

Mögelpåväxt på mineraliska fasader

Mikrobiell påväxt på fasader har alltid förekommit. På senare tid har dock problemet ökat kraftigt. Flera fall med kraftig påväxt på putsade fasader inom några år efter putsningen har rapporterats. Vid ett seminarium i Göteborg 2001, arrangerat av Mur och Puts Information (MPI), framkom starka önskemål att problemet skulle analyseras i detalj. Innan något större projekt påbörjades beslöts att genomföra en mindre pilotstudie. Denna artikel är en kort sammanfattning av pilotstudien.

Projektet har genomförts i samarbete med Johnny Kellner, JM AB och Bengt Ström, NCC Teknik och finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF.

Den mikrobiella påväxten på fasader kan vara av helt olika karaktär. Alger, mögelsvampar, lavar och mossor är de vanligast förekommande arterna.

I det följande beskrivs de vanligaste typerna kortfattat. Den fortsatta behandlingen inriktar sig sedan i huvudsak på mögelsvampar, vilket är den typ av påväxt som accelererat kraftigt på senare tid på putsade fasader.

Alger är ett samlingsnamn på flera grupper av växter. En gemensam egenskap är att alger innehåller klorofyll och producerar sin egen föda genom fotosyntes. Alger är sålunda inte beroende av näring från underlaget, de växer både i rent vatten och på sten.

Mögelsvampar finns i ett mycket stort antal varianter. Gemensamt är att mögelsvampar saknar klorofyll och därmed inte kan skapa sin egen näring med hjälp av luftens koldioxid. Näringen måste anskaffas från andra källor, till exempel från andra organismer eller från organiska ämnen i det substrat de växer på. Organiska komponenter i fasadmaterialet är alltså gynnsamt för tillväxt av mögelsvampar. Tillväxt kan dock ske även med näring från föroreningar som fastnar på ytan. Under alla omständigheter krävs ett relativt högt fuktillstånd.

Artikelförfattare är **Kenneth Sandin**,
Byggnadsmaterial, Lunds Tekniska
Högskola, Lund.

Mögelsvampar tillväxer genom att *hyfer* (tunna trådar) växer ut och efterhand bildar ett nätverk på ytan, *mycel*. När man i byggnadssammanhang pratar om mögelpåväxt avses normalt detta synliga *mycel*.

Lavar är en grupp dubbelorganismer, uppbyggda av svampar och alger. Svampen och algen lever i samexistens och bildar en enhetlig växt. Svampen suger upp vatten och salter, vilka algen med hjälp av sin klorofyll omvandlar till syre och organiska ämnen åt sig själv och åt svampen. Denna samexistens medför att lavar är

mycket hårdiga och kan överleva långa torkperioder.

Lavar växer utan näringsbehov från underlaget. Regnvatten är normalt tillräckligt för att lavar ska växa.

Mossor är låga gröna växter som kan leva utan tillgång på näring från underlaget, till exempel på sten. Mossor har dock stora krav på att miljön ska vara fuktig. Vissa mossor trivs bäst i sura miljöer medan andra trivs bäst i basiska miljöer. Detta innebär bland annat att vissa mossor trivs bra på kalkputsade fasader.

Vanliga mögelsvampar på fasader

De vanligaste mögelsvamparna på mineraliska fasader anses vara *Cladosporium*, *Penicilium* och *Aureobasidium*.

Cladosporium förefaller vara den vanligaste mögelsvampen på mineraliska fa-



På senare tid har problemet med mikrobiell påväxt på fasader ökat kraftigt.

sader. Inom gruppen Cladosporium finns ett trettiotal olika arter. Cladosporium förekommer naturligt i naturen. Förekomsten av svampen anses vara störst i områden med lövträd och grönområden

Sporförekomsten i uteluften är ofta mycket hög. Antalet sporer kan uppgå till 50 000 per kubikmeter luft under sensommar och höst. Sporer från Cladosporium kan transporteras långa sträckor i luften. Spridningen gynnas av torrt och blåsig väder. För att sporer ska få fäste på fasaden och gro krävs relativt hög fuktighet.

Den optimala temperaturen för tillväxt ligger omkring 18–28 °C. Tillväxt kan dock ske vid så låga temperaturer som -6 °C. För att tillväxt ska kunna ske måste luftfuktigheten vara högre än 85–90 procent. Ju högre RF desto snabbare tillväxt. Vid RF över 95 procent är tillväxten mycket snabb. Vid odling i laboratorium kan mögelsvampen växa upp till 3–4 cm på tio dygn vid rumstemperatur. Färgen varierar från ljus olivgrön till mörkbrun.

Inom släktet *Penicillium* finns ett mycket stort antal arter. Vissa arter är vanliga i mögelangripna hus och avger en jordlikt lukt.

Penicilliumsporer förekommer relativt vanligt i luft och svampen är inte ovanlig vid analyser av angrepp. Sannolikt har dock förekomsten av *Penicillium* mindre betydelse för missfärgningar av mineraliska fasader.

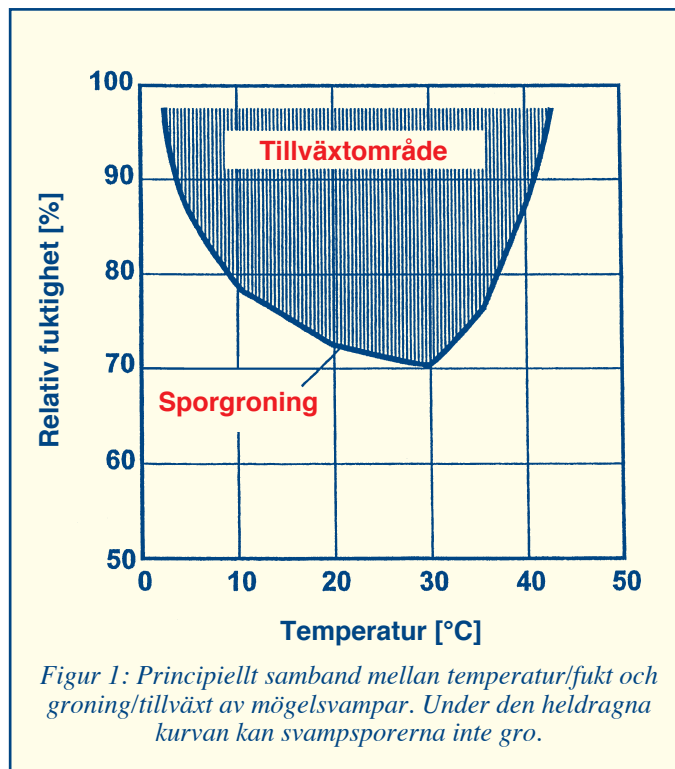
Aerobasidium är en vanligt förekommande mögelsvamp på målade träfasader. Den förekommer även på mineraliska fasader. Omfattningen av angreppen på mineraliska underlag är inte utredd. Svampen får dock inte underskattas i sammanhanget.

Olika faktorerers inverkan på påväxten

Påväxten kan indelas i två skilda faser. Först ska på fasaden befintliga sporer gro. Därefter ska svampen tillväxa och bilda ett mycel. Dessa två faser ställer olika krav på miljön och det är därför av största betydelse att studera de två faserna separat. Vissa faktorer inverkar dock principiellt på samma sätt.

Temperaturen har stor betydelse för groningen och tillväxt. Mycket grovt kan man säga att groningen och tillväxt hos flertalet svampar sker inom intervallet 0–50 °C med ett optimum vid 30 °C.

Både sporer och mycel är mer känsliga för höga temperaturer än för låga. Låga temperaturer kan överlevas. Både sporer och mycel kan helt förstöras vid kortvarig upphettning till 80 °C. För Cladosporium



Figur 1: Principiellt samband mellan temperatur/fukt och groningen/tillväxt av mögelsvampar. Under den heldragna kurvan kan svampsporer inte gro.

är minimitemperaturen för tillväxt -5 °C. Den optimala temperaturen är 28 °C.

Att ange *kritiska fuktillstånd* för groningen och tillväxt är inte möjligt beroende på att svamparna kan ta fuktighet både från luften och från underlaget. Generellt gäller dock att ingen groningen eller tillväxt sker under 70 procent RF. Vid 80 procent RF kan flertalet mögelsvampar gro och tillväxa. Vid mycket höga fuktillstånd, i princip fritt vatten, finns inga levnadsbetingelser för svampar. Optimum för tillväxt ligger ofta i intervallet 95–98 procent RF.

Speciellt för Cladosporium ligger minimifuktigheten för groningen och tillväxt vid 85 procent RF. Optimala fuktigheten för tillväxt är 96 procent RF.

Temperatur och fuktillstånd har var för sig stor betydelse för groningen och tillväxt. I praktiken är det dock kombinationen av temperatur och fuktillstånd som är avgörande för både groningen och tillväxt.

I figur 1 redovisas ett principiellt samband mellan temperatur/fuktillstånd och groningen/tillväxt. Den undre kurvan visar vilka betingelser som krävs för att mögelsporerna ska gro. Att kurvan stiger vid temperaturer överstigande 30 grader beror på att erforderliga enzymer är temperaturkänsliga. Ju högre fuktigheten är efter groningen desto snabbare sker sedan tillväxten.

Förutom fukt- och temperaturtillståndet är *tillgången på näring* i underlaget den viktigaste faktorn för mögelpåväxt. Även föroreningar på ytan kan vara tillräckliga för mögelpåväxt. För att påväxten ska bli omfattande krävs dock i allmänhet att det finns näring i underlaget. Kraven på näring är normalt mycket blygsamma. Organiska tillsatser i putser är tillräckligt för att skapa en omfattande påväxt. Principiellt anses gälla att ju mer

organiska komponenter det finns i underlaget desto lägre fuktillstånd krävs för mögeltillväxten.

Sammantaget innebär ovanstående att groningen inte är speciellt beroende av närings-tillgång. Tillväxten ökar däremot kraftigt vid ökande närings-tillgång, till exempel organiska tillsatser i putser.

Det finns även ett antal andra faktorer som kan påverka mögelpåväxten, till exempel pH-värde och ytans beskaffenhet.

Det optimala *pH-värdet* för flertalet mögelsvampar ligger mellan 5 och 7. Tillväxt kan dock ske vid pH-värden mellan 2 och 11. Speciellt kan nämnas att Cladosporium växer i pH-området 3–8. Härvid ska observeras att detta pH gäller i ytan. Även en KC-puts får relativt snabbt ett lågt pH-värde i ytan.

Ytans struktur har betydelse ur flera synpunkter. En yta med

stor "råhet", dvs synliga ojämnheter och håligheter, absorberar både föroreningar och sporer lättare än en helt slät yta. Detta bör medföra en ökande risk för mögelpåväxt.

Även *mikrostrukturen* i ytan torde ha stor betydelse, främst genom att olika mikrostruktur medför att olika mycket fukt binds till ytan. En finporös yta binder mycket fukt i de små porerna, även vid lägre relativa fuktillstånd. I ett grovporöst material binds mindre fukt vid lägre fuktillstånd. Ett finporöst material kan därför medföra gynnsammare förutsättningar för mögelpåväxt.

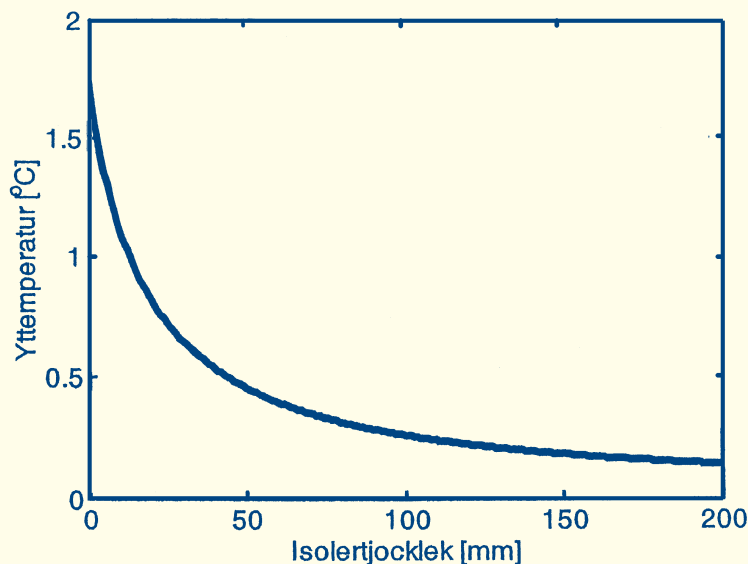
Fungicider har använts under lång tid i ytskikt. Tidigare användes mycket starka och effektiva gifter, till exempel kvicksilverföreningar. Idag tillåts dessa starka gifter inte av miljöskäl. Dagens fungicider är väsentligt svagare.

Användandet av fungicider är omdiskuterat. För att en fungicid ska vara verksam måste den vara vattenlöslig, vilket innebär att den efterhand lakas ur. Efterhand kan man alltså förvänta att effekten avtar, vilket kräver förnyad behandling.

Att återigen börja använda starka fungicider torde inte vara realistiskt, varför frågan inte behandlas ytterligare.

Byggnadsfysikaliska faktorerers inverkan på tillväxten

Väggens värmeisolering påverkar ytemperaturen på utsidan genom att ökad isolering medför att mindre värme går igenom väggen och därmed kommer ytemperaturen att sjunka. I figur 2 på nästa sida redovisas ytemperaturen på utsidan av en 250 mm tegelvägg med olika mycket isolering vid stationära förhållanden. I exemplet antas innetemperaturen till 22 °C och uttemperaturen till 0 °C.



Figur 2: Yttertemperatur som funktion av isolertjocklek.

Observera att yttertemperaturen påverkas mest vid små isolertjocklekar. De första 5 cm isolering medför till exempel att temperaturen sjunker 1,3 °C, vilket medför att den relativa fuktigheten i ytan ökar med 7–8 procent RF. Ökar man isolertjockleken från 15 till 20 cm sjunker yttertemperaturen med 0,05 °C, vilket medför att den relativa fuktigheten endast ökar med någon tiondels procentenhet.

Observera att ovanstående inverkan av isoleringen är oberoende av var isoleringen placeras. Vid stationära förhållanden är inverkan densamma vid invändig och utvändigt isolering.

Väggens värmekapacitet påverkar temperaturen främst genom att alla temperaturförändringar fördröjs mer eller mindre. Om utomhustemperaturen sjunker relativt snabbt, till exempel på natten, hinner yttertemperaturen inte följa med om värmeka-

paciteten är stor i den yttre delen av väggen. Detta innebär att ytan blir något varmare än utomhustemperaturen. Ett exempel på vägg med stor värmekapacitet är en massiv tegelvägg. Om däremot den yttre delen av väggen har en liten värmekapacitet, till exempel en tunn puts på värmeisolering av mineralull eller cellplast, följer temperaturen i ytan nästan helt utomhustemperaturen. Temperaturen i en sådan fasad blir sålunda lägre på natten än i en fasad med stor värmekapacitet. Resultatet blir att den relativa fuktigheten blir högre. Å andra sidan får fasaden med liten värmekapacitet en högre temperatur på dagen när temperaturen stiger.

Enstaka överslagsberäkningar har visat att yttertemperaturen på natten kan bli en halv grad lägre i fallet med en tunnputs på isolering jämfört med en massiv tegelvägg.

Genom värmestrålning vid fasadytan påverkas temperaturförhållandena i mycket hög grad. Vid solsken absorberar fasaden stora mängder värmeenergi och får en högre temperatur än utomhusluften. En mörk fasad med liten värmekapacitet kan mycket väl få en temperatur som är 30–40 grader högre än uteluften. Detta medför att den relativa fuktigheten blir mycket låg under förutsättning att det inte finns en stor fuktkapacitet i fasaden. Ju mörkare kulören är på fasaden desto högre blir yttertemperaturen vid solsken.

På natten, främst under klara nätter, sker en utstrålning från fasadytan till himlen. Detta medför att yttertemperaturen blir lägre än lufttemperaturen. Ju mindre värmekapacitet fasaden har, desto lägre blir yttertemperaturen. Om värmekapaciteten är extremt liten, till exempel som i fallet med en tunnputs på cellplast eller mineralull, kan sannolikt yttertemperaturen bli ett antal grader lägre än utetemperaturen. Detta medför att den relativa fuktigheten i ytan blir 10–15 procent RF högre än i uteluften. Med tanke på att RF i uteluften under natten normalt är 80–90 procent är risken för kondens uppbar.

Konsekvensen av denna kondensation blir olika beroende på om fasaden kan absorbera kondensvattnet eller om det stannar som en vattenfilm på ytan. Vilket som är mest ogynnsamt med hänsyn till mikrobiell påväxt är inte utrett. Under alla omständigheter kan konstateras att värmeutstrålning hos en fasad med liten värmekapacitet medför hög relativ fuktighet i ytan.

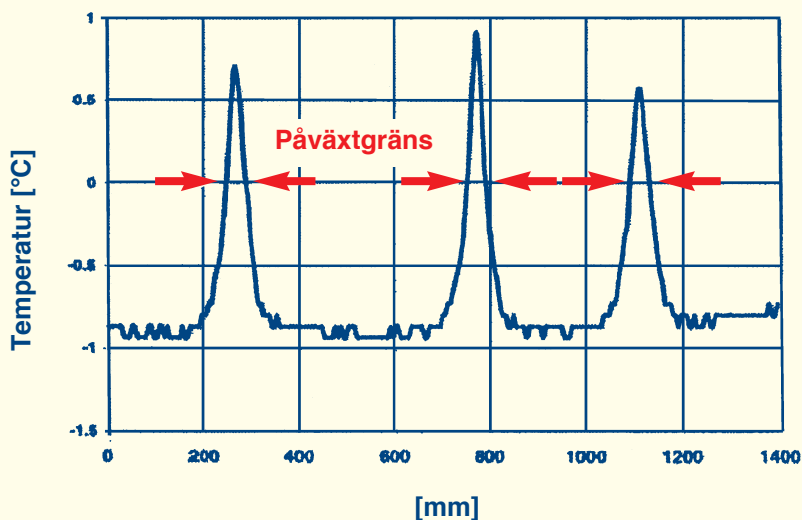
Genom att kombinera inverkan av värmeisolering, värmekapacitet och strålning torde en relativt stor inverkan på yttertemperaturen, och därmed ytfuktigheten, kunna erhållas. Några egna systematiska studier i form av mätningar eller beräkningar av detta har inte rymts inom aktuellt projekt.

I en tysk undersökning redovisas mätningar av yttertemperaturer och mikrobiell påväxt på en fasad med puts på isolering. Här konstateras att det inte finns någon påväxt vid kramlorna, som går in i den bakomliggande väggen. Mätningar visar samtidigt att temperaturen vid kramlorna är cirka 1 grad högre än på övriga partier. Undersökningen indikerar att även små skillnader i yttertemperatur kan ha stor betydelse. Ett exempel på resultat (temperatur och påväxt) redovisas i figur 3.

Även andra undersökningar har visat liknande tendenser. Slutsatsen av undersökningarna är att puts på isolering är mer känslig för mikrobiell påväxt än fasader med massiva murverk.

Den arkitektoniska utformningen har mycket stor betydelse för mögelpåväxten, främst påväxt av lokal karaktär. Även rent tekniska detaljer har stor betydelse i detta sammanhang.

En arkitektonisk utformning som gynnar lokalt kraftig vattenbelastning medför alltid ökande risk för lokal mögelpåväxt. Som exempel på detta kan nämnas utstående fasadpartier som både direkt utsätts



Figur 3: Temperatur och påväxt på fasad med puts på isolering. De markanta topparna i temperatur sammanhänger med kramlorna.

för ökad regnbelastning och indirekt kan medföra ett ökande vattenflöde vid sidan av dessa utstående partier. Även brister i plåtarbeten, till exempel fönsterbleck, kan medföra kraftig lokal påväxt.

Sammanfattande kommentarer

I pilotprojektet har konstaterats att problem med mikrobiell påväxt, främst mögelsvampar, på putsade fasader är ett generellt problem överallt. Problemet har bland annat observerats i Sverige, Danmark, Tyskland, Israel och Sydamerika. Dessa länder är bara exempel som påträffats i litteratur och vid personliga kontakter.

Generellt gynnas mögelpåväxten av höga fuktillstånd i fasadytan. Mögelangrepp kan ske vid RF överstigande 85 procent och accelererar kraftig vid högre RF. Kraven på näring från underlaget är relativt begränsade och små tillsatser av

organiska komponenter är tillräckligt för påväxt.

Fasaddelar som är utsatta för mycket slagregn är av naturliga orsaker blötare än andra delar och därmed mer utsatta för påväxt. Extremt kraftig påväxt kan ofta förklaras av extremt kraftig vattenbelastning.

Fuktillståndet i fasadytan beror inte bara på regnbelastningen. Den byggnadstekniska uppbyggnaden av väggen kan ha en avgörande betydelse. En ökande värmeisolering i väggen medför att ytemperaturen på utsidan sänks, vilket i sin tur medför ett högre fuktillstånd. Om man jämför normala isolertjocklekar (100–300 mm) är denna inverkan relativt begränsad. Jämför man däremot fallen helt utan isolering med en kraftig isolering blir inverkan mycket stor.

Den största byggnadstekniska inverkan torde värmekapaciteten hos den yttre delen av väggen ha. Hos en fasad med liten värmekapacitet i den yttre delen av fasa-

den kommer temperaturen på nätterna att bli väsentligt lägre än utetemperaturen, vilket i sin tur medför ett högre fuktillstånd och mer omfattande kondensation. Sannolikt kan RF bli 10–15 procentenheter högre i fasadytan än i uteluften i extrema fall. Detta medför utan tvekan kondensation i många fall.

Kombinerar man både värmekapacitet och värmeisolering blir effekten väsentligt större. En köldbrygga vid till exempel ett bjälklag innebär ibland att värmeisoleringen lokalt blir sämre samtidigt som värmekapaciteten ökar. Båda dessa faktorer medför att temperaturen ökar och fuktillståndet minskar. Detta kan man se på många fasader. Ett typiskt exempel är en målad träfasad där fasaden i helhet uppvisar kraftig påväxt medan man kan se horisontella stråk utan påväxt. Att det inte finns påväxt i dessa stråk beror på att de bakomliggande reglarna medför både en ökande värmekapacitet och en sämre värmeisolering. ■