



Sulfaten kunnen het beton aantasten doordat ze leiden tot de vorming van een expansief zout. Om deze beschadiging te voorkomen, zijn er tal van normen en bestekken die verwijzen naar cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten, ofwel 'HSR' (*high sulfate resisting*), tot in 2011 de enige erkende benaming in België. Sinds de normwijzigingen worden de in de handel verkrijgbare sulfaatbestendige cementen aangeduid als 'SR' (*sulfate resisting*) of 'HSR' (*high sulfate resisting*). Dit onderscheid is echter niet afhankelijk van hun sulfaatbestendighedsgraad. Om verwarring te vermijden, geven we in dit artikel een beknopte toelichting bij deze cementtypes.

'SR' of 'HSR'-cement: welke hebben een hoge bestandheid tegen sulfaten?

Wanneer wordt cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten gebruikt?

Zowel de bodem als het grondwater kunnen sulfaten bevatten. Ook industriële activiteiten en het gebruik van bepaalde meststoffen kunnen aanleiding geven tot de aanwezigheid van sulfaten. Deze sulfaten dringen het beton binnen door diffusie of capillaire absorptie en kunnen reageren met de hydratatieproducten van het cement. Het expansieve karakter van de reactieproducten zorgt ervoor dat het beton begint te degraderen (door de vorming van ettringiet, ook Candlotzout genoemd; zie onderstaande afbeelding).

Het beperken van de permeabiliteit van het beton (correct cementgehalte, lage W/C-verhouding, optimaal granulaatskelet), verbetert de bestandheid tegen sulfaten. Maar een lage permeabiliteit biedt onvoldoende bescherming. Van zodra het water of de grond in contact met het beton een sulfaatgehalte van respectievelijk meer dan 500 mg/l of

3.000 mg/kg bereikt (wat overeenstemt met de milieuklassen EA1 tot EA3), moet er cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten gebruikt worden (zie de norm NBN B 15-001).

Nieuwe normen: een andere benaming

Voor 2011 werd er in de Europese norm NBN EN 97-1:2000 'Cement' geen melding gemaakt van de sulfaatbestendigheid van de voornoemde cementtypes. De Belgische norm NBN B 12-108:2006 'Cement. Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten' schreef daarentegen wel een hoge sulfaatbestendigheid toe aan bepaalde 'HSR'-cementsoorten.

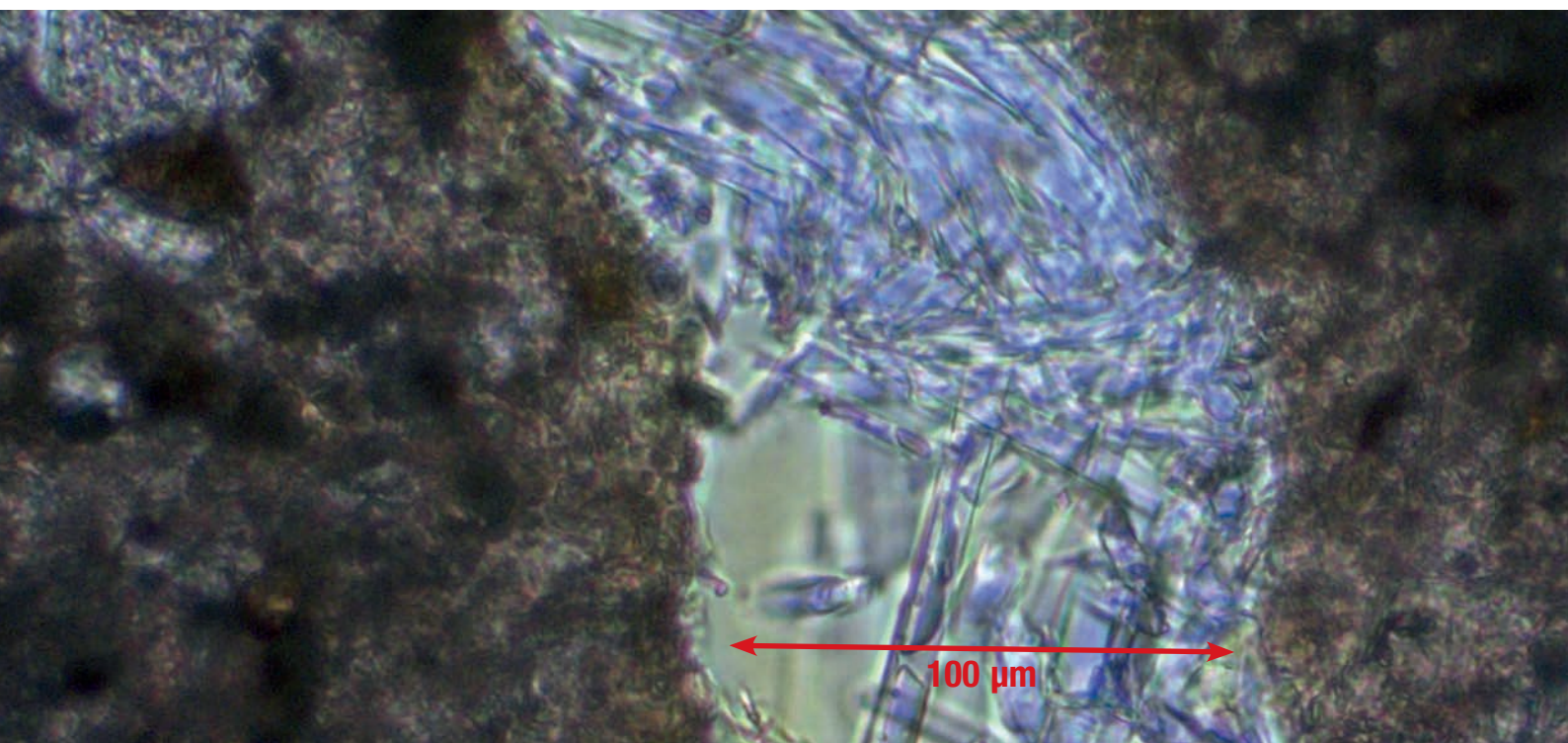
De nieuwe uitgave van de Europese norm NBN EN 197-1 introduceerde in 2011 zeven sulfaatbestendige cementen, die de benaming 'SR' dragen. Bijlage A vermeldt echter ook dat het op nationaal niveau toegestaan is om gebruik te maken van andere cement-

types en verwijst voor België naar de norm NBN B 12-108.

Om conform deze laatste uitgave van de Europese norm NBN EN 197-1 te zijn, was de uitgave van de norm NBN B 12-108, die dateert van 2006, aan een herziening toe. Op Belgisch niveau zijn er immers cementsoorten die als sulfaatbestendig bestempeld kunnen worden, terwijl ze in de Europese norm niet als dusdanig beschouwd worden. Aangezien er in België zeer vaak verwezen wordt naar de norm NBN B 12-108 in openbare en private bestekken, is het wenselijk om de verwijzing naar deze norm in stand te houden.

Bovendien is er een verband tussen het BENOR-merk en de norm NBN B 12-108, voor wat de eigenschap 'bestandheid tegen sulfaten' betreft. Dankzij dit merkteken is een strengere kwaliteitscontrole mogelijk dan dat er op het Europese niveau beschikbaar is met de CE-markering. Zo wordt er binnen het kader van het BENOR-merk een externe controle van

De aanwezigheid van ettringietnaalden in een scheur die doorheen de cementpasta loopt





Cementtypes met een (hoge) bestandheid tegen sulfaten volgens de verschillende normen

Cementtype	Belgische norm NBN B 12-108:2006	Europese norm NBN EN 197-1:2011	Belgische norm NBN B 12-108:2015
Portlandcement	CEM I HSR $\leq 3,0$ % C_3A	CEM I-SR 0 = 0 % C_3A CEM I-SR 3 ≤ 3 % C_3A CEM I-SR 5 ≤ 5 % C_3A	CEM I-SR 0 = 0 % C_3A CEM I-SR 3 ≤ 3 % C_3A
Hoogovencement	CEM III/B HSR CEM III/C HSR	CEM III/B-SR CEM III/C-SR	CEM III/B-SR CEM III/C-SR
Puzzolaancement	/	CEM IV/A-SR ≤ 9 % C_3A CEM IV/B-SR ≤ 9 % C_3A	/
Composietcement	CEM V/A (S-V) HSR	/	CEM V/A (S-V) HSR (*)
Overgesulfateerd cement	SSC HSR	/	SSC HSR

(*) Het cementtype CEM V/A (S-V) HSR wordt beschouwd als een 'Cement met een Hoge Bestandheid tegen Sulfaten volgens de norm NBN B 12-108', op voorwaarde dat het voldoet aan de bijkomende specifieke eisen van de Belgische norm. Zo mag het kalkgehalte (CaO) maximum 50,0 % bedragen.

de samenstelling van de cementen CEM III/B-SR (de samenstelling die het 'SR'-karakter bepaalt) uitgevoerd. Binnen de context van de CE-markering vindt deze controle niet plaats, er wordt enkel vermelding gemaakt van een eenvoudige zelfcontrole.

Volgens de herziening van de Belgische norm NBN B 12-108, waarvan de publicatie voorzien is voor 2015, hebben de volgende cementsoorten een hoge bestandheid tegen sulfaten als eigenschap:

- de 'SR'-cementen: de cementtypes die volgens de Europese norm sulfaatbestendig zijn en die in België eveneens een hoge sulfaatbestendigheid toegeschreven krijgen. Aangezien deze onder de CE-markering al aangeduid worden als 'SR', kunnen ze geen 'HSR'-markering krijgen
- de 'HSR'-cementen: de cementtypes die door de Europese norm niet als sulfaatbestendig beschouwd worden, maar die op het

Belgische niveau wel een hoge bestandheid tegen sulfaten toegeschreven krijgen.

Dit onderscheid tussen 'SR' en 'HSR' wordt niet bepaald door de sulfaatbestendigheidsgraad, maar door het feit of de cementen al dan niet opgenomen zijn in de Europese norm als zijnde sulfaatbestendig. Al deze cementen worden voortaan aangeduid als 'Cement met een Hoge Bestandheid tegen Sulfaten volgens de norm NBN B 12-108'. Deze aanduiding moet vanaf nu integraal vermeld worden in de bestekken in plaats van de oude benaming 'HSR'.

Welke cementtypes hebben een hoge bestandheid tegen sulfaten?

Tijdens de hydratatiereactie (d.i. de reactie van cement bij de aanwezigheid van water) vormen bepaalde cementbestanddelen (bv. calciumoxide en aluminaten) reactieproducten die in combinatie met de sulfaten een expansieve reactie kunnen veroorzaken. Door de aanwezigheid van deze bestanddelen in het cement te beperken of zelfs volledig te vermijden, verkrijgt beton dat met dit cement gemaakt wordt een hogere bestandheid tegen sulfaten. Deze eigenschap is terug te vinden in de onderstaande cementtypes:

- de Portlandcementen die van nature arm zijn aan C_3A -aluminaten
- de hoogovencementen met een hoog hoogovenslakgehalte
- de composietcementen met een beperkt kalkgehalte (CaO), een bron van calciumionen.

Vanuit een normatief standpunt vertalen deze wetenschappelijke overwegingen zich in eisen die aan het cement opgelegd worden.

De bovenstaande tabel geeft een overzicht van de cementtypes die volgens de verschillende normen een (hoge) bestandheid tegen sulfaten vertonen.

U zult merken dat in de herziening van de norm NBN B 12-108 niet alle 'SR'-cementen die in de Europese norm NBN EN 197-1 voorkomen, overgenomen worden. Dit is bijvoorbeeld het geval voor cement van het type CEM I met een C_3A -gehalte tot 5 % (CEM I-SR 5) en de puzzolaancementen CEM IV SR. Deze cementsoorten werden in België namelijk nooit eerder gebruikt in toepassingen waarbij er contact was met sulfaten. Ook de CEM I-SR 5 werd niet overgenomen in de Belgische norm, aangezien Portlandcement CEM I een betere bestandheid tegen sulfaten verkrijgt naarmate het C_3A -gehalte lager ligt.

Ten slotte vermelden we dat de grenswaarden eveneens herzien werden ten opzichte van de uitgave van 2006 van de norm NBN B 12-108. Zo werd een Portlandcement CEM I voordien beschouwd als bestand tegen sulfaten als zijn C_3A -gehalte minder dan 3,0 % bedroeg. In de herziene versie bedraagt de grenswaarde 3 %, waardoor bijvoorbeeld ook een waarde van 3,4 % binnen deze grens valt.

L. Kupers, m. wet. geol., onderzoeker, laboratorium Betontechnologie, WTCB

V. Dieryck, ir., senior projectleider, afdeling Beton en bouwchemie, WTCB

V. Pollet, ir., adjunct-departementshoofd, departement Materialen, technologie en omhulsel, WTCB

Dit artikel werd opgesteld in het kader van de Normen-Antenne 'Beton-mortel-granulaten', gesubsidieerd door de FOD Economie.