



BOUWEN MET BAKSTEEN

3/2011



Uitstraling

TECHNIEK

Berekening van ongewapend metselwerk onderworpen aan verticale belasting

In ons vorig tijdschrift gaven we een algemene uitleg over de “technische eisen voor het ontwerpen, berekenen en uitvoeren van metselwerk – Eurocodes 6, 8 en STS 22”.

In dit artikel willen we toelichten op welke wijze men tot de rekenwaarde (N_{Rd}) van de verticale weerstand van een metselwerk wand komt om vervolgens de verificatie te kunnen uitvoeren van deze wand onderworpen aan verticale belasting.

De Eurocode 6 geeft twee methoden om een metselwerk wand onderworpen aan normaalkrachten te berekenen:

- een uitgebreide methode volgens hfdst.6 en bijlage C van NBN EN 1996-1-1 (+ANB)
- een vereenvoudigde methode volgens hfdst.4 van NBN EN 1996-3(+ANB)

De vereenvoudigde methode mag slechts onder welbepaalde voorwaarden toegepast worden.

Om tot de berekening van de sterkte van de metselwerk wand f_d te komen bepalen we eerst de materiaaleigenschappen.

Een belangrijk aandachtspunt hierbij is dat de berekeningen van de Eurocode 6 er van uit gaan dat een metselwerk wand is opgebouwd uit metselwerkstenen die voldoen aan de productnormen van de

NBN EN 771- reeks en waarvan de druksterkte bepaald werd volgens de proefmethode voor metselstenen, namelijk de NBN EN 772-1.

De karakteristieke druksterkte van metselwerk f_k is een eigenschap van het samengestelde materiaal metselwerk.

Volgens de NBN EN 1996-1-1 (+ANB) kan deze karakteristieke druksterkte op 2 manieren bepaald worden;

- rechtstreekse methode door het uitvoeren van drukproeven op metselwerkmuurtjes cfr. NBN EN 1052-1
- onrechtstreekse methode door toepassing van formules waarin de druksterkte van de samenstellende materialen, metselstenen en mortel, wordt ingevoerd.

Deze laatste methode wordt hier verder toegelicht.

Druksterkte van de metselsteen: f_b

In het kader van de CE-markering dient een fabrikant van metselstenen de gemiddelde druksterkte f_{mean} te declareren, samen met de categorie tot welke de stenen behoren.

De productnorm NBN EN 771-1 deelt de bakstenen in in 2 categorieën; Categorie I-stenen: zijn metselstenen waarvan de druksterkte door de fabrikant

gedeclareerd wordt met een betrouwbaarheidsniveau van 95%.

Categorie II-stenen: zijn metselstenen die niet voldoen aan de hierboven vermelde eisen van betrouwbaarheid aangaande de druksterkte.

De druksterkte van een metselsteen wordt bepaald door het uitvoeren van drukproeven volgens NBN EN 772-1. Rekening houdende met het gedeclareerde betrouwbaarheidsniveaus wordt aan de hand van deze resultaten de gemiddelde waarde afgeleid.

Indien de stenen een beoogd gebruik hebben in berekend dragend metselwerk, zal ook de genormaliseerde druksterkte f_b gegeven worden of verwezen worden naar de nodige info om deze te berekenen. Opgelet: de vormfactor waarmee de f_{mean} dient vermenigvuldigd is vastgelegd in de tabel 3.9 van de Nationale annex ANB NBN EN 1996-1-1.

Tabel 3.1 van de NBN EN 1996-1-1 deelt de metselstenen in in groepen, afhankelijk van het aantal en de grootte van de perforaties. (groep 1,2,3,4) Gevelstenen behoren steeds tot groep 1, terwijl onze Belgische snelbouwstenen tot groep 2 of 3 behoren. Het is gebruikelijk dat de fabrikant meedeelt onder welke groep zijn producten vallen of de

ontwerper in dit laatste geval de groep er uit kan afleiden.

De berekening van de genormaliseerde gemiddelde druksterkte van de metselsteen gebeurt met de volgende formule:

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

waarin

f_b de genormaliseerde gemiddelde druksterkte

f_{mean} de door de fabrikant gedeclareerde gemiddelde druksterkte

δ de vormfactor zoals gedefinieerd in de NBN EN 772-1 en zoals kan afgelezen worden in de tabel 3.9 van de ANB NBN EN 1996-1-1 aan de hand van de afmetingen van de steen.

δ_c de conditioneringsfactor zoals gedefinieerd in de NBN EN 772-1. Voor metselbakstenen bedraagt δ_c 1 aangezien de gedeclareerde waarde volgens de NBN EN 771-1 geldt op luchtdroge monsters.

Druksterkte van de mortel: f_m

Mortel dient te voldoen aan de eisen omschreven in productnorm NBN EN 998-2.

De druksterkte van mortel wordt bepaald aan de hand van de NBN EN 1015-11. De waarde van deze druksterkte vindt men terug in zijn benaming. Een mortel Mx (M20, M12, M8, M5, M2.5) heeft een gemiddelde druksterkte van x N/mm².

Tabel 3.7-ANB NBN EN 1996-1-1 geeft niet normatieve informatie over de verschillende mortels en over de afstemming van sterkte van de metselstenen op de sterkte van de mortel.

Druksterkte van metselwerk: f_k

$$f_k = K \cdot f_b^\alpha \cdot f_m^\beta$$

waarin

f_k de karakteristieke druksterkte van metselwerk, uitgedrukt in N/mm²

K een constante die afhangt van het type metselsteen en zijn groepsindeling als ook van het type mortel. Voor de mortel wordt een onderscheid gemaakt tussen een "mortel voor algemene toepassing" en een "lijmmortel". Lijmmortel wordt aangewend voor lintvoegen met een dikte begrepen tussen 0.5 en 3 mm.

α en β exponenten die enkel afhangen van het morteltype. Voor lijmmortel geldt steeds $\beta=0$. (de sterkte van de lijmmortel beïnvloedt de sterkte van het metselwerk niet). Voor mortel voor algemene toepassing geldt dat $\alpha=0.65$ en $\beta=0.25$.

Een overzicht van de waarden voor K , α en β is opgenomen in tabel 3.8 (zie volgende blz.) van de Nationale bijlage ANB NBN EN 1996-3.

Tabel 3.9 ANB NBN EN 1996-1-1

Hoogte (mm)	Kleinste horizontale afmeting steen (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 factoren werden nationaal vastgelegd en kunnen dus verschillend zijn in de lidstaten van de Europese Unie.

Tabel 3.7 ANB NBN EN 1996-1-1

Mortel		metselstenen
Europese benaming	Gemiddelde druksterkte f_m (N/mm ²)	Genormaliseerde gemiddelde druksterkte f_b (N/mm ²)
M20	20	> 20
M12	12	$12 \leq f_b \leq 48$
M8	8	$8 \leq f_b \leq 32$
M5	5	$5 \leq f_b \leq 20$
M2.5	2.5	$2.5 \leq f_b \leq 10$

Opgelet: de benamingen van mortel volgens de oude Belgische norm (M1, M2, ..) zijn niet meer van toepassing.

**Druksterkte van metselwerk –
rekenwaarde: f_d**

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m}$$

waarin

f_d de rekenwaarde voor de druksterkte van het metselwerk in N/mm²

f_k de karakteristieke druksterkte van metselwerk, uitgedrukt in N/mm²

γ_m materiaalcoëfficiënt (veiligheidscoëfficiënt)

In de nationale bijlage ANB EN 1996-1-1 werd in § 2.4.3 de tabel (zie tabel 1) met de waarden voor γ_m opgenomen. Deze tabel maakt een onderscheid in functie van de aard en de graad van controle op de producten en op de uitvoering op de bouwplaats.

Voor de controle op de uitvoering maakt men onderscheid tussen
Standaard controle > uitvoeringsklasse N (normaal)
Extern controlebureau > uitvoeringsklasse S (bijzonder); het normale toezicht wordt uitgebreid door het uitvoeren van

een regelmatig en frequente controle door gekwalificeerd personeel dat onafhankelijk is van het uitvoerend bedrijf

Verificatie volgens de vereenvoudigde methode van NBN EN 1996-3

In de uiterste grenstoestand wordt geverifieerd :

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_d$$

waarin

N_{Ed} de rekenwaarde voor de verticale belasting

N_{Rd} de rekenwaarde voor weerstand tegen normaalkrachten

Φ reductiefactor ten gevolge van slankheid en excentriciteit

A de aan belasting onderworpen horizontale bruto sectie van de metselwerkwand
 f_d de rekenwaarde voor de druksterkte van het metselwerk in N/mm²

De optredende normaalkrachten worden bepaald in uiterste grenstoestand. De lasten worden vermenigvuldigd met een belastingsfactor (veiligheidscoëfficiënt). Deze factor bedraagt 1.35 voor vaste lasten en 1.5 voor mobiele lasten.

Op onze website www.baksteen.be zal weldra een rekenmodule ter beschikking zijn waar men deze verificatie op eenvoudige wijze kan uitvoeren.

In volgend tijdschrift zal het gebruik van deze module toegelicht worden.

Tabel 3.8 ANB NBN EN 1996-3

Metselstenen K		Mortel voor algemene toepassing			Lijmmortel (lintvoeg $\geq 0.5\text{mm}$ en $\leq 3\text{mm}$)		
		α	β	K	α	β	
Metselbaksteen	groep 1	0.50	0.65	0.25	-	-	-
	groep 2	0.50 x (δ)-0.65	0.65	0.25	0.50 x (δ)-0.80	0.80	0
	groep 3	0.40 x (δ)-0.65	0.65	0.25	0.40 x (δ)-0.80	0.80	0

Deze factoren werden nationaal vastgelegd en kunnen dus verschillend zijn in de lidstaten van de EU.

Tabel 1 ANB NBN EN 1996-1-1

Materiaal		γ_m	
		KLASSE	
Code	Metselwerk vervaardigd met	S	N
A	Metselstenen van categorie I met productcertificaat Prestatiemortel met productcertificaat	2,0	2,5
B	Metselstenen van categorie I Willekeurige mortel	2,3	2,8
C	Metselstenen van categorie II (*) Willekeurige mortel	3,0	3,5

(*) als kan gewaarborgd worden dat de variatiecoëfficiënt van de druksterkte van de steen niet groter is dan 25%, zijn de waarden toe te kennen aan γ_m respectievelijk 2,5 en 3,0 voor de klassen S en N.