

# BELGISCH CEMENT

## SPECIFICATIE EN CERTIFICATIE

TECHNOLOGIE | JUNI 2013

BB/SfB

	q2	(A <sub>jp</sub> )
--	----	--------------------

- NORM NBN EN 197-1
- NORMEN NBN B 12-108, NBN B 12-109 & NBN B 12-110
- CE-MARKERING
- VRIJWILLIG BENOR-MERK







De goedkeuring van de geharmoniseerde norm voor gewone cementsoorten EN 197-1 dateert van 21 mei 2000. Onder de benaming NBN EN 197 1 : 2000 kreeg dit document op 18 september 2000 het statuut van Belgische norm. Op 29 november 2011 verscheen de tweede editie van deze norm in het Belgisch staatsblad. In vergelijking met de vorige editie worden zeven gewone cementsoorten geïntroduceerd die bestand zijn tegen sulfaten. De norm consolideert tevens in één enkel document de specificaties van de hoogovencementen met lage beginsterkte en van de cementen met lage hydratatiewarmte. Deze cementsoorten waren het voorwerp van de norm NBN EN 197-4 en haar addendum NBN EN 197-1/A1, vandaag allebei geannuleerd. De definitie van elk cement geeft de verhoudingen aan waarin de bestanddelen moeten worden samengevoegd teneinde een reeks producten te verkrijgen verdeeld over negen sterkteklassen. In de norm staan voorts ook de vereisten waaraan de bestanddelen moeten voldoen, evenals de mechanische, fysische en chemische eisen.

In verschillende CEN-lidstaten – waaronder België – was aangetoond dat er naast de cementen die bestand zijn tegen sulfaten volgens de definitie van de norm NBN EN 197-1 : 2011, nog andere cementen bestaan die gekenmerkt worden door sulfaatbestandheid. Deze cementen, waarvan een lijst is opgenomen in Bijlage A van de nieuwe NBN EN 197-1, worden beschouwd als bestand tegen sulfaten binnen de landsgrenzen van deze lidstaten. Dit verklaart waarom de norm NBN B 12-108 voor cement met hoge bestandheid tegen sulfaten gehandhaafd blijft. De norm werd echter herzien om haar bepalingen in overeenstemming te brengen met de nieuwe NBN EN 197-1 : 2011.

Andere speciale cementsoorten komen nog altijd niet aan bod in de Europese normalisatie. Het betreft de cementen met beperkt alkaligehalte (LA) – zij zijn het voorwerp van de norm NBN B12-109 – en de cementsoorten met hoge sterkte op jonge leeftijd (HES) die gespecificeerd worden door NBN B 12-110.

De CE-markering, die verplicht is sedert 1 april 2002, waarborgt enkel de conformiteit met de norm NBN EN 197-1. Het BENOR-merk is en blijft een vrijwillig kwaliteitslabel dat in het verleden zijn geloofwaardigheid heeft bewezen. Om die reden blijft het bestaan, als bijkomend merk bovenop de CE-markering en ook voor de gewone cementsoorten. Het BENOR-merk is bovendien gebaseerd op een strengere kwaliteitscontrole.

In het geval van de speciale cementsoorten kan de gelijkvormigheidgarantie van de karakteristieken die niet Europees genormaliseerd zijn enkel geleverd worden door het BENOR-merk. Deze cementen dragen daarom een dubbele markering: de CE-markering attesteert de conformiteit van hun gewone kenmerken, terwijl het BENOR-merk hun speciale karakteristieken, die buiten het bestek van de Europese normalisatie vallen, certificeert.

# 1. CEMENT, EEN KORT HISTORISCH OVERZICHT

Minerale bindmiddelen werden reeds in de vroegste oudheid gebruikt, maar vooral in het Romeinse tijdperk zijn op basis van een natuurlijk bindmiddel (puzzolaanaarde gemengd met kalk) echte betonwerken uitgevoerd die tot op vandaag bewaard zijn gebleven. Tot aan het einde van de 18<sup>e</sup> eeuw leidde het min of meer doorgedreven branden van kalk samen met variërende hoeveelheden klei tot een min of meer hydraulische kalk, maar dit bindmiddel diende alleen voor het aanmaken van metselmortels. In de 19<sup>e</sup> eeuw werd het oorzakelijk verband tussen de aanwezigheid van klei in de kalk en de hydraulischeiteit van deze laatste ontdekt en benut om diverse bindmiddelen te fabriceren, waaronder uiteindelijk ook portlandcement. De 20<sup>e</sup> eeuw zag het ontstaan en de uitbouw van een echte cementindustrie, die zowel kwalitatief als kwantitatief is blijven groeien.

Een korte opsomming van de gebeurtenissen die hebben bijgedragen tot de ontwikkeling van het moderne cement:

- Rond 800-700 v. Chr. maken de Etrusken gebruik van puzzolaanaarde die zij mengen met vette kalk. Het woord 'puzzolaan' is afgeleid van Pozzuoli, een plaats aan de voet van de Vesuvius, waar vulkaanas werd ontgonnen.
- Gedurende de Romeinse tijd worden mengsels van puzzolaanaarde en vette kalk

aangewend als bindmiddel. VITRUVIUS, Romeins architect uit de 1<sup>e</sup> eeuw v. Chr., beveelt een verhouding aan van twee delen puzzolaanaarde voor één deel vette kalk.

- Na het einde van het Romeinse tijdperk gaat het recept van het door de Romeinen uitgevonden bindmiddel verloren en tot aan de tweede helft van de 18<sup>e</sup> eeuw wordt geen beton meer gemaakt. Metselmortel wordt bereid op basis van vette kalk of van zwak tot matig hydraulische kalk.

- In de tweede helft van de 18<sup>e</sup> en aan het begin van de 19<sup>e</sup> eeuw merken verschillende onderzoekers op dat het hard worden van sommige kalksoorten onder water te maken heeft met de aanwezigheid van belangrijke proporties kleiachtige bestanddelen in de kalksteen.

SMEATON vergelijkt in 1756 de hardheid van deze hydraulische kalk na uitharding met die van de beste natuursteen uit de streek van Portland – een naam voorbestemd om beroemd te worden.

In 1796 begint PARKER met de fabricage van wat hij 'Romeins cement' noemt, een bindmiddel verkregen door het matig branden van zeer kleihoudende kalksteen.

In 1818 vindt de Franse ingenieur VICAT de verklaring voor de hydraulischeiteit van deze kalk: tijdens het branden reageren het silicium en het aluminium uit de klei met de kalk.

*Het Pantheon in Rome, gebouwd in 118-125.*



- In weerwil van alle eerdere ontdekkingen geldt 1824 als het echte geboortjaar van het portlandcement. Dan deponeert de Schotse aannemer ASPDIN inderdaad een brevet voor een artificieel mengsel van kalksteen en klei dat op hoge temperatuur gebrand wordt en in uitgeharde toestand gelijk is op de natuursteen uit de omgeving van Portland. In België zal dit cement 'kunstmatig portlandcement' worden genoemd, vermits er daarnaast ook cementsoorten bestaan die afkomstig zijn van het branden van kalkhoudende leisteen waarvan de scheikundige samenstelling verwant is met die welke nodig is voor echt portlandcement. Deze worden door hun fabrikanten 'natuurlijk portlandcement' genoemd.
- Tussen 1825 en 1900 verschijnen de eerste fabrieken van portlandcement, eerst in Engeland en vervolgens in Frankrijk en Duitsland. De eerste Belgische fabriek wordt in 1872 geopend in Cronfestu nabij La Louvière. Tot WO II zal het aantal cementfabrieken in België aangroeien tot meer dan dertig. Omdat natuurlijk portlandcement niet dezelfde homogeniteit vertoonde en zijn

eigenschappen minder constant waren als bij kunstmatig cement werden alle fabrieken van natuurlijk portlandcement omgebouwd om echte portlandcement te produceren.

- Parallel met de ontwikkeling van portlandcement wordt ook de hydrauliteit ontdekt van hoogovenslak – na afschrikking en granulatie – en geëxploiteerd vanaf de tweede helft van 19<sup>e</sup> eeuw.

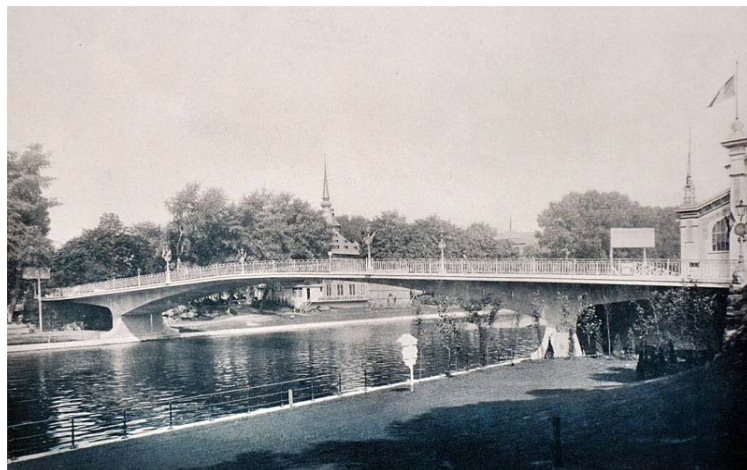
In 1862 raadt LANGEN aan de slak te granuleren aan de uitgang van de hoogoven, maar het duurt nog een tijd eer het belang van deze ontdekking duidelijk wordt.

Verschillende onderzoekers (TETMEYER, PRUSSING, PASSOW, FERET, ...) bestuderen rond 1880 de hydraulische eigenschappen van hoogovenslak.

In 1908 ontdekt KÜHL de activerende eigenschappen van calciumsulfaat op de hoogovenslak.

- Het eerste hoogovencement wordt in 1909 gefabriceerd in Duitsland, en vanaf 1927 in België.
- In 1932 wordt op basis van het werk van KÜHL, in België voortgezet door BLONDIAU, voor het eerst overgesulfateerd cement geproduceerd.

*De Mativa passerelle  
(of Hennebique brug) in  
Luik, gebouwd in 1905*





## 2. EEN EEUW NORMALISATIE EN CONTROLE VAN CEMENT

Uit voorgaand overzicht blijkt dat de uitvinding van portlandcement nagenoeg twee eeuwen geleden plaatsvond.

Oorspronkelijk waren de fabricageprocessen rudimentair, maar de groeiende toepassingen stimuleerden de continue verbetering van de cementproductie. Op het einde van de 19<sup>e</sup> eeuw leidden deze inspanningen tot het op punt stellen en geschikt maken voor industrieel gebruik van de rotatieve oven. Het toenemend gebruik van dergelijke ovens en het perfectioneren van de maalinstallaties voor grondstoffen en klinker, de minutieuze zorg voor dosering en homogenisering van het grondstoffenmengsel: al deze factoren leidden reeds vóór WO I tot een stelselmatige verbetering van de kwaliteit van het cement.

Infrastructuur- en verkeerswerken vergden almaar sterkere en duurzamere betonsoorten die na steeds kortere uitvoeringstermijnen in gebruik werden genomen. Dit gaf aanleiding tot nieuwe research en zorgde ervoor dat de cementproducenten bewust werden van de noodzaak om de kwaliteitskenmerken van cement vast te leggen en met zekerheid controleerbaar te maken. **Daartoe dienen normen.** De cementproducent heeft ze nodig

om zijn fabricage zo te regelen dat hij eraan beantwoordt, maar ook voor de gebruiker zijn ze onmisbaar. Cement dat aan de normen voldoet, kan in alle vertrouwen gebruikt worden, en dit met de beste garantie voor het welslagen van de werken.

Met dit doel voor ogen onderzocht het Belgisch Instituut voor Normalisatie (BIN – in 2005 herdoopt in NBN, *Normalisatiebureau – Bureau de Normalisation*) de cementspecificaties en legde ze vast in normbladen NBN 48 – 198 – 130 – 131 – 132 en 178. Deze dateren van 1949 (*fig. 1*) en werden heruitgegeven in 1959. De toepassing van de cementnormen is niet alleen belangrijk als controlemiddel bij de fabricage, het is tevens een standaard referentie voor de in de praktijk behaalde kwaliteit. In die geest, en om een bijkomende kwaliteitswaarborg te bieden voor haar producten heeft de Belgische cementindustrie zich bovenop de controles die zij zelf tijdens de fabricage moet uitvoeren, **vrijwillig** onderworpen aan een **kwaliteitscontrole** van haar cement, en dit reeds sedert 1927. Bovendien heeft zij deze opdracht toevertrouwd aan **onpartijdige en competente organismen** die als dusdanig door de overheden zijn geagreëerd.

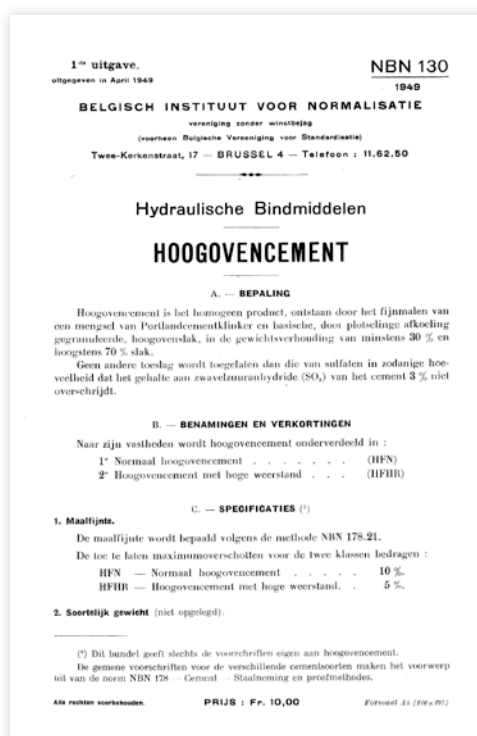


Fig. 1 – Eerste pagina van de norm NBN 130 voor hoogovencement uit 1949

Voor portlandcement was het laboratorium belast met de kwaliteitscontrole het *Laboratoire de Recherches et de Contrôle* van de *Groupeement Professionnel des Fabricants de Ciment Portland de Belgique (GPC)*, dat in die tijd de installaties gebruikte van het *Laboratoire d'Essais des Matériaux* van de ULB. Hoogovencement werd gecontroleerd door het *Laboratoire d'Essais des Constructions du Génie Civil et d'Hydraulique Fluviale* van de ULg. Het *Laboratorium voor Gewapend Beton* van de UGent en de GPC stonden samen in voor de controle van het cement in de opslagplaatsen van de verdelers, op de bouwplaatsen,

alsook bij de export. De principes van deze controles hielden in dat de labo's **maandelijks** en voor elke fabriek stalen namen van elke cementsoort en van elke kwaliteitsklasse om ze vervolgens te onderwerpen aan genormaliseerde proeven. De keuze van de plaats van **staalname** berustte bij de labo's: in de cementfabrieken, bij de handelaars, in de uitvoerhavens, op de bouwerven of in de prefab fabrieken. Om de controle te attesteren werden kwaliteitsmerken aangebracht, enerzijds door de GPC en anderzijds door de *Association Professionnelle des Fabricants de Ciments Métallurgiques* (fig. 2).

Fig. 2 – Controle-label C voor portlandcement en CM voor hoogovencement



Tijdens de periode na WO II ondergaat de Belgische cementindustrie een metamorfose. Dankzij de aangegane investeringen bereikt ze een technologisch niveau waarvoor de buurlanden haar enkel kunnen benijden. Gelijktijdig met deze evolutie wordt ook de kennis over cement en zijn toepassingen geperfectioneerd. Deze wetenschappelijke vooruitgang neemt verschillende vormen aan:

- De labo's in de cementfabrieken beschikken over de nodige uitrusting om continu aan de meest recente kwaliteitscriteria te voldoen op gebied van onderzoek en analyses ;
- Het Nationaal Centrum voor Wetenschappelijk en Technisch Onderzoek der Cementnijverheid (OCCN) wordt opgericht. Het betreft een 'Centrum De Groote', zoals bepaald door de Wet De Groote uit 1947, die tot doel had het industrieel onderzoek te bevorderen. Officieel gesticht bij Koninklijk Besluit op 11 april 1959, start het OCCN zijn werkzaamheden evenwel pas op 11 april 1961;

•De cementspecificaties die door het Belgisch Instituut voor Normalisatie waren genotificeerd en vastgelegd in normen, worden herzien om ze in overstemming te brengen met de aanbevelingen van de ISO – *International Organization for Standardization*. Zo worden de eerder geciteerde normen in 1969 vervangen door de reeks 771. Deze normen, 771-01 tot -17, maken tevens een vereenvoudiging mogelijk van de sterkteklassen door ze te uniformiseren, ze leggen meer testvoorwaarden op aan de labo's en ze verhogen de kwaliteitseisen. De aanduiding van deze normen verandert opnieuw in 1973 : 771 wordt dan B 12. In dat jaar –juli 1973 – vervangt het BENOR-gelijkvormigheidsmerk de merken C en CM.

Het Koninklijk Besluit van 10 april 1954 verleent aan het Belgisch Instituut voor Normalisatie het recht om het BENOR-merk aan te brengen op een product. Het doel van dit merk is het garanderen van de conformiteit met de criteria die in de normen van het BIN worden gespecificeerd, of desgevallend met andere vooraf opgestelde voorschriften die door het BIN zijn goedgekeurd en ter kennis liggen van het publiek. De toekenning van het kwaliteitslabel « BENOR – cement » attesteert het bestaan van een interne zelfcontrole door de fabrikant én van een externe controle door een onafhankelijke en door het BIN geagreëerde instelling. Deze controles staan onder het toezicht van een college van experts aangeduid door de belangrijkste gebruikers en gemandateerd door het BIN.

De Europese normalisatiewerkzaamheden voor cement vingen aan in 1969, op geheel vrijwillige basis, in de zes landen die het Verdrag van Rome ondertekenden. Vanaf 1973 werden deze werkzaamheden voortgezet in het kader van het *Comité Européen de Normalisation*, het CEN, in de schoot van het technisch comité TC 51 « Cement en Bouwkalk ». Het objectief was voor alle lidstaten gemeenschappelijke beproevingsnormen uit te werken en normen voor productspecificatie op te stellen. De beproevingsnormen zijn in 1987 en 1989 goedgekeurd. Vanaf 1990 worden hierdoor de prestaties van alle cementsoorten in alle CEN-lidstaten op dezelfde manier beoordeeld. De goedkeuring van de Bouwproductenrichtlijn (*Construction Products Directive – CPD*) in 1989 leidt tot het opzij schuiven van een normontwerp voor

specificaties dat niet op alle traditionele en beproefde cementsoorten van toepassing was. CEN/TC 51 « Cement en bouwkalk » heeft deze werkzaamheden overgenomen. De tekst die op 15 april 1992 als prenorm ENV 197-1 is aangenomen omvat alle cementsoorten.

Omdat deze prenorm ENV 197-1 een aantal nieuwigheden inhield in vergelijking met de normen NBN B 12-101 tot -107, besliste de bevoegde Commissie van het BIN om deze Belgische normen te vervangen door de Europese prenorm, met dien verstande dat deze laatste zou aangepast worden aan de Belgische context, in afwachting van de volledige harmonisering van de nationale normen binnen de EEG op basis van de definitieve norm EN 197. De norm NBN B 12-001 van 1993 behelsde bijgevolg de aanpassing van de Europese prenorm ENV 197 1 aan de Belgische context. Sedertdien zijn de Belgische cementsoorten in overeenstemming met de Europese norm NBN EN 197 1:2000, en noch hun samenstelling, noch hun prestaties zijn in de praktijk fundamenteel gewijzigd. De norm NBN B 12-001:1993 definieerde enkel de gekende gewone Belgische cementsoorten. Zo leidde de onbeschikbaarheid van natuurlijke puzzolanen in ons land ertoe dat puzzolaancement CEM IV niet wordt vermeld. Portlandcement « P » werd voortaan « CEM I » genoemd, portlandcomposietcement « PPz » werd « CEM II », hoogovencement « HK, HL en LK » respectievelijk « CEM III/A, CEM III/B en CEM III/C », en composietcement CEM V/A werd onder een Belgische norm gespecificeerd. Tegelijk werden de oude aanduidingen van de sterkteklasse (30 – 40 – 50) vervangen door 32,5 – 42,5 – 52,5.



Antwerpen, 'Lichttoren' –  
awg Architecten  
© Confederatie Bouw –  
Open Wervendag 2013



Gent, FPC –  
arch. de Jong Gortemaker  
Algra / Abscis  
© Confederatie Bouw –  
Open Wervendag 2013

Eenzelfde demarche werd toen ook gevolgd in verschillende andere landen van de EU, hetgeen de weg effende voor een Europese norm. Met de unanieme goedkeuring door alle CEN-lidstaten van het normontwerp EN 197-1 voor de gewone cementsoorten werd op 21 mei 2000 de laatste stap gezet. Deze norm verwierf op 18 september 2000 het statuut van Belgische norm onder de naam NBN EN 197 1 : 2000. Het was de eerste geharmoniseerde Europese norm die werd aangenomen in het kader van de CPD. Cement is met andere woorden het eerste bouw materiaal met CE-markering. Sedert 1 april 2002 moeten de gewone cementsoorten die op de markt gebracht worden inderdaad voldoen aan de norm EN 197-1 en voorzien zijn van de CE-markering, hetzij op de zakken, hetzij op de begeleidende documenten in het geval van bulkleveringen. Naast deze CE-markering is het BENOR-merk van toepassing gebleven. Het is overigens gebaseerd op een strengere kwaliteitscontrole, een maandelijks externe controle in plaats van de tweemandelijks controle die nodig is voor de CE-markering. Sommige speciale cementsoorten, met hoge bestandheid tegen sulfaten (HSR – « *high sulphate resisting* » – norm NBN B 12-108) of met beperkt alkaligehalte (LA – « *low alkali* » – norm NBN B 12-109) of ook met hoge aanvangssterkte (HES – « *high early strength* » – norm NBN B 12-110), zijn bovendien nog niet behandeld door de Europese normalisatie. In afwachting hiervan dragen deze cementsoorten de dubbele markering, namelijk de CE-markering die de conformiteit van hun gewone kenmerken attesteert, en het BENOR-merk dat hun speciale kenmerken certificeert.

Staatsblad de tweede editie van de norm NBN EN 197-1. Anders dan de vorige versie introduceert deze norm cementsoorten bestand tegen sulfaten, omvat hij de specificaties van hoogovencement met lage beginsterkte (L) en van cement met lage hydratatie warmte (« *low heat* » – LH). Deze cementtypes waren het voorwerp van de norm NBN EN 197-4 en het addendum NBN EN 197-1/A1 die ondertussen geannuleerd zijn. De norm legt daarnaast ook de eisen vast waaraan de bestanddelen moeten voldoen evenals de mechanische, fysische en chemische vereisten.

Naast cementtypes die bestand zijn tegen sulfaten zoals vastgelegd door de norm NBN EN 197-1 : 2011, zijn er nog andere cementsoorten waarvan de sulfaatbestandheid is aangetoond. Deze zijn opgenomen in een lijst in Bijlage A van de nieuwe NBN EN 197-1 en worden door verschillende CEN-lidstaten – waaronder België – binnen hun landsgrenzen beschouwd als zijnde bestand tegen sulfaten. De norm NBN B 12-108 met betrekking tot cement met hoge bestandheid tegen sulfaten blijft om die reden gehandhaafd. Zij werd evenwel herzien om ervoor te zorgen dat haar bepalingen in overeenstemming zijn met de nieuwe NBN EN 197-1 : 2011.

De andere speciale cementsoorten die nog buiten beschouwing zijn gebleven in de Europese normalisatie – met name cement met beperkt alkaligehalte (LA) en cement met hoge aanvangssterkte (HES) – zijn nog steeds het voorwerp van Belgische normen, respectievelijk NBN B 12-109 en NBN B 12-110. In de hierna volgende pagina's worden de gewone en speciale cementsoorten voorgesteld die in België worden gefabriceerd en beproefd.





### 3. DE GEWONE CEMENTSOORTEN « CE »

De norm NBN EN 197-1 van oktober 2011 definieert de kenmerken van 27 gewone cementsoorten verdeeld over 5 types. In *tabel 1* staan de cementtypes die vandaag in België worden geproduceerd en gecommmercialiseerd. De mechanische eisen (sterkteklasse) evenals de fysische en scheikundige eisen van deze gewone cementsoorten zijn opgenomen in *tabel 2 & 3*. Voor de definitie en de eisen van de andere gewone cementsoorten verwijzen wij naar de NBN EN 197-1, meer bepaald *tabel 1, 3 en 4*.

Types	Aanduiding		Hoofdbestanddelen (*)				Nevenbestanddelen (*)
			Klinker (K)	Hoogoven-slak (S)	Vliegas (V)	Kalksteen (LL) (**)	
I	Portlandcement	<b>CEM I</b>	95-100	-	-	-	0-5
II	Portlandslakcement	<b>CEM II/A-S</b>	80-94	6-20	-	-	0-5
		<b>CEM II/B-S</b>	65-79	21-35	-	-	0-5
	Portlandvliegasement	<b>CEM II/A-V</b>	80-94	-	6-20	-	0-5
		<b>CEM II/B-V</b>	65-79	-	21-35	-	0-5
	Portlandkalksteen-cement	<b>CEM II/A-LL</b>	80-94	-	-	6-20	0-5
	Portlandcomposiet-cement (***)	<b>CEM II/A-M</b>	80-88	12-20			0-5
		<b>CEM II/B-M</b>	65-79	21-35			0-5
III	Hoogovencement	<b>CEM III/A</b>	35-64	36-65	-	-	0-5
		<b>CEM III/B</b>	20-34	66-80	-	-	0-5
		<b>CEM III/C</b>	5-19	81-95	-	-	0-5
V	Composietcement (***)	<b>CEM V/A</b>	40-64	18-30	18-30	-	0-5

(\*) De opgegeven waarden zijn massa-procenten uitgedrukt ten opzichte van de som van hoofd- en nevenbestanddelen, d.w.z. het calciumsulfaat en de toevoegsels niet meegerekend.

(\*\*) LL: kalksteen met een totaal gehalte aan organische koolstof kleiner dan 0,20 massa-%.

(\*\*\*) In het geval van portlandcomposietcement CEM II/A-M en CEM II/B-M en van composietcement CEM V/A moeten de hoofdbestanddelen naast de klinker ook worden vermeld in de cementaanduiding. Bijvoorbeeld : CEM II/B-M (LL-S-V).

Tabel 1 – Samenstelling van de in België geproduceerde en gecommmercialiseerde gewone cementsoorten

Sterkteklassen	Druksterkte [MPa]			Begintijd van de binding [min]	Expansie [mm]
	2 dagen	7 dagen	28 dagen		
32,5 L (*)	-	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 N	-	≥ 16,0			
32,5 R	≥ 10,0	-			
42,5 L (*)	-	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≤ 10
42,5 N	≥ 10,0	-			
42,5 R	≥ 20,0	-			
52,5 L (*)	≥ 10,0	-	≥ 52,5	-	≥ 45
52,5 N	≥ 20,0	-			
52,5 R	≥ 30,0	-			

(\*) Sterkteklasse enkel gedefinieerd voor CEM III cementtypes

Tabel 2 – Mechanische en fysische eisen van de in België geproduceerde en gecommmercialiseerde gewone cementsoorten

Eigenschappen	Cementtypes	Sterkteklassen	Eisen (*) [%]
Gloeiverlies	CEM I CEM III	Alle klassen	≤ 5,0
Onoplosbare rest	CEM I CEM III	Alle klassen	≤ 5,0
Sulfaatgehalte (SO <sub>3</sub> )	CEM I CEM II CEM V	32,5 N / 32,5 R / 42,5 N	≤ 3,5
		42,5 R / 52,5 N / 52,5 R	≤ 4
	CEM III (**)	Alle klassen	≤ 4
Chloridegehalte	Alle types (***)	Alle klassen	≤ 0,10

(\*) De eisen worden opgegeven in massa-% van het eindproduct.  
(\*\*) Cementtype CEM III/C mag tot en met 4,5 % SO<sub>3</sub> bevatten.  
(\*\*\*) Cementtype CEM III mag meer dan 0,10 % chloride bevatten, maar in dat geval moet het maximale chloridegehalte worden vermeld op de verpakking en/of de leveringsbon.

Tabel 3 – Chemische eisen van de in België geproduceerde en gecommmercialiseerde gewone cementsoorten

## DEFINITIE VAN CEMENT VOLGENS DE NORM NBN EN 197-1

« Cement is een hydraulisch bindmiddel, d.w.z. een fijngemalen, anorganische stof die gemengd met water een pasta vormt die bindt en verhardt door middel van hydratatiereacties en –processen en die, na verharding, zijn sterkte en stabiliteit behoudt, zelfs onder water.

Cement volgens NBN EN 197-1, CEM-cement genoemd, moet, wanneer het op de juiste wijze wordt gedoseerd en gemengd met toeslagmateriaal/granulaten en water, een beton of mortel opleveren die voldoende lang verwerkbaar blijft en die na vastgelegde perioden de vereiste sterkteniveaus bereikt en ook op lange termijn vormvast blijft.

De hydraulische verharding van CEM-cement is vooral het gevolg van de hydratatie van calciumsilicaten, maar andere chemische verbindingen, zoals bijvoorbeeld aluminaten, kunnen ook aan het verhardingsproces bijdragen. In CEM-cement moet de som van de hoeveelheid reactief calciumoxide (CaO) en reactief siliciumdioxide (SiO<sub>2</sub>), bepaald volgens EN 196-2, ten minste 50 % (m/m) bedragen.

CEM-cement bestaat uit verschillende materialen en is ten gevolge van productie- en verwerkingsprocessen waarvan de kwaliteit gewaarborgd is, statistisch gezien homogeen van samenstelling. »

## 4. DE OPTIONELE KENMERKEN « CE » VAN DE GEWONE CEMENTSOORTEN

Terwijl de 1<sup>e</sup> editie van de norm NBN EN 197-1 op geen enkele speciale cementsoort betrekking had, t.t.z. op cement met een of meerdere bijkomende of specifieke eigenschappen, definieert de 2e editie er verschillende. In wat volgt, worden deze eigenschappen « optionele kenmerken van de gewone cementsoorten » genoemd. Omdat het eventuele kenmerken betreft, kunnen de gewone cementsoorten er dan ook eventueel mee begiftigd zijn. *Tabel 4* geeft een overzicht van de optionele kenmerken van de gewone

cementsoorten die in België gefabriceerd worden en zoals ze vandaag in norm NBN EN 197-1 gespecificeerd zijn.

Het gaat over de eigenschap **LH** (*Low Heat*) voor gewone cementsoorten met lage hydratatiewarmte, en over de eigenschap **SR** (*Sulfate Resisting*) voor gewone cementsoorten bestand tegen sulfaten. Vermits de EN 197-1 een geharmoniseerde norm is, moeten deze optionele kenmerken eveneens de CE-markering dragen.

			Optionele kenmerken (*)		
Cement	Norm	Markering	Eigenschap	Norm	Markering
Gewone cementsoorten	NBN EN 197-1	CE	LH	NBN EN 197-1	CE
			SR	NBN EN 197-1	CE

(\*) Voor wat de optionele kenmerken betreft, zijn in principe alle combinaties mogelijk.

*Tabel 4 – Optionele kenmerken van de gewone cementsoorten volgens NBN EN 197-1*

### · CEMENT MET LAGE HYDRATIEWARMTE « LH » (NBN EN 197-1)

De hydratatiewarmte van cement, uitgedrukt in Joule [J] per gram cement, is de hoeveelheid warmte die vrijkomt tijdens het hydratatieproces. De hydratatiereacties van cement zijn inderdaad exotherm.

In massieve constructies zorgt het gebruik van cement met lage hydratatiewarmte voor een aanzienlijke vermindering van de opwarming van de betonmassa tijdens de verharding. Het vormt bijgevolg een nuttige voorzorg om de latere thermische krimp en het ermee gepaard gaand scheurrisico te beperken. Daarom moet voor massieve bouwwerken LH-cement worden voorgeschreven, dit meestal voor diktes vanaf 50 cm.

Bij cement met lage hydratatiewarmte is deze hydratatiewarmte niet groter dan de karakteristieke waarde van 270 J/g. Dergelijk cement krijgt de aanduiding LH.

Deze hydratatiewarmte wordt bepaald, hetzij conform de norm NBN EN 196-8 na 7 dagen, hetzij conform de NBN EN 196-9 na 41 uur. Prenormatief onderzoek heeft de gelijkwaardigheid van de testresultaten van beide genormaliseerde proefmethodes aangetoond.

De Belgische cementtypes met lage hydratatiewarmte volgens NBN EN 197-1 zijn de volgende :

- CEM I LH
- CEM III/A LH
- CEM III/B LH
- CEM III/C LH
- CEM V/A (S-V) LH



## · CEMENT BESTAND TEGEN SULFATEN « SR »

Het technisch comité CEN/TC 51 'Cement en bouwkalk' voerde een enquête uit rond alle nationale specificaties en aanbevelingen in de EU, ten einde de gewone cementsoorten te identificeren waarvan over het algemeen wordt aangenomen dat zij bestand zijn tegen sulfaten en die bijgevolg onder EN 197-1 kunnen vallen. Deze studie leerde dat in de EU-lidstaten een grote verscheidenheid aan cementtypes als sulfaatbestendig werden geklassificeerd. Dit is te wijten aan de geografische en klimatologische omstandigheden op de plaats waar het beton en de mortel zich bevinden wanneer inwerking van sulfaten optreedt, aan de verschillen in regels die traditioneel gehanteerd worden bij de productie en het gebruik van sulfaatbestendige beton en mortel, en aan de lokale beschikbaarheid van bepaalde hoofdbestanddelen van de cementtypes.

Er is een keuze gemaakt van cementtypes « bestand tegen sulfaten » die het voorwerp moesten worden van Europese harmonisatie.

Deze keuze dekt het merendeel van de gewone cementsoorten waarvan algemeen wordt aangenomen dat ze bestand zijn tegen sulfaten. Het was evenwel onmogelijk om rekening te houden met alle nationale bijzondere gebruikseigenschappen die in nationale normen, toepassingsregels, reglementeringen en beschikkingen gespecificeerd worden. Zo komt het dat in België andere cementsoorten als sulfaatbestendig worden beschouwd. Zij worden sedert ruim 30 jaar gecodificeerd met de afkorting **HSR** (*High Sulfate Resisting*).

Om het voorschrijven van cement met verhoogde bestandheid tegen sulfaten te vereenvoudigen legt de Belgische norm NBN B 12-108 de specificaties vast van de Belgische HSR-cementtypes en definieert de Europese SR-cementtypes (conform NBN EN 197-1) waarvoor de ervaring in België heeft aangetoond dat zij een hoge bestandheid tegen sulfaten vertonen. Al deze cementtypes worden gedefinieerd in hoofdstuk 6, zie verder.

## 5. DE GEWONE CEMENTSOORTEN « CE + BENOR »

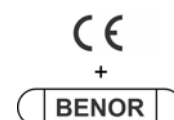
Behalve dat ze de kenmerken hebben die door de CE-markering gedekt zijn, kunnen de gewone cementsoorten ook de dubbele markering CE + BENOR dragen. Zij voldoen dan aan bijkomende eisen, die in PTV 603 zijn gestipuleerd :

- begrenzing van het einde van de bindingstijd tot 720 minuten ;
  - beperking van de zeefrest op 200 µm tot 3,0 %.
- Deze criteria komen tegemoet aan de wensen van de gebruikers voor wat het respecteren van

ontkistingstijden van beton, het uitzicht van betonwanden en de duurzaamheid betreft. Bovendien worden de externe controle en de controle in de laboratoria van de fabrikanten op een niveau gehandhaafd dat strenger is dan de eisen van NBN EN 197-2.

Elk BENOR-cement is het voorwerp van een technische fiche met informatie over zijn samenstelling en zijn mechanische, fysische en chemische kenmerken.

**CE-MARKERING = REGLEMENTAIR PASPOORT**  
**BENOR-MERK = VRIJWILLIG KWALITEITSLABEL**



Elk cement met de dubbele markering CE+BENOR is cement dat conform NBN EN 197-1 is en bijkomend, t.t.z. op vrijwillige basis onderworpen aan strengere controle, drager van het BENOR-merk.



## 6. DE OPTIONELE BENOR-KENMERKEN VAN DE GEWONE CEMENTSOORTEN

In de norm NBN EN 197-1 is er geen sprake van bepaalde karakteristieken die veelvuldig van toepassing zijn in België en die betrekking hebben op volgende cementsoorten :

- met hoge weerstand tegen sulfaten, gedefinieerd in de norm NBN B 12-108 en reeds vermeld in hoofdstuk 4,
- **LA** (Low Alkali), gedefinieerd in de norm NBN B 12-109, en
- **HES** (High Early Strength – enkel voor portlandcement), cfr. NBN B 12-110.

Deze drie kenmerken zijn optionele karakteristieken van de gewone BENOR-cementsoorten. Gewone cementsoorten kunnen inderdaad door deze eigenschappen gekenmerkt zijn en de conformiteit met de geciteerde Belgische normen kan dan enkel door het BENOR-merk geattesteerd worden. Aldus kan een gewone cementsoort niet van een of meer van deze drie kenmerken voorzien zijn, tenzij zij reeds drager is van de dubbele markering CE + BENOR.

Tabel 5 geeft een overzicht van de optionele kenmerken van de in België gefabriceerde gewone cementsoorten met dubbele markering CE + BENOR.

Cementsoort	Norm	Bijkomende kenmerken gedekt door BENOR			Optionele kenmerken (*)		
		Eigenschap	Normatief document	Markering	Eigenschap	Norm	Markering
Gewone cementsoorten	NBN EN 197-1	Einde bindingstijd en zeefrest op 200 µm	PTV 603	CE + BENOR	SR (**)	NBN EN 197-1 en NBN B 12-108	CE + BENOR
					HSR	NBN EN 12-108	BENOR
					LA	NBN EN 12-109	BENOR
					HES	NBN EN 12-110	BENOR

(\*) Voor wat de optionele kenmerken betreft, zijn in principe alle combinaties mogelijk, met uitzondering van SR met HSR, een combinatie die niet toegelaten is.

(\*\*) Enkel van toepassing voor SR, SR 0 en SR 3.

Tabel 5 – Overzicht van de optionele kenmerken van de gewone cementsoorten met dubbele markering CE + BENOR

### · CEMENT MET HOGE WEERSTAND TEGEN SULFATEN « SR » OF « HSR » (NBN B 12-108)

Sulfaten zijn de belangrijkste vijand van verhard cement. Ze zijn des te gevaarlijker omdat ze in tal van omgevingen aanwezig zijn (bodem, zeewater, dierenmest, ...), maar ze zijn niet agressief voor andere materialen en voor levende wezens – plantaardige of dierlijke. Het schademechanisme bestaat uit de vorming van een expansief zout, gehydrateerd calciumsulfo-aluminaat. Dit zout, ook 'Candlot-zout' genoemd, ontstaat uit de reactie van opgelost sulfaat, gehydrateerd tricalciumaluminaat (C<sub>3</sub>A – een van de eerste

verbindingen die zich vormen tijdens de hydratatie van de portlandklinker) en het calcium-ion dat tijdens het hydratatieproces vrijkomt.

Wanneer het beton zal worden blootgesteld aan vloeistoffen met concentraties aan sulfaten hoger dan 500 mg/l of in contact zal komen met grond die meer dan 3000 mg/kg sulfaten bevat, moet derhalve cement met hoge sulfaatbestandheid worden gebruikt (cfr. NBN B 15-001, tabellen F.2 en F.3 : duurzaamheidseisen).



Om een verhoogde bestandheid tegen sulfaten te bezitten, moet het bestanddeel dat nodig is voor de expansieve reactie beperkt zijn of afwezig. Dit is het geval in :

- portlandcement dat van nature arm is aan aluminium  $Al_2O_3$  en waar de vorming van  $C_3A$  tijdens het branden geheel of gedeeltelijk vervangen is door de vorming van  $C_4AF$  (tetracalcium-aluminiumferriet);
- hoogovencement met een hoog slakgehalte;
- composietcement met een laag gehalte aan kalk  $CaO$ , bron van de calciumionen.

Zoals aangegeven in hoofdstuk 4 introduceert de Europese norm NBN EN 197-1 : 2011 verschillende cementtypes die bestand zijn tegen sulfaten en met SR worden aangeduid. De norm aanvaardt nochtans dat andere cementsoorten die op nationaal niveau als sulfaatbestendig worden erkend maar niet genormaliseerd zijn op Europees niveau, als dusdanig behouden blijven. Deze cementtypes worden in de Belgische norm NBN B 12-108 gedefinieerd en aangeduid met « HSR ». Om het voorschrijven van cement bestand tegen sulfaten te vergemakkelijken omhelst deze norm NBN B 12-108 bovendien ook SR-cementtypes die in België erkend zijn als cement met hoge bestandheid tegen sulfaten. Omdat zij reeds de aanduiding « SR » dragen in hun benaming overeenkomstig de CE-markering kunnen zij niet voorzien

worden van de aanduiding « HSR ». Bij het voorschrijven van beton laat enkel de verwijzing naar de norm NBN B 12-108 toe dat « Belgische HSR cementen » gevoegd worden bij die « Europese SR cementsoorten » waarvan de hoge bestandheid tegen sulfaten door de Belgische ervaring is aangetoond.

De volgende cementtypes zijn in België erkend als cement met hoge bestandheid tegen sulfaten en in de norm NBN B 12-108 opgenomen:

- CEM I - SR 3 (of SR 0 – SR 0 beantwoordt per definitie aan de eisen van SR 3)
- CEM III/B - SR
- CEM III/C - SR
- CEM V/A (S-V) HSR

Al deze cementtypes kunnen met HSR worden aangeduid in contractuele documenten in België.

CEM I SR 5 en CEM IV SR van de NBN EN 197-1 zijn daarentegen niet conform NBN B 12-108, vermits ze in België nooit zijn gebruikt voor bouwwerken in contact met sulfaten en hun specifieke geschiktheid voor gebruik in sulfaathoudende milieus niet is aangetoond.

Naast de vereisten inzake samenstelling en de mechanische, fysische en scheikundige specificaties, zoals vermeld in *tabel 1, 2 & 3*, gelden voor gewone cementsoorten met hoge bestandheid tegen sulfaten de eisen uit *tabel 6*.

Cementtypes	Eigenschappen	Sterkteklassen	Eisen [%]
CEM I - SR 3	Sulfaatgehalte ( $SO_3$ )	32,5 N / 32,5 R / 42,5 N	$\leq 3,0$
		42,5 R / 52,5 N / 52,5 R	$\leq 3,5$
	Gehalte aan $C_3A$ in klinker	Alle klassen	$\leq 3$
CEM III/B - SR	Gehalte aan slak	Alle klassen	$\geq 66$
CEM III/C - SR	Gehalte aan slak	Alle klassen	$\geq 81$
CEM V/A (S-V) HSR	Gehalte aan kalk ( $CaO$ )	Alle klassen	$\leq 50,0$

Tabel 6 – Bijkomende eisen voor gewone cementsoorten met hoge bestandheid tegen sulfaten



*Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten wordt toegepast in de afvalwatersector, zoals bijvoorbeeld voor de fabricage van buizen of voor de bouw van zuiveringsstations.*  
*In de landbouw moet beton dat in contact komt met mest eveneens op basis zijn van SR- of HSR-cement conform de norm NBN B12-108.*  
 (foto's C. Ployaert)



· CEMENT MET BEPERKT ALKALIGEHALTE « LA »  
 (NBN B 12-109)

De alkali-silicareactie (ASR) is een reactie waarbij de in het beton aanwezige alkaliën ( $\text{Na}_2\text{O}$  en  $\text{K}_2\text{O}$ ) reageren met reactief silicium dat sommige betontoeslagmaterialen (zand of grind) bevatten. Het gebruik van cement met laag alkaligehalte is de voornaamste voorzorgsmaatregel tegen ASR. Voor alle duidelijkheid, er moet tezelfdertijd aan drie voorwaarden voldaan zijn vooraleer ASR kan optreden :

- een vochtig milieu ;
- de aanwezigheid in het beton van granulaten die gevoelig zijn voor alkaliën, namelijk granulaten die reactief silicium bevatten ;
- een hoog gehalte aan alkaliën in het beton.

In een vochtige omgeving wordt daarom aanbevolen LA-cement te gebruiken telkens wanneer de afkomst van de granulaten onduidelijk is of wanneer ze van verschillende origines zijn, of zodra ook maar enige twijfel bestaat over de ongevoeligheid van de granulaten voor ASR.



Volgende cementtypes zijn LA :

- CEM I LA
- CEM III/A LA
- CEM III/B LA
- CEM III/C LA
- CEM V/A (S-V) LA

*Schade ten gevolge van alkali-silicareacties manifesteert zich in de gedaante van omvangrijke scheurvorming. Uit ervaring en na tal van studies blijkt dat het gebruik van LA-cement het ontstaan van ASR voorkomt.*

Naast de samenstellingscriteria en de fysische, mechanische en chemische specificaties uit *tabel 1, 2 & 3* moet LA-cement voldoen aan de eisen vermeld in *tabel 7* cfr. de norm NBN B 12-109.

Cementtypes	Eigenschap	Sterkteklasse	Eisen [%]
CEM I LA	Gehalte aan $\text{Na}_2\text{O}$ -equivalent (*)	Alle klassen	$\leq 0,60$
CEM III/A LA		Alle klassen	$\leq 0,90$ als $S < 50\%$ (**)
			$\leq 1,10$ als $S \geq 50\%$ (**)
CEM III/B LA		Alle klassen	$\leq 1,30$
CEM III/C LA		Alle klassen	$\leq 2,00$
CEM V/A (S-V) LA		Alle klassen	$\leq 1,50$

(\*) Het % aan  $\text{Na}_2\text{O}$ -equivalent van het cement wordt als volgt berekend :  $\% \text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}} = \% \text{Na}_2\text{O} + 0,658 \times \% \text{K}_2\text{O}$   
(\*\*) S = gehalte aan hoogovenslak

Tabel 7 – Bijkomende eisen voor de gewone cementsoorten met laag alkaligehalte



*Voor wegenbeton eisen de lastenboeken het gebruik van CEM I of CEM III/A, beide van sterkteklasse minimaal 42,5 N en met beperkt alkaligehalte (LA). (foto's C. Ployaert)*



· PORTLANDCEMENT MET HOGE AANVANGSSTERKTE « HES »  
(NBN B 12-110)

Danzij hun zeer hoge druksterkte na 1 dag (10, 15 of 20 MPa) is HES-portlandcement CEM I bijzonder aangewezen telkens wanneer een snelle ontlasting of ingebruikname wenselijk is. HES-cement is beperkt tot CEM I en sterkteklassen 42,5 R en hoger.

Behalve de samenstellingscriteria en de fysische, mechanische en scheikundige eisen uit *tabel 1, 2 & 3* gelden voor HES-cement ook de eisen van *tabel 8* zoals vastgelegd in de norm NBN B 12-110.

Cementtype	Eigenschap	Sterkteklassen	Eisen [MPa]
CEM I HES	Druksterkte na 1 dag	32,5 N / 32,5 R / 42,5 N	Bestaat niet
		42,5 R	≥ 10,0
		52,5 N	≥ 15,0
		52,5 R	≥ 20,0

Tabel 8 – Bijkomende eisen voor cement met hoge aanvangssterkte



HES-portlandcement wordt hoofdzakelijk aangewend in de prefab industrie om betontypes te maken die hoge sterktes ontwikkelen en snel kunnen ontlast worden.

(foto's C. Ployaert)

## GEZONDHEIDSASPECTEN

Droog cement houdt geen enkel risico in voor de gezondheid op voorwaarde dat het niet ingeademd wordt en dat ogen en huid beschermd worden tegen stof. Nat cement, verse mortel of vers beton daarentegen kunnen een irriterend effect hebben bij langdurig contact met de huid. De letsels (dermatitis – eczema) ontstaan zonder dat men in het begin pijn voelt, maar ze kunnen leiden tot irritatie, allergie of brandwonden (wanneer men bijvoorbeeld knielt in verse mortel of vers beton, zelfs met een lange broek). Eczeem is te wijten aan het hoge pH-gehalte (ca. 13) dat bij de hydratatie van het cement optreedt – men spreekt van contactdermatitis – of aan een immuunreactie op oplosbaar chroom (VI) – allergische dermatitis genoemd.

Overeenkomstig de Europese regelgeving CE 1907/2006 (REACH)-Annex XVII, moet aan cement dat meer dan 2 ppm oplosbaar chroom (VI) bevat (d.w.z. 0,0002 % van de droge cementmassa) een reductiemiddel worden toegevoegd, teneinde allergische reacties te verminderen. Onmisbare voorwaarden voor de effectiviteit van het reductiemiddel zijn de correcte opslag in een droge ruimte en het in acht nemen van de maximale gebruikstermijn die op de verpakking of op de leveringsbon vermeld staat.

Noteer dat sommige cementsoorten, zoals wit cement, van nature voldoen aan de grenswaarde van oplosbaar chroom VI en bijgevolg geen reductiemiddel vergen. Anderzijds voorziet het reglement een afwijking waarbij cement met een hoger gehalte aan chroom VI toch mag verhandeld worden, indien het bestemd is voor volledig geautomatiseerde processen.



*Beton is uitstekend geschikt voor wateropslagconstructies. Bij de hydratatie van de portlandklinker wordt immers kalk gevormd, die de natuurlijke zuurtegraad van regenwater neutraliseert. Studies hebben bovendien aangetoond dat cementgebonden materialen onschadelijk zijn voor het milieu – t.t.z. geen gevaarlijke stoffen afgeven – en gebruikt mogen worden voor toepassingen in contact met water bestemd voor menselijke consumptie.*

*(foto Ecobeton Water Technologies)*

## 7. HOE CEMENT SPECIFICEREN ?

Al de gewone cementsoorten moeten de CE-markering dragen en de volgende aanduidingen omvatten (zie ook schema op de volgende pagina):

- het cementtype voorafgegaan door de afkorting CEM ;
- de letters A, B of C die het klinkergehalte aangeven (behalve voor portlandcement – CEM I) ;
- in het geval van portlandcomposiet cement (CEM II), de aard van de hoofdbestanddelen naast de klinker, eventueel voorafgegaan door de letter M indien het een mengsel betreft van verschillende bestanddelen, en voor composietcement (CEM V), de aard van de hoofdbestanddelen naast de klinker ;
- een van de 3 sterkteklassen : 32,5 – 42,5 – 52,5 ;
- een van de 3 sterkteniveaus op korte termijn (2 of 7 dagen) : L – N – R (L enkel voor hoogovencement CEM III).

Bovendien kunnen sommige cementtypes optionele kenmerken hebben : LH of SR.

Voorts kunnen alle gewone cementsoorten voorzien zijn van het vrijwillig kwaliteitsmerk BENOR indien zij beantwoorden aan de eisen van PTV 603 en van TRA 600.

Tenslotte kan cement ook bijkomende kenmerken vertonen die zijn vastgelegd in de normen NBN B 12-108, NBN B 12-109 en NBN B 12-110. De conformiteit met deze normen wordt geattesteerd door het BENOR-merk.



### VOORBEELDEN

- Voor bouwwerken blootgesteld aan dooizouten, zoals bijvoorbeeld wegen (omgevingsklasse EE4 volgens NBN B 15-001) is het cementtype CEM I of CEM III/A, van sterkteklasse minimum 42,5 N, en LA, d.w.z. conform de norm NBN B 12-109 ;
- Voor bouwwerken in contact met sulfaten (sulfaatgehalte > 500 mg/l in water of > 3000 mg/kg in de bodem), is het cement een cement met hoge bestandheid tegen sulfaten cfr. NBN B 12-108 ;
- Voor bouwwerken blootgesteld aan omgevingsklassen EE1 tot EE4 en ES1 tot ES4 heeft het aangewende cement een beperkt alkaligehalte (LA), zoals gedefinieerd in NBN B 12-109 ;
- Voor massieve constructies met een dikte groter dan 50 cm wordt cement gebruikt met lage hydratatiewarmte (LH), conform NBN EN 197-1.

*Hoogovencement CEM III/B en composietcement CEM V/A (S-V) zijn zeer geschikt voor betonconstructies in een zure omgeving, zoals bijvoorbeeld inkuilsilo's. (foto FEBELCEM)*





## CEMENT : AANDUIDING - CE-MARKERING - BENOR-MERK

NBN EN 197-1 'Gewone Cementsoorten'				PTV 603	TRA 600	NBN B 12-108	NBN B 12-109	NBN B 12-110	
CEM I						SR <sub>0</sub> SR <sub>3</sub>	LA	HES	
CEM II	A	S V LL M(S-V-LL)	32,5						
	B								
CEM III	A		42,5	LH					
	B		52,5						SR
	C								
CEM V	A	(S-V)				HSR			

Type	Hoofbestanddelen	Sterkteklasse	
			'Optionele' kenmerken

			'Bijkomende' kenmerken

Karakteristieken gedekt door de verplichte markering

**CE**

Karakteristieken gedekt door het vrijwillig merk

**BENOR**

### Voorbeelden van genormaliseerde aanduidingen

CEM III/A 42,5 N	CEM III/A 42,5 N	CE	BENOR
CEM I 52,5 N SR <sub>3</sub> LA	CEM I 52,5 N SR <sub>3</sub>	CE	LA BENOR (*)
CEM II/B-M (LL-S) 32,5 R	CEM II/B-M (LL-S) 32,5 R	CE	BENOR
CEM I 42,5 R - SR <sub>3</sub>	CEM I 42,5 R SR <sub>3</sub>	CE	BENOR (*)
CEM I 52,5 R HES	CEM I 52,5 R	CE	HES BENOR
CEM III/B 32,5 N - LH/SR LA	CEM III/B 32,5 N LH SR	CE	LA BENOR (*)
CEM V/A (S-V) 32,5 N - LH HSR LA	CEM V/A (S-V) 32,5 N LH	CE	HSR LA BENOR

*Opmerking: SR en SR<sub>3</sub> zijn eveneens BENOR*



## Bibliografie

- [1] *Le ciment Portland artificiel – Fabrication, propriétés*  
Groupement Professionnel des Fabricants de Ciment Portland Artificiel de Belgique  
Brussel, 1930
- [2] *Normes des ciments*  
Centre d'Information de l'Industrie cimentière belge  
Bulletin n° 10,  
Brussel, 1953
- [3] HUBERTY J.M.  
*Cement – Samenstelling, fabricage, gebruik*  
Verbond der Cementnijverheid,  
Brussel, 1974
- [4] HALLEUX P.  
*L'Industrie Cimentière au Laboratoire d'Essai des Matériaux de l'Université Libre de Bruxelles*  
Brussel, 1996
- [5] *Les constituants des bétons et mortiers*  
*CIMbéton*  
Parijs, 2005
- [6] PUBLICATIEBLAD VAN DE EUROPESE UNIE  
*Richtlijn 2003/53/EG van het Europees parlement en de raad*  
Luxemburg, 2003

## Normen en normatieve documenten

- [7] *NBN EN 197-1 : Cement – Deel 1 : Samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria van de gewone cementsoorten*  
Brussel, NBN, 2011
- [8] *NBN EN 197-2 : Cement — Deel 2 : Conformiteitsbeoordeling*  
Brussel, NBN, 2000
- [9] *PTV 603 : Gewone cementsoorten — Bijkomende karakteristieken*  
Brussel, CRIC-OCCN, 2011
- [10] *TRA 600 : Reglement voor de toekenning van de gebruiksvergunning van het BENOR-merk aan de fabrikanten van cement*  
Brussel, CRIC-OCCN, 2011
- [11] *NBN B 12-108 : Cement — Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten*  
Brussel, NBN, 2013
- [12] *NBN B 12-109 : Cement — Cement met beperkt alkaligehalte*  
Brussel, NBN, 2013
- [13] *NBN B 12-110 : Cement — Portlandcement met hoge aanvangssterkte*  
Brussel, NBN, 2002
- [14] *NBN B 15-001 : Bijlage bij de norm NBN EN 206-1:2001 - Beton - Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit*  
Brussel, NBN, 2012



- 1-2
- 3-4
- 5-6
- 7

1 & 2 : Gent, FPC – dJGA / Abscis  
 3 : Mechelen, Rode Kruis – arch. Poponcini & Lootens  
 4 : Gent, VAC - arch. Poponcini & Lootens  
 5 : Hasselt, 'Alverberg' – arch. M. Jamaer  
 6 : Wuustwezel, 'Amandina' – arch. Llox  
 7 : St.-Truiden, 'Triamant' – arch. BURO II & ARCH I+I  
 © Confederatie Bouw – Open Wervendag 2013



[foto achterpagina : Pascale Hardy]





T-5

Dit bulletin is een publicatie van :  
**FEBELCEM**  
Federatie van de Belgische Cementnijverheid  
Vorstlaan 68 - 1170 Brussel  
Tel. 02 645 52 11 - fax 02 640 06 70  
[www.febelcem.be](http://www.febelcem.be)  
[info@febelcem.be](mailto:info@febelcem.be)

Auteur : ir. C. Ployaert

Wettelijk depot :  
D/2013/0280/09

V. u. : A. Jasienski

[infobeton.be](http://infobeton.be)

