

INDUSTRIELE METSELMORTELS

Voorschriften van mortel met gespecificeerde eigenschappen – Uitvoeringsaspecten van metselwerk



DOSSIER
CEMENT

29
juni 2002

metselmortel

Yq4

BB/SfB

Industrieel vervaardigde metselmortels deden een paar decennia geleden hun intrede op de markt en zijn vandaag niet meer weg te denken uit het bouwgebeuren. Twee categorieën van producten kunnen worden onderscheiden :

- **Natte mortel** is een gestabiliseerde industriële metselmortel, die geproduceerd wordt in een mortelcentrale en met een mixer gebruiksklaar geleverd wordt op de bouwplaats. Daar wordt hij opgeslagen in verplaatsbare bakken. De verwerkbaarheid, homogeniteit en watervasthouding worden gehandhaafd gedurende een overeengekomen duur, meestal 36 uur.
- **Droge mortel** is een in de fabriek voorgedoseerd mengsel van bindmiddel, zand en hulpstoffen. Het wordt ofwel verpakt in zakken, ofwel in bulkwagens naar de bouwplaats vervoerd waar het in een silo wordt opgeslagen. Het aanmaakwater wordt op de bouwplaats aan het mengsel toegevoegd. Bij een silo gebeurt dit automatisch tijdens het aflappen van de nodige hoeveelheid mortel.
- Een ander systeem is de twee-kamersilo waarbij één compartiment het mengsel van bindmiddel en de hulpstoffen, en het andere aardvochtig zand bevat.

Voor wat de mortelbereiding betreft, zijn geprefabriceerde metselmortels geëvolueerd tot een volwaardig alternatief voor de traditionele ambachtelijke recepturen, dit dankzij hun talrijke voordelen :

- constante en controleerbare speciesamenstellingen met oordeelkundig gebruik van eventuele hulpstoffen;
- een productgamma met certificeerbare eigenschappen en bijgevolg de mogelijkheid tot specificatie op basis van vereiste prestaties en (althans voor wat de natte en de droge mortels betreft) levering onder BENOR-merk;
- tijdswinst, efficiëntie op de bouwplaats, vermijden van verspilling van grondstoffen, enz.

Bij de verwerking van de metselmortel vormen ambachtelijke gebruiken en persoonlijke voorkeuren echter nog altijd belangrijke gegevens. Omdat de verwerkbaarheid van een metselmortel zich binnen zeer nauwe grenzen situeert, zal de metselaar in sommige gevallen het gedrag van de verse specie dan ook willen 'bijsturen'. De aandacht voor de kwaliteit van de mortel in verharde toestand dreigt zoudende wel eens naar de achtergrond te verschuiven...

Dit bulletin biedt daarom een overzicht van de prestatie-eisen die aan metselmortel – hetzij in verse, hetzij in verharde toestand – gesteld worden. Een BENOR-gecertificeerde metselmortel voldoet aan een aantal verplichte en eventueel facultatieve kenmerken. Het bulletin legt uit hoe een dergelijke mortel dient te worden voorgeschreven. Daarnaast worden enkele belangrijke uitvoeringsaspecten van metselwerk geïllustreerd.

GRONDSTOFFEN VAN METSELMORTELS

De hoofdbestanddelen van mortel zijn zand, een mineraal bindmiddel en water. Daarnaast kan voor de optimalisatie van de mortel gebruik gemaakt worden van hulpstoffen en minerale toevoegsels.

In onderstaand overzicht valt vooral het brede gamma aan hulpstoffen op. De invloed van hulpstoffen voor mortel is dan ook zeer ingrijpend en de mogelijkheden zijn talrijk. De dosering moet echter nauwkeurig geschieden, hetgeen in een mortelfabriek of -centrale geen probleem stelt. Op de bouwplaats houdt het toevoegen van hulpstoffen daarentegen risico's in.

Zand

Zand vormt het inerte skelet van de verharde mortel. Het moet over een goede korrelverdeling beschikken en zuiver zijn, d.w.z. vrij van organisch materiaal en kleiachtige deeltjes. Ofschoon de metselaar traditioneel een fijn zand verkiest, kan ook met middelmatig tot grof zand ($D_{\max} = 2 \text{ mm}$) goed verwerkbaar mortel worden gemaakt. Een mortel op basis van dergelijk zand zal minder bindmiddel vereisen en toch goed scoren op gebied van mechanische sterkte. Bovendien zal hij minder krimp vertonen.

Uitzweten van het aanmaakwater (*bleeding*) wordt voorkomen door een beperkte hoeveelheid fijn materiaal of door hulpstoffen.

Fijn zand, en vooral kleihoudend zand (vette gele zavel), vereist een te hoge dosering aan water en bijgevolg ook aan bindmiddel, hetgeen de krimpgevoeligheid vergroot. De kleiachtige delen nemen veel water op. De structuur van de verharde mortel kan hierdoor vorstgevoelig zijn.

Bindmiddelen

Ze dienen om de zandkorrels aaneen te kitten. Het zijn fijne poedervormige minerale stoffen die

- hetzij hydraulisch zijn (reagerend met water) of latent hydraulisch,
- hetzij puzzolaan (reagerend met kalk),
- hetzij verharderen door reactie met CO_2 uit de lucht.

Concreet betekent dit : cement, kalk, en hybride stoffen die de eigenschappen van beide vertonen. In bepaalde concepten wordt het begrip "bindmiddel" uitgebreid tot het geheel van bindende en inerte fijne stoffen, hulpstoffen en polymeren.

Cement

In België wordt voor de fabricatie van mortel traditioneel meestal gewoon cement gebruikt die voldoet aan de norm NBN EN 197-1, zijnde hoofdzakelijk portlandcement (CEM I), portlandcomposietcement (CEM II) en hoogovencement (CEM III). A priori kan met elke cementsoort degelijke metselmortel gemaakt worden. De omgevingstemperatuur en de gewenste gebruiksduur kunnen ertoe leiden dat een bepaald cement een lichte voorkeur geniet. Een mortel op basis van CEM I levert een hogere beginsterkte op en vergt bijgevolg een snellere verwerking. Hij is dan ook meer geschikt bij koud weer. Met CEM III is de mortel ook bij warm weer langer verwerkbaar, op voorwaarde echter dat het aanmaakwater niet voortijdig verdamppt.

Bij industriële mortels gebeurt de cementkeuze in functie van de beoogde prestatie-eisen. Speciale cementsoorten zoals cement met een hoge weerstand tegen sulfaten (HSR) en cement met een laag alkali-gehalte (LA) kunnen in bepaalde gevallen nodig zijn.

Luchthardende kalk

Onder luchthardende kalk voor metselmortel begrijpen we $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dat is bekomen door de calcinatie van voldoende zuivere kalksteen tot CaO dat nadien met water is geblust. Luchtkalk wordt in poedervorm of in deegvorm verhandeld.

Door zijn zeer hoge specifieke oppervlakte neemt luchtkalk veel water op. Hierdoor wordt uitzweten van het aanmaakwater beperkt en verbetert de smeugheid. Luchtkalk verhardt door carbonatatie (reactie met CO_2 uit de lucht). Deze reactie verloopt zeer traag. Metselen bij dreigend vriesweer is bijgevolg niet zonder risico. De mechanische sterkte van verharde kalk is beduidend kleiner dan deze van verhard cement. Ook de bestandheid tegen zuren is geringer. In de beginfase vertoont kalkmortel echter een plastisch gedrag en kan hierdoor beperkte zettingen opvangen. Luchtkalk wordt in hedendaags metselwerk toegepast in combinatie met cement (bastaardmortels).

Hydraulische kalk

Hydraulische kalk is een hybride bindmiddel waarvan een deel van de componenten aan de lucht verhardt en een deel hydraulische eigenschappen heeft. Het bindmiddel wordt bekomen door calcinatie (tot max. 1250°C) van kleihoudende kalksteen of een soortgelijk mengsel van mineralen. Hieruit ontstaat een mengsel van ongebluste kalk (CaO), en calciumsilicaten en -aluminaten. Na blussen en malen blijft een mengsel over van luchtkalk en hydraulische mineralen. Het bindmiddel wordt gebruikt in gewone bastaardmortel, bij pleistermortels voor buitentoepassingen en speciale voegmortels.

Schelpkalk

Dit is een zeer licht hydraulisch en vooral luchthardend bindmiddel dat wordt vervaardigd door calcinatie en blussen van schelpen. Het bindmiddel bevat onverbrande scherpe korrels die aan de verharde mortel een typische, ruwe, natuurlijk ogende structuur geven.

Water

Bij hydraulische bindmiddelen is de functie van het aanmaakwater tweërlei :

- een (klein) deel van het water is nodig voor de hydratatie van het bindmiddel, en wordt m.a.w. scheikundig gebonden;
- de rest heeft enkel een tijdelijk nut (de verwerkbaarheid verbeteren) en verdampt naderhand. Hoe groter dit overschot aan water, hoe poreuzer de mortel, en bijgevolg hoe lager zijn mechanische weerstand en bestandheid tegen vorst en agressieve stoffen. De bijdrage van het water aan de verwerkbaarheid wordt daarom in moderne mortels vervangen door het gecontroleerd gebruik van hulpstoffen.

Toevoegsels

Onder toevoegsels begrijpen we fijne poedervormige minerale stoffen met een korrelgrootte vergelijkbaar met die van cement. Men onderscheidt inerte toevoegsels (type I : kwartsmeel, kalksteenfiller...) en toevoegsels met een latent-hydraulische (slak) of puzzolane werking (type II : natuurlijke puzzolanen en bijproducten van de industrie, zoals poederkoolvliegias en *silica fume*). Toevoegsels hebben een gunstige invloed op de smeugheid en het watervasthoudend vermogen. Bij overdreven gebruik zal de sterkte van de mortel evenwel danig afnemen.

Hulpstoffen

Hulpstoffen zijn bij conventie stoffen die in zeer kleine hoeveelheden hetzij in poedervorm, hetzij als waterige oplossing, aan de mortel worden toegevoegd om het gedrag in verse of verharde toestand te verbeteren. Een aantal hulpstoffen heeft een gelijkaardige werking als bij beton, doch enkele types zijn speciaal voor mortel ontwikkeld (cfr. de normen EN 934-2 en 3).

Luchtbelvormer

Deze hulpstof vormt talloze microscopisch kleine luchtbelletjes in de mortel (grootte $50\text{-}200 \mu\text{m}$) waardoor :

- een smerend effect wordt bekomen,
- minder aanmaakwater nodig is (waterreducerend effect),
- de waterretentie verbetert,
- een hogere vorstweerstand wordt bereikt.

De druksterkte daalt evenwel. Het waterreducerend effect kan bij zeer droge weersomstandigheden leiden tot "verbranding" van de mortel: de scheikundige reactie wordt door watertekort voortijdig verbroken, zodat van enige samenhang en sterkte geen sprake is. Dit kan voorkomen worden door gecombineerd gebruik met een waterretentiemiddel.

Op de bouwplaats worden producten gebruikt die niet voor dit doel geëigend zijn, zoals detergents, waardoor chemische neveneffecten optreden (bepaalde uitbloeiingen). (NB: Eenmaal "verbrand" kan een mortel niet of moeilijk opnieuw geactiveerd worden door bevochtiging!)

Bindingverlanger

Met deze hulpstof kan de verwerkbaarheidstermijn worden verlengd. In de gebruiksklare mortelindustrie wordt ze gebruikt om de verwerkbaarheid van de mortel te garanderen tot bijvoorbeeld 72 uur.

Waterretentiemiddel

Met deze hulpstof wordt het vermogen van de mortelspecie om water vast te houden vergroot. De hulpstof is nuttig bij een hoog risico op voortijdige uitdroging/verbranding en ten behoeve van de stabiliteit van gebruiksklaar geleverde mortel.

Plastificerende en waterreducerende hulpstoffen

Voor bepaalde metselstenen die weinig water aanzuigen is het niet mogelijk om te werken met waterrijke mortel. De mortel blijft immers te lang plastisch en zakt na enkele lagen uit. Door een waterreducerende hulpstof kan men een tijdelijk goede verwerkbaarheid combineren met een snellere verstijving.

Bindings- en verhardingsversnellers

Deze hulpstoffen kunnen bij zeer lage temperaturen nuttig zijn. Het is af te raden het effect van bindingsversnellers te corrigeren met bindingsvertragers (en omgekeerd).

Voor de volledigheid zijn nog de volgende grondstoffen het vermelden waard:

Gecombineerde bindmiddelen

In een aantal Europese landen zijn gecombineerde bindmiddelen op de markt, bijvoorbeeld:

- kunstmatige hydraulische kalk (bv. van het type XHA 10);
- metselcement (MC - masonry cement, een mengsel van portlandklinker, minerale poeders en poedervormige luchtbelvormers).

In België bestaat op dit gebied geen noemenswaardige traditie.

Polymeren

In poedervorm of als waterige emulsie (mengels van styreen, butadieen, acrylaten, enz.) hebben sommige polymeren een gunstige werking aangetoond op gebied van verwerkbaarheid, watervasthoudend effect, intrinsieke treksterkte en aanhechting. Ook de weerstand tegen aantasting door zure regen verhoogt en de vervuiling vertraagt.

Kleurstoffen

Het betreft hier anorganische pigmenten die vooral aan voegmortel worden toegevoegd. Voor industrieel vervaardigde droge mortel is dosering en menging vrij eenvoudig te realiseren en is de invloed op de mechanische eigenschappen onder controle. Op de bouwplaats zal men het gebruik van kleurstoffen wegens de specifieke mengproblemen beter vermijden.



1121-1-1010



Holcim Mortel's



Ecc-mix

EIGENSCHAPPEN VAN VERHARDE MORTEL

Sterkte

Tal van historische gebouwen zijn opgericht in metselwerk van kalkmortel en natuursteenblokken of baksteen. De mortel werd samengedrukt tijdens het totstandkomen van het gebouw en was dermate vervormbaar dat belangrijke zettingen zonder scheuren werden opgevangen. Het is wel duidelijk dat dergelijk metselwerk enkel op druk kan werken en dat buiging niet kan worden opgenomen.

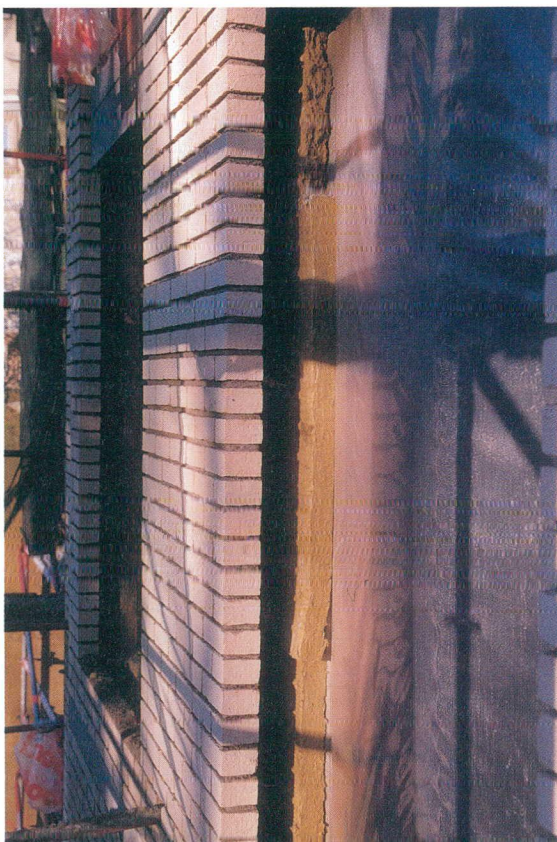
Vanuit dit historisch perspectief lijkt het stellen van hogere sterkte-eisen aan metselmortel niet vanzelfsprekend. Echter, door de steeds verdere afslanking van dragende elementen in modern metselwerk en het vergroten van de overspanningen en de daarmee gepaard gaande spanningsconcentraties zijn de belastingen in het metselwerk toegenomen. Het contactvlak van dunwandige geperforeerde en holle stenen met de mortel is relatief klein geworden zodat de spanningspieken in de mortel groter zijn. Tegelijkertijd is de zettingsgevoeligheid van constructies door nieuwe funderingsconcepten verminderd en bestaan er meer afwerkingssystemen die een starre draagstructuur vereisen. Ook de excentriciteit is relatief belangrijk geworden, zodat moet worden gedimensioneerd op samengestelde buiging.

Een laatste evolutie is het op buiging laten werken van metselwerk, al dan niet met gebruik van wapening.

Al deze evoluties vereisen een hogere treksterkte en bijgevolg een hogere druksterkte. Voor normaal belast metselwerk wordt vandaag gewerkt met een gemiddelde morteldruksterkte van 8 N/mm^2 (waarden bepaald op klassieke mortelprisma's, namelijk $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$). Voor zwaarder belast metselwerk (massiefbouw in drie en meer bouwlagen) kunnen druksterktes tot 12 en uitzonderlijk tot 20 N/mm^2 gevraagd worden in combinatie met voldoende sterke blokken. Gewapend metselwerk is een andere mogelijkheid.

Bij normaal metselwerk is de hechtsterkte van weinig belang. De waarde dient steeds in combinatie met de metselsteen te worden bepaald en is zeer uitvoeringsafhankelijk.

Modern metselwerk: slanke constructies vergen mortel met hogere druk- en treksterkte.



Historische gebouwen: metselwerk neemt enkel druk op.

Voorbeelden van morteldruksterkte-eisen in functie van de toepassing:

- volgens de Belgische norm NBN B14-001:

Bijlage C: KEUZE VAN EEN SAMENSTELLING VAN EEN MORTEL CATEGORIE REKENING HOUDEND MET BIJZONDERE GEBRUIKMAKINGEN

- mortel in contact met aantastende omgevingen (zuiver water, aantastend water, afvalwater, aarde, zeewater, enz.):
enkel mortelcategorie M1 is toegelaten (*)
- mortel voor gewapend metselwerk:
enkel mortelcategorieën M1 en M2 zijn toegelaten (*)

(*) gemiddelde druksterkte na 28 dagen :
M1 : 20 N/mm^2
M2 : 12 N/mm^2

- volgens de Nederlandse norm NEN 3835:

TYPE	HOOFD TOEPASSING	DRUKSTERKTE (N/mm^2)
I	waterkerend werk	17,5 – 10
II	alle werk in weer en wind en dragend werk binnen	12,5 – 5
III	als voor II, echter voor die gevallen dat het metselwerk niet wordt blootgesteld aan bijzondere vererende omstandigheden zoals hoge regenbelasting of tuwalerijsgevaar	10 – 5
IV	dragend en niet-dragend werk binnen	5 – 2,5
V	werk waarbij zekere vervormingen door het metselwerk moeten kunnen worden opgenomen	2,5

Duurzaamheid

Zeer algemeen kan men stellen dat mortel waarvan het zand een goede korrelgradering heeft, en met een voldoende cementgehalte en dus een hogere druksterkte ook de grootste kans biedt op een voldoende weerstand tegen vorstschade en degradatie. Om die reden bestaat er een tendens om de sterkte van de mortel te koppelen aan de blootstellingsomstandigheden. Hierover bestaat in België tot op heden nog geen normalisering, maar voorbeelden zijn te vinden in de Nederlandse norm NEN 3835 en in het ontwerp van Europese norm (EN 998-2). De belangrijkste bedreigingen zijn :

- vorst in combinatie met een hoge saturatie;
- uitloging door zuur neerslagwater en SO₂ in stedelijke atmosfeer;
- erosie-effecten door wind en afstromend water;
- mosgroei op plaatsen met hoge saturatie en weinig bezonning en wind;
- uitbloeiingsverschijnselen.

De duurzaamheidsproblematiek van metselwerk is zeer complex en verscheiden en is afhankelijk van de interactie tussen metselsteen en mortel. Om het duurzaamheidsgedrag beter te begrijpen is inzicht nodig in enkele fenomenen en hun invloedsfactoren.

Vochthuishouding en vorstweerstand

De sterkte van mortel wordt in belangrijke mate bepaald door de evolutie die de mortel meemaakt op jonge leeftijd. Water is nodig voor de hydratatie van hydraulische en puzzolane bindmiddelen en voor de verwerkbaarheid. Met waarden groter dan 0,8 is de watercementfactor van vers aangemaakte mortel beduidend groter dan die van beton. Tijdens en na het metselen verdwijnt een groot deel van het water uit de mortel. Een deel wordt door de metselsteen aangezogen, een ander deel verdamppt. Het aanzuigen van water door de steen houdt op zodra de steen voldoende verzadigd is, of wanneer de microstructuur van de verhardende mortel zodanig is ontwikkeld dat de mortelporiën fijner zijn dan de steenporiën.

De belangrijkste factoren die het proces beïnvloeden zijn :

- de zuigkracht van de steen (afhankelijk van zijn poriënstructuur);
- het watergehalte in de steen bij het vermetselen;
- het watergehalte in de mortel en de waterretentie;
- het type cement en zijn bindings- en verhardingssnelheid;
- de temperatuur en de luchtvochtigheid.

Uit onderzoek door het WTCB is gebleken dat cementmortel een goede duurzaamheid vertoont wanneer zijn effectieve W/C-factor (d.w.z. in de voeg na het stilvallen van de vochtuitwisseling) gelegen is tussen 0,40 en 0,70. Een te hoge effectieve W/C-factor leidt tot een poreuzere en dus vorstgevoelige mortel. Een te lage W/C-factor houdt het gevaar in van onvoldoende hydratatie (verbranding), wat leidt tot een mortel met weinig samenhang. In de mortel moet dus een gepaste hoeveelheid water aanwezig blijven voor de verharding. Gevoelige zones zijn het aan zon en wind blootgesteld buitenvlak en het contactvlak tussen mortel en steen.

Bij een correcte dosering van een luchtbelvormer werken de kleine luchtbelletjes bij vorst als expansievaten. Vertragers verlengen de uitdrogingsperiode en moeten ondersteund worden door waterretentiemiddelen. Het spreekt vanzelf dat een gepaste nabehandeling (uitdroging vermijden, desnoods afdekken of natspuiten) ook efficiënt is.

Mortels met luchthardende bindmiddelen en met een zeer laag gehalte aan portlandklinker bereiken geen hoge sterkte en hebben door hun poreuze microstructuur een lage vorstweerstand. Bij koud weer moeten ze in de beginfase van het buitenklimaat worden afgeschermd. Bij dit type mortel is een nabehandeling door natspuiten niet zinvol, daar kalk niet onder water verhardt.

Chemische bestandheid

De weerstand tegen aantasting door zuur neerslagwater en tegen erosie houdt rechtstreeks verband met de aard van en de hoeveelheid bindmiddel en met de compactheid van de structuur.

Bindmiddelen op basis van kalk vertonen slechts een zeer beperkte weerstand tegen zuuraantasting en logen gemakkelijk uit. Ook zijn deze mortels maar zeer beperkt bestand tegen erosie.

Enkel bindmiddelen op basis van cement garanderen een blijvende samenhang, op voorwaarde evenwel dat de hydratatie correct is verlopen.

Uitbloeiing en uitslag

Beide fenomenen werden uitvoerig behandeld in *Dossier Cement – bulletin nr. 5*.

Onder *uitbloeiingen* verstaan we de afzetting van zouten op of juist onder het oppervlak van vooral baksteenmetselwerk. In uitzonderlijke gevallen werken deze zoutafzettingen expansief, doch meestal gaat het om een onschuldige, oppervlakkige en tijdelijke fenomeen dat echter vaak esthetisch in het geheel niet geapprecieerd wordt. Het uitbloeien aan het oppervlak geschiedt slechts na een trage uitdrogingsperiode die volgt op een periode van sterke bevochtiging. Het fenomeen kan nooit met zekerheid vermeden worden. Het beste resultaat wordt nog bereikt door niet te metselen bij regenweer en het metselwerk zo snel mogelijk te beschermen.

Kalkuitslag wordt vaak verward met uitbloeiingen. Het betreft de migratie van kalkmelk – Ca(OH)₂ – naar het oppervlak in een met water verzadigd milieu. Het verschijnsel kan optreden in jonge mortels en in jonge betonmetselstenen. In deze materialen is de hydratatie nog onvolledig en is niet al het gevormde Ca(OH)₂ gecarbonateerd. De kalkmelk carbonateert na migratie aan het oppervlak van het metselwerk en vormt een hardnekkige witte sluier die slechts met zuur te verwijderen is. Bij holle stenen wordt het verschijnsel gestimuleerd door inwendige plasvorming. Kalkrijke voegmortels zijn bij lage temperaturen (trage verharding) zeer gevoelig aan dit fenomeen. Ook hier kunnen aan de mortel nauwelijks eisen worden gesteld en is de boodschap het beschermen van het metselwerk tijdens en na de bouwfase.

Mosvorming en vervuiling

Alhoewel deze fenomenen vooral het gevolg zijn van het architecturaal concept en de detaillering speelt de mortelkwaliteit toch ook een rol. Mos groeit gemakkelijk op een kalkrijke en poreuze ondergrond; vervuiling zet zich het liefst vast op ruwe vochtige oppervlakken. Aangezien mortel van goede kwaliteit minder poreus is, bestaat er dus ook hier een verband tussen bindmiddelgehalte en mechanische sterkte enerzijds, en duurzaamheid anderzijds.



EIGENSCHAPPEN VAN VERSE MORTELSPECIE

De metselaar stelt bijzonder zware eisen aan de verwerkbaarheid van legmortel. Deze verwerkbaarheid beperkt zich niet tot de correcte consistentie, die meetbaar is met een of andere proefmethode (bv. schoktafelwaarden gelegen tussen 1,65 en 1,75).

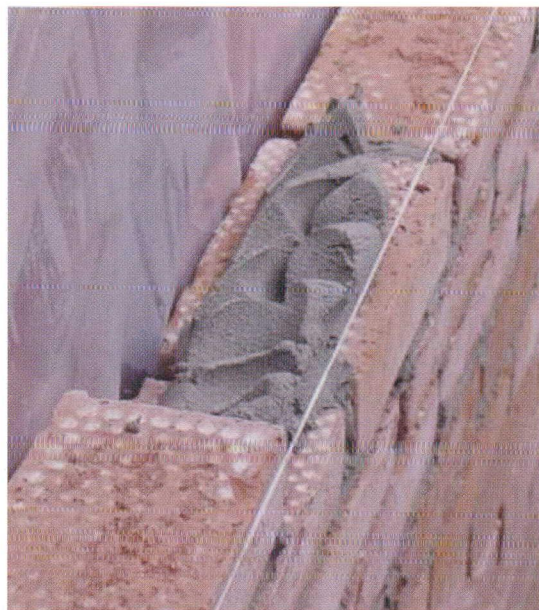
Metselmortel moet vooral smeugig zijn en dat blijven gedurende een bepaalde verwerkingstijd, zonder dat waterverlies optreedt. Het truweel moet vlot in de mortel gedrukt kunnen worden en de mortel moet een goede samenhang vertonen. Zodra de mortel niet langer bewerkt wordt, moet hij vormvast zijn. De metselsteen moet gemakkelijk in het mortelbed op hoogte kunnen worden gebracht. Bij het uitsmeren op een verticaal vlak moet de mortel blijven hangen om een goed gevulde stootvoeg te verkrijgen. Eens de mortel aangebracht is, moet hij vrij snel verstijven zodat hij niet weggedrukt wordt onder het gewicht van de volgende lagen. Bovendien moet de mortel ook bij sterk zuigende stenen toch voldoende aanmaakwater kunnen vasthouden.

Volgens de klassieke morteltechnologie (en naar het oordeel van veel metselaars) kon deze combinatie van eigenschappen slechts worden bereikt met een fijne zandsort en door toevoeging van een hoeveelheid kleiachtig zand (zavel). Grof zand werd als uit den boze beschouwd, wegens de stroefheid en het overmatig uitzweten. Het gebruik van een watervasthoudend bindmiddel zoals kalk verhielp ten dele aan het probleem van te grof zand. Sterkte en duurzaamheid van mortels werden hierbij volledig veronachtzaamd.

Om de vaak zwakke mortel te beschermen werd het voegwerk indertijd uitgevoerd met een cementrijke harde voegmortel die op zichzelf wel duurzaam is, maar die veel krimp vertoont. Harde voegen konden evenwel niet beletten dat water doorheen de stenen in het metselwerk binnendrong, waardoor vorstschade aan de legmortel niet uitgesloten was, en de voegen werden uitgedrukt.

Door toepassing van luchtbelvormende/plastificerende hulpstoffen is het ook bij gebruik van scherper en grover zand mogelijk geworden de gewenste verwerkbaarheid te verkrijgen. Kalk wordt hierbij niet meer nodig geacht, doch de metselaar verkiest nog altijd relatief fijne zanden.

Het zuigvermogen van de verschillende steensoorten kan sterk uiteenlopen. De instructies van de metselsteenfabrikanten inzake eventuele voorbevochtiging moeten daarom nauwgezet gevolgd worden. Een stoffig of vuil steenoppervlak beïnvloedt het zuigvermogen. In alle gevallen wordt aangeraden het gedrag van steen en mortel te beoordelen aan de hand van een proef: bij het lostrekken van de steen uit de verse mortel moet een deel van de mortel aan de steen blijven hangen.



Inter-3=10:1

ONTWERP- EN UITVOERINGSASPECTEN

Ondanks het respecteren van samenstellingsregels of het gebruik van gecertificeerde industrieel vervaardigde mortels is een probleemloos gedrag toch nog in belangrijke mate afhankelijk van ontwerpopties en van de uitvoering. Vooral voor gevelconstructies is de vormgeving van de metselwerkpartijen en de daaruit volgende blootstelling van zeer groot belang voor de duurzaamheid en het voorkomen van vervuiling.

Los van de mortelkarakteristieken speelt de kwaliteit van de uitvoering van het metselwerk ook een grote rol in het bouwfysisch gedrag van de gevel : isolatie, luchtdichtheid, gedrag t.a.v. vocht (regendoorslag, opstijgend grondvocht...). Vaak voorkomende gebreken in dit verband zijn mortelbruggen in spouwen en slecht gevulde stootvoegen.

Metselwerk dat quasi permanent een hoog vochtgehalte heeft, degenereert sneller dan beschut metselwerk. Verschijnselen zoals mosgroei, preferentiële afstroming met lokale vuilafzettingen, veroudering, uitloging en vorstschade komen vooral voor waar water stagneert en in het metselwerk dringt, en waar bovendien de mogelijkheid tot uitdrogen beperkt is (weinig zon en wind). Bij sterke blootstelling aan regen en wind presteren spouwconstructies slechter indien de isolatie contact maakt met het buitenspouwblad en wanneer de spouw onvoldoende verlucht en gedraineerd wordt. Het is in die gevallen niet verantwoord eventuele degradatieverschijnselen uitsluitend aan de mortelkwaliteit toe te schrijven.

In bepaalde gevallen kan hydrofoberen van gevels uitkomst bieden. De aandacht moet echter in de eerste plaats gaan naar correct detailleren (aansluitingen, raamdorpels, dekstenen, enz.) en het beschermen van niet-verticale oppervlakken.

Voor wat de uitvoering betreft, moet worden gedrukt op de coherentie tussen de steen- en de mortelkeuze en op de klimaatomstandigheden. Het voorbevochtigen van de metselstenen is in sommige gevallen noodzakelijk. Metselen met te natte stenen is echter even nefast. Bij droog en warm weer moet de cementmortel na verwerking bevochtigd worden tot de hydratatiegraad voldoende is. Dit betekent herhaald natspuiten, zonder evenwel het metselwerk te bevuilden. Voor mortels met een hoog kalkgehalte is natspuiten weinig of niet zinvol.

BIBLIOGRAFIE

DE BLAERE B.

Leg- en voegmortel voor metselwerk

Studiedag KVIV – "Technologie van pleisters en mortels in de hedendaagse bouw", september 1998

(de tekst van voorliggend bulletin is in hoofdzaak op dit artikel gebaseerd)

PFEFFERMANN O.

Dragend metselwerk – Ontwerp, berekening en uitvoering volgens Eurocode 6

Diegem : Kluwer Editorial, 1999

ELSEN J. ; LENS N. ; GERARD R.

Vorstschade bij metselmortel van baksteengevels

in : WTCB Tijdschrift

Brussel : WTCB, herfst 1993

NEN 3835 : *Mortels voor metselwerk van stenen, blokken of elementen van baksteen, kalkzandsteen, beton, gasbeton*

De-III . Nederlands Normalisatie Instituut, 1991

prEN 998-2 : *Specification for mortar for masonry -*

Part 2 : Masonry mortar

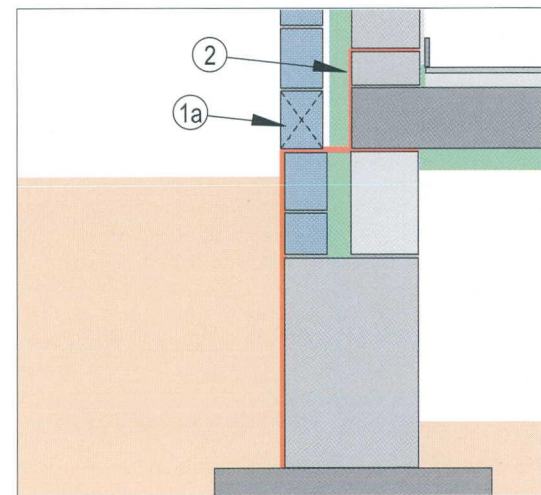
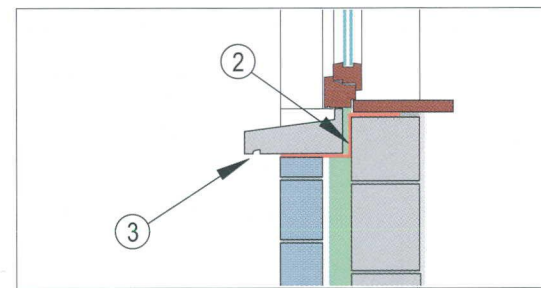
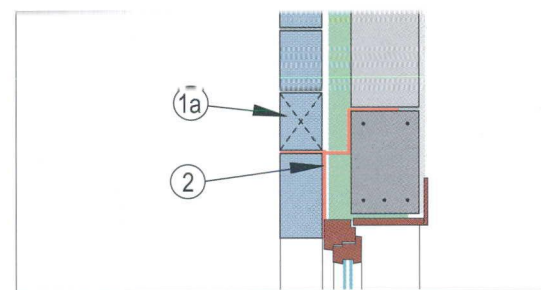
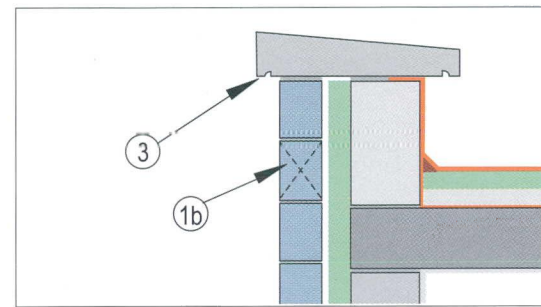
Brussel . CEN, 2000

(de Belgische norm 'NBN B14-001 : Metselmortel' zal eerlang door de Europese norm EN 998-2 worden vervangen)

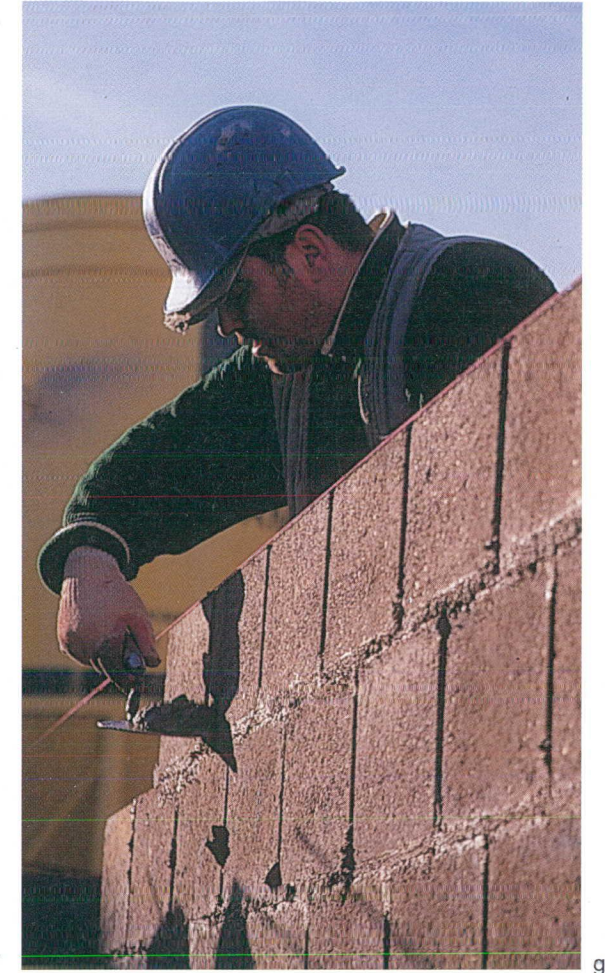
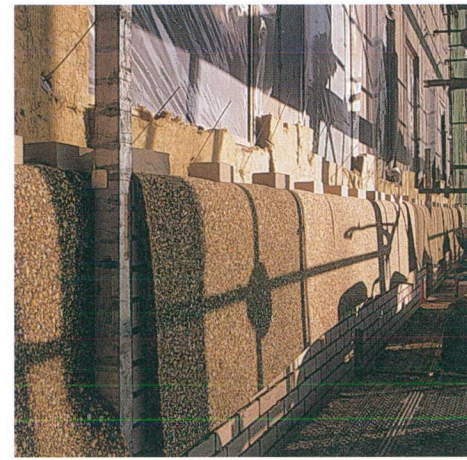
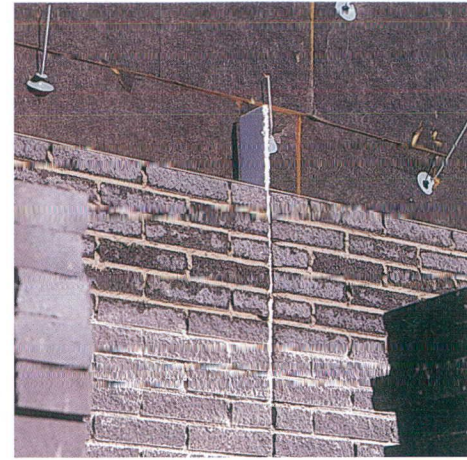
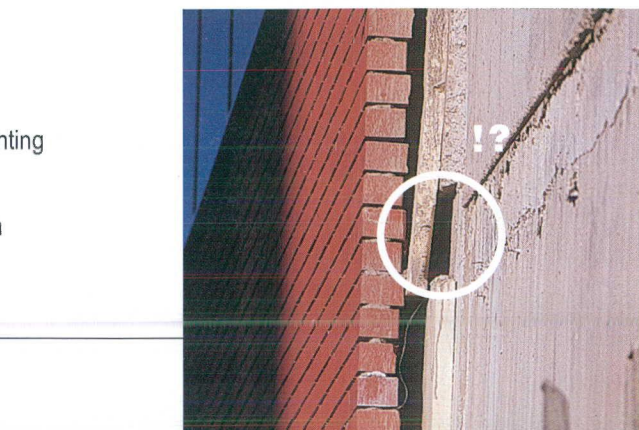
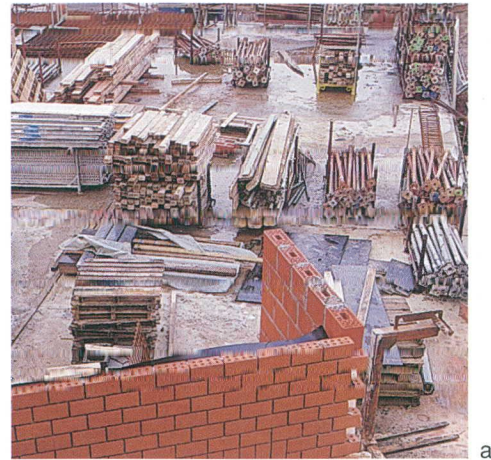
CHECKLIST ONTWERPER

1. indien mogelijk kans op blootstelling aan regen verminderen (druiplijst, dakoversteek...)
2. vermijden van preferentiële wegen voor afstromend regenwater of ermee rekening houden (situering van voegen, richels...)
3. indien nodig uitzettingsvoegen voorzien om scheuren te voorkomen (d)
4. aandacht voor waterafvoer uit spouw (onderaan muur, boven lateien...) (e, f)
5. aandacht voor afwatering van horizontale of licht hellende oppervlakken (dekstenen, vensterbanken...)
6. metselstenen en mortel : kiezen voor kwaliteitsmaterialen
7. opstellen proefstoek om ophoofing
8. toezicht en opvolging van de uitvoering (j)

Voorbeeld van spouwmuurconstructie (niet volledig gevulde spouw)



- 1 open stootvoeg
a - drainage + verluchting
b - verluchting
- 2 waterdicht membraan
- 3 druiplijst



CHECKLIST AANNEMER

1. orde en netheid op de bouwplaats : toegankelijkheid en ruimte voor opstelling van silo of kuipen voor metselklare mortel (zie info producenten); afsluitbare bus voor de leveringsbonnen (a)
2. ruimte voor pallets : vlak, horizontaal, afgedekt (bevuiling, bevochtiging van stenen vermijden) (b)
3. instructies respecteren van leveranciers m.b.t. metselstenen
4. instructies respecteren van leveranciers m.b.t. verwerking van de mortel (c)
5. nodig volume mortelspecie juist inschatten in functie van houdbaarheid/verwerkbaarheid
6. geen hulpstoffen toevoegen
7. rekening houden met temperatuur (opletten met warme stenen, opletten in geval van droge wind, nooit metselen bij vorst of met bevroren metselstenen)
8. rekening houden met neerslagrisico (steeds beschermingsmateriaal voorzien én gebruiken, nooit metselen in de regen)
9. gedrag van metselsteen en mortel testen (zuigvermogen van de stenen proefondervindelijk inschatten)
10. geen mortel in de spouw laten vallen
11. aandacht voor vulling stootvoegen bij grotere steenformaten (winddichtheid verzorgen van onbepleisterd binnenmetselwerk)
12. bouwhoogte afstemmen op de bindingssnelheid van de mortel
13. vermijden dat water afkomstig van eender welke bron afstroomt op het metselwerk
14. bovenvlak van het metselwerk systematisch afdekken aan het eind van de dag (extra bevestiging bij wind) (h, i)
15. muren schoren bij stormrisico (bv. puntgevels)

METSELMORTEL SPECIFICEREN OP PRESTATIES

Bij op de werf aangemaakte mortels kan enkel met eenvoudige traditionele samenstellingsregels gewerkt worden (cfr. Belgische norm NBN B14-001). Dan nog is de prestatiegarantie beperkt. Om aan hogere eisen tegemoet te komen zal men verplicht zijn projectgebonden geschiktheidsproeven uit te voeren en een kwaliteitscontrole in te richten voor de grondstoffenaanvoer en de eindkwaliteit. Het gebruik van hulpstoffen in vloeibare vorm vergroot de mogelijkheden, doch verhoogt het risico op doseerfouten. Overigens geven de huidige normen geen doseringen op voor hulpstoffen.

Het kan niet genoeg benadrukt worden dat de klassieke samenstellingsregels voor cementmortels en bastaardmortels bepaald zijn op basis van betrouwbaar middelgrof zand.

Bij industrieel vervaardigde mortel (metselklare natte specie of droge mortel) kan de reële prestatie van een bepaalde samenstelling via geschiktheidsproeven en een permanente kwaliteitscontrole continu gegarandeerd worden. Zeer gerichte producten met constante voorspelbare eigenschappen zijn mogelijk. Dergelijke mortels kunnen gemakkelijk worden gecertificeerd (BENOR), en in lastenboeken worden voorgeschreven op basis van prestatie-eisen.

Het belangrijkste basisgegeven blijft de druksterkte, enerzijds omdat dit een ontwerpgegeven is, en anderzijds omdat deze waarde een maat is voor de duurzaamheid. Het uitvoeringsaspect wordt uitgedrukt in het watervasthoudingsvermogen en de verwerkingstijd.

Vooraf voor aan het buitenklimaat blootgesteld metselwerk moet bovendien nader aandacht worden besteed aan de combinatie mortel-steen. Voor metselwerk dat een zettingsrisico ondergaat moet worden gedacht aan de ductiliteit van de mortel. In bepaalde gevallen moet een goede hechting worden verzekerd.

In de ontwerpnorm prEN 998-2 is een lijst van specificatiemogelijkheden opgenomen, zowel voor de eigenschappen in verharde toestand als voor deze van de verse specie. Voor dunbedmortel en lichtgewichtmortel gelden bijkomende eisen. Zeer specifieke eisen buiten de in de norm genoemde zouden kunnen overwogen worden in zoverre ze controleerbaar zijn.

BENOR

Voorschrijven van BENOR-metselmortel

Een BENOR-metselmortel wordt op industriële wijze vervaardigd met grondstoffen die zelf het BENOR-keurmerk dragen, of waarvan de kwaliteit wordt gecontroleerd en erkend als zijnde conform de normen (cement, zand, hulpstoffen).

De BENOR-certificatie berust in hoofdzaak op de specificatie van prestaties. Zij bevestigt dat de metselmortel voldoet aan een aantal kenmerken. Voorschrijven van een BENOR-mortel gebeurt door het opgeven van de kenmerken waaraan de mortel moet voldoen:

- verplichte kenmerken:

• DRUKSTERKTE:

Sterkteklasse	M1	M2	M3	M4	M5
Gemiddelde druksterkte (in N/mm ²)	20	12	8	5	2,5

(Gemeten op prisma's van 40 x 40 x 160 mm³ na 28 dagen bewaring in genormaliseerde omstandigheden. Mits toepassen van de omrekeningsfactor $f_m \text{ cub } 100 = 0,75 f_m$ mogen de drukproeven op prisma's vervangen worden door drukproeven op kubussen met 10 cm zijde)

• WATERVASTHOUDINGSVERMOGEN:

(waterretentie)
> 90 % van de nominale waarde

• VERWERKINGSTIJD:

op te geven door de producent

- eventueel ook **facultatieve kenmerken**, zoals samenstellingskenmerken en bijkomende prestatiekenmerken (bijv. gebruik van HSR-cement voor metselwerk in contact met zeewater).

BENOR is een kwaliteitslabel dat aan een bouwproduct wordt toegekend na controle door een onafhankelijke certificatie-instelling, zoals CRIC-OCCN. Het label garandeert dat het product conform de technische eisen is van het op de Belgische normen gesteunde toepassingsreglement. De gebruiker hoeft bijgevolg de kwaliteit van de metselmortel niet meer zelf te controleren.



dit bulletin is een publicatie van
FEBELCEM - Federatie van de
Belgische Cementnijverheid
Voltastraat 8 - 1050 Brussel
tel. 02 645 52 11
fax 02 640 06 70
http://www.febelcem.be
e-mail: info@febelcem.be

samenstelling
ir. arch. N. Naert

foto's:
A. Nullens
(tenzij anders vermeld)

verantw. uitgever:
J.P. Jacobs

wettelijk depot:
D/2002/0280/18

BESCHRIJVENDE TEKST "METSELMORTEL" (in te lassen in de lastenboeken) (*)

1. Algemene specificaties

- De grondstoffen van de metselmortel, de uitrusting van de productie-eenheid, de fabricatie, de prestaties, de controle en de identificatie van de metselmortel moeten de voorschriften van norm NBN B14-001, 1e uitgave, juni 1985 "Metselmortel" en de laatste editie van het Toepassingsreglement TRA 650 respecteren.
- Dit lastenboek vult de norm en het toepassingsreglement slechts aan daar waar deze een keuze opleggen.
- De metselmortel is van het type "met gespecificeerde prestaties". Dit impliceert dat de aannemer verantwoordelijk is voor de levering van een metselmortel die beantwoordt aan de verplichte prestatiekenmerken en facultatieve kenmerken, vereist door dit lastenboek, door de norm NBN B14-001 en het Toepassingsreglement TRA 650.

2. Bijzondere specificaties

De gebruikte terminologie is die van de norm NBN B14-001 en van het Toepassingsreglement TRA 650.

2.1 Eisen

Metselmortel voor	Eisen (1)			
	A	B	C	D
2.1.1 (2)				

(1) A : druksterkteklasse - B : watervasthoudingsvermogen - C : verwerkingstijd - D : facultatieve kenmerken

(2) Omschrijving van de constructie of het constructieonderdeel.

2.2 Controle van de conformiteit met de eisen

2.2.1 Voor de aanvang van het metselen moet de aannemer de herkomst van de metselmortel melden aan de bouwheer.

. De gebruikte metselmortel moet afkomstig zijn van een BENOR-productie-eenheid.

2.2.2 De metselmortel afkomstig van een productie-eenheid beschikkend over de BENOR-licentie wordt geproduceerd onder controle van een derde organisme. Hij moet niet meer gecontroleerd worden op de bouwplaats. De herkomst van een BENOR-metselmortel wordt bewezen door de leveringsbonnen die het BENOR-label dragen en het identificatienummer toegekend door het BENOR-certificatieorganisme. Op de bon moeten alle eisen van 2.1 vermeld staan. De leveringsbonnen worden bewaard op de bouwplaats en blijven ter beschikking van de bouwheer.

2.2.2.1 Controle van de overeenkomstigheid van de kenmerken met de eisen

Zowel de verplichte prestatiekenmerken als de facultatieve kenmerken maken deel uit van een industriële zelfcontrole door de producent en van een externe controle door een onafhankelijke keuringsinstelling.

2.2.2.2 Andere controles

Ingeval van twijfel behoudt de bouwheer zich het recht om op zijn kosten bijkomende controles uit te voeren of te laten uitvoeren. De aannemer wordt geacht hem hiertoe, kosteloos, de nodige assistentie te verlenen.

2.3 Bewaring, transport, verwerking en nabehandeling van de verse metselmortel

De aannemer wordt geacht de nodige maatregelen te treffen om de kwaliteit van de metselmortel te vrijwaren tijdens de bewaring op de bouwplaats, het transport op de bouwplaats, de verwerking en de duur van de verharding.

Deze maatregelen worden besproken in de norm NBN B14-001 §7.1 en de norm NBN B24-001 §3.2.3.

Telkens de bouwheer of zijn afgevaardigde, in het kader van zijn opdracht van algemeen toezicht op de werken, op de bouwplaats komt, zal hij streng toekijken op de strikte naleving van deze maatregelen.

2.4 Nalatigheid (inbreuk, overtreding) en niet-conformiteit

Wanneer de bouwheer merkt dat de technische en administratieve vereisten m.b.t. de kwaliteit van de metselmortel niet of onvoldoende nageleefd worden, stelt hij hiervan een proces-verbaal op en verwittigt hij de aannemer. Als deze laatste geen aannemelijke verklaring kan geven, wordt hem automatisch een forfaitaire boete van ... € per overtreding aangerekend.

(*) zie www.febelcem.be