluiting is terug te vinden tussen het peil +3 m en -3 m, waar het onderaan onderlijnd is door een basisgrind. Verder toont het profiel nog de tertiaire afzettingen van de Formatie van Lillo en van de Formatie van Kattendijk.

De Formatie van Lillo is aangesneden tussen -3 m en -14,2 m. In de bouwput van de sluisdeur kon de Formatie van Lillo in detail bestudeerd worden en verder opgesplitst worden in verschillende leden. Het bovenste lid

van de Formatie van Lillo, het Lid van Merksem, is terug te vinden tussen -3 m en -4,5 m. Onder het Lid van Merksem komt het Lid van Kruisschans voor dat meer kleihoudend is en aan de basis op -7,5 m een basisgrind vertoont.

Het onderste lid in de formatie is het Lid van Oorderen: het is zeer schelprijk met in de onderste helft tussen -12 m en -13,3 m hele grote en goed bewaarde schelpen (Pinna).

Helemaal onderaan de ontsluiting zijn de zanden van de Formatie van Kattendijk aangesneden die rijk zijn aan schelpfragmenten.

In de bouwput van het Deurganckdok was een mooie doorsnede doorheen de Formatie van Lillo zichtbaar. Deze doorsnede wordt in hoofdstuk 6 Excursie verder beschreven. Over deze tijdelijke ontsluiting zijn reeds verschillende publicaties verschenen (onder andere Herman & Marquet, 2007 en Doutrelepon, 2007).

2.3.3 Sonderingen

De sonderingsgegevens van de afdeling Geotechniek laten vaak mooi de overgangen tussen het Tertiair en het Quartair zien. Ook de overgang van de zandige Neogene formaties naar de Formatie van Boom is duidelijk uit de sonderingen af te leiden. In sommige sonderingen is tevens binnen de Formatie van Berchem een onderverdeling te zien tussen het zandig Lid van Antwerpen bovenaan en het kleilig en glauconietrijk Lid van Edegem onderaan.

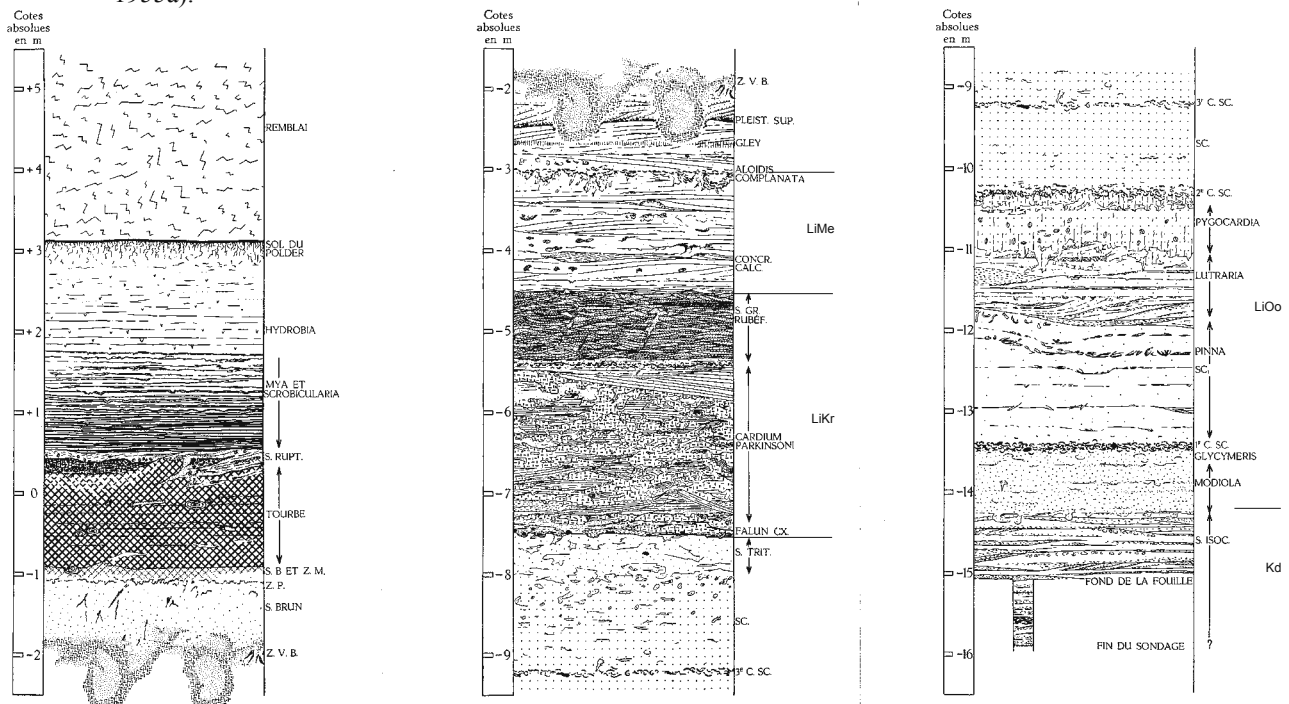
2.4 Verwerking van de geologische gegevens tot een geologische kaart

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 deze isohypsenkaarten 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.

Fig. 2-1: Profiel van de Formatie van Lillo en van de Formatie van Kattendijk in hun typelocaliteit (de Heinzelin, 1955a).



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.

Alle manueel getekende kaarten zijn in AUTOCAD gedigitaliseerd en verwerkt tot een geologische kaart.

Merk ook op dat de interpretatie van de gegevens niet enkel afhangt van de nauwkeurigheid van de waarnemingen, maar soms ook deels op subjectiviteit van de karteerder berust. Sommige lithologische overgangen zoals de onderverdeling van de leden binnen de Formatie van Lillo zijn vaak gradueel en moeilijk eenduidig te bepalen.

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 in de laatste 1,77 miljoen jaar afgezet, zijn op deze kaart niet weergegeven. De weergegeven sedimenten zijn gemeenzaam omschreven als Tertiair, maar beantwoorden volgens hedendaagse stratigrafische conventies aan het Paleogeen, het Neogeen en de Neogene – Quartaire overgangslagen. 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 Essen - Kapellen varieert van minder dan 5 m in het zuidwesten van de kaart tot meer dan 50 m in Essen in het uiterste noorden van het kaartblad.

3.2 Historiek

De afgedekte geologische kaart van België op schaal 1: 40.000 werd gepubliceerd in de periode 1890 - 1905. De kaartbladen die het kaartblad Essen - Kapellen uitmaken zijn door Murlon (1895a, 1895b, 1895c, 1895d, 1895e) gekarteerd.

De toenmalige auteurs maakten gebruik van de *étage* 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 *étages* van de vroegere geologische kaart in de Stratigrafische Registers van 1929 en 1932 gereduceerd werd.

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

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 4-1 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 3-1 geeft een overzicht van de hoeveelheid en van de verspreiding van de geologische waarnemingen. Deze puntenkaart wordt bij de geologische kaart bijgevoegd als overlegfolie.

Van de 1795 in de databank opgenomen waarnemingen hebben er 1688 bruikbare geologische data opgeleverd. Deze 1688 waarnemingen zijn in figuur 3-1 weergegeven. Ruim 57% van de waarnemingen bereiken het Tertiair.

De verschillende categorieën van waarnemingen op de overlegfolie voorgesteld zijn:

- boringen die het Tertiair niet bereiken (cirkels);
- boringen die het Tertiair bereiken (opgevulde cirkels);
- boringen met boorgatmetingen die het Tertiair bereiken (opgevulde cirkels met streep);
- ontsluitingen die het Tertiair niet bereiken (vierkant);
- ontsluitingen die het Tertiair bereiken (opgevuld vierkant);
- diepsonderingen die het Tertiair bereiken (opgevulde driehoek).

3.3.2 Isohypsenvan het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen

De isohypsen van het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen (Fig. 3-2) zijn getekend met een diepte-interval van 5 m. De kaart is als overlegfolie bij de geologische kaart gevoegd.

Algemeen kan gesteld worden dat de top van het Tertiair daalt in noordelijke richting. De insnijding van de Scheldevallei in de Formatie van Lillo is duidelijk te zien in de omgeving van Lillo - Berendrecht. In het poldergebied is de top van het Tertiair vrij vlak. In de omgeving van Brasschaat - Schoten komt de top van het Tertiair plaatselijk voor op een peil van meer dan 5 m.

In het noorden van de kaart komt de top van het Tertiair voor op een peil van -35 m.

Fig. 3-1: Overlegfolie waarnemingspunten.

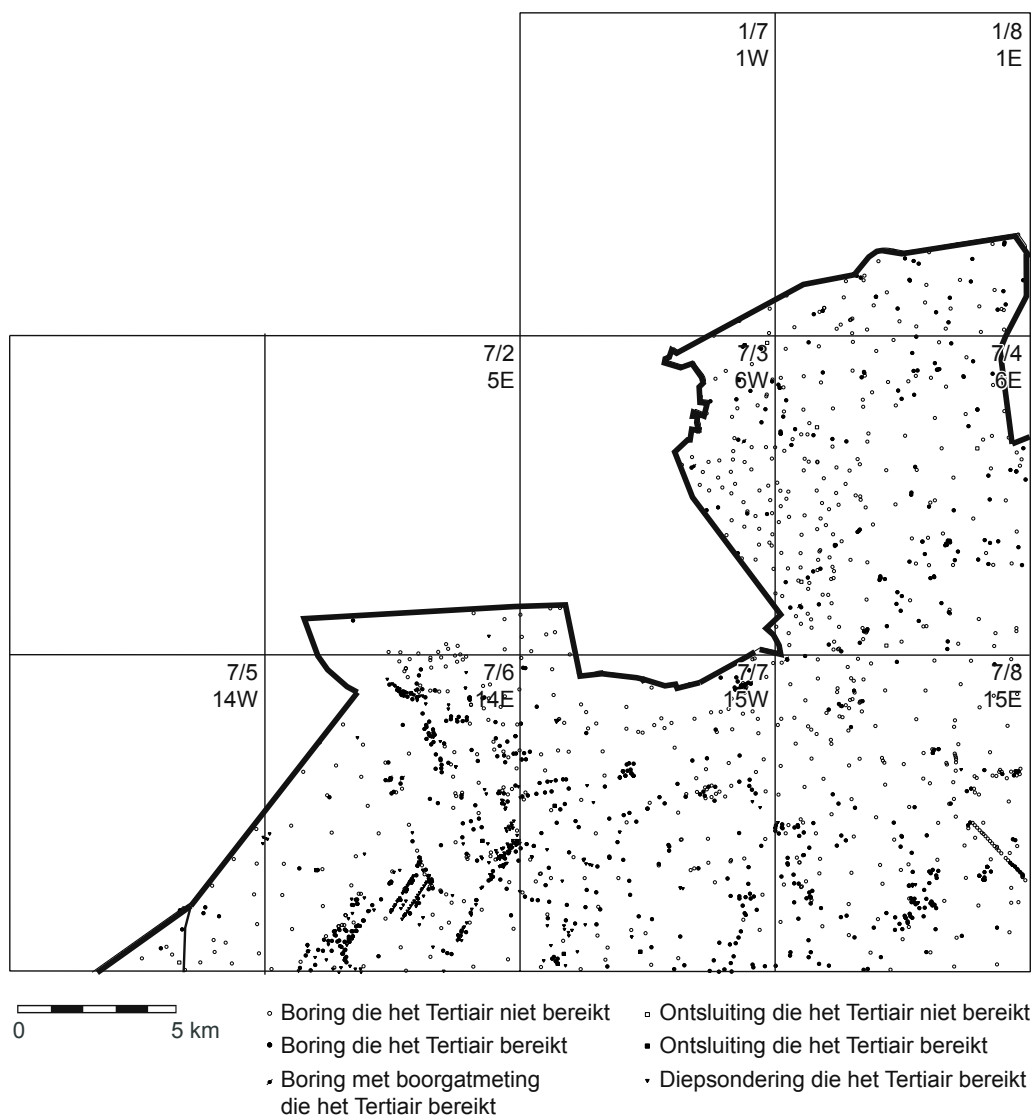
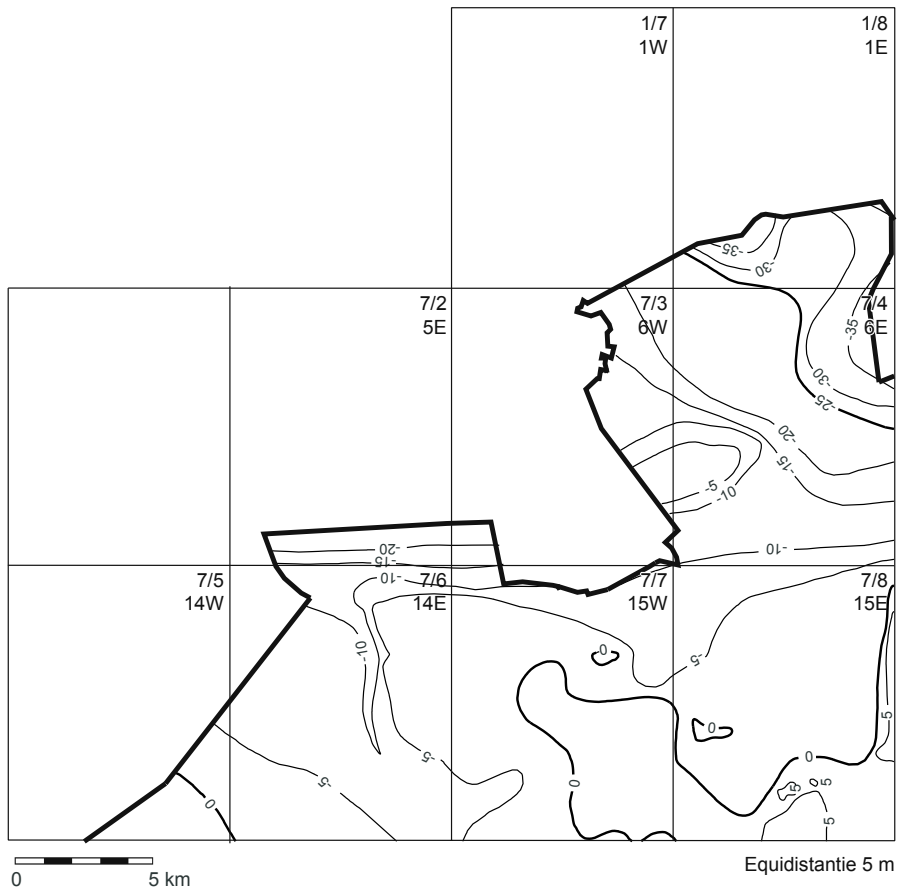
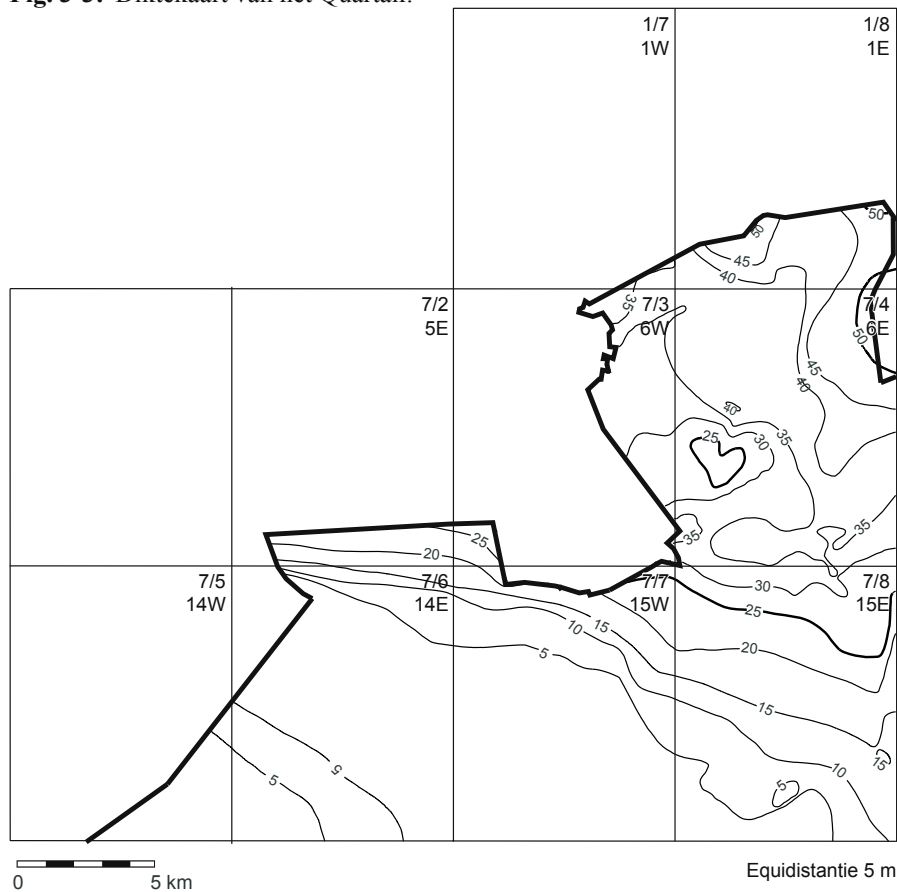


Fig. 3-2: Reliëfkaart van het bovenvlak van het Tertiair.**Fig. 3-3:** Diktekaart van het Quartair.

3.3.3 Diktekaart van het Quartair

De diktekaart van het Quartair (Fig. 3-3) 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 het Tertiair af te trekken. Voor de topografie is een bestand gebruikt afgeleid uit het Digitaal Terrein Model Niveau 2 (DTM2) van het Nationaal Geografisch instituut. Dit DTM is gemaakt door middel van digitalisatie van de hoogtelijnen op schaal 1:50.000. Voor Vlaanderen en in een betrekkelijk vlak karteringsgebied is dit DTM voldoende nauwkeurig. Enkel in het havengebied waar vaak ophogingen voorkomen zou dit DTM een iets te lage waarde voor het maaiveldpeil kunnen opleveren. De gebruiker van deze kaart dient hiervoor op te letten. Per situatie moet rekening gehouden worden met de plaatselijke hoogteligging. De lokale hoogteligging kan samen met de kaart van de top van het Tertiair gebruikt worden om een schatting te maken van de lokale dikte van het Quartair plus de dikte van de plaatselijke aanvulling.

De dikte van het Quartair in het karteringsgebied varieert van minder dan 5 m in het zuidwesten van de kaart (en zelf minder dan 1 m op sommige plaatsen in het havengebied), en neemt toe in noordoostelijke richting. In het uiterste noorden van de kaart bedraagt de dikte van het Quartair meer dan 50 m.

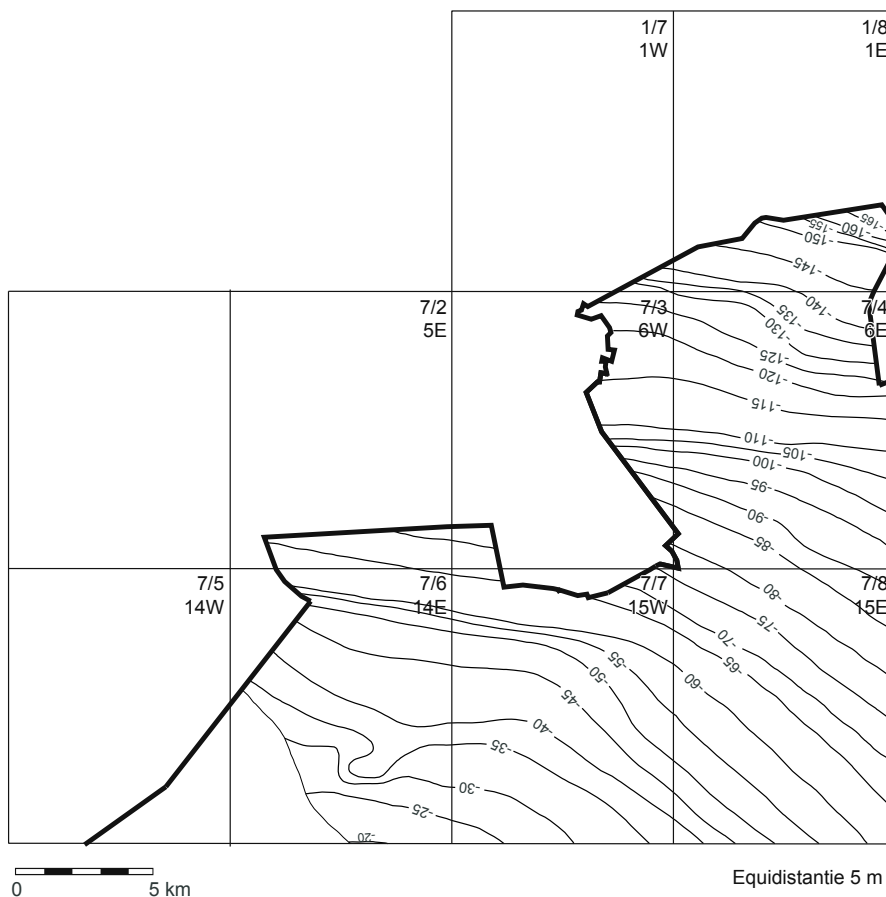
Bij vergelijking van de dikte van het Quartair met de topografie van het gebied valt het op dat de dikte van de Quartaire afzettingen toeneemt met het stijgen van de topografie op het cuestafront.

3.3.4 Isopachen van belangrijke grensvlakken

Naast de puntenkaart, de isohypsenkaart van het bovenvlak van het Tertiair en de isopachenkaart van het Quartair zijn nog twee andere overlegfolies bij de kaart gevoegd. Het gaat hierbij om de isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Berchem (Fig. 3-4) en de isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Merksplas (Fig. 3-5).

De isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Berchem is getekend met een equidistantie van 5 m. De overgang tussen de zandige Formatie van Berchem en de top van de onderliggende Formatie van Boom is heel uitgesproken en kan in boringen heel nauwkeurig bepaald worden. De basis van de Formatie van Berchem

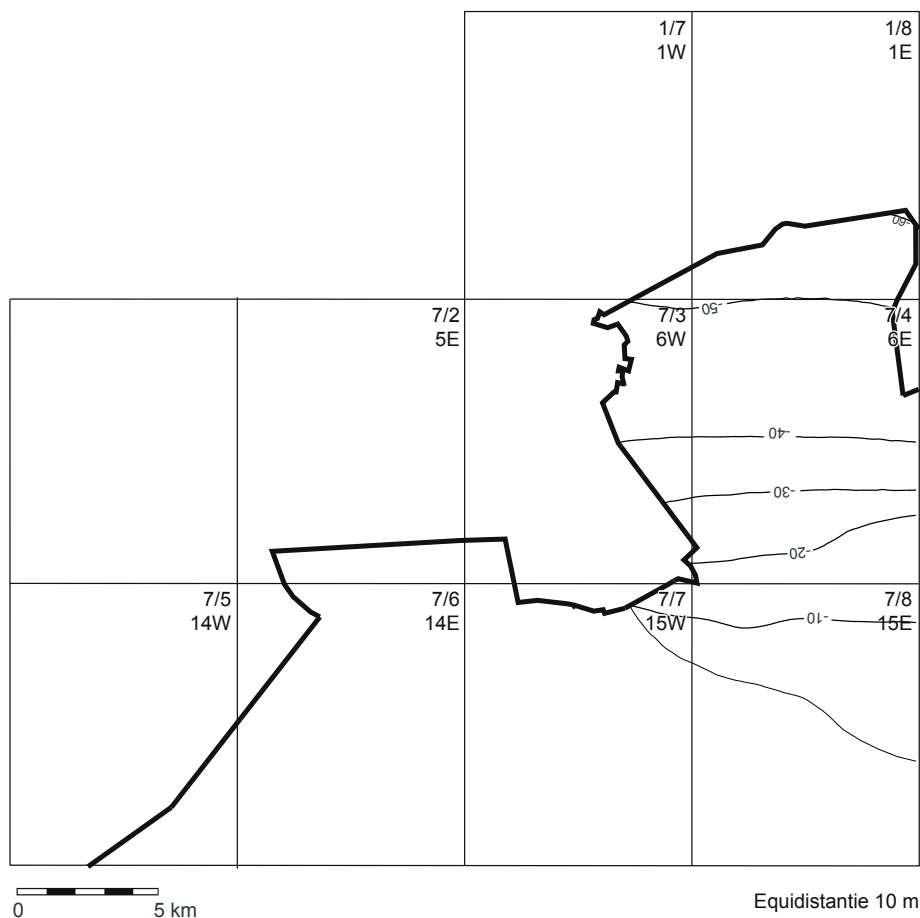
Fig. 3-4: Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Berchem.



daalt in noordoostelijke richting met een helling van 4 m per kilometer. In de Antwerpse haven is er een geul in het bovenvlak van de Formatie van Boom te zien. Lokaal kan diapirisme van de Formatie van Boom in de Formatie van Berchem voor een onregelmatig verlopende basis verantwoordelijk zijn. De Formatie van Berchem is een belangrijke watervoerende laag en de overlegfolie van de basis van deze formatie geeft dan ook een goede indicatie over hoe diep mag geboord worden voor waterwinning uit dit pakket.

De isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Merksplas is getekend met een diepte-interval van 10 m. De grote diepteligging en de aard van de afzetting (zand op een zandige Formatie van Lillo) maken dat samen met de vrij grote diepteligging de overgang in diepe spoelboringen tussen beide formaties niet altijd eenduidig te bepalen is. In het zuiden van het verbreidingsgebied in Brasschaat bevindt de basis van de formatie zich op 0 m. In het noorden van de kaart in Essen bevindt de basis zich op -60 m. De basis van de Formatie van Merksplas helt in noordelijke richting met een helling van ongeveer 2 m per kilometer. Tevens valt het op dat de verbreidingsgrens van de Formatie van Merksplas parallel verloopt met de strekking van de Kempische Cuesta.

Fig. 3-5: Isohypsenaart van de basis van de Formatie van Merksplas.



3.3.5 Geologische kaart

3.3.5.1 Beschrijving van het kaartbeeld

In figuur 3-6 is de afgedekte Tertiairgeologische kaart van het karteringsgebied weergegeven.

In het noordoosten van het kaartblad ontsluit de Formatie van Merksplas, in het zuiden en het zuidwesten van de kaart ontsluit de Formatie van Lillo.

Op het kaartblad is de Formatie van Lillo onderverdeeld in zijn leden.

In het noordoosten van het ontsluitingsgebied van de Formatie van Lillo ontsluit het Lid van Merksem. Het Lid van Merksem, het jongste lid van de Formatie van Lillo is veruit het belangrijkste lid van de Formatie van Lillo op dit kaartblad.

Ten zuidwesten van het ontsluitingsgebied van het Lid van Merksem ontsluit in de omgeving van de Schelde het Lid van Kruisschans.

Het oudste lid van de Formatie van Lillo dat op het kaartblad ontsluit is het Lid van Oorderen. Dit lid ontsluit in de zuidwestelijke hoek van het kaartblad.

De ontsluitingsgrenzen van de verschillende leden zijn echter slechts bij benadering bepaald, daar de interpretatie van de verschillende leden binnen de Formatie van Lillo met enige onzekerheid gepaard gaat en de verschillende leden vaak gradueel in elkaar overgaan.

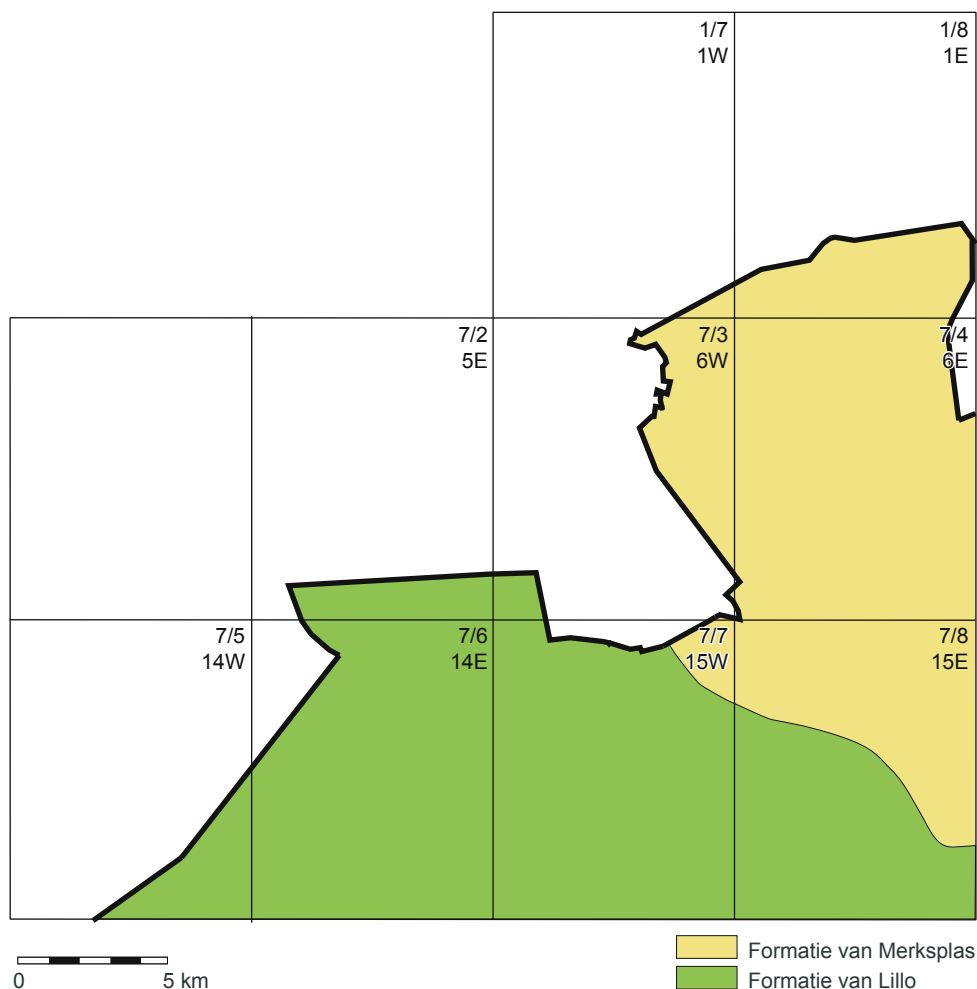
3.3.5.2 Vergelijking met de oude geologische kaarten 1, 5, 6, 14, 15.

Bij de vergelijking van de nieuwe geologische kaart met de oude geologische kaarten op schaal 1:40.000 (Mourlon 1895a, 1895b, 1895c, 1895d, 1895e), valt meteen op dat de nieuwe geologische kaart volledig verschilt van de oude kaart. 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 bedekkingen in de riviervalleien en de polderafzettingen weergeeft.

In de periode sinds de vorige karteringen zijn honderden nieuwe (en diepe) waarnemingen uitgevoerd. In het noorden van het kaartblad op de deelkaartbladen 1e, 6w en 6e is de dikte van het Quartair zo groot dat honderd jaar geleden nauwelijks iets gekend was over de aard van het Tertiair in dit gebied.

Een groot gebied, door Mourlon als Poederlee gekarteerd in het noorden van de kaart, is op de nieuwe versie van de kaart als de Formatie van Merksplas aangeduid. Het Poederlee van Mourlon komt overeen met de huidige Formatie van Lillo. Paleontologisch onderzoek heeft echter uitgewezen dat in dit gebied bovenop de zanden van de Formatie van Lillo, nog een jonger zandpakket is afgezet dat omwille van geometrische overwegingen bij de Tertiairkartering inbegrepen werd, namelijk de genoemde Formatie van Merksplas.

Fig. 3-6: Afgedekte geologische kaart van het Tertiair.



3.4 *Lithostratigrafische legende*

Bij de geologische kaart en profielen zijn de verschillende eenheden met een kleur en symbool aangeduid. Een uitgebreide beschrijving van de verschillende stratigrafische eenheden is te vinden in hoofdstuk 4 Lithostratigrafie.

Van jong naar oud worden de verschillende voorgestelde eenheden met hun coderingen en voornaamste lithologie vermeld.

Deze zijn:

Me Formatie van Merksplas (Boven Pliocene - Pleistocene)

Grijze grove tot half grove licht glauconiethoudende zanden, soms met schelpfragmenten aan de basis; gemiddelde dikte 20 m.

Li Formatie van Lillo (Midden tot Boven Pliocene)

Grijs tot bruin schelphoudend zand dat naar de basis toe schelprijker wordt; ongeveer 20 m dik.

LiMe Lid van Merksem

Fijn tot middelmatig grijsgroen kalkhoudend zand met schelpfragmenten en siderietconcreties.

LiKr Lid van Kruisschans

Fijn tot middelmatig grijsgroen zand met schelpfragmenten, met kleilagen en kleilenzen; sterk kleihoudend

LiOo Lid van Oorderen

Fijn glauconiethoudend en kleihoudend zand met veel schelpen en schelpfragmenten, schelpen in schelpenbanken die soms ook grind en beenderfragmenten bevatten.

Kd Formatie van Kattendijk (Onder Pliocene)

Middelmatig tot fijn vaak sterk glauconiethoudend zand, kleihoudend, soms met schelpfragmenten; tot 10 m dik.

Di Formatie van Diest (Boven Mioceen)

Middelmatig tot grove groene tot bruingroene kleihoudende sterk glauconiethoudende zanden; schelpfragmenten kunnen plaatselijk voorkomen; tot 70 m dik.

Bc Formatie van Berchem (Onder tot Midden Mioceen)

Fijne donkergroene tot zwarte glauconietzanden die naar onderen toe meer kleihoudend worden; goed ontwikkeld basisconglomeraat en schelpen in banken of verspreid in het sediment; gemiddeld 20 m dik.

Bm Formatie van Boom (Midden Oligoceen)

Harde compacte siltige grijze klei; 50 m in het zuiden tot 130 m in het noorden van het kaartblad.

4 Lithostratigrafie

Op het kaartblad Essen-Kapellen (1-7) ontsluiten enkel Neogene formaties. De stratigrafie gebruikt voor het opstellen van deze geologische kaart is gebaseerd op het werk van De Meuter & Laga (1976). Voor de onderliggende geologie is gesteund op Maréchal & Laga (1988).

Hier worden enkel de lithologische eenheden besproken die op het kaartblad Essen – Kapellen voorkomen aan het bovenvlak van de Tertiaire afzettingen en die op de geologische profielen zijn weergegeven.

4.1 *Stratigrafische tabel*

In figuur 4-1 is een lithostratigrafische tabel van het Tertiair voor Vlaanderen opgenomen (ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2001), opgemaakt door de voormalige afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie naar Maréchal & Laga (1988). Voor deze kaart is tevens de Formatie van Merksplas bij het Tertiair gekarteerd, daar deze formatie moet afgezet zijn op de Tertiair-Quartaire overgang, en omdat deze formatie ook op het aangrenzende kaartblad Turnhout (8) is gekarteerd in het Tertiair.

4.2 *Formatie van Merksplas*

De Formatie van Merksplas bestaat uit grijze grove tot half grove licht glauconiethoudende zanden. In de afzetting komen houtfragmenten voor en soms zijn schelpfragmenten aan de basis van deze formatie te vinden. De schelpen en schelpfragmenten worden overvloediger in noordelijke richting.

De Formatie van Merksplas is in een estuariene omgeving afgezet. De formatie ontsluit in het noordelijk en noordoostelijk deel van het kaartblad. De maximum dikte van deze afzetting is ongeveer 30 m in het noordwestelijk deel van zijn ontsluitingsgebied. De Formatie van Merksplas helt in noordelijke richting. Het peil van de basis van de formatie bedraagt 0 m in het zuiden van de kaart en -60 m in het uiterste noorden van de kaart. De Formatie van Merksplas wordt bedekt door de Quartaire Formatie van Malle, Lid van Brasschaat. Hoewel deze formatie een iets fijnere korrelgrootte heeft dan de Formatie van Merksplas is het onderscheid tussen beide lithologische eenheden niet altijd even duidelijk, temeer daar het Lid van Brasschaat een vergroving in noordelijke richting vertoont (Bogemans, 1997).

De Formatie van Merksplas bedekt de Formatie van Lillo en is hier doorgaans goed van te onderscheiden.

4.3 *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 over heel het kaartblad voor en kan in de buurt van haar typegebied onderverdeeld worden in vijf leden. Deze zijn van boven naar onder: het Lid van Zandvliet, het Lid van Merksem, het Lid van Kruisschans, Lid van Luchtbal en het Lid van Oorderen.

Buiten het typegebied is deze onderverdeling in leden minder duidelijk te maken en niet alle leden in de sequentie zijn overal te onderscheiden. Door dit moeilijke onderscheid is buiten de typelokaliteit de Formatie van Lillo meestal op zichzelf geïnterpreteerd en is er geen verdere indeling gemaakt van de verschillende leden. Het Lid van Zandvliet noch het Lid van Oorderen zijn op de geologische kaart of de profielen als afzonderlijke leden weergegeven.

De dikte van de Formatie van Lillo bedraagt op het kaartblad 10 tot 25 m. De basis van de Formatie van Lillo duikt in noordelijke richting. De basis van deze schelprijke formatie is te vinden op een peil van -10 m in het zuiden tot -75 m ter hoogte van Essen, in het noorden van het kaartblad. De top van de formatie is in de Scheldevallei aangesneden wat tevens in figuur 3-2 te zien is. De Formatie van Lillo komt over heel de geologische kaart ontsloten of in de ondergrond voor.

In de volgende paragrafen worden de verschillende leden van deze formatie in detail besproken. Op het profiel in figuur 2-1 (de Heinzelin, 1955a), zijn de Leden van Merksem, Kruisschans en Oorderen te zien. In figuur 4-2 is het Lid van Oorderen te zien dat ontsluit in de bouwput van het Deurganckdok.

Fig. 4-1: Lithostratigrafische tabel van het Tertiair in Vlaanderen (afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2001).

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		OUDE BENAMING (en/of symbool)		CHRONO - STRATIGRAFIE	OUDERDOM 10 ⁶ jaar
GROEP + Code	FORMATIE + Code		LID + Code		zand		Deurniaan		
	MERKSPLAS Me				Merksniaan Brasschaat				
					Scaldiaaan				
RUPEL RU	LILLO LJ	BRASSCHAAT Bs	MOL MI	KEZLOLOLET Kz	Zandvliet \ Merksem LIZA LIME	Hemeldonk BSHd Schorvoort BSsv Malle BSma	Rees MRe	Jagersborg KzJa	1.77
	KATTENDIJK Kd	POEDERLEE Pd			Kruisschans LKkr	Maat MIMa	Russendorp MIRu	Brunsum 1 KzB1	
					Oorderen LLOo	Maat MIMa	Brunsum 2 KzB2		
					Luchtbal LILu	Donk MIDo	Waubach KzWb		
ZENNE ZE	BERCHEM Bc	DIEST DI			Antwerpen BcAb	Deurne DIDn			5.4
	VOORT Vo	BOLDERBERG Bb			Kiel BcKi	Dessel DDe			
					Edegem BcEd				
TONGEREN TO	BOOM Bm				Voort VoVo	Houthalen BbHo			23.8
	BILZEN BI				Veldhoven VoVe				28.4
					Pitte BnPu				
					Ternhagen BnTe				
IEPER IE	ZEIZATE Zz	BORGLOON Bo	SLIHERN Sh		Kerkom Boko	Alden Blesen BoOb			
					Boutersem BObt	Henis BoHe			
					Ruisbroek ZzRu	Neerrepn ShNe			
	LANDEN LA	MALDEGEM Ma				Watersvliet ZzWa	Grimmertingen ShGr		
Bassevelde ZzBa									
Onderrijke MaOd									
HASPENGOUW HA		LEDE LD				Buisputten MaBu			
	Zomergem MaZo								
	Onderdale MaOn								
		BRUSSEL Br	AALTER Aa			Oedelem AaOe	Beernem AaBe		
Vierzele GeVi						Pitterm GePi			
Merebeke GeMe									
		GENTBRUGGE Ge	TIELT Tt			Egem TIEg			
	Kortemark TIKo								
	Aalbeke KoAa								
		KORTRIJK Ko				Moens KoMo	Roubaix	Saint-Maur KoSm	Orchies
Mont-Hérin KoMh									
		TIENEN Ti				Loksbergen TILo			
	Dormaal TIDo								
		HANNUT Hn				Grandgise HnGr			
Halen HnHa						Lincint HnLi			
Waterschei HnWa									
		HEERS Hs				Gelinden HsGe			
	Orp HsOr								
		OPGLABEEK Op				Elisden OpEl	Opoteren OpOp		
		HOUTHEIM Ho							

Bron : ALBON 10/04/70

Fig. 4-2: Formatie van Lillo in de bouwput van het Deurganckdok (juni 2000). De Formatie van Lillo is bedekt door fluviatiele zanden, veen, polderklei en opgespoten materiaal.



4.3.1 Lid van Zandvliet

Het Lid van Zandvliet is een volledig ontkalkt facies van het Lid van Merksem. Het fijn licht glauconiethoudend zand kan siderietische concreties bevatten. Het Lid van Zandvliet gaat geleidelijk over in het Lid van Merksem en zijn verspreiding is eerder beperkt tot het gebied rond Zandvliet. Elders op de kaart is er echter af en toe ook het Lid van Zandvliet geïnterpreteerd. Het betreft in deze gevallen waarschijnlijk schelparme delen van het Lid van Merksem of Quartaire zanden van het Lid van Brasschaat.

Daar dit lid als een ontkalkt facies van het Lid van Merksem beschouwd wordt is het niet afzonderlijk aangeduid op de geologische kaart.

4.3.2 Lid van Merksem

Het Lid van Merksem bestaat uit fijn tot middelmatig grijsgroen kalkhoudend zand met schelpfragmenten. Siderietconcreties komen regelmatig voor en het lid is wijd verspreid in het havengebied. Het Lid van Merksem gaat naar onderen toe geleidelijk over in het Lid van Kruisschans. Het Lid van Merksem komt in het grootste deel van het ontsluitingsgebied van de Formatie van Lillo op dit kaartblad voor.

4.3.3 Lid van Kruisschans

Het Lid van Kruisschans is kleirijker dan het Lid van Merksem. Het laatste lid gaat naar onderen toe in het Lid van Kruisschans over bij de verschijning van kleilenzen en lagen van zuivere klei. Dit lid bevat vaak schelpfragmenten en kleine schelpjes. Naar onderen toe gaat dit lid ook geleidelijk over in het Lid van Oorderen.

4.3.4 Lid van Oorderen

Het Lid van Oorderen bestaat uit fijn glauconiethoudend en kleihoudend zand met veel schelpen en schelpfragmenten. In dit lid komen vaak verschillende schelpenbanken voor. Soms bevatten de schelpenbanken ook grind en beenderfragmenten.

Dit lid van de Formatie van Lillo ontsluit op dit kaartblad op de linker Scheldeoever.

4.3.5 Lid van Luchtbal

De zanden van het Lid van Luchtbal zijn bruingrijs tot witachtig van kleur, zeer schelprijk met goed bewaarde specimen. Dit lid is slechts in een aantal interpretaties teruggevonden in het havengebied. Dit lid komt niet overal voor in het verspreidingsgebied van de Formatie van Lillo en bij deze kartering is het waarschijnlijk vaak als schelpenbank ondergedeeld bij het Lid van Oorderen. In het zuiden van het kaartblad heeft dit lid een geringe dikte, doch het zou naar het noorden toe sterk in dikte toenemen en op sommige plaatsen soms zelfs bijna de volledige dikte van de Formatie van Lillo innemen.

Fig. 4-3: Schelpen (o.a. *Glossus humanus*) in de Formatie van Lillo (bouwput Deurganckdok juni 2000).



De Formatie van Kattendijk heeft een dikte van 5 à 10 m over heel de kaart. Het peil van de basis van deze formatie daalt van -20 m in Kieldrecht tot -80 m ten noorden van Essen.

4.4 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 van deze formatie is vaak een basisgrind te vinden met haaientanden, silexfragmenten en fosfaathoudende nodulen en beenderresten.

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

In het Waasland iets ten zuiden van het karteringsgebied komt de Formatie van Kattendijk voor onder een facies dat heel sterk lijkt op de Formatie van Berchem. Paleontologisch gezien behoren deze afzettingen tot de Formatie van Kattendijk (Laga, 1971).

De Formatie van Kattendijk komt over heel het kaartblad in de ondergrond voor. In het westelijke deel van het kaartblad ligt de Formatie van Kattendijk direct op de Formatie van Boom.

4.5 Formatie van Diest

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

De formatie komt voor in de ondergrond op het oostelijke deel van het kaartblad. De westelijke grens van het areaal van deze formatie komt ongeveer overeen met de gemeentegrens van de stad Antwerpen. De dikte van deze formatie neemt snel toe in noordelijke en oostelijke richting. De dikte bedraagt in het zuiden van het kaartblad 10 m en meer dan 70 m in het noorden van de kaart. Het peil van de basis daalt van -25 m in het zuiden tot -150 m in het noorden van de kaart.

Het onderscheid tussen de Formatie van Diest en de bovenliggende Formatie van Kattendijk is met de voorhanden zijnde boorgegevens soms moeilijk te maken en in de interpretatie van de gegevens zijn beide formaties soms samengenomen.

4.5.1 Lid van Deurne

Bij enkele boringen is in de interpretatie het Lid van Deurne gebruikt. Het Lid van Deurne is een schelprijk facies van de Formatie van Diest dat aangetroffen wordt in de omgeving van Deurne. Op dit kaartblad komt in de beschrijving van de Formatie van Diest in spoelboringen soms de melding van schelpmateriaal voor. De schelprijke zanden kunnen echter niet als een uniform en continu pakket gekarteerd worden op dit kaartblad. Het voorkomen van schelpen in de Formatie van Diest lijkt daarom niet abnormaal en het is overbodig om op dit kaartblad een verdere onderverdeling te maken in de Formatie van Diest.

4.6 Formatie van Berchem

De Formatie van Berchem bestaat uit fijne donkergroene tot zwarte zanden. Deze vaak schelprijke formatie ligt overal direct op de Formatie van Boom en heeft vaak een goed ontwikkeld basisgrind. De dikte van deze zeer glauconietrijke zanden is vrij uniform op dit kaartblad en schommelt tussen de 15 en 25 m. De formatie

komt over vrijwel heel het kaartblad voor in de ondergrond met uitzondering van de omgeving van Kieldrecht. Op dit kaartblad is de Formatie van Berchem in zijn geheel gekarteerd, hoewel bij sommige boorbeschrijvingen en sondeerdiagrammen een onderscheid kon worden gemaakt tussen het Lid van Antwerpen en het Lid van Edegem. Deze onderverdeling wordt vooral in het zuidelijke gedeelte van de kaart waargenomen, maar moet met goede gegevens over heel het kaartblad te vervolgen zijn. Het Lid van Kiel is op dit kaartblad niet te onderscheiden.

De Formatie van Berchem helt in noordnoord-oostelijke richting en de basis van de formatie daalt met ongeveer 5 m per km, van -20 m in het zuidwesten tot -165 m in het noordoosten van de kaart.

Fig. 4-4: Formatie van Berchem in een verkenningboring ten behoeve van de aanleg van de Liefkenshoektunnel.



4.6.1 Lid van Antwerpen

Binnen de Formatie van Berchem is het Lid van Antwerpen het jongste lid. De zeer glauconietrijke fijne zanden bevatten vaak schelpenbanken vol zware ronde glycymerisschalen die bekend staan onder de populaire benaming 'Pectunculus pilosus'. Fosfaatnodules zijn regelmatig in boringen beschreven.

4.6.2 Lid van Kiel

Het Lid van Kiel is middelmatig tot grof zandig, glauconietrijk, en bevat weinig of geen fossielen. Dit lid wordt beschouwd als een ontkalkt facies van het Lid van Antwerpen.

4.6.3 Lid van Edegem

Het onderste lid in de Formatie van Berchem is het Lid van Edegem. Het Lid van Edegem onderscheidt zich van de overige leden van de Formatie van Berchem door zijn zeer hoog glauconietgehalte en zijn mede daardoor uitgesproken kleiig karakter. In de zanden van het Lid van Edegem komen verspreid vaak schelpen voor. Aan de basis van het Lid van Edegem wordt vaak een goed ontwikkeld grind, het grind van Burcht, gevonden.

4.7 Formatie van Voort

Op het kaartblad is slechts in één boring (BGD015W0131 – kb7d15w-B136) de kenmerkende fauna voor de Formatie van Voort aangetroffen. Lithostratigrafisch is deze formatie, die vooral in de provincie Limburg in de ondergrond voorkomt boven op de Formatie van Boom, moeilijk van de Formatie van Berchem te onderscheiden. Het is mogelijk om relicten van de Formatie van Voort op dit kaartblad aan te treffen.

4.8 Formatie van Boom

De klei van Boom is een harde compacte siltige klei, die naar onderen toe iets zandiger wordt. In de klei komen verschillende septariahorizonten voor. In het havengebied bevindt het dak van de Formatie van Boom zich op een peil van -25 tot -50 m en wordt het in verschillende geotechnische boringen aangesneden. In het noorden en het oosten van het kaartblad bereiken verschillende boringen ten behoeve van grondwaterwinning deze formatie. Op dit kaartblad zijn er slechts enkele boringen die de Formatie van Boom doordringen. De dikte van de Formatie van Boom ter hoogte van de centrale in Doel bedraagt ongeveer 65 m (boringen BGD014E0118 – kb7d14e-B147 en BGD014E0194/4 – kb7d14e-B243) en de basis van de klei bevindt zich op een peil van -110 m. In Kieldrecht is de Formatie van Boom om en bij de 50 meter dik. De basis van de Formatie van Boom bevindt er zich op een niveau van -85 m (boringen BGD014E0233 – kb7d14e-B555 en BGD014E0234 – kb7d14e-B556).

Verder naar het westen in Brasschaat wordt in boring BGD015E0094 – kb7d15e-B101, 70 m Formatie van Boom aangeboord. Op een peil van -199 m wordt echter de basis van de Formatie van Boom nog steeds niet bereikt.

In het noorden van de kaart, in het gehucht Kalmthoutsenhoek in de gemeente Essen, bevindt de basis van de Formatie van Boom zich op een peil van -259 m (BGD006E0077 – kb7d6e-B103). In de boring wordt 126 m klei aangeboord.

De dikte van de Formatie van Boom neemt op het kaartblad toe in noordoostelijke richting.

Het bovenvlak van de Formatie van Boom kan door diapirisme een onregelmatig verloop vertonen zoals waargenomen bij de constructie van de Kennedytunnel of zoals blijkt uit seismische waarnemingen (Henriet et al., 1988).

4.9 Voorbeelden

In de volgende paragrafen worden een aantal voorbeelden van boorbeschrijvingen gegeven. De interpretatie van de waarneming wordt toegelicht en vergeleken met de geologische kaart.

Tabel 4–1 geeft de boorbeschrijving van BGD015W0215 – kb7d15w-B215 weer. Deze boring is uitgevoerd in het PIDPA waterwingebied van Putte in de noordoosthoek van deelkaartblad 7/7. Het gaat hier over een spoelboring met monsternamen om de vier meter welke iets minder duidelijk interpreteerbare gegevens oplevert.

In de eerste drie regels van tabel 4-1 is de auteur opgenomen, het instituut waaraan de auteur verbonden is en de datum waarop de boorbeschrijving is gemaakt. De boorbeschrijving zelf bestaat uit het diepte-interval waarop de geologische data betrekking heeft (in de kolommen ‘Van’ en ‘Tot’). De derde kolom (‘peilbas’) geeft het peil aan van de basis van de betreffende deellaag die in de laatste kolom beschreven is.

Het Quartair op dit waarnemingspunt bestaat voor een groot deel uit de Formatie van Brasschaat en wordt in de boorbeschrijving als een witachtig grof kwartszand aangeduid. Vanaf een diepte van 24 m wordt grof tot zeer grof zand beschreven. Dit is geïnterpreteerd als de Formatie van Merksplas. Vanaf een diepte van 40 m komt ook schelpengruis voor en tussen 44 en 48 m diep wordt het zand ook glauconiethoudend. Ook de kleur verandert in de buurt van 40 m van witachtig bovenaan naar bruin onderaan. Het sedimentpakket van 24 tot 44 m wordt beschouwd als de Formatie van Merksplas overgaand in de Formatie van Lillo.

Verder wordt in de boring nog de Formatie van Kattendijk en de Formatie van Diest geïnterpreteerd. De Formatie van Kattendijk is te vinden tussen de 48 en 60 m diepte. De Formatie van Kattendijk is schelphoudend en glauconietrijker dan de bovenliggende Formatie van Lillo. De Formatie van Diest tussen 60 en 66 m diepte tekent zich af tegenover de Formatie van Kattendijk door de afwezigheid van fossielen.

Tabel 4–1: Beschrijving van boring BGD015W0215 – kb7d15w-B215.

Auteur: Laga P.			
Instituut: Belgische Geologische Dienst - Brussel			
Datum: 07/03/1974			
Van	Tot	Peilbas	Beschrijving
0,00	4,00	11,85	Bruin roestig tamelijk fijn zand
4,00	8,00	7,85	Licht bruin geelachtig tamelijk fijn zand met brokken grijze glimmerhoudende klei
8,00	10,00	5,85	Bleek grijs halffijn zand met brokken donker bruine klei, zelfs veenhoudend
10,00	14,00	1,85	Bleek grijs tamelijk fijn zand met kleiige brokken
14,00	16,00	-0,15	Zelfde zand, geen klei
16,00	20,00	-4,15	Bleek witachtig grof kwarts zand
20,00	24,00	-8,15	Bleek witachtig grof kwarts zand, halffijn
24,00	40,00	-24,15	Bleek witachtig grof kwarts zand, grof tot zeer grof
40,00	44,00	-28,15	Zelfde grof zand, doch bruin en met fijn schelpengruis
44,00	48,00	-32,15	Bruingrijs fijn glauconiethoudend zand met schelpengruis
48,00	60,00	-44,15	Bruingrijs tamelijk fijn meer glauconiethoudend zand met veel tamelijk grof schelpengruis
60,00	66,00	-50,15	Donkerder grijsgroen fijn glauconietrijk zand met een weinig schelpengruis (naval ?)

In tabel 4-2 is de boorbeschrijving van boring BGD014E0251 – kb7d14e-B540 weergegeven. De boring is gelegen op kaartblad 7/6 Lillo, ter hoogte van een dal in de top van de Formatie van Boom (zie figuur 3-4: Isohypsen van de basis van de Formatie van Berchem).

In de boorbeschrijving door Van der Sluys ontbreekt geologische informatie over de eerste 19 m van de boring. In de interpretatie is deze laag zonder informatie aangeduid als onbekend. De eerste deellaag die wel beschreven is in het diepte-interval 19 tot 20 m behoort direct tot de Formatie van Lillo. Deze boring geeft dus geen aanduiding over het peil van de top van het Tertiair daar de Tertiair-Quartaire overgang in deze boring ontbreekt.

In deze boring wordt de Formatie van Lillo beschreven als licht glauconiethoudend met schelpengruis. De overgang van de Formatie van Lillo naar de Formatie van Kattendijk op een diepte van 25 à 26 m is in de boorbeschrijving gekenmerkt door een toename van het glauconietgehalte. Als gevolg van het hoger glauconietgehalte wordt de Formatie van Kattendijk ook als groener beschreven. Ook de overgang van grof aan de basis van de Formatie van Lillo naar fijn aan de top van de Formatie van Kattendijk geeft een aanduiding van een overgang tussen twee formaties.

De Formatie van Kattendijk heeft in deze boring een dikte van 5,5 m en de basis is terug te vinden op een peil van -22,74 m. Op een diepte van 30,5 m worden kwartskeitjes, schelpfragmenten en fosfaat in de boorbeschrijving vermeld, die deel uitmaken van het basisgrind van de Formatie van Kattendijk.

De Formatie van Berchem is in boring BGD014E0251 – kb7d14e-B540 gekenmerkt door het hoge glauconietgehalte. De groene zanden bevatten in deze boring minder schelpen en schelpfragmenten dan de bovenliggende formaties. De Formatie van Berchem wordt mede door het hoge glauconietgehalte als kleihoudend beschreven. In deze boorbeschrijving kan de Formatie van Berchem moeilijk verder opgedeeld worden in zijn verschillende leden daar de boorbeschrijving geen uitgesproken verhoging van het kleigehalte naar onderen toe vermeldt, wat vaak het meest karakteristieke onderscheid tussen het Lid van Antwerpen en het Lid van Edegem is.

Aan de basis van de Formatie van Berchem wordt een septariefragment uit de klei van de Formatie van Boom vermeld.

De Formatie van Boom wordt vanaf een peil van -37,24 m als een zware silthoudende klei beschreven hetgeen duidelijk te interpreteren is.

Tabel 4-2: Beschrijving van boring BGD014E0251 - kb7d14e-B540.

Auteur: Van der Sluys, J.			
Instituut: Belgische Geologische Dienst - Brussel			
Datum: 12/02/1998			
Van	Tot	Peilbas	Beschrijving
0,00	19,00	-10,24	Geen stalen
19,00	20,00	-11,24	Grijs fijn zand, kleihoudend, schelpgruis, licht glauconiethoudend (stalen zeer slap door pulsen)
20,00	21,50	-12,74	Grijs fijn zand, schelpgruis- en licht glauconiethoudend, licht kleihoudend
21,50	22,00	-13,24	Grijs fijn zand, schelpgruis- en licht glauconiethoudend, licht kleihoudend, meer en grover schelpgruis
22,00	22,50	-13,74	Zelfde zand, fijner schelpgruis
22,50	23,00	-14,24	Zelfde zand, opnieuw iets grover schelpgruis
23,00	24,00	-15,24	Zelfde zand, opnieuw iets grover schelpgruis, zeer veel en grover schelpgruis
24,00	24,50	-15,74	Zelfde zand, opnieuw iets grover schelpgruis, zeer veel fijn schelpgruis
24,50	25,00	-16,24	Zelfde zand, opnieuw iets grover schelpgruis, zeer veel fijn schelpgruis
25,00	26,00	-17,24	Bleekgrijs fijn zand, glauconiethoudend, veel schelpgruis en schelpfragmenten
26,00	27,00	-18,24	Zelfde zand, groenachtig, meer glauconiethoudend
27,00	28,00	-19,24	Zelfde zand, groenachtig, meer glauconiethoudend, geleidelijk minder schelpgruis
28,00	29,00	-20,24	Groen fijn zand, glauconiethoudend, veel minder schelpgruis (o.a. enkele Ditrupa-fragmenten)

29,00	30,00	-21,24	Groen fijn zand, glauconiethoudend, veel minder schelpgruis (o.a. enkele Ditrupa-fragmenten), weinig schelpgruis
30,00	30,50	-21,74	Groen fijn zand, glauconiethoudend, fijn grind (vnl. fosfaat, wat kwartsgrind, schelp-fragmenten)
30,50	31,00	-22,24	Groen fijn zand, glauconiethoudend, fijn grind (vnl. fosfaat, wat kwartsgrind, schelp-fragmenten), minder grind
31,00	31,50	-22,74	Groen glauconiethoudend fijn zand, weinig grindjes
31,50	32,50	-23,74	Groen fijn zand, sterk glauconiethoudend, weinig en fijn schelpgruis
32,50	33,00	-24,24	Groen fijn glauconietzand, wat kleihoudend (verweerd glauconiet ?)
33,00	34,00	-25,24	Zelfde zand, sterk kleihoudend, glauconiet
34,00	35,00	-26,24	Groen fijn glauconietzand, weinig schelpgruis, weinig kleihoudend
35,00	36,00	-27,24	Groen fijn glauconietzand, meer kleihoudend, geen schelpgruis; licht kalkhoudend
36,00	36,50	-27,74	Groen-groengrijs kleiig glauconietzand, geen kalk
36,50	37,00	-28,24	Groen kleihoudend glauconietzand met donkerbruine kleilenzen ; licht kalkhoudend
37,00	37,50	-28,74	Blauwgroen kleihoudend fijn zand, verweerd glauconiet
37,50	38,00	-29,24	Zelfde zand, sterk kleihoudend, groener
38,00	38,50	-29,74	Blauwgroen sterk kleihoudend fijn zand, glauconiet, weinig kalkhoudend
38,50	40,00	-31,24	Blauwgroen sterk kleihoudend fijn zand, glauconiet, weinig kalkhoudend, groener en minder kleihoudend
40,00	40,50	-31,74	Grijsgroen fijn zand, glauconiet- en kleihoudend, kalkhoudend
40,50	41,00	-32,24	Grijsgroen fijn zand, glauconiet- en kleihoudend, kalkhoudend, vaster en meer klei- houdend
41,00	41,50	-32,74	Grijsgroen fijn zand, weinig kleihoudend, glauconiethoudend
41,50	42,00	-33,24	Grijsgroen fijn zand, weinig kleihoudend, glauconiethoudend, lijkt wat meer klei- houdend
42,00	43,00	-34,24	Zelfde zand, weinig schelpgruis
43,00	45,50	-36,74	Zelfde zand, wat minder kleihoudend, geen schelpgruis
45,50	46,00	-37,24	Zelfde zand, slap (gepulst)
46,00	46,50	-37,74	Donkergrijze klei, weinig silthoudend, geen kalk - afz.staal: groot septariafragment (46-46.20 m)
46,50	47,50	-38,74	Donkergrijze zware klei
47,50	48,00	-39,24	Donkergrijze licht silthoudende klei, enkele nestjes van grover silt - zeer fijn zand
48,00	48,50	-39,74	Donkergrijze licht silthoudende klei
48,50	49,00	-40,24	Donkergrijze zware klei

Boring BGD015W0217 – kb7d15w-B216 waarvan de beschrijving is weergegeven in tabel 4-3 illustreert mooi de onderverdeling in leden van de Formatie van Lillo. De boring uitgevoerd ten behoeve van de constructie van de Liefkenshoektunnel komt dus recht uit de typelokaliteit van de Formatie van Lillo.

Tussen de 8,5 en de 15,5 m diepte treffen we in boring BGD015W0217 - kb7d15w-B216 het Lid van Merkssem aan als een groengrijs fijn kalk- en schelphoudend zand. Tussen de 15,5 en de 17 m diepte bevat het sediment meer kleibrokken en kleilenzen, kenmerkend voor het Lid van Kruisschans. Het Lid van Oorderen komt voor in het diepte-interval 17 tot 27,5 m. Het Lid van Oorderen is in deze boring beschreven als grijs glauconiethoudend zand met veel schelpengruis en schelpenbrokken. Het Lid van Oorderen is kleihoudend maar in tegenstelling tot het bovenliggende lid komen kleibanken niet meer voor. Het onderste lid in de Formatie van Lillo is het Lid van Luchtbal en is in de boring terug te vinden tussen 27,5 en 30 m diepte. Het is beschreven met zeer veel goedbewaarde schelpen.

Verder toont de boring nog aangevuld en Quartair materiaal tussen 0 en 8,5 m diepte. De Formatie van Katendijk bevindt zich in het diepte-interval 30,5 - 35 m. De Formatie van Berchem is te vinden in het diepte-interval 35 - 48,9 m. In deze boring kan nog een onderverdeling gemaakt worden tussen het Lid van Antwerpen

bovenaan, en het kleilig Lid van Edegem onderaan in de Formatie van Berchem. De grens tussen beide leden in de Formatie van Berchem bevindt zich op het peil -38,5 m.

Helemaal onderaan in de boring komt de klei uit de Formatie van Boom voor.

Tabel 4-3: Beschrijving van boring BGD015W0217 - kb7d15w-B216 uitgevoerd voor de constructie van de Liefkenshoek-tunnel.

Auteur: Boormeester			
Datum: 03/1979			
Van	Tot	Peilbas	Beschrijving
0,00	2,00	5,50	Bruingrijs zand met schelpgruis en plaatselijk kleibrokken
2,00	5,50	2,00	Grijs weinig kleihoudend fijn zand met schelpgruis
5,50	6,50	1,00	Blauwgrijze fijn zandhoudende leem met vegetatieresten, geen kalk
6,50	8,50	-1,00	Grijsgroen weinig kleihoudend fijn zand met plaatselijk brokjes veen
8,50	9,50	-2,00	Grijsgroen fijn zand glaukoniethoudend, kalkhoudend
9,50	14,50	-7,00	Groenachtig grijs fijn zand met fijn schelpgruis, glaukoniethoudend
14,50	15,50	-8,00	Groenachtig grijs fijn zand met fijn schelpgruis, glaukoniethoudend, met veel schelpen
15,50	16,00	-8,50	Groenachtig grijs fijn zand met fijn schelpgruis, glaukoniethoudend, met kleibrokken
16,00	16,50	-9,00	Grijs glaukoniethoudend fijn zand met schelpgruis o.a. Chlamys opercularis
16,50	17,00	-9,50	Grijs glaukoniethoudend fijn zand met schelpgruis o.a. Chlamys opercularis, met dunne kleilensjes (0,5 à 1 cm)
17,00	20,50	-13,00	Grijs glaukoniethoudend kleihoudend fijn zand (klei in vage slierten, gebioturbeerd)
20,50	23,50	-16,00	Grijs glaukoniethoudend fijn zand met schelpgruis o.a. Angulus benedeni
23,50	26,00	-18,50	Grijs glaukoniethoudend fijn zand met schelpgruis o.a. Angulus benedeni, met op 24,50 veel hele en gebroken schelpen met kleiige brokken - bleker grijs
26,00	27,00	-19,50	Grijs glaukoniethoudend fijn zand met schelpgruis o.a. Angulus benedeni, fijner en met weinig schelpgruis
27,00	27,50	-20,00	Grijs glaukoniethoudend fijn zand met schelpgruis o.a. Angulus benedeni, met veel grote gebroken schelpen
27,50	30,50	-23,00	Bleek glaukoniethoudend fijn zand met zeer veel schelpresten o.a. Chlamys gerardi
30,50	34,00	-26,50	Groengrijs homogeen glaukonietrijk fijn zand met weinig zeer fijn schelpgruis
34,00	35,00	-27,50	Groengrijs homogeen glaukonietrijk fijn zand met weinig zeer fijn schelpgruis, met zachte zandsteentjes
35,00	37,50	-30,00	Donkergroen zeer glaukonietrijk fijn zand
37,50	40,50	-33,00	Donkergroen zeer glaukonietrijk fijn zand, weinig kleihoudend en met weinig fijn schelpgruis met dunne laagjes glaukoniethoudende klei
40,50	44,50	-37,00	Donkergroen zeer glaukonietrijk fijn zand, plaatselijk kleihoudend
44,50	46,00	-38,50	Donkergroen zeer glaukonietrijk fijn zand, enkele schelpstukken
46,00	48,00	-40,50	Donkergroen zeer glaukonietrijk fijn zand, meer schelpen en meer kleihoudend
48,00	48,90	-41,40	Donkergroen zeer glaukonietrijk fijn zand, met enkele silexkeitjes
48,90	54,00	-46,50	Bruinachtig grijze harde kompakte klei met fijn schelpgruis

4.10 Profielen

Aan de hand van de gemaakte isohypsenkaarten zijn een aantal geologische profielen in het karteringsgebied gemaakt. De profielen zijn te vinden in figuur 4-5.

De geologische profielen zijn getekend aan de hand van de gemaakte isohypsenkaarten. Op de geologische doorsneden zijn ook een aantal boringen geplaatst. De verkregen profielen laten in twee richtingen de geologische opbouw van het karteringsgebied zien.

Op profiel nummer 1 dat in oost-west richting is gemaakt in het zuidelijke deel van het kaartblad, is te zien hoe de Formaties van Berchem en van Diest uitwijken naar het westen toe. Dit oost-west profiel ligt ongeveer evenwijdig aan de strekking van de verschillende lagen waardoor de verschillende lagen nagenoeg horizontaal lijken te verlopen. De insnijding van de Schelde op de grens tussen Antwerpen en Beveren is te zien, alsook het opduiken van de Formatie van Merksplas in het oosten van de kaart.

Op het profiel nummer 2 dat in de noord-zuid richting is opgemaakt valt op hoe de lagen hellen in noordelijke richting en hoe de Formatie van Diest naar het noorden in dikte toeneemt. Dit profiel toont de geologische lagen nagenoeg onder hun ware helling.

De Kempische Cuesta en de dikke Quartaire pakketten in het noorden van het karteringsgebied vallen duidelijk op.

4.11 Diepere geologie

Diepe boringen in het karteringsgebied zijn deze uitgevoerd in opdracht van NIRAS nabij de kerncentrale van Doel (BGD014E0239-240-241-242-262). De diepste van deze boringen, Doel-1b – BGD014E0240 – subcropBM-014E0240, bereikt een diepte van 688 m. Deze boring doorsnijdt het Tertiair, Krijt en reikt tot in het Massief van Brabant en geeft een goed overzicht van de diepere geologie in het karteringsgebied.

4.11.1 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. Vooral bovenaan is de formatie zandig (het Lid van Ruisbroek); zij wordt globaal genomen fijner naar onder toe. In het midden van de formatie komt een zandige kleilaag voor (het Lid van Watervliet). Deze kleilaag is niet overal even uitgesproken ontwikkeld.

Door het fijner wordend karakter van de afzettingen van de Formatie van Zelzate naar zijn basis is de overgang tussen het onderste lid van deze formatie (het Lid van Bassevelde) en de onderliggende Formatie van Maldegem niet extreem uitgesproken.

4.11.2 Formatie van Maldegem

De Formatie van Maldegem bestaat uit een afwisseling van zandige en kleiige lagen. De overgangen tussen de verschillende lagen binnen deze formatie geschieden doorgaans geleidelijk maar zijn plaatselijk toch duidelijk en soms erosief van karakter. In het noorden van Vlaanderen domineren de kleipakketten de formatie zodat deze formatie als een 'aquitard' kan beschouwd worden (zie ook paragraaf 5.2 Hydrogeologie).

De Formatie van Maldegem kan opgedeeld worden in vijf leden. De leden zijn van jong naar oud: het Lid van Onderdijke (klei), het Lid van Buisputten (zand), het Lid van Zomergem (klei), het Lid van Onderdale (zandig), het Lid van Ursel (klei), het Lid van Asse (klei), het Lid van Wemmel (zandig).

Het oudste lid van de formatie kan plaatselijk ontbreken in het karteringsgebied.

In het karteringsgebied rust de Formatie van Maldegem op de Formatie van Lede en is de overgang tussen beide formaties door het sterk contrast in lithologie erg uitgesproken. De formatie is ongeveer 50 m dik.

4.11.3 Formatie van Lede

De Formatie van Lede is een zandige formatie. De zanden van de Formatie van Lede zijn grijs van kleur en zijn glauconiet- en kalkhoudend. De formatie bevat enkele zandsteenbanken. De Formatie van Lede rust op de Formatie van Gent welke glauconietrijker en kleihoudender is. Het onderscheid tussen beide formaties kan in boringen niet altijd even eenduidig gemaakt worden.

4.11.4 Formatie van Gent

De Formatie van Gent bestaat uit zandige en kleiige afzettingen. De sedimenten zijn onderaan in de formatie zeer kleiig (het Lid van Merelbeke) en kennen een vergroving naar boven toe (het Lid van Pittem en vooral het zandig Lid van Vlierzele). Het Lid van Merelbeke is niet overal in het verspreidingsgebied terug te vinden. De overige leden van de formatie komen wel op geheel het kaartblad voor. Het middenste lid, het Lid van Pittem, is kleihoudend, terwijl het bovenste lid, het Lid van Vlierzele, zeer zandig is.

De dikte van de Formatie van Gent op dit kaartblad bedraagt ongeveer 70 m.

4.11.5 Formatie van Tielt

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

4.11.6 Formatie van Kortrijk

De Formatie van Kortrijk bestaat uit kleiige sedimenten en kan overal op het kaartblad in de ondergrond terugggevonden worden. In het zuiden van het kaartblad bedraagt de dikte van de formatie ongeveer 100 m en verwacht kan worden dat deze dikte behouden blijft over heel het kaartblad.

De top van de Formatie van Kortrijk bevindt zich in het zuiden van de kaart op ongeveer 250 m diepte en daalt in noordelijke richting.

4.11.7 Landen Groep

De kleihoudende en kalkrijke zanden van de Landen Groep komen op heel het kaartblad voor. De dikte van de afzetting bedraagt meer dan 80 m over het gehele kaartblad. De Landen Groep bedekt de afzettingen van het Krijt over geheel het kaartblad en is op zijn beurt bedekt door de kleien van de Formatie van Kortrijk.

4.11.8 Krijt¹

Het Krijt ligt in het karteringsgebied rechtstreeks op de sokkel en neemt op het kaartblad in dikte af van oost naar west, van ca 250 naar 150 m. In deze overgangszone van het Bekken van de Kempen naar het Massief van Brabant zijn de jongere formaties van Houthem en Maastricht uitgewid en worden de formaties van Gulpen en Vaals meer uniform in faciesontwikkeling, en worden dan gegroepeerd in de Formatie van Nevele (Dusar & Lagrou, 2007). In boring 14E240 in Doel is de krijtsequentie grotendeels gekernd. De afzettingen van het Krijt bestaan uit krijt al dan niet vuursteenhoudend en zijn afgezet tijdens het Campaniaan en het Maastrichtiaan (Wouters & Vandenbergh, 1994).

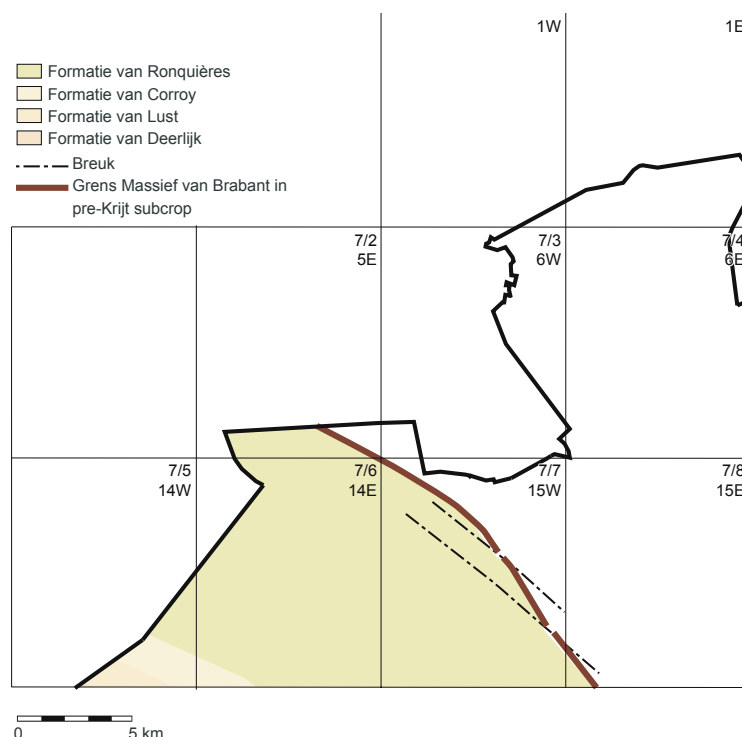
4.11.9 Sokkel²

Binnen het Belgische deel van het kaartblad Essen-Kapellen is één enkele boring doorgedrongen tot de Paleozoïsche sokkel, namelijk boring 14E240 in Doel.

De sokkel werd er bereikt op 675 m onder het maaiveld (667 m onder zeespiegelniveau), en werd gekernd tot op de einddiepte van 688 m. Lithologisch bestaat het gesteente uit grijze schalie, met de sedimentologische afwisseling van turbidietlaagjes en hemipelagiet die kenmerkend is voor de Formatie van Ronquières, van het boven-Wenlock of onder-Ludlow (Siluur). Dit werd bevestigd door de aanwezigheid van typische Chitinozoa (microfossielen) van die ouderdom (Van Grootel et al., 1998).

In Doel ligt het Krijt rechtstreeks op het Siluurgesteente. Twaalf kilometer ten noorden van Doel, en tien km ten westen

Fig. 4-6: Geologische kaart van de subcrop van de Paleozoïsche sokkel (naar Piessens et al., 2005).



1 Herwerkt door Michiel Dusar, BGD, 2010

2 Walter De Vos, BGD, 2009

van Essen, in Nederland, werd een diepboring uitgevoerd in Woensdrecht, waar onder het Krijt tussen 919 en 1205 m diepte Carboonsedimenten werden aangetroffen, achtereenvolgens kalksteen van het Viséaan (1205-1176 m) en schalie met zandsteenlaagjes van het Namuriaan (1176-919 m).

Tussen beide boringen (Doel en Woensdrecht) is een belangrijke breuk aanwezig, de Randbreuk van de Kempen, waarbij de noordflank afgeschoven is. Deze breuk is ook gekend naar het zuidoosten toe, in de richting van de Kempen.

Op een tiental km ten oosten van dit gebied wordt de kalksteen van het Viséaan gebruikt voor aardgasopslag. Het is onwaarschijnlijk dat in het gebied van dit kaartblad steenkool zou voorkomen; het Westphaliaan is meer naar het oosten echter wel aanwezig onder de Krijtdiscordantie.

Op basis van de regionale kartering van het Massief van Brabant (Piessens et al., 2005) (Fig. 4-6) kennen we de grote structurele tendenzen in dit gebied. Naast de reeds vermelde breuk, die van zuidoost naar noordwest dwars door dit kaartblad loopt, bestaat het zuidwestelijke deel uit een synkлинаaal met Siluur in de kern; naar het zuidwesten toe liggen geleidelijk oudere sedimenten van onder-Siluur en Ordovicium onder de discordantie van het Krijt. Het gesteente van het Massief van Brabant werd geplooid gedurende de Brabantische fase van de Caledonische bergvorming, ruwweg tijdens het Onder-Devoon (Verniers et al. 2002).

4.12 Quartair

De Quartaire afzettingen (sensu stricto) in het karteringsgebied bestaan uit Scheldealluvium, Zanden en Kleien van de Kempen en uit eolische afzettingen (Bogemans, 1997). In het karteringsgebied zijn eolische afzettingen de voornaamste oppervlakteafzetting met uitzondering van de polders waar de kleiige Scheldeafzettingen de oppervlakteafzetting uitmaken. Dekzanden bedekken in een uniforme laag de Kleien en Zanden van de Kempen (of de Tertiaire afzettingen). Lokaal komen verstuingen van de dekzanden voor, zoals te zien is op bijvoorbeeld de Kalmthoutse heide.

5 Toepassing geologie

5.1 Nuttige delfstoffen

Op het kaartblad Essen – Kapellen komen geen grote langdurig uitgebate groeves voor. Enkel tijdelijke winningen worden aangetroffen.

In het verleden is op kleine schaal in enkele polderdorpjes die grotendeels door de noordelijke havenuitbreiding verdwenen zijn, aan kleiwinning voor baksteenfabricatie gedaan. De baksteenindustrie gebaseerd op de polderklei heeft echter nooit een belangrijke rol gespeeld in het gebied en was enkel voor lokale behoefte.

Bij de aanleg van de haven van Antwerpen en de havendokken werden op de rechter Scheldeoever zanden van de Formatie van Lillo op de omliggende gebieden opgespoten. Ook op de linker Scheldeoever wordt bij de aanleg van o.a. het Deurganckdok in Doel zanden van de Formatie van Lillo uitgebaggerd en opgespoten op de omliggende gronden.

Ook bij andere infrastructuurwerken, zoals de aanleg van de E 19 autoweg tussen Breda en Antwerpen, is ten noorden van Antwerpen plaatselijk zand ontgonnen, waarvan nog enkele vijvers langs de autosnelweg als relict te zien zijn.

Grind komt op het kaartblad Essen – Kapellen niet in ontginbare vorm voor.

5.2 Hydrogeologie³

In het noordoosten en zuidoosten van het kaartblad zijn de Neogene zandpakketten goede watervoerende lagen. De winningen zijn overwegend terug te vinden in de Formatie van Berchem. Daarnaast zijn ook de zanden van de Formatie van Merksplas een belangrijk reservoir voor grondwater.

In het zuidwestelijk deel van het kaartblad is het pakket van de Neogene zanden eerder dun. Winningen zijn er terug te vinden in de Laat-Eocene tot Vroeg-Oligocene zanden onder de klei van de Formatie van Boom, meer bepaald in de Formatie van Zelzate.

5.3 *Geofysische boorgatmetingen*

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 Ω m) 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 verder uit elkaar en wordt een groter gebied -of een grotere indringing- in het omringende sediment gemeten. De lokale 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 wordt. Kleien vallen in een resistiviteitsprofiel op door lage weerstandswaarden.

5.3.2 De 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 deze 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 De natuurlijke gamma 'G'

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 de grafiek (Fig. 5-1) van de gammameting verschillende kleine piekjes voorkomen; deze weerspiegelen geen veranderingen in de lithologie maar statistische ruis in de meting.

5.3.4 Voorbeeld

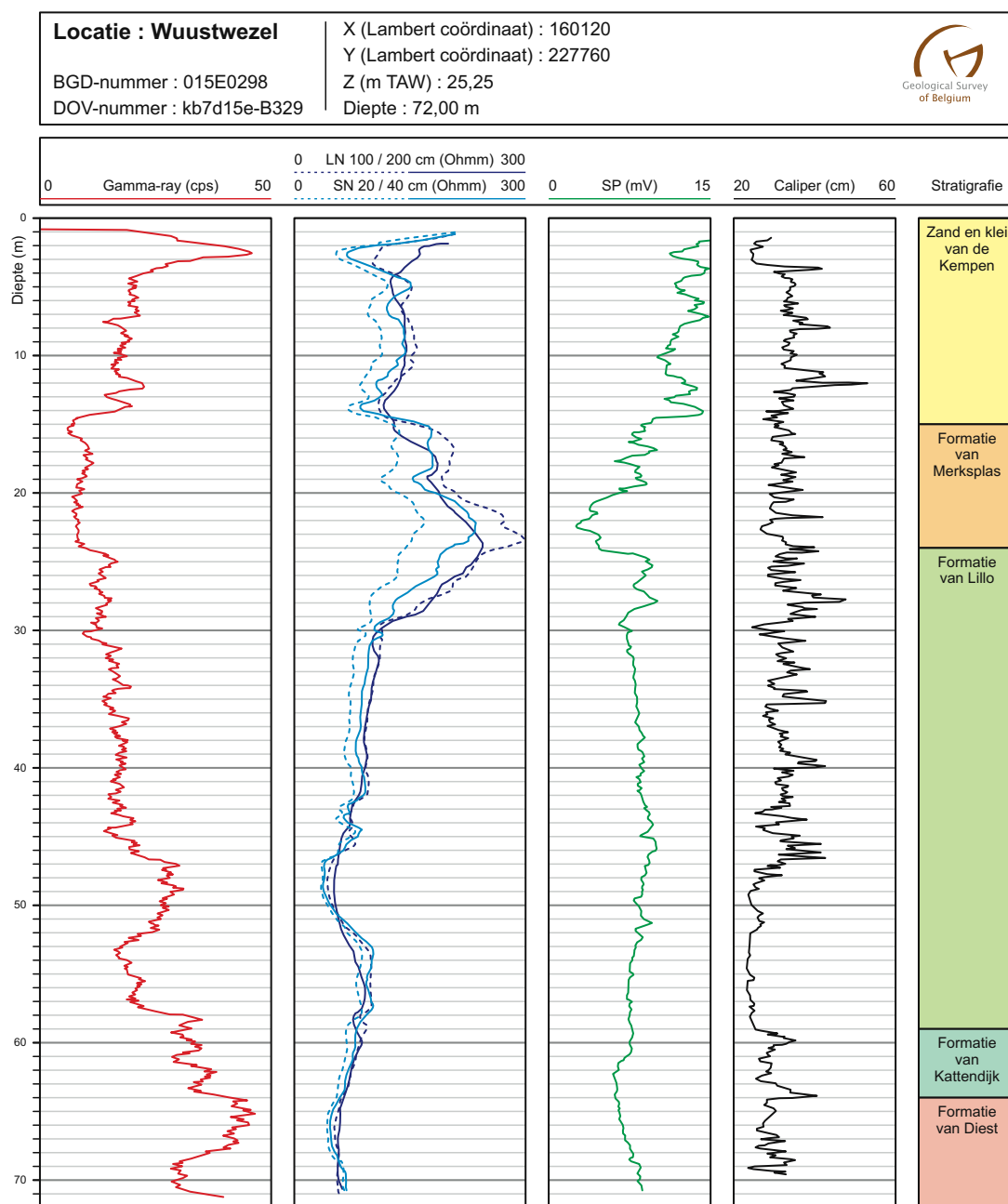
In figuur 5-1 geeft de boorgatmeting van BGD015E0298 – kb7d15e-B329 weer. Bij deze boorgatmeting zijn de spontane potentiaal (mV), de resistiviteit (Ohmm), de natuurlijke gamma (cps) en de boorgatdiameter (cm) opgemeten. De boorgatmeting toont naast de quartaire afzettingen ook afzettingen van de Formaties van Merksplas, Lillo, Kattendijk en Diest.

De quartaire afzettingen zijn te zien in het diepte-interval van 0 tot 15 m. Het Quartair bestaat uit dekzanden met daaronder zandige en kleiige afzettingen van de Kempen.

De zanden van de Formatie van Merksplas zijn in de boorgatmeting terug te vinden in het diepte-interval van 15 tot 25 m. Deze zanden zijn gekenmerkt door een lage natuurlijke gamma en een hoge elektrische weerstand. Onder de zanden van de Formatie van Merksplas komt de Formatie van Lillo voor. Deze formatie in het diepte-interval 25 tot 59 m is in tegenstelling tot de vorige formatie glauconiet- en kleihoudender. Dit resulteert in de boorgatmeting in een hogere waarde voor de natuurlijke gamma en een lagere weerstand. Merk in de boorgatmetingen de hoge weerstandswaarde op van de zanden van het Lid van Merksem (van 25 tot 30 m). Het kleirijk Lid van Kruisschans (46 tot 53 m) is gekenmerkt door een hoge gamma waarde en een lage weerstand.

Onder de Formatie van Lillo komt verder nog de Formatie van Kattendijk (59 – 64 m) en de Formatie van Diest (64 – 72 m) voor.

De Formatie van Diest die zeer glauconietrijk is, valt in de boorgatmeting op door haar hoge natuurlijke gammastraling.

Fig. 5-1: Geofysische boorgatmeting uitgevoerd in boring BGD015E0298 – kb7d15e-B329.

5.4 Geotechniek⁴

Sondering GEO-68/577-SIII in figuur 5-2 laat een typische overgang Quartair-Tertiair zien. De mechanische sondering is uitgevoerd in het havengebied in Antwerpen in de omgeving Berendrecht-Stabroek op kaartblad 7/6 in de buurt van de grens met kaartblad 7/7, ongeveer in het midden van de deelkaartbladen (Fig. 1-1).

De bovenste 5 m van dit sonderingsdiagram stelt opgehoogd materiaal voor. In het diepte-interval +2.5 m TAW tot -1 m TAW vinden we de Quartaire sedimenten terug. Van onder naar boven komen in deze Quartaire afzettingen ongeveer 2 m fluviatiele zanden met hogere conusweerstand q_c (Mpa), een veenlaag met lage conusweerstand en een kleiige afzetting voor. Deze opeenvolgende sedimentlagen kunnen niet rechtstreeks uit het sondeerdiagram afgeleid worden, maar kunnen onderkend worden aan de hand van bijhorende boringen.

⁴ Herwerkt door de Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW), Afdeling Geotechniek (AGEO), 2009.

Fig. 5-2: Sondeerdiagram van mechanische diepsondering GEO-68/577-SIII uitgevoerd te Antwerpen, met de overgang Quartair-Tertiair. De Formatie van Lillo geeft hogere conusweerstand q_c (MPa) en de curve van de wrijvingsweerstand Q_{st} (kN) verandert van hoek.

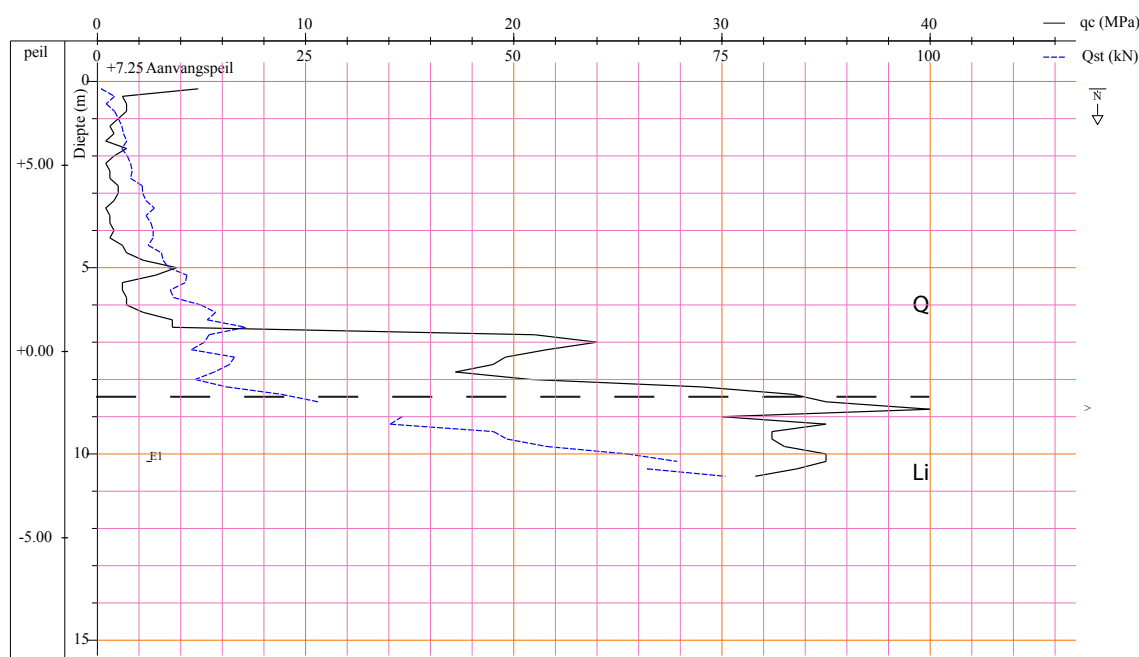


GEO-68/577-SIII

Sondering

Proefnummer: GEO-68/577-SIII
 X (mLambert): 145980.0 (van topokaart)
 Y (mLambert): 222947.0 (van topokaart)
 Z (mTAW): 7.25 (topografisch)
 Gemeente: ANTWERPEN
 Uitvoerder: Rijksinstituut voor Grondmechanica
 Grondsoort aan de conus: groen fijnzand

Aanvangsdatum: 18/12/1968
 Uitvoeringsmethode: discontinu mechanisch
 Sondeerapparaat: 100KN
 Conus: M4 (1000 mm²)
 Diepte (m): 0.20 tot 10.60
 Sondeergat dicht(m): 1.75 (5.50 mTAW)



De gegevens worden enkel meegeedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

De overgang Quartair-Tertiair is in het sondeerdiagram te zien aan de knik in de curve van de wrijvingsweerstand Q_{st} (kN) op het peil van -1 m TAW. De Tertiaire afzettingen zijn veel sterker gecompacteerd dan het aangevuld materiaal of de Quartaire sedimenten. Bij het indringen van de sondeerbuizen in het sterker gecompacteerd materiaal zal de wrijving tussen de sondeerbuizen en het sediment snel toenemen.

Het ontsluitende Tertiair op dit waarnemingspunt is de Formatie van Lillo, Lid van Merksem. De zanden van deze formatie bezitten hoge conusweerstand. In deze sondering is er slechts één Tertiaire formatie gesondeerd en zijn er geen verschillen of overgangen te zien binnen het Tertiair. Uit dit sondeerdiagram alleen is niet op te maken of het Tertiair wel degelijk bestaat uit het Lid van Merksem en niet het Lid van Oorderen of de Formatie van Kattendijk bijvoorbeeld. Boringen of diepere sonderingen in de buurt van dit waarnemingspunt zouden hierover uitsluiting kunnen verschaffen. Zoals op de geologische kaart te zien is (figuur 3-6), valt het waarnemingspunt midden in het ontsluitingsgebied van het Lid van Merksem.

De elektrische sondering GEO-07/35-S-AM-01 afgebeeld in figuur 5-3 snijdt ongeveer heel de Formatie van Lillo aan en toont de karakteristieken van de verschillende leden. De bovenste 8 m van de sondering bestaat uit aanvulling en Quartair. Vanaf -3 m TAW tot rond -10 m TAW komt het zandig Lid van Merksem voor. De pieken van lage waarden in de grafiek van de conusweerstand q_c (MPa) worden veroorzaakt door een wisselend kleigehalte in de afzetting. Laagjes van zuiver zand en licht kleihoudend zand wisselen elkaar af.

Fig. 5-3: Sonderingsdiagram van de elektrische diepsondering GEO-07/35-S-AM-02 uitgevoerd te Oorderen-Lillo, met de onderverdeling binnen de Formatie van Lillo.

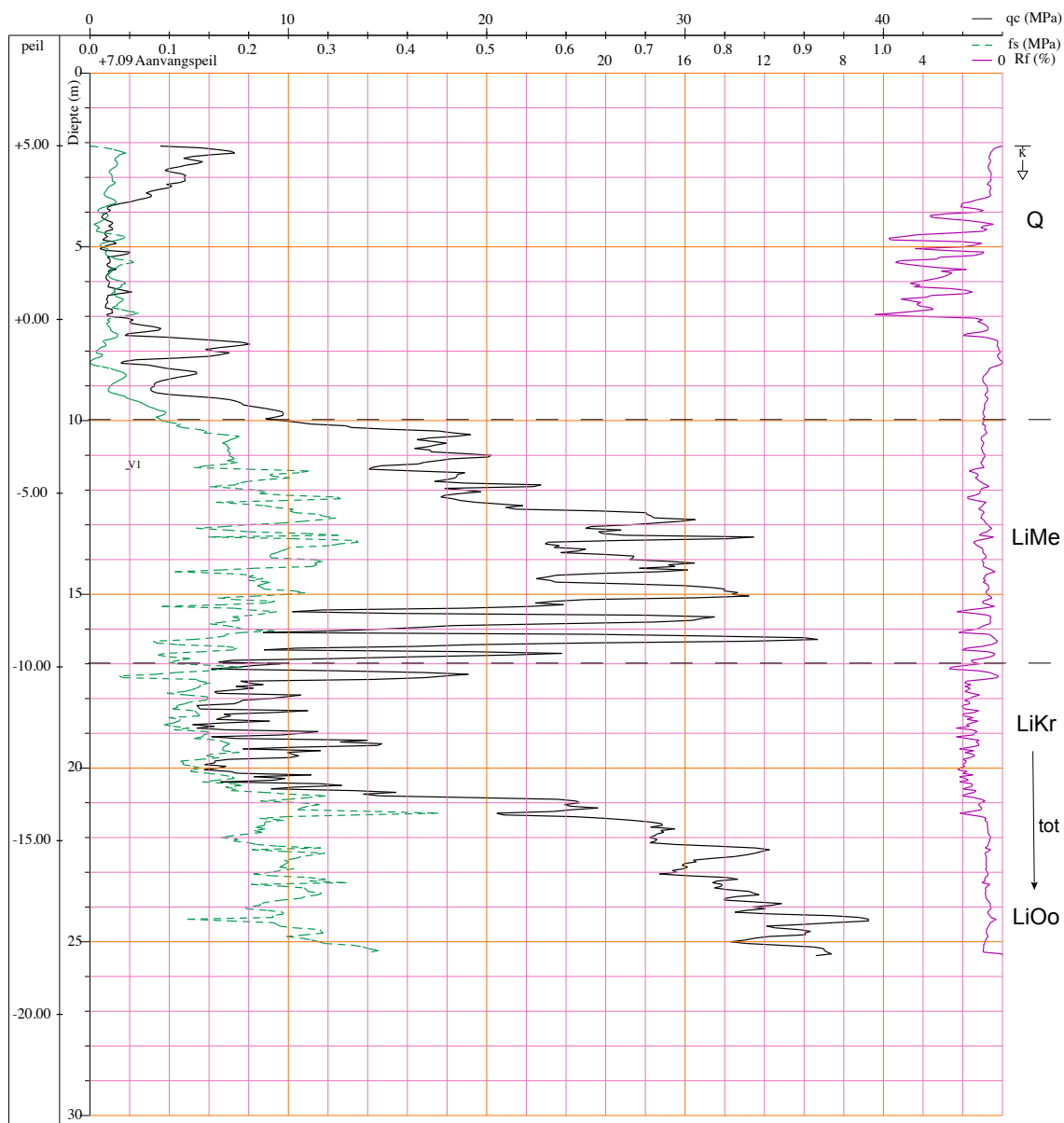


DOV Rapport Sondering

Sondering

Proefnummer: GEO-07/35-S-AM-02
 X (mLambert): 147071.1 (topografisch of GPS)
 Y (mLambert): 221995.2 (topografisch of GPS)
 Z (mTAW): 7.09 (topografisch of GPS)
 Gemeente:
 Uitvoerder: VO - Afdeling Geotechniek

Aanvangsdatum: 19/03/2007
 Uitvoeringsmethode: continu elektrisch
 Sondeerapparaat: 200KN
 Conus: E (1000 mm²)
 Diepte (m): 2.10 tot 25.40
 Water op (m): 2.12 (4.97 mTAW)



De kleihoudende laagjes leveren de laagste conusweerstand op. Rond -10 m TAW komt het Lid van Kruisschans voor. De kleilagen in het Lid van Kruisschans hebben een lagere conusweerstand. De boven- en de ondergrens van het Lid van Kruisschans zijn niet scherp af te bakenen. Ook de overgang naar het dieper gelegen Lid van Oorderen gebeurt dus geleidelijk. De extreem hoge conusweerstand in het onderste deel van de grafiek kunnen veroorzaakt zijn door schelpenbanken in het Lid van Oorderen. Een eventuele aanwezigheid van het Lid van Luchtbal is niet uit te sluiten.

De in figuur 5-4 voorgestelde sondeergrafiek laat de overgangen tussen de Formaties van Lillo, Kattendijk, Berchem en Boom zien. De sondering is uitgevoerd in Kallo op de uiterste zuidrand in het midden van kaartblad 7/6 (zie Fig. 1-1 voor de indeling van de kaartbladen).

In het Quartair komt een 3 m dikke veenlaag voor tussen +1m TAW en -2m TAW (zeer lage conusweerstand qc). Deze veenlaag wordt bevestigd in nabij gelegen boringen en elektrische sonderingen. Het Tertiair bevat nog een klein stukje van de Formatie van Lillo. Verder naar het zuiden op de kaart zal de Formatie van Kattendijk ontsluiten. De overgang tussen de Formatie van Lillo en de Formatie van Kattendijk is niet erg uitgesproken. De grafiek van de weerstandsmetingen laat een zwakke knik zien naar een iets sterker gecompacteerd Formatie van Kattendijk. De basis van de Formatie van Kattendijk is te vinden op -15 m TAW. De overgang naar de Formatie van Berchem is duidelijk te zien in de sondeergrafiek. De Formatie van Berchem is heel glauconietrijk, wat in lagere conusweerstand ten opzichte van de Formatie van Kattendijk resulteert.

Op -20.5 m TAW wordt in de sondering het dak van de klei van de Formatie van Boom bereikt. Deze klei geeft een hele lage conusweerstand. Ook dit is duidelijk op de grafiek waarneembaar.

Een laatste sondering (Fig. 5-5) laat nogmaals de overgangen van de Formatie van Lillo tot en met de Formatie van Boom zien. De sondering is uitgevoerd ter hoogte van de kerncentrale van Doel.

De basis van de Quartaire afzettingen is te vinden rond -7 m TAW. Tussen -7 m TAW en -15 m TAW treffen we het kleilig Lid van Kruisschans aan met lage conusweerstand dat geleidelijk overgaat in het minder kleilig Lid van Oorderen. De Formatie van Kattendijk heeft een dikte van 6 meter. De basis van deze formatie en de overgang naar de Formatie van Berchem situeert zich op -21 m TAW.

De Formatie van Berchem is 15 meter dik. Haar grote dikte op deze plaats is te verklaren door de aanwezigheid van een geul in de top van de Formatie van Boom. Deze geuluitschuring is te zien in figuur 3-4.

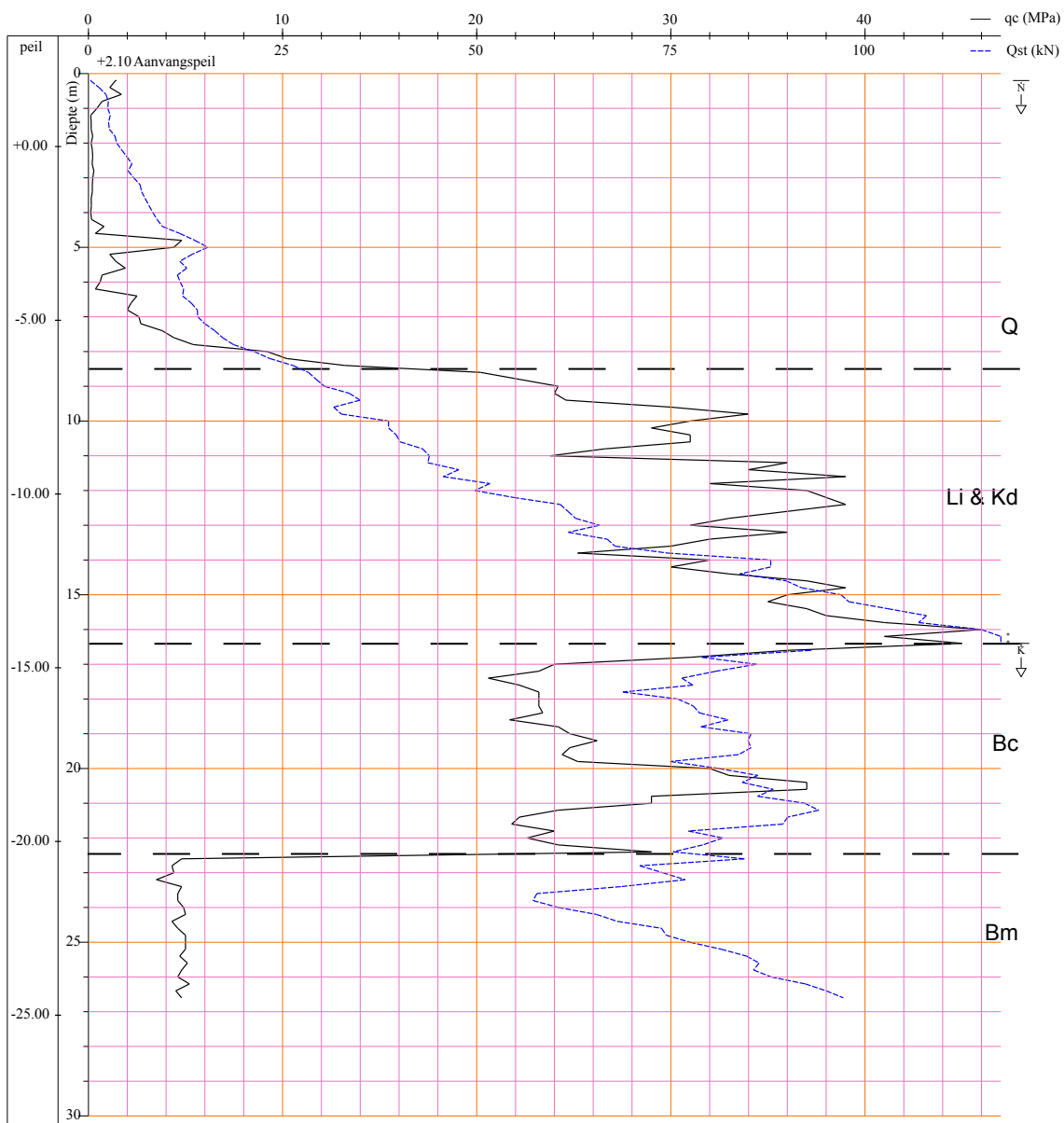
De Formatie van Boom valt ook in deze sondering op door de lage waarden van de conusweerstand vanaf -37.50 m TAW onderaan in de sondering.

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

Fig. 5-4: Sonderingsdiagram van diepsondering GEO-71/189-SCXVII uitgevoerd te Kallo met de overgang tussen de Formaties van Lillo, Kattendijk, Berchem en Boom.**GEO-71/189-SCXVII****Sondering**

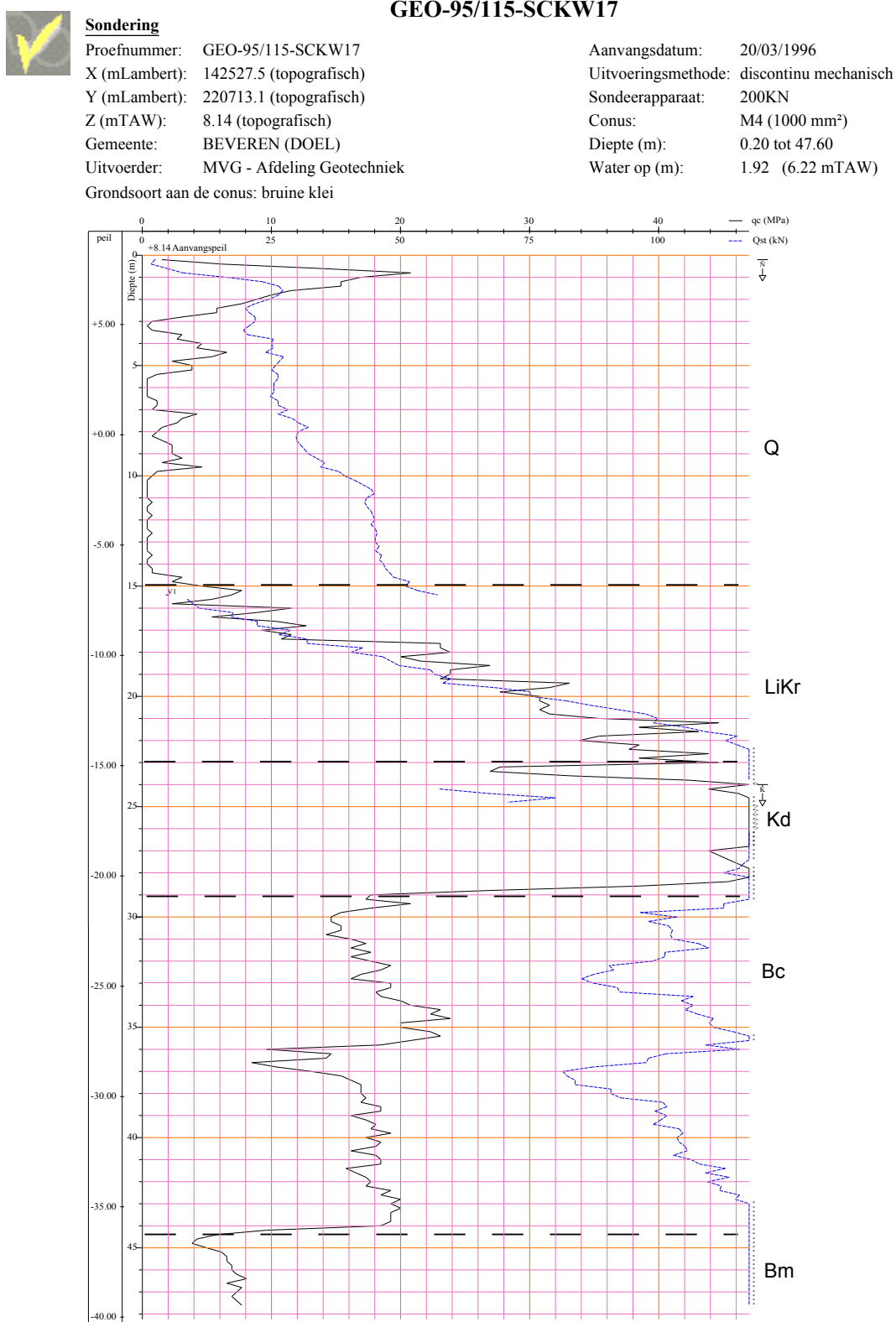
Proefnummer: GEO-71/189-SCXVII
 X (mLambert): 141187.0 (van topokaart)
 Y (mLambert): 218189.0 (van topokaart)
 Z (mTAW): 2.10 (topografisch)
 Gemeente: BEVEREN (KALLO)
 Uitvoerder: Rijksinstituut voor Grondmechanica
 Grondsoort aan de conus: grijze klei

Aanvangsdatum: 01/10/1970
 Uitvoeringsmethode: discontinu mechanisch
 Sondeerapparaat: 100KN
 Conus: M4 (1000 mm²)
 Diepte (m): 0.20 tot 26.60
 Water op (m): 3.38 (-1.28 mTAW)



De gegevens worden enkel meegedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

Fig. 5-5: Sondering GEO-95/115-S-CKW17 uitgevoerd te Doel, met de stratigrafische overgang van de Formatie van Lillo, Lid van Kruisschans tot aan de Formatie van Boom.



De gegevens worden enkel meegedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

6 Excursie

Nota door de uitgever: Dit excursiepunt is ten tijde van de definitieve afwerking van deze toelichting niet meer te bezichtigen zoals hier beschreven. De originele tekst werd behouden en aangevuld met meer recente ontwikkelingen (Herman & Marquet, 2007).

Daar het aantal ontsluitingen in het karteringsgebied zeer klein is, blijft de excursie op het kaartblad Essen-Kapellen noodzakelijkerwijze beperkt tot slechts één excursieplaats, namelijk de bouwput van het Deurganckdok. In de bouwput van het dok is een mooie doorsnede doorheen de Formatie van Lillo zichtbaar.

Voor de bouw van dit getijdendok werden eerst de kaaimuren in een bedraineerde bouwput geconstrueerd. Nadien, als de kaaimuren afgewerkt waren, kon vanuit de Schelde, de grond in het dok met behulp van zuigboten weggebaggerd en opgespoten worden op het omliggende terrein.

In de bouwput zelf zijn van boven naar onder volgende eenheden waar te nemen: opgespoten en aangevuld materiaal, Quartaire polderafzettingen met veenlagen, oudere Quartaire fluvia-tiele afzettingen, het basisgrind van het Quartair, en onderaan de Formatie van Lillo.

De Formatie van Lillo, meerbepaald het Lid van Oorderen, is hier kleihoudend en rijk aan schelpen en schelpfragmenten. Vaak zijn de schelpen door ontkalking broos geworden, en ook op de omliggende terreinen van het dok zijn schelpen en schelpfragmenten van de Formatie van Lillo terug te vinden.

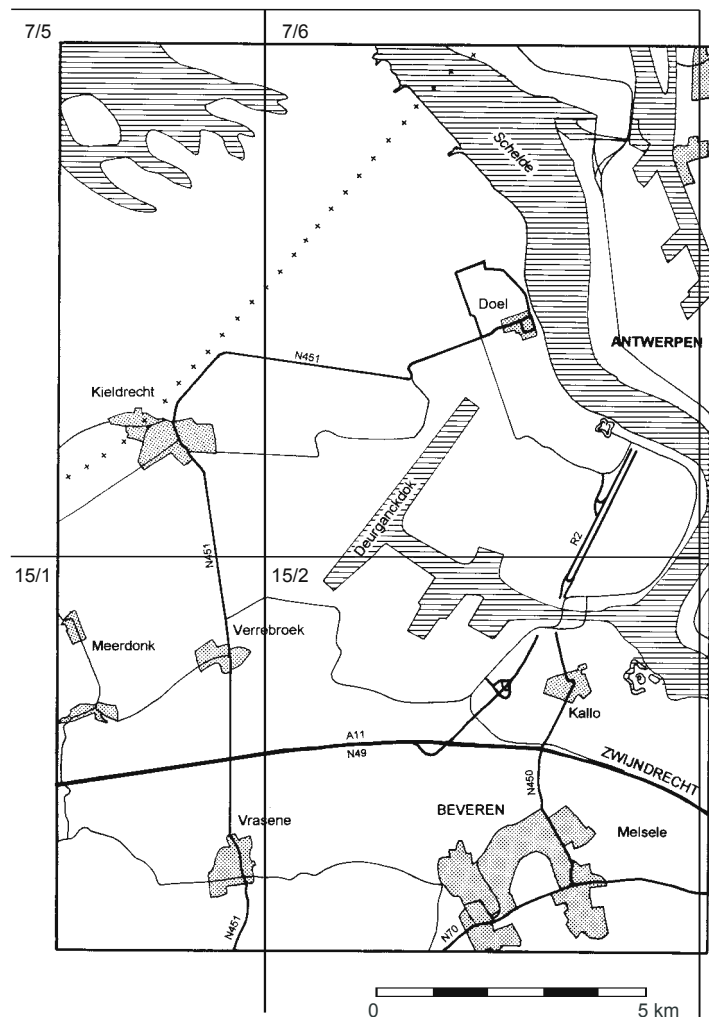
Figuur 4-2 toont de bouwput van het Deurganckdok zoals het in juni 2000 waargenomen kon worden. In figuur 4-3 zijn schelpen te zien in de wand van de bouwput.

Verdere uitgravingen lieten toe de enkele afzettingen ouder dan het Lid van Oorderen te bestuderen, zoals het Lid van Luchtbal, met een dikte van ongeveer 1 m, waarmee de basis van de Formatie van Lillo werd bereikt. De Formatie van Kattendijk is duidelijk van bovenliggende lagen te onderscheiden door een hoger glauconietgehalte, en zo ook een donkerder groene kleur. Een basisgrind in deze formatie vormt de grens tussen Pliocleen en Mioceen. Ook de Formatie van Berchem werd ontsloten. Belangrijk hierbij was een nieuwe definitie van een lithostratigrafische eenheid in het Lid van Kiel. Deze eenheid wordt gekarakteriseerd door verharde blokken steen van verschillende samenstelling. Deze lithificaties worden benoemd als Deurganckdok Zandstenen. (Herman & Marquet, 2007).

7 Overige isohypsenkaarten

Naast de isohypsenkaarten die als overlegfolie bij de geologische kaart zijn toegevoegd, zijn ook isohypsenkaarten van een aantal andere belangrijke formaties getekend (Formaties van Lillo, Kattendijk en Diest). Deze drie isohypsenkaarten geven bijkomende informatie en werden tevens gebruikt bij het tekenen van de geologische profielen.

Fig. 6-1: Ligging van het Deurganckdok.

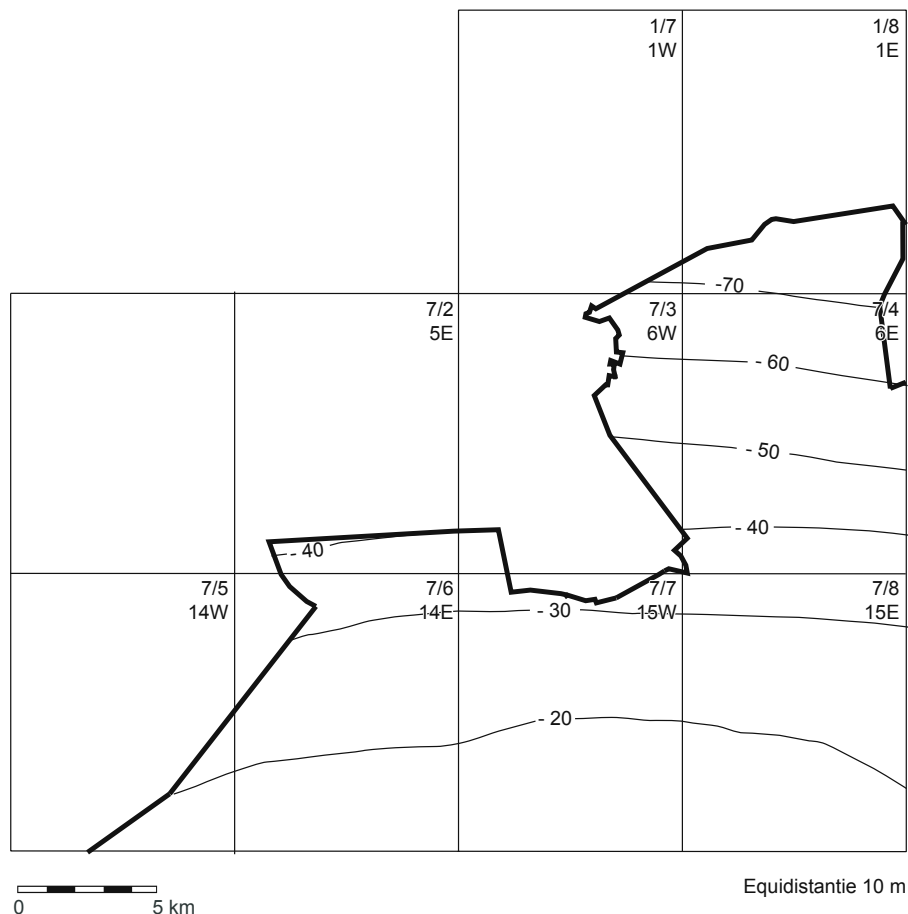


7.1 *Formatie van Lillo*

In figuur 7-1 is de isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Lillo weergegeven. Op de kaart is te zien dat de formatie die over gans het kaartblad voorkomt, helt in noordelijke richting. In het zuiden van het kaartblad bevindt de formatie zich op een diepte van 10 à 15 m.

In het noorden van de kaart, in Essen aan de Belgisch – Nederlandse grens, situeert het peil van de basis van deze formatie zich op -80 m.

Fig. 7-1: Isohypsenaart van de basis van de Formatie van Lillo.

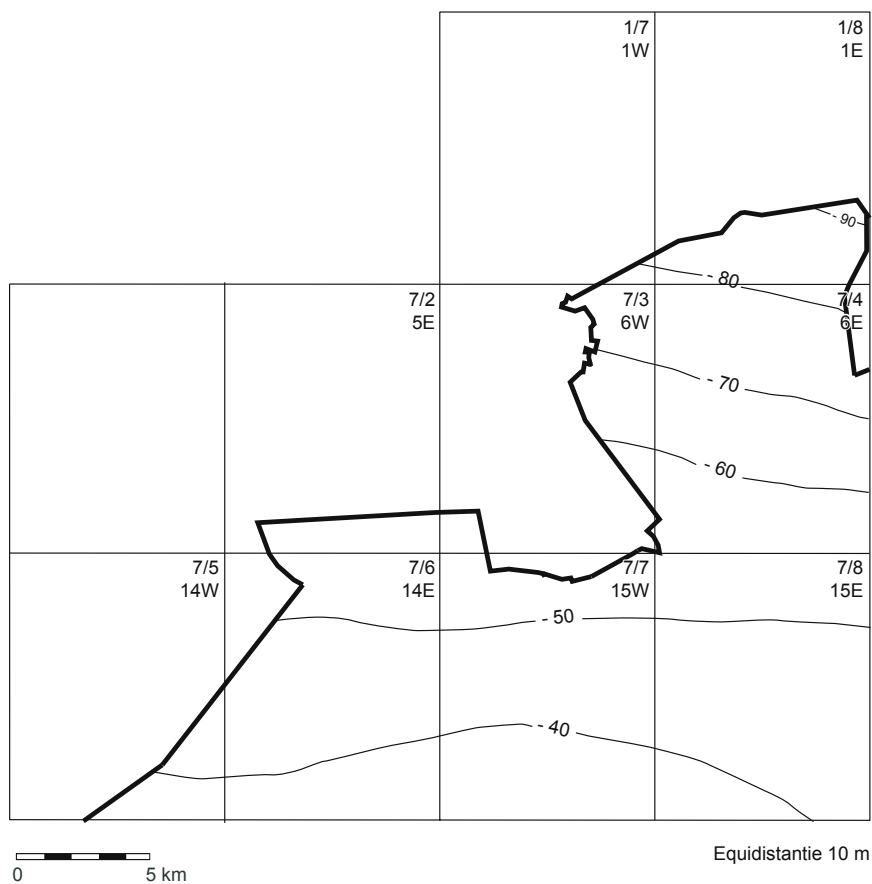
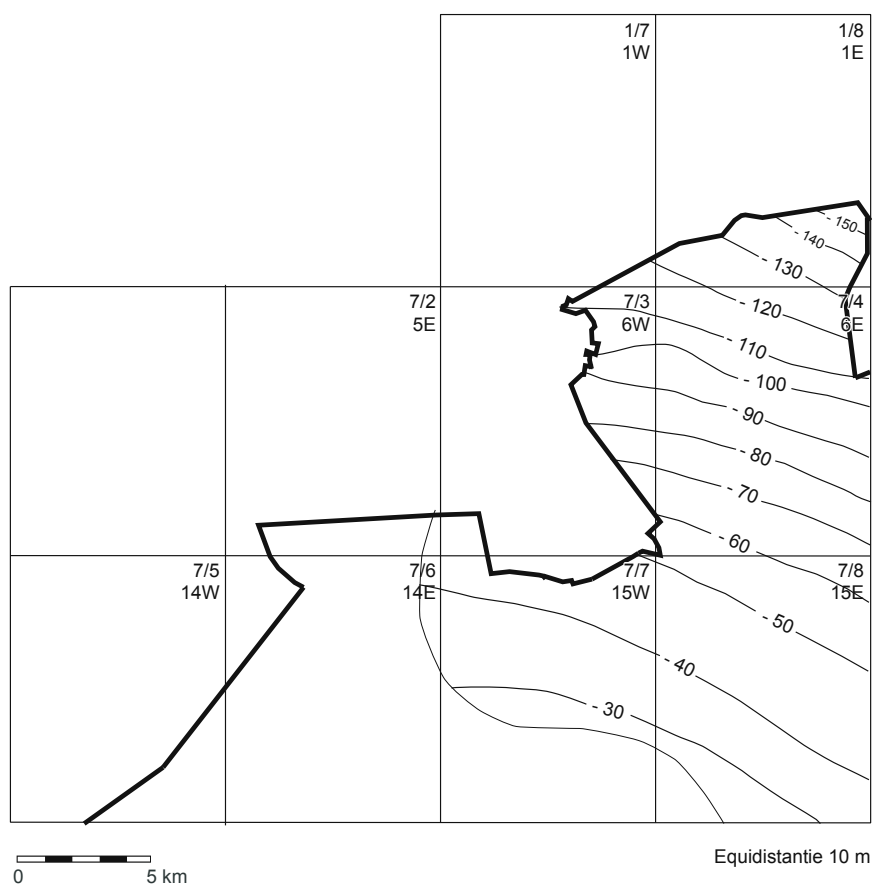


7.2 *Formatie van Kattendijk*

De isohypsen van de basis van de Formatie van Kattendijk zijn weergegeven in figuur 7-2. De Formatie van Kattendijk die evenals de Formatie van Lillo over gans het kaartblad voorkomt, helt in noordelijke richting en daalt van een peil van -35 m in het zuiden tot -90 m in het noorden van de kaart.

7.3 *Formatie van Diest*

De Formatie van Diest komt enkel op het oostelijk gedeelte van de kaart voor. Het peil van de basis van deze formatie daalt in noordnoordoostelijke richting van -30 m in het zuiden van de kaart in Schoten tot een peil van meer dan -150 m in het uiterste noorden van het kaartblad. De isohypsen van de Formatie van Diest zijn weergegeven in figuur 7-3.

Fig. 7-2: Isohypsenskaart van de basis van de Formatie van Kattendijk.**Fig. 7-3:** Isohypsenskaart van de basis van de Formatie van Diest.

8 Referentielijst

- BOGEMANS, F. (1997). Toelichting bij de Quartairgeologische kaart. Kaartblad Essen-Kapellen 1-7. In opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, 38p.
- DE HEINZELIN, J. (1955a). Deuxième série d'observations stratigraphiques au Kruisschans. Coupes de l'excluse Baudouin. I. Analyse Stratigraphique. Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., XXXI (66), 1-29.
- DE HEINZELIN, J. (1955b). Considérations nouvelles sur le Néogène de l'Ouest de l'Europe. Bull. Soc. belge Géol., 64, 463-476.
- DE MEUTER, F. & LAGA, P. (1976). Lithostratigraphy and Biostratigraphy based on Benthonic Foraminifera of the Neogene Deposits of Northern Belgium. Bull. Soc. belge. Géol., 85, 133-152.
- DOUTRELEPONT, H. (2007). Quelques bois fossiles du Miocène de Doel. Memoirs of the Geological Survey of Belgium, 54: 49-52.
- 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.
- HENRIET, J.P., DE BATIST, M., VAN VAERENBERGH, W. & VERSCHUREN, M. (1988). Seismic and clay tectonic features of the Ypresian Clay in the Southern North Sea. Bull. Soc. belge Géol., 97 (3/4), 457-472.
- HERMAN, J. (1975). Quelques restes de Sélaciens récoltés dans les Sables de Kattendijk à Kallo. Bull. Soc. belge Géol., 83, 1, 15-31.
- HERMAN, J. & MARQUET, R. (2007). Le Miocène du Deurganckdok à Doel. Memoirs of the Geological Survey of Belgium 54: 149 p.
- LAGA, P. (1971). De Neogene afzettingen van het Waasland (Kb. Beveren-Waas). Belgische Geologische Dienst Prof. Pap., 7, 13p.
- MARECHAL, R. & LAGA, P. (1988). Voorstel lithostratigrafische indeling van het Paleogeen. Nationale Commissie voor Stratigrafie. Commissie Tertiair. Belg. Geol. Dienst, Brussel, 208p.
- MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP, EWBL, OC GIS-VLAANDEREN, (2001). Digitale versie van de Tertiaire geologische kaart. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.
- MOURLON, M. (1895a). Carte géologique de la Belgique 1:40 000 n° 1 - Moerkant - Esschen (planchette 7-8 de la feuille I de la carte topographique). Institut Cartographique Militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M. (1895b). Carte géologique de la Belgique 1:40 000 n° 5 - Noordhoek (planchette 2 de la feuille VII de la carte topographique). Institut Cartographique Militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M. (1895c). Carte géologique de la Belgique 1:40 000 n° 6 - Calmpthoutschenhoek – Calmpthout (planchette 3-4 de la feuille VII de la carte topographique). Institut Cartographique Militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M. (1895d). Carte géologique de la Belgique 1:40 000 n° 14 - Kieldrecht – Lillo (planchette 5-6 de la feuille VII de la carte topographique). Institut Cartographique Militaire, Bruxelles.
- MOURLON, M. (1895e). Carte géologique de la Belgique 1:40 000 n° 15 - Eeckeren – Cappellen (planchette 7-8 de la feuille VII de la carte topographique). Institut Cartographique Militaire, Bruxelles.
- NATIONAAL GEOGRAFISCH INSTITUUT. Topografische kaarten 1-7 (1:50.000); 1/7-8, 7/1-2, 7/3-4, 7/5-6, 7/7-8 (1:25.000); 1/7, 1/8 en 7/2 t.e.m. 7/8 (1/10.000).
- 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.
- SEVENS, E., DE CEUKELAIRE, M. & JACOBS P. (1995). Pilootproject Geologische Databank. RUG, 31p.
- VAN GROOTEL, G., SAMUELSSON, J. & VERNIERS, J. (1998). Micropaleontologie en biostratigrafie van het Ordovicium. Eindverslag BGD project NAT/96-3.3. Laboratorium Paleontologie, Univ. Gent, 103 pp.

VERNIERS, J., PHARAOH, T., ANDRE, L., DEBACKER, T., DE VOS, W., EVERAERTS, M., HERBOSCH, A., SAMUELSSON, J., SINTUBIN, M., VECOLI, M. (2002). The Cambrian to mid Devonian basin development and deformation history of Eastern Avalonia, east of the Midlands Microcraton: new data and a review. In: WINCHESTER, J.A., PHARAOH, T.C. & VERNIERS, J. (Eds.), *Palaeozoic Amalgamation of Central Europe*. Geological Society, London, Special Publications, 201, 47-93.

WOUTERS, L. & VANDENBERGHE, N. (1994). *Geologie van de Kempen: Een synthese*, NIRAS, Brussel, 208 pp.

LIJST MET FIGUREN

Fig. 1-1: <i>Situering (bovenaan) en indeling (onderaan) van het kaartblad Essen-Kapellen.</i>	5
Fig. 1-2: <i>Topografie van het kaartblad Essen - Kapellen.</i>	7
Fig. 1-3: <i>Zicht op de Schelde, de slikken en de Antwerpse haven vanuit Doel.</i>	8
Fig. 2-1: <i>Profiel van de Formatie van Lillo en van de Formatie van Kattendijk in hun typelocaliteit (de Heinzelin, 1955a).</i>	11
Fig. 3-1: <i>Overlegfolie waarnemingspunten.</i>	13
Fig. 3-2: <i>Reliëfkaart van het bovenvlak van het Tertiair.</i>	14
Fig. 3-3: <i>Diktekaart van het Quartair.</i>	14
Fig. 3-4: <i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Berchem.</i>	15
Fig. 3-5: <i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Merksplas.</i>	16
Fig. 3-6: <i>Afgedekte geologische kaart van het Tertiair.</i>	17
Fig. 4-1: <i>Lithostratigrafische tabel van het Tertiair in Vlaanderen.</i>	20
Fig. 4-2: <i>Formatie van Lillo in de bouwput van het Deurganckdok (juni 2000). De Formatie van Lillo is bedekt door fluviatiele zanden, veen, polderklei en opgespoten materiaal.</i>	21
Fig. 4-3: <i>Schelpen (o.a. Glossus humanus) in de Formatie van Lillo (bouwput Deurganckdok juni 2000).</i>	22
Fig. 4-4: <i>Formatie van Berchem in een verkenningsboring ten behoeve van de aanleg van de Liefkenshoektunnel.</i>	23
Fig. 4-5: <i>Doorsneden bij de geologische kaart.</i>	28
Fig. 4-6: <i>Geologische kaart van de subcrop van de Paleozoïsche sokkel (naar Piessens et al., 2005).</i>	30
Fig. 5-1: <i>Geofysische boorgatmeting uitgevoerd in boring BGD015E0298 – kb7d15e-B329.</i>	33
Fig. 5-2: <i>Sondeerdiagram van mechanische diepsondering GEO-68/577-SIII uitgevoerd te Antwerpen, met de overgang Quartair-Tertiair. De Formatie van Lillo geeft hogere conusweerstand qc (MPa) en de curve van de wrijvingsweerstand Qst (kN) verandert van hoek.</i>	34
Fig. 5-3: <i>Sonderingsdiagram van de elektrische diepsondering GEO-07/35-S-AM-02 uitgevoerd te Oorderen-Lillo, met de onderverdeling binnen de Formatie van Lillo.</i>	35
Fig. 5-4: <i>Sonderingsdiagram van diepsondering GEO-71/189-SCXVII uitgevoerd te Kallo met de overgang tussen de Formaties van Lillo, Kattendijk, Berchem en Boom.</i>	37
Fig. 5-5: <i>Sondering GEO-95/115-S-CKW17 uitgevoerd te Doel, met de stratigrafische overgang van de Formatie van Lillo, Lid van Kruisschans tot aan de Formatie van Boom.</i>	38
Fig. 6-1: <i>Ligging van het Deurganckdok.</i>	39
Fig. 7-1: <i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Lillo.</i>	40
Fig. 7-2: <i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Kattendijk.</i>	41
Fig. 7-3: <i>Isohypsenkaart van de basis van de Formatie van Diest.</i>	41

LIJST MET TABELLEN

Tabel 1-1: <i>Indeling van het kaartblad Essen-Kapellen.</i>	6
Tabel 1-2: <i>Gemeenten op het kaartblad Essen-Kapellen.</i>	6
Tabel 1-3: <i>Overzicht van de belangrijkste spoorverbindingen, waterwegen en autostrades</i>	7
Tabel 2-1: <i>Overzicht van het aantal waarnemingen gebruikt voor de opmaak van de geologische kaart Essen-Kapellen (1-7).</i>	10
Tabel 4-1: <i>Beschrijving van boring BGD015W0215 – kb7d15w-B215.</i>	24
Tabel 4-2: <i>Beschrijving van boring BGD014E0251 - kb7d14e-B540.</i>	25
Tabel 4-3: <i>Beschrijving van boring BGD015W0217 - kb7d15w-B216 uitgevoerd voor de constructie van de Liefkenshoektunnel.</i>	27