

BIJDRAGE TOT DE QUARTAIRGEOLOGISCHE KARTERING IN VLAANDEREN

Guy DE MOOR

(7 figuren en 1 tabel)

Boesbeeklaan 5, B-9051 Gent

ABSTRACT. Quaternary mapping in Flanders. During the period 1993-1999 the quaternary deposits have been mapped on the sheets (1:50.000) Bruges, Lokeren, Tielt and Ghent (NW Belgium) using mainly borehole descriptions from several archives. The paper describes the fundamental mapping unit, the interpretation procedures and the elaboration of the legend and it presents an informal regional lithostratigraphical column (Tab.1). The lithostratigraphical maps show the vertical succession of the different lithotypes. A lithotype is a geological unit characterised by its specific lithology, its sedimentogenesis and its climatic-stratigraphical position. Each lithotype is represented by a letter symbol (Fig.4) and each specific succession (lithoprofile type) by a code composed of the succession of the lithotype symbols (Fig.3). The lithoprofile map has a double legend. The analytical version provides the lithoprofile type codes (Fig.5). Its legend is simple and easy to memorise. It allows an easy digitalisation. Thickness of the units is shown on additional thematic maps. The synthetic version shows a specific color for each of the lithoprofile types (Fig.7). Reading those maps demands a continuous return to the legend. That mode of representation however allows to oversee at once the spatial distribution of any lithoprofile type. It also allows to underline certain priorities or classification modes of lithoprofile types. Both versions of the lithoprofile type map are easily transformed into a lithostratigraphical profiletype map by adaptation of the legend. That application however demands the definition of formal quaternary-lithostratigraphical units. Maps and comments may be consulted on the website <http://dov.vlaanderen.be> of the Ministry of the Flemish Community.

KEYWORDS: Quaternary, lithoprofile type, cartography, lithostratigraphy, Flemish Valley.

RESUME. Cartographie du Quaternaire en Flandre. Au cours de la période 1993-1999 on a levé une carte séquentielle des dépôts quaternaires sur les feuilles (1:50.000) de Bruges, Lokeren, Tielt et Gand en utilisant uniquement des rapports de forages présents dans diverses archives. L'article définit l'unité de cartographie, décrit les procédures d'interprétation des archives et l'élaboration de la légende et présente une colonne lithostratigraphique informelle à portée régionale (Tab.1). Les cartes montrent la séquence des divers lithotypes (unité géologique caractérisée par sa lithologie, sa genèse sédimentologique et sa position climato-stratigraphique). Chaque lithotype est représenté par un symbole alphanumérique (Fig.4); chaque type de succession spécifique (type de lithoprofil) par un code formé par la succession des symboles des lithotypes présents (Fig. 3). Les cartes à lithoprofils possèdent une légende double. La version analytique montre les codes des types de lithoprofils par plage (Fig.5). L'épaisseur des unités est fournie séparément sur des cartes thématiques. Sur la version synthétique chaque type de séquence est indiqué par une couleur spécifique (Fig.7). Elle permet de voir la distribution de chaque type de lithoprofil et d'adapter les couleurs à certaines priorités ou à certaines classifications des types de lithoprofil. En plus on peut transformer les deux versions en une carte à types de profils lithostratigraphiques par simple adaptation du texte explicatif de la légende. Ceci permet d'ajouter une information supplémentaire à la carte. Cette application attend toutefois la définition d'une colonne lithostratigraphique formelle. Les cartes et les textes explicatifs peuvent être consultés sur le website "<http://dov.vlaanderen.be>" du Ministère de la Communauté Flamande.

MOTS-CLES: Quaternaire, cartographie séquentielle, lithostratigraphie, Vallée Flamande.

SAMENVATTING. In de periode 1993-1999 werden lithoprofieltypekaarten opgemaakt van de quartaire afzettingen op de kaartbladen Brugge, Lokeren, Tielt en Gent (1:50.000). Dit gebeurde hoofdzakelijk op basis van boorbeschrijvingen aanwezig in diverse archieven. Dit artikel beschrijft de definitie van de karteringseenheden, de interpretatieprocedure van de archiefgegevens en de opmaak van de kaartlegende en stelt een regionale informele lithostratigrafische kolom voor (Tab.1). De lithoprofieltypekaarten tonen de verticale successie van de lithotypes (quairgeologische eenheden

die gedefinieerd zijn door hun specifieke lithologie, sedimentgenese en klimaat-stratigrafische positie). Elk lithotype wordt in de legende aangegeven door een eigen lettersymbool (Fig.4), elke specifieke successie (lithoprofieltype) door een code bestaande uit de opeenvolging van de desbetreffende lithotypesymbolen (Fig.3). De kaart heeft een dubbele legende. De analytische versie (Fig.5) vermeldt alleen de lithoprofieltypecodes, de synthetische versie geeft elk lithoprofieltype weer door een eigen kleur (Fig.7). De dikte van afzonderlijke eenheden wordt op bijgevoegde kaartjes aangegeven. Men kan de kleurenlegende aanpassen aan bepaalde prioriteiten of aan een bepaalde classificatiewijze van de lithoprofieltypes. Men kan beide versies omvormen tot een lithostratigrafische profieltypekaart door aanpassing van de legendetekst. Voor een dergelijke transformatie wordt gewacht op de definitie van formele Quartairlithostratigrafische eenheden. De kaarten en de bijhorende toelichtingen kunnen geconsulteerd worden op de website "<http://dov.vlaanderen.be>" van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap.

SLEUTELWOORDEN: Quartair, lithoprofieltype kartering, lithostratigrafie, Vlaamse Vallei.

1. Inleiding

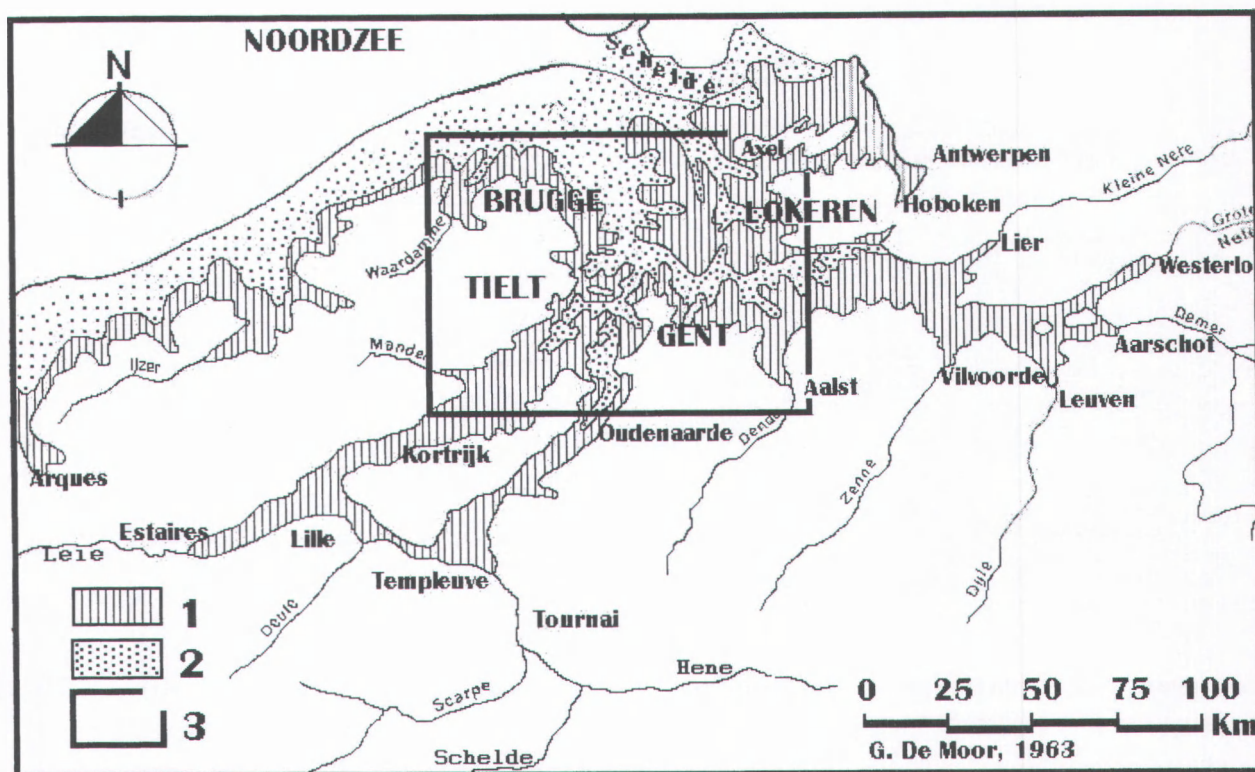
Er bestaat geen quartairgeologische kaart van België. Wel vindt men op de afgedekte geologische kaart van België (1900) de uitbreiding van de alluvia terug en staan hier en daar ook annotaties over de opbouw van het Quartair vermeld, veelal echter alleen van het bovenste deel. Daarnaast heeft men ook bepaalde aspecten van de Quartairgeologie van België (zie o.a. Maréchal, 1993) of van sommige landsgedeelten (zie o.a. De Moor, 1960, 1961, 1963, 1972, 1996; Paepé en De Raymaecker, 1972; De Moor & Mostaert, 1989; Houthuys et al., 1993) in kaart gebracht of de verspreiding van bepaalde quartairgeologische formaties gekarteerd (zie o.a. Snacken, 1961, De Moor, 1963; Tavernier & Amerijckx, 1970; Paulissen, 1973; Bogemans, 1993; Gullentops & Paulissen, 1996). De bodemkaarten (1:20.000) opgenomen onder leiding van R. Tavernier vormen op hun beurt een bron van gedetailleerde gegevens over de lithologie van de oppervlakkige quartaire lagen. Bovendien laten geomorfologische kaarten toe het dagzomen van bepaalde quartaire afzettingen indirect af te lezen (zie o.a. De Moor & Mostaert, 1990; De Moor & Heyse, 1994). Niettemin blijft er een nood bestaan aan een systematische cartografie van dikte en opbouw van het quartair dek, en dit zowel vanuit praktisch als vanuit wetenschappelijk oogpunt. In de Vlaamse Vallei, in de Noorderkempen, in de Kustvlakte en in de lössgebieden kan het quartair dek immers tot meer dan 30 m dik zijn en een complexe opbouw vertonen met snelle laterale wisselingen van sedimentaire of erosieve oorsprong.

In enkele gebieden zijn profieltypekarteringen van quartaire afzettingen gebeurd. In 1981 heeft Baeteman voor het eerst de profieltypekartering volgens Streif (1978) toegepast bij de kartering van sequenties van sedimentaire facies in de holocene mariene afzettingen van de westelijke Kustvlakte. In 1993 heeft Bogemans de ideeën van de Jong & Hageman (1960) gevolgd bij de opname van een lithostratigrafische profieltypekaart van het volledige quartaire dek in het gebied Mechelen-Zemst. Profieltypekarteringen bieden het grote voordeel dat ze door de kartering van gelijke sequenties van geologische

eenheden (i.c. profieltypes) een 3D-beeld van de geologische opbouw geven op een plat kaartvlak.

Sinds 1993 wordt op initiatief van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, een quartairgeologische kaart van Vlaanderen opgemaakt. Het doel is een profieltypekaart te produceren die de opeenvolging van de verschillende quartairgeologische eenheden weergeeft zonder daarbij nieuw veldwerk of laboratoriumwerk te doen maar door alleen archiefgegevens en eigen terreinkennis te gebruiken. De kaart moet wetenschappelijk gefundeerde informatie verschaffen die bruikbaar is voor praktische toepassingen door niet specialisten, met de nadruk op objectieve elementen zoals de lithologie. Ze moet vergezeld gaan van verspreidings-, dikte- en facieskaarten van afzonderlijke quartairgeologische eenheden. De voorgestelde legende moet toelaten de alfanumerische en grafische resultaten op te slaan in digitale bestanden en datatranscripties uit te voeren o.a. naar GIS-bestanden. Deze kaartopmaak gebeurt door verschillende karteringscentra waarbij in een eerste fase elk centrum zijn eigen methodiek ontwikkelt en zijn eigen karteringseenheden, legende en voorstellingswijze definieert.

In deze bijdrage zal alleen ingegaan worden op de methode die ontwikkeld werd om op basis van de archiefverslagen de opmaak van de quartairlithoprofieltypekaarten op de kaartbladen (schaal 1:50.000) Brugge (De Moor & Van de Velde, 1994), Lokeren (De Moor & Van de Velde, 1995), Tielt (De Moor & Van de Velde, 1997) en Gent (Vermeire et al., 1999) (Fig. 1) te verwezelijken. Deze kaartbladen zijn achtereenvolgens gekend onder de nummers 13, 14, 21 en 22 op de legger van de topografische kaart van het Nationaal Geografisch Instituut en op de legger van de Quartairkaart van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Als databronnen werd gebruikt gemaakt van de archieven van de Belgische Geologische Dienst (BGD), van het vroegere Rijksinstituut voor Grondmechanica (RIG), recentelijk Afdeling Geotechniek (GEO), van het Geologisch Instituut Universiteit Gent (GI-RUG), van privé-boorfirma's en verder ook van de Bodemkaart van België (1/20.000) en van



Figuur 1. Het gekarteerde gebied en de uitbreiding van de Vlaamse Vallei. *La zone cartographiée et l'extension de la Vallée Flamande. The mapped area and the extension of the Flemish Valley.*

1 = Oppervlak van de tertiaire formaties tussen 0 en -15 m TAW. *Surface des formations tertiaires entre 0 et -15 m DNG. Surface of the tertiary formations between 0 and -15 m SGL.*

2 = Oppervlak van de tertiaire formaties tussen -15 en -25 m TAW. *Surface des formations tertiaires entre -15 et -25 m DNG. Surface of the tertiary formations between -15 and -25 m SGL.*

3 = Gekarteerd gebied. *Zone cartographiée. Mapped area.*

boringen en ontsluitingen die in de periode 1960-1980 op bovenvermelde kaartbladen uitgevoerd of opgenomen werden op eigen initiatief (zie o.a. De Moor, 1963, 1974; Paeppe & Van Hoorne, 1967; De Moor & De Breuck, 1973; De Moor & Geets, 1973; De Moor & Heyse, 1974, 1976; De Moor et al., 1978; Heyse, 1978; Lootens, 1976; Mostaert, 1985). Bij die bespreking zal vooral aandacht besteed worden aan de verwerkingsprocedures van de boorgegevens uit de archieven, aan de definitie van de karteringseenheden, aan de opmaak van de kaartlegende, aan de kwaliteitscontrole en aan de uitwerking van een informele lithostratigrafische kolom. Op dit ogenblik zijn reeds 12 kaartbladen (1:50.000) gekarteerd. De bekomen quartairgeologische kaarten, de toelichtende verklaringen en de databank van de gegevens (met kwaliteits-evaluaties) kan men raadplegen op de website "http://dov.vlaanderen.be" en bij de administratieve diensten van DOV (Databank Ondergrond Vlaanderen). Men vindt er tevens kaartcommentaren, details over computermatige verwerkingsprocédés en systematische beschrijvingen van de voorgestelde lithostratigrafische eenheden. Het gebruik van het internet laat toe de databanken en de kaarten te consulteren in home computing en zelf documen-

ten te editen en uit te printen die precies beantwoorden aan de vereisten inzake schaal, gebied, resolutie en inhoud gesteld door de gebruiker zonder hem te belasten met omvangrijke en niet relevante archiefstukken.

2. Methodologie

2.1. Definitie en identificatie van karteringseenheden

Het opstellen van de te karteren profieltypes berust op het identificeren van karteringseenheden in de boorstaten. Die karteringseenheden moeten enerzijds aan objectief waarneembare kenmerken beantwoorden en anderzijds met eenheden in een lithostratigrafische kolom gecorreleerd kunnen worden. Op de gekarteerde kaartbladen vermelden de boorbeschrijvingen (behalve die opgemaakt door Rutot) meestal geen andere stratigrafische interpretatie dan "Quartair", alhoewel in enkele gevallen ook nog een onderscheid gemaakt wordt tussen "Pleistoceen" en "Holoceen". In oude boorverslagen vindt men nu en dan toch ook lithostratigrafische interpretaties terug die verwijzen naar de lithostratigrafische kolom van Rutot

Staal nummer	Boor staat	Boor profiel	Lokale sequentie	Positie-Indicatoren	Profielbeschrijving Sedimentgenetische interpretatie	Stratigrafisch kader	Litho Profiel			
s1	Klei met venige vlekjes en vivianiet		L 1		Alluviale klei	Holoceen	k			
s2					Fijn zand met N. planulatus en Pupila	L 2	Fijn zand herwerkte nummulieten syngenetische vorstwiggen ijswigpseudomorfen Fluvio-periglaciaal	Weichseliaan	F	
s3						L 3	Grind	Grind Fluvio-periglaciaal puinwaaier	Weichseliaan	Γ
s4						L 4	Zand met Cardium kleppen	Middelmatig zand met Cardium Postgenetische ijswigpseudomorfen Subtidaal	Eemlaan	E
s5						L 5	Silt met Scrobicularia plana	Silt met Scrobicularia plana in situ Wadsilt	Eemlaan	e
s6										
s7										
s8										
s9										
s10										
s11										
s12										
s13										
s14										
s15										
s16										
s17										
s18										

Figuur 2. Verwerkingsprocedure van de boorbeschrijvingen. *Procédure d'interprétation des descriptions de forage. Interpretation procedures for the borehole reports.*

(1900). Die kolom heeft echter een groot deel van haar bruikbaarheid verloren zodat men in België op dit ogenblik niet beschikt over een algemeen aanvaarde Quartairlithostratigrafische kolom om naar te refereren. Wat de meeste boorstaten wel vermelden is de diepte en de lithologie van de opeenvolgende boorstalen en soms ook aanduidingen over het afzettingsmilieu (bv. mariene schelpen). Een groepering van opeenvolgende stalen die als basis voor de aflijning van karteringseenheden zou kunnen dienen vindt men er evenwel niet. Vooraf moesten dus identificatiecriteria voor de karteringseenheden bepaald worden, een referentiekader voor karteringseenheden opgesteld en nieuwe interpretaties van de boorverslagen uitgewerkt.

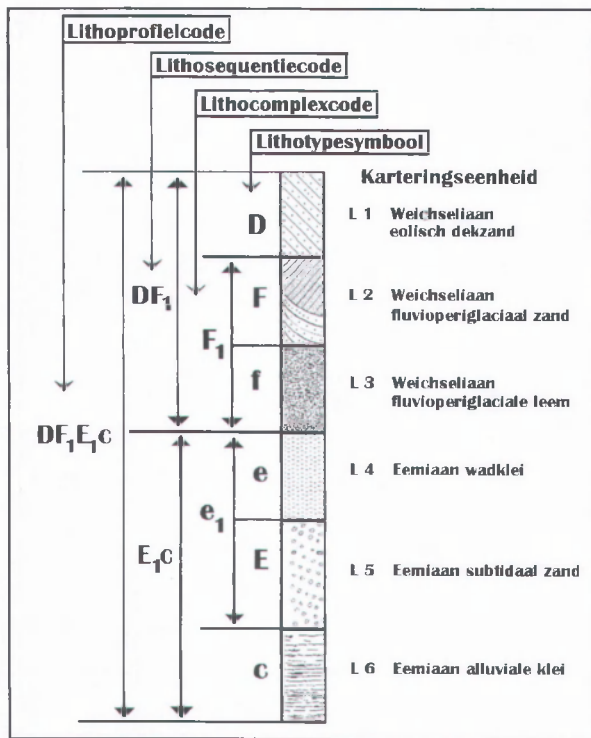
De fundamentele karteringseenheid is een lithologisch min of meer uniform gesteentelichaam waarbinnen een voldoende sedimentgenetische samenhang bestaat, dat door duidelijke grensvlakken begrensd is en dat in een bepaalde stratigrafische context gesitueerd is die zoveel mogelijk paleo-klimaatgerelateerd is. Die stratigrafische inschatting wordt ondersteund door correlatie met nabijgelegen boringen en ontsluitingen waarvoor gedocumenteerde stratigrafische interpretaties beschikbaar zijn. De eenheid moet macroscopisch herkenbaar zijn op het terrein of in boringen. In het boorverslag komt ze tot uiting als een lithologisch min of meer uniforme groep van boorstalen die samen een profielement vormen.

Criteria voor de identificatie van de karteringseenheden zijn lithologie, primaire en secundaire sedimentstructuren, sedimentgenese, paleomilieu-indicaties, betekenis van de grensvlakken, stratigrafische positie, (paleo-) morfologische en hypsometrische positie, ouderdom (uit literatuurgegevens) en karterbaarheid (o.a. een minimumdikte). Meestal bevatten de boorverslagen geen informatie over de meeste van deze criteria. Bij de identificatie is rekening gehouden met overeenkomst in kenmerken en positie tussen de karteringseenheden onderscheiden in de boorbeschrijvingen en de eenheden onderscheiden in referentie-ontsluitingen of -boringen. Voor rivierterrassen vormt de morfostratigrafische positie een belangrijk argument. Hiaten, facieswisselingen en lithologische uniformiteit van opeenvolgende stalen bemoeilijken de identificatie. De lithostratigrafische kolom wordt gedurende de kartering bijgewerkt naarmate de inventarisatie van de afzettingen vordert.

2.2. Verwerking van de boorbeschrijvingen

De verwerkingsprocedure van de boorverslagen omvat verschillende stappen:

1. Kwaliteitsevaluatie van de boorwijze, de boorbeschrijving en de originele interpretatie. De beschrijving van de boorstalen vertoont een min of meer grote nauwkeurigheid, volledigheid en betrouwbaarheid. Die zijn echter niet rechtstreeks controleerbaar.



Figuur 3. Opbouw van de lithoprofieltypecode en hiërarchie van karteringseenheden. *Elaboration du code du lithoprofil et hiërarchie des unités de cartographie. Making the lithoprofile codes and hierarchy of the mapping units.*

- Aflijnen en identificeren van elementaire karteringseenheden op de boorstaat door groeperen van opeenvolgende boorstalen met gelijke kenmerken (Fig. 2). Elke elementaire karteringseenheid wordt gekenmerkt door haar specifiek facies, sedimentgenese en stratigrafische positie (Fig. 2). De term "lithotype" wordt gebruikt zowel om dit geheel van kenmerken aan te geven als om de elementaire karteringseenheid zelf aan te duiden (zie figuur 2). Figuur 4 toont een voorbeeld van de lithotypetabel voor het kaartblad Brugge.
- Definitie van het lithoprofiel als opeenvolging van karteringseenheden (Fig. 3). Het lithoprofiel kan uit één of meerdere lithotypes opgebouwd zijn of ook bestaan uit meer complexe eenheden (zoals lithosequenties). Er kan dus een zekere hiërarchie van karteringseenheden beschouwd worden en eventueel zou men zelfs subeenheden kunnen invoeren in de lithotypes. Een lithosequentie (zoals DfF op figuur 3) is een opeenvolging van lithotypes die om stratigrafische redenen samen genomen worden. Een lithocomplex is een opeenvolging van lithotypes die sedimentgenetisch en stratigrafisch samen horen maar die afwisselen in lithologie. Dit is het geval met de sequentie Ff op figuur 3. Een lithoprofiel (zoals DF1E1c op figuur 3) geeft de verticale opeenvolging van karteringseenheden weer. Een lithoprofieltype is een specifieke opeenvolging van karteringseenheden.

Het lithostratigrafisch profiel geeft het lithoprofiel weer met inachtneming van de (formele of informele) lithostratigrafische interpretatie van de karteringseenheden. Hiervoor is dan een lithostratigrafische kolom nodig. Interpretatie gebeurt door correlatie met eenheden van een referentiebooring of -ontsluiting (referentiekader).

3. Kaartlegende

Bij een globale kaartvoorstelling van geologische sequenties kan men verschillende legendetypes gebruiken al naar kaartinhoud, voorstellingswijze en invulwijze van de kaartvlakken (letter/cijfersymbolen, kleuren, arceringen). De lithoprofieltypekaart geeft op elk kaartvlak het daar aanwezige lithoprofieltype aan; de lithostratigrafische profieltypekaart geeft op elk kaartvlak de daar voorkomende sequentie van (formele of informele) lithostratigrafische eenheden aan.

De lithoprofieltypekaarten zijn uitgewerkt met een analytische en met een synthetische voorstellingswijze. De analytische legende (Fig. 4) gebruikt een lettersymbool (zoals k, K, F,...) voor elke afzonderlijke elementaire karteringseenheid (lithotype). Hoofdletters worden gebruikt voor grove sedimenten (zand, grint), kleine letters voor fijne afzettingen (klei, leem). Op de analytische versie van de kaart staat elk lithoprofieltype aangegeven door een code die opgebouwd is uit de lithotypesymbolen van de opeenvolgende elementaire karteringseenheden (zoals kFE, kDF,). Zo geldt het lithotypesymbool k voor

LITHOTYPES	SEDIMENT FACIES	CONTINENTAAL				MARIEN		
		KLASTISCH			ORGANOGEEN	KLASTISCH		
		FLUVIATIEL (colluvium inclus)	EOLISCH	HELLING SEDIMENTEN				
LITHOLOGIE	fijn	grof	grof	fijn	grof	veen	fijn	grof
Holoceen	k	K				v	m	M
Weichseliaan Tardiglaciaal			D	h	H			
Weichseliaan	f	F		h	H			
Eemiaan	c	C		h	H		e	E
Pre-Eemiaan		X		h	H			
Pre-Saaliaan		Y		h	H			
LITHOCOMPLEX								
Holoceen	k1=k/K					v = k/v		
Weichseliaan Tardiglaciaal								
Weichseliaan	F1=F/f							
Eemiaan							e1=e/E	e2=e/E/e

Fijn = kleiige en lemige sedimenten Grof = zand tot grindhoudend zand

Figuur 4. Analytische legende voor de lithotypes en de lithocomplexen op het kaartblad Brugge. *Légende analytique des lithotypes et des lithocomplex sur la feuille de Bruges. Analytical legend of lithotypes and lithocomplexes on the sheet Bruges.*

holocene alluviale klei en de lithosequentiecode **DF** voor een sequentie van Weichseliaan dekzand rustend op Weichseliaan fluvioperiglaciaal zand. Een lithocomplex wordt weergegeven door het symbool voor het bovenste lithosoom voorzien van een cijfersubscript dat aangeeft hoeveel maal lithologisch afwisselende lithosomen daaronder in dezelfde lithosequentie voorkomen. Zo geldt het symbool **F₃** voor het lithocomplex **FFFF**, een Weichseliaan successie van fluvioperiglaciaal zand boven fluvioperiglaciaal leem rustend op fluvioperiglaciaal zand en terug op fluvioperiglaciaal leem. De lithoprofieltypecode **kFE** stelt een opeenvolging voor van holocene alluviale klei rustend op Weichseliaan fluvioperiglaciaal zand en verder op marien Eemiaan zand. De dikte van de karteringseenheden is niet aangegeven op de profieltypekaarten omdat dit de codering teveel zou verzwaren. Ze kan wel afgelezen worden op afzonderlijke kaartjes. Dit is ook het geval met de dikte van het volledige quartaire dek.

Figuur 4 toont de analytische lithotypelegende voor kaartblad Brugge. Figuur 5 toont een uittreksel uit de analytische versie van de Quartairlithoprofieltypekaart Brugge. De Quartairopbouw is er direct op af te lezen; de legende is eenvoudig en gemakkelijk te memoriseren. Verspreiding van de kaart vereist geen kleurendruk. Symbolen en codes laten een gemakkelijke opmaak en exploitatie van databanken en GIS-bestanden toe.

Op de synthetische versie wordt elk lithoprofieltype weergegeven door een kleur (vervangbaar door een synthetisch symbool of door een arcering). De betekenis vindt men terug in de legende, hetzij doordat elk profieltype daar visueel weergegeven is samen met de betekenis van de daarop gebruikte symbolen, hetzij door een verbale beschrijving (zoals hier gebeurd is). Figuur 6 toont een uittreksel uit de synthetische lithoprofieltypelegende voor het kaartblad Brugge. Figuur 7 toont een uittreksel uit de synthetische versie van de lithoprofieltypekaart voor het kaartblad Brugge. Op deze ingekleurde versie zijn overigens ook de codes van de analytische versie aangegeven in overdruk, wat het lezen van de synthetische versie vergemakkelijkt.

De legende van de synthetische versie is complex daar men de opbouw van de verschillende profieltypes moet voorstellen. Voor kaartblad Brugge alleen komt men tot meer dan 80 profieltypes. Die voorstellingswijze biedt evenwel het voordeel dat men er in een oogopslag alle gebieden kan op zien waar eenzelfde profieltype voorkomt. Men kan ook de kleuren zó aanpassen dat bepaalde geologische prioriteiten beter tot hun recht komen (b.v. profieltypes met alluvia, met Eemiaanwadklei, enz.) of de legende ordenen om een bepaalde classificatiewijze van de lithoprofieltypes in te voeren. De databank laat toe dergelijke keuzes zowel in de synthetische als in de analytische versie te maken.

4. Lithostratigrafische kolom

Beide versies van de lithoprofieltypekaart kunnen omgevormd worden tot een lithostratigrafische profieltypekaart zonder de kaartvlakinvulling te moeten wijzigen. Men moet alleen de legendetekst aanpassen. Daartoe heeft men wel een lithostratigrafische kolom en een transcriptietabel nodig. Diverse auteurs hebben lithostratigrafische eenheden voor dit karteringsgebied voorgesteld, zoals o.a. Tavernier & De Moor (1974), Paepe & Van Hoorne (1976), Lootens (1978), Bogemans (1993), De Moor (1996).

Tabel 1 toont een informele Quartairlithostratigrafische kolom die bij deze kartering in het studiegebied ontwikkeld werd. Ze berust grotendeels op de inventarisatie van de quartaire afzettingen in het Scheldebekken, meer speciaal in de Vlaamse Vallei (Tavernier & De Moor, 1974). Ze is vergezeld van een transcriptietabel voor de lithotypesymbolen. Die kolom dient ook als hulp bij de verdere inventarisatie van de quartaire afzettingen in het studiegebied en zal geleidelijk moeten aangevuld of aangepast worden naarmate de verkenning door nieuw veldwerk vordert.

Voor een definitieve uitwerking van de lithostratigrafische profieltypekaart wordt gewacht op een algemeen aanvaarde formele Quartairlithostratigrafische kolom.

5. Kwaliteitsbewaking

De kwaliteitszorg richt zich op het bronmateriaal, op de interpretaties en op de tracés van de kaartvlakgrenzen. De nauwkeurigheid, de volledigheid, de aard en de betrouwbaarheid van de informatie beschikbaar in de originele boorverslagen hangen af van de boorwijze, van de zorg en de tussenafstand van de staalnames, van de conformiteit en de kwaliteit van de stalen en van de professionele kwalificatie van de verslaggever. Zo leveren boringen met waterspoeling niet alleen minder betrouwbare stalen maar ook minder betrouwbare dieptes voor de lithologische contactvlakken. Van groot belang is ook of de beschrijving gebeurd is bij directe opvolging van de boringen op het terrein of op basis van ingediende staalreeksen. Daar geen nieuwe terreinwaarnemingen konden uitgevoerd worden was geen directe controle van het bronmateriaal mogelijk. Kwaliteitsbewaking van boorverslagen en interpretaties is gebeurd op basis van iteratieve vergelijking met gegevens en interpretaties van nabijgelegen waarnemingen, door het uitzetten van boorprofielen in geologische doorsneden en door confrontatie met eigen terreinkennis.




De kwaliteit van de kaart hangt ook af van de nauwkeurigheid van het verloop van de kaartvlakgrenzen. Naast kwaliteit van gegevens en interpretaties spelen ook an-

LITHOPROFIELTYPES

1. Holoceen ontsloten





1.1. Marien Klastisch Holoceen op Klastisch Weichseliaan

1.1.1. zonder veenintercalatie

	Marien Holoceen op dekzandfaciës
	Marien Holoceen op dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës
	Marien Holoceen op fluvioperiglaciaal faciës



1.2. Continentaal Holoceen op Klastisch Weichseliaan

1.2.1. Klastisch Holoceen




	Klastisch Holoceen op dekzandfaciës
	Klastisch Holoceen op dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës
	Klastisch Holoceen op fluvioperiglaciaal faciës
	Klastisch Holoceen op fluvioperiglaciaal faciës met mergelige Weichseltop

1.3. Marien Klastisch Holoceen op Klastisch Weichseliaan op Marien Eemiaan




1.3.1. zonder veenintercalatie

	Marien Holoceen op dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan
	Marien Holoceen op fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan

1.1.2. met veenintercalatie

	Marien Holoceen op dekzandfaciës met holocene veenintercalatie
	Marien Holoceen op dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës met holocene veenintercalatie
	Marien Holoceen op fluvioperiglaciaal faciës met holocene veenintercalatie

1.2.2. Venig Holoceen




	Venig Holoceen op dekzandfaciës
	Venig Holoceen op dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës
	Venig Holoceen op fluvioperiglaciaal faciës

2. Weichseliaan ontsloten



2.1. Klastisch Weichseliaan op Marien Eemiaan

	dekzandfaciës op Marien Eemiaan
	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan
	fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan




2.2. Klastisch Weichseliaan Continentaal Eemiaan

	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan
	fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan
	fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan met Weichsel mergel bovenlaag

2.3. Klastisch Weichseliaan op Marien Eemiaan op Pré-Eemiaan

	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan op Pré-Eemiaan
	fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan op Pré-Eemiaan



2.4. Klastisch Weichseliaan op Continentaal Eemiaan op Pré-Eemiaan

	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan op Pré-Eemiaan
	fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan op Pré-Eemiaan
	fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan met holocene mergeltop



2.5. Klastisch Weichseliaan op Pré-Eemiaan



	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Pré-Eemiaan
---	---



2.6. Klastisch Weichseliaan op Tertiair

	dekzandfaciës
	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës


1.3.2. met veenintercalatie

	Marien Holoceen op dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan met holocene veenintercalatie
	Marien Holoceen op fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan met holocene veenintercalatie


	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal op Marien Eemiaan met Continentaal Eemiaan basislaag
	fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan met Continentaal Eemiaan basislaag

	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan met Marien Eemiaan basis
	fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan met Marien Eemiaan basis

	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan met Continentaal Eemiaan basis op Pré-Eemiaan
---	--

	fluvioperiglaciaal faciës op Marien Eemiaan met Continentaal Eemiaan basis op Pré-Eemiaan
---	---

	dekzandfaciës op fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan met Marien Eemiaan basis op Pré-Eemiaan
---	--

	fluvioperiglaciaal faciës op Continentaal Eemiaan met Marien Eemiaan basis op Pré-Eemiaan
---	---

	fluvioperiglaciaal faciës op Pré-Eemiaan
---	--

	fluvioperiglaciaal faciës
---	---------------------------

Figuur 6. Uittreksel uit de legende van de synthetische lithoprofieltypekaart van het kaartblad Brugge. *Extrait de la légende de la version synthétique de la carte des types de lithoprofil de la feuille de Bruges. Extract of the legend of synthetical version of the lithoprofile type map of the sheet Bruges.*

Informeel lithostratigrafische eenheden		
afzetting van	Stratigrafie, facies en morfologie	Lithotypesymbool
Wad-en geulafzettingen van de Kustvlakte		
Duinkerke	Holoceen zandig, respectievelijk kleig marien	M, m
Holocene dalopvulling		
Hamme	Holocene perimariene klei van de Schelde	p
Machelen	Holoceen zandig rivieralluvium	K
Overmeire	Holoceen kleig rivieralluvium (met veen)	k
Deurle	Eo-Holoceen continentaal rivierduinzand	δ
Vinderhoute	Eo-Holoceen fluviatiel zand met veenresten	o
Dekzandruggen van de Vlaamse Vallei		
Maldegem	Weichsel Tardiglaciaal eolische zanden	D
Lössdek van Midden-België		
Gembloux	Weichseliaan niveo-eolische löss (boven + 30 m)	n
Complex van het laagterras van de Vlaamse Vallei		
Gottem	Boven-Weichseliaan niveofluviaal zandlemig (West. dalbodemschouder in consequente valleien)	g
Sifferdok	Boven-Weichseliaan niveofluviaal fijn lemig zand	F
Eke	Weichseliaan fluvioperiglaciaal zand soms met grind of lemlaagjes	F
Oostakker	Weichseliaan lemig fluvioperiglaciaal Weichseliaan	f
Beernem	Eo-Weichseliaan zand met veen en bodems (zijdalen van de Vlaamse Vallei)	F
Langerbrugge	Eo-Weichseliaan fluvioperiglaciaal zanden	F
Dendermonde	Eo-Weichseliaan grindrijk zand (puinwaaier)	Γ
Oostwinkel	Eemiaan fijn, resp. zandig fluviatiel of perimarien	c/C
Meetkerke	Eemiaan fijn marien (wadklei)	e
Kaprijke	Eemiaan subtidaal zandig marien	E
Adegem	Saaliaan fluvioperiglaciaal zand (bedolven terras)	S
Resten van morfologische terrasafzettingen		
Melle	Midden-Pleistoceen fluviatiel venig-lemig (+15m) ¹	μ
Meulebeke	Oud-Quartair grindrijk zand (+ 30 m terras) ¹	θ
Kruishoutem	Oud-Quartair grindrijk zand (+ 60 m terras) ¹	τ
Diachroon of onbepaald		
Wingene	Zandig, resp. kleig regolithisch hellingssediment	H, h
	Restgrind of valleibodemgrind	R
Oosterzele	Beekbodemgrind	β
	Pre-Eemiaan zand of restgrind	X
	Pre-Saaliaan zand of restgrind	Y

1 = in de referentiezone langs Boven-Schelde en Leie.

Tabel 1. Informeel lithostratigrafische kolom voor het karteringsgebied Brugge-Lokeren-Tielt-Gent (De Moor, 1994-1999). Colonne lithostratigraphique informelle du Quaternaire pour la région cartographiée. Informal lithostratigraphical column for the Quaternary in the mapped area.

dere factoren daarbij een rol. Daartoe behoren o.a. de dichtheid van de boorpunten, de interpolatiewijze, de laterale continuïteit van de sedimenten, de noodzaak om een minimumdikte en minimale kaartvlakgrootte aan te houden en de boordiepte in het quartair dek. Bij een geringe waarnemingsdichtheid of bij ondiepe boringen zal men over grotere afstand moeten interpoleren. De nauwkeurigheid van de kaart riskeert dan af te nemen. Over het algemeen zijn de oppervlakkige lagen daardoor nauwkeuriger gekarteerd dan diepere en onderschat het globale kaartbeeld de diversiteit van de diepere lagen.

6. Besluit

Het is mogelijk om met de bestaande archiefgegevens een Quartairlithoprofieltypekaart aan te maken. Dit is een synthese van de beschikbare informatie en de bestaande inzichten. Ze is het voorlopig resultaat van een iteratief proces waarin inventarisatie van de afzettingen op het terrein, het bepalen van hun kenmerken, het ontwikkelen van een lithostratigrafische kolom, identificatie van de karteringseenheden en ontwikkeling van een karteringsmethode de belangrijkste stappen zijn en waarin gegevensuitwisseling tussen betrokken disciplines een stuwende rol speelt. Wegens de grote verschillen in resolutie van de waarnemingspunten en in kwaliteit van de brongegevens kan de kwaliteit van de kaart sterk wisselen. Nieuw veldwerk is een eerste vereiste om de kwaliteit van de kaart te verbeteren. De bekomen kaart kan de verdere inventarisatie van de quartaire afzettingen in het gekarteerde gebied evenwel inspireren. De analytische versie laat een snelle lezing en een gemakkelijke digitale verwerking toe. De synthetische versie laat toe bepaalde aspecten speciaal in het daglicht te stellen. Beide versies kunnen getransformeerd worden in een Quartairlithostratigrafische profieltypekaart. Daartoe wordt een informele kolom voorgesteld. Voor een definitieve uitwerking wordt gewacht op een algemeen aanvaarde formele Quartairlithostratigrafische kolom.

7. Dankwoord

De auteur dankt F. Mostaert, D. Van De Velde, S. Vermeire, R. Adams, L. Meert, M. De Ceukelaere en V. Laforce voor de hulp bij de kaartopmaak. Het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap ondersteunde de uitvoering van de kartering. Dank ook aan de diverse archiefhouders, inzonderheid aan de Belgische Geologische Dienst.

8. Referenties

BARCKHAUSEN, J., PREUSS, H. & STREIF, H., 1977. Ein lithologisches Ordnungsprinzip für das

Küstenholozän und seine Darstellung in Form von Profiltypes. *Geologisches Jahrbuch*, A44, 45-74.

BAETEMAN, C., 1981. An Alternative Classification and Profile Type Map Applied to the Holocene Deposits of the Belgian Coastal Plain. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, 90, 257-280.

BAETEMAN, C., 1987. Mapping a coastal plain - problems concerning mapping units. *Geobound*, 1, 3-9.

BOGEMANS, F., 1993. Kwartairgeologische opnamen in het Bos van A te Zemst. *Professional Paper* 202, Brussel, Belgische Geologische Dienst, 31 p.

BOGEMANS, F., 1993. Quaternary Geological Mapping on Basis of Sedimentary Properties in the Eastern Branch of the Flemish Valley (Sheets Boom-Mechelen & Vilvoorde-Zemst). *Mémoires Explication Cartes Géologiques et Minières de la Belgique*, 35, 49 p.

DE BREUCK, W. & DE MOOR, G., 1975. Essai d'une cartographie lithologique des formations supérieures et son application aux Flandres. Colloque national Géologie et Géotechnique urbaines. Bruxelles, Comité belge de Géologie de l'ingénieur, 158-172.

DE JONG, J.D. & HAGEMAN, B.P., 1960. De legende voor de Holocene afzettingen op de nieuwe geologische kaart van Nederland. *Geologie en Mijnbouw*, 39, 644-653.

DELVAUX, E., 1893. Carte géologique de la Belgique, Planchettes XX, 1-4. Bruxelles, Institut Cartographique Militaire.

DELVAUX, E., 1897. Carte géologique de la Belgique, Planchettes XX, 5-8. Bruxelles, Institut Cartographique Militaire.

DE MOOR, G., 1960. De depressie van het kanaal Gent-Brugge. *Tijdschrift Belgische Vereniging voor Aardrijkskundige Studies*, 29, 148-157.

DE MOOR, G., 1961. Isopachenkaart van het Jong-Kwartair. In: Survey van het streekplan Gent, Land van Waas, Meetjesland en Vlaamse Ardennen. Gent, Rijksuniversiteit, Geologisch Instituut, 1 kaart.

DE MOOR, G., 1963. Bijdrage tot de kennis van de Vlaamse Vallei. Gent, Rijksuniversiteit, Geologisch Instituut, 172 +52 p. (onuitgegeven doctoraatsverhandeling).

DE MOOR, G., 1963. Bijdrage tot de kennis van de fysische landschapsvorming in Binnen-Vlaanderen. *Tijdschrift Belgische Vereniging voor Aardrijkskundige Studies*, 32, 329-433.

- DE MOOR, G., 1972. Cartographie semi-détaillée de l'épaisseur et des séquences lithostratigraphiques des sédiments quaternaires dans le Nord-Ouest de la Belgique, Montréal, 24^e International Geological Congress, Abstracts, 366-368.
- DE MOOR, G., 1974. De afzetting van Dendermonde en haar betekenis voor de jong-kwartaire evolutie van de Vlaamse Vallei. *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 56, 44-75.
- DE MOOR, G., 1975. La cartographie lithostratigraphique et son emploi en géologie de l'ingénieur. Colloque national Géologie et Géotechnique urbaines. Bruxelles, Comité belge de Géologie de l'ingénieur, Z1/1-Z1/8.
- DE MOOR, G., 1996. De zanden van de Vlaamse Vallei. In F. Gullentops & L. Wouters, eds. Delfstoffen in Vlaanderen. Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Natuurlijke Rijkdommen & Energie, 63-68.
- DE MOOR, G. & DE BREUCK, W., 1973. Sedimentologie en stratigrafie van enkele pleistocene afzettingen in de Belgische kustvlakte. *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 55, 3-96.
- De Moor, G. & Geets, S., 1974. Sedimentologie en lithostratigrafie van de eocene afzettingen in het zuid-oostelijk gedeelte van de Gentse agglomeratie. *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 56, 129-192.
- DE MOOR, G. & HEYSE, I., 1974. Lithostratigrafie van de kwartaire afzettingen in de overgangszone tussen de kustvlakte en de Vlaamse Vallei in noordwest België. *Natuurwetenschappelijk Tijdschrift*, 56, 85-109.
- DE MOOR, G. & HEYSE, I., 1976. Dépôts quaternaires et géomorphologie dans le Nord-Ouest de la Flandre. Compte rendu de l'excursion du 23 octobre 1976. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, 87(1), 37-47.
- DE MOOR, G. & HEYSE, I., 1994. Geomorfologische kaart van België: Kaartblad Lokeren (1:50,000). Brussel, Ministerie Nationale Opvoeding, Nationaal Centrum voor Geomorfologisch Onderzoek.
- DE MOOR, G., HEYSE, I. & DE GROOTE, V., 1978. An Outcrop of Eemian and Early Weichselian Deposits at Beernem (NW Belgium). *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, 87, 27-36.
- DE MOOR, G. & MOSTAERT, F., 1989. Eemian and Holocene Sedimentary Sequences on the Belgian Coast and Their Meaning for Sealevel Reconstruction. In J.P. Henriët, G. De Moor & M. De Batist, eds. The Quaternary and Tertiary Geology of the Southern Bight, North Sea. Brussels, Ministry Economic Affairs, 137-148.
- DE MOOR, G. & MOSTAERT, F., 1990. Geomorfologische kaart van België: Kaartblad Oostende (1:50.000). Brussel, Ministerie Nationale Opvoeding, Nationaal Centrum voor Geomorfologisch Onderzoek.
- DE MOOR, G. & VAN DE VELDE, D., 1994. Quartairgeologische kaart van België, Vlaams Gewest, Verklarende tekst bij kaartblad (13) Brugge. (1:50.000). Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Natuurlijke Rijkdommen en Energie, 97 p. (website "http://DOV.Vlaanderen.be").
- DE MOOR, G. & VAN DE VELDE, D., 1995. Quartairgeologische kaart van België, Vlaams Gewest, Verklarende tekst bij kaartblad (14) Lokeren. (1:50.000). Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Natuurlijke Rijkdommen en Energie, 206 p. (website "http://DOV.Vlaanderen.be").
- DE MOOR, G., VAN DE VELDE, D. & LOOTENS M., 1997. Quartairgeologische kaart van België, Vlaams Gewest, Verklarende tekst bij kaartblad (21) Tielt. (1:50.000). Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Natuurlijke Rijkdommen en Energie, 97 p. (website "http://DOV.Vlaanderen.be").
- DE PRET, M. & VAN BURM, Ph., 1978. Boringen in het Zuidwesten van de Gentse Agglomeratie. *Professional Paper* 154, Brussel, Belgische Geologische Dienst, 47 p.
- DERAYMAEKER, D., 1972. Eerste resultaten van de studie der deklagen op het kaartblad Dendermonde-Puurs. *Professional Paper*, 72(6), Brussel, Belgische Geologische Dienst, 17 p.
- GULLENTOPS, F., 1996. Grind in het Scheldebekken. In F. Gullentops & L. Wouters, eds. Delfstoffen in Vlaanderen. Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Natuurlijke Rijkdommen & Energie, 79-80.
- GULLENTOPS, F. & PAULISSEN, E., 1996. Maasgrind. In F. Gullentops & L. Wouters, eds. Delfstoffen in Vlaanderen. Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Natuurlijke Rijkdommen & Energie, 80-82.
- HEDBERG, H., 1976. International Stratigraphical Guide. A Guide to Stratigraphical Classification, Terminology and Procedure. New York, John Wiley & Son, 97 p.
- HEYSE, I., 1978. Bijdrage tot de geomorfologische kennis van het noordwesten van Oost Vlaanderen. *Verhandelingen van de Koninklijke Vlaamse Academie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België. Klasse der Wetenschappen*, 40, 217 p.

- HOUTHUYS, R., DE MOOR, G. & SOMME, J., 1993. The Shaping of the French-Belgian North Sea Coast throughout Recent Geology and History. In O. T. Magoon, series ed. Coastal Zone '93, Spec. Vol. Coastlines of the Southern North Sea (R. Hillen & H. J. Verhagen, vol. eds), New York, American Society Civil Engineers, 27-40.
- KIDEN, P., 1989. The Late Holocene Evolution of the Perimarine Part of the River Scheldt. In J.P. Henriot, G. De Moor & M De Batist, eds. The Quaternary and Tertiary Geology of the Southern Bight, North Sea. Brussels, Ministry Economic Affairs, 173-184.
- LOOTENS, M., 1976. Bijdrage tot de kennis van de geomorfologie in het Mandel-Leie gebied. Gent, Rijksuniversiteit, Geologisch Instituut, 143 p. (onuitgegeven doctoraatsverhandeling).
- LOOTENS, M., 1987. Heavy Minerals as a Stratigraphic Tool for the Eemian and Post-Eemian Deposits in the Lower Lys Valley (Belgium), *Geologie en Mijnbouw*, 66, 139-145.
- MARÉCHAL, R., 1994. Kwartairgeologie: Lithologie van de oppervlakkige lagen. Tweede atlas van België, blad II.3.1., Brussel, Commissie van de Nationale Atlas, 4 kaarten.
- MIJS, M., GULLENTOPS, F., JANSSENS, P., WUYTACK, M.J. & STINISSEN, H., 1983. De holoceene evolutie van de alluviale vlakte van de Beneden-Schelde. *Tijdschrift Belgische Vereniging Aardrijkskundige Studies*, 52, 7-33.
- MOSTAERT, F., 1985. Bijdrage tot de kennis van de Kwartairgeologie van de oostelijke kustvlakte op basis van sedimentologisch en lithostratigrafisch onderzoek. Gent, Rijksuniversiteit, Geologisch Instituut, 331 p. (onuitgegeven doctoraatsverhandeling).
- MOURLON, M., 1894. Carte géologique de la Belgique, Planchettes XIV, 7-8. Bruxelles, Institut Cartographique Militaire.
- MOURLON, M., 1895. Carte géologique de la Belgique, Planchettes XIV, 1-4. Bruxelles, Institut Cartographique Militaire.
- MOURLON, M., 1897. Carte géologique de la Belgique, Planchettes XIV, 5-6. Bruxelles, Institut Cartographique Militaire.
- MURPHY, M.A. & SALVADOR, A., 1999. International Stratigraphic Guide - An Abridged Version. *Episodes*, 22(4), 255-271.
- PAEPE, R. & DERAYMAEKER, D., 1972. Kwartairgeologische kaart, kaartblad Dendermonde-Puurs (1:25.000). Brussel, Belgische Geologische Dienst, 1 kaart.
- PAEPE, R. & VAN HOORNE, R., 1967. The Stratigraphy and Paleobotany of the Late Pleistocene in Belgium. *Mémoires Explication Cartes Géologiques et Minières Belgique*, 8, 96 p.
- PAEPE, R. & VAN HOORNE, R., 1976. The Quaternary of Belgium in its Relationship to the Straigraphical Legend of the Geological Map. *Mémoires Explication Cartes Géologiques et Minières de la Belgique*, 18, 36 p.
- PAULISSEN, E., 1973. De Morfologie en de Kwartairstratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg. *Verhandelingen van de Koninklijke Vlaamse Akademie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België. Klasse der Wetenschappen*, 35, n° 127, 266 p.
- PIETERS, E., ZEUWTS, L., VAN BURM, Ph., LEBBE, L. & DE BREUCK, W., 1988. Hydrogeologisch onderzoek in de omgeving van de handelskom te Brugge. *Professional Paper* 232, Brussel, Belgische Geologische Dienst, 44 p.
- RUTOT, A., 1900. Légende, Carte géologique dressée sur ordre du Gouvernement, troisième état 1900., Quaternaire. Bruxelles, Institut Cartographique Militaire, 1945.
- SEVENS, E., DE CEUKELAERE, M. & JACOBS, P., 1995. Piloottproject Geologische Databank, Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Natuurlijke Rijkdommen en Energie, 31 p.
- SNACKEN, F., 1961. Streekindeling en begrenzing van het Land van Waas. *Tijdschrift Belgische Vereniging Aardrijkskundige Studies*, 30, 217-255.
- STREIF, H., 1978. A New Method for the Representation of Sedimentary Sequences in Coastal Regions. *Proceedings 16th Coastal Engineering Conference*, Hamburg, 1245-1256.
- TAVERNIER, R. (ed.), (s.d.). De bodemkaart van België. Gent, Centrum voor Bodemkartering, 32 kaartbladen (nrs 23W, 23E, 24W, 24E, 38W, 38E, 39W, 39E, 25W, 25E, 26W, 26E, 40W, 40E, 41W, 41E, 53W, 53E, 54W, 54E, 68W, 68E, 69W, 69E, 55W, 55E, 56W, 56E, 70W, 70E, 71W, 71E).
- TAVERNIER, R., 1946. L'évolution du Bas-Escaut au Pléistocène supérieur. 55, 106-125.

- TAVERNIER, R. & AMERIJCKX, J., 1970. Kust, duinen en polders. Atlas van België. Blad 17.1 Kaart en toelichtende verklaring, Brussel, Nationaal Comité voor Geografie, Commissie van de Nationale Atlas, 29 p.
- TAVERNIER, R. & DE MOOR, G., 1974. L'évolution du Bassin de l'Escaut. In P. Macar, ed. L'évolution quaternaire des bassins fluviaux de la Mer du Nord Méridionale. *Centenaire Société Géologique de Belgique*, Liège, 159-231.
- VANDENBERGHE, J., VANDENBERGHE, N. & GULLENTOPS, F., 1974. Late Pleistocene and Holocene in the Neighbourhood of Brugge. *Verhandelingen van de Koninklijke Vlaamse Akademie voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België. Klasse der Wetenschappen*, 36/3, 1-77.
- VERBRUGGEN, C., 1971. Postglaciale landschaps-geschiedenis van Zandig Vlaanderen. Gent, Rijksuniversiteit, 440 p. (onuitgegeven doctoraatsthesis).
- VERBRUGGEN, C., 1979. Vegetational and Palaeoecological History of the Late Glacial Period in Sandy Flanders, Belgium. *Acta Universitatis Oulanensis*, A 82, Geol.3, 133-142.
- VERMEIRE, S., DE MOOR, G. & ADAMS, R., 1999. Quartairgeologische kaart van België, Vlaams Gewest, Verklarende tekst bij kaartblad (22) Gent, (1:50.000), Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Natuurlijke Rijkdommen en Energie, 97 p. (zie website "<http://dov.vlaanderen.be>").

Manuscript received on 02.10.2000 and accepted for publication on 01.06.2001.