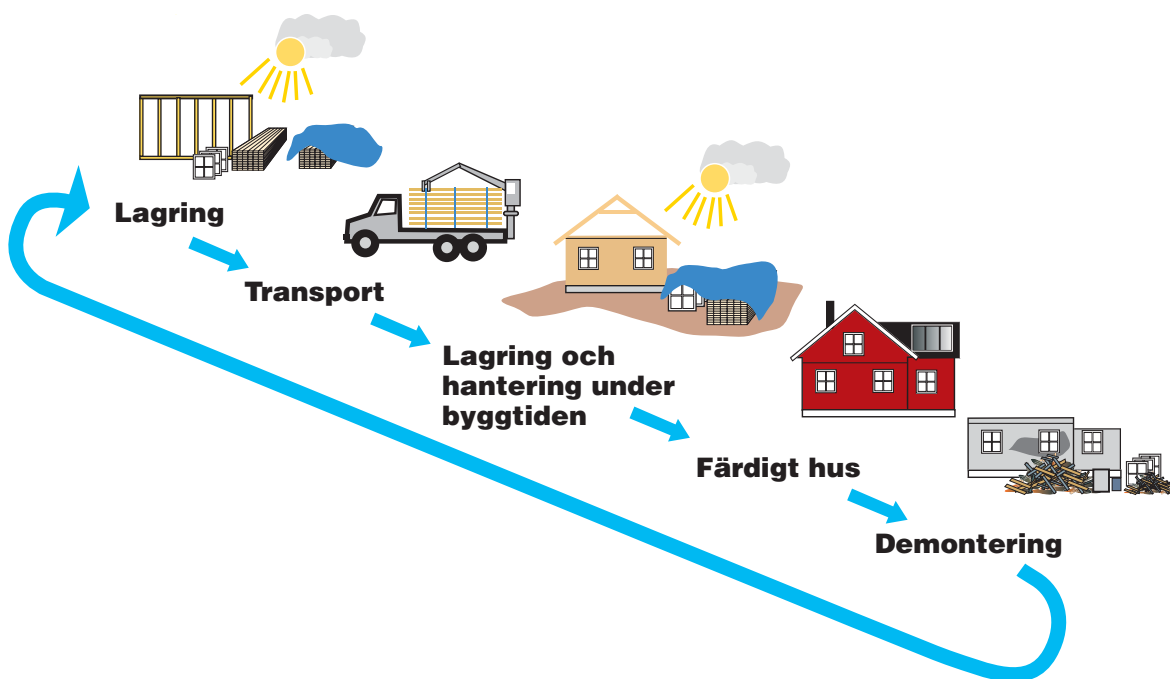


Mögel på nytt och begagnat byggnadsvirke



Pernilla Johansson

Mögel på nytt och begagnat byggnadsvirke

Abstract

Mould growth on new and used construction timber

The growth of mould on building materials varies in both rate and extent from one type of material to another, depending on the nutrients in the material and on the local conditions. In this respect, wood is a sensitive building material. This investigation has compared the growth of mould on new and on used timber under high humidity conditions (90-95 % RH, 22 °C) in a climate test chamber. The used timber was more quickly attacked by mould than was the new timber, regardless of whether it was simply placed in the chamber or was first sterilised and then sprayed with spores before being put into the chamber. However, when the surface of the used timber samples was sawn off, it behaved in the same way as new timber.

The results show that old timber cannot simply be incorporated in new structures without a second thought, but that it can work just as well as new timber if the exposed surface of the old timber is first removed.

Key words: Mould, Recycling, Timber, Renovation

**SP Sveriges Provnings- och
Forskningsinstitut**

SP Rapport 2003:17
ISBN 91-7848-949-0
ISSN 0284-5172
Borås 2003

**SP Swedish National Testing and
Research Institute**

SP Report 2003:17

Postal address:

Box 857

SE-501 15 BORÅS, Sweden

Telephone: +46 33 16 50 00

Telefax: +46 33 13 55 02

E-mail: info@sp.se

Internet: www.sp.se

Innehållsförteckning

Abstract	2
Förord	4
Sammanfattning	5
1 Inledning	7
2 Metoder	9
2.1 Provtagning	9
2.2 Behandlingar	9
2.2.1 Steg 1	9
2.2.2 Steg 2	10
2.3 Analys av mögelangrepp	11
2.4 Statistisk utvärdering	12
3 Resultat och diskussion	13
3.1 Steg 1, placering i fuktkammare	13
3.1.1 Tillväxt	13
3.1.2 Påverkande faktorer	15
3.1.2.1 Ursprungligt angrepp	15
3.1.2.2 Provtagningsplats	16
3.1.2.3 Fuktkvot och lagringsförhållanden	18
3.1.2.4 Sågad/hyvlad	18
3.2 Steg 2, inkubering i fuktkammare efter sprayning med sporer	20
3.2.1 Påverkande faktorer	22
4 Sammanfattande diskussion	24
5 Slutsatser	25
6 Referenser	26

Förord

I denna rapport redovisas resultaten från ett projekt med titeln ”Risker för inomhusmiljöpåverkan av återvunnet trämaterial”. Projektet är finansierat av BFR (numera FORMAS) och SP och ingår i insatsområdet ”Det sunda huset II”.

Prover av begagnat virke har tillhandahållits av försäljningsställen för återvunnet byggnadsmaterial. På alla platser har vi blivit mycket väl mottagna och jag vill därför rikta ett stort tack till dessa; Spargodt byggmagasin, Byggantiken i Sundbyberg, Hus till Hus i Väst Ek. förening i Alingsås samt BÅFAB i Falkenberg. Jag vill också tacka Sören Dehlin, Ulricehamns kommun, för att vi fick ta prover från en gammal skola som skulle rivas.

Till projektet har en referensgrupp varit knuten vilken har bestått av Nils Hallenberg (Göteborgs Universitet), Jonny Bjurman (Göteborgs Universitet), Aime Must (Aimex AB), Per Möller (Byggigen), Annika Ekstrand-Tobin (SP) samt Lars Tobin (Anneling Consult AB, tidigare anställd på SP).

På SP har jag haft stor hjälp vid provinsamling och hantering av prover av Annika Ekstrand-Tobin, Roland Löfström och Roger Davidsson. Eva Sikander, Annika Ekstrand-Tobin och Ingemar Samuelson har gett synpunkter på rapporten och varit till hjälp då beslut behövts fattas under projektets gång.

Magnus Pettersson på Statistik konsulterna Jostat & Mr Sample AB har utfört större delen av de statistiska analyserna av materialet samt även gett värdefulla synpunkter på övriga delar av analyser och diagram.

Borås i oktober 2003

Pernilla Johansson

Sammanfattning

Byggnadsmaterial som utsätts för fukt kan komma att angripas av mikroorganismer (mögel, bakterier och rötsvampar). Olika material är olika känsliga och detta visar sig i skillnader i hur mycket fukt som krävs, hur lång tid det tar samt i vilken omfattning ett angrepp av mögel etablerar sig på materialet. Trä är ett mycket känsligt material. Variationer i mögelresistens kan förekomma mellan olika typer av byggnadsmaterial beroende på ett flertal faktorer, bland annat hur det tidigare har hanterats.

I försöket som presenteras i denna rapport jämfördes begagnat och nytt virke med avseende på hur snabbt ett kraftigt angrepp av mögel utvecklas. Byggnadsvirke köptes från byggvaruhus (nytt virke), tillhandahölls av försäljningsställen för återvunnet byggnadsmaterial samt togs från en representativ byggnad under rivning. Provbitar av materialet placerades i små fuktkammare, där klimatet var gynnsamt (90-95 % RF, 22 °C) för att den naturliga kontaminering av mögel som fanns på proverna skulle kunna växa till. I ett annat försök steriliserades provbitar innan de tillfördes en lösning av sporer och placerades i fuktskåp med samma klimat som de andra proverna.

I försöket fick det begagnade virket kraftiga angrepp tidigare än det nya virket, både då det fuktades upp utan någon annan behandling och efter att det först steriliserats och sprayats med spörlösning innan placering i fuktkammare. Nysågade ytor av det gamla virket kunde jämföras med nytt virke. Prover med ursprungliga angrepp av mögel fick nya, kraftiga angrepp tidigare än prover som inte hade en sådan påväxt. Mögelangreppen var i de flesta fall inte synliga för blotta ögat (77 av 94 fall).

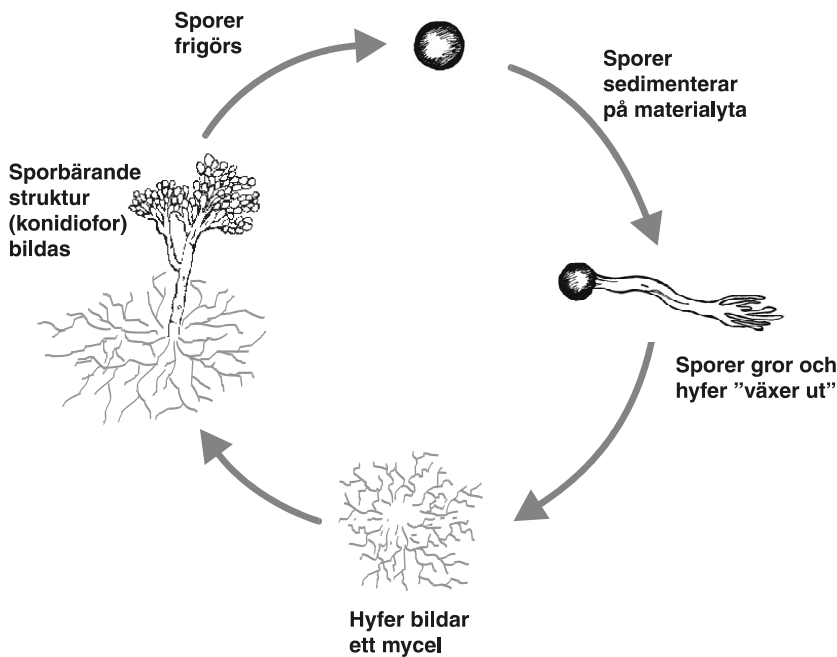
Resultaten visar att ytor av gammalt virke lättare angrips av mikroorganismer än nya och att det därför inte okritiskt går att jämföra allt byggnadsvirke. Detta innebär inte att begagnat virke aldrig kan användas till nya konstruktioner, men det är möjligt att man skall vara något försiktigare var i konstruktionen man placerar sådant virke. En förändring av ytan genom sågning eller hyvling kan vara ett annat alternativ.

1 Inledning

Byggnadsmaterial påverkar inomhusluften genom egenemission eller efter påverkan av miljöfaktorer som till exempel fukt och temperatur. Dessutom kan mikroorganismer, i detta fall svampar och bakterier som tillväxer på byggnadsmaterial, påverka inneluften. Även om sambanden inte är helt klara anses det sannolikt att angrepp av dessa organismer på material inne i konstruktionen kan leda till hälsoeffekter hos personer som vistas i byggnaderna.

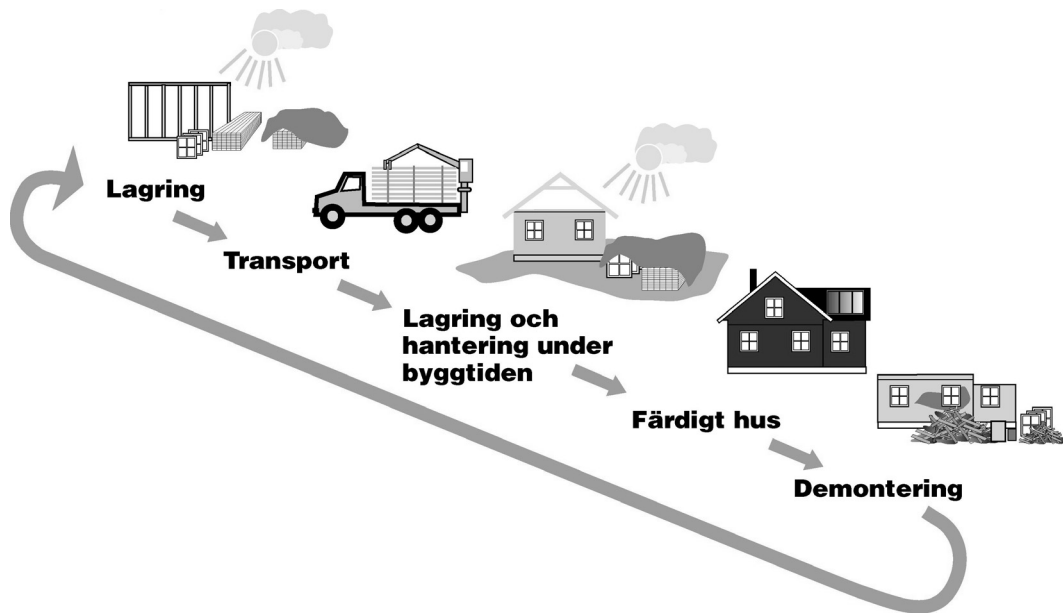
Växter kan bilda sin egen näring genom fotosyntesen. Denna förmåga saknas hos svampar och bakterier, som följaktligen kräver tillgång till organiska föreningar för att kunna leva och sprida sig. Utöver tillgång till näring har mikroorganismerna krav på bland annat syretillgång, fukt och temperatur. Näring finns tillgänglig hos alla byggnadsmaterial men näringshalten påverkar hur mycket mikroorganismer som kan tillväxa på materialet (Theander et al 1993). Om det inte finns näring i materialet självt kan näring tillföras genom nedsmutsning. Syretillgång och temperatur utgör normalt inte heller någon begränsning i byggnader. Den begränsande faktorn för att ett angrepp skall inträffa är således fukt.

Livscykeln för mögelsvampar redovisas schematiskt i Figur 1. Sporer finns överallt i omgivningsluften och sedimenterar på byggnadsmaterialen. Om tillräckligt med fukt finns tillgänglig kan sporer gro och ett angrepp sätter igång.



Figur 1 Mögelsvampars livscykel.

Olika material kan ha olika motståndskraft mot angrepp av mikroorganismer. Trä är ett mycket känsligt material. Det bör därför ställas höga krav på fuktskydd för byggnadsvirke. I Figur 2 åskådliggörs hanteringskedjan för byggnadsvirke från det att det levereras från brädgården till det byggs in i en konstruktion och till dess att byggnaden rivs. Efter detta skede kan virket återanvändas som byggnadsmaterial eller brännas.



Figur 2 Hanteringsled för byggnadsmaterial.

När byggnadsmaterial hanteras i samband med olika skeden i en byggprocess finns risker för att det skall uppstå gynnsamma förhållanden för mikroorganismer. Den främsta risken, som också är en förutsättning för att mikroorganismer skall kunna växa till, är att materialet utsätts för fukt. Detta kan inträffa genom att det regnar på materialet, men också genom stänk och hög relativ fuktighet i omgivande luft. Nedsmutsning av materialet utgör ytterligare risk för att material skall få ett angrepp av mikroorganismer. Material som i sig själva har en hög motståndskraft för angrepp av mikroorganismer tillförs genom nedsmutsningen näring och fukt. Vidare ökar risken för utveckling av elak lukt ("mögel-lukt") från material som utsätts för fukt om det smutsas ner av jord (Johansson 1999; Johansson 1999). En typ av bakterier, tillhörande gruppen aktinomyceter, som alstrar denna lukt finns i jorden och sprids med jordpartiklar och det kan vara dessa som är orsak till lukталstringen.

I byggnaden kan byggnadsvirket utsättas för fukt genom läckage eller genom att det är placerat där det råder hög luftfuktighet. Byggnadsmaterial som skall återanvändas hanteras dessutom i flera steg efter rivningen. Kombinationen av dessa faktorer kan eventuellt påverka materialets känslighet för angrepp av mögel.

I en tidigare studie (Johansson 1999) kunde konstateras att begagnat virke som skulle återanvändas hade kraftiga angrepp av mikroorganismer. Dessutom hade sådant virke byggts in i nya konstruktioner. Det skadade materialet hade inte valts bort vid sorteringen, eftersom angreppen inte hade upptäckts då de inte var synliga för blotta ögat.

I studien som presenteras i denna rapport jämförs nytt virke med begagnat med avseende på svampangrepp. I fortsättningen kallas dessa svampangrepp för mögel.

2 Metoder

2.1 Provtagning

Material har köpts ur det ordinarie sortimentet på byggvaruhus (nytt virke) och försäljningsställen för återvunnet byggnadsmaterial (begagnat virke). Strävan har varit att få en spridning av materialet beträffande ursprung, tidigare användningsområde, ålder etc. Eftersom marknaden för återvunnet byggnadsvirke inte är omfattande har dock denna spridning inte blivit så stor som önskats. För att få ett tillräckligt stort antal prover har därför provtagning också gjorts från en representativ byggnad innan rivning.

Från brädorna sågades prover ut, med storleken ca 100 x 500 mm. Tjockleken på provet bestämdes av träprovernas ursprungliga tjocklek. I flera fall var proverna så tjocka att de klövs på mitten. Detta innebar att en ny, oexponerad yta tillkom som en provyta. I Tabell 1 beskrivs sidorna som analyserats.

En mängd data kring varje prov sammanställdes till lagringsförhållanden (inne/ute, skyddat/oskyddat), ålder, tidigare användning samt om ytan var sågad eller hyvlad.

Proverna från begagnat virke lagrades inomhus i torrt rumsklimat i drygt ett år innan de utsattes för vidare behandlingar. Flertalet prover från det nya virket lagrades på samma sätt under några månader.

Tabell 1 Antal provytor som ingick i försöket. ”Utsidor” är de enskilda provernas exponerade ytor, ”nysågad yta” är den del som tillkommit då en del prover kluvits.

	Nytt	Begagnat	Total
Utsida	59	123	182
Nysågad	35	46	81
Total	94	169	263

2.2 Behandlingar

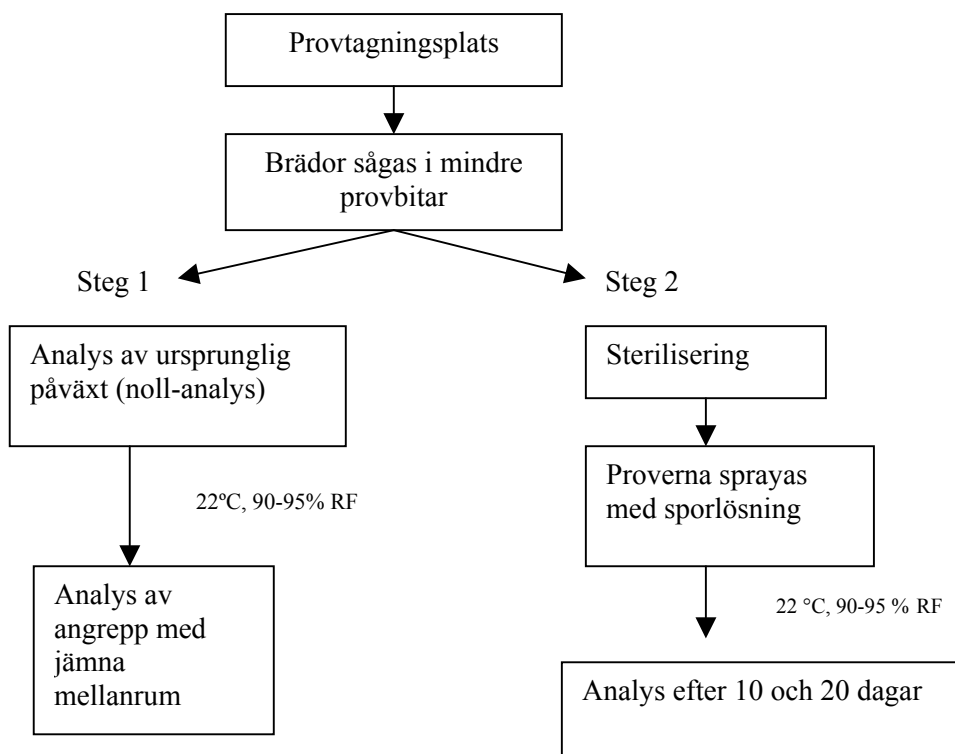
För att jämföra begagnat och nytt virke genomgick proverna två försöksled enligt Figur 3. Dels testades materialets förmåga att stå emot fukt såsom det ser ut vid inbyggnad i ny konstruktion (steg 1), dels sedan materialet tillförts sporer (steg 2).

2.2.1 Steg 1

I denna del av undersökningen tilläts eventuell kontaminering i form av sporer och påväxt att gro och växa till.

Först analyserades proverna med avseende på eventuellt angrepp av mögelsvamp, innan de placerades ett och ett i små fuktkammare. Dessa bestod av stora konserveringsglas med sterilt vatten på botten. För att proverna inte skulle komma i kontakt med fritt vatten placerades de på ett galler av rostritt stål nät en bit över vattenytan. Fuktkamrarna var placerade i ett klimatiserat rum med 22 ± 1 °C. Den relativa fuktigheten i burkarna var 90-95 %. Vid projektets start planerades att proverna i steg 1 skulle analyseras och jämföras med avseende på påväxt efter 30 dagar. Då studien startade kunde dock konstateras att

det gamla virket uppnådde högsta bedömning på de yttre ytorna (synligt mögel, 5) efter en kortare period än det nya. Detta ledde till beslutet att analysera provbitarna under flera tillfällen under inkuberingstiden.



Figur 3 Beskrivning av projektet.

Proverna togs ut ur sina fuktkammare med jämna mellanrum för analys av angreppsgrad. Detta gjordes i ett sterilt utrymme (LAF-bänk) för att proverna inte skulle kontamineras utifrån. Analysen gjordes med hjälp av ett stereomikroskop med 10-50 gångers förstoring. Efter analys av varje provbit torkades ytan där provet varit placerat av med 70 % etanol för att inte proverna skulle påverka varandra. Bedömningen av angreppsgrad gjordes enligt Tabell 2.

2.2.2 Steg 2

Syftet i detta steg var att studera virkets inneboende motståndskraft mot mögelangrepp. Eventuell tidigare påväxt och sporer på proverna avdödades genom att dessa gammastrålades (27,6 kGy). Detta steriliseringsförfarande bör inte ha påverkat egenskaperna hos virket, vilket till exempel en upphettning av proverna skulle kunna gjort, i det att sockerarterna i virket skulle ha omfördelats och kunnat påverka angreppen (Terziev 1996). Kontamineringen (påväxt och sporer) som eventuellt fanns på proverna från början avlägsnades inte och det går inte att utesluta att en del finns en viss risk att denna kan utgöra en ytterligare näringsgrund som kan påverka slutresultaten.

De sterila proverna sprutades med en vattenlösning av sporer från sju arter, enligt BS 1982: Part 3:1990:

Chaetomium globosum	(IMI nr 45550)
Cladosporium cladosporioides	(IMI nr 178517)
Paecilomyces variotii	(IMI nr 108007)
Penicillium funiculosum	(IMI nr 114933)
Stachybotrys atra	(IMI nr 82021)
Trichoderma viride	(IMI nr 45553)

De besprutade proverna placerades tillsammans i ett stort klimatskåp (Weiss) vid 95 % RF och 22 ± 1 °C. På grund av tekniska problem med fuktskåpet kom den relativa fuktigheten att sjunka under ett par dagar i början. Detta kan ha påverkat sporgroning och tillväxthastighet på provbitarna. Kontroller, bestående av sterila filterpapper av cellulosa besprutade med sporsuspensionen, visade tillväxt av svamp efter en tid. Detta indikerar att det ändå fanns förhållanden som var gynnsamma för tillväxt.

Analys av proverna gjordes på samma sätt som för steg 1 och enligt samma bedömningsgrunder (Tabell 2).

2.3 Analys av mögelangrepp

Vid analysen av mögelangrepp för noll-prover, i steg 1 samt i steg 2 gjordes bedömningen utifrån Tabell 2. Utbredningen av svamp på ytan bedömdes, liksom vilket stadium i sin tillväxt som svamparna befinner sig i. Både påväxt som syns med blotta ögat och sådan som kräver noggrann studie vid 50 gångers förstoring bedömdes.

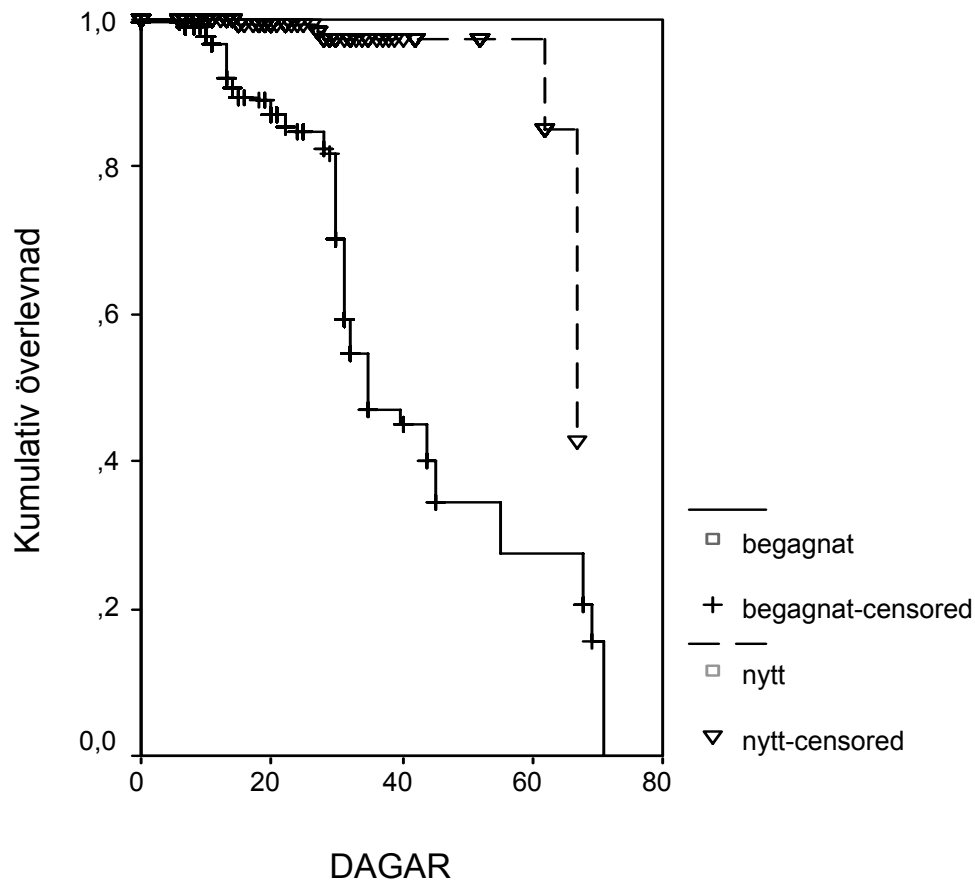
En nackdel med denna metod är att det kan vara svårt att upptäcka tidiga stadier av svamptillväxt eller sporgroning samt att konstatera om bakterier har angripit provet. Fördelen är att det är en relativt snabb metod, som inte heller är förstörande för provet.

Tabell 2 Bedömningsgrunder för angrepp av mögel.

Frekvens av påväxt	Bedömning	Beskrivning
Ingen	0	Det finns ingen påväxt på materialet
Sparsam	1	Liten, eller mycket spridd, påväxt
Medel	2	Intermittent påväxt eller svagt spritt angrepp. Inga, eller enbart enstaka, konidioforer har bildats (se Figur 1)
Fläckvis riklig	3	Fläckvis kraftig påväxt på materialet med utvecklade konidioforer eller svagare växt över hela provet men med utvecklade konidioforer
Generellt riklig	4	Hela materialet med en kraftig påväxt
Mycket riklig	5	Hela materialet mer eller mindre täckt av påväxt och syns (oftast) med blotta ögat

2.4 Statistisk utvärdering

För att studera skillnaderna i tillväxt av mögel över tiden i steg 1 av försöket beaktades tiden till dess ett prov nådde tillståndet 3 eller högre, det vill säga ett kraftigt angrepp. Vid denna tidpunkt betraktades provet helt förstört. Utvecklingen över tiden kan illustreras med en skapad Kaplan-Meier kurva, som visar andelen prover som fortfarande inte förstörts helt vid varje tidpunkt (Figur 4). Skillnader mellan olika grupper beräknades sedan genom att använda logrank test (Cox & Oakes).



Figur 4 Exempel på Kaplan-Meier kurva.

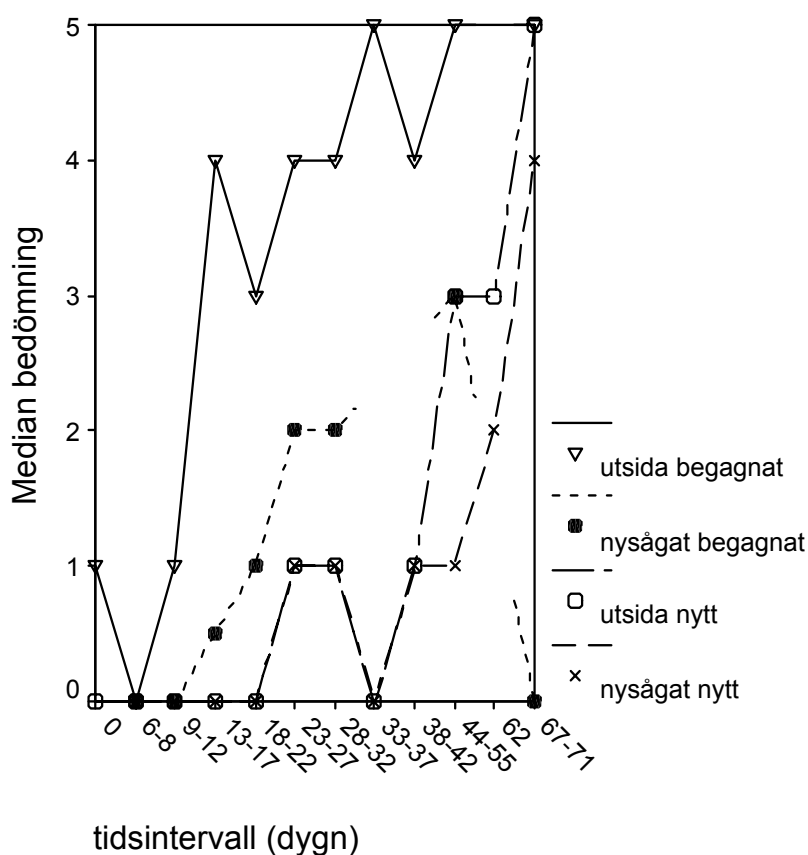
3 Resultat och diskussion

3.1 Steg 1, placering i fuktkammare

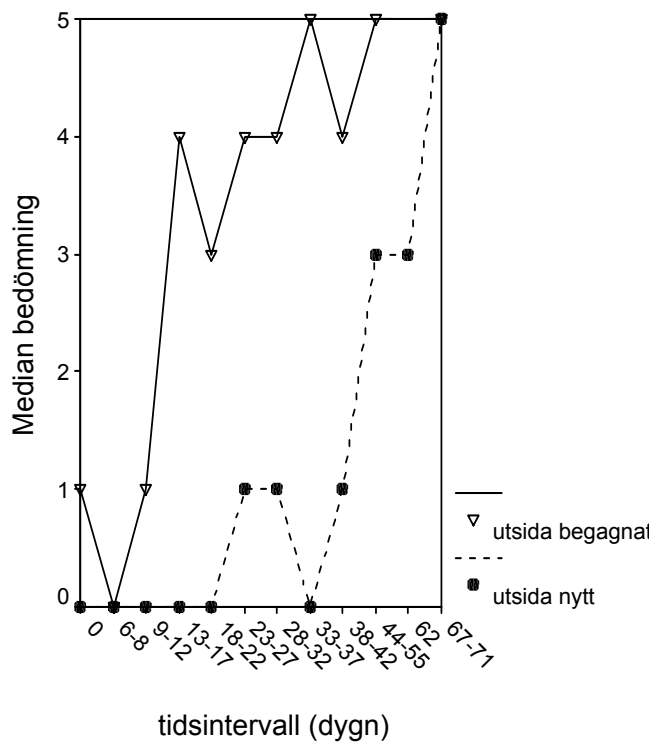
3.1.1 Tillväxt

I Figur 5 visas utvecklingen av mögel på samtliga ytor. Det begagnade virket får snabbare ett angrepp och angreppet blir mer omfattande (får högre bedömning) tidigare än prover av nytt virke. Detta gäller både för utsidor av proverna och för de nysågade ”inre” delarna av proverna. De nysågade ytorna får dock inte lika snabbt angrepp som de äldre ytorna. Detta ses tydligare i Figur 6. Den statistiska utvärderingen enligt 2.4 visar att det finns en signifikant skillnad ($p < 0,001$) mellan det begagnade och det nyare virket på det sätt att det begagnade virket snabbare uppnådde bedömningen 3.

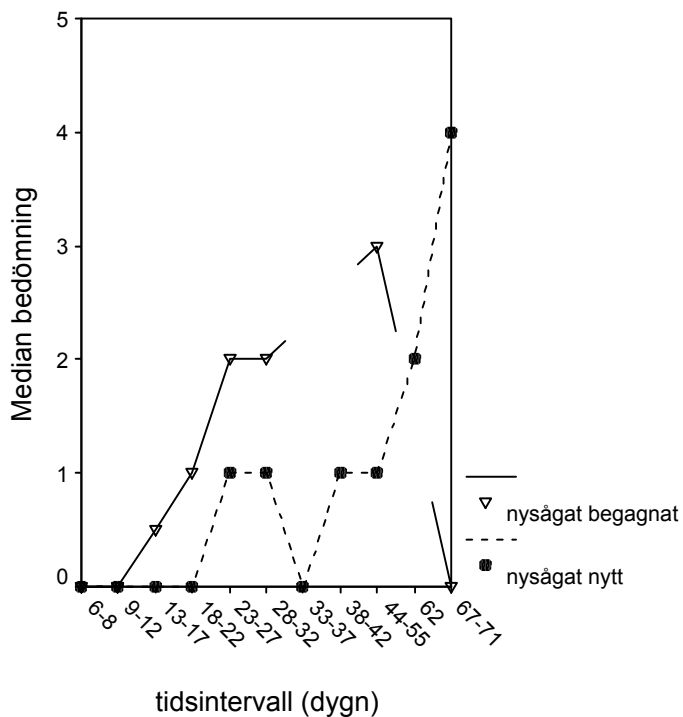
Att nysågade ytor har en långsammare mögeltillväxt än originalytor har även konstaterats i tidigare undersökningar (Viitanen och Bjurman 1995). Det är också vår egen erfarenhet från mögelresistensprovningar av byggnadsmaterial, där trä används som referens. Att det är skillnad mellan de nysågade ytorna av begagnat och nytt material beror sannolikt på att de förstnämnda förmodligen påverkas av angreppet på framsidan av provet genom att sporhalterna blir högre inne i den slutna fuktkammaren. I resultaten från steg 2 (3.2 nedan) finns inga skillnader mellan nysågade ytor av nytt och begagnat virke.



Figur 5 Tillväxt av mögelsvamp med tiden för samtliga provytor.



A



B

Figur 6 Utveckling av mögelangrepp med tiden för
 A) utsidor av begagnat och nytt virke
 B) nysågade ytor av begagnat och nytt virke.

Efter att en yta fått bedömningen 5 fortsatte inte inkuberingen av den provbiten. Detta påverkar tillväxtkurvorna genom att de blir ”hackiga”. Den genomgående trenden är ändå att tillväxten på alla ytorna ökar med tiden.

Den påväxt som bedömts är den som anses ha växt till sedan proverna placerats i fukt-kammare. Den ursprungliga påväxten tas inte hänsyn till i denna bedömning. Ett prov som har en hög bedömning vid den ursprungliga analysen, kan alltså ändå bli bedömd som 0 efter inkuberingsstart.

3.1.2 Påverkande faktorer

Det finns ett antal bakomliggande faktorer som kan påverka hur snabbt ett angrepp sker och hur omfattande angreppet på proverna blir. Det är parametrar beträffande virkets tidigare historia och egenskaper hos virket självt. Exempel på sådana parametrar är var i en tidigare konstruktion virket har varit placerat, hur det lagrats, vilken fuktkvot det har haft etc. Dessa parametrar kan underlätta mögelangrepp, vilket i sin tur kan påverka hur snabbt tillväxt av svamp kan ske i fukt-kammarna. En egenskap hos virket som kan påverka provet är om det är sågat eller hyvlat, en annan är om provet består av kärnved. Det senare fallet har varit svårt att ta hänsyn till i detta försök, eftersom provbitarna inte varit homogena. En del av ytan på provbiten har blottad kärnved, medan annan består av splintved.

Nedan redovisas några av dessa parametrar. När inget annat anges hänvisar p-värden (sannolikheten att skillnaden inte utgörs av slumpen utan att den verkligen förekommer) till Kaplan-Meier kurvor med log-rank test, som beskrivits i 2.4.

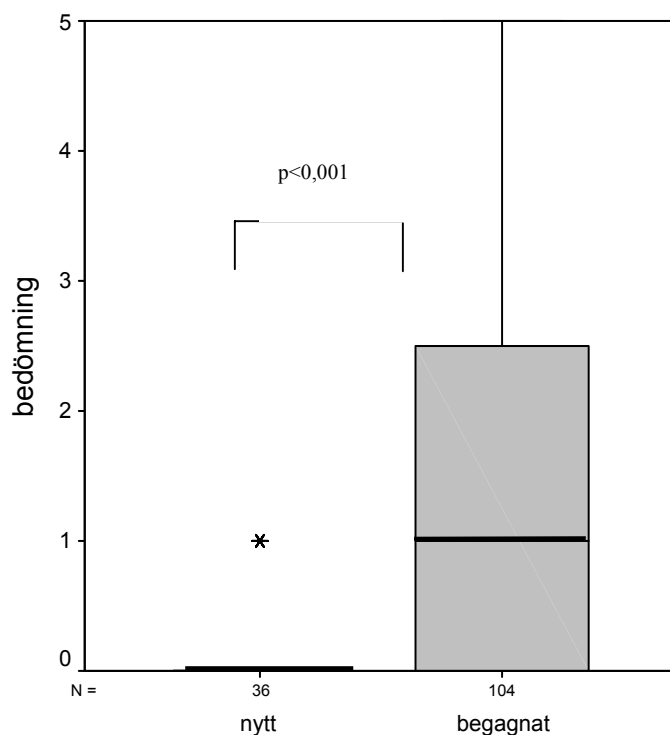
3.1.2.1 Ursprungligt angrepp

Det begagnade virket har större angreppsgrad av mögel än det nya, Figur 7.

Prover som hade angrepp av mögel innan de placerades i fukt-kammare behövde en kortare tid i klimatet för att angripas av mögel motsvarande bedömning 3 eller högre än prover som inte har någon påväxt ($p=0,04$).

Att flukturerande fuktförhållanden påverkar tillväxten av mögel har visats i tidigare studier (Adan 1994; Viitanen och Bjurman 1995). Hur långa torr- och våtperioderna är har visat sig vara kritiskt. Mögelsvampar kan anpassa sig till torrare förhållanden och kan överleva under perioder med torka för att sedan ”växa till” då fuktförhållandena blir mer gynnsamma igen. Hur länge svamparna överlever torka kan t ex bero på hur fort materialet torkats upp och därmed på hur lång tid organismerna har kunnat anpassa sig till torrare förhållanden (Rautiala, Pasanen et al. 1999).

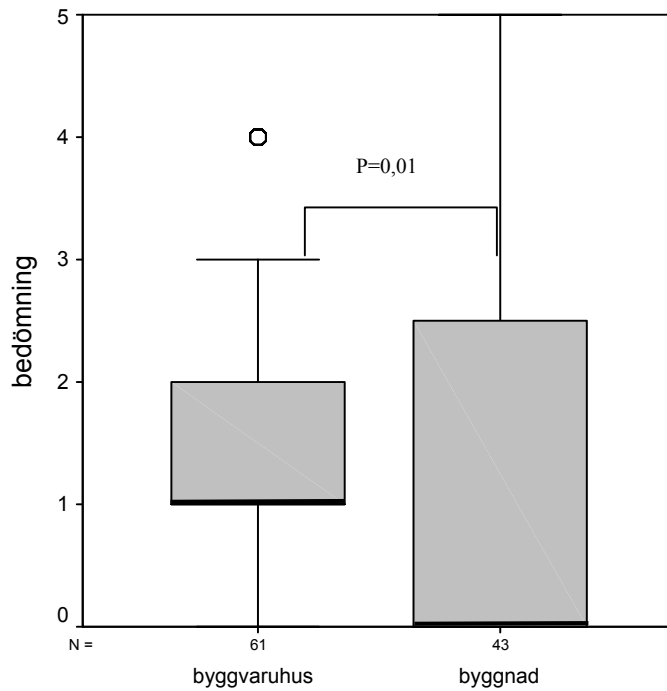
I detta försök har proverna legat i torrt klimat så länge (upp till 1 år) att det dock är tveksamt om det är de gamla hyferna som växer till på nytt.



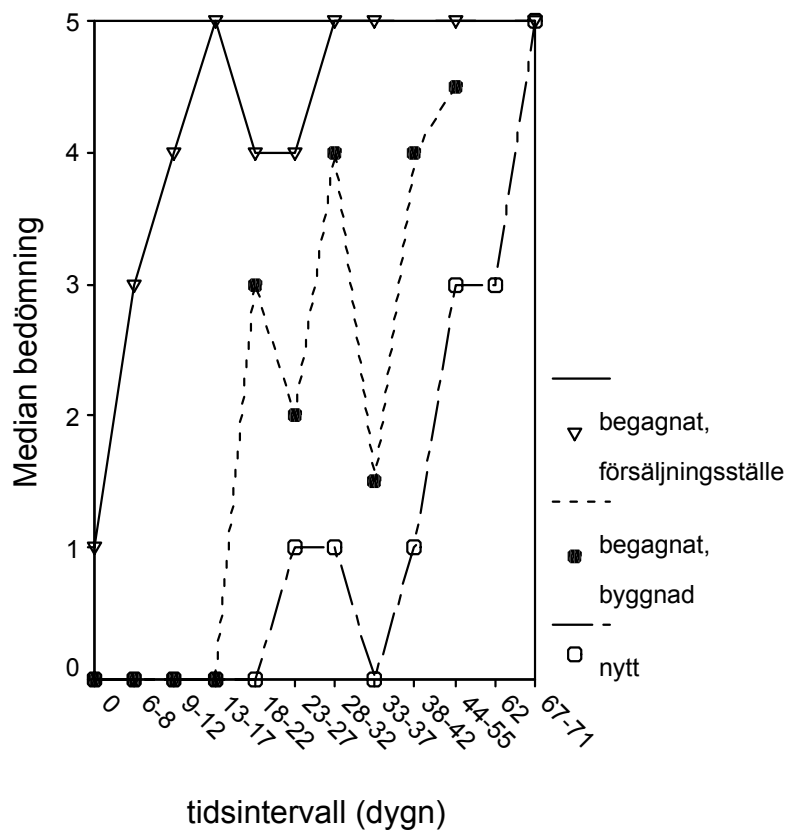
Figur 7 Jämförelse mellan begagnat virke och nytt beträffande mögelangrepp vid provtagning (noll-analys). Figuren tolkas så att boxen markerar området mellan övre och undre kvartilen, dvs det intervall där 50 % av proven befinner sig. Linjen i mitten markerar medianen. Extremvärden markeras med ringar och stjärnor beroende på avvikelens storlek. P-värdet syftar på ett icke-parametriskt Mann-Whitney U-test för att bedöma skillnader mellan grupper.

3.1.2.2 Provtagningsplats

En annan faktor som kan påverka tillväxthastigheten är var provet är taget. Hanteringen liksom urvalet av material kan skilja sig åt mellan platserna. Proverna av begagnat virke är tagna dels på försäljningsställen för återvunnet byggnadsmaterial, dels från en gammal byggnad som skulle rivas. Figur 8 visar att angreppsgraden av mögel vid provtagning i byggnad är något lägre än prover tagna på försäljningsställen för återvunnet virke. Tillväxten av mögel är något långsammare hos proverna från rivningsbyggnaden än övriga prover, Figur 9. Den är dock fortfarande snabbare än för det nya virket. Skillnaderna är signifikanta ($p < 0,001$) enligt den metod med Kaplan-Meirkurvor och log rank test som beskrivits ovan.



Figur 8 Bedömning av ursprunglig angreppsgrad hos prover (noll-prover) av begagnat virke från försäljningsställen för återvunnet material (byggvaruhus) samt på prover från en gammal byggnad. För tolkning av figuren, se Figur 7.

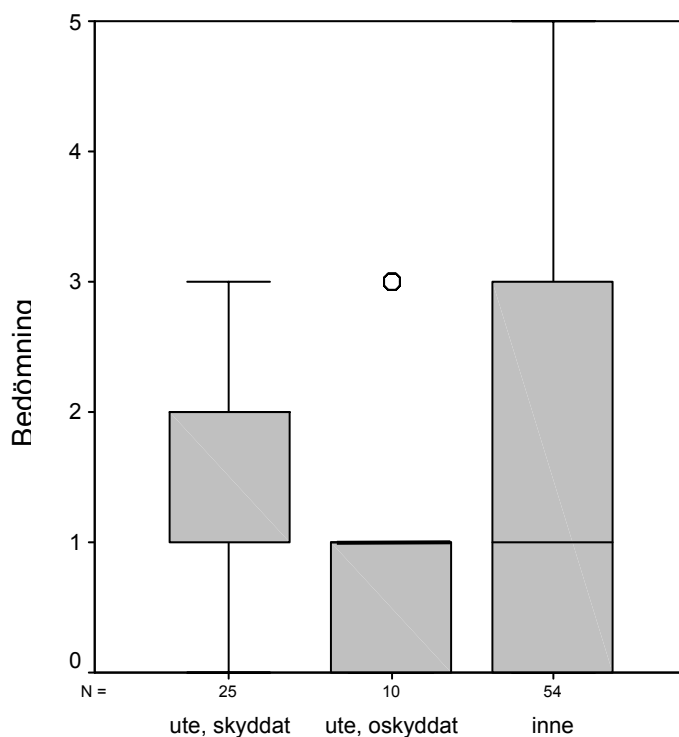


Figur 9 Tillväxt av mögelsvamp på utsidor av proverna.

3.1.2.3 Fuktkvot och lagringsförhållanden

Vid provtagningsstillfället skiljde sig den ursprungliga fuktkvoten mellan de olika virkesproverna. Virket lagrades under olika förhållanden, vilket förväntas påverka fuktkvoten. Fuktkvoten kan påverka risken för mögelangrepp. I denna studie verkar det emellertid inte som att skillnader i lagringsförhållanden har påverkat mögelpåväxten vid provtagningsstillfället (Figur 10). Det bör i sammanhanget nämnas att proverna som tagits inomhus i vissa fall suttit i konstruktioner där det inte varit helt uppvärmt och proverna skulle i dessa fall kanske istället ha jämförts med prover som lagrats skyddat utomhus. Det är möjligt att skillnader skulle ha funnits om denna indelning gjorts.

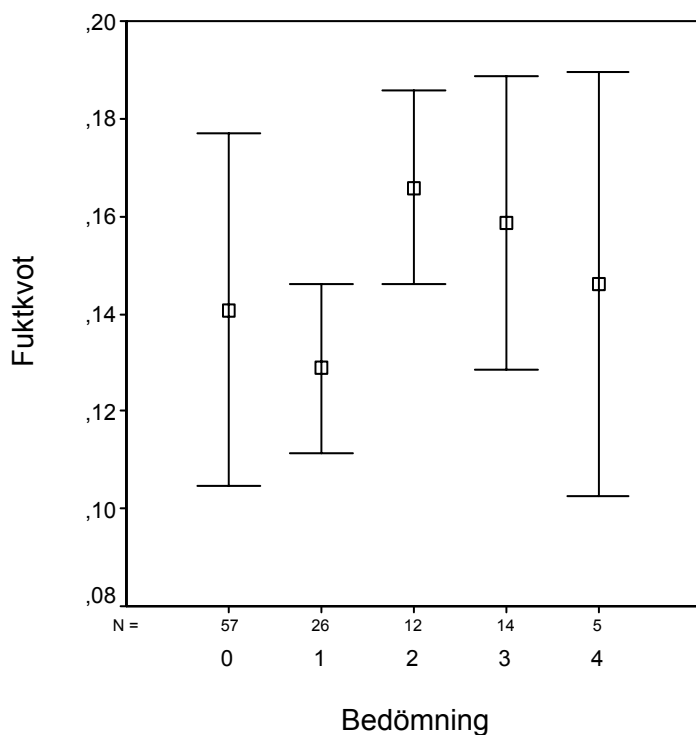
Inte heller verkar fuktkvoten ha samband med angrepp vid provtagningsstillfället (Figur 11). Detta indikerar att provernas tidigare historia, då det eventuellt utsatts för höga fukthalter periodvis, har orsakat angreppen.



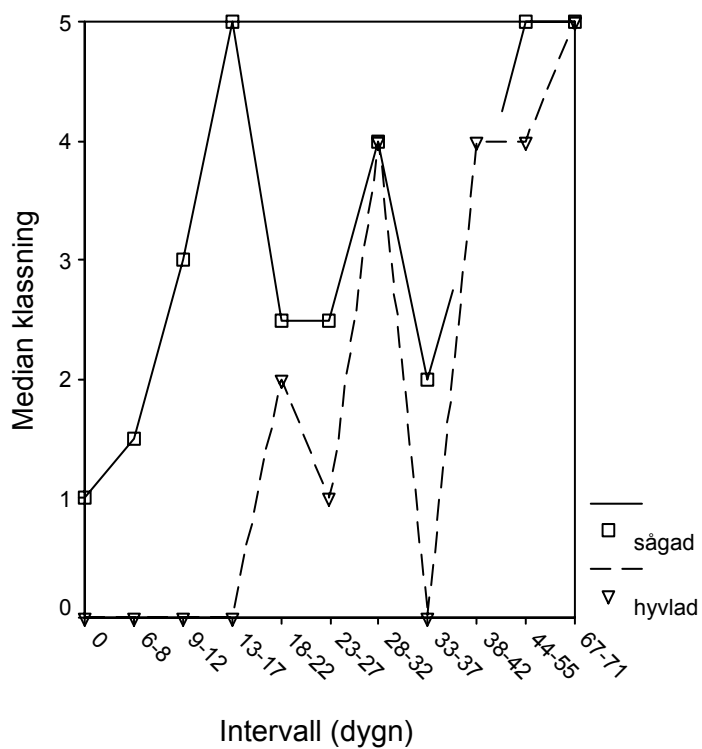
Figur 10 Analys av prover (begagnat virke) vid provtagningsstillfället, grupperat efter lagringsförhållanden. För förklaring till figuren, se Figur 7.

3.1.2.4 Sågat/hyvlad

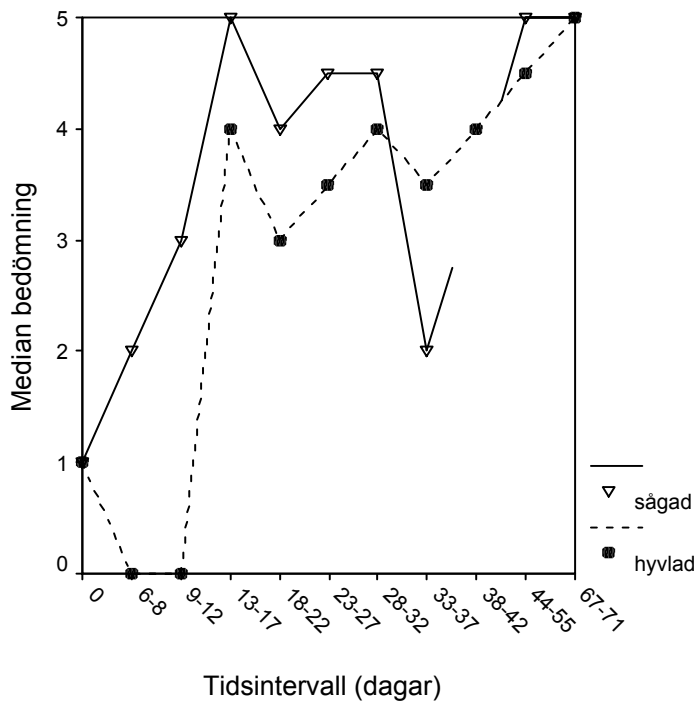
Resultaten indikerar att sågat virke snabbare får en högre grad av påväxt än hyvlad virke, Figur 12. Även här är skillnaden signifikant ($p < 0,001$), enligt metoden med Kaplan-Meier kurvor och log-rank test, se 2.4. I detta test har både begagnat och nytt virke vägts in. Andelen prover som är sågade är mycket lägre för det nya virket än för det begagnade. Detta innebär att det kan vara skillnader mellan det gamla och det nya virket som ”skuggar” över skillnaden mellan sågat och hyvlad. I Figur 13 redovisas endast resultat från begagnat virke.



Figur 11 Fördelning av fuktkvot vid provtagningstillfället (95 % konfidensintervall) grupperat efter mögelpåväxt på begagnat virke vid provtagning.



Figur 12 Utveckling av mögelangrepp med tiden för sågade respektive hyvlade ytor hos både begagnat och nytt virke.

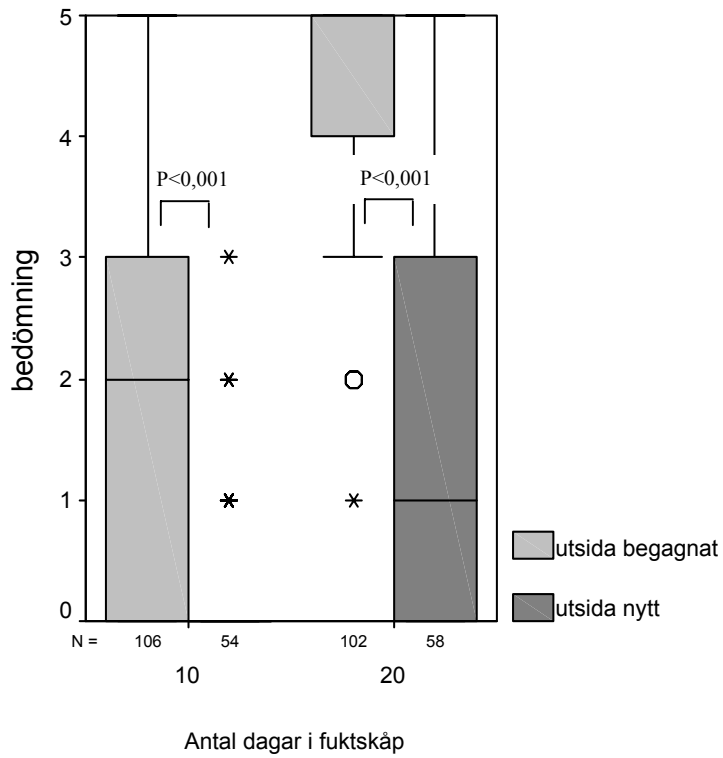


Figur 13 Utveckling av mögelangrepp med tiden för sågade respektive hyvlade ytor hos begagnat virke.

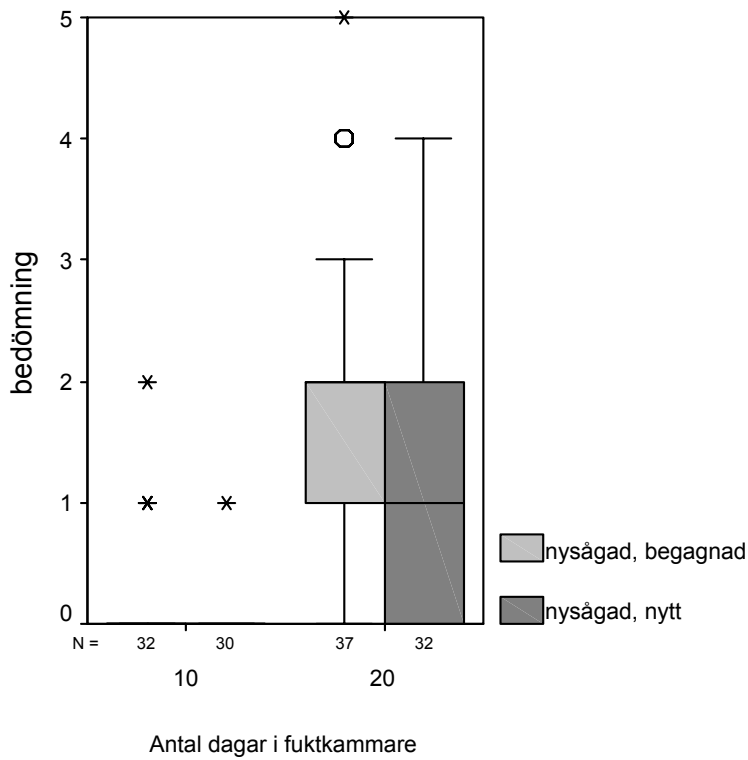
3.2 Steg 2, inkubering i fuktkammare efter sprayning med sporer

I denna del av försöket har proverna först steriliserats och sedan sprayats med sporer innan de placerades i fuktkammare.

Liksom i steg 1 angrips det gamla virket i större omfattning, och snabbare, än det nya virket, Figur 14A. Nysågade ytor angrips efter längre tid, och omfattningen blir inte lika stor. Detta har tidigare visats i liknande studie (Viitanen and Bjurman 1995). I detta försöksled skiljer sig inte de nysågade ytorna av nytt och begagnat virke åt, Figur 14B. Någon signifikant skillnad ($p > 0,3$, Mann-Whitney U test) kan heller inte konstateras mellan nysågat begagnat virke och det nya virkets utsidor. Alltså skulle en behandling av det gamla virket genom en eliminering av de exponerade ytorna kunna leda till att det får samma egenskaper som nytt virke avseende motståndskraft mot mögel.



A

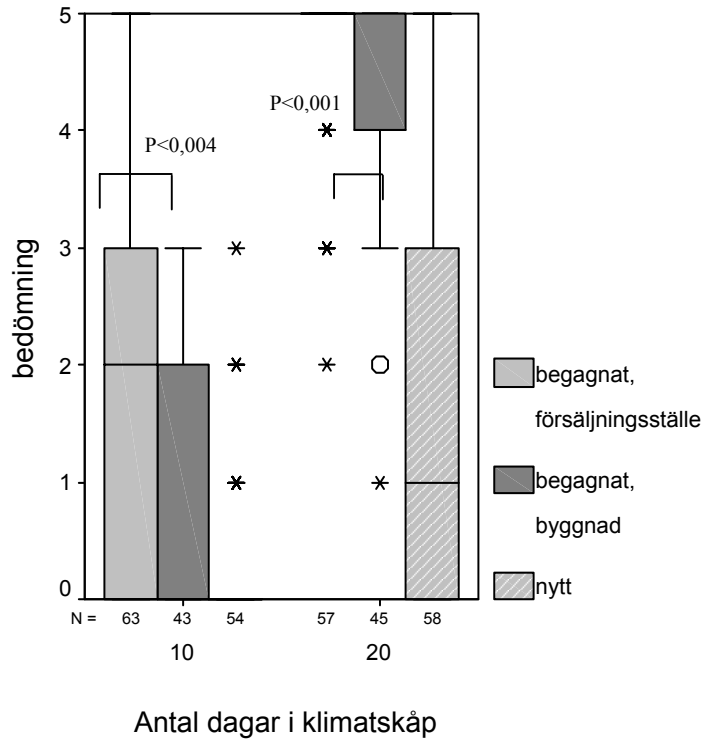


B

Figur 14 Bedömningar av angrepp efter 10 respektive 20 dagar i fuktkammare. A) Utsidor, B) nysågade ytor. P-värden hänvisar till parvisa Mann-Whitney U-test. För tolkning av figuren, se Figur 7.

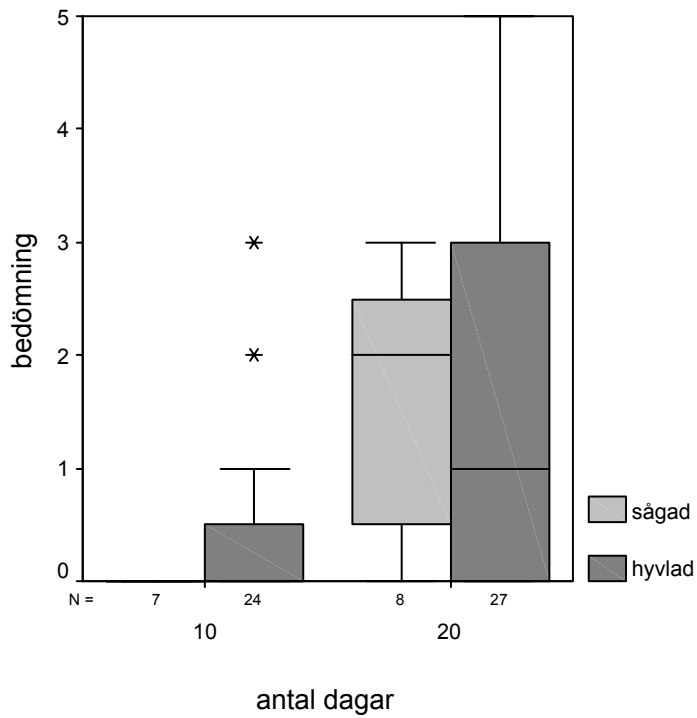
3.2.1 Påverkande faktorer

Liksom i försökets steg 1 kan ett antal faktorer påverka resultaten. I Figur 15 redovisas resultaten när proverna fördelats på provtagningsplats.

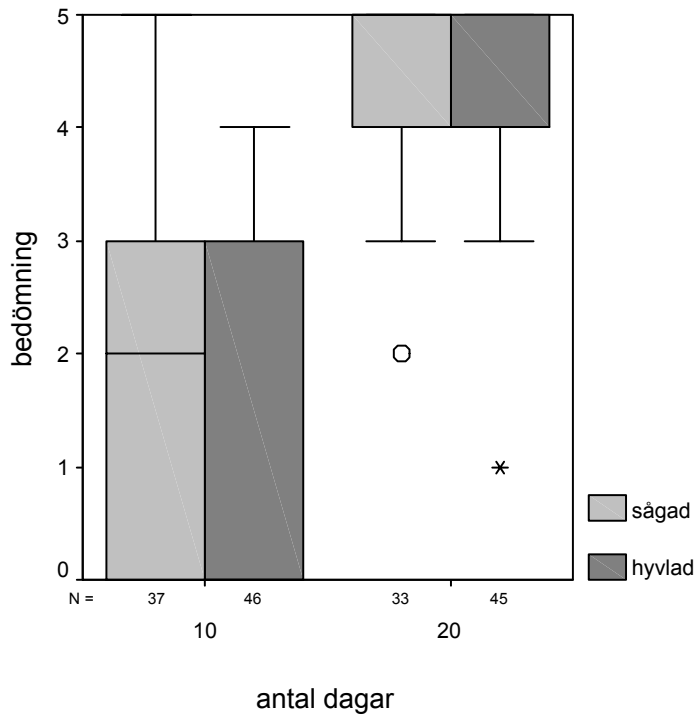


Figur 15 Provtagningsplatsens inverkan på mögelangrepp på begagnat virke. P-värden hänvisar till parvisa Mann-Whitney U-test. För tolkning av figuren, se Figur 7.

I detta försöksled har det ingen betydelse om virket är sågat eller hyvlat, Figur 16. Det finns inga signifikanta skillnader (Mann-Whitney U test) mellan sågat och hyvlat vare sig efter 10 eller 20 dagar eller för nytt eller begagnat virke.



A



B

Figur 16 Betydelsen av om provet är sågad eller hyvlat för omfattningen av mögelangrepp för A) nytt virke och B) begagnat virke.

4 Sammanfattande diskussion

I försöket påvisas en skillnad mellan begagnat och nytt byggnadsvirke när det gäller hur snabbt de utsätts för kraftiga angrepp av mögel då de utsätts för hög relativ fuktighet. Det begagnade virket får kraftiga angrepp tidigare än det nya då det utsätts för gynnsamma fuktnivåer. Orsaken kan vara den tidigare historien hos virket, som har tillåtit etablering av svampar. Att begagnat virke som kom från byggvaruhus angreps fortare än det som kom från en gammal byggnad, och som därför utsätts för fler hanteringsled än det virke som kom direkt från en byggnad, stöder denna hypotes. Fysikaliska skillnader, till exempel en omfördelning av sockerarter mot ytan (Terziev 1996), eller en nedsmutsning av ytan kan vara det som gynnat mögelsvamparna. Att det skulle kunna vara en fysikalisk skillnad kan möjligen stödjas av det faktum att det även efter avdödning av befintliga mögelangrepp och sprayning med nya sporer fortfarande finns en skillnad mellan gammalt och nytt virke. Dessutom visar resultaten att en förändring av det gamla virket genom att såga det några centimeter ner, så att en ny yta skapas, leder till att virket får samma egenskaper som nytt. Hur mycket som behöver sågas för att risken skall minskas har inte studerats i detta försök.

Det finns flera studier där man undersökt utveckling av mögel vid konstanta fuktnivåer (till exempel Hallenberg och Gilert 1988; Grant, Hunter et al. 1989; Viitanen och Ritschkoff 1991). Även temperaturen har inverkan på etableringen av mikroorganismer. Generellt blir påväxten av mikroorganismer lägre vid lägre temperaturer, men olika arter har olika toleransgränser. Under 0 °C kan mögelsvampar överleva men knappast tillväxa. Vid temperaturer över 40 °C kan inte vanliga icke termotoleranta mögelsvampar överleva (Viitanen och Ritschkoff 1991; Clarke, Johnstone et al. 1996). Tillväxthastigheten av svamp är högre och fuktkraven lägre vid högre temperatur (Viitanen and Ritschkoff 1991). I detta försök har temperatur och fukt hållits konstanta vid ett klimat där det är känt att mögel kan tillväxa inom en kort tidsperiod, det vill säga hög relativ fuktighet. Det är dock troligt att resultaten skulle bli desamma även vid lägre fuktnivåer.

Det som bedömts i försöket är nyetablerad påväxt av mögel, eftersom många av proverna hade angrepp av mögel redan vid provtagningstillfället. Dessa prover fick nya kraftiga angrepp tidigare än prover som inte hade en sådan påväxt. De ursprungliga angreppen var i de flesta fall inte synliga för blotta ögat (77 av 94 fall).

5 Slutsatser

Konstruktionsvirke av olika ursprung har olika motståndskraft mot mögelangrepp. Det kan innebära en ökad risk att använda begagnat virke i nya konstruktioner eftersom det snabbare angrips kraftigt av mögel än nytt virke. Risken kan förmodligen minskas genom att det begagnade virket väljs från konstruktioner där det inte funnits en uppenbar risk för höga fuktnivåer, liksom att virket hanteras på ett sådant sätt som innebär skydd för nedsmutsning och uppfuktning, både under rivning och olika led i byggnadsprocessen. Sågas eller hyvlas det begagnade virket får det samma egenskaper som nytt. I detta försök har prover av nytt och begagnat virke utsatts för mycket höga fuktnivåer, men det finns anledning att tro att mönstret är det samma även vid lägre relativ fuktighet. Extra känsligt är virke som tidigare hanterats på ett sådant sätt att det fått angrepp av mögel.

I försöket har virke så som det levereras till en tänkt kund studerats. Det är troligt att resultatet kunde ha varit annorlunda om prover av nytt virke istället tagits från byggarbetsplatser, där virket hanterats i fler led och att därför risken ökat för angrepp av mögel.

Eftersom virke är känsligt mot angrepp är det viktigt att det hanteras riktigt under alla stadier av en byggprocess för att inte kvaliteten skall försämrans. Okritisk användning av byggnadsvirke bör undvikas. Detta innebär inte att begagnat virke aldrig kan användas till nya konstruktioner, men det är möjligt att man skall vara något mer försiktig var i konstruktionen man placerar sådant virke. En förändring av ytan genom sågning eller hyvling kan vara ett alternativ.

6 Referenser

- Adan, O. C. G. (1994). On the fungal defacement of interior finishes. Wageningen, University of Eindhoven.
- Clarke, J. A., Johnstone, C. M. et al. (1996). Development of a technique for the prediction/alleviation of conditions leading to mould growth in houses, University of Strathclyde, Energy System Research Unit, Dept. of Bioscience and Biotechnology: 39.
- Cox, D.R. & Dakes, D. (1984). Analysis of survival data. Chapman & Hall.
- Grant, C., Hunter, C. A et al. (1989). The moisture requirements of moulds isolated from domestic dwellings. *International biodeterioration* (25): 259-284.
- Hallenberg, N. & Gilert, E. (1988). Betingelser för mögelpåväxt på trä. Klimatkammarstudier. Borås, SP Statens Provningsanstalt: 65.
- Johansson, P. (1999). Mögellukt från jordkontaminerat byggnadsvirke. Borås, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. Byggnadsfysik: 28.
- Johansson, P. (1999). Nedsmutsning av virke under byggtiden och betydelsen för utveckling av elak lukt. En fältstudie. Borås, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. Byggnadsfysik: 17.
- Johansson, P., Ekstrand-Tobin, A. & Sikander, E. (1999). Hantering och urval av trämaterial avsett för återanvändning. Vad man bör tänka på för att undvika mögelskadat material. FoU-VÄST: 29.
- Rautiala, S., Pasanen, A.-L. et al. (1999). The effect of fluctuating humidity and temperature conditions on microbial growth on three construction materials. *Indoor Air 99*, Edinburgh, Scotland.
- Terziev, N. (1996). Low-Molecular weight sugars and nitrogenous compounds in scots pine. *Silvestria 6*, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Terziev, N., Bjurman, J. & Boutelje, J.B. (1996). Effect of planning on mould susceptibility of kiln and air dried scots pine (*Pinus sylvestris* L.) lumber. *Material und Organismen 30*, 1996, 95-103.
- Theander, O., Bjurman, J. & Boutelje, J.B. (1993). Increase in the content of low-molecular carbohydrates at lumber surfaces during drying and correlations with nitrogen content, yellowing and mould growth. *Wood. Sci. Technol 27*:381-389.
- Viitanen, H. & Bjurman, J. (1995). Mould growth on wood under fluctuating humidity conditions. *Material und Organismen 29*(1): 27-46.
- Viitanen, H. A. & Ritschkoff A-C. (1991). Mould growth in pine and spruce sapwood in relation to air humidity and temperature. Uppsala, Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för virkeslära: 40.

SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, resurshushållning och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är mer än 500 ingenjörer och forskare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



SP Energiteknik
 SP RAPPORT 2003:17
 ISBN 91-7848-949-0
 ISSN 0284-5172



SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut

Box 857
 501 15 BORÅS
 Telefon: 033-16 50 00, Telefax: 033-13 55 02
 E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

A Member of

 **United Competence**