



PROBETON Vereniging zonder winstooigmerk **BENOR**

beheersorganisme voor de controle van de betonproducten

Aarlenstraat 53 - B9
1040 Brussel

Tel. (02) 237.60.20
Fax (02) 735.63.56

e-mail : mail@probeton.be
website : www.probeton.be

TECHNISCHE NOTA	NTN	015
	Uitgave 1	2004

T 03/0811 N
2003.06.03
C2: 2004.01.13

BIJZONDERE BEPALINGEN AANGAANDE DE BETONSAMENSTELLING VAN BETONPRODUCTEN

Gevalideerd en geregistreerd door het Belgisch Instituut voor Normalisatie op 2004.01.16
onder het nr. 3001/1275

Geregistreerd door de Federale Overheidsdienst Economie op 2004.01.22 onder het nummer Q/257

INHOUD

Te raadplegen documenten

Voorwoord

- 1 ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED
- 2 GEMALEN HOOGOVENSLAK
 - 2.1 Algemeen
 - 2.2 Gebruik
- 3 BETON MET VERHOOGDE WEERSTAND TEGEN SULFATEN
 - 3.1 Algemeen
 - 3.2 Betonsamenstellingen
- 4 VOORKOMING VAN DE ALKALI-SILICAREACTIE (ASR)
 - 4.1 Algemeen
 - 4.2 Maatregelen
- 5 MENGEN VAN CEMENTEN

BIJLAGE 1 : Begrenzing van het alkaligehalte van het beton en opstelling van de alkalibalans

Te raadplegen documenten:

De meest recente uitgaven van de vermelde documenten zijn van kracht, met inbegrip van hun eventuele addenda en/of errata en/of aanvullende typevoorschriften (o.a. PTV).

- NBN B 15-001: 1992
Beton - Prestaties, productie, verwerking en conformiteitscriteria
- prNBN B 15-001: oktober 2003 (ontwerp 3de uitgave) *
Aanvulling op NBN EN 206-1 - Beton - Eisen, gedraging, vervaardiging en overeenkomstigheid
- NBN EN 206-1
Beton - Deel 1: Eisen, gedraging, vervaardiging en overeenkomstigheid
- NBN B 12-108
Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten
- NBN B 12-109
Cement met begrensd alkali-gehalte
- Methode LPC n° 37
Essai de granulats - Détermination des alcalins solubles dans de l'eau de chaux -1993 -
Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), Parijs.
- Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction - 1994 - Laboratoire
Central des Ponts et Chaussées (LCPC), Parijs.

* Het vermelde document betreft de meest recente versie die beschikbaar was op het ogenblik van de validatie van onderhavige Technische Nota.

VOORWOORD

Deze nota verstrekt bijzondere bepalingen aangaande de samenstelling van betonproducten, in aanvulling op en ter verduidelijking van bepalingen van de normen NBN B 15-001: 1992, NBN EN 206-1 en het ontwerp van de nationale aanvulling bij deze laatste norm, de nieuwe uitgave van de NBN B 15-001.

Deze nota geeft aan op welke wijze gemalen hoogovenslak in betonproducten gebruikt kan worden indien de productgebonden technische specificaties (nog) verwijzen naar de NBN B 15-001: 1992 en in afwachting van de volledige implementatie van NBN EN 206-1 en haar nationale aanvulling. Ook indien de productgebonden technische specificaties reeds verwijzen naar de NBN EN 206-1, geeft onderhavige nota aan op welke wijze gemalen hoogovenslak in betonproducten gebruikt kan worden.

Deze nota verduidelijkt verder in welke omstandigheden een beton met verhoogde weerstand tegen sulfaten toegepast moet worden en aan welke eisen de samenstelling van een dergelijk beton moet voldoen.

In deze nota worden tevens de maatregelen gepreciseerd die tegen de alkali-silicareactie kunnen genomen worden.

Tenslotte geeft deze nota enkele regels aangaande het mengen van cementen.

1 ONDERWERP EN TOEPASSINGSGEBIED

Deze nota behandelt een aantal bijzondere aspecten in verband met de betonsamenstelling van betonproducten. Deze aspecten hebben betrekking op:

- gemalen hoogovenslak als toevoegsel type II zoals dit gedefinieerd is in NBN B 15-001: 1992 en NBN EN 206-1 en het gebruik ervan;
- het vervaardigen van betonsamenstellingen met verhoogde weerstand tegen sulfaten geschikt voor omgevingen met een hoge sulfaatbelasting;
- maatregelen ter voorkoming van de alkali-silicareactie (ASR);
- het mengen van cementen.

Deze nota is van toepassing op alle betonproducten waarvan de technische specificaties (NBN of PTV):

- met betrekking tot de betonsamenstelling verwijzen naar NBN B 15-001: 1992 of NBN EN 206-1;
- een minimum cementgehalte voorschrijven en/of het gebruik van een speciaal cement (HSR of LA) opleggen.

NOOT: Telkens in dit document verwezen wordt naar bepalingen van NBN EN 206-1, worden impliciet ook de overeenstemmende aanvullende bepalingen van prNBN B 15-001: oktober 2003 bedoeld.

2 GEMALEN HOOGOVENSLAK

2.1 Algemeen

Gemalen hoogovenslak is een latent hydraulische toevoegsel voor beton type II in de zin van § 3.1 van de norm NBN 15-001: 1992 en § 3.1.23 van de norm NBN EN 206-1.

Indien dergelijke gemalen hoogovenslak beschikt over een Belgische Technische Goedkeuring (ATG) met certificatie of een daarmee gelijkwaardige goedkeuring, wordt hij aangeduid als "**goedgekeurde gemalen hoogovenslak**" (LMA*).

LMA bevat geen schadelijke elementen in hoeveelheden die nadelig kunnen zijn voor de duurzaamheid van het beton of corrosie van de wapening kunnen veroorzaken.

2.2 Gebruik

Het gebruik van LMA is enkel toegelaten in betonproducten indien die producten gecertificeerd zijn onder het BENOR-merk of gelijkwaardig.

In dezelfde betonsamenstelling mag niet gelijktijdig gebruik gemaakt worden van LMA en van vliegias.

Van LMA wordt aangenomen dat de gebruiksgeschiktheid overeenkomstig § 5.2.5.1 van de NBN EN 206-1 is aangetoond. LMA mag bijgevolg in rekening gebracht worden bij de bepaling van het

* van het Frans "laitier moulu agréé"

cementgehalte en de water-cementfactor, desgevallend in afwijking van de NBN B 15-001 -1992 of de productgebonden technische specificaties, overeenkomstig de volgende bepalingen:

- **De LMA wordt toegepast samen met een portlandcement (CEM I) waarmee de compatibiliteit werd aangetoond in het kader van de ATG.** In dat geval mag de hoogovenslak toegepast worden rekening houdend met een **k-factor = 1** (zie NBN B 15-001 : 1992 § 5.9 en NBN EN 206-1: § 5.2.5.2) en in een mengverhouding waarvoor de compatibiliteit volgens de bijlage bij de ATG is aangetoond. Deze is evenwel nooit hoger dan een **70/30** mengverhouding LMA/CEM I;
- **De LMA wordt toegepast samen met een portlandcement (CEM I) waarmee de compatibiliteit niet werd aangetoond.** In dat geval mag de hoogovenslak slechts toegepast worden in combinatie met een CEM I van klasse 42,5 of hoger, rekening houdend met een **k-factor = 0,9** en in een hoeveelheid van hoogstens:
 - **30%** van de hoeveelheid portlandcement (mengverhouding **23/77** LMA/CEM I) voor de omgevingsklassen zonder vorst of aanwezigheid van zouten of agressieve bestanddelen volgens NBN EN 206-1 (blootstellingsklassen 1 en 2a volgens NBN B 15-001 -1992).
 - **15%** van de hoeveelheid portlandcement (mengverhouding **13/87** LMA/CEM I) voor de omgevingsklassen met aanwezigheid van vorst, zouten of agressieve bestanddelen volgens NBN EN 206-1 (blootstellingsklassen 2b t/m 5 volgens NBN B 15-001 : 1992).

3 BETON MET VERHOOGDE WEERSTAND TEGEN SULFATEN

3.1 Algemeen

Betonproducten die bestemd zijn voor blootstelling aan een chemisch agressieve omgeving met verhoogde sulfaatbelasting (blootstellingsklassen 5a, 5b of 5c volgens NBN B 15-001 : 1992 of milieuklassen XA1, XA2 en XA3 volgens NBN EN 206-1 met een sulfaatgehalte in water hoger dan 500 mg/kg of in grond hoger dan 3000 mg/kg) moeten vervaardigd worden met een beton met verhoogde weerstand tegen sulfaten.

3.2 Betonsamenstellingen

Een beton met verhoogde weerstand tegen sulfaten (zie 3.1) wordt vervaardigd op basis van cement met hoge weerstand tegen sulfaten (HSR) volgens NBN B 12-108 of met een bindmiddelcombinatie die daarmee evenwaardig is in de zin van § 5.2.5.3 van de NBN EN 206-1 op voorwaarde dat de evenwaardigheid op wetenschappelijke basis wordt aangetoond.

Een beton met een mengverhouding LMA/CEM I tussen 66/34 en 70/30 mag als een dergelijk evenwaardig beton aanzien worden.

4 VOORKOMING VAN DE ALKALI-SILICAREACTIE (ASR)

4.1 Algemeen

Indien de productgebonden technische specificaties voorschrijven dat in geval van blootstelling aan een vochtige omgeving maatregelen dienen genomen te worden ter voorkoming van de ASR, gelden de algemene betontechnologische eisen uit de productgebonden technische specificatie als een voldoende maatregel tegen de ASR indien de producten vervangbaar zijn in het werk en geen invloed hebben op de stabiliteit van de bouwwerken waarin ze toegepast worden.

Indien de producten in andere omstandigheden worden toegepast of indien de koper in de voormelde omstandigheden aanvullende maatregelen oplegt gelden de bepalingen van 4.2.

4.2 Maatregelen

Voor betonproducten waarvoor de algemene betontechnologische eisen uit de productgebonden technische specificatie niet voldoende zijn ter voorkoming van de ASR, moet tenminste 1 van de volgende maatregelen getroffen worden:

- a Het gebruik van cement met begrensd alkaligehalte (LA) volgens NBN B 12-109.
- b Het gebruik van portlandcement met begrensd alkaligehalte (CEM I LA) volgens NBN B 12-109 in combinatie met LMA (zie 2) met een alkaligehalte van hoogstens 1,2 %.
- c De begrenzing van het alkaligehalte van beton op basis van CEM I cement. Hiertoe wordt een alkali-balans opgesteld volgens de bepalingen van Bijlage A.
- d Het gebruik van niet-reactieve granulaten. De reactiviteit van granulaten wordt beoordeeld door het uitvoeren van een oordeelkundig gekozen zwelproef, aan de hand van petrografische analyse of op basis van het gehalte reactieve silica. De methode en de beoordelingscriteria worden aanvaard door de koper of in het geval van gecertificeerde betonproducten, door de certificatie-instelling.

5 MENGEN VAN CEMENTEN

Betonproducten mogen vervaardigd worden met een beton samengesteld op basis van een mengsel van cementen voor zover de kenmerken van het mengsel in het voorkomend geval, het sulfaatbestendig karakter van het beton (zie 3) blijven verzekeren of de maatregelen tegen de ASR (zie 4) niet in gevaar brengen.

Het mengen van HSR-cementen van verschillend type is niet toegelaten omdat het sulfaatbestendig karakter van beton op basis van dergelijke mengsels niet gewaarborgd is.

BIJLAGE 1: Begrenzing van het alkaligehalte van het beton en opstelling van de alkalibalans

A.1. Werkwijze

Deze werkwijze is overgenomen uit het document "Recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction", in juni 1994 gepubliceerd door het LCPC te Parijs.

Het totale gehalte aan actieve alkaliën in het beton (T) mag een bepaalde grenswaarde niet overschrijden. Deze grenswaarde wordt mede beïnvloed door het feit of over het gebruikte cement statistische gegevens bekend zijn of niet.

De bepaling van het gehalte aan actieve alkaliën geschiedt door het opstellen van de alkalibalans, op basis van:

- door de cementleverancier verklaarde waarden voor het gemiddelde totale alkaligehalte van het portlandcement (A_C kg/kg) en het cementgehalte van de betonsamenstelling (C kg/m³);
- gemeten of forfaitaire waarden voor het oplosbaar alkaligehalte van de granulaten (A_B kg/kg) en de dosering van de granulaten per m³ beton (B kg/m³)^{1,2}
- door de leverancier verklaarde waarden voor het totale alkaligehalte van de hulpstoffen (A_U kg/kg) en de dosering van de hulpstoffen per m³ beton (U kg/m³);
- gemeten waarden voor het totale alkaligehalte van het aanmaakwater (A_E kg/l) en totale hoeveelheid aanmaakwater per m³ beton (E l/m³).

Het totale gehalte aan actieve alkaliën (T) wordt bepaald als $T = (C \times A_C) + (B \times A_B) + (U \times A_U) + (E \times A_E)$.

Het aldus berekende gehalte actieve alkaliën moet voldoen aan de volgende eisen:

- indien V_c gekend : $T < \frac{3,5}{1 + 2 \times V_c} \text{ kg/m}^3$
- indien V_c niet gekend: $T < 3,0 \text{ kg/m}^3$

met V_c de variatiecoëfficiënt (= standaardafwijking gedeeld door het gemiddelde) van het totale alkaligehalte van het gebruikte portlandcement over de afgelopen periode van 1 jaar.

A.2. Voorbeelden

Geval 1

1920 kg zand en grind

160 l aanmaakwater met een alkaligehalte van 50 mg/l

320 kg portlandcement CEM I met een gemiddeld alkaligehalte van 0,83%

hulpstof met een totaal alkaligehalte van 0,1 kg/kg, gedoseerd op 1% van het cementgewicht

¹ De bepaling van het oplosbaar gehalte alkaliën van de granulaten geschiedt volgens de methode LPC n° 37 "Essai de granulats - Détermination des alcalins solubles dans de l'eau de chaux", in 1993 gepubliceerd door het Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) te Parijs. Ten behoeve van het opstellen van de alkalibalans volstaat een éénmalige bepaling per soort granulaat en per herkomst.

² Bij ontstentenis van experimentele waarden mag ten behoeve van het opstellen van de alkalibalans het oplosbaar alkaligehalte van gewone granulaten forfaitair op 0,1 kg/ton gesteld worden en dat van zeegranulaten op 0,3 kg/ton.

$$C = 320 \text{ kg/m}^3$$

$$A_C = 0,0083 \text{ kg/kg}$$

$$B = 1920 \text{ kg/m}^3$$

Bij gebrek aan bijkomende gegevens wordt gesteld dat $A_B = 0,0001 \text{ kg/kg}$.

$$U = 0,01 \times 320 = 3,2 \text{ kg/m}^3$$

$$A_U = 0,1 \text{ kg/kg}$$

$$E = 160 \text{ l/m}^3$$

$$A_E = 0,00005 \text{ kg/kg}$$

$$C \times A_C = 320 \times 0,0083 = 2,66 \text{ kg/m}^3$$

$$B \times A_B = 1920 \times 0,0001 = 0,19 \text{ kg/m}^3$$

$$U \times A_U = 3,2 \times 0,1 = 0,32 \text{ kg/m}^3$$

$$E \times A_E = 160 \times 0,00005 = 0,008 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 3,18 \text{ kg/m}^3 > 3,0 \text{ kg/m}^3$$

Besluit: alkalibalans ongunstig, andere maatregelen dringen zich op.

Geval 2

1920 kg zand en grind waarvan door beproeving is bepaald dat het gehalte oplosbare alkaliën 0,006 % bedraagt

160 l aanmaakwater met een alkaligehalte van 50 mg/l

320 kg portlandcement CEM I met een gemiddeld alkaligehalte van 0,83 % en een spreiding hierop van 0,051 %

hulpstof met een totaal alkaligehalte van 0,1 kg/kg, gedoseerd op 1 % van het cementgewicht

$$C = 320 \text{ kg/m}^3$$

$$A_C = 0,0083 \text{ kg/kg}$$

$$V_c = \frac{0,051}{0,83} = 0,061$$

$$B = 1920 \text{ kg/m}^3$$

$$A_B = 0,00006 \text{ kg/kg}$$

$$U = 0,01 \times 320 = 3,2 \text{ kg/m}^3$$

$$A_U = 0,1 \text{ kg/kg}$$

$$E = 160 \text{ l/m}^3$$

$$A_E = 0,00005 \text{ kg/kg}$$

$$C \times A_C = 320 \times 0,0083 = 2,66 \text{ kg/m}^3$$

$$B \times A_B = 1920 \times 0,00006 = 0,12 \text{ kg/m}^3$$

$$U \times A_U = 3,2 \times 0,1 = 0,32 \text{ kg/m}^3$$

$$E \times A_E = 160 \times 0,00005 = 0,008 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 3,11 \text{ kg/m}^3 < \frac{3,5}{1+2 \times V_c} = \frac{3,5}{1+2 \times 0,061} = 3,12 \text{ kg/m}^3$$

Besluit: alkalibalans gunstig, samenstelling voldoet.