

Als gevolg van de Europese harmonisatie zijn er een aantal ambiguïteiten ontstaan tussen de productbenamingen en de gedeclareerde parameters uit de oude Belgische referentiedocumenten en de nieuwe Europese normen. In dit artikel wordt niet alleen ingegaan op de Europese specificaties voor de druksterkte van metselwerkproducten, maar ook op de verschillen tussen prestatie-mortels en volgens samenstelling gespecificeerde mortels. Voor dit laatste morteltype wordt bovendien een overzicht gegeven van de verwachte sterkte van de meest voorkomende samenstellingen, evenals een herwerkte versie (aangevuld met de Europese benamingen) van de desbetreffende tabel uit de (inmiddels ingetrokken) norm NBN B 14-001 [1] en de TV 208 [20].



✍ A. Smits, ir., projectleider, laboratorium 'Ruwbouw- en afwerkingsmaterialen', WTCB
Y. Grégoire, ir.-arch., afdelingshoofd, afdeling 'Materialen', WTCB

1 METSELSTENEN

Er bestaan zes Europese productnormen die specifiek toegespitst zijn op metselstenen :

- de NBN EN 771-1 [4] : voorschriften voor metselstenen. Deel 1 : metselbaksteen
- de NBN EN 771-2 [5] : voorschriften voor metselstenen. Deel 2 : metselstenen van kalkzandsteen
- de NBN EN 771-3 [6] : voorschriften voor metselstenen. Deel 3 : betonmetselstenen (gewone en lichte granulaten)
- de NBN EN 771-4 [7] : voorschriften voor metselstenen. Deel 4 : geautoclaveerde cellenbetonmetselstenen
- de NBN EN 771-5 [8] : voorschriften voor metselstenen. Deel 5 : metselstenen van kunststeen
- de NBN EN 771-6 [9] : voorschriften voor metselstenen. Deel 6 : metselstenen van natuursteen.

In het kader van de verplichte CE-markering geven deze normen de (verplichte en vrijwillige) declaraties aan die opgelegd worden aan de metselstenen die op de markt gebracht worden (bv. inzake hun druksterkte).

1.1 VERPLICHTE DECLARATIES

In het kader van de CE-markering zijn de producenten van metselstenen verplicht om

Europese specificaties voor de druksterkte van metselwerkproducten

Tabel 1 Waarden voor de vormfactor δ (uittreksel uit bijlage A van de NBN EN 772-1) (*).

Hoogte (mm)	Kleinste horizontale afmeting (mm)				
	50	100	150	200	≥ 250
40	0,80	0,70	–	–	–
50	0,85	0,75	0,70	–	–
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥ 250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

(*) Deze afmetingen hebben betrekking op de beproefde metselsteen of op het beproefde deel ervan.

de druksterkte en de categorie van de steen te declareren :

- de declaratie van de druksterkte is gebaseerd op de proefmethode, beschreven in de NBN EN 772-1 [10]. Dit gebeurt door middel van een fractiel van 50 % (gemiddelde waarde) en/of van 5 % (karakteristieke waarde), hierna respectievelijk aangeduid als f_{mean} en f_c , naargelang van de aard van het materiaal (zie tabel 2). Afhankelijk van de betrokken productnorm, moet deze declaratie bovendien aangevuld worden met een aantal gegevens over de oppervlaktevoorbereiding, de conditionering, de aangrijprijching van de belastingen en de afmetingen van de beproefde steen. Verder kan een bijkomende declaratie van de genormaliseerde druksterkte f_b (zie verder) opgelegd worden
- de productnormen definiëren twee categorieën van elementen die gedeclareerd moeten worden :
 - categorie I (conformiteitsattesterings-systeem 2+) : stenen waarvoor de producent een betrouwbaarheidsniveau van 95 % ten aanzien van het gedeclareerde fractiel (50 % of 5 %) attesteert. We willen er echter wel op wijzen dat een dergelijke declaratie geen informatie geeft over de spreiding van de resultaten (d.w.z. de variatiecoëfficiënt) binnen eenzelfde monsternamen
 - categorie II (conformiteitsattesterings-systeem 4) : alle andere stenen waarvoor er in de productnormen geen nadere informatie opgenomen is.

Opmerking : in verschillende productnormen zijn tevens een aantal bijkomende eisen opgenomen met betrekking tot de individuele sterkte waarden in vergelijking tot de gedeclareerde waarde. Voor meer details hieromtrent verwijzen we de geïnteresseerde lezer naar de betreffende normen.

1.2 GENORMALISEERDE DRUKSTERKTE f_b

De declaratie van de genormaliseerde druksterkte f_b van de metselsteen kan ofwel vereist worden naargelang de aard van het materiaal, ofwel voor een gebruik in dragend metselwerk (zie ook tabel 2, bijlage A van de NBN EN 772-1 en Eurocode 6 [15]). De f_b -waarde wordt immers gebruikt bij de berekening van de karakteristieke druksterkte f_k van metselwerk volgens de Eurocode 6 en zijn nationale bijlage.

De genormaliseerde druksterkte van een metselsteen f_b is de druksterkte van een equivalente aan de lucht gedroogde metselsteen met een breedte en een hoogte van 100 mm. In bijlage A van de NBN EN 772-1 wordt een methode beschreven waarmee het mogelijk is om de gemiddelde druksterkte om te zetten in de genormaliseerde gemiddelde druksterkte (f_b). Dit gebeurt met behulp van de vormfactor δ en de conditioneringsfactor δ_c :

$$f_b = \delta \cdot \delta_c \cdot f_{\text{mean}}$$

waarbij :

- f_b : de genormaliseerde gemiddelde druksterkte van de metselstenen in de richting

Tabel 2 Te declareren druksterktewaarden en conditioneringswijze naargelang van de aard van het materiaal.

Metselsteen	Gedeclareerde druksterktewaarden van de metselsteen ⁽¹⁾		Door de productnorm voorgeschreven conditioneringsmethode	Te gebruiken conditioneringsfactor δ_c
Baksteen (NBN EN 771-1)	f_{mean}	f_b (indien relevant)	Aan de lucht gedroogde proefstukken	1
Kalkzandsteen (NBN EN 771-2)	f_{mean}	f_b	In de droogstoof gedroogde proefstukken	0,8
Betonmetselsteen (NBN EN 771-3)	Ofwel f_c Ofwel $f_{mean} (= 1,18 f_c)$	f_b (indien relevant)	Aan de lucht gedroogde proefstukken ⁽²⁾	1
Geautoclaveerd cellenbeton (NBN EN 771-4)	Ofwel f_c Ofwel $f_{mean} (= 1,18 f_c)$	f_b (indien relevant)	Proefstukken met een vochtgehalte van 6 ± 2 %	1
Kunststeen (NBN EN 771-5)	—	f_b (fractiel van 5 % of van 50 %, duidelijk te preciseren)	Aan de lucht gedroogde proefstukken	1
			Door onderdompeling geconditioneerde proefstukken	1,2
Natuursteen (NBN EN 771-6)	f_{mean} (+ eventueel f_c)	f_b (indien relevant) (+ eventueel fractiel van 5 %)	In de droogstoof gedroogde proefstukken	0,8

⁽¹⁾ Bij gebrek aan eensluidende afkortingen in de Europese normen, gebruiken wij hier de volgende alternatieven :

- f_{mean} : fractiel van 50 % - gemiddelde druksterktewaarde volgens de NBN EN 772-1
- f_c : fractiel van 5 % - karakteristieke druksterktewaarde volgens de productnormen
- f_b : genormaliseerde druksterkte van de metselsteen (zie bijlage A van de NBN EN 772-1). Het gaat hier om de druksterkte van een equivalente aan de lucht gedroogde metselsteen met een breedte en een hoogte van 100 mm.

⁽²⁾ Als gevolg van een ambiguïteit in de norm NBN EN 771-3, houdt de gedeclareerde waarde (f_{mean} of f_c) volgens ons reeds rekening met een eventuele conditionering door onderdompeling ($\delta_c = 1,2$) (toelaatbaar volgens de norm).

van het effect van de aangrijpende belasting (in N/mm²)

- δ : de vormfactor van de metselsteen volgens bijlage A van de NBN EN 772-1 (zie tabel 1, p. 1)
- δ_c : de conditioneringsfactor volgens bijlage A van de NBN EN 772-1 (zie tabel 2)
- f_{mean} : de gemiddelde druksterkte van de metselstenen, bepaald volgens de NBN EN 772-1 (wij gebruiken hier deze afkorting bij gebrek aan een eensluidend alternatief in de normen).

Opmerking : indien de druksterkte beproefd werd op een deel van de metselsteen, dient men gebruik te maken van de overeenkomstige vormfactor. In voorkomend geval, dient dit eveneens gedeclareerd te worden door de

producent. Voor grote metselstenen uit kalkzandsteen of metselstenen uit geautoclaveerd cellenbeton wordt de druksterkte doorgaans bepaald op een equivalente metselsteen met een breedte en een hoogte van 100 mm. De toe te passen vormfactor is in dit geval dus gelijk aan 1.

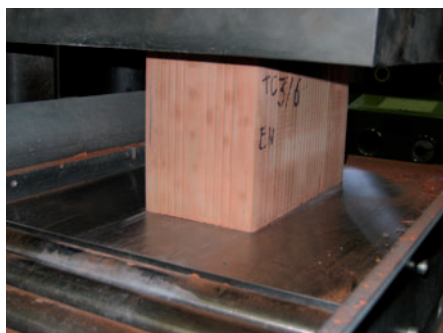
Om te vermijden dat er in dragend metselwerk gebruik gemaakt zou worden van metselstenen waarvan de druksterkte een te grote spreiding vertoont, stelt de Eurocode 6 dat de variatiecoëfficiënt niet groter mag zijn dan 25 %. Deze voorwaarde is niet rechtstreeks afkomstig uit de declaratie en is volgens ons dan ook moeilijk door de ontwerper te gebruiken in de praktijk, tenzij deze laatste beschikt over bijkomende informatie van de producent

of over de resultaten van proeven volgens de NBN EN 772-1 die uitgevoerd werden op een selectie metselstenen uit de partij die voorzien is voor het betreffende bouwwerk.

2 METSELMORTELS

2.1 INDUSTRIEEL VERVAARDIGDE METSELMORTEL

De industrieel vervaardigde metselmortels komen aan bod in de norm NBN EN 998-2 [13]. In het kader van de verplichte CE-markering



Afb. 1 Druksterkteproef volgens de NBN EN 772-1 op een metselbaksteen.



Afb. 2 Druksterkteproef volgens de NBN EN 772-1 op een betonmetselsteen.



Afb. 3 Druksterkteproef volgens de NBN EN 1015-11 op metselmortel [14].

beschrijft deze norm de eisen die van toepassing zijn op industrieel vervaardigde leg-, voeg- en vulmortels voor gebruik in kolommen, lateien en wanden uit metselwerk. Naargelang van de mortelconceptie kan men in deze context twee conformiteitsattesterings-systemen onderscheiden :

- prestatiemortels (conformiteitsattesterings-systeem 2+) : mortels waarvan de samenstelling en de fabricagemethode gekozen werden door de producent teneinde de gewenste eigenschappen te verkrijgen. In dit geval moet de volgens de norm NBN EN 1015-11 [14] bepaalde druksterkte f_m gedeclareerd worden. Ook de druksterkteklasse kan gedeclareerd worden. Deze wordt uitgedrukt door de letter M, gevolgd door de sterkte waarde in N/mm² (M1, M2,5, M5, M10, M15, M20 of Md, waarbij d groter is dan 25 N/mm²)
- volgens samenstelling gespecificeerde mortels (conformiteitsattesterings-systeem 4) : mortels die gefabriceerd werden volgens een welbepaalde verhouding en waarvan de eigenschappen het resultaat zijn van de gedeclareerde dosering van de bestanddelen ('receptmortels'). Deze mortels worden beschreven aan de hand van de verhouding van hun bestanddelen (cement/kalk/zand) (bv. een volumeverhouding van 1:1:6 of – in percent – van 12,5 %, 12,5 %, 75 %).

Opmerking : de norm preciseert dat de druksterkte gedeclareerd moet worden aan de hand van publieke referentiedocumenten waarin een verband gelegd wordt tussen de eigenschappen van het mengsel en de druksterkte. Deze eis is evenwel niet opgenomen in de bijlage ZA van de norm.

2.2 IN SITU GEDOSEERDE MORTELS

Vermits deze mortels buiten de scope van de norm NBN EN 998-2 vallen, zijn ze niet onderhevig aan de CE-markering. Hun verschillende industrieel vervaardigde bestanddelen moeten echter wel van een CE-markering voorzien worden, overeenkomstig de productnormen en de bijzondere specificaties die erop van toepassing zijn (NBN EN 413-1 [2] voor metselcement, NBN EN 459-1 [3] voor bouwkalk, NBN EN 13139 [18] of NBN EN 13055-1 [17] voor de toeslagmaterialen en NBN EN 934-1 [11] of NBN EN 934-3 [12] voor de hulpstoffen).

3 PRESTATIES VAN 'RECEPTMORTELS'

De TV 208 bevat indicatieve informatie over de samenstelling van *in situ* aangemaakte mortels en de druksterkte die ervoor verwacht wordt. Ze geeft eveneens aanbevelingen voor de keuze van de sterkte van de metselstenen. Aangezien deze TV gebaseerd is op de inmiddels ingetrokken Belgische norm NBN B 14-001 (die onder meer vervangen werd door de NBN EN 998-2), worden de mortelsterkteklassen (evenals de benaming van de sterkte van het element) hierin nog steeds aangeduid met de oude Belgische benamingen (M1, M2, M3, M4 en M5 voor een druksterkte van respectievelijk 20, 12, 8, 5 en 2,5 N/mm²).

Deze informatie werd in tabelvorm overgenomen in de nationale bijlage van de Eurocode 6 [16], waarbij echter wel gebruik gemaakt werd van de nieuwe Europese benamingen (zie tabel 3).

We willen er onmiddellijk op wijzen dat de parameters van de Belgische en de Europese benadering strikt genomen niet equivalent zijn, aangezien de gehanteerde proefmethoden en de eruit voortvloeiende resultaten verschillend zijn.

Omwillen van de talrijke invloedsparameters worden er in de nationale bijlage bij de Eurocode 6 geen aanvaardbare mortelsamenstellingen – beschreven aan de hand van een relatie tussen een welbepaalde dosering en een druksterkteklasse (M-waarde) of een equivalente waarde – opgegeven. Ze beperkt zich tot het geven van oriënterende informatie, maar stelt wel dat het noodzakelijk is de mortel aan te passen aan de mechanische eigenschappen van de gebruikte metselstenen.

4 HET BENOR-MERK

De verplichte CE-markering is een conformiteitsattestering en geen kwaliteitsmerk zoals het vrijwillige BENOR-merk. In het kader van het BENOR-merk worden er strengere eisen opgelegd, en dit zowel voor wat de productiekwaliteitscontrole als de technische prestaties betreft.

De lijst met producenten die naast de CE-markering eveneens beschikken over een BENOR-label, is opgenomen op de BCCA-website (www.bcca.be) voor metselstenen uit baksteen, op de PROBETON-website (www.probeton.be) voor metselstenen uit beton, kalkzandsteen en geautoclaveerd cellenbeton en op de OCCN-website (www.occn.be) voor prestatiemortels.

Tabel 3 Indicatieve informatie omtrent de mogelijke mortelsamenstellingen voor 'receptmortels' voor algemene toepassing en hun verhoopte druksterkte.

Oude Belgische benaming	Voorbeelden van mortelsamenstellingen (*)					Nieuwe Europese benaming		
	In massa (kg) bindmiddel per m ³ droog zand	In volumedelen				Mortel		Metselsteen
		Cement (C)	Kalkhydraat (CL)	Hydraulische kalk (HL)	Zand	Druksterkte f_m volgens de norm EN 1015-11 (N/mm ²)	Equivalente klasse of waarde	Genormaliseerde gemiddelde druksterkte f_b (N/mm ²)
M1	C 400	1	–	–	3	20	M 20	$f_b > 20$
M2	C 300	1	–	–	4	12	12	$12 \leq f_b \leq 48$
M3	C 250 CL 50	2	1	–	9	8	8	$8 \leq f_b \leq 32$
	C 200 HL 100	2	–	1	10			
M4	C 200 CL 100	1	1	–	6	5	M 5	$5 \leq f_b \leq 20$
	C 150 HL 150	1	–	1	7			
M5	C 150 CL 150	1	2,5	–	7	2,5	M 2,5	$2,5 \leq f_b \leq 10$
	C 100 HL 200	1	–	2,5	11			
	HL 400	–	–	2	5			

(*) De afkortingen C (cement), CL (kalkhydraat) en HL (hydraulische kalk) worden in deze tabel enkel gebruikt ter verbetering van de leesbaarheid en het goede begrip.

5 BESLUIT

Dit artikel heeft tot doel om de ambigüiteiten tussen de benamingen uit de oude Belgische en de nieuwe Europese normen uit de wereld te helpen. Dit is erg belangrijk voor de opstelling van de voorschriften, aangezien het dankzij de declaraties volgens de Europese normen met betrekking tot de druksterkte van metselmateriaal mogelijk is de druksterkte van het metselwerk en de overeenkomstige veiligheidscoëfficiënten te bepalen die gebruikt dienen te worden volgens de Eurocode 6 en zijn nationale bijlagen. Deze aspecten zullen verder belicht worden in een aantal volgende artikels. ■



NUTTIGE INFORMATIE

De informatieverspreiding over de normen uit dit domein gebeurt via de Normen-Antennes 'Beton-Mortel-Granulaten' en 'Eurocodes' (www.bbri.be/antenne_norm), die gesubsidieerd worden door de FOD Economie.

LITERATUURLIJST

1. Bureau voor Normalisatie
NBN B 14-001 Metselmortel. Brussel, NBN, 1985 (vervallen).
2. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 413-1 Metselcement. Deel 1 : samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria. Brussel, NBN, 2004.
3. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 459-1 Bouwkalk. Deel 1 : definities, specificaties en conformiteitscriteria (+ AC:2002). Brussel, NBN, 2002.
4. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 771-1 Voorschriften voor metselstenen. Deel 1 : metselbaksteen. Brussel, NBN, 2003.
5. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 771-2 Voorschriften voor metselstenen. Deel 2 : metselstenen van kalkzandsteen. Brussel, NBN, 2003.
6. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 771-3 Voorschriften voor metselstenen. Deel 3 : betonmetselstenen (gewone en lichte granulaten). Brussel, NBN, 2003.
7. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 771-4 Voorschriften voor metselstenen. Deel 4 : geautoclaveerde cellenbetonmetselstenen. Brussel, NBN, 2003.
8. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 771-5 Voorschriften voor metselstenen. Deel 5 : metselstenen van kunststeen. Brussel, NBN, 2004.
9. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 771-6 Voorschriften voor metselstenen. Deel 6 : metselstenen van natuursteen. Brussel, NBN, 2006.
10. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 772-1 Metselsteenproeven. Deel 1 : bepalen van de druksterkte. Brussel, NBN, 2000.
11. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 934-1 Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel. Deel 1 : algemene eisen. Brussel, NBN, 2008.
12. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 934-3 Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel. Deel 3 : hulpstoffen voor metselmortel. Definities, eisen, overeenkomstigheid, markering en etikettering. Brussel, NBN, 2009.
13. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 998-2 Specificaties voor mortels voor metselwerk. Deel 2 : metselmortel. Brussel, NBN, 2003.
14. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 1015-11 Proeven voor metselmortel. Deel 11 : bepalen van de buigsterkte en druksterkte van verharde mortel. Brussel, NBN, 1999.
15. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 1996-1-1 Eurocode 6. Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk. Deel 1-1 : gemeenschappelijke regels voor constructies van gewapend en ongewapend metselwerk (+ AC:2009). Brussel, NBN, 2006.
16. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 1996-1-1 ANB Eurocode 6. Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk. Deel 1-1 : gemeenschappelijke regels voor constructies van gewapend en ongewapend metselwerk. Nationale Bijlage. Brussel, NBN, 2010.
17. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 13055-1 Lichte toeslagmaterialen. Deel 1 : lichte toeslagmaterialen voor beton en mortel (+AC:2004). Brussel, NBN, 2002.
18. Bureau voor Normalisatie
NBN EN 13139 Toeslagmaterialen voor mortel (+AC:2004). Brussel, NBN, 2002.
19. Dirx I. en Grégoire Y.
CE-markering van bouwkalk. Brussel, WTCB, WTCB-Dossiers, nr. 4/2008, Katern nr. 4, 2008.
20. Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf
Opvoegen van metselwerk. Brussel, WTCB, Technische Voorlichting, nr. 208, 1998.