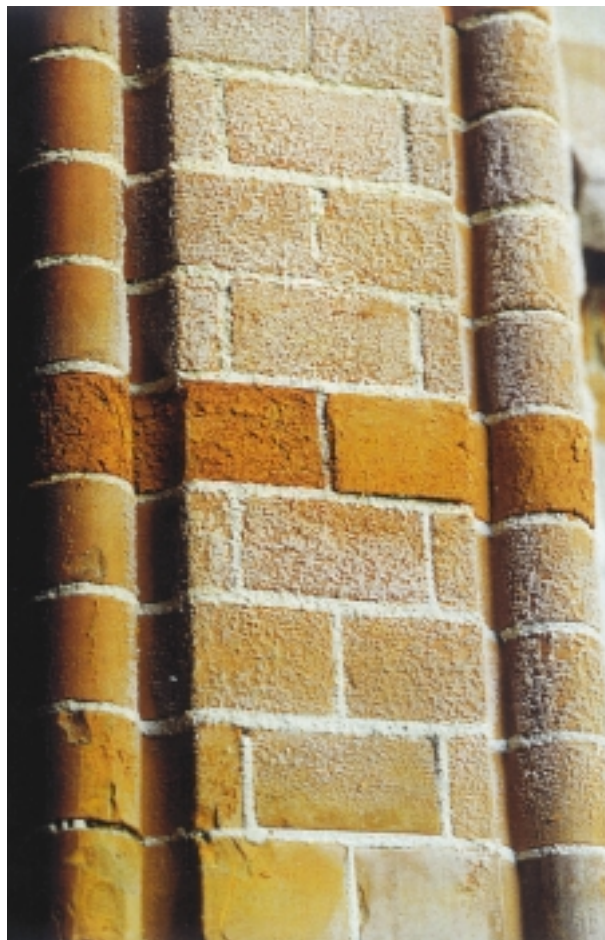


AANLEIDING TOT DEZE BROCHURE

De aanwezigheid van vocht en bouwschadelijke zouten in baksteenmetselwerk veroorzaakt veel schade aan (herstelde) monumenten. Kennis van de schadebeelden blijkt niet bij iedereen aanwezig te zijn, waardoor dit niet opgemerkt wordt bij het voorbereiden van het werk. Vervolgens kan dat leiden tot gebruik van grondstoffen en materialen die niet bestand blijken te zijn tegen vocht- en zoutbelasting. Vervolgschaden kunnen dan plaatsvinden, hetgeen niet alleen heel teleurstellend voor de betrokkenen is, maar ook zeer schadelijk voor het baksteenmetselwerk van het betreffende monument.

Vocht en zouten in metselwerk

Vocht in bouwconstructies vormt vaak een lastig probleem, zeker wanneer er ook zouten aanwezig zijn. In onze brochures *Info Restauratie en beheer 1, 2, 4 en 5* zijn de schadelijke gevolgen van vocht en zouten beschreven. Deze brochure wil informatie verstrekken over het vocht en de zouten zelf, hun samenhang en de wijze waarop deze gemeten kunnen worden.



Het kristalliserende zout leidt tot schade aan het metselwerk (foto RDMZ)

INLEIDING

Vocht en zoutschaden vormen een belangrijke oorzaak van diverse schaden in monumenten. Bij visuele inspectie van monumenten ter voorbereiding van onderhouds- of restauratiewerken wordt de aanwezigheid van vocht en zouten niet altijd opgemerkt. Dat komt omdat de sporen vaag of soms niet zichtbaar zijn. Het jaargetijde en de weersomstandigheden tijdens de inspectie kunnen daarin een rol spelen. Aangezien de schadelijke gevolgen van vocht en zouten groot zijn, is het van belang dat in problematische situaties eerst onderzoek wordt gedaan naar de aanwezigheid van vocht en zouten, dus voordat het herstelwerk wordt uitgevoerd.



HISTORISCHE ONTWIKKELING

Naast een bouwtechnisch onderzoek kan een onderzoek naar de gebruiksgeschiedenis van het monument gegevens opleveren over de oorzaak van de aanwezigheid van vocht en zouten. Ook de aardrijkskundige ligging van een monument kan van belang zijn. Plaatselijke historische verenigingen kunnen daartoe wellicht mede een bijdrage leveren. Zo ondergaan niet alleen monumenten aan de kust de invloed van de zee, maar is deze ook terug te vinden bij objecten die in vroegere kustzones staan, zoals nabij de voormalige Zuiderzee. Overstromingen hebben eveneens bijgedragen aan de introductie van zouten. Ook zilt grondwater bevat de nodige zouten.

In tijden van oorlog en rampspoed kwam het voor dat kerken werden ontruimd en vervolgens gebruikt als legerplaats voor soldaten en hun paarden, of als veestalling. Dat gebruik leidde tot de introductie van zouten uit meststoffen in menige kerkmuur. Ook veestellingen in boerderijen bevatten veelal zouten.

Veel monumenten zijn als gevolg van omstandigheden soms voor langere tijd in onbruik geraakt, met onder andere als gevolg dat vogels zich er nestelden. Hun uitwerpselen laten sporen met het zout nitraat achter.

Het op grote schaal met zout strooien tijdens gladheid draagt bij aan de ophoping van zout in oude gebouwen. In directe zin door foute strooitechnieken en indirect als gevolg van het transport via het grondwater naar de vochtbelaste constructie.

Het reinigen van baksteen met zoutzuur is in het verleden nogal eens toegepast; een foute reinigingsmethode, die zeer schadelijk is.

VOCHT- EN ZOOTSCHADE HERKENNEN

De aanwezigheid van vocht is vaak te zien door de verkleuring van het baksteenmetselwerk; waar vocht is, is de kleur donkerder. Wanneer de gevel geschilderd is, kunnen blazen en verbladders ook op een te hoge vochtbelasting wijzen.

Zout kan worden herkend aan de witte vlekken en poederuitslag op het baksteenmetselwerk. Afhankelijk van het jaargetijde en de weersomstandigheid is dat niet altijd zichtbaar. Een beregende muur laat geen sporen zien, een drogende wel. Ook kan gelet worden op schadekenmerken als het afpoederen, schilferen, kruimelen, afbrokkelen en scharf- en scholvorming van het baksteenmetselwerk. Bij nauwkeurige inspectie kunnen korreltjes zout in de afkomende poeder worden aangetroffen. Achter baksteenscherven die op het punt staan los te raken, kunnen ook zouten worden aangetroffen.

Zout kan ook worden geproefd met een natte vingertop. Een bittere smaak duidt op het zout magnesium, een zoute smaak op natrium. In feite is elke visueel waarneembare verandering aan het uiterlijk van een materiaal reden tot nader onderzoek. Ligt de oorzaak van vocht-overlast niet voor de hand, dan is een bouwfysisch of materiaalkundig onderzoek door een erkend laboratorium noodzakelijk.



Vee en mensen ten tijde van een overstroming in de Oostzijderkerk te Zaandam op een schilderij uit het begin van de negentiende eeuw (foto RDMZ)



Een drogende muur staat vocht en zouten af aan de buitenlucht (foto M. van Rooden)



Detail van de drogende muur



Losgelaten baksteenschilfer als gevolg van kristallisatie (foto M. van Rooden)



Afpoederende steen door droging, gepaard gaand met kristallisatie van zout. Er zijn witte zoutkorrels in de rode baksteenpoeder zichtbaar (foto M. van Rooden)



MOGELIJK AANWEZIGE ZOUTEN

Zout is een verzamelnaam voor meerdere chemische stoffen. Bij monumenten heeft men voornamelijk te maken met chloriden, sulfaten en nitraten van natrium, kalium, calcium en magnesium. Om een uitspraak over de herkomst te kunnen doen, is het noodzakelijk de samenstelling van de zouten te kennen.

Zouten en hun mogelijke herkomst:

- Chloriden en sulfaten van natrium en magnesium: optrekkend vocht vanuit zilt grondwater en zeezout; of regen vanuit zee (De zoutbelasting neemt aan de kustgebieden nog steeds toe).
- Natriumchloride (keukenzout): onjuist gebruik van zout tegen de winterse gladheid.
- Chloriden: reinigingsvloeistoffen, zoals reiniging met bijvoorbeeld zoutzuur.
- Sulfaten, sulfieten, nitraten en o.a. oplosbare chloriden: verontreinigde stenen die van elders zijn aangevoerd.
- Sulfaten en sulfiden: optrekkend vocht vanuit lekkende riolen.
- Nitraten: mest als gevolg van vroeger gebruik van het monument.
- Ammoniakzouten: oneigenlijk gebruik, zoals het urineren tegen monumenten.
- Calcium, natrium, kalium en sulfaten: cementwater en cementhoudende bouwspecies (Gevaarlijk gedurende de periode voor de verhardingsfase).

SCHADEMECHANISMEN BIJ ZOUT

Bij de constructie van een bouwwerk werd in het algemeen gebruik gemaakt van duurzame bouwmaterialen en grondstoffen. De duurzaamheid ontleen deze materialen voor een belangrijk deel aan hun onoplosbaarheid in water. In onoplosbare materialen kunnen echter kleine concentraties wateroplosbare zouten aanwezig zijn. Indien door het materiaal een vochtstroom aanwezig is, zullen de wateroplosbare zouten in dit vocht oplossen en met de vochtstroom worden meegevoerd. In het gebied waar het vocht door verdamping uit het materiaal verdwijnt, het zogenoemde verdampingsfront, zullen de opgeloste zouten uitkristalliseren. Afhankelijk van het poriënsysteem zal het verdampingsfront meer aan het oppervlak of meer onder het oppervlak van het materiaal liggen. De schade die door zouten wordt veroorzaakt, is terug te voeren tot de volgende drie mechanismen: kristallisatie, hydratatie en corrosie.

Kristallisatie

Wanneer het water verdamp, zullen de hierin opgeloste zouten in de poriën uitkristalliseren. Door het aangroeien van de zoutkristallen ontstaat een druk in het poriënsysteem die tot schade kan leiden. Die schade wordt zichtbaar door afpoederen, schilferen, kruimelen, afbrokkelen en scherf- en scholvorming aan de baksteen.

Hydratatie

Hydratatie is het opnemen van watermoleculen in het kristal; dehydratatie is de afgifte van water.



Een sluier van zout op pleisterwerk (foto Koning & Bienfait)

Uit een oplossing van natriumsulfaat slaat gehydrateerd natriumsulfaat neer ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) bij temperaturen tot $32,4^\circ\text{C}$. Bij temperaturen boven de $32,4^\circ\text{C}$ slaat natriumsulfaat zonder kristalwater neer. In een later stadium kan hydratatie optreden, hetgeen met een volumevergroting van ruim 300% gepaard gaat. Hierdoor ontstaat een grote druk op de poriënwallen. De schade die deze drukbelasting aan de poriënwallen veroorzaakt, uit zich onder meer door het verpoederen van het oppervlak van het materiaal. Is er een blokkade aanwezig, bijvoorbeeld in het geval van een hydrofobe laag, dan kan het materiaalverlies aanzienlijk zijn. Door de aanwezigheid van een hydrofobe laag, bijvoorbeeld bij metselwerk behandeld met een waterafstotend preparaat, wordt het verdampingsfront ver achter het oppervlak gedwongen, waardoor ook de zoutkristallisatie op een ongunstige diepte plaatsvindt.

Corrosie

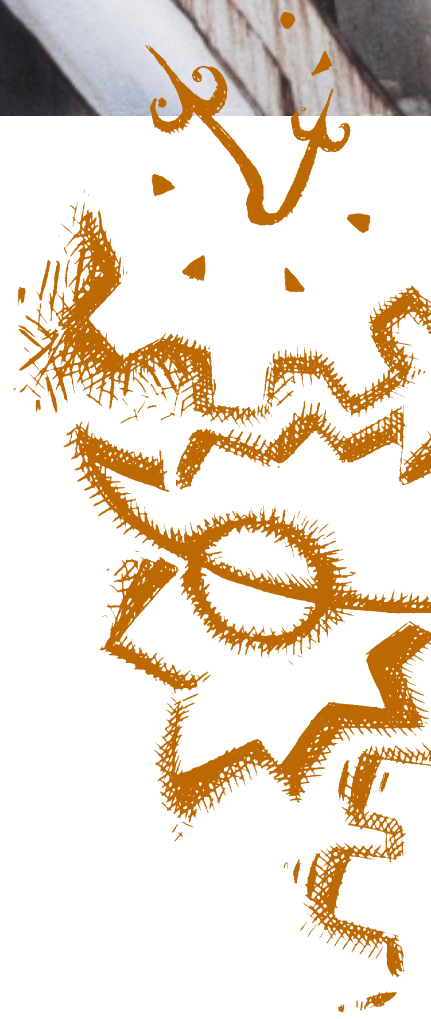
Metalen kunnen voor diverse doeleinden in constructies aanwezig zijn, zoals ankers of wapening. Bij een vochtbelasting, en zeker in combinatie met zouten, kan corrosie van deze metalen optreden. Corrosieproducten nemen vaak veel volume in. Bij ijzer en staal is dit circa vijf à zes maal het volume van het oorspronkelijke materiaal. Door deze volumevergroting wordt het omringende materiaal kapotgedrukt.

Juist de combinatie van een vochtstroom en wateroplosbare zouten leidt tot problemen. De aanwezigheid van oplosbare zouten hoeft onder droge omstandigheden niet per se tot problemen te leiden. Het voorkomen van vochtbelasting is dus uiterst belangrijk.

WANNEER IS VOCHT EEN PROBLEEM?

Vocht speelt een grote rol bij de aantasting van bouwmaterialen. Zo kunnen vorstschade en biologische aantasting alleen optreden bij aanwezigheid van vocht. Onder biologische aantasting wordt de schadelijke aanwezigheid van algen en mossen verstaan. Ook de aantasting door zouten kan alleen plaatsvinden bij aanwezigheid van vocht.

Elk poreus materiaal bevat een zekere concentratie vocht. Dit vochtgehalte, ook wel evenwichtsvochtgehalte genoemd, is afhankelijk van de poriënstructuur van het materiaal, de relatieve luchtvochtigheid en de aanwezigheid van hygroscopische zouten. Het evenwichtsvochtgehalte van steenachtige materialen ligt doorgaans onder de 3 à 4 massaprocent. Dat wil zeggen dat in 1 m^3 baksteenmetselwerk met een gemiddeld gewicht van 1600 kilo normaliter ongeveer 56 liter water aanwezig is. Wanneer het vochtgehalte rond de 10% ligt, dan is het metselwerk behoorlijk vochtbelast. Er is dan ongeveer 160 liter water in 1 m^3 metselwerk aanwezig. Een vochtgehalte van 15% geldt als oververzadigd. Er is dan circa 240 liter water in 1 m^3 metselwerk aanwezig. Ligt het vochtgehalte rond of boven de 10%, dan moet er minstens één vochtbron aanwezig zijn waardoor ernstige problemen ontstaan. Zijn er in het materiaal ook zouten aanwezig, dan worden deze door de vochtstroom meegenomen en verspreid door het materiaal of de constructie.





Overmatig vochtbelaste metselwerkconstructies zijn veelal de bron voor de aantasting van houtconstructies (foto Koning & Bienfait)

ONDERZOEKSMETHODEN

De vocht- en de zoutbelasting kunnen op de volgende manieren gemeten worden.

Metten van vocht

De meest toegepaste methoden om een vochtstroom in steenachtige materialen te traceren, zijn de elektrische weerstandsmeting, de capacitieve meting en de carbidmethode. Daarnaast is er het laboratoriumonderzoek, dat meestal gebaseerd is op diverse capacitieve metingen.

Elektrische weerstandsmeting

Er worden twee metalen pennen in het materiaal aangebracht, waarna de elektrische weerstand tussen de pennen wordt gemeten. Het meetresultaat is sterk afhankelijk van de materiaalsoort, defecten (holten) in het materiaal en de aanwezigheid van wateroplosbare zouten. Met de conclusies van dit type metingen dient men voorzichtig om te gaan. De methode is niet betrouwbaar, doch kan gezien worden als een indicatie met betrekking tot de aanwezigheid van vocht.

Capacitieve meting

Deze methode is gebaseerd op de meting van de diëlektrische constante, een materiaaleigenschap die sterk afhankelijk is van het vochtgehalte. Deze methode meet alleen het vocht in de oppervlaktelaag van het te onderzoeken materiaal en resulteert in de indicatie wel of niet vochtig. Dat gegeven is in de meeste gevallen onvoldoende voor het trekken van een conclusie, maar wordt gebruikt om al of niet over te gaan tot laboratoriumonderzoek.

Carbidmethode

Van een vooraf door boring verkregen poedermonster wordt een afgewogen hoeveelheid boormeel samen met carbid in een afsluitbare fles gedaan. Het vocht reageert met carbid tot acetyleneegas. De druk die hierdoor ontstaat, is een maat voor de hoeveelheid vocht in het monster. Deze methode is zeer geschikt om ter plaatse toe te passen. De methode kan als betrouwbaar worden aangemerkt.

Laboratoriumonderzoek

Het vooraf door boring verkregen poedermonster wordt gewogen, gedroogd bij 105^o C en weer gewogen. Het verschil in gewicht, zijnde het vocht in het boormeel, wordt in relatie gebracht met het evenwichtsvochtgehalte. Op grond daarvan kunnen er uitspraken gedaan worden over het vochtgehalte in het baksteenmetselwerk. Deze methode is het meest betrouwbaar en geëigend indien meerdere monsterseries onderzocht moeten worden.

Methode van onderzoek

Bij een oriënterend onderzoek worden vochtige gedeelten van het object gelokaliseerd middels de capacitieve methode. Aan de hand van deze inventarisatie kunnen probleemgebieden nader worden onderzocht. Door het nemen van poedermonsters kan dan gedetailleerd per locatie en per diepte de vochtbelasting, volgens hierboven beschreven

wijze, worden vastgesteld. De poedermonsters kunnen in een later stadium nader op de aanwezigheid van zouten worden onderzocht. De marges van schadelijkheid zijn:

- 3 à 4 massaprocent: normaal evenwichtsvochtgehalte.
- 10 massaprocent: abnormaal vochtgehalte (vochtbron(nen) aanwezig).
- 15 massaprocent: oververzadigd vochtgehalte (vochtbron(nen) aanwezig).

Metten van zouten

De volgende drie meetmethoden zijn goed bruikbaar gebleken om de zoutbelasting en de samenstelling van de oplosbare zouten in de praktijk vast te stellen. Deze kunnen alleen in het laboratorium worden uitgevoerd.

Geleidbaarheid

Deze snelle methode geeft een goede indicatie van de hoeveelheid oplosbare zouten. De meting wordt uitgevoerd door de elektrische geleidbaarheid te bepalen van een waterig extract van een poedermonster.

Bij metselwerk is proefondervindelijk gebleken dat als de concentratie aan oplosbare zouten onder circa 50 millimol per kilogram ligt, er geen of nauwelijks schade optreedt. Aangezien de relatie tussen zoutconcentratie en geleidbaarheid bekend is, kan uit de geleidbaarheid de concentratie bij benadering afgeleid worden.

Kwalitatieve methode

Het waterige extract waarin de geleidbaarheid is gemeten, kan gebruikt worden voor een kwalitatief onderzoek. Bij dit onderzoek wordt op eenvoudige wijze gekeken naar de aanwezigheid van de meest voorkomende zouten. De hoofdbestanddelen kunnen meestal worden geïdentificeerd.

Kwantitatieve methode

Het waterige extract kan ook gebruikt worden om een nauwkeurige kwantitatieve analyse uit te voeren naar de samenstelling van de aanwezige zouten. Door middel van diverse analysemethoden (onder andere atomaire-absorptiespectrometrie) worden de concentraties van de afzonderlijke componenten bepaald. Met deze gegevens kan de samenstelling van de oplosbare zouten en de mogelijke herkomst goed worden beoordeeld.

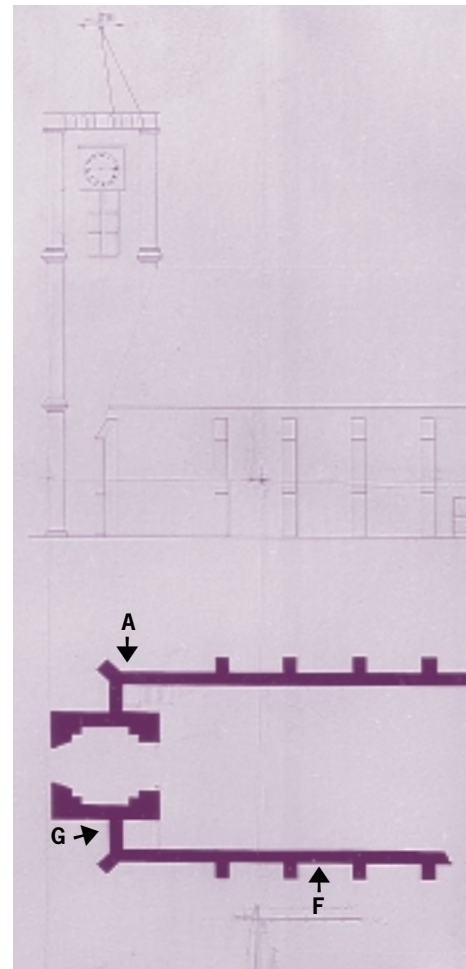
Te hoge zoutbelasting

Bij de volgende waarden is er sprake van een te hoge zoutbelasting, gemeten met behulp van de geleidbaarheidsmethode:

- Van 0 tot 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ weinig zoutbelast: geen schade.
- Van 500 tot 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ matig zoutbelast: kans op schade.
- Van 1100 en meer $\mu\text{S}/\text{cm}$ sterk zoutbelast: grote kans op schade.

In de loop der jaren zijn veel metselwerkconstructies onderzocht op vocht- en zoutbelasting. Uit deze onderzoeksgegevens blijkt dat de grenswaarde van het gehalte aan wateroplosbare zouten in metselwerk gesteld moet worden op 50 millimol per kilogram metselwerk. Hierbij moet worden opgemerkt dat deze grenswaarde niet zonder

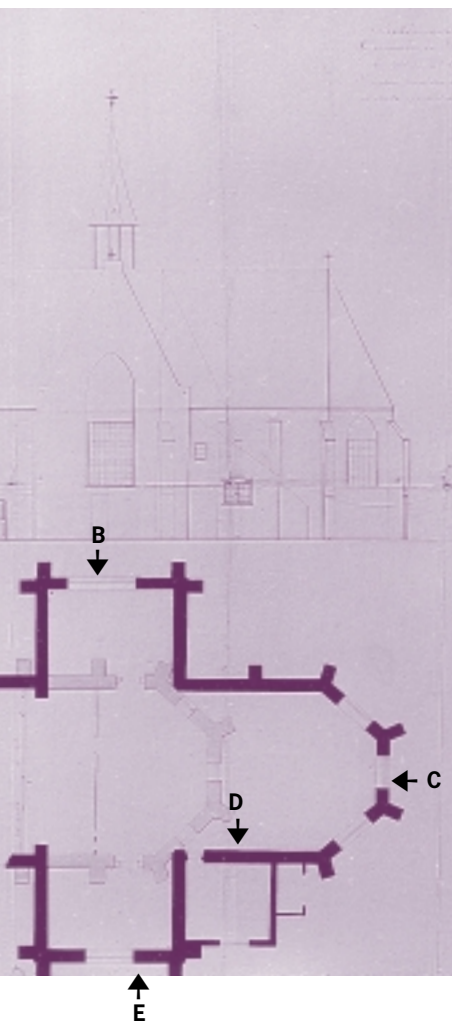
Plattegrond van een kerkje met aanduiding van de plaatsen waar boormonsters werden genomen ten behoeve van vocht- en zoutonderzoek (tekening RDMZ)



Monster	Zoutbelasting [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
B	271
C	538
E	1107
G	1294

Kwalitatief onderzoek monster G

Natrium	+
Kalium	±
Calcium	++



De aangetroffen zoutbelastingen van de locaties B, C, E en G. De monsters zijn uit de baksteen genomen op 0,5 meter hoogte, op een diepte tussen 0 en 2 centimeter onder het oppervlak. Ze zijn onderzocht met behulp van de geleidbaarheidsmethode. G, het monster met de hoogste zoutbelasting, is kwalitatief op samenstelling van de oplosbare zouten onderzocht (schema's Koning & Bienfait)

meer op alle materialen van toepassing is. Er zijn aanwijzingen dat er in het geval van natuursteen bij aanzienlijk lagere concentraties reeds schade kan optreden. Vermoedelijk is de poriënstructuur van grote invloed op de toelaatbare zoutbelasting.

MOGELIJKHEDEN BIJ HERSTEL

De aanwezige zouten beperken de keuzemogelijkheden van herstel. Dit geldt onder andere voor onderstaande voorbeelden.

- Het is onmogelijk om bij een met sulfaten belaste ondergrond herstelwerk uit te voeren met gewone portlandcement en met portlandcementshoudende materialen. Op het grensvlak en in het materiaal kan de verbinding ettringiet ontstaan. Dit zout is zeer volumineus en kan door zwelling het materiaal uit elkaar drukken. Bovendien verhindert het een duurzame hechting van het reparatiemateriaal aan de ondergrond.
- Om schade door sulfaten te voorkomen moeten sulfaatbestendige bindmiddelen worden gebruikt, zoals luchtkalk, hoogovencement of portlandcement met een laag C_3A -gehalte. Lees voor het gebruik van kalkmortels onze brochure *Het gebruik van kalkmortel, Info Restauratie en beheer 37*.
- Vocht- en zoutbelast metselwerk legt ook beperkingen op aan het herstel van voegwerk, pleisterwerk, schilderwerk en de mogelijkheid om een gevel te hydrofoberen.

Verwijderen van zout

Het verwijderen van zouten uit een constructie is slechts in een beperkt aantal gevallen mogelijk. Indien het object in hanteerbare delen gedemonteerd kan worden, is het mogelijk de zouten door spoelen met gedemineraliseerd water te verwijderen. Deze methode wordt in zeer beperkte mate toegepast bij beeldhouwwerken en grafmonumenten.

Ook is het mogelijk met bepaalde vocht en zouten absorberende materialen het oppervlak enkele millimeters te ontzouten. Hierdoor zal de hechting van een eventueel nieuw aan te brengen, dampopen en zoutbestendig afwerksysteem aanzienlijk verbeteren.

Voorkomen van zouttoename

Bij gemetselde wanden is het volledig ontzouten niet mogelijk. In dit geval moet de aandacht gericht worden op het beperken van het zouttransport, om te voorkomen dat er lokaal hoge concentraties zout ontstaan. Bovendien moet een toename van de totale zoutconcentratie in het materiaal voorkomen worden door de volgende maatregelen te nemen:

- Dreneer de omgeving van vochtbelaste funderingsconstructies.
- Voorkom vochtindringing. Zie hiervoor de literatuurlijst achterop deze brochure.
- Beperk de vochtstromen, desgewenst door isoleren.
- Onderhoud baksteenmetselwerken zorgvuldig.
- Tref voorzieningen tegen urineren en het nestelen van vogels.
- Voorkom dat monumenten worden aangestrooid door strooizout.
- Voorkom oneigenlijk gebruik van monumenten, zoals urineren.
- Tref alle overige maatregelen die introductie van zouten voorkomen.



Loskomend pleisterwerk als een gevolg van volumevermeerdering door vocht en zouten (foto Koning & Bienfait)



Schade als gevolg van de kristallisatie van zouten. De gele stenen blijken gevoeliger dan de rode stenen. Een voorbeeld van verschil in poriëngrootte van het materiaal (foto Koning & Bienfait)

Beperken van vochttoename

Het beperken van de vochtstromen is een zeer effectief middel ter voorkoming van schade, aangezien de vochtstromen de zouten transporteren die verantwoordelijk zijn voor de schade als gevolg van kristallisatie, hydratatie en corrosie. Het is van belang zo spoedig mogelijk de oorzaken op te heffen die tot vochtoverlast leiden. Het is onverstandig het herstel van defecten aan goten en hemelwaterafvoeren in afwachting van een restauratie uit te stellen. Snel en bij voorkeur preventief onderhoud zal op termijn voordeliger blijken te zijn. Indien er ondanks preventief onderhoud schade optreedt, is het geboden tijdig deskundige hulp in te schakelen. Dit om de vervolgschade zo beperkt mogelijk te houden.

SUBSIDIE

Het onderzoek naar vocht en zouten voorafgaand aan het herstel van historisch baksteenmetselwerk is in het kader van het Besluit rijks-subsidiëring restauratie monumenten in principe subsidiabel. Als voorwaarde wordt de eis gesteld dat er een onderzoekstechniek wordt gehanteerd die wetenschappelijk verantwoord is en dat de resultaten van het onderzoek schriftelijk worden vastgelegd in een rapport.

TOT SLOT

Het signaleren en het voorkomen van schade is een belangrijke taak van de beheerder van het betreffende object. De regionale Monumentenwacht kan hierbij een hulp zijn.

INFORMATIE

Voor informatie en advies over dit onderwerp kunt u contact opnemen met de Rijksdienst voor de Monumentenzorg: M. van Hunen, 030 - 69 83 285, m.vanhunen@monumentenzorg.nl.

NUTTIGE ADRESSEN

Instituut Collectie Nederland

Postbus 76709, 1070 KA Amsterdam
020 - 30 54 545, fax 020 - 30 54 600
info@icn.nl, www.icn.nl
(Vocht- en zoutonderzoek)

Stork CMT (voormalig Koning & Bienfait)

Postbus 379, 1000 AJ Amsterdam
020 - 55 63 555, fax 020 - 55 63 556
info.smt@stork.com, www.storksmt.com

Rockview

Weteringschans 135, 1017 SC Amsterdam
020 - 42 75 555, fax 020 - 42 75 566
j.vanrhijn@rockview.nl, www.rockview.nl

TNO Bouw, divisie Bouwtechnologie - Materiaalkunde

Postbus 49, 2600 AA Delft,
015 - 28 42 111, fax 015 - 28 43 981
info@bouw.tno.nl, www.bouw.tno.nl

LITERATUUR

- Hunen, Michiel van, *Het gebruik van kalkmortel*, *Info Restauratie en beheer* 37, Zeist 2003, te bestellen via info@monumentenzorg.nl
- Rijksdienst voor de Monumentenzorg, *Hydrofoberen van gevels*, *Info Restauratie en beheer* 1, Zeist 1994, te bestellen via info@monumentenzorg.nl
- Rijksdienst voor de Monumentenzorg, *Herstel van voegwerk*, *Info Restauratie en beheer* 2, Zeist 1995, te bestellen via info@monumentenzorg.nl
- Rooden, Matth van, en Jos van Rooden, *Oorzaken van schade aan baksteenmetselwerk en herstel* 1, *Info Restauratie en beheer* 4, Rijksdienst voor de Monumentenzorg, Zeist 1995, te bestellen via info@monumentenzorg.nl
- Rooden, Matth van, *Oorzaken van schade aan baksteenmetselwerk en herstel* 2, *Info Restauratie en beheer* 5, Rijksdienst voor de Monumentenzorg, Zeist 1995, te bestellen via info@monumentenzorg.nl
- Schuit, P.K. van der, 'De verwerking van pleisters, Oorzaak en maatregelen', in: *Restauratievademecum RVblad Pleisterwerk* 01, (1986) nr. 2, p. 1-10
- Schuit, P.K. van der, 'Verwerking van monumenten, Van de regen in de drup?', in: *Restauratievademecum RVblad Aantasting* 01, (1987) nr. 7, p. 1-8
- Schuit, P.K. van der, 'Aantasting van natuursteen', in: *Restauratievademecum RVblad Natuursteen* 04, (1994) nr. 34, p. 1-15

RIJKSDIENST VOOR DE MONUMENTENZORG

Broederplein 41 · 3703 CD Zeist
Postbus 1001 · 3700 BA Zeist

☎ | 030 - 69 83 211
| 030 - 69 83 456 *InfoDesk*
☝ | 030 - 69 16 189
🌐 | www.monumentenzorg.nl
| www.monumenten.nl
@ | info@monumentenzorg.nl