

Restauratieschaden beter voorkomen dan genezen!

Uitgebreide versie van artikel in maandblad Monumenten september 2006

CASPAR GROOT en JOS GUNNEWEG | Vocht is de grote belager van alle bakstenen erfgoed in ons land. De laatste decennia zijn de zegeningen van de bouw-chemie en de moderne morteltechnologie ook over de restauratiesector neergedaald. Met beloften als 'waterdichte ja zelfs waterafstotende' gevels die er uit zien 'als nieuw'! Toch lijkt het of in massief metselwerk opgetrokken gebouwen vroeger beter tegen vocht bestand waren dan tegenwoordig.

Een jaar of 10 geleden werd door beheerders van zwaar regenbelaste monumenten alarm geslagen. Er deden zich vaak niet veel jaren na een ingrijpende gevelrestauratie, lekkages voor waar deze eerst niet waren, voren stripjes voeg uit de muur, ontstonden binnen zoutuitbloeiingen die vroeger niet voorkwamen en raakten balkkoppen aangetast door zwam

Het eerst onderkend werden en wel op internationale schaal, ernstige problemen op het gebied van herstelvoegwerk. Dit werd onderwerp van een onderzoek op Europees niveau (EU Pointing Project; 2002). In eigen land tekende zich bij een van de meest markante categorieën Nederlandse monumenten, de bakstenen windmolens, een nog veel verder gaande problematiek af. Er waren er die - ook hier soms niet lang na een ingrijpende restauratie - in het natte jaargetij zo lek bleken als een mandje. In 1998 bleek de tijd rijp voor een initiatief tot een breed inventariserend onderzoek gefinancierd door de Rijksdienst voor de Monumentenzorg, de provincie Zuid-Holland (waar de meeste stenen molens staan) de gemeente Leiden (met museummolen De Valk eigenaar van een van de meest lekke molens van ons land) en het HHS Alblasterwaard en Vijfherenlanden (Kinderdijk waarvan enkele van de stenen Nederwaard molens lek waren). Een praktijkonderzoek waarbij 30 bakstenen molens, lekke en niet lekke, systematisch zouden worden onderzocht. Het werd opgedragen aan de faculteit Civiele Techniek & Geowetenschappen van de TU Delft en uitgevoerd door de onderzoekers Dr ir Caspar Groot en Jos Gunneweg. De resultaten werden oktober 2001 gepresenteerd (zie kadertekst).

Kort door de bocht: dat werkwijzen en materiaaltoepassingen overgewaaid uit de nieuwbouwpraktijk bij de restauratie van massief metselwerk, in veel gevallen bouwfysisch een averechts effect hadden gehad. Zoals onder meer de normvervaging bij de hygrische kwaliteitseisen van baksteen en een overdreven vertrouwen in de bouwchemie, vaak ter compensatie van onvoldoende vakmanschap. Deze waren oorzaak van ernstige vochtproblemen met een kettingreactie van daaraan gerelateerde schaden.

Niet bij 'molens' alleen | Terstond bij de presentatie van de onderzoeksresultaten kwam de reactie van andere deskundigen dat een aantal schadefenomenen zich niet exclusief beperkten tot de categorie stenen molens maar zich ook voordeden in andere zwaar regenbelaste bakstenen monumenten als kerktorens,

Uit: "Vochtproblematiek stenen molens, onderzoek 1ste fase" (rapport Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, TU Delft, september 2002)

Belangrijkste conclusies onderzoek vochtproblematiek stenen molens

- de toepassing van cementmortels bij herstelvoegwerk werkt uiterst nadelig op de vochthuishouding
- hydrofoberen van metselwerk van molens is ten sterkste af te raden
- nieuwe bakstenen voor de restauratie van molens en ander zwaar vochtbelast vollewandsmetselwerk, in de daaraan te stellen kwaliteitseisen zijn op de Nederlandse baksteenmarkt niet courant voorhanden
- waarschijnlijk de helft van de waterdichtheidsproblemen is het gevolg van slecht vakmanschap bij een restauratie
- opleidingen voor het specialisme restauratievoeger en -metselaar ontbreken
- het weer invoeren in de restauratiepraktijk van 'doorstrijken', de in onbruik geraakte klassieke manier van voegen met de metsel mortel, dient met kracht te worden bevorderd
- bij hervoegen van gehydrofobeerd metselwerk treden hechtingsproblemen op
- langsscheuren of 'losse schillen' blijken een grotere negatieve invloed te hebben op de waterdichtheid dan werd gedacht; de moeilijkheid deze op te sporen, vereist de inzet van moderne detectietechnieken
- bouwchemisch en materiaalkundig vooronderzoek blijft vaak achterwege
- de kwaliteit van de directievoering is in veel gevallen beneden de maat en het houden van toezicht ontbreekt vaak
- injecteren van metselwerk ter oplossing van waterdichtheidsproblemen bleek in de helft van de onderzochte gevallen, niet succesvol
- in extreme situaties zal het aanbrengen van een (reversibele) protectielaag aan de buitenzijde de enige oplossing zijn; acceptatie door restauratie-instanties van veranderingen in het uiterlijk van een molen is dan van doorslaggevende betekenis voor de realiseerbaarheid van dergelijke plannen

Uit: 'Richtlijn hygrische kwaliteit restauratiebaksteen' (rapport Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, TU Delft, in ontwerp)

Van 'rood', 'boerengrauw', 'hardgraauw', 'gevelklinker', 'trasraamklinker' tot 'kelderklinker'

Uit het onderzoek "Vochtproblematiek stenen molens" is gebleken, wat ook spreekt uit de casus 'toren', dat voor herstel van massief metselwerk met een zware regenbelasting de juiste bakstenen vaak niet courant leverbaar zijn en ook de speciaal op maat en kleur gebakken stenen niet altijd voldoen.

Vroeger werden uit de zgn. periodieke ovens op empirische wijze, op 't gehoor (klank) en op 't gevoel (gewicht, breken) en 't gezicht (kleur, structuur van het breukvlak, scheuren etc) per baksel een aantal soorten gesorteerd op hardheid/dichtheid. Van 'rood', via 'boerengrauw', 'hardgraauw', 'gevelklinker', 'trasraamklinker' tot 'kelderklinker'. Deze soorten of kwaliteitsklassen kwamen nog tot in 1934 in de oudste baksteennorm tot uitdrukking.

Voor zwaar regenbelast opgaand metselwerk waren van oudsher de 'hardgraauw' en de 'gevelklinker' de aangewezen kwaliteiten. In de huidige baksteennorm NEN 2489 uit 1972, gebaseerd op het eigentijdse bouwen d.m.v. spouwmuurconstructies, waar waterdichtheid geen eis meer is, heeft men die ondervindingen verlaten en vervangen door 'gebruiksklassen', gebaseerd op mechanische sterkte. De aansluiting is lastig, maar vastgesteld werd dat de huidige gemiddelde baksteen kwaliteit beduidend zachter en poreuzer is dan vroeger. Voor de restauratiepraktijk wordt momenteel een speciale richtlijn ontwikkeld.

Het gedrag van een baksteen in termen van vochtabsorptie en droging kan worden gekarakteriseerd aan de hand van twee parameters: i) het opzuiggedrag, of specifieke wateropneming, ook genoemd het Hallergetal, uitgedrukt in de vochttopneming in gram per dm² per minuut, en ii) de vrijwillige wateropneming: de hoeveelheid water die door een steen geheel ondergedompeld, in 48 uur wordt opgenomen, uitgedrukt in procenten van het volume of van het gewicht van die steen.

Als resultaten van het onderzoek zijn in de ontwerp-richtlijn voor de gevelklinker voor het Hallergetal, grenswaarden tussen 15-20 en voor de vrijwillige wateropneming max. 25 volumeprocent en voor de hardgraauw Haller 20-30 resp. vrijwillige wateropneming max. 35 volumeprocent voorgeschreven.

fabrieksgebouwen, vestingwerken, watertorens, gemalen etc.

Dit leidde tot een bredere scoop: het formuleren van het 'totaalonderzoeksproject aanpak vochtproblematiek massief metselwerk'. Met een 13-tal deelonderzoeken om gebleken kennisleemten op te vullen. De resultaten zouden uitgewerkt worden tot richtlijnen, stroomschema's, standaard bestekteksten, e.d., zodanig, dat ze direct toepasbaar zullen zijn in de restauratiepraktijk.

De Rijksdienst voor de Monumentenzorg, het VSB fonds, het Kon. Ned. Baksteenverbond en diverse andere partijen financieren dit onderzoeksproject tot nu toe terwijl de TUD een flinke eigen bijdrage geeft vanwege het algemeen maatschappelijke belang ervan. Twee deelonderzoeken t.w. 'Richtlijn hygrische kwaliteit restauratiebaksteen' en 'Eisen en verwerkingsvoorschriften metselmortels in kalk' zijn inmiddels nagenoeg afgerond. Twee recent opgestart en voor nog twee deelonderzoeken is de fondsenwerving in een gevorderd stadium.

Voortschrijdend inzicht | Langzaam ontstaat nu een omslag in het denken over de restauratie van massief metselwerk. Met name ook door het kalksymposium met de uitgave van Het KALKboek, van de RDMZ in 2003 waardoor het gebruik van kalk als bindmiddel in mortels voor de restauratie van historische bouwwerken, in plaats van cement, weer volop in de aandacht is gekomen. Ook in het recent gereedgekomen EU Compass Project, het onderzoek naar zoutbestande pleistermortels in monumentale gebouwen, neemt het aspect 'vochtuithouding' een belangrijke plaats in. Tevens moet men het instellen in 2004 van een leerstoel 'conserveringstechnieken' aan de faculteit Bouwkunde van de TU Delft in dit perspectief plaatsen.

Onder invloed van de ondervonden schade en schande, begint van lieverlee ook het uitvoeren van materiaalkundig en bouwfysisch vooronderzoek aarzelend zijn plek in het restauratieproces te vinden.

Molen - grafkelder - kerktoren: drie praktijkvoorbeelden |

Wat kan je met breed opgezet wetenschappelijk onderzoek in de restauratiepraktijk van alledag? We laten de vertaalslag naar objectgebonden onderzoek en advisering zien aan de hand van drie monumenten in het dorp Monster, aan de Zuid-Hollandse kust. Het was de gemeentelijke vakspecialist cultuurhistorisch erfgoed van de gemeente Westland die, geconfronteerd werd met de vochtproblematiek van een ruim 10 jaar eerder keurig nieuw opgevoegde molen De Vier Winden in Monster, waar hij zelf geen antwoorden op had. Daartoe aangespoord door de molenconsulent van de RDMZ, liet hij een deskundig vooronderzoek liet instellen. Vervolgens liet hij ook de grafkelder en de toren in Monster onder de loupe nemen. We gebruiken deze drie interessante monumenten hier als casussen om de belangrijkste aspecten van materiaalkundige en bouwfysische aard - toegespitst op vochtgehalte, zoutbelasting, mortelsamenstelling, baksteenkwaliteit - alsmede vakmanschap en de procesmatige kant te behandelen.

Molen | Van deze vlak aan zee gelegen stenen stellingkoren molen, 'De Vier Winden' genaamd en gebouwd 1882, was in 1993 de romp intensief hersteld en manifesteerde zich in de jaren na 2000 een steeds toenemende vochtproblematiek en het voegwerk vertoonde vorstschaade. Ook was sprake van steeds ernstiger wordende scheurvorming. Niet alleen verticaal, maar merkwaardigerwijs ook horizontaal, door welke scheuren bij storm aan de regenzijde ook water naar binnen lekte. Het interieur was 'vochtig', veel balkkoppen waren door houtrot aangetast en was er ook sprake van houtwormaantasting van vloerdelen en het molenwerk. De gemeente Westland gaf opdracht tot een bouwkundig en bouwfysisch onderzoek alsmede tot een op basis hiervan uit te werken plan van aanpak en restauratiebestek. Waarbij de adviseurs ook betrokken zouden zijn bij de voorselectie van uitvoerende bedrijven, de aanbesteding en de uitvoeringsbegeleiding.



Molen 'De Vier Winden', Monster



Uitslijpschade

Bij een zich duidelijk manifesterend vochtprobleem is het van belang op strategische plekken (div. hoogten, aan de ZW-zijde regenkant) en de NO-zijde (droge zijde) een vochtprofiel te nemen (op drie verschillende diepten in de muur) om de status quo vast te leggen teneinde latere veranderingen te kunnen vaststellen. Een 'nulmeting'. Met de nodige routine om dit beeld te 'lezen' kan dit in combinatie met andere informatie leren over aard (optrekkend of van bovenaf komend) en richting geven aan mogelijke oplossingen van de vochtoverlast. Bij de molen bleek het vochtgehalte aan de westzijde (regenkant) midden in de dikte van de muur bijna 17% [m/m]. Ver boven het kritisch vochtgehalte (het omslagpunt - ver voor het verzadigingspunt - waarboven het vocht bij meerdere regen vrij gaat stromen en de muur 'doorslaat'; bij baksteen ongeveer 9% massaprocenten) en dicht tegen verzadiging aan. De droge kant (oostzijde) leverde een waarde op van ongeveer 6% [m/m]. De monsters werden genomen (17 mei 2004) na een betrekkelijk

droge periode. Het beeld werd bevestigd, dat de droging van de muur aan de binnenzijde, door de dichte pleisterlaag wordt afgeremd.

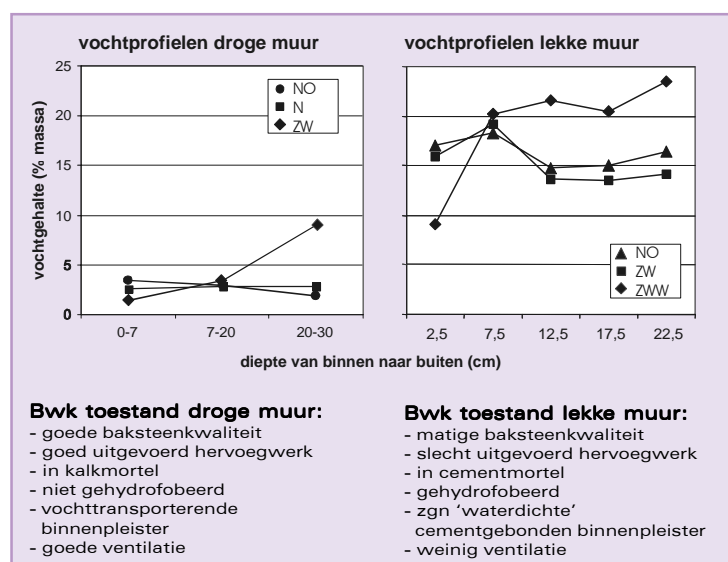
Voor de keuze van een mortelreceptuur bij restauratie is het van belang de zoutbelasting van het muurwerk te kennen. Op de molen (ook bij toren en grafkelder, zie hierna) werden gruismonsters genomen van mortel en steen, waarvan d.m.v. een geleidbaarheidsbepaling de mate van zoutbelasting werd bepaald. Het muurwerk bleek, niet verbazingwekkend aan zee, met gemiddeld 2500 mS/cm (microSiemens per cm, een karakterisering voor de geleidbaarheid) redelijk sterk zoutbelast. Ook weer niet extreem, want waarden van 6000 komen ook voor. Vaak echter betreft het dan geen chloriden maar sulfaten, maar dat terzijde. De zoutbelasting heeft invloed op de keuze van het bindmiddel in de restauratiemortel en - bij pleisterwerk - het type pleisterwerk. Helaas hebben de sommige zoutbestande mortels een sterke afname van de vochttransporterende eigenschappen tot gevolg t.o.v. de oorspronkelijke kalkmortels. Dus de keuze is nog niet zo eenvoudig. Geopteerd wordt hier voor een mortel op basis van natuurlijke licht hydraulische kalk. Alle expertise, die van de adviseur, die van de mortelproducent en die van het uitvoerend bedrijf wordt gebundeld om tot een optimale aanpak te komen. Deze inspanning kan worden afgezegeld met een 10-jarige zgn. driehoeksgarantieregeling.

Na opname, uitvoeren chemische mortalanalyses, bepaling zoutbelasting en uitwerken vochtprofielen kon de volgende diagnose worden gesteld. Bij het voegwerkherstel is in 1993 het uithakken van de oude voegen uit een oogpunt van arbeidskosten besparing - niet ongebruikelijk in die jaren - betrekkelijk bruto gedaan: even met de slijptol langs de gevel om de oude voegen eruit te ritzen, wat beschadigde steentjes inboeten, de hogedrukpuit met een chemisch reinigingsmiddel er overheen, de voeger met een waterdichte cementmortel erachteraan en de gevel was waterdicht en weer 'als nieuw'; wat heet veel beter en duurzamer dan hij in nieuwstaat ooit was!

Wat ook gebruikelijk was in die tijd, het hydrofoberen door er een onzichtbaar waterafstotend makend preparaat over te sproeien, is hier zo bleek uit het onderzoek, om welke reden dan ook, gelukkig achterwege gebleven.

De toegepaste cementgebonden hydraulische sterk hechtende harde, niet elastische en niet poreuze voegherstelmortel was niet compa-

Voorbeeld onderzoek vochtprofielen





Opzetten proefstuk herstelvoegwerk

tibel met de daarachter gelegen oorspronkelijke kalk gebonden luchthardende metselmortel. Hierdoor ontstond zgn. voeghecht-vlak-haarscheur-lekkage. Het water werd bij regen capillair in de muur gezogen maar kon het er bij droog weer onvoldoende meer uit dampen. Het in 1960 reeds, in een cementge-bonden pleistermortel vernieuwde binnenpleisterwerk verhinderde droging van binnen uit. Geleidelijk aan bouwde zich aan de regenzijde het vochtgehalte van de muur steeds hoger op, tot het boven het genoemde kritisch vochtpercentage kwam en bij balkkoppen en via barsten in de pleisterlaag naar binnen lekte.

Belangrijk element bij het geformuleerde plan van aanpak was een fasering van de uitvoering, om zodoende tijd in te bouwen om na ontleisteren van het inwendige het muurwerk de gelegenheid te geven te drogen. Inmiddels zijn twee van de vier fasen nu uitgevoerd. Een betonnen ringbalk om de voet van de molen, herstel balkkopen, uitvoeren houtwormbestrijding en afbikken binnenpleisterwerk. Het vocht komt er nu wel uit want het ruikt in de molen als in een grot en er wordt goed geventileerd. Grof berekend moet er wel minstens 2000 liter water verdampen wil het vochtgehalte beneden de kritische 9% komen!

Voor het hervoegwerk zijn in juni 2004 in de aanloop naar de aanbesteding door drie verschillende restauratievoegbedrijven proefstukken opgezet, met een reeks gevarieerde cementvrije recepturen. Voorjaar 2006 zullen deze proefstukken worden beoordeeld waarna een keuze voor de mortel wordt gedaan.

Uitvoering voortjaar 2007 waarna binnenpleisterwerk. Het betreft hier in belangrijke mate 'een restauratie van een restauratie'.

Toren | Bij de uit de 16e eeuw daterende toren der NH Kerk is iets anders eigenaardigs aan de hand. In het onderste deel zijn een soort 'honingraten' ontstaan: mortelranden om weggeërodeerde stenen. De toren is 14 jaar geleden voor ruim 60.000 gulden gerestaureerd waarbij veel nieuwe stenen werden ingeboet. In een - naar nu is vastgesteld - veel te zachte en poreuze kwaliteit nieuw gebakken inboetsteen, gemetseld in een veel te harde, cementgebonden restauratiemortel. Een omkering van de wijsheid die in het klassieke bouwvak altijd gold: dat de mortel altijd een klasse zachter moet zijn dan de steen! M.a.w. de mortel moet opofferend zijn. Bijgaand plaatje zegt misschien meer dan 1000 woorden. Het regenwater komt hier niet zomaar naar binnen omdat het muurwerk daar ter plaatse wel ruim 2 meter dik is. Bij zware regen met storm echter vult het met zeezout geladen regenwater die gaten en dringt steeds dieper in de muur. Het drogen geeft weer zouttransport naar buiten en volumevergroten uitkristallisatie in de buitenste materiaaldelen dus een nog sterker versnelde degradatie. Om van de effecten in de winter van nachtvorst na een regenachtige dag nog maar niet te praten.

Dat die schade zich het sterkst aftekent aan de onderste zeg maar 10 meter van de toren is logisch aangezien zich immers daar de dikste regenwater film vormt. Aldaar is dus de vochtbelasting het grootst, daar hebben de bij de bouw gebruikte goede kwaliteit stenen in de loop van de eeuwen het meeste te lijden gehad, daar zijn de meeste te zachte nieuwe stenen ingebracht en daar is nu de grote schade. Hoger zijn die oude stenen, die 14 jaar geleden



Toren N-H kerk Monster

nog gaaf genoeg waren, dat nog steeds. Alleen is daar en op de harde profielstenen op de montants van het gotische venster boven de ingang, net als bij de molen, nu het fenomeen van uitvallend voegwerk waar te nemen: dun, hard, niet poreus, niet elastisch cementvoegstripje op achterliggende eeuwenoude kalkmortel: niet compatibel, dus wordt eruit gedrukt. Hier is een eerste verkennend onderzoek en advies inmiddels afgerond, waarbij nog een aantal gebreken van meer ondergeschikte aard zijn vastgesteld. Er is een voorstel gedaan voor een vorm van noodherstel en er zijn twee verschillende opties geformuleerd voor een meer definitieve aanpak. Dan hebben we het ook hier over een 'restauratie van een restauratie'. Waarbij het in dit geval draait om de juiste baksteenkeus!

Grafkelder | Procesmatig een andere situatie: hier geen restauratieschade. Simpelweg omdat sinds de bouw in 1844/1847 van dit familiegraf van de familie Herckenrath, vroegere burgemeesters van Monster, Rijksmonument sinds januari 2002, nog nooit ingrijpende werkzaamheden waren uitgevoerd. De inzet hier was op grond van wetenschappelijk onderbouwde redeneringen, restauratieschade te voorkomen.

Het vochtgehalte van het metsel en pleisterwerk van gewelf en de frontmuur met grondkerende vleugels was en is hoog, maar al door zijn bouwaard steeds geweest. Een 10 jaar eerder uitgevoerd klimaatonderzoek toonde al een buitengewoon hoge luchtvochtigheid wat uiteraard negatieve consequenties had voor de toestand van de houten grafkisten.

Er lag een map vol adviezen, suggestie en voorstellen. Zo leefden er ideeën om de kelder



Honingraten

met drastische bouwkundige ingrepen 'droog' te krijgen. Maar dan zou de grondafdekking moeten worden afgegraven waardoor de huidige begroeiing - duinvegetatie - teloor zou gaan en daarmee weer een deel van het verhaal van het monument.

Daarenboven bestond het gevaar dat de op gang komende snellere droging van het pleisterwerk naast versneld zouttransport ook verder nog wel eens dubbel negatief zou kunnen uitwerken voor de aanhechting van de mortel aan de bakstenen ondergrond. Immers, bij het wegvallen van de hydraulische spanningen van het vocht in de poriestructuur, zou mogelijk krimp, c.q. scheurvorming en uiteindelijk loskomen van de pleisterlaag kunnen ontstaan. Een nieuwe restauratieschade ligt op de loer! Men zou dat weer voor kunnen zijn door tevoren de oude pleisterlaag - voor 90% nog gaaf - af te bikken en na het droogproces en afborstelen van evt. uitgekristalliseerde zouten, op de bakstenen ondergrond weer een nieuwe vochttransporterende restauratiepleister kunnen opzetten enzovoort. Men zou, door inzet van maximale middelen zijn doel ook ver voorbij kunnen schieten.

De functie 'grafkelder' impliceert bovendien een piëteitsvolle benaderingswijze die zich niet verdraagt met grootschalige werkzaamheden. De adviseurs hebben daarom juist de oorspronkelijke bouwfysische en bouw-kundige status quo tot uitgangspunt gekozen. Geen zware ingrepen maar aanvaarding van het vochtprobleem in plaats van bestrijding ervan en met inzet van minimale middelen de situatie zien te consolideren en het aan volgende generaties over te laten om daarop voort te borduren. Meer 'groot onderhoud' dan restauratie en met een behoedzame conservering van de grafkisten door een in dit werk gespecialiseerd bedrijf.

Dat is, wanneer men gewend is om primair vochtbronnen te elimineren wel even een omschakeling in de manier van denken! Uitvoering werkzaamheden voorjaar 2006.

Dr ir Caspar Groot en Jos Gunneweg zijn onderzoekers in het kader van het Totaalonderzoeksproject Aanpak Vochtproblematiek Massief Metselwerk, dat door TU Delft faculteit CiTG wordt uitgevoerd in opdracht van de Rijksdienst voor de Monumentenzorg en hebben een eigen adviesbureau, groot gunneweg - delft restauratie advies en bouwmaterialkundig onderzoek.