

# Är det risk för mögelpåväxt i välisolerade träregelväggar?

I en välisolerad träregelvägg kommer klimatet i den yttre delen att bli kallare och fuktigare än i en dåligt isolerad vägg. För att detta inte ska öka risken för mögelpåväxt bör man isolera träregelverket med en ångöppen och mögelresistent isolering. En sådan isolering skyddar stommen från fuktig uteluft samt ökar uttorkningspotentialen och minskar risken för köldbryggor. Behovet av detta finns i varma och fuktiga delar av Sverige men knappast alls i nordligaste delarna av landet.

Tyvär används vindskyddsprodukter som inte ger en heltäckande regntätethet vid materialskarvar, fönster och andra anslutningar, vilket utgör en risk för vatteninläckning både under byggskedet och i brukskedet. Fasader är vanligtvis inte regntäta varför vindskyddet är det sista hindret för att stommen inte ska utsättas för vatten.

Det verkar finnas ett glapp mellan produkttillverkare, konstruktörer och entreprenörer i fråga om att säkera väggens helhetsfunktion. Exempelvis är många produkter inte framtagna och utprovade för att fungera tillsammans med fasaddetaljer eller som ett system med andra produkter för att uppnå en förväntad helhetsfunktion. Detta innebär att förutsättningar för att konstruera och montera saknas på marknaden.

## Bättre isolerade ytterväggar

Ytterväggar har genom åren blivit bättre isolerade, vilket leder till att yttre delar hamnar kallare och därmed fuktigare. Uteklimatet får således allt större betydelse för trättytterväggar. Det har inneburit att ytterväggar blivit känsligare för brister, med ökad risk för fuktskador. Ytterväggar med väderstreck helt eller delvis åt norr eller ytterväggar utan solbestrålning blir kalla och fuktiga.

Kraven på minskad energianvändning har skärpts ytterligare på senare tid och detta får inte orsaka fuktproblem. Dessutom har kraven på fuktsäkerhet skärpts. Ny kunskap om virke och träbyggande behövs för att säkrare kunna svara upp till kraven. Därför har forskning inom fukt i trä och träbyggande bedrivits under senaste åren inom två omfattande forskningsprojekt som heter *Framtidens trähus* och *WoodBuild*. Denna artikel är delvis baserad på senaste årens forskning av fuktillstånd i välisolerade trättytterväggar med syfte att ge rekommendationer för god fuktsäkerhet för att undvika mögelpåväxt.

## Förfarande

Mätningar av relativ fuktighet (RF), fuktkvot och temperatur har skett kontinuerligt i ungefär 130 mätpunkter, med trådlösa sensorer, se bild 1 och 2. Mätningar har pågått under tre år, 2009 till 2011, i fyra stycken nyproducerade trähus, två småhus och två flervåningshus i trä. Väggelement och takstolar har förtillverkats på fabrik. Husen ligger fördelade på tre orter i Sverige som Falkenberg, Växjö och Skellefteå. Flervåningshuset i Växjö har 17 mm isolerande vindskydd, småhuset i Falkenberg har 30 mm isolerande vindskydd, småhuset i Växjö och flervåningshuset i Skellefteå har vindskyddsduk utanför träregelverket, se figur 1 till 4. Dessutom har provtagning gjorts av material för mikrobiologisk analys. Materialprovtagning och mikrobiologisk analys har skett i ett begränsat antal mätpunkter som gjorts åtkomliga. De ska användas för att dels ge ett svar på huruvida påväxt uppkommit eller inte och dels verifiera mögelberäkningar. En begränsning har gjorts för att rationalisera utvärderingen till de mätpunkter som visat de högsta fuktillstånden eller som referenspunkter. Mätningar från samtliga mätpunkter finns redovisade av *Mundt-Petersen* (2013a). När det gäller uteklimatdata från SMHI har det ibland saknats data, vilket har kompletterats enligt metod beskriven av *Mundt-Petersen* (2013b).

Risk för mögelpåväxt har beräknats med MRD-modellen, *Thelandersson & Isaksson* (2013), utifrån uppmätt relativ fuktighet och temperatur för mätperioden. I mögelberäkningen är det inlagt att kritisk dos för hyvlat regelvirke är 17 dagar vid 90 procent relativ fuktighet och 22 °C. Beräkningarna har utförts av *Jonas Niklewski* och *Sven Thelandersson*, båda från LTH.



Bild 1: Installerade sensorer vid utsida väggregel, mitt i väggen och vid utsida plastfolie/luft- och ångspärr.

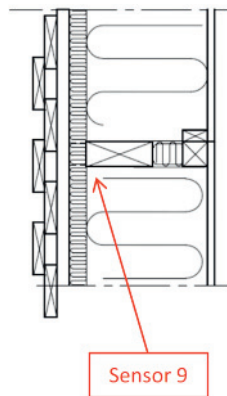


Bild 2: Installerad sensor vid ytterdel av träregel, fastskruvad nära utsida regel.

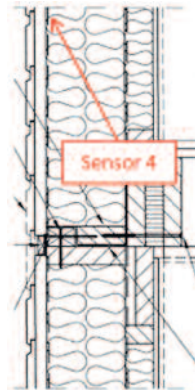
Det kan vara svårt att avgöra virkesytors exakta relativa fuktighet genom att enbart mäta fuktkvot utan att veta virkestyckets tork- och fukthistoria, hur och när bearbetning skett m.m. Saken är den att det kan skilja fyra procentenheter i fuktkvot i virkets tvärsnitt (mellan ytan och mitt) trots att hela virket är i jämvikt och beror på hysteres, *Olsson* (2012b). En virkesyta som står i jämvikt med exempelvis 80 procent relativ fuktighet kan ha en ytfuktkvot på mellan 15 till 18 procent beroende på om ytan kommer från en uppfuktningssfas eller uttorkningsfas, *Olsson* (2012b). Genom att mäta fuktkvot med resistansmätning på en materialyta kan inläckage i form av fritt vatten upptäckas. Denna mätmetod gör sig särskilt användbar i konstruktioner som har goda

Artikelförfattare är  
**Lars Olsson, SP**  
Sveriges Tekniska  
Forskningsinstitut,  
Borås.

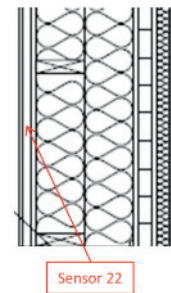




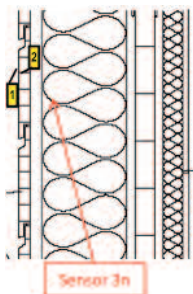
Figur 1: Horisontalsnitt av yttervägg i småhus i Falkenberg med placering av sensor 9. Väggen är vänd åt nordöst. Ytterväggen består utifrån sett av träpanel, 24 mm luftspalt, 30 mm hård mineralullsskiva, 220 x 45 mm lättreregler med mellanliggande mineralullsisolering, plastfolie och skiva.



Figur 2: Vertikalsnitt av yttervägg i småhus i Växjö med placering av sensor 4. Väggen är vänd åt nordväst. Ytterväggen består utifrån sett av träpanel, 28 mm luftspalt vindskyddsduk, 195 x 45 mm träreglar med mellanliggande mineralullsisolering, plastfolie, 70 x 45 mm träreglar med mellanliggande mineralullsisolering, spånskiva och gipsskiva.



Figur 3: Vertikalsnitt av yttervägg i flervåningshus i Växjö med placering av sensor 22 i luftspalt. Väggen är vänd åt norr. Ytterväggen består utifrån sett av 8 mm cementfiberskiva, 28 mm luftspalt, 17 mm hård mineralullsisolering, 170 x 45 liggande träreglar med mellanliggande mineralullsisolering, plastfolie, 82 mm massivträ, 45 x 45 mm liggande träreglar med mellanliggande mineralullsisolering, 13 mm gipsskiva.



Figur 4: Vertikalsnitt av yttervägg i flervåningshus i Skellefteå med placering av sensor 3n. Väggen är vänd åt norr. Ytterväggen består utifrån sett av Laminerad träpanel, 25 mm luftspalt, vindskyddsduk, 195 x 45 mm träreglar med mellanliggande mineralullsisolering, 83 mm massivträ, plastfolie, 45 x 45 mm träreglar med mellanliggande mineralullsisolering och gipsskiva.

uttorkningsmöjligheter, vilket gör att plötsliga mindre läckage kan vara svåra att upptäcka med enbart relativ fuktighetsmätning. Inläckage tenderar att leta sig neråt i väggar och kan ansamlas i delar där uttorningen trots allt är kraftigt förhindrad exempelvis vid undersida träsyll.

## Resultat och kommentarer

Hela utvärderingen är publicerad av *Olsson* (2013). Nedan visas några exempel på resultat.

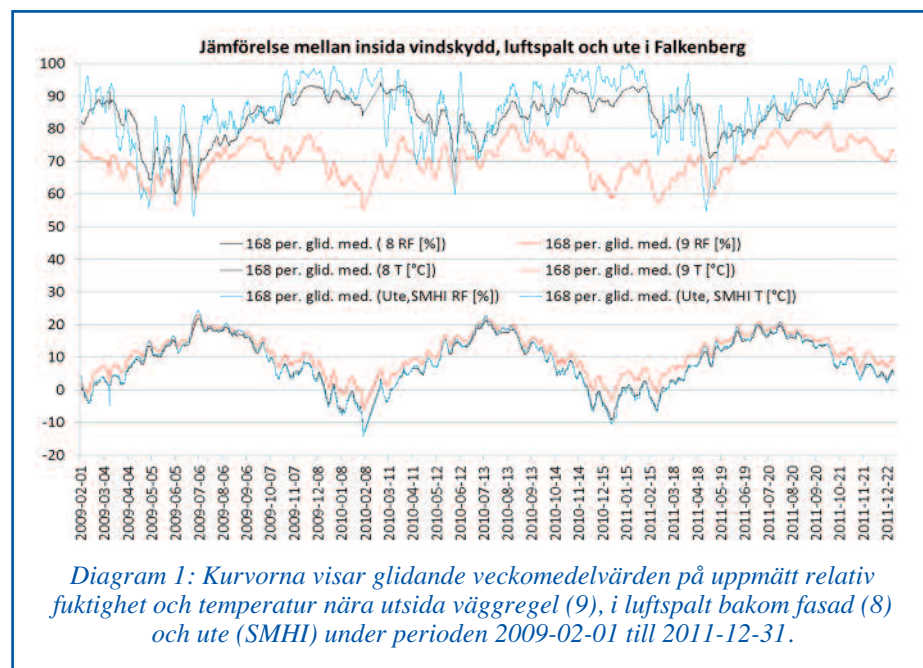
Jämförelse mellan utsida träregelstomme, luftspalt och ute ger följande skillnad utifrån veckomedelvärden. Den relativa fuktigheten vid utsida väggregel i småhus i Falkenberg når som mest kring 80 procent. I luftspalten och ute når den relativa fuktigheten upp till 94 respektive 100

procent, se *diagram 1*. Enligt beräkning av mögelpåväxt utifrån aktuella timvärden fås ingen risk för påväxt vid utsida väggregel men däremot i luftspalt, se *tabell 1* på sidan 47. Observera att påväxt i luftspalt bakom fasad verkar vara tillåtet enligt BBR 2008 och BBR 2013.

I småhuset i Växjö, som inte har någon isolering utanför trästommen annat än en vindskyddsduk, uppkom en relativ fuktighet på som mest kring 85 procent vid utsida träregel, se *diagram 2* på nästa sida. Beräkning av mögelpåväxt gav varken risk för påväxt på väggregel eller på trä i luftspalt, se *tabell 1*. En förklaring till varför det inte gav någon risk för påväxt i luftspalt är på grund av att uteklimatet inte varit tillräckligt gynnsamt, se *diagram 3*. Mögelberäkning för uteklimat i Växjö ger ett index som nätt och jämnt når 1 år 2009, index 1,7 år 2010 och nätt och jämnt index 2 år 2011, se *tabell 1*. Eftersom det trots allt var något lägre relativ fuktighet innanför fasaden så klarar sig uppenbarligen även luftspalten från risk för påväxt i Växjö under denna mätperiod. Dock visar *diagram 3* höga värden på MRD-index för trä som exponeras för uteluft i Falkenberg och risken för påväxt på ytterdel träregelverk, som saknar utvändigt isolering, är trolig i sådant klimat. Dock verkar denna risk inte finnas alls i Skellefteå under mätperioden.

Det ska också tilläggas att betydligt högre relativ fuktighet fås mitt i mellan träreglarna vid insida vindskydd, vilket kan bli kritiskt om en fukt känslig isolering

gram 3. Mögelberäkning för uteklimat i Växjö ger ett index som nätt och jämnt når 1 år 2009, index 1,7 år 2010 och nätt och jämnt index 2 år 2011, se *tabell 1*. Eftersom det trots allt var något lägre relativ fuktighet innanför fasaden så klarar sig uppenbarligen även luftspalten från risk för påväxt i Växjö under denna mätperiod. Dock visar *diagram 3* höga värden på MRD-index för trä som exponeras för uteluft i Falkenberg och risken för påväxt på ytterdel träregelverk, som saknar utvändigt isolering, är trolig i sådant klimat. Dock verkar denna risk inte finnas alls i Skellefteå under mätperioden.



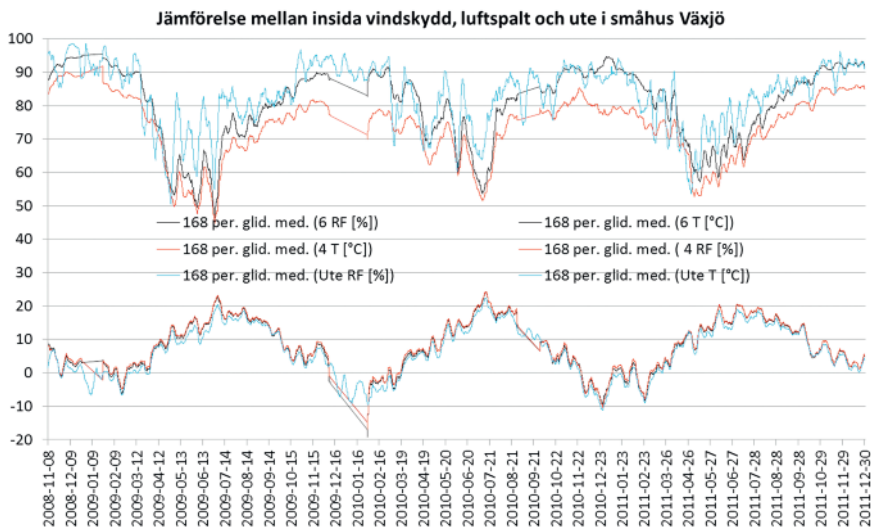


Diagram 2: Kurvorna visar glidande veckomedelvärden på uppmätt relativ fuktighet och temperatur nära utsida väggregel (4), i luftspalt bakom fasad (6) och ute (SMHI) under perioden 2008-11-08 till 2011-12-31.



Bild 3: Slarvigt utfört vindskydd med otätade skivskarvar och otät anslutning mot fönster.

exempelvis vid fönster, balkonger och friskluftsventiler, se bild 3.

### Slutsatser

Omfattande mätningar har gjorts i fyra trähus, belägna i norra och södra Sverige, med följande slutsatser:

- Det finns inget som tyder på att det har uppkommit några generella kritiska förhållanden i träregeltytvägg på grund av uteluftens fuktighet med risk för mögelpåväxt under perioden 2009 till 2011. Dock har det använts utvändigt isolering på träregelverket för huset i Falkenberg, som ligger i den landsdel där uteluften är varmast och fuktigast, varför effekten av utvändigt isoleringen kan förklara att ingen risk förelåg för mögelpåväxt. Genom att använda utvändigt isolering undviks risk för mögelpåväxt i välisolerade träregelväggar.

- Dock har det uppkommit plötsliga inläckage till träregelverket i tre av fyra objekt. Detta verkar inte ha hunnit orsaka påväxt i själva mätpunkterna utifrån beräknad MRD-index. Dock vet vi inte om vatten runnit vidare någon annanstans. I närheten av påträffade inläckage finns fasaddetaljer bland annat fönster, skarvar eller vägganslutning mot grund där det är vanligt med otätheter. De inträffade inläckage är kopplade till slagregn och en vindriktning som sammanföll vinkelrätt mot fasadens väderstreck. Brister i det totala regnskyddet kan vara ett problem för träregelväggar både på kort och på lång sikt.

### Följande rekommendationer kan ges:

- Använd utvändigt isolering som är mögelresistent och ångöppen på träregelstommen, vilket kan skapa en extra säkerhetsmarginal och rekommenderas särskilt i södra Sverige.
- Använd vindskydd med utvärderade lösningar för skarvar, anslutningar och genomföringar som förhindrar att vatten tränger in till träregelstommen.
- Gör fuktberäkningar som beaktar ogynn-

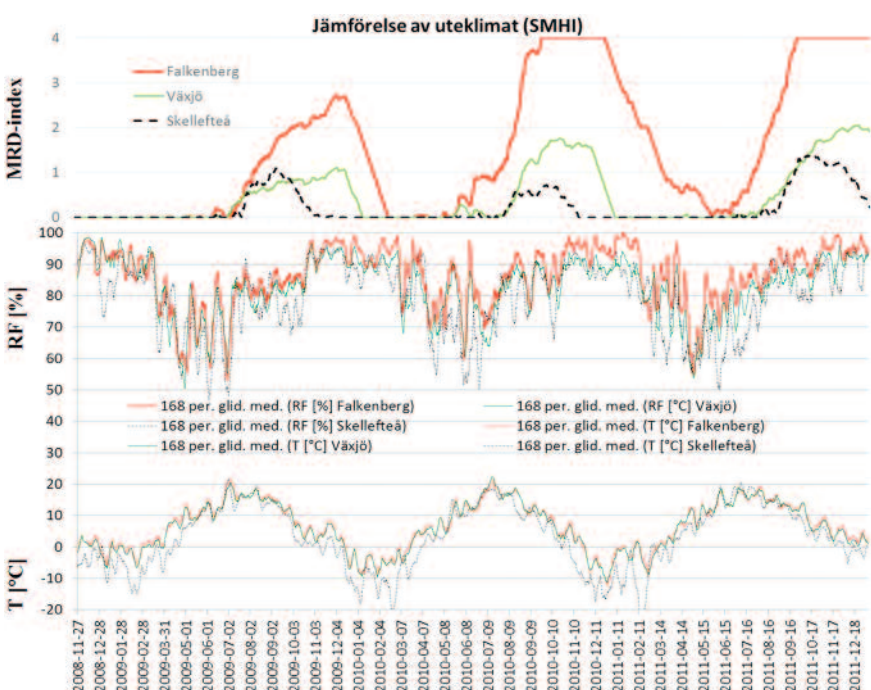


Diagram 3: Kurvorna i det undre diagrammet visar glidande veckomedelvärden (168 timmar per vecka) på relativ fuktighet och temperatur utifrån SMHI-värden för Falkenberg (Torup), Växjö och Skellefteå under perioden 2008-11-27 till 2011-12-31. Det övre diagrammet visar MRD-index baserat på aktuella tretimmarsvärden (observera att alla värden över 4 redovisas som 4).

används i yttervägg, Olsson (2011a). Genom att isolera väl med fuktålig isolering utanför träregelverket kan både fukt-känslig isolering och träreglar innanför skyddas från fuktig uteluft, Hägerstedt (2012).

Resultatet av mögelberäkningen har gett relativt lika resultat som de analysresultat av mögelpåväxt som gjorts i flera mätpunkter, det vill säga att ingen påväxt har uppkommit i träregelverket med avseende på uteluftens fuktighet.

I tre av fyra hus uppkom tydliga indikationer på regninläckage ända in till trä-

regelverket, se plötsliga fuktkvotstoppar på 30 till 40 procent i diagram 4. Inläckagen sammanfaller med slagregn och vindriktning vinkelrätt mot fasaden, liknande resultat har fått i andra studier, Olsson (2011b), Mundt-Petersen (2013a). Huruvida dessa inläckage har fått konsekvenser har inte undersökts.

Generellt sett är fasader inte regntäta varför det är förväntat att det tränger in vatten till vindskyddet, Olsson (2012a) och Olsson (2014a). Dessutom verkar det vara vanligt att vindskydd har otäta skarvar och anslutningar mot fasaddetaljer

Tabell 1: Redovisning av mögelberäkning, MRD-index, för utsida väggregel och för trämaterial i luftspalt bakom fasad.

Mätpunkt	MRD-index utsida väggregel	MRD-index i luftspalt
Småhus i Falkenberg 6	0	-
Småhus i Falkenberg 8	-	2,7
Småhus i Falkenberg 9	0,5	-
Småhus i Falkenberg 11	0	-
Småhus i Falkenberg 12	-	1,8
Småhus i Falkenberg 13	0,2	-
Småhus i Växjö 2	0	-
Småhus i Växjö 4	0,3	-
Småhus i Växjö 6	-	0,9
Småhus i Växjö 10	-	0,3
Flervåningshus i Växjö 6B	0,1	-
Flervåningshus i Växjö 16	0,7	-
Flervåningshus i Växjö 22	-	1,0
Flervåningshus i Skellefteå 3n	0	-
Flervåningshus i Skellefteå 14-5n	-	0,1
Flervåningshus i Skellefteå 6ö	0	-
Flervåningshus i Skellefteå 15ö	0	-
Flervåningshus i Skellefteå 15-5ö	-	0,1

## Referenser

BBR (2008, 2013). *Boverkets byggregler*. Boverket, Karlskrona.

Hägerstedt, O. S. (2012). *Fuktsäkra träkonstruktioner – vägledning för utformning av träbaserade väggar* (Rapport TVBH-3052). Lund: LTH.

Mundt-Petersen, S.O. (2013a). *Comparison of hygrothermal measurements and calculations...*, (Report TVBH-3054, 3055, 3056, 3057). Lund: LTH.

Mundt-Petersen, S.O. (2013b). *Moisture Safety in Wood Frame Walls – Blind evaluation of the hygrothermal calculation tool WUFI 5.0 using field measurements and determination of factors affecting the moisture safety* (Report TVBH-3059). Licentiate thesis. Lund: LTH.

Olsson, L., (2011a). *Laboratoriestudie av träregelväggar med olika vindskydd* (SP Rapport 2011:56). Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Olsson, L. (2011b) *Fuktmätningar under två år efter byte av putsfasad* (SP rapport 2011:67). Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Olsson, L. (2012a). *Laboratoriestudie av träfasaders täthet mot slagregn* (SP rapport 2012:45). Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Olsson, L. (2012b). *Omfördelning av fukt i virkesstycken och risk för mögel på virkesstycken i virkespaket* (SP rapport 2012:60). Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Olsson, L. (2013). *Fuktmätningar i fyra trähus* (SP rapport 2013:33). Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Olsson, L (2014a). *Slagregnstäthet hos fasader och vindskydd*. Bygg & teknik 2/14.

Olsson, L (2014b). *Moisture Conditions in Exterior Wooden Walls and Timber During Production and Use* (2014: 2). Licentiate thesis. Göteborg: Chalmers.

Thelandersson S. & Isaksson T. (2013). *Mould resistance design (MRD) model for evaluation of microbial growth under varying climate conditions*. Building & Environment (65), pp.18–25.

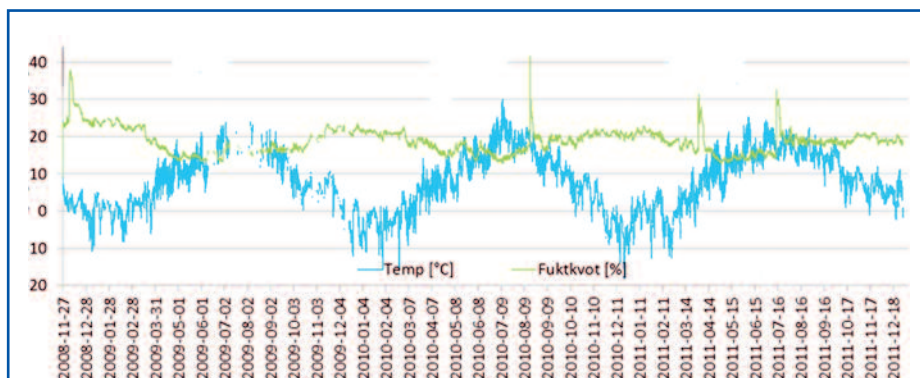


Diagram 4: Kurvorna visar mätning i utsida väggregel i flervåningshus i Växjö av fuktkvot och temperatur under perioden 2009-02-01 till 2011-12-31. Den fuktkvotmätning som gjorts i denna mät punkt har skett med förlängda elektroder (se bild 1) som ger en något överskattad fuktkvot.

samt utomhusklimat och utvärdera med MRD-modellen. Slagregnsutsatta väggar, väggar åt norr eller skuggutsatta kon-

struktioner bör särskilt beaktas och gärna följas upp med mätningar för att ge dokumenterad erfarenhet. ■

## ANALYSER FRÅN GRUND TILL TAKNOCK

[www.wspgroup.se/jerbol](http://www.wspgroup.se/jerbol)



WSP Jerbol är ett heltäckande byggnadsbiologiskt laboratorium som hjälper dig att se in i den "lilla" världen. Vi erbjuder allt från rena rutinanalyser till mer kvalificerade analys- och konsulttjänster, helt enligt dina önskemål.

WSP Jerbols styrka är att kunna analysera prover från hela konstruktioner, från taknocken ner till pålar och rustbädd av trä. Om du misstänker att din fastighet är utsatt för mögel- eller svampangrepp är hjälpen nära.

Välkommen till WSP Jerbol!

För mer information, ring 0499-125 60.