

Byggskivor med barnsjukdomar

DET VI VET OM MgO-SKIVOR IDAG

Husbyggaren nr 3, 2016 rapporterade om kinesiska magnesiumoxidskivor som orsakade byggskandal i Danmark. Nu har det kommit en SBUF-rapport där LTH granskat några av MgO-skivorna på den svenska marknaden. Anders Sjöberg, en av författarna av SBUF-rapporten, ger i denna artikel en bakgrund och går igenom litteraturen samt beskriver egna observationer i fält.

Efter larmrapporterna från Danmark startades ett projekt vid avd. Byggnadsmaterial vid LTH, som ingår i FuktCentrum i Lund. I projektet samverkade de största byggtreprenörerna, genom SBUF och de ledande leverantörerna av magnesiumoxidskivor, MgO-skivor. Syftet med projektet var att förstå hur fenomenet med gråtande MgO-skivor kan uppstå samt att få bättre kunskap att hantera eventuella problem på den svenska marknaden.

Det kanske viktigaste resultatet i SBUF-rapporten är att det finns två huvudtyper av

MgO-skivor, vilka beskrivs ingående av Åhs & Sjöberg (2017). De första skivorna började att importeras till Sverige omkring 2007 och var av typen MOC-skivor, magnesiumoxidklorid. Dessa har ett bindemedel som främst består av magnesiumoxid och magnesiumklorid (MgCl₂). Bindemedel som baseras på MgO kallas ofta Sorel-cement och har en lång historia i både öst och väst. Det är ett icke-hydrauliskt bindemedel med delikvescenta egenskaper, det vill säga att det tar upp vatten från omgivningen i hög grad som det sedan kan lösa sig i och flyta sönder, delikvescera. Detta är fenomenet som gör att MgO-skivor kan börja "gråta".

Leverantörerna som medverkade i pro-

EGENSKAPER

Delikvescens (Av latin deliquescere, "flyta sönder") vissa extremt hygroskopiska ämnen kan lösa sig i det upptagna vattnet och flyter sönder (delikvescerar). Exempelvis delikvescerar koksalt (NaCl) vid ca 75% RF.

Hygroskopisk Förmåga att ta upp vatten (vattenånga) från bland annat luften (luftfuktighet). Exempelvis trä som kan svälla vid höga luftfuktigheter.

Hydraulisk Hårdnar med vatten till en produkt som ej är löslig med vatten. Exempelvis cementet i normal betong

jektet importerar idag uteslutande en ny typ av MgO-skivor som kallas MOS-skivor, MagnesiumOxid-Sulfat och har ett bindemedel som främst består av magnesiumoxid och magnesiumsulfat (MgSO₄). Även dessa skivor ingår i gruppen sorel-cement och är ett icke-hydrauliskt bindemedel. Till skillnad från de ovanstående skivor så uppvisade nyttillverkade MOS-skivor ingen tendens till delikvescens, ens för 100% RF, vid labbundersökningen på LTH.

» TILLVERKNING I KINA

I Bygg och Teknik nr 8, 2017 förklarar Sjöberg hur förhållandena under tillverkningen vid fabriker i Kina kan påverka skivornas benägenhet till att gråta (delikvescera). De första MOC-skivorna som började komma till Sverige ca 2007 var sannolikt tillverkade på manuella fabriker med stor spridning och låg kvalitet. Dessa fabriker hade låg grad av processtyrning, erfarenhet och känsla var dominerande faktorer vid tillverkningen. Med ökad användning i Sverige upptäcktes också problem, bl.a. rapporterades det om att MOC-skivor orsakade skador i våtrum under 2010.. Denna erfarenhet innebar en ökad kvalitetskontroll av skivorna.

Många mindre importörer upphörde med verksamheten under denna problematiska period. De som fortsatte att importera skivor införde omfattande kvalitetskontroller av skivorna innan de skeppades från Kina. Lösnigen för många importörer blev att byta till leverantörer med moderna fabriker och med tillverkningsmetoder enligt europeisk standard.

BARNSJUKDOMAR

Det är framför allt vid utredningar av brister och problem hos ventilerade fasader med en putsbärande fasadskiva och polymerförstärkt ytputs (ca 3 mm tjocklek) som författaren kommit i kontakt med dessa problem. Av allt att döma har alla undersökta konstruktioner haft MOC-skivor.

Troligen har problemdrabbade skivor tillverkats med ett överskott av magnesiumklorid som inte reagerat fullt ut och nu ligger kvar i förening med andra ämnen i skivornas porsystem.

Sannolikt är dessa skivor av en tidig generation som tillverkades i kinesiska fabriker med stor spridning vid tillverkningen och låg kvalitet hos produkten. I vissa objekt har det funnits skivor med en tydlig gräns, där de olika delarna haft skilda egenskaper. Exempelvis har det uppstått delikvescens på ena halvan av skivan men inte på andra halvan.

Det finns uppgifter att vissa fabriker idag kan leverera MOC-skivor av så hög kvalitet att delikvescens inte kan uppstå. Sannolikt beror det på att allt $MgCl_2$ som tillsätts i blandningen reagerar fullt ut under tillverkningen så att det inte blir några rester kvar i den färdiga skivan. Detta är ingenting som LTH-projektet har studerat.

Med ökad kunskap om materialet och med rätt kvalitetskontroll så har MgO-skivorna sannolikt klarat ut sina barnsjukdomar. Ingenting tyder än så länge på att delikvescens kan uppträda på den nya typen av



Bild 1: Väska från MOC-skivor har runnit ut genom luftspaltens öppning och missfärgat husets sockel.

MOS-skivor som nu importeras till Sverige.

VÄDERSTRECK OCH KLIMAT

Generellt är fasader åt norr och öster oftare drabbade av problem relaterade till delikvescens än fasader åt söder och väster. Även skuggade partier av fasader är ofta mer drabbade än övriga delar av fasaden i samma väderstreck.

Sannolikt beror detta på solens uttorkande effekten. Temperaturen är helt enkelt några grader högre i medeltal på den södra fasaden än på övriga fasader och fasadmaterialen får därmed en något lägre fuktighet. Åhs & Sjöberg (2017) visade att fuktnivån i luftspalten kan skilja ca 10% RF mellan fasaderna åt olika väderstreck på en och samma byggnad. Samt att det på en och samma plats kan vara 5-10% RF fuktigare i ventilationsspaltens öppning i nedkant av fasaden än vad det är ca 170 cm upp i luftspalten.

Detta kan tolkas som att små skillnader i klimatet avgör om det blir synliga missfärgningar eller inte. I de flesta fall när kritisk RF överskrids hinner klimatet ändra sig och konstruktioner börja torka innan delikvescens uppstår. Det verkar även ta längre tid för droppar att bildas på MOC-skivor i en fasad än vid labbmätningar vilket tyder på att ånghaltens varaktighet har avgörande betydelse då den kritiska RF-nivå har överskridits.

SPRICKOR I VÅTRUM

Under 2010 rapporterades sprickor i kaklet i badrum med MOC-skivor. Sannolikt bidrog det att MOC-skivorna hanterades som om de var helt okänsliga för fukt. Plarlarna med liggande skivor lagrades utomhus på byggarbetsplatsen utan väderskydd och skivorna var fortfarande blöta då de monterades.



Bild 2: Putsad fasad med missfärgningar vid vertikal träläkt i luftspalten. Träläkten har sugit upp vätska från MOC-skivan samt fuktat upp och missfärgat putsbäranen.

Därefter påfördes ett vätskebaserat tätskikt och en fuktig kakelfix på skivans ena sidan. Det uppstod rörelser och spänningar i konstruktionen på grund av svällning och torrkrampning som kunde orsaka sprickor i det monterade kaklet.

Problemet studerades bl.a. av Pehrsson & Persson (2013) som i sitt examensarbete vid LTH visade att två av MOC-skivorna utvidgade sig kraftigt och krökte sig under försöket. Problemet har även varit föremål för en SBUF-undersökning av Brycke m.fl. (2015)

RINNINGAR PÅ SOCKEL

Den första typen av fuktproblem som observerades på fasader var mörka rin-

BYGGBEGREPP

Ytputs I dessa fall en polymerförstärkt puts (ca 2-3 mm) som ofta är infärgad och ger önskad ytstruktur. Kan sägas vara ett mellanting av cementbaserad tjockputs och cementfri tunnputs.

Putsbärare Byggskiva som utför underlag för putsning. Monteras på stålreglar eller träläkt för att skapa kapillärbrytande och dränerande spalt, som ofta uteluftsventileras.

Vindskyddsskiva Byggskiva som monterar på u tsida av regelstomme för att förhindra anblåsning av uteluft i stommens isolering. Exponeras mot fuktig uteluft vid fasader med ventilerade spalt.

Hammarband Liggande regel som sammanbinder överändan av de stående reglarna i byggnadens stomme. Syll är motsvarande regel i underkant av regelstommen.



Bild 3: Väska från MOC-skivan har fuktat upp träregelstommen.



Bild 4: Träregelstomme som fuktats upp lokalt vid skruvhål till infästning av MOC-skiva.

ningar på sockeln. De uppstod under natten och observerades på morgonen, ofta försvann missfärgningarna under dagen och kunde vara borta i flera dagar innan de eventuellt återkom igen. Det första intrycket var att fasaden läckte in vatten som sedan rann ut genom nederkant av luftspalten. Ofta skedde "läckaget" inom ett begränsat område på en eller två sidor av byggnaden.

Denna typ av rinningsmärken förekommer oftast vid ventilerade fasader med en vindskyddsskiva av MOC-typ och stälreglarna som distans i den ventilerade spalten. Stälreglarna monteras på vindsyddsskivan och utgör en distans vid montering av den putsbärande skivan. Den fuktiga nattluften ventileras in genom ventilationsöppningen i underkant av fasaden och fukten tas upp av MOC-skivan. Under speciella omständigheter kan detta ske i sådan omfattning att delikvescens uppstår på den undre delen av vindskivan. Vätskan mättar då skivans porer och bildar droppar som sedan rinner ned och missfärgar sockeln.

Vattnet som sugits in i sockeln avdunstar och lämnar eventuellt en missfärgning som orsakas av salter och andra ämnen som lakats ur MgO-skivan. Vid någon fasad har öppning i nederkant av luftspalten varit utformad så att vätskan droppade ner på marken utanför sockeln och lämnade då en mörk missfärgning som sedan blev till en glansig hinna på markstenen när vätskan avdunstat (Bild 1).

MISSFÄRGNINGAR PÅ VENTILERADE FASADER

Det kan uppstå mörka partier mitt på fasader hos ventilerade fasader med träläkt som distans i luftspalten. Träläkten är vertikalt monterade på vindskyddsskivan, MOC-skivan, och putsbärande, fasadskivan, är fäst på träläkten. Ofta sammanfaller de

mörka partierna med träläktens placering och är mest markerade i underkant av fasaden och bleknar ofta några decimeter upp på fasaden.

Träreglarna suger upp vätskan som bildas vid delikvescens på MOC-skivan. När träreglarna är fuktmättade kan de i sin tur fukta upp putsbärande i sådan omfattning att den missfärgas temporärt. Ibland uppstår mörka ränder på hela fasadens höjd. Dessa mörka partier brukar i regel blekna bort och försvinna helt på sommaren då fasadskivan och ytputsen torkar.

Fasaden på bild 2 har långa missfärgade områden som är bredast på ungefär 2,5 meters höjd. Det visade sig att MOC-skivan i detta objekt även exponerades mot kallvinden, på insidan av fasadens gavelspetsar. MOC-skivorna delikvescerade på grund av fukt från luften på kallvinden och vätskan rann ner och fuktade upp hammarbandet. Sannolikt har det uppfuktade hammarbandet på insidan av MOC-skivan bidragit till att träreglarna i luftspalten på utsidan av MOC-skivan var fuktigast ca 2,5 meter upp på fasaden. Det är även på den höjden som de vertikala områdena med mörk missfärgning är som bredast på bilden.

PÅVERKAD TRÄREGELSTOMME

Det kan bildas missfärgade områden på trä i kontakt med MgO-skiva. Vanligtvis är dessa mörka på grund av ett högre fuktnnehåll eller vitaktiga på grund av saltutfällningar. Missfärgningarna orsakas av att vätskedropparna som bildas på MOC-skivans yta sugts upp av träreglar i stommen och i distansläkten i luftspalten etc. När vätskan rinner ner på syllen och avdunstar kan det ofta kvarstå vita saltavlagringar.

Den fuktiga luften i ventilationsspalten kan orsaka delikvescens som även bildar droppar på insidan av MOC-skivans och

MATERIAL

Sorelceмент Samlingsnamn för bindemedel som baseras på magnesiumoxid, ofta i förening med magnesiumklorid eller magnesiumsulfat. Sorelceмент har en tusenårig historia och de moderna recepten utvecklades för nästan 100 år sedan.

MgO Magnesiumoxid är en naturligt förekommande förening av magnesium (Mg) och syre (O). Bryts i dagbrott och kallades förr i tiden talkjord eller bitterjord

MgCl₂ Magnesiumklorid är ett salt som i sin rena form delikvescerar vid 33 % RF. Mycket korrosivt som vätskelösning.

MgSO₄ Magnesiumsulfat är ett salt som i sin rena form delikvescerar vid 93 % RF. Måttlig/moderat korrosivt som vätskelösning.

MOC Sorelceмент som i huvudsak består av magnesiumoxid (MgO) och magnesiumklorid (MgCl₂). "Gamla" MOC-skivor kan delikvescera vid ca 85-90 % RF enligt mätningar vid LTH.

MOS Sorelceмент som i huvudsak består av magnesiumoxid (MgO) och magnesiumsulfat (MgSO₄). "Moderna" MOS-skivor delikvescerar inte ens vid 100 % RF, enligt mätningar vid LTH.

fuktar upp regelstommen. Delikvescens startat förmodligen innan det uppstår droppar på skivans yta. Den första vätskan som bildas tas upp kapillärt på motsvarande sätt som kaffet sugts upp i sockerbiten. Detta är en snabb process som fördelar vätskan så att skivan i princip blir lika fuktig över hela tjockleken. Detta innebär att då droppar sedan bildats på skivans fuktigaste yta, till följd av delikvescens, så är skivan fuktmättad och det behövs inte så mycket för att droppar även skall börja bildas på motstående sidan av skivan.

Vätskan sugts endast in några enstaka mm, vinkelrätt mot träets fiber, i träreglar. Sannolikt går det att hyvla eller kolsyreblästra bort tillräckligt mycket av missfärgningen från större delen av trästommen. Vid kvistar, skarvar och spik-/skruvhål kan inträngningen lokalt vara större. Försöken på LTH visade även att insugningen i ändträet kan vara ca 20-30 mm (Bild 3+4).

Delikvescens och uppfuktning av träet sker ibland redan under byggtiden. Vanligast är detta när bara MOC-skivan monterats på regelstommen, samtidigt som utetemperaturer nattetid är lägre än innetemperaturer och det förekommer fuktal-

» strande verksamhet i byggnaden, t.ex. golvavjämning.

Situationen blir ännu värre om stommen isoleras mellan reglarna, med mineralull eller annan diffusionsöppen isolering, utan att diffusionspärren, PE-folien, monteras. Då döljer även isoleringen dropparna på MOC-skivan och det missfärgade träet.

MÖGEL PÅ TRÄREGEL

Det har förekommit synlig mikrobiell påväxt på träreglarna i några objekt, ofta i form av svarta prickar inom ett begränsat område på träregelstommen. Prickar finns i anslutning till gränsen av den mörka missfärgning på träreglar. Ofta uppkommer de synliga prickarna utanför den mörka missfärgningen, eller som på bild 5, i kanten av missfärgningen där fuktnivån och eventuell saltkoncentration kan antas vara något lägre än den är närmare MOC-skivan.

Det är inte i detalj utrett hur orsakssamband ser ut för denna påväxt, men mycket talar för att påväxten som syns på bilden uppkommer som en följd av att träregeln fuktats upp av vätskan från MOC-skivan. Vid uppsugning av vätska från MOC-skiva kan det skapas en fuktgradient som inom ett litet område på träregeln uppfyller precis de förutsättningar som krävs för att synlig mikrobiell påväxt skall uppkomma. Se prickarna på bilden.

Sannolikt spelar gradienten av fukt och insugna salter en avgörande roll eftersom den synliga mikrobiella påväxten begränsas till ett smalt område längs med det uppfuk-



Bild 6: Brun missfärgning av korrosionsprodukter från infästningsskruvar, med lågt korrosionsskydd, i kontakt med fuktig eller blöt MgO-skiva.



Bild 7: Korrosionsprodukter som bildats på rostfria skruvar i MOC-skiva i klimatbox med 95 % RF.

tade delen av träet. Det finns inte någon påväxt närmast MOC-skivan där det kan förväntas vara fuktigast vilket tyder på att salterna från MOC-skivan kan antas ha en hämmande effekt på den mikrobiella påväxten.

Kallvindar är en riskkonstruktion som under långa perioder kan ha en relativ fuktighet som överskrider 85 % RF. Detta är en fuktnivå som ligger långt över trädets kritiska RF och är i storleksordning med den nivå då delikvescens kan uppstå hos MOC-skivor. Med relativt små medel kan en kombination av styrd ventilation, värme och avfuktning sänka fuktnivån på vinden till oskadliga nivåer under 75 % RF.

Träläkt i ventilationsspalten är ofta missfärgade av mikrobiell påväxt. Eftersom ventilationsspalten även har som uppgift att vara kappillärbrytande och dränerande kan det anses normalt med rinnande vatten. Därmed kan det betraktas som förväntat att träläkt i fasadens ventilationsspalt fuktas upp och får en mikrobiell påväxt.

BRUN SUBSTANS FRÅN INFÄSTNINGSSKRUV

Bruna fläckar kan uppstå längst ner på fasaden, och sprida sig med tiden. De bruna missfärgningarna uppkommer ofta vid MOC-skivans skarvar, i ett mönster som överensstämmer med infästningsskruvarna för fasadskivan/putsbäraren. Bild 6.

Missfärgningen uppstår till följd av att det bildas en brunaktig korrosionsprodukt som täcker skruvarna och transporteras, sprids, ut genom ytputs till fasadytan. Denna missfärgning kan uppstå då skruvarna som putsbäraren är infäst med är

långa och av rostfritt stål som når genom luftspalten och fäster i vindsyddskivan (MOC-skivan).

Sammantaget är den bruna missfärgningen en oxidationsprodukt som uppstår i kontakt mellan vissa typer av rostfritt stål samt MOC-skivor som är fuktiga eller blöta (Bild 6+7).

MIKROBIELL MISSFÄRGNING AV FASADYTA

Det kan ske mikrobiell påväxt i träspån i MOC-skivor. Om MOC-skivor felaktigt används som putsbärare kan mikrobiell substans spridas ut och missfärga fasaden. MOC-skivor tillsätts träfiber för att öka flexibilitet, på motsvarande sätt som i cementfiberskivor. Skillnaden är att MOC-skivor har ett relativt lågt pH-värde där vissa mikroorganismer gärna växer, till skillnad från cementfiberskivor där pH-värdet är högt och hämmar mikrobiell påväxt.

De billigaste skivorna innehåller ofta en oregelbunden mängd av stora träfraktioner som under långvarig hög fuktbelastning kan orsaka synlig mikrobiell påväxt. Bild 9 visar påväxt på en MOC-skiva som exponerats för 100% RF och 20°C i ett år, mögelsorterna *Trichotecium roseum* och *Cladosporium sp.* identifierades enligt Åhs & Sjöberg (2017).

Det är inte lämpliga att putsa direkt på MOC-skivor. När MOC-skivor används som vindsyddskivor och sandwich-element bör de alltid förses med en kapillärbrytande och dränerande fasad, gärna ventilerad fasad. Denna utgör på ett effektivt skydd som en slags regnkappa för att minska klimatbelastningen på den yttre MOC-skivan. En annan källa till mikrobiella missfärgning



Bild 5: Svarta prickar av mikrobiell påväxt på träregelstomme i kontakt med MOC-skiva.



Bild 8: Putsad fasad med missfärgning av mikrobiell påväxt hos träfraktioner i MOC-skivan som felaktigt använts som putsbärare.

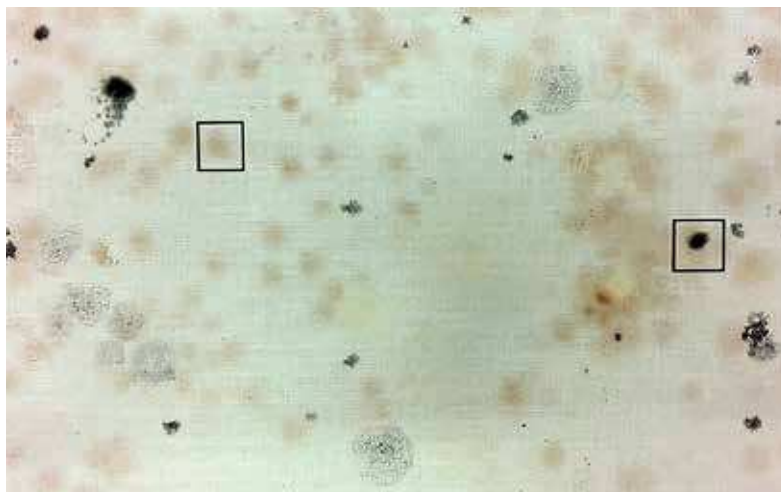


Bild 9: Mikrobiell påväxt på MOC-skiva efter 1 år i 100% RF och 20°C.

» av fasaden kan vara felaktig fasadfärg utan mögelskydd.

ETSNING AV GLAS

BYG-ERFA advarsblad från 2015 beskriver att vätskan från MOC-skivor kan etsa fönsterglas. Det handlar då om att vätskan rinner ner på fönsterglas och lämna permanenta märken på dem. Byggnader med modern arkitektonisk utformning, där fönsterglasen placeras långt ut i fasaden, tycks vara mest utsatt för detta problem. Författaren har inte stött på detta problem i Sverige.

KORROSION AV INFÄSTNINGAR

Korrosionsskyddet hos infästningar kan påverkas av vätskan från MOC-skivor. Det är osäkert om vätskans korrosivitet skiljer mellan MOC-skivor av olika fabrikat och årgång. Det är dock visats av Åhs & Sjöberg (2017) delikvoscens kan upphöra efter en tid. Detta tyder på att tillverkningsresterna i porsystemet kan lakas ut och förbrukas. I så fall kan förmodligen mängder och sammansättning av resterna i porsystemet skilja sig över tid och mellan olika skivor. Därmed borde det finnas en skillnad i benägenhet till delikvoscens av skivan och möjligtvis även korrosivitet hos vätskan.

Rostfritt stål av kvalitet A2 och A4 kan användas som infästningar vid MOC-skivor utan att påverkas av vätskan enligt Rode m.fl. (2017). I rapporten anges även att reparationerna av fasaderna i Danmark beräknas kosta 2 miljarder DKK. En stor del av detta är besiktningar av infästningar och byta av de med förkortad livslängd. Även detta problem verkar vara som störst vid så kallade designfasader, där en dekorativ fasadbeklädnad hängts som en regnkappa

utanpå den vindskivsbeklädda MOC-stommen. Dessa fasader finns även i Sverige och kan komma att behöva besiktas på motsvarande sätt som i Danmark.

FUKTMÄTNING

Vid fuktmätning i träreglar och i MOC-skivor rekommenderas enbart gravimetrisk mätning av fukttätheten. Genom att ta ut ett materialprov, väga dess vikt och torka det till jämvikt i ca 16% RF (35°C) och väga på nytt erhålls fuktmängden och vid behov även fuktkvoten. Torkning av MOC-skivor kan inte ske vid höga temperaturer eftersom det då avgår kemiskt bundet vatten och resultatet blir missvisande.

Fuktkvotmätare med stift kan inte användas i MOC-skivor eller trä som påverkats av den salta vätskan. Salternas joner leder strömmen i materialet och värdet på mätarens display blir orimligt stort. I princip kan dessa "orimliga" värden användas för att dokumentera att någonting är på tok, men egentligen inte till något annat.

BESTÄMNING AV MOC/MOS-SKIVA

Vid en besiktning eller skadeutredning finns det två olika metoder för att bestämma om skivan innehåller fria klorider som kan delikvoscera enligt Åhs & Sjöberg (2017) Den ena metoden är med "kloridstickor" som färgindikerar då de doppas i en lösning av vatten och krossad MOC-skiva. Den andra metoden innebär att silvernitratlösning tillsetts en lösning enligt ovan och visuell kontroll av utfällningar görs.

Dessa metoder kan avgöra ifall det rör sig om en MOC-skiva, men de kan inte avgöra huruvida skivan har benägenhet till delikvoscens eller inte. För att avgöra det finns risk för delikvoscens behöver en bit av ski-

van läggas i en klimatbox med 100% RF. Om det inte uppkommer droppar på skivans yta inom en vecka vid rumstemperatur så delikvoscera inte skivan enligt Åhs & Sjöberg (2017).

Om däremot uppstår droppar på ytan vid testet, så betyder detta att skivan från fasaden kan delikvoscera och därmed inte är helt fukttålig. Ett sådant resultat kan vara grund för reklamation om leverantören vid tiden för leverans uppgav att MOC-skivan var helt fukttålig.

Vid reklamationer är grundregeln "follow the money" vilket innebär att man först kontaktar entreprenören som skickat fakturan för arbete och material. Om inte entreprenören finns kvar eller kan ta ansvar så kontaktas materialleverantören och därefter tillverkaren. ■

Brycke E., Drotz R., Tengberg C.S. (2015) Förstudie: Sprickor i nyproducerade våtutrymmen – nästa stora branschgemensamma problem? SBUF projekt 12976

Pehrsson D. & Persson A. Examensarbete (2013), Fuktrörelser i oorganiska vårtums- och vindskyddsskivor. Rapport TVBM-5090. Avd. Byggnadsmaterial, LTH.

Rode C., Bunch-Nielsen T., Kielsgaard Hansen K., Grell B. (2017). Moisture damage with magnesium oxide boards in Danish facade structures. NSB2017, Trondheim, Norway.

Åhs M. & Sjöberg A. (2017) Magnesiumoxidskivor. Etapp I: Inledande studie med avseende på fukttekniska egenskaper, mätmetoder och risker. Rapport TVBM-3184. Avd. Byggnadsmaterial, LTH.



ANDERS SJÖBERG
Tekn. dr byggnadsmaterial
AFEM konsult AB