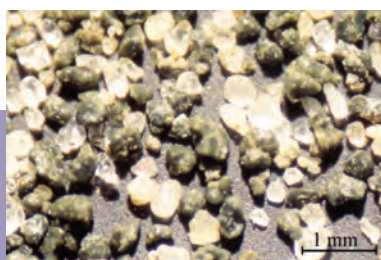


Toelichting
bij de **Quartairgeologische Kaart**



kaartblad
26
REKEM



Depotnummer: D/2005/3241/289
Isbn: 90-403-0240-5
Nur: 905



Kaart en tekst opgemaakt door :
Koen Beerten
o.l.v. N. Vandenberghe, F. Gullentops en E. Paulissen

Katholieke Universiteit Leuven

2005



Vlaamse overheid
Dienst Natuurlijke Rijkdommen

Voorwoord

Deze uitgave is gebaseerd op het technisch verslag horende bij de Quartairgeologische kaart opgemaakt in 1999. De kaarten en de bijhorende uitleg zijn de neerslag van de stand van zaken op dat moment. Nieuwe tussentijdse ontwikkelingen zijn niet opgenomen in deze uitgave.

Koen Beerten

Leuven, 2005.

INHOUDSOPGAVE

1	Situering.....	1
1.1	Geografie.....	1
1.1.1	Algemeen.....	1
1.1.2	Fysische geografie en geomorfologie	2
1.2	Geologie	2
2	De opbouw van het geologische gegevensbestand en van de geologische kaarten	5
2.1	Gegevens	5
2.1.1	Aard van de gegevens	5
2.1.2	Gegevensbestand	5
2.2	Verwerken van de gegevens	5
2.2.1	Diktekaart Quartair.....	5
2.2.2	Reliëf van de basis van het Quartair	5
2.2.3	Profieltypekaart.....	6
2.2.4	Profielen	6
2.3	Geologische databank.....	7
3	Geologische kartering	9
3.1	Ontwikkeling van de geologische kennis	9
3.1.1	Historiek van het Quartair.....	9
3.1.2	Historiek van het kaartblad Rekem in een regionale context met speciale aandacht voor de terrasafzettingen	11
3.1.3	Historisch overzicht van de tektoniek in een regionale context.....	17
3.2	De diktekaart.....	18
3.2.1	Inleiding	18
3.2.2	De invloed van het Quartair op het reliëf	18
3.2.3	Bespreking van de diktekaart	19
3.2.4	Diktekaart van de grindrijke afzettingen	20
3.2.5	Diktekaart van de dek- en duinzanden	21
3.3	De profieltypekaart.....	22
3.3.1	Beschrijving van de gekarteerde eenheden	22
3.3.2	Bespreking van de profieltypes	28
3.3.3	Profielen	29
3.4	Quartaire tektoniek	30
4	Toegepaste geologie	33
4.1	Oppervlaktedelfstoffen.....	33
4.1.1	Grind	33
4.1.2	Leem	33
4.1.3	Zand.....	33
4.2	Hydrogeologie.....	33

5	Excursiegegevens.....	35
5.1	Groeve te Dorne	35
5.2	Groeve te As.....	35
5.3	Groeve te Stokkem.....	35
6	Referenties.....	37
6.1	Kaartmateriaal.....	37
6.2	Thesissen en publicaties	38

1. SITUERING

1.1 Geografie

1.1.1 Algemeen

Het kaartblad Rekem is gelegen in de provincie Limburg, in het noordoosten van België. De oostelijke grens van het kaartblad is de Maas (tevens de grens met Nederland). Aangrenzende kaartbladen zijn Maaseik (18) in het noorden, Hasselt (25) in het westen en Tongeren (34) in het zuiden. De voornaamste gemeenten zijn Genk, Zutendaal, As, Maasmechelen, Dilsen en Opglabbeek. Belangrijke deelgemeenten zijn Neerharen, Uikhoven, Rekem, Opgrimbie, Boorseme, Vucht, Eisden, Leut, Meeswijk, Lanklaar, Stokkem, Rotem, Elen, Opoeteren en Niel-bij-As (fig. 1). Genk is de grootste stad met een bevolking van bijna 100 000 inwoners en dichtheden van meer dan 500 inwoners per vierkante kilometer. Voor het overige is de bevolkingsdichtheid lager dan het Belgische gemiddelde. Limburg heeft een vrij jonge bevolking en een hoge bevolkingsaan groei.

Op gebied van de landbouw valt het op dat er buiten de alluviale vlakte van de Maas bijna niet aan akkerbouw wordt gedaan: veeteelt en hokdieren vormen het grootste aandeel in de productiestructuur.

De steenkoolmijnen hebben lange tijd de industriële activiteit gedomineerd (steenkoolmijnen te Winterslag, Waterschei, Zwartberg en Eisden). Secundair kunnen we de grind- en zandgroeves vermelden. Verder is er nijverheid op talrijke industrieparken met dat ten zuiden van Genk als grootste. Genk is tevens het enige dienstencentrum van belang.

De voornaamste wegen die het kaartblad doorkruisen zijn de E314 Leuven-Aken, de N78 Maastricht-Maaseik, de N75 Hasselt-Dilsen, de N76 Diepenbeek-Bree en de N77 Lanaken-Genk. In het uiterste zuidwesten liggen delen van de spoorlijnen Hasselt-Genk en Genk-Bilzen (naar Luik) en Hasselt-Bilzen (naar Luik).

Twee voornaamste niet-natuurlijke waterwegen dienen vermeld te worden: de Zuid-Willemsvaart, ongeveer parallel met de Maas, tussen Luik en Bocholt en het Albertkanaal tussen Luik en Antwerpen. Beide kanalen volgen over enkele kilometer de grens van het Kempisch Plateau.

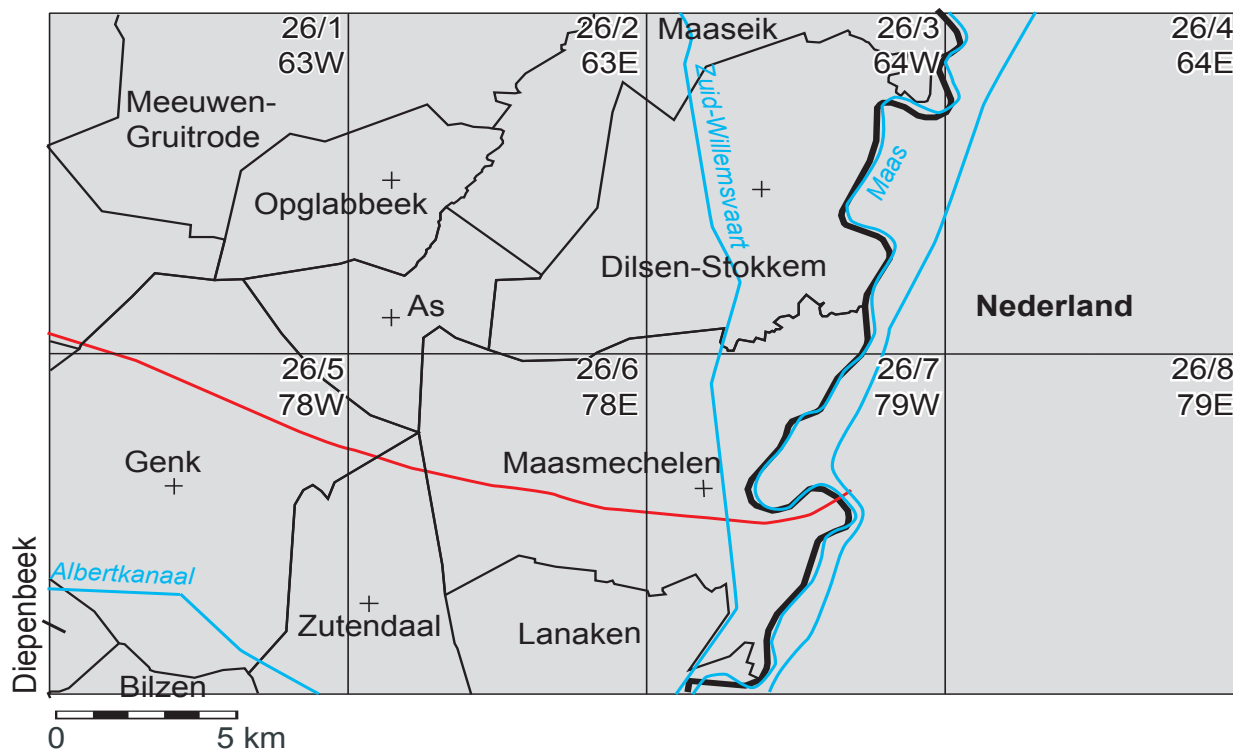


Fig. 1: Situering

1.1.2 Fysische geografie en geomorfologie

De voornaamste morfologische eenheid op het kaartblad Rekem is het Kempisch Plateau (fig.2). Als geografische streek maakt het deel uit van de Kempen. Het strekt zich uit van zuid naar noord als een waaivormig geheel, dalend van ongeveer 100 m in het zuiden tot 70 à 75 m in het noorden. Bodemkundig is het gekenmerkt door zand- en lemige zandgronden. Het plateau is in het oosten begrensd door een noord-zuid steilrand van 30 à 35 m, in het zuidwesten door een minder steile rand van 15 à 20 m hoogteverschil. Via de oostelijke steilrand gaat het plateau over in de Maasvlakte, gelegen op een hoogte van 50 m in het zuiden tot 30 m in het noorden. Het deel van de Maasvlakte dat gedomineerd wordt door klei- en leemgronden (de alluviale vlakte) is het Maasland. Het deel ten zuidwesten van het plateau behoort geomorfologisch gezien tot het glacis of pediment van Beringen-Diepenbeek. Het vormt de overgang tussen het Kempisch Plateau en de Demervallei. Als geografische streek behoort dit deel tot de Zuider-Kempen. Het is eveneens gekenmerkt door zand- en lemige zandgronden.

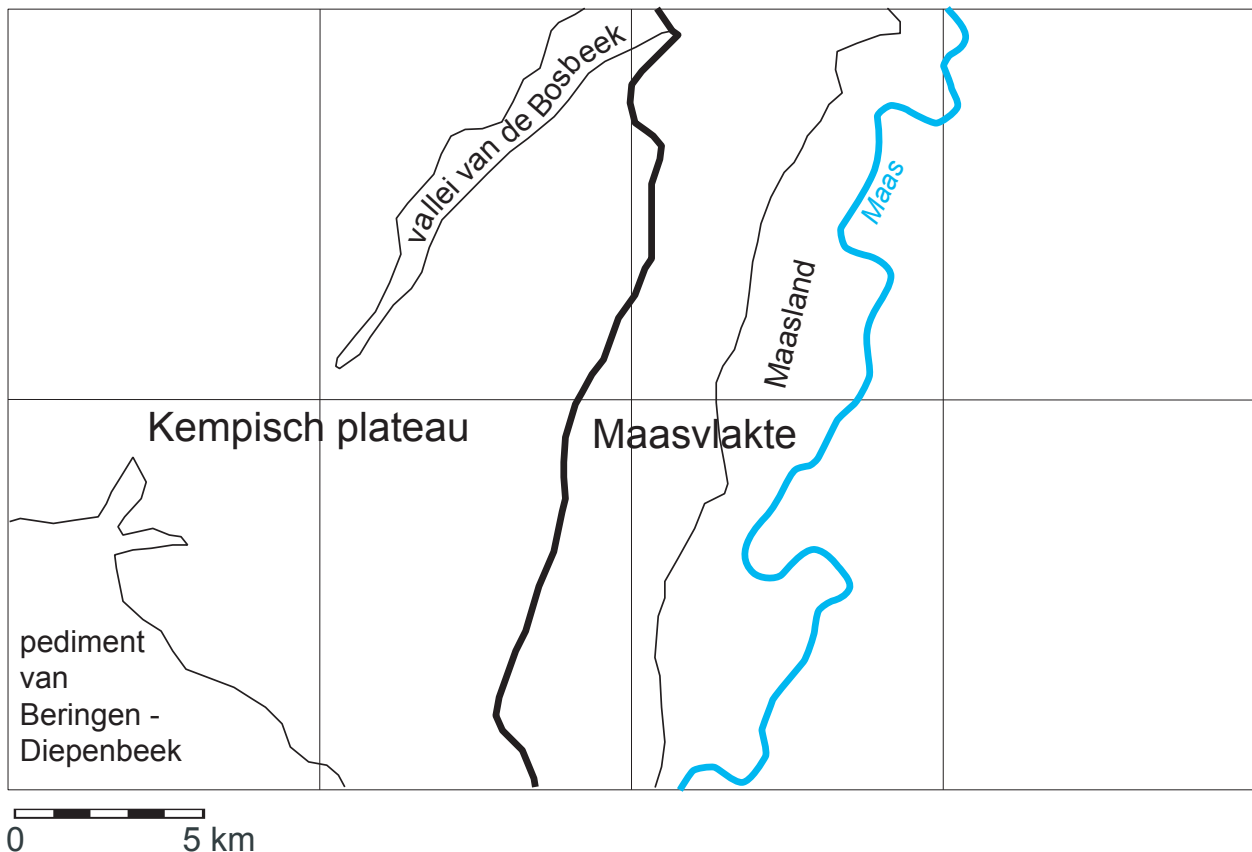


Fig. 2: Geografische streken

Het Kempisch Plateau wordt versneden door een aantal valleien. De vallei van de Bosbeek is de grootste en watert af in noordoostelijke richting. De oostelijke plateaurand wordt onder andere aangesneden door de Asbeek, de Zijpbeek, de Aspermansbeek, de Kikbeek en een groot aantal droge valleitjes. In het noorden zijn dat de reeds vermelde Bosbeek, de Itterbeek, de Abeek, de Bullenbeek en de Dommel. Al deze beken en valleien horen tot het Maasbekken. De zuidwestelijke plateaurand wordt naast een aantal droge valleien versneden door de Bezoensbeek, de Zutendaalbeek, de Kaatsbeek, de Stiernerbeek, de Dorpsbeek en de Roosterbeek die allen tot het Scheldebekken behoren.

De Maasvallei is een breed dal, ingesneden in een plateau. De huidige alluviale vlakte bestaat voornamelijk uit zware gronden terwijl het gedeelte tussen het Kempisch Plateau en de huidige alluviale vlakte nog tot de zandstreek behoort.

1.2 Geologie (cfr. Wouters en Vandenberghe, 1994 en Geluk et al., 1994)

Regionaal geologisch bevindt het gekarteerde gebied zich in het Kempisch Bekken. Tektonisch ligt het op de rand van de Beneden-Rijngraben. Het Kempisch Bekken wordt gedefinieerd als dat deel van de ondergrond waar de Varistische gesteenten discordant op de Caledonische sokkel liggen. Ten zuiden van die verbreiding spreekt men van het Massief van Brabant. Globaal is het bekken van de Kempen opgebouwd uit een Caledonische sokkel, Varistische gesteenten en dekterreinen.

De Beneden-Rijngraben is opgebouwd uit verschillende blokken. Van west naar oost zijn er het Kempisch blok, de Roergraben, het Peel blok en het Venlo blok. Dit kaartblad ligt juist op de grens tussen twee blokken: het Kempisch

blok en de Roergraben zelf. Ze worden gescheiden door de Feldbiss en de Heerlerheide breuk. De voornaamste grabenbegrenzende breuk in het noordoosten is de Peelrandbreuk.

De Caledonische gesteenten, intens vervormd door de Caledonische orogenese, zijn discordant bedekt met gesteenten uit het Devoon en Karboon. Ten zuiden van het Varistische front, de noordelijke grens van de Varistische orogenese, zijn deze gesteenten geplooid en gebroken. In het Kempisch bekken echter zijn ze slechts scheefgesteld en opgedeeld in compartimenten door verticale breuken met een N-S- tot een NW-SE-richting, waardoor de diktes tevens per compartiment verschillen: het Westphaliaan D is ongeveer 500 m dik op het Kempisch blok en ontbreekt nagenoeg volledig in de graben zelf. In het Westphaliaan bevinden zich de steenkoollagen die lange tijd zijn ontgonnen. Discordant op de Devoon- en Karboon-series zijn Permo-Trias-Jura- lagen afgezet, op hun beurt gekanteld door de Kimmerische fase. Tijdens dezelfde tektonische fase worden de reeds genoemde breuken weer actief om zodoende de Beneden-Rijngraben een meer definitieve vorm te geven. Het effect is dat deze lagen een enorme dikte hebben in de graben. Later wordt het gebied overspoeld door de Laat-Krijt-zee waarbij de Krijtsedimenten buiten de graben dikker zijn dan in de graben tengevolge van de Sub-Hercynische inverse tektonische fase. De formaties van Aken, Vaals, Gulpen en Maastricht worden teruggevonden op het kaartblad Rekem.

Tijdens het Tertiair wordt een hele reeks zanden, kleien en mergels van mariene en - in mindere mate - continentale oorsprong afgezet. De dikte van de lagen neemt progressief toe van zuid naar noord. Bovenop de algemene helling van de lagen naar het noorden komt een noordoostelijke component, veroorzaakt door breuken die samenhangen met de Roergraben. Zo zijn de cumulatieve breukbedragen langsheen de Feldbiss breuk gemiddeld 800 m voor de basis van het Paleogeen en 400 m voor de basis van het Neogeen. Na een kleine periode van sedimentatie in het Paleoceen en erosie op de grens Paleoceen-Eoceen treedt er in het Oligoceen opnieuw sedimentatie op in de Roergraben: de Rupel Groep wordt afgezet in een tensiel regime met breukbedragen van ongeveer 20 meter. Vanaf het Laat-Oligoceen neemt de subsidentiesnelheid fors toe. Voor het Mioceen zijn de sedimentdiktes op de blokken en in de graben respectievelijk reeds 125 en 500 meter. De Plio-Pleistoceenafzettingen bereiken een dikte van 200 à 300 meter en zijn praktisch volledig gelimiteerd tot de graben zelf.

Onder de dagzomende Tertiaire lagen bevinden zich sedimenten van de Haspengouw Groep en de Tongeren Groep. De dagzomende lagen zijn achtereenvolgens van zuid naar noord de formaties van Bilzen, Boom, Eigenbilzen, Bolderberg, Diest, Kasterlee, het lid van Waubach en de zandige top van de Kiezeloölietformatie (fig. 3).

Gedurende het Plioceen wordt het gebied definitief verlaten door de zee. Vanaf dan begint de modellering van het landschap, een proces dat zich verder zet tijdens het Quartair. In hoofdzaak fluviale erosie en de afzetting van grindrijke riviersedimenten en eolische zanden geven het landschap haar huidig uitzicht.

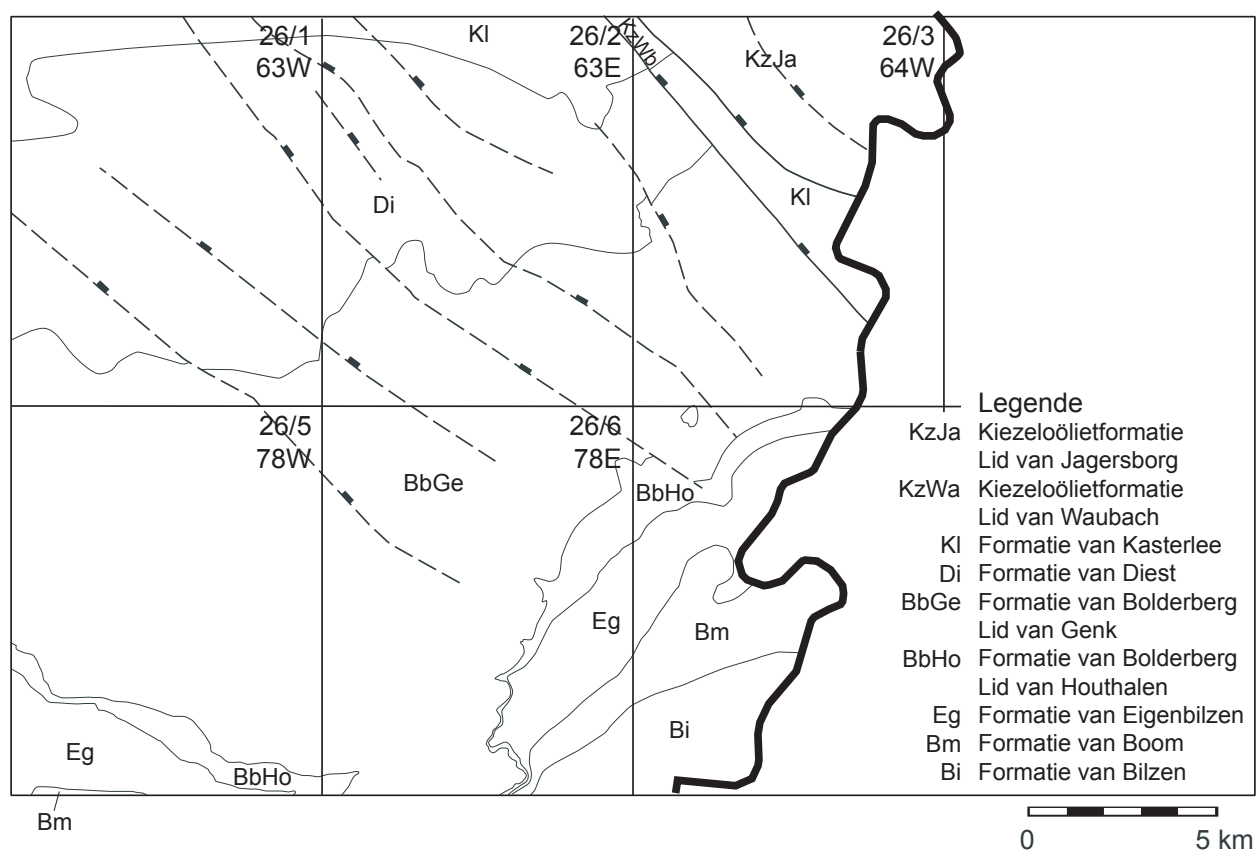


Fig. 3: Tertiairgeologische kaart (Buffel et al., in press)

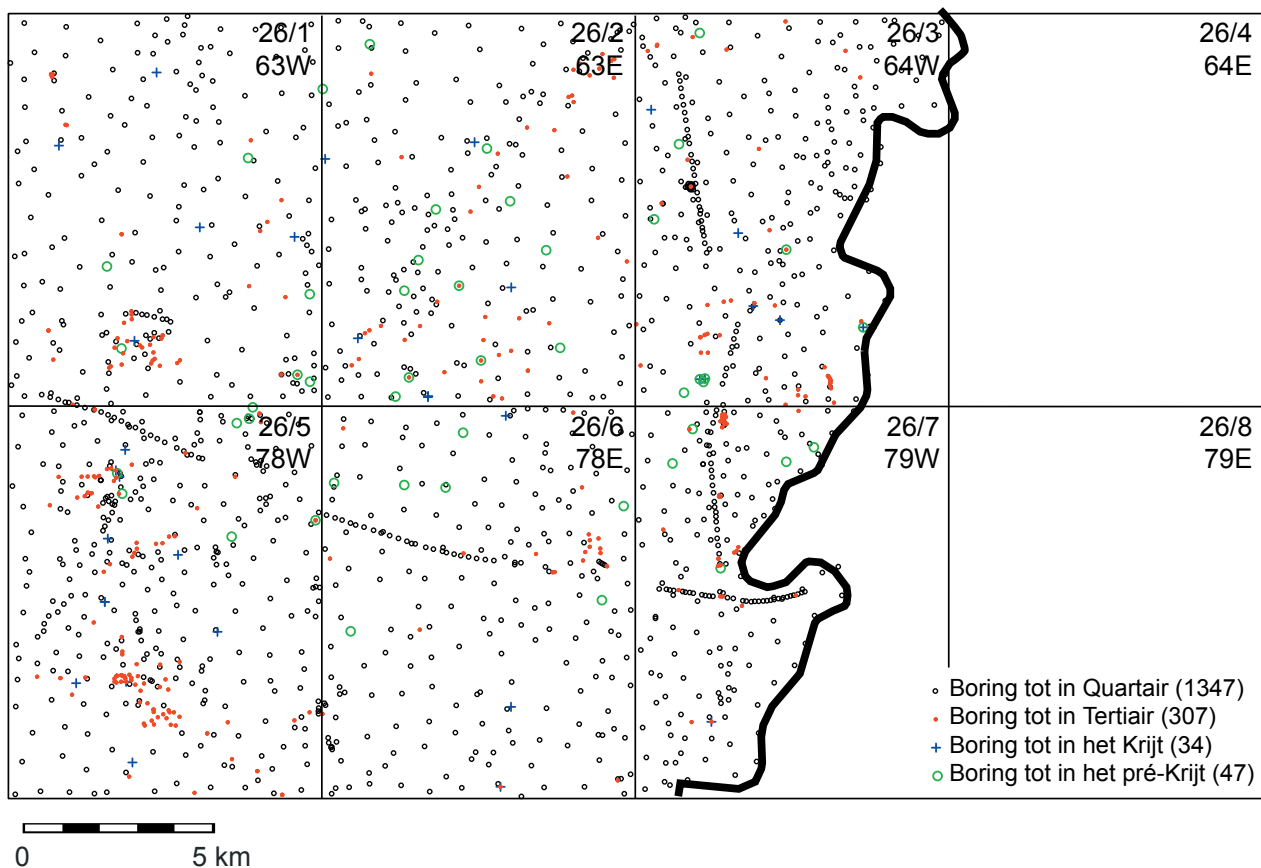


Fig. 4: Lokalisatie van de waarnemingspunten

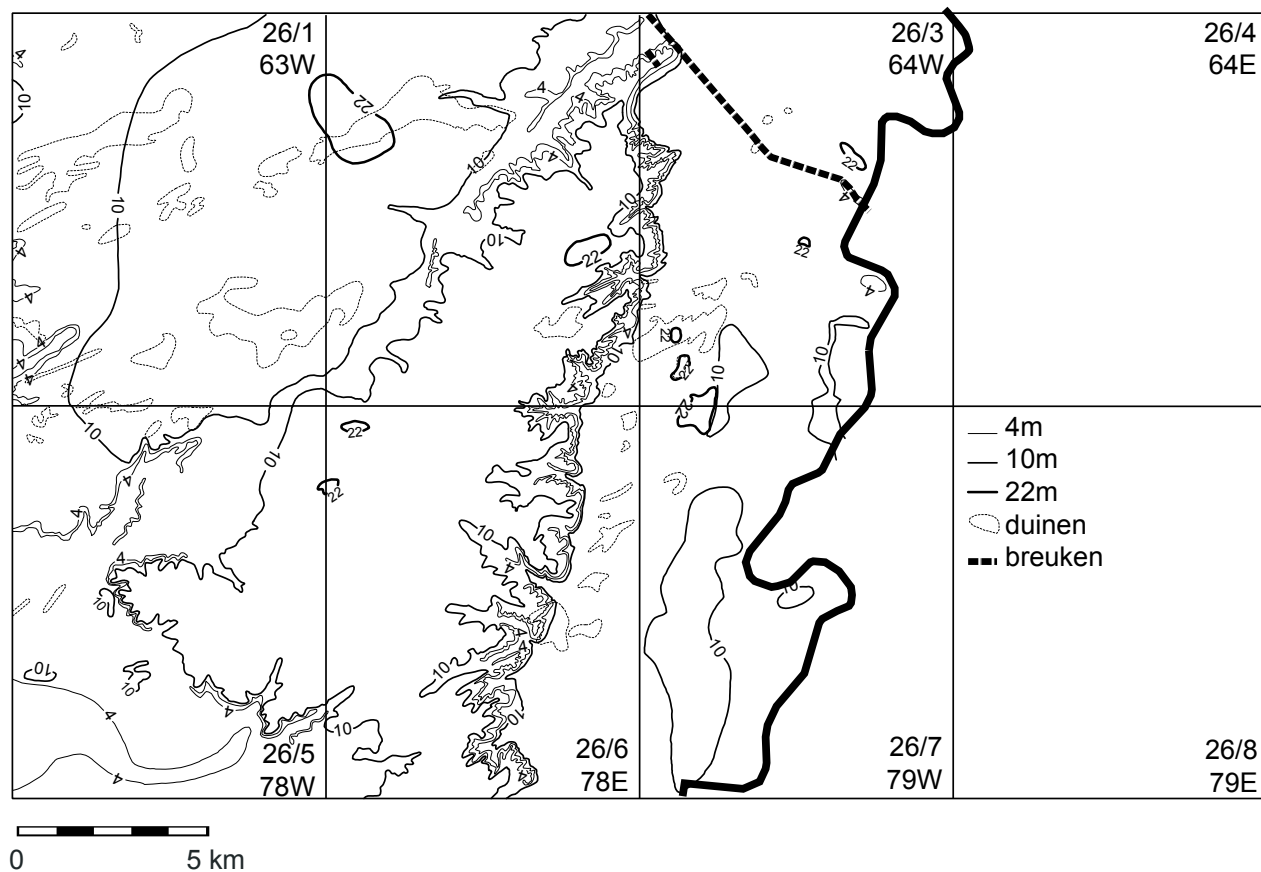


Fig. 5: Diktekaart van het Quartair

2. DE OPBOUW VAN HET GEOLOGISCHE GEGEVENSBESTAND EN VAN DE GEOLOGISCHE KAARTEN

2.1 Gegevens

2.1.1 Aard van de gegevens

Voor het maken van de kaart werd gebruik gemaakt van de gegevens uit de archieven van de Belgische Geologische Dienst, meer bepaald de dossiers horende bij de kaartbladen 63W-E (Waterschei-Opglabbeek), 64W (Dilsen-Stokkem), 78W-E (Genk-Zutendaal) en 79W (Maasmechelen). Deze gegevens zijn meestal lithologische beschrijvingen van boringen. Verder werden gegevens gebruikt van grindwinningsbedrijven (Bichterweerd, Gralex, L.B.U.), licentiaatthesissen en de VMW. Ook werd gebruik gemaakt van de bodemkaarten en de topografische kaarten. Het geheel werd aangevuld met eigen terreinwaarnemingen en in een kader geplaatst aan de hand van de literatuur die beschikbaar was over de geologie van dit kaartblad.

2.1.2 Gegevensbestand

De verwerkte gegevens zijn opgenomen in een databank die geraadpleegd kan worden. Per kaartbladdeel en per boring zijn zodoende allerhande gegevens beschikbaar: administratieve gegevens, technische gegevens, de lithologie, de stratigrafische interpretatie. Voor deze gegevens worden een aantal symbolen gebruikt die voor het gehele karterproject, zowel het Quartair als het Tertiair, in een centrale databank terechtkomen.

2.2 Verwerken van de gegevens

De boorgegevens werden systematisch ingevoerd in een lotusmatrix (boornummer versus lithologie). Via een hulpprogramma zijn deze gegevens getransfereerd naar een Autocad-file: per punt wordt zo de numerieke waarde van de dikte van elke lithologie geplot op de plaats waar het voorkomt. Met de diverse hulpkaarten als onderlegger (topografische kaarten, bodemkaarten,...) wordt op die manier een eerste Quartairgeologische kaart gemaakt. De topografische (orohydrografische) kaart is een onontbeerlijk instrument gezien de nauwe relatie tussen Quartair-afzettingen en het reliëf. Lithologisch gelijkaardige sedimenten kunnen zo toch gedifferentieerd worden op basis van hun lokatie en voorkomen. Op dezelfde wijze is een dikte- en basiskaart van het Quartair gemaakt. De lokalisatie van de waarnemingspunten is gegeven in figuur 4.

2.2.1 Diktekaart Quartair

Een eerste en essentieel onderdeel in de beschrijving en kartering van het Quartair is het opstellen van een diktekaart van de Quartaire afzettingen (fig. 5). De gegevens van de Belgische Geologische Dienst werden via een hulpprogramma op schaal 1:25.000 geplot waarbij volgende zones werden afgebakend: diktes kleiner dan 1 m, diktes tussen 1 en 4 m, tussen 4 en 10 m, tussen 10 en 22 m en diktes groter dan 22 m. De eerste diktegrens is geplaatst op 1 m omdat tot op deze diepte de bodemkaart veel informatie kan verschaffen. Voor de diktes groter dan 1 m werd geopteerd voor een geometrische progressie omdat er steeds minder (archief)gegevens voorhanden zijn naarmate de dikte van de Quartaire afzettingen groter wordt. Tengevolge van het relatief klein aantal gegevens zou het tevens zinloos zijn eenzelfde lineaire nauwkeurigheid na te streven en bv. isopachen te tekenen om de 2 m of 5 m. Hier is gekozen voor de progressie 3, wat de reeks 3-6-12 geeft. Voor de diktekaart van Rekem werden de isopachen van 1 m, 4 m (= 1+3), 10 m (= 4+6) en 22 m (= 10+12) getekend. Bijkomende argumenten voor de basis 3 zijn: tot 4 m diepte zijn er nog goede handboringen mogelijk en in thesissen en publicaties werden de grenzen van 1 m, 4 m, 10 m en 22 m ook vaak gehanteerd.

Vanuit een praktisch oogpunt leek het aangewezen om naast het construeren van een diktekaart voor alle Quartaire afzettingen ook diktekaarten te maken van de eolische afzettingen enerzijds en de fluviatiele grindrijke afzettingen anderzijds. Het overgrote deel van de gekarteerde eenheden op het kaartblad Rekem is immers terug te brengen tot één van beide groepen. Tot de eolische afzettingen rekenen we duinzand en dekzand. De Maasafzettingen en herwerkte Maasafzettingen behoren tot de fluviatiele grindrijke sedimenten. Op de kaart is de grens aangegeven tussen het meer grindrijk facies en het zandiger facies

2.2.2 Reliëf van de basis van het Quartair

De basis van het Quartair is in feite een onregelmatig vlak dat geconstrueerd is aan de hand van de topografische hoogte van het contact tussen het Tertiair en het Quartair (fig. 6). De uiteindelijke vorm van dit vlak is het resultaat van de bestaande Tertiaire topografie en Quartaire processen. Op plaatsen met een uitgesproken huidig reliëf zijn de isohypsen parallel getekend met de topografische contourlijnen. Dit is gerechtvaardigd omdat het Quartair op die plaatsen redelijk dun is (1-4 m). Op het plateau en in de Maasvallei is geen rekening gehouden met de topografie om-

dat daar de dikte en de basis zeer onregelmatig is. Het contactvlak tussen Tertiair en Quartair is het hoogst gelegen in het uiterste zuiden, op het Kempisch Plateau (meer dan 90 m) en verlaagt van daaruit in alle richtingen. De basis van het Quartair in het noorden op het plateau schommelt rond de 60 m. Ten zuidwesten van het plateau ligt de basis van het Quartair op een hoogte van 40 tot 60 m terwijl in de Maasvallei dit vlak in hoogte zakt van 40 m in het zuiden tot 15 m in het noorden.

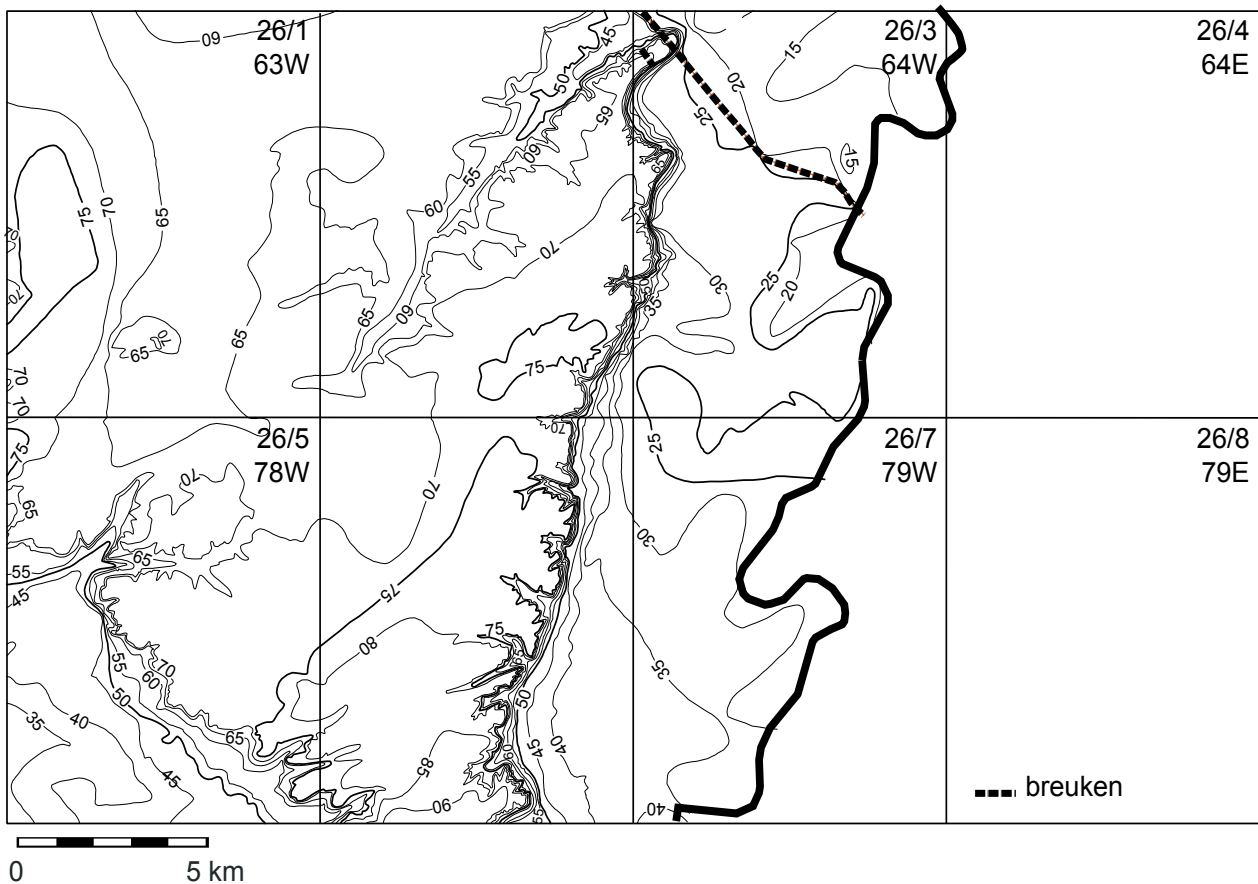


Fig. 6: Reliëfkaart van de basis van het Quartair

Dit vlak wordt doorsneden door tenminste 1 breuk die een deel is van de zuidwestelijke begrenzing van de Roergraben, met name de Feldbiss breuk. Ze valt samen met de noordoostelijke steilrand van het Kempisch Plateau, in z'n geheel zichtbaar op kaartblad Maaseik (18) en loopt door in zuidelijke richting, doorheen de Maasvallei. Een tweede breuk die gewerkt heeft tijdens het Quartair is de Heerlerheide breuk. Ze bestaat met zekerheid op het Kempisch Plateau en valt er samen met een kleine steilrand op het plateau zelf (nabij Bergerven). Omtrent het bestaan van deze breuk in de Maasvallei is echter nog geen zekerheid.

2.2.3 Profieltypekaart

Een tweede onderdeel van de Quartairkartering is het opstellen van een profieltypekaart. Naast de dikte is de lithologische aard een tweede variabele van de Quartaire afzettingen. Hetzij voor een wetenschappelijke verklaring, hetzij voor het aanbieden van zo nuttig mogelijke informatie aan de gebruiker is het dan ook essentieel een beeld te verschaffen van de opbouw van het Quartaire pakket. De profieltypekaart is samengesteld op basis van de verticale opeenvolging van de lithologische eenheden die onderscheiden werden. Daarvoor werden eenheden gebruikt die binnen de gebruikte schaal karteerbaar zijn zonder een onoverzichtelijk geheel te vormen.

2.2.4 Profielen

Om een beter inzicht te krijgen in de opbouw van de Quartaire afzettingen werden enkele profielen door het kaartblad getrokken. Er werden geen rechte profielen getrokken, maar profielen die de kortste weg volgen tussen de gegevenspunten. Om rechte profielen te kunnen tekenen is het noodzakelijk dat ofwel alle gebruikte gegevens op een rechte lijn liggen ofwel dat gegevens van boringen die zich op een zekere afstand van het getrokken profiel bevinden, geëxtrapoleerd kunnen worden. Dit kan in het geval van het kaartblad Rekem niet worden toegepast. Er zijn te weinig boorpunten om voldoende gegevens ter beschikking te hebben bij het trekken van een recht profiel zonder een te grote afstand te moeten overbruggen tussen de punten. Extrapolatie is bij Quartairkartering niet verantwoord aangezien de

dikte en de aard van de Quartaire lagen zeer variabel kan zijn over een relatief korte afstand. Om beide redenen werd geopteerd voor het trekken van profielen, gaande van het ene punt naar het andere. Er werd gekozen voor profiellijnen die een groot gegevensaantal hebben.

Geëxtrapoleerde gegevens komen echter automatisch in een profiel terecht. Dit geldt bijvoorbeeld voor eenheden die gekarteerd zijn op basis van geomorfologische gegevens zoals beekalluvium, colluvium of duinzand. Ook de basis van het Quartair, op een aantal punten getekend door extrapolatie, komt in de profielen voor. De begrenzing van zulke eenheden zal door een stippellijn voorgesteld worden.

2.3 Geologische databank

Vanaf de aanvang van het project “Herziening van de Geologische kaart” in 1989 werd door de Rijksuniversiteit Gent geopteerd voor de informatisering van de gegevensverzameling. Bij het ontwerp van de geologische database werd gekozen voor de relationele database-benadering. Een relationele database is een database die door de gebruikers wordt waargenomen als een verzameling van tabellen.

Per boring kunnen een reeks gegevens ingevoerd worden die door het boornummer aan mekaar gekoppeld kunnen worden en waarbinnen zoekstructuren opgezet kunnen worden.

De stratigrafische gegevens bestaan voornamelijk uit boorgatmetingen, korrelgroottes, mineralogische analyses en seismische gegevens. De in de databank op te nemen gegevens kunnen bijgevolg in grote groepen onderverdeeld worden nl. terreingegevens betreffende één punt, analyseresultaten aangaande één punt en seismische lijnen, bestaande uit een reeks gekoppelde puntwaarnemingen.

Elk karteerproject is opgedeeld in 8 subprojecten die overeenkomen met de topografische kaarten op schaal 1:10.000. Per dossier/kaartbladdeel worden de gegevens onder één directory opgeslagen met de naam van het kaartbladdeel.

Per boring worden enkele algemene gegevens ingevoerd waaronder het archiefnummer uit de dossiers van de Belgische Geologische Dienst, het project waarin de geplaatste boring kadert, de Lambertcoördinaten en hun origine, het maaiveld en zijn origine, de totale diepte van de boring, de aard, de methode en het doel van de boring. Voorts de uitvoerder van de boring, de gemeente waarin uitgevoerd, de datum en de opdrachtgever van de geplaatste boring. Vervolgens kunnen de geologische data worden ingevoerd waarbij een opsplitsing gebeurt naargelang de aard van de geologische data: Quartaire interpretatie, Tertiaire interpretatie, oude interpretatie van de boorgegevens enz. Om de tabellen niet te overladen met tekst, en voor de eenduidigheid van de gegevens, wordt een deel van de informatie gecodeerd. Deze codes zijn opgeslagen in codetabellen. Voor de Quartairkaart van Rekem werd de onderstaande codelijst gebruikt. De geïnterpreteerde stratigrafische gegevens worden op basis van hun diepte ingegeven waarbij de verhouding tussen sedimentpakketten meer specifiek kan worden weergegeven op basis van de letters T (= tot), E (= en) en O (= of). Bij niet exact geweten dieptes kan er geen vraagteken worden ingevoerd met als gevolg dat er enkel zekere dieptes worden ingevoerd en dat tussenliggende sedimentpakketten niet weergegeven zijn in de stratigrafische interpretatie. Gezien deze informatie belangrijk is voor de gebruiker wordt deze in een opmerkingenveld geschreven.

Q Quartair	WIZd Winterslag zanden	HECH Formatie van Hechtel
\$ Tertiair	ZUGt Zutendaal grinden	BOUW Formatie van Bouwel
HO Holocene	LAGt Lanaken grinden	Gh herwerkte Maasgrinden
DR Dryas	CPGt Caberg-Pietersem grinden	Gbk beekgrinden
WE Weichseliaan	ELGt Eisden-Lanklaar grinden	Gped pedimentgrinden
SA Saaliaan	MMGt Maasmechelen grinden	Gpk puinkegelgrinden
WESA Weichseliaan en/of Saaliaan	GSGt Geistingen grinden	Ghp hellingspuingrinden
ESCR Elster en/of Cromeriaan	STGt Stokkem grinden	bAll beekalluvium
AS Formatie van As	MUKl Mullem klei	Col colluvium
LANK Formatie van Lanklaar	HELe Heppeneert leem	A antropogene afzettingen
LEUT Formatie van Leut	DILS Formatie van Dilsen	Le leem
LOZd Lommel zanden	WILD Formatie van Wildert	

Tabel 1: Gebruikte codes op de quartairkaart Rekem

3. GEOLOGISCHE KARTERING

3.1 Ontwikkeling van de geologische kennis

3.1.1 Historiek van het Quartair

Volgend overzicht is grotendeels gebaseerd op de verhandeling ‘The Quaternary of Belgium in its relationship to the stratigraphical legend of the geological map’, geschreven door Paepe en Vanhoorne (1976). Aan de onderverdeling van het Holoceen wordt geen aandacht besteed.

1829 *J. Desnoyers* onderscheidt een tricyclisch Quartair, wat ook wel “Tertiair récent” werd genoemd. Het eerste lid hiervan kwam overeen met de huidige Pliocene, Miocene en Oligocene formaties, welke tegenwoordig als volledig Tertiair worden beschouwd. Het tweede en derde lid (Q inférieur en Q supérieur) krijgen respectievelijk de namen Diluvium en Modern en omvatten het huidige Quartair.

In **1849** wordt het Diluvium door *A. Dumont* verder opgesplitst in Onder-Diluvium, dat voornamelijk uit grinden bestaat en Boven-Diluvium. Het Boven-Diluvium omvat enerzijds het mariene Campiniaan (zandafzettingen) en anderzijds het meer continentale Hesbayaan (leemafzettingen), die als laterale faciës van dezelfde ouderdom beschouwd werden.

1868 In zijn ‘Prodrome d’une description géologique de Belgique’ baseert *Dewalque* zich op de bestaande indelingen.

1880 *Mourlon* houdt zich grotendeels aan het bestaande stratigrafische schema in zijn ‘Géologie de la Belgique’. *E. Van Den Broeck* pleit voor een eolische origine van het bovenste gedeelte van de Hesbayaanse lemen.

1885 *Rutot en Van Den Broeck* vervangen het Campiniaan door het op te splitsen in een bovenste Flandriaan met de zanden van Vlaanderen en de Kempen, en een onderste Campiniaan. De reden tot deze opsplitsing was de ontdekking van een grijs lemig pakket onder het Campiniaan van voor 1885 (de zanden van de Kempen) welke volgens *Dumont* enkel de dunne zeer zandige mantel in Vlaanderen en de Kempen omvatte. Het oorspronkelijke Campiniaan onderging dus een tweeledige verandering: lithologisch was het niet meer de zandige mantel, maar het onderliggende lemige pakket, en chronologisch werd het vroegere Campiniaan ook ouder. Dit leidde tevens tot het onderscheiden van twee verschillende lagen in het Hesbayaan van *Dumont* nl. een bovenste geel homogeen leempakket en een onderste grijs leempakket, welke het equivalent is van de nieuwe geïdentificeerde Kempense leem. Zodoende werd dit onderste leempakket ook ouder, gezien de correlatie met het geredefinieerde Campiniaan. De nieuw ontstane termen werden gerefereerd aan: “Assise Campinienne Q1”, “Assise Hesbayenne Q2” en “Assise Flandrienne Q3”. De Flandriaan zanden worden nu beschouwd als niet-mariene alluviale afzettingen zich situerend op de Hesbayaanlemen. Het Campiniaan vervangt de vroeger gebruikte term “Diluvium” en dit door het aanbrengen van het onderste grijze leempakket in het Campiniaan en ook alle zanden en grinden die op plateaus van verschillende hoogte liggen.

1892 Door de steeds wijzigende betekenis van de naam Campiniaan voegde *Mourlon* de term “Moséan” toe aan de eerste legende van de geologische kaart van België, gepubliceerd in oktober 1892. Deze nieuwe term omvatte zowel alle plateau-afzettingen als de mariene afzettingen rond Antwerpen van het Campiniaan van *Rutot*, terwijl de grijze leemafzettingen van de Campiniaan- en Hesbayaanleem teruggedragen werden bij het Hesbayaan. Dit omsluit nu ook de grijze lemige afzettingen binnen de zanden van Vlaanderen. Enkel de grindafzettingen van de Maas, de zanden van Mol en de Kempense kleien bleven onder het Campiniaan geclassificeerd.

1896 In de tweede legende van de geologische kaart van België van april 1896 ondergingen het Moséan, het Hesbayaan en het Campiniaan geen grote veranderingen. Uit het Moséan werden de veronderstelde mariene afzettingen rond Antwerpen weggelaten. Het Flandriaan daarentegen werd uitgebreid met de afzettingen in de kustvlakte en de zandige gebieden ten noorden van Gent.

1899 *A. Rutot* introduceerde de term “Brabantiaan” als indicatie voor de bovenste gelige eolische leemafzettingen. Deze term werd echter nooit in de legendes gebruikt.

In maart **1900** kwam er een derde publicatie van de legende van de geologische kaart van België waarbij de klei van de Kempen en de zanden van Mol ook tot het Moséan gingen behoren. Dus enkel de grindafzettingen van de Maas behoren nu nog tot het Campiniaan.

1909 In een vierde editie van deze legende werden er geen veranderingen aangebracht in de Quartaire stratigrafische schaal. Het Moséan en het Flandriaan werden beide beschouwd als afzettingen van mariene transgressies te wijten aan een subsidentie van het hinterland. Het Campiniaan en het Hesbayaan worden gezien als continentale sedimenten, afgezet na fases van valleinsnijdingen gedurende periodes van uplift.

In 1910 deelt *A. Rutot* op het elfde geologische congres in Stockholm de 5 perioden van zijn systeem (Moséaan, Campiniaan, Hesbayaan, Brabantiaan, Flandriaan) in volgens verschillende klimaatsveranderingen. Daar de Günzglaciatie als Pliocene werd beschouwd, werd een driedelige glaciale onderverdeling naar voren geschoven.

Onder-Quartair	Moséaan	Mindel glaciatie
Midden-Quartair	Campiniaan-Hesbayaan	Riss glaciatie
Boven-Quartair	Brabantiaan Flandriaan	Riss-Würm interglaciaal Würm glaciaal

Het was ook de periode dat het terrassenconcept meer aandacht kreeg in de Belgische literatuur (zie ook elders).

1919 *Rutot* herkende eerst drie en later vier terrassen nl. op 100 m, op 60 m, op 30 m en op 3 à 10 m hoogte. Zijn pogingen om de Quartaire afzettingen te relateren aan deze terrasniveaus leidden tot een nieuw voorstel voor de stratigrafische legende van het Quartair op de geologische kaart van België. Naar analogie met de Quartaire geologie in Noord-Frankrijk werd door *Rutot* het systeem “Moséaan, Campiniaan, Hesbayaan, Brabantiaan en Flandriaan” gereduceerd tot
‘Quaternair supérieur’
‘Quaternaire moyen’
‘Quaternair inférieur’

1920 *A. Rutot* beschouwt de zanden van Mol, die kiezeloolietlaagjes bevatten, als fluviatiele afzettingen en relateert hen aan de oölitische afzettingen van de hoge plateaus van de Maas. Samen met de Kempense kleien behoren ze nu tot het Scaldisiaan. Eerder maakten ze reeds deel uit van het Poederliaan.

1922 Onder impuls van *A. Renier* wordt de term “Cénozoïcum” ingevoerd waaronder Tertiair en Quartair vervat zitten. Dit om verwarring omtrent de Tertiair - Quartair grens te vermijden. Ook de termen Modern en Quartair worden respectievelijk vervangen door Holoceen en Pleistoceen.

1923 De zanden van Mol en de kleien van de Kempen worden ondergebracht in het Amsteliaan.

In 1925 werd het Pleistoceen onderverdeeld in Boven- en Onder-Pleistoceen met een geografisch onderscheid in de nomenclatuur van het Boven-Pleistoceen tussen de kustvlakte en het binnenland.

1929 Een nieuwe publicatie van de legende van de geologische kaart van België bracht een grote doch minder gunstige verandering in de legende van het Quartair te wege. In tegenstelling tot de vroegere legendes steunde deze legende in plaats van op lithostratigrafische verschillen op een biostratigrafisch onderscheid van de verschillende formaties.

In 1943 wordt een nieuwe start gegeven aan het onderzoek van het Quartair, wanneer *R. Tavernier* een nieuwe poging tot classificatie onderneemt. Het belangrijkste punt in zijn benadering was de invloed van de noordelijke glaciaties. Het zwaartepunt lag nu bij een vernieuwd inzicht in de geomorfologische-genetische concepten van de afzettingen, herkend in de vroegere onderverdelingen, zodat nieuwe namen en afzettingen geïntroduceerd werden. In tegenstelling tot de toen geldende mening, getuigt het Belgische reliëf niet enkel van een normale morfogenese, maar ook van een periglaciaal beïnvloedde morfogenese. Het Moséaan bevatte in Taverniers classificatie de zanden van Mol, de Kleien van de Kempen en alle plateau terrasafzettingen (inclusief de oölitische kwartsgrinden en alle hoogterras residuele grinden). Het Campiniaan (het Hoogterras van de Kempen en alle hoge terrassen in Zuid-België) wordt nu gerelateerd aan het eerste gedeelte van het Riss. Het tweede gedeelte van het Riss wordt verbonden met de eolische lemen van het Hesbayaan en de middenterassen. De naam Brabantiaan wordt vervangen door Eemiaan ter aanduiding van het Riss-Würminterglaciaal en omvat de zanden van Oostende. Ook het Flandriaan wordt door *Tavernier* verder onderverdeeld in een Onder-Flandriaan, wat de Würm glaciale afzettingen omvat en een Boven-Flandriaan (=Post-Glaciaal), wat grotendeels gedomineerd wordt door de twee transgressies (Duinkerke en Calais).

1946 De zanden van Oostende worden door *Tavernier* gelinkt aan een Würm-interstadiaal.

1948 Voor het eerst worden door *Tavernier* in de leemafzettingen van het Würm, drie assises onderscheiden die drie stadialen vertegenwoordigen nl. Ergeron inférieur, Ergeron moyen en Ergeron supérieur, gescheiden door twee interstadialen (opwarmingen van het klimaat tijdens de Würmglaciatie).

1954 Een nieuw onderzoek van het Quartair leidde tot de ontdekking van drie loesspakketten, van elkaar gescheiden door twee bodems, en als geheel gelegen op de zanden van Oostende die weer in het Riss-Würm-interglaciaal worden ondergebracht. Tevens wordt het Onder-Flandriaan vervangen door chronologische connotaties zoals Würm I, II en III.

In diezelfde periode verscheen het werk van *F. Gullentops* waarin hij een nieuwe inhoud gaf aan de begrippen Brabantiaan en Hesbayaan en enkele nieuwe namen creëerde zoals “Hennuyen”. Dit laatste verwijst naar de loess uit het Riss in Haspengouw, vroeger “Hesbayen” genoemd. Het Brabantiaan staat voor een gelige poederige eolische loess en Hesbayaan voor het bruin-grijze middendeel met zandige laagjes (in het begin van deze eeuw waarschijnlijk Cam-

piniaan genoemd). Ook enkele grenshorizonten werden voor het eerst goed gedefinieerd waaronder twee bodemhorizonten. De Bodem van Kesselt (bruin en vrij zwak ontwikkeld) en de Bodem van Rocourt (rood en sterk ontwikkeld) vormen de grens tussen respectievelijk het Brabantiaan-Hesbayaan en het Hesbayaan-Hennyen. Deze bodems zijn een duidelijke expressie van een opwarming van het klimaat respectievelijk tijdens het Riss-Würminterglaciaal en een interstadiale fase tijdens het Würm.

1961 *J. De Ploey* deelt het Quartair in de Antwerpse Noorderkempen lithostratigrafisch in. Zo omvatte het Weichseliaan volgens hem hier de Formatie van St-Lenaerts die getuigt van een verkoeling van het klimaat na het Eem interglaciaal, de Formatie van Wildert die ontstond ten gevolge van het periglaciale klimaat en de laatglaciale Formatie van Beerse.

1967 Het Laat-Pleistoceen wordt lithostratigrafisch verder opgedeeld door *Paepe en Vanhoorne*. Boven de Rocourtbodem ligt een grijze solifluctielaag waarvan de top de A-horizont is van een steppebodem welke zich vormde na de initiële solifluctie. Reeds vroeger werd deze zone de Warnetonbodem genoemd.

1970 *B. Bastin* neemt een driedelige onderverdeling aan van de Weichselafzettingen met daarin vijf interstadialen.

1976 *Paepe en Vanhoorne* stellen een nieuwe indeling voor van het Pleistoceen.

- **Onder-Pleistoceen (Pretigliaan-Baveliaan)**

De transitie van het Tertiair naar het Quartair wordt middenin de zanden van Mol geplaatst. Bijgevolg behoren de oölitische grindlagen aan de basis van het Kempisch Complex, het complex zelf en de Bouge-grinden in de Ardennen tot het Pleistoceen. Het hoogterras van de Kempen is afgezet in een tijdspanne die loopt van het Menapiaan tot het Elsteriaan.

- **Midden-Pleistoceen (Cromeriaan-Saaliaan)**

De mariene afzettingen van het Cromeriaan tot en met het Holsteiniaan worden gegroepeerd in de Herzele-formatie. De auteurs stellen voor om de continentale afzettingen die vroeger onder de naam “Hennuyen” vielen - de loess en loessachtige afzettingen onder de Weichsel-loess - een andere naam te geven, namelijk de Hainaut-formatie.

- **Boven-Pleistoceen (Eemiaan-Holoceen)**

De Formatie van Gent bevat alle Weichsel-afzettingen in Zandig-Vlaanderen: de Ertvelde dekzanden, de Zelzatebodem en de Lembeke venige klei. Deze afzettingen komen overeen met het bovenste gedeelte van de vroegere zanden van Vlaanderen (q41 en q4s1 van de vroegere legende). De Formatie van Gembloux wordt als volgt onderverdeeld: de Brabant-leem, de Kesselt-bodem en de Haspengouw-leem. Dit is ongeveer het q3n, q3m en q3ms van het Hesbayaan van de bestaande geologische kaart.

In de Formatie van Gent komt het pleniglaciale deel van het lid van Ertvelde overeen met de Formatie van Wildert in de Kempen (De Ploey, 1961). De Formatie van Sint-Lenaerts is dan het Kempense equivalent van het lid van Lembeke.

De mariene afzettingen van het laatste interglaciaal (Eemiaan) worden nog altijd de zanden van Oostende genoemd. Ze komen voor nabij de kustvlakte en in de Vlaamse Vallei, waar ze in oostelijke richting lateraal overgaan in een basale grindafzetting, de Formatie van Zemst genaamd.

1985 *Haest* deelt het Weichsel in de Antwerpse Noorderkempen op in vier karteerbare leden. Van oud naar jong onderscheidt hij het lid van Sint-Lenaerts (eolische en verspoelde zanden, zandige venen), het lid van Oud-Turnhout (mengsedimenten met eolische origine), het lid van Wildert (eolische zwaklemige zanden) en het lid van Sint-Job (eolische leemvrije duinzanden). Het lid van Wildert vervangt de Formaties van Wildert en Beerse zoals ze gedefinieerd zijn door de Ploey (1961).

3.1.2 Historiek van het kaartblad Rekem in een regionale context met speciale aandacht voor de terrasafzettingen

Het Quartair van dit kaartblad wordt duidelijk gedomineerd door afzettingen van de Maas. Naast het algemeen overzicht zal dieper ingegaan worden op de ontwikkeling van de geologische kennis omtrent de Maasterrassen.

1898 t.e.m. 1904

In 1898 worden de geologische kaarten van kaartbladen Gestel-Opoeteren, Stockheim-Heppenert en Reckheim gemaakt door M. Murlon (1898). Op kaartblad 63 (Gestel-Opoeteren) is het Quartair onderverdeeld in een ‘Quaternaire Supérieur ou Moderne’ en een ‘Quaternaire Inférieur ou Diluvien’. Tot deze laatste wordt het Moséen (q1) en het Campinien (q2) gerekend. Het Moseaan wordt omschreven als een nogal grof, wit en geel kwartszand. Het Campiniaan wordt verder onderverdeeld in q2n en q2s. Het eerste, dat volgens de legende stratigrafisch net boven het Moseaan komt, is een mengeling van grof zand, grind, silexkeien en keien van Paleozoïsche gesteenten die vrij groot kunnen zijn en waarvan men grote blokken aan de oppervlakte ziet verschijnen. Het tweede komt overeen met een wit over

geel tot grijs kwartszand, over het algemeen grindachtig, met enkele keien, soms kleiig (q2sa) en soms volledig klei in plaats van het zand (q2a). In het 'Quaternaire Supérieure' worden volgende afzettingen herkend: hellingspuin, continentale duinen, recent alluvium, venig alluvium en veen. Voor de 3 andere kaartbladen blijft de onderverdeling hetzelfde, doch de beschrijving van het Moséen varieert lichtjes. Zo wordt deze eenheid op kaartblad 64 (Stokkem-Heppeneert) beschreven als een wit kwartszand en op kaartblad 79 (Rekem) als een wit en geel kwartszand, meestal vrij grof, met mica's. In 1904 (Mourlon), bij het maken van kaartblad 78 (Genk-Zutendaal) wordt hieraan een grof grindachtig zand met keien toegevoegd. Het Campinien komt zeer waarschijnlijk overeen met de Zutendaal grinden (q2n) en de Winterslag zanden (q2s), hoewel de stratigrafische positie van beide leden nu omgekeerd is.

1907 *Briquet* onderscheidt 16 niveaus (niet allen op kaartblad Rekem gelegen) stroomafwaarts Luik op basis van hun relatieve hoogte ten opzichte van de alluviale vlakte. Verder geeft hij zeer nuttige bemerkingen:

- in de huidige alluviale vlakte van de Maas bevinden zich geen loess-afzettingen;
- op het jongste terras (Caberg) ligt wel loess; in het terras zelf wordt koude fauna aangetroffen;
- de top van het volgende terras (Jupille) is gekenmerkt door een bodemvormingsepisode en is daarna pas bedekt met loess;
- in verschillende niveaus bevinden zich erratische blokken.

Hij vermeldt dat insnijding en opvulling door de Maas moeilijk correleerbaar is met de verschillende Quartaire pulsen en benadrukt de tektonische invloed, meer bepaald de Feldbiss breuk.

1914 *Klein* houdt het bij vier niveaus: Ouder Hoofdterras van Margraten
Hoofdterras (op 95-110 m)
Middenterras
Laagterras en huidig alluvium

Het belang van tektoniek in de terrasvorming wordt onderlijnd.

1923 *Halet* bediscussieert een spoorwegsleuf van een 4-tal kilometer lengte ter hoogte van de mijnen van Winterslag. De algemene beschrijving geeft van de basis naar de top de volgende lithologieën: grijze klei, wit chocoladeachtig zand, grijsblauwe silexkeien op 73 m boven zeeniveau, grindachtig zand met keienlaag en kleiig-lemige zones, 2 à 3 m gerolde keien en zand, duinzand en tenslotte humushoudend zand op 80 à 83 m. Het grindachtig zand en de gerolde keien wijst hij toe aan een Pleistoceen Maasterras, meer bepaald aan een "haute terrasse" omwille van de grote hoogte ten opzichte van de actuele Maas. De blauwe vuurstenen aan de basis van het Pleistoceen zijn herwerkte Bolderiaankeien.

1924 *Pannekoek* maakt van het hoofdterras (Kempisch Plateau) een puinkegel van de Maas, afgezet in het Mindelglaciaal

1927 *Van Baren* concludeert dat er vier à vijf terrasniveaus moeten zijn na een studie van de gepubliceerde werken hieromtrent.

1928 *Lefèvre* treedt de visie van Pannekoek omtrent de ouderdom van het hoofdterras (Kempisch Plateau) bij.

1932 Voor de aanleg van het Albertkanaal worden er door *Halet* enkele profielen getrokken doorheen het kaartblad Veldwezelt (93E) nl. van Eigenbilzen naar Mopertingen via Hees, van Kesselt naar Briegden en van Briegden naar Eigenbilzen en Zangerheide. Deze profielen wijzen uit dat de Tertiaire afzettingen bedekt worden door fluviale afzettingen van een verlaten meander van de Maas, waarvan de evolutie in verschillende stappen gebeurde. Voorts onderscheidt *Halet* hier 5 terrasniveaus nl. A, B, C, D en E.

1933 *Mouchamps* onderscheidt stroomafwaarts van Luik 3 hoogterrassen en 2 laagterrassen die worden beschouwd als resultaten van een schoksgewijze anticlinale opwelling.

1934 *Pannekoek* bevestigt het bestaan van de drie hogere terrasniveaus van Mouchamps en doet pogingen deze petrografisch te onderscheiden op basis van het kwartsgehalte.

1936 *Lefèvre* benadrukt de term 'terras' in geologische zin. Verder herkent zij 4 niveaus die elk een morfologische cyclus vertegenwoordigen (van jong naar oud: A, B, C en D). Ten zuiden van Maastricht zijn alle terrassen erosieterrassen. Stroomafwaarts gaan ze stilaan over in accumulatieterassen om ter hoogte van Roermond zelfs tot een normale stratigrafische superpositie te komen van oud naar jong (de terrassen zijn hier morfologisch niet meer zichtbaar). *Lefèvre* linkt elk terras met een globale Quartaire schommeling (eustatische bewegingen) en verwerpt elke tektonische invloed (zelfs de steilrand nabij Bree is erosief).

1938 In april werd door *P. Macar* een excursie georganiseerd volledig gewijd aan de studie van de Maasterrassen tussen Luik en het Nederlandse Ubagsberg. Belangrijk voor Macar is de identificatie van de verschillende terrasni-

veaus. Hiervoor heeft hij vier criteria waaronder de samenstelling van de grinden, het kwartsgehalte, de graad van verwerking van de grinden en de studie van de zware mineralen in het zandige alluvium. Voorts stelde hij vast dat wanneer men spreekt over een terrasniveau, men best de basis van het terras neemt en niet de top aangezien die bijna nooit met zekerheid is vast te leggen.

Ter hoogte van Maastricht onderscheidt hij vier terrasniveaus:

- les tres hautes terrasses met een basis van meer dan 160 m
- les hautes terrasses met een basis van meer dan 90 m
- les basses terrasses met een basis van meer dan 48 m
- a plaine alluviale met een basis van ongeveer 40 à 50 m.

Tussen Luik en Ubagsberg daarentegen onderscheidt hij negen terrasniveaus, waarvan de bovenste drie tot de vallei van de Oostmaas behoren.

1942 *Van Rummelen* beweert dat de wordingsgeschiedenis van de Maasterrassen vooral samenhangt met tektonische bewegingen. Zijn onderzoek naar de terrassen in Nederlands Zuid-Limburg is het eerste in een lange reeks.

1942 Aan de hand van een aantal boringen in de Maasterrassen probeert *A. Grosjean* neotektonische bewegingen van de Rotem-breuk (zo genaamd in die tijd) te achterhalen. Hij baseert zich op de basishoogten van het grindpakket. De conclusie is dat het tracé van deze breuk gaande van Neeroeteren tot Stokkem en verder naar Nederland toe een Quartaire werking heeft gehad.

1945 *Brueren* herkent in Zuid-Limburg 12 niveaus met als criterium de terrasbasis. Het jongste van de 8 hoogterrassen is het terras van Sint-Pietersberg (waaronder het huidige Kempisch Plateau) en wordt geplaatst in de Riss I periode. Verder ziet hij 3 middenterassen (Riss II) en de huidige riviervlakte (Würm, dus niet Holoceen).

1946 De terrassen die Brueren morfologisch afgebakend heeft blijken volgens *Van Straaten* ook petrografische entiteiten te zijn. Enkele conclusies uit zijn werk worden hierna wat meer onder de loep genomen.

- Het pré-Pliocene wordt in Zuid-Limburg bedekt door fluviatiele, grindrijke sedimenten. Het grind hier aanwezig wordt geleverd door de Zuid-Limburgse ondergrond zelf, het paleozoïsche massief van de Ardennen, de resten van het Krijt en het mariene Tertiair op het Ardennenmassief, het schiervlaktepuindek, het Mesozoïcum van Lotharingen, de Cailloux-de-Stonne bedekking van Lotharingen en de Vozezen.
- Hij ontdekt een tamelijk sterke tegenstelling tussen de kiezeloolietgrinden en de jongere afzettingen. De kiezeloolietgrinden zijn vrij fijnkorrelig, zijn gekarakteriseerd door een sterke graad van chemische verwerking (uit zich in de afwezigheid van veldspaathoudende gesteenten).
- Van Straaten toont aan dat een grindanalyse waardeloos is wanneer er geen rekening wordt gehouden met het feit dat de samenstelling afhankelijk is van de korrelgrootte. Voor een zo groot mogelijke differentiatie zijn dan ook grote monsters nodig.
- Door middel van een grindanalyse is het mogelijk gebleken een gedetailleerde stratigrafische indeling van de Zuid-Limburgse grinden te verkrijgen en wel in zes hoofdgroepen, waarvan sommige nog kunnen worden onderverdeeld.
- Uit zijn werk komt duidelijk naar voren dat tijdens het Oud-Quartair een oostwaartse stroomrichting van de Maas, ten zuiden van Ubagsberg domineerde en dat in het Jong-Quartair een meer noordwaartse Maas stroomde, ten westen van Ubagsberg. Dit waarschijnlijk tengevolge van de toenemende epeirogenetische opwelling van het noordelijk deel van de Ardennen met een ongeveer oostwest strekking.
- Uit grindanalytische stratigrafie van het Pliocene en het Quartair volgt dat gedurende deze periode de grote randbreuken van de Nederrijnslenk actief zijn geweest in verschillende opeenvolgende fasen.

1947 *Zonneveld* bevestigt de indeling van Brueren mineralogisch.

1948 Tavernier bestudeert de Quartaire afzettingen in België in relatie met de morfologische evolutie van het landschap. In het Midden-Pleistoceen van België herkent Tavernier hoogterrassen en middenterassen. Door een gebrek aan continuïteit wordt de correlatie van de Limburgse terrassen met de Ardense bemoeilijkt. Verschillende terrasniveaus worden gekoppeld aan glaciaties en hun interstadialen, maar volgens Tavernier zijn deze verschillende niveaus eerder toe te schrijven aan tektoniek. Een goed voorbeeld hiervan is voor hem de breuk van Rothem-Heerlerheide die de westelijke grens vormt van het Kempens Plateau. Deze breuk was nog actief tijdens de vorming van het Hoogterras (= Kempens Plateau).

Men onderscheidt hoog- en middenterassen. Volgens Tavernier gaat het om twee heel complexe eenheden, bestaande uit verschillende morfologische niveaus en petrologische zones. In het complex van het hoogterras ontdekt hij vier zones.

1955 *Zonneveld* publiceert een synthese over de Quataire rivierterrassen in Zuid-Limburg (Nederland). Het klimaat speelt bij de vorming slechts een secundaire rol.

1960 *Wirix* verricht in het kader van zijn licentiaatsthesis onderzoek naar de grinden op het Kempisch Plateau. Hij komt tot een aantal interessante resultaten. Vooreerst stelt hij vast dat de bodem van As veel beter ontwikkeld is in het zuidelijk deel van het Kempisch Plateau dan in het noorden. Als oorzaken schuift hij een opheffing naar voor waardoor de watertafel discordant ten opzichte van het reliëf is komen te staan. In verband met de korrelgrootte vermeldt Wirix dat die afneemt van zuid naar noord. De resultaten van het petrografisch grindonderzoek bespreekt hij in termen van variaties. Voor de volledigheid moeten we vermelden dat hij 300 grinden per staal telde. De variatie binnen de groeves is variabel. Op het plateau stijgt het kwartspercentage in stroomafwaartse richting terwijl chronologisch het percentage daalt bij jongere terrassen. Het mineralogisch onderzoek levert twee zones op: een noordelijke (vanaf Opoeteren) met veel epidoot en alteriet, en een zuidelijke met veel B-materiaal en bruine hoornblende (= typisch voor de Moezelmaas).

Globaal zijn er dus twee trends op het Kempisch Plateau in verband met de grind- en zandafzettingen. Ten eerste daalt de korrelgrootte in noordelijke richting. De grofheid van de afzettingen in het zuiden (grove grinden) zou te wijten zijn aan de puinkegelnatuur van de sedimenten aldaar terwijl de verfijning naar het noorden toe te maken zou hebben met Rijninvloed. De toename van het kwartsgehalte in noordelijke richting hangt samen met bijmenging van fijner materiaal, Rijnbijmenging of oudere afzettingen. Tenslotte blijkt de Rijn-Maas-grens niet samen te vallen voor grind en zand. Het is duidelijk dat veel parameters intens met elkaar gelinkt zijn.

1963 *Van den Broeck en Maarleveld* beschrijven op basis van geomorfologische en pedologische argumenten 5 terrasniveaus boven het huidige alluvium in de buurt van Venlo. Ze zijn allen gevormd tijdens het Weichseliaan.

1967 *Van den Toorn* splitst de Veghel zone van Pannekoek op in drie delen (van jong naar oud A, B en C) die allemaal pré-Eem zijn.

1967 *J. Janssen* voert een Quartair geomorfologische studie uit over het Bosbeekdal. In de huidige alluviale vlakte vindt hij een meter fijn zand (Weichsel-dekzand, eventueel Holocene fluviale herwerking) op grinden (Weichsel-grinden). Op een hoger niveau treft hij een gelig zandpakket (minder dan 1 m) aan (Weichsel-dekzand), bovenop een gecryoturbeerd grindpakket (Saale-terras) dat bovenaan een rode kleur heeft (Eem-bodem). Hieronder bevinden zich Miocene zanden. De zijdal van de Bosbeek zijn deels ingesneden in het hoofdterras (Cromeriaan/Elsteriaan), deels in Tertiaire zanden. Aan de basis van de uitgeschuurde zijdal bevindt zich meestal een dun pakket rode zanden (Eem-bodem), bedekt door gelige fijne zanden (Weichsel-dekzanden).

1968 In een geomorfologische studie van de NE-wand van het Kempisch Plateau komt *Paredis* bij het grindonderzoek tot een aantal andere conclusies dan Wirix. Vooreerst telt eerstgenoemde 700 in plaats van 300 grinden per monster. Zo krijgt hij een standaarddeviatie die kleiner is dan 1%, terwijl die rond de 15% schommelt indien men slechts 300 grinden telt. Het kwartsgehalte stijgt bij dalende korrelgroottes binnen één enkele groeve, maar over het gehele Kempisch Plateau bekeken zou het kwartspercentage overal rond de 40% schommelen (grindfractie tussen 4 en 8 mm). Bijgevolg verwerpt hij enige Rijninvloed op het plateau. De sedimenten op het Kempisch Plateau zouden in twee fasen afgezet geweest zijn. In een eerste fase vult een zeer zandige grindrivier de bestaande geulen waarna een vrij homogeen grindpakket afgezet wordt. In het geomorfologische deel van zijn thesis besluit Paredis dat de NE-wand van het plateau nabij Bree een tektonische wand is die zich verder naar het noorden opsplijt. De breuk die hiermee geassocieerd is heeft nog na de vorming van de rode verweringsbodem gewerkt.

1969 *Paulissen en Munaut* beschrijven een bodem van Bölling-ouderdom middenin een duinformatie: de Bodem van Opgrimbie. Voor een tweede bodem, van Alleröd-ouderdom, in dezelfde duinformatie behouden ze de naam 'Bodem van Usselo'.

1973 In het kader van zijn doctoraat wordt door *Paulissen* de Quataire afzettingen van de Maasvallei in Belgisch Limburg onderzocht. Zijn studie bestaat uit twee grote delen: de hydrografische kenmerken en evolutie van de Maas die de alluviale vlakte heeft opgebouwd enerzijds en de terrassen en dekzandformaties anderzijds.

Volgens Paulissen is de evolutie van de Maas klimatologisch bepaald: erosie tijdens interglacialen en sedimentatie tijdens glacialen. Aan beide evolutiepatronen zijn fluviale sedimenten verbonden. Uit zijn werk blijkt dat de tektonische activiteit in dit gebied, rondom de Slenk van Roermond, voor de bestudeerde perioden (vanaf het Mindel-Riss interglaciaal) de klimatologisch bepaalde evolutie slechts gering heeft beïnvloed.

Na de sedimentatie van het Kempens Hoofdterras tijdens het Mindelglaciaal, erodeert de Maas de Maasvallei, in de horst van Zuid-Limburg, aansluitend met het dal van Stamproy-Venlo in de Slenk van Roermond. Ten zuiden van Lanaken worden twee erosie-terrassen gevormd: het terras van Mopertingen met een top van 75 à 77 m en het terras

van Lanaken met een top van 65 à 68 m. Het Rissglaciaal is de belangrijkste periode voor de vorming van de huidige Maasvallei. In een eerste deel van het Rissglaciaal werd het terras van Caberg-Pietersem gevormd, in een tweede deel het terras van Eisdén-Lanklaar. Dit laatste kenmerkt zich door een zeer laag kwartspercentage, duidelijk lager dan alle hogere niveaus, wat wordt veroorzaakt door de aanvoer van fris, nieuw puin uit de Ardennen. Beide sedimentatieperiodes, overeenkomend met de vorming van beide terrassen, zijn gescheiden door een belangrijke erosieperiode die nu resulteert in een kleine steilrand nabij Lanaken. Deze erosieperiode is waarschijnlijk te wijten aan een klimaatsverbetering tijdens het Rissglaciaal.

Tijdens het Riss-Würminterglaciaal werd de Maas terug een erosieve rivier en ruimde de Rissterrassen gedeeltelijk op.

Een opnieuw verwilderde rivier zette tijdens het Würmglaciaal het terras van Mechelen-aan-de-Maas af. De grindafzettingen uit dit niveau zijn voornamelijk remaniëringen van oudere terrassen.

Tijdens het Tardiglaciaal verliep de grindsedimentatie door de verwilderde Maas verder en het terras van Geistingen werd opgebouwd en bedekt door een zandig alluvium.

De Holocene Maas is een eilandenrivier met een hoge sinuositet en bouwt een brede alluviale vlakte op door talrijke migraties en stroomverplaatsingen, die naast een laterale eveneens een verticale erosie veroorzaken. De bovenste gronden van de laagterrassen worden herwerkt, terwijl grote hoeveelheden recent alluvium worden afgezet.

Over de ligging en Quartaire werking van breuken in het gebied vermeldt de auteur dat activiteit langsheen de Feldbiss breuk stopt voor het Holoceen en dat de Heerlerheide breuk helemaal geen werking heeft gehad in het Quartair.

1974 In de Maasvallei en omgeving herkent *Pissart* een tiental terrassen. Deze terrassen convergeren stroomopwaarts tengevolge van de progressieve insnijding van de rivier. Indicaties voor lokale uplift bestaan: ten oosten van Namen tonen de terrassen bewijzen van een uplift welke alles stroomafwaarts van dit punt gekanteld moet hebben. De verbinding/vergelijking van terrassen wordt tot nu toe uitgevoerd op basis van altimetrische aannames. Enkel in het lage terras van Würmouderdom kan de correlatie van de terrassen gec calibreerd en gevalideerd worden door middel van zware mineralen van vulkanische aard. Volgens *Pissart* hebben de Maasterrassen waarschijnlijk een klimatologische oorzaak. Acht niveaus lijken gevormd te zijn onder periglaciale condities.

1974 *Wevers* onderzoekt de hoofdterrasafzettingen in Limburg aan de hand van lichte mineralen. Hij komt geografisch tot een mineralogische grens tussen Maas- en Rijnzanden. Rijnsedimenten worden gekenmerkt door 50% kwarts, 20% veldspaat en 25% gesteentefragmenten. Voor Maaszanden zijn de percentages respectievelijk 80%, 5% en 12% met verder veel glauconiet en chloriet ten opzichte van Rijnzanden. Zuivere Rijnzanden liggen ten noorden van de lijn Weebosch-Luijksgestel-Kaulille. Ten zuiden van de lijn Helchteren-Neeroeteren vindt hij zuivere Maassedimenten terwijl de mengzone zich tussen beide lijnen bevindt.

1975 *Kuyl* (int. comm. in *Doppert et al.*, 1975) koppelt in de toelichting bij de geologische overzichtskaarten van Nederland een aantal terrasniveaus in Nederlands Zuid-Limburg aan formatienamen. Van oud naar jong zijn dat het Kosberg-terras (Kiezeloëlietformatie), het Simpelveld-terras (Formatie van Tegelen), het terras van Sibbe (Formatie van Kedichem), het terras van Valkenburg (Formatie van Sterksel), het Rothem-terras en het Caberg-terras (Formatie van Veghel) en tenslotte het Laagterras (Formatie van Kreftenheye). De huidige alluviale vlakte komt overeen met de Formatie van Betuwe.

1978 *Paulissen* deelt de hoofdterrasafzettingen van het Kempisch Plateau lithostratigrafisch in: de Winterslag zanden (grindrijke Maaszanden - Cromeriaan of Elsteriaan), de Lommel zanden (Maasgrindrijke Rijnzanden - Cromeriaan of Elsteriaan), de Bocholt zanden (Rijngrindarme Rijnzanden - Elsteriaan of jonger) en de Zutendaal gronden (Maasgrinden - Elsteriaan). Het grindfacies komt vooral in het oosten en zuid-oosten voor. Naar het westen en noorden toe domineert het zandfacies met in het noorden vooral Rijninvloed. De overgang tussen beide facies is vrij bruusk. Nabij de ooststrand van het plateau bevindt zich dikwijls een zandfacies discordant onder het grind. Verder merkt hij op dat de petrografische en mineralogische Maas-Rijn-grens niet samenvallen.

1980 *J. Van Hoof* buigt zich over de geomorfologische ontwikkeling van de oostelijke rand van het Kempisch Plateau. Zij waagt zich aan een aantal hypotheses omtrent de evolutie. Vooreerst blijkt uit boorprofielen dat de plateaurand niet fel achteruit geweken is vóór de afzetting van het dekzandpakket dat de basale concaviteit veroorzaakt aan de voet van de rand. Dit dekzandpakket zou van Saale-ouderdom zijn. Verder zou er slechts geringe erosie hebben plaatsgehad tijdens het Weichseliaan: de dalen op de plateaurand zijn bedekt met dekzanden uit deze periode. Een interessant nevengegeven bij deze boorprofielen is het feit dat in de oude meanderbocht te Bergerven een - evenwel dun - pakket Dilsen-dekzanden terug te vinden is.

Nog door middel van boringen heeft ze kunnen vaststellen dat de dome-structuren aan de voet van de helling niet allemaal puinkegels zijn: te Schootshei, Avondborn en nabij de Teutelberg is er sprake van Saale-dekzandruggen.

Tot slot is er een grondige studie van de groeve Maasland uitgevoerd. Een ruw algemeen lithologisch schema ziet er als volgt uit (van onder naar boven): grind, 1 m kleiig en lemig materiaal, 1 m fijn poederig wit zand, 0.3 m bleekgeel zand, 2 m rode lemige fijne zanden en aan de top 0.5 m bleekbeige lemig fijn zand.

1981 In *Paepe et al.* wordt erop gewezen dat de studie van het terrassensysteem sterk wordt beïnvloed door neotektonische en epirogenetische bewegingen tijdens het Quartair. Volgens hem is de lithostratigrafische aanpak om de terrassen te correleren de beste wanneer ze geplaatst wordt in een paleogeografisch kader. De terrassen zijn volgens Paepe niet éénduidig te correleren met één koude fase, maar moeten volgens hem een polycyclische origine hebben.

1982 De geomorfologie van de westelijke plateaurand wordt besproken in de licentiaatsthesis van *J. Van Mechelen*. Hoewel zijn studiegebied ten noorden van het kaartblad Rekem gelegen is, is het toch nuttig om de conclusies van zijn werk kort te bespreken. De opbouw van het Kempisch Plateau start volgens hem na de afzetting van de zanden van Mol (Plio-Pleistoceen). Door de werking van de breuk van Rauw in de Elster-ijstijd worden Rijn en Maas aange trokken. Fluviatiele sedimenten worden afgezet door een rivier met actieve stroomgeulen en verlaten meanders. Het ontstaan van de westelijke plateaurand moeten we hier begrijpen in de context van het studiegebied: de zanden van Mol vormen er het substraat. Ten westen van de breuk van Rauw zijn deze niet beschermd door een grindpakket waardoor er een reliëfsinversie optreedt. Door het aanvreten van het plateau komen de terrasgrinden veel verder naar het westen voor.

1985 In dit jaar verschijnt een publicatie in verband met de Feldbiss breuk in de Maasvallei (*Paulissen, Vandenberghe en Gullentops*). Door middel van een intensieve geoëlectrische campagne heeft men een begraven breuktrap in de basis van de dalbodengrinden van de Maas kunnen lokaliseren, een breuktrap beter bekend als de 'Bichterweert scarp'. Zowel de top als de basis van het grindpakket in de Maasvallei zijn isohypsometrisch in kaart gebracht. De basis van het grindpakket wordt een zevental meter verlaagd ten noorden van de breuk en dit vanaf het Kempisch Plateau tot aan de huidige Maas. De top van het grindpakket wordt niet verplaatst, uitgezonderd ter hoogte van het terras van Eisden-Lanklaar. Hieruit kunnen we afleiden dat de breuk nog na het Saale-glaciaal moet gewerkt hebben. Verder betekent dit ook dat - aangezien de top van de Maasmechelen grinden niet verplaatst wordt en de basis van de Holocene Maasgrinden wel - er onder de Holocene Maasgrinden (de Stokkem grinden) nog Pleistocene grinden van een ouder 'terras' moeten liggen.

1992 Uit het onderzoek van *Bustamente-Santa Cruz* blijkt dat een gedetailleerde elektronische microanalyse leidt tot een betere bepaling van de voornaamste Eifelmineralen die afkomstig zijn van de post-rissiaanse vulkanische activiteit. Deze analyse toont aan dat de scheikundige samenstelling van het titaanaugiet van de Ormontvulkaan zeer sterk gelijkt op de samenstelling van de Eltviller Tuff. Beiden lijken van dezelfde oorsprong en ouderdom te zijn.

1993 Door *J. Vandenberghe* (1993a) wordt de volledige fluviatiele cyclus van het Maasterrassensysteem beschreven en geïnterpreteerd, rekening houdend met de sedimentaire en geomorfologische ontwikkeling in functie van klimaatsveranderingen. De cyclus vangt aan bij het begin van het Saaliaan en resulteert in de vorming van het Cabergterras op het einde van het intra-Saal Belvédère-interglaciaal. De sequentie start met een erosieve fase bij het begin van een koude periode, gevolgd door een verwilderd riviersysteem op het koudste moment, een nieuwe insnijding op het einde van deze koude periode en tenslotte een lichte accumulatie tijdens het hierop volgende interglaciaal. De volgende cyclus start dan bij een nieuwe erosieve fase die de top van de voorgaande sedimentaire cyclus transformeert in een terras.

1993 In een artikel over het Bosbeekdal schrijven *Gullentops, Janssen en Paulissen* dat sneeuw in de periglaciale omgeving tijdens de Saale-ijstijd een belangrijke rol heeft gespeeld bij de vorming van het landschap aldaar. Snelle sneeuwsmeelt in het begin van de zomer zorgde voor het snel terugwijken van de noordwestelijke valleiwand en de vorming van een pediment tussen deze wand en het Saale-terras van de Bosbeek. Op een lager niveau vinden we de Weichsel-grinden, lichtjes ingesneden in het Saale-terras of, waar dit niet aanwezig is, in het pediment. Een pakket eolische zanden overdekt deze eenheden.

3.1.3 Historisch overzicht van de tektoniek op kaartblad Rekem in een regionale context

Bij het geven van een historisch overzicht van welke breuken er op bepaalde plaatsen getekend zijn bestaan er twee moeilijkheden: verschillende auteurs geven verschillende namen aan eenzelfde breuktrap en omgekeerd komt het voor dat een bepaalde auteur een specifiek genoemde breuk op een geheel andere plaats ziet. (fig. 7)

Reeds vroeg in deze eeuw werd het belang van breuken in het NE van België aangestipt. Steunend op gegevens uit het steenkoolterrein tekent Forir in 1904 twee noordwest-zuidoost gerichte breuken in de Maasvallei die hij respectievelijk de Dilsen breuk en de Heerlerheide breuk noemt.

Briquet (1907) tekent een niet nader genoemde storing in de Maasterrassen die hij laat samenvallen met de steilrand van het Kempisch Plateau nabij Bree.

Stainier (1907 en 1911) tekent drie breuken in de omgeving van Dilsen-Stokkem: de oost-west gerichte breuken van Rotem en Heerlerheide en de Elen breuk die een noordwest-zuidoost oriëntatie heeft. De verplaatsing van de basis van het Tertiair is respectievelijk 50 m, 150 m en 200 m.

In 1914 ziet Klein een sprong van 22 m in de Midenterrassen die hij toeschrijft aan de Heerlerheide breuk en een sprong van 56 m in oudere terrasafzettingen die hij laat samenvallen met de Sandgewand-Feldbiss breuk. De eerstgenoemde veroorzaakt tevens de steilrand te Bree.

Reinhold (1920) tekent de Sandgewand breuk (veel zuidelijker gelegen dan bij Klein) en de Heerlerheide breuk.

Grosjean (1936) baseert zich op 6 steenkoolboringen om de Heerlerheide breuk, de Neeroeteren breuk en de Elen breuk te tekenen. De twee laatste vallen ongeveer samen met de identiek genoemde breuken van Stainier (1911). Verder laat hij de Neeroeteren breuk samenvallen met de steilrand.

Jongmans en Van Rummelen (1941) leggen de Sandgewand breuk terug naar het noorden en laten de Feldbiss breuk doorkomen waar bij Reinhold de Sandgewand breuk getekend is. Verder behouden zij de Rotem-Heerlerheide breuk.

Met De Sitter (1942) neemt de Feldbiss terug een meer noordelijke positie in. Bovendien tekent hij tussen deze breuk en de Heerlerheide breuk een nieuwe breuk (althans wat de naam betreft) namelijk de Geleen breuk.

Op basis van nieuwe gegevens tekent Grosjean (1942) de Rotem-Heerlerheide breuk door tot in de dalbodemgrinden van de Maas die met ten minste 10 m verplaatst worden.

Maaskant (1949) ziet van zuid naar noord de Rotem-Heerlerheide breuk, de Geleen breuk en de Feldbiss breuk met deze laatste voor de eerste maal op een zeer noordelijk gelegen lokatie.

In 1959 tekent De Ridder de Feldbiss breuk zoals voorgesteld door Maaskant. Op het profiel zijn enkel sedimenten te zien ten noorden van de breuk zodat de precieze argumenten om deze breuk doorheen de basis van het Quartair te tekenen ontbreken.

Pattijn onderzoekt in 1963 het steenkoolterrein en ziet een verplaatsing van 500 tot 600 m die hij toeschrijft aan de Heerlerheide breuk en een verplaatsing van ongeveer 350 m overeenkomend met de Feldbiss breuk. De Geleen breuk tekent hij op basis van een geringe verplaatsing.

De Heerlerheide breuk en de Feldbiss breuk worden nog getekend door Legrand (1968). Op zijn isohypsenkaarten is de eerste te zien in de top van de sokkel door een sprong van 50 m en in de basis van het Tertiair door een sprong van 150 m. Ten noorden van de Feldbiss breuk vallen de isohypsen weg hetgeen op een zeer grote verplaatsing zou kunnen wijzen.

In Nederland worden van zuid naar noord de Heerlerheide breuk, de Geleen breuk en de Feldbiss breuk getekend in de Maasvallei door Kuyl (1971). De naamgeving en configuratie zoals hier aangegeven wordt in de Geologische kaart van Zuid-Limburg en omgeving (Paleozoïcum, 1995/Pré-Quartair, 1984/Maasafzettingen, 1989) overgenomen.

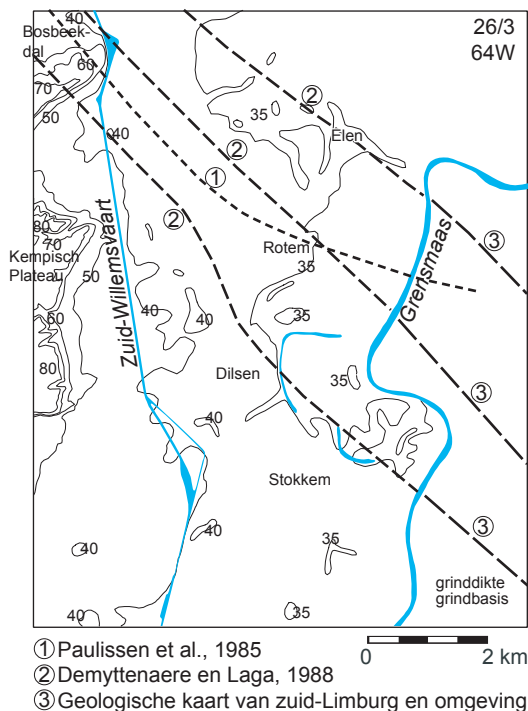


Fig. 7: Tektonisch overzichtskartje van het kaartblad 26/3. Hoogtelijnen (m boven zeeniveau) zijn gegeven om de 5 m

Paulissen (1973) verwerpt de werking van de Heerlerheide breuk in de dalbodemgrinden van de Maas (cfr. Grosjean, 1942) en bevestigt hij er het bestaan van de Feldbiss breuk. Deze zou tot en met het Weichseliaan gewerkt hebben en wordt verder definitief verbonden met de steilrand van het Kempens Plateau nabij Bree.

Van Montfrans neemt de breukenconfiguratie van Kuyl (1971) over en sluit Quartaire werking van deze breuken niet uit. Laatstgenoemde auteur schrijft in 1980 een verplaatsing in de Weichsel loess toe aan de Feldbiss breuk.

Als resultaat van een seismische campagne vinden Bouckaert et al. (1981) een ontubbeling van de Heerlerheide breuk die samen voor een sprong van 400 m veroorzaken in de top van het Karboon. Hetzelfde breukbedrag wordt toegeschreven aan de Feldbiss breuk. Van de Geleen breuk wordt slechts een klein fragment getekend, bedoeld als een kleine uitloper van de Feldbiss breuk.

Paulissen et al. (1985) lokaliseren de Feldbiss breuk in de Maasvallei als een begraven steilrand ('Bichterweert scarp') aan de hand van een dicht gegevensnet en besluiten dat er tot in het Weichsel breukwerking geweest is. De basis van de Saale-grinden wordt verplaatst met 11 m, de top met 2 à 3 m en de basis van de Weichsel-grinden met 8 m. De top van de Weichsel-grinden zou niet meer verplaatst zijn. Wat de geometrie betreft laten de auteurs de Feldbiss breuk die in het noorden samenvalt met de steilrand van het Kempisch Plateau ombuigen ter hoogte van de Maas om dan in Nederland over te gaan in wat daar als de Feldbiss breuk wordt aangeduid. Verder wordt een secundaire tektonische rand op het Kempisch Plateau aangeduid als de 'Berg scarp'.

Demyttenaere en Laga (1988) tekenen van zuid naar noord de Rotem-Heerlerheide breuk, de Neeroeteren-Geleen breuk en de Elen-Feldbiss breuk. De eerste kent voor de basis van het Mioceen en de basis van het Tertiair eenzelfde bedrag, namelijk 150 m. De Geleen breuk verplaatst de Tertiair-basis met 350 m en de basis van het Mioceen met 250 m. De breukbedragen voor de Feldbiss zijn voor beide vlakken ongeveer 100 m. De naamgeving van de breuken geeft duidelijk aan welke breuken over de Maas heen met elkaar gecorreleerd worden.

In de jaren negentig is het eerste grote werk omtrent de grabenbreuken dat van Geluk et al. (1994). Zij tekenen de Heerlerheide breuk, de Neeroeteren breuk en de Feldbiss breuk als belangrijkste voor de zuidwestelijke begrenzing van de graben. De 'Bichterweert scarp' van Paulissen et al. (1985) wordt hier het bewijs genoemd voor het vervolg van de Feldbiss breuk op Belgisch grondgebied. Nochtans verbindt men in de overzichtsfiguur van het artikel de Neeroeteren breuk in België met wat in Nederland de Geleen breuk genoemd wordt, hetgeen in Paulissen et al. (1985) niet geponeerd wordt.

Paulissen herhaalt in 1997 de bevindingen uit 1985 en geeft verder een breukbedrag van 5 à 7 m voor de 'Berg scarp'. De werking van deze breuk is gestopt voor de aanvang van het Saale glaciaal.

3.2 De diktekaart

3.2.1 Inleiding

Vooraleer aan te vangen met het beschrijven van de Quartaire diktekaart, moet duidelijk gesteld worden dat dit slechts een hypothetische diktekaart is. De dikte van het Quartair kan sterk van plaats tot plaats verschillen en kan dus niet overall exact worden weergegeven. De kaart geeft wel een goed algemeen beeld, maar wanneer men wil inzoomen op een bepaald gedeelte, zal ter plaatse een grondigere studie moeten worden uitgevoerd. De diktekaart van het Quartair is getekend aan de hand van het uitplotten van de dikte van de pakketten op een kaart met schaal 1/25 000. In tegenstelling tot vroegere kaarten is niet altijd rekening gehouden met de bestaande topografie. Het is namelijk een niet correcte aanname om te stellen dat de dikte en de basis van het Quartair gelijk en egaal zijn. In weinig reliëfrijke gebieden is het eerder aangewezen om op basis van de bestaande punten - ook al zijn het er weinig - de isopachen te tekenen. In reliëfrijke gebieden met aanzienlijke hoogteverschillen op vrij korte afstand, is men meer verplicht om de huidige contourlijnen te volgen, ten eerste omdat het Quartaire dek er dun kan zijn en ten tweede omdat de hoogteverschillen op korte afstand de variaties in dikte van het Quartair ruimschoots overtreffen. De dikte is functie van de aard van de afzettingen, het Tertiaire paleoreliëf en de Quartaire landschapsevolutie.

3.2.2 De invloed van het Quartair op het reliëf

3.2.2.1 Reliëfnivellering door het Quartaire dek

3.2.2.1.1 Eolische afzettingen

Uit de profielen, de bodemkaarten en de boorbeschrijvingen blijkt dat het eolische dek het dunst is op de steile hellingen en op de hogere delen van het plateau, terwijl het veel dikker is op zwakke hellingen en in de dalen. De oorspronkelijke topografie wordt hierdoor duidelijk afgezwakt.

3.2.2.1.2 Fluviale afzettingen

Reliëf afzwakking in de dalen kan voorkomen door de afzetting van colluvium of beekalluvium. De depressies worden zo opgevuld en de hellingen worden afgezwakt.

3.2.2.2 Reliëfvorming door het Quartaire dek

3.2.2.2.1 Eolische afzettingen

Quartaire afzettingen kunnen ook reliëfopbouwend zijn bijvoorbeeld door de vorming van windwallen langs rivieren en door de vorming van duinen. Deze laatste kunnen een aanzienlijke verdikking van het Quartaire dek te weeg brengen zoals de duinformaties in het zuidwesten van kaartblad Stokkem-Dilsen.

3.2.2.2.2 Fluviatiele erosie

De erosie in de bovenloop van beekjes zorgt ervoor dat deze dieper worden en zich verder stroomopwaarts gaan insnijden bijvoorbeeld de beekinsnijdingen aan de rand van het Kempisch Plateau in het noorden op het kaartblad Veldwezelt.

3.2.3 Bespreking van de diktekaart (cfr. fig. 5)

Dikte van het Quartair van 0 tot 1 m

Voor het ganse kaartblad Rekem zijn slechts een aantal waarnemingspunten waar het Tertiair dagzoomt. Het gaat hierbij om geïsoleerde gevallen die niet aangeduid zijn op de isopachenkaart. De isopach van 1 m is bijgevolg niet terug te vinden op de kaart.

Dikte van het Quartair van 1 tot 4 m

Diktes van 1 tot 4 m worden teruggevonden op de min of meer steile hellingen van het Kempisch Plateau (de oostelijke en westelijke rand), steile hellingen in de valleien van de Bosbeek, de Stiemerbeek en de Dorpsbeek, evenals op sommige plaatsen ten westen van het plateau. Op de steile hellingen betreft het een dun pakket dekzanden, in het laatste geval eveneens dekzanden of beekalluvium.

Dikte van het Quartair van 4 tot 10 m

Ten westen van het Kempisch Plateau bevindt de dikte van het Quartair zich meestal in deze klasse. Hier gaat het meestal om dekzanden of een superpositie van herwerkte Maasgrinden (pedimentgrinden of beekgrinden) en dekformaties. In het uiterste noordwesten van het kaartblad, op het plateau zelf, bevinden de oude Maasgrinden zich in dezelfde klasse. Diktes tussen 4 en 10 m worden ook teruggevonden aan de voet van de oostelijke plateaurand (eolisch zand) en in de valleien van de Bosbeek, Stiemerbeek en Dorpsbeek (combinatie van bedekte beekgrinden, eolisch zand en recent alluvium). Een aantal stroken in de huidige alluviale vlakte van de Maas tonen diktes van minder dan 10 m.

Dikte van het Quartair van 10 tot 22 m

Het overgrote deel van het Quartair op het kaartblad Rekem is tussen 10 en 22 m dik. Uitgestrekte delen van het Kempisch Plateau herbergen Quartaire pakketten van meer dan 10 m dikte, zowel ten oosten als ten westen van het Bosbeekdal. Het betreft hier Maasafzettingen (grind en zand) met een minimum aan dekzand. Het Quartair in de Maasvallei is eveneens meestal tussen 10 en 22 m dik.

Dikte van het Quartair van meer dan 22 m

Een aantal boringen op het plateau geven diktes van meer dan 22 m. Ze hangen waarschijnlijk samen met geulstructuren aan de basis van de Maasafzettingen. Op bepaalde plaatsen (omgeving van Eisden) in de Maasvallei is het Quartair eveneens dikker dan 22 m. Enerzijds gaat het hierbij om dikke grindafzettingen, waarschijnlijk geassocieerd met geulstructuren (link met basis van het Quartair) terwijl nabij de mijn van Eisden de grotere dikte van het Quartair te wijten is aan duinafzettingen (link met de topografie).

3.2.4 Diktekaart van de grindrijke afzettingen

Aangezien de hoofdmoot van de Quartaire afzettingen op dit kaartblad ofwel uit grindrijke Maasafzettingen ofwel uit eolische zanden bestaat is voor elk van deze groepen een aparte diktekaart gemaakt. Voor de diktekaart van de grindrijke afzettingen is geopteerd voor iets andere isopachen (1-3-7-15) om een grotere differentiatie te krijgen (fig. 8). Grindpakketten van meer dan 22 m dik zijn zeldzaam zodat we bij een progressie van 1-4-10-22 een isopach verliezen.

De dunste grindafzettingen zijn terug te vinden ten zuidwesten van het Kempisch Plateau. Het gaat hier om beekgrinden en pedimentgrinden. Op het plateau daarentegen bereiken de grinden diktes van meer dan 15 m. De meer zandige maar toch nog grindhoudende Maasafzettingen (Winterslag zanden) zijn zelden meer dan 15 m en meestal minder dan 7 m dik. Het grindsubstraat in de Bosbeekvallei (herwerkte Maasgrinden) is tussen de 1 en 3 m dik. Hetzelfde geldt voor de grindafzettingen op de oostelijke plateaurand. In de Maasvallei zelf zijn de dikste grindpakketten terug te vinden ter hoogte van de puinkegels en in de graben.

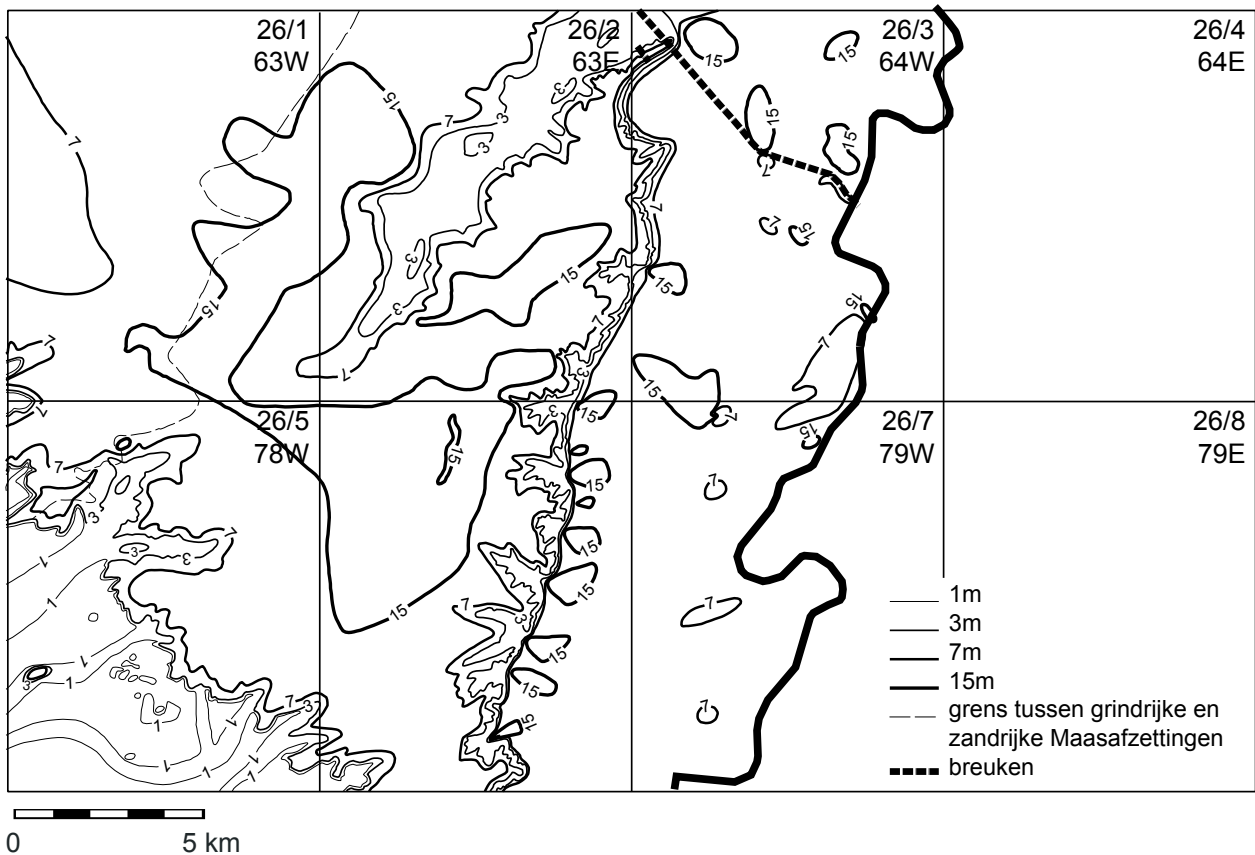


Fig.8: Diktekaart van de grindrijke afzettingen

3.2.5 Diktekaart van de dek- en duinzanden

Eolische afzettingen van meer dan 7 m zijn zeldzaam zodat hier voor de progressie 1-4-10-22 gekozen is. Dek- en duinzanden van minder dan 1 m dik zijn niet aangeduid hoewel ze dus wel aanwezig kunnen zijn. Ten zuidwesten van het plateau zijn er een aantal lokaties met zandpakketten van meer dan 4 m net zoals op de oostelijke plateaurand waar de Formatie van Dilsen toch diktes kan bereiken van meer dan 7 m (fig. 9). Nabij Eidsen zijn duinformaties terug te vinden die meer dan 10 m dik zijn. Om de kaart vlot te kunnen lezen is het best te vertrekken vanuit de linkerbenedenhoek: daar is het dekzand tussen 1 en 4 m dik zijn.

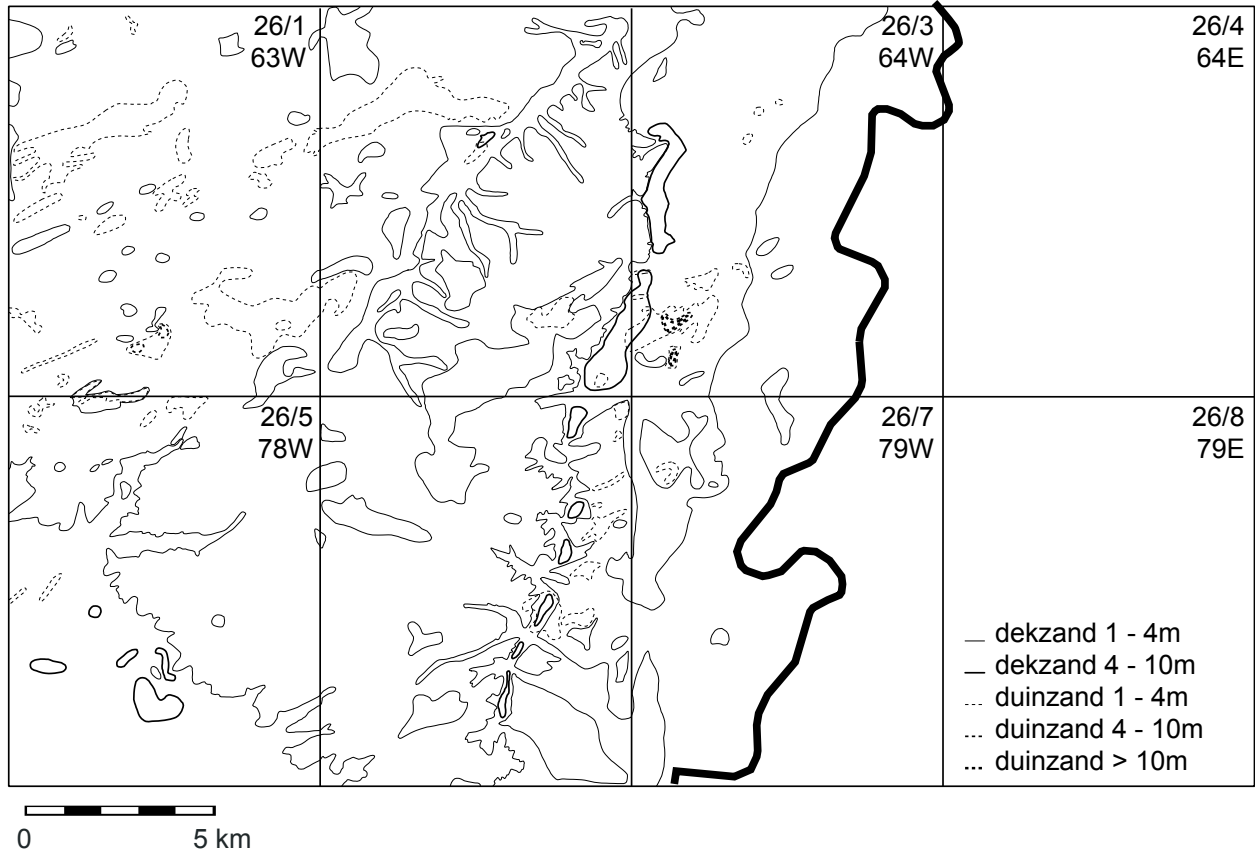


Fig. 9: Diktekaart van de dek- en duinzanden

3.3 De profieltypekaart

3.3.1 Beschrijving van de gekarteerde eenheden (tabellen 2 en 3)

3.3.1.1 Fluviatiele afzettingen

3.3.1.1.1 Maasafzettingen

3.3.1.1.1.1 Formatie van Leut: Mullem klei en Heppeneert leem

Dit is het fijne alluvium getransporteerd en afgezet door de Maas tijdens het Holocene (Paulissen, 1973). Ruimtelijk kan het opgesplitst worden in geulsedimenten en overstromingssedimenten. De fractie kleiner dan 16 μm is belangrijker bij geulsedimenten. Bovendien is de kleifractie er hoger dan de fijne siltfractie. Naast deze ruimtelijke differentiatie is er een chronologische differentiatie die zeer goed merkbaar is in de oudere geulsedimenten: doorheen het Holocene stijgt de silratio van dit fijn alluvium. Men spreekt van de oudere Mullem-klei, anterieur aan de ontbossingen,

Stratigrafie	Lithologie (beknopt)	Milieu/Genese	Chronostratigrafie	Dikte
Formatie van Bouwel	fijn zand	eolisch (duin)	Holocene	1 - 5 m
Formatie van Hechtel	fijn zand	eolisch (duin)	Laat-Weichseliaan	2 - 15 m
Formatie van Wildert	fijn zwaklemig zand, mogelijk grindbijmenging, cryoturbaties	eolisch	Pleni-Weichseliaan	0.5 - 8m
Formatie van Dilsen	fijn zwaklemig zand, mogelijk grindbijmenging, cryoturbaties	eolisch	Saaliaan	0.5 - 8m
Heppeneert leem	leem en zandleem	fluviaal (overstromingsleem en opvulling van geulen)	Holocene	1 - 5 m
Mullem klei	klei, lemige klei en zandige klei	fluviaal (overstromingsklei en opvulling van geulen)	Holocene	1 - 5 m
Stokkem grinden	fijn tot grof grind met grof zand	fluviaal	Holocene	5 - 14 m
Maasgrinden	fijn tot grof grind met grof zand	fluviaal	Tardi-Weichseliaan	9 - 14 m
Geistingen grinden	fijn tot grof grind met grof zand	fluviaal	Weichseliaan	7 - 10 m
Maasmechelen grinden	fijn tot grof grind met grof zand	fluviaal	Pleni-Weichseliaan	6 - 18 m
Eisden-Lanklaar grinden	fijn tot grof grind met grof zand	fluviaal	Saaliaan	8 - 18 m
Caberg-Pietersem grinden	grind	fluviaal	Saaliaan	?
Lanaken grinden	grind	fluviaal	Saaliaan	?
Zutendaal grinden	grof grind met weinig zand, leem matrix, leemlenzen	fluviaal	Cromeriaan en/of Vroeg-Pleistoceen	6 - 22 m
Winterslag zanden	grof zand met grinden, verspreid of in banken	fluviaal	Cromeriaan en/of Vroeg-Pleistoceen	3 - 20 m
/	leem	fluviaal/eolisch?	?	1 - 2 m
/	grind, zand en silt	fluviaal (beekgrinden)	Saaliaan/Weichseliaan	1 - 5 m
/	grind, zand en silt	fluviaal (pedimentgrind)	Saaliaan	0.5 - 2m
/	grof zand en grind	'fluviaal (puinkegelaafzettingen)	Saaliaan	3 - 7 m
/	grof zand en grind	fluviaal (hellingspuinafzettingen)	Saaliaan	1 - 2 m
/	fijn en grof zand, weinig grind, soms veen	fluviaal (beekalluvium)	Holocene	0.5 - 2m
/	fijn tot grof zand, een weinig grind	fluviaal (colluvium)	Holocene	0.5 - 2m

Tabel 2: Beschrijving van de gekarteerde eenheden

en de jongere Heppeneert-leem die er posterieur aan is. In het ideale geval liggen ze boven elkaar. Het is nochtans niet mogelijk geweest om beide eenheden apart te karteren. In de boorgegevens spreekt men wel van lemig alluvium enerzijds en kleig alluvium anderzijds maar dit onderscheid lijkt eerder te maken te hebben met de situering in de tijd van de boring dan met enige ruimtelijke differentiatie: oudere gegevens (begin 20ste eeuw) geven systematisch kleig alluvium aan terwijl latere boorgegevens (na WO II) over lemig alluvium spreken.

De dikte van de Formatie van Leut varieert van minder dan 1 m op de grindbanken tot 5 m in de geulen en kan op zeer korte afstand veranderen. Het is gekarteerd op basis van boorbeschrijvingen en gegevens op de bodemkaart.

				Fluviatiel				Eolisch		
				Maas- en Rijnafzettingen			Andere			
Holoceen				Formatie van Lanklaar	Stokkem grinden	Formatie van Leut	Heppeneert leem Mullem klei	(venig) beekalluvium colluvium	Formatie van Bouwel	
					Maasgrinden Geistingen grinden Maasmechelen grinden <td rowspan="3">beekgrinden</td> <td rowspan="3">Formatie van Hechtel Formatie van Wildert</td>			beekgrinden	Formatie van Hechtel Formatie van Wildert	
Pleistoceen				Formatie van Lanaken <td colspan="3">?</td> <td></td>	?					
					Eisden-Lanklaar grinden <td rowspan="2">beekgrinden</td> <td rowspan="2">Formatie van Dilsen</td>					beekgrinden
Laat-Pleistoceen		Weichseliaan	Tardi-Weichseliaan	Formatie van Sterksel	Caberg-Pietersem grinden			puinkegelgrinden		
			Brabant		Lanaken grinden					
Midden-Pleistoceen		Saaliaan	Zutendaal grinden			pedimentgrinden				
			Haspengouw	Winterslag zanden						
Vroeg-Pleistoceen			Lommel zanden			puinhellingsgrinden				
			Bocholt zanden							

Tabel 3: Chronostratigrafische tabel bij het kaartblad Rekem

3.3.1.1.2 Formatie van Lanklaar

De dalbodemgrindafzettingen die hierna besproken worden hebben een dikte die varieert van 5 tot 20 m. Globaal komen de dikkere grindpakketten in de graben voor. Nochtans moet er op gewezen worden dat deze grindafzettingen in het algemeen zeer onregelmatig zijn. Op korte afstand (250 m) kan het grindpakket meer dan 5 m dikker worden, ook buiten de graben. Op de diktekaart komt dit niet zo uitgesproken in beeld omwille van de grootte der klassen.

Stokkem grinden

Dit lid bestaat uit fijn tot grof grind met beperkte bijmenging van leem en voornamelijk grof zand, afgezet door de Maas. In feite gaat het om herwerkte Pleistocene Maasafzettingen, gedeponerd als beddinggrinden door een rivier met een gemengde lading. Ze komen voor in de huidige alluviale vlakte van de Maas. De dikte varieert tussen 5 m en 20 m. Hierbij moet echter duidelijk gezegd worden dat het onderste deel van dit grindpakket waarschijnlijk uit oudere grinden bestaat (Geistingen-grinden, Maasmechelen grinden of Eisden-Lanklaar grinden) die nog niet herwerkt zijn door de huidige Maas. Petrografisch is de grens tussen Pleistocene en Holocene grinden moeilijk vast te stellen, mineralogisch zijn de laatstgenoemde gekenmerkt door de Laachersee vulkanische mineralen. In principe zijn de Stokkem grinden bedekt met fijn alluvium van de Maas (Formatie van Leut). Opmerkelijk is dat op sommige plaatsen de Maasgrinden zeer dun zijn.

Onbekende Maasgrinden

Op basis van de hoogteligging van de top van de grindafzettingen is een bijkomend niveau in de grinden van de Holocene alluviale vlakte gelokaliseerd. Het is tevens bedekt door de Formatie van Leut. Mogelijk is dit een intermediair niveau, mogelijk sluit het aan bij het terras van Geistingen.

Geistingen grinden

De Geistingen grinden zijn fluviale dalbodemgrinden met beperkte bijmenging van zand en leem, afgezet door een verwilderde rivier tijdens een koud klimaat. Op het kaartblad Rekem bevinden ze zich in terraspositie, overeenkomstig het terras van Geistingen. De grinden zijn centimetrisch - slechts 10% is grover dan 10 cm - en hoofdzakelijk van Ardense oorsprong. Wat de zware mineralogie betreft is het Ardennen-chloritoid kenmerkend, samen met de afwezigheid van de bruine Vogezenhoornblende (tengevolge van het verlies van de Moezel door de aftapping te Toul). Dekzand is steeds afwezig. De dikte schommelt tussen 7 en 14 m. Hier ook is het zeer waarschijnlijk dat oudere Maasafzettingen aanwezig zijn onder deze grinden. Paulissen (1973) beschrijft een zandig alluvium op deze grinden. De boorbeschrijvingen wijzen echter in de richting van een lemig en kleien alluvium zodoende dat we ook ondergebracht hebben in de Formatie van Leut. De ouderdom van deze grinden is ongeveer het einde van het Pleni-Weichsel (Brabantiaan).

Maasmechelen grinden

Dit zijn eveneens fluviale dalbodemgrinden, zeer gelijkaardig aan de Geistingen-grinden, met dit verschil dat het voorkomen van de Formatie van Wildert op deze grinden mogelijk is maar niet noodzakelijk. De dikte varieert van 6 tot 18 m. Deze grinden zijn afgezet tijdens het Pleni-glaciaal. Mogelijk bevinden zich nog resten van de Eisdén-Lanklaar grinden eronder. Later zijn ze in reliëf gezet door verdere erosie en vormen nu het terras van Mechelen-a/d-Maas.

Eisdén-Lanklaar grinden

Dit lid heeft dezelfde kenmerken als de vorige twee leden. Het komt echter in een ander stratigrafisch verband voor: bedekking door de Formatie van Dilsen en verwerking tot de Eem-bodem is mogelijk. Deze grinden zijn afgezet tijdens het Saale-glaciaal en hebben een dikte van 8 tot 18 m. Door erosie zijn ze morfologisch zichtbaar in het landschap en vormen het terras van Eisdén-Lanklaar.

Mogelijk oudere dan het bovenliggende lid van de Formatie van Lanklaar

Zoals reeds gezegd is het vrij waarschijnlijk dat onder de leden van de Formatie van Lanklaar, uitgenomen de Eisdén-Lanklaar grinden er zich nog oudere grinden bevinden. Dit wordt op de profieltypekaart tevens aangeduid.

3.3.1.1.3 Formatie van Lanaken: Caberg-Pietersem grinden en Lanaken grinden

Dit zijn hellingsterrasgrinden ingesneden in het hoofdterras (Formatie van Zutendaal), afgezet tijdens het Saaliaan. In principe zijn deze grinden niet verweerd tot de Bodem van As doch verwerking tot de Eem-bodem is mogelijk. Ook leem- en zandbedekkingen kunnen in principe voorkomen. Deze afzettingen dateren van voor het verlies van de Moezel en zijn bijgevolg gekenmerkt door de aanwezigheid van Moezelmineralen. Er komen slechts kleine fragmenten van deze grindafzettingen voor op dit kaartblad.

3.3.1.1.4 Formatie van Zutendaal

Zutendaal grinden

Het Lid van Zutendaal is een afzetting van fluvio-glaciale grove Maasgrinden in een al dan niet aanwezige leemmatrix met weinig zand; leemlenzen zijn plaatselijk geïntercaleerd. De grinden zijn vermoedelijk afgezet tijdens het Cromeriaan en/of het Vroeg-Pleistoceen door een verwilderde grindrivier in een koud klimaat en later verweerd tot de Bodem van As. Hun verbreidingsgebied valt essentieel samen met een deel van het Kempisch Plateau ten oosten en in een smalle strook ten westen van de Bosbeek. Stratigrafisch komen ze in principe boven de Winterslag zanden te liggen maar meestal zijn deze laatste volledig weggeschuurd vooraleer het grindfacies afgezet geweest is. Dit lid heeft een dikte die schommelt tussen 6 en 22 m.

Winterslag zanden

Dit lid wordt beschouwd als het zandfaciës op het Kempisch Plateau. Lithologisch bestaat het voornamelijk uit grof zand met grinden die verspreid of in banken voorkomen. De sedimentaire structuren wijzen in de richting van een verwilderde rivier. De Winterslag zanden zijn eveneens afgezet door de Maas tijdens het Vroeg-Pleistoceen of het Cromeriaan maar altijd voor het grindfacies. Een hernieuwde werking van de Rauw-breuk zou deze zandige Maas naar het westen afgeleid hebben. In principe zijn deze zanden verweerd tot de Bodem van As maar omwille van de ongunstige mineralogische samenstelling is dit praktisch nooit het geval. De dikte schommelt tussen de 3 en 20 m. Zowel de Winterslag zanden als de Zutendaal grinden zijn in reliëf gezet en vormen nu het hoofdterras van de Maas dat morfologisch overeenkomt met het Kempisch Plateau.

Het onderscheid tussen beide leden van de Formatie van Zutendaal is soms moeilijk te maken in boorbeschrijvingen: de verweringsgraad en de dominantie van grind of zand zijn de gehanteerde criteria.

3.3.1.1.1.5 Formatie van Sterksel

Deze formatie bevat de Lommel- en Bocholt zanden die samen met de Formatie van Zutendaal de sedimenten van het hoofdterras vormen. Ze zijn een mengeling van Maas- en Rijnaftzettingen, gedeponerd op het einde van het Vroeg-Pleistoceen. De Bocholt zanden zijn gelimiteerd tot de Roergraben terwijl de Lommel zanden op het plateau voorkomen.

Acht stalen, ter beschikking gesteld door de Belgische Geologische Dienst, zijn onderzocht op het voorkomen van enige Rijnn invloed en dit op basis van zware mineralen (fig.10).

Stalen 63W52-1, 63W56-1, 63W64-1, 63W65-2 en 63W67-1 behoren tot de Winterslag zanden (afwezigheid van bolvormige ijzeraanrijkingen, enkele chlorieten maar bijna geen alteriet); twee stalen (63W13-1 en 63W99-1) zijn sterk aangerijkt in ijzer (Zutendaal grinden); enkel staal 63W231-6 getuigt van een Rijnbijmenging (mica, alteriet en in het algemeen hoger gehalte aan zware mineralen). Tegen de verwachting in is het laatste staal niet het meest noordwestelijk gelegen - algemeen wordt immers aangenomen dat er van zuidoost naar noordwest een opeenvolging is van Zutendaal grinden, Winterslag zanden en Lommel zanden. Aangezien dit staal op 6 m diepte genomen is kunnen we toch stellen dat de Rijn een invloed heeft gehad tot op dit punt. Het ligt trouwens binnen de limiet van de aangeduide Rijnn invloed op de Quartairkaart van kaartblad Hasselt. Verder is deze observatie een bijkomend argument dat minstens een deel van de Lommel zanden ouder moet zijn dan de Winterslag zanden.

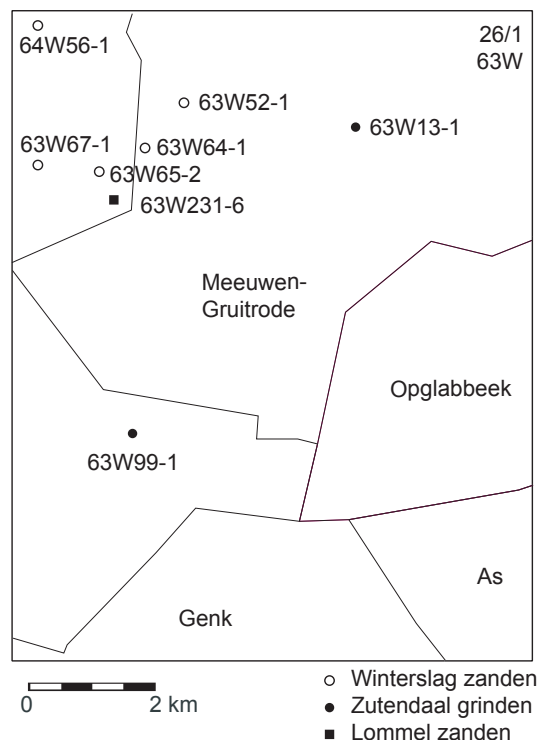


Fig. 10: Rijnn invloed

3.3.1.1.2 Herwerkte Maasafzettingen

3.3.1.1.2.1 Beekgrinden

In principe is aan de basis van elk dal op het kaartblad Rekem een grindlaag aanwezig. Meestal echter is deze slechts enkele decimeter dik. In bepaalde valleien die niet op het Kempisch Plateau gelegen zijn is deze grindlaag dikker en kunnen we van beekgrinden spreken: praktisch alle valleien ten zuidwesten van het plateau, de ganse vallei van de Bosbeek en de valleien op de oostelijke plateaurand. Bijna altijd zijn deze grinden bedekt door een laag dekzand van Weichsel-ouderdom en dikwijls ook nog Holoceen beekalluvium of colluvium. In feite kunnen we dus spreken van bedekt alluvium, zoals het geval is op de Quartairkaart van kaartbladen Hasselt, Sint-Truiden en Tongeren.

Ten zuidwesten van het Kempisch Plateau bereiken deze beekgrinden diktes tot 4 à 5 meter. In de meeste valleien echter is de dikte beperkt tot maximum 2 meter. Dit verschil is mogelijk te wijten aan het feit dat ten zuidwesten van het plateau nooit een jongere Maas gestroomd heeft om het afbraakmateriaal van het Kempisch Plateau te verwijderen.

De grinden zelf zijn afgezet tijdens het Saale- en het Weichsel-glaciaal. De Saale-grinden bevinden zich dan in terraspositie ten opzichte van de Weichsel-grinden. Het Saale-terras in de vallei van de Bosbeek wordt het Opoeteren-terras genoemd (Paulissen, et al., 1993). Op de kaart is geen onderscheid gemaakt tussen de ouderdom van de beekgrinden. Enkele boringen geven zeer dikke grindlagen in de Bosbeekvallei (tot 10 m dikke zand- en grindafzettingen onder de huidige alluviale vlakte). Het is echter zeer waarschijnlijk dat de grens met het Tertiair ergens in dit pakket gesitueerd is. De continentale Quartairafzettingen verschillen immers soms zeer weinig van de continentale Miocene Bolderbergzanden.

3.3.1.1.2.2 Pedimentgrinden

Bij de afbraak van het Kempisch Plateau zijn er op een aantal plaatsen pedimentgrinden afgezet. Vooreerst zijn er de grinden van het Beringen-Diepenbeek-pediment: een strook basaal grind, gemengd met zand en silt, van maximaal 1 m breed ten zuidwesten van het plateau. Hiervan zijn enkele resten teruggevonden. De dikte bedraagt ten hoogste 2 m. Een tweede pediment is gesitueerd ter hoogte van de Bosbeek-vallei, grotendeels op de linkeroever. Het is gevormd bij de insnijding van de Bosbeek tijdens het Saaliaan waarbij intense sneeuws melt in de zomer gezorgd heeft voor het terugwijken van de noordoost gerichte dalwand. Deze mengeling van grind, zand en silt - met een overwicht van grind - bereikt een dikte van 2 à 3 m. Op de rechteroever van de Bosbeek zijn slechts sporadisch resten teruggevonden van dit glaci.

3.3.1.1.2.3 Puinkegelgrinden

Bij de afbraak van de oostelijke steilrand van het Kempisch Plateau zijn grote hoeveelheden grind getransporteerd geweest. Een deel van deze grinden zijn achtergebleven in de verschillende dalletjes, een deel is opgenomen door de

Maas en tenslotte is er een deel gesedimenteerd op de grinden van Eisdien-Lanklaar als een puinkegel. Ze zijn vermengd met een grote hoeveelheid zand. We vermoeden dat deze puinkegels ontstaan zijn tijdens het Saale-glaciaal, een periode waarin de landschapsvorming zeer intens moet geweest zijn. Vooreerst komen ze lateraal voor van de Dilsen-dekzanden (in de diepte). Andere argumenten voor een intense landschapsvorming zijn: de pedimentgrinden (tot 2 m dik) van het pediment van Beringen-Diepenbeek die steeds onder Weichsel-dekzanden voorkomen; dikke grindafzettingen in de basis van de valleien ten zuidwesten van het Kempisch Plateau (tot 5 m dik), later bedekt met Weichsel-dekzanden; de pediment- en terrasgrinden (tot enkele meters dik) van de Bosbeek bedekt met Weichsel-dekzand; de aanwezigheid van de Eem-bodem op de zijdalen van de Bosbeek en de grote uitgeschoorde dalen op de oostelijke rand van het Kempisch Plateau.

3.3.1.1.3 Beekalluvium

Onder beekalluvium verstaan we de recente (Holocene) beekafzettingen, hoofdzakelijk bestaande uit fijn zand met wat grindbijmenging en een textuur variërend van zand over lemig zand tot zandleem. Het beekalluvium is gekenmerkt door natte gronden. De diverse bodemkaarten zijn als dusdanig een belangrijk instrument bij de kartering van dit beekalluvium. Verder is de topografische kaart gebruikt bij de aflijning ervan, namelijk de valleien gekenmerkt door permanente waterstroming. Uiteraard zijn er ook talrijke boringen in het beekalluvium. Deze eenheid bereikt een dikte van maximum 2 m.

3.3.1.1.4 Venig beekalluvium

Op een aantal plaatsen is het beekalluvium sterk venig. Dit is voornamelijk het geval in het alluvium van de Bosbeek, maar ook langsheen bepaalde segmenten van de Stiemerbeek en zelfs een aantal beken op de oostelijke wand van het Kempisch Plateau. Indien het veen belangrijk is staat het met een arcering aangeduid op de kaart. Vooral de diverse bodemkaarten hebben geholpen bij het aflijnen van de veenrijke afzettingen.

3.3.1.1.5 Beekcolluvium

Het colluvium wordt hier omschreven als recente afzettingen in droge dalen die sporadisch water bevatten. Genetisch zijn het hellingsafzettingen, gesedimenteerd aan de voet van valleiwallen en door het sporadische water uitgesmeerd over de hele valleivloer. Lithologisch bestaat het colluvium voornamelijk uit leem tot fijn zand met grindbijmenging, maximaal 2 m dik.

3.3.1.2. Eolische afzettingen

3.3.1.2.1 Dekzand

3.3.1.2.1.1 Formatie van Wildert

Deze formatie bestaat uit fijne zwaklemige allochtone eolische zanden, afgezet tijdens het Weichseliaan. De mediaan van een gemiddeld staal van deze formatie bedraagt 103 μm , deze van de zandfractie is 159 μm en de mode van de zandfractie is 152 μm (Paulissen, 1973). Lokaal kan er grindbijmenging optreden. Het contactvlak met de onderliggende grinden is verstoord door cryoturbitaties. De dikte van de formatie varieert van 0.5 m tot maximaal 8 m. Op het Kempisch Plateau (hoofdterras) zijn deze zanden maximaal 2 m dik. Op de laagterrassen bereiken ze een maximale dikte van 3 m. De dikste afzettingen van deze formatie bevinden zich echter ten zuidwesten van het plateau, namelijk op het pediment van Beringen-Diepenbeek: nabij Sledderlo is ze 8 m dik. Verder zijn de meeste dalen opgevuld met dit dekzand. Uit de literatuur blijkt dit althans het geval voor een zijvallei van de Kikbeek (Gullentops, et al., 1981), de Bosbeek (Gullentops, et al., 1993) en de vele zijdalen ervan (Janssen, 1967). Strikt genomen is dit in het laatste geval niet de Formatie van Wildert s.s. maar een mengeling ervan met verspoelde Maasafzettingen en Tertiaire zanden. Het verspreidingsgebied van de formatie op dit kaartblad is in feite zeer hypothetisch, vooral op het plateau en het zuidelijke deel van de dalbodenterrassen (uitgenomen de Holocene alluviale vlakte uiteraard). De realiteit in verband met de dekzanden op het plateau is trouwens dat het eigenlijk zeer discontinu is afgezet (vlekken van bijvoorbeeld 1 ha). Op sommige plaatsen hebben we dan toch de vrijheid genomen om een veralgemening te maken. Het samen voorkomen van grind en zand hebben we daar geïnterpreteerd als een fluviale afzetting. In het noordoosten en zuidwesten geven de boorbeschrijvingen dikwijls puur zand, hetgeen we dan ook geïnterpreteerd hebben als eolisch zand. De verdere opsplitsing hiervan is louter gebeurd op geomorfologische basis.

3.3.1.2.1.2 Formatie van Dilsen

Deze formatie bestaat uit zwaklemige eolische zanden, afgezet tijdens het Saaliaan. Volgens Paulissen (1973) is er granulometrisch geen verschil met de Formatie van Wildert. De dikte varieert van 0.5 m tot 8 m. In principe worden deze zanden slechts teruggevonden op de oostelijke flank van het Kempisch Plateau. Ze veroorzaken de basale concaviteit aan de voet van de flank (Paulissen, 1973; Van Hoof, 1980). Na de afzetting van deze zanden zijn ze aangetast door een bodemvormingsepisode tijdens het Eemiaan (de oranje-bruine Bodem van Rocourt). Dit vormt dan ook het wezenlijke verschil met de Formatie van Wildert. Nochtans is het al dan niet aanwezig zijn van een bodem een onzeker criterium ter herkenning van een sedimentpakket: de bodem kan niet gevormd zijn of door erosie verdwenen zijn. In een aantal boringen denken we de superpositie van beide formaties aangetroffen te hebben. Verder steunt het karteren

van deze eenheid vooral op geomorfologische argumenten (basale knik) en enkele gegevens uit de literatuur die in de databank verwerkt zijn (Van Hoof, 1980).

3.3.1.2.2 *Duinzand: Formaties van Hechtel en Bouwel*

Beide formaties omvatten lokale verstuivingen reeds afgezette eolische zanden. De Formatie van Hechtel staat voor duinzanden uit het Weichseliaan (Dryas) terwijl de Formatie van Bouwel alle Holocene verstuivingen van Pleistocene duinzanden en dekzanden omvat. Eerstgenoemde kan nog in drie leden onderverdeeld worden, overeenkomstig de drie Dryas-perioden, gescheiden door een witte horizont of een organischrijk laagje (Paulissen en Munaut, 1969). Granulometrisch worden deze duinzanden gekenmerkt door de totale afwezigheid van silt. Bijgevolg is de mode van het zand identiek als deze van de zandfractie van de dekzanden. Verder zijn ze beter gesorteerd (Paulissen, 1973). De dikte varieert van 1 tot 5 m voor de Formatie van Bouwel tot zelfs 15 m voor de Formatie van Hechtel. Voor het karteren van deze eenheden is voornamelijk gebruik gemaakt van de diverse orohydrografische kaarten (zie referentielijst) en van de bodemkaart waar recente duinvelden expliciet op aangeduid staan. Morfologisch vertaalt de jongste formatie zich in niet-gedifferentieerde zandophoping terwyl de oudste duinzanden longitudinale of paraboolduinen vormen. De grootste concentratie van duinzanden bevindt zich ten oosten en noordoosten van de mijnen te Eisdien (ophoping tot 15 m) en ten noorden en ten westen van Opplabbeek.

3.3.1.3 *Leemafzettingen*

In een aantal boringen uitgevoerd op de dalbodemterrassen van de Maas is een leempakket aangetroffen, variërend in dikte van een halve meter tot maximaal 2 m. Deze laag komt steeds in hetzelfde stratigrafische verband voor: geïntercalleerd tussen de grinden en het dekzand, of aan de top van de grinden indien geen dekzand aanwezig is, en dit zowel op de Eisdien-Lanklaar grinden als de Maasmechelen grinden. Mogelijk is deze leem afgezet door een oude (Pleistocene) Maas met een overstromingsvlakte, zoals dat voor de Holocene Maas het geval is. Een andere hypothese is dat het eolisch in origine is. Deze leem is niet in een lithostratigrafische eenheid ondergebracht maar gewoon lithologisch benoemd en enkel aangegeven in de databank en de profielen.

In de Zutendaal grinden en de Formatie van Lanklaar komen ook regelmatig dikke leemlenzen voor (soms tot 4 à 5 m dik). Deze zijn wel opgenomen in de betreffende lithostratigrafische eenheid doch enkel aangegeven in de databank.

Lateraal van de Formatie van Dilsen zijn op enkele plaatsen leempakketten aangetroffen. Deze zijn niet aangeduid op de kaart maar wel apart opgenomen in de databank met een lithologische aanduiding (niet stratigrafisch). Hetzelfde geldt voor de enkele sporadische geïsoleerde kleiafzettingen, uitgenomen deze die behoren tot het beekalluvium of -colluvium en de Formatie van Leut.

3.3.1.4 *Antropogene afzettingen*

Ter hoogte van de sluis op het Albertkanaal in Sledderlo, op de terreinen van de voormalige steenkoolmijn van Waterschei en langsheen de Zuid-Willemsvaart zijn een aantal sedimenten aangeboord die duidelijk niet natuurlijk zijn. De terreinen nabij Sledderlo en Waterschei zijn aangeduid.

3.3.2 Bespreking van de profieltypes

De profieltypes zijn als dusdanig terug te vinden op de kaart in de vorm van een nummer in een gesloten polygoon. Elk nummer verwijst naar een specifieke opeenvolging van gehanteerde lagen die op hun beurt ook een nummer dragen. Met behulp van de legende kan elk profieltype gereconstrueerd worden. Verder is een aantal kleuren aangebracht om de kaart visueel overzichtelijk te maken. Bij het dagzomen van (herwerkte) Maas- en Rijnafzettingen verwijst de kleur naar de aanwezige dekformaties en/of recente beek- en valleiafzettingen. De onderliggende Maas- en Rijnafzettingen worden dan aangegeven met een specifieke lettercombinatie. De blauwe lijnen geven de onderverdeling van deze laatste weer. De rode lijn begrenst het voorkomen van herwerkte Maas- en Rijnafzettingen.

1	1	23	14/4	45	15/14/6/10	67	18/14/12
2	14/1	24	17/14/4	46	16/14/6/10	68	19/14/12
3	15/1	25	5	47	17/6/10	69	14
4	16/1	26	13/5	48	18/6/10	70	17/14
5	15/14/1	27	14/5	49	17/14/6/10	71	18/14
6	17/1	28	15/5	50	18/14/6/10	72	19/14
7	18/1	29	16/5	51	11/7/10	73	20/14
8	19/1	30	14/13/5	52	11/8/10	74	12/5
9	17/14/1	31	16/13/5	53	11/9/10	75	14/12/5
10	18/14/1	32	15/14/5	54	12	76	17/12/5
11	2	33	16/14/5	55	13/12	77	18/12/5
12	14/2	34	15/14/13/5	56	14/12	78	17/14/12/5
13	16/2	35	16/14/13/5	57	15/12	79	18/14/12/5
14	16/14/2	36	17/5	58	16/12	80	14/12/2
15	17/2	37	18/5	59	14/13/12	81	18/12/2
16	18/2	38	17/13/5	60	16/13/12	82	19/12/2
17	17/14/2	39	18/13/5	61	15/14/12	83	17/14/12/2
18	18/14/2	40	17/14/5	62	16/14/12	84	18/14/12/2
19	19/14/2	41	18/14/5	63	17/12	85	19/14/12/2
20	20/2	42	18/14/13/5	64	18/12		
21	20/17/2	43	6/10	65	19/12		
22	14/3	44	14/6/10	66	17/14/12		

Met volgende eenheden:

1	Winterslag zanden	11	Formatie van Leut
2	Zutendaal grinden	12	Herwerkte Maasafzettingen
3	Lanaken grinden	13	Formatie van Dilsen
4	Caberg-Pietersem grinden	14	Formatie van Wildert
5	Eisden-Lanklaar grinden	15	Formatie van Hechtel
6	Maasmechelen grinden	16	Formatie van Bouwel
7	Geistingen grinden	17	Beekalluvium
8	Onbekende Maasgrinden	18	Colluvium
9	Stokkem grinden	19	Veenrijk beekalluvium
10	Mogelijk een ouder dan het bovenliggende lid van de Formatie van Lanklaar	20	Antropogene afzettingen

Tabel 4: Lijst met de verschillende profieltypes

3.3.2.1 Profieltypes bij Maasafzettingen

3.3.2.1.1 Zandige en grindrijke Maasafzettingen

De dikke blauwe lijn op de kaart geeft de meest westelijke verbreiding van deze Maasafzettingen weer. Ze zijn dus niet terug te vinden ten westen van het Kempisch Plateau. Ze zijn tevens afwezig in de vallei van de Bosbeek, de Stiemerbeek en de Dorpsbeek, een groot aantal valleien op de oostelijke rand van het Kempisch Plateau en op die rand van het plateau zelf (zie dikke blauwe lijn). Indien de deklagen minder dan 1 m dik zijn of afwezig - dus bij een virtuele dagzoom van de Maasafzettingen - is een kleur aangebracht. De volgende leden dagzomen op bepaalde plaatsen: de Winterslag zanden, de Zutendaal grinden, de Eisden-Lanklaar grinden en de Maasmechelen grinden. Een dunne blauwe lijn geeft het verloop aan van de grens tussen twee Maasleden onder de bedekking. Een lettercombinatie geeft verdere verduidelijking.

3.3.2.1.2 Kleiige, lemige en zandige Maasafzettingen

Het betreft hier de Formatie van Leut die rust op een drietal leden van de Formatie van Lanklaar, namelijk de Geistingen-grinden, de Stokkem grinden en de niet nader genoemde Maasgrinden tussen beide niveaus in.

3.3.2.2 Profieltypes bij herwerkte Maasafzettingen

Een dikke rode gesloten lijn geeft de verbreiding weer van een bepaalde herwerkte Maasafzetting. Ze rusten ofwel op Maasafzettingen in situ ofwel op het Tertiaire substraat (in het Demerbekken en in de vallei van de Bosbeek).

3.3.2.3 Profieltypes bij dekformaties

De profieltypes die in deze paragraaf worden besproken komen voor met al dan niet grindrijke Maasafzettingen, herwerkte Maasafzettingen of herwerkte Maasafzettingen op grindrijke Maasafzettingen eronder.

Vooreerst zijn er de profieltypes waarbij de Formaties van Dilsen (oostelijke plateaurand), Wildert (laagterrassen, hoogterras en Demerbekken), Hechtel (voornamelijk Kempisch Plateau) en Bouwel (eveneens voornamelijk Kempisch Plateau) alleen voorkomen. Daarna volgen combinaties van twee formaties, namelijk Wildert op Dilsen (oostelijke plateaurand), Bouwel op Dilsen (oostelijke plateaurand), Hechtel op Wildert (laagterrassen en plateau) en Bouwel op Wildert (laagterrassen en plateau). Tenslotte zijn er opeenvolgingen van duinzand op een combinatie van dekzand aangetroffen, namelijk Hechtel op Wildert op Dilsen en Bouwel op Wildert op Dilsen (oostelijke plateaurand, meer bepaald in de omgeving van de mijnen te Eisden).

3.3.2.4 Profieltypes bij recente beekafzettingen

De profieltypes die in deze paragraaf worden besproken komen voor met al dan niet grindrijke Maasafzettingen, herwerkte Maasafzettingen of herwerkte Maasafzettingen op grindrijke Maasafzettingen eronder.

Op een aantal plaatsen rust het recent (al dan niet weinig) beekalluvium of colluvium rechtstreeks op Maasafzettingen of herwerkte Maasafzettingen (Kempisch Plateau en oostelijke plateaurand). Meestal echter bevindt er zich nog een serie dekformaties tussen. Op talrijke plaatsen is het profieltype recent beekalluvium/colluvium op Formatie van Wildert op (herwerkte) Maasafzettingen terug te vinden. Zo bijvoorbeeld in de zijvalleien van de Bosbeek, de Bosbeek zelf, het Demerbekken en enkele valleien op de oostelijke rand van het Kempisch Plateau. In enkele gevallen komen de hierboven besproken profieltypes voor met de Formatie van Dilsen erbij (beekalluvium/colluvium op Dilsen en beekalluvium/colluvium op Wildert op Dilsen).

3.3.2.5 Overige profieltypes

Geroerde of aangevulde gronden zijn ondergebracht bij “antropogene afzettingen” en eveneens met een arcering aangeduid. Deze nabij Sledderlo en Waterschei zijn aangegeven op de kaart. Een aantal boringen op kaartbladen 79W en 64W zijn uitgevoerd op de kunstmatige dijken van de Zuid-Willemsvaart. Deze zijn niet op de kaart aangeduid als antropogeen maar wel in de databank.

3.3.3 Profielen

Om een beter inzicht te krijgen in de driedimensionale opbouw van de Quartaire afzettingen op het kaartblad Rekem zijn vier continue profielen bijgevoegd.

Profiel 1 is een - grosso modo - W-E-profiel langsheen de E313-snelweg (fig. 11). Het doorkruist de kaartbladen 63W, 78W, 78E en 79W. Geologische doorsneden van het Kempisch Plateau, de oostelijke plateaurand en de Maasvallei worden in dit profiel getoond.

Ter hoogte van de grens tussen kaartbladen 63W en 78W en nabij de Stiemerbeek is het profiel getekend aan de hand van een vrij dicht gegevensnet, hetgeen de betrouwbaarheid van het profiel verhoogt. De voornaamste eenheden in het profiel zijn de Maasafzettingen. In het westen vinden we de Winterslag zanden die naar het oosten toe geërodeerd worden door de Zutendaal grinden. Op het plateau vinden we sporadisch enkele vlekken dekzand terug (Formatie van Wildert), zowel reliëfvormend (78W379) als reliëfnivellerend (78W382). De duinmassieven zijn steeds reliëfvormend (Formatie van Hechtel). De dikte van de Zutendaal grinden is aanvankelijk vrij klein (10 m) maar wordt snel groter naar het oosten toe (tot 20 m). De geologische opbouw van de oostelijke plateaurand is mooi zichtbaar. Boven een dunne laag hellingspuingrinden is de Formatie van Dilsen afgezet die zelf lateraal overgaat in een puinkegelaafzetting. De Eisden-Lanklaar grinden vormen het “grindsubstraat” waarop deze afzettingen rusten. Nog verder naar het oosten worden de Maasafzettingen gevormd door de Maasmechelen grinden en de Stokkem grinden. Zeer waarschijnlijk bevinden zich onder deze twee leden nog resten van oudere Maasafzettingen die deel uitmaken van de Formatie van Lanklaar. De Stokkem grinden worden bedekt door de Formatie van Leut. Opvallend is dat de basis van het grindpakket vanaf boring 78E201.4 tot sondering 79W208 steeds tussen de 30 en 35 m ligt. Dit is een bijkomend argument om te stellen dat de Eisden-Lanklaar grinden de basis vormen van het hele grindpakket in de Maasvallei.

Profiel 2 is een kort W-E-profiel van de linkeroever van de Bosbeek tot in de Maasvallei (fig. 11). Hoewel op de profieltypekaart geen onderscheid gemaakt is tussen de verschillende herwerkte Maasafzettingen hebben we toch gepoogd een meer gedetailleerd beeld ervan te geven in de profielen en in de databank. In het Bosbeekdal is het onderscheid gemaakt tussen pedimentgrinden (Saaliaan) en beekgrinden (Weichseliaan), gemiddeld 2 tot 5 m dik. Juist ten oosten van het plateau is het onderling verband tussen de verschillende eolische afzettingen duidelijk zichtbaar.

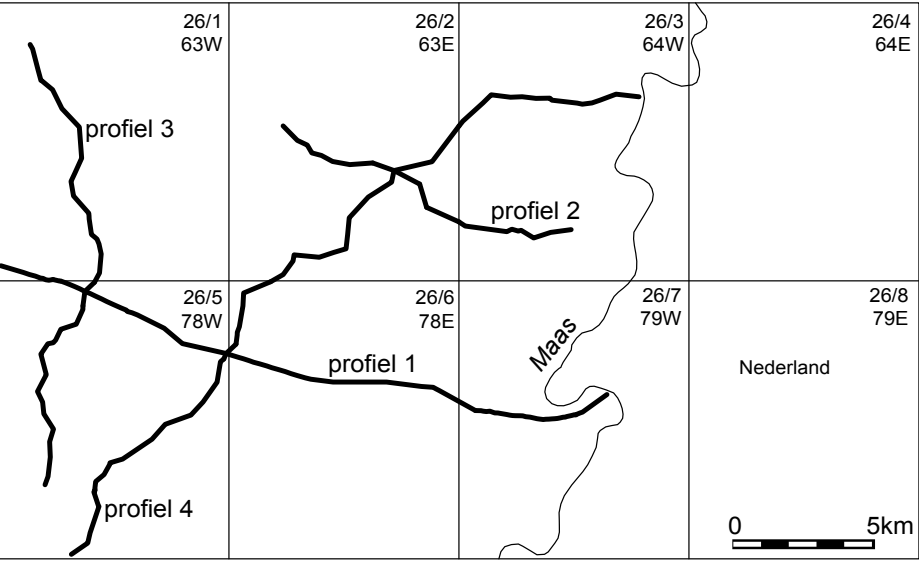
De Formatie van Dilsen, afgezet tijdens het Saaliaan, camoufleert de oorspronkelijk steilere oostrand van het plateau. Hierop is een dunne laag Wildert-dekzanden terug te vinden die op hun beurt bedekt worden door de duinzanden van de Formatie van Hechtel (Teutelberg). Ter hoogte van de Zuid-Willemsvaart is de Formatie van Wildert vrij dik (tot 3,5 m) terwijl de grindafzettingen slechts 5 à 7 m dik zijn. Opvallend is ook het te correleren leempakket in boringen 64W301 en 64W238. Meest logisch is dit een alluviale opvulling van een fossiel Maasdal ten tijde of na de afzetting van de Eisdien-Lanklaar grinden en later overdekt door een pakket dekzanden. De Maasafzettingen ten oosten van de Vrietselbeek zijn aangeduid als behorende tot de Formatie van Lanklaar. In feite is dit een onbekend grindniveau, tot nu toe gerekend bij de huidige alluviale vlakte van de Maas. De afzetting van deze grinden moet gebeurd zijn juist na de afzetting van de Geistingen grinden maar voor de Stokkem grinden. Dit niveau is bedekt door de Formatie van Leut.

Profiel 3 is een S-N-profiel van het Albertkanaal te Genk via de Koolmijnen te Zwartberg tot de Grote Heide (fig. 12). Het toont de Quartairgeologische opbouw van de vlakte ten westen van het Kempisch Plateau en de westelijke rand zelf, de erosieve aard van de Zutendaal grinden en de grote diktevariaties van de Winterslag zanden. Tussen Genk Zuid en Winterslag valt vooral de dikte van de Formatie van Wildert op (tot 8 m) met eronder afbraakmateriaal van het Kempisch Plateau – in dit geval beekgrinden. Ter hoogte van de voormalige Koolmijn in Winterslag is duidelijk te zien hoe op bepaalde plaatsen de Zutendaal grinden duidelijk insnijden in de Winterslag zanden. Op de rand van het plateau zijn deze laatste slechts tussen de 5 en 10 m dik, naar het noorden toe bereiken ze een dikte van meer dan 15 m. Helemaal in het noorden (63W231) is onder de Winterslag zanden een zandpakket aangetroffen met Rijninvloed. Dit zandpakket hebben we bij de Lommel zanden gerekend.

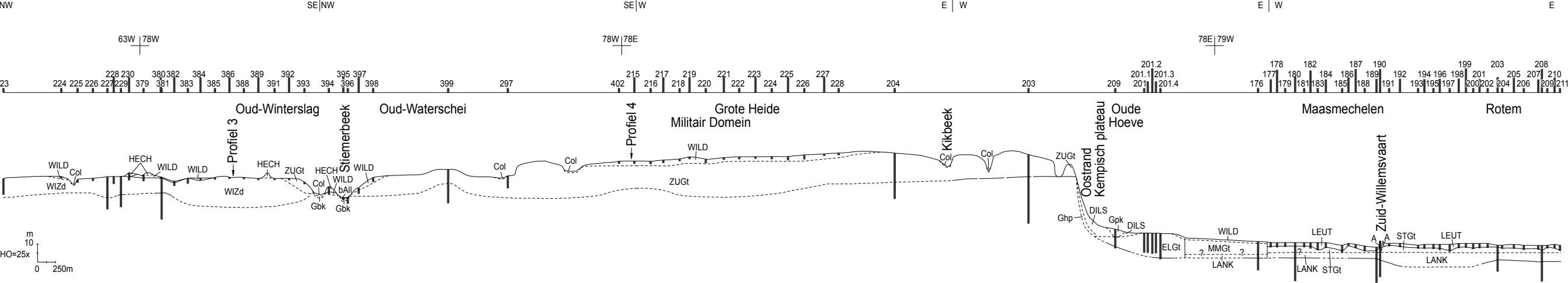
Profiel 4 (fig. 12) tenslotte is een globaal profiel van de westelijke rand van het Kempisch Plateau tot in de Roergraben. Ten zuiden van het Albertkanaal zijn het de dikte van de dekzanden en het afbraakmateriaal van het plateau die in het oog springen. Op het plateau is de invloed van de dekzanden zowel reliëfopbouwend als reliëfnivellerend geweest. Verder neemt de dikte van de Zutendaal grinden aanzienlijk toe naar het noordoosten (tot 20 m). De opbouw van de oostelijke plateaurand is reeds besproken in vorige profielen. Opvallend in dit profiel is de invloed van de grabentektoniek: de basis van de grinden wordt verplaatst met 10 m terwijl de dikte ervan toeneemt tot bijna 20 m.

3.4 Quartaire tektoniek

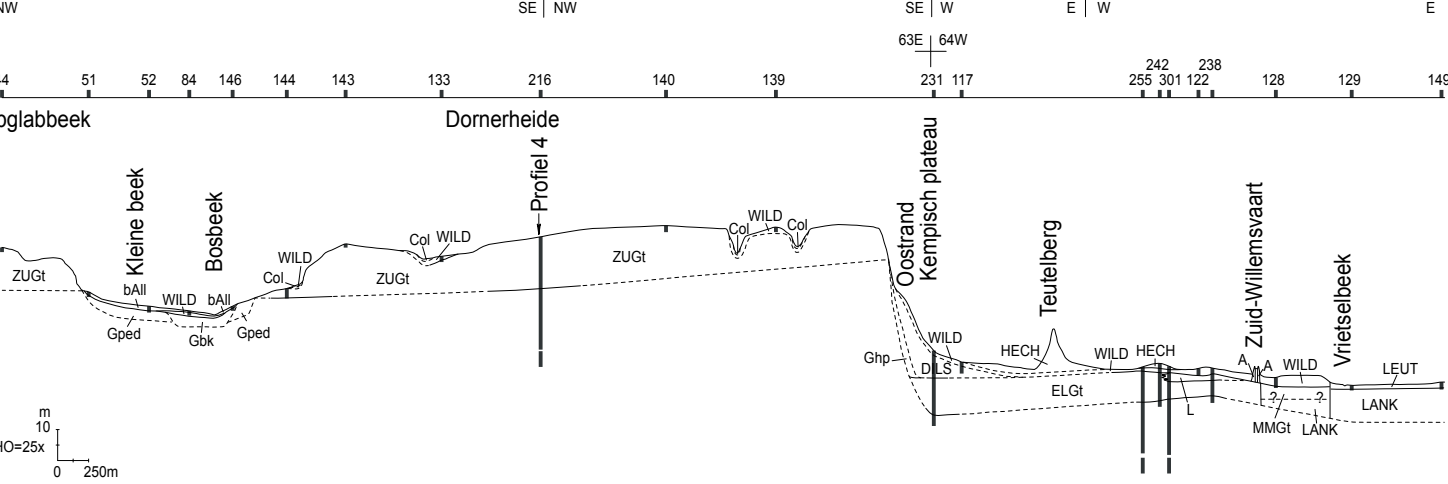
Quartaire tektonische bewegingen van de Roerdalslenk manifesteren zich op dit kaartblad door het verplaatsen van de basis en soms van de top van de grindpakketten. In het algemeen zijn er twee breuken terug te vinden met een belangrijke Quartaire werking. De meest zuidelijke is de Heerlerheide breuk die een laatste actieve fase heeft gekend na de afzetting van de Zutendaal grinden maar vóór de afzetting van de Eisdien-Lanklaar grinden. De noordelijke breuk is het verlengde van de steilrand van Bree en verplaatst de basis van de dalbodemgrinden in de Maasvallei. Recente ontwikkelingen in verband met breukwerking op dit kaartblad zijn terug te vinden in Beerten et al. (1999).



Profiel 1



Profiel 2



- ZUGt Zutendaal grinden
- ELGt Eidsen-Lanklaar grinden
- MMGt Maasmechelen grinden
- STGt Stokkem grinden
- LOZd Lommel zanden
- WIZd Winterslag zanden
- LANK formatie van Lanklaar
- DILS formatie van Dilsen
- WILD formatie van Wildert
- HECH formatie van Hechtel
- BOUW formatie van Bouwel
- Gbk beekgrinden
- Gped pedimentgrinden
- Gpk puinkegelgrinden
- Ghp hellingpuingrinden
- bAll beekalluvium
- Col colluvium
- A Antropogene afzettingen

Fig. 11: Situering profielen en profielen 1 en 2

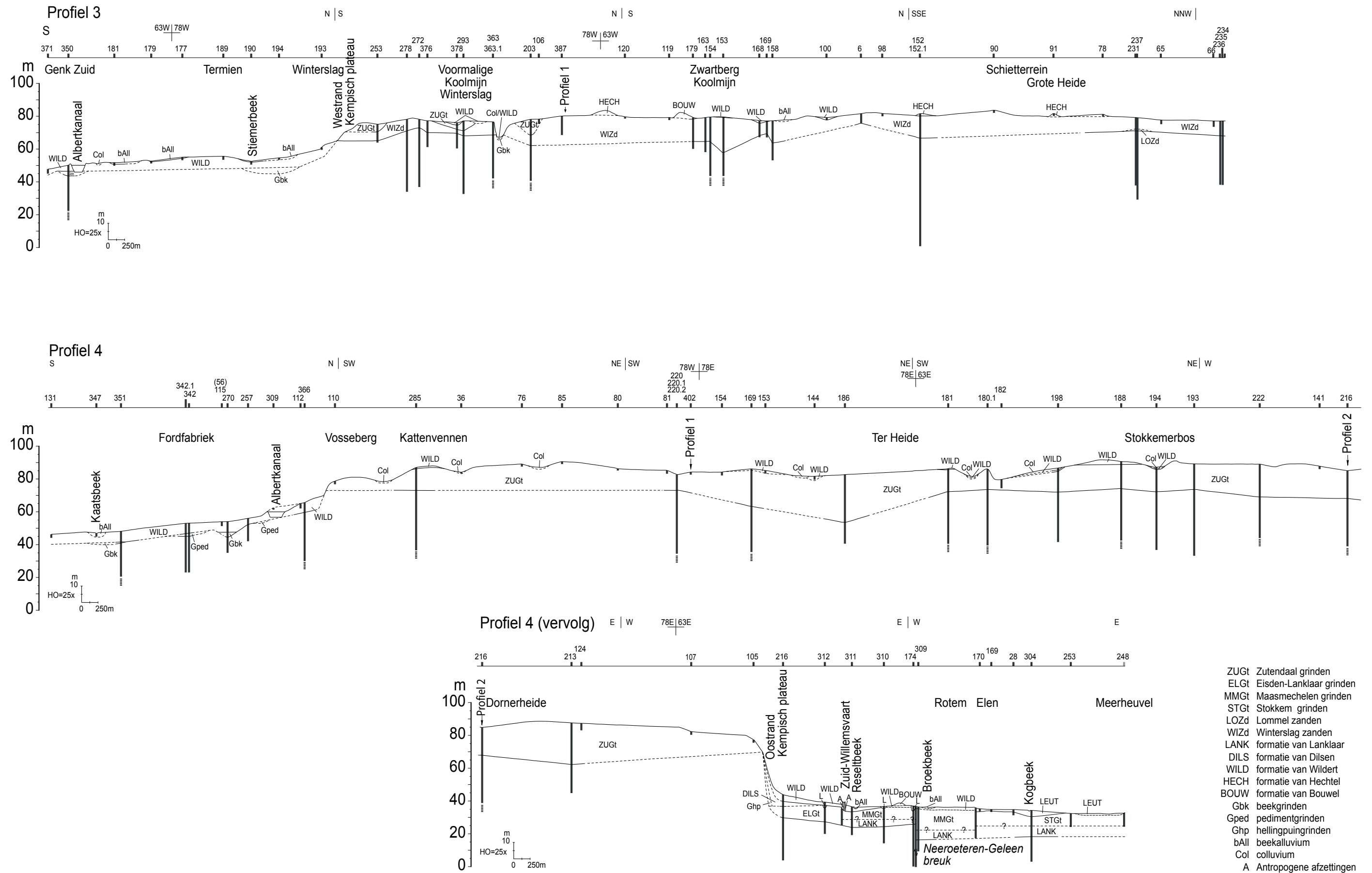


Fig. 12: Profielen 3 en 4

4. TOEGEPASTE GEOLOGIE

4.1 Oppervlakedelfstoffen

4.1.1 Grind

Het grind van de Maasvallei, met zijn vele terrassen en van het Kempens Plateau wordt gebruikt bij het maken van beton en als toeslag voor de fundering van wegen. De sortering van de grinden van het Kempens Plateau is ronduit slecht; de meerderheid van de keidiameters ligt tussen de 2 en de 8 cm, grovere keien zijn echter talrijk. Globaal gaat het om een lemig, vrij grof grind.

4.1.2 Leem

Vroeger werd de leem, indien hij kalkrijk was, gebruikt voor de productie van veldbakstenen. Deze leem werd baksteenaarde genoemd.

4.1.3 Zand

De Wildert dekzanden worden gewonnen bij kelderuitgravingen en rechtstreeks gebruikt als metselzand. De fijne korrelgrootte en het lemig karakter van deze zanden beletten een hoogwaardig gebruik van deze grondstof, die bijna overal kan worden afgegraven.

Bij het calibreren van het Maasgrind, dit is het sorteren van sediment volgens bepaalde korrelgrootte-fracties, wordt ook een Maaszand gewonnen.

4.2 Hydrogeologie

Ten zuiden van de Heerlerheide-breuk wordt de basis van het bovenste watervoerende pakket gevormd door de top van de kleiige Formatie van Boom of zelfs het onderste gedeelte van de Formatie van Eigenbilzen. Door de algemene helling van de lagen naar het noorden zien we achtereenvolgens onder het Quartaire dek de zeer zandige formaties van Bolderberg, Diest en Kasterlee dagzomen. Op die manier verdikt het watervoerende pakket in noordelijke richting. Voornoemde Neogene zanden vormen hydrogeologisch gezien één geheel met de Quartaire afzettingen (grind, zand en af en toe lemen), hoewel er een groot verschil in permeabiliteit bestaat: 1250 m per dag voor de Quartaire afzettingen versus 16 m per dag voor de Neogene zanden (De Smedt, 1977). Lignietlagen in de formatie van Bolderberg verstoren lokaal wel de verticale continuïteit van deze watervoerende laag.

Ten noorden van de Heerlerheide-breuk wordt de basis van de bovenste watervoerende laag gevormd door de Brunsum I klei.

De algemene gradiënt van de bovenste spanningslaag is naar het noorden, maar door de steile oostelijke rand van het Kempisch Plateau is hierop een oostelijke component gesuperponeerd die bij het doorsnijden van de plateaurand het ontstaan geeft aan een aantal permanente bronnen.

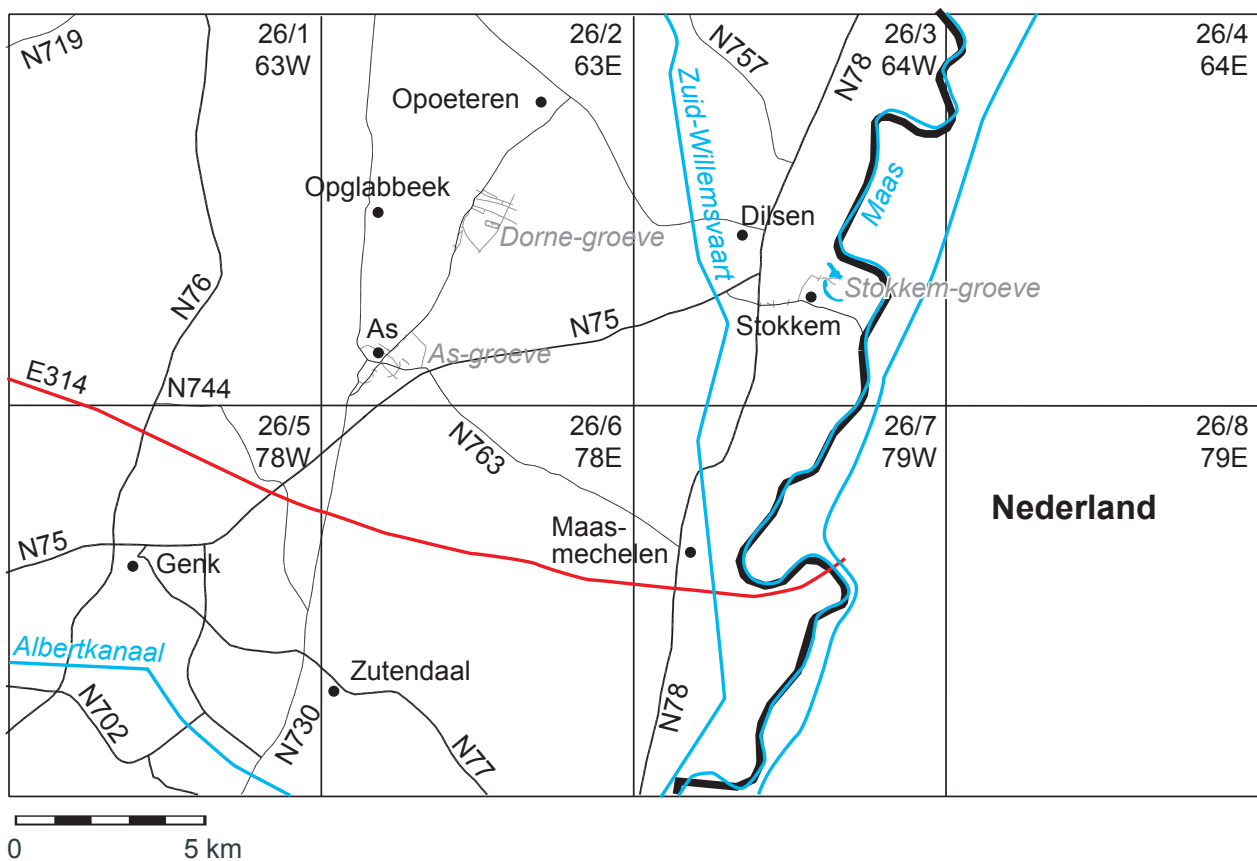


Fig. 13: Situering groeves te As, Dorne en Stokkem

5. EXCURSIEGEGEVENS

5.1 Groeve te Dorne

De groeve te Dorne (fig. 13) is een verlaten groeve met reeds sterk begroeide wanden. Op een aantal plaatsen echter zijn de sedimenten nog zichtbaar. De groeve is origineel bedoeld als grinduitbating hoewel er zich helemaal aan de basis een zandpakket bevindt. In het diepste punt van de groeve, na de scherpe bocht naar links om de eigenlijke groeve binnen te rijden, terug helemaal tegen de weg aan, is een mooi profiel zichtbaar met een totale hoogte van ongeveer 3,5 meter. De groeve zelf is meer dan 10 meter diep. Boven dit profiel is er nog een 9-tal meter rood verweerd grof grind (Zutendaal grinden met Bodem van As). In de databank komt deze groeve overeen met punt 63E2001

Beschrijving van het profiel

- 0-35 cm ongestructureerde zand- en grindafzetting, rood-bruin verweerd
zand: fijn tot grof
grind: keien van variabele dimensie (2 tot 5 mm), lage sfericiteit
- 35-95 cm erg grof bleek zand met dunne gelaagde roodbruine aanrijkingshorizontjes
parallele gelaagdheid, geen keien
- 95-110 cm witgeel grof zand met sporadisch kleine keitjes (tot 1 cm)
- 110-155 cm grof witgeel zand met een enkel keitje
Mn-stippen
- 155-210 cm heterogene ongewassen grindafzetting
matrix: fijn tot zeer grof zand
grind: keien tot 10 cm diameter, lage sfericiteit, hoekige en afgeronde exemplaren; kleibrokken 5 cm in deze grindafzetting bevinden zich twee zandlenzen van middelmatig tot grof bleekgeel kwartszand met Mn-stippen
- 210-300 cm parallel gelaagd bleekgeel vrij grof zand met verspreide grindsnoertjes evenwijdig aan gelaagdheid van het zand
grind: 1 tot 3 cm
- 300-340 cm roestbruin verweerde zand- en grindafzetting
zand: grof
grind: keien meestal 5 cm, soms 10 cm
dikke kleibrok
- 340-355 cm groen fijn glauconiethoudend zand met wormgangen

De bovenste 35 cm van dit profiel horen nog bij de Zutendaal grinden. Het merendeel van het profiel wordt bij het zandfacies van de afzettingen van het Kempisch Plateau gerekend, met name de Winterslag zanden. Hier komen ze geïsoleerd voor onder het grindpakket (een restant) terwijl ze meer naar het westen toe veel dikker zijn en zelfs dag-zomen. De parallele gelaagdheden in het zand duiden op een vrij constant stroomregime af en toe onderbroken door een grindafzetting. De kleibrokken geven een indicatie over het milieu dat vrij koud geweest moet zijn.

5.2 Groeve te As

In deze verlaten groeve (fig. 13), geklasseerd als geologisch monument, zijn twee belangrijke dingen te zien. Vooreerst is dit een typeontsluiting voor de Zutendaal grinden, een grof grindpakket met een zandige tot lemige matrix en af en toe een klei- of leemlens (hier op 3 à 4 m van de top). Verder is hier de Bodem van As te zien, een interglaciale bodem die zich ontwikkelt heeft op de Zutendaal grinden. De roodbruine verwerking reikt zeer diep en moet bijgevolg over een lange tijdsperiode hebben plaatsgevonden.

Naast de roodbruine kleur zijn er nog de zwarte Mn-band en stippen die op een bodemvormingsepisode wijzen. Via de trap is het mogelijk om alle niveaus meer in detail te bekijken. In de databank is deze groeve terug te vinden onder nummer 63E2005.

De Zutendaal grinden zijn nog te zien in bestaande groeven te Maasmechelen (ten noorden van de E314), Opgrimbie (ten zuiden ervan) en een verlaten groeve te Nedereinde. Op sommige plaatsen (Maasmechelen) is een duidelijke cycliciteit te herkennen in de grindafzettingen. Ze bestaat uit 3 tot 4 fining-upwards niveaus (van grof grind tot grof zand) terwijl het geheel eveneens een fining-upwards trend bezit.

5.3 Groeve te Stokkem

In de groeve te Stokkem (fig. 13) treffen we de Formatie van Leut en de Stokkem grinden aan. Opvallend is het zandige karakter van de Formatie van Leut. Op sommige plaatsen in de groeve is het grind zeer dun. Zo hebben we bij

baggerwerken in een ondiep gedeelte van de grindpunt reeds een fijn groen zand gezien. Het grind kan hier maximum 2 tot 3 m dik zijn. Op andere plaatsen is het dan weer veel dikker. Nog interessant zijn de zeer grote blokken, ongeveer 100 m voorbij de ingang. Vele zijn meer dan 1 m breed en kunnen onmogelijk in het Holocene nog getransporteerd geweest zijn. Het zijn zeer waarschijnlijk overblijfselen van een stuk Kempisch Plateau waarbij deze blokken praktisch alleen een verticaal transport ondergaan hebben.

6. REFERENTIES

6.1 Kaartmateriaal

Bodemkaart van België, 1/20.000, Militair Geografisch Instituut, Brussel:

Baeyens L. en Tavernier R., 1968, *Genk* 78W.

Baeyens L. en Tavernier R., 1972, *Zutendaal* 78E.

Baeyens L. en Tavernier R., 1973, *Rekem* 79W.

Baeyens L. en Tavernier R., 1990, *Opoeteren* 63E.

Baeyens L. en Tavernier R., 1990, *Stokkem* 64W - *Heppeneert* 64E.

Baeyens L., Sanders J. en Tavernier R., 1987, *Waterschei* 63W.

Carte Géologique de la Belgique, 1/40.000, Institut cartographique militaire, Bruxelles:

Mourlon M., 1898, *Gestel-Opoeteren* n°63, planchettes 1-2 de la feuille XXVI de la carte topographique.

Mourlon M., 1898, *Reckheim* n°64, planchette 7 de la feuille XXVI de la carte topographique.

Mourlon M., 1898, *Stockheim-Heppeneert* n°64, planchettes 3-4 de la feuille XXVI de la carte topographique.

Mourlon M., 1904, *Genck-Sutendael* n°78, planchettes 5-6 de la feuille XXVI de la carte topographique.

Orohydrografische kaart, 1/25.000, Nationaal Geografisch Instituut, Brussel:

Dilsen-Stokkem (26/3) - *Heppeneert* (26/4).

Genk-Zutendaal (26/5-6).

Maaseik-Ophoven (18/7-8).

Maasmechelen (26/7-8).

Meeuwen-Bree (18/5-6).

Waterschei-Opglabbeek (26/1-2).

Quartairgeologische kaart, 1/50.000, ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel:

Frederickx E., Gouwy S., Gullentops F., Paulissen E. en Vandenberghe N. in press. *Hasselt* (25).

Goossens E., Gullentops F. en Vandenberghe N. in press. *Sint-Truiden* (33).

Verstraelen A., Gullentops F., Paulissen E. en Vandenberghe N. in press. *Tongeren* (34)

Tertiairgeologische kaart, 1/50.000, ministerie van Economische Zaken, ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel:

Buffel P., Claes S. en Gullentops F. in press, *Rekem* (26).

Sels O., Claes S. en Gullentops F. in press. *Maaseik* (18).

Geologische kaart van Zuid-Limburg en omgeving, 1/50.000, Rijks Geologische Dienst, Haarlem:

Maasafzettingen, 1989.

Paleozoïcum, 1995.

Pré-Quartair, 1984.

Topografische kaart, 1/10.000. Nationaal Geografisch Instituut. Brussel :

Dilsen-Stokkem (26/3 noord) - *Heppeneert* (26/4 noord), 1/10.000, 1990.

Dilsen-Stokkem (26/3 zuid), 1/10.000, 1990.

Dilsen-Stokkem (26/3) - *Heppeneert* (26/4), 1/20.000, 1990.

Genk (26/5 noord), 1/10.000, 1992.

Genk (26/5 zuid), 1/10.000, 1991.

Genk-Zutendaal (26/5-6), 1/20.000, 1992

Maaseik (18), 1/50.000, 1996.

Maasmechelen (26/7 noord), 1/10.000, 1992

Maasmechelen (26/7), 1/10.000, 1992

Maasmechelen (26/7-8), 1/20.000, 1992.

Opglabbeek (26/2 noord), 1/10.000, 1992.

Opglabbeek (26/2 zuid), 1/10.000, 1992.

Rekem (26), 1/50.000, 1985.

Waterschei (26/1 noord), 1992.

Waterschei (26/1 zuid), 1992.

Waterschei-Opglabbeek (26/1-2), 1/20.000, 1992

Zutendaal (26/6 noord), 1/10.000, 1992.

Zutendaal (26/6 zuid), 1/10.000, 1992.

6.2 Thesissen en publicaties

- B Bastin B.**, 1970. *La chronostratigraphie du Würm en Belgique, à la lumière de la palynologie des loess et limons*. Ann. Soc. Géol. Belg., 93, 545-580.
- Beerten K., Brabers P., Bosch P. en Gullentops F.**, 1999. *The passage of the Feldbiss Bundle through the Maas valley*. Aardkundige Mededelingen 9, 153-158.
- Bouckaert J., Duser M. and Van De Velde E.**, 1981. *Exploration for coal in the Neeroeteren-Rotem area* (Campine coalfield of the Campine-Brabant Basin NE Belgium). Preliminary results of a seismic survey carried out in december 1980 – january 1981. Ann. Soc. Geol. Belg., 104, 281-289.
- Briquet A.**, 1907. *Les terrasses de la Meuse en aval de Liège*. Bull. Soc. belge Géol., 25, M347-364.
- Brueren J.W.R.**, 1945. *Het terrassenlandschap van Zuid-Limburg*. Med. Geol. Stichting, serie C, VI, 1, pp 93.
- Bustamente-Santa Cruz, L.**, 1992. *New microprobe analysis of some volcanic minerals from the Quaternary Meuse Terraces (Belgium)*, preliminary notice. NWT, 72, 14-27.
- D De Ploey J.**, 1961. *Morfologie en Quartair-stratigrafie van de Antwerpse Noorderkempen*. Acta Geographica Lovaniensia, 1, pp 130.
- De Ridder N.A.**, 1959. *De quartaire en jongtertiaire tektoniek van Midden-Limburg en ZE-Noord Brabant*. Geologie en Mijnbouw, 21, 1, 1-24.
- De Sitter L.U.**, 1942. *The alpine geological history on the northern border of the South-Limburg coal-district, Holland*. Mededelingen bij het jaarverslag 1940-1941. Geol. bureau van het Mijng gebied, 5-25.
- De Smedt P.**, 1977. *Hydrogeologie van Noordoost-Limburg*. Hydrographica 3, 27-36.
- Demyttenaere R. en Laga P.**, 1988. *Breuken- en isohypsenkaarten van het Belgisch gedeelte van de Roerdal Slenk*. Professional Paper Nr 234.
- Desnoyers J.**, 1829. *Observations sur un ensemble de dépôts marins plus récents que le terrain tertiaire du bassin de la Seine, et pouvant constituer une formation géologique distincte; précédées d'un aperçu sur la non simultanéité des bassins tertiaires*. Ann. Sc. nat., 16, 171-214 et 402-491.
- Dewalque G.**, 1868. *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*. Librairie Polytechnique de Decq. Bruxelles et Liège. pp 435.
- Doppert J.W.C., Ruegg G., Van Staalduinen C., Zagwijn W. en Zandstra J.**, 1975. *Formaties van het Quartair en Boven-Tertiair in Nederland*. In: Zagwijn W.H. en Staalduinen C.J. (eds.): Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland, 11-55. Rijks Geologische Dienst. Haarlem.
- Dumont A.**, 1849. *Rapport sur la carte géologique du Royaume*. Bull. Acad. Roy. Sciences, XVI.2, 351-373.
- F Forir H.**, 1904. *Sur les deux failles principales de l'Est de la Campine*. Ann. Soc. Géol. Belg., 31, 172-178.
- Friedman G.M. and Sanders J.E.**, 1978. *Principles of sedimentology*. John Wiley & Sons. New York.
- G Geluk et al.**, 1994. *Stratigraphy and tectonics of the Roer Valley Graben*. Geologie en Mijnbouw, 73, 129-141.
- Grosjean A.**, 1936. *Première ébauche d'une carte structurale du gisement houiller de la Campine Limbourgeoise*. Mém. Inst. Géol. Louvain, X, 361-401.
- Grosjean A.**, 1942. *Indices de mouvements tectoniques récents en Campine. Leur utilisation pour le tracé superficiel de la faille de Rotem*. Bull. Soc. belge Géol., 51, 142-148.
- Gullentops F., Paulissen E. and Vandenberghe J.**, 1981. *Fossil periglacial phenomena in NE-Belgium*. Biuletyn Peryglacjalny, 28, 345-365.
- Gullentops F., Janssen J. en Paulissen E.**, 1993. *Saalian nivation activity in the Bosbeek valley, NE Belgium*. Geologie en Mijnbouw, 72, 125-130.
- Gullentops F.**, 1954. *Contributions à la chronologie du Pleistocène et des formes de relief en Belgique*. Mém. Inst. Géol. Louv., XVIII, 133-253.
- H Haest R.**, 1985. *Invloed van het Weichsel-glaciaal op de geologie van de Noorderkempen*. Doctoraatsverhandeling K.U.Leuven. pp 292.

- H** **Halet F.**, 1923. *Compte rendu de la session extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie* tenue les 4, 5 et 6 septembre 1923. Deuxième journée, 1ere partie. Visites des tranchées du nouveau chemin de fer Genck-Winterslag-Zwartberg. Bull. Soc. belge de Géol., 33, 233-245.
- Halet F.**, 1932. *La géologie du flanc occidentale de la vallée de la Meuse à l'Ouest de l'enclave de Maastricht d'après les sondages d'études de canal Albert*. Bull. Soc. belge de Géol., 42, 195-225.
- J** **Janssen J.**, 1967. *Quartair geomorfologische studie over het Bosbeekdal*. Licentiaatsthesis K.U.Leuven. pp 143.
- Jongmans W.J. en Van Rummelen F.H.**, 1941. *Overzicht van de gegevens der nieuwe diepboringen in Zuid-Limburg*. Geologie en Mijnbouw, 3, 5, 136-156.
- K** **Klein W.C.**, 1914. *Het diluvium langs de Limburgse Maas*. Verh. Geol.-mijnb. Genoots. Ned. en Kol., Geol. Serie II, 1-112.
- Kuyl O.S.**, 1971. *Geologische overzichtskaart van Zuid-Limburg*, 1:100.000. Rijks Geologische Dienst, Geologisch Bureau voor het Mijng gebied. Heerlen.
- L** **Lefèvre M.A.**, 1928. *Le cône alluvial de la Meuse*. Ann. Soc. Scient. Brux., B, 48, M121-238.
- Lefèvre M.A.**, 1935-1936. *La Basse Meuse: Etude de morphologie fluviale*. Bull. Soc. Etude Geogr., 4, 163-273 en 5, 130-201.
- Legrand R.**, 1968. *Le Massif du Brabant*. Mémoires explicatives des Cartes géologiques et minières de Belgique, 9, pp 148.
- M** **Maaskant A.**, 1943. *Een quartaire beweging langs de Feldbiss in Zuid-Limburg*. Geologie en Mijnbouw, 9, 74-76.
- Maaskant A.**, 1949. *Torsiebalans onderzoek in de omgeving van Sittard*. Eindverslagen van het Geofysische onderzoek in ZO-Nederland. Med. Geol. Stichting, Serie C-1-3, 1, 181-200.
- Macar P.**, 1937-1938. *Compte rendu de l'excursion du 24 avril 1938, consacrée à l'étude des terrasses de la Meuse entre Liège et l'Ubagsberg*. Ann. Soc. Géol. Belg., 61, B 187-217.
- Mouchamps L.**, 1933. *Les terrasses de la Meuse et de la Sambre*. Ann. Soc. Géol. Belg., 56, 232-248.
- Mourlon M.**, 1880. *Géologie de la Belgique*. Paris, Berlin et Bruxelles, 317 p.
- P** **Paepé R. en Vanhoorne R.**, 1967. *Stratigraphy and Palaeobotany of the Late Pleistocene in Belgium*. Toelichtende Verhandelingen bij de Geologische Kaart en de Mijnkaart van België, 8, pp 96.
- Paepé R. en Vanhoorne R.**, 1976. *The Quaternary of Belgium in its relationship to the stratigraphical legend of the geological map*. Toelichtende Verhandelingen bij de Geologische Kaart en de Mijnkaart van België, 18, pp 38.
- Paepé R., Vanmolle M. & Mortier R.**, 1981. *Quaternary Stratigraphy of terrace systems of the Maas River Basin*. Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, 41, p. 131-153.
- Pannekoek A.J.**, 1924. *Einigen Notizen über die Terrassen in Mittel- und Nord-Limburg*. Natuurhistorisch Maandblad, 13, 89-92.
- Pannekoek A.J.**, 1934. *Het hoofdterras van de Maas tussen Luik en Maastricht*. Natuurhistorisch Maandblad, 23, 78-80.
- Paredis A.**, 1968. *Geomorfologische studie van de NE-wand van het Kempisch Plateau*. Licentiaatsthesis K.U.Leuven. 157 p.
- Pattijn R.J.H.**, 1963. *Tektonik von Limburg und Umgebung*. Verh. Kon. Ned. Mijnbouwkundig Gen., Geol. Serie, 21, 2, 9-24.
- Paulissen E., Vandenberghe J. en Gullentops F.**, 1985. *The Feldbiss fault in the Maas valley bottom (Limburg, Belgium)*. Geologie en Mijnbouw, 64, 79-87.
- Paulissen E. et Munaut A.V.**, 1969. *Un horizon blanchâtre d'âge Bölling à Opgrimbie*. Acta Geographica Lovaniensia, 7, 65-91.
- Paulissen E.**, 1973. *De morfologie en de Quartairstratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg*. Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België. Klasse der Wetenschappen, 35, 127, pp 226.
- Paulissen E.**, 1978. *Over de geomorfologie van Limburg*. In: Vanmaercke-Gottigny M.C., Mys M., Paulissen E., Vandenberghe J. en De Smedt P.: Beroepsvervolmaking Fysische Aardrijkskunde Katholieke Universiteit Leuven, Regionale Fysische Geografie, theorie: III.A.1-III.B.19.

- P** **Paulissen E.**, 1997. *Quaternary morphotectonics in the Belgian part of the Roer Graben*. Aardk. Meded., 8, 131-134.
- Pissart A.**, 1974. *La Meuse en France et en Belgique*. In Centenaire de la Soc. Géol. de Belg. L' évolution quaternaire des bassins fluviaux de la Mer du Nord Méridionale, Liège, 105-131.
- R** **Reinhold T.**, 1920. *Over recente bodembewegingen en verschuivingen in Zuid-Limburg*. T.K.N.A.G., XXXVII, 176-180.
- Rutot A. et Van Den Broeck E.**, 1885. *Note sur la Nouvelle classification du terrain quaternaire de la Basse et Moyenne Belgique*. Bull. Soc. Roy. Malac. de Belgique, XX.
- Rutot A.**, 1899. *Creusement de la Vallée de la Lyse*. Bull. Soc. belge Géol., 13, 94-101.
- Rutot A.**, 1910. *Essai sur les variations du climat pendant l'époque quaternaire en Belgique*. Postglaziale Klima-veränderungen. Stockholm, 35-47.
- Rutot A.**, 1919. *Le Quaternaire de la Belgique et la classification de V. Commont pour les couches quaternaires de Nord de la France*. Bull. Soc. belge Géol., 29, 151-196.
- S** **Stainier X.**, 1907. *Coupe du sondage de Meeuwen. Constitution géologique de la Campine*. Ann. Soc. Géol. Belg., 36, 297-306.
- Stainier X.**, 1911. *Les recherches du sel en Campine*. Ann. des Mines, XVI, 117-169.
- T** **Tavernier R.**, 1943. *De Quartaire afzettingen van België*. NWT, 25, 121-137.
- Tavernier R.**, 1946. *L'évolution du Bas-Escaut au Pléistocène supérieur*. Bull. Soc. belge de Géologie, 55, 106-125.
- Tavernier R.**, 1948. *Les formations quaternaire de la Belgique en rapport avec l'évolution morphologique du pays*. Bull. Soc. belge Géol., 57, 609-641.
- V** **Van Den Broeck E.**, 1880. *Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels*. Acad. Roy. Sciences, Mém. couronnés, XLIV, 180-188.
- Van den Broeck J.M.M. en Maarleveld G.C.**, 1963. *The Late-Pleistocene terrace deposits of the Meuse*. Med. Geol. Stichting, N.S., 16, 13-24.
- Van den Toorn J.C.**, 1967. *Toelichting bij de geologische kaart van Nederland 1:50000 - Blad Venlo West (52W)*. Geol. Stichting, Afdeling Geologische Dienst, Haarlem, pp 162.
- Van Hoof J.**, 1980. *Geomorfologische ontwikkeling van de Kempense plateaurand in de omgeving van Dilsen*. Licentiaatsthesis K.U.Leuven. pp 196.
- Van Mechelen J.**, 1982. *Geomorfologie van de westelijke rand van het Kempisch Plateau en micro-eolisatieverschijnselen op grind*. Licentiaatsthesis K.U.Leuven.
- Van Rummelen F.H.**, 1942. *De Maasterrassen van Zuid-Limburg en hun wordingsgeschiedenis*. Geol. bureau Mijngebied - Med. beh. bij jaarverslag over 1940-1941, 85-108. Heerlen.
- Van Straaten L.M.J.U.**, 1946. *Grindonderzoek van de Limburgse terrassen*. Med. Geol. Stichting, serie C, VI, 2, pp 146.
- Vandenbergh J.**, 1993. *River terrace development and its relation to climate: the Saalian Caberg terrace of the Maas river near Maastricht (the Netherlands)*. Mededelingen Rijksgeologische Dienst, 47, 19-24.
- W** **Wevers L.**, 1974. *Bijdrage tot de studie van de hoofdterrasafzettingen in Limburg op basis van lichte mineralen*. Licentiaatsthesis K.U.Leuven.
- Wirix G.**, 1960. *Grindonderzoek op het Kempisch Plateau*. Licentiaatsthesis K.U.Leuven.
- Wouters L. en Vandenbergh N.**, 1994. *Geologie van de Kempen*. Een synthese. Niras. Brussel. pp 208.
- Z** **Zonneveld J.I.S.**, 1947. *Het Quartair van het Peelgebied en naaste omgeving*. Med. Geol. Stichting, serie C, VI, 3, pp 223.
- Zonneveld J.I.S.**, 1955. *De Quartaire rivierterrassen van Zuid-Limburg*. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, 329-343.

