

Optrekkend vocht: een woud van bestrijdingsmiddelen, -methoden en ervaringen

A. Hacquebord¹, B.A. Lubelli^{1,2}, R.P.J. van Hees^{1,2}
¹TNO, Delft & ²@MIT, TU Delft

Inleiding

Metselwerk kan zwaar te lijden hebben onder verschillende degradatieprocessen. Bij veel van deze degradatieprocessen speelt vocht een grote rol. Eén van de belangrijkste en tegelijk vaak moeilijk te bestrijden vochtbronnen voor metselwerk is optrekkend vocht. Men spreekt van optrekkend vocht als water vanuit het grondpakket via de capillairen van steen en mortel tegen de zwaartekracht in omhoog gezogen wordt. Bij een geschikte combinatie van steen en mortel kan optrekkend vocht zowel in oudere als jongere gebouwen voorkomen. De kans dat het hoger optrekt als gevolg van langdurige toetreding van zouten is bij oudere gebouwen groter.

Op de markt zijn verschillende systemen voor de bestrijding van optrekkend vocht verkrijgbaar. De voornaamste categorie bestrijdingssystemen is gebaseerd op het injecteren van chemische producten in de natte zone onder aan de muur, om op die manier een horizontale barrière tegen capillair vochttransport te creëren.

Tussen aanbieder en gebouwbeheerder ontstaat echter vaak discussie over de effectiviteit van deze bestrijdingsmiddelen, waarbij het feit dat droging van een natte muur een langzaam proces is, bijdraagt aan de onduidelijkheid over de effectiviteit van de behandeling. Voor de praktijk is het daarom van groot belang dat er een methode ontwikkeld wordt waarmee de effectiviteit van de uitgevoerde ingreep snel en betrouwbaar vastgesteld kan worden, liefst zo kort mogelijk na behandeling. Bovendien is het van belang dat de kwaliteit van een product vooraf in het laboratorium op een simpele en snelle wijze vastgesteld kan worden, alsmede de condities (type ondergrond en capillair systeem; hoogte van de vocht- en zoutbelasting) waaronder het product succesvol kan zijn.

Naar aanleiding van deze behoefte aan snelle en eenvoudige testmethodes, is TNO een vier jaar lopend project gestart waarin onderzoek gedaan wordt naar het gedrag van producten in een (deels) met water gevuld poriesysteem, met als uiteindelijke doel de ontwikkeling van een methodologie om de effectiviteit van bestrijdingssystemen snel en betrouwbaar te evalueren.

Om tot dergelijke testmethodes te komen, was fundamenteel inzicht nodig in het transport van producten in poriesystemen die (gedeeltelijk) met water gevuld waren. In de eerste fases van het onderzoek is daarom aandacht besteedt aan de aspecten die van belang zijn bij de ontwikkeling van de testmethodes. In deze bijdrage wordt een overzicht gegeven van de verschillende chemische injectieproducten die op de markt verkrijgbaar zijn, de verschillen tussen deze producten en hun werkingsprincipe. Daarnaast wordt aandacht besteedt aan de methodes waarmee deze producten toegepast worden. De invloed van vocht en het type substraat worden besproken en de eisen waaraan de testmethodes moeten voldoen worden uiteengezet.

Overzicht van chemische injectieproducten tegen optrekkend vocht

Er is een grote variëteit aan producten op de markt verkrijgbaar die in meerdere opzichten van elkaar verschillen. Op basis van hun werkingsprincipe kunnen chemische injectiemiddelen onderverdeeld worden in producten die de capillairen dichtend (porievullende producten), producten die de capillairen waterafstotend maken en producten die beide werkingsprincipes combineren. Wanneer de capillairwanden waterafstotend zijn, kan geen capillair vochttransport meer plaatsvinden. Er wordt echter geen weerstand geboden tegen drukkend vocht. Producten die de capillairen dichtend bieden deze weerstand wel. De meeste producten op de markt zijn gebaseerd op het waterafstotende werkingsprincipe.

Wat betreft de chemische samenstelling van producten kunnen de meeste producten in één van de volgende productcategorieën ingedeeld worden: siliconaten, silicaten, silanen, siloxanen en stearaten. De producten kunnen op waterbasis of in organisch oplosmiddel zijn. Tenslotte verschillen producten in hun vorm: vloeibaar, emulsie, micro-emulsie, crème, gel.

Hoewel vloeibare producten nog veel gebruikte producten zijn in de bestrijding van optrekkend vocht, worden crèmes de afgelopen jaren ook veelvuldig gebruikt. Een verklaring voor de explosieve stijging van het gebruik van deze producten is mogelijk de gebruiksvriendelijkheid. De producten zijn gemakkelijk aan te brengen en de injectiegaten kunnen na applicatie direct gesloten worden. Bovendien is het risico dat de crème in gaten of grote scheuren wegvloeit kleiner, omdat deze producten langzaam vloeibaar worden en dus alleen via capillariteit in het metselwerk opgenomen worden. Omdat crèmes pas geabsorbeerd worden wanneer ze vloeibaar zijn geworden, een proces dat weken kan duren, is er een langere contacttijd tussen product en metselwerk. De meeste crèmes bevatten silanen als actieve stof. Silanen zijn erg vluchtig; de silaanmoleculen kunnen via de lucht getransporteerd worden en daarna nog polymeriseren en effectief worden op materialen. Op deze manier kunnen grotere scheuren en holtes toch effectief behandeld worden.

Applicatiemethodes

Er zijn verschillende methodes om de producten te injecteren in de muur. Welke applicatiemethode gekozen wordt hangt af van de vorm van het product (vloeibaar/crème), het oplosmiddel (water/organisch oplosmiddel) en de staat van het metselwerk.

Drukloze injectie / injectie met hydrostatische druk

In de muur worden op regelmatige afstand gaten geboord onder een hoek. De productbladen geven informatie over de onderlinge afstand tussen de gaten (ca. 100-140 mm), de diameter van de gaten (ca. 12-25 mm) en de hoek waaronder geboord moet worden (ca. 25-30°).

Op de gaten worden vervolgens slangetjes met reservoirs bevestigd (Fig. 1). Indien het metselwerk onregelmatig is, kan voorbehandeling van het metselwerk met een grout zijn. Het reservoir wordt net zo vaak bijgevuld tot de benodigde hoeveelheid product (zie het relevante productblad) door de muur geabsorbeerd is met een maximum van 24 uur. Daarna worden de gaten gesloten.



Fig. 1. Applicatie van een vloeibaar product onder hydrostatische druk.

Injectie met druk

Vaak wordt door producenten aanbevolen met hogere druk dan hydrostatische druk te injecteren. Het gebruik van druk zou de absorptie bij materialen met een fijne porositeit en/of een hoge waterverzadigingsgraad verbeteren. In de praktijk wordt druk vaak gebruikt om de impregnatietijd te verkorten, ongeacht de porositeit en verzadigingsgraad van de materialen. Het gebruik van druk brengt echter ook risico's met zich mee. Een te hoge druk kan schade veroorzaken aan zwakke materialen, zoals kalkvoegen. Bovendien bestaat een groter risico dat het product wegvloeit in gaten en scheuren, zonder dus de effectiviteit van de behandeling te verbeteren.

Voor de injectie met druk worden, net als bij drukloze injectie, op regelmatige afstand gaten in de muur geboord onder een hoek. Productbladen geven instructies over onderlinge afstand tussen de gaten, diameter en hoek. In de gaten worden speciale pluggen, z.g. *packers*, gestoken, waaraan de injectienippels gekoppeld worden (Fig. 2). Producten worden meestal geïnjecteerd onder een druk van 2 tot 10 bar.



Fig. 2. *Packers* voor injectie met druk (links) en injectie van een vloeibaar product met druk (rechts).

In productbladen wordt vaak vermeld dat gedurende een aantal minuten continue geïnjecteerd dient te worden. Tijdens een praktijkstudie van TNO is echter gebleken dat dit niet altijd mogelijk is. Na een korte periode van injectie kwam het product op meerdere plaatsen uit het metselwerk naar buiten. Wanneer dit gebeurt, kan besloten worden om stapsgewijs te injecteren, net zo lang tot de benodigde hoeveelheid product door de muur geabsorbeerd is. Een andere mogelijkheid is om de muur vooraf aan de buitenzijdes af te dichten met bijvoorbeeld een elastische klei. Na injectie worden de *packers* verwijderd en de gaten gesloten.

Applicatie crèmes en gels

Omdat producten in de vorm van een crème of gel een hogere viscositeit hebben dan vloeibare producten, kan het product ook in horizontaal geboorde gaten aangebracht worden, zonder dat de crème uit het gat vloeit. De diameter en onderlinge afstand tussen de gaten kunnen uit het productblad gehaald worden. De crème of gel wordt in de gaten aangebracht met een speciaal applicatiepistool (Fig. 3) tot het gat volledig gevuld is. Na applicatie worden de gaten direct gesloten.



Fig. 3. Applicatie van een crème in metselwerk.

Keuze van de methode

Welke applicatiemethode gekozen wordt hangt af van de vorm van het product (vloeibaar/crème), het oplosmiddel (water/organisch oplosmiddel) en de staat van het metselwerk. Producten op waterbasis kunnen zich door middel van diffusie verspreiden in een met water gevuld poriesysteem. Uit laboratoriumexperimenten blijkt dat de verspreiding niet altijd verbetert wanneer deze producten met druk geïnjecteerd worden.

Vloeibare producten in organisch oplosmiddel kunnen zich echter niet via diffusie verspreiden (zie hieronder). Omdat deze producten (wanneer drukloos of onder hydrostatische druk geïnjecteerd) ook niet in staat zijn water uit de poriën te dringen, dienen ze met druk geïnjecteerd te worden. Uit laboratoriumonderzoek van TNO blijkt dat bij gebruik van een product in organisch oplosmiddel, de impregnatie van 50 % waterverzadigde mortel verbeterd kan worden door het gebruik van druk. Het effect van het gebruik van druk hangt sterk af van het initiële vochtgehalte van het metselwerk.

Factoren van invloed op effectiviteit van de behandeling

Of een behandeling tegen optrekkend vocht effectief wordt, hangt van verschillende factoren af, zoals homogeniteit van het metselwerk, initiële vocht- en zoutgehaltes en porieverdeling van de materialen.

Invloed van staat van het metselwerk

Toepassing van producten in de praktijk blijkt lastiger te zijn dan in het laboratorium. In het laboratorium wordt meestal gewerkt met zorgvuldige gemaakte proefstukken, terwijl in de praktijk vaak sprake is van onregelmatigheden in het metselwerk. Vloeibare producten kunnen gemakkelijk wegvloeien in gaten en scheuren. Wanneer er veel gaten en scheuren aanwezig zijn, kan het daarom nodig zijn om deze eerst te vullen met een gietmortel.

Invloed initiële vochtgehalte op verspreiding

In het laboratorium van TNO is de verspreiding van verschillende producten in baksteenkeren met verschillende verzadigingsgraden (0, 50 en 100 %) beoordeeld (Lubelli et al. 2011a). Tabel 1 toont een overzicht van de producten die gebruikt zijn. Op de kernen werd een buisje als reservoir voor het product gelijmd, zodat de producten onder hydrostatische druk door de kernen geabsorbeerd konden worden. Na 24 uur impregnatie zijn de kernen gedroogd en aan een waterabsorptietest onderworpen. Figuur 4 toont de effectiviteit van de verschillende producten bij verschillende verzadigingsgraden. De invloed van het initiële vochtgehalte op de spreiding van producten hangt van het type product af.

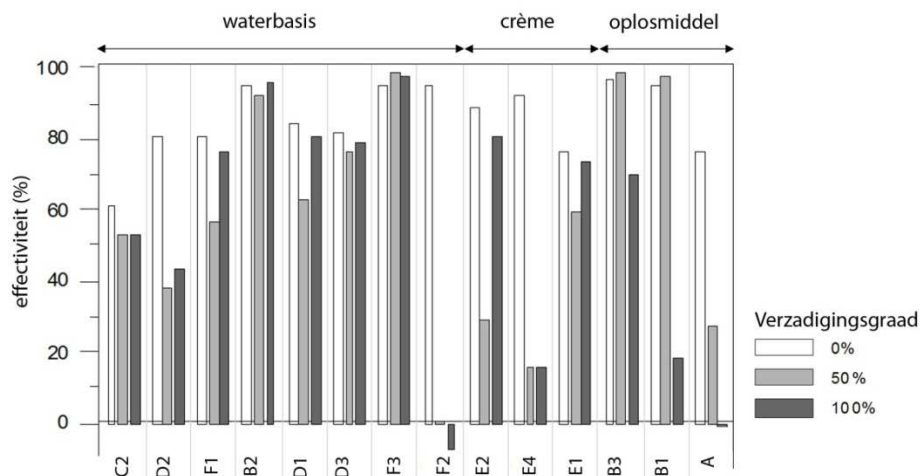


Fig. 4. Effectiviteit van de geteste producten op droge en 50 en 100 % verzadigde baksteenkeren.

Tabel 1. Geselecteerde producten (WA = waterafstotend, PV = porievullend).

Categorie	Product	Hoofdcomponenten	Oplosmiddel	Werking
Stereaat	A	Polyoxoaluminium stereaat	Organisch (isoparaffine)	WA
Siloxaan	B1	Oligomere alkylsiloxaan	Organisch (terpentijn)	WA
	B2	Siloxaan	Water	WA
	B3	Oligomere siloxaan	Organisch (isoparaffine)	WA
Siliconaat	C2	K-methylsiliconaat + K-hydroxide	Water	WA
K-methylsilicaat + siliconaat	D1	K-methylsiliconaat + Na-metasilicaat	Verdund in water	WA & PV
	D2	Alkali silicaat-siliconaat		WA & PV
	D3	K-methylsiliconaat + Na-metasilicaat + methoxy-aminosilesquioxaan	Verdund in water	WA & PV
Crème & gels op basis van silanen of siloxanen	E1	Silaangebaseerd + bentoniet	Water	WA
	E2	Alkylalkoxysilaan + alkylalkoxysilaan	Emulsie in water	WA
	E3	Silaan + siloxaan		WA
	E4	Silaan + siloxaan		WA
	E5	Silaan		WA
(Micro) emulsie	F1	Silaan + siloxaan	Water	WA
	F2	Silaan + siloxaan emulsie	Verdund in water	WA
	F3	Alkoxysilaan + siloxaan + tetraethylsilicaat	Verdund in water	WA

Bij de meeste watergedragen producten lijkt het vochtgehalte van de baksteenkernen niet van invloed te zijn op de verspreiding van de producten. Sommige watergedragen vloeibare producten verspreiden juist beter in aanwezigheid van water. De spreiding van producten in organisch oplosmiddel wordt echter sterk beïnvloed door het vochtgehalte. Omdat producten in oplosmiddel niet mengen met water, kunnen deze producten bij hydrostatische druk alleen in de lege poriën indringen. Omdat in 100 % verzadigde proefstukken dus vrijwel geen product in oplosmiddel geabsorbeerd werd, is de potentiële effectiviteit van de behandeling sterk verminderd. Echter, in 50 % verzadigde ondergronden vertonen sommige producten in oplosmiddel (B1 en B3), ondanks het feit dat weinig product geabsorbeerd was, een hoge effectiviteit: het is mogelijk dat het product eerst alleen in de lege poriën gedrongen is en zich na of tijdens droging van daaruit verspreid heeft over het hele poriesysteem. In de praktijk kan het metselwerk echter meestal niet drogen: er blijft een constante bron van vocht aanwezig.

Invloed van type substraat

Metselwerk bevat altijd minstens twee materialen: steen (baksteen of natuursteen) en mortel. Uit zowel laboratorium- als praktijkonderzoek van TNO blijkt dat de verspreiding van producten in mortel en baksteen verschilt. In een laboratoriumexperiment zijn gecombineerde kernen (Fig. 5), die vooraf voor 50 % met water verzadigd waren, behandeld met verschillende producten. Na droging zijn de baksteendelen gescheiden van de mortel en is de waterabsorptie van de beide baksteendelen gemeten. De reductie in waterabsorptie (RWA), ten opzichte van de waterabsorptie van onbehandelde materialen, geeft een goede indruk van de potentiële effectiviteit van de producten. In figuur 6 worden de RWA's van de twee baksteendelen weergegeven (Lubelli et al. 2011b).

De resultaten tonen aan dat watergedragen producten goed door mortel getransporteerd kunnen worden (de RWA van deel 2 is ongeveer gelijk aan de RWA van deel 1), terwijl producten in oplosmiddel (B3) moeilijk in mortel indringen en dus ook nauwelijks in het verderaf gelegen baksteendeel komen. De hoge verzadigingsgraad van de mortel is waarschijnlijk de reden van de lage RWA. Bedacht moet worden dat een bepaalde gemiddelde verzadigingsgraad van het metselwerk (in dit geval 50%) waarschijnlijk met veel hogere waarden voor de mortel overeenkomt (en lagere waarden in de baksteen), indien de mortel fijnere poriën heeft dan de baksteen.



Fig. 5. Gecombineerde kernen van baksteen en mortel.

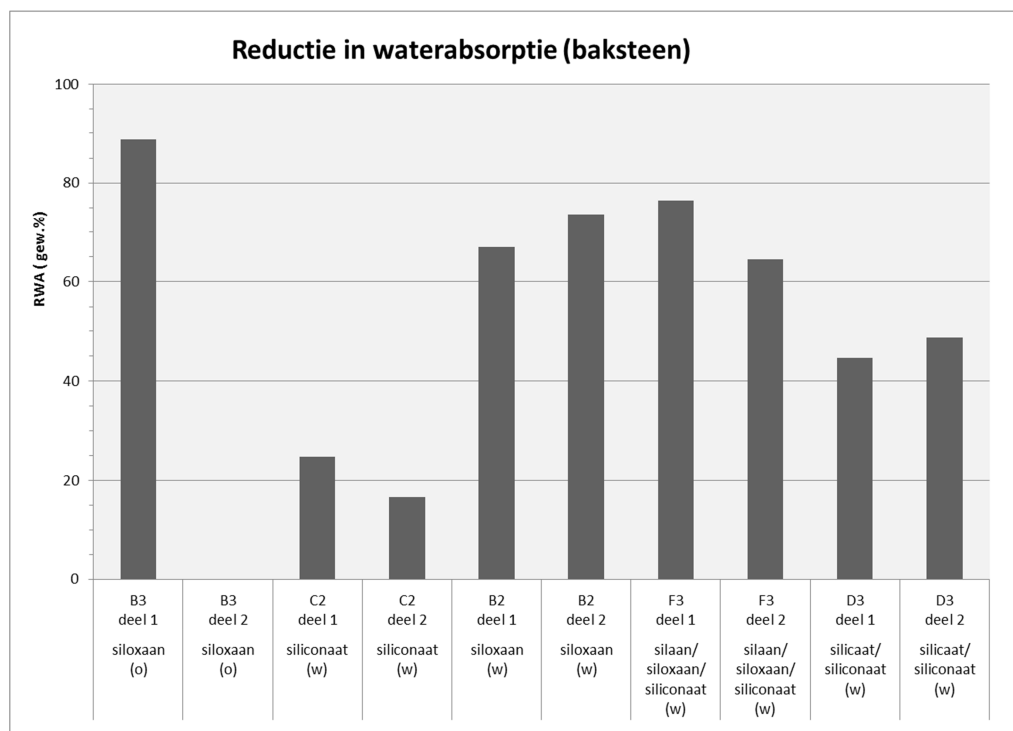


Fig. 6. Reductie in waterabsorptie (RWA) in baksteedelen na behandeling met producten (o=oplosmiddel, w=watergedragen).

De verspreiding van producten in mortel en baksteen is eveneens onderzocht in een meerjarige praktijkstudie (Hacquebord et al. 2011). De capillaire waterabsorptie van een aantal kernen uit in de praktijk behandelde panelen is bepaald. Na afloop van de absorptietest is het vochtgehalte van zowel de mortel als de baksteen afzonderlijk vastgesteld. Figuur 7 toont de vochtgehalten van de baksteen en mortel aan het eind van de absorptietest. De mortel vertoont een hogere totale absorptie (en dus lagere effectiviteit) dan de baksteen, zowel in behandelde als onbehandelde kernen. Het verschil tussen het vochtgehalte in de mortel en in de baksteen is bij de behandelde kernen in alle gevallen veel groter dan het verschil bij onbehandelde kernen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de verspreiding van producten

beduidend beter was in de baksteen dan in de mortel. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door verschillen in poriegrootte en -verdeling en daardoor in vochtgehalte. De effectiviteit van de behandeling als geheel hangt hier sterk van af.

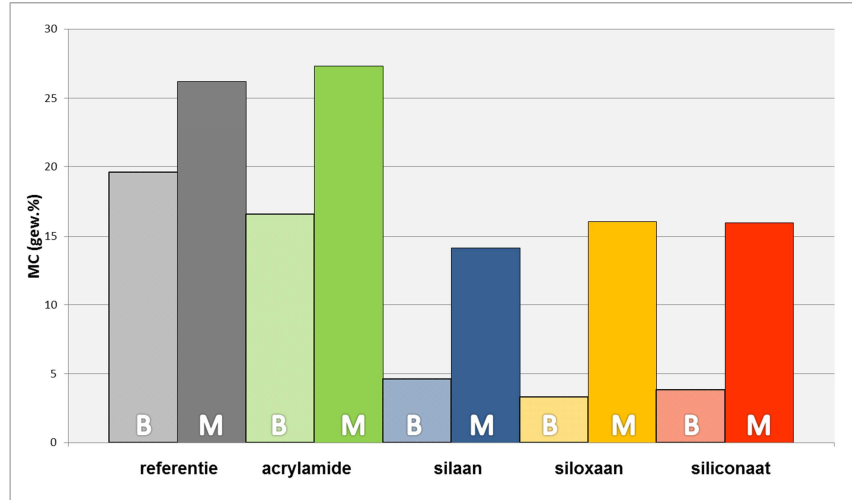


Fig. 7. Vochtgehalten van baksteen (B) en mortel (M) na afloop van de waterabsorptietest.

Eisen aan de testmethodes

Zoals uit het voorgaande blijkt, zijn verschillende factoren van invloed op de spreiding van chemische injectieproducten in metselwerk. Deze factoren vormen een belangrijke input voor de ontwikkeling van de testmethodes. Zo is het vochtgehalte van het metselwerk van invloed op de spreiding van producten en bestaan er duidelijke verschillen in spreiding in de verschillende substraten en tussen producten in oplosmiddel en producten op waterbasis en tussen crèmes en vloeibare producten.

Geconcludeerd kan worden dat de te ontwikkelen testmethodes voor laboratorium en praktijk geschikt moeten zijn voor:

- Verschillende initiële vochtgehalten;
- Verschillende materialen en combinaties van materialen;
- Verschillende injectieproducten;
- Verschillende injectiedrukken

Overige eisen aan de testen zijn dat er in overeenstemming met de praktijksituatie moet zijn tijdens en na de applicatie constant sprake moet zijn van vochttoevoer en dat de testen binnen 2 tot 3 maanden na de applicatie resultaten moeten geven. Op dit moment heeft TNO zowel voor het laboratorium als voor de praktijk een prototype test ontwikkeld die in principe aan deze eisen voldoet. De testmethode zal het komende jaar gevalideerd worden.

Referenties

- Lubelli B., Hees, R.P.J. van & Hacquebord A., 2011a .Can a wet wall be injected in an effective way? Experimental study of spreading and effectiveness of injection products against rising damp. Proceedings of Hydrophobe VI, 6th International Conference on Water Repellent Treatment of Building Materials. Aedificatio Publishers, Rome, 93-104.
- Lubelli B., Hees, R.P.J. van & Hacquebord, A., 2011b. Laboratoriumonderzoek naar factoren die de effectiviteit van producten tegen optrekkend vocht beïnvloeden. Praktijkreeks Cultureel Erfgoed 17(45):23-35.
- Hacquebord, A., Hees, R.P.J. van & Lubelli, B., 2011. Resultaten verkennend onderzoek praktijksituatie. Op weg naar een testmethode voor de praktijk. Praktijkreeks Cultureel Erfgoed 17(45):37-53.