

ZAND

BOEK

Vlaanderen

Dr. L. Broothaers

ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie



ZANDBOEK VLAANDEREN



Dr. L. Broothaers

ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie



Redactie : Ludo Broothaers, afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie

Lay-out en tekeningen : Vera Laforce, afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie

Fotografie : Ivo Lemaire en Marc Bergmans, afdeling Coördinatie en Ontvangst

Taaladvies : Katleen Maesen en Natalie Hulsen, afdeling Coördinatie en Ontvangst

Verantwoordelijke uitgever : Alfons Maes, directeur-generaal, administratie Economie

Wettelijk depotnummer : D/2000/3241/254

Voorwoord

Een niet onaanzienlijk deel van onze huidige welvaart danken wij aan de exploitatie van delfstoffen in de Vlaamse ondergrond. Daarbij denkt men meestal aan grootschalige processen zoals steenkoolontginning. De Vlaamse ondergrond biedt echter veel meer. Waardevolle delfstoffen zoals klei, leem, grind en diverse zandsoorten schragen economisch zeer belangrijke sectoren zoals de woningbouw, infrastructuurwerken, steenbakkerijen, betonbedrijven en glasnijverheid.

De afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie van de administratie Economie moet erover waken dat de valorisatie van deze delfstoffen op een zo duurzaam mogelijke manier geschiedt: dat betekent het zoeken naar een evenwicht tussen economische behoeften, zuinig verbruik, maatschappelijke aanvaardbaarheid en milieuvriendelijkheid. Een van de basistaken daarbij is niet alleen het inventariseren van de locaties waar men delfstoffen ontgint, maar ook van de plaatsen waar onontgonnen voorraden in de Vlaamse ondergrond te vinden zijn.

Dit boek beperkt zich tot het inventariseren van diverse zandsoorten: hun geografische verspreiding, hun eigenschappen en hun toepassingsmogelijkheden. Het vermeldt niets over de grove zanden die als nevenproduct van de grindwinning in het Limburgs Maasland ontgonnen worden. Ook invoer van zand uit de buurlanden, voornamelijk Nederland, werd buiten beschouwing gelaten.

Van recent sterk toenemend belang zijn de winningen van grofzand op het Belgisch deel van het continentaal plat : de Noordzee. Deze zandwinningen behoren tot de bevoegdheid van de Federale overheid en werden in dit boek evenmin opgenomen.

Dit boek is geen aansporing om nog meer ontginningsputten uit te graven. Integendeel, uit de lectuur van dit boek zal snel blijken dat zand geen banale, alomtegenwoordige grondstof is maar wel degelijk een schaars goed. Optimale ontginning, duurzaam beheer en efficiënt gebruik van delfstoffen behoren tot de doelstellingen van de afdeling en moeten ook door de gehele maatschappij in het belang van allen nagestreefd worden.

Dit boek is daarom een uitnodiging om meer en beter gebruik te maken van zanden die afkomstig zijn van secundaire winningen: zand dat vrijkomt bij diverse uitgravingen zoals tunnels, dokken, bouwwerven, spoorwegtrajecten e.a. Efficiënt gebruik van deze eerder toevallige bronnen kan een belangrijke bijdrage leveren aan het nastreven van de genoemde doelstellingen.

*Dirk Van Mechelen
de Vlaamse minister van Economie, Ruimtelijke Ordening en Media*

Ten geleide

De afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie maakt deel uit van de administratie Economie van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Haar bestaansreden bebelst het optimaliseren en valoriseren van de bodemrijksdommen van Vlaanderen ten behoeve van de economische ontwikkeling en de werkgelegenheid in een maatschappelijk verantwoorde context.

De afdeling verleent advies over de vergunningsprocedures voor ontginningsactiviteiten. Om deze opdracht te kunnen waarmaken moet de afdeling over de nodige accurate kennis van de Vlaamse ondergrond beschikken.

Dat brengt ons dan meteen bij een tweede taak van de afdeling: het verzamelen, verwerken en beheren van geologische informatie over de Vlaamse ondergrond. In dit kader organiseert, coördineert en financiert de afdeling regelmatig nieuwe campagnes voor het onderzoeken van geologische lagen en delfstoffen.

Om het de gebruikers van geologische informatie wat makkelijker te maken, werd besloten de complete verzameling gegevens in de vorm van geologische kaarten voor te stellen. Het project om geheel Vlaanderen met een set van Tertiairkaarten te bedekken loopt nu bijna tien jaar en nadert de afwerking. Een gelijkaardige set Quartairkaarten zal tegen 2003 afgewerkt zijn.

Al die gegevens zullen in een vrij nabije toekomst ook in de vorm van een databank opvraagbaar zijn: de Databank Ondergrond Vlaanderen. Elke potentiële gebruiker zal dan via het internet de gezochte informatie over een specifieke locatie kunnen opzoeken.

In een tijd waar nationale grenzen vervagen en normen steeds meer op een Europees niveau worden vastgelegd, is het van groot belang de eigenschappen van Vlaamse delfstoffen in die nieuwe kaders te situeren en zo de mogelijkheden van de eigen ondergrond in het licht van de moderne technologieën in te schatten.

Dit boek is in die zin een poging om aan een breed publiek de waarde van de in Vlaanderen voorkomende zanden voor gebruik in de bouwindustrie kenbaar te maken.

De lezer zal gauw merken dat de Vlaamse ondergrond relatief weinig zanden van hoge kwaliteit bevat. Het is inderdaad niet zo dat goede bouwzanden hier onbeperkt voorradig zijn. Dit boek biedt dan ook aan alle instanties die bij het gebruik van de Vlaamse ruimte betrokken zijn, en aan alle andere geïnteresseerden, de mogelijkheid om de economische waarde van de winplaatsen van zulke schaarse goederen in een correct daglicht te plaatsen.



*Alfons Maes
directeur-generaal
Administratie Economie*

Inhoudstafel

Voorwoord	3
Ten geleide	4
1 OORSPRONG EN SAMENSTELLING	7
1.1 Wat is zand ?	8
1.1.1 Benaderingswijzen	9
1.1.2 Ingenieursbenadering	10
1.1.3 Praktisch begrip zand	11
1.2 Oorsprong van zand	11
1.2.1 Verwerking, erosie en sedimentatie	11
1.2.2 Afzettingsmilieu	12
<i>Eolische afzettingsmilieus</i>	12
<i>Fluviatile afzettingsmilieus</i>	12
<i>Mariene afzettingsmilieus</i>	14
1.3 Mineralogische samenstelling	14
<i>Kwarts</i>	15
<i>Chert</i>	15
<i>Veldspaat</i>	16
<i>Kleimineralen</i>	16
<i>Mica's</i>	17
<i>Glauconiet</i>	17
<i>Ijzeroxiden</i>	17
<i>Carbonaten</i>	18
<i>Accessorische mineralen</i>	19
2 GEOLOGIE EN GEOGRAFIE	21
2.1 Ouderdomsbepaling	23
2.1.1 Lithostratigrafie	23
2.1.2 Chronostratigrafie	23
2.1.3 Geologische kaarten	24
2.2 Geologie van Vlaanderen	25
2.2.1 Bondige schets	25
2.2.2 Voorkomen tertiaire en quartaire zanden	26
<i>Paleoceen</i>	29
<i>Eoceen</i>	29
<i>Oligoceen</i>	29
<i>Mio-Plioceen</i>	29
<i>Quartair</i>	29
2.3 Invloed op de ontginningen	34
2.3.1 Zandlichamen	34
2.3.2 Grondwater	37

3	KARAKTERISATIE EN SPECIFICATIES.....	39
3.1	Granulometrie.....	41
3.1.1	Voorstellingswijze	42
3.1.2	Zeefopeningen	42
3.1.3	Granulometrische beschrijving van een zand.....	43
	<i>Mediaan</i>	43
	<i>Sorteringsgraad</i>	43
	<i>Sorteringscoëfficiënt</i>	44
	<i>Uitgestrektheidscoëfficiënt</i>	45
	<i>Eenvormigheidscoëfficiënt</i>	45
	<i>Fijnheidsmodulus</i>	45
3.1.4	Korrelmaten	46
3.2	Zandklassen.....	46
3.3	Specifieke toepassingen	47
3.4	Aard van de fijne deeltjes	49
4	EIGENSCHAPPEN VAN VLAAMSE ZANDEN.....	53
4.1	Granulometrische kenmerken van zandige formaties	55
4.1.1	Variabiliteit.....	55
4.1.2	Metselzand-betonzand.....	56
4.1.3	Oppervlaktedelfstoffenkaart.....	57
4.2	Karakteristieken van de zandige formaties	58
	<i>Zandtype</i>	58
	<i>Granulometrie</i>	58
	<i>Lithologie</i>	60
	<i>Glauconiet</i>	60
	<i>Dikte</i>	60
5	ZANDEN UIT ONTGINNINGEN.....	73
5.1	Stratigrafische situering	75
5.2	Granulometrie.....	76
5.3	Chemische en mineralogische samenstelling.....	76
6	TOEPASSINGEN	85
6.1	Zeefproeven	87
6.2	Toepassingen.....	87

An aerial photograph of a sandy beach. The sand is light-colored and shows numerous footprints and tracks, suggesting a large number of people have walked there. In the lower half of the image, there is a large, dark, weathered piece of driftwood or a log partially buried in the sand. The text 'OORSPRONG EN SAMENSTELLING' is overlaid in the center-right, followed by a vertical stack of four blue squares and the number '1'.

OORSPRONG ■■■
EN SAMENSTELLING ■ 1

1.1 Wat is zand ?

Waar men op het vasteland een voet aan de grond zet, komt men in aanraking met het oppervlak van de aardkorst. In heel Vlaanderen bestaat dit oppervlak, een minuscule uitzondering niet te na gesproken, uit losse materialen. Sommige van deze materialen kan men makkelijk met de hand van de grond oprapen en de met het blote oog makkelijk herkenbare korrels kan men tussen de vingers weer op de grond laten vloeien, in droge omstandigheden tenminste. Andere materialen zijn zo kleverig dat het reeds iets meer moeite vraagt om er een stuk van in de hand te krijgen. Men kan ze tussen duim en wijsvinger makkelijk tot een of andere vorm kneden. Mensen bestempelen deze natuurverschijnselen doorgaans als zand en klei. Voor hen zijn deze natuurverschijnselen alledaagse fenomenen, waarbij ze geen moment blijven stilstaan. Maar voor geologen en ingenieurs zijn dit essentiële grondstoffen, onmisbaar in onze samenleving. Geologen kunnen hier bovendien nog boekdelen vol verhalen aan vastknopen.



Bij het definiëren van de grondsoort zand spelen eigenschappen zoals kleur, soortelijk gewicht, kleverigheid of vormvastheid helemaal geen rol. Zowel voor wetenschappers als voor ingenieurs is zand eenvoudigweg een verzameling uit natuurlijke materialen bestaande korrels met afmetingen die tussen twee welbepaalde grenzen liggen: 2 mm en 63 μm . Een zuiver beschrijvende definitie dus, zonder verwijzing naar oorsprong, ontstaansgeschiedenis, samenstelling of andere voorkennis. Die grenzen werden arbitrair vastgelegd en worden tegenwoordig algemeen aanvaard. Ze berusten geheel op een consensus en beantwoorden aan de materialen en eigenschappen die men met gewoon gezond en doordeweeks verstand als zand zou benoemen. Dat betekent ook dat, wanneer ooit de algemene ideeën over het begrip zand veranderen, men andere grensafmetingen zou kunnen hanteren.

1.1.1 Benaderingswijzen

Wetenschappers ondervonden al op het eind van de 19de eeuw de nood om wat orde te brengen in de diverse grondsoorten door er een classificatie van te maken. Van bij het begin leek het gebruik van een geometrische schaal wenselijk, daarover was iedereen het eens. Een verschil van bijvoorbeeld 1/10 mm maakt immers niets uit bij keitjes met een diameter van ongeveer 1 cm, maar bij fijne zandkorrels die zelf ongeveer 1/10 mm groot zijn, stelt dit een hemelsbrede variatie voor. En het werd ook als vanzelfsprekend aanzien dat de classificatie zelf op een decimale basis zou rusten, waarin een van de classificatiegrenzen toch ten minste de eenheid, 1 mm, zou zijn. Zo bepaalde een van de oudste voorstellen het begrip zand als de korrels met afmetingen tussen 1 mm en 0,1 mm. Nog in 1929 stelde een Frans geoloog, CAYEUX, de grenzen 5 mm, 0,5 mm en 0,05 mm voor. Het probleem met deze decimale indelingen was dat men voor de onderverdelingen geen netjes gelijke vakjes kon verkrijgen. Tenzij men een irrationeel getal als grens zou kiezen, het lineair midden tussen 1 en 0,1 op een logaritmische schaal bijvoorbeeld. Onze huidige classificatie is nog steeds gebaseerd op het idee van een Amerikaanse geoloog, WENTWORTH. Deze stelde in

1922 voor als bovengrens 2 mm te nemen en de kleinere afmetingen in vakjes te steken volgens een geometrische reeks: 2, 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 en 1/64. Telkens een factor 2. Dit komt overeen met de afmetingen 2; 1; 0,500; 0,250; 0,125 en 0,063 mm, waarvan het laatste naar boven werd afgerond. Wat daarbuiten lag zou hij geen zand meer noemen. Dat was ook wat de meeste van zijn collega's vonden: Wentworth had voorafgaandelijk een enquête hieromtrent op touw gezet. Materialen die fijner waren gedroegen zich ook anders dan zand. Ze waren kleveriger en werden minder makkelijk door een waterstroom weggespoeld. Een ondergrens van 63 μm kwam ook min of meer overeen met het technisch kunnen van die tijd: het was zowat de zeef met de fijnste mazen die men toen commerciëel kon vervaardigen. Fijnere korrels dan dit kon men ook niet zo makkelijk meer doorheen een overeenkomstige zeef krijgen. De bovengrens werd mogelijk op 2 mm gesteld omwille van de veranderende mineralogische samenstelling van de korrels. Zandkorrels bestaan doorgaans uit slechts één mineraal. Bij de fractie groter dan 2 mm treft men een snel groter wordend aantal korrels aan, bestaande uit meerdere mineralen of zelfs fragmenten van herkenbare gesteenten, een typisch kenmerk voor het nog grovere grind.



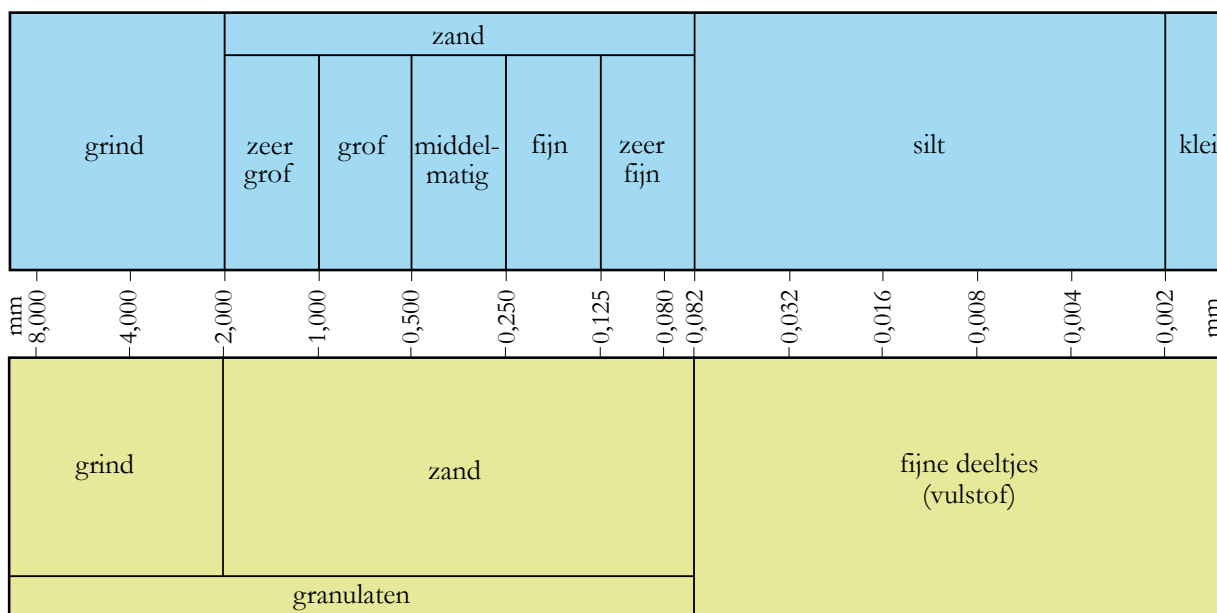
Fijn zand van de Formatie van Brussel. Vindplaats: BRA-13, Zaventem.

1.1.2 Ingenieursbenadering

In de wereld van bouwkundige ingenieurs leidde een andere manier van denken en werken tot ietwat verschillende begrenzings van het begrip zand. Geologen en andere natuurwetenschappers pogen steeds de natuur in vakjes te steken en te beschrijven. Aldus klasseren zij zandkorrels op basis van hun granulometrische schaal als zijnde zeer grof, grof, middelmatig, fijn of zeer fijn zand (Afbeelding 1.1). Maar in de natuur gebeurt het slechts zelden dat zand uitsluitend uit korrels van een van deze zeer smalle klassen bestaat. In de praktijk werken ingenieurs met een zand in zijn geheel, zoals zij dat uit de zandwinning uitgraven.

ondergrens. Als men de formaten 20 en 10 mm telkens verder door twee deelt, verkrijgt men immers de reeks 5; 2,5; 1,250; 0,630; 0,315; 0,160 en 0,080 mm. Typebestekken en normerende documenten van het Belgisch Instituut voor Normalisatie hanteren reeds geruime tijd de grenzen 2 mm – 0,080 mm. Toen in de periode 1996 - 1997 de in dit document besproken analyses werden uitgevoerd, werd de ondergrens van 0,080 mm nog volop toegepast. Ze werd sindsdien evenwel meer en meer opgegeven en vervangen door de grens 0,63 mm.

Op dit ogenblik, in 1999, kan men het alleen maar toejuichen dat, mede onder invloed van een



Afb. 1.1 NOMENCLATUUR

- Wetenschappelijke definities
- Technische definities

En deze zanden bestaan doorgaans uit een mengsel van korrelgroottes die in meerdere van deze door geologen gehanteerde zandklassen thuishoren. De samenstelling ervan loopt bovendien continu door naar de aangrenzende fracties grind en silt. Daardoor hanteerden ingenieurs wel eens de afmetingen 6,3 en 4 mm als bovengrens. Misschien verklaart dit ook hun gebruik van 0,080 mm als

op til zijnde Europese normgeving, de grenzen 2 mm - 0,063 mm door alle partijen steeds meer aanvaard worden.

Jammer genoeg werden de door het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap voor dit werk bestelde metingen uitgevoerd op een moment waarop de nu verouderde grens van 80 µm nog sterk in gebruik was.

1.1.3 Praktisch begrip zand

Uit deze discussie blijkt duidelijk het bestaan van twee onderscheiden begrippen zand. Enerzijds is er de granulometrische klasse zand, zijnde een enge bandbreedte op de metrische schaal, anderzijds is er het mengsel zand dat uit meerdere klassen is samengesteld. Deze laatste definitie wordt in de bouwkundige sector dagelijks gebruikt. De mensen uit die sector onderscheiden ook grof, middelmatig en fijn zand, maar dan in de betekenis van het mengsel. De begrenzing van deze zandtypes is een stuk complexer omdat ze simultaan op meerdere korrelgroottes betrekking heeft. Voor elke korrelgrootte wordt gespecificeerd in welke proportie deze component deel mag uitmaken van het totale zandmengsel. Deze specificaties zijn geformuleerd in het normerend document NBN B 11-011. Ze worden verder in dit werk in diagramvorm getoond (Afbeelding 3.2). Aangezien dit werk geen wetenschappelijke maar een eerder technische uiteenzetting wil zijn, zal elke verwijzing naar grof, middelmatig of fijn zand op deze laatste definities betrekking hebben. Aan deze drie types hebben wij zelf één type toegevoegd: zand dat nog fijner is dan het type *fijn* noemen wij in dit werk *zeer fijn*. Voor toepassingen als bouwzand zouden wij het zelfs als *te fijn* kunnen betitelen.

1.2 Oorsprong van zand

1.2.1 Verwerking, erosie en sedimentatie

Zand is een van de natuurlijke afbraakproducten van de gesteenten die aan het aardoppervlak, en in contact met de atmosfeer, voorkomen. Gesteenten zijn agglomeraten van partikels of korrels van een of meerdere, meestal meerdere, mineralen. Mineralen zijn in de natuur voorkomende stoffen, waarin de atomen op een strikt wetmatige, driedimensioneel georganiseerde manier op en naast elkaar zijn gestapeld. Dergelijke opbouw volgens een 3D-raster noemt men een kristallijne structuur. Elk mineraal bestaat uit atomen van een of meerdere types, in vaste onderlinge proporties. Een voorbeeld: het mineraal calciet bevat calcium-, koolstof- en zuurstofatomen, in een verhouding 1-1-3. Mineralen zijn dus te vergelijken met de

bakstenen, voegen, spijkers, balken en andere bouwelementen van een huis, het gesteente.

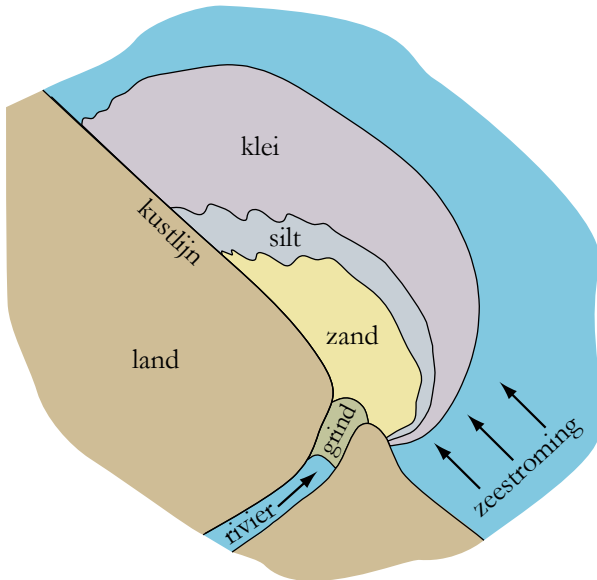
Het uitwendige deel van de aardkorst staat voortdurend blootgesteld aan weer en wind. Alle gesteenten aan het oppervlak ondergaan de destructieve effecten van water en lucht. Chemische veranderingen, zoals oxidatie, hydrolyse, hydratatie, reacties met zuren en zo meer, doen het gesteente desintegreren. Water in kleine, zelfs microscopische spleetjes en scheurtjes kan door bevriezen de rots laten uiteenbarsten, terwijl water en wind stukjes steen tegen elkaar doen slaan en tot gruis vermalen. Het geheel van deze processen noemt men *verwerking*: het degraderen van een gesteente tot kleine deeltjes zoals grind, zand, silt en kleideeltjes.

Wanneer ijs, water en wind deze deeltjes van hun oorspronkelijke plaats wegsleuren en over een zekere afstand verplaatsen, spreekt men van *erosie*. Afstromend regenwater dat tot rivieren samenvloeit, kan dan diepe geulen in het landschap uitschuren, terwijl winden het zand van een vlakte kunnen wegblazen. Ook de oceanen zijn zeer destructief. Golven beuken onophoudelijk op de kust in. Afbraakproducten worden over het strand en over de zeebodem uitgespreid.

In hoge gebergtes wordt eeuwige sneeuw tot ijs samengedrukt. Onder de druk van het eigen gewicht wordt het ijs plastisch en stroomt het als gletsjers weg. Geen enkele erosie is zo machtig als deze ijsstroom die de vaste rots afraapt en al wat los ligt, van stofdeeltjes tot grote blokken, invriest en meesleurt.

Wanneer de kracht van ijs, water en wind dan weer afneemt, komt de transportfase ten einde en treedt afzetting of sedimentatie, op (afbeelding 1.2). Aan de benedenloop van rivieren, bij de uitmonding in zee en bij afnemende snelheid van de zeestromingen vallen eerst de grootste en zwaarste deeltjes op de bodem, daarna de iets kleinere en lichtere tot uiteindelijk de allerfijnste deeltjes worden afgezet. Deze sedimentatieprocessen zijn het vormingsmechanisme van nieuwe afzettingsgesteenten: grind, zand, silt en klei. Geologen spreken hier van *losse gesteenten*. Het spreekt ook vanzelf dat de fijnste deeltjes veel verder kunnen vervoerd worden dan de grotere.

Traag stromend water kan alleen maar zeer fijne kleideeltjes transporteren. Omgekeerd kan uit de korrelgrootte van een sediment ook de stroomsnelheid van het water of de wind ten tijde van de afzetting ingeschat worden.



Afb. 1.2 SEDIMENTATIE

Afzetting van erosiemateriaal door een rivier

Grind : grover dan 2 mm

Zand : van 2 mm tot 0,062 mm

Silt : van 0,062 mm tot 0,002 mm

Klei : fijner dan 0,002 mm

1.2.2 Afzettingmilieu

Afhankelijk van de klimatologische omstandigheden waarin verwerking en erosie zich voordoen, bepalen diverse chemische en fysische agenten op welke wijze gesteenten worden afgebroken. In warme en vochtige klimaten overheersen de chemische processen, in koude en droge klimaten zijn de fysische processen belangrijker. Dit beïnvloedt de eigenschappen van het sediment: samenstelling, grootte van de partikels. Maar ook het milieu waarin sedimenten worden afgezet, speelt een belangrijke rol. Zo maakt men in eerste instantie een onderscheid tussen continentale en mariene afzettingmilieus, respectievelijk op het vasteland en in de watermassa's van de zeeën. Vermelding van alle bestaande milieus zou het kader van dit werk ver te buiten gaan. We maken echter wel een kleine selectie.

Eolische afzettingmilieus

Zowat 20.000 jaar geleden, toen de laatste ijstijd naar zijn einde liep, lag het grootste deel van de bodem van de huidige Noordzee droog. Een flink deel van het water van de oceanen lag immers gestockeerd in de sterk in grootte toegenomen polaire ijskappen. Daardoor kwam het zeeniveau zeker 100 meter lager te liggen dan nu het geval is. Die droge Noordzeebodem bevond zich net ten zuiden van de Scandinavische ijsmassa's, waarboven hogedrukgebieden vaak het weer bepaalden. In zulk bar en koud klimaat bleef het jonge, nog maar net ontstane oppervlak vrij van plantaardige begroeiing zodat keitjes, zand en silt los bleven liggen. Stevige polaire winden hadden zo vrij spel en konden makkelijk de fijnste sedimentdeeltjes in zuidelijke richting wegblazen. Grof zand was hiervoor reeds te zwaar en bleef ter plaatse. Maar fijn tot zeer fijn zand kon ver over land uitgespreid en verder gerold worden. Zo werd een groot deel van Vlaanderen onder een deken van *dekzanden* begraven. Nog fijnere deeltjes zoals silt en kleipartikels konden met de langzaam in sterkte afnemende wind nog verder weg neergezet worden. Zo ontstonden de leemafzettingen in de zuidelijke delen van Vlaanderen. Dat type van afzettingen wordt ook wel eolische afzettingen of windafzettingen genoemd.

Fluviatiele afzettingmilieus

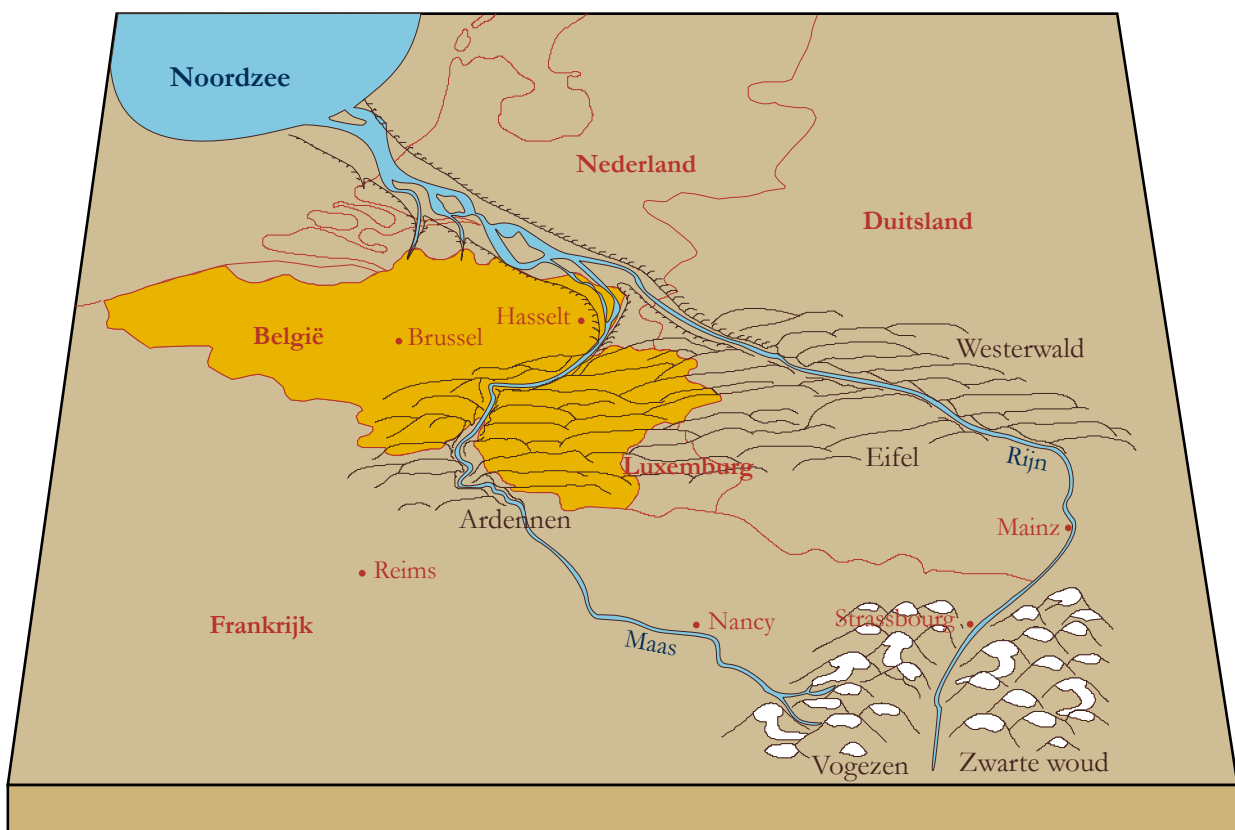
Fluviatiele afzettingen worden gevormd in de bedding van rivieren en de overstromingsvlakten die er vaak mee gepaard gaan. De kinetische energie van het stromend water bepaalt hoe groot de gesteentefragmenten zijn, die door de rivier vervoerd kunnen worden. Bij een trage stroomsnelheid zijn dat enkel kleideeltjes. Bij een snelle kolkende rivier kunnen ook keien of zelfs blokken meegesleurd worden, als die tenminste aangevoerd worden. De lading van een rivier bestaat immers uit materiaal dat vanuit het hele stroomgebied verzameld werd. Het is te beschouwen als een representatief monster van het afbraakmateriaal afkomstig van alle gesteenten die in het voedingsgebied van de stroom, al zijn rivieren en bijrivieren voorkomen.

Zo vervoert de Maas nu materiaal dat uit de Ardennen afkomstig is: afbraakmateriaal van kalkstenen, schiefers, zandstenen en kwartsieten. Maar tot zowat 600.000 jaar geleden ontsprong de Maas in de Vogezes en bracht ze ook brokstukken van aldaar voorkomende gesteenten mee: diverse metamorfe gesteenten en stollingsgesteenten zoals graniet (afbeelding 1.3). Vooral in de lente, bij het afsmelten van sneeuw en gletsjers in de Vogezes, vertoonde de Maas een nog veel groter debiet dan tegenwoordig. De huidige Boven-Maas volgt een ander traject omdat na die periode haar bovenloop door een andere rivier werd afgetapt. Op een gegeven moment liep, ongeveer halverwege Nancy en Dijon, een deel van haar water over in de Moezel. Daardoor werd mettertijd een nieuwe geul uitgeschuurd en uiteindelijk verdween de hele bovenloop in die ‘piraat’-rivier.

Heel anders verloopt het met de Schelde. In het hele stroomgebied van deze rivier, tot in Noord-Frankrijk, komen vrijwel geen vaste gesteenten voor, alleen maar losse sedimenten zoals zanden en kleien. De Schelde kan dus geen keien of blokken aanvoeren omdat ze er gewoon niet zijn.

In beide voorbeelden zijn de afgezette sedimenten evenwel zeer heterogeen wat afmetingen van de partikels betreft. Gezien de sterk variërende debieten zit er immers heel wat variatie op de gemiddelde korrelgrootte van de meegevoerde lading. De voortdurende frictie tussen de korrels onderling en de keien gedurende het transport slijt ze bovendien tot afgeronde vormen af.

Rivieren laten hun lading achter bij periodes van zwak debiet of wanneer hun stroomsnelheid vrij abrupt vermindert. Dat gebeurt bijvoorbeeld wanneer de rivier in een laagvlakte terechtkomt, zoals de Maas na het verlaten van de Ardennen. Daar ontstaan dan opeenhopingen van materiaal in de vorm van puinwaaiers. Ook wanneer de watermassa zich over een groot oppervlak kan uitspreiden en in kleinere rivierarmen kan opsplitsen, worden sedimenten afgezet. Kijk maar naar het ingewikkeld breed uitgezet rivierenpatroon bij de samenvloeiing van Maas en Rijn in Nederland, vandaag de dag door dijken aan banden gelegd.



Afb. 1.3 MAAS EN RIJN
600.000 jaar geleden

Mariene afzettingmilieus

Wanneer de lading van een rivier in zee wordt afgezet, spreekt men van een marien milieu. Stroomsnelheden zijn in dit milieu sterk gereduceerd zodat hier uitsluitend nog fijn tot zeer fijn zand en silt en klei gedeponerd kan worden. Enkel wanneer een rivier rechtstreeks met groot debiet in zee kan uitmonden, kan het zand ook grover zijn. De zeer constante, trage snelheden zorgen er ook voor dat aldus gevormde sedimenten een hoge sorteringsgraad vertonen. Dat wil zeggen dat de variatie van de korrelgrootte niet al te groot is. De verhouding tussen aanvoer van materiaal door de rivier en stroomsnelheid van het zeewater bepaalt of de lading al dan niet dicht bij de monding wordt afgezet en aldus een delta opbouwt. Een significante zeestroming kan de sedimenten over grotere gebieden uitspreiden in regelmatige dunne lagen. Deze lagen kunnen na verloop van tijd evenwel tot belangrijke diktes accumuleren. Sterkere zeestromingen zijn daarentegen in staat het zand opnieuw in langwerpige zandbanken opeen te gooien en daarbij het zeer fijne zand uit het mengsel te verwijderen. Ook de zware deining bij stormweer kan de sedimenten weer opzwepen en verplaatsen.

Een typisch kenmerk voor mariene afzettingmilieus is het frequent voorkomen van fossielen. Op de bodem van de zee leeft immers een overvloedige fauna. Op zandige en kleiige substraten zijn dat vooral schelpdieren. Bij het afsterven van de diertjes blijven enkel de schelpen over. Deze kunnen door herhaalde verplaatsing van het sediment tot steeds kleinere brokstukken gedegradeerd worden.

1.3 Mineralogische samenstelling

Zanden zijn niet zomaar het afbraakmateriaal van gesteenten. Ze vertegenwoordigen slechts wat er van dat afbraakmateriaal overgebleven is. Tijdens de verwerking van een gesteente worden zijn minerale bestanddelen door mechanische en chemische agenten aangetast en verzwakt. Deze processen gaan gedurende de hele periode van transport nog voort zodat de chemisch of mechanisch zwakste partikels na verloop van tijd

tot de allerfijnste fractie zijn gereduceerd of zelfs helemaal uit het sediment verdwenen zijn. De mineralen die wij nu in een zand waarnemen, zijn mineralen die de verweringsprocessen tot nu toe overleefd hebben. Het kan dus niet anders dan dat deze gekenmerkt zijn door een sterk chemisch inert karakter en/of een hoge mechanische weerstand.

De tot zover besproken minerale korrels noemt men *detritische* mineralen. Deze mineralen zijn afkomstig van afbraakprocessen. Zanden kunnen evenwel nog andere mineralen bevatten: op de plaats van afzetting kunnen namelijk ook nieuwe mineralen gevormd worden. Dat noemt men *authigene* mineralen. Sommige in het zeewater opgeloste chemische componenten, eveneens door de rivier naar zee gevoerd, kunnen in de veranderde omstandigheden, zout water, andere zuurtegraad en/of oxido-reductiepotentiaal, met elkaar of met andere aanwezige ionen reageren, neerslaan en langzaam kristalliseren. Deze reacties kunnen zich nog tijdens het moment van sedimentatie zelf voordoen. Maar zodra het sediment onder nieuw aangevoerd materiaal wordt bedolven, kunnen weer andere processen op gang komen en nogmaals nieuwe mineralen doen ontstaan. Deze evolutie na de begraving van het sediment noemt men *diagenese*. Organisch materiaal van de aanwezige fauna begint dan te ontbinden. Organische zuren verlagen de zuurtegraad (pH) van het zich tussen de korrels bevindend poriënwater en verhogen de oplosbaarheid van sommige bestanddelen. De met de ontbinding gepaard gaande consumptie van in het water aanwezige zuurstof doet reducerende omstandigheden ontstaan en laat weer andere componenten neerslaan. Diagenetische processen kunnen nog duizenden of miljoenen jaren lang verdergaan, totdat de holle ruimtes tussen de korrels helemaal opgevuld worden met nieuw gevormde mineralen en alle partikels aan mekaar vastgekit raken. Zo ontstaan nieuwe gesteenten, die men *vaste gesteenten* noemt. Daarmee is de cyclus rond.

Vermits zanden afbraakmateriaal van gesteenten zijn, weerspiegelt de mineralogische aard van hun korrels ten dele ook de mineralogische samenstelling van de afgebroken gesteenten. Zo bestaan er kuststranden in de wereld die hoofdzakelijk uit zwarte korrels bestaan. Dat zijn



Grof zand uit het Quartair van de Vlaamse vallei. Vindplaats: BRA-12, Zemst.
Bemerkt de slechte sortering: zeer uiteenlopende korrelgroottes. Enkele kleine donkergroene glauconietkorrels.

dan korrels van donkere mineralen, afkomstig van basalten. Elders bestaat het zand dan weer geheel uit kalkige schelpfragmenten, afkomstig van een net onder de waterlijn weelderig bloeiende schelpdierfauna. Hier in Noordwest-Europa zijn kwartzanden evenwel het meest verbreid en bekend.

Hieronder volgt een kort overzicht van de meest frequente mineralen in zanden :

Kwarts

Kwarts is, op een overweldigende manier, het meest voorkomende mineraal in zand. Dat heeft zowel te maken met zijn fysische en chemische eigenschappen als met het feit dat het een van de hoofbestanddelen van de aardkorst is. In talrijke aan het aardoppervlak voorkomende stollingsgesteenten zoals graniet vertegenwoordigt kwarts ongeveer 30 % van de massa.

Kwarts is een zeer hard mineraal. Men kan er staal en glas mee krassen. Er bestaan slechts weinig frequent voorkomende mineralen met een hogere hardheid. Zo weinig dat men mag stellen dat elk

mineraal dat harder is dan kwarts de moeite waard is om bij te houden. Zulke mineralen worden edelstenen genoemd. Door zijn hardheid kan kwarts zeer goed mechanische frictie weerstaan.

Kwarts is helemaal niet breekbaar. Het heeft geen zogenaamde splijtingsrichtingen, waarlangs het makkelijk in stukken breekt.

Kwarts is chemisch samengesteld uit SiO_2 , een uiterst stabiel en inert oxide. Van de in de industrie meest gebruikte zuren is enkel HF (waterstofluoride) in staat kwarts op te lossen. Hierdoor weerstaat het makkelijk de verweringsprocessen, althans in de gordel van gematigde klimaten. Het is altijd zeer zuiver, met quasi 100 % SiO_2 .

Chert

Chert is een bijzondere vorm van kwarts. Vermits het echter zo frequent voorkomt en bovendien ook een kritieke rol speelt in de kwaliteit van beton wensen wij het hier afzonderlijk te bespreken. Men noemt chert ook silex, vuursteen of chalcedoon. Het is opgebouwd uit submicroscopisch kleine

kwartsvezeltjes en vertoont op die schaal een sponsachtige structuur, vol met watergevulde belletjes. Vandaar de benaming cryptokristallijn kwarts. De dichtheid van chert is dan ook iets lager dan bij gewone kwarts. Dit Chert is ontstaan bij lage temperatuur als kristallisatieproduct van colloïdale oplossingen die tijdens de diagenetische fase doorheen krijtsedimenten migreerden.

Chert heeft dezelfde hardheid als kwarts, maar is chemisch bij bepaalde omstandigheden iets gemakkelijker oplosbaar. Zo kan het met Natriumionen reageren om natriumsilicaten te vormen, wat de gevreesde alkali-silicareactie in beton veroorzaakt. Dat reactieproduct is een zwellende gel die de silexkeien kan doen barsten en scheurtjes in het beton doet ontstaan. Omgekeerd kan in het milieu van verse sedimenten de SiO_2 -gel in gunstige condities weer neerslaan en zandkorrels aan elkaar kitten. Zo ontstaan dan nieuwe vaste gesteenten: kwartsiet.

Chert is in onze contreien beter bekend als de silexkeien van zeer onregelmatige vorm die zo talrijk in bepaalde, ver te vervolgen niveaus van de krijtrotzen voorkomen. Deze witte gesteenten zijn zowel in het zuidoosten van Limburg te zien als in de vermaarde krijtrotzen van Dover en Calais. Vroeger was een groot deel van de Ardennen ook door deze gesteenten bedekt. Latere erosie heeft die echter geheel weggevreten. De kalksteen was snel verdwenen maar de harde silexkeien overleefden de verwerking langer en werden door de Maas en haar bijrivieren noordwaarts naar zee vervoerd. Daardoor vormen ze nog steeds een belangrijk bestanddeel van het Maasgrind. Ook in het grind van het continentaal plat in de Noordzee komen ze frequent voor, als afbraakrestanten van de krijtrotzen van Dover en Calais.

Veldspaat

Veldspaten zijn een nog belangrijker bestanddeel van stollingsgesteenten dan kwarts: ze maken er bijna de helft van uit. Hun kleur is meestal witachtig, zoals kwarts. Het is een complex groepje van aluminiumsilicaten van kalium, natrium en calcium. De alkaliveldspaten zijn chemisch iets stabielere dan de Calciumveldspaten. Ten opzichte van kwarts zijn zij chemisch veel minder stabiel.

Tijdens de verwerking worden zij makkelijk aangetast en in kleimineralen omgezet, zodat hun solide karakter sterk verzwakt wordt.

Veldspaten zijn minder hard dan kwarts: men kan er net geen staal mee krassen. Tijdens het transport van sedimenten door rivieren worden de veldspaatkorrels dus langzaam door de kwarts-korrels stukgekrast en vernalen. Veldspaten bezitten ook een tweetal goede splijtingsrichtingen. Binnen de driedimensionele, atomaire structuur van dit mineraal zijn de bindingen tussen de naburige atomen niet in alle richtingen even sterk. Er zijn dus bepaalde richtingen of vlakken waarlangs de mechanische sterkte verzwakt is en waarlangs het mineraal makkelijker in stukken breekt. Dit zijn splijtingsvlakken, kortweg *splijtingen* genoemd. Dit alles betekent dat veldspaten na verloop van tijd en na langdurig transport een steeds kleiner deel van de samenstelling van zand uitmaken. Zanden die reeds enkele malen herwerkt en getransporteerd werden, bevatten meestal geen veldspaat meer.

Kleimineralen

Als men kwarts buiten beschouwing laat, zijn de kleimineralen waarschijnlijk het meest belangrijke verwerkingsproduct. Ze vormen een zeer uitgebreide en gevarieerde groep van gehydrateerde silicaten van aluminium, magnesium en/of ijzer. Tot de best gekende types behoren kaolinit, illiet, smectiet en vermiculiet. De korrels bestaan uit minuscule, platte kristalletjes van maximaal 5 μm diameter, meestal zelfs kleiner dan 2 μm . Ze hebben een uitgesproken bladerige structuur en nemen ook uitwendig die vorm aan. Kleimineralen bestaan uit opeenstapelingen van lagen, met in elke laag een of meer door zuurstofatomen omringde elementen. De lagen zijn per pakketjes van twee of meer gegroepeerd. In sommige types zijn de pakketjes van elkaar gescheiden door een laag kationen zoals natrium, kalium, calcium of magnesium. Deze kationen kunnen in bepaalde omstandigheden met kationen van de omgeving uitgewisseld worden. Deze eigenschap zorgt ervoor dat kleimineralen het verloop van sommige chemische reacties in hun omgeving in variërende mate kunnen belemmeren. Daarom worden kleimineralen bij de vervaardiging van mortel en beton als hinderlijk ervaren.

Een rechtstreeks gevolg van de structuur van kleimineralen zijn de buitengewoon goed ontwikkelde splijtingen volgens het vlak van de atomaire laagjes, zodat ze zich mechanisch als zijnde van geringe hardheid gedragen. De blaadjes laten mekaar relatief gemakkelijk los.

Kleimineralen ontstaan niet alleen tijdens de verwerking, ze kunnen ook nieuw gevormd worden in zee tijdens de sedimentatie of zelfs erna. Door de bladvorm van de korrels blijven zij veel gemakkelijker en langer in water zweven, ongeacht hun soortelijk gewicht. Daardoor kunnen zij door water veel verder getransporteerd worden en dwarrelen zij slechts bij heel trage snelheden naar de bodem. Deze eigenschap is ook nuttig bij het verwijderen van kleimineralen uit zandmengsels door wassen of spoelen.

Mica's

Mica's zijn een nauw aan de kleimineralen verwante groep mineralen. Hun structuur en chemische samenstelling zijn gelijkaardig en de kristallen en korrels zijn eveneens plat en bladerig van vorm. Een belangrijk verschil is dat de mineralen van deze groep veel grotere korrels kunnen vormen: kristallen van de orde van grootte van de mm, cm, soms zelfs tientallen cm, komen in de natuur voor. Ze zijn een belangrijk bestanddeel van stollings- en metamorfe gesteenten. De meest bekende types zijn muscoviet en biotiet. Hun hardheid is vrij laag, net iets harder dan een vingernagel. Hierdoor worden dergelijke korrels in sedimenten snel tot kleinere afmetingen gereduceerd. De eveneens zeer sterk ontwikkelde splijting, volgens de vlakken van de bladstructuur, heeft wel een negatieve invloed op de sterkte van mortel of beton. Doorheen deze korrels lopen immers latent aanwezige breuklijnen.

Glauconiet

Zanden van mariene oorsprong bevatten vaak een mineraal in de vorm van donkergroene korrels. Men noemt dat mineraal glauconiet. Vanuit mineralogisch oogpunt is dit een specifiek kleimineraal, dat evenwel vrij veel tweewaardig ijzer bevat. De korrels bestaan uit een agglomeraat van kleikristallen. Ze worden meestal in het pas afgezet sediment gevormd. Het mineraal

ontstaat in microlocaties, zoals in de holtes van sommige kleine diertjes met een schaal, waar door het weggroten van het organisch materiaal reducerende, zuurstofarme omstandigheden ontstaan. Het slaat dan neer uit een gel van aluminosilicaten. Men leidt dit af uit het feit dat de korrels vaak een gelobd uiterlijk hebben: ze hebben de vorm van de binnenkant van een microfossiel aangenomen. Glauconiet kan ook gevormd worden als een verweringsproduct van de mica biotiet, maar dat komt veel minder voor.

Doordat glauconiet als echte zandkorrels voorkomt, met dezelfde afmetingen als kwartskorrels, worden de nadelige eigenschappen van klei in het licht van mortel- en betonsamenstelling nog meer benadrukt. Door de zachtheid van klei kunnen deze korrels makkelijk vervormd worden. Herhaalde uitoefening van mechanische druk kan ertoe leiden dat het glauconietzand, net zoals leem of klei in een modderpoel herschapen wordt. Dat kan reeds gebeuren bij intense en frequente trillingen zodat dergelijk zand zelfs niet als ophoogzand voor een weg- of spoorwegberm gebruikt kan worden. Ook de doorlatendheid van een glauconietzand wordt erdoor verminderd vermits de poriën tussen de korrels door de klei dichtgedrukt worden. Als zand voor drainering is glauconiet dus waardeloos.

Soms is het glauconiet innig vergroeid met andere kleimineralen die bij het opslorpen van water zwellingsverschijnselen kunnen veroorzaken. Het tweewaardig ijzer van glauconiet kan bij blootstelling aan atmosferische omstandigheden eventueel geoxideerd worden. De naaste omgeving van de korrels wordt dan bruin gekleurd. Het ijzer kan zelfs elders neerslaan en limonietkorsten vormen. Op deze wijze ontstaan de roodbruine ijzerzandstenen die zo typisch zijn voor het Hageland.

Ijzeroxiden

Ijzer is samen met aluminium en silicium een van de belangrijkste metallische elementen in de aardkorst. Het komt in talrijke mineralen voor. Bij verwerking kunnen de meeste van deze mineralen geoxideerd worden, waarbij het ijzer neergeslagen wordt. Zo ontstaan nieuwe mineralen zoals goethiet, hematiet en de meer algemene

groepsnaam limoniet, een allegaartje van diverse roestige ijzeroxiden. Deze mineralen kunnen in de vorm van korrels in een zand mee getransporteerd worden.

Het komt eveneens vaak voor dat zandkorrels na de sedimentatie door een film van ijzeroxiden omgeven worden. Het zand als geheel krijgt dan een gekleurd aspect: geel zand indien de oxideschillen zeer dun zijn en meer roodachtig indien dikker. Bij een nog verregaander proces ontstaat een ijzeroxidecement tussen de korrels, zoals bij ijzerzandstenen.

materiaal waaruit de schelpen van de zo talrijk op de zeebodem voorkomende schelpdieren (mollusken) zijn opgebouwd. Na het afsterven van deze weekdieren worden hun schelpen door golven of stroming meegesleurd, gebroken en uiteindelijk tot zandkorrels herleid. Op sommige zeestranden bestaat het zand bijna geheel uit dergelijke korrels. Calciet wordt echter nog veel makkelijker tijdens de vertering in oplossing gebracht: het reageert makkelijk met zuren. Het CO₂-gehalte van lucht en water is voldoende om in natte condities het carbonaat als bicarbonaten op te lossen. Onder de



Middelgrof zand van het Lid van Kerkom. Vindplaats: BRA-26, Lubbeek.
Bemerk de minder goede sortering; uiteenlopende korrelgroottes.

Carbonaten

Kalkhoudende sedimentgesteenten komen in de natuur zeer veel voor. Een aanzienlijk deel van Wallonië rust op kalkstenen. Ze bestaan voor het grootste deel uit het mineraal calciet, het meest voorkomende carbonaat. Calciet bestaat uit Calciumcarbonaat en is relatief zacht, zachter dan staal of glas. In de vorm van korrels overleeft het dan ook geen lange periode van erosie en transport. Het vertoont bovendien drie zeer goede splijtingsvlakken zodat het gauw in stukjes uiteenvalt. Calciumcarbonaat is eveneens het

zure condities tijdens de vroege diagenese kan het carbonaat nogmaals opgelost worden. Na migratie kan het tussen de zandkorrels weer neerslaan en hen aan mekaar vastkitten. Zo ontstaan dan de kalkzandstenen die we in verscheidene Vlaamse zandgroeven in de vorm van relatief dunne kalksteenlagen aantreffen, en die vroeger gretig als bouwmaterial gebruikt werden.

Accessorische mineralen

Naast deze meest voorkomende mineralen bevatten zanden vrijwel altijd ook nog korrels van een hele reeks andere mineralen, maar dan in veel lagere gehalten. Daarom noemt men deze mineralen accessorsch. Al die mineralen samen maken meestal minder dan 0,1 % van de massa van het zand uit, hoewel dat uitzonderlijk toch tot bijna 1 % kan oplopen. Het zijn mineralen die ook in de moedergesteenten, waaruit het zand ontstaan is, in kleinere hoeveelheden voorkomen. Ze hebben vrijwel allemaal een hoger soortelijk gewicht dan het alomtegenwoordige kwarts. Om hen uit een zand af te scheiden van de andere courante mineralen maakt men gebruik van een gravitatieve separatietechniek door middel van een zware vloeistof, bromoform, met dichtheid 2,85. Daarom noemt men deze groep mineralen ook vaak *zware mineralen*.

Om samen met de lichtere mineralen in een zand te kunnen voorkomen, moeten de korrels van de zware mineralen, vanuit een hydrodynamisch standpunt, iets kleiner zijn. Ze komen dus uitsluitend in de fijnere helft van de korrelverdeling van een zand voor. Bovendien moeten ze, net zoals kwarts, een behoorlijke hardheid bezitten en vrij zijn van uitgesproken splijtingsrichtingen.

Een groot aantal van deze zware mineralen zijn zeer kenmerkend voor bepaalde gesteentesoorten. Zo zijn er enkele die bijna uitsluitend in metamorfe of stollingsgesteenten voorkomen. Het voorkomen van deze zware mineralen wijst dus op de aanwezigheid van diverse types moedergesteenten in het stroomgebied van de sediment aanvoerende rivieren. De accessorsch mineralen kunnen dan gezien worden als een soort vingerafdrukken. De inhoud aan zware mineralen van een zandafzetting is een min of meer individueel kenmerk. Kennis hiervan zou eventueel als bewijsstuk kunnen dienen voor het bevestigen of ontkennen van de geologische en geografische oorsprong van een lading zand. De bewijskracht zou echter maar gedeeltelijk zijn want men zou wel kunnen aantonen dat twee zandmonsters verschillend zijn maar niet dat ze identiek zijn. Zanden met een vrijwel gelijke inhoud aan accessorsch mineralen bestaan wel degelijk.

Accessorische mineralen kunnen metalen bevatten zoals chroom, titanium en ijzer, maar soms ook meer zeldzame elementen zoals zirconium, cerium of thorium. In uitzonderlijke gevallen is de aanwezigheid van deze metalen in dergelijke zanden zo belangrijk dat men ze zelfs als een erts kan ontginnen. Dat gebeurt bijvoorbeeld voor een van de Australische kusten.

EIGENSCHAPPEN VAN MINERALEN

Om de hardheid van mineralen in te schatten, gebruiken geologen de relatieve hardheidsschaal van MOHS. Hierbij worden een aantal frequent voorkomende mineralen met elkaar vergeleken door te pogen het ene met het andere te krassen. Het hardere mineraal krast steeds het zachtere, maar niet omgekeerd. Op deze wijze wordt een rangschikking met een numerieke schaal van 1 tot 10 gerealiseerd, van het zachtste naar het hardste mineraal. Deze schaal is zuiver relatief en geeft geen enkel idee van absolute hardheden.

1	talk
2	gips
3	calciet.....krast de vingernagel (2½)
4	fluoriet
5	apatiet
6	veldspaat.....krast glas en zakmes (5½)
7	kwarts
8	topaas
9	korund
10	diamant

mineraal	hardheid	dichtheid	samenstelling
Kwarts	7	2,65	SiO ₂
Chert	7	2,5 – 2,6	SiO ₂
Veldspaat	6	2,56	(K,Na,Ca)AlSi ₃ O ₈
Kleimineralen	2	2,6	Al ₄ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈
Mica	2 ½	2,8 – 2,9	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂
Glauconiet	2	2,5 – 2,8	K(Fe,Mg,Al) ₂ (Si ₄ O ₁₀)(OH) ₂
Goethiet	5	3,3 – 4,3	FeO(OH)
Calciet	3	2,7	CaCO ₃

FREQUENTE ACCESSORISCHE MINERALEN

mineraal	samenstelling	mineraal	samenstelling
Zirkoon	(Fe,Mg,Ca) ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	Granaat	ZrSiO ₄
Toermalijn	Al ₂ SiO ₅	Kyaniet	NaMg ₃ Al ₆ (BO ₃)SiO(OH) ₄
Augiet	FeAl ₄ Si ₂ O ₁₀ (OH) ₂	Stauroliet	Ca(Mg,Fe,Al)(Al,Si) ₂ O ₆
Chromiet	NaCa ₂ Mg ₅ (Si,Al) ₈ O ₂₂ (OH)	Hoornblende	(Mg,Fe)Cr ₂ O ₄
Ilmeniet	Fe ₃ O ₄	Magnetiet	FeTiO ₃
Rutiel	Ca ₂ (Al,Fe) ₃ Si ₃ O ₁₂ (OH)	Epidoot	TiO ₂
Andalusiet	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F,Cl,OH)	Apatiet	Al ₂ SiO ₅

An aerial photograph of a desert landscape. The terrain is covered in light-colored sand, forming a series of interconnected, circular sand dunes or mounds. In the center of the image, there is a prominent, darker, rocky mound. The overall scene is a vast, open, and arid environment.

GEOLOGIE EN GEOGRAFIE  **2**



Verwering, erosie en sedimentatie zijn processen die zich gedurende het hele bestaan van de aarde hebben voorgedaan. Volgens geologen bestaat het aardoppervlak reeds meer dan 4 miljard jaar. Al die tijd werden er kleien en zanden afgezet. Zanden die ergens in het begin van de geologische geschiedenis gevormd werden, zijn sindsdien tot compacte, vaste gesteenten omgezet: zanden evolueerden tot kwartsieten of andere types zandstenen, zoals kleien in schiefers of leisteen veranderden. Wat de Vlaamse ondergrond betreft, kan worden gesteld dat vrijwel uitsluitend sedimenten die vanaf het Tertiair, ook Cenozoïcum genoemd, tot op heden afgezet werden, het ondiepe deel van onze aardkorst uitmaken. Tot op heden komen die nog steeds als losse gesteenten voor. Ze werden maximaal 65 miljoen jaar geleden afgezet.

Door het bestuderen van hun geologische context kan men te weten komen of de zandafzettingen hiertussen tijdens het begin of meer op het einde van dat Tertiair gevormd werden. Dit leidt tot een voor oningewijden bijzonder grappig aandoend woordgebruik waarbij geologen het over jonge of oude zanden hebben.

2.1 Ouderdomsbepaling

2.1.1 Lithostratigrafie

De belangrijkste sleutel om een geologische gebeurtenis ergens in een tijdschaal onder te brengen is het kennen van de relatieve ouderdom. Men vertrekt hierbij van het principe en de logische evidentie dat de meer recent gevormde sedimenten zich bovenop de reeds eerder afgezette sedimenten bevinden. Het gaat er dus om de onderliggende laag, die dus ouder is, te herkennen, alsmede de bovenliggende, die dan jonger is. Op deze wijze kan een studie gemaakt worden van de opeenvolging van de diverse waargenomen sedimentlagen, te beginnen met de oudste, de onderste dus. Hierbij kan men waarnemingen van verschillende locatie samenbrengen. De discipline binnen het vakgebied geologie die zich hiermee bezighoudt, noemt men de *stratigrafie*, van het Latijn stratum (= laag).

Het herkennen van die opeenvolgende lagen kan aan de hand van diverse criteria gebeuren. Een ervan is de opsomming van een aantal fysische kenmerken zoals korrelgrootte, mineralogische samenstelling, kleur, consistentie, e.a., kortom de aard en het uitzicht van het gesteente. Een op deze kenmerken gebaseerde logische opeenvolging van in het veld herkenbare gesteentelagen noemt men een *lithostratigrafie*. Lithos betekent in het Oudgrieks gesteente.

Een lithostratigrafische eenheid is een gesteentepakket dat over een zekere afstand te herkennen is. De basiseenheid hiervan noemt men een formatie: een pakket dat nog als zodanig in kaart kan worden gebracht op een schaal van 1/25.000. Soms kan men in zo'n formatie een of meerdere onderdelen onderscheiden. Dat noemt men dan een lid, of meerdere leden. Een lid hoeft niet noodzakelijk over dezelfde afstanden als de formatie karteerbaar te zijn. Aan de andere kant kunnen meerdere formaties in een groep verenigd worden.

Op geologische kaarten dragen lithostratigrafische eenheden namen zoals formatie van ... of lid van ... Daarbij worden de namen van gemeenten gebruikt waar het desbetreffende sedimentlichaam goed waarneembaar is en die als typelokaliteit fungeren.

In de praktijk, en op een strikt correcte manier, kan men lithostratigrafische eenheden ook vermelden door een locatiennaam te laten volgen door het woord zand of klei of een andere lithologische naam, bijvoorbeeld Boom klei, Lede zand, enz.

2.1.2 Chronostratigrafie

Het komt vaak voor dat men twee opeenvolgende leden of formaties nergens in het veld met elkaar in contact kan waarnemen. Toch kan men in dergelijke gevallen hun onderlinge relatieve ouderdom nog achterhalen. Daarvoor moet men dan hun fossieleninhoud kennen. Fossielen zijn de overblijfselen van dieren en planten die in het gesteente bewaard gebleven zijn.

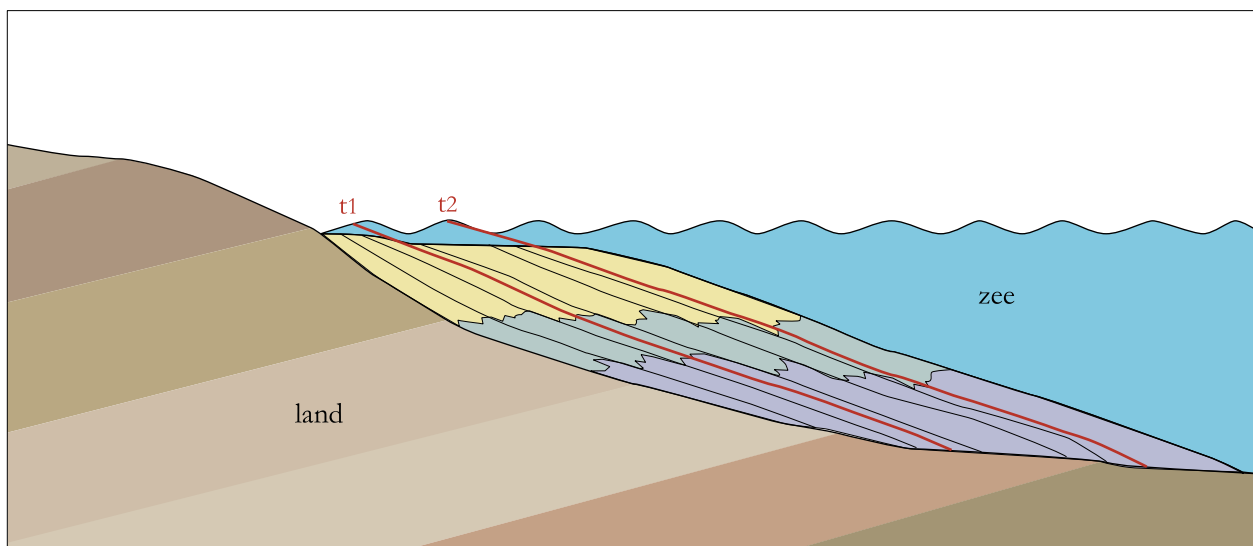
Medio vorige eeuw legde Charles Darwin de grondslagen voor de moderne evolutieleer. Ten gevolge van de evolutie van zowel plantaardige als dierlijke levensvormen kwam er een strikt patroon in de opeenvolging van de organismen tevoorschijn. Sommige van die soorten hebben slechts relatief korte tijd bestaan zodat ze het opstellen van een precieze opeenvolging in de tijd mogelijk maken. Op deze wijze kan men de chronologische plaats van een gesteentelaag bepalen. Indien men er dan nog in slaagt voor enkele gesteentelagen de absolute ouderdom, uitgedrukt in miljoenjaar, te berekenen, dan kan men op die chronologische tabel ook nog jaartallen plakken. Dit is technisch mogelijk door in een gesteente de gewichtsverhoudingen van een aantal isotopische elementen te meten en die te toetsen aan de vervaltijden van radioactieve elementen zoals uranium, thorium, rubidium, kalium-40 en koolstof-14. Het bestuderen van de opeenvolging van de gesteentelagen aan de hand van dergelijke chronologieën noemt men *chronostratigrafie*. Chronos betekent tijd in het Oudgrieks. De nu verouderde reeks geologische kaarten van België, die dateert van het einde van de 19e eeuw, was op een dergelijke chronostratigrafische leest geschoeid. De daarin vermelde chronostratigrafische eenheden dragen enerzijds ietwat geheimzinnige namen zoals Devoon, Cambrium en Eoceen, maar ook een groot aantal namen die eindigen op het suffix -iaan,

zoals Brusseliaan en Landeniaan, afhankelijk van hun hiërarchische positie.

De relatie tussen de twee types van stratigrafie kan men het best met een voorbeeld duidelijk maken. Zo laat de kennis van de geologie van Vlaanderen toe het Vlierzele zand in het Ieperiaan te situeren. Wat gelezen moet worden als: het Lid van Vlierzele werd tijdens de Ieperiaantijd afgezet.

Dit houdt geenszins in dat de opeenvolging van een aantal formaties of leden altijd parallel met de tijdschaal verloopt. Een vlak volgens de twee grootste dimensies van een sedimentlichaam, meestal tevens het horizontaal vlak, hoeft niet

Vanuit het oogpunt van ingenieurswerken, en ook van geologen in het veld, is de lithostratigrafie de meest praktische werkwijze. Deze waarnemers te velde halen immers weinig nuttige informatie uit de kennis van de chronologische ouderdom van het gesteente waarin zij werken. Wat voor hen primeert is de waarneming zelf en het weten met welke sedimentlichamen met bepaalde mechanische eigenschappen en verbreiding zij te doen hebben, en welk ander sedimentlichaam zij onder dit lichaam zouden kunnen aantreffen. Een lithostratigrafie is immers een waarneembaar en tastbaar iets, terwijl een chronostratigrafie een abstracte zaak is.



Afb. 2.1 CHRONOSTRATIGRAFIE \neq LITHOSTRATIGRAFIE
delta-afzettingen

- t1, t2 isochronen, lijnen van gelijke ouderdom
- zand
- silt
- klei

noodzakelijk de meetkundige verzameling van punten van gelijke ouderdom te zijn. Het voorbeeld van afbeelding 2.1 kan dit het best illustreren. Daarin zijn delta-afzettingen voorgesteld die bestaan uit drie verschillende sedimentlichamen van respectievelijk zand, silt en klei, waarbij het eerste dicht bij de riviermonding werd afgezet en de klei het verst. De geometrie van de opeenvolging van deze drie eenheden staat schuin ten opzichte van de lijnen van gelijke ouderdom.

2.1.3 Geologische kaarten

Op basis van deze laatste argumentatie en met het oog op gebruiksvriendelijkheid werd door het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap sinds 1992 de opmaak van twee reeksen geologische kaarten opgestart. Tegen het einde van het jaar 2000 zou dan geheel Vlaanderen in kaart gebracht moeten zijn.

Een eerste reeks bestaat uit een verzameling tertiairkaarten. Dit zijn wat men in vakjargon afgedekte kaarten noemt. Het betekent dat deze kaarten de geografische verspreiding van de tertiaire gesteentelagen afbeelden, zonder rekening te houden met het quartair dat er bovenop ligt. Ze doen dus net alsof het quartair niet bestaat. Het is een geologische kaart van het landschap zoals het er uit zag net voor het quartair begon. Deze kaarten vertonen talrijke gekleurde velden die elk een formatie of lid voorstellen.

De tweede reeks behelst een verzameling quartairkaarten. Deze geven uitsluitend informatie over de quartaire afzettingen, voorgesteld volgens een techniek die men profieltypekaart noemt. De kleurvelden op deze kaarten stellen elk een specifieke verticale opeenvolging van sedimentlagen voor.

De relatie tussen de twee kaartreeksen wordt in het profiel van afbeelding 2.2 geïllustreerd.

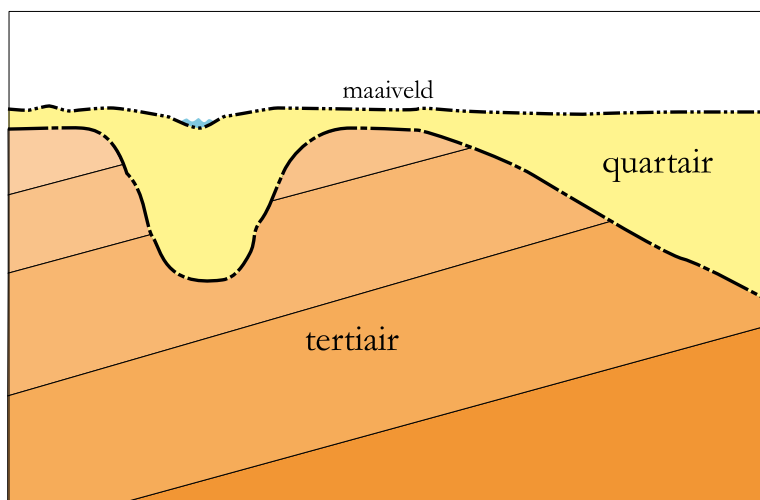
2.2 Geologie van Vlaanderen

2.2.1 Bondige schets

Onderhavig werk is niet de meest geschikte plaats om de geologie van Vlaanderen uitvoerig te belichten. Toch kan het nuttig zijn om bondig te beschrijven op welke wijze de zandlichamen

in de Vlaamse ondergrond een onderdeel van de geologische geschiedenis zijn en dus ook welke hun plaats is in de structurele opbouw van de ondergrond. Afbeelding 2.3 is een veralgemeende en schematische voorstelling van de geologische structuur in Vlaanderen. Het is een noordoost-zuidwest gerichte dwarsdoorsnede waarvan de hoofdelementen ook in oost-westrichting terug te vinden zijn: van De Panne tot Maaseik.

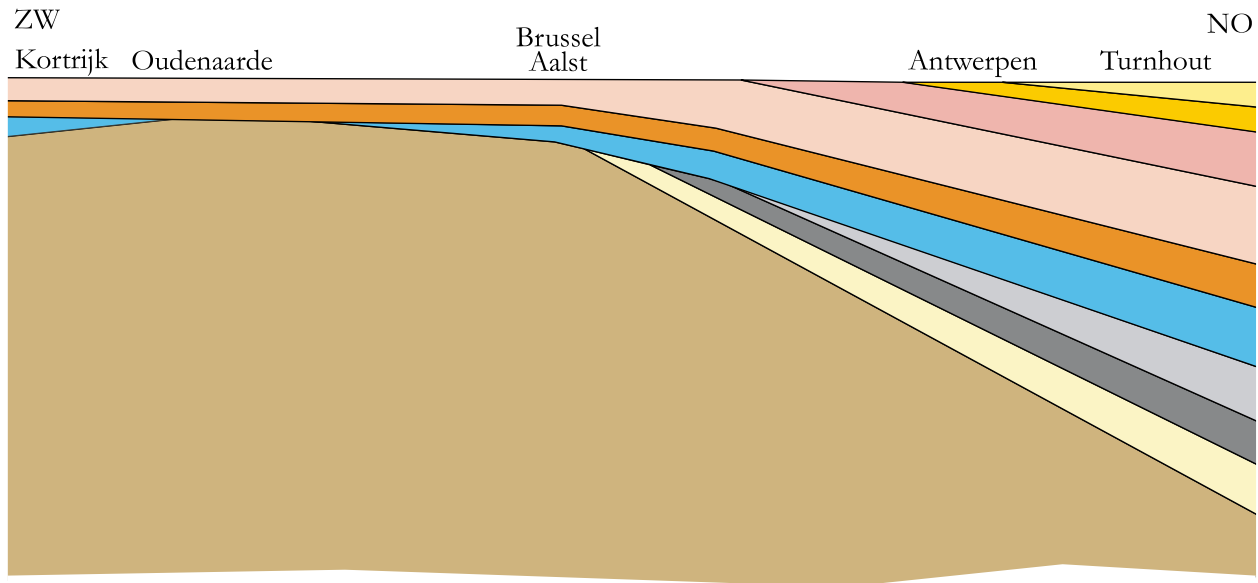
Over de hele oost-west lengte van Vlaanderen steunt de ondergrond op een stevige ruggengraat: het Massief van Brabant, ook wel de sokkel genoemd. Deze structuur is niets anders dan het overblijfsel van wat ooit een gebergte was. Dit gebergte ontstond ongeveer 450 miljoen jaren geleden ten gevolge van het tegen elkaar aanbotsen van enkele toenmalige continenten. Het strekt zich uit van Limburg tot het Engelse East-Anglia. Geologen noemen dit gebeuren de Caledonische plooiing. Het gebergte werd daarna geleidelijk aan door verwerking en erosie afgevlakt tot er nog slechts een vrij afgeronde rug van overbleef. Het erosiemateriaal dat langs de noordelijke flanken afgevoerd werd, vinden we nu terug in de gesteentelagen van Devoon- en Carboon-ouderdom. Het oppervlak van dat voormalig gebergte bevindt zich nu in Vlaanderen op variërende dieptes: minder dan 10 meter nabij Halle, 100 meter nabij Leuven en Kortrijk, 300 meter nabij Brugge en 500 meter ter hoogte van Antwerpen.



Afb. 2.2 AFGEDEKTE KAART ?

- — — gekarteerd oppervlak quartairgeologische kaart
- — — gekarteerd oppervlak tertiairgeologische kaart

Zowat 150 miljoen jaar geleden was het hele gebergte door bewegingen van de aardkorst en een wereldomvattend tropisch klimaat alweer onder het zeepil verzakt en werden heel Vlaanderen en buurstreken door de bekende krijtgesteenten bedekt. De delen hiervan die de topografisch hoogst gelegen gebieden van het massief van Brabant bedekten, kwamen achteraf weer boven water en werden ook maar eens weggeërodeerd. Ongeveer 65 miljoen jaar geleden verdwijnt dan de hele constructie nogmaals onder water en begint het Tertiair tijdvak met het Paleoceen.



Afb. 2.3 GEOLOGIE VAN VLAANDEREN
Schematische NO - ZW dwarsdoorsnede

quartair	krijt
mioceen en plioceen	boven-carboon
oligoceen	onder-carboon
eoceen	midden- en boven-devoon
paleoceen	massief van Brabant (cambrium - ordovicium - siluur)

Alle Vlaamse zanden en kleien behoren tot de sedimenten die vanaf dan tot op heden werden afgezet. Door een langzame opheffing van het land in de loop van dat Tertiair werd de zee in talrijke fasen, met herhaalde onderbrekingen en stappen terug, zoals een processie van Echternach, noordwaarts teruggedrongen tot haar huidige positie. De dwarsdoorsnede van afbeelding 2.3 toont eveneens duidelijk aan waarom men aan het oppervlak steeds jongere formaties aantreft wanneer men zich op het terrein in noordelijke richting verplaatst.

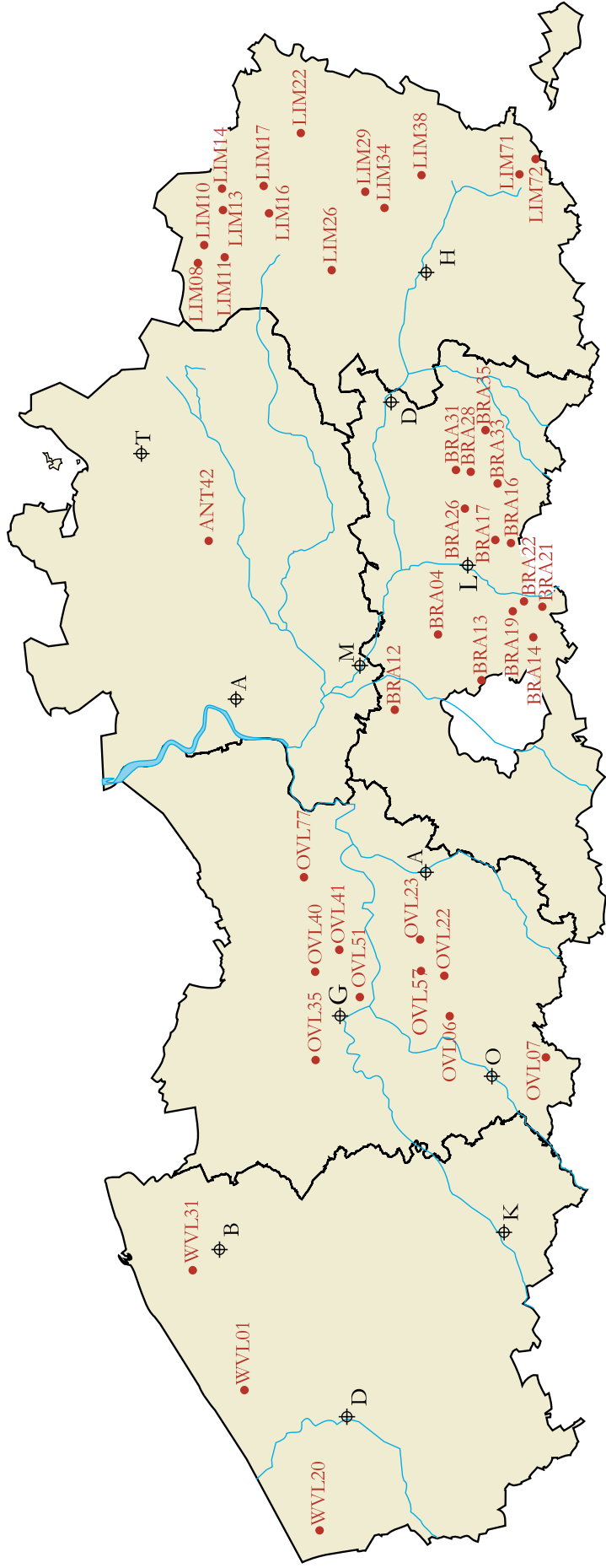
2.2.2 Voorkomen tertiaire en quartaire zanden

De aanleiding voor het schrijven van dit werk was het verwerken van de granulometrische gegevens van een hoeveelheid zandmonsters, genomen in 1995, afkomstig uit Vlaamse zandgroeven die meestal actief in werking waren, alsook enkele actueel inactieve maar nog toegankelijke droge winningen. De locaties ervan zijn op de kaart van afbeelding 2.4 voorgesteld. De bijgaande nummers zijn die welke in de inventaris van de zandgroeven van de afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap gehanteerd worden.

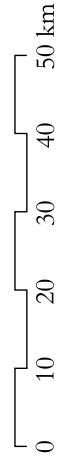
De lithostratigrafische posities van alle ontgonnen en niet-ontgonnen zanden worden in de tabel van afbeelding 2.5 met een kleurtje aangeduid. Andere afzettingen, vooral kleien, werden blanco gelaten. Deze tabel geeft tegelijkertijd informatie over de chronostratigrafische posities van de zandlichamen, alsook hun absolute ouderdom. De in de tabel verwerkte lijst van zanden is niet-exhaustief en de benamingen kunnen hier en daar wel wat afwijken van wat men in de uitgebreide geologische literatuur aantreft. Voor de actueel gewonnen zanden stelt zich evenwel geen enkel probleem, de benamingen stemmen overeen met wat men op de tertiairgeologische kaarten leest.

Naast de tabel staan de lijstjes van groevenummers afgebeeld waarbij men kan aflezen tot welke respectievelijke lithostratigrafische eenheid ze behoren.

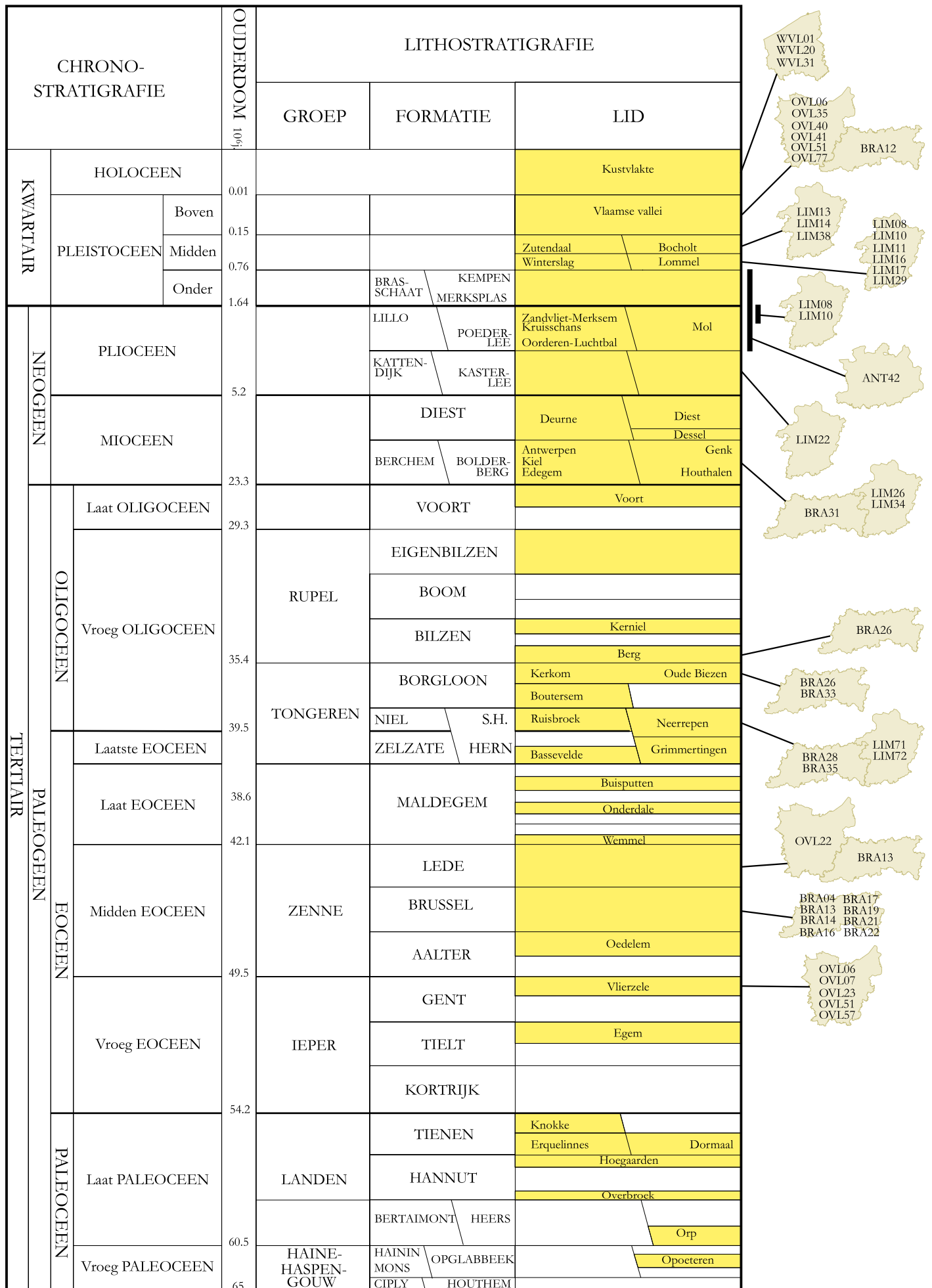
De stapsgewijze verdringing van de zee uit onze contreien valt duidelijk af te lezen uit het van onder naar boven toe gradueel afnemend aandeel van de blanco gelaten strookjes. Deze komen overeen met kleiige en dus verder in zee afgezette sedimenten. Het voorkomen van zand veronderstelt hier dus een minder verafgelegen kustlijn. In het Paleoceen



Afb. 2.4 WAARNEMINGSPUNTEN



Bron : A.N.R.E.



Afb. 2.5 ZANDONTGINNINGEN
lithostratigrafische situering

en onderste deel van het Eoceen komen relatief weinig zandafzettingen voor, terwijl in de rest van het Eoceen en het Oligoceen de zanden reeds de bovenhand halen. Vanaf het Mioceen tot het Holoceen worden nog bijna uitsluitend zanden afgezet.

Niet alle zandlagen komen voor ontginning in aanmerking. Sommige zijn te dun, of zijn te onzuiver, andere komen hoofdzakelijk in de ondergrond voor, op dieptes die geen commerciële winning toelaten. Ze werden alleen maar voor de volledigheid eveneens ingekleurd.

Paleoceen

Tijdens het Tertiair is het oostelijk deel van het Massief van Brabant vaker in sterkere mate omhoog gerezen dan het westelijk deel. Daardoor komt het dat de oudste formaties van het Tertiair, die van het Paleoceen, uitsluitend in oostelijk Vlaams-Brabant en Limburg aan het oppervlak voorkomen. Ze werden er door de erosie opnieuw ontbloot. Ten westen van Brussel liggen ze nog steeds onder jongere formaties bedolven. Zanden van deze ouderdom die in het verleden werden ontgonnen, behoren allemaal tot de groep van Landen. Afbeelding 2.6 illustreert de verbreiding ervan.

Eoceen

Het Eoceen bevat enkele zandige formaties die ook vandaag nog vrij intensief ontgonnen worden. Deze liggen ongeveer bovenop de rug van het Massief van Brabant en vertonen daarom slechts een zeer zwakke helling naar het noorden. Daardoor komen ze in noord-zuidrichting ook over relatief grotere afstanden aan het oppervlak voor. Ze zijn het dikst in het westen en wiggen naar het oosten langzaam uit. Ten oosten van de Gete zijn ze nooit afgezet. Bovendien werden ze tussen Zenne en Gete helemaal weggeschuurd door sterke stromingen in een complex van getijdegeulen in een zee-inham. Deze geulen werden daarna met zanden van de groep van Brussel opgevuld. Afbeelding 2.7 toont de verbreiding van de belangrijkste eocene zanden.

Oligoceen

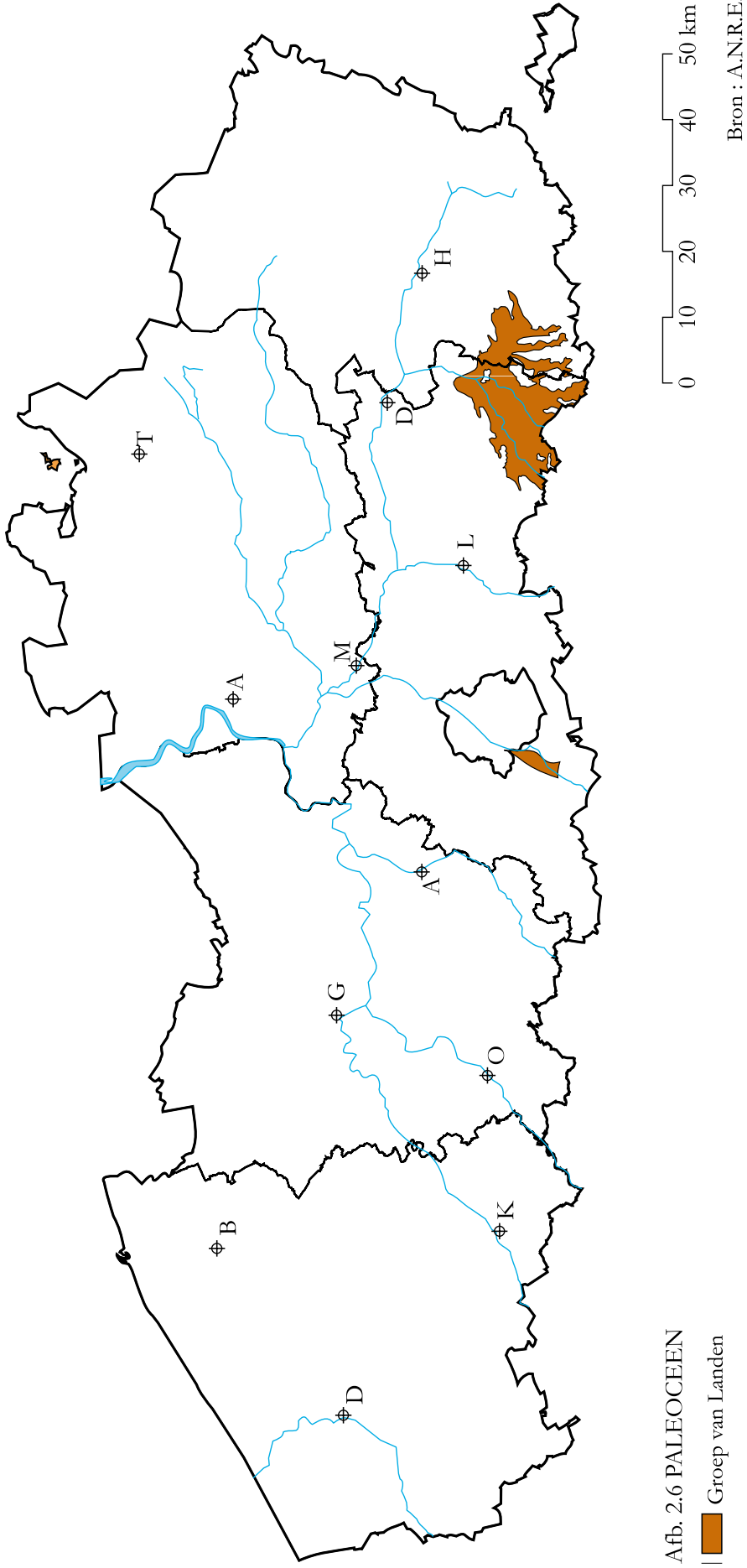
Tijdens het Oligoceen werd er maar weinig zand afgezet. De Boom klei maakt de hoofdbrok ervan uit. Slechts ten oosten van de Zenne komen er ook zandlagen in voor. Hun gezamenlijke dikte bedraagt nooit meer dan 15 meter. Een ervan wordt nog steeds actief ontgonnen omdat het relatief grof zand bevat. Het is het Kerkom zand, in het estuarium van een rivier afgezet. Het is dan ook zeer beperkt in verbreiding en te klein om op afbeelding 2.8 te vermelden: het zou maar een dun lijntje voorstellen. Oligocene formaties, net zoals de miocene, werden op de noordelijke flanken van het Massief van Brabant afgezet en hellen daardoor iets sterker naar het noorden. Ze zijn daarom als smalle, lange repen van oost naar west door Vlaanderen te volgen.

Mio-Pliocene

Miocene en pliocene afzettingen bestaan in Vlaanderen integraal uit zandige formaties. Hierbij moet het vrij zuivere zand van de formatie van Bolderberg gerekend worden. Tijdens dit tijdperk werd door de zee nogmaals een diepe geul uitgeschuurd, zelfs dwars door de onderliggende laag Boom klei. Deze geul werd achteraf met zandbanken van de formatie van Diest opgevuld. Dit is een vrij grof zand maar jammer genoeg zeer glauconietrijk. Ook in de provincie Antwerpen werden soms grove maar eveneens glauconietrijke zanden afgezet, totaal ongeschikt als bouwzanden. Voor hun verbreiding zie afbeelding 2.9.

Quartair

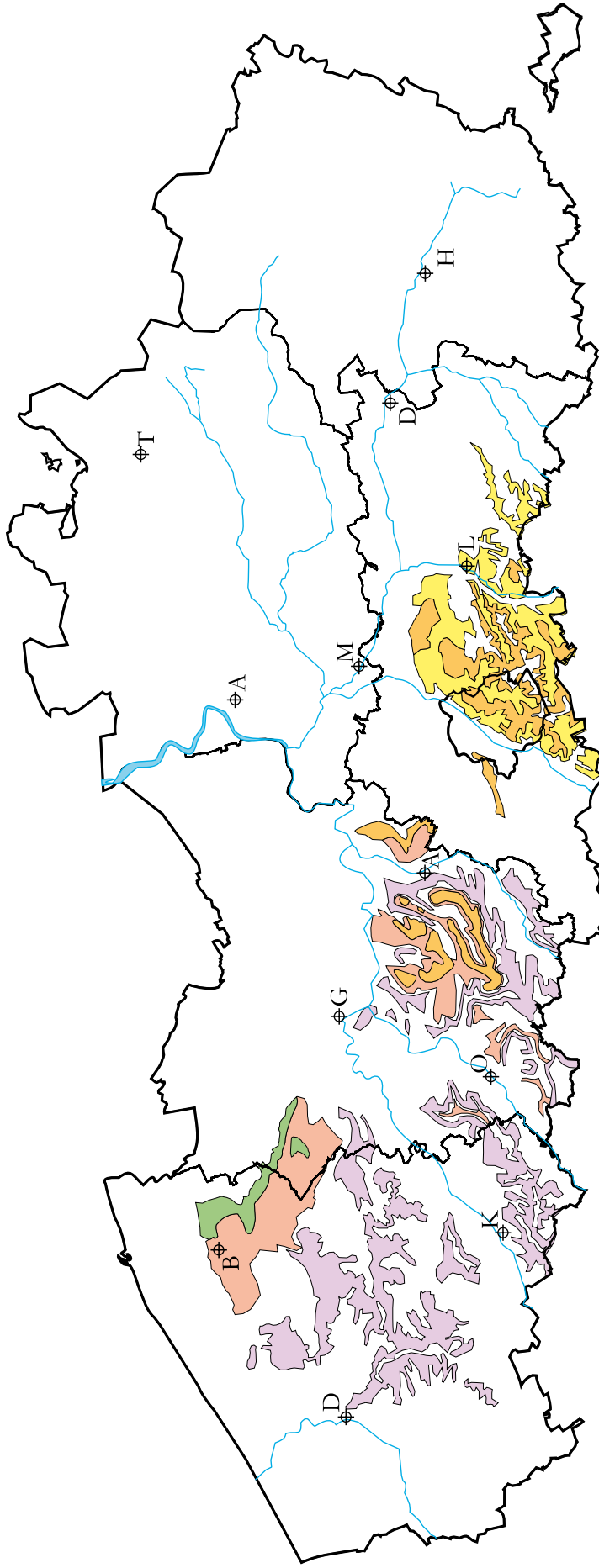
Het Quartair begon met enkele heterogene formaties van zanden, kleiige zanden en zelfs een economisch waardevolle kleilaag. Het was de voortzetting van de reeks formaties die vanaf het begin van het Tertiair als een reeks boekdelen op elkaar gestapeld werden en waarbij de zee ten slotte geheel uit België teruggedrongen werd. Het Quartair was echter ook het tijdperk van de ijstijden. Ontzaglijke massa's water werden in het ijs van de poolkappen opgeslagen. Het peil van de zee was daardoor tot meer dan honderd meter lager dan het huidige gezakt. Het land werd als gevolg daarvan diep ingesneden door haar rivieren.



Afb. 2.6 PALEOCEEN

■ Groep van Landen

Bron : A.N.R.E.

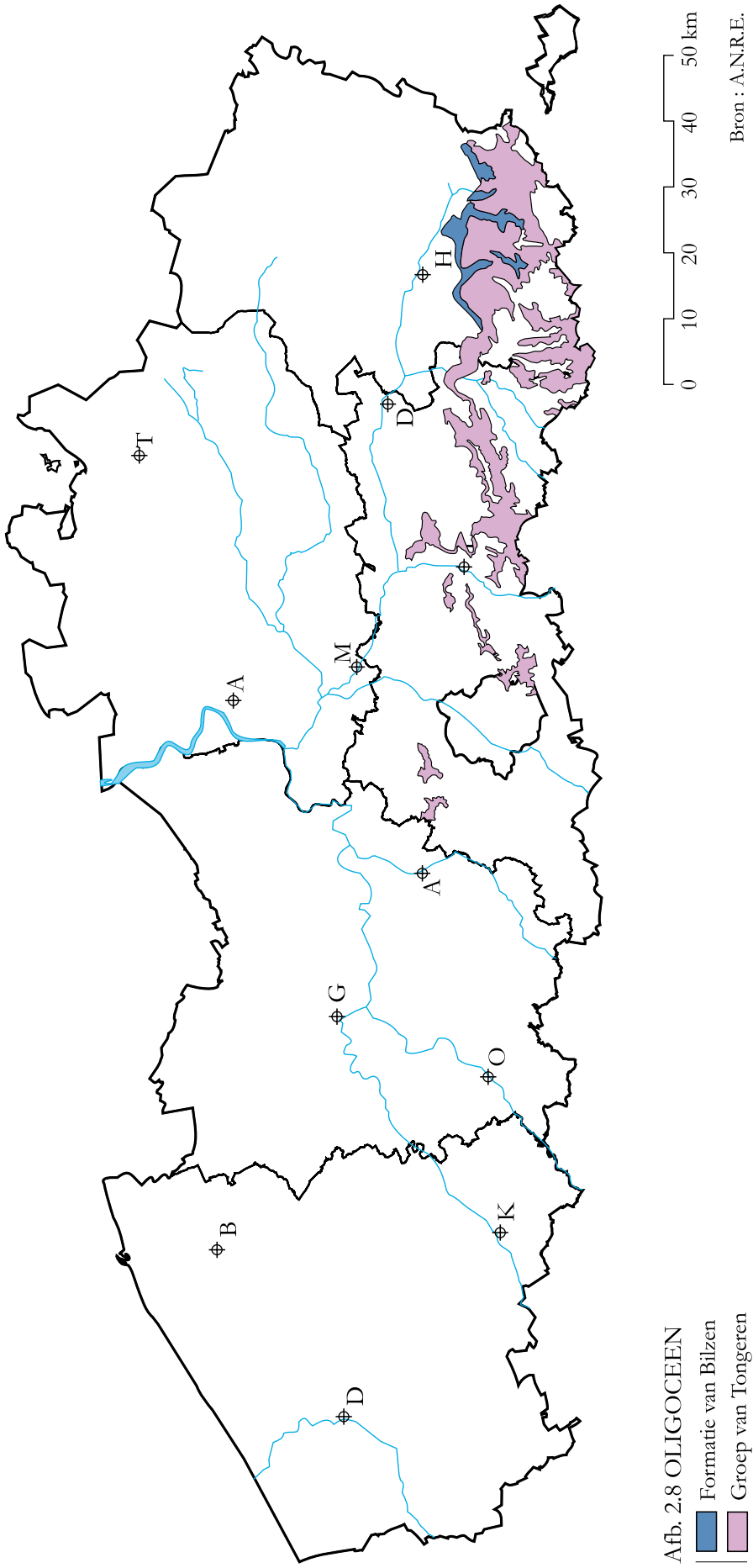


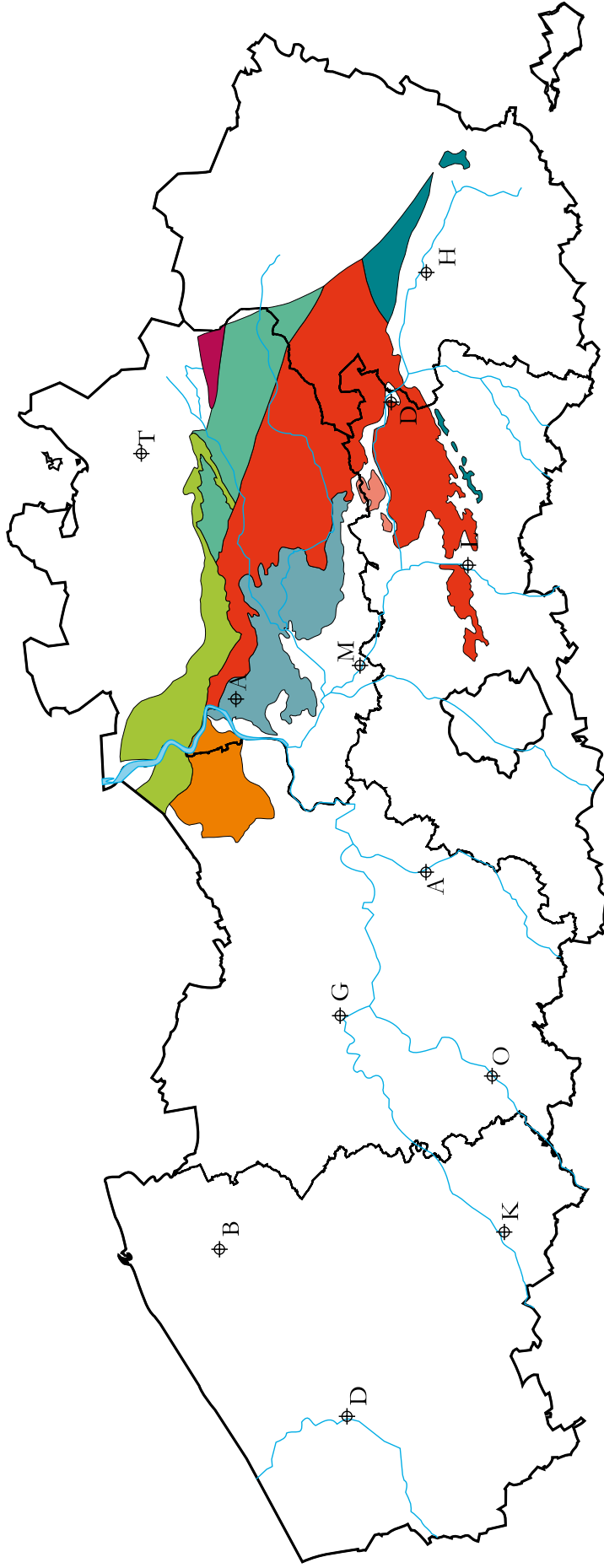
Afb. 2.7 EOCENE

- Lede zand
- Brussel zand
- Oedelem zand
- Vlierzele zand
- Egem zand



Bron : A.N.R.E.





Afb. 2.9 MIOCEEN - PLIOCEEN

- Formatie van Mol
- Formatie van Lillo
- Formatie van Kattendijk
- Formatie van Kasterlee
- Formatie van Diest
- Formatie van Berchem
- Formatie van Bolderberg



Bron : A.N.R.E.

In het oosten werden door de oude Maas en Rijn diepe en brede dalen uitgeschuurd die daarna met grove zanden en grind werden opgevuld. Hun beide afzettingen overlaptten elkaar vaak.

In het Scheldebekken gaven de fors uitgeholde dalen van Boven-Schelde, Leie en Rupel-Demer uit op een inham van de Noordzee: de Vlaamse vallei, eigenlijk een groot estuarium. Demer en Rupel stroomden toen in westelijke richting verder door naar zee. De Beneden-Schelde, vanaf Rupelmonde, bestond toen nog niet. Toen het zeepeil later weer even oprees drong die de hele Vlaamse vallei binnen en vulde haar weer op met fijne zanden, vrij heterogeen met soms kleiige bijmengingen. De rivierdalen werden deels ook opgevuld met zanden, afkomstig uit het hinterland.

Na de laatste ijstijd werd ten slotte ook de huidige kustvlakte weer door de zee heropgevuld. Ook hier zijn er fijne zanden met soms kleilagen ertussen.

Voor een geografisch beeld van de quartaire afzettingen zie afbeelding 2.10.

2.3 Invloed op de ontginningen

Uit het voorgaande kan reeds afdoende begrepen worden dat de diverse afzettingen in de natuur bovenop elkaar teruggevonden worden, dat hun dikte daarbij sterk kan variëren en dat hun granulometrische en mineralogische inhoud vaak verschilt.

2.3.1 Zandlichamen

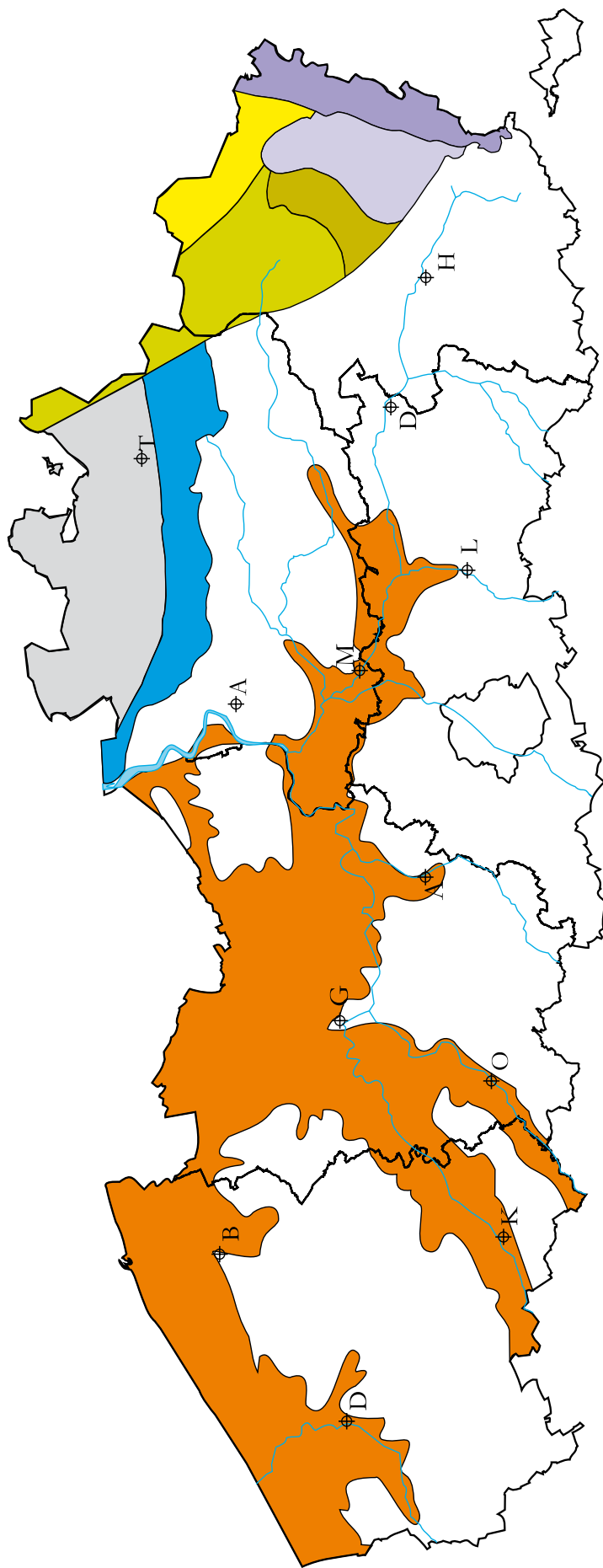
Het geheel van de zandmassa die behoort tot één specifieke afzetting vormt een sedimentlichaam. De vorm daarvan wordt door de wijze van afzetting bepaald. Wanneer een zand ergens in zee op enige afstand van de kust wordt gedeponerd, is het over het algemeen over zeer grote afstanden min of meer gelijkmatig verspreid en heeft het lichaam de vorm van een reusachtig laken. Dicht bij de kustlijn en verder naar de open zee toe wordt het lichaam evenwel dunner en wigt het langzaam uit. In situaties waarbij de stroombewegingen van het zeewater minder uniform zijn, zoals bijvoorbeeld in een estuarium of een zee-inham, hebben de sedimentlichamen meestal beperktere afmetingen

en nemen ze veeleer de vorm van een lens aan: een diktetoename en -afname op relatief korte afstand. Denk maar aan zandbanken. Afzettingen in een fluviatiel midden of in een geul op de zeebodem zijn daarentegen zeer langwerpige en smal. Hier kan men te maken hebben met afzettingen in nog actueel bestaande rivieren of in rivieren die slechts in een ver verleden bestonden. Het onderzoeken van een dergelijk lichaam op het terrein vergt vaak een meer gedetailleerde prospectie.

Bij wijze van volledigheid moeten we hier ook vermelden dat de dikte van een sedimentlichaam versneld kan worden gereduceerd door de erosie, niet alleen onmiddellijk na de sedimentatie zelf maar ook door de actuele erosie aan het huidige oppervlak. De actuele verbreiding van een zandlichaam hoeft dus niet noodzakelijk gelijk te zijn aan de oorspronkelijke verbreiding bij het ontstaan ervan.

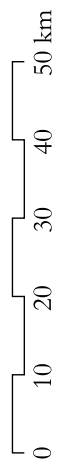
Dit alles is belangrijk bij het zoeken naar horizontale uitbreidingen van een zandgroeve.

Indien lokale zandlichamen niet al te dik zijn, kunnen in eenzelfde zandgroeve ook meer dan één zandafzetting, eventueel van verschillende kwaliteiten, aangetroffen en ontgonnen worden. Dit is inderdaad het geval in een aantal Vlaamse zandgroeven. Het is daarom van belang dat een ontginning kennis heeft van de formaties die in zijn groeve voorkomen. Indien er ook een economische zin aan kan worden vastgeknoopt, kunnen deze lagen afzonderlijk gewonnen worden.

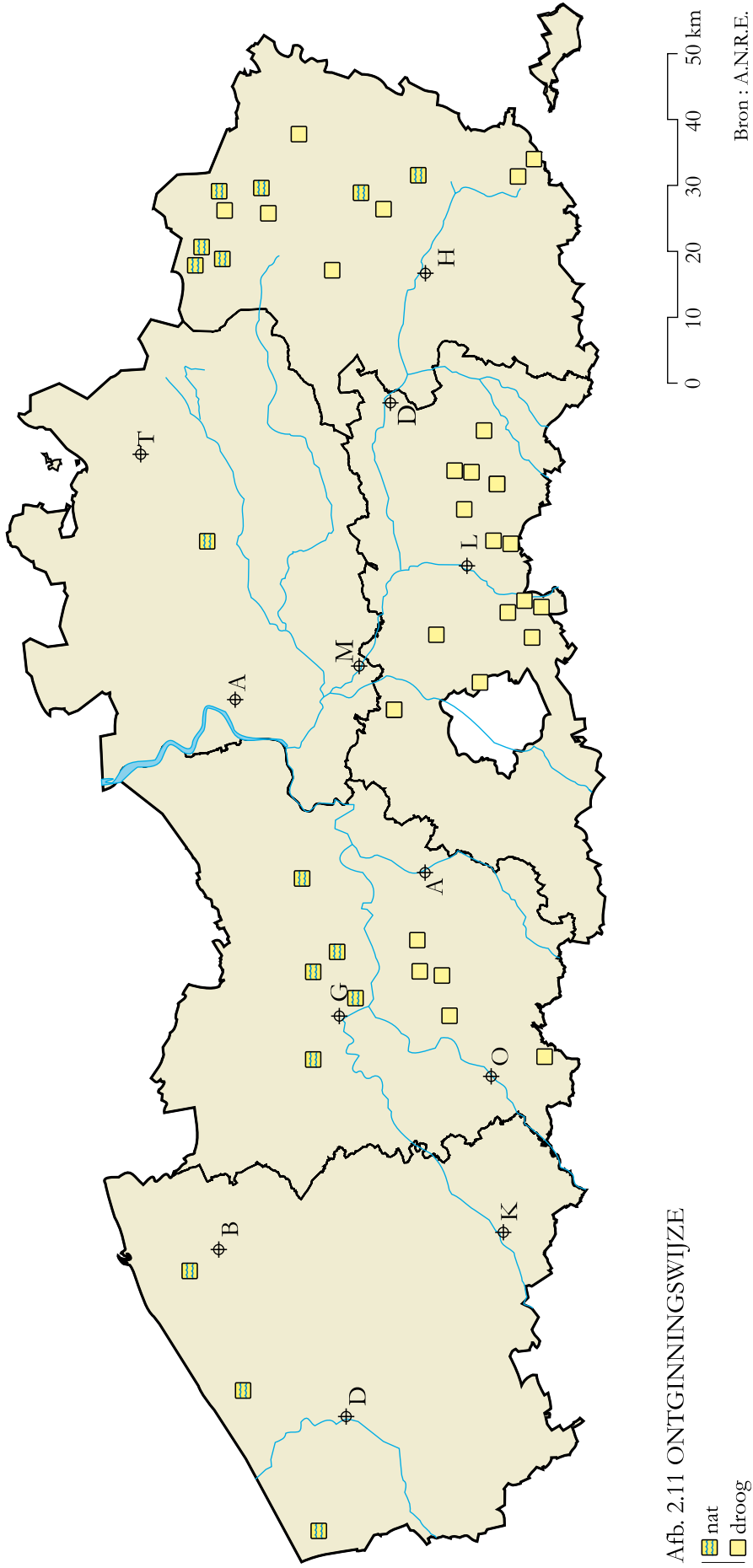


Afb. 2.10 QUARTAIR

- Vlaamse vallei en de Kustvlakte
- Bocholt Zand
- Lommel Zand
- Winterslag Zand
- Zutendaal Grind
- Valleigrind
- Formatie van de Kempen
- Formatie van Brasschaat



Bron : A.N.R.E.



Afb. 2.11 ONTGINNINGSWIJZE

nat
droog

2.3.2 Grondwater

Zand bevat tussen de korrels veel poriën. Die kunnen met water gevuld worden en kunnen als doorgangsmedium voor water dienstdoen. Zand kan dus als een watervoerende laag fungeren. Kleien bevatten daarentegen geen open poriën en zijn daarom ondoorlatend voor water. Een zandlaag die bovenop een kleilaag rust, bevat daarom vaak grondwater en dient overeenkomstig onder water ontgonnen te worden.

Kustvlakte en Vlaamse vallei zijn nu nog steeds de laagst gelegen landsdelen van Vlaanderen. Het grondwaterpeil bevindt zich er maar net onder het oppervlak. Alle zandontginningen in deze gebieden zijn daarom natte winningen. Dat is eveneens het

geval voor het dal van de Maas en de quartaire afzettingen van de Kempen, het Kempisch Plateau niet meegerekend. De meeste winningen, buiten deze laaggelegen streken, worden in het droge ontgonnen. De ontginningswijzen in de bemonsterde zandgroeven worden in afbeelding 2.11 getoond.

Belangrijkste nadeel van een natte winning is dat men niet kan waarnemen welke zandlaag door de grijper of zuiger beroerd wordt. Selectieve winning van meerdere zandlagen is in dergelijke gevallen onmogelijk. Een voordeel is dan weer dat men over voldoende water beschikt om eventueel de te fijne fractie, zoals bijmengingen van klei, door wassen te verwijderen.



KARAKTERISATIE ■
EN SPECIFICATIES ■ ■ ■ 3



Dit werk wil een overzicht geven van de diverse Vlaamse zanden en hun toepasbaarheid als bouwzanden in de ruimste zin. Dat betekent niet alleen hun gebruik als ingrediënt voor de productie van diverse mortel- en betonsoorten maar ook als constructieve, ruimtevullende massa's, zeg maar ophoogzanden. De eigenschappen van de zanden die in deze beschrijving nader belicht zullen worden, hebben in essentie betrekking op de grootte van de samenstellende deeltjes, de mineralogische aard ervan en hun chemische samenstelling. Evaluaties van de constantheid of variatie van deze eigenschappen in functie van de tijd, bijvoorbeeld over de duur van een productieperiode, worden hier niet gegeven.

3.1 Granulometrie

Granulometrie is de discipline die onderzoek verricht naar de afmetingen van partikels zoals die in natuurlijke sedimenten voorkomen, ongeacht hun mineralogische aard. Ook van silt- en kleideeltjes kan men immers de granulometrische afmetingen bepalen.

De grootte van zandkorrels wordt reeds sinds jaar en dag aan de hand van een zeefanalyse gemeten. Bij een zeefanalyse laat men het zand doorheen een stapel van meerdere zeven met steeds kleinere mazen vallen. Zo verkrijgt men een aantal onderdelen van de oorspronkelijke zandmassa, fracties genaamd, waarvan het gewicht op een balans gewogen kan worden. Wanneer men de gewichten van deze fracties in een staafdiagram netjes naast elkaar afbeeldt, verkrijgt men een frequentiediagram: zo'n diagram illustreert hoe vaak een zandkorrel binnen een van de fracties geklasseerd wordt. Die voorstelling wordt in de praktijk, zowel door wetenschappers als door technici, slechts zelden gebruikt. Ze heeft immers het nadeel dat men uit de verkregen figuur weinig

of geen nieuwe informatie kan aflezen of afleiden en niet zo makkelijk interpolaties kan uitvoeren.

Een veel nuttiger grafisch instrument is de cumulatieve kromme. Hierbij worden de gewichten aan zand die men bij elke zeef verkregen heeft stapsgewijze bij elkaar geteld of gecumuleerd. Men vertrekt van het eerste gegeven, daarna telt men er het tweede bij op. Vervolgens wordt het derde gegeven aan de som van de twee vorige toegevoegd, het vierde bij de som van de drie vorige, en zo verder tot men de oorspronkelijke samenstelling van het zand weer heeft gereconstrueerd. Stelt men deze gegevens in een diagram voor en werkt men niet met de absolute gewichten van de fracties maar met percentages van het totaalgewicht van het monster, dan begint men dus bij 0 % en eindigt bij 100 %. Merkwaardig genoeg is deze handelwijze een nabootsing van de gebeurtenissen die zich tijdens een zeefproces afspeelen.

Zowel wetenschappers als ingenieurs vinden de zeefanalyse een goede benadering van de werkelijke korrelgroottes. Er zit immers een niet verwaarloosbare foutenmarge op de methode.



Grof zand van de Formatie van Diest. Vindplaats: Kesselberg, Leuven.
Bemerk de vrij goede sortering: relatief weinig uiteenlopende korrelgroottes. Zeer glauconietrijk: talrijke donkergroene korrels.

Dit komt doordat zeven voor het meten van partikels ter grootte van zandkorrels meestal vervaardigd worden uit een weefsel van loodrecht op elkaar gevlochten dunne koperdraden. Dat geeft doorgaans mazen met een vierkante vorm. Zandkorrels hebben echter bijna zelden een perfecte bolvorm. Een zandkorrel die met zijn langste afmeting loodrecht of diagonaal op een maasbegrenzing valt, kan dus eventueel door de zeef vallen of als residu achterblijven. Zo kan ook een merkkelijk langwerpige korrel loodrecht op het net vallen en er doorheen gaan of er dwars op terecht komen en blijven liggen.

3.1.1 Voorstellingswijze

Het resultaat van elke stap in het zeefproces kan op twee wijzen uitgedrukt worden: ofwel houdt men rekening met het gewicht van het residu dat op de zeef achterblijft, ofwel beschouwt men het gewicht van wat er doorheen gevallen is. Het is duidelijk dat de twee makkelijk naar elkaar omgerekend kunnen worden wanneer het totaalgewicht bekend is. Het verschil is wel dat in het ene geval de cumulatieve kromme van beneden naar boven verloopt en in het anderen geval net omgekeerd.

De gecumuleerde gegevens worden tegenover de afmetingen van de zeefmazen uitgezet. Dat levert opnieuw twee verschillende voorstellingswijzen op. Geologen plaatsen de zeefopeningen, ook maaswijdten genoemd, gewoonlijk van links naar rechts in afnemende volgorde. De onderliggende gedachtengang is het lezen van een gewone tekst die een chronologisch geordend verhaal weergeeft: beginnend met de grofste zeef en eindigend met de fijnste, omdat het zand eerst door een grove zeef valt en vervolgens door een fijnere. Dergelijke voorstelling is dus een weerspiegeling van werkelijke gebeurtenissen.

Bij ingenieurs daarentegen ziet men vaak de zeefopeningen van links naar rechts in toenemende volgorde gerangschikt. Dat gebeurt waarschijnlijk onder invloed van hun vermaarde, wiskundige instelling. Deze schikking komt immers overeen met de schaal van een cartesiaans assenstelsel. De twee voorstellingswijzen, of liever de vier, zijn allemaal even correct zijn. De keuze van de voorstellingswijzen berust zuiver op een conventie.

In dit werk wordt dus ook een arbitraire keuze gemaakt. Er werd besloten dezelfde voorstellingswijze te gebruiken als de voorstellingswijze die door het bedrijf dat de zeefanalyses in opdracht van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap heeft uitgevoerd, werd toegepast. In dit geval wil dat zeggen dat de zeefopeningen in afnemende volgorde worden uitgezet tegen doorval.

3.1.2 Zeefopeningen

In het verleden werden in de verschillende landen vaak verschillende zeefreeksen voorgeschreven en gebruikt, afhankelijk van de plaatselijke normgeving en het al of niet gebruiken van het metriek stelsel. Zo bleven gedurende lange tijd internationaal gezien een drietal zeefreeksen in gebruik. Vooral op Europees vlak werden recentelijk aanzienlijke inspanningen geleverd om tot een standaardisatie op dit vlak te komen.

De in dit werk gebruikte reeks zeven behoort tot de reeks ISO R20, zoals voorgeschreven door de norm NBN B 11-013. In het kader daarvan werden in deze studie de volgende zeefopeningen of maaswijdten gebruikt (in mm), het zij bij de zeefanalyses of bij de grafische voorstelling van de diagrammen:

$$5 - 4 - 3,15 - 2,50 - 2 - 1,60 - 1,250 - 1 - 0,800 \\ 0,630 - 0,500 - 0,400 - 0,315 - 0,250 - 0,200 \\ 0,160 - 0,125 - 0,100 - 0,080 - 0,063$$

Op elk van de monsters die voor deze studie verzameld werden, werden twee zeefanalyses uitgevoerd. Een eerste analyse betreft de granulometrie van de totale monsters. Op het ogenblik van de uitvoering van deze analyse was het nog gebruikelijk de benedengrens van zand op 0,080 mm te leggen. Om de geometrische breedte van de fracties constant te houden, werd dan het volgende aantal zeven aangewend (in mm):

$$5 - 2,50 - 1,250 - 0,630 - 0,315 - 0,160 - 0,080$$

Zoals bepaald in de norm NBN B11-011 steunt de kwalificatie van een zand naar korrelgrootte op drie criteria:

- Het gedeelte tussen 2 mm en 0,080 mm, afzonderlijk geanalyseerd;
- De zeefrest op de zeef van 2 mm;
- De doorval door de zeef van 0,080 mm, ook fillergehalte genoemd.

De laatste twee criteria zijn aan de hand van deze zeefanalyse reeds bekend. Bovendien kan in theorie het eerste criterium hieruit berekend worden. De fractie 2 mm – 0,080 mm vertegenwoordigt immers een bepaald percentage van het totale monster, en zou dus naar 100 % kunnen herrekend worden.

In de wereld van bouwzanden en granulaten wordt doorgaans uitsluitend en rechtstreeks een granulometrische analyse volgens deze drie criteria uitgevoerd. Een tweede analyse werd daarom uitgevoerd op de fractie, begrepen tussen 2 mm en 0,080 mm. Voor deze analyse werden de zeven met de volgende maaswijdten gebruikt (in mm):

2 – 1 – 0,500 – 0,250 – 0,125 – 0,080

Opvallende onvolkomenheid in deze reeks is de afwijkende geometrische breedte van de fractie 0,125 - 0,080 mm ten opzichte van de andere. Deze reeks wordt algemeen gebruikt in alle specificaties voor bouwzanden zoals gedefinieerd in de NBN-normen van de reeks B11 alsook in het Typebestek 200.

Het is slechts in 1995 dat de Europese norm EN 933-2 werd aangenomen, waarbij de opening 0,080 mm wordt vervangen door de opening 0,063.

3.1.3 Granulometrische beschrijving van een zand

Een cumulatieve kromme die met een voldoende groot aantal gegevens samengesteld werd, d.w.z. met een voldoende aantal zeven, maakt het mogelijk allerlei statistische parameters voor de korrelpopulatie op een grafische manier af te leiden. Zo is het kinderspel om het percentage aan korrels, groter of kleiner dan een bepaalde afmeting, te bepalen. Men kan er ook gemiddeldes

en spreidingen uit aflezen en zelfs de mate waarin de kromme asymmetrisch verloopt.

Mediaan

Een vaak gebruikte parameter voor de korrelpopulatie, die reeds een ruw beeld geeft van de grofheid of fijnheid van een zand is de *mediaan*. Dat is de korrelafmeting, waarbij 50 % van de korrels groter zijn en de andere 50 % van de korrels kleiner. Men leest eenvoudigweg de afmeting af waarvoor doorval en zeefrest elk 50 % bedragen. De mediaan geeft uitsluitend informatie over de middelste korrelgrootte maar zegt helemaal niets over het bereik van de grovere en fijnere fracties. Men leert dus niet hoe groot de grofste korrel is en hoe klein de fijnste korrel is.

Wanneer het grovere deel en het fijnere deel van de korrelpopulatie ongeveer even sterk in de massa vertegenwoordigd zijn, dan heeft de cumulatieve kromme een symmetrisch verloop en is de mediaan bovendien gelijk aan de rekenkundig gemiddelde korrelgrootte. Bij een asymmetrische verdeling daarentegen wijken de twee van elkaar af

Een andere maar in de praktijk zelden of nooit gebruikte parameter is de standaarddeviatie van dat gemiddelde. Deze parameter heeft uiteraard alleen maar zin in het geval van een symmetrische verdeling. Hij maakt het mogelijk de maaswijdten van de fictieve zeven af te lezen, waarbij 50 % plus 34,14 %, en 50 % min 34,14 % van de zandmassa er doorheen vallen. Dat is een maat voor de spreiding van de korrelgroottes rondom het gemiddelde.

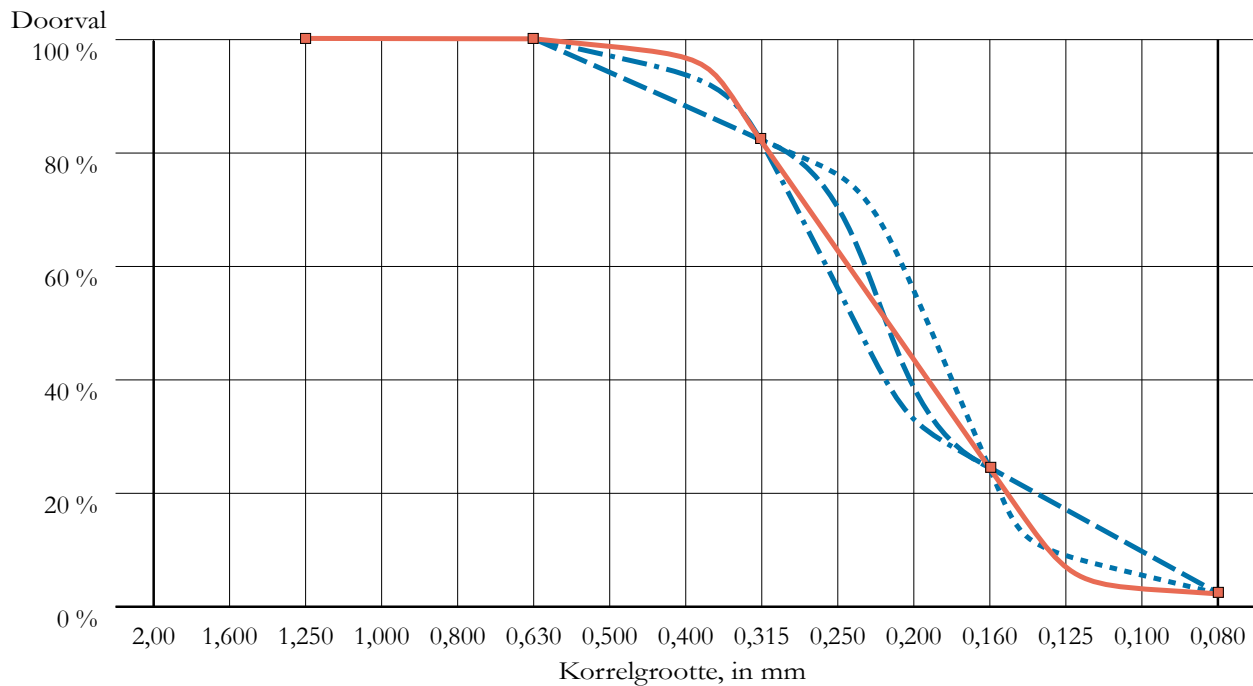
Sorteringsgraad

Wil men de korrelgrootteverdeling van een zand door middel van enkele kerngetallen kenschetsen, dan heeft men twee parameters nodig: het gemiddelde en de spreiding daarrond. Die spreiding wordt ook de sorteringsgraad genoemd. Bij een goed gesorteerd zand hebben de korrels afmetingen die niet al te sterk van elkaar afwijken. Op de cumulatieve kromme kan men dat als volgt aflezen: bij een bepaalde zeefopening valt het grootste deel van het zand erdoor en bij een of twee zeefopeningen kleiner blijft bijna alles op de

zeef liggen. De kromme daalt dus zeer steil van bijna 100 % tot bijna 0 %. Bij een slecht gesorteerd zand daarentegen is er een relatief groot verschil tussen de afmetingen van de kleinste en de grootste korrels. Er liggen dan meerdere zeven tussen de doorval van bijna 100 % en die van bijna 0 %. Dat is grafisch als volgt zichtbaar: de kromme verloopt met een zwakke helling van het ene naar het andere eind.

beeld van de cumulatieve kromme. Het geeft ook geen indruk van de korreldiameters van de grofste en de fijnste fracties.

Een ander nadeel is het feit dat de precisie van de informatie die uit de cumulatieve kromme wordt afgeleid slechts aanvaardbaar wordt indien de kromme een relatief groot aantal punten verbindt. Het is duidelijk dat de correctheid van deze



Afb. 3.1 INTERPRETATIES VAN DATA

Het komt er dus op aan de algemene helling van de cumulatieve kromme met een getal te kwantificeren. Doorgaans slaat dit op het meer centrale deel van de kromme omdat dit meestal een rechte benadert. Direct voor de hand liggend zijn dan een hoekmeting in graden of bij voorkeur een tangens- of sinuswaarde. Die zijn echter vrij nutteloos omdat de schalen van de coördinaatassen van de korrelgroottediagrammen nogal sterk kunnen variëren zodat de hellingen die gemeten moeten worden niet met elkaar te vergelijken zijn. De metingen moeten dus genormaliseerd worden.

Er bestaan meerdere mogelijkheden om de helling van de kromme door middel van één enkel getal te beschrijven. Een belangrijk nadeel ervan is echter dat een dergelijk getal abstract is en het geeft de gebruiker niet rechtstreeks of intuïtief een visueel

kromme afhangt van het aantal punten waarlangs ze getekend werd. Bij wetenschappelijk onderzoek voert men korrelgrootteanalyses vaak met een vrij groot aantal zeven uit. Bij meer technisch onderzoek is dat echter niet het geval. Zo vereisen de specificaties van Belgische en Europese normen en PTV-documenten slechts een minimumaantal van zes zeven voor de fractie tussen 2 mm en 0,063 mm. Het voorbeeld in afbeelding 3.1 toont duidelijk aan dat een dergelijk klein aantal punten meerdere interpretaties, lees interpolaties, van een cumulatieve kromme mogelijk maakt.

Sorteringscoëfficiënt

De kwantitatieve inschatting van de sorteringsgraad wordt voor wetenschappelijke doeleinden vaak benaderd met een sorteringscoëfficiënt. Op de

eenvoudigste manier wordt die bepaald als de vierkantswortel van de verhouding tussen de afmetingen waarbij respectievelijk 75 % en 25 % van de massa op de fictieve zeven blijft liggen. Het is de TRASK-coëfficiënt:

$$S = (P_{25} / P_{75})^{1/2}$$

Deze coëfficiënt is steeds groter dan 1 en dit is zeker het geval als de sortering van het zand slechter is. In het fictieve geval waarbij alle korrels van de zandmassa van slechts een enkele afmeting zijn, perfecte sortering, verloopt de kromme verticaal, waarbij $P_{25} = P_{75}$, en is de coëfficiënt gelijk aan 1.

Deze coëfficiënt beschrijft de spreiding van slechts 50 % van de zandmassa (75 - 25) en laat daardoor qua representativiteit nogal wat te wensen over.

Geologen beschikken over nog meer gesofistikeerde types van dergelijke coëfficiënten die met nog meer detailspecten rekening houden, louter gesteund op het aflezen van de cumulatieve kromme. De bedoeling ervan is een meer representatief beeld van de sortering te verkrijgen, ook rekening houdend met de ietwat afbuigende uiteinden van de cumulatieve kromme. Ze zijn vooral van wetenschappelijk belang en worden daarom hier niet verder besproken.

Uitgestrektheidscoëfficiënt

Een nauwe variant op deze sorteringsindex is de *uitgestrektheidscoëfficiënt*, zoals gebruikt in VAN GANSE (1966):

$$E = P_{15} / P_{85}$$

Het is de verhouding van de maaswijdten waarbij de fictieve zeefresten respectievelijk 15 % en 85 % van de massa bedragen. Het verschil met de vorige coëfficiënt is zuiver arbitrair: andere meetpunten werden gekozen. E beschrijft de spreiding van 70 % van de zandmassa (85 - 15).

Eenvormigheidscoëfficiënt

Een iets meer afwijkende variant, eveneens door dezelfde auteur vermeld, is de *eenvormigheidscoëfficiënt*:

$$U = P_{40} / P_{90}$$

Het is de verhouding van de maaswijdten waarbij de fictieve zeefresten respectievelijk 40 % en

90 % van de massa bedragen. Deze coëfficiënt is merkwaardig door het feit dat de meetpunten asymmetrisch gekozen werden. De spreiding die hij kwantificeert verwijst uitsluitend naar de fijnste 60 % van de massa. Van de grofste 40 % zegt deze coëfficiënt helemaal niets.

In VAN GANSE (1966) wordt aangetoond dat er in de praktijk een correlatie bestaat tussen de eenvormigheidscoëfficiënt en de uitgestrektheidscoëfficiënt, wat in de lijn van de verwachtingen ligt. Het zou dus in zekere mate overbodig zijn allebei de maatstaven te berekenen.

Fijnheidsmodulus

De fijnheidsmodulus is een technische grootheid. Deze wordt rechtstreeks afgeleid uit een aantal resultaten van de zeeftest en dus niet uit de daaruit afgeleide cumulatieve kromme. Volgens de Belgische norm NBN 589-202 wordt hij als volgt gedefinieerd: het honderdste deel van de som van de zeefresten op een aantal zeven van de ASTM-reeks, van 0,149 mm; 0,297 mm; 0,595 mm; 1,19 mm; 2,38 mm of nog grover.

De fijnheidsmodulus raakte de laatste jaren sterk in onbruik, maar wordt door recente Europese normgeving weer in een nieuw daglicht gesteld. Daarbij wordt opnieuw het verband met de cumulatieve kromme aangehaald. De norm CEN TC154-SC2 omschrijft hem nu als het honderdste deel van de som van de cumulatieve zeefresten op de zes volgende zeven uit de reeks ISO-R20:

4,00 mm; 2,00 mm; 1,00 mm;
0,500 mm; 0,250 mm; 0,125 mm

De berekening komt overeen met het optellen van de percentages, aangegeven door een aantal opeenvolgende punten op de cumulatieve kromme. Bij een fijn zand zal de cumulatieve kromme slechts bij de fijnste zeven naar de 100 % klimmen. In dat geval zal de som van de gecumuleerde percentages een relatief klein getal zijn. Bij een grof zand daarentegen klimt de kromme reeds bij de eerste zeven naar de 100 %. De som van de gecumuleerde percentages zal in dit geval een relatief groot getal zijn. Kortom, hoe grover het zand, hoe groter de fijnheidsmodulus, variërend tussen ongeveer 0,2 voor zeer fijne zanden tot enkele eenheden, 2 à 3, voor grove zanden.

Voor de zandklassen grof, middelmatig en fijn zand, zoals hierna beschreven in 3.2, varieert de fijnheidsmodulus tussen de volgende waarden:

Fijn zand	0,70 tot 1,15
Middelmatig zand	1,15 tot 1,70
Grof zand	1,70 tot 3,40

De fijnheidsmodulus bevat helemaal geen informatie over de fractie fijner dan 0,125 mm. Dit toont aan dat het hier om technisch gegeven gaat dat specifiek voor en door de sector bouwzand ontworpen is.

3.1.4 Korrelmaten

De nominale korrelmaat, kortweg korrelmaat genoemd, is een technische specificatie met als belangrijkste kenmerken eenvoud, doorzichtigheid en standaardisatie. Het is daarbij de bedoeling in een enkele oogopslag een idee van het granulometrisch bereik van een zand te verkrijgen en het zand in één van slechts enkele vakjes onder te brengen. Het verschaft geen enkele informatie over de onderlinge proporties van de diverse fracties, wel over de kleinste en grootste korreldiameters. Daarbij wordt een notatie van het type 0/D gehanteerd. De nul duidt aan dat de fijnste korrels van het zand ergens tot de kleipartikeltjes moeten worden gerekend. De letter D kan de waarden van de zeefopeningen van de ISO-reeks R20 aannemen die gaat van 4 mm tot 0,200 mm.

Zand met een gegeven nominale korrelmaat moet dan voldoen aan volgende de voorwaarden:

- De zeefrest op de zeef met opening D mag niet meer dan 15 % van het gewicht bedragen;
- De zeefrest op de zeef met opening 1,58 D, dit is twee zeefmaten groter dan D, mag niet meer dan 1 % van het gewicht bedragen.

Deze notatie geeft slechts een zeer beperkt beeld van de granulometrie van een zand. De 0 geeft immers aan dat het zand ook zeer fijne deeltjes van silt- en klei-afmetingen kan bevatten. Het verschaft echter geen enkel inzicht in hoeveelheden daarvan en bevat dus de facto geen enkele informatie daaromtrent. Aan het andere uiteinde geeft de D-waarde maar een relatief zwakke indicatie van de grofste bestanddelen van het zand. Op het niveau van de zeef met maaswijdte D wordt hier

immers een speling gelaten van maar liefst 14 % (= 15 % - 1 %). Over de onderlinge proporties van de fracties tussen 0 en D zegt dit gegeven helemaal niets. Zo zou in het geval van een zand met korrelmaat 0/2 de mediane korrelgrootte kunnen variëren tussen 0,300 en 0,600 mm.

De korrelmaat maakt het wel mogelijk een zand bliksemsnel te herkennen als een zandkwaliteit uit het klein aantal dat door de producenten op de markt aangeboden wordt.

3.2 Zandklassen

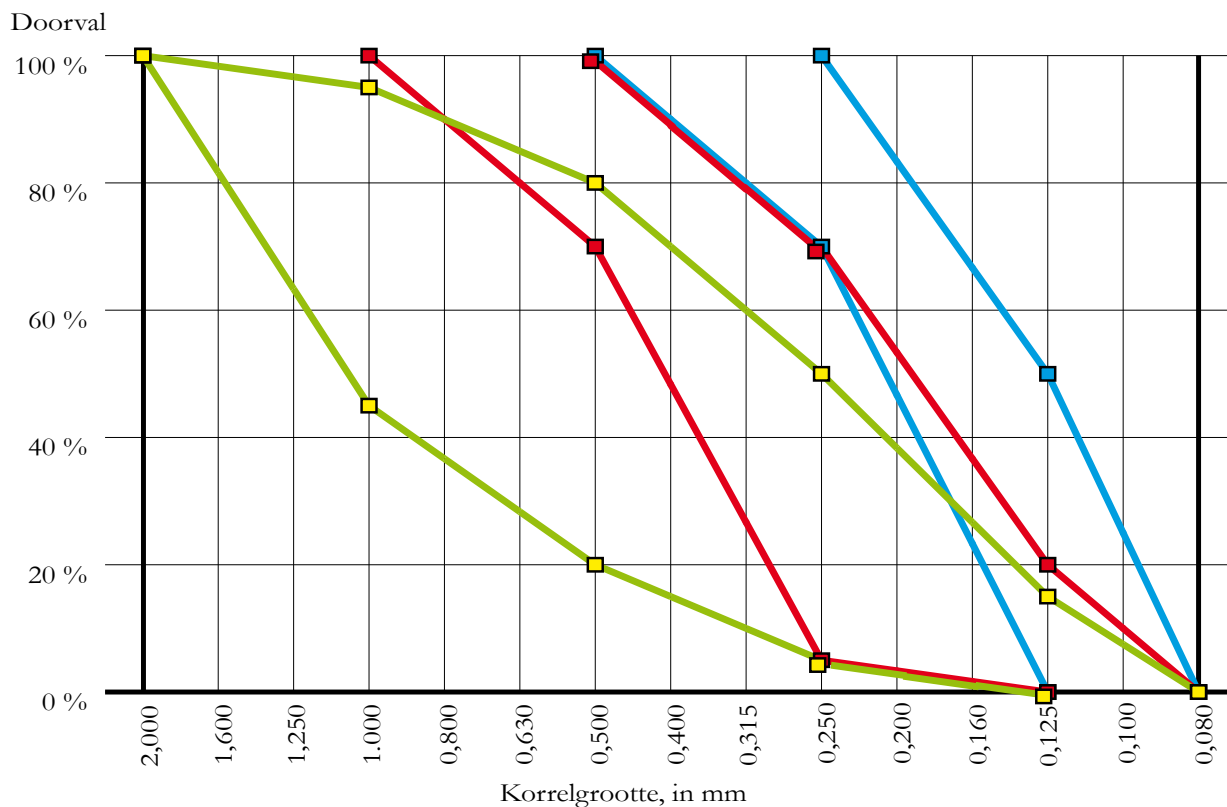
De Belgische norm NBN B11-011 bepaalt welke mengsels van diverse korrelgroottes in de bouwkundige wereld als zand geaccepteerd worden. Ze moeten simultaan aan de volgende voorwaarden te voldoen:

- Het geheel (100 %) van de korrels gaat door de zeef met 6,3 mm maaswijdte;
- Ten minste 90 % van de korrels gaat door de zeef met 4 mm maaswijdte;
- De totale zeefrest op een zeef met 2 mm maaswijdte bedraagt ten hoogste 50 % van de korrels;
- De doorval door een zeef met 0,080 mm opening bedraagt ten hoogste 30 % van de korrels;
- Het gedeelte tussen 2 mm en 0,080 mm is minstens gelijk aan 50 % van de totale massa.

De kwalificaties grof, middelmatig en fijn zand, als technische definities gebruikt in de bouwkundige wereld, worden eveneens door deze norm vastgelegd. Die zijn gebaseerd op zeefanalyses met zeven van de reeks ISO-R20, reeds vermeld in 3.1.2 (Zeefopeningen). De getalmatig vastgelegde begrenzingen van de norm worden in afbeelding 3.2 in grafische vorm weergegeven. De letters O en B in de legende staan respectievelijk voor *ondergrens* en *bovengrens* van de gebieden.

Op deze grenzen worden in zeer beperkte mate afwijkingen toegestaan. Zo wordt er slechts één afwijking voor één enkele zeef aanvaard. Die mag dan nog ten hoogste 3 % in absolute waarde bedragen.

Wanneer in de hiernavolgende hoofdstukken het woord *zandklasse* gehanteerd wordt, wordt



Afb. 3.2 ZANDKLASSEN



specifiek naar deze drieledige technische indeling verwezen. Dit geldt eveneens voor het gebruik van de woorden *grof*, *middelmatig* en *fijn*. Zie ook 1.1.3 (Praktisch begrip zand).

3.3 Specifieke toepassingen

In de Belgische normen van de reeks NBN 589 werden specificaties vastgelegd voor een aantal toepassingen van bouwzanden. Deze reeks werd later vervangen door de reeks NBN B11. De daarin vermelde specificaties werden integraal opgenomen in het Typebestek 200 van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Aldus werd een lijst van 17 specifieke toepassingen opgesteld.

Overeenkomstig deze normen wordt de granulometrische samenstelling van een zand als volgt beschreven:

- het deel grover dan 2 mm;

- het deel fijner dan 0,080 mm;
- het deel begrepen tussen 2 mm en 0,080 mm.

Deze drie componenten worden afzonderlijk onderzocht en aan drie afzonderlijke reeksen van voorwaarden getoetst. De korrels fijner dan 0,080 mm worden in deze context ook *fijne deeltjes* genoemd.

Voor de fractie tussen 2 mm en 0,080 mm zijn er bij deze 17 toepassingen 7 waarvoor de toegelaten korrelgroottes precies overeenkomen met de zandklassen grof, middelmatig en fijn zand. Die zijn in tabel 3.1 samengevat. Voor de andere toepassingen zijn de granulometrische samenstellingen binnen deze fractie eveneens getalmatig vastgelegd, maar in afbeelding 3.3 werden ze grafisch voorgesteld. Ze wijken in variërende mate af van de begrenzingen van de drie voornoemde zandklassen. Ook hier zijn afwijkingen toegestaan, met dezelfde beperkingen als voor de drie zandklassen.

De granulometrische vereisten voor de fracties, grover dan 2 mm en fijner dan 0,080 mm, voor alle

17 toepassingen, zijn in tabel 3.2 samengevat. Voor een aantal toepassingen worden deze inderdaad toegelaten. Dit is evenwel niet in tegenspraak met de begrenzingen aan beide uiteinden van de fractie 2 mm-0,080 mm. Deze laatste fractie wordt immers als een afzonderlijk geheel beschouwd en geanalyseerd. Het gezamenlijk gewicht van de korrels, begrepen tussen de twee begrenzingen, wordt dus als een geheel van 100 % aanzien, zoals ook afgebeeld in de figuren van afbeelding 3.3. Dit betekent echter niet noodzakelijk dat deze fractie ook het totaalgewicht van het hele zandmonster bevat. Ook in de andere kolommen van de tabel werden, bij ontbreken van vermelding in de normerende documenten, niet steeds getallen ingevuld. Het aanwezig zijn van korrels grover en fijner dan deze fractie staat daar geheel los van.

TOEPASSING	Toegelaten zandklasse		
Drainerende fundering van zandcement	G	M	F
Zandcement	G	M	F
Nabehandelingsproduct	G		
Bitumineuze mortel	G	M	
Voegvulling	M		
Metselmortel	G	M	F
Bestratingen van betonstraatstenen, betontegels en asfalttegels	G		

G : grof

M : middelmatig

F : fijn

Tabel 3.1

TOEPASSING	> 2 mm max (%)	< 0,080 mm max (%)	CaCO ₃ max (%)	Glauconiet max (%)
Draineringen	30	7	10	5
Onderfunderingen	30	12	20	0 *
Mager beton voor wegfunderingen	30	10	30	0 *
Zandcement	/	20	/	0 *
Cementbeton voor wegenwerken	30	5	20	0
Bitumineuze mengsels	10	5	10	0
Cementbeton voor gebouwen en kunstwerken	30	3	20	0
Nabehandelingsproduct	25	5	/	0
Keibestratingen	0	5	/	0
Metselmortel	/	5	/	0
Bepleveringen (met gips, cement, hydraulische kalk)	30	10	/	0
Vulmateriaal voor steenslagfunderingen	30	12	20	0
Mager beton voor funderingen van gebouwen en kunstwerken	30	7	30	0
Bestratingen van betonstraatstenen, betontegels en asfalttegels	25	5	/	0 *
Bitumineuze mortel	0	5	/	0
Voegvullingen	0	>5 <20	/	0 *
Drainerende fundering van zandcement	/	3	/	0 *

* : Door de auteur zelf ingevuld. Werd in de normatieve documenten blanco gelaten.

Tabel 3.2

Figuren zoals die van afbeelding 3.3 maken het mogelijk hieromtrent enkele uitspraken te doen. Wanneer in een dergelijk diagram de 100 % reeds bereikt wordt bij een zeefopening, kleiner dan 2 mm, bijvoorbeeld 1 mm, dan betekent dit dat er tussen de afmetingen 2 mm en 1 mm geen zandkorrels voorkomen. Aangezien korrelgrootteverdelingen in de natuur altijd een continu karakter hebben, is het dan niet mogelijk dat er in dat zand nog korrels, grover dan 2 mm zouden voorkomen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij zanden die geschikt zijn voor voegvullingen of keibestratingen. Wordt de 100 % echter bereikt bij de afmeting 2 mm, dan betekent dit dat er mogelijk, omwille van die continuïteit, ook nog korrels groter dan 2 mm in het zand aanwezig zijn.

Een gelijkaardige redenering kan ook voor de fractie, fijner dan 0,080 mm, opgebouwd worden.

Tabel 3.2 vermeldt ook de maximaal toegelaten gehalten aan het mineraal glauconiet. De normerende documenten vermelden hier echter niet voor alle toepassingen een limiet. Daar het onwaarschijnlijk lijkt dat glauconiet in deze gevallen geen nadelige invloed zou uitoefenen, hebben wij deze grenzen zelf ingevuld en met een asterisk gemerkt.

Ook in de andere kolommen van de tabel werden, bij ontbreken van de vermelding in de normerende documenten, niet steeds getallen ingevuld.

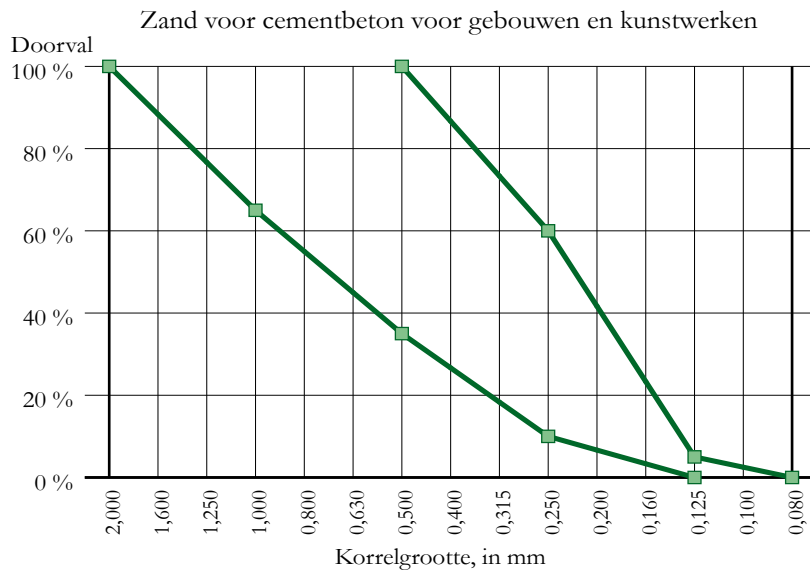
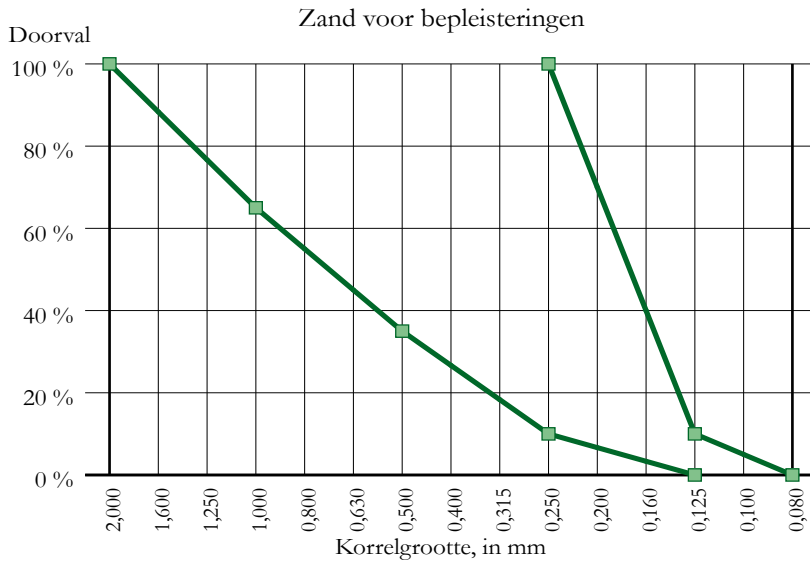
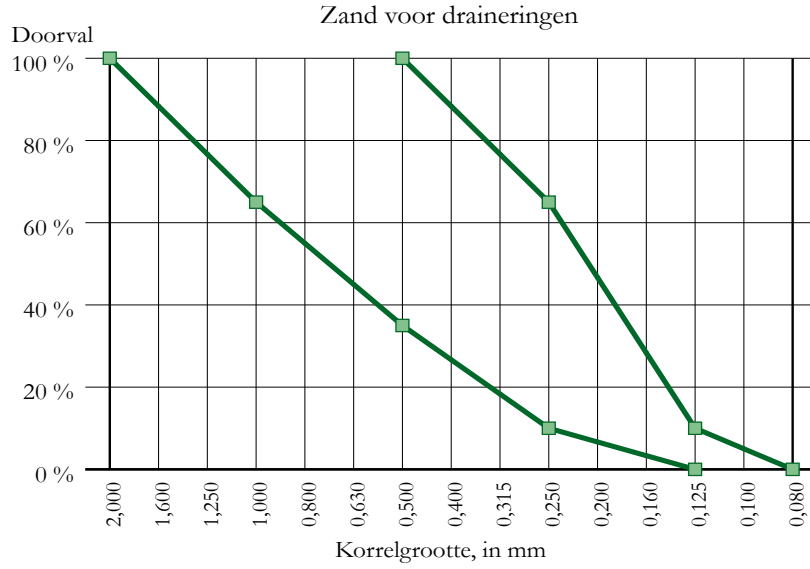
In het Typebestek 200 wordt ook de zandsoort *ophoogzand* omschreven, de grondstof voor ophogings- en aanvullingswerken. Daarin wordt aangegeven welke delfstoffen daarvoor kunnen worden aangewend. Aan zanden die voor deze doeleinden gebruikt moeten worden, worden veel lagere, zelfs minimale kwaliteitseisen gesteld. Ze mogen van zeer heterogene samenstelling zijn en de hele granulometrische waaier, van klei tot grind, bevatten. Buiten grof, middelmatig en fijn zand, zijn dat dus ook klei- en leemhoudende zanden waarin de fractie, kleiner dan 0,080 mm, tot maximaal 50 % van de massa mag uitmaken. Dit zijn uiteraard allemaal zeer fijne zanden. Hoewel de documenten voor deze toepassing geen mineralogische beperkingen vermelden, toch mag het gehalte aan glauconiet hierin ook niet onbeperkt hoog oplopen. De nadelige effecten ervan werden reeds in hoofdstuk 1 beschreven.

De door PTV 401 voor diverse toepassingen gestelde normen hebben hoofdzakelijk betrekking op de constantheid van de granulometrische samenstelling van de zanden. Daarvoor dienen de periodische controleproeven.

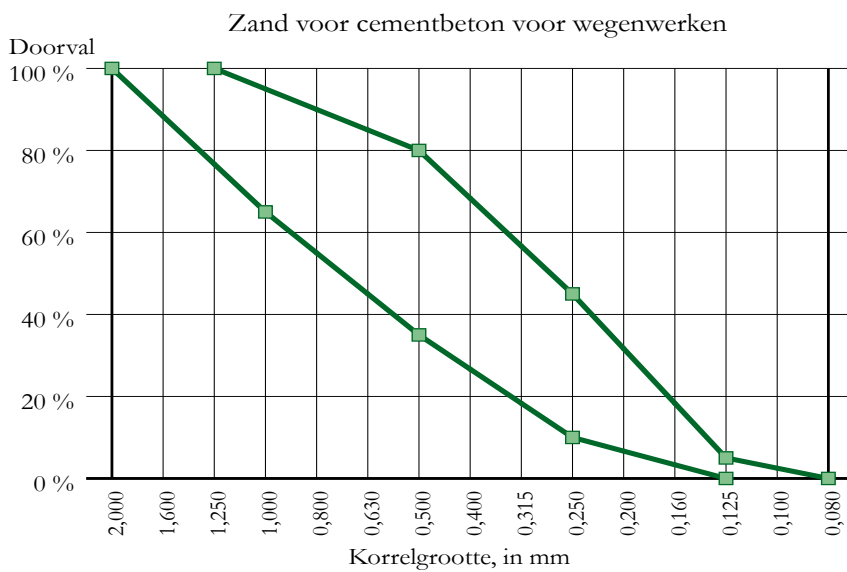
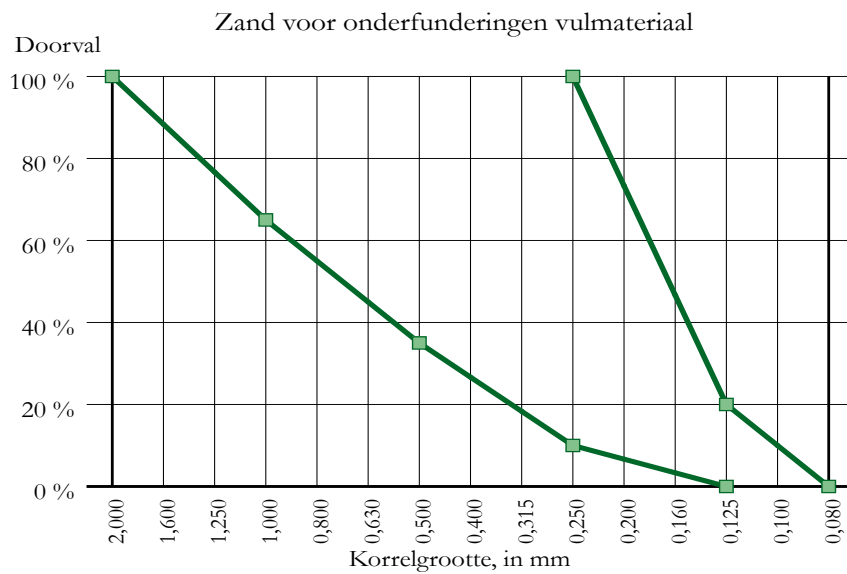
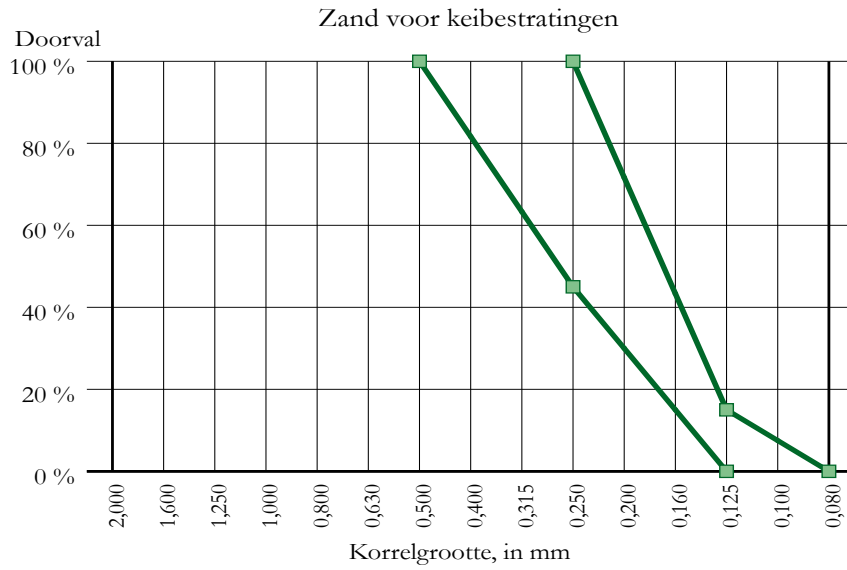
3.4 Aard van de fijne deeltjes

Het kan belangrijk zijn om de mineralogische aard van de korrels in de fractie, kleiner dan 0,080 mm, te kennen. Vaak bevat deze fractie een aanzienlijke hoeveelheid kleideeltjes. Deze kunnen relatief grote hoeveelheden water opslorpen en aldus de proportionering van de ingrediënten voor de aanmaak van beton tenietdoen.

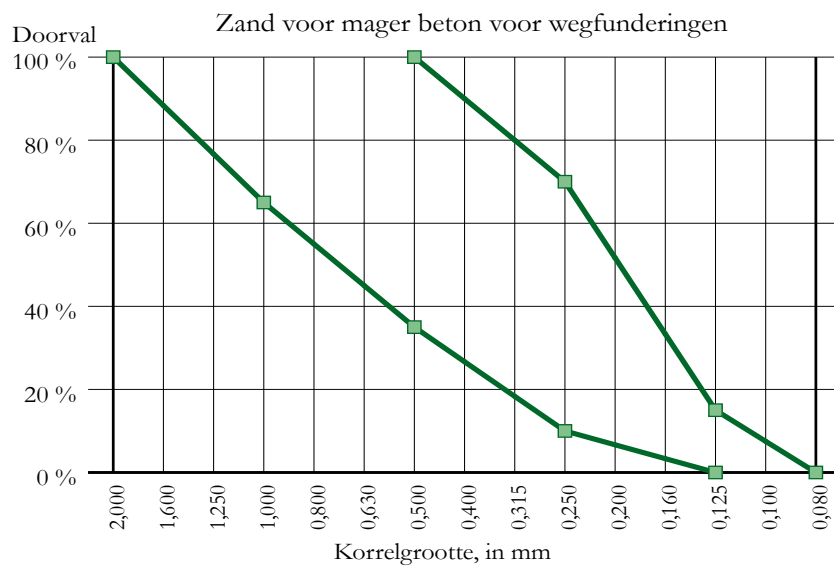
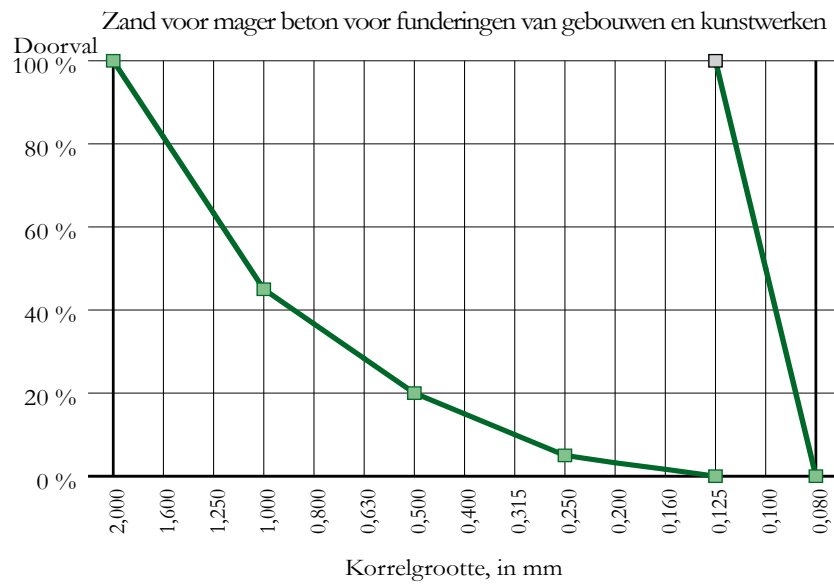
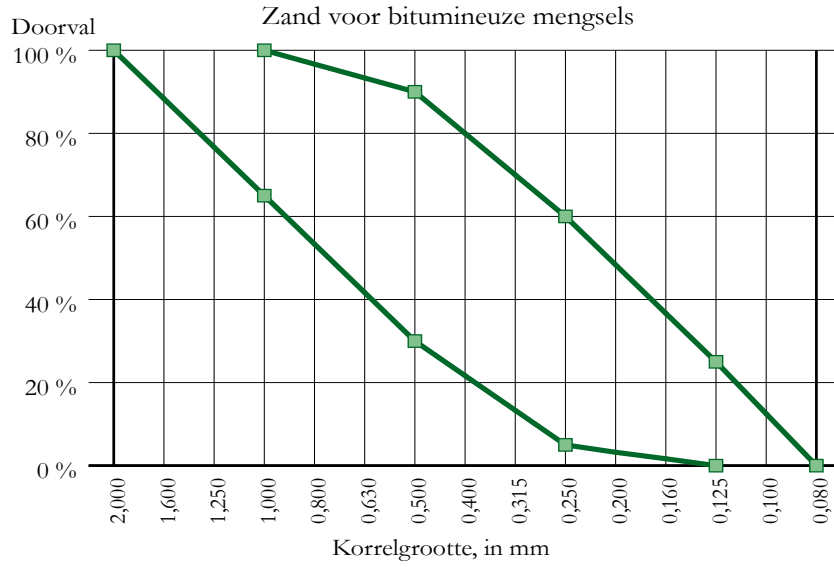
In het kader van deze studie werd de mineralogische samenstelling van de fijne fracties in alle onderzochte zanden nagegaan. In de technische praktijk doet men echter vaak een beroep op twee gestandaardiseerde proeven: de *bepaling van het zandequivalent* en de *methyleenblauwproef*. In de eerstgenoemde laat men de fijne deeltjes in een suspensie uitvlokken, waarbij kleideeltjes makkelijker uitvlokken dan andere. In de laatstgenoemde meet men de hoeveelheid opgeslorpt methyleenblauw. Dit wordt het makkelijkst door kleideeltjes opgeslorpt.



Afb. 3.3 TOEPASSINGEN



Afb. 3.3 TOEPASSINGEN



Afb. 3.3 TOEPASSINGEN



EIGENSCHAPPEN 
VAN VLAAMSE ZANDEN  4



In dit hoofdstuk worden de sedimentologische, mineralogische, granulometrische en geometrische eigenschappen van de diverse zandige formaties in Vlaanderen belicht. Alle zandlichamen die in de Vlaamse ondergrond voorkomen en die van uiteenlopende geologische ouderdommen zijn, worden hier op een regionale schaal bekeken. Hun eigenschappen zijn op die schaal niet steeds constant. Dat is een gevolg van plaatselijk variërende omstandigheden op het ogenblik van de afzetting van de sedimenten. Zo kan de korrelgrootteverdeling van plaats tot plaats verschillen. Vaak zijn die verschillen klein, maar in sommige gevallen kunnen ze aanzienlijk zijn. Ook de mineralogische samenstelling is niet steeds onveranderlijk. En de dikte van de zandlagen kan geleidelijk, of soms grillig, toenemen of uitwiggen.

Dit is dan ook een inventaris van de belangrijkste zanden die in Vlaanderen voorkomen, ook van de zanden die niet actueel in groeves ontgonnen worden. Ter informatie kunnen hier zelfs zanden aangehaald worden die helemaal niet geschikt zijn voor bouwkundige toepassingen. De lezer zal hierdoor makkelijker begrijpen waarom in sommige streken meer of minder zandwinningsactiviteiten ontwikkeld worden.

In een volgend hoofdstuk kunnen de eigenschappen van de zanden die in ontginningsgebieden gewonnen worden, maar die op regionale schaal slechts speldenprikken vertegenwoordigen, makkelijker in dat breder kader gesitueerd worden.

4.1 Granulometrische kenmerken van zandige formaties

4.1.1 Variabiliteit

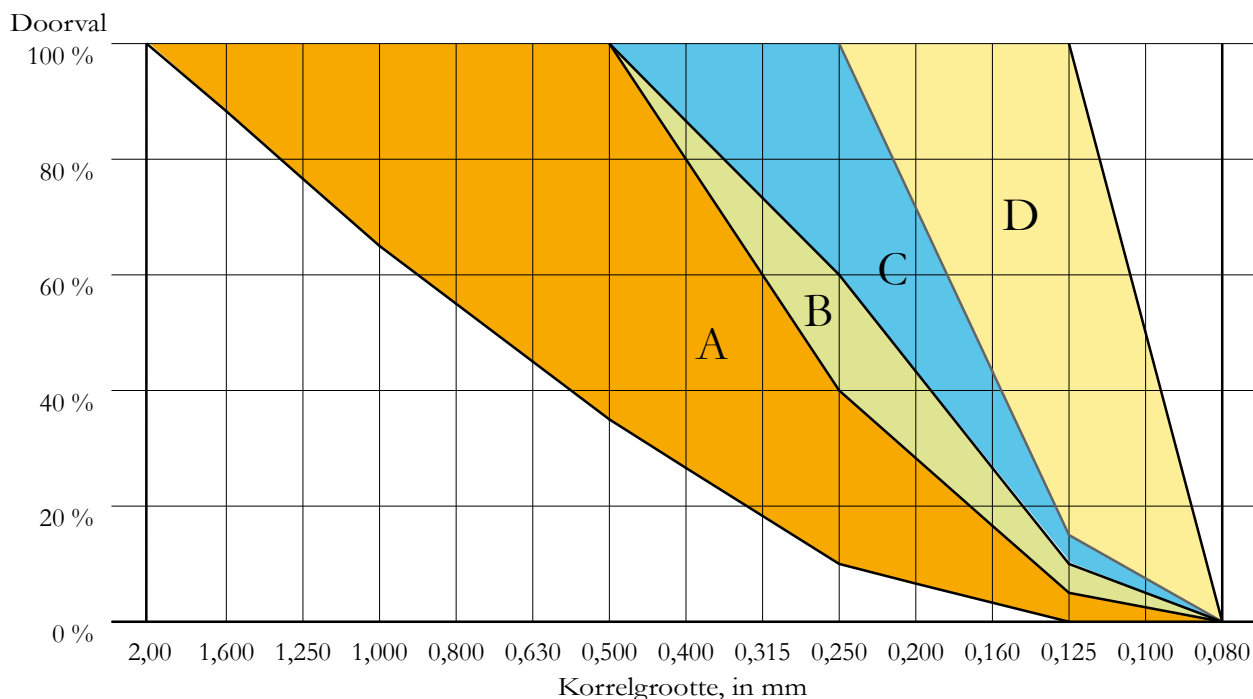
Zandwinners en -gebruikers zijn vooral geïnteresseerd in de granulometrische kenmerken van een zand. Hieraan wordt in eerste instantie het toepassingspotentieel getoetst. Doorgaans worden alle andere kenmerken er daarna als beperkende factoren aan toegevoegd. Bij een vergelijkende studie van zandsoorten zal men dus in de eerste plaats zo veel mogelijk granulometrische gegevens verzamelen. Die kunnen in de wetenschappelijke en technische literatuur gevonden worden.

Vanuit de technische kant is het werk van VAN GANSE (1966) hieromtrent een rijke bron van informatie. Temeer omdat zeer veel winningsplaatsen die daarin vermeld worden reeds tientallen jaren geleden uitgeput zijn en sindsdien zelfs niet meer toegankelijk. Het moet in dit kader eveneens opgemerkt worden dat tot kort na Wereldoorlog II het aantal operationele zandontginningen in Vlaanderen veel groter was dan nu het geval is. Op minder recente topografische kaarten zijn daarvan nog vele sporen of vermeldingen te vinden.

Meerdere wetenschappelijke auteurs, te talrijk om hier allemaal op te noemen, hebben in de loop van de jaren geologisch onderzoek op diverse zandformaties uitgevoerd. Dat leverde een rijkdom aan publicaties op. Hierbij werden niet alleen monsters geanalyseerd, afkomstig uit zandwinningen en gewone of occasionele ontsluitingen aan het oppervlak, maar ook monsters uit materialen die door middel van boringen uit de ondergrond zijn opgehaald.

Voor elke zandige formatie kan dus een bandbreedte van korrelgrootteverdelingen opgetekend worden waartussen de granulometrie varieert. Mede door deze variabiliteit is het een onmogelijke zaak de toepassingsmogelijkheden van elke zandige formatie te onderzoeken aan de hand van de korrelverdelingsgrenzen die in Typebestek 200 vermeld zijn en die op een bevattelijke en geografisch scherp afgelijnde wijze weer te geven.

De gebieden van toegestane korrelgroottes die horen bij de specifieke toepassingen, zoals voorgesteld in de figuren van afbeelding 3.3, overlappen elkaar vaak. Daarom leek het een nuttige oefening al deze gebieden, met hun grenzen, bovenop elkaar in eenzelfde diagram te



Afb. 4.1 GEBIEDEN VAN GRANULOMETRISCH BEREIK

GRANULOMETRISCH BEREIK	TOEPASSING
A	<ul style="list-style-type: none"> • Cementbeton voor wegenwerken • Bestratingen van betonstraatstenen en betontegels • Nabehandelingsproduct
AB	<ul style="list-style-type: none"> • Draineringen • Cementbeton voor gebouwen en kunstwerken • Bitumineuze mengsels • Bitumineuze mortel
BC	<ul style="list-style-type: none"> • Keibestratingen
ABC	<ul style="list-style-type: none"> • Bepresteringen op basis van cement, kalk, gips • Onderfunderingen • Vulmateriaal voor steenslagfunderingen • Mager beton voor wegfunderingen • Voegvulling
ABCD	<ul style="list-style-type: none"> • Mager beton voor funderingen van gebouwen en kunstwerken • Drainerende fundering van zandcement • Zandcement • Metselmortel

Tabel 4.1

projecteren en daaruit een synthese af te leiden. Op een vereenvoudigende en schematiserende wijze kon de hele reeks aldus tot een viertal grafische velden herleid worden: hier A, B, C en D genoemd. Ze zijn te zien in afbeelding 4.1. De gebiedsgrenzen die horen bij de zandklassen grof, middelmatig en fijn, dit zijn 7 van de 17 toepassingen, zijn niet geheel congruent met de andere. Toch toonde de praktijk van de oefening aan dat het op deze wijze mogelijk is op een kwalitatieve manier het toepassingspotentieel van een zandige formatie te situeren. Tabel 4.1 vat samen hoe de korrelverdelingsgrenzen van de diverse toepassingen samenvallen met deze grafische velden. Een zand waarvan de granulometrische variabiliteit binnen een of meerdere van deze velden valt, noemen we in het kader van dit werk voortaan een zand van het type A, B, C, ..., of een combinatie ervan: AB, BCD, ...

Deze nomenclatuur heeft geen enkele normatieve en zeker geen wetenschappelijke waarde. Daarvoor is ze te kwalitatief en te vereenvoudigend. Ze is echter een zuiver beschrijvend instrument dat uitsluitend gebruikt wordt in het kader van dit werk. Ze moet uitsluitend als een indicatief hulpmiddel beschouwd worden.

4.1.2 Metselzand-betonzand

Uit de opmaak van het overzicht van zandige formaties is gebleken dat in de regel de grote meerderheid van de Vlaamse zanden in een van volgende bereiken kan worden ondergebracht : A, AB, BC, BCD, CD, D.

Bij nader onderzoek van de gegevens van tabel 4.1 valt het op dat het gebruik van zand voor de aanmaak van cementbeton aan de grovere types A en AB gebonden is. Onder de toepassingen waarvan de voorschriften ook het gebruik van fijnere zanden toelaten, zoals ABC en ABCD, vallen de aanmaak van metselmortel en voegvullingen. Hier kan men dus een meer traditionele indeling van zanden herkennen: betonzanden en metselzanden. Dit is een vrij rudimentaire en kwalitatieve classificatie, die niet door vaste normen of andere cijfermatige definities ondersteund wordt. De relatie tussen deze twee zandsoorten en de hier besproken grafische velden van afbeelding 4.1 kan als volgt voorgesteld worden:

A, AB	:	betonzand
BC, CD	:	metselzand
O	:	ophoogzand

Hierbij werd ophoogzand, ter vervollediging van deze algemene classificatie, aan het lijstje toegevoegd. Elk zand met een fijnere korrel dan die van het bereik D wordt hier als ophoogzand bestempeld.

Noteer evenwel dat ophoogzand niet noodzakelijk een zeer fijn zand hoeft te zijn, ook grovere zanden die echter ongewenste mineralen bevatten, kunnen de benaming ophoogzand krijgen. De benaming ophoogzand wordt dus door meerdere criteria gedefinieerd, korrelgrootte is er slechts een van.

Uit afbeelding 4.1 kan dan afgeleid worden dat men van betonzand spreekt, wanneer de mediane korrelgrootte groter is dan 0,225 mm. Metselzand zou dan een mediane korrelgrootte bestrijken tussen de 0,225 en 0,100 mm, terwijl die voor ophoogzand kleiner is dan 0,100 mm.

Een overzicht van deze uiteenlopende definities is in tabel 4.2 samengevat, in mm.

Wanneer men het in Nederland over beton- of metselzanden heeft, bedoelt men daar dus veel grovere zanden mee dan men in Vlaanderen daarvoor laat doorgaan. Er moet hier ook meteen vermeld worden dat de Nederlandse ondergrond veel meer grove zanden bevat dan de Vlaamse. Lokale omstandigheden beïnvloeden duidelijk de normstelling. Dat blijkt eveneens uit het werk van GULINCK M., 1947. Deze auteur vermeldt het gebruik in heel Vlaanderen van zanden, afkomstig uit de Formaties van Lede, Maldegem, Gent, Berchem en zelfs Diest als metselzand. Zanden die in de huidige context zonder twijfel als ophoogzanden worden geklasseerd. De Vlaamse bouwindustrie heeft zich klaarblijkelijk

	Volgens Typebestek 200	Volgens NBN B11-011	Nederland
Betonzand	> 0,255		> 0,300
Metselzand	< 0,255 >0,100		< 0,300 >0,210
Ophoogzand	< 0,100	< 0,125	< 0,210

Tabel 4.2

Dat deze indeling geen absolute waarde heeft, blijkt al gauw uit de definities van grof, middelmatig en fijn zand voor toepassing als bouwzanden volgens de Belgische norm NBN B11-011. Deze norm suggereert dat elk zand fijner dan de klasse fijn niet voor gebruik als bouwzand in aanmerking komt en dus als ophoogzand moet worden beschouwd. Volgens deze definities moet men, door het aflezen van de diagrammen, zand met een mediane korrelgrootte kleiner dan 0,125 mm als ophoogzand beschouwen.

Ter vergelijking met gelijkaardige buitenlandse classificaties nemen we het in 1988 door de Rijks Geologische Dienst van Nederland uitgegeven werk ter hand: Geologie van Nederland. Deel 2: Delfstoffen en Samenleving. Daarin wordt zand op analoge wijze onderverdeeld in ophoogzand, metselzand en betonzand. De definities van deze zandsoorten zijn echter op veel grovere korrelgroottes gebaseerd. De mediane korrelgrootte voor de middelste zandsoort, metselzand, valt binnen de grenzen 0,210 mm en 0,300 mm.

van oudsher aan de schaarste van bepaalde grondstoffen aangepast en de normen iets minder scherp gesteld.

De benamingen metselzand en betonzand zijn nuttig bij het verzamelen en verwerken van statistische gegevens. Ze laten toe een eenvoudig overzicht te maken van de kwaliteiten van zanden op een regionale of nationale schaal. Gegevens over zandproductie verzamelen op basis van meer gedetailleerde eigenschappen is in de praktijk onmogelijk, wegens de variabiliteit, en zou slechts tot onoverzichtelijkheid leiden.

4.1.3 Oppervlakedelfstoffenkaart

De hierboven beschreven synthetische zandtypes, steunend op hun granulometrisch bereik, lenen zich eveneens goed tot het opmaken van een kaart betreffende de geografische verspreiding van de diverse zandsoorten. Zo werden de talrijke zandige afzettingen in Vlaanderen aan de hand van afbeelding 4.1 beoordeeld. De korrelverdelingskrommen die hiervoor nodig zijn, werden via een uitvoerige literatuurstudie

verzameld. De verspreidingsgebieden van de diverse zandlichamen werden afgebakend overeenkomstig bestaande geologische kaarten, zowel tertiair- als quartairkaarten, en andere specifieke publicaties.

Zanden met mediane korrelgrootte, fijner dan 0,100 mm, worden op deze kaart als ophoogzanden afgebeeld.

De oppervlakedelfstoffenkaart, afbeelding 4.2, illustreert niet alleen de verspreiding van zandsoorten, maar ook die van andere delfstoffen zoals kleien en leem. Ze geeft een beeld van de delfstoffen die aan of dichtbij de oppervlakte voorkomen. De kaart houdt echter geen rekening met de diktes van de sedimentlagen, zodat ze geen inzicht geeft in de plaatselijke bedrijfseconomische waarde ervan. Plaatselijk te dunne lagen kunnen immers geen aanleiding tot rendabele ontginningen geven.

Zo stelt het voorkomen van quartaire sedimenten een probleem: ze overdekken alle andere, en dus oudere sedimentlagen, met sterk variërende diktes van één tot enkele tientallen meters. Bovendien zijn ze zeer fijnkorrelig en heterogeen van samenstelling zodat ze meestal geen bouwkundig interessante eigenschappen bezitten. Voor de afbeelding ervan op kaart werd een arbitrair vastgestelde limiet-dikte in acht genomen; namelijk 10 meter. Er werd verondersteld dat bij kleinere diktes veeleer de onderliggende sedimentlagen kunnen worden ontgonnen, zodat het verkieslijk is deze laatste op de kaart aan te duiden.

In het oostelijk deel van Vlaanderen komen een aantal glauconietrijke zanden voor. Deze zijn hooguit als ophoogzand te gebruiken, ondanks hun behoorlijk grove korrelgrootte. Om de informatie betreffende de korrelgrootte op de kaart niet verloren te laten gaan, was het echter nuttiger ze niet als ophoogzanden in te kleuren.

Grindafzettingen bevatten eveneens veel grof zand, als beton- en metselzand te gebruiken. Dit wordt op de kaart niet expliciet weergegeven.

Een snelle blik op deze kaart leert al gauw het volgende:

- Opvallend daarin is dat de westelijke helft van Vlaanderen geheel bestaat uit klei en ophoogzanden. Deze laatste zijn zanden die te

fijn en/of te onzuiver zijn voor toepassing in de bouwindustrie.

- In de oostelijke helft van Vlaanderen komen veel grovere zanden voor. Deze bevatten echter vaak mineralogische componenten die hen tot laagkwalitatieve ophoogzanden degraderen. Op de kaart zijn dit de horizontaal gearceerde kleurvelden.
- Grove en zeer grove zanden, geschikt voor gebruik in de betonindustrie en als metselzand, komen slechts in de noordoostelijke helft van de provincie Limburg voor, en sporadisch ook in oostelijk Vlaams-Brabant.
- De verbreding van grind is nog veel sterker beperkt, tot het oosten van Limburg.

4.2 Karakteristieken van de zandige formaties

Hieronder volgt een systematische opsomming van de belangrijkste diverse zandige afzettingen in Vlaanderen. Zoals bij geologen de gewoonte is, wordt daarbij met de oudste afzettingen begonnen, de volgorde waarin ze als gebeurtenissen in de geologische geschiedenis hebben plaatsgevonden.

De beschrijvingen worden zo bondig mogelijk voorgesteld met het oog op overzichtelijkheid en praktische informatie. Ze zijn een synthese van wat in de uitgebreide wetenschappelijke literatuur zoal te vinden is. De volgende gegevens komen op elke lijst voor:

Zandtype

Overeenkomstig de hierboven aangegeven lettercodes, met de bedoeling de bruikbaarheid van het zand aan te geven.

Granulometrie

Het weergeven van korrelverdelingskrommen wordt hier achterwege gelaten omdat wij ze in deze context minder efficiënt achten om de lezer een vergelijkend beeld voor de geest te brengen. Om een dergelijke kromme af te lezen maakt men immers mentaal een omzetting naar getallen. Het lijkt ons daarom praktischer de technische gebruiker een directer inzicht te geven in de variabiliteit van de korrelgrootte door hem getalmatige gegevens te bieden. De grafische

OPPERVLAKTEDELSTOFFEN IN VLAANDEREN

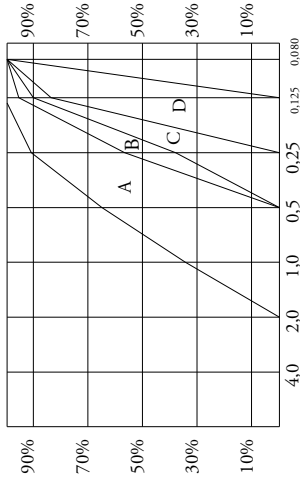
GESTEENTETYPE

- A
- AB
- BC
- BCD
- CD
- D
- O
- klei
- mergel
- kuijt
- grind
- cambro - siluur (vast gesteente)

noordelijke grens van leemvoorkomens

- glauconiethoudend
- kalkhoudend : > 20 % behave voor klassen A en AB ; > 10 %
- superpositie van twee verschillende lithologische eenheden op eenzelfde plaats
- alternatie van twee zandtypes in eenzelfde sedimentlichaam

ZANDSOORTEN : GRANULOMETRISCHE GRENZEN volgens Typebestek 200



Korrelgroottes :

- zandtype A en AB geschikt als betonzand
- BC geschikt als metselzand
- CD en D geschikt voor mager beton voor funderingen van gebouwen
- O geschikt als ophoogzand

De kaart stelt de minerale grondstoffen voor, hoofdzakelijk losse gesteenten, die in Vlaanderen aan of dicht bij de oppervlakte voorkomen. De kaart houdt echter geen rekening met diktes van de gesteentelaagen zodat ze geen inzicht geeft in de plaatselijke economische waarde ervan.

Daar waar de Quartaire afzettingen minder dan 10 meter dik zijn werden ze op de kaart niet in rekening gebracht of afgebeeld.

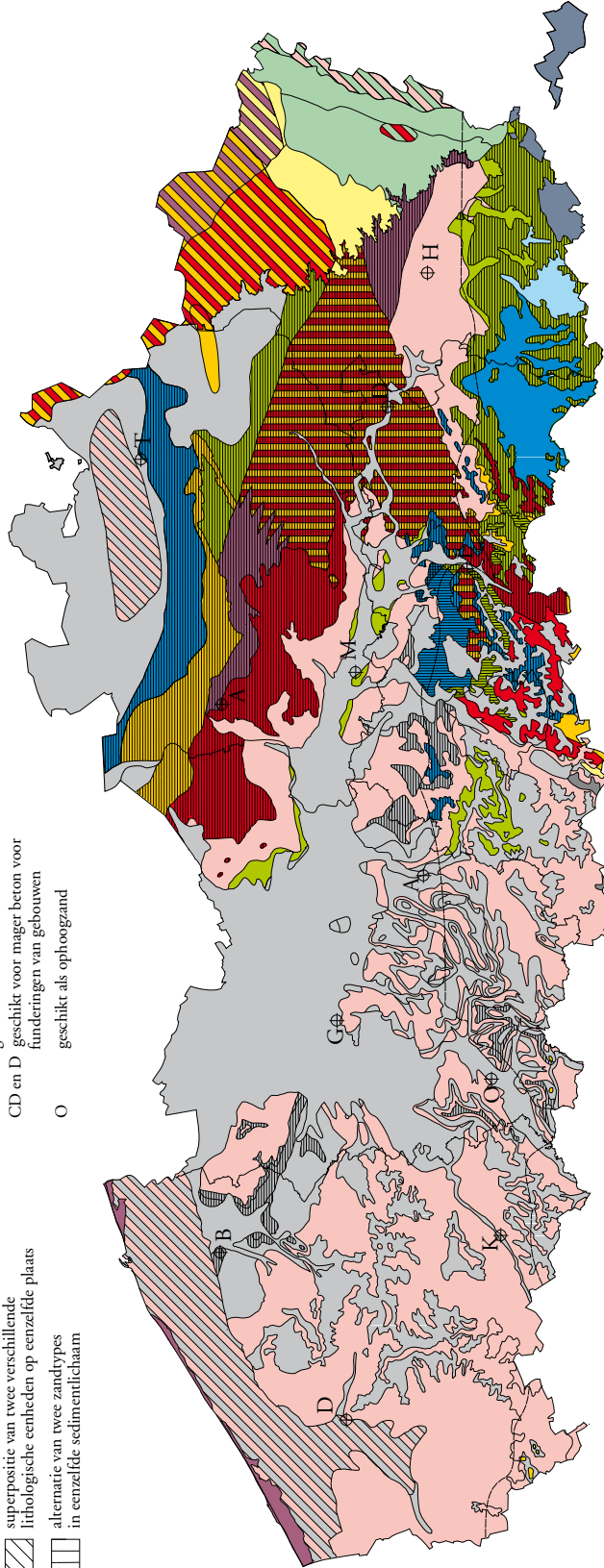
In gebieden waar meer dan één delfstof een effectieve rol spelen, is dit op de kaart met een arcering aangegeven.

Het Typebestek 200 van de administratie Wegen en Verkeer van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap vermeldt de diverse toepassingsmogelijkheden van zand en de granulometrische eigenschappen waaraan dit moet voldoen om voor een bepaalde toepassing geschikt te zijn. Uit de verschillende vereiste granulometrische handbreedtes kunnen vier velden geabstraheerd worden : A, B, C en D. Zanden waar van de granulometrische kenmerken binnen één of meerdere van deze velden vallen worden als dusdanig benoemd en afgebeeld.

Zanden die volgens deze normen te fijn zijn worden als ophoogzand geklasseerd. Glauconiethoudende zanden kunnen hooguit als ophoogzanden aangewend worden. Indien de glauconietgehaltes vrij hoog zijn kunnen ze zelfs niet als ophoogzand aangewend worden.

Grindafzettingen bevatten eveneens grof zand dat als beton- en metselzand kan aangewend worden.

Dit wordt echter niet expliciet op de kaart aangeduid.



Afb. 4.2 OPPERVLAKTEDELSTOFFENKAART

tussenstap kan daarbij achterwege gelaten worden. Deze gegevens kunnen op een aan de korrelmaat analoge wijze gepresenteerd worden. Het systeem van de korrelmaatnotatie, 0/D, wordt hier voor eigen gebruik als volgt aangepast tot een notatie **k/K**:

- De nietszeggende 0 wordt door een concrete maaswijdte vervangen.
- D-waarden worden hier eveneens uit de reeks zeven ISO R20 gekozen. Alle maaswijdten uit deze reeks mogen echter gebruikt worden.
- Om een goede indruk van de afmetingen van de korrels van een zand te verkrijgen, kiezen wij k en K zo dat ze minstens 80 % van het zandgewicht omvatten: 10 % van de korrels zijn fijner dan k, 10 % zijn grover dan K.
k wordt gekozen als de eerstvolgende zeef, fijner dan het 10e percentiel van de corresponderende granulometrische kromme.
- Indien de fractie, fijner dan 0,063 mm meer dan 10 % van het gewicht bedraagt, wordt k gelijkgesteld aan 0.
- K wordt gekozen als de eerstvolgende zeef, grover dan het 90e percentiel.

Om eventuele verwarring met het begrip korrelmaat te vermijden, schrijven wij de k/K-notatie als { k-K }.

Om de variatie aan granulometrie binnen een zandige formatie te beschrijven worden dan het fijnste en het grofste monster vermeld: van { k-K } tot { k-K }.

Lithologie

Dit is een korte beschrijving van de sedimenten, aangetroffen in een bepaalde zandige formatie. Variaties, afwisselingen, mineralogische samenstelling en typerende fenomenen worden hier gesignaleerd.

Glauconiet

Gehalte aan dit mineraal en eventuele variaties.

Dikte

Maximale dikte van de laag, en eventuele variatie.

Andere

Bijvoorbeeld kalkgehalte.



Als fijn zand gecatalogeerd, maar aan het middelgrof grenzend zand uit het Quartair van de Vlaamse vallei. Vindplaats: OVL-06, Gavere.
Bemerk de vrij uniforme korrelgrootte.

4.2.1 Lid van Hoegaarden

Zandtype	D nabij Tienen O nabij Leuven-Brussel
Granulometrie	Van { 0,100-0,250 } tot { 0-0,160 } nabij Tienen Van { 0-0,125 } tot { 0-0,100 } nabij Brussel > 30 % silt en klei nabij Brussel
Lithologie	Geelgroen tot groen, fijn zand. Naar onder toe kleiig. Het is opvallend homogeen, met slechts vage resten van vroegere gelaagdheid. Nabij Hoegaarden komen aan de top van de laag harde zandstenen voor (kwartsiet) in een maximum 1 m dikke laag.
Glaucaniet	Tussen 1 % en 9 %
Dikte	Maximaal 15 m, meer algemeen 6 m
Andere	

4.2.2 Lid van Egem

Zandtype	O
Granulometrie	Van { 0-0,200 } tot { 0-0,125 } > 10 % silt en klei
Lithologie	Micahoudend, zeer fijn zand, met duidelijke, horizontale en kruisgewijze, fijne gelaagdheid. Onderaan is het veeleer een kleiig, zeer fijn zand. Vooral onderaan komen dunne kleilaagjes voor, vaak als lensvormige lichamen. Naar boven toe en in het zuiden van West-Vlaanderen wordt de korrelgrootte grover. Op onbepaalde niveaus komen ook dunne kalksteenlagen voor.
Glaucaniet	Glaucaniethoudend. Gehalte ?
Dikte	25 tot 30 m. Vermindert naar het zuiden en het oosten.
Andere	

4.2.3 Lid van Vlierzele

Zandtype	O in Oost- en West-Vlaanderen CD in Vlaams Brabant
Granulometrie	Van { 0-0,315 } tot { 0-0,200 } nabij Gent > 10 % silt en klei Van { 0-0,315 } tot {0-0,160 } in de streek Ieper-Oudenaarde > 25 % silt en klei van { 0,125-0,250 } tot { 0,063-0,250 } in Brabant
Lithologie	Voornameijk fijn tot zeer fijn zand, duidelijk horizontaal of kruisgewijs gelaagd. Bovenaan kunnen enkele gedifferentieerde kleilaagjes voorkomen met soms humusrijke laagjes van enkele centimeters dikte. Onderaan is het zand veel meer kleiig, en homogeen, soms een kleilensje. Het glauconietgehalte neemt toe met de diepte. Harde zandsteenbanken komen regelmatig voor.
Glauconiet	Ongeveer 1 % nabij Gent > 10 % in de streek Ieper-Oudenaarde
Dikte	Maximaal 20 m, gemiddeld 12 m. Neemt af naar het zuiden en het oosten.
Andere	

4.2.4 Lid van Oedelem

Zandtype	O
Granulometrie	{ 0-0,200 } > 20 % silt en klei
Lithologie	Zeer fijne, grijsgroene, kleiige zanden, kalkhoudend, meestal met zeer veel schelpen. Vooral in het midden van het pakket neemt men een waarachtige schelplaag waar.
Glauconiet	6 tot 10 %
Dikte	Maximaal 10 m, gemiddeld 5 m
Andere	

4.2.5 Formatie van Brussel

Zandtype	Zand van Kraaiberg: O Zand van Neerijse: O Zand van Diegem: O
Granulometrie	Zand van Kraaiberg: van { 0,160-0,630 } tot { 0,125-0,315 } Zand van Neerijse: { 0,080-0,250 } Zand van Diegem: van { 0,125-0,250 } tot { 0,080-0,160 }
Lithologie	In de zanden van Brussel kan men meerdere zandsorten onderscheiden met vrij uiteenlopende kenmerken. Ze kunnen onder of naast elkaar aangetroffen worden en vormen langgerekte, onregelmatige lichamen. Afwisselingen en graduele overgangen zijn mogelijk. De belangrijkste zijn: <i>Zand van Kraaiberg:</i> komt voor ten oosten van de Dijle, ten zuiden van Leuven tot in Waals-Brabant. Geel, middelmatig tot grof zand met constante, schuine gelaagdheden. De gemiddelde korrelgrootte neemt vaak met de diepte toe. Bevat veel verkiezelingen van door wormen veroorzaakte woelgangen. <i>Zand van Neerijse:</i> komt voor tussen Dijle en Zenne, ten zuiden van de lijn Leuven-Zaventem. Het bevindt zich naast en boven het zand van Kraaiberg. Middelmatig zand. Schuine gelaagdheden. Veel verkiezelingen. Kalkhoudend. <i>Zand van Diegem:</i> komt voor tussen Dijle en Zenne, ten noorden van de lijn Leuven-Zaventem. Wit-gelig, fijn zand. Zeer kalkrijk. Sommige lagen zijn tot zandsteenbanken aaneengekit.
Glauconiet	Zand van Kraaiberg: 10 tot 20 % Zand van Neerijse : tot 10 % Zand van Diegem: < 5 %
Dikte	De totale dikte van de Formatie van Brussel neemt sterk af naar de oostelijke en westelijke begrenzingen toe. Zand van Kraaiberg: tot 40 m Zand van Neerijse: tot 20 m Zand van Diegem: tot 15 m
Andere	Zand van Neerijse: CaCO ₃ : maximaal 20 % Zand van Diegem: CaCO ₃ : soms tot 50 %

4.2.6 Formatie van Lede

Zandtype	O
Granulometrie	Van { 0,080-0,315 } tot { 0-0,100 } Soms tot > 30 % silt en klei
Lithologie	Grijs, matig fijn tot fijn zand, kalkhoudend, soms met drie kalkzandsteenbanken. Aan de basis komt meestal een grindlaag voor. In niet-verweerde toestand is deze formatie makkelijk te herkennen aan de massale hoeveelheden fossielen: nummulieten.
Glaucaniet	
Dikte	Neemt toe naar het noorden: gemiddeld 6 m ten zuiden van Gent tot gemiddeld 14 m ten noorden ervan.
Andere	CaCO ₃ : van 8 % tot 15 %

4.2.7 Lid van Wemmel

Zandtype	O
Granulometrie	Van { 0-0,250 } tot { 0-0,125 }
Lithologie	Grijs, glauconiethoudend, fijn zand. Het gehalte aan klei neemt naar boven toe. Aan de top van het lid gaat het kleiig zand zelfs over in een klei .
Glaucaniet	Gehalte: ?
Dikte	Gemiddeld 3 m
Andere	

4.2.8 Lid van Onderdale

Zandtype	O
Granulometrie	?
Lithologie	Donkergrijs, lemig, matig fijn zand, glauconiet- en micahoudend
Glaucaniet	Gehalte: ?
Dikte	Gemiddeld 3 m
Andere	

4.2.9 Lid van Buisputten

Zandtype	O
Granulometrie	
Lithologie	Donkergrijs, lemig, matig fijn zand, glauconiet- en micahoudend. In de omgeving van Asse bestaat dit lid uit een grijze, fijnzandige klei.
Glauconiet	Gehalte: ?
Dikte	6 tot 7 m nabij Brugge, vermindert tot gemiddeld 5 m naar het oosten toe.
Andere	

4.2.10 Lid van Bassevelde

Zandtype	O
Granulometrie	{ 0-0,160 } > 40 % silt en klei
Lithologie	Donkergrijs, middelmatig fijn, siltig zand tot zand, glauconiet- en micahoudend. Soms komen dikke lenzen grijze klei voor.
Glauconiet	Gehalte: ?
Dikte	Gemiddeld 16 m
Andere	

4.2.11 Lid van Neerrepen

Zandtype	O tot CD
Granulometrie	Van { 0,100-0,400 } tot { 0,063-0,160 }
Lithologie	Fijne, groenige zanden, met vaak in dunne laagjes geconcentreerd glauconiet en veel mica. Meestal fijn gelaagd. Aan de basis kan een verharde schelpenlaag voorkomen, soms zelfs silexkeien. Een opdeling tussen dit en het onderliggend lid van Grimmertingen kan niet steeds gemaakt worden.
Glauconiet	Van 0 % tot 20 %
Dikte	Nabij Leuven tot 10 m. Nabij Tongeren 10 tot 20 m.
Andere	Mica: van 5 % tot 15 %

4.2.12 Lid van Grimmeringen

Zandtype	O
Granulometrie	{ 0-0,125 } > 15 % silt en klei
Lithologie	Kleverig, zeer fijn zand, glauconiet- en micahoudend. Onderaan is het lid kleirijker. Soms komt een grindlaag aan de basis voor.
Glauconiet	Gehalte: ?
Dikte	Maximaal 20 m, meestal < 12 m
Andere	

4.2.13 Lid van Kerkom

Zandtype	AB(C)
Granulometrie	Van { 0,250-1,000 } tot { 0,100-0,400 }
Lithologie	Geel, vrij grof zand. Het zand werd afgezet in een ravinerende geul, waardoor dit lid van zeer beperkte verbreiding is: ten oosten van Leuven. Veel gekruiste gelaagdheden.
Glauconiet	
Dikte	Maximaal 6 m
Andere	

66

4.2.14 Lid van Oude Biezen

Zandtype	O
Granulometrie	?
Lithologie	Wit-geelachtig tot grijsgroen zand. Matig tot grofkorrelig. Bevat veel schelpen. Afwisseling met kleilaagjes. Zeer beperkte verbreiding: nabij Sint-Truiden.
Glauconiet	
Dikte	Gemiddeld 4 m, plaatselijk tot 10 m
Andere	

4.2.15 Lid van Berg

Zandtype	O tot CD
Granulometrie	Van { 0,100-0,315 } tot { 0,080-0,160 }
Lithologie	Geel tot bruinachtig, middelmatig fijn zand, licht kleihoudend, met soms grote schelpen. Glauconiet- en micahoudend. Onderaan is het zand kleiiger. Aan de basis een grindlaag met zwarte, platte silexkeien.
Glauconiet	2 tot 6 %
Dikte	5 tot 8 m
Andere	

4.2.16 Lid van Kerniel

Zandtype	CD tot O
Granulometrie	?
Lithologie	Grijswit tot geel, middelmatig zand, kleilig aan de basis. Soms komt in het midden ook een beetje grind voor. Zeer beperkte verbreiding: ten zuidoosten van Hasselt.
Glauconiet	
Dikte	4 tot 6 m
Andere	

4.2.17 Formatie van Eigenbilzen

Zandtype	O
Granulometrie	?
Lithologie	Grijs tot grijsgroen, kleilig fijn zand, met een weinig mica. Aan de basis nog kleiiger. Zeer beperkte verbreiding aan de oppervlakte: ten zuiden van Hasselt.
Glauconiet	
Dikte	Door erosie, recent en in een verder geologisch verleden werd de dikte van deze formatie nabij het huidig oppervlak sterk in dikte gereduceerd tot slechts enkele meters.
Andere	

4.2.18 Formatie van Voort

Zandtype	O
Granulometrie	?
Lithologie	Zeer glauconietrijk, kleiig, middelmatig zand
Glauconiet	?
Dikte	Komt niet aan de oppervlakte voor, uitsluitend in de ondergrond.
Andere	

4.2.19 Formatie van Bolderberg

Zandtype	BCD in Centraal-Limburg D in oostelijk Vlaams-Brabant Lid van Houthalen: O
Granulometrie	Van { 0,200-0,400 } tot { 0,080-0,200 }
Lithologie	Onderaan de Formatie: <i>Lid van Houthalen</i> . Bleekgele tot donkergroene, fijne, micarijke, glauconiethoudende zanden. Het Lid van Houthalen komt uitsluitend in Limburg voor. Bovenaan de Formatie: <i>Lid van Genk</i> . Bleke gele, zeer fijne tot grove zanden met veel grote micablaadjes. Het onderscheid tussen de twee leden is niet altijd mogelijk. Aan de basis wordt meestal een grind aangetroffen met zwarte silixkeien.
Glauconiet	Lid van Houthalen: 8 tot 10 % Lid van Genk: nil
Dikte	In oostelijk Vlaams-Brabant: tot 12 m, elders tot 40 m Het Lid van Houthalen is gemiddeld 6 m dik
Andere	

4.2.20 Formatie van Berchem

Zandtype	O
Granulometrie	Van { 0,125-0,400 } tot { 0,100-0,250 }
Lithologie	Zwartgroene, glauconietrijke, micahoudende, middelmatige zanden, met plaatselijk grovere zones
Glauconiet	Tot 60 % of meer
Dikte	10 tot 15 m
Andere	CaCO ₃ : ongeveer 0,1 %

4.2.21 Formatie van Diest

Zandtype	O
Granulometrie	Van { 0,125-0,800 } tot { 0,063-0,200 }
Lithologie	Donkergroene tot limonietbruine, meestal grofkorrelige zanden. Zeer glauconietrijk. Ietwat fijnere en micahoudende horizonten komen voor. Gekruiste gelaagd-heden zijn zeer frequent aanwezig. Door ververing meestal roestig geoxideerd, vooral in ontsluiting, en veelvuldig aaneengekit tot ijzerzandsteenbanken. Aan de basis komt een donkere glauconiet- en micarijke, kalkhoudende, fijnkorrelige variëteit voor: <i>Lid van Dessel</i> .
Glauconiet	Tot 70 %, gemiddeld rond de 50 %
Dikte	Dikte varieert omdat het een geulopvulling betreft: maximaal tot 90 m.
Andere	CaCO ₃ : < 0,2 %

4.2.22 Formatie van Kattendijk

Zandtype	O
Granulometrie	{ 0,100-0,315 }
Lithologie	Groengrijs, glauconietrijk, kleilig zand. Licht tot sterk kalkhoudend met enkele groene kleilaagjes. Kan ook schelpen bevatten.
Glauconiet	Tot 40 %
Dikte	Tot 10 m
Andere	

4.2.23 Formatie van Kasterlee

Zandtype	O
Granulometrie	{ 0,080-0,315 }
Lithologie	Bleekgroene tot bruine , kleihoudende, fijne zanden, met mica en licht glauconiethoudend.
Glauconiet	Tot 5 %
Dikte	Tot 12 m
Andere	

4.2.24 Formatie van Lillo

Zandtype	O
Granulometrie	Van { 0,160-1,000 } tot { 0,125-0,500 }
Lithologie	Groene tot grijsbruine , glauconiethoudende, fijne zanden met een wisselend kleigehalte en enkele lagen rijk aan schelpengruis.
Glauconiet	Tot 50 %
Dikte	Maximaal 20 m
Andere	CaCO ₃ : < 0,1 %

4.2.25 Formatie van Mol

Zandtype	AB(C)
Granulometrie	Van { 0,160-0,800 } tot { 0,100-0,315 }
Lithologie	Witgrijze, middelmatig tot grove zanden. Lensvormig zandlichaam, afgezet in een estuarien milieu. Slechts sporadisch glauconiet- en micahoudend. Lokale uitloging door zuren, afkomstig uit lignietlagen deed de kwartzanden ontstaan die waardevol zijn voor de glasindustrie.
Glauconiet	
Dikte	Tot 15 m
Andere	

4.2.26 Formatie van Lommel

Zandtype	AB tot BC
Granulometrie	Van { 0,200-0,800 } tot { 0,100-0,315 }
Lithologie	Helder gekleurd, grof tot zeer grof zand. Verspreide keien komen vaak voor.
Glauconiet	
Dikte	Gemiddeld 8 m
Andere	

4.2.27 Formatie van Winterslag

Zandtype	A
Granulometrie	Van { 0,200-0,800 } tot { 0,080-0,400 }
Lithologie	Grindrijk, grof tot zeer grof zand Bovenop dit zand van Winterslag werd het grind van Zutendaal afgezet: de grindfractie wordt nog belangrijker, met zeer grof zand als bijmenging.
Glaucaniet	
Dikte	?
Andere	

4.2.28 Formatie van Bocholt

Zandtype	Van A tot D (O)
Granulometrie	Van { 0,160-1,250 } tot { 0-0,315 } Tot 20 % silt en klei
Lithologie	Slecht gesorteerd, afwisselend zand, van fijn tot zeer grof. Soms glauconiethoudend. Er komen ook dunne grindhorizonten voor.
Glaucaniet	?
Dikte	?
Andere	

4.2.29 Formatie van Brasschaat

Zandtype	O
Granulometrie	Van { 0-0,250 } tot { 0-0,200 } 10 tot 25 % silt en klei
Lithologie	Witgrijze, middelmatig fijne zanden. Glaucaniet- en micahoudend. Matige bijmenging van bruine silt en grijze klei.
Glaucaniet	2 tot 15 %
Dikte	Tot 15 m
Andere	CaCO ₃ : < 2 %

4.2.30 Zand uit de Vlaamse vallei en de Kustvlakte

Zandtype	O
Granulometrie	Van { 0,125-0,630 } tot { 0-0,200 }
Lithologie	Sterk afwisselende samenstelling: van middelmatig tot fijn zand. Variërend gehalte aan silt en klei. Dunne kleilagen mogelijk. Glauconietgehalte meestal laag. In sommige delen van de Vlaamse vallei werd zelfs grof zand afgezet.
Glauconiet	Van 0 tot 15 %
Dikte	Maximaal 20 m
Andere	CaCO ₃ : < 3 %



ZANDEN UIT ONTGINNINGEN  5



In dit hoofdstuk worden de diverse eigenschappen opgesomd van de zanden zoals die uit de ontginningsgebieden gewonnen werden die in 1995 actief waren.

De monsternummers zijn tegelijkertijd de nummers van de ontginningsgebieden, zoals die gehanteerd worden in de inventaris die bij ANRE in gebruik is. Hierin is de naam van de respectievelijke provincie verwerkt, evenals het volgnummer dat bij elke provincie hoort.

Een aantal van de ontginningsnummers wordt door een extra letter gevolgd. Die letters werden toegevoegd omdat in sommige ontginningsgebieden:

- meer dan een ontginner aan het werk is en in elk van de groeven een monster genomen werd.
- in andere gevallen duiden deze letters op het voorkomen van meer dan een geologische formatie of lid binnen eenzelfde groeve, of twee lagen met verschillende granulometrie, waarbij elk van deze onderdelen afzonderlijk bemonsterd werden.

5.1 Stratigrafische situering

Aansluitend op de tabellen in het vorige hoofdstuk is dit de uitgelezen plaats om de ontginningen in hun respectievelijke geologische kaders te plaatsen.

Sommige monsternummers staan voor een som van twee geologische formaties of leden. Dit is het geval bij sommige natte ontginningen waar

zanden uit twee verschillende lagen tegelijkertijd en geheel door elkaar gemengd in een enkele operatie worden opgehaald. Hierbij is het dus onmogelijk geworden om de eigenschappen van het gewonnen zand met één bepaalde geologische eenheid te verbinden.

Deze situeringen zijn in tabel 5.1 samengevat.

NUMMER	FORMATIE of LID
ANT42-A	Brasschaat + Lillo
ANT42-B	Brasschaat + Lillo
BRA04	Brussel
BRA12-F	Vlaamse vallei
BRA12-G	Vlaamse vallei
BRA13-B	Brussel
BRA13-L	Lede
BRA14	Brussel
BRA16	Brussel
BRA17	Brussel
BRA19	Brussel
BRA21	Brussel
BRA22	Brussel
BRA26-B	Berg
BRA26-K	Kerkom
BRA28	Neerrepen
BRA31	Bolderberg
BRA33	Kerkom
BRA35	Neerrepen
LIM08	Lommel + Mol
LIM10	Lommel + Mol
LIM11	Lommel
LIM13	Bocholt
LIM14	Bocholt
LIM16-G	Lommel

NUMMER	FORMATIE of LID
LIM16-J	Lommel
LIM17-W	Winterslag
LIM17-V	Winterslag
LIM22	Kasterlee
LIM26	Houthalen + Genk
LIM29	Winterslag
LIM34	Bolderberg
LIM38-H	Zutendaal
LIM38-L	Zutendaal
LIM71	Neerrepen
LIM72	Neerrepen
OVL06-V	Vlierzele
OVL06-K	Vlaamse vallei
OVL07	Vlierzele
OVL22	Lede
OVL23	Vlierzele
OVL35	Vlaamse vallei
OVL40	Vlaamse vallei
OVL41	Vlaamse vallei
OVL51	Vlaamse vallei+Vlierzele
OVL57	Vlierzele
OVL77	Vlaamse vallei
WVL01	Kustvlakte
WVL20	Kustvlakte
WVL31	Kustvlakte

Tabel 5.1

5.2 Granulometrie

In afbeelding 3.2 wordt onderscheid gemaakt tussen grof, middelmatig en fijn zand. Dit schema is overeenkomstig de NBN-normen slechts van toepassing op dat deel van het zand dat fijner is dan 2 mm en grover dan 0,063 mm. In de technische wereld van beton en mortel wordt de term zand inderdaad uitsluitend voorbehouden voor korrelgroottes tussen deze twee grenzen. Een engere betekenis dus. Wat grover is, noemen deze technici *grof granulaat*, wat fijner is heet dan *filler*.

Toch kan de classificatie van dit schema hier ook ten indicatieve titel voor de karakterisatie van natuurlijke zanden aangewend worden. Daarmee bedoelen we hier het gehele zand, met een bredere granulometrie (grof granulaat en filler inbegrepen).

Omdat in de natuur nog fijnere zanden voorkomen dan de zanden die voor bouwtoepassingen geschikt zijn, werd voor dit doel nog een extra zandklasse toegevoegd: *zeer fijn*. In deze context kan die zandklasse eigenlijk als te fijnbeschouwd worden en slechts als ophoogzand gebruikt worden.

De verspreiding van de vier kwalitatieve zandklassen in ontginningen is in afbeelding 5.1 in kaart gebracht.

De cijfermatige granulometrische gegevens zijn in tabel 5.2 samengevat. In bouwtechnische toepas-

singen wordt overeenkomstig de normstellingen uitsluitend met de granulometrische gegevens van de fractie tussen 2 mm en 0,080 mm gewerkt. Daarom worden de cumulatieve krommen betreffende de zanden in natuurlijke staat hier niet weergegeven.

Tabel 5.3 bevat de lijst van een aantal granulometrische parameters die een beeld geven van de fijn- of grofheid van deze zanden, in natuurlijke staat.

Volgens de NBN-specificaties (tabel 3.2) mag het gehalte aan deeltjes, fijner dan 0,080 mm maximaal 20 % bedragen. Getallen die deze grens overschrijden werden in het rood afgedrukt. Voor de andere parameters werden geen overschrijdingen, vastgesteld.

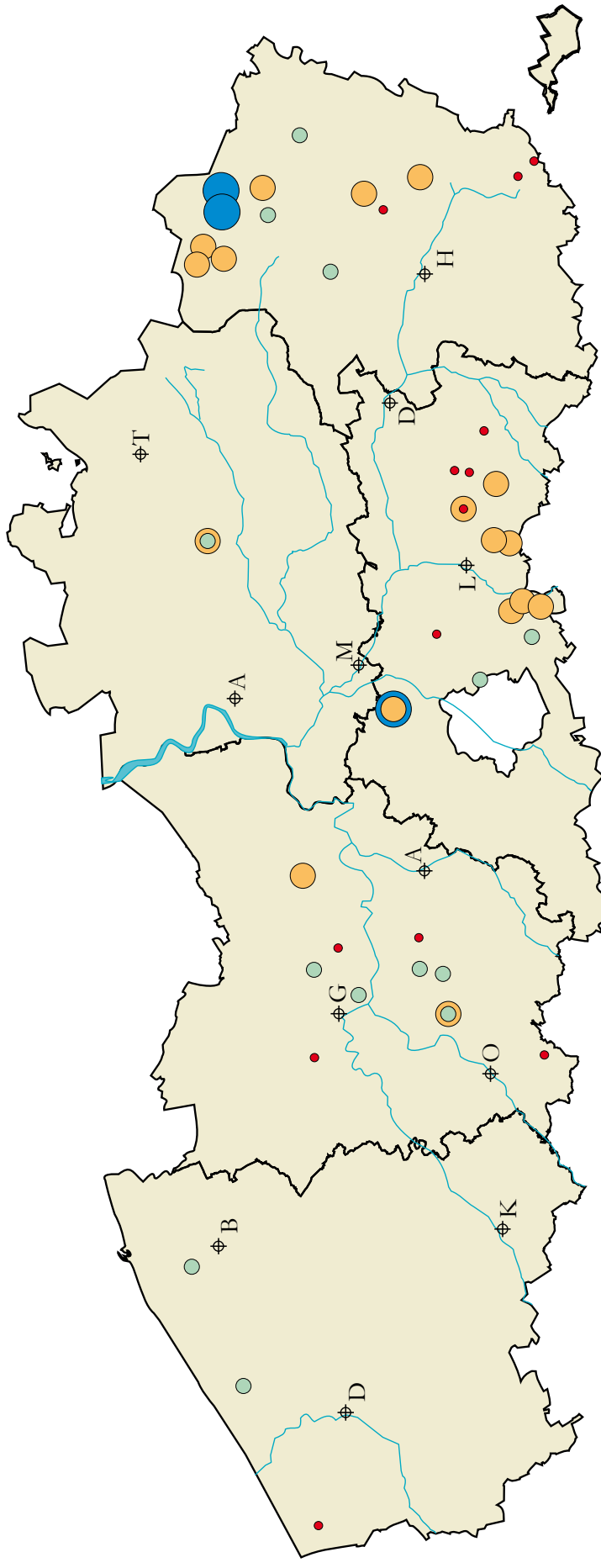
5.3 Chemische en mineralogische samenstelling

Het meest gevraagde mineralogische kenmerk van een zand is wel zijn glauconietgehalte. De geografische variabiliteit daarvan is grafisch weergegeven in afbeelding 5.2. Het cijfermateriaal daarover staat in tabel 5.4 vermeld.

Overeenkomstig de NBN-specificaties (tabel 3.2) mag het glauconietgehalte maximaal 5 % bedragen. Getallen die deze limiet overschrijden, werden in vet en kleur afgedrukt.



Zeer fijn zand van het Lid van Neerrepen. Vindplaats: Kesselberg, Leuven.
Goede sortering: vrij uniforme korrelgrootte.



Afb. 5.1 ZANDKLASSEN
Gehele (natuurlijke) zanden

- zeer fijn
- fijn
- middelmatig
- grof

Bron : A.N.R.E.

nummer	Granulometrie, in mm										Doorval in %					
	10,00	5,000	4,000	2,500	2,000	1,250	1,000	0,630	0,500	0,315	0,250	0,160	0,125	0,080		
ANT42-A	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,71		82,43		24,20		1,88			
ANT42-B	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	99,83		91,78		46,67		3,32			
BRA04	100,00	99,39		99,38		99,28	99,13		98,65		71,34		20,53			
BRA12-F	100,00	98,78		98,53		98,17	96,38		69,59		19,11		3,64			
BRA12-G	100,00	100,00		99,09		95,60	78,91		35,06		6,88		0,77			
BRA13-B	100,00	100,00		99,98		99,91	99,46		98,80		21,87		7,17			
BRA13-L	100,00	100,00		99,78		99,70	99,56		96,94		34,42		15,72			
BRA14	100,00	99,88		99,65		99,53	99,38		98,93		20,49		5,23			
BRA16	100,00	100,00		99,65		99,47	98,45		91,96		19,04		5,90			
BRA17	100,00	100,00		99,94		99,90	99,44		90,31		10,94		2,50			
BRA19	100,00	100,00		99,97		99,91	99,83		97,68		10,69		3,69			
BRA21	100,00	99,81		99,65		99,56	99,45		82,35		35,66		5,63			
BRA22	100,00	96,26		95,89		95,72	95,26		75,21		38,53		5,88			
BRA26-B	100,00	100,00		100,00		99,91	99,55		97,82		83,96		5,77			
BRA26-K	100,00	100,00		100,00		99,95	96,78		76,41		15,75		0,55			
BRA28	100,00	100,00		100,00		99,98	99,89		99,66		85,30		2,54			
BRA31	100,00	100,00		100,00		100,00	99,92		99,62		91,73		5,69			
BRA33	100,00	100,00		99,96		99,31	92,56		44,04		6,83		0,37			
BRA35	100,00	100,00		99,96		99,93	99,87		99,66		96,24		24,06			
LIM08	100,00	100,00		100,00		99,86	99,53		84,15		5,59		0,67			
LIM10	100,00	100,00		99,72		98,07	89,46		50,46		3,84		2,24			
LIM11	100,00	100,00		99,99		99,48	96,53		75,33		9,25		2,23			
LIM13	100,00	99,40		96,39		89,28	70,54		37,57		6,33		1,85			
LIM14	100,00	98,01		96,54		92,29	76,37		41,95		6,68		2,50			

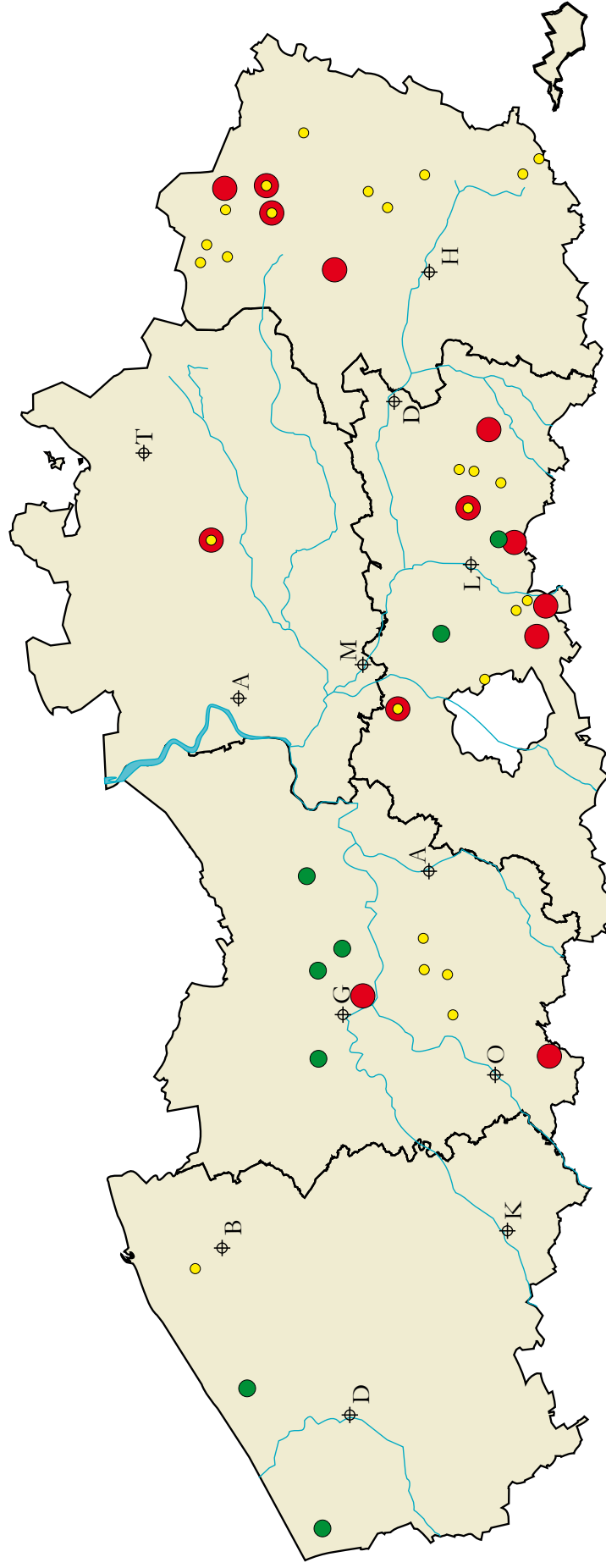
Tabel 5.2 NATUURLIJKE ZANDEN

nummer	Granulometrie, in mm										Doorval in %						
	10,00	5,000	4,000	2,500	2,000	1,250	1,000	0,630	0,500	0,315	0,250	0,160	0,125	0,080			
LIM16-G	100,00	100,00		99,71		99,45		99,18	98,75			35,98		10,29			
LIM16-J	100,00	100,00		99,95		99,73		98,25	90,28			42,51		2,91			
LIM17-W	100,00	100,00		99,86		97,57		91,53	63,95			7,05		0,84			
LIM17-V	100,00	99,69		98,04		95,59		88,50	46,82			7,87		3,17			
LIM22	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	98,90			66,13		3,05			
LIM26	100,00	100,00		100,00		100,00		100,00	99,61			63,64		15,02			
LIM29	100,00	94,43		92,55		89,96		84,75	48,94			4,81		1,21			
LIM34	100,00	100,00		99,64		99,41		98,76	93,59			72,43		11,90			
LIM38-H	100,00	100,00		100,00		99,66		99,62	92,49			2,57		0,06			
LIM38-L	100,00	99,70		99,08		98,74		98,45	89,10			11,94		0,20			
LIM71	100,00	100,00		100,00		100,00		99,88	99,68			95,90		18,63			
LIM72	100,00	100,00		99,98		99,92		99,81	99,64			98,44		26,22			
OVL06-V	100,00	100,00		99,98		99,94		99,70	94,53			34,74		7,00			
OVL06-K	100,00	100,00		100,00		99,99		99,95	98,78			11,96		0,50			
OVL07	100,00	100,00		99,97		99,89		99,07	97,59			86,63		7,21			
OVL22	100,00	100,00		99,94		99,79		99,63	98,26			29,61		0,76			
OVL23	100,00	100,00		99,98		99,95		99,83	99,32			75,94		6,99			
OVL35			100,00		99,44		99,11		98,85	96,48		56,77		22,72			
OVL40			100,00		99,80		99,65		99,38	91,72		29,10		5,55			
OVL41			100,00		99,97		99,86		99,56	96,64		41,13		11,40			
OVL51			100,00		99,56		99,05		98,41	87,64		26,92		3,81			
OVL57	100,00	100,00		100,00		99,99		99,95	98,78			11,96		0,50			
OVL77			100,00		96,82		95,12		86,32	53,61		17,00		6,04			
WVL01	100,00	100,00		99,94		99,82		99,50	94,52			28,97		3,63			
WVL20	100,00	100,00		100,00		100,00		99,97	99,75			89,37		16,09			
WVL31	100,00	100,00		99,88		99,78		99,67	99,07			34,80		0,70			

Tabel 5.2 NATUURLIJKE ZANDEN (vervolg)

nummer	> 2 mm %	< 0,080 mm %	Korrelmaat 0/D	Mediaan mm	Sorterings- graad (P75/P25)1/2	Fijnheids- modulus
ANT42-A	0,0	1,88	0/0,5	0,222	1,351	0,94
ANT42-B	0,0	3,32	0/0,5	0,167	1,473	0,62
BRA04	0,7	20,53	0/0,25	0,118	1,431	0,32
BRA12-F	0,7	3,64	0/1	0,241	1,461	1,18
BRA12-G	1,5	0,77	0/2	0,403	1,565	0,46
BRA13-B	0,2	7,17	0/0,5	0,205	1,239	0,80
BRA13-L	0,2	15,72	0/0,5	0,189	1,488	0,70
BRA14	0,4	5,23	0/0,5	0,217	1,247	0,82
BRA16	0,4	5,90	0/0,5	0,213	1,265	0,91
BRA17	0,1	2,50	0/0,5	0,223	1,244	0,99
BRA19	0,0	3,69	0/0,5	0,216	1,220	0,92
BRA21	0,4	5,63	0/0,5	0,196	1,517	0,83
BRA22	0,2	5,88	0/4	0,197	1,622	0,99
BRA26-B	0,0	5,77	0/0,25	0,117	1,225	0,19
BRA26-K	0,0	0,55	0/1	0,234	1,338	1,11
BRA28	0,0	2,54	0/0,25	0,118	1,260	0,15
BRA31	0,0	5,69	0/0,25	0,113	1,218	0,09
BRA33	0,1	0,37	0/1	0,345	1,470	1,57
BRA35	0,0	24,06	0/0,25	0,101	1,267	0,04
LIM08	0,0	0,67	0/0,5	0,235	1,243	0,67
LIM10	1,1	2,24	0/1	0,312	1,495	1,58
LIM11	0,3	2,23	0/1	0,242	1,294	1,19
LIM13	5,5	1,85	0/4	0,413	1,745	2,00
LIM14	4,5	2,50	0/4	0,372	1,653	1,88
LIM16-G	0,3	10,29	0/0,5	0,186	1,438	0,67
LIM16-J	0,1	2,91	0/0,5	0,176	1,462	0,69
LIM17-W	0,5	0,84	0/1	0,267	1,455	1,40
LIM17-V	2,5	3,17	0/2	0,336	1,525	1,63
LIM22	0,0	3,05	0/0,25	0,133	1,375	0,35
LIM26	0,0	15,02	0/0,25	0,131	1,436	0,37
LIM29	8,0	1,21	0/4	0,324	1,586	1,85
LIM34	0,5	11,90	0/0,5	0,123	1,342	0,36
LIM38-H	0,1	0,06	0/0,5	0,228	1,205	1,06
LIM38-L	1,0	0,20	0/0,5	0,223	1,245	1,03
LIM71	0,0	18,63	0/0,25	0,105	1,246	0,05
LIM72	0,0	26,22	0/0,25	0,100	1,250	0,02
OVL06-V	0,0	7,00	0/0,5	0,189	1,420	0,71
OVL06-K	0,0	0,50	0/0,5	0,214	1,221	0,89
OVL07	0,0	7,21	0/0,5	0,117	1,231	0,17
OVL22	0,1	0,76	0/0,5	0,195	1,327	0,73
OVL23	0,0	6,99	0/0,25	0,123	1,322	0,25
OVL35	0,5	22,72	0/0,5	0,114	1,423	
OVL40	0,2	5,55	0/0,5	0,160	1,340	
OVL41	0,0	11,40	0/0,25	0,142	1,407	
OVL51	0,4	3,81	0/0,5	0,163	1,351	
OVL57	0,0	0,50	0/0,5	0,214	1,224	0,89
OVL77	3,2	6,04	0/4	0,234	1,637	
WVL01	0,1	3,63	0/0,5	0,198	1,355	0,77
WVL20	0,0	16,09	0/0,25	0,109	1,259	0,11
WVL31	0,1	0,70	0/0,5	0,186	1,365	0,67

Tabel 5.3 GRANULOMETRISCHE PARAMETERS



Afb. 5.2 GLAUCONIEGEGHALTEN

- afwezig
- >0 en <=5%
- > 5%



Bron : A.N.R.E.

nummer	Mineralogie, in vol.%			Aard van deeltjes <63 µm	CaCO3 %	Organisch mat. %
	Glauconiet	Mica	oxiden/ klei			
ANT42-A	0,0	4,3	0,0	veel klei en oxiden met glauconiet en kwarts	0	< 0,1
ANT42-B	6,1	0,0	0,0	veel klei en oxiden met glauconiet en kwarts	< 0,1	0
BRA04	2,0	0,0	0,0	veel calciet met glauconiet en kwarts	7,65	0
BRA12-F	8,3	0,0	0,0	kwarts, calciet, glauconiet en chert	0,43	0
BRA12-G	0,0	0,0	4,2	kwarts, ijzeroxiden, chert en glauconiet	0	0
BRA13-B	0,0	0,0	7,7	veel calciet met kwarts en glauconiet (of oxiden)	3,01	0
BRA13-L	0,0	0,0	9,2	veel calciet met glauconiet en kwarts	4,25	0
BRA14	6,4	0,0	0,0	veel glauconiet, kwarts en calciet	0	0
BRA16	23,2	0,0	0,0	veel glauconiet, calciet, kwarts en klei	1,18	0
BRA17	4,6	0,0	0,0	veel glauconiet met kwarts	0	0
BRA19	0,0	3,5	0,0	veel glauconiet met calciet en kwarts	1,29	0
BRA21	7,1	0,0	9,8	veel glauconiet met kwarts en calciet	0	0
BRA22	0,0	0,0	1,0	glauconiet, klei en kwarts	0	0
BRA26-B	6,2	0,0	0,9	veel klei met kwarts en calciet	0	0
BRA26-K	0,0	7,1	2,4	geen	0	< 0,01
BRA28	0,0	8,7	1,9	veel klei (of glauconiet) met kwarts	0	0
BRA31	0,0	0,0	7,8	veel klei met kwarts en glauconiet	0	0
BRA33	0,0	2,9	0,0	veel klei, kwarts, glauconiet en calciet	0	0
BRA35	21,1	6,6	0,0	veel klei, glauconiet, kwarts en calciet	0	0
LIM08	0,0	5,1	0,0	geen	0	0,4
LIM10	0,0	7,7	0,0	geen	0	0,1
LIM11	0,0	9,2	0,0	geen	0	0,1
LIM13	0,0	9,3	0,0	geen	< 0,1	0,2
LIM14	8,3	0,0	6,6	veel klei en oxiden met glauconiet en kwarts	0	0
LIM16-G	0,0	10,1	0,0	veel klei met calciet en kwarts	< 0,1	0,2
LIM16-J	11,3	4,3	0,0	veel glauconiet met calciet en klei	0	0,1

Tabel 5.4 MINERALOGISCHE EN CHEMISCHE SAMENSTELLING

nummer	Mineralogie, in vol. %			Aard van deeltjes <63 µm	CaCO3 %	Organisch mat. %
	Glauconiet	Mica	oxiden/ klei			
LIM17-W	0,0	5,3	0,0	geen	< 0,1	0,2
LIM17-V	8,5	4,1	0,0	veel klei en glauconiet met kwarts en muscoviet	0	0,2
LIM22	0,0	4,6	0,0	veel klei met calciet en kwarts	0	0
LIM26	24,9	2,8	6,6	veel klei met glauconiet en chert	0	0
LIM29	0,0	6,5	0,0	veel klei en oxiden met glauconiet, calciet en kwarts	0	0
LIM34	0,0	0,0	12,8	veel klei en oxiden	0	< 0,1
LIM38-H	0,0	3,7	0,0	geen	0	0,1
LIM38-L	0,0	4,2	0,0	geen	0	< 0,1
LIM71	0,0	7,1	33,7	veel klei en oxiden met calciet en weinig opaken	0	0
LIM72	0,0	14,7	0,0	veel klei en calciet met glauconiet	0	0
OVL06-V	0,0	0,0	12,1	veel glauconiet, weinig kwarts en klei	0	< 0,01
OVL06-K	0,0	0,0	14,9	veel glauconiet, weinig kwarts en calciet	0	0
OVL07	6,1	2,5	0,0	veel klei, weinig kwarts en glauconiet	0	0
OVL22	0,0	0,0	12,0	klei, glauconiet, kwarts en calciet	0	0
OVL23	0,0	3,3	40,7	veel glauconiet met kwarts en calciet	0	0
OVL35	1,5	0,0	0,0	kwarts en chert	2,4	0,76
OVL40	3,9	0,0	0,0	kwarts en chert, soms glauconiet en toermalijn	1,7	0,25
OVL41	2,1	0,0	0,0	kwarts en chert, soms chloriet en glauconiet	1,2	0,22
OVL51	14,5	0,0	0,0	kwarts en glauconiet, soms spheen	0,6	0
OVL57	0,0	0,0	9,7	klei, ijzeroxide, kwarts en calciet	0	0
OVL77	3,5	9,3	0,0	kwarts en chert	0,5	0
WVL01	2,2	0,0	0,0	veel calciet met glauconiet en kwarts	2,77	0,3
WVL20	1,6	0,0	0,7	veel calciet met glauconiet en kwarts	5,14	0
WVL31	0,0	0,0	0,0	veel calciet met glauconiet, muscoviet en kwarts	1,93	0,1

Tabel 5.4 MINERALOGISCHE EN CHEMISCHE SAMENSTELLING (vervolg)



TOEPASSINGEN  **6**

In dit hoofdstuk worden de eigenschappen van de uit zandgroeven gewonnen zanden aan de normen getoetst, zoals vermeld in het Typebestek 200 van de Vlaamse Gemeenschap.

Daarin worden de granulometrische kwaliteiten van een zand uitsluitend bekeken aan de hand van de fractie die zich tussen de grenzen 2 mm en 0,080 mm bevindt. De zandkorrels die daarbuiten vallen, worden daarbij niet in rekening genomen. De gegevens die daarmee gepaard gaan, zowel cijfermatige als grafische, vertonen daarom de eigenaardigheid dat bij de doorval bij 2 mm steeds 100 % genoteerd wordt en de doorval bij 0,080 mm steeds 0 % bedraagt.



6.1 Zeefproeven

De resultaten van de aldus verkregen zeefproeven zijn in tabel 6.1 samengevat. Alle monsternummers die meer dan 5 % glauconiet en/of meer dan 20 % deeltjes, fijner dan 0,080 bevatten werden hierin in het rood afgedrukt. Volgens de normen komen ze als dusdanig immers niet in aanmerking voor gebruik als bouwzanden.

De zandklassen grof, middelmatig en fijn waartoe de zanden in kwestie behoren, werden in deze tabel bepaald overeenkomstig de norm NBN B11-011, zoals het strikt hoort. Deze classificatie komt meestal, maar niet altijd, overeen met de kwalitatieve zandklassen, beschreven voor de gehele zanden, in natuurlijke staat. Bij een aantal monsters staat geen zandklasse vermeld. Het betreft hier zanden die zo fijn zijn dat ze geheel of gedeeltelijk buiten de zandklasse fijn vallen en dus niet in deze classificatie kunnen worden opgenomen.

De grafische weergave van de zeefproeven is in de reeks diagrammen, afbeelding 6.1, te zien. Uit deze lijst werden de zandmonsters met meer dan 5 % glauconiet erin, achterwege gelaten. Dit was omdat, zoals in volgende paragraaf nog zal worden vermeld, glauconiet niet via eenvoudige ingrepen uit het zand kan worden verwijderd en er dus vrijwel geen hoop is op kwaliteitsverbetering.

In elke figuur van deze reeks wordt de granulometrische kromme van een monster samen met de respectievelijke bijhorende zandklasse afgedrukt.

6.2 Toepassingen

De granulometrische en mineralogische eigenschappen van de zanden werden aan de normen van het Typebestek 200 getoetst met het oog op specifieke toepassingsmogelijkheden. De kritische kenmerken bleken steeds dezelfde te zijn: het inpassen van de granulometrische kromme in een van de drie zandklassen, de gehalten aan fractie fijner dan 0,080 mm, het glauconietgehalte.

De toetsingen worden in tabel 6.2 voorgesteld. Daarin staat groen voor positief. Monsters die meer dan 5 % glauconiet bevatten, werden om reeds aangehaalde redenen uit de lijst weggelaten. Zanden die nog fijner zijn dan de drie formele

zandklassen werden echter in de lijst behouden. Volgens de normering van het TB 200 worden die immers toegestaan bij gebruik als zand voor mager beton voor funderingen van gebouwen en kunstwerken.

Een flinke portie voorzichtigheid is bij de interpretatie van deze tabellen evenwel geboden. De onderzochte monsters zijn immers samengestelde monsters: ze bestaan uit de samenvoeging van een aantal deelmonsters, genomen uit diverse niveaus en plaatsen van de in de groeve ontsloten zanden. Detailgegevens van bepaalde niveaus gaan op deze wijze verloren. Voor bevestiging van de kenmerken van de zanden moeten meerdere monsters per groeve genomen worden.

Bovendien hebben wij bij deze oefening de discriminatie volgens de normen zeer strikt toegepast. Dit betekent dat erg nipte overschrijdingen van grenswaarden, of onderschrijdingen, bij nieuwe monsters eventueel kunnen vervallen, respectievelijk in overschrijdingen kunnen overgaan. Enige variabiliteit bij de discriminaties is dus mogelijk.

Buiten de zanden met een te hoog gehalte aan glauconiet, > 5 %, werden voor nog een klein aantal monsters geen toepassingsmogelijkheden gevonden. De redenen daarvoor luiden als volgt:

BRA04 : meer dan 20 % deeltjes <0,080 mm

LIM71 : granulometrie te fijn: enkel toepassing 13, echter > 7 % deeltjes <0,080 mm

LIM72 : meer dan 20 % deeltjes <0,080 mm

OVL35 : meer dan 20 % deeltjes <0,080 mm

OVL40 : glauconiet >0 %: enkel toepassing 1, maar dan granulometrie te fijn

OVL41 : glauconiet >0 %: enkel toepassing 1, maar dan > 7 % deeltjes <0,080 mm

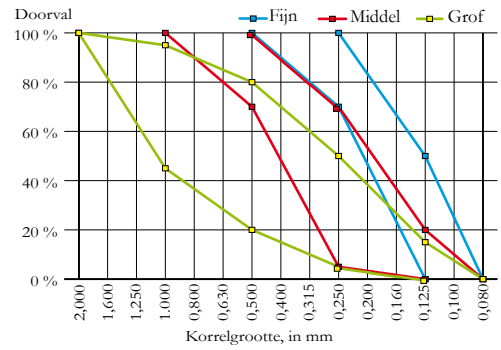
WVL01 : glauconiet >0 %: enkel toepassing 1, maar dan granulometrie te fijn

WVL20 : glauconiet >0 %: enkel toepassing 1, maar dan > 7 % deeltjes <0,080 mm

nummer	Fractie < 2 mm en > 0,080 mm						Zandklasse NBN B11-011
	2,000	1,000	0,500	0,250	0,125	0,080	
ANT42-A	100,00	99,97	98,81	53,36	7,28	0,00	Middelmatig
ANT42-B	100,00	99,96	99,41	76,94	13,00	0,00	Fijn
BRA04	100,00	99,78	99,67	97,73	25,65	0,00	Fijn
BRA12-F	100,00	99,49	98,15	45,08	7,40	0,00	Middelmatig
BRA12-G	100,00	93,76	67,59	20,86	2,77	0,00	Grof
BRA13-B	100,00	99,87	99,12	93,18	9,34	0,00	Fijn
BRA13-L	100,00	99,88	99,55	58,91	9,95	0,00	Middelmatig
BRA14	100,00	99,87	99,69	66,22	5,83	0,00	Middelmatig
BRA16	100,00	99,91	98,21	65,61	5,87	0,00	Middelmatig
BRA17	100,00	99,92	98,66	56,51	3,22	0,00	Middelmatig
BRA19	100,00	99,95	99,81	64,13	2,30	0,00	Middelmatig
BRA21	100,00	99,86	99,49	57,73	8,24	0,00	Middelmatig
BRA22	100,00	99,79	98,42	55,66	11,19	0,00	Middelmatig
BRA26-B	100,00	99,85	99,07	96,14	50,45	0,00	
BRA26-K	100,00	99,74	92,10	64,49	1,55	0,00	Middelmatig
BRA28	100,00	99,95	99,78	99,37	32,38	0,00	Fijn
BRA31	100,00	99,98	99,73	99,32	46,20	0,00	Fijn
BRA33	100,00	98,55	83,42	21,90	2,61	0,00	Middelmatig
BRA35	100,00	99,93	99,84	99,00	82,78	0,00	
LIM08	100,00	99,83	98,93	47,75	0,96	0,00	Middelmatig
LIM10	100,00	97,06	81,14	20,49	0,25	0,00	Middelmatig
LIM11	100,00	98,96	93,79	45,45	0,70	0,00	Middelmatig
LIM13	100,00	88,92	62,24	22,84	1,28	0,00	Grof
LIM14	100,00	91,76	67,39	25,46	1,16	0,00	Grof
LIM16-G	100,00	99,71	99,47	97,16	4,34	0,00	Fijn
LIM16-J	100,00	99,57	96,69	84,80	5,25	0,00	Fijn
LIM17-V	100,00	96,63	83,70	24,35	1,29	0,00	Middelmatig
LIM17-W	100,00	96,90	86,27	40,37	1,40	0,00	Middelmatig
LIM22	100,00	100,00	99,50	97,32	12,67	0,00	Fijn
LIM26	100,00	100,00	99,87	98,02	12,04	0,00	Fijn
LIM29	100,00	96,89	85,25	25,61	1,50	0,00	Middelmatig
LIM34	100,00	99,74	98,12	87,90	39,12	0,00	Fijn
LIM38-H	100,00	99,65	99,58	47,13	0,26	0,00	Middelmatig
LIM38-L	100,00	99,70	99,26	66,97	1,58	0,00	Middelmatig
LIM71	100,00	99,94	99,74	99,41	77,61	0,00	
LIM72	100,00	99,92	99,73	99,46	87,40	0,00	
OVL06-K	100,00	99,98	99,79	76,41	2,83	0,00	Fijn
OVL06-V	100,00	99,94	99,25	83,56	11,26	0,00	Fijn
OVL07	100,00	99,81	98,01	97,05	81,60	0,00	
OVL22	100,00	99,87	99,69	86,00	8,37	0,00	Fijn
OVL23	100,00	99,96	99,72	98,40	23,75	0,00	Fijn
OVL35	100,00	99,57	99,23	96,14	44,38	0,00	Fijn
OVL40	100,00	99,84	99,55	91,43	24,99	0,00	Fijn
OVL41	100,00	99,88	99,54	96,24	33,57	0,00	Fijn
OVL51	100,00	99,47	98,80	87,55	24,14	0,00	Fijn
OVL57	100,00	99,98	99,79	76,41	2,83	0,00	Fijn
OVL77	100,00	98,13	88,43	52,40	12,07	0,00	Middelmatig
WVL01	100,00	99,82	99,30	80,09	8,82	0,00	Fijn
WVL20	100,00	100,00	99,94	98,80	52,13	0,00	
WVL31	100,00	99,88	99,75	94,83	8,87	0,00	Fijn

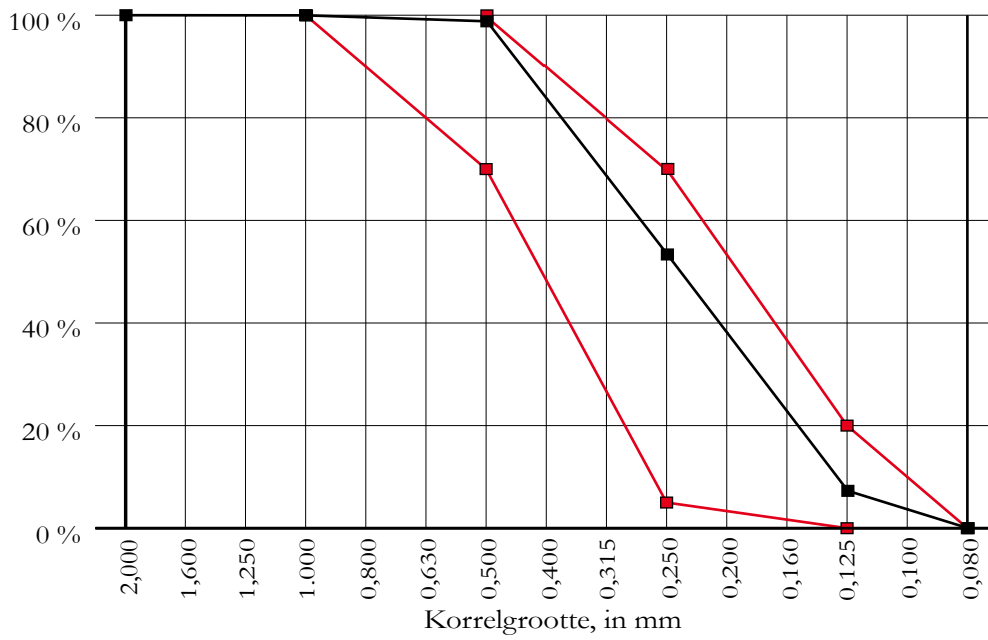
Tabel 6.1 GRANULOMETRIE

ZANDKLASSEN

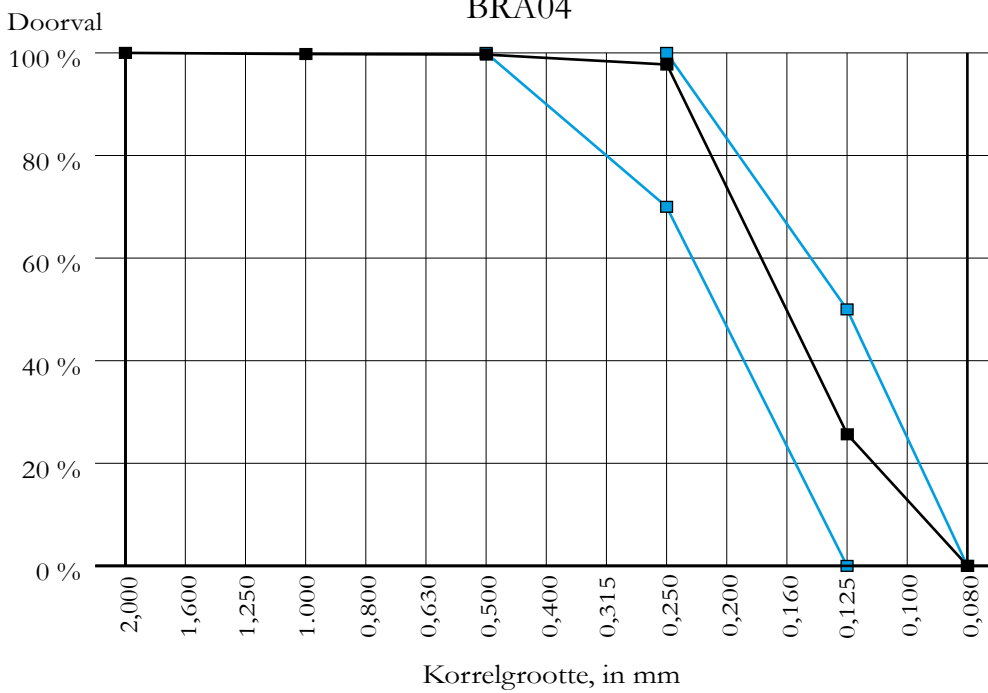


Doorval

ANT42-A

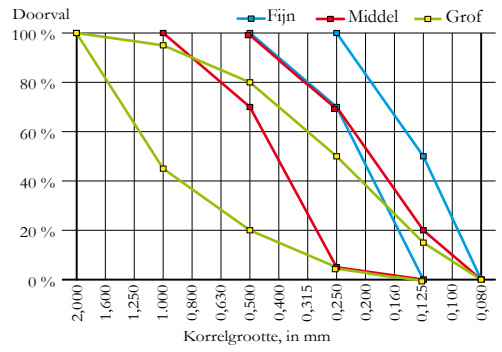


BRA04



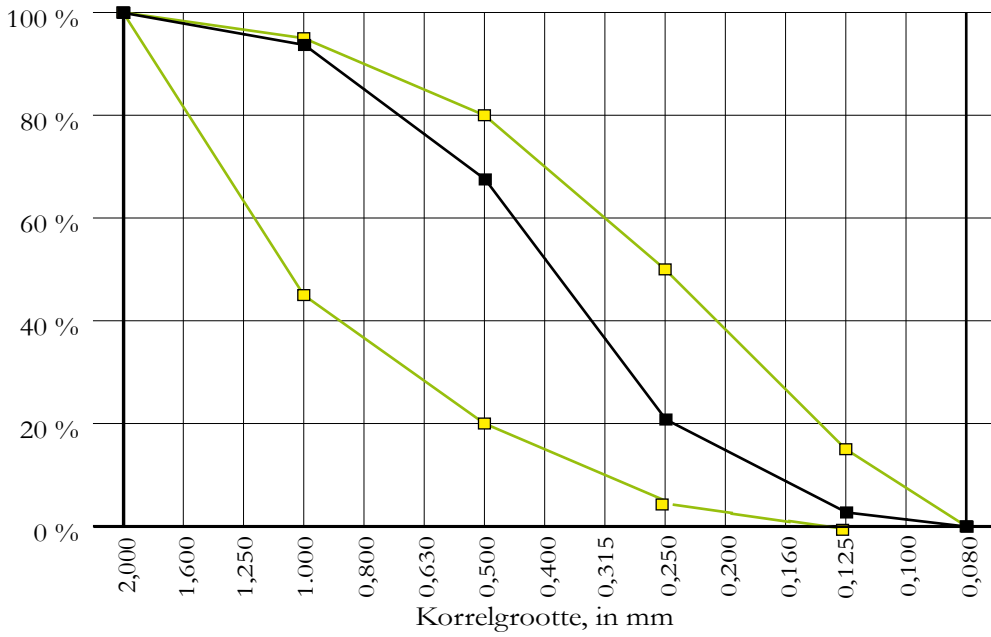
afbeelding 6.1

ZANDKLASSEN

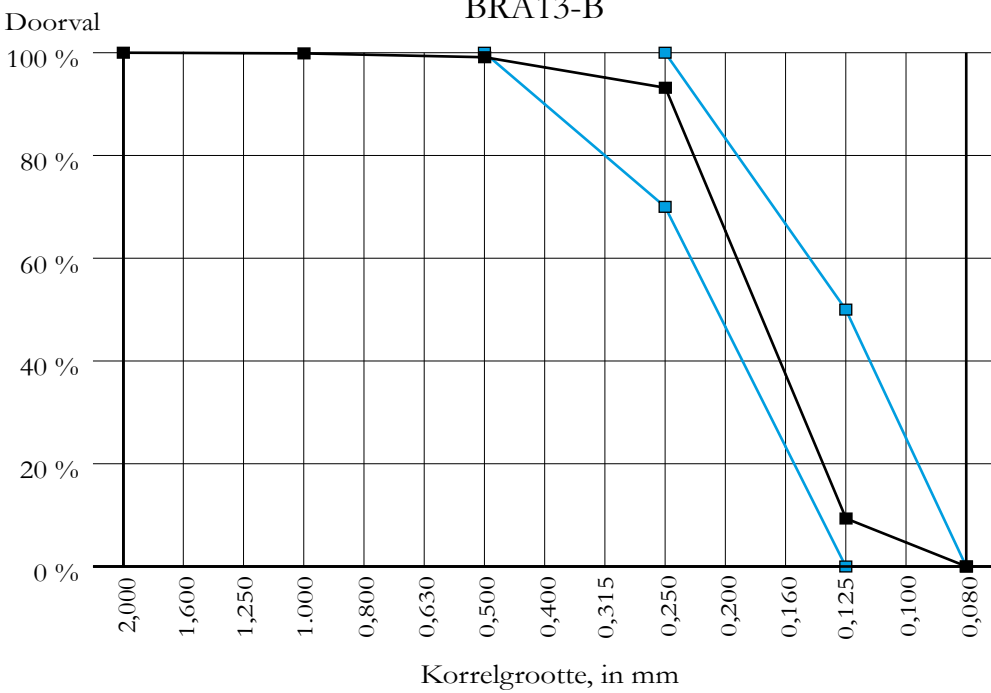


Doorval

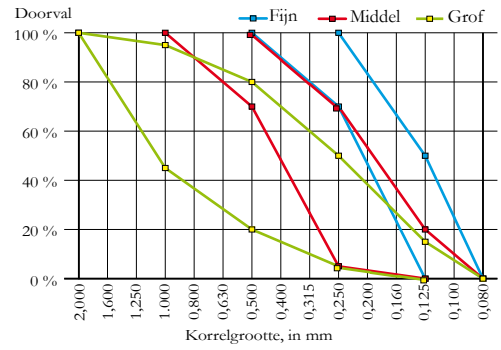
BRA12-G



BRA13-B

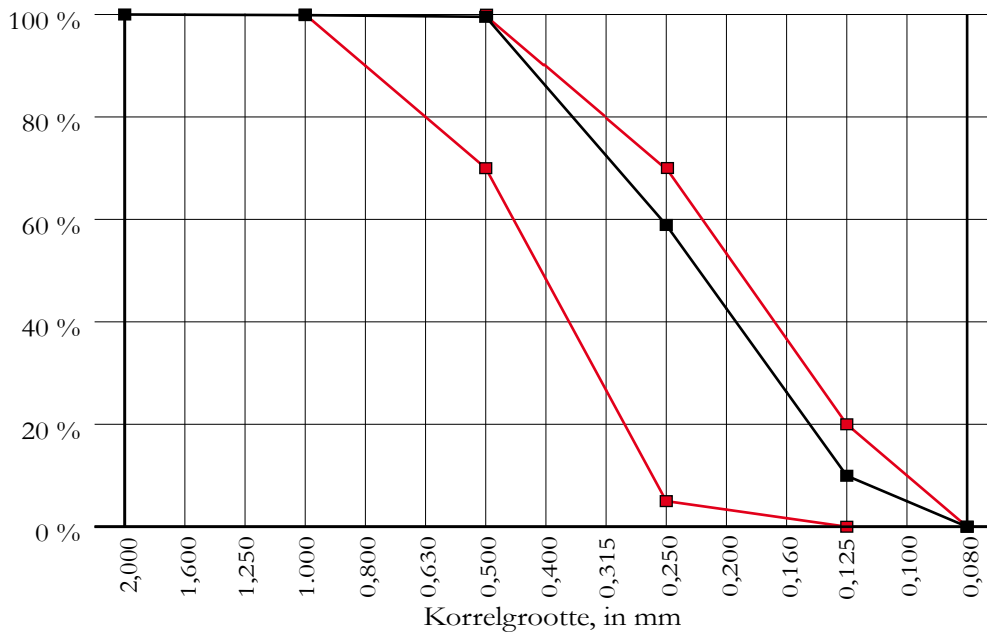


ZANDKLASSEN



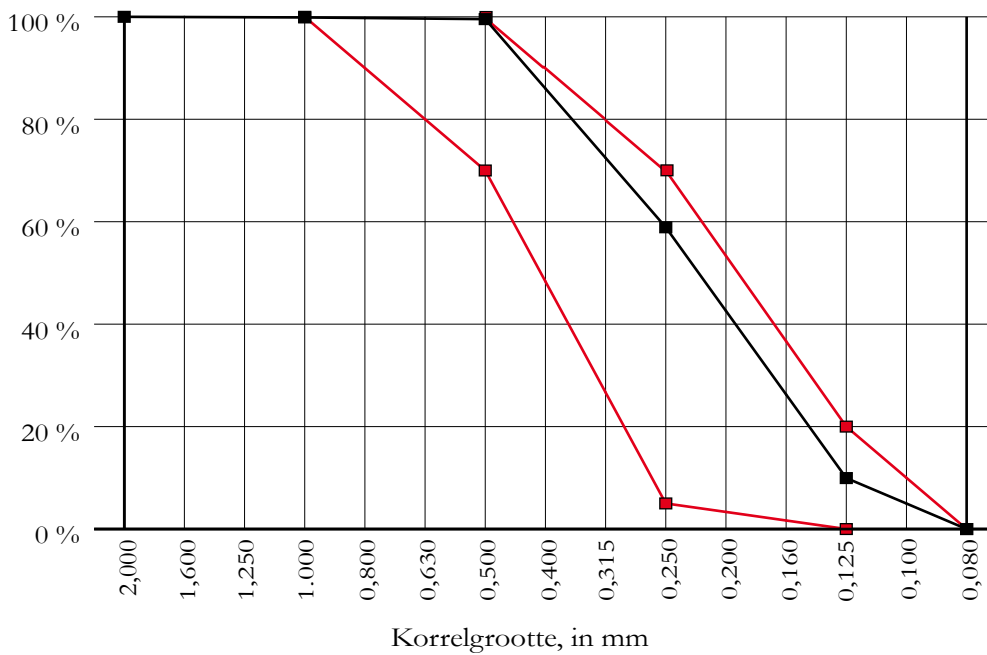
Doorval

BRA13-L

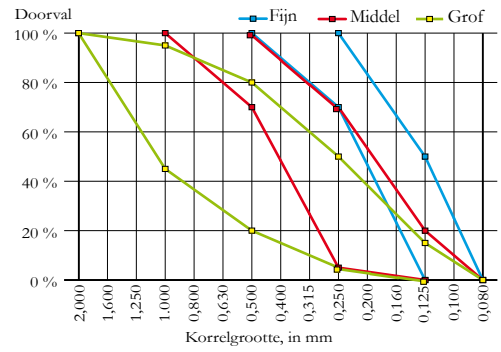


Doorval

BRA17

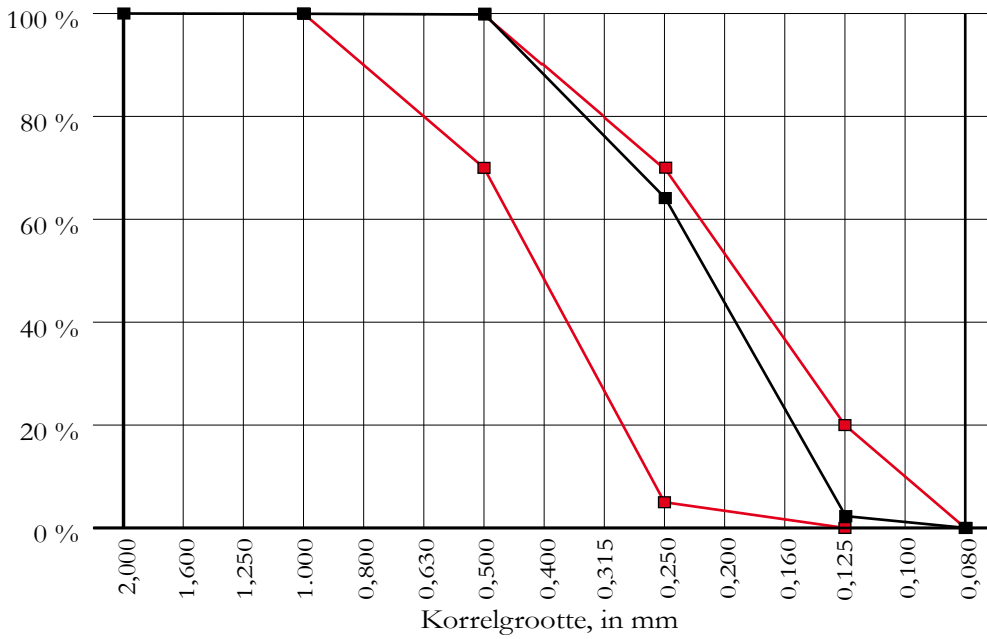


ZANDKLASSEN



Doorval

BRA19

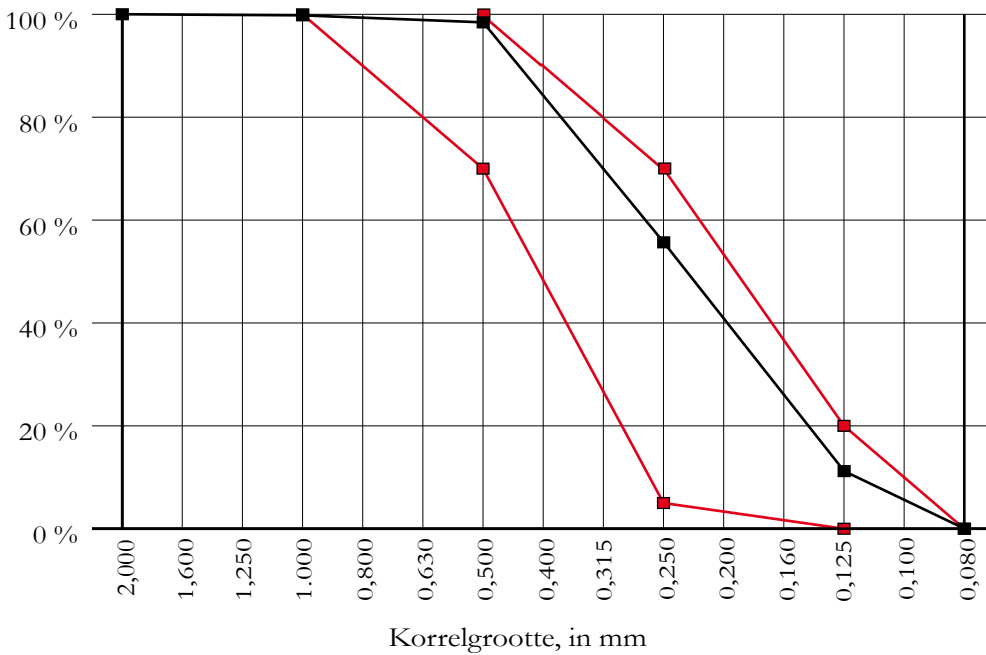


92

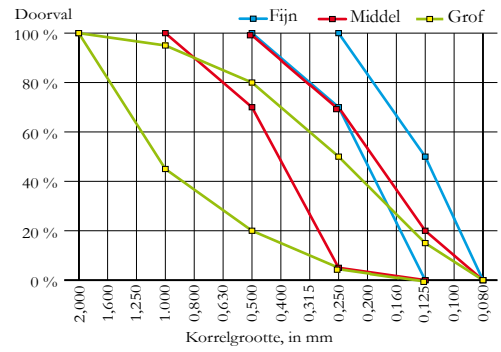
TOEPASSINGEN

BRA22

Doorval

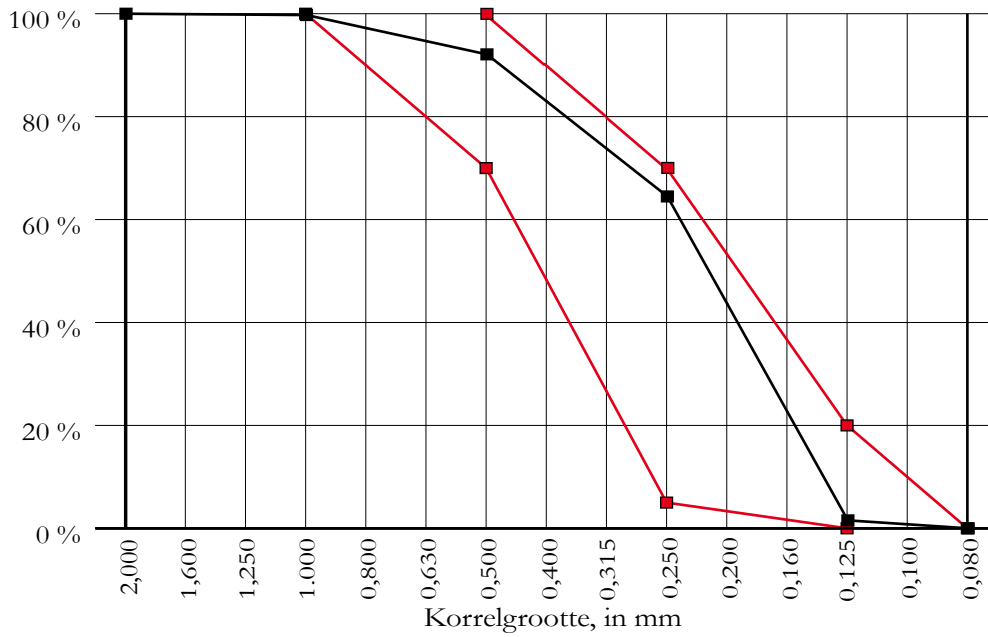


ZANDKLASSEN

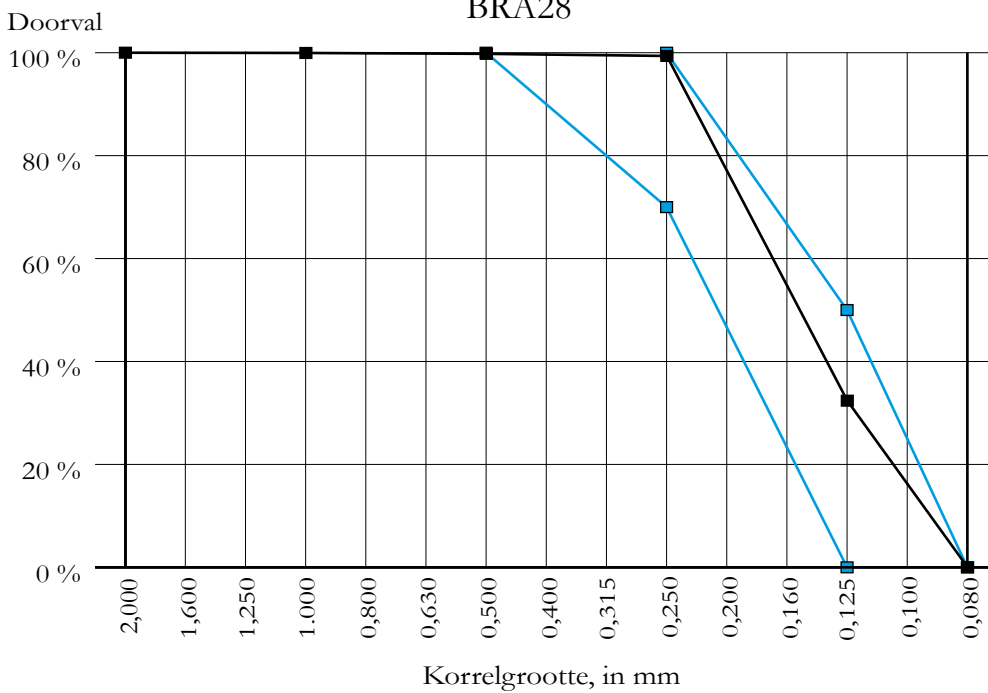


Doorval

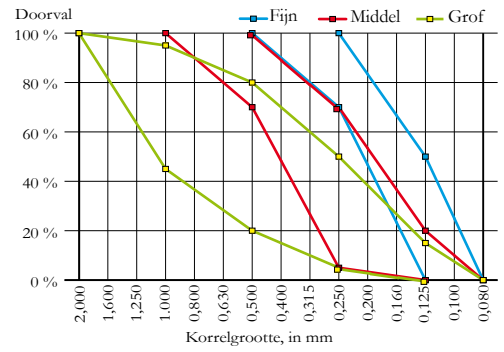
BRA26-K



BRA28

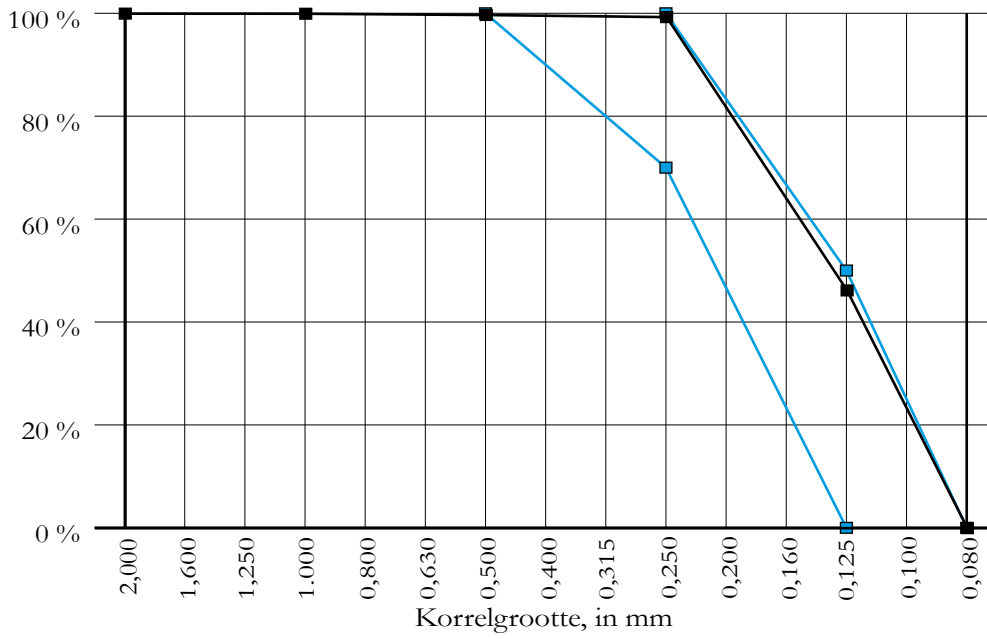


ZANDKLASSEN

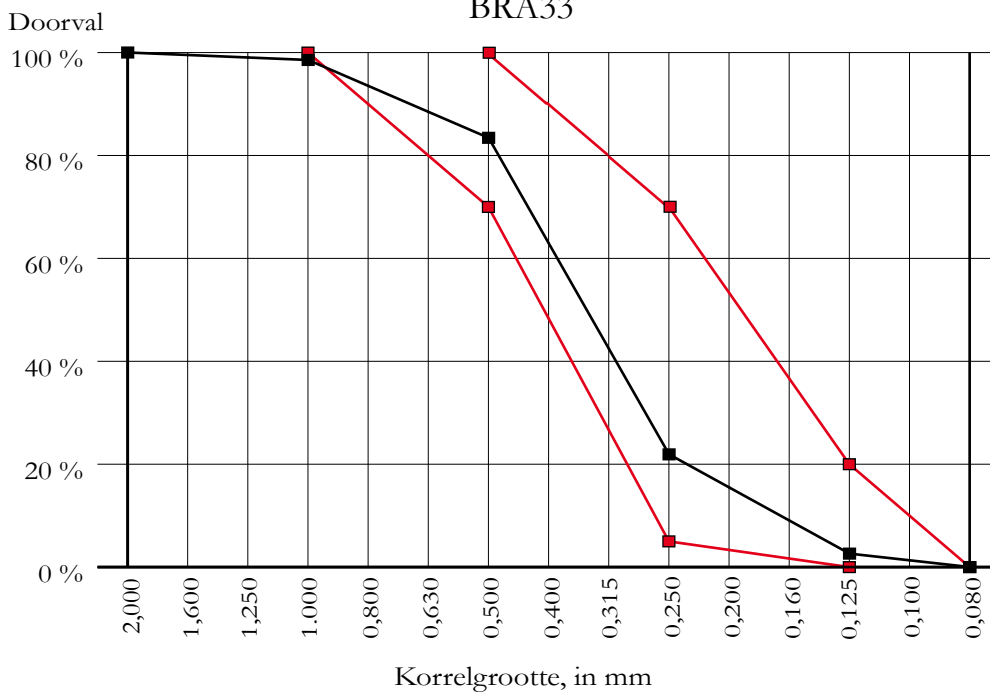


Doorval

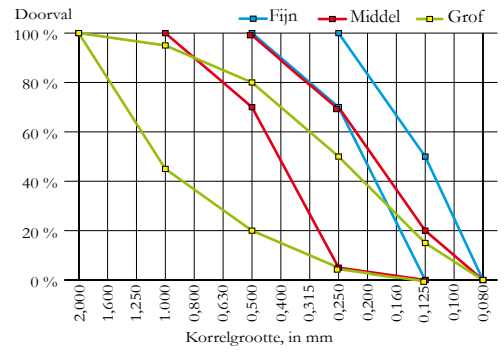
BRA31



BRA33

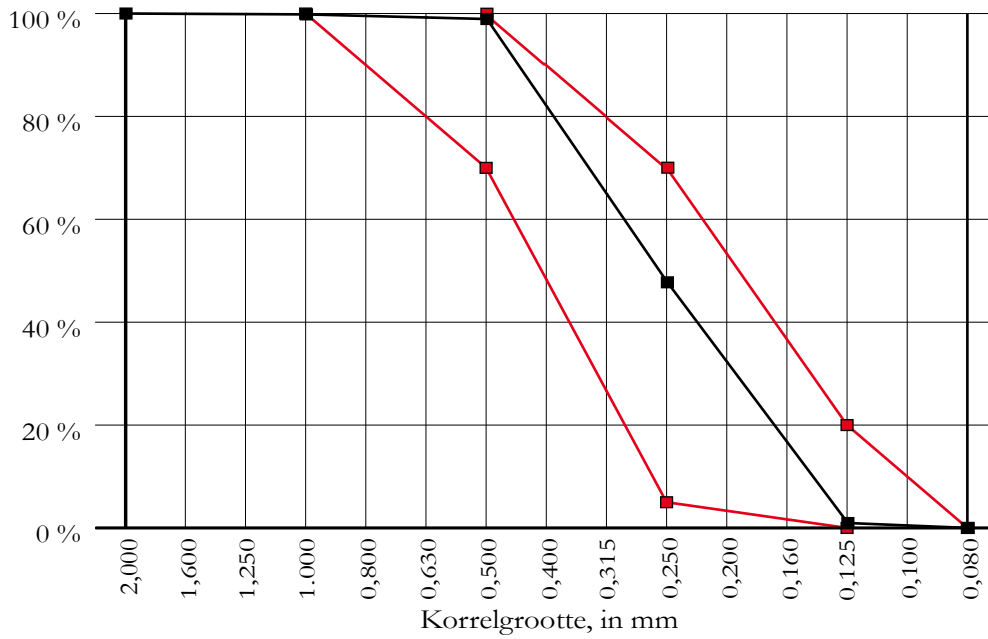


ZANDKLASSEN



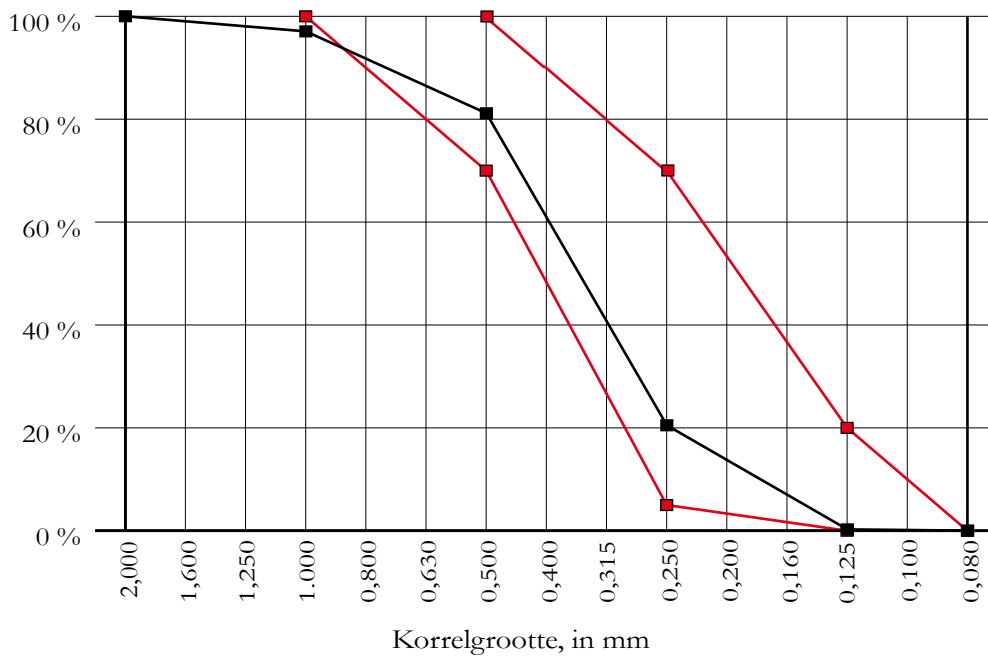
Doorval

LIM08

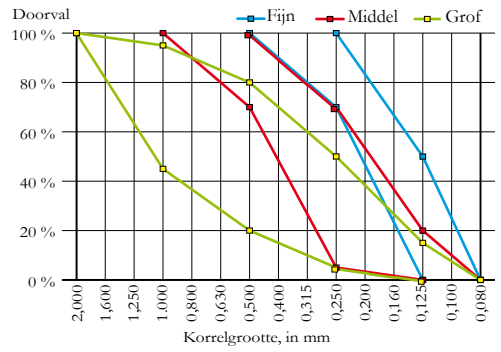


Doorval

LIM10

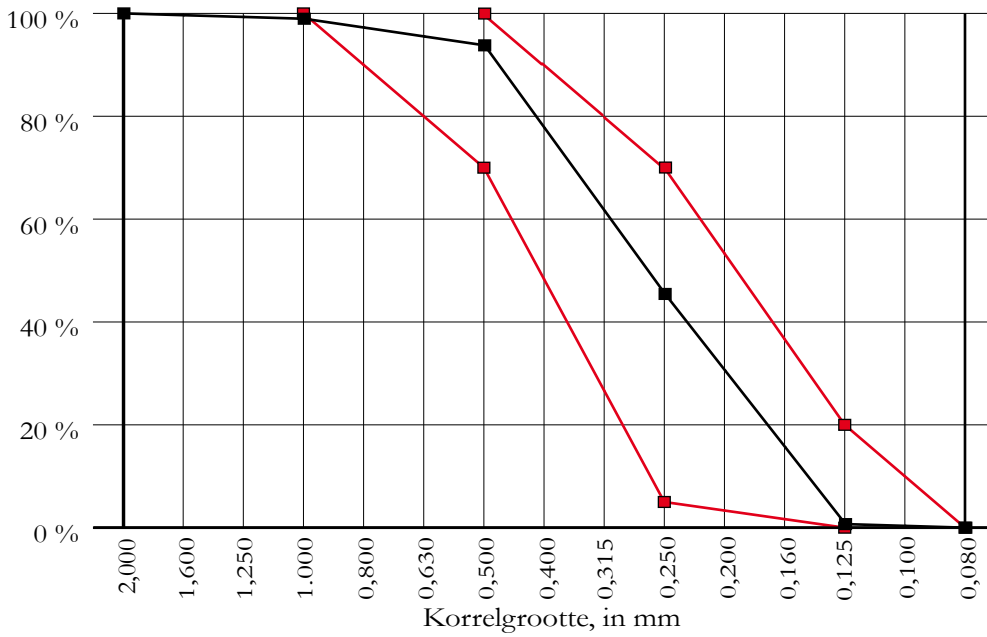


ZANDKLASSEN



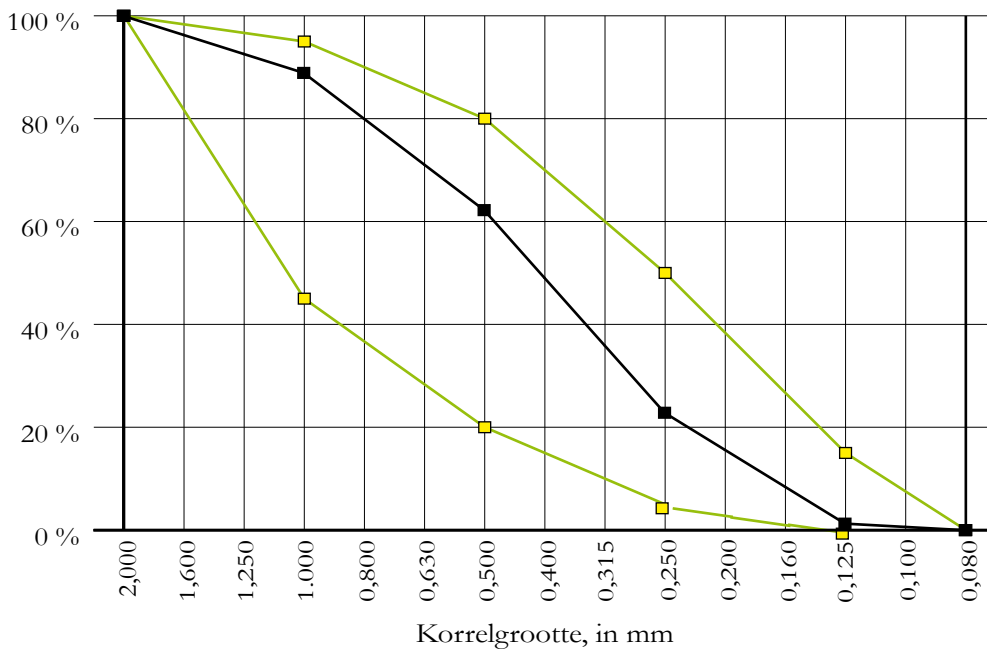
Doorval

LIM11

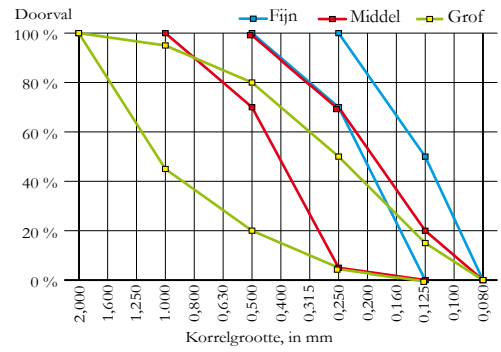


Doorval

LIM13

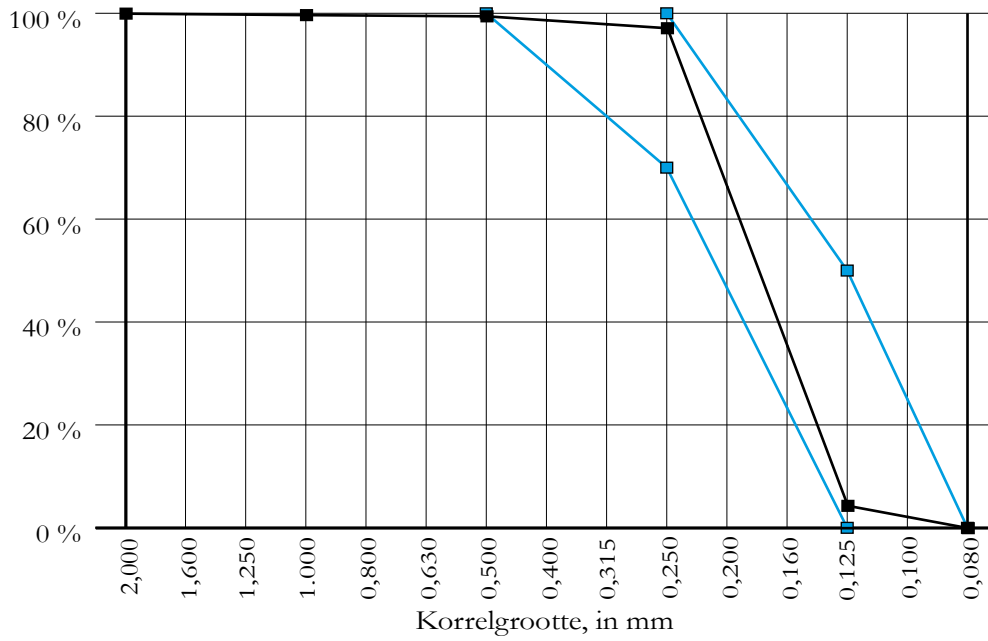


ZANDKLASSEN



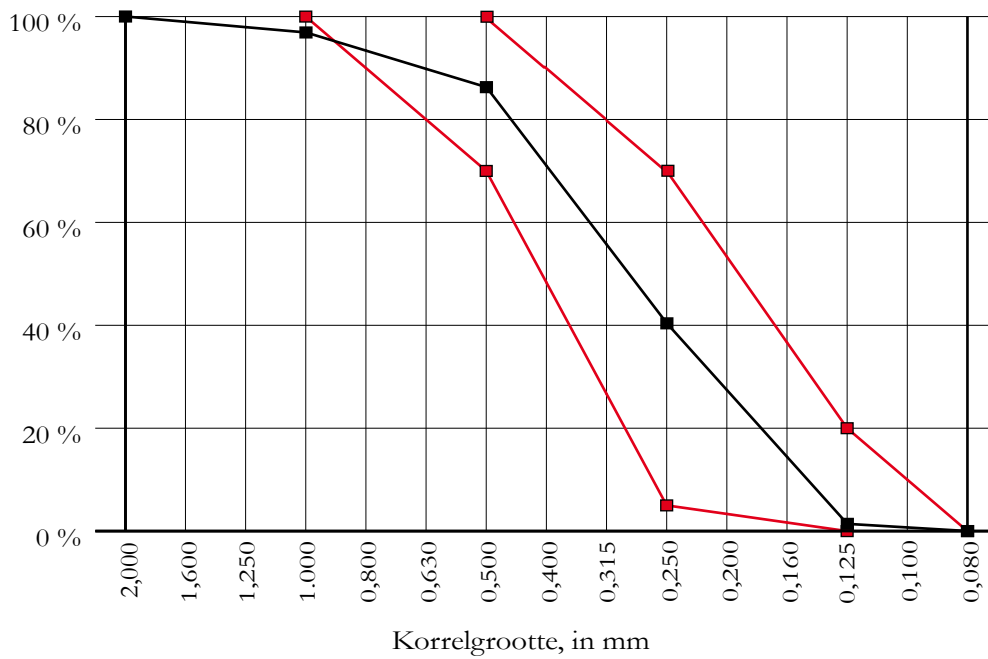
Doorval

LIM16-G

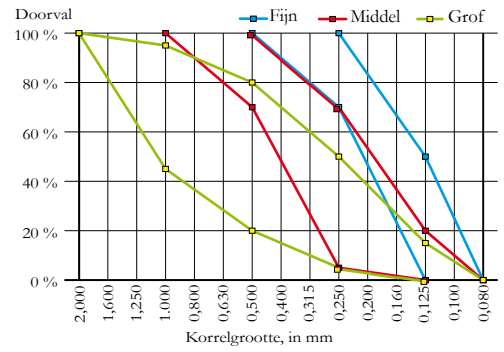


Doorval

LIM17-W

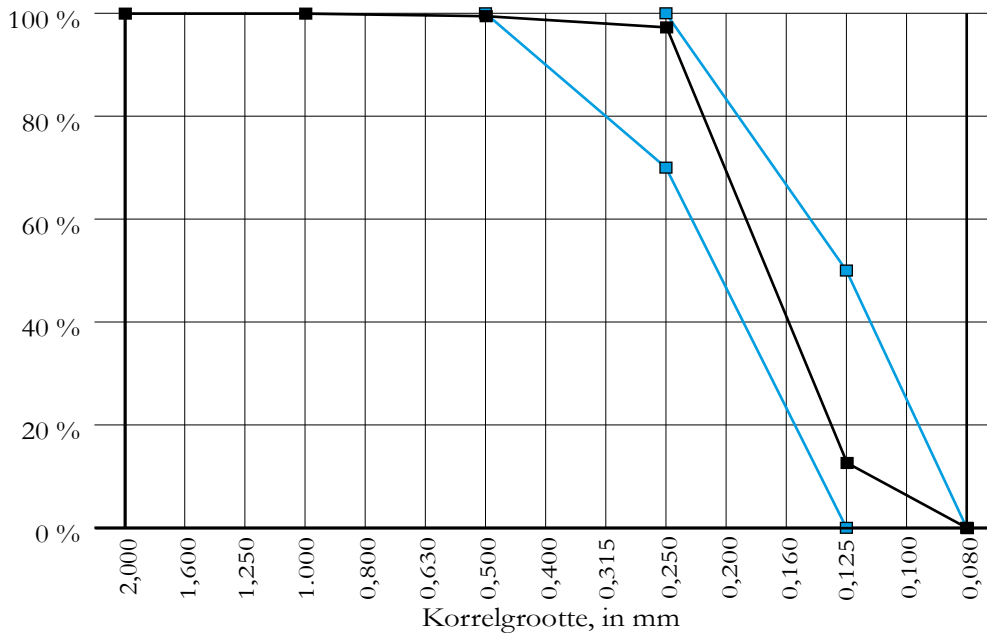


ZANDKLASSEN



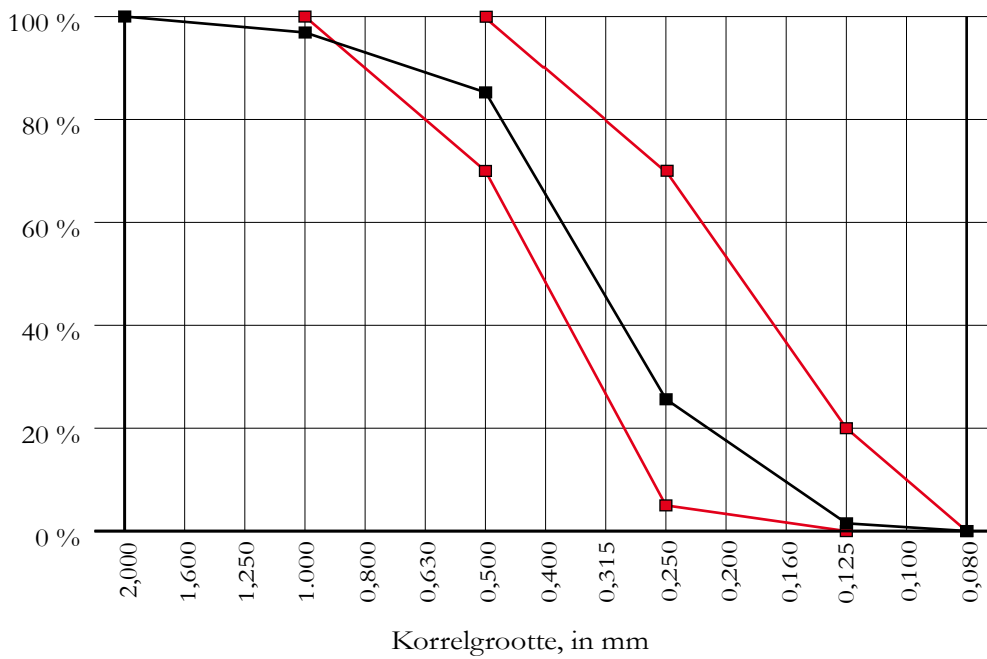
Doorval

LIM22

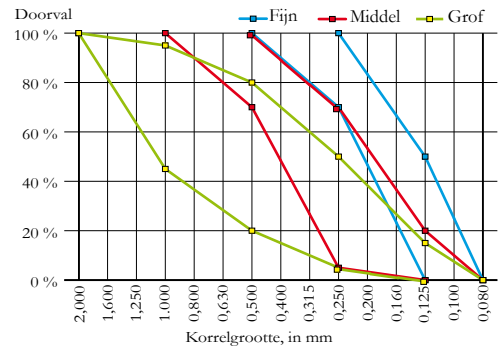


Doorval

LIM29

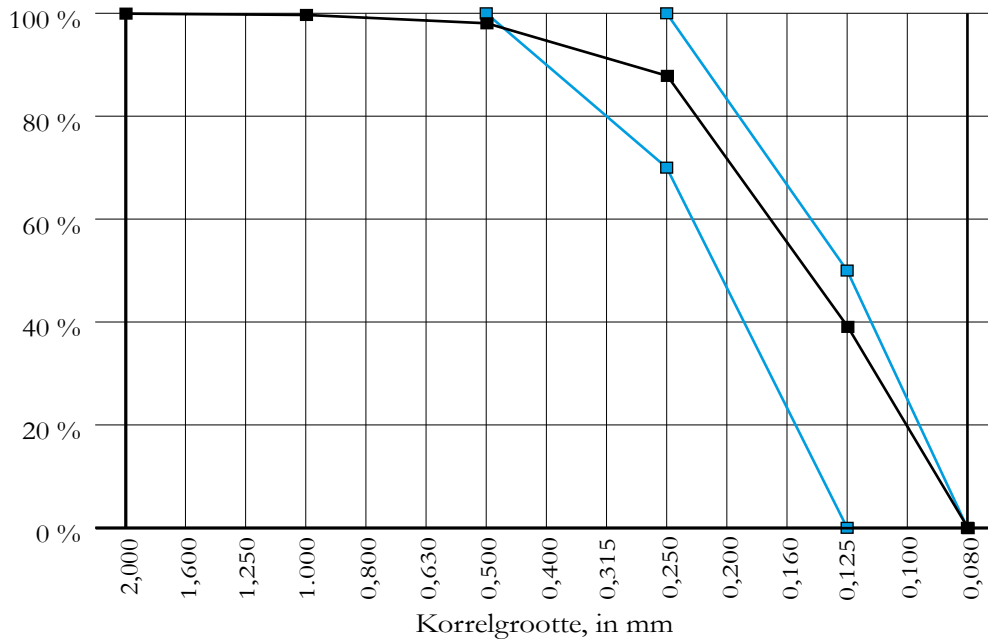


ZANDKLASSEN



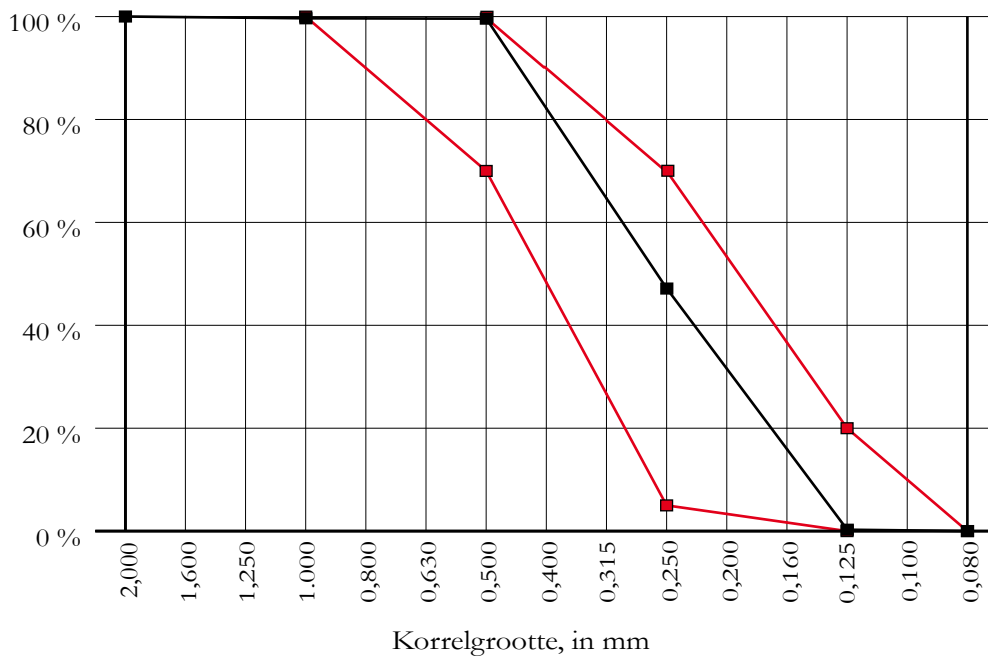
Doorval

LIM34

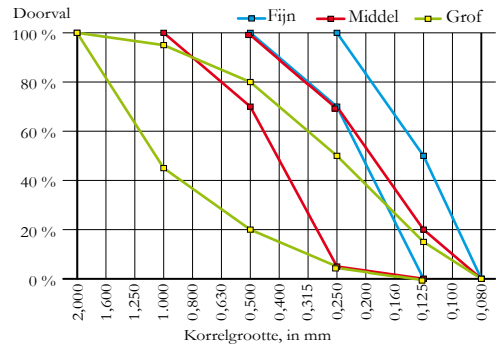


Doorval

LIM38-H

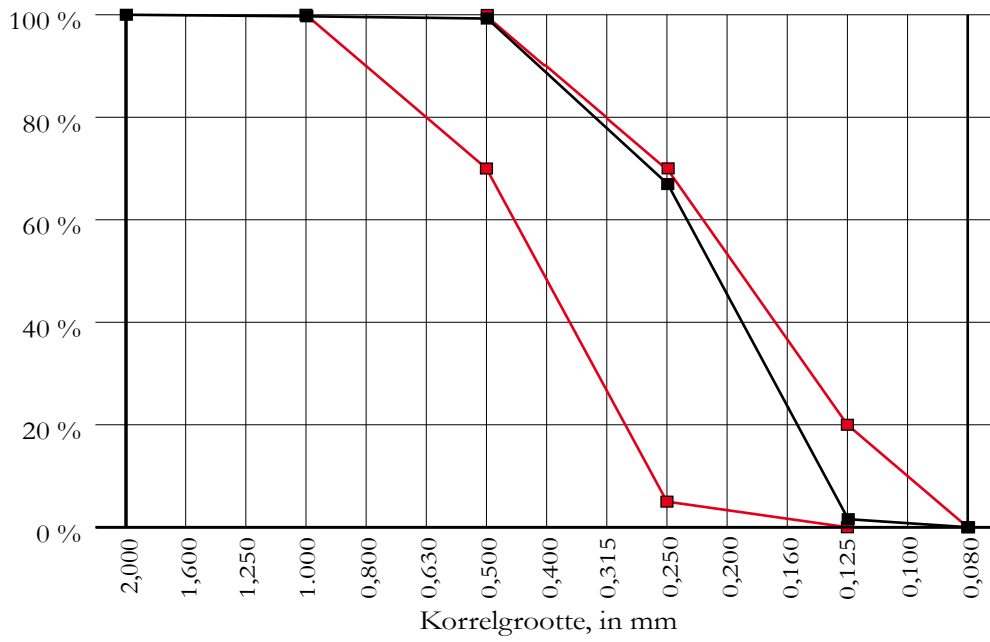


ZANDKLASSEN



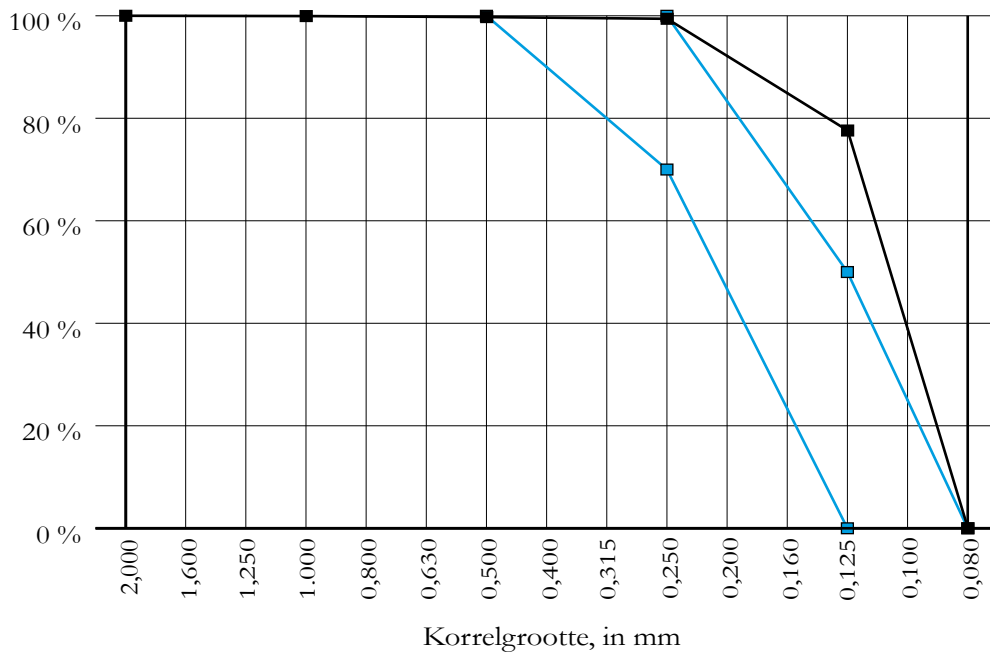
Dooral

LIM38-L

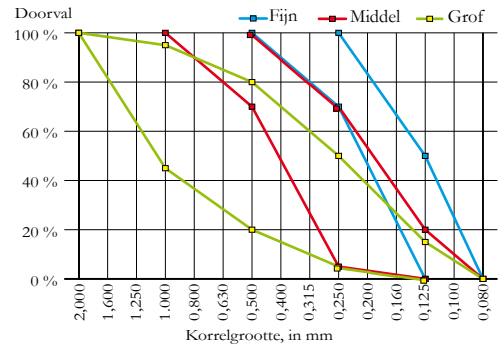


Dooral

LIM71

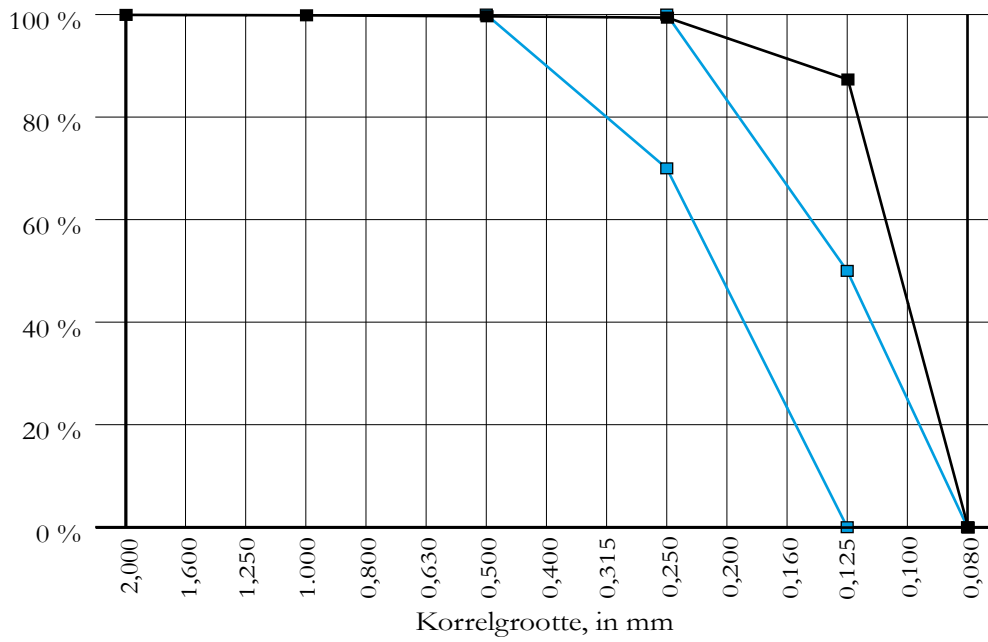


ZANDKLASSEN



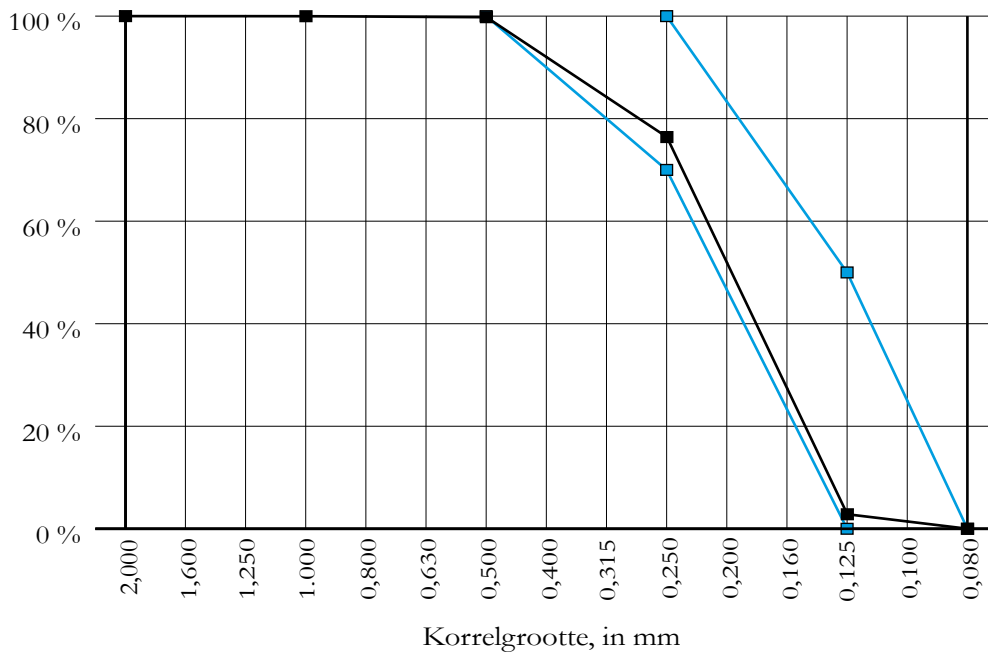
Doorval

LIM72

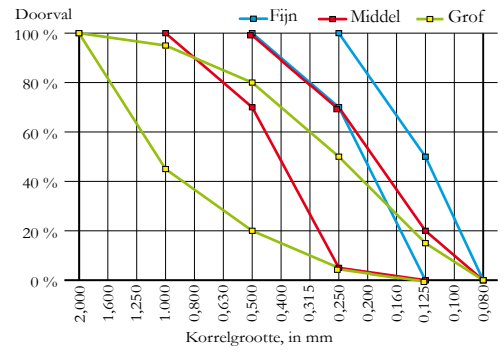


Doorval

OVL06-K

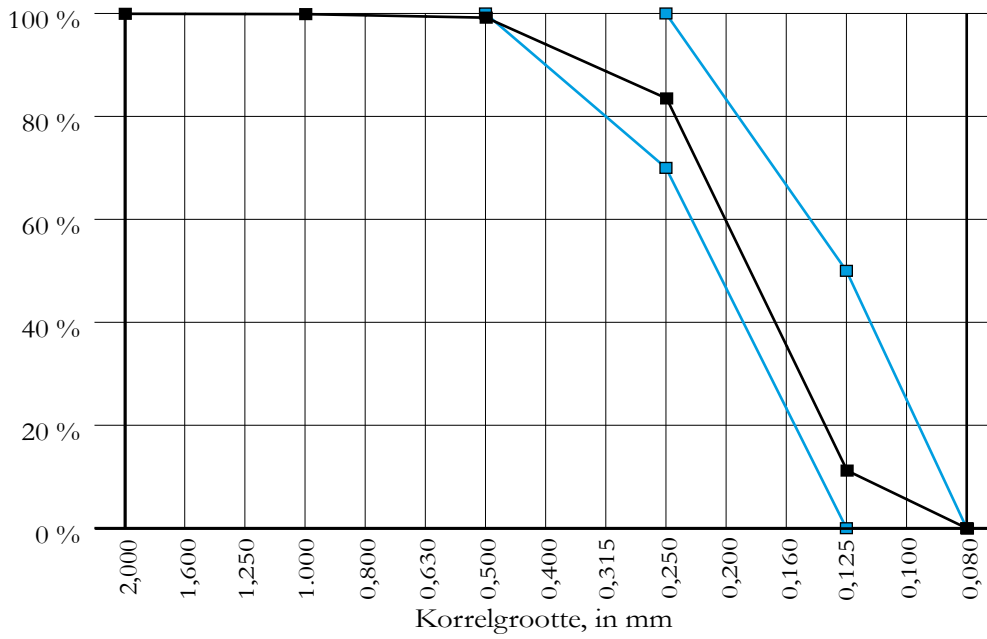


ZANDKLASSEN

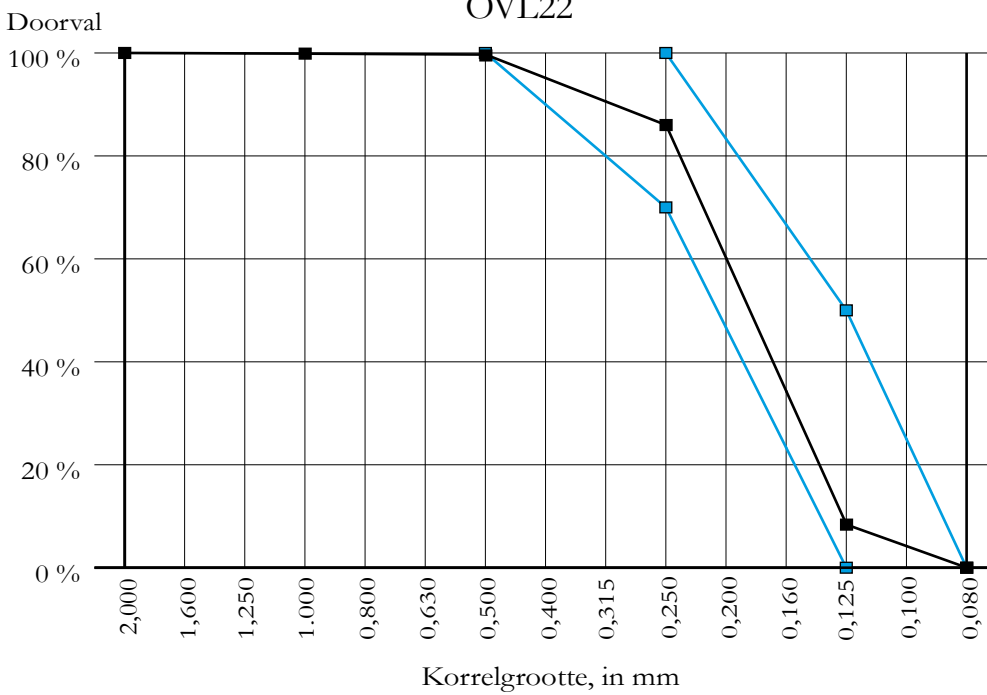


Doorval

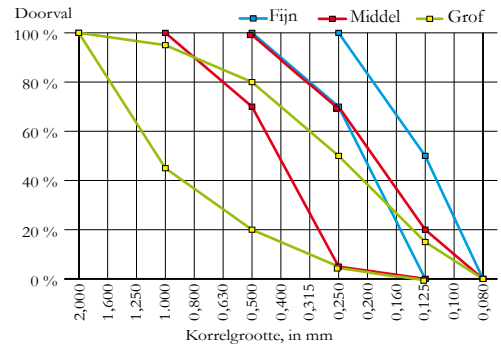
OVL06-V



OVL22

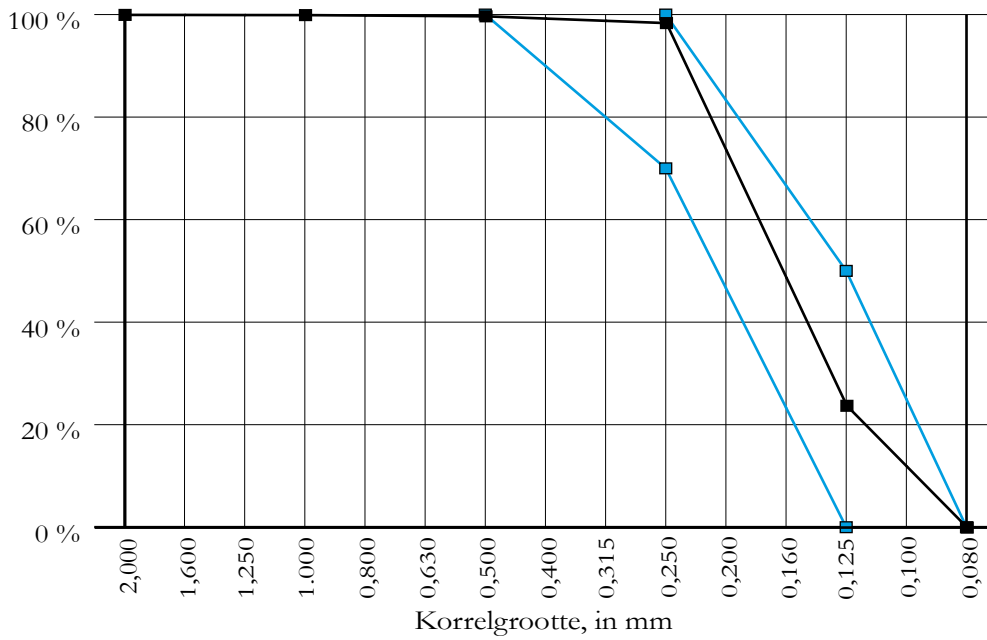


ZANDKLASSEN



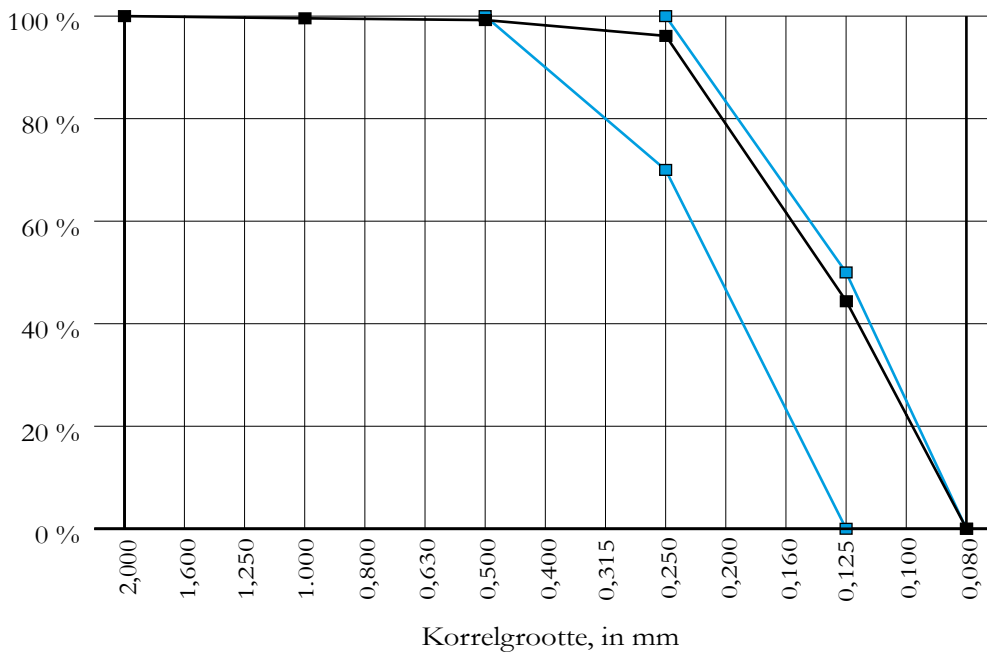
Doorval

OVL23

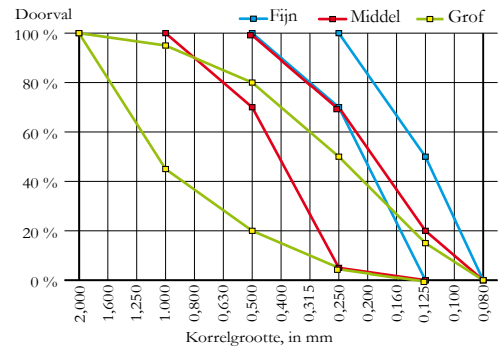


Doorval

OVL35

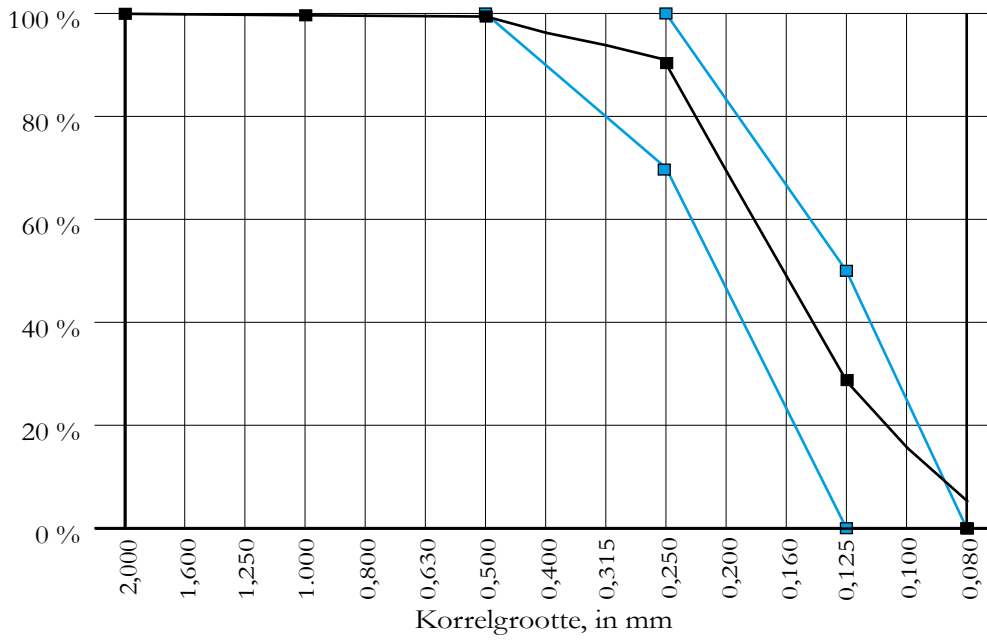


ZANDKLASSEN

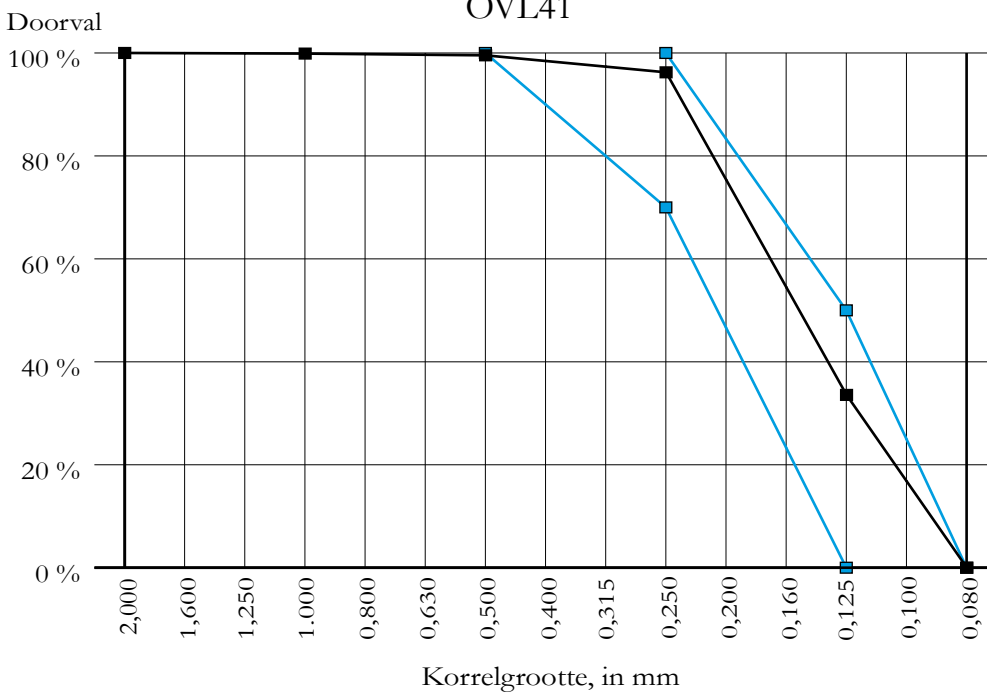


Doorval

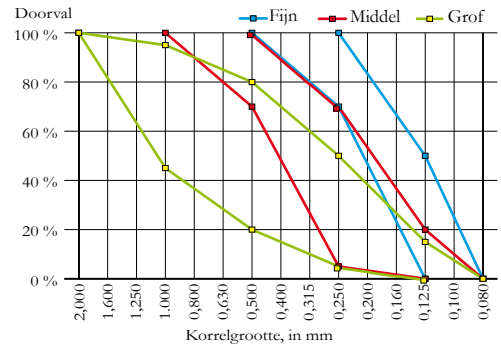
OVL 40



OVL41

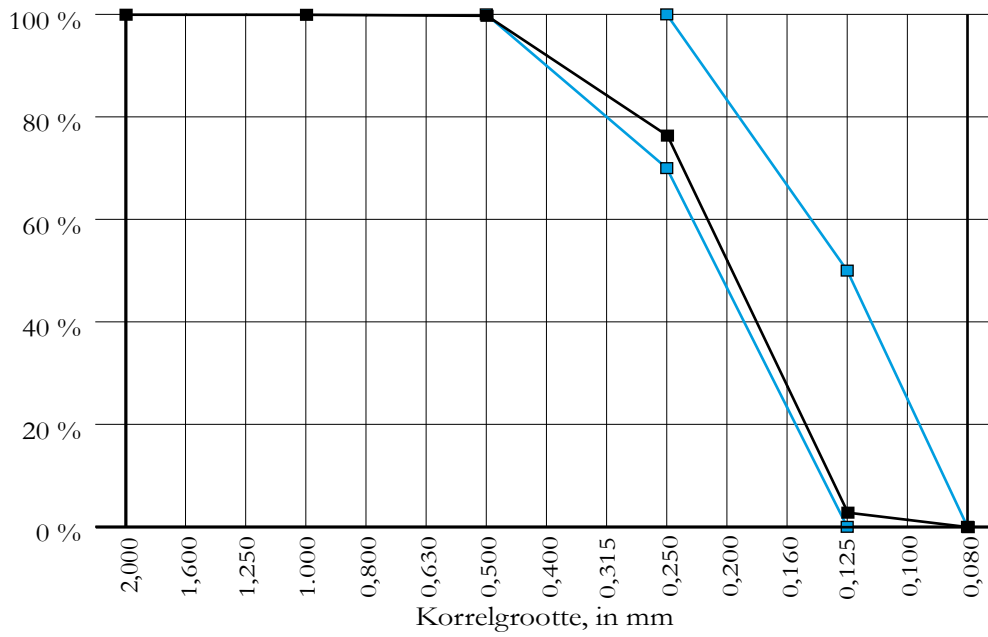


ZANDKLASSEN



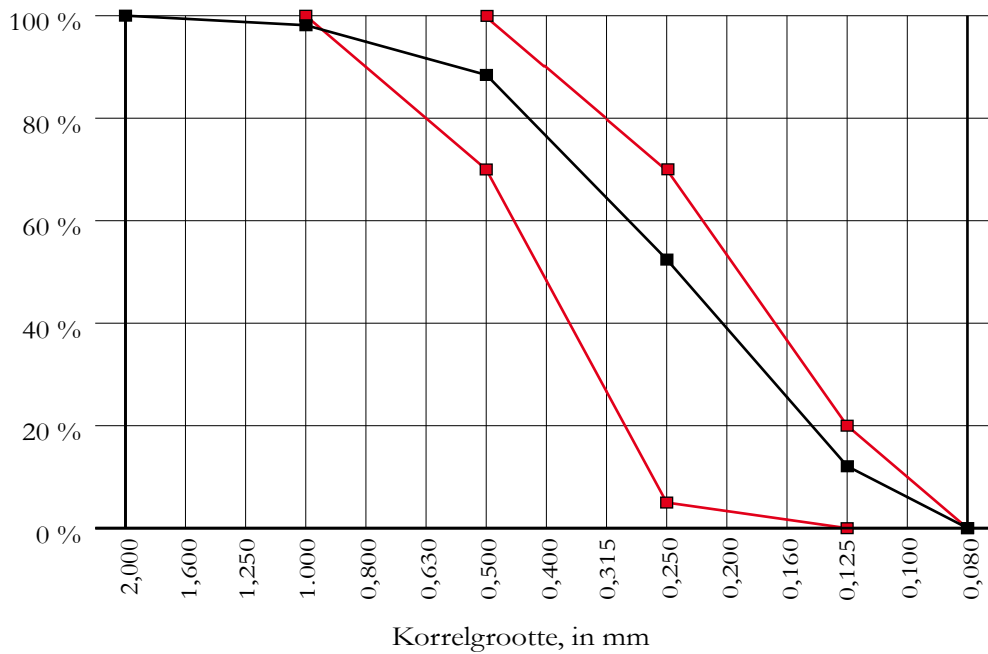
Doorval

OVL57

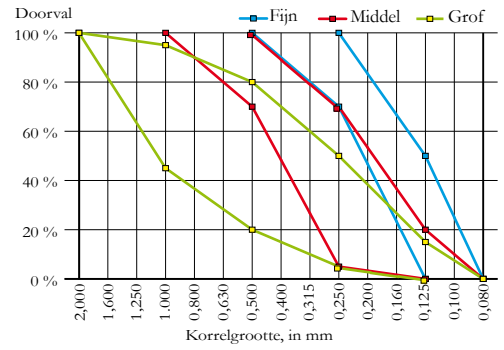


Doorval

OVL77

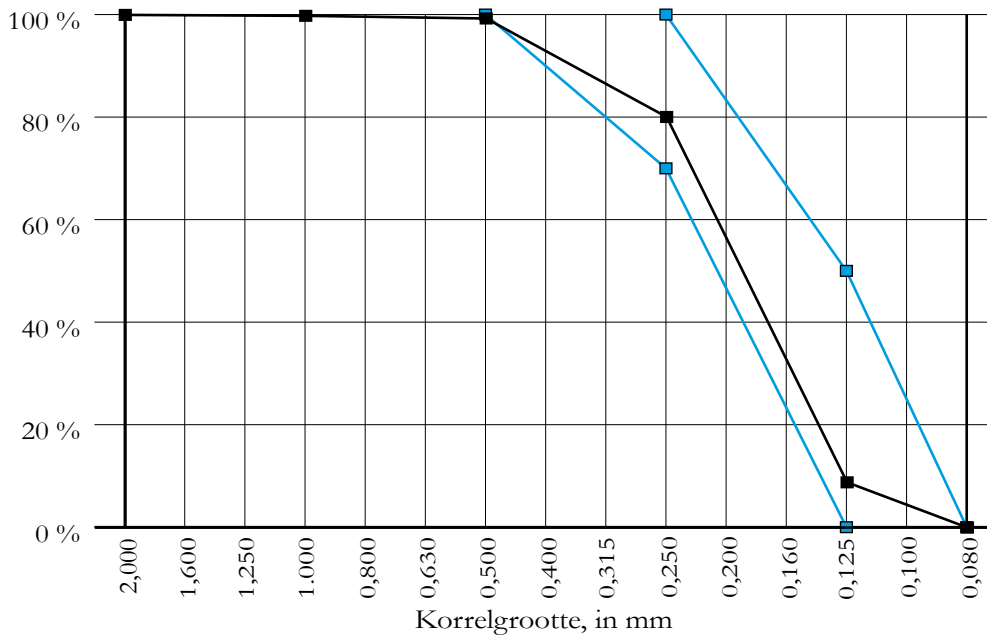


ZANDKLASSEN

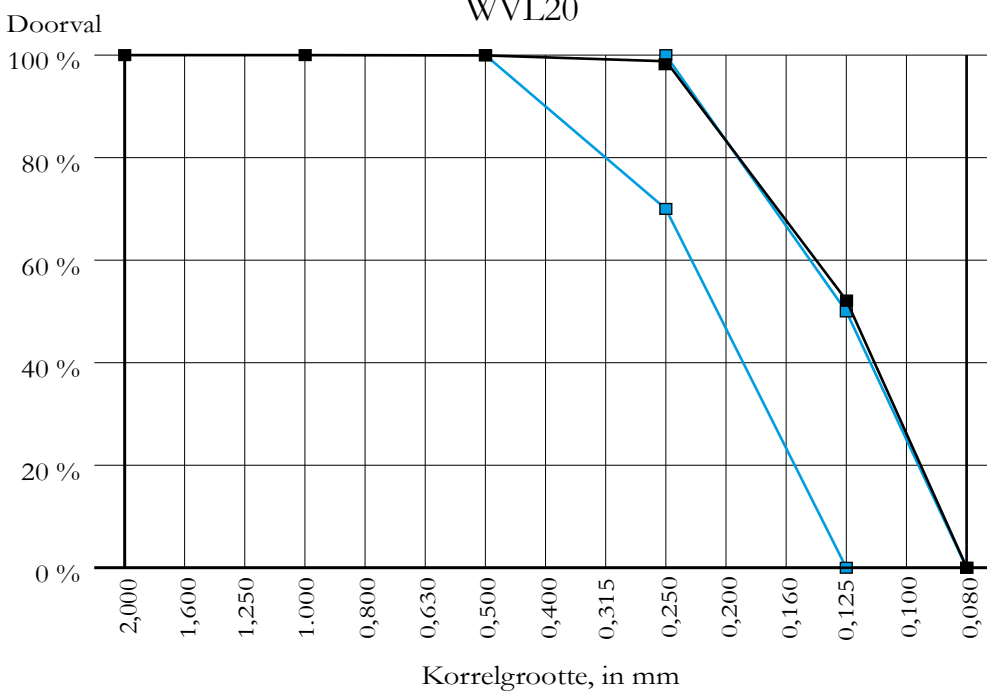


Doorval

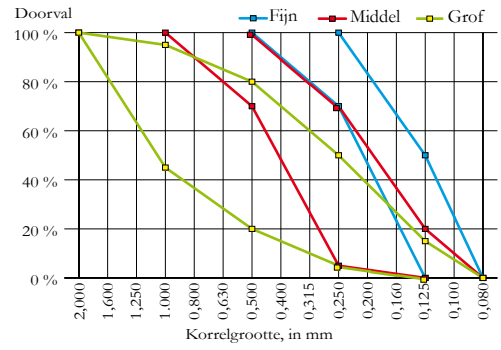
WVL01



WVL20

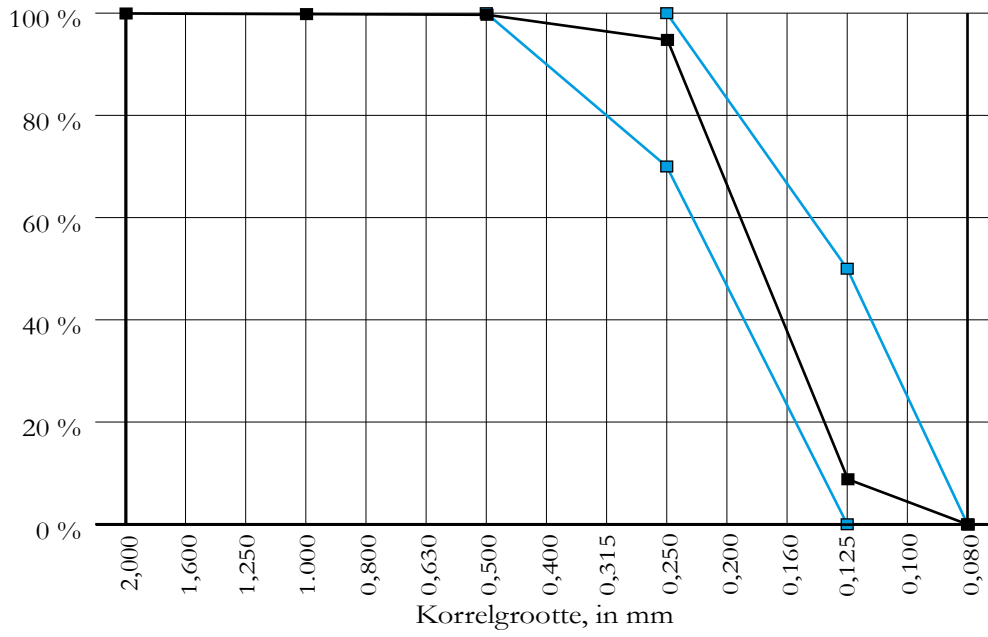


ZANDKLASSEN



Doorval

WVL31



nummer	TOEPASSINGEN																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ANT42-A	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X		X		X
BRA04																	
BRA12-G	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X			X
BRA13-B		X		X							X	X					
BRA13-L				X													
BRA17	X																
BRA19	X	X	X	X					X	X	X	X	X		X		
BRA22	X	X	X	X							X	X	X				
BRA26-K		X	X	X						X	X	X	X		X		X
BRA28				X						X			X				X
BRA31				X									X				
BRA33	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X		X		X
LIM08	X	X	X	X			X		X	X	X	X	X		X		X
LIM10	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X				X
LIM11	X	X	X	X			X			X	X	X	X		X		X
LIM13	X		X		X	X		X			X		X	X			X
LIM16-G		X										X					
LIM17-W	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X		X		X
LIM22				X						X			X				
LIM29	X	X	X			X	X				X	X	X				X
LIM34				X													
LIM38-H	X	X		X						X	X	X	X				X
LIM38-L	X	X		X							X	X	X				X
LIM71																	
LIM72																	
OVL06-K		X		X					X	X	X	X	X				X
OVL06-V		X		X							X	X	X				
OVL22		X		X					X	X	X	X	X				X
OVL23		X		X								X	X				X
OVL35																	
OVL40																	
OVL41																	
OVL57		X		X					X	X	X	X	X				X
OVL77	X																
WVL01																	
WVL20																	
WVL31		X		X					X	X	X	X	X				X

- 1 Draineringen
- 2 Onderfunderingen
- 3 Mager beton voor wegfunderingen
- 4 Zandcement
- 5 Cementbeton voor wegenwerken
- 6 Bitumeuze mengsels
- 7 Cementbeton voor gebouwen en kunstwerken
- 8 Nabehandlungsproduct
- 9 Keibestratingen

- 10 Metselmortel
- 11 Bepoelingen (met gips, cement, hydraulische kalk)
- 12 Vulmateriaal voor steenslagfunderingen
- 13 Mager beton voor funderingen van gebouwen en kunstwerken
- 14 Bestratingen van betonstaatstenen, betontegels en asfalttegels
- 15 Bitumeuze mortel
- 16 Voegvullingen
- 17 drainerende funderingen van zandcement

Tabel 6.2 TOEPASSINGEN OVEREENKOMSTIG TB 200

Om deze zanden voor een of andere toepassing geschikt te maken, zouden ze in theorie aan bepaalde veredelings technieken kunnen worden onderworpen: Dit is onder andere het geval voor zanden die te veel fijne deeltjes bevatten. Deze fijne fractie zou bijvoorbeeld door wassen geheel of gedeeltelijk kunnen worden verwijderd. Het past echter niet in het opzet van dit werk de economische aspecten daarrond te bespreken. In deze zin zouden ook de toepassingsmogelijkheden van sommige andere zanden kunnen worden uitgebreid.

Aan de aanwezigheid van glauconiet kan echter niet veel gesleuteld worden. Dit mineraal kan uitsluitend middels elektromagnetische technieken verwijderd worden, wat in het kader van zandwinning voor bouwdoeleinden geen economisch zinvolle optie is.

Om ook een idee van de ruimtelijke verbreiding van de zonet vastgestelde toepassingscapaciteiten te verkrijgen worden een achttal ervan in kaart gebracht: afbeelding 6.2 en 6.3. Hiervan zijn er vier samengebracht in een groep die als metselzand kan worden bestempeld, de andere vier zijn rond betontoepassingen gegroepeerd.

In het kader van de toekenning van het BENOR-merk aan producenten van zand en grind (granulaten) werden door het Directiecomité voor de Certificatie van Granulaten een aantal normerende documenten opgesteld. Het normerend document PTV 401 voor natuurzand voor de bouw geeft richtlijnen betreffende een aantal grootheden die gemeten en gecontroleerd moeten . Het vermeldt

echter geen voorgeschreven granulometrische eigenschappen voor specifieke gebruiksdoeleinden.

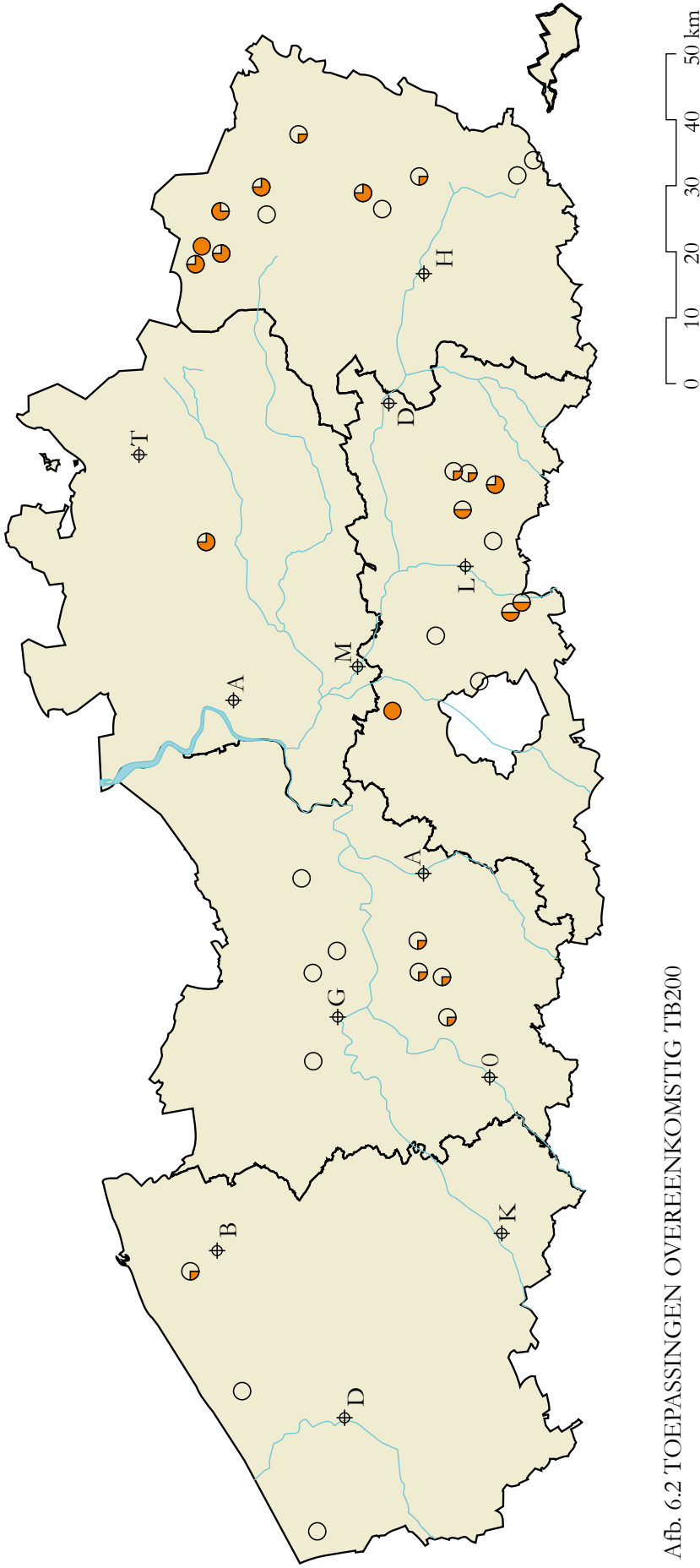
Het door FEBELCEM (Belgische Federatie voor de Cementnijverheid) uitgegeven Memento-Beton geeft wel een leidraad voor de granulometrische samenstelling van zanden voor gebruik bij mortel en beton. Zo wordt voor betontoepassingen zand van de klasse grof aangegeven. Hierbij wordt een nominale korrelmaat 0/D, gelijk aan of grover dan 0/2, vermeld. Zand voor de aanmaak van mortel valt dan onder de klasse fijn tot middelmatig, met als nominale korrelmaten 0/0,5 en 0/1.

Een selectie van zanden volgens korrelmaat op de lijst van zandwinningen in tabel 6.2 toont het volgende:

NOMINALE KORRELMAAT 0/D			
0/0,5	0/1	0/2	0/4
BRA28	BRA26-K	BRA12-G	BRA22
BRA31	BRA33		LIM13
LIM22	LIM10		LIM29
LIM71	LIM11		
LIM72	LIM17-W		
OVL23			

Tabel 6.3

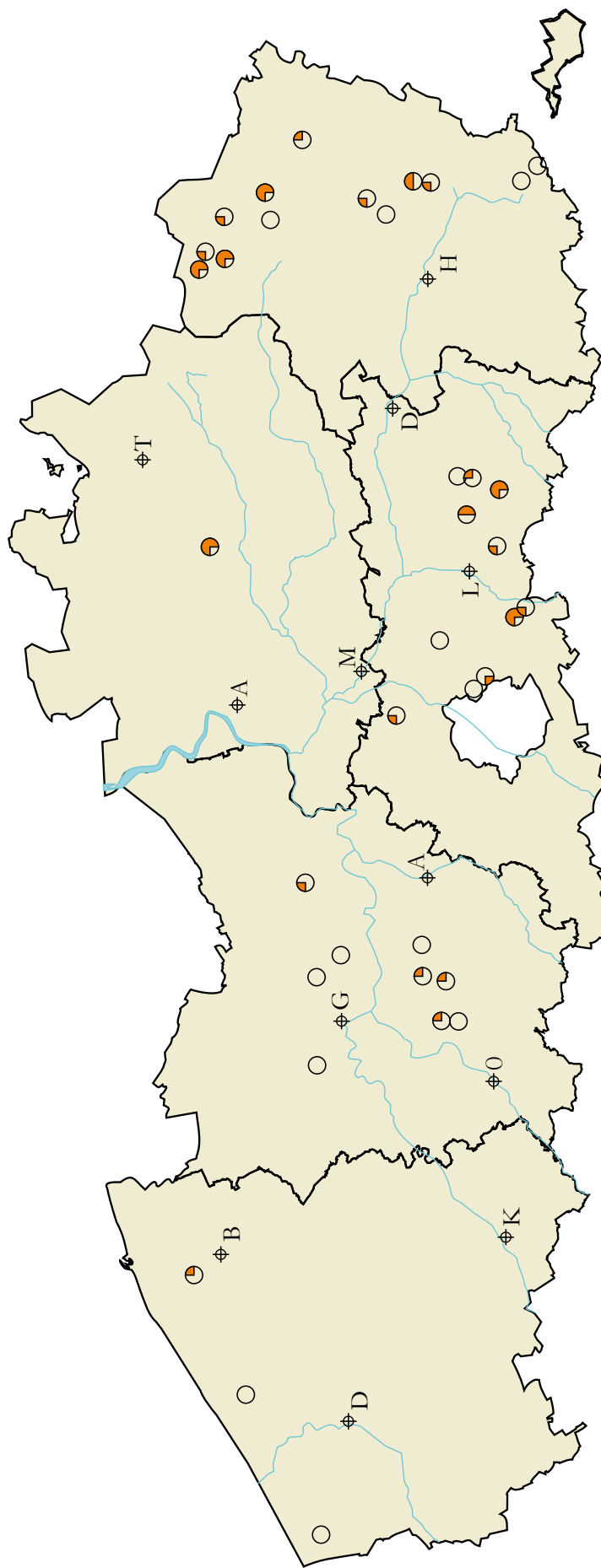
Het kleine aantal overgebleven monsternummers toont overduidelijk aan dat metsel- en betonzanden in Vlaanderen effectief een schaars goed zijn. Wat dit geografisch voorstelt, kan men uit de monsternummers en het kaartje, afbeelding 6.4 , afleiden: dergelijke zandsorten zijn uitsluitend in Vlaams-Brabant en Limburg te vinden.



Afb. 6.2 TOEPASSINGEN OVEREENKOMSTIG TB200

- 3 : mager beton voor wegfunderingen
- ◐ 5 : cementbeton voor wegenwerken
- ◑ 7 : cementbeton voor gebouwen en kunstwerken
- ◒ 13 : mager beton voor funderingen van gebouwen en kunstwerken

Bron : A.N.R.E.

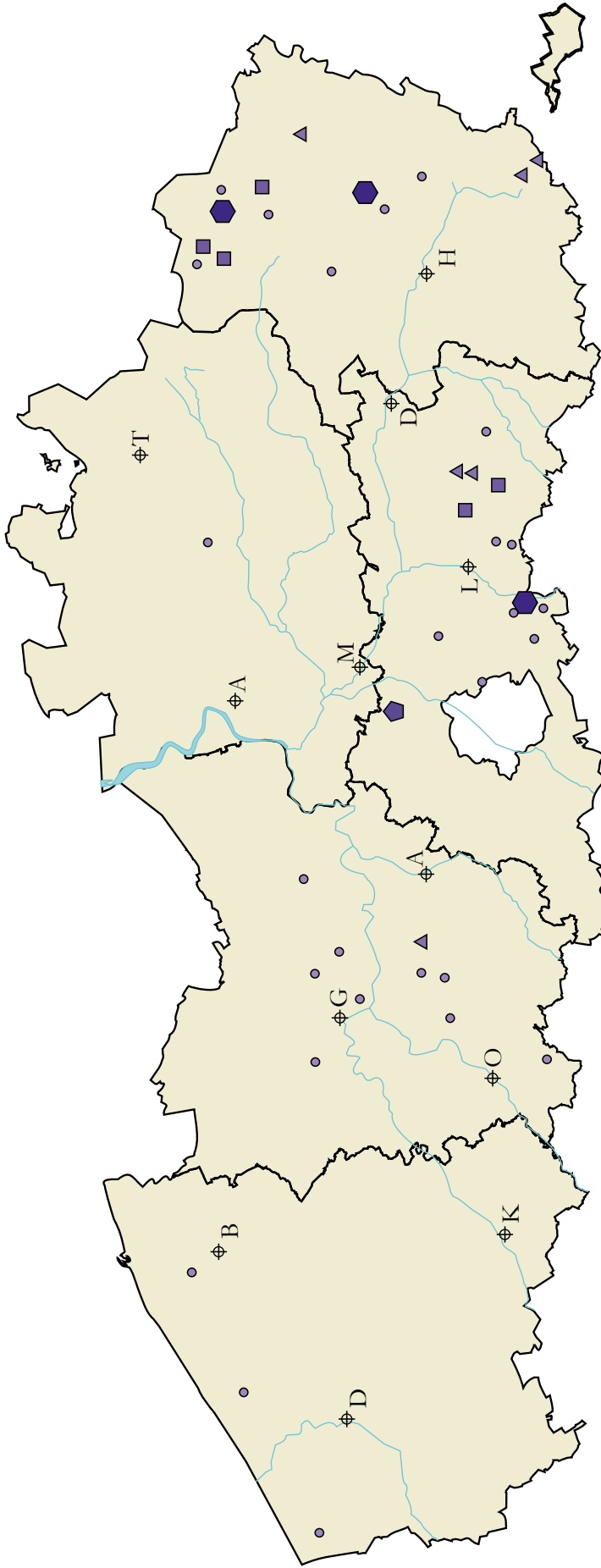


Afb. 6.3 TOEPASSINGEN OVEREENKOMSTIG TB200

- 1 : draineringen
- 10 : metselmortel
- 15 : bitumeuze mortel
- 16 : voegvullingen



Bron : A.N.R.E.



Afb. 6.4 NOMINALE KORRELMATEN 0/D

- D = 4
- D = 2
- D = 1
- ▲ D = 0.5
- D = 0.25



Bron : A.N.R.E.

GERAADPLEEGDE WERKEN

1. *BROOThAERS L., 1993*
Oppervlakedelfstoffen in Vlaanderen: een overzicht. Onuitgegeven verslag.
Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel
2. *BROOThAERS L., 1993*
Evaluatie van de voorraden der zandsoorten. Onuitgegeven verslag.
Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel
3. *GULINCK M., 1947*
In Centenaire de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège, Congrès 1947,
Section Geologie
4. *GULLENTOPS F., WOUTERS L., 1996*
Delfstoffen in Vlaanderen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel
5. *HUBERTY J.M., 1995*
Memento Cement-Beton. Federatie van de Belgische Cementnijverheid. Brussel
6. *PAULISSEN E., 1973*
Morfologie en Kwartairstratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg,
Verh. Kon. Acad. Wet. Lett. Sch. Kunst., 35, nr 127
7. *PETTIJOHN F.J., 1957*
Sedimentary Rocks, 2nd ed., Harper&Row
8. *TERTLAIRGEOLOGISCHE KAARTEN VAN VLAANDEREN*
en bijhorende toelichtingenboeken. Meerdere auteurs per boek.
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel
9. *TUCKER M., (ed.), 1988*
Techniques in sedimentology, Blackwell Scient. Public. Oxford
10. *TYPEBESTEK 200.*
Uitgave 1992. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Departement Leefmilieu en Infrastructuur. Brussel
11. *VANDENBERGHE N., LAGA P., 1991*
De aarde als fundament, Acco, Leuven
12. *VAN GANSE, R., 1966*
Inventaris van de op de Belgische markt in 1965 beschikbare natuur- en brekerzandsoorten
OCW, Publicatie nr 34/66, Brussel
13. *WOUTERS L., VANDENBERGHE N., 1994*
Geologie van de Kempen, NIRAS, Brussel
14. *QUARTAIRGEOLOGISCHE KAARTEN VAN VLAANDEREN*
en bijhorende toelichtingenboeken. Meerdere auteurs per boek.
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel

ADRESSENLIJST

ANT42-A	N.V. Adams, Hoekeinde 52, 2330 Merksplas
ANT42-B	B.V.B.A. Vaes, Industrierweg 16, 2280 Grobbendonk
BRA04	Imbrechts, Haachtse steenweg 53, 1910 Berg
BRA12	N.V. De Dijcker, Gentse steenweg 1, 9520 Vlierzele
BRA13	Vanpachtenbeke, Lenneke Marelaan 100, 1932 St-Stevens-Woluwe
BRA14	B.V.B.A. Kumps-De Landtsheer, Steenweg op Overijse 84, 1982 Duisburg
BRA16	Bouillon J.P., Hertogstraat 133, 3001 Heverlee
BRA17	Bouillon J.P., Hertogstraat 133, 3001 Heverlee
BRA19	N.V. De Kock, Walraevenbosstraat 200, 1900 Overijse
BRA21	N.V. De Kock, Walraevenbosstraat 200, 1900 Overijse
BRA22	N.V. De Kock, Walraevenbosstraat 200, 1900 Overijse
BRA26	Zandgroeven Roelants, Aardebrug 28, 3210 Lubbeek
BRA28	Zandgroeven Roelants, Aardebrug 28, 3210 Lubbeek
BRA31	B.V.B.A. Laeremans, Westerlose steenweg 79, 2230 Herselt
BRA33	Wouters E., Kerkstraat 39, 3370 Boutersem
BRA35	Beckers P., Tongerse steenweg 136, 3800 St-Truiden
LIM08	N.V. Velbo, Boskantstraat 42, 3920 Lommel
LIM10	N.V. Velbo, Boskantstraat 42, 3920 Lommel
LIM11	N.V. Winters, Erkstraat 82, 3930 Hamont-Achel
LIM13	Wijnen, Clerx-Hoevestraat 16, 3910 Neerpelt
LIM14	N.V. Winters, Erkstraat 82, 3930 Hamont-Achel
LIM16-G	N.V. Groezarec, Kettingbrugweg 32, 3599 Kaulille
LIM16-J	A.Jansen-Van Otterdijk, Peerderstraat 22, 3990 Peer
LIM17-W	N.V. Winters, Erkstraat 82, 3930 Hamont-Achel
LIM17-V	Vandeweyer, Reppelerweg 38, 3990 Peer
LIM22	N.V. Groezarec, Kettingbrugweg 32, 3599 Kaulille
LIM26	N.V. Remo, Kapelstraat 17, 3590 Diepenbeek
LIM29	N.V. Ward, Dondersalgweg 25, 3530 Houthalen-Helchteren
LIM34	N.V. Silicaatsteen, Staatstuinwijk 36, 3600 Genk
LIM38-H	N.V. Hermaco, Centrumlaan 46, 3600 Genk
LIM38-L	N.V. Lieben, Munstersestraat 36, 3690 Zutendaal
LIM71	B.V.B.A. Jackers & Zn, Dorpstraat 21, 3770 Riemst
LIM72	H.Maurissen, Rosbergstraat 10, 3700 Mal
OVL06	De Pessemier, Beerlegemsebaan 28, 9630 Zwalm
OVL07	J.P.Bohez, Boekzittingsdreef 10, 9600 Ronse
OVL22	Verlee W.& N., Berg 24 A, 9860 Oosterzele
OVL23	N.V. De Dijcker, Gentse steenweg 1, 9520 Vlierzele
OVL35	B.V.B.A. Aclagro, Grote steenweg 13, 9930 Zomergem
OVL40	N.V. Govaco, Tempelare 8, 8647 Lo-Reninge
OVL41	Meganck M.-Collewaert, Daknamstraat 90, 9160 Lokeren
OVL51	B.V.B.A. Algegro, Heusdenbaan 50, 9090 Melle
OVL57	N.V. Betasco, Meersbloem 2, 9700 Oudenaarde
OVL77	De Maere P., Waterslagestraat 43, 9250 Waasmunster
WVL01	N.V. Bouwbedrijf Verhelst & Co, Stationsstraat 30, 8460 Oudenburg
WVL20	N.V. Aswebo, Industriepark 26, 9810 Gent
WVL31	N.V. Florizoone, Brugsevaart 8, 8620 Nieuwpoort

LIJST VAN FIGUREN

Afb. 1.1 : Nomenclatuur	10
Afb. 1.2 : Sedimentatie - Afzetting van erosiemateriaal door een rivier	12
Afb. 1.3 : Maas en Rijn, 600.000 jaar geleden	13
Afb. 2.1 : Chronostratigrafie / lithostratigrafie	24
Afb. 2.2 : Afdgedekte kaart ?	25
Afb. 2.3 : Geologische dwarsdoorsnede	26
Afb. 2.4 : Waarnemingsspunten	27
Afb. 2.5 : Zandontginningen: lithostratigrafische situering	28
Afb. 2.6 : Paleocene zanden	30
Afb. 2.7 : Eocene zanden	31
Afb. 2.8 : Oligocene zanden	32
Afb. 2.9 : Mioocene en Pliocene zanden	33
Afb. 2.10 : Quartaire afzettingen	35
Afb. 2.11 : Ontginningswijzen	36
Afb. 3.1 : Interpretaties van data	44
Afb. 3.2 : Zandklassen: grof, middel, fijn	47
Afb. 3.3 : Specifieke toepassingen fracties 2 mm – 0,080 mm	50-52
Afb. 4.1 : Synthese : Korrelgroottebereik van Vlaamse zanden in relatie tot toepassingen	55
Afb. 4.2 : Oppervlaktedelfstoffenkaart	59
Afb. 5.1 : Zandklassen - gehele (natuurlijke) zanden	77
Afb. 5.2 : Glauconietgehalten in ontginningen	81
Afb. 6.1 : Granulometrie. Fractie 2 mm – 0,080 mm	89-107
Afb. 6.2 : Toepassingen overeenkomstig TB200	110
Afb. 6.3 : Toepassingen overeenkomstig TB200	111
Afb. 6.4 : Nominale Korrelmaten	112