

Optrekkend vocht: Hoe kiest u een geschikte interventie ?

Lubelli, Barbara; van Hees, Rob; Bolhuis, Jan

Publication date

2018

Document Version

Final published version

Published in

Omgaan met Vocht en Zout

Citation (APA)

Lubelli, B., van Hees, R., & Bolhuis, J. (2018). Optrekkend vocht: Hoe kiest u een geschikte interventie ? In T. G. Nijland (Ed.), *Omgaan met Vocht en Zout: Syllabus symposium MonumentenKennis, Amersfoort, 28 november 2018* (pp. 74-82). MonumentenKennis.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Symposium MonumentenKennis

Omgaan met Vocht en Zout

Amersfoort, 28 november 2018



Colofon: Nijland, T.G., red., 2018. Omgaan met Vocht en Zout. Syllabus symposium MonumentenKennis, Amersfoort, 28 november 2018. ISBN 978-90-5986-494-8.

In deze pdf versie zijn enige errata uit de gedrukte versie gecorrigeerd.

MonumentenKennis is een programmatische samenwerking tussen TNO, de TU Delft en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Voor info, zie www.monumentenkennis.nl

Coverfoto: Obernkirchener zandsteen met alveoli, een vorm van zoutschade.

© Artikelen en foto's: auteurs, tenzij anders vermeld.

Inhoud

Programma	2
Nijland, T.G. Voorwoord	3
Hof, J. van 't Van droom naar materiaal; erfgoedzorg tussen Ruskin en heden	4
Nijland, T.G. Lubelli, B. & Hees, R.P.J. van Een plaag van alle tijden: zout. Over oude en toekomstige schade, oud en toekomstig onderzoek	12
Granneman, S., Lubelli, B. & Hees, R.P.J. van Kalkmortel met een snufje chemie	36
Bouvier, E. des & Lubelli, B. In-situ onderzoek naar de zoutbestendigheid van (pleister)mortels met ingemengd kristallisatie-inhibitor	45
Quist, W., Dam, J. van & Hees, R. van Hydrofoberen: duurzaamheid in de praktijk	57
Hees, R.P.J. van, Lubelli, B. & Hacquebord, A. Injectie tegen optrekkend vocht...werkt het ?	60
Lubelli, B., Hees, R.P.J. van & Bolhuis, J. Optrekkend vocht: Hoe kiest u een geschikte interventie ?	74

Optrekkend vocht: hoe kiest u een geschikte interventie?

B. Lubelli¹, R.P.J. van Hees¹, J. Bolhuis^{1,2}

¹TU Delft, ²Architektenburo Veldman / Rietbroek / Smit, Leiden

Abstract

Optrekkend vocht is een vaak voorkomend fenomeen in gebouwen. Vooral oude gebouwen die geen waterkerende laag (zoals bijvoorbeeld een trasraam) hebben, lijden aan dit probleem. De relevantie van optrekkend vocht blijkt ook uit het grote aanbod van producten voor het bestrijden van dit probleem. Het grote, gevarieerde aanbod en de beperkte literatuur over de effectiviteit van de bestrijdingsmethoden maken het moeilijk voor mensen werkzaam in de praktijk om een keuze te maken tussen de verschillende methoden.

Binnen het project EMERISDA, gefinancierd door het Europese *Joint Program Initiative Cultural Heritage* (JPI-CH), is onderzoek uitgevoerd naar de effectiviteit van de verschillende methoden met als uiteindelijke doel een beslissingssysteem te ontwikkelen ter ondersteuning van de praktijk.

Het onderzoek bestond uit literatuuronderzoek, een online enquête om de tevredenheid van de gebruiker (gebouweigenaren en instanties werkzaam in de conservering van cultureel erfgoed) te meten en experimenteel onderzoek in het laboratorium en in situ (aan schaalmodellen en aan gebouwen). De resultaten van het project zijn samengebracht in een digitaal beslissingssysteem. Dit systeem is ontwikkeld om gebruikers te ondersteunen in het vaststellen van de aanwezigheid van optrekkend vocht in gebouwen en in het kiezen van een geschikte interventie.

Inleiding

Optrekkend vocht, dat wil zeggen water dat door capillariteit in een muur optrekt, is een vaak voorkomend fenomeen in gebouwen (Fig. 1). In Nederland is optrekkend vocht uit grondwater door de hoge grondwaterstand een bekend probleem, vooral in oude (monumentale) gebouwen die geen waterkerende laag (zoals een trasraam) hebben. Door de klimaatverandering (intensere regenperiodes, stijging van de zeewaterspiegel) kan worden verwacht dat de relevantie van het probleem groter zal worden (Nijland et al. 2009, Cassar 2016, Sabbioni et al. 2012).



Fig. 1. Optrekkend vocht in de muur van een gebouw.

Het mechanisme achter optrekkend vocht is capillariteit (Vos 1971, Hoff 1986, Hall & Hoff 2007): capillaire druk kan water in de poriën van een materiaal transporteren, tegen de zwaartekracht in. Hoe kleiner de poriën van het materiaal, hoe groter de hoogte die het water kan bereiken in de muur. In theorie kan optrekkend vocht in een materiaal met poriën van 1 μm een hoogte van 15 m bereiken; echter is de hoogte van optrekkend vocht in de praktijk meestal beperkt tot 1,5 - 2 m. Dit heeft verschillende redenen, waaronder de aanwezigheid van verdamping en de belemmering van de overgang tussen materialen met verschillende poriegrootte (bij voorbeeld baksteen en mortel). Veranderingen in de grondwaterstand en de aanwezigheid van zouten (zouten bevorderen optrekkend vocht) beïnvloeden de hoogte en relevantie van het fenomeen (Van Hees 1980).

Een hoog vochtgehalte in de muur, zoals veroorzaakt door optrekkend vocht, is niet alleen onaangenaam en ongezond voor de bewoners, maar kan ook schadeprocessen zoals zout- en vorstschade in de materialen van de constructie bevorderen. De relevantie van het probleem blijkt ook uit het grote aanbod van methoden en producten om optrekkend vocht tegen te gaan (Franzoni 2018). Er zijn verschillende typen bestrijdingsmethoden: het aanbrengen van een mechanische onderbreking (Massari & Massari 1985), injectie met chemische producten (Fig. 2), ventilatievoorzieningen (aan te brengen in de grond (Torres 2018) of in het metselwerk zelf, zoals Knapen sifons (Fig. 3) en vergelijkbare producten) en methoden gebaseerd op meer of minder duidelijke fysische fenomenen (Camuffo 2018, Vanhellemont et al. 2018). Naast methoden die optrekkend vocht stoppen of verminderen, zijn er ook oplossingen die enkel de symptomen van optrekkend vocht tegengaan of verbergen, zoals speciale renovatiepleisters (WTA 2005, Groot et al. 2009) en voorzetwanden.

Het grote en gevarieerde aanbod en de onafhankelijke publicaties over de effectiviteit in situ van de verschillende bestrijdingsmethoden maken het moeilijk voor mensen werkzaam in de praktijk om een onderbouwde keuze te maken. Wetenschappelijk onderzoek is vaak gelimiteerd door meerdere factoren, te beginnen met het feit dat om conclusies te kunnen trekken vaak monitoring van het vochtgehalte op lange termijn op een statistisch relevant aantal casussen nodig is. Daarnaast worden in de praktijk vaak meerdere methoden tegelijkertijd toegepast (bijvoorbeeld chemische injectie samen met een renovatiepleister), zodat het ingewikkeld wordt de effectiviteit van een specifieke methode te beoordelen. Als laatste is vaak onvoldoende documentatie beschikbaar over de uitgevoerde interventies, wat het moeilijk maakt om informatie te verzamelen over de effectiviteit van de methoden in de praktijk.



Fig. 2. Applicatie van chemische injectie tegen optrekkend vocht.

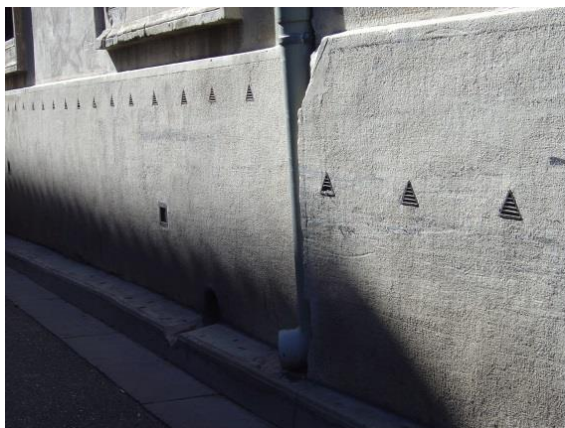


Fig. 3. Knapen sifons.

In 2014 is het internationale JPI-CH project EMERISDA *Effectiveness of Methods against Rising Damp in Buildings* (www.emerisda.eu) opgezet met als doel de effectiviteit van verschillende methoden tegen optrekkend vocht te evalueren. Het onderzoek bestond uit literatuuronderzoek, een online enquête om de tevredenheid van de gebruikers (eigenaren maar ook instanties voor de conservering van cultureel erfgoed) over de verschillende bestaande methoden te peilen en experimenteel onderzoek in het laboratorium en in situ (in schaalmodellen en in gebouwen). Zowel traditionele methoden (chemische injecties) als meer recente methoden (bijvoorbeeld de zogenaamde 'electro-cybernetische' methoden) zijn in het project onderzocht. Daarnaast is een onderzoeksprocedure, in een eerder onderzoek ontwikkeld voor het vaststellen van de aanwezigheid van optrekkend vocht, verder gevalideerd en meer in detail beschreven.

De resultaten van het project zijn samengebracht in een digitaal beslissingssysteem met als doel mensen werkzaam in de praktijk te helpen bij het vaststellen van de aanwezigheid van optrekkend vocht en bij het kiezen van een bestrijdingsmethode. In dit artikel wordt het beslissingssysteem beschreven, inclusief de onderzoeksprocedure die voorgesteld wordt om de aanwezigheid van optrekkend vocht vast te stellen.

Prototype beslissingssysteem

Het beslissingssysteem is ontwikkeld om architecten, aannemers en eigenaren van gebouwen te helpen bij het vaststellen van de aanwezigheid van optrekkend vocht en bij het kiezen van een bestrijdingsmethode. Het systeem is niet bedoeld om een advies te geven, maar om een zo compleet mogelijk overzicht te bieden van voordelen, beperkingen en risico's van elke methode.

Het beslissingssysteem is nog een prototype wat op dit moment nog wordt gevalideerd; de bedoeling is het systeem in de toekomst online vrij beschikbaar te maken. Het systeem is zo flexibel mogelijk opgezet om nieuwe kennis eenvoudig te kunnen toevoegen. Het systeem is in het Engels ontwikkeld en gebruikt de Excel software om de toegankelijkheid voor de meeste potentiële gebruikers te garanderen. Het systeem bestaat uit een eenvoudig bestand met meerdere tabbladen, inclusief een gebruikershandleiding.

Vastellen van de aanwezigheid van optrekkend vocht

In het eerste tabblad (LIKELINESS) worden enkele simpele vragen gesteld om te beoordelen of, in de aangegeven situatie, optrekkend vocht aanwezig kan zijn (Fig. 4).

	A	B	C	D
1	1.	Is it likely to be rising damp?		
2				
3	Q1_1	Where is the problem located?	Ground Floor	
4				
5	Q1_2	Do you see one or more of these damage types?	Yes	
6		- Moist spots		
7		- Detachment of plaster, peeling of paint		
8		- Loss of cohesion of brick, stone and/or mortar		
9		- Efflorescence of salts		
10				
11	Q1_3	On which part of the wall do you see damage?	Bottom	
12			Bottom	
13			Top	
14			Everywhere	
15			Local, no recognisable pattern	
15		Result		
		RIISING DAMP IS LIKELY. The location of damage, on the ground floor and in the lower part of the wall, matches the typical pattern for rising damp. However, to be certain that rising damp is present, measurements are required. Please proceed to step 2.		

Fig. 4. Schermafbeelding van blad 1 LIKELINESS.

In het geval dat deze mogelijkheid bestaat, wordt geadviseerd om de aanwezigheid van optrekkend vocht te verifiëren door middel van bemonstering. De gesuggereerde experimentele procedure, gebaseerd op de gravimetrische methode, is ontwikkeld in eerder onderzoek en verder in detail beschreven in het EMERISDA project: met name criteria voor de keuze van de bemonsteringslocaties, details over de meetprocedure en de interpretatie van de resultaten zijn hierin gespecificeerd.

De voorgestelde methode is licht destructief en bestaat uit het nemen van gruismonsters op verschillende diepten en hoogten in de muur, langs verticale profielen (Fig. 5). De bemonsteringslocaties moeten, wanneer mogelijk, gekozen worden op plekken waar optrekkend vocht mogelijk aanwezig is, maar andere bronnen (zoals regenwaterindringing, lekkages, etc.) zoveel mogelijk uitgesloten zijn. Binnenmuren met fundering zijn daarom meestal geschikt als bemonsteringslocaties. Soms kan het nuttig zijn ook onbeschadigde locaties te bemonsteren om de oorzaak van de schade te bevestigen.

Gruismonsters moeten in luchtdichte bakjes of zakjes verzameld worden en naar het laboratorium worden vervoerd. Hier worden de gruismonsters dan direct gewogen, vervolgens gedroogd en weer gewogen. Het vochtgehalte (*moisture content*, MC) van de monsters wordt als volgt berekend:

$$MC [\%] = 100 \times (\text{initieel gewicht} - \text{droog gewicht}) / \text{droog gewicht}$$

Daarna worden dezelfde monsters 4 weken lang in een klimaatkast geplaatst bij 20°C / 95% RV. Na 4 weken worden de monsters gewogen en wordt hun hygroscopische vochtgehalte (HMC) als volgt berekend:

$$\text{HMC} [\%] = 100 \times (\text{gewicht na 4w bij 95\%RV} - \text{droog gewicht}) / \text{droog gewicht}$$

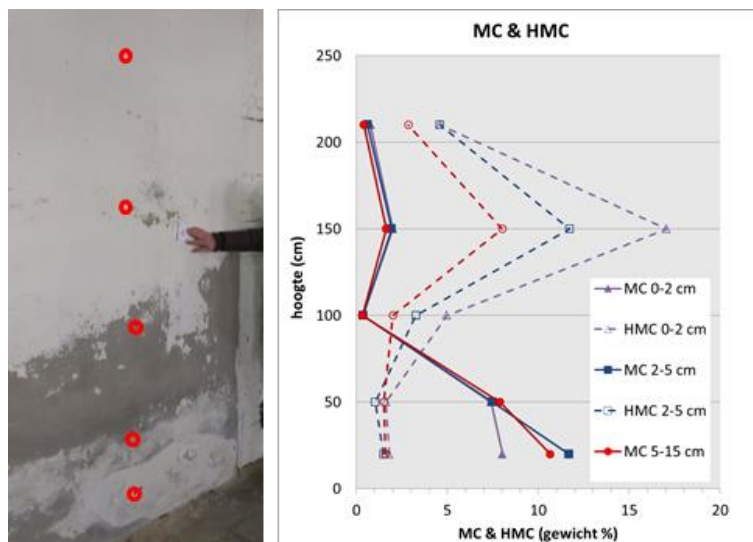


Fig. 5. Bemonsteringslocaties (links) en MC en HMC resultaten: in dit geval is er optrekkend vocht aanwezig in combinatie met hygroscopische zouten.

Het HMC geeft een indicatie van de aanwezigheid en hoeveelheid hygroscopische zouten (Lubelli et al. 2004). Het HMC is dus ook nodig om de eventuele bijdrage van de hygroscopiciteit van de zouten aan het gemeten MC vast te stellen. Aangezien de meeste schadelijke zouten een hygroscopisch gedrag vertonen (d.w.z. vocht uit de lucht adsorberen) bij een RV lager dan 95%, wordt bij deze RV-waarde het hygroscopische effect van alle zouten meegenomen. De periode van 4 weken is gekozen om een betrouwbare indicatie van de aanwezigheid van hygroscopische zouten te krijgen, zonder te wachten tot de gruismonsters een constant gewicht hebben bereikt.

Op basis van het MC en HMC kunnen conclusies over de aanwezige vochtbronnen getrokken worden. Een MC hoger dan het HMC, geeft een indicatie dat meestal een vochtbron anders dan het hygroscopische effect van de zouten aanwezig is (er kunnen uitzonderingen ontstaan indien de omgeving erg vochtig is). Hoge MC-waarden, die toenemen in de diepte en afnemen met de hoogte van de muur, zijn een teken van de aanwezigheid van optrekkend vocht (niet noodzakelijk optrekkend vocht uit grondwater; ook slecht zakkend regenwater zou een vergelijkbaar effect kunnen hebben). Optrekkend vocht uit grondwater komt meestal samen voor met de aanwezigheid van hygroscopische zouten: als dit het geval is, zullen de MC- en HMC-lijnen elkaar kruisen op de hoogte waar het optrekkend vocht zijn maximale hoogte in de muur heeft bereikt (Fig. 5). Dit gebeurt omdat de zouten zich verzamelen waar verdamping plaatsvindt; daarnaast zijn de meer oplosbare zouten (bijvoorbeeld chloriden en nitraten) ook meer hygroscopisch: beide factoren dragen bij aan het ontstaan van een hoog HMC bij de maximale hoogte bereikt door het optrekkende vocht.

De resultaten van de MC- en HMC-metingen kunnen in het tweede blad van het beslissingssysteem (CONFIRM) worden toegevoegd; het systeem helpt bij de interpretatie van de resultaten (Fig. 6).

De beschreven procedure kan ook gebruikt worden om de effectiviteit van een interventie tegen optrekkend vocht te beoordelen, door dezelfde metingen bijvoorbeeld een jaar na de interventie opnieuw uit te voeren. Aangezien seizoenvariaties in grondwaterstanden vaak plaatsvinden moeten bemonsteringen voor en na de interventie bij voorkeur in dezelfde periode van het jaar uitgevoerd worden. Een duidelijke verlaging van het vochtgehalte in de muur is een teken dat de behandeling effectief is geweest. Indien er zouten aanwezig zijn, zal er ook een bijkomende verhoging van het HMC dichtbij het oppervlak van de muur te zien zijn, als resultaat van het transport van de zouten tijdens het drogen van het metselwerk. De tijd nodig voor het drogen van de muur is afhankelijk van veel factoren, zoals het type interventie, het initiële MC, de dikte van de muur, de aanwezigheid van zouten en het omgevingsklimaat.

A	B	C	D
1	2. Can rising damp be confirmed?		
2	Please correct powder samples according to the provided guidelines. If possible, collect samples from an internal wall WITH FOUNDATION. Otherwise, collect samples from an external wall. In any case, be sure to collect multiple samples at several heights along a vertical profile, and at several depths. Determine MC and HMC for all samples.		
3			
4			
5	Q2.1 Did you take samples in an internal or an external wall?	Internal wall	
6			
7	Q2.2 Is the MC in depth, in the lower part of the wall, (much) higher than the HMC?	Yes	
8			
9	Q2.3 Is the MC, in depth, decreasing with height?	Yes	
10			
11	Result		
12	COULD VERY WELL BE RISING DAMP. The moisture distribution in the wall suggests that moisture is indeed transported from below and that there must be an active moisture source other than hygroscopicity from present salts.		
13	Because you have sampled from an INTERNAL wall, it is not necessary to fill out the following questions. Please proceed to sheet 3.		
14			
15	Please fill out these questions if you have sampled in an external wall		
16			
17	Q2.4 Is there a good drainage of rain water?	I don't know	
18			
19	Q2.5 Are the foundations below ground water level or in the capillary zone?	I don't know	
20			
21	Q2.6 Is there a layer with low absorption present?	No	
22			
23	Result		
24	The following information could be relevant for you:		
25	- If drainage of rainwater is insufficient, some of the excess water might enter the wall and result in damage similar to rising damp.		
26	- The foundations of the wall are in the ground water or in the capillary zone. This means they can easily transport water upwards.		
27	- Because there is no layer with low absorption present, moisture transport from the ground level is very well possible.		
28			
29			

Manual 1. Likelihood 2. Confirm 3. Techniques 4. Ris

Fig. 6. Schermafbeelding van blad 2 CONFIRM.

Het derde blad van het beslissingssysteem TECHNIQUES vergelijkt de verschillende oplossingen met hun voor- en nadelen en faciliteert daarbij een keuze. Dit blad bestaat uit een serie vragen (aangegeven in verschillende rijen), verdeeld in 4 groepen (tabel 1):

Tabel 1. Structuur van het blad TECHNIQUES in het beslissingssysteem.

tabel 17: Structuur van het Bidd Technieken in het beschingssysteem																
oplossingen →	vermindering van water toevoer	stoppen/verminderen van watertransport hoger in de muur		verhoging van verdamping			electro-kinetisch			andere methoden/methoden die de symptomen bestrijden						
		drainage	Mechanische onderbreking	Chemische onderbreking	Knapen sifons & vergelijkbaar	Muurvoet- of funderingsbeluchting	Thermische methoden	Actieve electro-osmose	Passieve electro-osmose	'Electro-kybernetische' en vergelijkbare systemen	Geen interventie	Voorzetwanden, waterdichte afwerkingen	Zoutblokkerende pleisters	Zoutbufferende pleisters	Zouttransporterende pleister	Klimaatbeheersing en /of luchtontvochtigingssystemen
eisen van gebruiker/eigenaar																
monumentale aspecten																
eigenschappen Van de muur																
vocht- en zoutgehalte																

- *Wensen en eisen van de gebruiker:* de gebruiker mag bijvoorbeeld aangeven dat na de interventie weinig onderhoud nodig moet zijn of dat een beperkt budget beschikbaar is.
- *Culturele waarde van het object:* deze vragen hebben betrekking op de reversibiliteit, herbehandelbaarheid en compatibiliteit van de interventie. Er kunnen ook beperkingen zijn door wetgeving.
- *Eigenschappen van de muur:* hier worden bijvoorbeeld factoren gegeven die de toepasbaarheid en effectiviteit van sommige methoden kunnen beïnvloeden, zoals de aanwezigheid van holtes in het metselwerk, de dikte van de muur, etc.
- *Aanwezigheid van schade en vocht- en zoutgehalte:* deze vragen kunnen beantwoord worden als een onderzoek naar het MC en HMC volgens de hierboven beschreven methode is uitgevoerd. Hoge vocht- en zoutgehaltes kunnen de effectiviteit van sommige methoden verlagen.

De verschillende bestrijdingsmethoden zijn in kolommen aangegeven; ze zijn verdeeld in vijf categorieën (Tabel 1):

- Interventies die de vochttoevoer onder aan de muur verminderen (bijvoorbeeld drainage).
- Interventies die de capillaire opzuiging in de muur stoppen of verminderen (bijvoorbeeld mechanische en chemische onderbreking).
- Interventies die streven naar een versnelde vochtverdamping (bijvoorbeeld muurvoet- c.q. funderingsbeluchting, Knapen sifons en vergelijkbare producten).
- Interventies die (claimen) het transport van water in de poriën te beïnvloeden (bijvoorbeeld actieve en passieve electro-osmose en de zogenaamde 'electro-cybernetische' methoden).
- Andere methoden en interventies die alleen de symptomen bestrijden, zoals voorzetwanden, sommige renovatiepleisters, waterdichte afwerkingen etc.. Onder

de categorie andere methoden vallen ook klimaatbeheersing en de optie van geen interventie.

Door een vraag te beantwoorden, wordt in de tabel voor elke mogelijke interventie een korte tekst zichtbaar. De achtergrondkleur van de cel geeft aan of de interventie aan de in de vraag gestelde eisen kan voldoen (groen), kan voldoen met enkele beperkingen (geel) of niet kan voldoen (rood) (Fig. 7). Op basis van de antwoorden, en dus op basis van de voor- en nadelen van elke interventie en van het risico van elke techniek, kan de gebruiker een onderbouwde keuze maken voor zijn specifieke situatie. In de toekomst zou, naast het verder volledig maken en valideren van het beslissingssysteem, aan de gebruiker ook de mogelijkheid kunnen worden geboden om de relevantie van elk aspect mee te wegen in de beslissing.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
				working principle >	Based on reduction of water flux in ingress	Based on reduction of wall sorptivity		Based on evaporation increase			Based on electro-osmosis	
1					Interventions that take place outside of the masonry, preventing moisture from entering the wall.	These methods are supposed to reduce rising damp by making water transport through the wall more difficult or even impossible.		These methods are supposed to reduce rising damp by increasing evaporation of the water already present in the wall. The source of the moisture is not altered.			These methods are supposed to reduce rising damp by altering the water level in the wall.	
2												
3		situation >		solution >	Sub-soil drains	Mechanical interruption	Chemical damp-proofing	Knapen tubes & Schrijver stones	Wall base ventilation	Thermal methods	Active electro-osmosis	Passive electro-osmosis
4					An external drain along the base of the masonry.	An impermeable layer, inserted into the masonry.	Injection of a product into the masonry.	Description	Description	Description	Description	Description
5					Attention: depending on the execution, the drains might need to be cleared.	OK: no maintenance is required.	OK: no maintenance is required.	Attention: expect to have to clean the openings every so often, so the airflow is not blocked.	Attention: in case of active ventilation, the devices might need maintenance.	Attention: depending on heating method, device might need maintenance.	Attention: electric device might need maintenance. The effectiveness of the method might decrease when the water level decreases.	OK: no maintenance is required.
6					Attention: the method can work, but there is little experience in practice.	OK: rising damp is completely stopped above the level of the interruption.	Attention: the effectiveness of this method depends on several factors. It is advised to check the effectiveness 6-12 months after the intervention.	Risk: this method is not meant to stop rising damp completely but to reduce the MC in the wall. The effectiveness of this method is low.	Risk: this method is not meant to stop rising damp completely but to reduce the MC in the wall. The effectiveness of this method is low.	Risk: this method is not meant to stop rising damp completely but to reduce the MC in the wall. The effectiveness of this method is low.	Attention: the principle is reliable but there are several limits and there is only very little experience in practice.	Risk: the effectiveness of this method has not been proven.
7					Attention: relatively high initial costs but no running costs or maintenance.	Risk: very high initial costs but no running costs or maintenance.	OK: moderate initial costs but no running costs or maintenance.	OK: moderate initial costs and no running costs or maintenance.	Attention: apart from initial costs, take into account the running costs for the mechanical ventilation device.	Risk: apart from high initial costs, expect high running costs as well.	Attention: apart from initial costs, expect high running costs (electric power) as well.	OK: moderate initial costs but no running costs or maintenance.
8					OK: the intervention is on the outside and the wall is not affected.	OK: keep in mind that the intervention is quite rigorous.	OK: be aware that, depending on the production/vent, you may not be able to use the room for a few weeks.	OK: the intervention does not take long to carry out.	OK: the intervention is on the outside and the wall is not affected.	OK: depends on the chosen method.	OK: during the intervention, you can not use the room.	OK: during the intervention, you can not use the room.
9					Attention: as rising damp is not stopped completely, it might be necessary to combine the method with a special plaster to prevent visible damage.	Attention: in some cases, any present salt efflorescence or damage might occur above the level of the mechanical interruption, due to a partial decrease of the water level.	Attention: in some cases, any present salt efflorescence or damage might occur above the level of the chemical interruption, due to a partial decrease of the water level.	Risk: if salts are present, the evaporation increase might lead to an increase of efflorescences and/or salt damage.	Risk: if salts are present, the evaporation increase might lead to an increase of efflorescences and/or salt damage.	Risk: if salts are present, the evaporation increase might lead to an increase of efflorescences and/or salt damage.	Attention: as rising damp is not stopped completely, the method needs to be combined with a plaster layer to prevent visible damage.	Attention: no change of appearance.
10					OK: the wall is not changed. Depending on execution, there might be a zone with gravel or mesh and exposed to the wall.	OK: expect to repair wall finishings. On a bare brick wall, a horizontal line will remain visible.	OK: expect to repair wall finishings. On a bare brick wall, the repaired injection holes will remain visible.	OK: the system is in sight, changing the appearance of the wall.	OK: the wall itself is not changed. Depending on execution, mechanical ventilation devices might be visible.	OK: depends on method.	OK: electrodes are in sight. A plaster layer can be applied to hide them.	OK: electrodes are in sight. A plaster layer can be applied to hide them.
11												

Fig. 7. Schermafbeelding van het blad **TECHNIQUES**; de kleur van de cel geeft aan of een interventie aan de gestelde eisen, geformuleerd in de vraag in de linkse kolom, voldoet.

Conclusies

De voorgestelde testprocedure voor het vaststellen van de aanwezigheid van optrekkend vocht maakt het mogelijk, op een simpele maar betrouwbare manier, de aanwezigheid van optrekkend vocht en de effectiviteit van een interventie vast te stellen. De procedure is licht invasief en zou aangevuld kunnen worden door niet destructieve methoden voor het monitoren van de effectiviteit van een interventie op langere termijn.

Het prototype van het beslissingssysteem ontwikkeld in het EMERISDA-project maakt het eenvoudig om verschillende methoden voor het bestrijden van optrekkend vocht te vergelijken. Op deze manier kan een geschikte methode gekozen worden afhankelijk van de specifieke situatie. Het systeem presenteert een aanpak die het mogelijk maakt om met de verschillende aspecten in het beslissingsproces rekening te houden: zo helpt het systeem de relevantie van de verschillende aspecten aan alle betrokken partijen te verduidelijken en wordt het eenvoudiger om overeenstemming te bereiken tussen de betrokken partijen.

Dankwoord

De auteurs willen alle partners van het EMERISDA-project, in het bijzonder Michiel van Hunen en Yves Vanhellemont, bedanken voor hun bijdrage aan het ontwikkelen van het beslissingssysteem.

Referenties

- Camuffo, D., 2018. How much temperature will increase the efficiency of electro-osmosis ? *Journal of Cultural Heritage* 31:S2-S5.
- Cassar, J., 2016. Climate change and archaeological sites: adaptation strategies. In: Lefevre, R.A. & Sabbioni, C., red., *Cultural heritage from pollution to climate change*, Ediipuglia, Bari, 119-128.
- Franzoni, E., 2018. State-of-the-art on methods for reducing rising damp in masonry. *Journal of Cultural Heritage* 31:S3-S9.
- Groot, C., Hees, R. Van & Wijffels, T., 2009. Selection of plasters and renders for salt loaded masonry substrates. *Construction & Building Materials* 23:1743-1750.
- Hall, C. & Hoff, W.D., 2007. Rising damp: Capillary rise dynamics in walls. *Proceedings of the Royal Society A – Mathematical, Physical & Engineering Science* 463:1871-1884.
- Hees, R.P.J. van, 1980. Optrekkend grondvocht. TNO-rapport BI-80-36.
- Hoff, W.D., 1986. Water movement in porous building materials VIII. Effects of evaporative drying on height of capillary rise equilibrium in walls. *Building & Environment* 21:195-200.
- Lubelli, B., Hees, R.P.J. van & Brocken, H.J.P., 2004. Experimental research on hygroscopic behaviour of porous specimens contaminated with salts. *Construction & Building Materials* 18:339-348.
- Massari, G. & Massari, I., 1985. Damp buildings, old and new. *Bulletin of the Association for Preservation Technology* 17:2-30.
- Nijland, T.G., Adan, O.C.G., Hees, R.P.J. van & Etten, B.D. van, 2009. Evaluation of the effects of expected climate change on the durability of building materials with suggestions for adaptation. *Heron* 54:37-48.
- Sabbioni, C., Brimblecombe, P. & Cassar, M., 2012. *The atlas of climate change impact on European cultural heritage*. Anthem Press, London & New York.
- Torres, I., 2018. New technique for treating rising damp in historical buildings: Wall base ventilation. *Journal of Cultural Heritage* 31:S60-S70.
- Vanhellemont, Y., Bolhuis, J., Bouw, M. de & Hees, R.P.J. van, 2018. Are electrokinetic methods suitable for the treatment of rising damp ? *Journal of Cultural Heritage* 31:S23-S29.
- Vos, B., 1971. Suction of groundwater. *Studies in Conservation* 16:129-144.
- WTA (Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege), 2005. Merkblatt 2-9-04/D. Sanierputssysteme (Renovation mortar systems).