

Tot op heden gebeurde de specificatie, productie en uitvoering van beton aan de hand van de norm NBN B 15-001 uit 1992. Deze zal in 2004 vervangen worden door de Europese norm NBN EN 206-1:2001 en een nieuwe versie van de norm NBN B 15-001. Deze laatste vormt een aanvulling op de NBN EN 206-1 en is toegespitst op de Belgische context. Hierna overlopen we de voornaamste wijzigingen met betrekking tot de sterkteklassen, de milieuklassen (*) en het chloridegehalte van het beton.

Nieuwe normen voor beton

(deel 1 : nieuwe versie van
de norm NBN B 15-001)

1 DE NORMEN INZAKE BETON

De nieuwe norm NBN B 15-001 gaat enkel in op de specificatie, de karakteristieken, de productie en de conformiteit van beton.

De uitvoering van beton (besproken in § 10 van de oude norm NBN B 15-001) wordt nu behandeld in de norm NBN ENV 13670-1 met betrekking tot het vervaardigen van betonconstructies. Deze bevat eveneens aanbevelingen omtrent de duur van de nabehandeling en de bescherming van beton tegen vorst.

Op het vlak van beton zijn ook de volgende normenreeksen verschenen of in voorbereiding :

- NBN EN 12350 – Beproeving van beton-specie
- NBN EN 12390 – Beproeving van verhard beton
- prEN 13791 – Beoordeling van de druksterkte van beton in constructies of structurele elementen
- NBN EN 12504 – Beproeving van beton in constructies.

2 DE VOORNAAMSTE WIJZIGINGEN TENGEVOLGE VAN DE NORM NBN EN 206-1 EN HAAR AANVULLENDE NORM NBN B 15-001

2.1 STERKTEKLASSEN

De oude norm NBN B 15-001 beschouwde de sterkteklassen C12/15 tot C50/60. De norm

V. Pollet, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling Technologie en Milieu, WTCB
J. Apers, ir.-arch., Febelcem, secretaris van de Belgische Betongroepering
J. Desmyter, ir., afdelingshoofd, afdeling Technologie en Milieu, WTCB

(*) Dit is de terminologie die gebruikt wordt in de nieuwe norm NBN B 15-001.

NBN EN 206-1 behandelt eveneens (mager) beton van klasse C8/10 en beton van de klassen C55/67 tot C100/115. Hoge-sterktebeton wordt dus uitgebreider besproken dan voorheen.

Ook licht beton komt nog steeds aan bod. Voor deze betonsoort worden de sterkteklassen aangevuld met de klasse LC8/9 en de klassen LC55/60 tot LC80/88.

2.2 MILIEU- EN OMGEVINGSKLASSEN

Een van de voornaamste wijzigingen is de volledige herindeling op het vlak van milieuklassen. In de oude norm NBN B 15-001 werden 5 grote *blootstellingsklassen* (van 1 tot 5) beschouwd, die in bepaalde gevallen opgedeeld werden in maximum 3 subklassen (van a tot c). Ze waren algemeen en omvatten verschillende aantastingsmechanismen.

De nieuwe normen NBN EN 206-1 en NBN B 15-001 voorzien 18 *milieuklassen*, onderverdeeld in 6 hoofdklassen en maximaal 4 subklassen, naargelang van het aantastingsmechanisme. Ze worden aangeduid door de letter X, gevolgd door een letter die verwijst naar het betreffende aantastingsmechanisme :

- C voor *carbonatation* (carbonatatie)
- D voor *deicing salt* (dooizouten)
- S voor *sea water* (zeewater)

- F voor *frost* (vorst)
- A voor een chemisch agressief milieu.

Aan deze letter wordt nog een cijfer toegevoegd dat verwijst naar een belangrijk kenmerk voor het beschouwde aantastingsmechanisme. Dit kan variëren van 1 tot maximum 4, afhankelijk van de agressiviteit van het milieu.

Deze verschillende aantastingsmechanismen treden op, naargelang van de blootstelling van het beton. Het is dus belangrijk om voor elk beton alle potentiële aantastingsmechanismen te identificeren. De omgevingsvoorwaarden waaraan het beton blootgesteld is, moeten soms uitgedrukt worden als een combinatie van milieuklassen.

De norm NBN EN 206-1 bevat ook een tabel waarmee men de chemische aantasting door natuurlijke bodem en grondwater kan indelen. Aan de hand van enkele chemische karakteristieken, die bepaald worden met de proefmethoden, opgenomen in de norm, kan men een onderscheid maken tussen een zwakke (XA1), matige (XA2) en sterke (XA3) chemische agressiviteit (zie tabel 2, p. 5).

Uitgaande van de Europese milieuklassen werden in de nieuwe norm NBN B 15-001 een aantal Belgische omgevingsklassen gedefinieerd. Deze klassen beantwoorden aan

Specificatie van de milieuklasse(n) voor een beton in een verticale buitenwand.

Overeenkomstig de oude norm NBN B 15-001 zou men in dit geval de blootstellingsklasse 2b moeten voorschrijven. Deze stemde overeen met een vochtige omgeving met vorst. Volgens de nieuwe norm NBN B 15-001 moet men daarentegen de volgende twee milieuklassen specificeren :

- XC4 : corrosie geïnitieerd door carbonatatie – wisselend nat en droog
- XF1 : aantasting door vorst/dooicycli met of zonder dooizouten – matige waterverzadiging zonder dooizouten.

Buiten gevaar voor vorstschade bestaat er immers ook een kans op aantasting door corrosie tengevolge van carbonatatie. De nieuwe norm NBN B 15-001 voorziet daarnaast eveneens de specificatie van de omgevingsklasse EE3 (buitenomgeving – vorst, contact met regen).

omgevingen die vaak in ons land voorkomen. Ze worden aangeduid door de letter E (*environment*) en aangevuld met een van de volgende letters :

- I voor binnen (*interior*)
- E voor buiten (*exterior*)
- S voor zee (*sea*)
- A voor agressief.

Tabel 3 (p. 5) herneemt de omgevingsklassen met de bijbehorende milieuklassen. Er bestaat dus een duidelijk verband tussen beide.

3 CHLORIDEGEHALTE

Volgens de norm NBN B 15-001 uit 1992 mocht het chloorionengehalte in gewapend beton maximum 0,4 tot 1 % van de cement-massa bedragen, naargelang het chloride-

gehalte van de omgeving al dan niet kon stijgen tijdens de levensduur van het bouwwerk. Voor gewapend beton in de blootstellingsklassen 3, 4 en 5 werd het chloridegehalte dus beperkt van 1 tot 0,4 %. Bij voorgespannen beton bedroeg de grenswaarde 0,2 %.

De norm NBN EN 206-1 voorziet 2 chlorideklassen voor gewapend (max. 0,2 en 0,4 %) en voorgespannen beton (0,1 en 0,2 %). De Belgische aanvullende norm NBN B 15-001 legt daarentegen slechts 1 grenswaarde vast : 0,4 % voor gewapend beton en 0,2 % voor voorgespannen beton. Het chloridegehalte van ongewapend beton mag oplopen tot 1 %.

Belangrijk is tevens dat het verbod op het gebruik van chloorhoudende hulpstoffen (bv. calciumchloride) nu ook geldt voor gewapend beton.

4 BESLUIT

In dit artikel werd ingegaan op de voornaamste wijzigingen die de nieuwe norm NBN B 15-001 teweegbrengt voor de sterkteklassen, de milieuklassen en het chloridegehalte van het beton. Andere wijzigingen betreffende de consistentieklassen, de duurzaamheidseisen, de invoering van het concept 'betontype' en de verantwoordelijkheden van de voorschrijver, de producent en de gebruiker zullen in een volgend artikel aan bod komen. ■



LITERATUURLIJST

- Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN B 15-001 Beton. Prestaties, productie, verwerking en conformiteitscriteria. Brussel, BIN, 1992.
- Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 206-1 Beton. Deel 1 : Eisen, gedraging, vervaardiging en overeenkomstigheid. Brussel, BIN, 2001.
- Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 12350 Beproeving van betonspecie. Brussel, BIN, 1999/2000.
- Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 12390 Beproeving van verhard beton. Brussel, BIN, 2001.
- Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 12504 Beproeving van beton in constructies. Brussel, BIN, 2000/2001.
- Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN ENV 13670-1 Het vervaardigen van betonconstructies. Deel 1 : Algemeen gedeelte. Brussel, BIN, 2000.
- Europees Comité voor Normalisatie
prEN 13791 Evaluation de la résistance à la compression du béton dans les structures ou les éléments structuraux. Brussel, CEN, z.d.

Tabel 1 Milieuklassen voor beton, overeenkomstig de norm NBN B 15-001 (aanvulling bij de NBN EN 206-1).

Klasse-aanduiding	Beschrijving van de omgeving	Informatieve voorbeelden die illustreren waar de betreffende milieuklasse zich kan voordoen
1. Geen risico op corrosie of aantasting		
XO	Voor beton zonder wapening of ingesloten metalen onderdelen : alle milieus behalve bij vorst/dooi, afslijting of chemische aantasting	
	Voor beton met wapening of ingesloten metalen onderdelen : zeer droog	Beton binnen gebouwen met zeer lage luchtvochtigheid
Opmerking : een zeer droge omgeving komt in België slechts zelden of niet voor.		
2. Corrosie geïnitieerd door carbonatatie		
Voor beton met wapening of andere ingesloten metalen onderdelen, dat blootgesteld is aan lucht en vocht, gelden de hierna volgende milieuklassen.		
Opmerking : de hier beschouwde vochtcondities hebben betrekking op deze van het beton dat de wapening of de ingesloten metalen onderdelen bedekt. Vaak kunnen de vochtcondities van de betondekking worden afgeleid uit deze van de omringende omgeving. In voorkomend geval kan de indeling van de omringende omgeving in milieuklassen volstaan. Dit zal echter niet het geval zijn als het beton van de omringende omgeving is afgesloten.		
XC1	Droog of blijvend nat	Beton binnen gebouwen met lage luchtvochtigheid Beton blijvend ondergedompeld in water
XC2	Nat, zelden droog	Betonoppervlakken langdurig in contact met water Veel funderingen
XC3	Matige vochtigheid	Beton binnen gebouwen met matige of hoge luchtvochtigheid Beton buiten, maar beschermt tegen regen
XC4	Wisselend nat en droog	Betonoppervlakken blootgesteld aan contact met water, maar die niet vallen onder milieuklasse XC2
3. Corrosie geïnitieerd door chloriden uit andere bronnen dan zeewater		
Voor beton met wapening of andere ingesloten metalen onderdelen, blootgesteld aan contact met water dat chloriden – inclusief dooizouten – bevat die afkomstig zijn uit andere bronnen dan zeewater, gelden de hierna volgende milieuklassen.		
Opmerking : voor de vochtcondities wordt ook verwezen naar deel 2 van deze tabel.		
XD1	Matige vochtigheid	Betonoppervlakken blootgesteld aan chloriden uit de lucht
XD2	Nat, zelden droog	Zwembaden Beton blootgesteld aan chloridehoudend industrie-water
XD3	Wisselend nat en droog	Brugdelen blootgesteld aan chloridehoudend spatwater Verhardingen Vloeren van parkeerplaatsen voor voertuigen

(vervolg van de tabel op p. 4)



Tabel 1 Milieuklassen voor beton, overeenkomstig de norm NBN B 15-001 (aanvulling bij de NBN EN 206-1) (vervolg).

Klasse-aanduiding	Beschrijving van de omgeving	Informatieve voorbeelden die illustreren waar de betreffende milieuklasse zich kan voordoen
4. Corrosie geïnitieerd door chloriden uit zeewater		
<p>Voor beton met wapening of andere ingesloten metalen onderdelen, blootgesteld aan chloriden uit zeewater of aan lucht die zeezout bevat, gelden de hierna volgende milieuklassen.</p> <p>Opmerking : voor de vochtcondities wordt ook verwezen naar deel 2 van deze tabel.</p>		
XS1	Blootgesteld aan zout uit de lucht, maar niet in direct contact met zeewater	Constructies bij of aan de kust
XS2	Blijvend ondergedompeld in zeewater of brak water	Delen van constructies in zee
XS3	Getijde-, spat- en nevelzone	Delen van constructies in zee
5. Aantasting door vorst/dooicycli met of zonder dooizouten		
<p>Voor beton, blootgesteld aan significante vorst/dooicycli en vocht, gelden de hierna volgende milieuklassen.</p>		
XF1	Matige waterverzadiging zonder dooizouten	Verticale betonoppervlakken blootgesteld aan regen en vorst
XF2	Matige waterverzadiging met dooizouten	Verticale betonoppervlakken van wegconstructies blootgesteld aan vorst en met lucht meegevoerde dooizouten
XF3	Hoge waterverzadiging zonder dooizouten	Horizontale betonoppervlakken blootgesteld aan regen en vorst
XF4	Hoge waterverzadiging met dooizouten of zeewater	Wegen en brugdekken blootgesteld aan dooizouten Betonoppervlakken blootgesteld aan rechtstreekse besproeiing met dooizouten en aan vorst Spatzone van constructies in zee blootgesteld aan vorst
6. Chemische aantasting		
<p>Indien het beton is blootgesteld aan chemische aantasting door de natuurlijke bodem, oppervlaktewater of grondwater, zoals aangegeven in tabel 2 van de norm NBN EN 206-1:2001, moeten de milieuklassen worden ingedeeld zoals hieronder is aangegeven. De indeling van zeewater hangt af van de geografische ligging. Men dient bijgevolg de indeling toe te passen die geldt op de plaats waar het beton gebruikt wordt.</p> <p>Opmerking : er kan een speciale studie nodig zijn om de van toepassing zijnde milieuklasse vast te leggen in het geval van :</p> <ul style="list-style-type: none"> - grenswaarden die buiten deze uit tabel 2 van NBN EN 206-1:2001 vallen - andere agressieve chemische stoffen - chemisch verontreinigde grond of water - hoge watersnelheid in combinatie met de chemische stoffen uit tabel 2 van NBN EN 206-1:2001. 		
XA1	Zwak agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001 Beton in contact met zeewater of brak water	
XA2	Matig agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	
XA3	Sterk agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	



Tabel 2 Grenswaarden van de milieuklassen die overeenstemmen met de chemische aantasting door de natuurlijke bodem en grondwater (vrije vertaling van NBN EN 206-1).

De hierna opgenomen chemisch agressieve omgevingen hebben betrekking op de natuurlijke bodem en op grondwater, bij een water-/bodemtemperatuur begrepen tussen 5 en 25 °C en waarbij de watersnelheid voldoende zwak is om gelijkgesteld te worden met statische vochtcondities. De keuze van de klasse gebeurt, rekening houdend met de chemische karakteristiek die leidt tot de sterkste agressiviteit. Wanneer minstens twee agressieve karakteristieken tot een zelfde klasse leiden, moet de omgeving ingedeeld worden in de onmiddellijk hogere klasse, tenzij een specifieke studie aangetoond heeft dat dit niet noodzakelijk is.

Chemische karakteristiek	Referentiemethode	XA1	XA2	XA3
Oppervlakte- en grondwater				
sulfaat (in mg SO ₄ ²⁻ /l)	EN 196-2	≥ 200 en ≤ 600	> 600 en ≤ 3000	> 3000 en ≤ 6000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 en ≥ 5,5	< 5,5 en ≥ 4,5	< 4,5 en ≥ 4,0
kalkoplossend koolstofdioxide (in mg CO ₂ /l)	prEN 13577:1999	≥ 15 en ≤ 40	> 40 en ≤ 100	> 100 tot verzadiging
ammonium (in mg NH ₄ ⁺ /l)	ISO 7150-1 of ISO 7150-2	≥ 15 en ≤ 30	> 30 en ≤ 60	> 60 en ≤ 100
magnesium (in mg Mg ₂ ⁺ /l)	ISO 7980	≥ 300 en ≤ 1000	> 1000 en ≤ 3000	> 3000 tot verzadiging
Bodem				
sulfaat (in mg SO ₄ ²⁻ /kg) (1) totaal	EN 196-2 (2)	≥ 2000 en ≤ 3000 (3)	> 3000 (3) en ≤ 12000	> 12000 en ≤ 24000
zuurtegraad (in ml/kg)	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	Komt niet voor in de praktijk	

(1) Kleibodems met een permeabiliteit lager dan 10⁻⁵ m/s kunnen ingedeeld worden in een lagere klasse.

(2) De proefmethode schrijft de extractie van het SO₄²⁻ met zoutzuur voor. Het is eveneens mogelijk deze extractie uit te voeren met water, indien dit de gewoonte is op de plaats waar het beton gebruikt wordt.

(3) De grenswaarde moet beperkt worden van 3000 mg/kg tot 2000 mg/kg, indien er een risico op ophoping van sulfaationen in het beton bestaat tengevolge van de afwisseling van droge en natte perioden of door opstijgend grondvocht.

Tabel 3 Omgevingsklassen met de bijbehorende milieuklassen volgens de te verschijnen norm NBN B 15-001.

OMGEVINGSKLASSEN			MILIEUKLASSEN	
KLASSE	OMSCHRIJVING	VOORBEELDEN	OB (1)	GB (2) of VB (3)
E0	Niet schadelijke omgeving	–	X0	n.v.t. (4)
E1	Binnenomgeving	Binnenkant van woningen en kantoren	X0	XC1
EE	Buitenomgeving			
EE1	Geen vorst	Fundering onder de vorstgrens	X0	XC2
EE2	Vorst, geen contact met regen	Overdekte open parkeergarage, kruipkelder, open doorgang in een gebouw	XF1	XC3, XF1
EE3	Vorst, contact met regen	Buitenmuur in contact met regen	XF1	XC4, XF1
EE4	Vorst en dooizouten (aanwezigheid van ter plaatse ontdooid, opspattend of aflopend dooizouthoudend water)	Delen van weginfrastructuur	XF4	XC4, XD3, XF4
ES	Zeeomgeving			
	<i>Geen contact met zeewater; wel contact met zeelucht (tot 3 km van de kust) en/of brak water</i>			
ES1	Geen vorst	Fundering onder de vorstgrens in contact met brak water	XA1	XC2, XS2, XA1
ES2	Vorst	Buitenmuur van een gebouw aan de kust in contact met regen	XF1	XC4, XS1, XF1
	<i>Contact met zeewater</i>			
ES3	Getijden- en spatzone	Kaaimuren	XF4, XA1	XC4, XS3, XF4, XA1
ES4	Ondergedompelde elementen	–	XA1	XC1, XS2, XA1
EA	Agressieve omgeving			
EA1	Zwak agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	–	XA1	XA1
EA2	Middelmatig agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	–	XA2	XA2
EA3	Sterk agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	–	XA3	XA3

(1) OB = ongewapend beton. (2) GB = gewapend beton. (3) VB = voorgespannen beton. (4) n.v.t. = niet van toepassing.

Nieuwe normen voor beton (deel 2)

Geruime tijd vóór de verschijning van de norm NBN B 15-001 (2004) wezen wij reeds, in een vorig artikel uit WTCB-Contact (nr. 3 van 2004), op een aantal belangrijke wijzigingen die teweeggebracht worden door deze nieuwe norm, die de Belgische aanvulling vormt op de Europese norm NBN EN 206-1 (2001). Beide documenten vervangen samen de norm NBN B 15-001 (1992) voor de BENOR-certificatie van beton. Vanaf januari 2006 zal BENOR-beton gespecificeerd en afgeleverd moeten worden volgens deze twee normen.

De volgende wijzigingen werden reeds behandeld in het vorige artikel :

- de uitbreiding van de sterkteklassen
- de nieuwe milieuklassen uit de Europese norm en de omgevingsklassen, gedefinieerd in de Belgische aanvulling
- de beperking van het chloridegehalte.

In het voorliggende artikel komen nog een aantal andere wijzigingen aan bod.

1 UITVOERING

Naast de prestaties, de productie en de conformiteitscriteria voor beton behandelde de oude Belgische norm NBN B 15-001 eveneens de uitvoering.

Uitvoeringsaspecten zoals de nabehandeling en de bescherming tegen vorst komen niet langer aan bod in de nieuwe versie van de norm; deze zijn opgenomen in de voornorm NBN ENV 13670-1. Bepaalde specificaties die eigen zijn aan de prefabricagesector worden besproken in de norm NBN EN 13369.

2 CONSISTENTIE VAN HET BETON

De consistentie van beton is een grootheid die de vloeibaarheid van het beton karakteriseert en een idee geeft van zijn verwerkbaarheid. Door het gebruik van een geschikte consistentie voor een bepaalde toepassing kan men de goede uitvoering waarborgen, wat essentieel is voor de duurzaamheid van het beton.

V. Pollet, ir., adjunct-afdelingshoofd, afdeling 'Technologie en Milieu', WTCB
J. Apers, ir.-arch., Febelcem, secretaris van de Belgische Betongroepering
J. Desmyter, ir., afdelingshoofd, afdeling 'Technologie en Milieu', WTCB

Er worden vier methoden beschouwd die vergelijkbaar zijn met deze uit de oude norm :

- bepaling van de zetmaat (*slump*) van het beton met de Abramskegel volgens de norm NBN EN 12350-2 (1999)
- bepaling van de schudmaat (uitspreiding op de schoktafel) volgens de norm NBN EN 12350-5 (1999)
- Vébéproef volgens de norm NBN EN 12350-3 (1999)
- bepaling van de verdichtingsmaat volgens de norm NBN EN 12350-4 (1999).

De uitspreidingsproef op de schoktafel, zoals beschreven in de nieuwe Europese norm NBN EN 12350-5, wijkt op tal van punten af van de proef uit de vroegere Belgische norm NBN B 15-233. De drie voornaamste verschillen zijn :

- de afmetingen van de schoktafel
- de afmetingen van het recipiënt (afgeknotte kegel)
- de maat die gebruikt wordt voor de bepaling van de klasse (in de nieuwe Europese norm is dit de diameter van de uitgespreide betonschijf, in de oude Belgische norm was dit de verhouding tussen de diameter van de betonschijf vóór en na de uitspreiding).

Ook de klassen zijn verschillend in de nieuwe

Europese norm. Tabel 1 bevat een vergelijking van de zettingsklassen S en de uitspreidingsklassen F. We onderstrepen dat de F-klassen die voortvloeien uit de uitspreidingsproef niet equivalent zijn, omwille van de verschillpunten, besproken in de vorige paragraaf.

3 BETONSAMENSTELLING

Wat de samenstellende delen betreft, vermeldt de Europese norm als basiseis dat deze geen schadelijke stoffen mogen bevatten in hoeveelheden die een negatieve invloed zouden kunnen hebben op de duurzaamheid van het beton of zouden kunnen leiden tot de corrosie van de wapening. De bestanddelen moeten geschikt zijn voor het beoogde gebruik.

De verschillende bestanddelen (granulaten, hulpstoffen, water, cement, ...) moeten voldoen aan de eisen uit de productnorm die erop van toepassing is.

Voor cement is in de Belgische aanvulling een lijst met 13 van de 27 in de NBN EN 197-1 (2000) beschreven cementsoorten opgenomen, waarvoor de algemene gebruiksgeschiktheid aangetoond werd. We willen er wel de aan-

Tabel 1 Vergelijking van de consistentieklassen uit de oude norm en de nieuwe normen.

NBN EN 206-1 (2000) - NBN B 15-001 (2004)		NBN B 15-001 (1992)	
ZETMAAT (SLUMP) IN mm			
S1	Van 10 tot 40	S1	Van 10 tot 40
S2	Van 50 tot 90	S2	Van 50 tot 90
S3	Van 100 tot 150	S3	Van 100 tot 150
S4	Van 160 tot 210	S4	> 150
S5	> 220	–	–
SCHUDMAAT (FLOW)			
<i>Flowdiameter (mm)</i>		<i>Verhouding diameter vóór de uitspreiding/diameter na de uitspreiding</i>	
F1	≤ 340	F0	≤ 1,19
F2	Van 350 tot 410	F1	Van 1,20 tot 1,49
F3	Van 420 tot 480	F2	Van 1,50 tot 1,79
F4	Van 490 tot 550	F3	Van 1,80 tot 2,09
F5	Van 560 tot 620	F4	≥ 2,10
F6	≥ 630	–	–



dacht op vestigen dat het feit dat de algemene gebruiksgeschiktheid aangetoond werd, niet betekent dat deze cementsoorten in alle gevallen mogen gebruikt worden, ongeacht de samenstelling en de toepassing van het beton.

De andere cementen, beschreven in de norm NBN EN 197-1, mogen alleen gebruikt worden nadat hun geschiktheid voor de beoogde toepassing aangetoond werd.

Wat de keuze van het cement betreft, zijn er – afhankelijk van de weersomstandigheden tijdens het storten van het beton – een aantal aanbevelingen opgenomen in de informatieve bijlage L van de Belgische aanvulling (bij nor-

male omstandigheden, bij koud weer (< 5 °C), bij warm weer (> 25 °C)).

Er worden ook enkele aanwijzingen gegeven omtrent de keuze van het cement, in geval men geconfronteerd wordt met beschadigingsfactoren zoals de alkali-silicareactie en de bestandheid tegen sulfaten.

Men moet een cement met een hoge bestandheid tegen sulfaten (HSR) gebruiken indien het sulfaatgehalte hoger is dan 500 mg/kg in water of hoger is dan 3000 mg/kg in de grond.

Om een alkali-silicareactie te vermijden, moeten een of meerdere van de volgende voor-

zorgmaatregelen getroffen worden :

- beperking van het totale alkaligehalte van het betonmengsel, afhankelijk van de aard van het gebruikte cement
- gebruik van een cement met een begrensd alkaligehalte (LA)
- keuze van niet potentieel reactieve granulaten
- beperking van de verzadigingsgraad van water in het beton, bijvoorbeeld door gebruik te maken van ondoorlatende membranen.

Wat de granulaten betreft, stelt de NBN B 15-001 dat men gebruik moet maken van vorstbestendige granulaten voor de omgevingsklassen

Tabel 2 Duurzaamheidseisen voor ongewapend beton (OB), gewapend beton (GB) en voorgespannen beton (VB) (tabel F.3 uit de norm NBN B 15-001:2004).

OMGEVINGSKLASSEN		DUURZAAMHEIDSEISEN			
KLASSE	OMSCHRIJVING	OB		GB OF VB	
		BETONTYPE	ANDERE EISEN	BETONTYPE	ANDERE EISEN
E0	Niet schadelijk	T(1,00)	(6)	–	–
E1	Binnenomgeving	T(1,00)	–	T(0,65)	–
EE	Buitenomgeving				
EE1	Geen vorst	T(1,00)	–	T(0,60)	–
EE2	Vorst, geen contact met regen	T(0,55)	(1) (3) (4)	T(0,55)	(1) (2) (3) (4)
EE3	Vorst, contact met regen	T(0,55)	(1) (3) (4)	T(0,50)	(1) (2) (3) (4)
EE4	Vorst en dooizouten (aanwezigheid van ter plaatse ontdooid of opspattend of aflopend dooizouthoudend water)	T(0,45) of T(0,50)A	(1) (3) (4) (7)	T(0,45) of T(0,45)A	(1) (2) (3) (4) (7)
ES	Zeeomgeving <i>Geen contact met zeewater, wel contact met zeelucht (tot 3 km van de kust) en/of met brak water</i>				
ES1	Geen vorst	T(0,60)	–	T(0,50)	–
ES2	Vorst <i>Contact met zeewater</i>	T(0,55)	(1) (3) (4)	T(0,50)	(1) (2) (3) (4)
ES3	Ondergedompeld	T(0,55)	–	T(0,45)	–
ES4	Getijden- en spatzone	T(0,45) of T(0,50)A	(1) (3) (4) (7)	T(0,45) of T(0,45)A	(1) (2) (3) (4) (7)
EA	Agressieve omgeving				
EA1	Zwak agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	T(0,55)	(5)	T(0,55)	(5) (8)
EA2	Middelmatig agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	T(0,50)	(5)	T(0,50)	(5) (8)
EA3	Sterk agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	T(0,45)	(5)	T(0,45)	(5) (8)

(1) De granulaten moeten vorstbestendig zijn volgens NBN EN 1367-1:2000 of NBN EN 1367-2:1998.
 (2) Bij gebruik van CEM I met toevoeging van meer dan 33 % vliegias ten opzichte van het cementgehalte, is de k-waarde gelijk aan nul. Bij gebruik van CEM III/A met meer dan 25 % vliegias ten opzichte van het cementgehalte, is de k-waarde gelijk aan nul.
 (3) Bij toevoeging van vliegias met een gloeiverlies tussen 5 en 7 % aan beton geldt als bijkomende eis (ten aanzien van de eisen in artikel 5.2.5.2.2) dat de totale vliegiasmassa in het beton niet meer mag bedragen dan 25 % van de cementmassa. Aan de hand van voorafgaandelijke geschiktheidsproeven volgens bijlage J van NBN EN 206-1:2001 kan van deze eis afgeweken worden.
 (4) CEM II/B-V, CEM II/B-M (V-...) en CEM V/A met melding op de zak en/of de leveringsbon dat het daarin verwerkte vliegias een gloeiverlies heeft van 7 %, mogen alleen gebruikt worden wanneer de maximale vliegiasmassa in het cement beperkt wordt tot 25 % van de som van de hoofd- en nevenbestanddelen van het cement (volgens NBN EN 197-1:2000). Aan de hand van voorafgaandelijke geschiktheidsproeven volgens bijlage J van NBN EN 206-1:2001 kan van deze eis afgeweken worden.
 (5) Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten (volgens NBN B 12-108:2002) moet gebruikt worden indien het sulfaatgehalte hoger is dan 500 mg/kg in water en hoger is dan 3000 mg/kg in grond.
 (6) Enkel voor uitzonderlijke toepassingen in ongewapend beton (zoals bijvoorbeeld zuiverheidsbeton voor funderingen) is betontype T(1,50) mogelijk.
 (7) Beton zonder toegevoegde lucht, behalve indien opgelegd door de voorschrijver naargelang het risico op vorstschade.
 (8) Zie paragraaf 6 van tabel 1 en tabel 2 van NBN EN 206-1:2001.



EE2, EE3, EE4, ES2 en ES4 (zie tabel 2). De vorstbestendigheidsklasse wordt echter niet vermeld. In de Europese norm NBN EN 12620 (2002) met betrekking tot toeslagmateriaal voor beton worden verschillende klassen onderscheiden, maar er wordt geen rechtstreekse link gelegd met de twee nieuwe normen voor beton. De Technische Voorschriften PTV 411 (2004) bevatten daarentegen wel verschillende niet-cumulatieve criteria voor vorstbestendige granulaten. Twee van de drie criteria wijken af ten opzichte van de klassen uit de Europese norm.

Ook toevoegsels van type I en type II ⁽¹⁾ kunnen gebruikt worden in de betonsamenstelling. Men moet in dergelijke gevallen tevens de invloed van grote hoeveelheden toevoegsels op andere betoneigenschappen dan de sterkte in aanmerking nemen.

Dankzij het k-waardeconcept kunnen toevoegsels van type II in rekening gebracht worden in de betonsamenstelling voor de berekening van het cementgehalte en de water-cementfactor :

- door de term ‘water-cementfactor’ te vervangen door ‘water-cementfactor + k x toevoegsel’
- voor de eis met betrekking tot het minimale cementgehalte.

In de Europese norm worden er k-waarden opgegeven voor vliegias en voor *silica fume*, gebruikt met Portlandcement. In de Belgische aanvulling treft men eveneens k-waarden aan

voor vliegias, gebruikt met andere cementsoorten en voor gemalen hoogovenslakken.

Voor de omgevingsklassen waarin vorst kan voorkomen (zie tabel 2, p. 2) worden strengere eisen opgelegd met betrekking tot de toegevoegde hoeveelheid vliegias wanneer dit een gloeiverlies veroorzaakt, begrepen tussen 5 en 7 %. In geval van blootstelling aan vorst wordt het vliegias niet langer in rekening gebracht door de k-waarde (k = 0), wanneer de hoeveelheid vliegias aanzienlijk is, d.w.z. meer dan 33 % vliegias ten opzichte van het cementgehalte bij gebruik van CEM I of meer dan 25 % vliegias ten opzichte van het cementgehalte bij gebruik van CEM III/A.

De belangrijkste wijziging op het vlak van de hulpstoffen ligt waarschijnlijk in het verbod op het gebruik van calciumchloride en hulpstoffen op basis van chloriden in gewapend en voorgespannen beton. Een overdreven hoeveelheid hulpstoffen en niet-homogene mengsels kunnen ertoe leiden dat de verwachte betoneigenschappen niet bereikt worden. De Europese norm bevat enkele regels die men moet respecteren om dit probleem te vermijden.

4 INVOERING VAN ‘BETONTYPES’

Opdat het beton weerstand zou bieden aan de omgevingsvoorwaarden, worden de eisen vaak uitgedrukt onder de vorm van grenswaarden voor de betonsamenstelling, zoals bijvoorbeeld de beperking van de water-cementfactor

en het opleggen van een minimaal cementgehalte. Omwille van klimatologische verschillen, het gebruik van lokale materialen in de betonsamenstelling en andere uitvoeringsvoorwaarden was het niet mogelijk deze grenswaarden op te nemen in de Europese norm NBN EN 206-1.

De informatieve bijlage F bij deze Europese norm bevat een tabel met aanbevelingen voor Portlandcement CEM I. De relaties tussen de duurzaamheidseisen en de 18 milieuklassen werden opgenomen in de Belgische aanvulling, dus in de NBN B 15-001.

Om het verband tussen de duurzaamheidseisen voor de 18 milieuklassen [1] en de eisen met betrekking tot de betonsamenstelling te bepalen, gebruikt men het concept ‘betontypes’. Een minimale druksterkteklasse wordt aldus verbonden met een minimaal cementgehalte en een maximale W/C-factor. De druksterkte is echter geen parameter waarmee de duurzaamheid van het beton kan verzekerd worden. Deze eis is aanvullend op de twee andere eisen en geeft enkel aan dat het beton er niet mee in strijd is. Dankzij dit criterium kan men bepaalde onzinnigheden, die in het verleden wel eens voorkwamen, vermijden, zoals bijvoorbeeld het specificeren van beton met een lage sterkteklasse in combinatie met strenge eisen voor de W/C-factor en het minimale cementgehalte.

Tabel 3 geeft een overzicht van de verschillende betontypes die gedefinieerd worden in de nieuwe Belgische norm NBN B 15-001.

Tabel 3 Betontypes (tabel F.1 uit de norm NBN B 15-001).

AANDUIDING	T(1,50)	T(1,00)	T(0,65)	T(0,60)	T(0,55)	T(0,55)A	T(0,50)	T(0,50)A	T(0,45)	T(0,45)A
Maximale water-cementfactor ⁽¹⁾	1,50	1,00	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45
Minimaal cementgehalte (kg/m ³ beton) ⁽²⁾	–	–	260	280	300	300	320	320	340	340
Minimale druksterkteklasse ⁽³⁾ ⁽⁵⁾	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C20/25	C30/37	C25/30	C35/45	C30/37
Minimum luchtgehalte ⁽⁴⁾ van vers beton in % voor de nominale maximale korrelgrootte van het granulaat										
20 mm ≤ D _{max} ≤ 31,5 mm	–	–	–	–	4 %	4 %	–	4 %	–	4 %
11,2 mm ≤ D _{max} ≤ 16 mm	–	–	–	–	5 %	5 %	–	5 %	–	5 %
5,6 mm ≤ D _{max} ≤ 10 mm	–	–	–	–	6 %	6 %	–	6 %	–	6 %

⁽¹⁾ Effectief watergehalte; voor het cementgehalte : zie bepalingen van de artikels 5.2.5.2.1, 5.2.5.2.2, 5.2.5.2.3 en 5.2.5.2.4.

⁽²⁾ Zie bepalingen van de artikels 5.2.5.2.1, 5.2.5.2.2, 5.2.5.2.3 en 5.2.5.2.4.

⁽³⁾ Aan de hand van voorafgaandelijke geschiktheidsproeven volgens bijlage J van NBN EN 206-1:2001 kan van deze eis afgeweken worden, op voorwaarde dat de betonsamenstelling wel beantwoordt aan de twee basiseisen, namelijk de maximale water-cementfactor en het minimale cementgehalte.

⁽⁴⁾ Met een afstandsfactor van de ingebrachte luchtballen kleiner dan 0,200 mm, gemeten op het verharde beton (volgens NBN EN 480-11:1999).

⁽⁵⁾ Niet van toepassing op licht beton.

⁽¹⁾ Toevoegsels voor beton zijn fijn verdeelde minerale materialen die aan het beton kunnen toegevoegd worden om bepaalde eigenschappen te verbeteren of om er bepaalde eigenschappen aan te verlenen. Er bestaan twee types toevoegsels :

- quasi inerte toevoegsels (type I)
- puzzolanen of toevoegsels met een latent hydraulisch karakter (type II).

Een betontype wordt aangeduid door de letter T, gevolgd door een getal dat verwijst naar de water-cementfactor en eventueel door de letter A (voor het Engelse 'Air') wanneer de hoeveelheid toegevoegde lucht gespecificeerd is. Men kan 10 dergelijke betontypes onderscheiden, die gekarakteriseerd worden door een specifieke combinatie van de volgende duurzaamheidseisen :

- de maximale water-cementfactor : deze geeft de verhouding weer tussen het effectieve watergehalte, aanwezig in het verse beton, en het cementgehalte. Het effectieve watergehalte is gelijk aan het totale watergehalte, verminderd met het gehalte dat geabsorbeerd wordt door de granulaten. Het cementgehalte houdt rekening met de aanwezigheid van eventuele toevoegsels van type II (via de k-waarde)
- het minimale cementgehalte. Dit neemt de aanwezigheid van eventuele toevoegsels van type II in aanmerking (via de k-waarde)
- de minimale druksterkteklasse van het beton. Zoals hiervoor reeds vermeld werd, is deze eis aanvullend op de twee vorige eisen. Wanneer in het beton lucht wordt ingebracht, is een lagere klasse toegelaten, lettend op het sterkteverlies dat tweegebracht wordt door deze lucht
- het eventuele luchtgehalte in het beton.

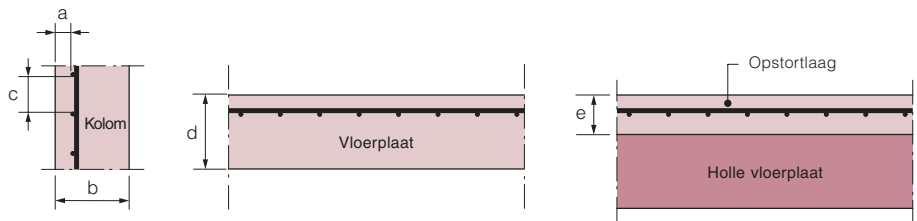
Op elke milieuklasse zijn specifieke duurzaamheidseisen van toepassing in de vorm van een geselecteerd betontype en eventuele bijkomende eisen (zie tabel F.2 van de norm NBN B 15-001). Voor de milieuklassen XF2, XF3 en XF4 zijn telkens twee betontypes vermeld, namelijk één met en één zonder ingebracht lucht.

In eenzelfde milieuklasse ligt de maximale water-cementfactor voor betontypes met ingebracht lucht 0,05 hoger, aangezien er strengere eisen voor de porositeit (en dus voor de water-cementfactor) opgelegd worden indien er geen ingebrachte lucht is.

Naast de milieuklassen, gedefinieerd in de norm NBN EN 206-1, worden er een aantal omgevingsklassen vastgelegd in de Belgische norm NBN B 15-001. Deze stemmen overeen met omgevingen die courant voorkomen in België en zijn doorgaans van toepassing op de Belgische betonpraktijk.

Om te beantwoorden aan de duurzaamheidseisen die geassocieerd zijn met de omgevingsklassen, dient men voor elk beton alle milieuklassen te weerhouden die van toepassing zijn op de omgeving waarin het gelegen is. Het beton moet dan voldoen aan alle eisen in relatie tot deze milieuklassen. Dit is enkel mogelijk indien het betontype beantwoordt aan de milieuklasse met de laagste water-cementfactor. Het verband tussen de omgevingsklassen en het toe te passen betontype is voorgesteld in tabel 2 (tabel F.3 van de norm NBN B 15-001).

Afb. 1 Aanbevelingen voor de keuze van D_{max}



5 BEPERKING VAN DE WATEROPSLORPING DOOR ONDERDOMPELING

In de vorige versie van de Belgische norm NBN B 15-001 waren een aantal aanbevelingen opgenomen voor het verkrijgen van een waterdicht beton, die leidden tot een beperking van de W/C-factor en van de wateropslorping door onderdompeling.

In de versie van 2004 worden in een informatieve bijlage specificaties gegeven voor het verkrijgen van een beton met een beperkte wateropslorping. Het betreft hier een van de eventuele bijkomende eisen bij de specificatie van het beton. In de norm wordt erop gewezen dat de proefresultaten slechts een rudimentaire aanduiding geven van de potentiële duurzaamheid van het beton en in geen enkel opzicht een bewijs vormen voor de water- en vloeistofdichtheid van het beton.

Men onderscheidt vier klassen van wateropslorping door onderdompeling, aangeduid door de letters WAI (*Water Absorption by Immersion*), gevolgd door een getal dat verwijst naar de W/C-factor en eventueel door de letter A (voor het Engelse 'Air') bij aanwezigheid van het opgelegde minimale luchtgehalte. Deze klassen zijn steeds geassocieerd met een welbepaald betontype (zie tabel 4).

6 NOMINALE AFMETING VAN HET GROOTSTE GRANULAAT

De norm NBN EN 206-1 vermeldt dat de

maximale nominale afmeting van de granulaten (D_{max}) gekozen wordt, rekening houdend met de betondekking en de minimumafmeting van de doorsneden. De norm NBN B 15-001 (2004) bevat gedetailleerde informatie over de keuze van D_{max} in de informatieve bijlage P.

De korrelgrootte moet zo gekozen worden en de wapening zo geschikt dat :

- het beton bij het storten de wapening volledig kan omsluiten
- het beton op een correcte manier kan verdicht worden zonder ontmenging.

Het is gebruikelijk om de waarde van D_{max} te beperken tot :

- 1/5 van de kleinste afstand tussen de bekistingwanden
- 1/5 van de vloerdikte
- 3/4 van de kleinste tussenruimte tussen de wapeningsstaven (bij overlappingslassen geldt 3/2 van de kleinste tussenruimte)
- 1/4 van de vrije ruimte tussen de langsstaven die bij in de grond gevormde palen worden gebruikt
- 2/5 van de opstortlaag van een samengestelde vloer
- de betondekking.

De D_{max} -waarde stemt overeen met de waarde die in de norm NBN EN 12620 (2002) aangeduid wordt door 'D'. Er moet bovendien een keuze gemaakt worden uit 13 waarden : 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 22, 22, 32, 40, 45 of 63 cm.

Afbeelding 1 herneemt schematisch de informatie, opgenomen in de Belgische aanvulling.

Tabel 4 De 4 klassen van weerstand tegen wateropslorping door onderdompeling.

KLASSEN VAN WEERSTAND	GEMIDDELDE A-WAARDEN	INDIVIDUELE A-WAARDEN
WAI(0,50) VOOR BETONTYPE T(0,50)	≤ 6,0 %	≤ 6,5 %
WAI(0,50)A VOOR BETONTYPE T(0,50)A	≤ 6,3 %	≤ 6,8 %
WAI(0,45) VOOR BETONTYPE T(0,45)	≤ 5,5 %	≤ 6,0 %
WAI(0,45)A VOOR BETONTYPE T(0,45)A	≤ 5,8 %	≤ 6,3 %

7 SPECIFICATIE VAN HET BETON

De voorschrijver dient zich er steeds van te vergewissen dat alle eisen die van belang zijn om de nodige betoneigenschappen te bekomen, opgenomen zijn in de specificatie die gegeven werd aan de producent. Hij moet eveneens alle eisen met betrekking tot de betoneigenschappen voorschrijven die nodig zijn voor de goede uitvoering, de verdichting, de nabehandeling of andere behandelingen achteraf. Deze specificatie moet alle eventuele bijzondere eisen bevatten, zoals bijvoorbeeld de eisen voor het verkrijgen van een architectonisch beton.

De voorschrijver dient rekening te houden met de volgende karakteristieken :

- de beoogde toepassing van het verse en het verharde beton
- de wijze van nabehandeling
- de afmetingen van de betonconstructie (warmteontwikkeling)
- de omgevingsvoorwaarden waaraan de betonconstructie zal blootgesteld worden
- de eisen die verband houden met het uitgewassen oppervlak of de oppervlakteafwerking
- de eisen met betrekking tot de doorsneden, de betondekking en de wapeningshoeveelheid voor de keuze van de nominale maximale korrelgrootte
- de eventuele beperkingen op het gebruik van bepaalde bestanddelen, afhankelijk van de toepassing (of van de omgevingsklassen).

Het beton moet ofwel besteld worden aan de hand van gespecificeerde eigenschappen ofwel aan de hand van een welbepaalde samenstelling. In beide gevallen moet de specificatie van de betoneigenschappen gebaseerd zijn op de resultaten van voorafgaandelijke proeven of op informatie die voortkomt uit een jarenlange ervaring. In geval van een beton met een voorgeschreven samenstelling dient de voorschrijver zich ervan te vergewissen of het met deze samenstelling mogelijk is de verwachte of gevraagde prestaties te bereiken (zowel in vers gestorte als verharde toestand) en of het beton conform is met de norm.

Het voorschrijven van beton met gespecificeerde eigenschappen moet de volgende elementen omvatten :

- de eis tot conformiteit met de norm NBN EN 206-1 en met de norm NBN B 15-001
- de druksterkteklasse
- de milieuklassen of de omgevingsklasse. De voorkeur wordt gegeven aan het gebruik van omgevingsklassen in plaats van milieuklassen. Het gebruik van meerdere omgevings-

Tabel 5 Definitie van de betonklassen en de groepen.

STERKTE-KLASSEN	BETON-KLASSEN	GROEPEN	
		ZONDER LUCHT	MET LUCHT
C 8/10 C 12/15 C 16/20 C 20/25 C 25/30 C 30/37	A	1L	1A
C 35/45 C 40/50 C 45/55 C 50/60		1H	
> C 50/60	B	2	
	C	3	

- klassen kan noodzakelijk zijn in een chemisch agressief milieu. In dit geval dient men een van de omgevingsklassen te combineren met de klassen EA1, EA2 of EA3
- de aard van het beton : al dan niet gewapend of voorgespannen beton
 - voor de klassen EE4 en ES3 dient men de variante met of zonder ingebrachte lucht aan te geven. Zoniet zal de variante zonder ingebrachte lucht beschouwd worden
 - de consistentieklasse
 - de nominale maximale korrelgrootte.

Bovendien moet men voor licht beton eveneens de klasse van de volumieke massa of de geveiseerde volumieke massa aangeven ⁽²⁾.

Tot de bijkomende eisen behoren onder andere :

- het cementtype of de bijzondere cementklasse (bijvoorbeeld cement met lage hydratiewarmte)
- het granulaattype of de bijzondere granulaatklassen
- de verhoogde weerstand tegen wateropslopping
- de betontemperatuur indien men een andere eis wenst dan de minimale temperatuur van 5 °C op het ogenblik van de aflevering
- de sterkteontwikkeling [15].

8 DE CERTIFICATIE

Hoewel er ook enkele belangrijke wijzigingen zijn op het vlak van de BENOR-certificatie, gaat dit artikel niet dieper in op de documenten die hierover handelen.

⁽²⁾ Voor zwaar beton dient men de geveiseerde volumieke massa te vermelden.

We willen echter wel wijzen op de verschijning van het nieuwe toepassingsreglement TRA 550 dat betrekking heeft op de nieuwe normen NBN EN 206-1 en NBN B 15-001. Een belangrijke nieuwigheid is de invoering van betonklassen (zie tabel 5) waarmee een specifieke monsternamen mogelijk is voor de conformiteitscontrole. De betonklasse (Y) verschijnt op de leveringsbon in de buurt van het BENOR-logo, naast de verwijzing naar de productie-eenheid (XXX) (zie afbeelding 2).



Afb. 2 BENOR-logo.

9 BESLUIT

De nieuwe normen zullen een groot aantal veranderingen teweegbrengen op het gebied van beton. Deze evoluties hebben onder meer te maken met de harmonisering op Europees vlak, de grotere aandacht voor het in rekening brengen van de duurzaamheid van het beton en de evolutie van de materialen. De voornaamste wijzigingen betreffen het feit dat de uitvoering niet langer in aanmerking genomen wordt in de nieuwe norm, de uitbreiding van de sterkteklassen, de nieuwe omgevings- en milieuklassen, de betonbestanddelen, de invoering van betontypes, de nieuwe consistentieklassen en de klassen van weerstand tegen wateropslopping. ■



NUTTIGE INFORMATIE

Nuttige links

- Website van de Federatie van de Belgische Cementnijverheid : www.febelcem.be
- Website van de Normen-Antenne 'Beton-Mortel-Granulaten' : www.bbri.be/antenne_norm/beton/nl



LITERATUURLIJST

1. Apers J., Desmyter J. en Pollet V.
Nieuwe normen voor beton. Deel 1 : nieuwe versie van de norm NBN B 15-001. Brussel, Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, WTCB-Dossiers, Katern nr. 4, 3^e trimester 2004.
2. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN B 15-001 Aanvulling op NBN EN 206-1. Beton. Specificaties, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit. Brussel, BIN, 2004.
3. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 197-1 Cement. Deel 1 : Samenstelling, specificatie en overeenkomstigheidscriteria voor gebruikelijke cementsoorten. Brussel, BIN, 2000.
4. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 206-1 Beton. Deel 1 : Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit. Brussel, BIN, 2001.
5. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 12350-2 Beproeving van betonspecie. Deel 2 : Zetmaat. Brussel, BIN, 1999.
6. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 12350-3 Beproeving van betonspecie. Deel 3 : Vébéproef. Brussel, BIN, 1999.
7. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 12350-4 Beproeving van betonspecie. Deel 4 : Verdichtingsmaat. Brussel, BIN, 1999.
8. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 12350-5 Beproeving van betonspecie. Deel 5 : Schudmaat. Brussel, BIN, 1999.
9. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 12620 Toeslagmateriaal voor beton. Brussel, BIN, 2002.
10. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN EN 13369 Algemene bepalingen voor vooraf vervaardigde betonproducten. Brussel, BIN, 2004.
11. Belgisch Instituut voor Normalisatie
NBN ENV 13670-1 Het vervaardigen van betonconstructies. Deel 1 : Algemeen gedeelte. Brussel, BIN, 2000.
12. Federatie van de Belgische Cementnijverheid
Voorschrijven van beton volgens de normen NBN EN 2061:2001 en NBN B 15-001:2004 (met voorbeelden van specificaties voor beton en typebestekken). Brussel, Febelcem, Dossier Cement nr. 34, 2005.
13. Nationaal Centrum voor Wetenschappelijk en Technisch Onderzoek der Cementnijverheid
PTV 411 Codificatie van de granulaten overeenkomstig de normen NBN EN 12620, NBN EN 13043, NBN EN 13139 en NBN EN 13242. Brussel, OCCN, 2004.
14. Nationaal Centrum voor Wetenschappelijk en Technisch Onderzoek der Cementnijverheid
Toepassingsreglement TRA 550. Beton. Brussel, OCCN, 2^e uitgave, 2004. ?????
15. Pollet V. en Jacobs J.
Beton nabehandelen. Brussel, Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, WTCB-Dossiers, Katern nr. 4, 1^e trimester 2004.