

AFBEELDING 1. | *Mengeling van Ieperiaanse steen, Brusselse steen en Ledesteen in de gevel van het Toreken, Vrijdagmarkt Gent.*

# De Eocene

## witte stenen van Noord- België

TIM DE KOCK  
PPROGRESS  
VAKGROEP GEOLOGIE EN BODEMKUNDE  
UGENT, KRIJGSLAAN 281/S8  
9000 GENT, BELGIË  
TIM.DEKOCK@UGENT.BE

MARLEEN DE CEUKELAIRE  
KONINKLIJK BELGISCH INSTITUUT VOOR  
NATUURWETENSCHAPPEN  
JENNERSTRAAT 13  
1000 BRUSSEL, BELGIË  
MARLEEN.DECEUKELAIRE@  
NATURALSCIENCES.BE

JAN ELSSEN  
AFDELING GEOLOGIE  
KU LEUVEN  
CELESTIJNENLAAN 200 E  
3001 HEVERLEE, BELGIË  
JAN.ELSEN@EES.KULEUVEN.BE

VEERLE CNUUDE, PPROGRESS  
VAKGROEP GEOLOGIE EN BODEMKUNDE  
UGENT, KRIJGSLAAN 281/S8  
9000 GENT, BELGIË  
VEERLE.CNUUDE@UGENT.BE

Het dikke Eocene sedimentpakket, dat is afgezet aan de zuidelijke rand van de Noordzee, dagzoomt met een WNW-OZO strekking ter hoogte en ten zuiden van de lijn Brugge-Gent-Leuven (Afb. 2). Voor Vlaanderen en Nederland, waar de lokale natuursteenrijkdom zich vooral beperkt tot lokale versteningen in de Mesozoïsche en Cenozoïsche deklagen, was en is deze dagzoom een belangrijk ontginningsgebied voor witte steen en veldsteen (een lokale naam voor groengrijze, glauconiethoudende zandsteen uit het Eoceen). We geven hier een illustratie van de witte steen die daar ontgonnen is en een belangrijke bouwhistorische rol heeft gespeeld in het Vlaamse en Nederlandse erfgoed: Ieperiaanse steen, Brusselse steen en Ledesteen (Afb. 1).







AFBEELDING 2. | *Kwartair-afgedekte geologische kaart van Vlaanderen (gebaseerd op de Bodemverkenner van Databank Ondergrond Vlaanderen, DOV).*

## DE GEOLOGIE VAN DE EOCENE WITTE STENEN

Witte steen is een meer technische of commerciële naam die typisch aan bleke kalk(zand)stenen gegeven wordt. Daarin zit dus een deel van zijn geologische gaardheid verscholen. Belangrijk voor het voorkomen van de witte steen uit het Belgische Eoceen zijn de vroege- en midden-Eocene afzettingen, meer bepaald van het Ieperiaan (56.0 - 47.8 miljoen jaar geleden) en de oudste van het Lutetiaan (47.8 - 41.2 miljoen jaar geleden) (Afb. 3).

### Ieperiaan

De afzettingen in het Ieperiaan vangen aan met de Formatie van Kortrijk, na een periode van niet-afzetting of erosie ten gevolge van een tektonische puls op het einde van de voorgaande periode (het Paleocene Thanetien). In detail wordt deze formatie opgebouwd als gevolg van vier cycli van transgressie en regressie, die niet geheel samenvallen met de gedefinieerde lithostratigrafie (Vandenberghé *et al.*, 1998). Over het algemeen wordt wel gesteld dat de afzettingen plaatsvonden in een dalend bekken, in een open mariene context. Dit leidde tot de bekende pakketten van zware Ieperiaanklei, die vooral in Oost- en West-Vlaanderen de ondergrond bepaalt en waartoe ook het bovenliggende Lid van Kortemark (Formatie van Tielt) gerekend wordt (Jacobs *et al.*, 2000).

In het zuiden van Oost-Vlaanderen en het aangrenzende deel van Vlaams-Brabant bestaat het bovenste deel van deze Ieperiaanklei uit een afwisseling van silteuze klei- en kleihoudende siltlagen, namelijk het Lid van Roubaix, ook wel Lid van Moen genoemd. Het is in de top van deze meer silthoudende lagen dat de zandsteenbanken van de Ieperiaanse steen voorkomen. Deze lagen werden afgezet in een warme, heldere zee, weliswaar 'offshore' maar met enige invloed van stormgolven tot op de zeebodem. Deze golven zorgden voor een zekere sortering en het voorkomen van de voor deze steen typische, duidelijke gelaagdheid waarbij verschillende lagen elkaar afsnijden. Op deze manier werden soms grote hoeveelheden nummulieten bij elkaar gebracht. Deze accumulatie is de basis van de Nummulietenkalksteen, een variant van de Ieperiaanse steen.

### Paniseliaan en de Zanden van Brussel

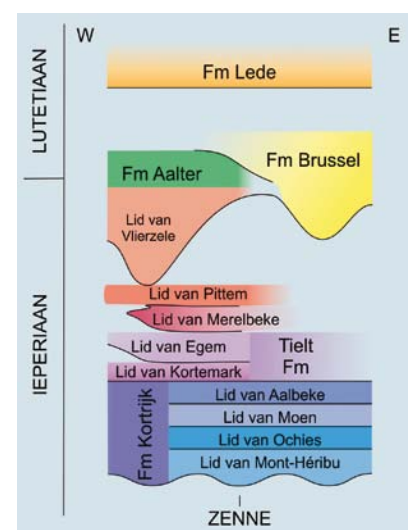
In het westen worden deze afzettingen gevolgd door wat vroeger het Paniseliaan werd genoemd. Deze afzettingen bestaan uit een afwisseling van glauconietrijke klei- en zandlagen, die werden afgezet onder een wisselende relatieve zeespiegelstand. Hoewel op meerdere niveaus van deze afzetting de zogenaamde veldsteen te vinden is, hebben deze afzettingen voor de rest weinig belang in de context van witte steen.

In het oosten, met de Zenne als referentielijn, is deze Paniseliaansequentie afwezig en bevindt zich enkel de Formatie van Brussel tussen de Ieperiaanklei en de jongere Formatie van Lede. Dit zandpakket werd afgezet boven een erosief oppervlak na een wereldwijde relatieve zeespiegeldaling. Bij deze lage zeespiegelstand werden ter hoogte van Brabant (hiermee wordt de streek in België bedoeld, begrensd door de Zenne in het westen en de Haute Mehaigne en de Grote Gete in het oosten) diepe valleien uitgeschuurd in de onderliggende Ieperiaanklei. Dit oppervlak werd vervolgens verder afgevlakt door getijdenwerking bij de daaropvolgende transgressie, waarbij de zee binnenkwam in een langgerekte zeebaai of estuarium. De afzetting van de Zanden van Brussel startte mogelijk tijdens deze transgressie, maar vond vooral plaats tijdens de daaropvolgende zeespiegelhoogstand waarbij deze baai progressief werd opgevuld met sediment vanuit het westen (Houthuys, 2011). De Zanden van Brussel

zijn vrij heterogeen en bevatten een afwisseling van kalkrijke en kalkarme zandpakketten, met een variërend gehalte aan glauconiet. Aan de randen van het estuarium werden meerdere horizontale kalkzandsteenbanken van ongeveer 20 cm dikte gevormd, in het westelijk deel de *Diegemse steen* en in het oostelijk deel de *Gobertange steen* genoemd. De kalksteenbanken worden van elkaar gescheiden door al dan niet kalkrijke zandpakketten met diktes die variëren van 50 cm tot enkele meters. Behalve deze steen vindt men ook ijzerzandsteen en buisvormige kiezelconcreties, ook bekend als grotsteen, terug in de zanden. Momenteel bepalen de Zanden van Brussel mede het reliëf langs de Zenne en de Dijle.

### Nieuwe transgressie met foraminiferenfauna

Na een hiaat van ongeveer twee miljoen jaar, waarin ook de bovenste afzettingen van de Zanden van Brussel geërodeerd zijn, wordt tijdens een nieuwe transgressie de zandige Formatie van Lede afgezet (Jacobs & Sevens, 1993). Deze bevat een rijke foraminiferenfauna; onder meer de ondiep-water planktonische Miliolidenfauna en de nummulieten wijzen op een open marien milieu. In de sequentie bevinden zich verschillende grofkorrelige lagen en schelpenlagen die toegewezen worden aan herwerking door stormgolven. De afzettingen wiggen uit naar het zuiden en zuidwesten,



AFBEELDING 3. | *Chronostratigrafische cartoon van de afzettingen in Vlaanderen in het Vroeg- en Midden-Eoceen (geïnspireerd op Vandenberghé *et al.*, 1998, fig. 10).*

waar ondertussen de Weald-Artois rug aan het stijgen is. Ter hoogte van Ronse werd zelfs een strandfacies beschreven (Fobe & Spiers, 1992). De zanden zijn rijk aan kalk en op meerdere niveaus zijn steenbanken terug te vinden. Over het algemeen zijn er drie banken aanwezig in de regio ten zuidoosten van Gent en vijf in de regio van Brussel.

Tijdens de hele periode bevond de Noordzee zich ongeveer ten noord-noordoosten van het afzettingsgebied, wat tegenwoordig zorgt voor een ontsluitingsband loodrecht op deze richting. In het huidige landschap, versneden door rivieren, zijn deze afzettingen met hun steenbanken op verschillende locaties ontsloten. Ze zijn dan ook ontgonnen in open groeves, maar in de regio van Brussel zijn ook ondergrondse galerijen bekend die voor natuursteenwinning dienden.

### Ontginning

Van de ontginning van Ieperiaanse steen, resten weinig sporen. Vast staat dat de steen intensief ontgonnen is langs de Dender in het zuiden van de provincie Oost-Vlaanderen en in Vlaams-Brabant. We denken dan aan Pollare en Pamele. Eén van de weinige verwijzingen van ontginning van deze steen leiden naar het Geitebos in Zandbergen (Cosyns, 1986). Hier zou begin 18e eeuw de steen onttrokken zijn voor de afwerking (o.a. de losstaande toren) van de abdijkerk van Ninove. Momenteel zijn er geen ontginningsplaatsen meer terug te vinden.

Dit staat in schril contrast met de ontginning van de Brusselse steen en de Ledesteen. Hiervan zijn de sporen van grotere en meer recente groeves vaak nog duidelijk zichtbaar in het landschap. Maar ook kleinschalige exploitatie is aanwijsbaar door landschapsanalyse of door lexicologie van plaatsnamen.

De Brusselse steen is vooral uitgebaat aan de westrand van Brussel en in het noordwesten van Jodoigne. Voor steen uit de regio van Brussel spreekt men van Diegemse steen. Deze werd onder meer gewonnen in Diegem, Zaventem, St. Pieters Woluwe, Oudergem en Ukkel, eerst ondergronds en later ook in open groeves. In de regio van Jodoigne spreekt men van Gobertange steen, waar hij voorkomt in een tiental horizontale steenbanken. De steen is er voorna-

melijk gewonnen in Mélin - Lathuy en Saint-Remy-Geest; de laatste put werd er in 1955 gegraven. Deze steen werd ontgonnen in kleine ondergrondse groeves, toegankelijk vanuit holle wegen en vanuit putten tot een dertigtal meter diep. Tegenwoordig is er nog één open groeve in bedrijf: 'Carrière de Hussompont - Entreprise Bernard' gelegen te Mélin - Jodoigne.

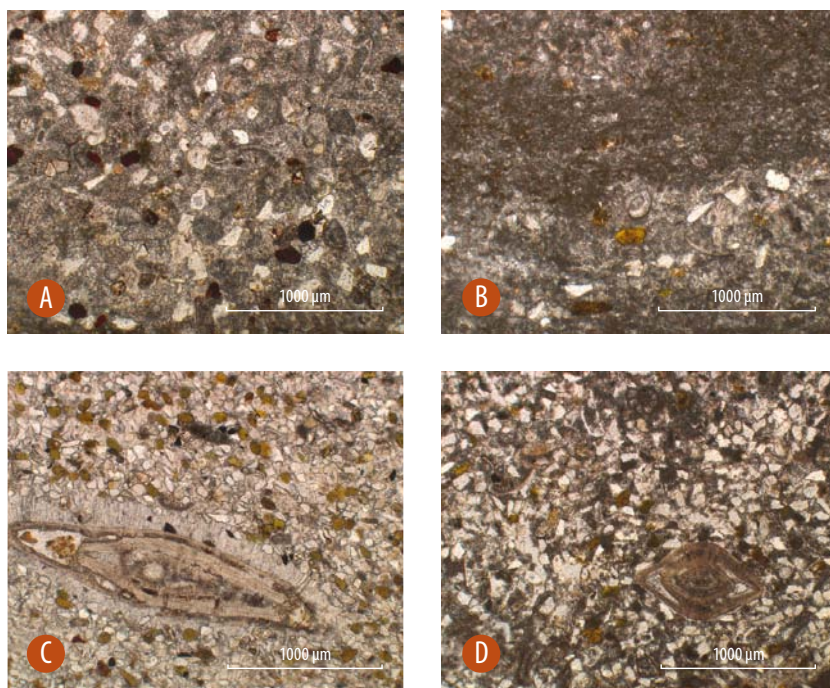
De kerngebieden voor de ontginning van de Ledesteen zijn het gebied tussen de Schelde en de Dender ten zuidoosten van Gent, met ontginningen in onder meer Oosterzele, Vlierzele en Oombergen, en de omgeving van Brussel, met ontginningen in onder andere Dilbeek, Grimbergen, Asse en Zellik (Gulinck, 1949). Deze gebieden worden van elkaar gescheiden door de Dendervallei waar er enkele belangrijke ontginningen waren in de omgeving van Aalst, o.m. in Lede en Meldert.

In Meldert bij Aalst bevindt zich waarschijnlijk één van de oudste grootschalige ontginningen uit de 12e en 13e eeuw (Hurx, 2012). Deze was in handen van de Abdij van Affligem. Tolheffingen (of de vrijstelling) op het vervoer van deze steen over rivieren geven aan dat de steen die hier ontgonnen werd al naar Nederland geëxporteerd werd. Het belang van waterwegen was in de Middeleeuwen tot en met de opkomst van de spoorwegen enorm en de ontginningen dankten hun mogelijkheden aan de nabijheid van de Schelde in het Gentse en de Zenne in het Brusselse. Het is opmerkelijk dat steen uit het Brusselse toch stroomopwaarts over de Schelde verhandeld is. Mogelijk is dit te wijten aan politieke instabiliteit in de regio van Gent in de 14e en 15e eeuw. De laatste groeves (die stopten in de 20e eeuw) bevonden zich echter allemaal ten zuidoosten van Gent, onder meer in Balegem en Bambrugge. Momenteel is er nog één actieve put, Balegro in Balegem (een deelgemeente van Oosterzele).

### Naamgeving van de steen

De naam van natuursteen verwijst vaak naar de ontginningslocatie of eventueel naar de geologische context, al dan niet vergezeld van een adjectief dat vaak verwijst naar de kleur. In dat opzicht dient één en ander verduidelijkt te worden rond de hier gebruikte naamgeving van de Belgische Eocene witstenen, aangezien er verschillende synoniemen en historische benamingen bestaan voor dezelfde steen of varianten binnen dezelfde steensoort.

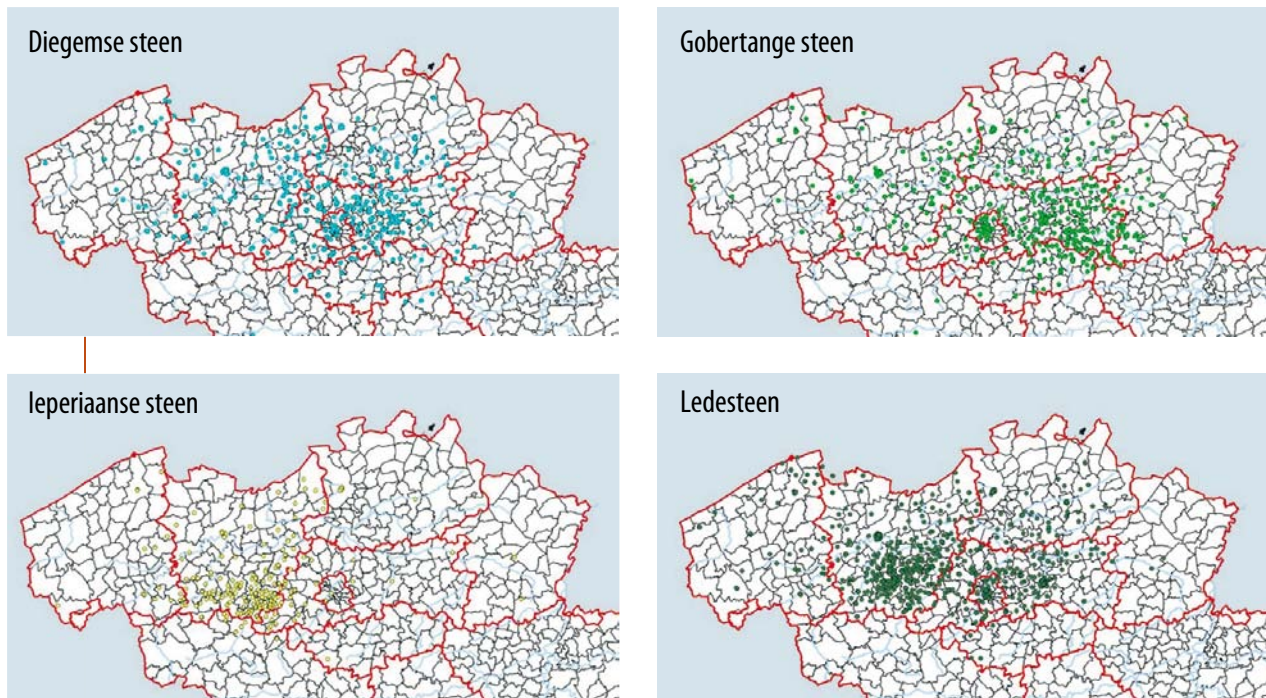
Ieperiaanse kalksteen verwijst naar de oude stratigrafische benaming waartoe de afzetting behoort; deze is ook in de officiële internationale stratigrafische



AFBEELDING 4. | Microscopische opname van A: Diegemse steen. B: Gobertange steen. C: Ieperiaanse steen. D: Ledesteen.







AFBEELDING 5. | Verspreidingskaarten van Eocene witte steen in Noord-België op basis van de databank van de Belgische Geologische Dienst, Koninklijk Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN-BGD).

indeling van het IUGS opgenomen. Op zich is dit dus geen probleem. De vaak gebruikte term nummulietenkalksteen verwijst, zoals reeds gezegd, naar het veelvuldig voorkomen van dichtgestapelde grote nummulieten.

De term Brusselse steen kan voor meer verwarring zorgen. De term is in deze tekst in de eerste plaats een verwijzing naar de Formatie van Brussel (of de Zanden van Brussel), en niet zozeer naar Brussel als ontginningsplaats. Al is er natuurlijk wel veel Brusselse steen gewonnen in de omgeving van Brussel en bestaan er ook historische verwijzingen naar de Brusselse steensoort in deze betekenis. In zo'n historische context kan Brusselse steen echter ook slaan op Ledesteen die in het Brusselse gebied ontgonnen is. Brusselse steen als verwijzing naar de ontginningsplaats kan dus beter gemeden worden. De veel gebruikte term Brusseliaanse steen verwijst dan weer naar de oude (Belgische) stratigrafische indeling, maar slaat ook vooral op de variant die in de regio van Brussel ontgonnen wordt. Tegenwoordig is het Brusseliaan slechts nog een informele term die verwijst naar de periode waarin de Formatie van Brussel is afgezet (einde Ieperiaan – begin Lutetiaan). In Nederland wordt dan weer vooral de term Gobertange steen gebruikt om alle steen uit de Formatie van Brussel te benoemen. Het lijkt aangewezen om voor huidige benaming gebruik te maken van Brusselse steen als overkoepelende term voor alle steen uit de overeenkomstige geologische formatienaam. De termen Diegemse steen en Gobertange steen verwijzen dan naar typische, maar niet-exclusieve ontginningsplaatsen van twee macroscopisch onderscheidbare varianten Brusselse steen, respectievelijk uit de regio Brussel en Jodoigne.

Ledesteen is momenteel de meest aanvaarde naam voor wat ook nog Lediaanse of Balegemse steen genoemd wordt. Ook de term Ledesteen moet hier opgevat worden als een verwijzing naar de Formatie van Lede waarin deze voorkomt. In de oude stratigrafische indeling werden deze afzettingen het Lediaan genoemd, maar ook deze term moet nu slechts informeel gebruikt worden. Op zich is Ledesteen dus geen verwijzing naar de (oude) ontginningsplaats Lede, zoals de tegenwoordig nog veel gebruikte term Balegemse steen wél een verwijzing is naar de recente ontginningsplaats in Balegem. Het is echter onmogelijk om alle stenen terug te koppelen naar hun ontginningsplaats, en zoals hierboven vermeld zou dit bovendien tot onduidelijkheden kunnen leiden voor de steen die ontgonnen is in het Brusselse.

## KENMERKEN EN GEBRUIK

### Ieperiaanse steen

De Ieperiaanse steen (Afb. 4 t/m 8) is een bouwsteen die voornamelijk in Oost-Vlaanderen gebruikt is. Aangezien deze steen nagenoeg dezelfde kenmerken en kleur vertoont als de Ledesteen, die ook kenmerkend is voor deze provincie, wordt de steen nogal eens over het hoofd gezien en als Ledesteen benoemd. Toch zijn er voldoende argumenten en verschillen om de Ieperiaanse steen te erkennen en herkennen.

De Ieperiaanse steen is het beste te herkennen wanneer de nummulieten aanwezig zijn. In de Ledesteen zijn weliswaar ook nummulieten zichtbaar, maar deze zijn maximaal slechts enkele millimeters groot. De *Nummulites planulatus*, die de Ieperiaanse steen kenmerken, zijn groter dan die in de Ledesteen en hebben afmetingen van enkele mm tot bijna een centimeter in doorsnede (Afb 7). Wanneer de nummulieten door stormwerking op elkaar gestapeld zijn, vertoont de steen in dwarse doorsnede het uiterlijk van een laag gestapelde rijstkorrels. In overlangse doorsnede zijn dan kleine schijfjes te zien, met soms de verschillende kamertjes waaruit de nummuliet bestaat. Andere macrofossielen zijn eerder beperkt in deze steen, sporadisch zijn bivalven en gastropoden (bijvoorbeeld

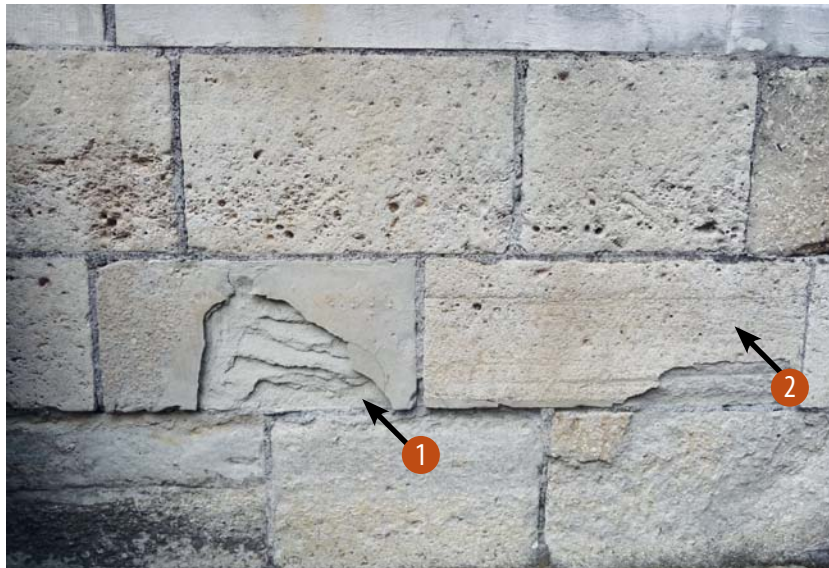
*Turritella*) te herkennen. De kalksteen bevat verder een fijne kwartspopulatie (10 – 30 %) en een relatief hoog gehalte aan grote glauconietkorrels (10 %). Het cement bestaat vooral uit ijzerrijk (micro-)spariet (carbonaatcement) en epitaxiale overgroeiingen (overgroeid carbonaatcement met dezelfde kristallografische oriëntatie) op de nummulieten.

In gebouwen neemt de steen meestal een bleek-roestbruine kleur aan (Afb 8). Deze steen is over het algemeen iets roestbruiner en/of groener dan de Ledesteen, al is dit niet altijd zo gemakkelijk te onderscheiden en blijven kleuren relatief. In sommige gevallen is de steen nagenoeg wit als het gaat om een bijna zuivere opeenstapeling van nummulieten, zoals in het Rabot in Gent.

Als de steen kops verwerkt is, verweert deze dikwijls in dunne laagjes (Afb 6). Op deze manier komen verschillende lijnen tevoorschijn naargelang de selectieve verwerking volgens de gelaagdheid. De steen voelt ook zeer stofferig aan; het gaat immers hoofdzakelijk om materiaal met een zeer fijne korrel (silt).

Het formaat van deze steen is sterk afhankelijk van de plaats waar hij verwerkt werd. Op een aantal plaatsen zijn zeer lange (tot zelfs 1,8 m in de Sint-Bartholomeuskerk van Geraardsbergen), relatief dunne stenen verwerkt; iets wat minder het geval is bij de Ledesteen. Verder zijn de stenen meestal iets minder hoog dan Ledesteen, maar hoger dan een doorsnee Brusselse steen.

Als dominante parementsteen (steen voor opgaand metselwerk) is hij voornamelijk terug te vinden in de buurt van Ninove-Geraardsbergen. Verdere verspreiding vanuit het ontginningsgebied naar het noorden gebeurde via de Dender. Opmerkelijk is de aanwezigheid van de steen in Aalst, o.a. in de plint van de binnenplaats van het gemeentehuis, maar ook in andere gebouwen zoals de Sint-Martinuskerk en diverse oudere woonhuizen. In de buurt van Nieuwenhove (Geraardsbergen) zijn een aantal veldkapellen integraal opgetrokken in compacte nummulietenkalksteen. Ook in Oude-naarde is de steen als bouwsteen opvallend aanwezig. De ontginning gebeurde hier wellicht verder van de rivier dan in de Dendervallei het geval was. Er is hier geen intensieve



AFBEELDING 6. | Ledesteen (3x boven links) en voor het overige Ieperiaanse steen, zowel volgens groefleger (parallel aan de gelaagdheid) als kops (haaks op de gelaagdheid; centraal links en onderaan rechts). In de kops verwerking schalen de lagen parallel met het oppervlak af (zie pijl 1: ze komen los, loodrecht op het oppervlak). Verwerkt volgens het groefleger is de horizontale oplijning van de nummulieten zichtbaar (zie pijl 2: ligging in dezelfde richting); Kunstacademie, Geraardsbergen.



AFBEELDING 7. | Detail van een opeenstapeling van *Nummulites planulatus* in Ieperiaanse steen. Ook zijn enkele cirkelvormige doorsneden van *Ditrupa wormkokers* zichtbaar, Onze-Lieve-Vrouw Geboortekerk te Wortegem.

verspreiding via de Schelde merkbaar in gebruik bij de gemeenten meer stroomafwaarts, wat doet vermoeden dat de ontginningen eerder plaatsvonden in het gebied tussen Dender en Schelde. Intensief gebruik vinden we ook terug in Ronse en Flobecq. Maar ook verder van het ontginningsgebied zoals in Antwerpen, Gent en Brugge wordt de steen in enkele gebouwen als parement of in plint teruggevonden. De meeste gebouwen die Ieperiaanse steen dominant gebruiken dateren uit de 17e en 18e eeuw. In Nederland is het gebruik bekend van enkele blokken nummulietenkalksteen aan de Oude Kerk in Scheveningen en mogelijks aan de Oosterkerk in Hoorn, alsook enkele blokken van waarschijnlijk Ieperiaanse kalksteen aan de Dom in Utrecht (mondelijke communicatie Timo Nijland).

Nagenoeg over heel het zuiden van Oost-Vlaanderen en randgebieden is de steen terug te vinden in een *patchwork* met ijzerzandsteen en veldsteen. Dit gebruik is







AFBEELDING 8. | *Ieperiaanse steen met typisch roestbruine verkleuring. Sint-Magdalenerkerk te St. Maria Lierde.*

eerder gekoppeld aan een vroegere bouwfase. De steen werd toen waarschijnlijk niet systematisch ontgonnen maar verwerkt met de andere stenen die in deze streek als het ware ‘voor het grijpen’ lagen in de nabije omgeving.

Ook is de steen tot ver buiten het kerngebied gebruikt voor dorpels, raamomlijsting of deuropkadering. In een aantal gevallen wordt de steen gebruikt als plintlijst in een voor de rest hoofdzakelijk uit andere steen opgetrokken gebouw. Of dit gebruik wijst op een voorkeur van deze steen voor de lijsten of het te wijten is aan een latere restauratiefase, is niet duidelijk. Voorbeelden hiervan zijn te zien in de Sint-Bavokerk in Mere en de kerk van het Sint-Elisabethbegijnhof in Gent. In de buurt van het ontginningsgebied zijn de nummulietrijke stenen ook gebruikt als tegel.

Raadselachtig is wel dat het gebruik tot ver buiten het ontginningsgebied dikwijls terug te vinden is als één of meerdere stenen verspreid over het gebouw. Gaat het hier om restauratiestenen en bevond er zich steeds zo'n steen tussen de Ledestenen of Brusselse steen of gaat het hier om doelbewust gebruik? Deze steen (of stenen) vallen dikwijls niet op en zijn slechts na langdurige observatie van het gebouw terug te vinden.

## Brusselse steen

### Gobertange steen

De Gobertange steen (Afb. 4, 5, 9) heeft een zeer karakteristiek uitzicht waarbij fijne, witte kalkbandjes op een grillige wijze afwisselen met lichtgrijze, zandrijkere bandjes en vlekken. De zandrijke bandjes zijn iets harder en zullen na verloop van tijd door verwerking wat in reliëf komen te staan, wat aan deze steen een mooi cachet geeft. Het geheel wordt door bioturbaties verstoord die vooral opvallen daar waar de parallelle bandjes onderbroken worden door ronde structuren van enkele centimeter doorsnede. Hierdoor wordt de steen vaak een ‘eikenhout-textuur’ toegeschreven. De Gobertange steen heeft een wackestone tot packstone structuur die lichtjes gelamineerd is, met een matrix van ijzerarm microspariet en af en toe een micrietlens. Soms komen er ook lokale verkiezelingen voor. De hoofdcomponenten zijn fijnkorrelige kwartskorrels (20 – 30 %; < 250 µm), veldspaten (ca. 5 %) en ronde glauconietkorrels.

De afwisseling van wackestone en packstone en de micrietlaagjes geeft macroscopisch de karakteristieke lijntekening van bleke en donkere laagjes. De steen bevat talrijke bioklasten zoals bryozoa, enkele zeldzame schelpenstukjes, echinodermfragmentjes en spiraalvormige foraminiferen (*Cibicides*), die ingebed zijn in de matrix.

### Diegemse steen

De Diegemse steen (Afb. 4, 5, 10) is een bleekbeige tot witgrijze zandige kalksteen. Diegemse steen is minder geel dan de Ledesteen en is minder wit dan de Gobertange steen. Sommige banken vertonen, op de Gobertange gelijkende, parallel gebande structuren. Meer homogene stenen neigen dan qua uiterlijk meer naar Ledesteen. Roestverkleuring treedt vaak op, meermaals als roestbruine concentrische ringen of banden van ijzeroxiden, liesegangringen genoemd. De samenstelling en structuur van deze steen lijkt microscopisch sterk op de Gobertange steen, eveneens met micrietbanden en af en toe structuren veroorzaakt door bioturbatie, zij het minder uitgesproken. Ook mineralogisch zijn beide stenen gelijkaardig, al wordt de Gobertange als kalkrijker beschreven.

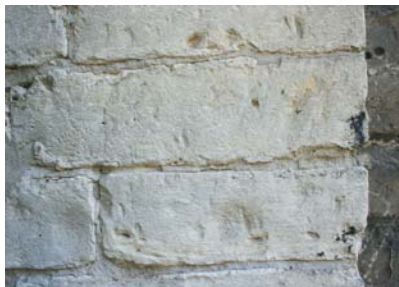
Het formaat van de Brusselse stenen is vaak kleiner dan dat van de Ieperiaanse steen en Ledesteen. De stenen zijn vaak minder hoog, met gebruikelijke afmetingen tussen 10 en 15 cm. Dit heeft als resultaat dat parementwerk van Brusselse steen en Ledesteen vaak op het zicht te onderscheiden is. De Brusselse steen is ook redelijk compact, en macroporositeit of een concentratie aan macrofossielen zoals die vaak terug te vinden zijn in Ledesteen komen meestal niet voor (Afb. 11).

Brusselse steen is overal gebruikt in historische monumenten in Vlaanderen en in Nederland (zie onder meer Slinger *et al.*, 1980). Tijdens de vroege Middeleeuwen lijkt deze in België weliswaar ondergeschikt aan de Ledesteen, maar nog voor het einde van de Middeleeuwen is vooral de Diegemse steen een veelgebruikt bouw materiaal. Voorbeelden hiervan zijn te vinden in



AFBEELDING 9. | *Detail van Brusselse steen (Gobertange variant) met kenmerkende laminaties en een patroon van ronde en ovale graafgangen, Postgebouw, Gent.*

de oudste delen van het 15e-eeuwse Stadhuis van Leuven en in de 16e-eeuwse hoogbouw van de St. Baafskathedraal in Gent. In beide gebouwen werd Diegemse steen samen met Ledesteen verwerkt. Voor het Stadhuis van Leuven werd Diegemse steen uit een onbekende groeve gebruikt voor de achtergevel en Ledesteen uit Dilbeek voor de voorgevel. Vanaf het einde van de achttiende eeuw werd de Gobertange steen massaal gebruikt, zowel voor nieuwbouw als voor restauratiedoeleinden. Een voorbeeld hiervan is het gebruik in het neogotische Kasteel van Meldert. Voorbeelden van restauraties zijn het Leuvense Stadhuis, waar Gobertange steen in het begin van 19e eeuw werd gebruikt om de gevel te vernieuwen en de restauratie van de Onze-Lieve-Vrouwkathedraal,



AFBEELDING 10. | Detail van Brusselse steen, Diegem variant, in typisch formaat en kleur, met soms subtiele laminatie herkenbaar, Sint-Michielskerk, Gent.



AFBEELDING 11. | Drie blokken Ledesteen (roestbruin) tussen Brusselse steen, Diegem-variant (grijze kleur). De Ledesteen is hier te onderscheiden door de kleur, de macroporositeit en de concentratie van nummulieten in sommige delen van het blok. Het formaat is typisch voor Brusselse steen. Sint-Michielskerk, Gent.

waar Gobertange in de 20e eeuw gebruikt werd als vervangsteen voor Ledesteen. Ook in Nederland, bijvoorbeeld in het Stadhuis van Gouda werd Gobertange in de 20e eeuw aangewend als vervangmateriaal voor onderdelen die oorspronkelijk in Ledesteen waren uitgevoerd.

Verder is de Diegemse steen en in mindere mate de Gobertange steen ook ingezet als kasseisteen, onder meer in de Grote Kerk van Breda, voor de bestrating in Zierikzee (Slinger *et al.*, 1980) en als steenstort voor zeekering. In dit laatste geval wordt gewag gemaakt van Brusselse steen uit Vilvoorde ('Vilvoordsche steen'; Goudriaan, 1833; Slinger *et al.*, 1980).

## Ledesteen

De Ledesteen (Afb. 4, 5, 12) is het best te definiëren als een zandige kalksteen. Het raamwerk bestaat uit een stapeling van siliciklastische korrels en bioklasten en de steen wordt aaneengekit door een calcietmatrix of -cement.

De siliciklastische fractie bestaat vooral uit kwarts, met bijmenging van een laag percentage aan veldspaten en accessorische mineralen (zirkoon, toermalijn en apatiet). De steen bevat ook authigeen (ter plaatse gevormd) glauconiet, typisch circa 2-5 %. Onder de microscoop is de kwartspopulatie heel erg kenmerkend voor deze steen. De korrelgrootte vertoont een bimodale verdeling met een dominante populatie aan sub-hoekige kwartskorrels van de fijne tot zeer fijne zandfractie (63 - 250 µm) en een typische bijmenging van zeer goed afgeronde kwartskorrels uit de grove zandfractie (500 - 1000 µm). In totaal overschrijdt het percentage aan siliciklastisch materiaal zelden 50 % van de totale samenstelling van de steen.

Daarnaast zijn ook diverse microscopische en macroscopische bioklasten prominent aanwezig. Microscopisch is de Miliolidenfauna het meest vertegenwoordigd, maar ook andere komen voor. Het is vooral de samenstelling aan macroscopische fossielen die de Ledesteen zijn gevarieerde aspect kan geven. De meest kenmerkende macroscopische fossielen zijn *Nummulites variolarius* en *Ditrupea strangulata* (kalkwormkokers). De nummulieten in de Ledesteen hebben typisch de grootte van een speldenkopje en zijn op die manier te onderscheiden van de grotere nummulieten in de Ieperiaanse en Brusselse steen. Hun aantal kan zeer sterk variëren en ze kunnen zowel diffuus verspreid als geconcentreerd voorkomen. Ze zien er dan uit als witte speldenkopjes. Evenzo komen de kalkwormkokers voor; deze witte buisjes zijn enkele mm in doorsnede en vaak rond één cm lang.

Ook komen bivalven en gastropoden (*Turritella*) voor en zo nu en dan soms ook zee-egels en haaiantanden. Vele bivalven- en gastropodenschelpen zijn opgelost, waardoor enkel nog de afdruk aanwezig is als porie of als verharde steenkern. Ze kunnen verspreid voorkomen, maar ook vaak geconcentreerd in laagjes, waar ze waarschijnlijk opeengestapeld zijn door stormgolven. Deze lagen hebben een veel heterogener aanblik en ze zijn vaak veel poreuzer.

De matrix kan bestaan uit kalkmodder (micriet), maar is soms gerekrystalliseerd tot (micro-)spriet en syntaxiaal cement. Dit cement vult de intergranulaire porieruimte op en kan soms zo geconcentreerd voorkomen dat de steen een compact uiterlijk krijgt. De porositeit kan dan dalen tot 5 % van het totale volume. Gemiddeld is de porositeit zo'n 7 à 10 %, maar dit kan oplopen tot 20 % wanneer er veel macroscopische bioklasten aanwezig zijn die zorgen voor grote afgeschermden of secundaire poriën.

Naast de herkenbare fossiele componenten is de steen ook te herkennen aan zijn kleur. In 'verse' (recent gewonnen) toestand is de steen nog geel- tot groengrijs, soms met liesegangringen. Eenmaal blootgesteld aan atmosferische condities verwerft de Ledesteen echter al gauw een roestkleurig patina. Afhankelijk van de blootstelling van het oppervlak gaat deze roestige kleur over van bruingeel tot donkerbruin. Als zodanig is de Ledesteen ook te onderscheiden van de Ieperiaanse, vaak groener of donkerder bruin, en Brusselse steen, die bleker is. Deze patina wordt alleszins gevormd door de afzetting van ijzer(hydr-)oxiden aan het oppervlak. Deze worden op natuurlijke wijze uitgeloozd uit de steen, waar het aanwezig is in het glauconiet en in het ijzerrijke carbonaat.







AFBEELDING 12. | *Ledesteen met typische heterogeniteit en voorkomen van Nummulites variolarius (witte puntjes) centraal en aan de top, liesgangstructuren en macroporeus facies (onderkant) met een opeenstapeling van bioklasten, Sint-Antoniuskerk te Borsbeke.*

Naast de vorming van een patina, zijn er ook regelmatig gipskorsten waar te nemen op de steen. Deze vormen door reactie van sulfaat uit de (vervuilde) atmosfeer met het aanwezige calciet. In zones waar het gips niet frequent weggespoeld wordt door bijvoorbeeld regen, gaat zo'n korst het hele oppervlak van de steen bedekken. Door stof- en roetdeeltjes te vangen tijdens zijn groei kleurt de korst dan zwart. In sommige gevallen groeit de korst echt heel dik en krijgt deze een druiventrosvormig uitzicht. De onderliggende steen verzwakt door uitloging van het calcietcement of de -matrix, waardoor de korst uiteindelijk begint af te kruimelen als er niet meer voldoende binding is.

Ook de afmetingen laten over het algemeen toe om de Ledesteen van de Ieperiaanse en vooral Brusselse steen te onderscheiden. Hoogtes van 20 tot 25 cm, dus hoger dan de overige, zijn vrij gangbaar.

De steen is veel gebruikt in de regio waar hij voorkomt. Daarnaast is hij ook verhandeld naar andere steden in het noorden, (tot in Texel in de kerken van Den Burg en Den Hoorn; mondelinge communicatie Timo Nijland), oosten en westen. Hij is voornamelijk gebruikt als parementsteen en hoeksteen, raam- en deuromlijsting en soms ook als dorpel, kassei of voor sculptuurwerk. De buitengevel van gebouwen werd ofwel integraal uit Ledesteen opgetrokken, ofwel werd deze gecombineerd met ander materiaal, zoals Brusselse steen en baksteen. In dat geval wordt de Ledesteen vaak gereserveerd als hoeksteen, speksteen of de omlijsting van ramen en deuren. Er zijn toepassingen bekend uit de Gallo-Romeinse periode, zoals een waterput die te bezichtigen is in het Provinciaal Archeologisch Museum in Velzeke. Later is de Ledesteen landelijk gebruikt voor lokale architectuur, maar hij valt vooral op in de meer prestigieuze bouwwerken zoals kerken, staden en gildehuizen in de middeleeuwse steden van de Lage Landen. Zijn echte bloei-periode vangt aan met de intrede van de gotiek. Eén van de oudste voorbeelden zijn de originele restanten van het 13e-eeuwse schepenhuis in Aalst, waarvoor de steen afkomstig was van Meldert en dat nu deel uitmaakt van het 15e-eeuwse Belfort. Tussen de vele impressionante voorbeelden uit de 14e en 15e eeuw bevinden zich onder meer: het Stadhuis van Brugge en de Sint-Baafskathedraal en het Schepenhuis van de Keure als deel van het Stadhuis in Gent. In Nederland is de steen onder andere gebruikt aan de 15e-eeuwse Onze-Lieve-Vrouwekerk in Breda (Quist, 2011) en de St-Bavokerk te Haarlem, waar zowel steen uit Dilbeek als uit de omgeving van Affligem aangevoerd werd (Slinger *et al.*, 1980). Aan de Sint Janskathedraal te 's-Hertogenbosch werd eind 15e eeuw Ledesteen geleverd uit Dilbeek en begin 16e eeuw uit Dielegem (Peeters, 1985). Uit de laatgotische periode in het begin van de 16e eeuw vinden we onder andere het Gildehuis der Vrije Schippers op de Graslei in Gent. Als voorbeeld voor de Renaissance bevindt zich in Gent het Schepenhuis van Gedele, dat eind 16e tot

begin 17e eeuw werd toegevoegd aan het Stadhuis van Gent. Eén van de laatste monumenten opgetrokken uit Ledesteen is de Neogeotische Sint-Servaaskerk in Schaarbeek in 1876. Sindsdien werd Ledesteen, op enkele lokale nieuwbouw na, vooral geïntegreerd als element zoals in het Gentse Sint-Pietersstation uit 1913 en gebruikt voor restauratiewerken.

## Slotwoord

Ieperiaanse steen heeft in de geschiedenis zeker en vast een belangrijk rol gespeeld gedurende de 17de en 18de eeuw. In bepaalde gevallen heeft hij de Ledesteen, die op dat moment minder voorradig was, gedeeltelijk vervangen en aangevuld. Kenmerken, kwaliteit en duurzaamheid van de Ieperiaanse steen zijn zeker gevarieerd, het gebruik is veelzijdig maar weinig bekend en de steen is dikwijls miskend. Extra aandacht is daarom noodzakelijk, zodat zijn bestaan niet wordt bedreigd.

Het gebruik en de eigenschappen van Brusselse steen en Ledesteen zijn veel beter gedocumenteerd. Wat betreft de Brusselse steen is vooral de Gobertange bekend en goed gekend en gekarakteriseerd. Om een beter onderscheid te kunnen maken in Brusselse steen zou een diepgaande vergelijkende studie tussen de Gobertange en Diegemse varianten welkom zijn. Evenzo is het vooral de Ledesteen uit de regio Aalst en ten zuidoosten van Gent die het meest bekend is. Ledesteen uit Brussel is niet even goed bestudeerd en ook hier zou referentiemateriaal tussen Ledesteen en Diegemse steen handig kunnen zijn.

Wat betreft de technische eigenschappen zijn vooral die van de Gobertange steen en de Ledesteen uit Balegem goed gekend, omdat zij tegenwoordig nog ontgonnen worden. Andere studies zijn moeilijk te initiëren bij gebrek aan ontsluitingen. Het is de Formatie van Brussel die op verschillende plaatsen nog het beste ontsloten is. Voor Ledesteen zijn de bemonsterbare ontsluitingen beperkt en voor Ieperiaanse steen zijn er buiten de groeves helemaal geen ontsluitingen bekend.

## LITERATUUR

*Voor de verwijzing naar de literatuuroppgave bij dit artikel, zie het colofon op de binnenomslag onder 'Literatuurlijsten'.*