

Uitvoeringsrichtlijn

Historisch metselwerk

(URL 4003)

Versie 1.2

Vastgesteld door het Centraal College van Deskundigen Restauratiekwaliteit op 26 juni 2015

ALGEMENE INFORMATIE BIJ DEZE UITGAVE

De Uitvoeringsrichtlijn 'Historisch Metselwerk' betreft voorbereidende en uitvoerende werkzaamheden bij het onderhouden en restaureren van historisch metselwerk aan cultuurhistorisch waardevolle objecten, met name aangewezen Rijks-, provinciale of gemeentelijke monumenten.

Relatie met BRL 4000

Een bedrijf dat zich wil onderscheiden op het gebied van historisch metselwerk kan een ERM-procescertificaat behalen. Een certificaathouder moet voldoen aan de eisen in deze uitvoeringsrichtlijn en in de Beoordelingsrichtlijn 'Onderhoud en restauratie van monumenten' (BRL ERM 4000). Op basis van deze uitvoeringsrichtlijn kan een procescertificaat verkregen worden voor het geheel aan toepassingsgebieden zoals genoemd onder 1.1. Hieronder vallen ook specifieke constructies zoals het metselen van gewelven en bogen. Er zijn geen deelcertificaten mogelijk. Het gecertificeerde bedrijf heeft het recht om het logo Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg te voeren.

Voorgeschiedenis

Deze richtlijn kwam tot stand onder begeleiding van een werkgroep met daarin vertegenwoordigers van de metselaarsbranche (H. Dijkman, D. Eckhardt, C. Post, K. van Randwijk, N. Heymen), de vakgroep Restauratie (M. de Boer), het Gevelgilde (M. van Milt), opdrachtgevers en hun adviseurs (C. Groot, K. Timmer, G. Vreugdenhil, R. Pater), de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en de overheid (M. van Hunen), de gemeenten (M. Netten), certificerende instantie (P. Bart) en de stichting ERM (Walter de Koning). E.J. Brans (VAWR) trad op als rapporteur.

De afbeeldingen 1, 3 en 6 (deel) zijn van Marcel Köppen, 2, 4, 5, 6 (deel) en 8 (deel) van Rothuizen Erfgoed. TNO leverde afb. 7, E.J. Brand afb 8. (deel). Figuur 1 is van Groot & Gunneweg, figuur 3, 4 en 5 van Caspar Groot.

Versie 1.1 van deze URL is op 12 september 2014 vastgesteld door de Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (ERM) en vervangt versie 1.0 van 20 juni 2014. Versie 1.1 bevat onder meer de doorwerking van de Europese regelgeving (Verordening Bouwproducten). Ook is een aantal tekstuele wijzigingen doorgevoerd.

In versie 1.2 zijn enkele passages uit hoofdstuk 1 en 5 verwijderd die betrekking hadden op certificering; die passages zijn overgezet naar BRL 4000. Hiermee is de grens tussen URL (norm) en BRL (borging) verbeterd. Verder is het voorwoord geactualiseerd en zijn enkele redactionele wijzigingen doorgevoerd. De verwijzingen naar EN-normen en Stabu zijn geactualiseerd.

Beheer

Deze uitvoeringsrichtlijn wordt beheerd door de Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (ERM). Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Restauratiekwaliteit, ondergebracht bij ERM, beheert deze uitvoeringsrichtlijn inhoudelijk. De actuele versie van deze uitvoeringsrichtlijn staat op de website van ERM (www.stichtingerm.nl) en is op elektronische wijze tegen ongewenste aanpassingen beschermd.

Het is niet toegestaan om wijzigingen aan te brengen in de originele en door het CCvD Restauratiekwaliteit goedgekeurde en vastgestelde teksten met het doel hieraan rechten te (kunnen) ontfemen.

© 2015 Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg

Vrijwaring

Behoudens in geval van opzet of grove schuld, is ERM niet aansprakelijk voor schade die ontstaat bij de certificatie-instelling, het uitvoerende (gecertificeerde) bedrijf of derden door het toepassen van deze uitvoeringsrichtlijn of bij het gebruik van de bijbehorende certificatieregeling.

INHOUD

1	Inleiding	5
1.1	<i>Onderwerp en toepassingsgebied</i>	5
1.2	<i>Typering historisch metselwerk.....</i>	5
2	Terminologie	6
2.1	<i>Algemeen</i>	6
2.2	<i>Begrippen en definities.....</i>	6
2.2.1	<i>Algemene begrippen en definities</i>	6
2.2.2	<i>Specifiek voor deze URL geldende begrippen en definities</i>	9
3	Eisen aan het proces	14
3.1	<i>Algemeen</i>	14
3.1.1	<i>Uitgangspunten bij beslissingen over onderhoud en restauratie.....</i>	14
3.1.2	<i>Restauratiecategorieën.....</i>	15
3.2	<i>Vorbereiding.....</i>	16
3.2.1	<i>Contractvorming.....</i>	16
3.2.2	<i>Afbakening verantwoordelijkheid (instapmomenten).....</i>	16
3.2.3	<i>Advisering werkzaamheden.....</i>	17
3.2.4	<i>Afwijkingen.....</i>	17
3.2.5	<i>Opname bestaande situatie</i>	17
3.2.6	<i>Vergunningen en aanvullende eisen</i>	18
3.2.7	<i>Vorbereiding op uitvoering</i>	18
3.3	<i>Vorbereidende werkzaamheden op de bouwplaats.....</i>	19
3.3.1	<i>Demonteren of uittomen van metselwerk algemeen</i>	19
3.3.2	<i>Uittanden.....</i>	19
3.3.3	<i>Inkassen, voorbereiden herstel lateraalscheuren</i>	20
3.3.4	<i>Vorbereiding herstel transversaalscheuren</i>	21
3.3.5	<i>Vorbereiding voor het inbrengen van wapening in de lintvoeg.....</i>	22
3.3.6	<i>Beschermende maatregelen.....</i>	23
3.4	<i>Metselen.....</i>	23
3.4.1	<i>Voor- en nabehandeling</i>	23
3.4.2	<i>Doorstrijkwerk</i>	23
3.4.3	<i>Inboetwerk</i>	23
3.4.4	<i>Inboeten vuilwerk</i>	24
3.4.5	<i>Herstel lateraalscheuren</i>	24
3.4.6	<i>Metselwerk rond de waterlijn</i>	25
3.4.7	<i>Liggend werk.....</i>	25
3.4.8	<i>Grondkerend of grondgedekt metselwerk</i>	25
3.4.9	<i>Scheuroverbruggende wapening.....</i>	25
3.4.10	<i>Verankering loodrecht op het gevelvlak (renovatie-spouwmuurverankering)</i>	25
3.4.11	<i>Signalering.....</i>	26
3.5	<i>Eisen aan de opleveringscontrole.....</i>	26
3.5.1	<i>Oplevering, garantie en nazorg</i>	26
4	Eisen aan toegepaste materialen.....	27

4.1	Algemeen	27
4.2	Levering van materialen.....	27
4.3	Grondstoffen, algemeen.....	27
4.4	Hydraulische kalk	27
4.5	Luchthardende kalk.....	27
4.6	Cement.....	27
4.7	Zand	27
4.8	Tras	28
4.9	Hulpstoffen	28
4.10	Water.....	28
4.11	Baksteen	28
4.11.1	Keuze van de steen	28
4.11.2	Eigenschappen algemeen	29
4.11.3	Fysische compatibiliteit	29
4.11.4	Monster	29
4.11.5	Overig	29
4.12	Metselmortel.....	29
4.12.1	Toepassingsgebieden.....	29
4.12.2	Hechting.....	31
4.12.3	Verankeringen.....	32
4.12.4	RVS wapeningsstaven.....	32
4.12.5	Overige verankeringsmaterialen	32
5	Eisen aan kennis en ervaring	33
	Bijlage 1: Keuzetabel restauratiecategorieën	34
	Bijlage 2: Richtlijn voor nader onderzoek van de samenstelling van de metsel- of voegmortel.....	41
	Bijlage 3: Vergunningplicht: wetten en verordeningen.....	42
	Bijlage 4: Scheuroverbruggende wapening	45
	Bijlage 6: Zand	47
	Bijlage 7: Beproeving initiële wateropzuiging (IW) en vrijwillige wateropneming (VW)	49
	Bijlage 8: Referentietabel	52
	Bijlage 9: Hechtproeven op de bouwplaats.....	53
	Bijlage 10: Literatuurlijst	54

1 Inleiding

1.1 Onderwerp en toepassingsgebied

Deze uitvoeringsrichtlijn betreft voorbereidende en uitvoerende werkzaamheden bij het onderhouden en restaureren van historisch metselwerk aan cultuurhistorisch waardevolle objecten, met name aangewezen Rijks-, provinciale of gemeentelijke monumenten.

Het toepassingsgebied omvat metselwerk, globaal overeenkomend met Stabu Hoofdstuk 22 Metselwerk.

Onder historisch metselwerk als bedoeld in deze uitvoeringsrichtlijn vallen ook specifieke constructies zoals het metselen van gewelven en bogen.

Zeer specialistische werkzaamheden, zoals het metselen of restaureren van fabrieksschoorstenen of ovens, vallen niet onder deze richtlijn.

Voor voegwerk wordt verwezen naar de URL 4006 'Voegwerk' en bij toepassing van natuursteen naar de URL 4007 'Steenhouwwerk'.

1.2 Typering historisch metselwerk

Materiaaltechnisch kan historisch metselwerk afwijken van nieuw metselwerk. Daarnaast geldt bij de restauratie van historisch metselwerk een wezenlijk andere benadering dan bij renovatie van modern metselwerk, vanwege de cultuurhistorische betekenis van het materiaal en de verschijningsvorm.

Vanwege deze verschillen gelden bij historisch metselwerk de eisen in deze URL vóór eisen aan nieuw metselwerk.¹

¹ Bedoeld wordt onder meer de 'Uitvoeringsrichtlijn Metselwerk constructies: Baksteen, bouwblokken en -stenen van beton, cellenbeton en kalkzandsteen' en de CUR 61: 2013.

2 Terminologie

2.1 Algemeen

In 2.2 staat een groot aantal begrippen en definities benoemd. Aanvullend gelden in deze URL termen en begrippen over de kwaliteitszorg van monumenten zoals geformuleerd op de website van de Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (www.stichtingerm.nl). Voor algemene begrippen in de monumentenzorg die niet staan in onderstaande lijst gelden verder definities zoals beschreven in 'Bouwkundige termen', Haslinghuis en Janse, 5^e druk, Leiden 2004.

2.2 Begrippen en definities

2.2.1 Algemene begrippen en definities

Begrippen en definities zoals onder meer genoemd in de BRL 'Onderhoud en restauratie van monumenten' (BRL ERM 4000):

Adviseur	Deskundige gericht op de instandhouding van het monument ten aanzien van bouwtechnische en/of bouwhistorische aspecten. ²
Architect	In restauratie gespecialiseerde architect ³ die is ingeschreven in het Architectenregister, beheerd door het Bureau Architectenregister (BA) of een daarmee vergelijkbaar register in een lidstaat van de EU.
Bedrijfsopleidingsplan	Een periodiek te actualiseren document dat beschrijft welke kennis en kunde binnen het bedrijf aanwezig is, hoe deze kennis en ervaring op peil te houden, uit te wisselen en over te dragen, welke behoeften, tekorten, verbeterpunten en aandachtspunten er bestaan en hoe deze in te vullen, als uitvloeisel van het beleidsplan met de strategische- en operationele doelstellingen van het bedrijf en toegespitst op de bijzonderheden van het uit te voeren restauratiewerk.
Beoordelingsrichtlijn (BRL)	In deze uitvoeringsrichtlijn is dat de Beoordelingsrichtlijn 'Onderhoud en restauratie van Monumenten' (BRL ERM 4000).
Certificaat	De kwaliteitsverklaring zoals deze wordt afgegeven door de certificatie-instelling (CI) aan een certificaathouder.
Certificaathouder	De rechtspersoon aan wie het certificaat is afgegeven.
Certificatie-instelling	De door ERM aangestelde instelling die aan de hand van de uitgevoerde toetsen een certificaat verstrekt aan een certificaathouder.
Compatibiliteit	Mate waarin de eigenschappen van het nieuwe materiaal is afgestemd op het bestaande. Een ingreep of behandeling mag geen schade (in technische of esthetische zin) toebrengen aan het aanwezige historische materiaal. De ingreep zelf dient binnen die randvoorwaarden zo duurzaam mogelijk te zijn.

² Bij voorkeur een adviseur die voldoet aan de EMA-criteria. Adviseurs die erkend zijn op basis van de EMA voldoen aan de deskundigheidseisen die gelden voor het realiseren van de door ERM voorgestane restauratie-kwaliteit.

³ Bij voorkeur een architect die voldoet aan de GEAR-criteria. Architecten die erkend zijn op basis van de GEAR, voldoen aan de ambities en uitgangspunten die gelden voor het realiseren van de door ERM voorgestane restauratiekwaliteit.

Competentie	Aangetoond vermogen om kennis, vaardigheden en/of houding en persoonlijke kwaliteiten in voorkomende situaties op adequate, doelbewuste en gemotiveerde wijze proces- en resultaatgericht toe te passen.
Conserveren	Werkzaamheden aan (onderdelen van) een gebouw of object om verval te stoppen of dreigende aantasting te voorkomen met als doel zo veel mogelijk handhaven van de aangetroffen staat.
Externe kwaliteitsbewaking (EKB)	Een certificatie-instelling bewaakt als externe partij of het systeem van interne kwaliteitsbewaking en de uitvoeringspraktijk van de organisatie aan de eisen van de BRL/erkenningregeling voldoen
Fabrikant	Een natuurlijke of rechtspersoon die een bouwproduct vervaardigt of laat ontwerpen of vervaardigen, en dat product onder zijn naam of merknaam verhandelt.
Herbehandelbaar(heid)	Herbehandelbaarheid betekent dat wanneer de behandeling is gedegradeerd tot een niet-acceptabel niveau, het mogelijk moet zijn om een nieuwe behandeling aan te brengen.
Hoofdaannemer	Een organisatie in het maatschappelijk verkeer die zelfstandig en voor eigen rekening en risico een bedrijf voert, eventueel met inschakeling van onderaannemers.
Imiteren	Vervaardigen van een nieuw onderdeel in de oorspronkelijke vorm met gebruikmaking van nieuwe technieken en oorspronkelijke of modernere materialen.
Instandhouding	Het proces van voorbereiding en uitvoering gericht op het fysiek handhaven en laten functioneren van gebouwen of objecten en hun onderdelen door middel van conserveren, onderhouden, repareren, kopiëren, imiteren en verbeteren.
Karakteristiek gebouw of object	Een gebouw of object, dat niet als monument is beschermd, maar een kenmerkend onderdeel vormt van een stads- of dorpsgezicht (naar het oordeel van burgemeester en wethouders).
Klein bedrijf (gecertificeerd)	Certificaathouder die, gedurende het laatste jaar, een bepaald maximaal aantal mensjaren eigen medewerkers werkzaam heeft in de restauratie van monumenten. Hieronder vallen ook zelfstandigen zonder personeel (zzp) en ondernemers zonder personeel (ozp). Dit maximaal aantal medewerkers wordt in de BRL nader gespecificeerd.
Kopiëren	Vervaardigen van een nieuw onderdeel in oorspronkelijke vorm met gebruikmaking van oorspronkelijke technieken en oorspronkelijke of gelijke(soortige) materialen.
Kwalificatie	Bewijs van persoonlijke eigenschappen, opleiding, training en/of werkervaring.
Midden- en grootbedrijf (gecertificeerd)	Certificaathouder die, gedurende het laatste jaar, een bepaald minimum aantal mensjaren eigen medewerkers werkzaam heeft in de restauratie van monumenten. Dit minimum aantal medewerkers wordt in de BRL nader gespecificeerd.

Monument	Een onroerend goed (gebouw of object) dat als beschermd is geregistreerd door rijk, provincie of gemeente. Onder monumenten vallen ook gebouwen en objecten die voorbescherming als monument genieten.
Onderhouden	Werkzaamheden aan (onderdelen van) een gebouw of object die in principe worden uitgevoerd met een regelmatige interval en voorzien in een periodiek voorzienbare behoefte, mede met als doel de uitstraling op peil te houden en ingrijpendere werkzaamheden te voorkomen.
Opdrachtgever	De opdrachtgever van het bedrijf, in het geval van een aannemer is dit doorgaans de principaal in het bouwproces, eventueel vertegenwoordigd door zijn architect of adviseur.
Prestatie	De mate waarin een eigenschap (bijvoorbeeld sterkte of waterdichtheid) voldoet aan de eis, uitgedrukt in een grenswaarde en gemeten, berekend of beproefd volgens de bij de eisen behorende bepalingsmethode. ⁴
Proefstuk	Een representatief voorbeeld op welke wijze het werk wordt geconserveerd, gerepareerd, gekopieerd, geïmiteerd of verbeterd met materialen in de juiste kwaliteit, vorm en samenstelling.
Projectplan	Een document dat de planmatige samenhang beschrijft van de specifieke maatregelen, voorzieningen en volgorde van activiteiten die nodig zijn voor de realisatie en de kwaliteitszorg van een project.
Reconstrueren	Het in een vroegere verschijningsvorm terugbrengen.
Renoveren ⁵	Het vernieuwen van een gebouw om het te laten voldoen aan eigentijdse eisen op het gebied van: veiligheid, functionaliteit, comfort en duurzaamheid (waaronder milieubelasting). Binnen deze BRL valt daaronder: verbeteren.
Repareren	Plaatselijke herstelwerkzaamheden waarbij zo weinig mogelijk materiaal wordt vervangen, veranderd of toegevoegd met gebruikmaking van oorspronkelijke of modernere reparatiematerialen.
Restauratie	In het algemeen het onderhouden, herstellen, aanpassen, verbeteren of in de oorspronkelijke staat terugbrengen van een monument of historisch (kunst)object.
Restaureren	Het uitvoeren van herstelwerkzaamheden aan gebouwen met monumentenstatus dan wel met een duidelijke cultuurhistorische waarde, die verder gaan dan normaal onderhoud en tot doel hebben het gebouw in goede staat te brengen met behoud van cultuurhistorische waarden. Binnen deze BRL vallen daaronder: conserveren, repareren, kopiëren en imiteren.

⁴ Deze definitie kijkt af van de definitie in de Bouwproducten Verordening (CPR). Wanneer een 'prestatie conform de CPR' wordt bedoeld, dan wordt dit vermeld.

⁵ Onder renoveren wordt in het algemeen verstaan: het grondig opknappen en moderniseren van oude woningen, gebouwen of wijk. In de restauratiesector wordt renoveren ook wel gebruikt voor het opknappen van historische gebouwen zonder monumentenstatus. 'Restauratieprojecten' bij een monument of cultuurhistorisch belangrijk gebouw omvatten in toenemende mate ook werkzaamheden die als renovatie gekenschetst kunnen worden. Vooral ook wanneer er sprake is van ander of intensiever gebruik. Bijvoorbeeld werkzaamheden rond het isoleren en het gebruik van uit energetisch oogpunt betere installaties.

Reversibiliteit ⁶	Een ingreep moet volledig omkeerbaar zijn. Of het gaat bij de ingreep om een herkenbare toevoeging, die dankzij de herkenbaarheid weer ongedaan kan worden gemaakt.
Scholingsplan	Een periodiek te actualiseren meerjarig document (ten minste voor twee jaar) dat beschrijft welke kennis en kunde bij het bedrijf aanwezig is, hoe deze kennis en ervaring op peil wordt gehouden en welk tekort aan kennis er is en hoe deze lacune wordt opgevuld.
Slopen	Als slopen (demonteren) worden alle activiteiten aangemerkt waarbij materiaal vernietigd of zodanig verwijderd wordt dat het niet meer of zeer beperkt ter plaatse voor hergebruik in aanmerking komt.
Uitvoeringsrichtlijn (URL)	Een document met uitvoeringstechnieken, methoden en de technische specificaties van materialen, gebruik van producten, verbindingen etc. Een uitvoeringsrichtlijn valt altijd onder een Beoordelingsrichtlijn en moet altijd in samenhang hiermee gelezen worden.
Verbeteren ⁷	Vervaardigen van een nieuw onderdeel in oorspronkelijke of aangepaste vorm met gebruikmaking van nieuwe technieken en oorspronkelijke of modernere materialen; waarbij de prestaties worden verbeterd ten aanzien van: veiligheid, functionaliteit, comfort en duurzaamheid (milieubelasting).
Vernieuwen	Het vervangen van het bestaande voor een nieuw vervaardigd onderdeel in een oude vorm. Vernieuwen kan door kopiëren, imiteren of verbeteren.
Vervangen	Het door nieuw gelijk(soortig) materiaal vervangen van een totaal aangeast onderdeel dat niet meer te conserveren, te repareren of opnieuw te gebruiken is.
Voorbescherming	Voorbescherming houdt in dat het vergunningenstelsel van de Monumentenwet (voor archeologische monumenten) respectievelijk de Wabo (voor andere dan archeologische monumenten) gedurende de procedure tot aanwijzing als beschermd monument van overeenkomstige toepassing is.
Waardenstelling	Het vaststellen van de cultuurhistorische waarde (monumentale waarden) van gebouw of bouwdeel. De waardenstelling beargumenteert waarom bepaalde bouwdelen het behouden waard zijn. Hierbij worden vijf hoofdcriteria gehanteerd: cultuurhistorische waarden, architectuur- en kunsthistorische waarden, situationele en ensemblewaarden, gaafheid en herkenbaarheid en zeldzaamheid.
Werkplan	Een plan van aanpak (omschreven planning en werkwijze) voor in ieder geval de risicovolle en restauratie-specifieke onderdelen van het werk.

2.2.2 Specifiek voor deze URL geldende begrippen en definities

Anti-graffiti	Een voorbehandeling met op de omstandigheden aangepaste en afgestemde anti-hechtingsmiddelen en -methoden om het indringen van graffiti in de ondergrond te voorkomen en aangebrachte graffiti eenvoudig en zonder schade aan de ondergrond te verwijderen.
Baksteen	Uit gebakken klei vervaardigd bouwelement. Waar in deze URL gesproken wordt over baksteen of steen, worden alle soorten steen bedoeld die op

⁶ Reversibiliteit betekent in dit geval 'omkeerbaar zonder schade te veroorzaken'.

⁷ Zie ook het begrip Renoveren. 'Renoveren' heeft betrekking op het gebouwniveau en 'verbeteren' op onderdeelniveau.

	een kunstmatige wijze worden vervaardigd, vroeger ook bekend onder de naam 'kunststeen'.
Bastaardmortel	Een mortel waarvan het bindmiddel zowel uit kalk als cement bestaat.
Bloktand	Metselwerk (eventueel na uitnemen daarvan) eindigend in bloksgewijze in- en uitspringsing. Daarbij kan de verspringsing het verband en/of de lagen volgen, maar dit is niet per se noodzakelijk (zie ook afb. 2).
Cement	Snel hardend bindmiddel dat ontstaat na vermaling tot poeder van het product (klinker) dat is ontstaan door verhitting van een mengsel van kalksteen en kleibestanddelen (andere materialen kunnen zijn toegevoegd of ingemengd).
Doorstrijken	De handeling waarbij de metselmortel, na enige opstijftijd, in vrijwel dezelfde arbeidsgang als het metselen wordt afgewerkt. Hierdoor is het naderhand aanbrengen van een voeg overbodig. Een doorgestreeken voeg is technisch gezien duurzamer en bevordert een optimale natuurlijke droging van het muurwerk.
E-Modulus	Elasticiteitsmodulus. Geeft de mate van stijfheid aan van een materiaal of constructie. De eenheid hiervan is N/mm^2 .
Granulaat	Zie: Verschralingsmiddel.
Hallergetal	Getalswaarde voor het vochtgedrag van de steen. Zie ook 'Initiële Wateropzuiging' met de volgende verschillen: <ul style="list-style-type: none">- het Hallergetal wordt bepaald aan de steen zoals deze wordt aangetroffen op tijdstip van verwerking op de bouwplaats (dus niet vooraf gedroogd).- de steen wordt dieper (1 cm) in het water gestoken;- het Hallergetal wordt uitgedrukt in $gr/(dm^2 \cdot min)$.
Hervoegen	Vervangen van reeds aanwezig voegwerk of doorgestreeken voegwerk.
Hydratatie	Het chemische proces waarbij cement (of het deel van de kalk dat hydraulische eigenschappen heeft) verhardt door chemische opname van water/vocht.
Hydraulische kalk (HL)	Een bindmiddel bestaande uit luchtkalk waaraan andere materialen zijn toegevoegd zoals cement, hoogovenslak, vlieg-as, kalksteenmeel en andere geschikte materialen om de kalk hydraulische eigenschappen te geven. Hydraulische kalk hardt uit door een chemische reactie met water en kan onder water uitharden. Het luchtkalkgedeelte hardt uit door kooldioxide (CO_2) uit de lucht.
Hydrofoberen	Het waterafstotend maken van een oppervlak of ondergrond met een chemisch preparaat.
Inboeten	Alle handelingen die noodzakelijk zijn voor het inbrengen van nieuwe (bak)steen, aansluitend aan het verband van het naast- en eventueel achterliggende werk.
Initiële wateropzuiging (IW)	Een maat voor de hoeveelheid water die een vooraf gedroogde baksteen in de eerste minuut in contact met water (5 mm diep) kan opzuigen. De IW is het gewichtsverschil van de steen vóór en na wateropzuiging, gedeeld door het oppervlak van dat deel van de steen dat in het water heeft gelegen. De IW wordt uitgedrukt in $kg/(m^2 \cdot min)$.
Inkassing	Opening of kas die een metselaar in een (bestaande) muur openlaat of maakt om nieuw metselwerk goed en stevig te kunnen laten aansluiten of in te boeten in de diepte van de muur. Inkassen vindt plaats loodrecht op

	<p>het vlak van de muur.</p> <p>Onderscheiden worden getande kassen (waarbij inkassingen worden gemaakt in het verband van het metselwerk) en blokvormige kassen (waarbij over meerdere lagen en meerdere strekken het metselwerk in- en uitspringt) (zie ook afb. 4).</p>
Kalk	<p>Gebluste kalk die verhardt onder invloed van koolzuur uit de lucht (zie: Luchtkalk) of onder invloed van water (zie: Hydraulische kalk).</p> <p>Ongebluste kalk is het product van het 'branden' van kalk uit kalksteen of schelpen. Hierbij ontstaat calciumoxide (CaO).</p> <p>Gehydrateerde kalk is ongebluste kalk waaraan precies genoeg water wordt toegevoegd om CaO en MgO om te zetten in calciumhydroxide en magnesiumhydroxide. Dit wordt ook wel gebluste kalk genoemd.</p>
Kalkdeeg	<p>Zie: Putkalk.</p>
Lateraalscheur	<p>Type scheur waarbij het metselwerk evenwijdig aan het gevelvlak gescheurd is. Hierbij vormt zich vaak een schil.</p>
Luchtkalk	<p>Kalk die verhardt onder invloed van koolzuur uit de lucht. Ook wel 'vette kalk' genoemd.</p>
Metselmortel	<p>Ook wel 'legmortel' genoemd. De uitgeharde specie, of het mengsel van droge bestanddelen, die wordt gebruikt om de individuele stenen te verbinden. Na aanmaken met water ontstaat een specie, ook wel natte mortel genoemd.</p>
Metselwerk	<p>Een historisch bepaalde samenstelling van baksteen, keramiek, natuursteen, kalkzandsteen of beton, al dan niet voorzien van waterkerende voorzieningen zoals uitkragingen, lijsten, afzaten, ezelsruggen en rollagen.</p>
Natuurlijke Hydraulische Kalk (NHL)	<p>Een kalk met hydraulische eigenschappen die ontstaan bij het branden van kalksteen die klei of silica bevat, tot poeder gereduceerd door blussen (met of zonder malen). NHL hardt uit door een chemische reactie met water en kan dus onder water uitharden. Het gedeelte in de NHL dat uit luchtkalk bestaat hardt uit door kooldioxide (CO₂) uit de lucht.</p>
Poederkalk	<p>Eindproduct van het kalk blussen waarbij precies voldoende water is toegevoegd om alle ongebluste kalk te blussen, ook wel droog blussen genoemd.</p>
Poriënvolume	<p>Het geheel aan met lucht of water gevulde ruimten tussen het bindmiddel en aggregaat zoals zand.</p>
Putkalk	<p>Gehydrateerde kalk waaraan water wordt toegevoegd, of ongebluste kalk waaraan meer water aan wordt toegevoegd dan nodig is voor de chemische reactie en die daarna voor langere tijd onder water wordt bewaard. Wordt ook wel gerotte kalk genoemd.</p>
Puzzolaan	<p>Toeslagstof in mortel. Puzzolanen geven kalkgebonden mortels hydraulische eigenschappen, maar hebben die eigenschappen van zichzelf niet. Onderscheiden worden natuurlijke puzzolanen (zoals tras van gemalen tufsteen) en synthetische puzzolanen die verkregen worden door het vermalen tot poeder van zeer zachte baksteen of dakpannen.</p>
Reinigen	<p>Onder reinigen worden alle handelingen verstaan waarbij materiaal wordt verwijderd, zoals: spoelen, afsputten, straaltechnieken, schoonmaken met (bio)chemische middelen, schuren, slijpen, polijsten en laseren.</p>

Schelpkalk	Kalk gebrand van schelpen (aragoniet) afkomstig uit zee. Schelpkalk wordt getypeerd als zwak hydraulisch.
Staande tand	Metselwerk – eventueel na het uitnemen daarvan – dat verticaal eindigt en daarbij het verband en de lagen volgt. Een staande tand kan zowel in het muurvlak worden aangebracht als in massief werk, loodrecht daarop (zie afb. 2).
Steen	Zie: 'Baksteen'.
Steenkalk	Kalk verkregen uit het branden en blussen van kalksteen. Nagenoeg zuivere kalksteen levert luchtkalk op. Kalksteen met kleiachtige bestanddelen levert hydraulische kalk op.
Transversaalscheur	Scheurtype waarbij het metselwerk een scheur vertoont, loodrecht op het gevelvlak. Meestal is het metselwerk over de volle diepte gescheurd.
Tras	Een puzzolaan. Toeslagstof verkregen door het vermalen van tufsteen tot poeder. Toegepast als toeslagstof in vochtbelast metselwerk om de vochtkerende eigenschappen te verbeteren. Toepassing in niet-vochtbelast metselwerk is riskant. Samen met gebluste kalk en water werkt tras als bindmiddel.
Traskalk	Mengsel van tras en kalk, waarbij het volume tras niet groter is dan het volume kalk.
Uithalen	Het verwijderen van voegwerk waarmee (bak)steen is gevoegd.
Uitnemen	Het verwijderen van één (bak)steen of enkele (bak)stenen uit metselwerk.
Uittanden	Het beëindigen van het metselwerk – of het door uitnemen van metselwerk creëren van een beëindiging van metselwerk – met als resultaat een getande vorm, meestal bedoeld om hierop later metselwerk aan te sluiten. Uittanden vindt plaats in het vlak van de muur. Soorten vertandingen zijn de vallende tand en staande tand (die in principe uitgaan van het metselverband) en de bloktand (die zowel toegepast kan worden om in verband aan te sluiten als voor het verbinden van metselwerk met verschillend verband of uit verschillende steenformaten) (zie afb. 2).
Vallende tand	Metselwerk – eventueel na uitnemen hiervan – dat trapsgewijs naar beneden toe breder wordt en daarbij het verband en de lagen volgt. Een vallende tand kan zowel in het muurvlak worden aangebracht als in massief werk, loodrecht daarop.
Verschralingsmiddel	Ook granulaat genoemd. Ook zand valt hieronder.
Voeg	Een met mortel gevulde ruimte tussen de bakstenen van het metselwerk of blokken natuursteen. Verticale (stoot- of staande voeg) of horizontale (lint- of liggende voeg) in metselverbanden.
Voegmortel	De uitgeharde samenstelling van bindmiddelen en vulmiddelen; ook wel het mengsel van droge bestanddelen.
Voegspecie	Het met water aangemaakte, (nog) verwerkbare mengsel van bindmiddelen en vulmiddelen.
Voegwerk	Het geheel van afgewerkte voegen door het in een aparte arbeidsgang inbrengen van voegmortel in samenhang met het aanwezige metselwerk.
Vol en zat	Metselwijze waarbij de ruimte tussen de bakstenen volledig gevuld is met mortel.

Vrijwillige wateropneming	Geeft de opnamecapaciteit weer van vocht door de baksteen over een langere periode. Mate van porositeit. Hiervoor wordt een gedroogde baksteen-baksteen gewogen onder water gelegd. Na 48 uur wordt de steen gewogen. Het verschil in gewicht tussen vóór en na de onderdompeling, gedeeld door het volume levert het aandeel van door water te verzadigen poriën op. De eenheid hiervan is vol%.
Waterkalk	Zie: Putkalk.
Zand	Zie: Verschralingsmiddel
Zout	Een ongewenst (want meestal schadelijk werkend) bestanddeel in metsel- en voegmortel. We onderscheiden: chloriden (keukenzout), nitraten en sulfaten.

3 Eisen aan het proces

3.1 Algemeen

3.1.1 Uitgangspunten bij beslissingen over onderhoud en restauratie

Deze paragraaf bevat de uitgangspunten bij het vooraf nemen van beslissingen door de opdrachtgever over onderhoud en restauratie van monumenten. Voor andere partijen kan de paragraaf een hulpmiddel zijn bij overleg met de opdrachtgever.

Restauratie van cultureel erfgoed is alleen zinvol als dit de betekenis ervan, wat betreft onder meer (cultuur)historische, esthetische of architectonische waarden, blijvend in stand houdt of versterkt. Essentieel hierbij is dat erfgoed op een verantwoorde wijze wordt beheerd. Het gaat bij restaureren en beheren om het zo veel mogelijk vertragen van de tand des tijds. De tand des tijds dwingt tot regelmatig ingrijpen, waarbij in beginsel geldt: conserverend herstel.

Bij ingrepen gelden onderstaande uitgangspunten. Deze uitgangspunten gelden zowel voor het gebouw of object als geheel, als voor een onderdeel daarvan.

De eerste stap bij restauratie is waardenstelling (herkennen en erkennen van waarden) door gekwalificeerd personeel of een ingehuurde adviseur. De waardenstelling moet aantoonbaar en toetsbaar zijn.

De tweede stap bij restauratie is het bepalen in welke mate wordt ingegrepen en hoe.

Elke ingreep is in meer of mindere mate een aantasting van cultuurhistorische waarde(n). Eisen die gesteld moeten worden aan een ingreep zijn:

- Beperk de omvang van de ingreep, 'zo veel als noodzakelijk is en zo weinig als mogelijk is'.
- Voer de ingreep degelijk uit, om (opnieuw) ingrijpen zo veel mogelijk te voorkomen of zo lang mogelijk uit te stellen.
- De ingreep moet passend (compatibel) zijn binnen de gegeven situatie (invloed op fysische processen mag niet tot schade leiden, reparaties moeten zwakker zijn dan het origineel).
- Vervang bij voorkeur met hetzelfde materiaal (of materiaal met dezelfde eigenschappen) en/of dezelfde techniek.

Dit heeft als consequentie dat bij ingrepen beoordeeld dient te worden of een maatregel

- compatibel⁸ is en
- herbehandelbaar⁹ of
- omkeerbaar (reversibel)¹⁰.

Op basis van bovenstaande is een voorkeursvolgorde te definiëren voor ingrepen bij restauratie. Hierbij hanteren we onderstaande hiërarchie van restauratiecategorieën: de zogenaamde 'restauratieladder'. Daarbij heeft een bepaalde regel uit oogpunt van onderhoud en restaureren steeds de voorkeur boven de regel eronder (zie Tabel 1). Welke restauratiecategorie van toepassing is, hangt af van de fysieke samenhang en de historische waardenstelling van het betreffende bouwdeel. De genoemde restauratiecategorieën zijn die zoals vastgelegd in de BRL 'Onderhoud en restauratie van monumenten' (BRL ERM 4000, 6.1.1). Bijzonderheden specifiek voor historisch metselwerk worden hierna benoemd onder 3.1.2.

⁸ *Compatibiliteit*: Een ingreep of behandeling mag geen schade (in technische of esthetische zin) toebrengen aan het aanwezige historische materiaal. De ingreep zelf dient binnen die randvoorwaarden zo duurzaam mogelijk te zijn.

⁹ *Herbehandelbaarheid*: Een ingreep of behandeling moet herhaalbaar zijn na degradatie van de ingreep tot een onacceptabel niveau.

¹⁰ *Reversibiliteit*: Een ingreep moet volledig omkeerbaar zijn. Of het gaat bij de ingreep om een herkenbare toevoeging, die dankzij de herkenbaarheid weer ongedaan kan worden gemaakt.

De hier beschreven uitgangspunten vormen overigens ook een goed uitgangspunt bij ingrepen bij gebouwen en objecten zonder de status van beschermd monument.

Tabel 1: Hiërarchie van restauratiecategorieën (restauratieladder)

1. Conserveren/onderhouden	
2. Repareren	
3. Vernieuwen	a. Kopiëren
	b. Imiteren
	c. Verbeteren

↓ Voorkeursvolgorde

Toelichting bij Tabel 1

In deze hiërarchie van restauratiecategorieën ('restauratieladder') gaan conserveren, onderhoud en repareren voor vernieuwen. Het materiaal is immers de fysieke drager van de historische waarde. Als conserveren of onderhoud onvoldoende is, gaat men over tot repareren. Indien onderdelen niet meer gerepareerd kunnen worden, volgt vernieuwen.

Dit betekent dat alleen vernieuwing plaatsvindt bij:

- bedreiging van het voortbestaan (het verval van gebouw of gebouwdeel kan niet gestopt worden);
- bij technisch falen van een constructie, materiaal of afwerking (er moet bij vernieuwen – althans voor de professional – herkenbaar zijn dat sprake is van 'later werk').

Bij vernieuwen zijn er drie opties: kopiëren, imiteren en verbeteren. Als traditionele technische middelen niet toereikend blijken om een monument te restaureren (kopiëren), dan is het aanvaardbaar om een beroep te doen op bewezen moderne conserverings- en constructiemethoden (imiteren). Het verbeteren van (onderdelen van) monumenten is alleen van toepassing indien een gebruikersdoel hierom vraagt (bijvoorbeeld eisen die voortvloeien uit het veilig kunnen gebruiken van een monument) en de waardenstelling hiervoor de ruimte geeft.

Zie voor meer informatie verder de BRL 'Onderhoud en restauratie van monumenten' (BRL ERM 4000, 6.1.1).

3.1.2 *Restauratiecategorieën*

Zie voor algemene specificaties omtrent restauratiecategorieën hetgeen is omschreven in de ERM-beoordelingsrichtlijn (BRL ERM 4000).

Specifiek voor historisch metselwerk gelden verder de volgende definities:

1. Conserveren (passieve conservering): ingrepen gericht op het remmen van verval (zoals verwijderen van oppervlakkige vervuiling, mos of algen waar deze kunnen leiden tot versnelde erosie, dichten van kleine scheuren om inwatering te verminderen, zeer plaatselijk individuele baksteen vervangen om de waterhuishouding op de gevel te herstellen). Zie ook Afbeelding 1.
2. Repareren (actieve conservering): ingrepen gericht op het herstellen van schade (zoals het plaatselijk verwijderen en opnieuw aanbrengen van individuele (bak)stenen en beperkte hoeveelheid metselwerk, inboeten).
3. Vernieuwen
 - a) Kopiëren: (aanvullend of vervangend) aanbrengen van metselwerk in het oorspronkelijke verband en voegtype, met dezelfde materialen en technieken als in het oorspronkelijke werk;
 - b) Imiteren of reconstrueren: (aanvullend of vervangend) aanbrengen van metselwerk in het oorspronkelijke metselverband en voegtype, waarbij wordt afgeweken van toegepaste materialen en technieken in het oorspronkelijke werk. Dit bijvoorbeeld aan de hand van elders uitgevoerd metselwerk (imiteren) of op basis van (archief)gegevens (reconstrueren).
 - c) Verbeteren: hierbij blijft het beeld zo veel mogelijk gehandhaafd, maar worden aanvullende eigenschappen toegevoegd, zoals een verbeterde vocht- en afwatering of thermische isolatie.

In Bijlage 1 'Keuzetabel restauratietechnieken' zijn deze categorieën gekoppeld aan ingreepmogelijkheden.



Afbeelding 1. Zeer plaatselijk uithemen van individuele baksteen

3.2 Voorbereiding

3.2.1 Contractvorming

Voorafgaand aan de werkzaamheden zijn er goedkeurmomenten wat betreft opname, specificaties en procedures rond onverwachte zaken, rapportage en eindverantwoording. Leg deze vast in offerte en opdrachtbevestiging, conform art. 6.3 'Goedkeurmomenten' van BRL ERM 4000. Verwijs wat betreft werkzaamheden in de offerte naar de restauratiecategorieën zoals omschreven onder 3.1.2 (en in Tabel 1).

Als de werkzaamheden plaatsvinden zonder tussenkomst van een architect, adviseur of (hoofd)aannemer, valt de uitvoering van het metselwerk onder verantwoordelijkheid van de opdrachtnemer. Deze doet een opname zoals omschreven onder 3.2.5.

Indien een architect of adviseur het restauratie- of instandhoudingsplan opstelt, moet het uitvoerend bedrijf vooraf het restauratie- of instandhoudingsplan beoordelen op uitvoerbaarheid en (laten) toetsen aan deze URL, aan de hand van relevante delen uit bestek, werkomschrijvingen en tekeningen. Het uitvoerend bedrijf controleert daarnaast of deze metsel- en voegwerk met de vereiste kwaliteit kan leveren met de opgegeven of voorgeschreven metsel- en/of voegspecie.

Als dat niet mogelijk is of hierover twijfel bestaat, meldt de opdrachtnemer dit vóór het indienen van een offerte aan de opdrachtgever.

De opdrachtnemer legt – naast de opname, zie 3.2.5 – in de aanbieding duidelijk het volgende vast:

- welke materialen van het te vervangen of te verwijderen metselwerk afgevoerd kunnen worden en welke eigendom blijven van opdrachtnemer of opdrachtgever;
- hoe en voor wiens rekening waardevolle onderdelen (zoals verwijderde decoratieve ornamenten en gedemonteerde balkankers) worden opgeslagen;
- dat bij afwijkingen van de situatie, werkomschrijving, bestek en/of tekeningen dit schriftelijk wordt gemeld aan de opdrachtgever en dit waar nodig alsnog wordt opgenomen in het contract;
- of de opdrachtnemer metsel- en voegwerk kan leveren van de vereiste kwaliteit, indien sprake is van toepassing van bijzondere mortels (met daarin speciale toeslagstoffen, naast traditionele bind- en toeslagstoffen) – eventueel na onderzoek.

3.2.2 Afbakening verantwoordelijkheid (instapmomenten)

Een opdracht kan op verschillende momenten in het proces kan worden verleend. De opdrachtnemer kan alleen verantwoordelijkheid nemen voor het deel van het proces waarbij hij betrokken is. Deze beperking geldt ook voor het realiseren van de uitgangspunten van het werk.

3.2.3 Advisering werkzaamheden

Als zonder tussenkomst van een derde partij werkzaamheden worden uitgevoerd voor een opdrachtgever, behoort het adviseren over de omvang van de werkzaamheden en toe te passen materialen (mate van aantasting, in te boeten steen (vorm, kleur, porositeit etc)), het soort voegwerk (type, kleur, structuur etc) en handhaven van bouwsporen tot de verantwoordelijkheid van de opdrachtnemer. De opdrachtgever bepaalt echter of het advies niet, gedeeltelijk of geheel wordt opgevolgd.

Daarbij dient ten minste, voor zover relevant, aandacht te worden besteed aan de volgende inhoudelijke aspecten:

- bestek of werkomschrijvingen en eventuele detailleringen en relevante schetsen;
- materiaalspecificaties, zoals steenformaat, steenkwaliteit en verband;
- hulpconstructies, zoals formelen of profielen;
- kwaliteit van aanwezig metselwerk en her te gebruiken steen, waarbij vooral gelet wordt op de fysische en mechanische eigenschappen zoals initiële wateropzuiging, porositeit en sterkte;
- afwerking en aansluitingen op bestaand werk;
- eventuele aanvullende eisen ten aanzien van het weren van insecten en ongedierte, thermische isolatie en (spouw) ventilatie.

Als bovengenoemde werkzaamheden al zijn verricht door de architect, adviseur of aannemer, dan wordt gecontroleerd of voldoende duidelijk is of gewerkt is op basis van de principes van de restauratie-ethiek voor een correcte uitvoering van de werkzaamheden. Als dit niet het geval is, dan wordt dit schriftelijk meegedeeld aan de opdrachtgever.

3.2.4 Afwijkingen

De opdrachtgever kan toestemming verlenen af te wijken van deze URL. In dat geval worden in de werkomschrijving en/of in het bestek de afwijkingen vermeld, of in ieder geval schriftelijk vastgelegd in:

- een nota van inlichtingen bij een bestek of werkomschrijving; of
- een goedgekeurd verslag van een werkoverleg of bouwvergadering;
- een ander document zoals een opdracht of een contract.

Indien in het bestek, werkomschrijving, opdracht of contract geen eisen staan vermeld wat betreft het inboet- en/of voegwerk, legt het uitvoerend bedrijf materiaalspecificaties, classificatie, voegtype, voegkleur en voegstructuur schriftelijk vast in een document aan de opdrachtgever dan wel hoofdaannemer.

3.2.5 Opname bestaande situatie

Voor zover geen of onvoldoende gegevens aangereikt zijn door de opdrachtgever / architect / adviseur, wordt door de opdrachtnemer (restauratiemetselaar), voor zover van belang, aangegeven welke aspecten nader onderzocht of aangegeven moeten worden. In principe komt dit, inclusief de noodzakelijke inzet van materieel, voor rekening van de opdrachtgever. Deze opname betreft de volgende aspecten:

- op afbeeldingen, schetsen of een tekening aangeven van de omvang van de aantasting van het metselwerk;
- waar nodig markeren van zeer waardevol metselwerk dat gespaard moet worden en extra aandacht nodig heeft, bijvoorbeeld in de vorm van bescherming;
- onderzoek naar de oorzaak van aantasting, bijvoorbeeld vorstschade, lekwater of roestend ijzer;
- opmeten en documenteren van steenformaten en (10) lagenmaten. Afhankelijk van de regelmatigheid van het metselwerk en de maatvastheid van de aanwezige baksteen kan het nodig zijn het steenformaat op verschillende plekken verspreid over het te herstellen gevelvlak op te meten;
- aangeven welk metselverband is toegepast en welke speciale detailleringen aanwezig zijn, bijvoorbeeld metseltekens of uitvoering van hoekoplossingen;
- aangeven of het metselwerk een cultuurhistorische betekenis heeft, indien dit niet door een andere partij gedaan is/wordt zoals een bouwhistoricus of architect;
- vaststellen van welke (bak)steensoorten het bestaande werk is vervaardigd en welk voegtype is toegepast;

- indien relevant¹¹ het (laten) onderzoeken, analyseren van de fysische eigenschappen van het bestaande metselwerk ((bak)steen en voegwerk) en vocht- en zoutbelasting, om als uitgangspunt te kunnen dienen voor de selectie van materialen voor de herstellingen (zie ook Bijlage 2);
- per onderdeel moet bepaald worden wat geconserveerd, gerepareerd of vernieuwd kan of moet worden en wat de omvang hiervan is;
- bij vernieuwen (kopiëren, imiteren of verbeteren) worden de maatvoering en detaillering zodanig vastgelegd dat deze kunnen dienen als onderlegger voor de beoogde aanpassingen;
- bij het vaststellen van tekortkomingen die opnieuw en versneld leiden tot veroudering, wordt gekeken naar een aanpassing van de constructie of detaillering. Denk bijvoorbeeld aan het aanbrengen van afschot in horizontale afdekkingen of het aanpassen van het voegtype om de waterhuishouding op de gevel te verbeteren;
- bij alle voorstellen tot ingrepen dient de vraag te worden beantwoord of en in welke mate de oorzaak van de schade hierdoor wordt weggenomen;
- bij het sterke vermoeden dat het metselwerk in het verleden een afwerking heeft gehad zoals een kleur of kaleilaag, wordt in overleg met de eigenaar een onderzoek ingesteld door een onafhankelijke ter zake deskundige;
- omdat de wijze van scheurherstel nauw samenhangt met het gedrag van de scheur, moet vooraf vastgesteld worden of een scheur actief is en of de oorzaak van de scheurvorming nog bestaat. Daarom worden zo snel mogelijk scheurmeters aangebracht waarna het gedrag van de scheur wordt gevolgd. In het ideale geval wordt de scheur minimaal één jaar lang gemonitord.

De opdrachtnemer dient zich er van te vergewissen of met de opgegeven specificaties de vereiste kwaliteit kan worden vervaardigd. Bij geconstateerde afwijkingen ten aanzien van de bestaande situatie, werkschrijving, bestek en/of tekeningen, dient dit schriftelijk te worden vastgelegd naar de opdrachtgever dan wel te worden opgenomen in het contract.

3.2.6 Vergunningen en aanvullende eisen

Voordat met de uitvoering van het restauratiemetselwerk wordt begonnen, moet bepaald worden of de werkzaamheden al dan niet vergunningplichtig zijn (zie Bijlage 3). Hierbij wordt specifiek gelet op:

- de omvang en mate waarin metselwerk hersteld moet worden en baksteen ingeboet of gerepareerd moet worden;
- het volledig vervangen en het op grote schaal inboeten van metselwerk is altijd vergunningplichtig.

Bij restauratiemetselwerk kunnen gewijzigde eisen zodanig hoog zijn dat geen sprake meer kan zijn van kopiëren maar van imiteren of verbeteren om aan de eisen te kunnen voldoen. Dit wordt vooraf gemeld. Ook kunnen zich in het werk onverwachte zaken voordoen, waardoor afgeweken moet worden van de vooraf vastgelegde restauratiecategorie, bijvoorbeeld van repareren van metselwerk naar het volledig vernieuwen van metselwerk. Dit dient met de opdrachtgever afgestemd te worden (afwijkende zaken)

Als een omgevingsvergunning is vereist en deze niet door de opdrachtgever is verzorgd, wijst de restauratiemetselaar de opdrachtgever of diens gemachtigde er aantoonbaar op dat deze verantwoordelijk is voor het (laten) verzorgen van de omgevingsvergunning.¹²

3.2.7 Voorbereiding op uitvoering

Materialen worden vervoerd en opgeslagen volgens de eisen en voorschriften van de fabrikant of leverancier. Naast de algemene eisen in BRL ERM 4000 dient ten minste gezorgd worden dat:

- tassen (bak)steen worden beschermd tegen vocht en vorst;
- kant en klare mortels of bindmiddelen droog en vorstvrij worden opgeslagen;

¹¹ Wanneer de eigenschappen van het bestaande werk duidelijk zijn (bijvoorbeeld in het geval van relatief modern werk) of de inspanning van het onderzoek niet in verhouding staat tot de omvang van het werk (bijvoorbeeld bij het vervangen van slechts enkele stenen) kan men beslissen geen nader onderzoek te (laten) uitvoeren.

¹² Informatie over de vergunningplicht van werkzaamheden staat op www.monumententoezicht.nl. Van het Bouwbesluit 2012 kan ontheffing verleend worden als monumentale waarden in het geding zijn. Zie hiervoor BRL 4000, bijlage 4 Wet- en regelgeving (informatief) en de bijlage bij deze URL.

- geleverde materialen worden gecontroleerd op geschiktheid voor verwerking en wettelijk vereiste documenten/ markeringen (volgens Besluit Bodemkwaliteit);
- gestreefd wordt om leveringen voor een werk te betrekken uit eenzelfde productie-eenheid dan wel badge;
- meteen na opdrachtverstrekking wordt begonnen met het proces van bemonsteren;
- voorafgaand aan de uitvoering de materialen worden bemonsterd en eventuele proefvlakken worden vervaardigd waarbij de manier van demonteren en uitnemen ter goedkeuring wordt getoond.

3.3 Voorbereidende werkzaamheden op de bouwplaats

3.3.1 *Demonteren of uitnemen van metselwerk algemeen*

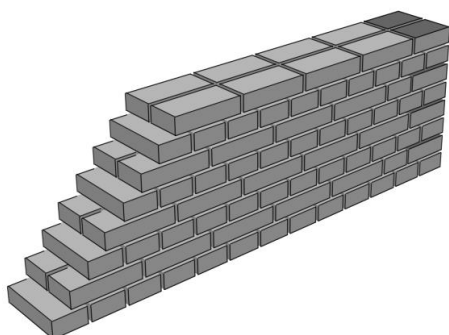
Voor het demonteren of uitnemen van metselwerk geldt het volgende:

- De werkwijze wordt vooraf vastgelegd.
- Ter beoordeling van de vastgestelde werkwijze wordt bij grootschaligere ingrepen aan cultuurhistorisch zeer waardevol metselwerk vooraf een proefstuk opgezet.
- Stut en stempel aanliggende bouwdelen, voor zover niet uitgevoerd door de hoofdaannemer.
- Slopen of uitnemen van gedeelten van het bestaande metselwerk dient zo te gebeuren dat het te behouden naastliggende werk niet beschadigd wordt.
- Uitnemen gebeurt zodanig dat (afhankelijk van het verband) hele of halve stenen worden verwijderd tot op de te handhaven steen, zodat een ruimte overblijft die kantig en voldoende diep is om de herstelling in verband te kunnen uitvoeren.
- Bij het verwijderen van het metselwerk wordt steeds rechthoekig uitgehakt en worden mortelresten zo veel mogelijk van de blijvende steen verwijderd.
- Om stofbelasting te verminderen worden gruis en andere losse delen tijdens het werk weggezogen. Schoonsoelen gebeurt met schoon water zonder chemische toevoegingen.
- Voor hergebruik bestemde materialen worden zorgvuldig verwijderd en opgeslagen.

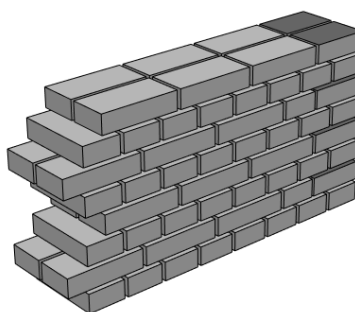
3.3.2 *Uittanden*

Uittanden kan noodzakelijk zijn als voorbereiding voor het inboeten of herstellen van metselwerk in het vlak van de muur, bijvoorbeeld bij het herstellen van een transversaalscheur. Onderscheiden worden de staande tand, vallende tand en bloktand (zie afbeelding 2).

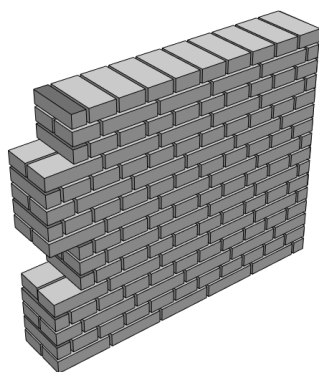
Wanneer de steen erg bros is kan ervoor worden gekozen steeds drie lagen uit te tanden, waardoor een bloktand ontstaat, waarbij de uittanding halfsteens is. In ander dan halfsteenswerk vallen steeds de bovenste en de onderste laag in een strekkenlaag, zodat bij staand verband de blokken 3 lagen en bij kruisverband 5 lagen hoog zijn. Bloktvertanding kan ook worden aangebracht om werk met een verschillende lagenmaat met elkaar te verbinden.



Vallende tand



Staande tand



Bloktand

Vallende en (daaronder) staande tand

Afbeelding 2a t/m 2d: Verschillende soorten uittandingen

3.3.3 *Inkassen, voorbereiden herstel lateraalscheuren*

Lateraalscheuren hebben tot gevolg dat zich een schil losmaakt van het achterliggende metselwerk, zie afbeelding 3. Voor het herstel van lateraalscheuren moet gezorgd worden dat er (weer) voldoende samenhang komt tussen de nieuw aan te brengen schil en het achterliggende metselwerk. Probeer daarom het aanhechtingsvlak zo groot mogelijk en grillig mogelijk te maken. Maak daarvoor inkassingen.

Inkassingen worden toegepast in massief metselwerk zwaarder dan tweesteens. Bij het vervangen van een halfsteens schil zal bijvoorbeeld de koppenlaag steens en de strekkenlaag halfsteens worden ingekast. Onderscheiden worden getande en blokvormige kassen, zie afbeelding 4. Blokvormige kassen hebben een diepte van minimaal een halve steen en zijn minimaal drie lagen hoog en vijf koppen breed, waarbij de onderlinge afstand van de kassen gelijk is aan de grootte van de kas.



Afbeelding 3: Lateraalscheur



Tandvormige inkassing



Blokvormige inkassing

Afbeelding 4a en 4b: Vormen van inkassingen

3.3.4 Voorbereiding herstel transversaalscheuren

Transversaalscheuren vormen zich loodrecht op het gevelvlak (zie afbeelding 5). Herstel is niet nodig wanneer het constructief en esthetisch aanvaardbaar is de scheur te zien als dilatatie en als zodanig te bewerken. Herstel is alleen zinvol als de oorzaak van de scheurvorming is opgeheven. Is de drijvende kracht nog steeds actief, dan kan in overleg met een constructeur worden besloten aanvullende versterking van het metselwerk aan te brengen, bijvoorbeeld door het inbrengen van (extra) wapening in de lintvoeg. Deze moet in sterkte en manier van plaatsen voldoende zijn om de drijvende kracht door het metselwerk te laten opnemen.



Afbeelding 5: Transversaalscheuren

Wanneer het metselwerk gebaat is bij een plaatselijke versterking, is mogelijk het metselwerk voldoende te versterken door de inzet van scheuroverbruggende wapening. Zie voor voorbereidende eisen par. 3.3.5.

Het voorbereiden van het herstel van een scheur loodrecht op het muurvlak is afhankelijk van de grootte en vorm van de scheur:

1. Stabiele scheur 0-6 mm, het metselverband volgend

Volstaan kan worden met het uithalen van de voeg tot klezoordiepte.

2. Stabiele scheur 0-6 mm, waarbij de strekken gescheurd zijn.

Volstaan kan worden met het uithalen van het voegwerk en het verwijderen van de individuele gescheurde stenen.

3. Niet-stabiele scheur 0-6 mm

De lintvoeg moet voorbereid worden op het inbrengen van wapening, zie 3.3.5.

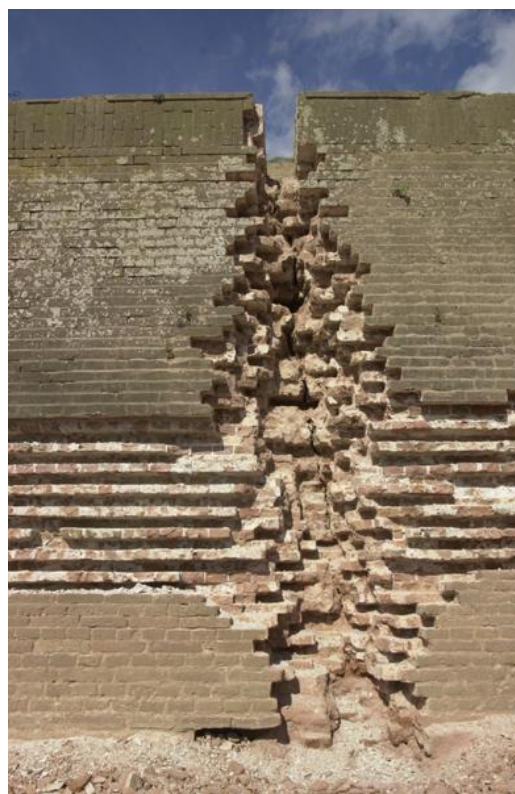
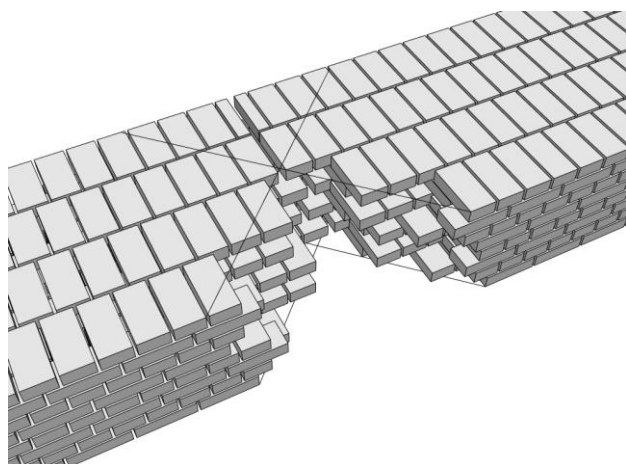
4. Stabiele scheur >6 mm

Haal bij metselwerk tot 2,5 steens over de volle dikte van het muurwerk de stenen ter weerszijde uit, het verband respecterend.

Haal bij metselwerk dikker dan 2,5 steens de buitenste 1,5 steen (minimum) uit in een vorm waarbij het verband volgend onder circa 45° naar binnen gekast wordt, zie afbeelding 6.

5. Niet-stabiele scheur >6 mm

Als 4, maar met de voorbereiding voor het inbrengen van wapening, zie 3.3.5.



Afbeelding 6: Voorbereiding herstel transversaalscheur

3.3.5 Voorbereiding voor het inbrengen van wapening in de lintvoeg

Breng aan de boven- en onderzijde van de transversaalscheur wapeningsstaven in, waarbij tussenliggende staven worden verdeeld. Zie voor richtlijnen voor het aanbrengen van wapeningsstaven Bijlage 3. Haal de lintvoeg uit tot circa een halve kop diepte. Reinig voegen zorgvuldig.

3.3.6 Beschermende maatregelen

Bescherm waar buitengevelmetselwerk is weggenomen de openingen tegen toegang door onbevoegden, regen en wind.

Zorg bij werk aan de fundering ervoor dat eventuele houten funderingsonderdelen niet boven water komen of niet meer dan de uitvoering van het werk verlangt. Als bij het demonteren of uitnemen van metselwerk sporen vrijkomen van eerdere reparaties of elementen van bouwhistorisch belang, stel dan de opdrachtgever hierover direct in kennis en geef in overweging de werkzaamheden tijdelijk op dat onderdeel te staken.

Bescherm onderdelen en elementen van cultuurhistorisch belang afdoende. Bescherm waardevolle flora of neem deze uit en plaats deze in depot.¹³

3.4 Metselen

3.4.1 Voor- en nabehandeling

Opdrachtnemer is verantwoordelijk voor het intact houden van en de controle op de juistheid van eerder (eventueel door derden uitgevoerd) stelwerk. Bevochtig de bakstenen en het voorbereide werk voor, afhankelijk van de weersomstandigheden en de toe te passen materialen. Voorkom dat tijdens het vermetselen een waterfilm ontstaat op het oppervlak van de steen.

Bescherm het werk – afhankelijk van de weersomstandigheden en de toe te passen materialen – gedurende een daarvoor bepaalde tijd tegen de invloeden van zon en wind, door het werk af te dekken en eventueel regelmatig te besprenkelen.

Opdrachtnemer volgt de voorschriften van de leverancier/fabrikant wat betreft het voorbereiden van materialen voor gebruik, zoals het tijdig opensnijden van pakken baksteen.

3.4.2 Doorstrijkwerk

Bij doorstrijkwerk is het van groot belang dat de mortel het volledige voegoppervlak vult. Voer bijvoegen van stootvoegen of de overgang van stoot- op lintvoeg nat-in-nat uit. Hou afhankelijk van het type mortel rekening met een opstijftijd alvorens de voeg af te werken.

De samenstelling van de specie verdient bijzondere aandacht, omdat de mortel niet alleen dienst doet als metselmortel maar ook als voegmortel. De mortel wordt dus blootgesteld aan het weer en er worden ook esthetische eisen aan gesteld.

Voorkom smetten van het metselwerk.

3.4.3 Inboetwerk

Inboetwerk in schoon metselwerk moet uitgevoerd worden met (bak)steen in een formaat dat overeenkomt met het omliggende werk. De maattolerantie moet in het bestek/ werkschrijving of offerte worden vastgelegd. Het nieuwe werk dient opgenomen te worden in het metselverband van het omringende werk, tenzij anders voorgeschreven door de architect of opdrachtgever.

Bij het aanhelen en inboeten van transversaalscheuren kan het nodig zijn de scheur en het diepere metselwerk te injecteren. Voor uitvoeringseisen wat betreft injectiewerk wordt verwezen naar de URL 4006 'Voegwerk'.

Voor het inboeten van metselwerk geldt verder:

- Zorg – om een goede hechting te verkrijgen op de ondergrond en het bestaande metselwerk – voor een goed gereinigde niet verpulverde ondergrond en voor voldoende tanden en inkassingen.
- Bevochtig vooraf het omringende metselwerk voldoende.
- Gebruik een soepele goed verwerkbaar specie, die zo nauwkeurig mogelijk aansluit op het bestaande werk. Als een onderzoek noodzakelijk is om de verwerkbaarheid te controleren, voer dit dan uit conform de verwerkbaarheidsproef van 'Kwaliteitseisen Metselmortels in Kalk' (zie Bijlage 10). Metsel vol en zat ook bij diepe kassen en besteed daarbij speciaal aandacht aan volledige vulling van de stootvoegen.

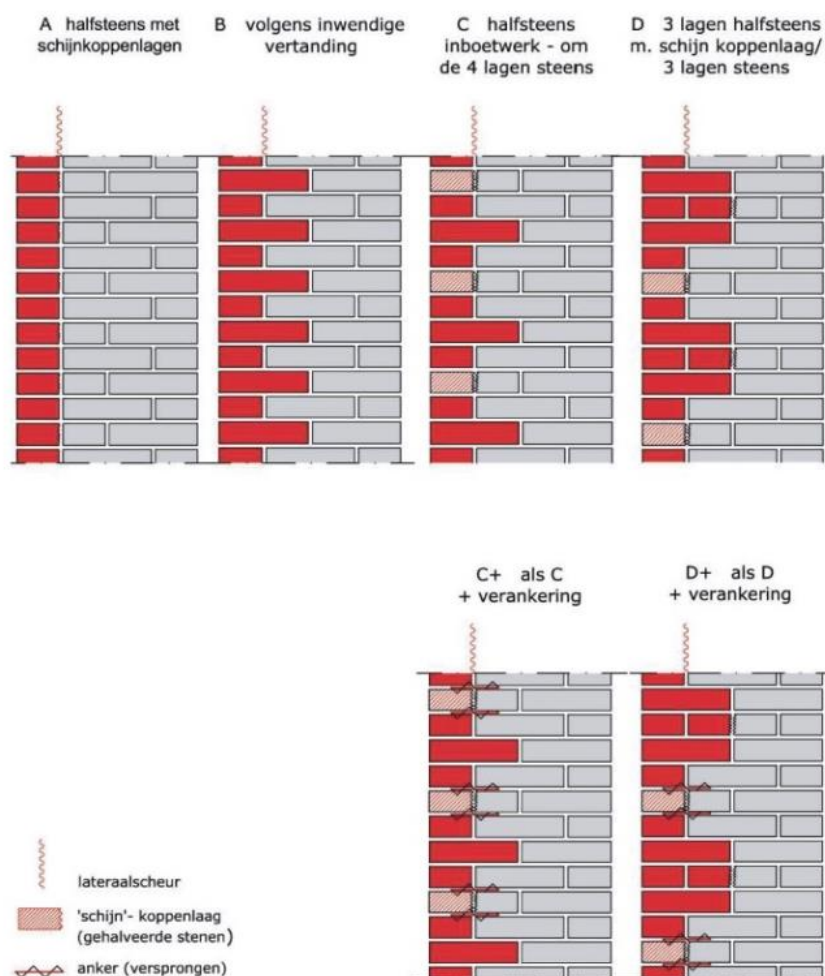
¹³ Zie ook de 'Gedragcode flora- en faunawet voor de bouw- en ontwikkelsector'.

- Boet in volgens het aanwezige historische metselverband met koppen, strekken, klezoren en drieklezoren. Benader bij het inboeten van secundair metselwerk zonder duidelijk verband zo veel mogelijk het aanwezige beeld. Als in het oorspronkelijke werk aangepaste bakstenen zijn toegepast t.p.v. ontlastingsbogen, hoeken, randen, banden, raammontants en traceringen of ander sierverband dienen de te vervangen bakstenen overeenkomstig het originele werk op maat en vorm worden gemaakt door te kappen of te zagen. De zichtkant wordt bijgewerkt overeenkomstig het originele werk.
- Als in het oorspronkelijke werk speciaal vervaardigde bakstenen zijn toegepast t.p.v. ontlastingsbogen, hoeken, randen, banden, raammontants en traceringen of ander sierverband dienen de te vervangen bakstenen overeenkomstig het originele werk op maat, kwaliteit, structuur, kleur en vorm speciaal te worden vervaardigd.

3.4.4 Inboeten vuilwerk

Metselwerk dat later (weer) gepleisterd wordt of anderszins bekleed, moet qua hardheid en vochtgedrag compatibel zijn met het omliggende werk. Ook moet gezorgd worden voor een hechte verbinding met het omliggende werk. Omdat de eigenschappen van het nieuwe metselwerk overeen moet komen met die van de omgeving, kan vuilwerk in historisch metselwerk niet uitgevoerd worden met gipsblokken of kalkzandsteen.

3.4.5 Herstel lateraalscheuren



Figuur 1. Wijzen van herstel van lateraalscheuren

In Figuur 1 zijn verschillende systemen weergegeven om een nieuwe schil te verbinden met het achterliggende werk.

- A. is toepasbaar wanneer de te vervangen schil niet of weinig vochtbelast is en vorstvrij is.
- B. levert een zeer goede verbinding tussen bestaand werk en de nieuwe schil, maar is alleen toepasbaar wanneer de steenkwaliteit het mogelijk maakt de koppenlaag uit te nemen zonder dat de vrijkomende koppen scheuren.
- C. levert een verbetering op ten opzichte van A, maar is ook alleen toepasbaar wanneer het metselwerk weinig vochtbelast en vorstvrij is.
- C+. levert door de toegevoegde verankering een veel betere verbinding tussen bestaand werk en nieuwe schil.
- D. is toepasbaar in metselwerk waarbij de kwaliteit van het bestaande werk het niet toelaat om een inkassing van het type B te formeren en het metselwerk niet zwaar vocht- en vorstbelast is.
- D+. levert door de toegevoegde verankering een veel betere verbinding tussen bestaand werk en de nieuwe schil.

3.4.6 *Metselwerk rond de waterlijn*

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 4 (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.

3.4.7 *Liggend werk*

Vanwege de extra zware vochtbelasting moet liggend werk dat aan de elementen bloot staat, zoals een afdekking in de vorm van een rollaag, licht afwaterend worden gemetseld. De toe te passen materialen volgen uit Tabel 4 (par. 4.12.1) onder 'natte condities'. Hieruit volgt dat voor liggend werk een minder open mortel en een hardere steen gebruikt kan worden dan waaruit het opgaand werk bestaat.

3.4.8 *Grondkerend of grondgedekt metselwerk*

Bij grondkerende en grondgedekte constructies zijn de gebruikte materialen afgestemd op de waterdoorlatendheid van het aansluitende bestaande werk. In geen geval wordt de zijde waar vocht en water vanuit het grondpakket kunnen uittreden minder doorlatend uitgevoerd dan het achterliggende werk. Het is aan te bevelen de grondzijde van het metselwerk te vertinnen met metselmortel.

3.4.9 *Scheuroverbruggende wapening*

Bij de volgens 3.3.5 voorbereide lintvoeg wordt een eerste laag van circa 15 mm lijm mortel ingebracht. Hierin wordt de wapeningsstaaf licht aangedrukt. De lintvoeg wordt verder aangevuld met lijm mortel, rekening houdend met de gewenste diepte van voeg. Zie ook Bijlage 4.

3.4.10 *Verankering loodrecht op het gevelvlak (renovatie-spuwmuurverankering)*

Bij het toepassen van renovatie-spuwmuurankers worden de voorschriften van de fabrikant gevolgd. Bij het aanbrengen van de ankers in historisch metselwerk worden de ankers in de voeg geplaatst.

3.4.11 *Signalering*

De uitvoering volgt de met de opdrachtgever overeengekomen werkwijze. Wanneer het een vergunningplichtige activiteit betreft wordt opdrachtgever en de vergunningverlenende instantie gesignaleerd indien:

- de schade aan het metselwerk veel groter blijkt dan opgegeven;
- de gekozen werkwijze door omstandigheden niet uitvoerbaar blijkt, bijvoorbeeld wanneer geëist wordt inboetwerk 'vol en zat' te metselen waar een spouwconstructie aanwezig blijkt;
- tussentijdse wijzigingen die een kwaliteitsvermindering of risico's voor de toekomst inhouden;
- tussentijdse wijzigingen worden voorgesteld die van invloed zijn op de kosten;
- de voorgeschreven werkwijze de oorzaak niet wegneemt of zal leiden tot vervolgschade.

Over het vervolg van de werkzaamheden worden schriftelijke afspraken gemaakt.

3.5 Eisen aan de opleveringscontrole

3.5.1 *Oplevering, garantie en nazorg*

De opdrachtnemer heeft omschreven hoe het opleverproces wordt ingevuld. Hij beschikt over een opleveringsdossier waarin in ieder geval de volgende aspecten zijn opgenomen:

- het proces-verbaal van oplevering;
- de te verstrekken garanties;
- samenstelling van verwerkte materialen zoals metselmortels (revisie);
- documenten waaruit de herkomst van de materialen blijkt, zoals fabrikant, product- en badge-nummer;
- het projectplan (de relevante onderdelen ervan);
- de contractuele bepalingen betreffende de nazorg.

En voor zover relevant:

- onderzoeksrapporten;
- fotorapportages en meetstaten van bijvoorbeeld scheurmeting.

4 Eisen aan toegepaste materialen

4.1 Algemeen

De verantwoordelijkheid voor de specificatie van de toe te passen baksteen en metsel- en voegmortel ligt bij de inkoopende partij. In de werkomschrijving of het bestek dient de kwaliteitsomschrijving van de toe te passen baksteen en metselmortel worden opgenomen. Indien een dergelijke omschrijving ontbreekt, moet de opdrachtgever worden geïnformeerd en moet dit op het IKB-formulier (IKB= Interne Kwaliteitsbewaking) worden vermeld.

Voor Europese normen (EN) die in deze URL worden genoemd geldt altijd de versie die in het 'Official Journal of the European Union' (OJEC) is afgekondigd. Voor geharmoniseerde productnormen in de zin van de CPR (hEN) worden deze versies door het Ministerie van BZK bijgehouden in de webtool 'CE-markeringsmodule'.

4.2 Levering van materialen

Transport en opslag van materialen en grondstoffen moet gebeuren overeenkomstig de eisen van de fabrikant/leverancier/opdrachtnemer. Verpakking, opslag en transport mogen de eigenschappen van de grondstoffen en materialen (waaronder fabrieksmatig vervaardigde metselmortels) niet nadelig beïnvloeden.

4.3 Grondstoffen, algemeen

Indien voor de betreffende materialen en of grondstoffen een bouwproductnorm (hEN) bestaat, dienen de materialen en grondstoffen daaraan te voldoen en te zijn voorzien van de CE-markering en bijbehorende prestatieverklaring. Op grond van artikel 5 van de CPR kan uit overweging van behoud van monumentale waarde, gebruik worden gemaakt van bouwproducten zonder CE-markering. Deze producten moeten op traditionele wijze of in een niet industrieel proces zijn vervaardigd.

4.4 Hydraulische kalk

Eisen aan kalk staan beschreven in de norm NEN-EN 459-1. Hierin worden verschillende maten van natuurlijke hydrauliteit uitgedrukt in een getal na de letters NHL (Natural Hydraulic Lime). Daarbij zijn er drie sterkteklassen: 2, 3,5 en 5. NHL 2 wordt 'licht hydraulisch' genoemd, NHL 3,5 'matig hydraulisch' en NHL 5 'sterk hydraulisch'. Zie Bijlage 5.

4.5 Luchthardende kalk

De toe te passen luchtkalk dient te voldoen aan het gestelde in NEN-EN 459-1. Luchthardende kalken mogen in de volgende vormen worden toegepast:

- poederkalk;
- putkalk/kalkdeeg;
- slurry/kalkmelk.

4.6 Cement

Cement voldoet aan de NEN 3550 en aan NEN-EN 197-1 (2011, herziening Metselcement - Deel 1: Samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria).

4.7 Zand

Het zand moet eigenschappen aan de mortel geven die overeenkomen met het omliggende werk. Daarvoor is een korrelopbouw nodig die die eigenschappen mogelijk maakt. Voor zand voor mortel gelden daarom deze eisen:

- De diameter van de grootste zandkorrel is niet groter dan 1/3 (éénderde) van de voegdikte.
 - Het zand kent geen fysische verontreinigingen en moet voldoen aan EN 13139 of EN 13055-1.
- Zie Bijlage 6.

4.8 Tras

Tras is te zien als latent bindmiddel. Tras heeft gebluste en water nodig om uit te harden. Om de bindmideleigenschappen van tras te kunnen benutten, bevat de mortel minimaal evenveel kalk als tras. Bij een mengverhouding waarbij te weinig gebluste kalk en/of water aanwezig is, gedraagt tras zich als toeslagstof. Wanneer tras zich zal gedragen als bindmiddel, moet dit worden meegerekend in de verhoudingen zoals aangegeven in Tabel 3 (par. 4.12.1).

Tras wordt geleverd als trasmeel en als bestanddeel van voorgemengde mortels als tras-kalk- en tras-cementmengsels. Volgens de Duitse normen mogen aan deze mengsels geringe hoeveelheden andere stoffen worden toegevoegd, wat betekent dat deze voorgemengde mortels geen zuiver mengsel van tras met kalk of cement zijn. De bijgemengde andere stoffen kunnen nadelige invloed hebben op de eigenschappen die geëist worden in historisch metselwerk. Het is daarom raadzaam voor restauratiewerk een dergelijke mortel zelf samen te stellen, of de eigenschappen van de voorgemengde mortel vooraf op compatibiliteit (te laten) controleren.

4.9 Hulpstoffen

Hulpstoffen zoals luchtbelvormers worden niet toegepast, tenzij de toepassing beargumenteerd verlangd overeengekomen is. NHL (natuurlijke hydraulische kalk) heeft een vrij hoge porositeit, waardoor het toevoegen van luchtbelvormers in mortels met NHL meestal niet nodig is. In bastaardmortels (met cement) met lagere porositeit kunnen luchtbelvormers soms vorstproblemen in de nat-droge zone helpen voorkomen.

4.10 Water

Water dat gebruikt wordt voor het aanmaken van de mortel, voor het voor- of nabevochtigen, of voor het schoonspoelen van metselwerk moet vrij zijn van verontreiniging en zouten. Kraanwater voldoet hieraan.

4.11 Baksteen

4.11.1 Keuze van de steen

Bij monumenten maakt de metselaar voor herstel en inboetwerk waar mogelijk gebruik van uitkomende steen en zo nodig van elders afkomstige passende oude steen, of al dan niet speciaal voor het werk gebakken nieuwe steen.

In de restauratiepraktijk worden vaak de 'oude' benamingen gebruikt, die niet overeenkomen met de moderne kwaliteitsaanduidingen. In Tabel 5 (par. 4.12.1) wordt verwezen naar baksteenkwaliteiten RS1 t/m RS6, waarachter de oude baksteenbenamingen kelderklinker t/m rood, schuilgaan (deze codes zijn geen leverancierscodes)

In Tabel 5 (par. 4.12.1) worden de oude benamingen gekarakteriseerd door een aantal eigenschappen: netto droge volumieke massa, vrijwillige wateropneming en vorst-dooi weerstand. Met deze tabel is het mogelijk oude baksteenbenamingen (kelderklinker t/m rood) te koppelen aan moderne baksteenproducten via de genoemde eigenschappen (zie productbladen leveranciers).

4.11.2 Eigenschappen algemeen

De hergebruikte of nieuwe baksteen sluit wat betreft de fysische en esthetische eigenschappen aan bij het bestaande werk. Dit betekent dat de baksteen vrij moet zijn van schadelijke hoeveelheden zouten, organische resten, roet en andere verontreinigingen en minimaal moet voldoen aan EN 772-5 klasse S2. De baksteen past bovendien esthetisch in zijn omgeving. Dit betekent bijvoorbeeld dat de steen een passende kleur, structuur en nuanciering heeft en in geval van schoon metselwerk vrij is van mortelresten aan de zichtkant. Indien nieuwe bakstenen (geproduceerd na 1 juli 2013) worden toegepast, voldoen deze aan de NEN-EN 771-1 (2011). Dit geldt niet voor niet-serieusmatig gefabriceerde steen die bedoeld is voor één specifiek project.¹⁴

4.11.3 Fysische compatibiliteit

Aansluiten bij het bestaande werk is vooral belangrijk wat betreft de eigenschappen absorptiegedrag, het vermogen om water op te nemen ('vrijwillige wateropneming'), de snelheid van wateropzuiging ('initiële wateropzuiging') en de hardheid (mate van stijfheid, uitgedrukt in de elasticiteitsmodulus of E-modulus) of druksterkte. Bij nieuwe bakstenen wordt niet de hardheid maar de druksterkte door de fabrikant opgegeven in de prestatieverklaring (conform NEN-EN 771-1). In Bijlage 7 is de methode om de vrijwillige wateropneming en initiële wateropzuiging vast te stellen aangegeven. Bij nieuwe bakstenen zijn deze proeven niet nodig en wordt uitgegaan van de prestaties zoals de fabrikant heeft opgegeven in de prestatieverklaring (conform NEN-EN 771-1).

Tabel 2: Classificatie Initiële Wateropzuiging (IW) volgens BRL 1007

Categorie		IW [kg/(m ² .min)]
IW1	Zeer matig zuigend	≤ 0,5
IW2	Matig zuigend	0,5 - 1,5
IW3	Normaal zuigend	1,5 - 4,0
IW4	Sterk zuigend	≥ 4,0

Voor eisen aan de steen verwijzen we naar 'Kwaliteitseisen Restauratiebaksteen (maart 2007)', zie Bijlage 10. Hiervan kan worden afgeweken op aanwijzing van een adviseur.

4.11.4 Monster

Leg aan de architect, adviseur of opdrachtgever een voor het werk representatief monster van de te gebruiken steen ter goedkeuring voor. Het monster dient het bestaande metselwerk zo dicht mogelijk te benaderen wat betreft formaat, hardheid, kleur en structuur.

4.11.5 Overig

Voor rollagen, afdekkingen en andere bijzondere constructies kan, mits gemotiveerd en goedgekeurd, van de inpasbaarheid worden afgeweken. Zie 3.4.6 en 3.4.7.

4.12 Metselmortel

4.12.1 Toepassingsgebieden

¹⁴ CPR art. 5 onder a stelt dat geen CE-markering nodig is wanneer 'het bouwproduct afzonderlijk of als maatwerk is vervaardigd in een niet-serieusmatig productieproces, overeenkomstig de nationale regels'.

Wanneer het metselwerk een grote variatie aan fysische eigenschappen kent, moet de mortel in ieder geval geschikt zijn voor het metselen van de meest 'zwakke' steen. Er bestaan geen pasklare mortelrecepten voor historisch metselwerk. Of een mortel 'compatibel' is, is afhankelijk van de conditie en de eigenschappen van de om- en achterliggende baksteen, de mortel waarmee deze is vermeteld en de belasting door vocht, weer en wind. In Tabel 3 staat een aantal mortelsamenstellingen, met te verwachten eigenschappen. Tabel 4 geeft weer in welke typen metselwerk deze mortelsamenstellingen zouden kunnen worden toegepast.

De genoemde mortelsamenstellingen zijn slechts een voorbeeld (indicatie) ter oriëntatie. Welke samenstelling in een werk het meest geschikt is, moet blijken uit onderzoek ter plaatse. Naast Tabel 3 kan ter referentie ook een enigszins andere tabel worden gebruikt die in verschillende publicaties en richtlijnen is verschenen (opgenomen als Bijlage 8).

De omschreven samenstellingen betreffen op de bouwplaats of anderszins individueel gemengde mortels. Daarnaast zijn er kant-en-klare mortels verkrijgbaar. Deze moeten voldoen aan EN 998-2. De producent moet eigenschappen vermelden zoals druksterkte en E-modulus, vergelijkbaar met de eigenschappen in Tabel 3. Hieruit volgt dat prefab mortels geschikt zijn voor opgaande muren (zone 4) van historisch metselwerk wanneer de druksterkte 3-6 N/mm² bedraagt en de E-modulus ligt tussen de 6.000-10.000 N/mm². De zandkorrelverdeling van het zand dient te voldoen aan de eisen in Bijlage 6. Deze verdeling dient conform EN 13139 en EN 13055-1 bepaald te worden volgens EN-933-1.

Tabel 3: Aanbevolen metselmortelsamenstellingen

Metselmortelsamenstellingen								
samenstellingen in volumedelen								
Code	Luchtkalk	Hydraulische kalk	Cement	Tras *)	Zand	Typering	Druksterkte [Mpa] ")	E-modulus [Mpa.10 ³]
A	2				3-4	Niet hydraulisch	0,5-2,5	2-7
B	2				5-6	Niet hydraulisch		
C	4			1 ^)	10-12	Zwak hydraulisch		↑ toename vervormbaarheid
D		2 (NHL2)			5-6	Licht hydraulisch	2,5-4,5	
	2			1 ^)	5-6	Licht hydraulisch		
	3		1		10-12	Licht hydraulisch		
E		2 (NHL3,5)			5-6	Matig hydraulisch	4-8	
	2		1		8-9	Matig hydraulisch		
F	2		1	1 ^)	10-12	Sterk hydraulisch	7-11	
		2 (NHL5)			5-6	Sterk hydraulisch		
	1		1		5-6	Sterk hydraulisch		
G	1		2		5-6	Zeer sterk hydraulisch		
H			2		5-6	Volledig hydraulisch	8-20	20-30
							1 MPa = 1 N/mm ²	
*) tras bij voorkeur toe te passen in waterwerken								
^) zeer hoge eisen te stellen aan verwerkingstechniek en uithardingscondities								
") de tabellen druksterkte en E-modulus kunnen gebruikt worden bij het inschatten van de geschiktheid (compatibiliteit) van prefabmortels voor gebruik in de restauratie								
Opmerking: voor het inboeten van historisch kalkmetselwerk zijn over het algemeen de mortels met een porie volume > 20%, de niet-hydraulische, zwak, licht en matig hydraulische mortels, zoals aangegeven in de tabel, hiervoor geschikt								

Tabel 4: Type metselwerk en mate van blootstelling gerelateerd aan voorbeelden van mortelsamenstellingen.

Deze tabel verwijst naar Tabel 3: Aanbevolen metselmortelsamenstellingen.

Type Metselwerk	Binnen muur	Buitenmuren blootgesteld			Natte condities
		Beschut	Matig blootgesteld	Sterk blootgesteld	
Dichte natuursteen baksteen, verblendsteen weinig poreus Kwaliteit RS1 en RS2	B,C,D	B,C,D,E	C,D,E	F,G	F,G,H
Gemiddelde kwaliteit natuursteen en baksteen gemiddeld poreus Kwaliteit RS3 en RS4	B,C,D	B,C,D	C,D,E	C,D,E	F,G
Zachte, verweerde natuursteen en zacht gebakken stenen sterk poreus kwaliteit RS5 en RS6	B	B	B,C,D	C,D	
metselwerk met zeer geringe mortellaagdikte	A	A	A	A	

Tabel 5: Oude baksteenbenamingen gekoppeld aan eigenschappen (Bron TCKI)

code	type	Netto droge volumieke massa [kg/m ³]	Vrijwillige wateropneming [massa %]	Vorst-Dooi weerstand categorie
*)	baksteen			CEN/TS 772-22
RS1	kelderklinker	2000	10	F ₂ D
RS2	trasraamklinker	1900	12	F ₂ C
RS3	gevelklinker	1800	14	F ₂ C
RS4	hardgrauw	1700	16	F ₂ C
RS5	boerengrauw	1600	18	F ₁ C
RS6	rood	1500	20	nvt
*) RS (RestauratieSteen) 1 t/m 6 zijn traditionele steenbenamingen				
Opm. Alle Nederlandse bakstenen zijn S2 gedeclareerd, dwz dat deze minder dan de in NEN-EN 772-5 geformuleerde maximale waarden aan oplosbare zouten bevatten				

4.12.2 Hechting

Om te bepalen of de hechting van de mortel aan de steen voldoende is, zijn hechtproeven mogelijk. Deze zogenaamde 1- en 10-minuten-proeven geven inzicht in het vermogen van de steen om (voldoende) te 'zuigen' en het vervolgens hechten na het eerste 'aantrekken' van de mortel. Deze proef is vooral van belang bij het toepassen van steen uit hergebruik (zie Bijlage 9).

4.12.3 Verankeringen

Pas als verankeringsmateriaal alleen materialen toe die niet kunnen roesten, zoals RVS AISI 304 of 316, of gelijkwaardig materiaal zoals kunstharsgebonden glasvezel.

4.12.4 RVS wapeningsstaven

RVS wapeningsstaven moeten voldoen aan de volgende eisen:

- De wapeningsstaven zijn gemaakt van austenitisch roestvast staal AISI 316-A4 met een 0,2 rekgrens tussen 900 en 1.100 N/mm², onder trekspanning geproduceerd, en elke staaf op trekspanning getest. Indien een lage zoutbelasting is aangetoond, kan eventueel ook roestvast staal met kwaliteit AISI 304 worden toegepast.
- Maak alleen gebruik van koud voorgespannen en vervolgens getordeerd roestvaststalen staven, die zijn voorzien van een CE-markering en de volgende kenmerken hebben:
 - wapening dwarsdoorsnede tussen 7 en 10 mm²;
 - wapening buitendiameter tussen 4 en 8 mm;
 - E-modulus tussen 160 en 180 kN/mm².
- Bij constructieve verbetering van een latei-/rollaagconstructie of muurdammen boven kozijnen: breng de staven over de gehele breedte hiervan aan met aan weerszijden een extra oplegging van minimaal 500 mm.
- Pas in een latei-/rollaagconstructie RVS wapeningsstaven toe van minimaal rond 6 mm. Indien de voegbreedte dit niet toelaat, pas dan dubbele staven toe met een kleinere diameter.
- Pas voor het plaatsen een cementmortel toe die geschikt is voor kalkrijke omgeving met een druksterkte tussen 25 en 50 mPa.
- Wanneer een kalkmortel wordt toegepast zonder cementtoevoegingen, moet deze een druksterkte hebben tussen 10 en 20 mPa.
- Voor zowel kalkgebonden als cementgebonden lijm mortel geldt: verwerk deze niet bij een temperatuur lager dan 5° C.

4.12.5 Overige verankeringsmaterialen

Het verankeringsmateriaal dient eigenschappen en een oppervlak te hebben dat de krachtoverdracht van anker naar metselwerk verzekert.

5 Eisen aan kennis en ervaring

Binnen het bedrijf is toereikende kennis aanwezig, toegespitst op de eisen en uitvoering van geveltimmerwerk, aanbouwtimmerwerk en trappen zoals in deze URL is benoemd. Medewerkers voldoen minimaal aan de criteria voor opleidingsniveau Metselaar 3 (bij voorkeur met als richting onderhoudsmetselaar) of hebben aantoonbaar 5 jaar ervaring als metselaar in de restauratiesector. Dit niveau wordt behouden of verhoogd door het regelmatig volgen van vakgerichte cursussen en/of opleidingen.

Voor de betekenis van de genoemde niveaus zie <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/middelbaar-beroepsonderwijs/opleidingen-niveaus-en-leerwegen-in-het-mbo>

Bijlage 1: Keuzetabel restauratiecategorieën

Deze bijlage hoort bij paragraaf 3.1.

Deze keuzetabel bevat de uitgangspunten bij het vooraf nemen van beslissingen door de opdrachtgever over onderhoud en restauratie van monumenten en bij het (laten) schrijven van een bestek, inclusief de voorkeursvolgorde voor het kiezen van een restauratiecategorie (zie Figuur 1 in par. 3.1.1).

Zie voor de omschreven restauratiecategorieën par 3.1 van deze URL. In paragraaf 3.1.2 en deze Bijlage 1 is voor metselwerk in deze URL uitgewerkt wat een restauratiecategorie inhoudt.

Wanneer van een werk is bepaald van welke restauratiecategorie hierbij sprake is, volgt uit onderstaande tabel welke werkzaamheden daarbij mogelijk aan de orde komen.

De URL 'Historisch Metselwerk' heeft een sterke samenhang met de URL 4006 'Voegwerk'. In onderstaande tabel zijn ook bewerkingen opgenomen die deel uitmaken van de standaardwerkzaamheden van een metselaar, maar beschreven staan in andere richtlijnen dan deze URL. Hierbij wordt verwezen naar de betreffende richtlijn.

Toelichting

'Nee' = 'niet van toepassing'; dit wil zeggen: bij een werk in deze categorie (bijvoorbeeld 'Conserveren') zal geen sprake zijn van deze werkzaamheden of deze zijn niet te verenigen met deze categorie.
'Ja' = 'van toepassing'; dit wil zeggen: van deze werkzaamheden kan sprake zijn bij een werk in deze categorie.

Omschrijving	1 Conserveren	2 Repareren	3 Vernieuwen			Toelichting / nadere specificatie
			3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	
1. Gevelreinigen/-schonen - mos/alg verwijderen - graffiti verwijderen - verf lagen verwijderen - roest verwijderen - diverse vlekverwijdering - klimop verwijderen - roetverwijdering - interieurgevels schonen - overige verwijdering						Zie URL 4006 Historisch voegwerk
2. Roestend ijzerwerk 2.a. Roestend ijzerwerk verwijderen w.o. schroeven, keilbouten, spijkers 2.b. Vrijkomende gaten en schades afwerken d.m.v. aanbrengen mortelreparaties voeg en steen						Zie URL 4006 Historisch voegwerk

Omschrijving	1 Conserveren	2 Repareren	3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	Toelichting / nadere specificatie
3. Losse stenen 3.a. Losse stenen vastzetten (hergebruik bestaand) 3.b. Voegwerk conform omliggende werk	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	3.b. Zie URL 4006 Historisch voegwerk
4. Individuele stenen 4.a. Individuele beschadigde en ontbrekende stenen uitnemen 4.b. Inboeten met passende gevelbaksteen 4.c. Voegwerk conform omliggende werk	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	4.c. Zie URL 4006 Historisch voegwerk
5. Plaatselijk en verspreid 5.a. Plaatselijk en verspreid metselwerk uitnemen 5.b. Plaatselijk en verspreid inboeten van metselwerk met passende steen 5.c. Voegwerk conform omliggende werk	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	5.c. Zie URL 4006 Historisch voegwerk
6. Aaneengesloten vlakken 6.a. Aaneengesloten vlakken uitnemen 6.b. Aaneengesloten vlakken aanbrengen/metselen 6.c. Voegwerk conform omliggende werk/bestek	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	6.c. Zie URL 4006 Historisch voegwerk

Omschrijving	1 Conserveren	2 Repareren	3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	Toelichting / nadere specificatie
7. Massief metselwerk						
7.a. Vol+ zat metselwerk aanbrengen	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	
7.b Doorstrijken metselmortel conform voorschrift, textuur	Nee	Nee	Ja	Ja	Ja	
8. Incidenteel voegwerk						Zie URL 4006 Historisch voegwerk
8.a. Incidenteel voegwerk uittemen						
8.b. Incidenteel voegwerk aanbrengen conform omliggende werk						
9. Partieel voegwerk						Zie URL 4006 Historisch voegwerk
9.a. Partieel (verspreid) voegwerk uittemen						
9.b. Partieel (verspreid) voegwerk aanbrengen conform omliggende werk						
10. Voegwerk volledig vervangen						Zie URL 4006 Historisch voegwerk
10.a. Voegwerk volledig uittemen						
10.b. Voegwerk volledig aanbrengen conform bestand werk/bestek						
11. Scheur over voeg						Zie URL 4006 Historisch voegwerk
11.a. (Haar)scheurvorming getrap over de voeg licht uitsnijden						
11.b. (Haar)scheurvorming getrap over de voeg met passende voegmortel aanhelen						

Omschrijving	1 Conserveren	2 Repareren	3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	Toelichting / nadere specificatie
12. Scheur over steen						
12.a. (Haar)scheurvorming over de steen uitnemen	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Ook in de URL 4006 Historisch voegwerk
12.b. (Haar)scheurvorming over de steen invullen met passende steenreparatiemortel	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	
13. Scheur inboeten						
13.a. Scheur (+/-constructief) traditioneel inboeten	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
14. Scheur (constructief)						
14.a. Scheur (constructief): herstellen met rvs wapening, lintvoeg inzagen	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
14.b. Scheur (constructief): na aanbrengen en verlijmen ankers eventueel steenreparatie en voegafwerking	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
15. Roestende ankers						
15.a. Anker vrijmaken, ontroesten, conserveren en rondom afdichten	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
15.b. Anker bij zeer slechte conditie vervangen	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	
15.b. Metsel- en voegwerk rondom anker inboeten	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
16. Roestend blindanker						
16.a. Blindanker vrij maken, ontroesten, conserveren en rondom afdichten	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
16.b. Blindanker bij zeer slechte conditie vervangen	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	
16.c. Metsel- en voegwerk rondom blindanker inboeten	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	

Omschrijving	1 Conserveren	2 Repareren	3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	Toelichting / nadere specificatie
<p>17. Steenherstel d.m.v. steenrestauratiemortel</p> <p>17.a. Voorbereiden reparatie door mechanisch (verbredend) inhakken, naar onder toe taps, op aansluiting mortel/steen vis-bek toepassen</p> <p>17.b. Uitnemen Omvang tot maximaal ¼ diepte en ¼ lengte van de steen</p> <p>Omvang tot maximaal ½ diepte en ½ lengte van de steen</p> <p>17.c. Uitvullen/aanhelen Omvang tot maximaal ¼ diepte en ¼ lengte van de steen.</p> <p>Omvang tot maximaal ½ diepte en ½ lengte van de steen.</p> <p><i>[Risicovolle (hangende) delen voorzien van doken (rvs, koper)]</i></p>						Zie URL 4006 Historisch voegwerk
<p>18. Materiaalkeuze Steensoort</p> <p>18.a. Baksteen hergebruik</p> <p>18.b. Baksteen nieuwbakken</p> <p>18.c. Kunststeen gemodificeerd</p> <p>18.d. Kunststeen gietmortel</p> <p>18.e. Kunststeen drukpers mortel</p>	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Zie URL 4006 Historisch voegwerk
	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee	
<p>19. Renovatieankers</p> <p>Bestaande gevels, na trekproeven</p>	Ja	Nee	Nee	Nee	Ja	

Omschrijving	1 Conserveren	2 Repareren	3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	Toelichting / nadere specificatie
20. Stenen en voegen Inkleuren Patineren Tamponeren Koudglazuren 20.a. Incidenteel 20.b. Partieel verspreid 20.c. Gehele gevel						Zie URL 4006 Historisch voegwerk
21. Injecteren 21.a. Kalkslurry 21.b. Cementgebonden 21.c. Mineraal 21.d. Kunsthars	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	Ook in URL 4006 Histo- risch voeg- werk
	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	
	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	
22. Toplaag mortelafwerking -Vertinlaag -Raaplaag -Stuclaag 22.a. Incidenteel herstel: aanbrengen conform omliggen- de werk 22.b. Partieel, verspreid herstel: aanbrengen conform omliggen- de werk 22.c. Volledig vervangen Conform bestek e/o bestaand werk 22.d. Geheel nieuwe toplaag Conform bestek	Ja	Nee	Nee	Nee	Nee	
	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	
	Nee	Nee	Ja	Nee	Nee	
	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	

Omschrijving	1 Conserveren	2 Repareren	3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	Toelichting / nadere specificatie
23. Loodslabben						
23.a. Plaatselijk vervangen	Nee	Ja	Nee	Nee	Nee	Ook in de URL 4006 Historisch voegwerk
23.b. Volledig vervangen: Conform bestaand werk	Nee	Nee	Ja	Nee	Ja	
23.c. Volledig vervangen: Verbeterd aanbrengen	Nee	Nee	Nee	Nee	Ja	
Oppervlaktebehandeling						
24.a. Hydrofobering						Zie URL 4006 Historisch voegwerk
24.b. Anti-grafitticoating						
24.c. Waterdampdoorlaatbare kleurafwerking: conform bestek/bestaand werk						
24.d. Overige afwerkingen: conform bestek/bestaand werk						

Bijlage 2: Richtlijn voor nader onderzoek van de samenstelling van de metsel- of voegmortel

Deze bijlage hoort bij paragraaf 3.2.5.

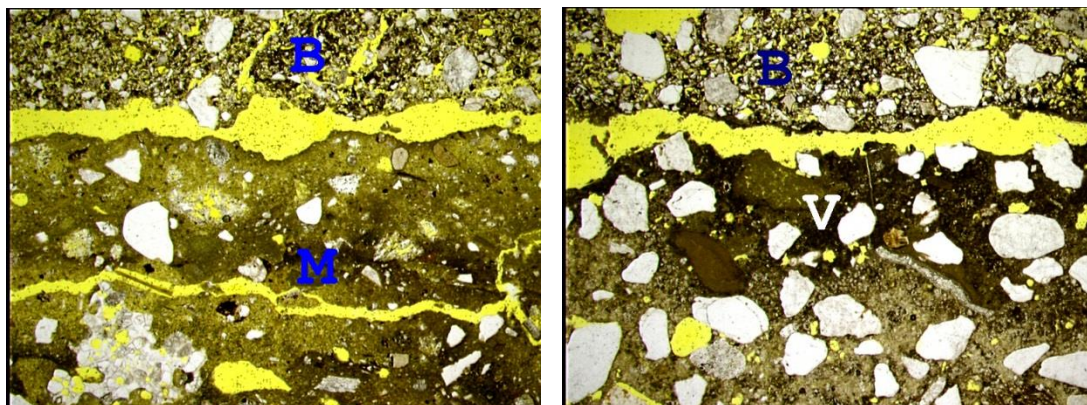
Nader onderzoek is gewenst wanneer sprake is van bijzondere situaties zoals hoge vocht- en zoutbelasting in mariene milieus en van hoge zoutbelasting van het muurwerk door de inwerking van chloriden, nitraten en sulfaten.

Het onderzoek betreft dan:

- het nemen van een zo beperkt mogelijk aantal representatieve monsters en vastleggen waar deze monsters zijn genomen;
- de samenstelling en identificatie van de bindmiddelen (kalk, tras, cement); de toeslagstoffen zoals zand, marmmermeel en baksteengruis;
- de poriënstructuur en bij bijzondere verschijnselen het uitvoeren van een petrografisch onderzoek of XRD-analyse (zie afb. 7);
- bij duidelijk zichtbare gebreken (zoals degradatie van metsel- of voegmortel door vorstschade en zouten) een analyse van de oorzaken die tot de degradatie hebben geleid.

Een dergelijk onderzoek moet voldoende inzicht geven in de samenstelling van de bestaande metsel- of voegmortel, om op basis hiervan een compatibele metselmortel te kunnen kiezen voor het inboeten van metselwerk. Bij deze keuze gelden de volgende aandachtspunten:

- Er wordt rekening gehouden met de eigenschappen van de bestaande baksteen en/of natuursteen en de nieuw in te boeten baksteen of te plaatsen natuursteen.
- De metsel- of voegmortel sluit wat betreft samenstelling en poriënstructuur zo veel mogelijk aan op de bestaande metsel- of doorstrijkmortel.
- Als de bestaande metsel- of voegmortel niet wordt geïmiteerd, maar gekozen wordt voor een aangepaste samenstelling, dan wordt dit duidelijk gemotiveerd.
- Als voor bijzondere verschijnselen hulpstoffen moeten worden toegevoegd, dan wordt het fabricaat nauwkeurig beschreven, evenals het beoogde resultaat.



Afbeelding 7. Voorbeelden van 'slijpplaatjes' ten behoeve van petrografisch onderzoek. Links: baksteen (B) en metselmortel (M); rechts baksteen (B) en voegmortel (V). De preparaten zijn met een hars behandeld, waardoor poriën en scheuren worden gevuld (gele kleur). De witte deeltjes zijn zandkorrels; de donkere massa tussen de korrels is het bindmiddel (in de voeg gaat het m.n. om cement, in de metselmortel om kalk). De metselmortel is bindmiddelrijker dan de voegmortel. Uit de foto's blijkt ook vorstschade: de scheuren in de metselmortel – evenwijdig aan de steen – en de van de baksteen losgekomen metselmortel (M) en voegmortel (V) wijzen daarop.

Bijlage 3: Vergunningplicht: wetten en verordeningen

Deze bijlage hoort bij paragraaf 3.2.6.

Vergunningplicht

Overeenkomstig artikel 2.1, 1e lid, onder f van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) is er een vergunningplicht voor het afbreken, verstoren, verplaatsen, in enig opzicht wijzigen of het herstellen, gebruiken of laten gebruiken van een beschermd gebouwd monument op een wijze, waardoor het wordt ontsierd of in gevaar gebracht. Als een monument gewijzigd wordt, valt dit onder het 'wijzigen van een monument' en/of de activiteit 'bouwen'.

Op grond van artikel 2.2, 1e lid, onder b van de Wabo kan een college van GS of B&W deze vergunningplicht ook van toepassing verklaren op de aangewezen provinciale en gemeentelijke monumenten.

Een deel van de werkzaamheden aan monumenten valt onder de categorie Vergunningvrij. Het gaat daarbij om de volgende vergunningvrije activiteiten:

1. Gewoon onderhoud en een aantal wijzigingen overeenkomstig bijlage 2 artikel 3a van het Besluit omgevingsrecht (Bor): onderhoud waarbij materiaalsoort, vormgeving, detaillering en profilering niet wijzigen. Bijvoorbeeld:

- het schilderen in dezelfde kleur/verfsysteem;
- het vervangen van kapotte ruiten of kozijnen door hetzelfde type/materiaalsoort ;
- het opstoppen van rieten daken;
- het vervangen van enkele dakpannen.

2. Bouwen in, aan, op of bij een monument: activiteiten in, aan of op onderdelen zonder monumentale waarde, maar die wel deel uitmaken van een monument. Dit overeenkomstig Bijlage 2 artikel 4a van het Bor.

3. Bouwen in rijksbeschermd stads- en dorpsgezichten: inpandige veranderingen en bepaalde activiteiten op achtererven, mits dit niet zichtbaar is vanaf het openbaar gebied overeenkomstig bijlage 2 artikel 4a van het Bor.

Constructieve wijzigingen zijn altijd vergunningplichtig. Indien sprake is van 'kleine' vergunningvrije bouwactiviteiten conform Bijlage II artikel 2 Bor, zijn deze ook toegestaan indien de bouwactiviteiten in strijd zijn met het bestemmingsplan. Er is in die gevallen geen omgevingsvergunning vereist voor planologische afwijking op grond van artikel 2.1, eerste lid, onder c, van de Wabo.

Bij de 'omvangrijkere' vergunningvrije bouwactiviteiten als bedoeld in Bijlage II artikel 3 Bor is bij strijd met het bestemmingsplan of beheersverordening nog wel een omgevingsvergunning voor planologische afwijking vereist.

De website www.monumententoezicht.nl geeft voor verschillende werkzaamheden aan gebouwde monumenten praktische handvatten om te beoordelen of aan de vergunningplicht wordt voldaan.

Monumenten in relatie tot het Bouwbesluit 2012

Voor de restauratie van een monument gelden in beginsel ook de voorschriften voor een verbouwing zoals omschreven in het Bouwbesluit 2012. Op grond van artikel 1.13 van het Bouwbesluit 2012 blijft een voorschrift voor een verbouwing echter buiten beschouwing als aan de omgevingsvergunning voor de restauratie van een monument een voorschrift is verbonden dat afwijkt van het voorschrift in het Bouwbesluit 2012. Het voorschrift dat aan de omgevingsvergunning voor de restauratie van een monument verbonden is, komt hiervoor als het ware in de plaats. Omdat hiermee mogelijk niet wordt voldaan aan alle voorschriften uit het Bouwbesluit, kan dit tot gevolg hebben dat de gebruiksmogelijkheden van het monument worden beperkt.

Onderhoud wordt beschouwd als een vorm van verbouwen, waarbij uiterlijk – beoordeeld naar de detaillering, profilering en vormgeving – gelijk blijft. Hiervoor is geen omgevingsvergunning noodzakelijk, behoudens de eisen die gelden voor door het Rijk beschermde monumenten, zoals beschreven in de brochure 'Vergunningvrij, informatie voor professionals', versie 0.1., RCE, september 2011.

Verordening bouwproducten

De Europese Verordening bouwproducten nr. 305/2011/EU, CPR (hierna: de Verordening) is de opvolger van de Richtlijn bouwproducten (89/106/EEG) uit 1989.

De Richtlijn bouwproducten introduceerde de CE-markering voor bouwproducten en was bedoeld om de handelsbarrières bij het in de handel brengen van bouwproducten weg te nemen en nationale voorschriften en eisen aan bouwproducten te harmoniseren. De richtlijn liet echter veel ruimte aan de lidstaten voor eigen invulling.

Het gevolg was dat de CE-markering in sommige landen niet verplicht was, of dat er zelfs nationale of private keurmerken voor bouwproducten werden voorgeschreven om de conformiteit aan eisen in de regelgeving aan te tonen. Het doel van harmonisatie werd zo niet bereikt.

Met de Verordening is er nu een systeem met regels en voorwaarden voor het verhandelen van bouwproducten. De Verordening kan worden gezien als een Europese wet en heeft een rechtstreekse werking. De Verordening is van toepassing in alle landen van de Europese Unie (en in de landen die zijn geassocieerd aan de EU, zoals Noorwegen en Zwitserland) en hoeft dus niet eerst in nationale wetgeving omgezet te worden. Het systeem laat geen ruimte voor verschillende interpretaties van lidstaten. En in de regelgeving mag niet langer worden verwezen naar (private of nationale) keurmerken, voor wat betreft de prestaties ten aanzien van de essentiële kenmerken (producteigenschappen).

De Verordening maakt een eerlijke concurrentie zonder handelsbarrières mogelijk, en versterkt op die manier de interne Europese markt voor het verhandelen van bouwproducten.

De resultaten die zijn verkregen uit testen en productbeoordelingen voor het bepalen van de prestaties van het bouwproduct, zijn in ieder land te gebruiken. Daarnaast is de CE-markering met prestatieverklaring voldoende bewijs dat het product de prestaties levert in de toepassingen waarvoor de fabrikant het product geschikt acht.

Met de CE-markering en de daaraan gekoppelde prestatieverklaring geeft een fabrikant de prestaties van de essentiële kenmerken (producteigenschappen) van zijn bouwproduct weer. Deze essentiële kenmerken zijn afgeleid van de fundamentele eisen of basiseisen voor bouwwerken die voortvloeien uit de nationale (bouw)regelgevingen in de lidstaten van de EU, zoals in Nederland het Bouwbesluit 2012. Het betreft eisen op zowel productniveau als op het niveau van bouwwerken. Deze eisen hebben onder meer betrekking op sterkte (constructieve veiligheid), brandveiligheid, gezondheid, hygiëne, energiezuinigheid en duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen.

De essentiële kenmerken zijn van belang omdat ze aangeven welke eigenschappen een bouwproduct moet bezitten voor mogelijke toepassing in het bouwwerk. De essentiële kenmerken van een product staan in de Annex ZA van de geharmoniseerde Europese productnormen.

Indien het bouwproduct onder meerdere wetgevingen valt die de CE-markering opleggen, geeft de CE-markering aan dat het product in overeenstemming is met de desbetreffende eisen van deze verschillende wetgevingen. Zo betekent de CE-markering op een elektrische garagedeur concreet dat deze in overeenstemming is met de bepalingen van de Verordening, maar ook met de eisen die vermeld staan in de richtlijnen voor laagspanning, machines en elektromagnetische compatibiliteit. De Verordening regelt bijvoorbeeld de sterkte en brandveiligheid, en de richtlijn voor laagspanning dat de deur veilig te bedienen is.

CE-gemarkeerde bouwproducten met een prestatieverklaring kunnen in Nederland niet zonder meer worden toegepast in een gebouw of bouwwerk. Toepassing hangt namelijk af van de vraag of de opgegeven productprestaties toereikend zijn om te kunnen voldoen aan de prestatie-eisen uit het Bouwbesluit 2012 en bijvoorbeeld de Monumentenwet. Weliswaar zijn die eisen vaak op gebouwniveau, maar ze hebben ook een relatie met de eisen die gesteld worden op productniveau. Immers een veilig gebouw kun je alleen realiseren wanneer je weet hoe het product presteert op de essentiële kenmerken die van belang zijn voor de toepassing van het product binnen het bouwwerk. In een URL moet daarom kenbaar worden gemaakt welke essentiële kenmerken van een product voor de “verbouwing” van belang zijn en welke minimum prestatie die kenmerken moeten hebben.

Alleen fabrikanten van producten die onder een geharmoniseerde norm vallen zijn verplicht om een CE-markering op hun product aan te brengen en een prestatieverklaring op te stellen. Voor fabrikanten van producten die niet onder een Europese geharmoniseerde norm vallen geldt die verplichting niet, ze kunnen wel vrijwillig kiezen voor de CE-markering op hun product. Daarvoor kunnen ze gebruik maken van de Europese technische beoordeling (ETB) op basis van een Europees Beoordelingsdocument (EBD). Als een fabrikant gekozen heeft voor een Europese Technische Beoordeling gelden de regels voor de CE-markering en een prestatieverklaring ook voor producten waarvoor geen

geharmoniseerde norm bestaat (zie artikel 4 van de Verordening), maar die wel in overeenstemming zijn met hun ETB.

Op het vereiste van CE-markering geldt in bijzondere gevallen voor toepassing in monumenten een uitzondering:

CPR Artikel 5

Afwijkingen van het opstellen van een prestatieverklaring

Indien uniale of nationale bepalingen er niet toe verplichten de essentiële kenmerken aan te geven waar de bouwproducten zullen worden gebruikt, kan een fabrikant in afwijking van artikel 4, lid 1, bij het in de handel brengen van een onder een geharmoniseerde norm vallend bouwproduct afzien van de opstelling van een prestatieverklaring wanneer:

c) het bouwproduct op een traditionele manier of met het oog op monumentenzorg in een niet-industrieel proces is vervaardigd voor de deugdelijke renovatie van bouwwerken die, overeenkomstig de toepasselijke nationale regels, als onderdeel van een geklasseerd gebied of vanwege hun bijzondere architecturale of historische waarde, officieel beschermd zijn.

Arbeidsomstandigheden en veiligheid

Een bedrijf moet de Nederlandse Arbeidsomstandighedenwet, of gelijkwaardige buitenlandse uitwerkingen van de Europese Kaderrichtlijn Arbeidsveiligheid, in acht nemen.

De aanwezige machines moeten voldoen aan het Warenwetbesluit machines, of gelijkwaardige buitenlandse uitwerkingen van de Europese Machinerichtlijn (2006/42/EG).

Bijlage 4: Scheuroverbruggende wapening

Deze bijlage hoort bij paragraaf 3.4.9.

Scheurherstel met wapeningsstaven kan bij monumenten worden toegepast onder de volgende voorwaarden:

- de oorzaak waardoor de scheur is opgetreden moet zijn verholpen;
- de zetting van de scheur is horizontaal geweest, de scheur verticaal;
- de wapening kan bijdragen aan het plaatselijk versterken, stabiliseren of meer samenhang verlenen aan het metselwerk.

Wapeningsstaven worden in de lintvoegen ingebracht om de samenhang van het metselwerk te herstellen. Alvorens de lintvoegen uit te nemen, moet de verdeling over de scheur worden vastgesteld. Uitgangspunt is de hoogtemaat van de scheur. De wapening moet over de volle hoogte van de scheur worden aangebracht, dus zo hoog en zo laag mogelijk. Tussen deze hoogste en laagste staven worden de staven zo gelijkmatig mogelijk verdeeld.

Als leidraad gelden maximaal deze onderlinge afstanden:

- halfsteens metselwerk: 8 voegen/ 48 cm;
- steens metselwerk: 7 voegen/ 42 cm;
- bij meer dan steens metselwerk: 6 voegen/ 36 cm.

Bij toename van de scheurbreedte naar boven moeten vanaf de verbreding dubbele staven worden toegepast. Breng deze hart op hart aan met maximaal de halve lengte van de toe te passen staaf. De lengte van de wapeningsstaaf bedraagt minimaal 500 mm aan weerszijden van de scheur. Door de lengte van de staven te variëren of even lange staven niet in één verticale lijn te leggen, wordt de spanning gelijkmatiger overgebracht op het ongewapende metselwerk.

Pas – afhankelijk van de voegbreedte – wapeningsstaven toe van 4, 5, 6, 8 of 10 mm.

Breng de wapeningsstaaf – inclusief rondom aan te brengen mortel – op een diepte toe van:

- bij halfsteens metselwerk: 30-50 mm;
- meer dan halfsteens metselwerk: 40-80 mm.

Neem vóór het aanbrengen van de staven de lintvoeg zorgvuldig uit, zonder de voorzijde van de steen te beschadigen. Neem overige mortelresten zorgvuldig uit, zonder de steen inwendig te beschadigen. Frees en hak voegen uit met daarvoor geëigend gereedschap. Zuig vrijkomend stof direct af tijdens het uitnemen. Spoel de uitgenomen voegen schoon.

Breng in de uitgenomen voeg de eerste laag (ca. 15 mm) lijm mortel aan. Druk daarna de wapeningsstaaf licht aan in de aangebrachte lijm mortel, tot achterin de voeg. Verdeel de daardoor teruggelopen lijm mortel met een voegspijker gelijkmatig over de wapeningsstaaf. Breng de laatste laag lijm mortel nat-in-nat aan, rekening houdend met een minimale voegdiepte van 15 mm.

De staven moeten ingelijmd worden met een passende lijm mortel, afhankelijk van de functie van de staven en de opbouw van het te verbeteren metselwerk. Pas kalkgebonden lijm mortel toe op kalkgebonden metselwerk en cementgebonden lijm mortel op cementgebonden metselwerk.

Nadat de mortel na 1 tot 2 dagen is uitgehard, heel dan de voeg aan met een voegmortelsamenstelling en uiterlijk overeenkomstig bestaand werk.

Als de staven moeten bijdragen aan een constructieve verbetering van het metselwerk – zoals latei-/rollaagconstructies of muurdammen boven kozijnen – maak dan gebruik van een mortel op basis van cement, ook in metselwerk met een verder kalkgebonden mortel.

Indien de staven alleen bedoeld zijn als bijdrage in de samenhang ter plaatse van een scheur, moet de lijm mortel qua bindmiddel afgestemd zijn op de aanwezige metselmortel.

Als gebruikgemaakt wordt van een kalkgebonden mortel, hou deze dan na het aanbrengen minimaal 1 week vochtig. Dat bevordert een goede binding en hechting, en helpt kripscheuren voorkomen.

Bijlage 5: Bouwkalken

Deze bijlage hoort bij paragraaf 4.4.

In de Europese norm NEN-EN 459-1 staan definities, specificaties en conformiteitscriteria van Bouwkalken uitvoerig beschreven.

De Norm maakt onderscheid tussen:

- luchtkalken (kalken die uitharden door binding van kooldioxide (CO₂) uit de lucht; tijdens dit proces dringt uitharding via de poriën de mortel binnen;
- kalken met hydraulische eigenschappen (kalken die uitharden door reacties van bestanddelen in het bindmiddel met water).

Voor de praktijk zijn de volgende aspecten van belang:

- Luchtkalken; het proces van uitharden van luchtkalken vergt veel tijd (maanden). Direct na het aanbrengen is die kalkmortel gevoelig voor uitspoeling door regen. Luchtkalk die nog niet is uitgehard, is vorstgevoelig.
- Kalken met hydraulische eigenschappen. Op verschillende manieren kunnen kalken hydraulische eigenschappen krijgen:
 1. De grondstof kan dusdanig van samenstelling zijn (bijv. klei-bevattende kalksteen), dat na branden en blussen een hydraulisch bindmiddel ontstaat: zo'n kalk wordt een natuurlijke hydraulische kalk (NHL) genoemd. Dit soort bindmiddelen vertoont een trage sterkteontwikkeling (dus bij verwerking rekening houden met het seizoen). Deze mortels hebben over het algemeen als voordeel een grote vervormingscapaciteit (dus pas na grote vervorming scheurvorming) en een hoger porievolume.
 2. Een hydraulische kalk (HL) kan ook ontstaan door een menging van luchtkalk met een hydraulisch bindmiddel (bijvoorbeeld cement); dit type hydraulisch kalkmortel noemen we vaak basterdmortels. Deze kalken harden snel uit (door de snelle cement), hebben een lagere vervormingscapaciteit (stijf) en een lager porievolume.

Zie voor meer informatie RCE publicatie 37: Het gebruik van kalkmortel.

Classificatie

Voorbeelden van classificatie-aanduidingen, zoals ze op de zak moeten worden aangegeven volgens de norm EN 459-1:

Luchtkalk

Gehydrateerde luchtkalk (calciumkalk: CL) met een actief kalkhydraatgehalte van > 90%, in poedervorm (S). Aanduiding:

EN 459-1 CL 90-S

Hydraulische kalk

1) Gehydrateerde *natuurlijke hydraulische kalk* (NHL), geclassificeerd in overeenstemming met zijn druksterkte. Aanduiding bijvoorbeeld:

EN 459-1 NHL 2 of

EN 459-1 NHL 3,5 of

EN 459-1 NHL 5

2) *Hydraulische kalk* (een mengsel van kalk met bijv. cement), aangeduid met HL, geclassificeerd in overeenstemming met zijn druksterkte. Aanduiding bijvoorbeeld:

EN 459-1 HL5

OPM. Zie voor de specificaties van zgn. ontworpen hydraulische kalken ('formulated limes') de norm NEN-EN 459-1.

Bijlage 6: Zand

Korrelopbouw en verontreiniging

Deze bijlage hoort bij paragraaf 4.7.

Korrelopbouw

Zand voor metselmortels moet wat betreft korrelopbouw voldoen aan de eisen zoals weergegeven in Tabel 6. Dit betreft cumulatieve zeefresten, weergegeven in % (m/m).

De zeefkromme ligt dan tussen de grenslijnen zoals aangegeven in Figuur 2.

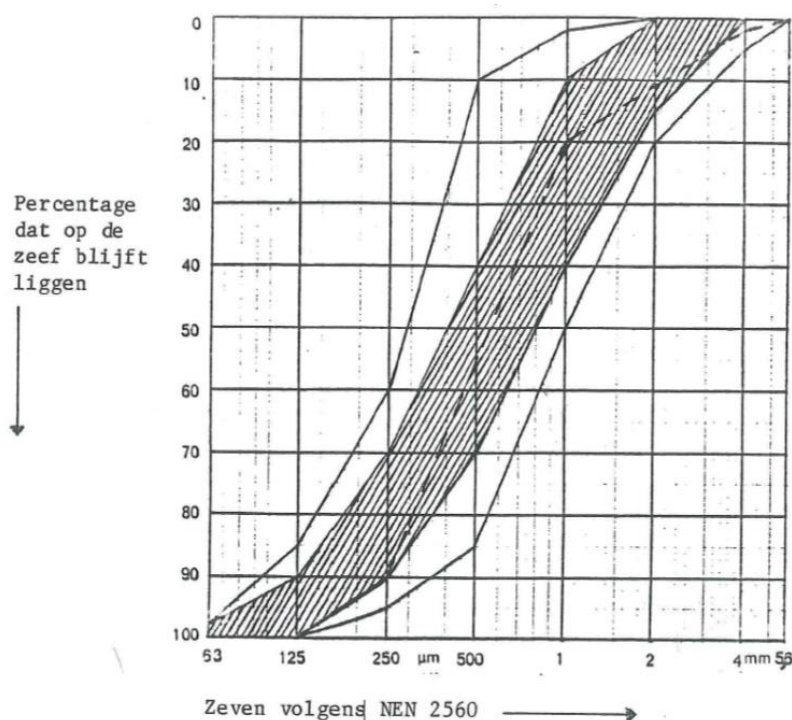
Dit zand mag niet meer dan 2% kleideeltjes bevatten.

Om aan deze eisen te voldoen, mag men verschillende zandsoorten dooreenmengen.

Tabel 6 - Korrelopbouw van zand voor metselmortels

cumulatieve zeefrest op zeef volgens NEN 2560 % (V/V)							
C 5,6	C 4	2 mm	1 mm	500 μm	250 μm	125 μm	63 μm
≤ 2	≤ 10	≤ 30	≥ 5 en ≤ 45	≥ 20 en ≤ 70	≥ 60 en ≤ 90	≥ 85	≥ 98

Figuur 2: Zeefkrommen



Opmerkingen

1. Bij geprefabriceerde mengsels kan het wenselijk zijn af te wijken van het aanbevolen gebied in de grafiek; bijvoorbeeld om speciale eigenschappen te realiseren, zoals het watervasthoudend vermogen van de specie.

2. In de praktijk onderscheidt men zand (afhankelijk van de korrelopbouw) onder meer in 'metselzand' en 'betonzand'. 'Metselzand' is in Figuur 2 te vinden aan de linkerkzijde van de lijn door het gearceerde gebied, 'betonzand' rechts van deze lijn.

Zand voor metselmortels kan 'metselzand' of 'betonzand' zijn, of een mengsel daarvan.

Verontreiniging

Het zand mag geen bestanddelen bevatten die schadelijk zijn voor de mortel of de te vermetselen stenen of blokken. Het chloridegehalte wordt bepaald volgens NEN-EN 1744-1 en mag niet groter zijn dan 0,1 % (m/m); zo nodig moet een teveel aan chloriden door uitwassen worden verwijderd.

Verontreiniging met humusachtige verbindingen mag slechts in geringe mate voorkomen: het fulvozuurgehalte wordt bepaald volgens NEN-EN 1744-1. .

Het gehalte fijne stoffen van organische oorsprong wordt bepaald volgens NEN-EN 17441-1

Alle hier genoemde percentages hebben betrekking op het tot constante massa gedroogde materiaal.

Bijlage 7: Beproeving initiële wateropzuiging (IW) en vrijwillige wateropneming (VW)

Deze bijlage hoort bij paragraaf 4.9.2.

Beschrijving testmethoden (uitvoerbaar op bouwplaats)

De initiële wateropzuiging (IW) geeft de hoeveelheid water weer die een volledig droge steen in 60 seconden opneemt wanneer de zool van de steen 5 mm in water ligt, uitgedrukt in $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$.

Benodigd:

Weegschaal 0 – 5.000 g; stopwatch (of horloge met secondewijzer); plastic bak (afwasteiltje); jerrycan water; afstandhouders (bijv. rvs moeren of ringen); meetlat; watervaste viltstift; schrijfblok en balpen; afdroogdoek; de te onderzoeken bakstenen, op een cv-radiator minimaal 2 dagen gedroogd. Het is verstandig eerst de proef voor het bepalen van de initiële wateropzuiging (IW) uit te voeren en daarop aansluitend de vrijwillige wateropneming (VW) te bepalen.



wegen droog

opzuiging water

wegen nat

Figuur 3. Proefopstelling bepaling initiële wateropzuiging (IW)

Handelingen

- Voorzie de stenen van een merkteken met de viltstift; meet en noteer l x b x d van elke steen in m.
- Bereken oppervlak legvlak (zool) $O = l \times b$ [m^2].
- Weeg de gedroogde stenen en noteer: G_d (gewicht droog).
- Leg afstandhouders in de bak zodanig dat daar een steen op zijn platte zijde op past.
- Giet water in de bak tot ca. 4 mm boven de afstandhouders.
- Leg de steen behoedzaam op de afstandhouders in het water en zet de stopwatch in werking.
- Neem na 60 seconden de steen uit het water; dep aanhangend water af met een vochtige doek, weeg vervolgens: G_n (gewicht nat).
- Bereken: $G_n - G_d =$ wateropzuiging.
- Delen door oppervlak:

$$\text{Initiële Wateropzuiging: } [G_n - G_d] / O \text{ in } [\text{kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{min})]$$

Vermenigvuldig de IW-waarde met factor 10 om het Hallergetal te bepalen.

Rekenvoorbeeld:

Monster H1G

Afm: 0,202 (L) x 0,093 (B) x 0,044 (D) [m]; $O =$ (opp. zool) $L \times B = 0,0188$ [m^2]

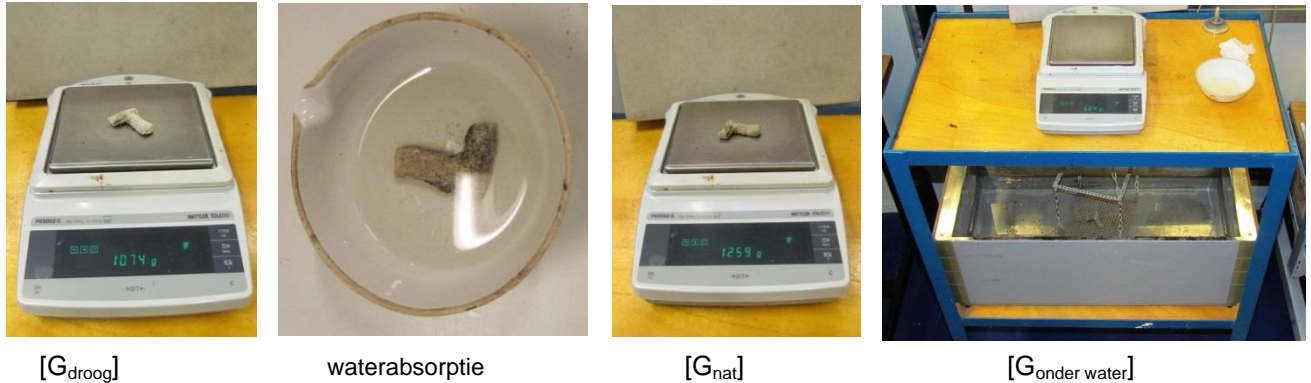
$G_d = 1,539$ kg; $G_n = 1,574$ kg; $[G_n - G_d] = 0,035$ [kg]

Initiële Wateropzuiging $0,035 : 0,0188 = 1,86$ [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$]

(Hallergetal = 18,6 gr/($\text{dm}^2 \cdot \text{min}$))

Uit de test voor vrijwillige wateropneming (VW) blijkt welk porievolume van de steen beschikbaar is voor waterabsorptie en voor droging. Vrijwillige wateropneming is de hoeveelheid vocht die wordt opgenomen na 24 uur onderdompeling, uitgedrukt in volume- of massaprocenten.

1) Proefstukken met een onregelmatige vorm



Figuur 4. Handelingen in beeld

Handelingen

- Weeg het object droog [G_{droog}].
- Vul een container met water en dompel het object gedeeltelijk onder water.
- Noteer het tijdstip.
- Vul na 24 uur verder bij tot het object onder water staat.
- Na wederom 24 uur ($t_{\text{totaal}} = 48$ uur): stenen uit de bak nemen, afdeppen en wegen: [G_{nat}].
- Wegen onder water [G_{ow}].
- Bereken het gewicht van het opgenomen water: $G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}$ uitgedrukt in [kg].
- Bereken het volume van het object $G_{\text{nat}} - G_{\text{ow}}$ uitgedrukt in m^3 .

De vrijwillige wateropneming (VW) (of vrije waterabsorptie) is in % [V/V] (volumepercent) dan:

$$\text{VW} = \left(\frac{G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}}{G_{\text{nat}} - G_{\text{ow}}} \right) \times 100 \% \text{ [V/V]}$$

In massaprocent is dit:

$$\text{VW} = \left(\frac{G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}}{G_{\text{droog}}} \right) \times 100 \% \text{ [M/M]}$$

Rekenvoorbeeld:

Proefstuk (zie figuren hierboven)

G_{droog} is 10,74 g = $10,74 \times 10^{-3}$ kg G_{nat} is 12,59 g = $12,59 \times 10^{-3}$ kg

G_{ow} is $6,84 \times 10^{-3}$ kg

$G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}$ is $1,85 \times 10^{-3}$ kg overeenkomend met $1,85 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

$G_{\text{nat}} - G_{\text{ow}}$ is $5,75 \times 10^{-3}$ kg overeenkomend met $5,75 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

Vrijwillige wateropneming (VW) **in vol %**

$$\text{VW} = \left(\frac{G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}}{G_{\text{nat}} - G_{\text{ow}}} \right) \times 100$$
$$\left(\frac{1,85 \times 10^{-6}}{5,75 \times 10^{-6}} \right) \times 100 = \mathbf{32,2 \% [V/V]}$$

Vrijwillige wateropneming (VW) **in massa %**

$$\text{VW} = \left(\frac{G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}}{G_{\text{droog}}} \right) \times 100$$
$$\left(\frac{1,85 \times 10^{-3}}{10,74 \times 10^{-3}} \right) \times 100 = \mathbf{17,2 \% [M/M]}$$

2) Proefstukken met een regelmatige vorm



Figuur 5. Onderdompeling in twee fasen: eerst gedeeltelijk (links) zodat lucht uit het monster kan ontsnappen, vervolgens geheel (rechts).

Handelingen

- Weeg de stenen droog [G_{droog}].
- Vul de bak met water tot plm. 5 mm onder de bovenkant van de stenen.
- Leg de stenen op afstandshouders in de bak en noteer tijdstip.
- Na 24 uur verder bijvullen tot plm. 10 mm boven bovenkant stenen.
- Na wederom 24 uur ($t_{\text{totaal}} = 48$ uur), stenen uit de bak nemen, afdeppen en wegen: [G_{nat}].
- Bereken volume steen $V = l \times b \times d$, uitgedrukt in [m^3].
- Bereken: $G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}$ uitgedrukt in [kg].

De vrijwillige wateropneming (VW) of vrije waterabsorptie in % [V/V] is dan:

$$\text{VW} = \left(\frac{G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}}{V} \right) \times 100 \% \text{ [V/V]}$$
$$\text{VW} = \left(\frac{G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}}{G_{\text{droog}}} \right) \times 100 \% \text{ [M/M]}$$

Rekenvoorbeeld:

Monster H1G

Afm: 0,202 (L) x 0,093 (B) x 0,044 (D) [m]; Volume $0,827 \times 10^{-3}$ [m^3]

G_{droog} is 1,539 kg ; G_{nat} is 1,710 kg

Vrijwillige wateropneming (VW) **in volume %**

$$\text{VW} = \left(\frac{G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}}{V} \right) \times 100$$

$$1,710 - 1,539 = 0,171 \text{ kg, dit komt overeen met: } 0,171 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Totaal volume steen is $0,827 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

VW ~ porievolume:

$$\left[\frac{0,171 \times 10^{-3}}{0,827 \times 10^{-3}} \right] \times 100\% = \mathbf{20,4 \% [V/V]}$$

Vrijwillige wateropneming (VW) **in massa %**

$$\text{VW} = \left(\frac{G_{\text{nat}} - G_{\text{droog}}}{G_{\text{droog}}} \right) \times 100$$

Vrijwillige wateropneming

$$\left[\frac{1,710 - 1,539}{1,539} \right] \times 100\% = \mathbf{11,1 \% [M/M]}$$

Opmerking: De afwijkingen die volumebepaling d.m.v. meten en berekenen oplevert (in plaats van via de weging van de verzadigde steen onder water) zal bij bijvoorbeeld een handvormsteen zó gering zijn, dat de afwijkingen in de berekende waarden binnen aanvaardbare grenzen liggen.

Bijlage 8: Referentietabel

Deze bijlage hoort bij paragraaf 4.12.1.

Zone	Toepassingsgebied	Voorbeelden	Aanbevolen kwaliteit restauratiebaksteen	Aanbevolen metselmortel restauratie / inboeten
1	Funderingen	De aanleg en de voet van de muur	R6 (Rood)	A (licht hydraulisch)
2	Waterkerend werk onder water	Kelders, kademu- ren onder de water- lijn; bij poldermo- lens: wielbak, op- leider en krimp	R1 (Kelderklinker)	E (sterk hydrau- lisch)
3	Permanent vochtig werk	Trasramen, kade- muren boven de waterlijn, grond- kerende muren; bij poldermolens: wa- terloops-muren	R2 (Trasraam- klinker)	D (matig hy- draulisch)
4	Opgaande mu- ren met hoge regenbelasting en onder bijzon- dere verweren- de omstandig- heden	Watertorens, kerk- en vuurtorens, mo- lens, hoge solitair gelegen gebouwen met een rechthoe- kige plattegrond (behoudens Mid- deleeuwse zeer dikke muren en muren in zgn. 'veldbrandsteen').	R3 (Gevelklinker) (gem. dikte tot 40 cm) R4 (Hardgrauw) (gem. dikte > 45 cm.	C (licht/matig hydraulisch) C (licht/matig hydraulisch)
5	Opgaande mu- ren zonder hoge regenbelasting	Alle overige op- gaande muren	R5 (Boeren- grauw)	B (licht hydrau- lisch)
6	Binnenmuren	Dragend en niet dragend	R6 (Rood)	A (niet hydrau- lisch)

Bijlage 9: Hechtproeven op de bouwplaats

Deze bijlage hoort bij paragraaf 4.12.2.

Proefondervindelijke bepaling dosering aanmaakwater bij mortel en voorbevochtigen stenen d.m.v. 1- en 10-minuten-hechtproef.

Voer de proef uit in samenwerking met de directie. De aannemer nodigt de directie en de adviseur tijdig (vóór de start van de werkzaamheden) uit om met de uitvoerende metselaar in twee proeven de definitieve zand-bindmiddelverhouding, de waterdosering van de mortel en de eventuele noodzaak tot voorbevochtigen van de metselstenen (waarschijnlijk niet!) te bepalen en vast te leggen.

1-minuutproef (hechting)

Begin met droge stenen

Maak een kleine hoeveelheid specie aan, met een bindmiddel-zandverhouding binnen de hierboven gestelde grenzen en waterdosering, naar behoefte voor prettige verwerkbaarheid (noteren!).

- Spreid de specie op één steen (afb. 8.1).
- Wrijf een tweede steen in de specie.
- Trek de twee stenen van elkaar na 1 minuut contact.

Aan beide stenen moet specie blijven kleven zodat duidelijk is dat de hechting van de mortel goed aan de steenhecht; de vochtigheid is dan in orde.

Indien dit niet het geval is (afb. 8.2) de waterdosering en/of de voornatting van de stenen aanpassen tot deze proef succesvol verloopt.

Vervolgens, ter controle:

10-minutenproef (hechting)

Begin met droge stenen

- Spreid de specie op één steen.
- Wrijf een tweede steen in de specie.
- Laat 10 minuten overstaan.
- Til het proefstuk op aan de bovenste steen (afb. 8.3)

Als de onderste steen blijft hangen (afb. 8.3) is de waterdosering/voorbevochtiging goed. Indien dit niet het geval is, de waterdosering en/of de voornatting van de stenen verder aanpassen tot ook deze proef succesvol verloopt.

De resultaten worden door de directie vastgelegd en gelden als bindend voor de uitvoering van het metselwerk.



Afbeelding 8.1, 8.2 en 8.3.

Bijlage 10: Literatuurlijst

Onderstaande literatuur levert aanvullende informatie. De inhoud is geen onderdeel van deze richtlijn.

- 'Historisch Metselwerk, Instandhouding, herstel en Conservering'. M. van Hunen (red), WBooks, 2012.
- 'Biografie van de Baksteen', Ronald Stenvert, WBooks, 2012.
- 'Het Kalkboek', Koen van Balen (et al), Rijksdienst voor de Monumentenzorg, 2003.

De volgende documenten zijn te downloaden via

<http://discover.tudelft.nl/nl/page/search?query=historisch+metselwerk>

- OR 1 Kwaliteitseisen Restauratiebaksteen
- OR 2 Kwaliteitseisen Metselmortels
- OR 3 Deelproject Voegherstelmortels voor Historisch Metselwerk
- OR 5 Deelproject Uitvoeringswijzen inboetwerk – hersteltransversaalscheuren – voegwerk-herstel