

Gevelmetselwerk onder water:
het wordt vaak toegepast,
maar hoe moet het
worden uitgevoerd? Welke
producten moeten gebruikt
worden en welke vooral niet?
En moeten er speciale
voorzorgsmaatregelen
genomen worden?



Voor bakstenen metselwerk in water zijn bakstenen met een F2- en vorstklasse D-classificatie nodig.

Basisuitgangspunten op een rij

Eisen aan metselwerk onder water

Tabel A.1 — Classificatie van de micro-omstandigheden van blootstelling van voltooid metselwerk

Klasse	Micro-omstandigheid van het metselwerk	Voorbeelden van metselwerk in deze omstandigheid
MX1	In een droog milieu	De binnenzijde van gebouwen voor normale bewoning of van kantoorgebouwen, alsmede het binnenblad van een buitenspouwmuur waar vochtindringing onwaarschijnlijk is. Bep leisterd metselwerk in buitenmuren, niet blootgesteld aan matige of hevige slagregen en afgescheiden van vocht uit naburig metselwerk of materialen.
MX2	Blootgesteld aan vocht of water	
MX2.1	Blootgesteld aan vocht maar niet aan vorst/dooiwisselingen of aan externe bronnen met aanmerkelijke hoeveelheden sulfaten of agressieve chemicaliën.	Binnenmetselwerk blootgesteld aan veel waterdamp, zoals in een wasserij. Buitenmuren van metselwerk beschermd tegen regen door overhangende daken of muurplaten, niet blootgesteld aan slagregen of vorst. Metselwerk onder de vorstgrens, in goed gedraineerde, niet-agressieve grond.
MX2.2	Blootgesteld aan veel water, maar niet aan vorst/dooiwisselingen of aan externe bronnen met aanmerkelijke hoeveelheden sulfaten of agressieve chemicaliën	Metselwerk dat niet is blootgesteld aan vorst of agressieve chemicaliën, toegepast in buitenmuren met afdekking of daknokken, in borstweringen, in vrijstaande muren, in de grond, onder water.
MX3	Blootgesteld aan vocht en vorst/dooiwisselingen	
MX3.1	Blootgesteld aan vocht of water en vorst/dooiwisselingen maar niet aan externe bronnen met aanmerkelijke hoeveelheden sulfaten of agressieve chemicaliën.	Metselwerk zoals in klasse MX2.1 blootgesteld aan vorst/dooiwisselingen.
MX3.2	Blootgesteld aan veel water en vorst/dooiwisselingen maar niet aan externe bronnen met aanmerkelijke hoeveelheden sulfaten of agressieve chemicaliën	Metselwerk zoals in klasse MX2.2 blootgesteld aan vorst/dooiwisselingen.
MX4	Blootgesteld aan met zout verzadigde lucht, zeewater of dooizouten	Metselwerk in kustgebieden. Metselwerk naast wegen waarop 's winters zout wordt gestrooid.
MX5	In een agressief chemisch milieu	Metselwerk in contact met natuurlijke bodem of aangevulde grond of grondwater waar vocht en aanmerkelijke hoeveelheden sulfaten in voorkomen. Metselwerk in contact met zeer zure bodem, vervuilde grond of grondwater. Metselwerk in de buurt van industriële gebieden waar agressieve chemicaliën in de lucht voorkomen.
OPMERKING Bij de bepaling van de blootstelling van metselwerk behoort met het effect van toegepaste afwerkingen en beschermende bekledingen rekening te zijn gehouden.		

Er zijn veel vragen en ook veel bronnen waarin iets wordt gezegd over gevelmetselwerk onder water, vaak met tegenstrijdigheden. Wij zetten hieronder op een rijtje wat er vastligt in normeringen en overige documenten en proberen een zo duidelijk mogelijk beeld te creëren over de juiste aanpak.

Milieuklassen

In de Eurocode wordt voor metselwerk duidelijk gespecificeerd dat het voldoende weerstand moet bieden aan de macro-omstandigheden (klimatologische omstandigheden) van blootstelling. Deze hebben namelijk effect op de micro-omstandigheden waaraan het metselwerk wordt blootgesteld. De classificatie van deze micro-omstandigheden is relevant voor het bepalen van de duurzaamheid van metselwerk en zodoende zijn hiervoor in de NEN-EN 1996-2 milieuklassen gespecificeerd, te weten:
MX1 – In een droog milieu.
MX2 – Blootgesteld aan vocht of water.
MX3 – Blootgesteld aan vocht of

water in combinatie met vorst/dooiwisselingen.
MX4 – Blootgesteld aan met zout verzadigde lucht of zeewater.
MX5 – In een agressief chemisch milieu.

In bijlage A van NEN-EN 1996-2 is de classificatie van de micro-omstandigheden van blootstelling van voltooid metselwerk opgenomen. In de Nationale Bijlage is opgenomen dat deze bijlage als normatief moet worden gelezen. In deze tabel A.1 zijn ook scherper vastgestelde omstandigheden opgenomen, die gedefinieerd zijn in subklassen.
Op basis van de in Nederland van toepassing zijnde micro-omstandigheden moet metselwerk in water zodoende minimaal aan de eisen van klasse MX3.2 voldoen. In sommige situaties kan er echter sprake zijn van klasse MX4 of MX5, als metselwerk zich bijvoorbeeld in kustgebieden bevindt en blootgesteld kan worden aan met zout verzadigde lucht, zeewater of dooizouten. Maar ook als er sprake is van een agressief chemisch milieu, moet het metselwerk aan zwaardere eisen voldoen.

Keuze stenen en metselmortel

Het bepalen van de benodigde stenen en metselmortel moet gebeuren op basis van bijlage B van de NEN-EN 1996-2 en dan specifiek de tabellen B.1 en B.2 (zie tabellen op deze pagina). In het geval van milieuklasse MX3.2 dienen zodoende bakstenen met een vorstbestandheid F2 (volgens NEN-EN 771-1) toegepast te worden en in het geval van kalkzandsteen (volgens NEN-EN 771-2) en betonsteen (volgens NEN-EN 771-3) producten die bestand zijn tegen vorst/dooi.
Voor de toe te passen bakstenen worden er in de NEN-EN 771-1 art 5.3.6 drie klassen onderscheiden ten aanzien van de vorst-dooiweerstand, te weten:
F0: passieve klimatologische omstandigheden.
F1: gematigde klimatologische omstandigheden.
F2: strenge klimatologische omstandigheden.

Op basis van de eeuwenlange ervaring met bakstenen metselwerk in

Tabel B.1 — Aanvaardbare specificaties voor metselstenen met het oog op duurzaamheid

Milieuklasse (zie tabel A.1)	Baksteen volgens EN 771-1	Kalkzandsteen volgens EN 771-2	Betonsteen volgens EN 771-3		Cellenbeton volgens EN 771-4	Geprefabriceerde bouwblokken en -stenen van speciaalbeton volgens EN 771-5	Natuursteen volgens EN 771-6
			Zware toeslag- materialen	Lichte toeslag- materialen			
MX1 ^a	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle
MX2.1	F0, F1 of F2 S1 of S2	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle
MX2.2	F0, F1 of F2 S1 of S2	Alle	Alle	Alle	≥ 400 kg/m ³	Alle	Alle
MX3.1	F1 of F2 S1 of S2	Bestand tegen vorst/dooi	Bestand tegen vorst/dooi	Bestand tegen vorst/dooi	≥ 400 kg/m ³	Alle	Fabrikant raadplegen
MX3.2	F2 S1 of S2	Bestand tegen vorst/dooi	Bestand tegen vorst/dooi	Bestand tegen vorst/dooi	≥ 400 kg/m ³	Alle	Fabrikant raadplegen
MX4	In iedere situatie behoren de graad van blootstelling aan zouten, vocht en water alsook vorst/dooiwisselingen te zijn ingeschat en de fabrikant te zijn geraadpleegd.						
MX5	In iedere situatie behoort een specifieke inschatting te zijn gemaakt van het milieu en het effect van de betreffende chemicaliën, rekening houdend met hun concentratie, beschikbare hoeveelheden en de kans op reacties, en de fabrikant te zijn geraadpleegd.						

^a Klasse MX1 is alleen geldig als het metselwerk, of de onderdelen daarvan, tijdens de uitvoering niet over een langere periode is blootgesteld aan zwaardere belastingen.

waterkerende werken, is er in Nederland in het verleden altijd een zwaardere eis gesteld aan de vorst-dooiweerstand van bakstenen. De vorstbestandheidsklasse wordt in de BRL 1007 verder gespecificeerd in: “Hoge vochtbelasting (Klasse F2, vorstklasse C) en extreme vochtbelasting (Klasse F2, vorstklasse D).”
Voor bakstenen metselwerk onder of in water dient een extreme vochtbelasting aangehouden te worden en hierdoor dienen de bakstenen een F2- en vorstklasse D-classificatie te bezitten.
Als toelichting wordt er in de BRL1007 nog gegeven: “Onderzoek heeft aangetoond dat de beproeving van de vorstbestandheid volgens NPR-CEN/TS 772-22, gelijkwaardig is aan de beproeving volgens NEN 2872 vorstklasse C. Beproeving op vorstklasse D is zwaarder dan de beproeving volgens NPR-CEN/TS 772-22 en kan

als gelijkwaardig worden beschouwd aan de beproeving van gebakken straatstenen conform NEN-EN 1344, met dien verstande dat naast de strekken ook de koppen worden beproefd.”

Metselmortels worden met het oog op duurzaamheid gespecificeerd volgens de definities in NEN-EN 998-2. In tabel B.2 worden deze verkort aangeduid met de volgende symbolen:
P: mortel voor toepassing in metselwerk met lichte blootstelling.
M: mortel voor toepassing in metselwerk met gematigde blootstelling.
S: mortel voor toepassing in metselwerk met zware blootstelling.
De toe te passen metselmortel moet zodoende voor metselwerk in water minimaal voldoen aan de eisen die gelden voor een mortel voor toepassing in metselwerk met zware blootstelling (S).

Tabel B.2 — Aanvaardbare specificaties voor mortel met het oog op duurzaamheid

Milieuklasse (zie tabel A.1)	Mortel in combinatie met elke soort steen, geclassificeerd volgens B.1 (2)
MX1 ^{a,b}	P, M of S
MX2.1	M of S
MX2.2	M of S ^c
MX3.1	M of S
MX3.2	S ^c
MX4	In iedere situatie behoren de graad van blootstelling aan zouten, vocht en water alsook vorst/dooiwisselingen te zijn ingeschat en de fabrikant van de samenstellende materialen te zijn geraadpleegd.
MX5	In iedere situatie behoort een specifieke inschatting te zijn gemaakt van het milieu en het effect van de betreffende chemicaliën, rekening houdend met hun concentratie, beschikbare hoeveelheden en de kans op reacties, en de fabrikanten van de samenstellende materialen te zijn geraadpleegd.
^a Klasse MX1 is alleen van toepassing indien het metselwerk, of de onderdelen daarvan, tijdens de uitvoering niet over een langere periode is blootgesteld aan zwaardere belastingen.	
^b Indien mortel van het type P is voorgeschreven, is het belangrijk om te verzekeren dat de metselstenen, de mortel en het metselwerk tijdens de uitvoering niet worden blootgesteld aan verzadiging met vocht gevolgd door vorst.	
^c Indien bakstenen met gehalte aan oplosbare zouten categorie S1 moeten worden gebruikt in de milieuklassen MX2.2, MX3.2, MX4 en MX5, behoort ook de mortel tegen sulfaten bestand te zijn.	

► **Uitvoering metselwerk en voegwerk**

In de uitvoeringsrichtlijnen voor metselwerk worden geen specifieke eisen gesteld aan de kwaliteit van het metselwerk zelf of de wijze waarop het wordt uitgevoerd. Ten aanzien van de uitvoering van het metselwerk is het echter wel van heel groot belang dat er vol en zat gemetseld wordt. In de uitvoeringsrichtlijn voor voegwerk (URL 2826-03) wordt in art. 4.3.2 de toepassingsklasse gespecificeerd. De toepassingsklassen worden onderscheiden op basis van de omstandigheden en de belasting waaraan het metselwerk wordt blootgesteld (zie tabel 1 op deze pagina).

Metselwerk onder water, oftewel waterkerend werk, valt dus altijd onder toepassingsklasse I in deze uitvoeringsrichtlijn. Dit betekent dat het voegwerk minimaal een voeghardheid van VH45 moet bezitten. Een dergelijke voeghardheid is alleen te bereiken door middel van het mechanisch verdichten van vers aangebracht voeg-



Op basis van de eeuwenlange ervaring met bakstenen metselwerk in waterkerende werken, is er in Nederland in het verleden altijd een zwaardere eis gesteld aan de vorst-dooiweerstand van bakstenen.

werk. Dat is dan ook vaak de reden dat er voor het metselen van waterkerende werken gebruikgemaakt wordt van een doorstrijkmortel en de voegen zodoen-

de doorgestreken worden. Ook deze doorstrijkmortel dient vanzelfsprekend te voldoen aan de duurzaamheidseisen zoals deze vermeld staan in de Eurocode (NEN-EN 998-2).

In de URL 4003 “Uitvoeringsrichtlijn Restauratie Historisch metselwerk” wordt in artikel 3.4.6 “Metselwerk rond de waterlijn” nog het volgende vermeld: “Metselsteen en mortel worden afgestemd op de situatie, bijvoorbeeld door het verwerken van een hardere steen of het toepassen van een sterkere hydraulische mortel volgens Tabel 3 (par 4.12.1) ‘Natte condities’. De eisen aan materialen voor deze toepassing kunnen daarom afwijken van de eisen gesteld aan de materialen van het erboven gelegen metselwerk (gevel). Essentieel is dat vol en zat wordt gemetseld, zodat er geen holten in het werk ontstaan.” Dit betekent op basis van de URL 4003 dat er voor de bakstenen een kelderklinker (RS1) toegepast moet worden en de metselmortel een sterk hydraulische (E) metselmortel moet zijn.

Vanuit brancheorganisaties is ook technische informatie uitgewerkt voor metselwerk dat in het water komt te staan of er permanent mee in aanraking komt. Bij de KNB (Vereniging Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek) hebben ze een infoblad geschreven, te weten KNB infoblad 30 “Waterpartijen



Van belang bij metselwerk onder water zijn de vorstbestandheid van de steen, de wijze van metselen, het voorkomen van schade door optrekkend vocht in het buitenblad en het voorkomen van schade aan het metselwerk door bevriezing van het aanpalende oppervlaktewater.

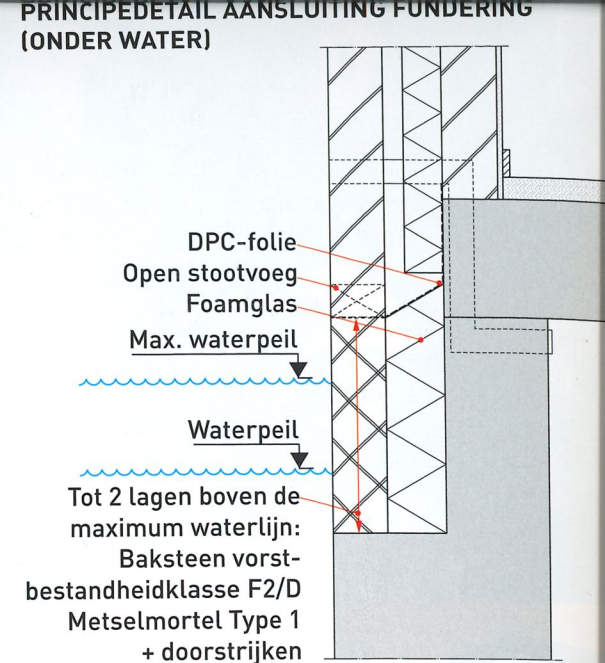
tegen baksteenmetselwerk”. Hierin is het volgende opgenomen: “Baksteenmetselwerk in waterkeringen is bijna zo oud als de baksteen zelf. Kademuren, bruggen, kastelen en burchten, havenhoofden en riolen in baksteen zijn schoolvoorbeelden van baksteenconstructies, bestand tegen alle klimaatinvloeden. Werd in vroeger tijden gebruikgemaakt van speciaal voor dit doel gesorteerde klinkers, nu zijn we gehouden aan de kwaliteiten volgens de NEN-EN-771-1 en huidige verwerkingstechnieken. Van belang bij ontwerp en uitvoering van dit type metselwerk zijn: de vorstbestandheid van de steen, de wijze van metselen, het voorkomen van schade door optrekkend vocht in het buitenblad en het voorkomen van schade aan het metselwerk door bevriezing van het aanpalende oppervlaktewater.

De metselbaksteen tussen fundering en hoogste waterstand, moet voldoen aan een vorstbestandheidsklasse van F2/D. Het metselwerk van dit deel bij voorkeur te metselen in de doorstrijktechniek. Indien gekozen wordt voor separaat voegen, dan dient dit deel voorzien te worden van mechanisch verdicht voegwerk, met een voeghardheid van tenminste klasse VH45. De spouwruimte onder water geheel opvullen. Ter voorkoming van uitbloei op de waterlijn verdient een vulling met cellulair glas (Foamglass) de voorkeur boven het vullen met mortel. Tegen op-

trekkend vocht in het buitenblad is het aan te bevelen een folie toe te passen in de lintvoeg direct boven de hoogste waterstand (zie detail op deze pagina).”

Spouwankers

Wanneer er ook spouwankers toegepast moeten worden onder water, dienen deze niet alleen constructief berekend te worden maar ook aan de milieuklasse MX3.2 te voldoen. Vanzelfsprekend zullen er dan ook voorzieningen aangebracht moeten worden om de waterdichtheid van een eventuele kelderconstructie te voorzien, waarbij een voldoende dik betonnen binnenspouwblad over het algemeen het handigste is. In de



NEN-EN 1996-2 Tabel (NB)C.1 wordt gespecificeerd dat de spouwankers minimaal van RVS A4 (AISI 316) gemaakt moeten zijn, hetgeen dezelfde kwaliteit is als vereist voor het overige gevelmetselwerk in Nederland. Zoals hierboven aangegeven mogen enkel RVS 316 (A4) spouwankers toegepast worden in dit klimaat. Let specifiek op de b-notering bij het verzinkt staalraad: “Spouwankers met de hier gespecificeerde zinklaagdikte zijn in Nederland niet verkrijgbaar.” Er mogen dus nooit verzinkte spouwankers toegepast worden in deze situaties, overigens ook niet in andere spouwmuursituaties waar water in aanwezig kan zijn. ■

Basisuitgangspunten

Al met al zijn er aantal basisuitgangspunten die van toepassing zijn wanneer gevelmetselwerk in water uitgevoerd wordt:

- De kwaliteit van de bakstenen dient minimaal F2D te zijn.
- De kwaliteit van de mortel dient minimaal S te zijn, een doorstrijkmortel of eventueel een voeg met een minimale voeghardheidsklasse VH 45.
- De spouw dient dichtgezet te worden met een harde, drukvaste isolatie, dit heeft de voorkeur boven dichtzetten met mortel i.v.m. kans op uitbloei.
- De waterkerende laag dient aangebracht te worden tegen de binnenconstructie en dient door te lopen boven de hoogste waterstand.
- Boven de hoogste waterstand dient in het buitenblad een waterkerende folie aangebracht te worden ter voorkoming van optrekkend vocht.
- Indien spouwankers aangebracht dienen te worden, moeten deze een minimale kwaliteit van RVS 316 (A4) hebben.

Tabel 1. Toepassingsklassen metselwerk

	Toepassingsklasse	Voorbeelden
I	- Waterkerend werk - Werk niet afgeschermd tegen weer en wind, sterk verwerende omstandigheden - Werk hoog mechanisch belast	- Kade- en grondkeringsmuren - Horizontaal metselwerk, inclusief de bovenkant van niet afgedekt metselwerk, schoorstenen en bovendaks metselwerk - Metselwerk waarbij afstroming van hemelwater moet worden verwacht (ongunstige detaillering en/of zeer weinig zuigende stenen, blokken of elementen ¹⁾ - Metselwerk waarbij de kans op veelvuldig bekladden bestaat
II	- Werk binnen, normale mechanische belasting - Werk buiten, met normale vochtbelasting (niet afgeschermd tegen weer en wind) en/of normale mechanische belasting	- Metselwerk aan de regenzijde waarbij geen afstromend regenwater wordt verwacht (gunstige detaillering en/of normaal absorberende stenen, blokken of elementen ²⁾) - Schoorstenen, vrijstaande en bovendakse muren die goed zijn afgedekt of anderszins zodanig zijn gedetailleerd dat geconcentreerd afstromen van hemelwater wordt vermeden - Metselwerk waarbij de kans op veelvuldig bekladden gering is
III	- Werk binnen, wel eisen (geringe mechanische belasting) - Werk buiten, geringe vochtbelasting (afgeschermd tegen weer en wind) en/of geringe mechanische belasting	- Binnen, inclusief publieke ruimten onder afdak - In tunnels, met uitzondering van voetgangers-/fietstunnels - Metselwerk aan de niet-regenzijde, waar geen bekladding wordt verwacht - Aan de regenzijde, echter gehydrofobeerd en waar geen bekladding wordt verwacht
V	- Werk binnen, geen eisen (te verwaarlozen mechanische belasting)	- Binnen, maar niet in publieke ruimten - Gangen met schrobplint

Als zeer weinig zuigend gelden alle van een glazuur, waterdichte coating of hydrofoberende laag voorziene stenen, blokken en elementen, alsmede stenen, blokken en elementen zonder zo'n oppervlaktelaag, waarvan de initiële wateropzuiging conform NEN-EN 772-11 kleiner of gelijk is dan 0,5 kg/m²min (dit komt overeen met klasse IW1 conform BRL 1007).

Als normaal absorberend gelden niet van glazuur, waterdichte coating of hydrofoberende laag voorziene stenen, blokken en elementen, waarvan de initiële wateropzuiging conform NEN-EN 772-11 groter is dan 0,5 kg/m²min met een maximum van 4,0 kg/m²min (dit komt overeen met klasse IW2 en IW3 conform BRL 1007).