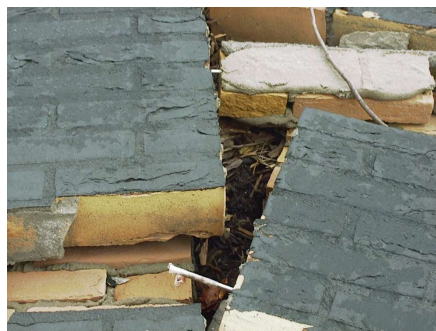


# MADECENTER

metselwerk kenniscentrum

## Buigtreksterkte van Metselwerk



MADE Inloopochtend – Adviesbureau Vekemans  
24 september 2021

1

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

## Participanten MADE Center



2

## Buigtreksterkte van Metselwerk

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

### Waarom is dit een belangrijke eigenschap aan het worden?

- Wij constateren bij steeds meer projecten dat de hechting tussen steen en metselmortel slecht is.
- Vakmanschap verdwijnt bij de metselaars.
- Heel veel verschillende, kwaliteiten (bak)stenen.
- Meer dunnere metselwerkgevels (klamp).
- Meer ontwerpen met Braziliaans metselwerk.
- Steeds meer prefabricage van gevelelementen.
- Internationaal is het ook een thema.
- ...

3

## Buigtreksterkte van Metselwerk

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum



**IMS** | International  
Masonry Society

22 September 2021 ~ Masonry Mortars Online Seminar

**Masonry Mortars: are current standards, specifications and performance criteria 'fit for purpose' ~~in a changing climatic environment?~~**

Principally based on evidence from the UK over the past 10 years or so, a number of masonry specialists have questioned the ability of current European Standard compliant mortars, to withstand the rigours of a subtly changing climate. An increasing number of issues such as surface erosion, softening and loss of bond with the masonry units, have been reported, affecting both exposed and relatively protected masonry.

As the vast majority of commercially supplied mortars are "designed" rather than "prescribed", suppliers have the ability to formulate mortars that meet performance criteria, typically compressive strength, rather than adhere to a set recipe. As such the ability to use CEM II directly or blends of CEM I with other Secondary Cementitious Materials (SCM's) during batching, means that experiential data from over 15 years ago, based predominantly on Ordinary Portland Cement (CEM I) mortar mixes, delivers very different durability performance to mortars of similar nominal strength classes today.

The question therefore to be debated is: can we identify if "mortar components and composition or climatic change and level of exposure" are driving the change in mortar performance? Or is there a mixture of both? Either way, we should re-evaluate whether existing standards, specifications and guidance are still 'fit for purpose' in delivering structurally resilient and durable mortar bound masonry.

4

## Buigtreksterkte van Metselwerk

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum



5

## Metselen en Metselwerk

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum



**Vakmanschap verdwijnt!**



6

## Metselwerk: normen en eisen

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

- bakstenen (NEN-EN 771-1 & BRL 1007)
- (voeg)mortel (NEN-EN 998-2 & BRL 1905)
- metselwerk (NEN-EN 1996 & BRL 2826)
- etc.....

Metselaar is hier echt niet van op de hoogte, maar moet wel metselwerk maken dat voldoet aan de eisen in de normen en richtlijnen.

Komt daar tot nu toe over het algemeen goed mee weg, maar ook af en toe niet ...

7

## Eisen aan de baksteen

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

### CE-markering:

- NEN-EN 771-1 & BRL1007
- HD producten
- Categorie I of II
- tekening en gedeclareerde afmetingen
- druksterkte (NEN-EN 772-1)
- actieve oplosbare zouten (772-5: S2)
- wateropneming (% m/m)
- initiële wateropzuiging [kg/(m<sup>2</sup>.min)
- vorstbestandheid (BRL 1007)
- maattolerantie, maatspreiding

8



## Afstemming baksteen en mortel

**MADECENTER**  
metselwerk kenniscentrum

Gaat toch regelmatig iets fout ...



9

## Afstemming baksteen en mortel

**MADECENTER**  
metselwerk kenniscentrum



### PRESTATIEVERKLARING

**DoP-NL-Weber Beamix Metselmortel 320-1**

1. Unieke identificatiecode van het producttype:  
Weber Beamix Metselmortel 320
2. Type, productie- of serienummer of ander identificatiemiddel van het bouwproduct, zoals voorgeschreven in artikel 11, lid 4:  
productiedatum/productielijn/zaknummer en productievestiging wordt op de verpakking of op de afleveringsdocumenten geprint.
3. Beoogde gebruiken van het bouwproduct, in overeenstemming met de toepasselijke geharmoniseerde technische specificatie, zoals door de fabrikant bepaald.  
Prestatie mortel voor algemene toepassing (a) voor muren, kolommen en scheidingswanden voor binnen en buiten.
4. Naam, geregistreerde handelsnaam of geregistreerd handelsmerk en contactadres van de fabrikant, zoals voorgeschreven in artikel 11, lid 5:  
Saint-Gobain Weber Beamix B.V.  
Hostelweg 161  
5652 CJ Eindhoven  
Tel: +31 (0)40-2597911  
www.weberbeamix.nl
5. Indien van toepassing, naam en contactadres van de gemachtigde wiens mandaat de in artikel 12, lid 2, vermelde taken bestrijkt:  
Niet van toepassing
6. Systeem of systemen voor de beoordeling en verificatie van de prestatiebestendigheid van het bouwproduct, vermeld in bijlage V:  
Beoordeling en verificatie van de prestatiebestendigheid (AVCP) systeem 2+
7. Indien de prestatieverklaring betrekking heeft op een bouwproduct dat onder een geharmoniseerde norm valt:  
EN 998-2:2016; Specificaties voor mortels voor metselwerk – Deel 2: Metselmortel  
Kiwa BMC met identificatienummer 0620 heeft onder systeem 2+ de volgende taken uitgevoerd:
  - De initiële inspectie van de productie-installaties en van de productiecontrole in de fabriek
  - Permanente bewaking, beoordeling en evaluatie van de productiecontrole in de fabriek
 En heeft het certificaat voor de interne kwaliteitszorg voor de fabrieken 0701 (Eindhoven) en 0706 (Amsterdam) verstrekt.
8. Indien de prestatieverklaring betrekking heeft op een bouwproduct waarvoor een Europese technische beoordeling is afgegeven:  
Niet van toepassing



| 9. Aangegeven prestatie                                                                                                                                            |                                                                            | Geharmoniseerde technische specificaties <sup>3</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Essentiële kenmerken <sup>1</sup>                                                                                                                                  | Prestaties <sup>2</sup>                                                    |                                                       |
| Druksterkte                                                                                                                                                        | M5                                                                         | EN 998-2: 2016                                        |
| Hechtsterkte<br>(initiale afschuifsterkte)                                                                                                                         | ≥ 0,3 N/mm²                                                                |                                                       |
| Chloridegehalte                                                                                                                                                    | ≤ 0,14 %                                                                   |                                                       |
| Brandklasse                                                                                                                                                        | A1                                                                         |                                                       |
| Waterabsorptie                                                                                                                                                     | NPD                                                                        |                                                       |
| Waterdampdoorlatendheid                                                                                                                                            | 15/35<br>(tabelwaarde EN 1745 tabel A12)                                   |                                                       |
| Thermisch geleidingsvermogen                                                                                                                                       | λ10, droog ≤ 0,82 W/(m.K)<br>voor P = 50%                                  |                                                       |
|                                                                                                                                                                    | λ10, droog ≤ 0,89 W/(m.K)<br>voor P = 90%<br>(tabelwaarde volgens EN 1745) |                                                       |
| Duurzaamheid (vorst-/dooi-weerstand) op grond van bestaande ervaringen, bij vakbekwame verwerking, geschikt voor toepassing in milieus met een hoge waterbelasting |                                                                            |                                                       |

1. Kolom 1 bevat de lijst van essentiële kenmerken die voor het(a) in punt 3 aangegeven beoogde gebruik(en) in de geharmoniseerde technische specificatie zijn bepaald.
  2. Voor elk essentieel kenmerk in kolom 1 dat aan de voorschriften van artikel 6 voldoet, wordt in kolom 2 de aangegeven prestatie vermeld in niveaus, klassen of in een beschrijving of met betrekking tot de overeenkomstige essentiële kenmerken, indien er geen prestatie is aangegeven, worden de letters „NP“ („No performance determined“) Geen prestaties bepaald) vermeld.
  3. Voor elk essentieel kenmerk in kolom 1, wordt in kolom 3 het volgende vermeld:  
a) referentiedatum van de betrekken geharmoniseerde norm(en), indien van toepassing, het referentienummer van de gebruikte specifieke of gelijke technische documentatie; of b) referentiedatum van het overeenkomstige Europese beoordelingsdocument, indien beschikbaar, en het referentienummer van de gebruikte Europese technische beoordeling.
- Indien overeenkomstig artikel 37 of 38 een specifieke technische documentatie is gebruikt, de eisen waaraan het product voldoet:  
Niet van toepassing
10. De prestaties van het in de punten 1 en 2 omschreven product zijn conform de in punt 9 aangegeven prestaties. Deze prestatieverklaring wordt verstrekt onder de exclusieve verantwoordelijkheid van de in punt 4 vermelde fabrikant. Ondertekend voor en namens de fabrikant door:

Jan Blokkmeer, Manager R&D      Bos Huysmans, Algemeen Directeur  
(naam en functie)  
Eindhoven 25/06/2013  
(handtekening)      (plaats en datum van uitgave)      (handtekening)

10

## Eisen aan het metselwerk

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

### Normbladen:

- NEN-EN 1996-1-1
- NEN-EN 1996-2
- NEN-EN 1996-3
- NPR 9096-1-1

### Onderliggende beproevingsnormen:

- NEN-EN 1052-1
- NEN-EN 1052-2
- NEN-EN 1052-3
- NEN-EN 1052-4
- NEN-EN 1052-5

11

## NEN-EN 1996-1-1 druksterkte

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

### 3.6.1.2 Karakteristieke druksterkte van metselwerk met uitzondering van 'shell bedded' metselwerk

(1) De karakteristieke druksterkte van metselwerk behoort te zijn bepaald door:

(i) resultaten van proeven volgens EN 1052-1 die zijn uitgevoerd voor het project of die beschikbaar zijn uit eerder uitgevoerde proeven, bijvoorbeeld uit een bestand van proefresultaten; de resultaten van de proeven behoren te zijn gepresenteerd in de vorm van een tabel, of in de vorm van vergelijking (3.1)

$$[C1] \quad f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta \quad (3.1)$$

waarin:

$f_k$  is de karakteristieke druksterkte van het metselwerk, in  $\text{N/mm}^2$ ;

$K$  is een constante die, waar nodig, is aangepast volgens 3.6.1.2(3) en/of 3.6.1.2(6);

$\alpha, \beta$  zijn constanten;

$f_b$  is de genormaliseerde gemiddelde druksterkte van de stenen, in de richting waarin de belasting is aangebracht, in  $\text{N/mm}^2$ ;

$f_m$  is druksterkte van de mortel, in  $\text{N/mm}^2$ .

Begrenzingsen in het gebruik van vergelijking (3.1) behoren te zijn uitgedrukt in  $f_b$ ,  $f_m$ , de variatiecoëfficiënt van de proefresultaten en de groepering van de stenen.

12

## NEN-EN 1996-3 druksterkte

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

NEN-EN 1996-3+C1:2011

### Bijlage D (normatief)

#### Vereenvoudigde methode voor het bepalen van de karakteristieke sterkte van metselwerk

##### D.1 Karakteristieke waarde van de druksterkte

(1) Als karakteristieke waarde van de druksterkte van metselwerk mag  $f_{k,s}$ , de karakteristieke waarde van de druksterkte bepaald volgens een vereenvoudigde methode, zijn gebruikt.

OPMERKING Waarden voor  $f_{k,s}$  in  $N/mm^2$ , geldig in een bepaald land kunnen in de nationale bijlage van dat land worden gevonden. De volgende tabelwaarden worden aanbevolen. Zij zijn gebaseerd op 3.6.1.2(ii) van EN 1996-1-1:2005.

Bakstenen groep 1

| $f_b$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Mortel voor algemene toepassing |      |      |      | Lijm-<br>mortel | Lichtgewichtmortel |      |      |
|-------------------------------|---------------------------------|------|------|------|-----------------|--------------------|------|------|
|                               | M2,5                            | M5   | M10  | M20  |                 | M2,5               | M5   | M10  |
| 2                             | 1,2                             | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,4             | 0,6                | 0,7  | 0,7  |
| 4                             | 1,9                             | 2,4  | 2,7  | 2,7  | 2,4             | 1,0                | 1,3  | 1,5  |
| 6                             | 2,5                             | 3,1  | 3,8  | 4,1  | 3,4             | 1,4                | 1,7  | 2,1  |
| 8                             | 3,1                             | 3,8  | 4,7  | 5,4  | 4,4             | 1,7                | 2,1  | 2,6  |
| 10                            | 3,6                             | 4,5  | 5,5  | 6,8  | 5,3             | 2,0                | 2,4  | 3,0  |
| 12                            | 4,1                             | 5,1  | 6,2  | 7,7  | 6,2             | 2,2                | 2,8  | 3,4  |
| 16                            | 5,0                             | 6,2  | 7,6  | 9,4  | 7,9             | 2,8                | 3,4  | 4,2  |
| 20                            | 5,9                             | 7,3  | 8,9  | 11,0 | 9,6             | 3,2                | 4,0  | 4,9  |
| 25                            | 6,9                             | 8,5  | 10,4 | 12,9 | 11,6            | 3,8                | 4,6  | 5,7  |
| 30                            | 7,8                             | 9,6  | 11,9 | 14,6 | 13,5            | 4,3                | 5,3  | 6,5  |
| 50                            | 11,2                            | 13,8 | 17,0 | 20,9 | 20,9            | 6,1                | 7,5  | 9,3  |
| 75                            | 14,9                            | 18,3 | 22,5 | 27,7 | 20,9            | 8,1                | 10,0 | 12,3 |

13

## NEN-EN 1996-1-1 schuifsterkte

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

### 3.6.2 Karakteristieke schuifsterkte van metselwerk

(1) De karakteristieke schuifsterkte van metselwerk  $f_{vk}$  moet zijn bepaald uit de resultaten van proeven op metselwerkproefstukken.

OPMERKING Resultaten mogen zijn verkregen van proeven die voor het project worden uitgevoerd of van proeven die beschikbaar zijn in een bestand van proefresultaten.

(2) De karakteristieke initiële schuifsterkte van metselwerk  $f_{vko}$  behoort te zijn bepaald volgens EN 1052-3 of EN 1052-4.

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \sigma_d \quad (3.5)$$

maar niet groter dan  $0,065 f_b$  of  $f_{vit}$

waarin:

$f_{vko}$  is de karakteristieke initiële schuifsterkte, zonder drukspanning;

$f_{vit}$  is een begrenzing voor de waarde van  $f_{vk}$ ;

$\sigma_d$  is de rekenwaarde van de drukspanning loodrecht op de afschuiving in het constructie-onderdeel op het beschouwde niveau, met gebruik van de geschikte belastingscombinatie en gebaseerd op de gemiddelde verticale spanning in het gedrukte deel van de wand dat de afschuifweerstand levert;

$f_b$  is de genormaliseerde druksterkte van de metselstenen, zoals beschreven in 3.1.2.1, waarbij de richting van de op het proefstuk aangebrachte belasting loodrecht op het vlijvlak is.

OPMERKING De keuze of  $0,065 f_b$  of  $f_{vit}$  in een land wordt gebruikt en, als  $f_{vit}$  is gekozen, de waarden of de afleiding van  $f_{vit}$  gerelateerd aan bijvoorbeeld de treksterkte van de stenen en/of de overlap van het metselwerk kan worden gevonden in de nationale bijlage.

14

# NEN-EN 1996-1-1 schuifsterkte

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

Tabel 3.4 — Waarden van de initiële schuifsterkte van metselwerk,  $f_{vko}$

| Metselstenen | $f_{vko}$ (N/mm <sup>2</sup> )                               |                                                    |                     |
|--------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------|
|              | Mortel voor algemene toepassing met de gegeven sterkteklasse | Lijmmortel (lintvoeg $\geq 0,5$ mm en $\leq 3$ mm) | Lichtgewicht-mortel |

NPR 9096-1-1:2012

Tabel 3 — Karakteristieke waarde van de initiële afschuifsterkte van metselwerk,  $f_{vko}$ , in N/mm<sup>2</sup>

| Mortel en toepassing                                                        | $f_{vko}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Minimumeis voor metsel- en lijmmortel in milieuklasse MX1 en MX2            | 0,20      |
| Minimumeis voor metsel- en lijmmortel bij overige milieuklassen             | 0,30      |
| Lijmmortel met baksteen groep 1 bij aanvullende specificatie in bestek      | 0,60      |
| Lijmmortel met kalkzandsteen groep 1 bij aanvullende specificatie in bestek | 0,60      |
| Lijmmortel met betonsteen groep 1 bij aanvullende specificatie in bestek    | 0,60      |
| Lijmmortel met cellenbeton groep 1 bij aanvullende specificatie in bestek   | 0,45      |

15

## Afstemming baksteen en mortel

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum



### PRESTATIEVERKLARING

DoP-NL-Weber Beamix Metselmortel 320-1

- Unieke identificatiecode van het producttype:  
Weber Beamix Metselmortel 320
- Type, productie- of serienummer of ander identificatiemiddel van het bouwproduct, zoals voorgeschreven in artikel 11, lid 4:  
productiedatum/productielijn/zaknummer en productievestiging wordt op de verpakking of op de afleveringsdocumenten geprint.
- Beoogde gebruiken van het bouwproduct, in overeenstemming met de toepasselijke geharmoniseerde technische specificatie, zoals door de fabrikant bepaald:  
Prestatie mortel voor algemene toepassing (a) voor muren, kolommen en scheidingswanden voor binnen en buiten.
- Naam, geregistreerde handelsnaam of geregistreerd handelsmerk en contactadres van de fabrikant, zoals voorgeschreven in artikel 11, lid 5:  
Saint-Gobain Weber Beamix B.V.  
Hostelweg 161  
5652 CJ Eindhoven  
Tel: +31 (0)40-2597911  
www.weberbeamix.nl
- Indien van toepassing, naam en contactadres van de gemachtigde wiens mandaat de in artikel 12, lid 2, vermelde taken bestrijkt:  
Niet van toepassing
- Systeem of systemen voor de beoordeling en verificatie van de prestatiebestendigheid van het bouwproduct, vermeld in bijlage V:  
Beoordeling en verificatie van de prestatiebestendigheid (AVCP) systeem 2+
- Indien de prestatieverklaring betrekking heeft op een bouwproduct dat onder een geharmoniseerde norm valt:  
EN 998-2:2016; Specificaties voor mortels voor metselwerk – Deel 2: Metselmortel  
Kiwa BMC met identificatienummer 0620 heeft onder systeem 2+ de volgende taken uitgevoerd:
  - De initiële inspectie van de productie-installaties en van de productiecontrole in de fabriek
  - Permanente bewaking, beoordeling en evaluatie van de productiecontrole in de fabriek
 En heeft het certificaat voor de interne kwaliteitszorg voor de fabrieken 0701 (Eindhoven) en 0706 (Amsterdam) verstrekt.
- Indien de prestatieverklaring betrekking heeft op een bouwproduct waarvoor een Europese technische beoordeling is afgegeven:  
Niet van toepassing



| Essentiële kenmerken <sup>1</sup>       | Prestaties <sup>2</sup>                                                                                                                                   | Geharmoniseerde technische specificaties <sup>3</sup> |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Druksterkte                             | M5                                                                                                                                                        | EN 998-2:2016                                         |
| Hechtsterkte (initiële afschuifsterkte) | $\geq 0,3$ N/mm <sup>2</sup>                                                                                                                              |                                                       |
| Chloridegehalte                         | $\leq 0,14\%$                                                                                                                                             |                                                       |
| Brandklasse                             | A1                                                                                                                                                        |                                                       |
| Waterabsorptie                          | NPD                                                                                                                                                       |                                                       |
| Waterdampdoorlatendheid                 | 15/35                                                                                                                                                     |                                                       |
| Thermisch geleidingsvermogen            | $\lambda_{10}$ , droog $\leq 0,82$ W/(m.K)<br>voor P = 50%<br>$\lambda_{10}$ , droog $\leq 0,89$ W/(m.K)<br>voor P = 90%<br>(tabelwaarde volgens EN 1745) |                                                       |

- Duurzaamheid (vorst-/dooi-weerstand) op grond van bestaande ervaringen, bij vakbekwame verwerking, geschikt voor toepassing in milieus met een hoge waterbelasting.
- Kolom 1 bevat de lijst van essentiële kenmerken die voor het(a) in punt 3 aangegeven beoogde gebruik(en) in de geharmoniseerde technische specificatie zijn bepaald.
  - Voor elk essentieel kenmerk in kolom 1 dat aan de voorschriften van artikel 6 voldoet, wordt in kolom 2 de aangegeven prestatie vermeld in niveaus, klassen of in een beschrijving of met betrekking tot de overeenkomstige essentiële kenmerken, indien er geen prestatie is aangegeven, worden de letters „NPD“ („no performance determined“) Geen prestaties bepaald) vermeld.
  - Voor elk essentieel kenmerk in kolom 1, wordt in kolom 3 het volgende vermeld:
    - referentiedatum van de betrekken geharmoniseerde norm(en), indien van toepassing, het referentienummer van de gebruikte specifieke of gelijkende technische documentatie, of 1) referentiedatum van het overeenkomstige Europese beoordelingsdocument, indien beschikbaar, en het referentienummer van de gebruikte Europese technische beoordeling

Indien overeenkomstig artikel 37 of 38 een specifieke technische documentatie is gebruikt, de eisen waaraan het product voldoet:  
Niet van toepassing

10. De prestaties van het in de punten 1 en 2 omschreven product zijn conform de in punt 9 aangegeven prestaties. Deze prestatieverklaring wordt verstrekt onder de exclusieve verantwoordelijkheid van de in punt 4 vermelde fabrikant. Ondertekend voor en namens de fabrikant door:

Jan Blokmeier, Manager R&D  
Bos Huysmans, Algemeen Directeur

(naam en functie)

Eindhoven 25/06/2013  
(plaats en datum van uitgave)

(handtekening)

16

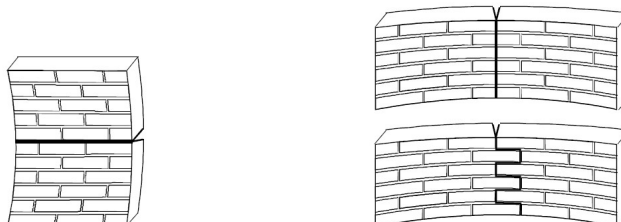


## NEN-EN 1996-1-1 buigtreksterkte

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

### 3.6.4 Karakteristieke buigtreksterkte van metselwerk

(1) Bij buiging uit het vlak van de wand behoren de volgende situaties te zijn beschouwd: buigtreksterkte waarbij het bezwijkvlak evenwijdig is aan de lintvoegen,  $f_{tk1}$ ; buigtreksterkte waarbij het bezwijkvlak loodrecht staat op de lintvoegen,  $f_{tk2}$  (zie figuur 3.1).



a) bezwijkvlak evenwijdig aan lintvoegen,  $f_{tk1}$

b) bezwijkvlak loodrecht op lintvoegen,  $f_{tk2}$

**Figuur 3.1 — Bezwijkvlakken bij gebogen metselwerk**

(2) De karakteristieke buigtreksterkten van metselwerk,  $f_{tk1}$  en  $f_{tk2}$ , moeten zijn bepaald uit de resultaten van proeven op metselwerkproefstukken.

OPMERKING Resultaten mogen zijn verkregen van proeven die voor het project zijn uitgevoerd of uit een bestand van proefresultaten.

(3) De karakteristieke buigtreksterkte van metselwerk mag zijn bepaald door proeven volgens EN 1052-2 of mag zijn vastgesteld na een evaluatie van proefresultaten van de buigtreksterkte van metselwerk verkregen bij een geschikte combinatie van stenen en mortel.

17

## NEN-EN 1052-2 buigtreksterkte

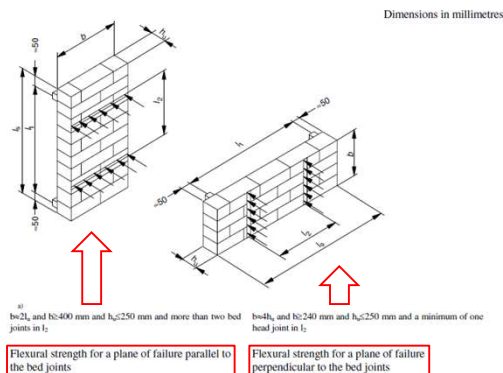
MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

Nederlandse norm

### NEN-EN 1052-2

Beproevingsmethoden voor metselwerk -  
Deel 2: Bepaling van de buigtreksterkte

Methods of test for masonry -  
Part 2: Determination of flexural strength



ICS 91.080.30  
september 1999

18

## NEN-EN 1052-2 buigtreksterkte

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum



19

## NEN-EN 1996-1-1 buigtreksterkte

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

Waarden voor  $f_{sk1}$ , bij een bezwijkvlak evenwijdig aan de lintvoegen

| Metselstenen         | $f_{sk1}$ (N/mm <sup>2</sup> )  |                                |               | Lichtgewicht mortel |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------------|
|                      | Mortel voor algemene toepassing |                                | Lijmmortel    |                     |
|                      | $f_m < 5$ N/mm <sup>2</sup>     | $f_m \geq 5$ N/mm <sup>2</sup> |               |                     |
| Baksteen             | 0,10                            | 0,10                           | 0,15          | 0,10                |
| Kalkzandsteen        | 0,05                            | 0,10                           | 0,20          | niet gebruikt       |
| Betonsteen           | 0,05                            | 0,10                           | 0,20          | niet gebruikt       |
| Cellenbeton          | 0,05                            | 0,10                           | 0,15          | 0,10                |
| Speciaalbeton        | 0,05                            | 0,10                           | niet gebruikt | niet gebruikt       |
| Gehouwen natuursteen | 0,05                            | 0,10                           | 0,15          | niet gebruikt       |

Waarden voor  $f_{sk2}$ , bij een bezwijkvlak loodrecht op de lintvoegen

| Metselstenen         |                                   | $f_{sk2}$ (N/mm <sup>2</sup> )  |                                |               |                     |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------------|
|                      |                                   | Mortel voor algemene toepassing |                                | Lijmmortel    | Lichtgewicht mortel |
|                      |                                   | $f_m < 5$ N/mm <sup>2</sup>     | $f_m \geq 5$ N/mm <sup>2</sup> |               |                     |
| Baksteen             |                                   | 0,20                            | 0,40                           | 0,15          | 0,10                |
| Kalkzandsteen        |                                   | 0,20                            | 0,40                           | 0,30          | niet gebruikt       |
| Betonsteen           |                                   | 0,20                            | 0,40                           | 0,30          | niet gebruikt       |
| Cellenbeton          | $\rho < 400$ kg/m <sup>3</sup>    | 0,20                            | 0,20                           | 0,20          | 0,15                |
|                      | $\rho \geq 400$ kg/m <sup>3</sup> | 0,20                            | 0,40                           | 0,30          | 0,15                |
| Speciaalbeton        |                                   | 0,20                            | 0,40                           | niet gebruikt | niet gebruikt       |
| Gehouwen natuursteen |                                   | 0,20                            | 0,40                           | 0,15          | niet gebruikt       |

20

## NEN-EN 1996-2 NB buigtreksterkte

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

### 2.2.1 Algemeen

(3) Lees na OPMERKING 2 van (3):

(4) De toepassing van producten die volgens ervaring in Nederland in een bepaalde milieuklasse voldoen, is in tabel NB-1 genoemd.

OPMERKING 1 De genoemde productspecificaties zijn onderdeel van de CE-declaratie van de producten op basis van de Europese productnormen (NEN-ENS).

OPMERKING 2 Voor stenen, blokken en elementen zijn in 2.2.2 de Europese productnormen genoemd. Voor metselmortel is NEN-EN 998-2 bedoeld te worden toegepast. Voor metselwerk is NEN-EN 1996-1-1 bedoeld te worden toegepast.

Tabel NB-1 — Eisen voor materiaalkeuze in relatie tot milieuklasse

| Milieuklasse<br>(zie tabel<br>NB-A.1) | Baksteen                                                                                                       | Kalkzandsteen                                                                                                  | Betonsteen   | Cellenbeton               | Mortels   | Metselwerk<br>$f_{t,k,1}$ |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| MX1                                   | elke                                                                                                           | elke                                                                                                           | elke         | elke                      | elke      | $\geq 0,2 \text{ N/mm}^2$ |
| MX2.1                                 | F0, F1 of F2<br>en S2                                                                                          | elke                                                                                                           | elke         | elke                      | $\geq M5$ | $\geq 0,3 \text{ N/mm}^2$ |
| MX2.2                                 | F0, F1 of F2<br>en S2                                                                                          | elke                                                                                                           | elke         | $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ | $\geq M5$ | $\geq 0,3 \text{ N/mm}^2$ |
| MX3.1                                 | F2 en S2                                                                                                       | vorstbestand                                                                                                   | vorstbestand | $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ | $\geq M5$ | $\geq 0,3 \text{ N/mm}^2$ |
| MX3.2                                 | F2 en S2                                                                                                       | vorstbestand                                                                                                   | vorstbestand | $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ | $\geq M5$ | $\geq 0,3 \text{ N/mm}^2$ |
| MX4                                   | F2 en S2                                                                                                       | Per geval moeten de effecten van de blootstelling worden beoordeeld en moet de producent worden geconsulteerd. |              |                           | $\geq M5$ | $\geq 0,3 \text{ N/mm}^2$ |
| MX5                                   | Per geval moeten de effecten van de blootstelling worden beoordeeld en moet de producent worden geconsulteerd. |                                                                                                                |              |                           |           |                           |

21

## NPR 9096-1-1 buigtreksterkte

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

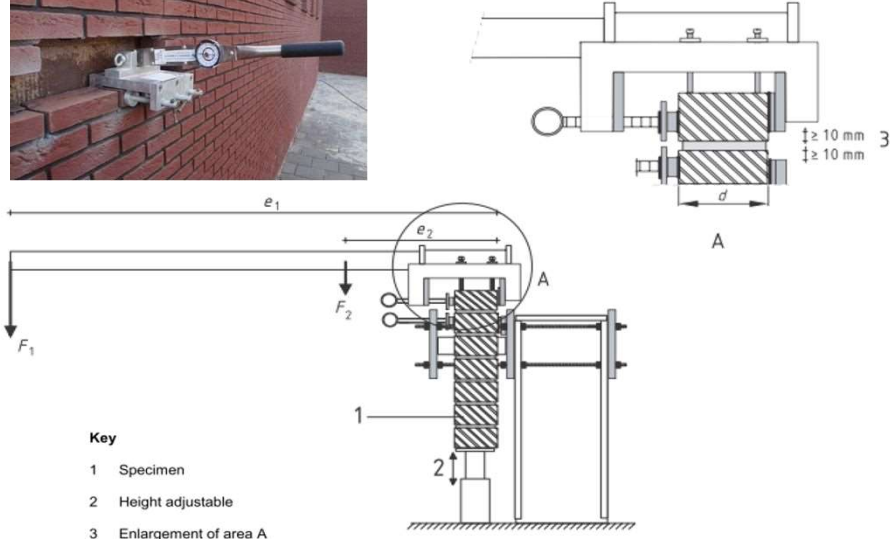
Tabel 4 — Karakteristieke waarde van de buigtreksterkte van metselwerk indien bezwijken optreedt in een vlak evenwijdig aan de lintvoeg en indien bezwijken optreedt in een vlak loodrecht op de lintvoeg, respectievelijk  $f_{tk1}$  en  $f_{tk2}$ , in  $\text{N/mm}^2$

| Mortel en toepassing                                                         | $f_{tk1}$ | $f_{tk2}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| Minimumeis voor metsel- en lijm mortel in milieuklasse MX1 en MX2            | 0,20      | 0,79      |
| Minimumeis voor metsel- en lijm mortel bij overige milieuklassen             | 0,30      | 0,83      |
| Lijm mortel met baksteen groep 1 bij aanvullende specificatie in bestek      | 0,60      | 1,22      |
| Lijm mortel met kalkzandsteen groep 1 bij aanvullende specificatie in bestek | 0,60      | 1,00      |
| Lijm mortel met betonsteen groep 1 bij aanvullende specificatie in bestek    | 0,60      | 1,22      |
| Lijm mortel met cellenbeton groep 1 bij aanvullende specificatie in bestek   | 0,45      | 0,45      |

OPMERKING In NEN-EN 1996-2 zijn voor het verkrijgen van voldoende duurzame sterkte minimeisen gesteld aan de buigtreksterkte van metselwerk. Met name bij de toepassing van lijm mortels bij groep 1 stenen zijn hogere waarden mogelijk. Het is dan noodzakelijk deze hogere waarden in een bestek als prestatie-eis voor te schrijven. De hogere waarden in tabel 4 voor lijm mortel bij aanvullende specificatie, zijn gebaseerd op de waarde voor  $f_{tk1}$  gelijk aan  $0,6 \text{ N/mm}^2$ , welke hogere waarde in het bestek behoort te zijn voorgescreven.

22

# NEN-EN 1052-5 Hefboomproef



**Key**

- 1 Specimen
- 2 Height adjustable
- 3 Enlargement of area A

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

Diagram A shows a cross-section of the specimen with dimensions:  $\pm 10 \text{ mm}$  and  $\pm 10 \text{ mm}$ , and a width  $d$ .

23

# CE specificaties mortel



**PRESTATIEVERKLARING**  
DECLARATION OF PERFORMANCE – LEISTUNGSERKLÄRUNG – DECLARATION OF PERFORMANCE

**PVM omnifix**  
DoP code: 10279-10040002

**Producttype**  
type de produit – Produkttyp – product type  
Dunne laag metsel mortel (T)  
Mortier-collé de joints minces (T) – Giebelmörtel (T) – Thin layer masonry mortar (T)

**Aanwending**  
Usage – Verwendung – Use  
Fabriekmatig geproduceerde (ij)mortel voor gebruik buiten, binnen of onder het maaiveld in dragende en niet dragende constructies van gewestenen.  
Fabrication industrielle des mortiers pour maçonnerie applicable à l'extérieur et à l'intérieur ou sous le niveau du terrain naturel dans des constructions des liques de parements portantes et non portantes.  
Fabriekmatig produceren (ij)mortels, buiten en binnenshuis onder of onder de bodembelasting in dragende en niet dragende constructies van gewestenen.  
Designed factory made thin layer mortar for fired clay bricks for external and internal use or use below ground level in elements subject to structural and non-structural requirements.

**Fabrikant**  
Fabricant – Hersteller – Manufacturer  
OMNICOOL NV  
Nijverheidsstraat 14  
2381 Weelde (België)

**Systeem voor de beoordeling en verificatie van de prestatiebestendigheid**  
Système d'évaluation et de vérification de la constance des performances  
System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit des Bauprodukts  
System of assessment and verification of constancy of performance of the construction product  
Systeem 2+

**Aangemelde instantie**  
L'organisme notifié – Die notifizierte Stelle – notified body  
Baustoffüberwachungs- und Zertifizierungsverband  
Nordrhein-Westfalen (BÜV NW) e.V.  
NB 0778

Heeft onder systeem 2+ de methode van procescontrole gecertificeerd, en heeft afgeleverd het certificaat:  
A certifié la méthode de contrôle de grands selon le système 2+, a délivré le certificat:  
Hat nach dem System 2+ der werkweisen Produktionskontrolle die Konformitätsbescheinigung ausgestellt:  
Certified under system 2+ the factory production control, and issued the certificate of conformity:  
0778-CPR-8-554-2/1

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

**Aangegeven prestatie**  
Performances déclarées – Erklärte Leistung – Declared performance

| Essentiële kenmerken<br>Caractéristiques essentielles<br>Wesentliche Merkmale<br>Essential characteristics                                               | Prestaties<br>Performances<br>Leistung<br>Performance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Geharmoniseerde technische specificaties<br>Spécifications techniques harmonisées<br>Harmonisierte technische Spezifikation<br>Harmonised technical specifications |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Druksterkte</b><br>Résistance en compression<br>Druckfestigkeit<br>Compressive strength                                                               | M20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EN 998-2 :2016                                                                                                                                                     |
| <b>Afschuifsterkte</b><br>Résistance en cisaillement<br>Scherfestigkeit<br>Initial shear strength                                                        | 0,30 N/mm <sup>2</sup><br>(tabelwaarde/valeur tabulaire/<br>Tabellennwert/Tabulated value)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | EN 998-2 :2016                                                                                                                                                     |
| <b>Buigsterkte</b><br>La résistance à la flexion<br>Biegezugfestigkeit<br>Flexural bond strength                                                         | > 5 N/mm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | EN 998-2 :2016                                                                                                                                                     |
| <b>Gehalte aan chloriden</b><br>Teneur en chlorure<br>Gehalt an Chlorid<br>Chloride content                                                              | ≤ 0,1 % m/m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | EN 998-2 :2016                                                                                                                                                     |
| <b>Gedrag bij brand</b><br>Classement de réaction au feu<br>Klassifizierung zu ihrem Brandverhalten<br>Fire classification                               | A1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EN 998-2 :2016                                                                                                                                                     |
| <b>Watersorptie</b><br>Le coefficient d'absorption d'eau<br>Wasserabsorption<br>Water absorption                                                         | < 0,23 kg/m <sup>2</sup> .min <sup>0,5</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EN 998-2 :2016                                                                                                                                                     |
| <b>Waterdampdoorlatendheid</b><br>Perméabilité à la vapeur d'eau<br>Wasserdampdurchlässigkeit<br>Water vapor permeability                                | μ 15 / 35<br>(tabelwaarde/valeur tabulaire/<br>Tabellennwert/Tabulated value)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | EN 998-2 :2016                                                                                                                                                     |
| <b>Warmtegeleidingscoëfficiënt</b><br>Conductivité thermique<br>Wärmeleitfähigkeit<br>Thermal conductivity                                               | (λ10, dry mat) ≤ 1,11 W/mK<br>(P = 50%)<br>(λ10, dry mat) ≤ 1,21 W/mK<br>(P = 50%)<br>(tabelwaarde/valeur tabulaire/<br>Tabellennwert/Tabulated value)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | EN 998-2 :2016                                                                                                                                                     |
| <b>Duurzaamheid (voorst-dooi bestandheid)</b><br>Durabilité (résistance au gel-dégel)<br>Dauerhaftigkeit (Frost-Tau)<br>Durability (against freeze-thaw) | Op basis van de huidige ervaring, bij correcte toepassing, geschikt voor sterke weersomstandigheden overeenkomstig EN 998-2 Annex B<br>Basé sur l'expérience actuelle, si utilisé correctement, adapté aux conditions météorologiques difficiles selon EN 998-2 Annexe B<br>Aufgrund vorliegender Erfahrungen bei sachgerechter Anwendung geeignet für stark angreifende Umgebung nach EN 998-2 Anhang B<br>History has shown, that the mortar has a high freeze-thaw resistance when applied in the intended place of use. EN 998-2 Annex B |                                                                                                                                                                    |
| <b>Gevaarlijke stoffen</b><br>Substances dangereuses<br>Gefährliche Substanzen<br>Dangerous substances                                                   | NPD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EN 998-2 :2016                                                                                                                                                     |

De prestaties van het omschreven product zijn conform de aangegeven prestaties. Deze prestatieverklaring wordt verstrekt onder de exclusieve verantwoordelijkheid van de vermelde fabrikant.  
Les performances du produit identifié sont conformes aux performances déclarées. La présente déclaration des performances est établie sous la seule responsabilité du fabricant identifié.  
Die Leistung des Produktes, für das diese Leistungsankündigung ausgestellt wurde, entspricht der erklärten Leistung. Verantwortlich für die Erstellung dieser Leistungsankündigung ist allein der in dieser Leistungsankündigung genannte Hersteller.  
The performance of the product is in conformity with the declared performance. This declaration of performance is issued under the sole responsibility of the manufacturer mentioned.

Ondertekend voor en namens de fabrikant door:  
Signé pour le fabricant et en son nom par:  
Unterschiedet für den Hersteller und in Namen des Herstellers von:  
Signed for and on behalf of the manufacturer by:

Falls de Bewer  
Gedagvaardig Bestuurder

Weelde, 18/04/2017

24

12

## CE specificaties bakstenen

**MADECENTER**  
metselwerk kenniscentrum

**VANDERSAARDEN**

Gevelsteen: Rood-paars met donkere nuances.

|                                             |                                                                            |                                      |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Gewelsteen: Rood-paars met donkere nuances. |                                                                            |                                      |
| Formaat                                     |                                                                            |                                      |
| Vormmethode                                 |                                                                            | Handvorm                             |
| DF: 215 x 103 x 66 mm                       | Naargelang de bakserie kunnen de kleur en gemiddelde maten licht afwijken. |                                      |
| Essentiële eigenschappen - EN771-1          |                                                                            |                                      |
| <div>CE</div> 0620-CPR-97880                |                                                                            |                                      |
| Maattolerantie                              | T2                                                                         |                                      |
| Maatspreiding                               | R1                                                                         |                                      |
| Gehalte actieve oplosbare zouten            | S2                                                                         |                                      |
| Gemiddelde druksterkte                      | ≥ 10 N/mm²                                                                 | Loodrecht op het mortelbedvlak       |
| Genormaliseerde druksterkte                 | ≥ 10 N/mm²                                                                 | Loodrecht op het mortelbedvlak       |
| Vormstabiliteit                             | NPD                                                                        |                                      |
| Hechtsterkte metselwerk                     | 0,15 N/mm²                                                                 | Tabelwaarde vlg EN998-2, Annex C     |
| Hechtsterkte lijmwerk                       | 0,30 N/mm²                                                                 | Tabelwaarde vlg EN998-2, Annex C     |
| Brandreactie                                | A1                                                                         | Klasse                               |
| Wateropneming                               | ≤ 15% m/md                                                                 |                                      |
| Waterdampdoorlatendheid                     | 5/10                                                                       |                                      |
| Netto volumieke massa                       | 1800 kg/m³ (D1)                                                            |                                      |
| Bruto volumieke massa                       | 1690 kg/m³ (D1)                                                            |                                      |
| Warmtegeleidbaarheid Lambda 50/50           | ≤ 0,49 W/m.K                                                               | Tabelwaarde vlg EN 1745, Annex A 50% |
| Vorst-dooi weerstand                        | F2                                                                         |                                      |
| Gevaarlijke componenten                     | NL-BSB                                                                     | Volgens Annex ZA 3                   |
| Overige kenmerken                           |                                                                            |                                      |
| Initiële wateropzuiging - niet gecoat       | 1,5 - 4,0 kg/m².min (IW3)                                                  | Volgens EN771-1:2011 - 5.3.8         |
| Initiële wateropzuiging - gecoat            | NPD                                                                        | Volgens EN771-1:2011 - 5.3.8         |
| Vorst/dooi weerstand                        | NPD                                                                        | B 27-009                             |
| Warmtegeleidbaarheid Lambda 90/90           | NPD                                                                        |                                      |
| Warmtegeleidbaarheid Lambda Ui              | NPD                                                                        |                                      |
| Warmtegeleidbaarheid Lambda Ue              | NPD                                                                        |                                      |

25

## Buigtreksterkte prefab metselwerk

**MADECENTER**  
metselwerk kenniscentrum

**TCKI**

Stichting Technisch Centrum  
voor de Keramische Industrie

Postadres: Postbus 27 NL-6800 AA Velp (GL)   
Bezoekadres: Bedrijventerrein De Beemd,   
Florijnweg 6, Velp/Arnhem   
T +31 (0)26 384500, F +31 (0)26 384501   
E info@tckl.nl / www.tckl.nl   
K.v.K. Arnhem 41047699

| Proefstukaanduiding                  |                | Bezwijk-<br>belasting | Beproeving-<br>duur | Buigtreksterkte op<br>basis van<br>proefstukdiepte | Buigtreksterkte<br>op basis van<br>voegdiepte |
|--------------------------------------|----------------|-----------------------|---------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Code                                 | Productiedatum | (kN)                  | (min : sec)         | (N/mm <sup>2</sup> )                               | (N/mm <sup>2</sup> )                          |
| 1                                    | 28-09-2006     | 21.54 <sup>1)</sup>   | 11:58               | 1.62                                               | 1.99 <sup>1)</sup>                            |
| 2                                    | 19-09-2006     | 29.80                 | 16:33               | 2.24                                               | 3.49                                          |
| 3                                    | 29-09-2006     | 26.24                 | 14:35               | 1.97                                               | 3.08                                          |
| Aantal waarnemingen                  |                | 3                     |                     | 3                                                  | 3                                             |
| Gemiddelde                           |                | 25.86                 |                     | 1.97                                               | 2.85                                          |
| Laagste                              |                | 21.54                 |                     | 1.62                                               | 1.99                                          |
| Hoogste                              |                | 29.80                 |                     | 2.24                                               | 3.49                                          |
| S <sub>x</sub>                       |                | 4.14                  |                     | 0.31                                               | 0.77                                          |
| Karakteristieke waarde <sup>2)</sup> |                |                       |                     |                                                    |                                               |

1) Breuk op afwijkende voeg (2° linvoeg, 90 mm diep)

2) Te weinig waarnemingen om een karakteristieke waarde te kunnen berekenen.

26



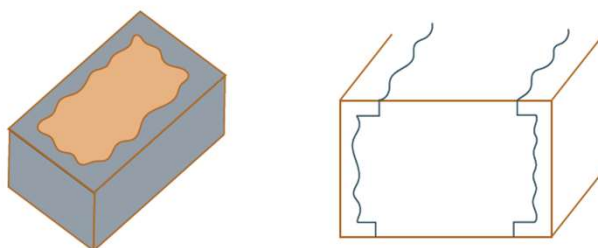
## Gehydrofobeerde bakstenen

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum



### Hoe worden de bakstenen van Vandersanden geïmpregneerd?

In het automatische productieproces worden de 4 zichtzijdes van de baksteen voorzien van een hydrofuge. Dit product wordt  $\pm 5$  à  $10$  mm diep in de steen aangebracht. De legvlakken (boven- en onderzijde) van de baksteen worden niet geïmpregneerd omdat op die manier een gedeelte van het legvlak open blijft, kan de baksteen nog steeds verwerkt worden op de traditionele manier, met de traditionele mortels. De coatingbreedte van het legvlak is variabel.



27

## Gehydrofobeerde bakstenen

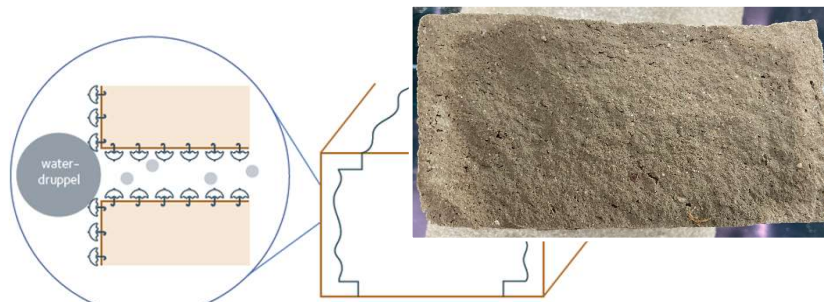
MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum

### Hoe werkt de waterhuishouding bij een geïmpregneerde baksteen?

Een geïmpregneerde baksteen behoudt exact dezelfde poriënstructuur als een niet-geïmpregneerde baksteen. Het aantal poriën en de grootte ervan blijven gelijk. Echter zal de geïmpregneerde laag van 5 à 10mm niet meer zuigen. Dit komt doordat de wanden van de poriën bedekt worden met een waterafstotende laag, zodat de waterdruppel niet meer tot de wanden aangetrokken wordt en bijgevolg niet naar binnen trekt.

Aangezien de poriën nog steeds open blijven, blijft de hoge vorstweerstand van de baksteen behouden.

Vocht dat zich in de niet-geïmpregneerde kern van de baksteen bevindt, kan de baksteen verlaten via de niet-geïmpregneerde legzijdes, of via verdamping langs de geïmpregneerde zichtzijdes van de baksteen. Immers, dampdruppels zijn kleiner dan waterdruppels en kunnen perfect migreren doorheen de geïmpregneerde poriën.



28

## Gehydrofobeerde bakstenen

**MADECENTER**  
metselwerk kenniscentrum



29

## Dunner metselwerk & Braziliaans

**MADECENTER**  
metselwerk kenniscentrum



30

## Dunner metselwerk & Braziliaans

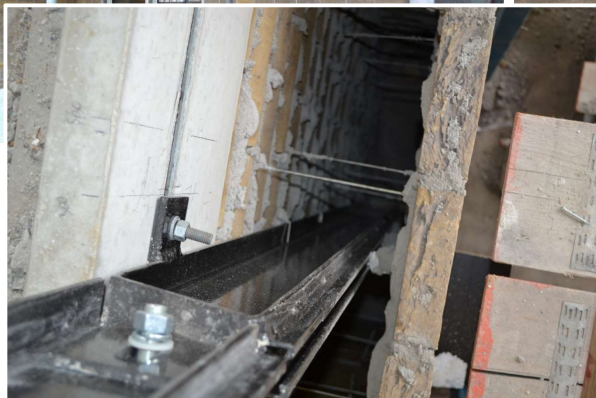
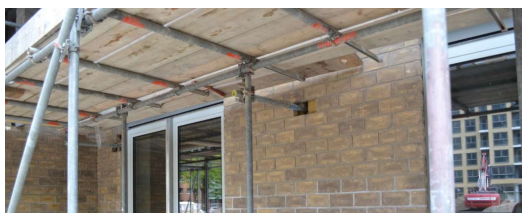
**MADECENTER**  
metselwerk kenniscentrum



31

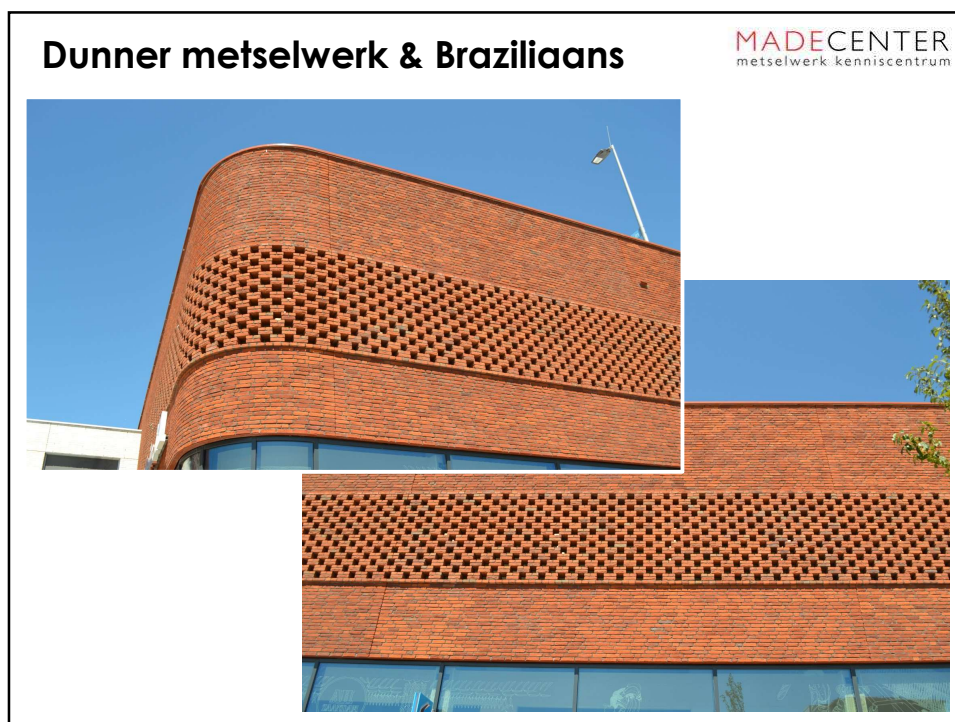
## Dunner metselwerk & Braziliaans

**MADECENTER**  
metselwerk kenniscentrum



32





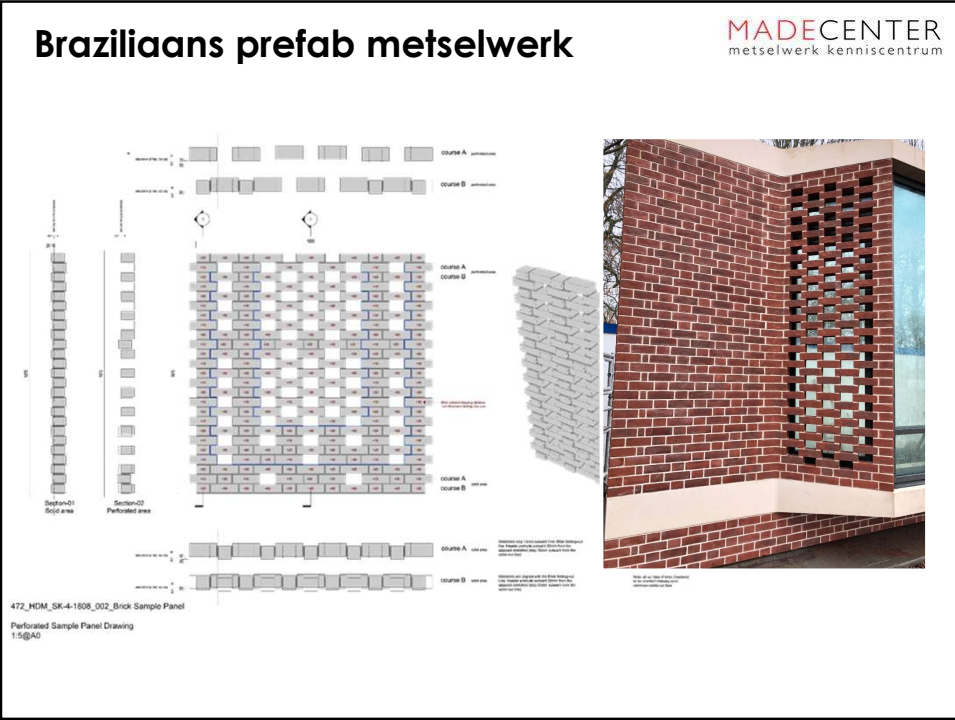
33



34



35

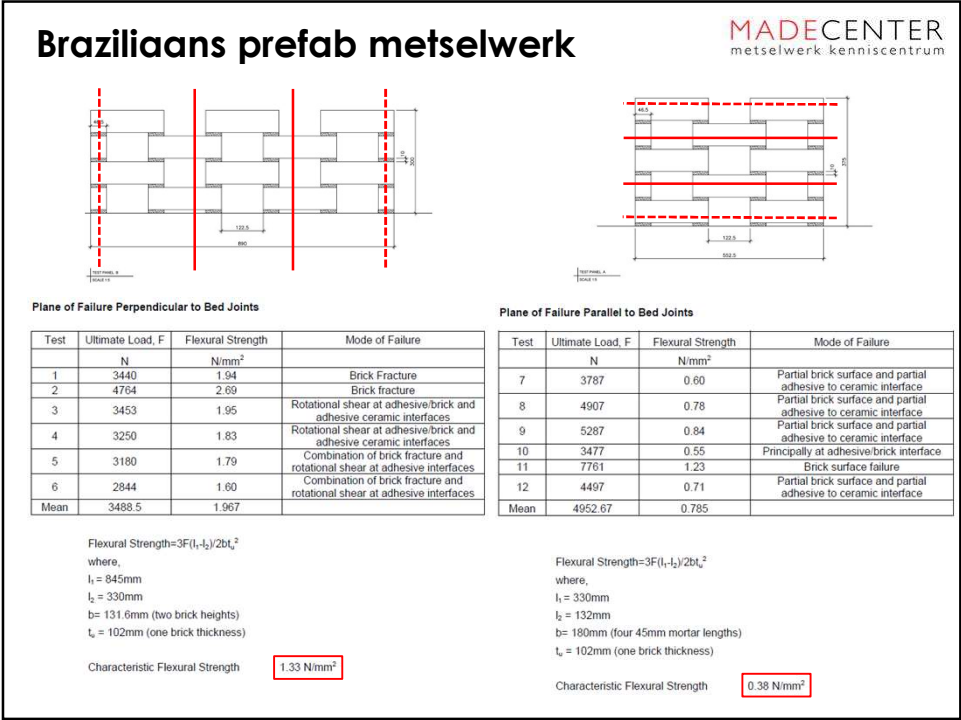


36





37



38

## Braziliaans prefab metselwerk

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum



39

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum



**Metselwerk Adviesbureau Vekemans**  
**Harrie Vekemans**

Charles Stulemeijerweg 12  
5026 RT Tilburg

tel. +31 (0)13 4687000  
e-mail: [info@vekemans.nl](mailto:info@vekemans.nl)  
<http://www.vekemans.nl>

40