

Mögelresistens hos beklädnader i våtrum (teststudie med duschkabiner)

L Grinbergs, T Ahlsmo - Stockholm, 1997

INNEHÅLL

KAPITEL		SIDA
	ABSTRACT	4
	SAMMANFATTNING	5
	FÖRORD	7
1	MÖGELSKADOR I VÅTRUM - PROBLEMIORIENTERING	8
1.1	Allmänt	8
1.2	Vanliga mögelskador i våtrum	10
2	VÅTRUMSSVAMPAR	12
2.1	Våtrumssvampars miljökrav	12
2.2	Våtrummens fuktmiljö	14
2.3	Betydelsefulla våtrumssvampar	16
2.4	Mikrosvampfloran i våtrum	18
3	METODER FÖR BESTÄMNING AV MÖGELRESISTENS HOS VÅTRUMSBEKLÄDNADER	19
4	FORSKNINGSPROJEKTETS UPPLÄGGNING	22
5	UPPBYGGNAD AV DE VÅTRUMSSYSTEM SOM INGÅR, KABINFÖRSÖK OCH KONTROLLSERIE	24
5.1	Undersökta system - systemens uppbyggnad	24
5.2	Ytskikt av målarfärg på glasfiberväv	25
5.3	Uppbyggnad av våtrumssystem med plastmaterial i ytskiktet	29

5.4	Uppbyggnad av våtrumssystem med keramiska plattor i ytskiktet	32
6	FULLSKALEFÖRSÖK MED DUSCHKABINER	34
7	GENOMFÖRANDE AV KABINFÖRSÖK OCH KONTROLLSERIE	38
7.1	Kabinförsök - fasindelning	38
7.2	Kabinförsök fas I: Studium av ytskiktens mögelresistens vid successivt ökad mögelkontaminering	40
7.3	Kabinförsök fas II: Studium av ytskiktens mögelresistens vid en fuktig, delvis våt miljö vid riklig näringstillgång för mögelsvamp	41
7.4	Kabinförsök fas III: Studium av saneringsåtgärders effektivitet	43
7.5	Kontrollseriens syfte	45
7.6	Provplattor / test - panels	46
7.7	Näringssubstrat på provplattor	47
7.8	Inokulering av provplattor	50
7.9	Mögelodling i inkubator	52
7.10	Bedömning av påväxtgrad och skadegrad	53
8.	KARAKTERISTISKA EGENSKAPER HOS MIKROSVAMPAR SOM INGÅTT I KABINFÖRSÖK OCH KONTROLLSERIE	57
9.	INOKULERINGSFÖRFARANDEN	59
9.1	Allmänt om inokulering	59
9.2	Inokuleringsförfaranden	60
9.3	Spontan förekomst av sporer	62
10.	Mykologisk provtagning	63
10.1	Provtagningens syfte	63
10.2	Slitsamplermetoden	64
11.	RESULTATREDOVISNING	66
12.	VÅTRUMSSYSTEMENS MÖGELRESISTENS	67
12.1	Kabinförsök, fas I. Mögelresistens vid successivt ökad mögelsporbelastning under konstant hög relativ luftfuktighet	67
12.2	Kontrollserie: påväxtgraden, dominerande mikrosvampförekomst med mera Kabinförsök, fas II. Mögelpåväxt på ytskikt i duschkabiner	68
12.3	Mögelangreppets omfattning och mykologiska struktur	72
12.4	Jämförelse mellan påväxtgrad och mikrosvampförekomst i duschkabin och kontrollserie	75
12.5		80

12.6	Skadegrad: Kabinförsök / kontrollserie - jämförande utvärdering	83
13.	SANERINGSMEDLENS EFFEKT: UTVÄRDERING AV KABINFÖRSÖK FAS III OCH JÄMFÖRANDE STUDIER AV SANERINGSMEDLENS FUNGICIDA EGENSKAPER	87
14.	DISKUSSION AV FAKTORER SOM PÅVERKAR RESULTATEN	94
	REFERENSER	97
	BILAGOR	
-	VÅTRUMSSYSTEM: Akrylatsampolymerlatex. Objekt 2b - Kabinförsök, fas II Substratytor - observationstillfällen	98
-	VÅTRUMSSYSTEM: Akrylatsampolymerlatex. Objekt 2b - Kabinförsök, fas II Substratytor - provtagningspunkter	99
-	VÅTRUMSSYSTEM: Akrylatsampolymerlatex. Objekt 2b - Kabinförsök, fas II Resultatredovisning	100

ABSTRACT

Mycological tests have been carried out both in full scale testing chambers and on a large number of control plates of various types of wall wet room-systems using species of genuine wet-room mould. The investigation comprised determination of the mould resistance as well as the effectiveness of sanitary measures. In order to quantify the mould growth on the wall system two new quantities were invented. The degree of mould growth is the amount of mould, part of the area, that affects a wall system, in scale from 0 to 5 (0 stands for none and 5 stands for very severe mould growth).

The degree of damage is the amount of mould, discoloration etc. that is present on the wall system after cleaning up measures have been taken. It consists of a scale from 0 to 5 (0 stands for none and 5 stands for very severe presence of mould and discoloration).

According to the degree of damage, the four main groups of tested wet room wall systems obtained the results as follows.

The best results were achieved by the plastic laminate system that was practically free from mould growth and discoloration. Regarding to ceramic tiles the test results show that the joints between the tiles were attacked by mould. The sanitation test with four different fungicides showed that the fungicides were practically equal in terms of inhibiting fungal growth and that the durability was limited, 3 months.

KEYWORDS

Wet-rooms. Wet-room wall system. Mycological tests. Full scale testing chambers. Mould resistance. Discoloration. Sanitation tests. Woven glassfibre + paint. Ceramic tiles. Plastic mats. Plastic laminate.

SAMMANFATTNING

Bakgrunden till denna undersökning är i korthet att våtrummen i det svenska bostadsbeståndet under senare tid utsatts för omfattande mögelangrepp. Detta innebär förutom dyrbara skadeavhjälpande åtgärder av byggnadsteknisk art att mykologisk bekämpning också måste till i någon form. Mögel innebär för de boende i olika sammanhang en sanitär olägenhet.

Projektet "Mögelresistens hos beklädnader i våtrum" har huvudsakligen omfattat experimentella byggnadstekniska och mykologiska undersökningar, vilka indelats i tre skilda faser. Under de två första faserna har studerats hur genuina våtrumssvampar utvecklats och angripit ytskikt vid varierande randvillkor avseende luftfuktighet, fritt vatten, näringstillgång och mögelsporbildning. I den tredje och avslutande fasen har studerats hur effektiva några vanliga saneringsmedel för hushållsändamål är. Tre huvudgrupper av beklädnadssystem har undersökts.

Vid försöken har utnyttjats speciellt uppbyggda kabiner, duschkabiner, för att kunna genomföra de olika undersökningarna i full skala och under så verklighetstroga förutsättningar som möjligt. För att också kunna göra säkrare jämförelser mellan undersökta beklädnadssystem har även en kontrollserie ingått, där samma beklädnad som i kabinerna utsatts för mögelangrepp. Ett stort antal, för varje beklädnad 48 stycken provkroppar samt totalt cirka 400 stycken mindre provplattor har behandlats bland annat innebärande inokulering med mögelsporer på underlag av olika näringssubstrat. Nya begrepp som mögelpåväxtgrad och skadegrad med skalindelning 0 - 5 (0 ingen och 5 kraftig påväxt / missfärgning) har utarbetats som underlag för utvärderingen av beklädnadssystemen. Som underlag för undersökningsarbetet finns 8 genuina våtrumssvampar representerade samt följande näringssubstrat använts: schampo, bomullsfibrer, hår och syntetiskt hudfett samt dessutom en blandning av dessa ingredienser. I strävan att genomföra undersökningarna så verklighetsnära som möjligt renodlades i kabinförsöken två delmiljöer enligt följande. Två zoner upprättades varav

- i en zon var ytskiktet relativt torrt och rent med endast kortvarig hög luftfuktighetsbelastning och med begränsad mögelsporbildning,
- i en andra zon här ytskiktet utsätts för tyngre belastningar än i ovanstående redogjorda zon för motsvarande våtutrymmenas hörn, bakom badkar och tvättmaskin etc.

Projektet ha indelats i tre faser

fas I: här en begränsad belastning ägt rum,

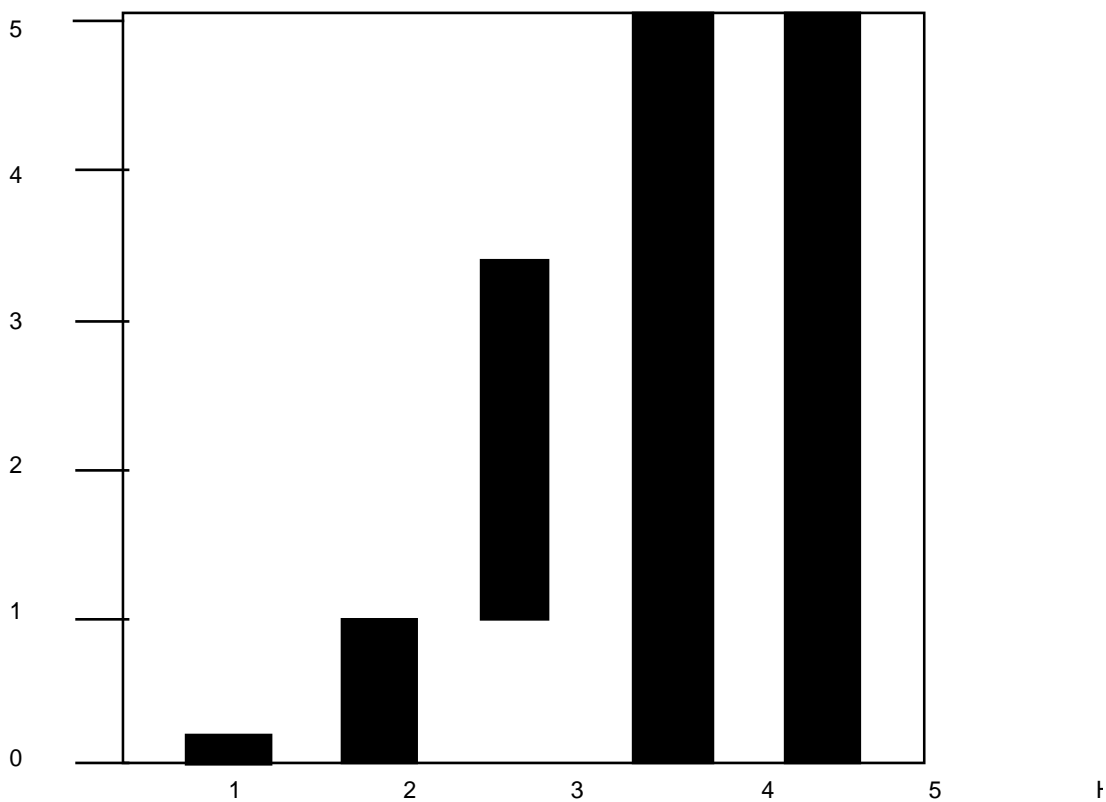
fas II: här en kraftigare belastning ägt rum samt

fas III: här fem olika saneringsmedel för hushållsändamål undersökts.

Resultatet från undersökningen visar gällande skadegrad att plastlaminat och keramiska plattor håller en hög teknisk kvalitet, våtrumstapeter håller en medelkvalitet och övriga har

stora variationer. Situationen åskådliggörs i nedanstående figur. Gällande saneringsmedel visade undersökningen att testade hushållssaneringsmedel har en fungicid verkan av storleksordningen två till tre månader.

Skadegrad



Huvudgrupp

- 1 : Plastlaminat
- 2 : Keramiska plattor
- 3 : Våtrumstapet
- 4 : Väggmattor
- 5 : Glasfiberväv + färgsystem

Figur: Sammanställning av skadegrad (max- och minvärden) för de fem undersökta huvudgrupperna av vägbeklädnader i kabinförsöken.

FÖRORD

Denna rapport utarbetades 1997 av Tekn L Lauris Grinbergs och Tekn L Thomas Ahlsmo 1997 och är en skriftlig utveckling från Lauris Grinbergs licentiatavhandling som färdigställdes 1992 efter sex års projektarbete. Praktiska arbetet bedrevs på Kungl Tekniska Högskolan och inklusive långtidsförsöken bedrevs projektet vid Institutionen för Byggnadsteknik, idag ingående i storinstitutionen Byggnadsteknik - Installation - Material (BIM).

Delaktiga i projektets långtidsförsök, 1986 - 1992 var även följande personer som också var initiativtagare till projektet och givetvis behjälpliga med dess utveckling.

- Professor Ingemar Höglund.
- Vid institutionen adjugerande professor Arne Hyppel.
- Tekn L Göran Ottoson.

Professor Ingemar Höglund var min handledare och examinator samt tillsammans med Tekn L Göran Ottoson utformades 1992 grundrapporten.

Värdefull hjälp har lämnats från såväl ovanstående personer som institutionens övriga medarbetare vid genomförandet av långtidsprojektet. I detta sammanhang får vi ej heller glömma materialtillverkare, bland annat genom tillhandahållande av material, värdefulla synpunkter och hjälp vid uppförandet av våtrumssystemen.

Stockholm oktober 1997

Lauris Grinbergs

1. MÖGELSKADOR I VÅTRUM - PROBLEMIORIENTERING

1.1 Allmänt

Mögelskador i våtrum är ett problem som har uppmärksamats speciellt under de senaste decennierna. Tillväxten av mögelsvampar och andra mikroorganismer, gynnas av tillgång till fukt och vatten. Mot mögelskadan svarar alltså i allmänhet en fuktskada eller åtminstone tidvis förhöjda fuktkvoter i byggnadskonstruktionen, de bärande eller ytbildande skikten. Fuktskador förekommer både vid platta på mark, i kryppgrunder i anslutning till ytterväggspartier etc. och hänger samman med kapillärt uppsuget vatten, fuktdiffusion, ytkondens, läckage, regn och dylikt. I våtrum kan allehanda typer av fuktskador förekomma. Av speciellt intresse för föreliggande studie har emellertid varit mögelskador hos ytskikten till våtrummen. På senare tid har nya byggnadsmetoder och byggnadsmaterial införts i så snabb takt att deras lämplighet för avsedd funktion inte alltid i förväg kunnat fastställas. Detta har varit en allvarlig brist, särskilt för våtrum.

Mögelangrepp kan ske både på väggar, golv och tak i våtrummen. I början av angreppet kan man i allmänhet genom rengöring med normala rengöringsmedel tvätta bort synligt mögel vilket dock återkommer tämligen snart och så småningom har ytskikten fått sådana angrepp att permanenta skador uppstått på materialet. Även bakomliggande byggnadsdelar har många gånger blivit angripna och fått bestående skador av detta initiella ytangrepp. De flesta skador har uppstått genom att fukt kunnat tränga in i och genom ytskiktet (detta har alltså inte varit vattentätt) eller genom att skarvar och fogar / genomföringar också av en eller annan orsak varit otäta. När angreppet nått så långt blir erforderliga saneringsåtgärder omfattande och dyrbara. Material kan behöva ersättas av nya, saneringsåtgärder vidtagas och många gånger kan också luktsanering fordras. Måttligare angrepp kan emellertid brukaren själv åtgärda genom behandling av missfärgade ytor eller på annat sätt observerade mögelskador med desinficerande medel. Många gånger råder dock frågetecken över

- hur länge man kan påräkna effekt av dessa desinficerande medel,
- vilka material är lätta att rengöra och tåliga mot mekanisk påverkan.

Förutsättningen för att mikrosvampar skall kunna utvecklas är bland annat tillgång i våtrummen på hög relativ luftfuktighet, fritt vatten från kondens eller duschning men också tillgång till näringsämnen (organiskt material) som smuts, tvålrester, hudavlagringar, textil med mera som fastnat på ytskikten. Omfattande duschning och hantering av tvättgodis i våt- / badrum har i många fall inneburit att fukt och näringsbelastningen av ytskikten är mångdubbelt större än för 10 - 20 år sedan. Dagens "duschande" utsätter våtrumsbeklädningarna för en fuktbelastning som är mycket tyngre än den som förekom vid tidigare karbad. Vid duschningen står man i badkaret, varvid vatten sprids till väggarna och rinner ned på golvet bland annat under badkaret som ofta är en svårstädad yta. Många badkar är dessutom försedda med front vilket försvårar luftcirkulationen kring och under

badkaret. Risk är att vattnet står kvar under lång tid och beklädnaders våttid ökar. Hög relativ luftfuktighet under lång tid, förekomst av fritt vatten på beklädnaden samt närvaro av organiska näringsämnen för mikrosvampar är faktorer som måste beaktas vid studier av mögelförekomst av våt- / badrum, antingen var för sig eller i olika kombinationer. När det gäller val av ytskiktmaterial till våtrum är det numera vanligt att detta har en fungicid verkan (svampdödande) inbyggd i sig för att under rådande ogynnsamma betingelser erbjuda största möjliga mögelresistens. Denna typ av medel tillsätts numera normalt i ytbildande färger och dylikt men effekten är inte på långt när fastställd / utredd. Problemen är bland annat att veta

- mot vilka typer av mikrosvampar man skall rikta sig,
- vilken livslängd fungiciden har i den tuffa miljön och
- att den inte har toxisk verkan mot människor.

Bidragande orsak till mögel- och fuktskador i våtrum är också ventilationens effektivitet. I många fall fungerar inte ventilationen som planerats på grund av olika faktorer såsom igensatta ventilationsdon och nedvarvning av fläktar för energibesparing. Dessutom kan ventilationseffektivitetens utbredning i rummet vara begränsad genom inrednings val, hantering och konstruktion. Som tidigare framhållits kan vissa partier vara mycket lite luftade och som i detalj redovisas längre fram i rapporten har ovanstående problemställning utgjort bakgrund vid val av parametrar vid försökens genomförande.

1.2 Vanliga mögelskador i våtrum

Ett antal specifika förhållanden har medfört att hälsoproblem hos människor som härleds till inomhusmiljön kan ha fått större omfattning i Sverige än i andra länder. Exempel som man här kan peka på är

- att våtrum under året har en hög och jämn temperatur,
- att tvätt- och torkmaskiner förekommer med hög frekvens
- att ventilationsgraderna, som följd av intensiv energihushållning, är relativt låga.

Vidare påverkas området av val av material med hänsyn till särskilda arbetarskydds krav, sanitära krav för brukarna och annorlunda byggnadsbestämmelser över huvud taget. Någon statistik över den totala omfattningen av våtrumsskador föreligger inte, men ett av de större förvaltande företagen i Stockholmsregionen anger att dess reparationsbehov uppgår till 10-tals miljoner kronor årligen.

Omfattande utredningar och undersökningar har gjorts av skador orsakade av mögel i våtrum och orsakerna till skadorna kan vara mycket komplexa. Ofta förekommer samverkande faktorer vilka enskilda eller tillsammans kan ge upphov till en viss skadetyyp, exempelvis enligt sammanställningen nedan, se Pehrson (1986).

- Olämpligt materialval i form av väggbeklädnader som inte tål hög relativ luftfuktighet under längre period. Målad glasfiberväv och väggtapeter visar onormalt hög frekvens av mögelskador och förändringar i plastmaterialet. Även i våtrummens tak, där ytbehandlingen är målning, har mögelskador uppstått.
- Olämpligt materialval beträffande limtyper där mögel utvecklas i limskiktet.
- Badrumsgolv med dålig lutning orsakar att vatten ligger kvar speciellt under badkar.
- Energibesparande åtgärder såsom tätning av fönster och nedvarvade fläktar, vilket har minskat luftomsättningen och gett förhöjd luftfuktighet i våtrum.
- Boendevanorna hos hyresgästerna har förmodligen förändrats, från det att husen färdigställs till idag. Våtutrymmena används nu i större omfattning för duschning och torkning av tvätt än tidigare.
- Brister i det byggtekniska utförandet.
- Brukarens beteende vid utnyttjande av badrummet påverkar också upptorkningshastigheten.

De svåraste mögelskadorna återfinns vanligen i anslutning till badkar där direkt vattenbegjutning sker vid duschning och där ventilationen är sämre än i andra delar av rummet. Mögelskador uppträder också frekvent vid ” kalla väggen ”, fönstersmygar och tak på översta etagen.

Sammanfattningsvis gäller för problemområdet att gynnsamma betingelser för mögelpåväxt förutsätter

- mögelsporer från specifika så kallade våtrumssvampar,
- näringsämnen av lämplig sammansättning (tillgång på näring av organiskt ursprung),
- lämplig temperatur och fuktighet i luft och hos ytskikt,
- låga pH-värden och frånvaro av fungicider,
- frånvaro av konkurrerande svampgrupper.

Viktiga egenskaper hos ytbeklädnader är vattentäthet, ytstruktur (porositet, yttäthet och struktur), vattenavvisande förmåga, rengörbarhet, motståndsförmåga mot mekanisk nötning samt krymp- och svällningsrörelser vid varierande fuktighet. Avgörande för god mögelresistens hos ytskikt är också ett gott arbetsutförande i alla faser av byggskedet och tillgång till väl fungerande antiseptiska, mögeldödande preparat, som kan användas i varje hushåll om en mindre skada inträffar.

2. VÅTRUMSSVAMPAR

2.1 Våtrumssvamparnas miljökrav

För att svampsporer skall kunna gro och deras hyfer skall bilda ett mycel krävs en rad samverkande faktorer som tillgång på vatten, ett bestämt temperaturintervall, tillgång till näringsämnen och vitaminer, syre, lämpligt pH samt frånvaro av fungicida ämnen, ultraviolet strålning, ozon, antagonistiska svampgrupper och mekanisk påverkan. Våtrummet utgör med sin speciella funktion i bostaden (dusch, bad, tvätt etc) en ekologisk nisch där betingelserna för biologisk utveckling är gynnsamma. De mikrosvampar som förekommer i dessa utrymmen och orsakar problem benämns vanligen våtrumssvampar men utgör egentligen inte någon biologiskt enhetlig grupp. Flertalet är så kallade blånadssvampar, andra tillhör de genuina mögelsvamparna. På våtrummetts väggbeklädnader förekommer mikrosvampnäring, i form av hudpartiklar, schampo, hår, tvål, textilfibrer, bomullsfragment från handdukar samt smutspartiklar. Detta i kombination med en stundtals mycket hög relativ luftfuktighet kan orsaka kraftig mikrobiell påväxt på kort tid. Kallytor såsom kallvattenrör, fönster och köldbryggor i vägg- / bjälklagshörn med stor belastning av kondenserande fukt kan utgöra en speciell ekologisk nisch. Här tillväxer mikrosvampar med låga närings- och temperaturkrav. Som exempel kan nämnas Cladosporiumarter.

De svåraste skadorna har uppstått på ytskikt som idag är 10 - 15 år gamla eller äldre och som innehåller polymerer av något slag (plastfärger, plasttapeter och plastmattor). De keramiska materialen har däremot klarat sig bättre. Orsaken till att plastmaterialen kom fram utgörs huvudsakligen av ekonomiska skäl då anläggningskostnaden för dessa var avsevärt lägre än för keramiska material, se Pehrson (1986). När det gäller färger och färgsystem har det visat sig att fukt kan tränga genom färgskikten intill bakomliggande vägg. Framför allt har detta kunnat konstaterats för väggar målade med latexfärger på glasfiberväv. Strukturen på denna typ av ytskikt gör att smuts lätt kan avsättas på färgen och att det är svårt att rengöra ytan. Vid rengöring med hårda borstar uppstår så småningom lätt nötskador på färgskiktet. Förutom att utgöra näring åt mikrosvampar binder smutsen också fukt vilket gör att betingelserna för mikrobiell tillväxt blir gynnsam.

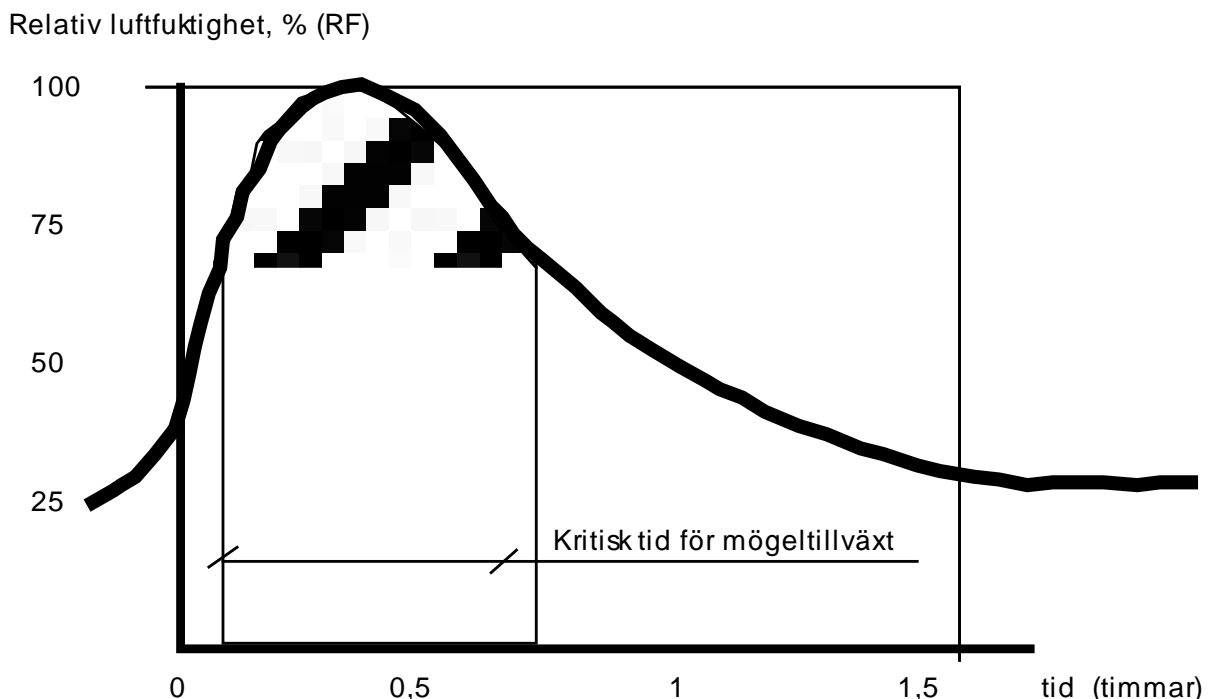
Omfattande skador har konstaterats på väggar i badrum med olika typer av våtrumstapeter. Ofta har ytan en mer eller mindre kraftigt präglad struktur, vilket gör att det kan vara svårt att hålla ytan ren från smuts varvid mikrobiella angrepp uppstått. Skarvarna mellan våderna är oftast limmade kant i kant. Genom att tapeterna krympt har fogen mellan de olika våderna förstörats. Vissa våtrumstapeter har inte heller varit helt vattentäta eller kunnat absorbera mycket vatten. Badrum med väggmattor (cirka 1 mm tjocka) uppvisar skador i mindre omfattning än plasttapeterna. Ofta har springor uppstått i fogarna. Fogskador har uppstått också vid svetsade fogar. Vissa typer av mattor har en ganska strukturerad och porig yta. Man har kunnat konstatera mögelangrepp på ytan. Dessa angrepp återkommer ganska snart

efter varje rengöring. Många väggmattor har fått färgförändringar i ytskiktet. Någon större omfattning av mögelskador har inte kunnat konstaterats för badrumsväggar klädda med keramiska material. I de fall som upptäckts har mögel funnits på bruksfogarna mellan plattorna. Ventilationseffektiviteten har givetvis inverkan på upptorkningsförloppet i ett våtrum. Luften i rummet skall dels absorbera fukt och fritt vatten som samlats på begränsningsytorna, dels skall den transportera bort vattenångan via frånluftventilen i rummet. I föreliggande projekt har ingen undersökning genomförts av ventilationens betydelse, varför dess inverkan inte kommenteras närmare. Det bör emellertid erinras om att mikrosvampar sprids och fördelas med ventilationen.

Med utgångspunkt från ovan citerade rapporter och arbeten av till exempel Bring med flera (1972) har utökade och skärpta krav ställts på våtrumsbeklädnader i den nya byggnormen (NR 1). Det gäller dels tekniska krav på vattentätighet / -avvisande förmåga och dels biologiska krav avseende mögelresistens enligt svensk standard (92 36 13). Kraven har på sistone följts upp med branschregler för utförandet av våtrum, till exempel Plattsättnings Entreprenörernas Riksförening (1988) samt regler för typgodkännande som lämnas av Boverket. Frågan har bedömts så viktig att till och med obligatorisk typgodkännande diskuteras. Efter hand har material- / färgfabrikanter utvecklat nya färgsystem och beklädnader. Osäkerheten i bedömningen av om de skall kunna fylla de uppställda kraven i alla avseenden är dock stor. Det har funnits ett utbrett önskemål om en bredare bedömningsgrund baserad på funktionella tester särskilt avseende materialens / beklädnadernas mögelresistens än vad som kan erhållas med den standardiserade provningsmetoden. Framför allt är det viktigt att eventuella brister och svårigheter i arbetsutförande och hantering ingår vid erforderliga tester och att eventuella mögelangrepp får god tid att utvecklas under optimala förhållanden.

2.2 Våtrummetts fuktmiljö

De flesta blånadssvamparna kräver tillgång till fritt vatten för att sporer skall kunna gro. Møgelsvampsporer kan gro vid fuktvärden som understiger mätnadsvärdet, $RF = 100\%$ ($RF =$ relativa luftfuktigheten). Till exempel groer *Aspergillus echinulatus* redan vid $RF = 67\%$. För flertalet mögelsvampar är dock gröningsförhållandena optimala i intervallet $RF = 90 - 100\%$ och de kan också gro i fritt vatten. För sin vidare utveckling är de mer beroende av luftens relativa luftfuktighet än substratets fuktkvot. Sporer av släkterna *Penicillium* och *Aspergillus* kan överleva länge i torr luft men mister sin grobarhet på kort tid i fuktig luft. De tillväxtbetingelser mögelsvamparna kräver föreligger vanligen i våtrum här ofta en högre luftfuktighet råder än i bostadens övriga rum. Som fuktalstrande aktiviteter kan nämnas duschande, badande, tvättande och tvätt på tork. Vid till exempel duschning ökar den relativa luftfuktigheten snabbt från rummets normala värde upp till nära 100% RF. Så länge duschning pågår förändras inte detta men när duschningen upphör så sjunker RF-värdet ned till rummets normala nivå. Tidslängden för RF-värdets återgång till normal nivå beror på ventilationseffektiviteten, typ av ventilation etc. och tar några timmar. Förloppet exemplifieras i figur 2.1.



Figur 2.1: Vid duschning varierar den relativa luftfuktigheten, RF, i våtrummet. Från exempelvis 25 - 30 % stiger RF-värdet snabbt till 100 % för att återgå till normalvärdet med en hastighet som beror på ventilationseffektiviteten med mera. Den kritiska tiden, vad beträffar mögelpåväxt, inträffar när RF är större än 70 %. I exemplet är den kritiska tiden cirka 0,5 timmar.

Kritisk tid för mögelpåväxt inträffar när RF är större än cirka 70 % och temperaturen samtidigt är cirka 20 °C. För att minska mögelrisken bör denna tid begränsas med olika åtgärder, se till exempel Pehrson (1986). Duschning medför också att vattendroppar hamnar på väggbeklädnaderna och rinner vidare till golvet. Om ytskikten inte är vattentäta eller vattenavvisande ökar deras fuktinnehåll till kritiska värden så att mögelangrepp riskeras. Denna så kallade våttid hos ytskikten kan i vissa delar av ett våtrum, till exempel under och kring ett badkar ha en lång varaktighet. Brukarnas beteende vid utnyttjande av våtrummet påverkar avsevärt upptorkningshastigheten. Duschdraperier, duschkabiner kan begränsa vattenspridningen. Avtorkning av kvarvarande vatten på väggar och golv bidrar till en kortare våttid. Regnvåta kläder med mera och torkning av tvättgods förlänger likaså upptorkningstiden och medför dessutom näringstillförsel i form av textilt fibrer och organiskt smuts till mikrosvamparna. Det är viktigt att i dessa sammanhang försöka begränsa den tid då relativa luftfuktigheten ligger över 70 % om mögelproblem skall undvikas. Det kan ibland vara svårt att ändra på fuktexponeringen när orsaken återfinns i själva byggnadsstrukturen / -utformningen. Ett exempel härpå är djupa fönsternischer som hindrar varmluften från exempelvis på väggen inunder sittande radiator att nå fram till fönster. Fönsterytan och smygen blir då kallare än omgivande luft vilket medför att kondens bildas på ytan och därmed utgör miljö för mögelpåväxt.

2.3 Betydelsefulla våtrumssvampar

Vilka är då de våtrumssvampar som är särskilt betydelsefulla vid dessa i olika undersökningar rapporterade mögelskador på ytbeklädnader i våtrum i Sverige? De har visat sig vara "specialister" som alla kräver en hög luftfuktighet enligt föregående avsnitt och de tillhör inte någon biologiskt enhetlig grupp. Här kan nämnas

- mögelsvamparna: *Aspergillus versicolor*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium purpurogenum* och *Stachybotrys chartarum*,
- blånadssvamparna: *Cladosporium sphaerospermum* och *Cladosporium herbarum*, *Aureobasidium pullulans* och *Alternaria tenuata*,
- Sporsäckssvamp: *Phoma violacea*.

Mögelsvampar.

De flesta mögelsvamparna tillhör Deuteromyceterna och underordningen Hyphomyceter. Mögelsvamparna växer på materialytor och kräver för sin utveckling näring av organiskt ursprung. Åtskilliga arter kan till exempel nedbryta cellulosa och mjukgörare i plaster, se Deacon (1984). För att svampsporer ska kunna gro och växa ut till hyfer och bilda mycel krävs en rad samverkande faktorer som tillgång till vatten (fukt), ett bestämt temperaturintervall, tillgång till näringsämnen samt ytterligare ett antal faktorer av sekundär betydelse, se Ingold (1984) och Deacon (1984). Den viktigaste förutsättningen för mögelsvamparnas tillväxt är en hög relativ luftfuktighet, 70 - 100 % RF, eftersom de växer på ytan av materialet (substratet). Temperaturkraven är skiftande hos olika mögelarter men flertalet har optima vid temperaturer vid + 20 - 25 °C. Mögelsvamparna är i ett tidigt skede av angreppet på ytskiktet svåra att upptäcka men så småningom kan ytor missfärgas och karaktäristisk mögeldoft uppstå. Exempelvis kan *Stachybotrys* utveckla en stark doft och missfärga substratet med en brun till svart färg.

Blånadssvampar.

Blånadssvampar har fått sitt namn efter den blå färgnyans som veden (timmer, sågat virke med mera) får efter det att svamphyferna har växt fram i vedfibrerna. I våtrum är påväxten dock snarare mörkbrun, mörkgrå eller svart till färgen. Blånadssvamparna kräver, till skillnad från vissa mögelsvampar, tillgång till fritt vatten för att svampsporer ska kunna gro. Temperaturkraven för blånadssvamparna, är i likhet med mögelsvamparna skiftande, men blånadssvamparna har sin optimala tillväxt i temperaturintervallet 22 - 28 °C. *Cladosporium sphaerospermum* och *Cladosporium herbarum* är dock mera köldtoleranta, till - 5 °C och kan därför börja utvecklas kring kallvattenrör eller över kalla delar av våtrummet, till exempel i de svalare utrymmena kring fönster. Missfärgning av material som utsatts för angrepp gör att blånadssvampar kan upptäckas på ett tidigt stadium. *Cladosporium herbarum* ingår som en av de svamparter som man rutinmässigt använder för att fastställa mögelallergier hos människor. Denna art kan orsaka en lunginflammationsliknande sjukdom, allergisk alveolit, när sporer från svampen får tillträde till de finaste lungrören, se Pehrson (1986).

Sporsäckssvampar.

Sporsäckssvampar kräver för sin sporgroning en hög relativ luftfuktighet eller fritt vatten. Temperaturkraven är för dessa svampar ungefär detsamma som för blånadssvamparna, det vill säga 22 - 28 °C men de är inte lika köldtoleranta. En del arter kan tillväxa strax över noll grader, + 2 - 4 °C. Missfärgningen som sporsäckssvamparna orsakar är ofta brun, svart och violett till färgen. *Phoma violacea* kallas populärt duschdraperisvampen och känns igen på en missfärgning av plastdraperier och dylikt.

2.4 Mikrosvampfloran i våtrum

Mikrosvampar sprids till våtrummen genom små sporer som kan vara luftburna eller föras in med kläder, handdukar, tvättgods och dylikt. De luftburna sporer kommer ofta in via ventilationsluften antingen genom luftrummor eller genom vädring. De kan sålunda komma från mikrofloran i bostaden eller direkt utifrån. Undersökningar tyder på högre sporfrekvens i mögelskadade byggnader om ventilationen är låg än om den är hög. Den intensifierade ventilationen kan få en gynnsam effekt ur flera synpunkter i ett våtrum. Dels utvecklas längre torra perioder då svamptillväxt är utesluten och dels "ventileras" oönskade luftburna mikrosvampar bort, se Pehrson (1986). Några egentliga frekvensstudier över vilka mikrosvampar som är vanligast i våtrum föreligger ännu inte. Erfarenhetsmässigt kan dock följande konstateras.

- Cladosporium arter, främst *C. sphaerospermum* dominerar skadebilden.
- Mögelsvampar som *Paecilomyces* förekommer slumpmässigt fördelade.
- *Phoma violacea* finns ofta på duschdraperier.
- Mögelsvampsläkten som *Aspergillus* och *Penicillium* som är vanliga i bostäder kan etableras också i våtrum.

Dessa släkten har mycket små, lätta sporer som länge kan hålla sig svävande i luften vilket gör att de är tämligen jämnt fördelade över våtrummetts volym. Andra arter tillhörande *Phoma*- och *Aureobasidium*-släktena har tyngre sporer och återfinns på lägre nivåer.

Deponering / avsättning av sporer sker på och i fönsternischer, hyllor, badrumsskåp men ibland också direkt på vertikala ytor. Spolning, rengöring, avtorkning och liknande kan medföra att sporer omfördelas och därmed risk för riklig förekomst i svåråtkomliga, svårstädade partier samt hörn och vinklar. Mikrosvamparna är med andra ord ojämnt fördelade i våtrum. Till detta bidrar också det förhållande att en svampart succesivt kan konkurrera ut en annan tidigare etablerad art.

3. METODER FÖR BESTÄMNING AV MÖGELRESISTENSEN HOS VÅTRUMSBEKLÄDNADER

Det framgår av dessa beskrivningar av mikrosvampar, deras miljökrav och de skador som orsakas av dem att mögelförekomst i våtrum måste elimineras inte bara av estetiska skäl utan också av framför allt tekniska konstruktionsskäl. Ytterligare påtalar Socialstyrelsen i sin kunskapsöversikt (1984) att "sanitär olägenhet" i bostäder eller i byggnader, lokaler etc, där hälsoskyddslagstiftningen är tillämplig får anses föreligga om det är kraftig synlig mögeltillväxt i boningsutrymmen eller andra lokaler / utrymmen där människor stadigvarande vistas. Sanitär olägenhet får också anses föreligga vid kraftig mögellukt i samlingslokaler, vårdlokaler, undervisningslokaler etc. Rutinmässiga metoder från fältundersökningar av lukt saknas ännu och detta innebär att man i olika situationer är hänvisad till bedömning med hjälp av näsan, se Samuelsson (SP - rapport). Luktproblem lämnas i denna rapport utan kommentarer.

I våtrum är mögelskador frekventa och orsakar i många fall sanitära olägenheter. Det är därför angeläget att nya material för nybyggnad och / eller renoveringar är mer resistent mot mögelangrepp än vad som tidigare varit fallet. De bör också kunna rengöras och saneras med enkla hushållsmetoder om en mindre skada / påväxt likväl inträffar. Det är emellertid, såsom torde framgått av tidigare redovisning, inte lätt att göra en korrekt bedömning av ytskiktens mögelresistens i förväg, antalet påverkande faktorer är ju många. Ytskiktens funktion måste också vara mer omfattande, de skall vara vattentäta, vattenavvisande, dimensionsstabila och motståndskraftiga mot mekanisk nötning. För bedömning av dessa tekniska funktioner har ett antal väl definierade provningsmetoder tagits fram, se Bring (1977) och lagts till grund för bland annat typgodkännande. När det gäller utförandet av själva beklädnadsarbetet, som är av mycket stor betydelse, har GBR (Golvbranschens riksförbund) utarbetat riktlinjer för vissa provtagningar in situ och auktorisation av entreprenörer. I internationella undersökningar över färgytors resistens mot mögelangrepp följer man huvudsakligen rekommendationer i ASTM D 3273-86. Undersökningen av målade ytors mögelpåväxt sker här med användning av provkroppar med ytan 75 x 100 mm som hängs över jord från växthus vilken inokulerats med tre sorters mikrosvampar; Aureobasidium pullulans, Aspergillus niger och Penicillium sp. Provet utförs under cirka 3 veckors tid i en miljö där relativa luftfuktigheten är 95 - 98 % och temperaturen + 32,5 °C. Inokuleringen av provytorna sker spontant genom att sporer sprids med en luftström över jordytan. Ytorna har inte preparerats med näringsämnen för mikrosvamp. Som nedan framgår är avvikelsen relativt stor mellan den amerikanska och den svenska standarden på området. Gemensamt är dock att man använder sig av relativt små provkroppar och att den relativa luftfuktigheten hålls på en konstant hög nivå.

I Sverige gäller sedan 1989 en svensk standard, SS 92 36 13 "Väggbeklädnader för våtrummen - bedömning av mögelresistensen" som också beträffande funktionskraven hänvisar till SS 92 36 01 "Väggbeklädnader för våtrummen i bostäder Funktionskrav". I metoden specificeras erforderlig utrustning för odling av mögelsvampar, provföremålens

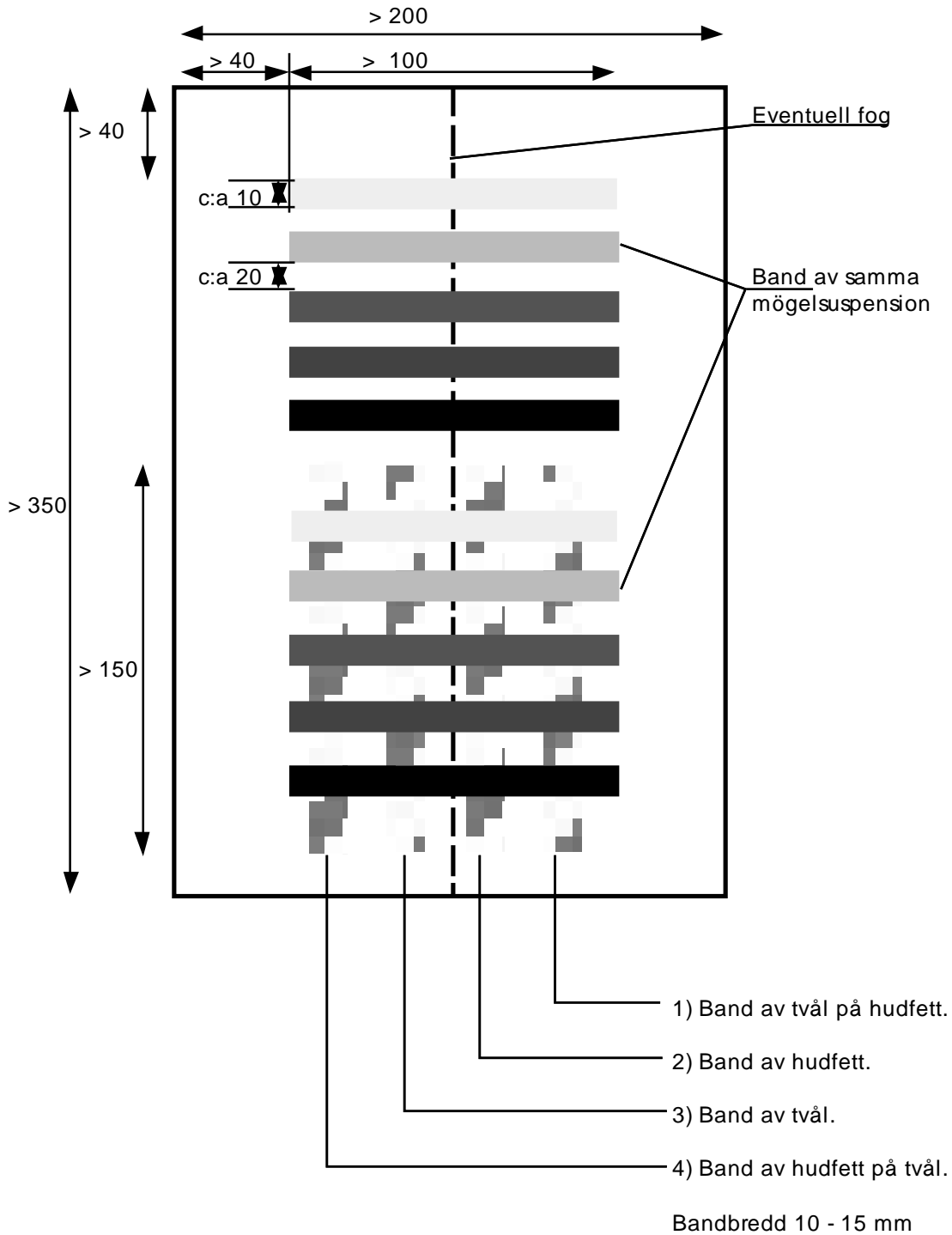
beredning och konditionering samt analys och bedömning av uppträdande skador. Näringssubstrat för svampar är tvål och hudfett. Följande mikrosvampar används för inokulering:

- Cladosporium sphaerospermum,
- Cladosporium herbarum,
- Paecilomyces variotii,
- Penicillium purpurogenum och
- Phoma violacea.

Odlingsförsöken utförs vid temperatur cirka 20 °C och med relativa luftfuktigheten, RF = 95 - 100 %. I figur 3.1 visas provkropparnas dimensioner och hur mögelsporer inokuleras genom applicering av olika strängar eller band på varierande underlag. När det gäller att bedöma effekten av saneringsmedel saknas standardiserade metoder. Tester utförs på många olika sätt med utnyttjande av mikrosvampar med mera. Den metod som använts i detta projekt beskrivs vidare under avsnitt 14.

Genomgående utförs undersökningar av mögelresistens med hjälp av standardprover på nytt material. Material som utsätts för naturlig åldring i våtrumsmiljö och / eller för mekanisk slitage av upprepad rengöring, dimensionsförändring och dylikt förekommer författaren vederligen inte i undersökningar av ifrågavarande typ.

Våtrumsbeklädnaders fuktbeständighet kan testas med Nordtest, Bathroom walls: Watertightness and resistance to water and moistures, Revision of NT BUILD 058. I detta arbete har modifikationer av metoderna SS 92 36 13 och Nordtest NT BUILD 058 kombinerats för att på ett mer realistiskt sätt studera våtrumsbeklädnaders mögelresistens.



Provkropp med lägen för pålagda "band" av tvållösning, hudfett och mögelsuspensioner. En fog finns i längdriktningen. Mått i millimeter.

Figur 3.1: Mögelresistensprovning enligt svensk standard SS 92 36 13.

4. FORSKNINGSPROJEKTETS UPPLÄGGNING

Av de föregående avsnitten framgår att mögelskador i våtrum har hög frekvens, att de ofta medför sanitära olägenheter och att skadorna medför höga reparationskostnader. De är också svåra att komma till rätta med och erfarenheterna inom byggsektorn är i detta avseende också begränsade. En kortare presentation har gjorts av vanliga typer av mögelskador och hur dessa fördelar sig på olika typer av våtrumsbeklädnader med ledning av en genomförd litteraturstudie. Våtrummens fukt och miljöförhållanden som är relevanta för mögelpåväxt har belysts av flera utredningar som citerats. Likaså har ett antal våtrumssvampar som visat sig förekomma i dessa utredningar noggrannare presenterats med angivande av speciellt gynnsamma betingelser för deras optimala tillväxt. Kort har också redogjorts för den byggnadstekniska utformningens betydelse och ventilationens inverkan på våtrummens fuktförhållanden.

För att råda bot på den nuvarande skadesituationen har nya material och metoder utvecklats som genomgående avses ha högre mögelresistens än vad som tidigare varit fallet. Ett viktigt inslag är härvid att alla materialen har en fungicid verkan och att de kan samverka med byggnadsstommen så att beklädnaden dessutom blir vattentät och vattenavvisande och även i övrigt har lämpliga egenskaper, anslutningar etc. Flera av dessa egenskaper låter sig bestämmas med standardiserade metoder / förfaranden och jämföra med till exempel i byggnormen och branschregler uppställda krav. När det gäller just mögelresistensen är emellertid osäkerheten fortfarande stor om huruvida beklädnaderna och då särskilt deras ytskikt fyller uppställda krav, kraven synes inte heller vara särskilt tydligt formulerade och om nya system är mer resistent än de äldre. Det har funnits ett utbrett önskemål om att i förväg kunna bestämma mögelresistensen hos dessa nyutvecklade system innan de kommer ut på marknaden och tas i allmänt bruk. Ett sätt är givetvis att så långt möjligt utnyttja standardiserade provningsmetoder. I föreliggande fall måste dessa i vissa stycken anses otillräckliga. Som framgår av hittillsvarande faktaredovisning saknas i testerna flera vanliga våtrumssvampar och flera typer av näringssubstrat. Vidare förekommer endast en typ av fuktbelastning och endast ett sätt för mögelinokulering, medan dessa förhållanden i praktiken är högst skiftande. Till exempel förekommer fritt vatten i många sammanhang på ytskikten. En ytterligare invändning är att provkropparnas format är litet och att provföremålens uppbyggnad avviker från gängse arbetsutförande. Nedbrytning och dimensionsförändringar av beklädnaderna samt mekanisk nötning är slutligen andra faktorer av betydelse i praktiken som inte inkluderas i provningsmetoderna. Vissa fördelar finns i den mån undersökningarna har till syfte att utvärdera inverkan av till exempel en fungicids specifika verkan, ett näringsämnes betydelse för mögelresistensen etc. det vill säga för vissa parameterstudier som för entydig utvärdering krävde ett stort antal provelement.

I föreliggande projekt förde dessa överväganden om metodernas lämplighet fram till val av en provningsmetod, som använder sig av så kallad duschkabiner i full skala. Utförandet rekommenderas av Nordtest, NT BUILD 058, och är avsett ursprungligen för funktionstester av våtrumsbeklädnader i full skala och med jämförbarhet mellan olika beklädnader utförda enligt gängse arbetsmetoder. Kabinerna modifieras för våra syften och försågs med

befuktningssanordning för konstanthållning av den relativa luftfuktigheten och i en fas också med en duschanordning. I detta senare utförande kallas kabinerna ibland för duschkabiner. Graden av mögelinokulering var också möjlig att variera och att representera praktiska förhållanden. Denna fullskalemetod valdes eftersom den bedömdes vara mest realistisk.

I avsikt att komplettera dessa fullskaleförsök genomfördes mögelresistenstester också på mindre provplattor av ytskikt av motsvarande uppbyggnad som i kabinförsöken. Dels avsågs att närmare bestämma vilka "näringssubstrat" på ytskikten som bäst gynnade mögelpåväxten i kabinförsöken, dels också bestämma huruvida någon mögelsvampart var mer dominerande än övriga. Det stora antalet provplattor som erfordrades sammanfördes i en kontrollserie omfattande cirka 400 delprover. I utvärderingen jämförs iakttagelserna från denna serie med iakttagelserna i kabinförsöken. Kabinförsöken omfattar 20 nya våtrumssystem och ett av äldre typ. När det gäller sanering av mögelskador av mindre omfattning används metoder och saneringsmedel vilkas effekter är mycket knapphändigt studerade. Inom projektet har beklädnader i duschkabinerna utnyttjats för systematiska studier av några saneringsmetoders effektivitet.

Det är mot denna bakgrund och uppläggning som detta projekt genomfördes på Institutionen för byggnadsteknik, Kungl Tekniska Högskolan, under perioden 1985 till 1992.

5. UPPBYGGNAD AV DE VÅTRUMSSYSTEM SOM INGÅR I KABINFÖRSÖK OCH KONTROLLSERIE

5.1 Undersökta system - systemens uppbyggnad

De testade ytbeklädnaderna ingår i nyutvecklade våtrumssystem som förutom ytskikt byggs upp av till exempel våtstarka spackel, lim och glasfiberväv var för sig motståndskraftiga mot fukt och i princip mögelresistenta. Vid studium av system i kabinförsöken inkluderades eventuella fogmassor, förseglingsmassor med mera samt fogar mellan våder, tapeter och väggmattor. Beklädnaden av kabinernas väggar har utförts av respektive fabrikant enligt gällande arbets- och materialbeskrivningar.

Kvaliteten på arbetsutförandet är sålunda med i undersökningen och kan förmodas vara av hög nivå. Tre huvudgrupper av nya våtrumssystem har testats.

- Färgsystem med plast som bindemedel i allmänhet på bärare av glasfiberväv. Plasterna har i ytskikten utgjorts av PVA-latex, akryllatex, akrylatsampolymerlatex och alkydlack. Uppbyggnad se figur 5.1.
- Plasttapeter, väggmattor av plast samt plastlaminat. Plastmaterialet i ytskikten har utgjorts av PVC respektive melaminformaldehydharts. Uppbyggnad se figur 5.2 och 5.3.
- Keramiska plattor, bestående av två sorters klinkerplattor och en kakelsort. Uppbyggnad se figur 5.4.

Som referens prövas också parallellt ett system av PVA-latexfärg på glasfiberväv av äldre typ och som var vanligt förekommande i Pehrsons undersökningsmaterial (1986).

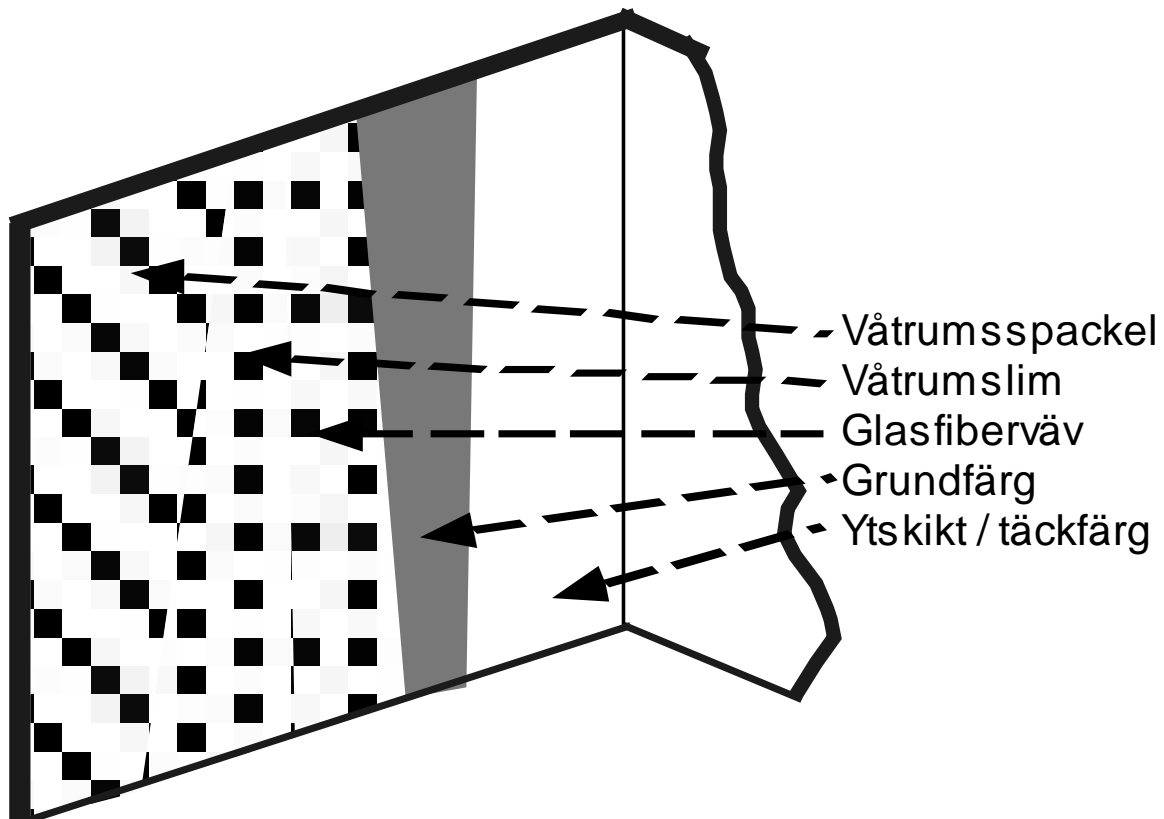
5.2 Ytskikt av målarfärg på glasfiberväv

En färg består av bindemedel, pigment, fyllnadsmedel, lösningsmedel och tillsatsmedel.

- Bindemedlet bildar en sammanhängande film och svarar för färgskiktets vidhäftning och beständighet.
- Pigmenten består av finkorniga partiklar och ger filmen kulör och täckförmåga. Pigmenten har stort inflytande på färgens konsistens och appliceringsegenskaper.
- Fyllnadsmedel består av finfördelat fast ämne med ringa täckförmåga som tillsätts för att ge färgen fyllighet, förbättrad strykbarhet och reducerat pris.
- Lösningsmedel är en vätska som löser bindemedlet.
- Tillsatsmedel är en mycket varierande grupp, till exempel förtjockningsmedel, mjukningsmedel, vätningsmedel, torkmedel och emulgeringsmedel.

Den avgörande skillnaden mellan olika färger är bindemedlet. Bindemedlet i akrylbaserade färger är framställt genom polymerisation av akrylsyra eller metakrylsyra och / eller estrar framställda från dessa. Bindemedlet i alkydbaserade färger är framställt genom polymerisation av två eller flervärda karbonsyror, eller deras anhydrider, med flervärda alkoholer. En annan skillnad är att blandningen av fasta och flytande substanser kan förekomma i olika fysikaliska fördelningsformer, nämligen lösningar eller dispersioner. För lösningar gäller principiellt att bindemedlet måste vara lösligt i lösningsmedlet för att det ska bli en homogen blandning av olika substanser. En dispersion kännetecknas av att den består av två faser, av vilka när det gäller färg, den sammanhängande (yttre) fasen är flytande, medan den eller de andra faserna består av fasta och / eller flytande partiklar.

För att uppnå och stabilisera det dispergerade tillståndet använder man sig av ett dispergeringsmedel. En suspension är en dispersion av fast i flytande. En emulsion är en dispersion av flytande i flytande, till exempel olja i vatten (o/v-emulsion) eller vatten i olja (v/o-emulsion). Den förra o/v-emulsionen kan ofta förtunnas obegränsat med vatten. Latex användes ursprungligen för att beteckna o/v-emulsionen av naturkautchuk, det vill säga mjölksaften från gummiträdet. Idag används begreppet latex i vidare betydelse, nämligen för en dispersion som erhålls genom polymerisation av i vatten emulgerad mono-monomer. Exempel på i latexfärg ingående bindemedel är polyvinylacetat, polyakrylat och polystyrenbutadien. Latexfärger uppbyggda på dessa binde- medel kan lämpligen kallas PVA-latexfärg, akrylat-latexfärg och SB-latexfärg. Traditionella latexfärger är mindre diffusionstäta än till exempel alkydlackfärger. Många anser därför att för att få ett gott resultat vid målning i våtrum, bör åtminstone grundfärgen vara av alkydtyp med lösningsmedel. Det är dock ett motstånd från målarnas sida att använda färgsystem med lösningsmedel. Färgerna är klassificerade i så kallade YSAM-grupper med vissa krav på skyddsföreskrifter vid arbetsutförande. Vid arbete med färger innehållande lösningsmedel, erfordras i allmänhet skyddsmasker med mera vid målning av väggytor. Detta komplicerar målningen som därmed blir dyrare samtidigt som risken för personella skador / -ohälsa ökar om inte skyddsföreskrifterna respekteras. I nedanstående figur 5.1 visas ett vanligt utförande av målarfärg på glasfiberväv.



Figur 5.1: Vanligt förekommande utförande av målning på glasfiberväv i våtrum. På gipsskivan spacklas ett våtstarkt spackel innehållande antimögelmedel. Därefter limmas glasfiberväven med ett våtfast lim som rollas på. Grundfärgen appliceras på väven och skall vara avvikande i kulör mot den färdiga ytan. Färgen skall påföras flödigt för att en porfri yta skall erhållas och till slut målas två lager med täckfärg, fungicider ingår.

I den fortsatta rapporttexten karakteriseras våtrumssystemen endast av färgtypen i ytskiktet, till exempel enligt figuren akrylatlatexfärg. I undersökningen har våtrumssystemen med olika plaster som bindemedel i målarfärg varit ett dominerande inslag med totalt 11 objekt. Av praktiska skäl indelas därför huvudgruppen i tre undergrupper.

- Akrylatlatexfärg med objekten 1b, 1d, 2a, 2d och 4a med tre olika fabrikat.
- Akrylatsampolymerlatexfärg med objekten 2b, 2c och 5c och två fabrikat.
- Alkydlackfärg med objekten 1a, 1c och 5b och endast ett fabrikat.

I tabellerna 5.1 - 5.3 framgår hur de olika våtrumssystemen uppbyggts med olika komponenter. Ytterligare specifikation har inte ansetts meningsfullt inom projektets ram. I färggruppen ingår också det färgsystem av vanligt förekommande äldre typ med PVA-latex i ytskiktet som utgjort referensobjekt i försöken, objekt 5d. Systemet har byggts upp med i handeln förekommande material och vid utförandet har fabrikanternas anvisningar följts. Systemet har följande uppbyggnad:

- Våtrumsspackel,
- våtrumslim,
- glasfiberväv och
- 2 ggr PVA-latex.

Enligt materialspecifikationerna ingår inga fungicida medel i ytskiktet eller i övriga skikt.

Tabell 5.1 : Ytskikt av akrylatlatexfärg på glasfiberväv. Specifikation av testobjektens systemuppbyggnad och färgfabrikat / tillverkare.

<u>Objekt / Nr</u>	<u>Uppbyggnad</u>	<u>Fabrikat</u>
1b	Våtrumsspackel, våtrumslim, glasfiberväv, akrylatsam-polymerlatex, 2 ggr akrylatlatex med fungicid.	Beckers
1d	Våtrumsspackel, våtrumslim, glasfiberväv, akrylatsam-polymerlatex, 2 ggr akrylatlatex med fungicid.	Beckers
2a	Våtrumsspackel, våtrumslim, glasfiberväv, akrylatsam-polymerlatex, 2 ggr akrylatlatex med fungicid.	Beckers
2d	Våtrumsspackel, våtrumslim, glasfiberväv, akrylatlatex, 2 ggr akrylatlatex med fungicid.	HP
4a	Asfaltgrund, glasfiberväv, 2 ggr akrylatlatex.	Icopal

Anmärkning.

I systemuppbyggnaden kan olika fungicida preparat ingå, i denna undersökning är detta inte specificerat, och kan sålunda ge skilda egenskaper åt färgskikten även om de är från samma tillverkare och har samma principiella uppbyggnad.

Tabell 5.2: Ytskikt av akrylatsampolymerlatexfärg på glasfiberväv. Specifikation av testobjektens systemuppbyggnad och färgfabrikat / tillverkare.

<u>Objekt / Nr</u>	<u>Uppbyggnad</u>	<u>Fabrikat</u>
2b	Våtrumsspackel, våtrumslim, glasfiberväv, akrylat-latex, 2 ggr akrylatsampolymerlatex med fungicid.	Nordsjö
2c	Våtrumsspackel, våtrumslim, glasfiberväv, akrylatsampolymerlatex, 2 ggr akrylatsampolymerlatex med fungicid.	Dickursby
5c	Akrylatsampolymerlatex, 2 ggr akrylasampolymerlatex.	Dickursby

Anmärkning.

Objekt 5c saknar glasfiberväv som bärare.

Tabell 5.3: Ytskikt av alkydlackfärg på glasfiberväv. Specifikation av testobjektens systemuppbyggnad och färgfabrikat / tillverkare.

<u>Objekt / Nr</u>	<u>Uppbyggnad</u>	<u>Fabrikat</u>
1a	Våtrumsspackel, våtrumslim, glasfiberväv, alkyd-akrylatlatex, 3 ggr alkydlack med fungicid.	Alcro
1c	Våtrumsspackel, våtrumslim, glasfiberväv, alkyd-ackrylatlatex, 2 ggr akrylatlatex, alkydlack med fungicid.	Alcro
5b	Våtrumsspackel, våtrumslim, glasfiberväv, alkyd-akrylatlatex, 2 ggr akrylatlatex, alkydlack med fungicid.	Alcro

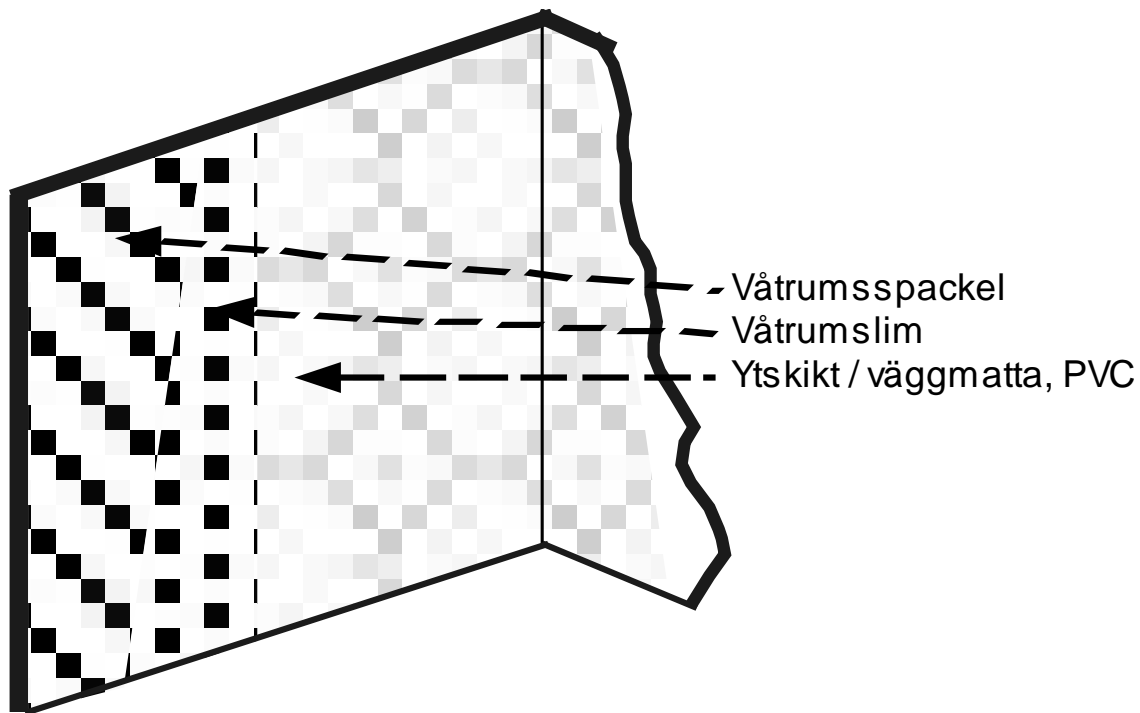
5.3 Uppbyggnad av våtsystem med plastmaterial i ytskiktet

Våtrumstapet:

Det finns på marknaden en rad olika våtrumstapeter. Gemensamt för dem alla är att de består av en bärare belagd med plast. Bäraren kan till exempel vara glasfilt, mineralfilt eller polyester och cellulosa. Beläggningen består av mjukgjord PVC. På några nyare tapeter finns akrylskikt på ytan som förbättrar tapetens egenskaper. Det yttre akrylskiktet minskar migreringen, det vill säga molekylvandringen, till ytan av lågmolekyllära tillsatser typ mjukningsmedel och därmed ökar ytans smutsavvisande förmåga. Olika bärare har olika egenskaper, till exempel svällningen i vatten varierar. Den är 0,1 % för glasfilt, 0,3 - 0,4 % för mineralfilt och cirka 0,5 % för fibertyg, nonwoven av polyester och cellulosa. Den bärare som har lägst svällning uppvisar störst dimensioneringsstabilitet. Ovanpå bäraren finns ett eller flera skikt av PVC av varierande tjocklek. Den mjukgjorda polyvinylkloriden kan i sig innehålla en rad tillsatser, bland annat en relativt stor andel mjukningsmedel. Utanpå PVC-skiktet finns idag i vissa fall ett lackskikt, till exempel akrylatlack och dess uppgift är att skydda underskiktet mot urlakning och vandring av mjukningsmedel. Förlust av mjukningsmedel påverkar produktens krympning. Det finns uppgifter i litteraturen om att PVC angrips av mögel. Det är snarare tillsatsen i PVC som angrips och då speciellt vissa mjukningsmedel. De på marknaden tillgängliga tapeterna är av mycket varierande kvalitet, men vissa är testade för att klara badrumsmiljön. Det kan finnas fungicid tillsats i såväl bärare som i PVC-blandningen och i bästa fall är samtliga tillsatser valda med utgångspunkt från den fuktiga miljön. Rätt valda mjukningsmedel angrips inte av mögel.

Väggmattor:

Det finns väggmattor som tillika tapeterna består av bärare plus polyvinylklorid. Dessutom finns homogena väggmattor av polyvinylklorid utan armering. Expanderade material, det vill säga jäst polyvinylklorid, förses ofta med ytlackering av ett transparent PVC-skikt för att täta eventuella porer som kan bildas på ytan när materialen jäses. Ytlackeringen gör väggarna lättare att hålla rena. Kända skador är missfärgningar av väggytor orsakade av olika limtyper, färggenomträngning från underlaget liksom fogsprickor. Genom avgång av lågmolekyllära tillsatser såsom mjukningsmedel, krymper mattan vilket i sin tur kan innebära att fogförslutningen inte håller. Plastmattorna fungerar både som mekaniskt skydd, *regnkappa*, och fuktspärr. Det är därför mycket viktigt hur mattan monteras. En liten otäthet i fogar eller matta kan ge stora skador som följd. I figur 5.2 visas ett vanligt förekommande sätt att applicera en våtrumsmatta på vägg.



Figur 5.2: Uppbyggnad av våtrumssystem med väggmatta. Väggmattor levereras vanligen i bredder om maximalt två meter och är cirka en millimeter tjocka. De limmas på väggen med vattenfast dispersionslim. Tidigare har även kontaktlim använts vilket numera endast används på små ytor.

Plastlaminat:

Som ytskikt på väggar i bostäders våtrum förekommer plastlaminat inte i någon större omfattning i vårt land. Den praktiska erfarenheten av materialet för detta ändamål är därför begränsad. Däremot är det mera vanligt att laminat används vid exempelvis skärmväggar i offentliga badanläggningar med mera. Den miljö som materialet här utsätts för är ungefär samma som i bostaden, i vissa fall även fuktigare. De vanligaste systemen med plastlaminat består av vattentålig spånskiva och ytskikt av hårdplast, med yttersta skiktet av melaminformaldehydharts.

I undersökningen har ingått tre objekt med ytskikt av

- plasttapeter: 3a, 3b och 4b,
- väggmatta: 3c, 3d och 5a och ett objekt med ytskikt av
- plastlaminat: 6.

Plasttapeterna har varit av ett fabrikat, i gruppen med väggmattor representeras två fabrikat. Av plastlaminaten finns endast en tillverkare representerad. I tabell 5.4 framgår hur de olika våtrumssystemen för kabinförsöken är uppbyggda av olika komponenter.

Tabell 5.4: Ytskikt av plastmaterial. Specifikation av testobjektens systemuppbyggnad och fabrikat / tillverkare.

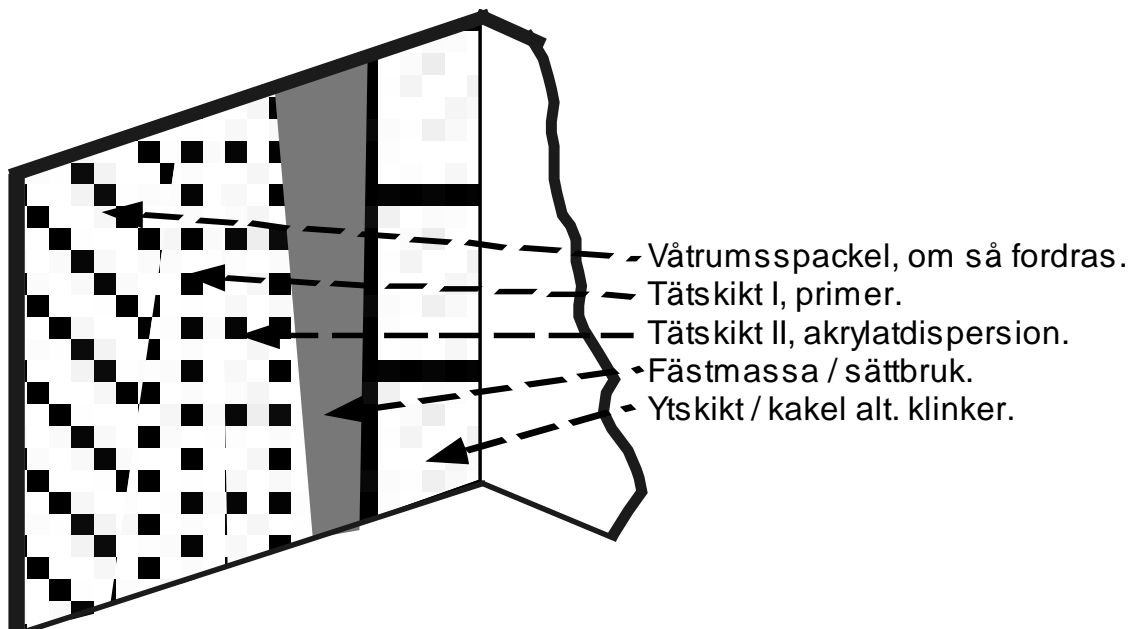
<u>Objekt / Nr</u>	<u>Uppbyggnad</u>	<u>Fabrikat</u>
3a	Våtrumsspackel, våtrumslim, textilburen vinyltapet.	Kåbergs
3b	Våtrumsspackel, våtrumslim, textilburen vinyltapet.	Kåbergs
4b	Våtrumsspackel, våtrumslim, textilburen PVC-tapet.	Kåbergs
3c	Våtrumsspackel, våtrumslim, syntetfiltburen PVC-matta.	Tarkett
3d	Våtrumsspackel, våtrumslim, syntetfiltburen PVC-matta.	Tarkett
5a	Våtrumsspackel, våtrumslim, syntetfiltburen PVC-matta med fungicid.	ODO-Int.
6	PVA-latex, luftspalt plastlaminat Fungicid, luftspalt plastlaminat Obehandlad, luftspalt plastlaminat	Perstorp

Anmärkning:

Plastlaminatet är monterat i en särskilt utformad kabin vars väggytor av gipsskivor före montering av laminatet behandlades enligt ovan. Mellan plastskiva och vägg finns en smal luftspalt.

5.4 Uppbyggnad av våtrumssystem med keramiska plattor i ytskiktet

Våtrumssystem med keramiska plattor som ytskikt byggs vanligen upp med en fuktspärr mot väggunderlaget, en fästmassa för plattorna, plattor och fogmassa mellan plattorna, se figur 5.4. Våtrum med keramiska plattor är utförda så att plattorna, fungerar som en *regnkappa* och samtidigt som skydd mot kemikalier, smuts och nötning. Fogarna mellan plattorna är dock genomsläppliga för vatten. För att skydda bakomliggande material och konstruktioner mot fukt skall det därför finnas ett kompletterande tätskikt bakom plattorna. Det finns på marknaden ett stort antal olika fogbruk. I våtrum bör företrädesvis endast så kallat elastiska fogmassor användas, minskar risken för sprickbildning. När det gäller fuktspärren brukar idag två olika huvudtyper användas. Antingen strykes ett fuktskydd i form av en mer eller mindre lättflytande akryldispersion på väggstommen eller också påføres med spackel ett 1 - 2 millimeter tjockt skikt av en akryldispersionsmassa. Tidigare användes även asfaltbaserade fuktspärrar på väggarna men skadefrekvensen beträffande nedfall av plattor har varit stor, varför isolertypen numera är sällsynt. De keramiska plattorna fästes i det första alternativet med en cementbaserad fästmassa, i det andra alternativet med samma dispersionsmassa, cirka 3 millimeter, som användes till tätskiktet. Slutligen fogas plattorna med ett cementbaserat fogbruk, vid vinklar, rörgenomföringar med mera användes dock mjukfog av typ sanitär-silikon, vilket som senare framgår visade sig vara en svag zon. Eftersom det cementbaserade fogbruket mellan plattorna kan släppa igenom en viss kvantitet vatten, är det absolut nödvändigt att ha ett fungerande fuktskydd närmast stomväggen.



Figur 5.3: Uppbyggnad av våtrumssystem med keramiska ytskikt hämtat ur Försäkringsbolagen informerar (1990).

Det är av yttersta vikt att genombrytningen av fuktskyddet, rör genomföringar etc, tätas noga i anslutning till fuktskyddet, det vill säga bakom plattorna närmast stomväggen. Det är speciellt förrådiskt med otätheter vid denna väggtyp, eftersom dessa normalt inte är synliga från rumssidan. I forskningsprojektet har ingått två objekt med ytskikt av keramiska plattor 4c och 4d båda av samma fabrikat.

- 4c utgörs av två olika slags klinkerplattor och
- 4d utgörs av kakelplattor.

Systemuppbyggnaden framgår av tabell 5.5.

Tabell 5.5: Ytskikt av keramiska beklädnader. Specifikation av testobjektens systemuppbyggnad och fabrikat / tillverkare.

<u>Objekt / Nr</u>	<u>Uppbyggnad</u>	<u>Fabrikat</u>
4c	Akrylatdispersion, sättbruk, klinkerplattor (av två slag) med fogbruk.	Höganäs-Partec
4d	Akrylatdispersion, sättbruk, klinkerplattor med fogbruk.	Höganäs-Partec

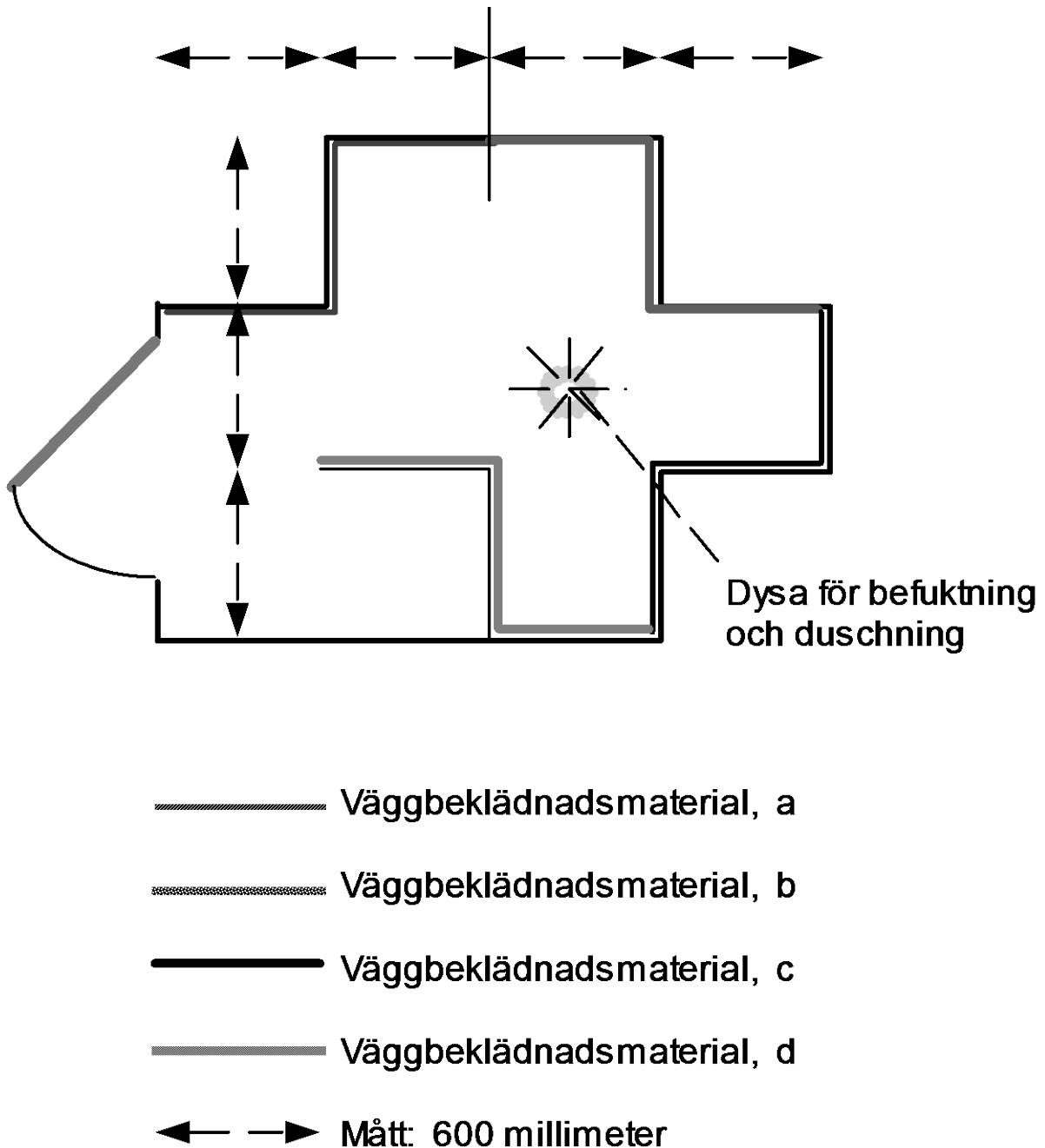
Anmärkning

I testobjekt 4c ingår två slags klinkerplattor.

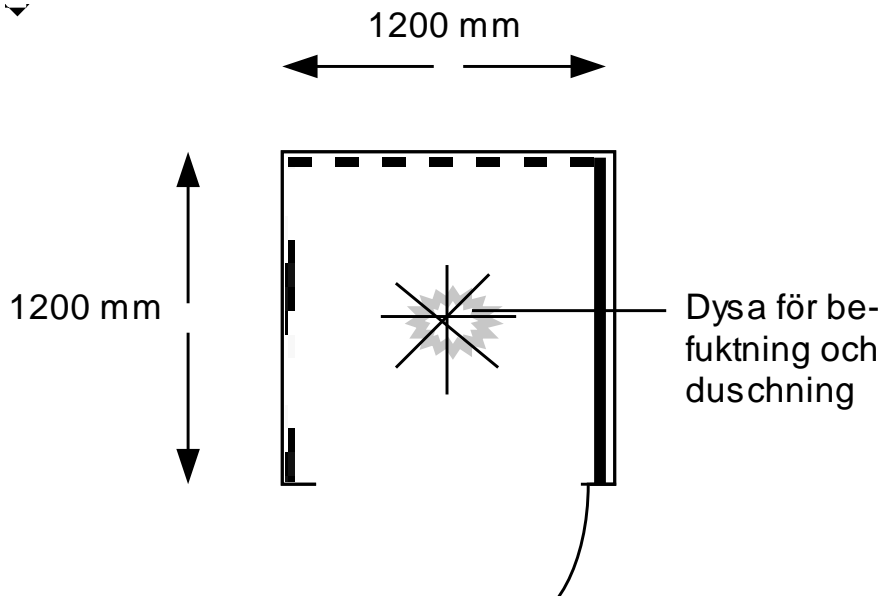
6. FULLSKALEFÖRSÖK MED KABINER OCH DUSCHKABINER

Kabinutformning

De i föregående avsnitt redovisade systemen för våtrumsbeklädnad (21 st) har alla applicerats av respektive fabrikant / tillverkare. Detta i enlighet med gällande arbets- och materialbeskrivning på väggarna till de fönsterlösa kabinerna. Temperaturen i kabinerna har hållits konstant på cirka 20 °C och den relativa luftfuktigheten regleras mellan 90 - 100 % under försöksperioden. Av beklädnadernas ytskikt har också parallellprover i laboratorium genomförts. Detta med ett stort antal provplattor, så kallade test panels, som ingår i kontrollserien se vidare kapitel 7. Fem kabiner har utformats i enlighet med rekommendationer utgivna av Nordtest, Bathroom walls: Watertightness and resistance to water and moistures, Revision of NT BUILD 058. En sjätte kabin för test av plastlaminat utformades dock på annat sätt. Kabinerna är så utformade att såväl inåtgående och utåtgående hörn erhållits för alla testade väggbeklädnader och har då plats för fyra olika beklädnader, se figur 6.1 för kabinsystem 1 - 5 och 6.2 för kabinsystem 6.



Figur 6.1 Utformning (planritning) av kabinsystem 1 - 5 med plats för fyra olika beklädnadssystem. Väggfältet för respektive beklädnad omfattar ett inre och ett yttre hörn samt har en vertikal skarv för vissa beklädnadsmaterial. Respektive läge för beklädnadernas väggfält betecknas med a - d.



Ytbehandling av testkabinvägg bakom plastlaminatskiva

- a, PVA - latexfärg
- · · b, Fungicid
- c, Obehandlad

Figur 6.2: Utformning (planritning) av kabinsystem 6 med plats för tre olika beklädnadssystem. I denna kabin förekommer endast inre hörn för beklädnaderna. Plastlaminatskivorna är fästade i aluminiumprofiler vilka är utformade så att plastlaminatskivan får en distans på cirka 8 millimeter från väggunderlag.

Tak och väggar till kabinerna är uppbyggda av gipsskivor på träreglar medan golven utgörs av spånskivor. För att medge inspektion med mera finns en dörr till varje kabin. Den inre höjden är cirka 2100 millimeter, övriga mått framgår av figur 6.1. Varje system, så när som på plastlaminat, anbringas i sidled 1,8 löpmeter. Totala provytan är därigenom cirka 3,8 kvadratmeter. Mot anslutande material har fogarna omsorgsfullt förseglats med fogmassor av olika slag. När det gäller system med ytskikt av vinyltapeter, -mattor och plastlaminat ingår en vertikal fog i försöksytan. I mitten på taket till respektive kabin finns en vattendysa monterad som i försöksfas I tillförde, i finfördelad form, erforderlig vattenmängd för att hela tiden hålla kabinernas luftfuktighet vid 90 - 95 % RF. I försöksfaserna II och III monterades i stället in ett duschmunstycke cirka 1800 millimeter över kabin golvet. Härigenom kunde en duschning simuleras. Dels erhöles i kabinerna en hög relativ luftfuktighet 90 - 100 % RF dels också en viss mängd vattendroppar på beklädnaderna. Duschsimuleringen genomfördes två gånger per dygn med åtta timmars mellanrum, under vardera fem minuter med en total vattenmängd av 32,5 liter. Vattnets temperatur var cirka 35 °C och i detta utförande kan

kabinerna kallas duschkabiner. Taket i kabinerna har behandlats med särskild våtrumsfärg medan golvet försetts med fuktspärrande material och en golvbrunn. Dessa ytbehandlingar har inte varit föremål för närmare undersökningar.

- I fas I har kabinerna utnyttjats för genomförandet av mögelresistensstudierna,
- i fas II som duschkabiner för motsvarande undersökning och
- i fas III studium av saneringsåtgärder i behandlade kabiner.

Beträffande tester av plastlaminat var en enklare utformning av kabinerna dock nödvändig på grund av skivornas dimensioner. Beklädnadsskivorna av plastlaminat monteras med en luftspalt mot väggstomme av gipsskivor och kan tänkas användas bland annat som renoveringsskivor. Med hänsyn härtill ytbehandlades därför gipsskivorna först, dels med fungicid och dels med en äldre PVA-latexfärg på glasfiberväv, medan en väggyta lämnades obehandlad. I vilken utsträckning dessa bakomliggande ytor varit utsatta för mögelangrepp eller dylikt under försökets gång har inte registrerats. Vid utvärderingen har hänsyn tagits till skillnaderna i ytstorlek mellan laminat och övriga system 7,6 respektive 3,8 kvadratmeter.

7. GENOMFÖRANDE AV KABINFÖRSÖK OCH KONTROLLSERIE

7.1 Kabinförsök - fasindelning

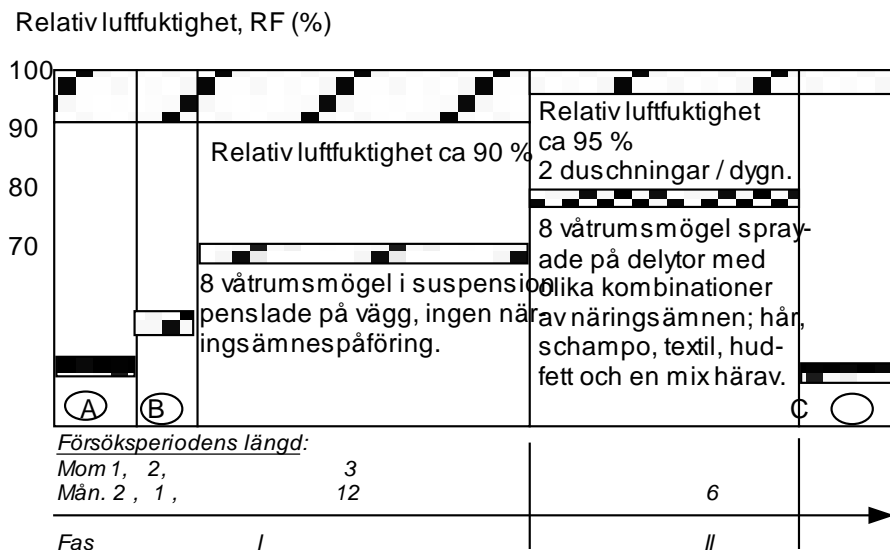
Som tidigare berörts utfördes studierna av mögelresistensen hos ytskikten, utgörande projektets huvudexperiment, i kabinerna i tre avgränsade faser, fas I, II och III. Under fas I och II syftade experimenten till att fastställa mögelresistensen under varierande förutsättningar beträffande fuktförhållanden, näringstillgång och mögelsporbelastning. I den tredje och avslutande fasen utfördes en studie av saneringsåtgärdernas effektivitet med utnyttjande av de ytskikt som utsatts för mögelangrepp i faserna I och II.

Under den inledande fasens första moment studerades huruvida mögelpåväxt inträffade på väggbeklädnaderna i de sex försökskabinerna när luftfuktigheten hölls vid 90 - 95 % RF och med temperaturen straxt under 20 °C. Detta moment varade i cirka två månader varefter en noggrann okulär besiktning av ytskikten företogs. Under försöksperioden studerades spontant uppträdande av mögelangrepp i kabinerna. Förekomsten kan bedömas som måttlig. Enligt utförda bestämningar har luften utanför kabinerna en sporhalt motsvarande kontorsmiljö eller lägre, se Blomqvist et al (1986). I ett andra moment av den första fasen ökades mögelbelastningen vid bibehållen fuktig miljö i kabinerna genom att en sporsuspension av åtta arter av mögelsvampar sprayades på ytskikten. Enligt utförda bestämningar uppskattas mögelbelastningen till storleksordningen 25 miljoner sporer per kvadratmeter väggyta. Efter cirka en månads försökstid okulärbesiktigades ytskikten återigen i avsikt att fastställa eventuell mögelpåväxt och missfärgning med mera. Den första fasen avslutades med ett tredje moment som innebar att ytskikten inokulerades med mögelsporer i form av en suspension som penslades på väggarna i form av strängar i ett visst mönster. Denna inokulering motsvarade även den cirka 25 miljoner sporer per kvadratmeter väggyta med den skillnaden dock att avsevärt bättre kontakt erhöles mellan sporer och underlag än tidigare. Den fuktiga miljön bibehölls oförändrad från föregående moment. Försöket varade i ytterligare tolv månader och avslutades med en noggrann okulärbesiktning och viss mykologisk provtagning av samtliga väggytor. Eventuell mögelutbredning protokollfördes och i odlingsproverna fastställdes den dominerande svamparten.

Fas II inleddes därefter med en försiktig rengöring, innefattande desinficering med etanol, av samtliga ytskikt i kabinerna. I denna fas upprätthölls en relativ luftfuktighet av 95 - 100 %. Dessutom genomfördes ett duschningsprogram som två gånger dagligen medförde att väggytorna fick tillgång till fritt vatten. De tidigare rena väggytorna belades systematiskt med olika för mögelpåväxt gynnsamma näringssubstrat i ett visst mönster. Näringssubstraten hade utvalts bland annat med ledning av de resultat som framkommit i kontrollserien. Mögelsporer från åtta genuina våtrumssvampar inokulerades medelst sprayning på dessa substrat. Försökstiden varade i sex månader under vilken tid flera okulära granskningar av ytskikten genomfördes. Fotografering har delvis använts över uppkomna skador för Kungl Tekniska Högskolans interna dokumentation. Odlingsprov på agarplatta togs på de mest

angripna ställena vid flera tillfällen. Angreppens omfattning har bedömts enligt en skala med sex olika nivåer och redovisas i form av så kallad påväxtgrad.

I fas III har saneringsåtgärder vidtagits med kommersiellt tillgängliga desinfektionsmedel avsedda för hushållsbruk. Varje beklädningssystem sanerades med fyra sådana medel på olika delytor. Efter saneringen inleddes ett duschprogram i överensstämmelse med fas II. Tillförel av mögelsporer skedde dels spontant dels genom utväxt av hyfer och mycel från omgivande icke sanerade ytor. Försöket varade cirka tre månader och därefter granskades de sanerade ytorna okulärt för fastställande av eventuella mögelskador, *finger prints* genomfördes också på vissa delytor. Duschkabinförsöken avslutades med en noggrann och försiktig rengöring av de ställen där maximal påväxtgrad observerats. I detta sammanhang var det önskvärt att fastställa huruvida ytskikten fått någon bestående skada eller missfärgning i ytan. De observerade ytornas tillstånd bedömdes enligt en skala med sex olika grader och redovisas i form av en så kallad skadegrad. Denna i kombination med påväxtgraden och mögelangreppets yutbredning ger en uppfattning om ytskiktens mögelresistens. Motsvarande bedömning har gjorts också på ytskikten i kontrollserien.



- (A) Spontan mögelinfektion.
- (B) 8 våtrumsmögel sprayades på vägg.
- (C) Spontan mögelinfektion, sanerade väggar

Figur 7.1: Schema över fuktbelastning och mögelpåfrestningens styrka under de olika försöksperioderna. Fasindelning av kabinförsöken.

7.2 Kabinförsök - fas1: studium av ytskikts mögelresistens vid succesivt ökad mögelkontaminering

Under hela denna fas av kabinförsöken har en temperatur av 18 ± 1 °C och relativ luftfuktighet (RF) av 90 - 95 % upprätthållits i kabinerna. Det som varierat under denna fas är det sätt på vilket svampsporererna har påförts väggbeklädnaderna. Med hänsyn härtill har fasen indelats i tre delmoment. Totala varaktigheten var cirka 15 månader. Under fasens första delmoment tillfördes inte svampsporer avsiktligt. Eventuell mögelpåväxt baseras sålunda på den spontana etablering av sporer som kan äga rum i kabinerna. Sporererna är i huvudsak luftburna och härrör från lokalen utanför kabinerna. Mikrofloran har den sammansättning som bestäms av denna yttre miljö. Detta moment varade cirka två månader och avslutades med noggrann okulär besiktning av ytskikten.

Vid inledning av fasens andra moment tillfördes kabinerna mögelsporer genom sprayning av en suspension bestående av vatten, maltextrakt och sporer från åtta utvalda genuina våtrumssvampar. Sprayningsförfarandet beskrivs närmare i avsnitt 9.2. Försöksperioden hade en livslängd av cirka en månad och avslutades med en noggrann okulärbesiktning av ytskikten i kabinerna.

Under det tredje delmomentet utfördes en annan typ av inokulering varvid sporer från de åtta genuina våtrumssvamparna blandades upp i en agarlösning av gelantinliknande konsistens. Fördelen med denna metod är att suspensionen med sporer kan penslas direkt på ytskikten i form av strängar i bestämda mönster och med bestämda kvantiteter samt att sporererna får ett bättre fäste på underlaget, se också avsnitt 9.3. Mögelpåfrestningen bedömdes här som kraftigare än i de föregående delmomenten vilket också bekräftades av den resulterande mer omfattande mögelpåväxt som ägde rum. I avsikt att låta denna utvecklas på ett *naturligt* sätt utan avbrott gavs försöksperioden en längd av hela tolv månader. En grundlig okulär besiktning avslutade försöken. Därefter avlägsnades eventuell förekommande mögelpåväxt genom försiktig rengöring med tvål och vatten för att inte mekaniskt skada ytskikten. Ytorna desinficerades med etanol inför försöken enligt fas II. Påväxtgraden hos ytskikten som bestäms i detta delmoment kan direkt jämföras med påväxtgraden hos de delytor i kontrollserien som likaledes saknar näringssubstrat. Fukt och temperaturförhållandena är mycket likartade liksom också näringstillgång och mögelsporbelastning.

7.3 Kabinförsök - fas II: Studium av ytskiktens mögelresistens vid en fuktig, delvis våt miljö vid riklig näringstillgång för mögelsvamp

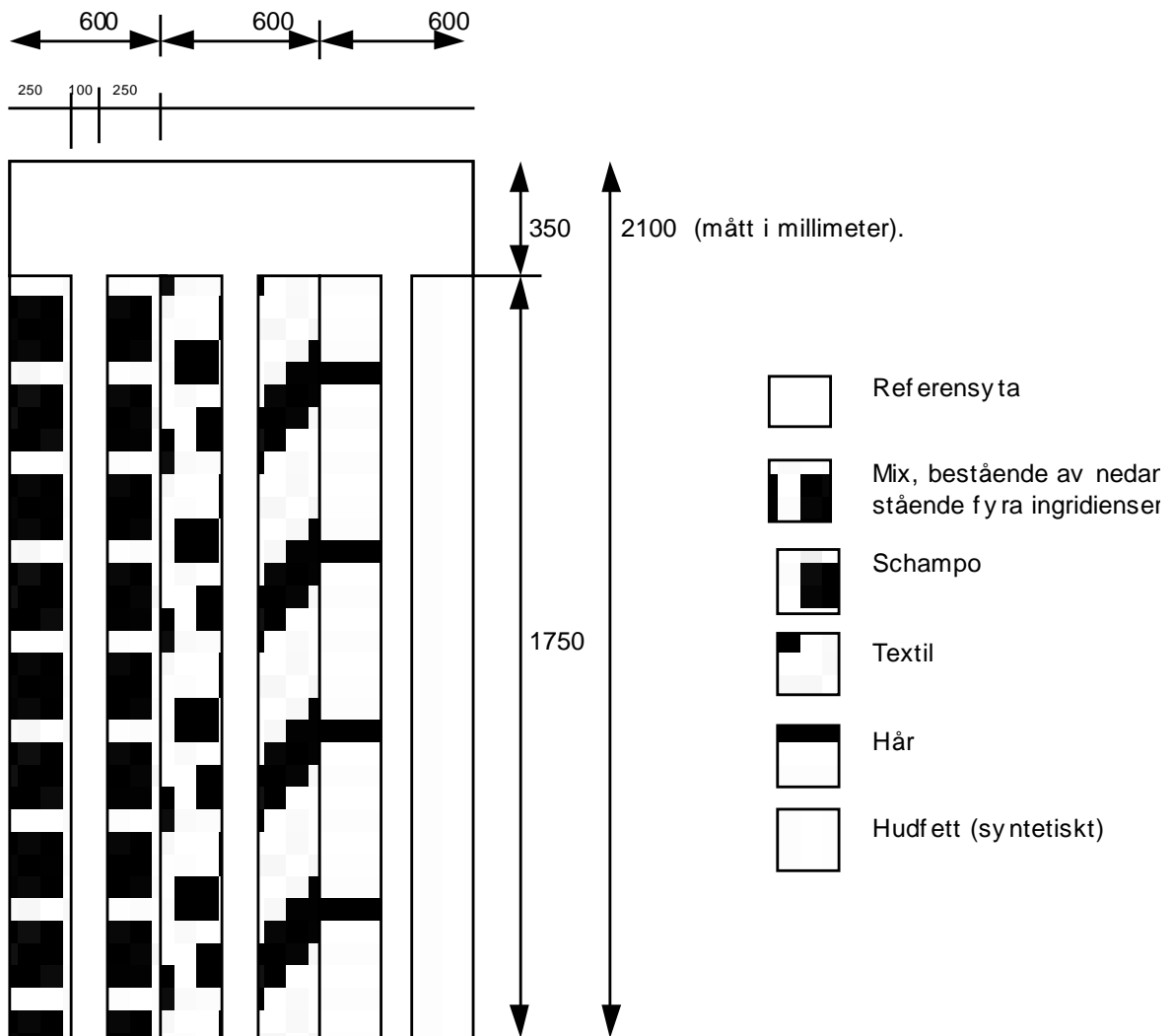
Miljöförutsättningarna för genomförandet av fas II i kabinförsöken utgjordes dels

- av en konstant hög relativ luftfuktighet cirka 95 - 100 % och lufttemperatur cirka 22 °C samt
- av ett duschprogram som resulterade i att beklädnaderna två gånger om dagen träffades av vattendroppar.

Gentemot fas I innebar detta gynsammare förutsättningar för etableringar för etablerande av mer fuktälskande svampsporer.

Varje väggbeklädnad uppdelades i delytor som var och en täcktes med näringssubstrat för mögelsvamparna i form av schampo, bomullsfiber, hår och syntetiskt hudfett samt en mix av dessa ingredienser. En delyta lämnades obehandlad i avsikt att den skulle utgöra en referensyta för olika tänkbara jämförelser. När de olika näringssubstraten givits tid att torka in och stabiliseras på ytorna, två dygn, genomfördes en inokulering medelst sprayning, se avsnitt 9.2. Suspensionen innehöll sporer från åtta genuina våtrumssvampar i likhet med tidigare inokuleringar. Substraten har valts ut med ledning av de resultat av den mögelpåväxt som erhållits i kontrollserien. I denna visade sig hudfett gynna påväxt allra mest medan schampo var det ofarligaste preparatet. Textilfibrer och hår kan sägas tillhöra de naturliga näringssubstraten i våtrum. Skillnaderna mellan fas I och II består i att denna senare innefattar tillförande av näringssubstrat på beklädnaderna och att fritt vatten uppträder i form av droppar på beklädnaderna under och strax efter duschningarna. Påfrestningarna på ytskikten har bedömts vara hårdare i denna senare fas än i den första. Bedömningen bekräftades genom att en mer omfattande mögelpåväxt ägde rum. Fas II varade i sex månader under vilken tid flera mykologiska provtagningar, fotograferingar och okulära granskningar ägde rum. Ett exempel på resultat av dessa granskningar och provtagningar redovisas i bilaga 1. Här har noterats påväxtgrad för varje delyta, dominerande mögelsort, angreppets ytutbredning, missfärgning av ytskiktet med mera vid granskningstillfällena. De olika objektens påväxtgrad anges i tabeller och diagram som framgår i resultatredovisningen.

Efter avslutade försök i fas III, saneringsfasen, har de mest mögelangripna zonerna hos varje våtrumssystem rengjorts noggrant och försiktigt. Det sålunda blottlagda ytskiktet har skadegranskats med lupp för att fastställa förekomst av eventuella skador på ytan. Skadorna har graderats enligt en skala från 0 till 5 där 0 står för helt oskadat material och fem för starkt skadat material. Denna ytskiktens skadegrad är av betydelse bland annat för bedömning av de reparationsbehov som uppstår i samband med mögelangrepp. För varje ytskikt redovisas mögelangreppens ytstorlek tillsammans med påväxt- och skadegrad. I mån av möjlighet kombineras dessa värden också med en så kallad medelpåväxtgrad som erhållits i kontrollserien.



Figur 7.2: För genomförandet av fas II med duschningsprogrammet har varje väggbeklädnadsyta uppdelats i delar som var och en försetts med näringssubstrat eller lämnats i ursprungligt skick. Mögelsporer från åtta genuina våtrumssvampar har påförts delarna medelst sprayning.

7.4 Kabinförsök - fas III: Studium av saneringsåtgärders effektivitet

Fas III av kabinförsöken har innefattat saneringsförsök med tre i handeln tillgängliga saneringsmedel

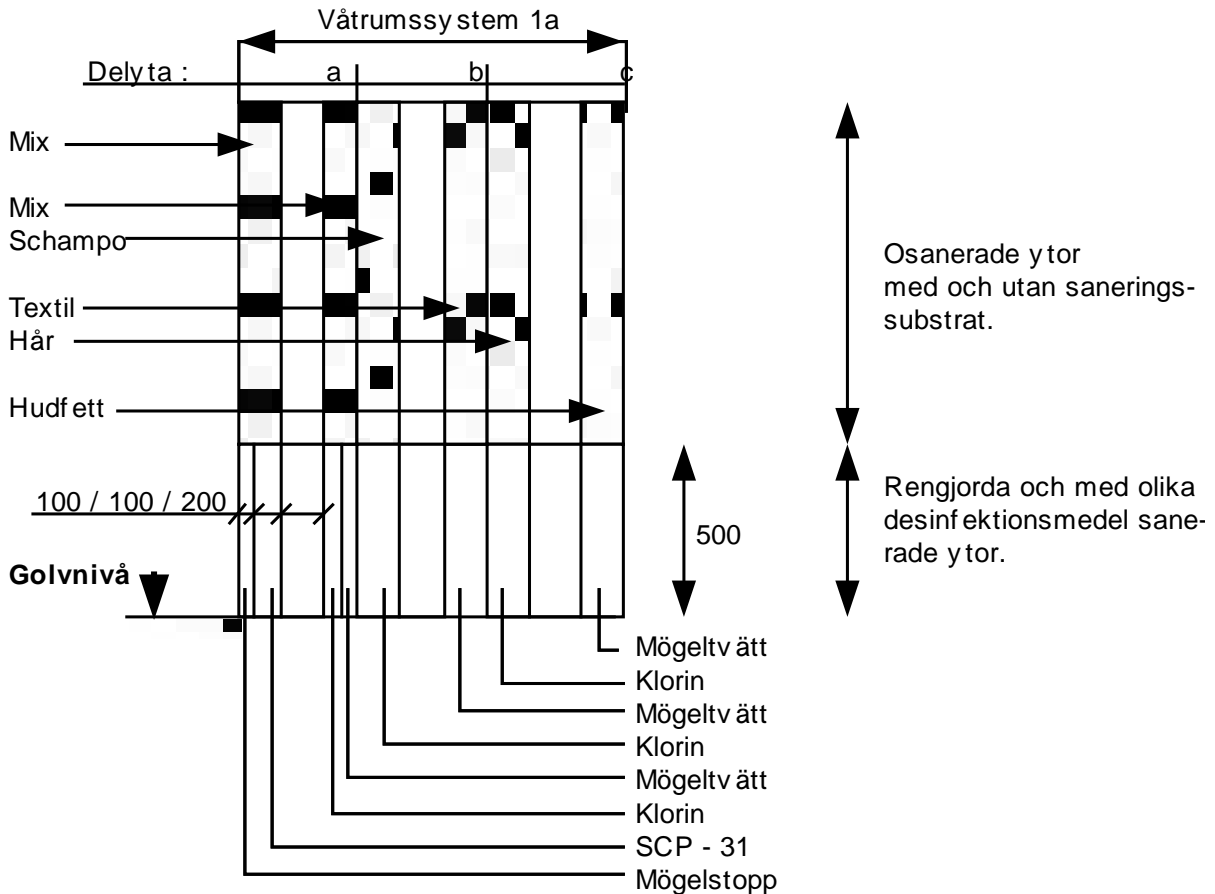
- klorin,
- mögelstopp,
- mögeltvätt

avsedda för hushållsbruk samt bekämpningsmedlet

- SCP 31 har också ingått.

För att ett gott resultat av sanering med dessa medel skall uppnås måste i regel förutsättas att mögelangreppen är i ett begynnelsestadium. Allvarliga angrepp över stora ytor kräver insatser av mera persistenta medel av typ Mitrol. Oavsett hur mögelresistent ett ytskiktmaterial visat sig vara enligt något standardiserat prov kan extrema påfrestningar medföra angrepp av mögel. En nödvändig åtgärd är i första hand en omsorgsfull rengöring. Metoden måste anpassas till ytskiktets motståndsförmåga mot mekanisk nötning och kemisk påverkan. För att säkerställa att vitala mögelsporer, hyfer och mycel avdödas kompletteras rengöringen med behandling med desinficerande medel.

Frågan är då i vilken utsträckning medlet är effektivt just mot genuina våtrumssvampar, om det på sikt kan öka ytskiktens mögelresistens och om effekten är bestående under lång tid med rådande höga luftfuktighet och hög ytfukt. Är medlen lika effektiva mot alla svamparter som är vanliga i våra våtrum, har de någon selektiv verkan? Försöken genomfördes så att de nedre delarna av kabinväggarna rengjordes och desinficerades med de fyra medlen i ett särskilt mönster som framgår av figur 7.3. Delytorna som desinficeras har en storlek av cirka 500 x 200 millimeter respektive 500 x 100 millimeter. De rengjordes först med svamp, scotch brite, och vatten varefter saneringsmedel påfördes enligt fabrikantens anvisningar. Referensytan, placerad mellan ytor preparerade med näringssubstrat, behandlades efter rengöringen dock inte med saneringsmedel. Hur de olika medlen fördelats framgår av figur 7.3. Sedan saneringen avslutats hölls kabinerna vid samma höga relativa luftfuktighet, inklusive duschprogram, som under fas II en tid av två månader. Under denna tid kunde mögelsporer från angränsande ytpartier etablera sig på de sanerade delytorna spontant antingen genom spridning med luftrörelser eller genom inväxt från omgivande ytor. Vid olika tillfällen granskades ytskikten för att fastställa uppkomst av missfärgningar, mögelpåväxt etc.



Blanka ytor = referensytor

Figur 7.3: Varje våtrumssystem indelades i delytor som sanerades med olika saneringsmedel enligt ovan. Före rengöring och sanering var delytorna belagda med näringssubstrat som framgår av figurens övre del. Fingerprints har också utförts.

En noggrann och omfattande bestämning av påväxtgraden på alla de sanerade ytorna genomfördes vid periodens slut, 2 å 3 månader efter starten. På varje ytskiktets delyta a, som tidigare varit preparerad med näringssubstrat mix och som sanerats med de fyra olika preparaten, togs odlingsprover med kontaktplattor. Läget framgår av figur 7.3. Antalet mögelkolonier på proverna bestämdes efter odling liksom den mikrosvampart som dominerar i påväxten. samt förekomst av bakterier har också noterats. Den tillämpade metodiken framgår ytterligare under avsnitt 14, resultatredovisning. Påväxtgraden på ytskikten bestämdes med de metoder som angivits tidigare. I ett något senare skede bestämdes de använda saneringsmedlens fungicida effekt i en kompletterande studie varvid ytterligare ett medel Duschan ingick. Tillvägagångssättet beskrivs i det avsnitt 14 där resultaten redovisas.

7.5 Kontrollseriens syfte

För att bestämma mögelresistensen hos våtrumsbeklädnader och för att göra resultaten mer praktiskt användbara är det önskvärt att genomföra erforderliga provningar under så realistiska betingelser som möjligt med avseende på miljöfaktorer, mögelinokulering, näringstillgång, ytskiktets kvalitet med mera. De i det föregående presenterade kabinförsöken är härvid ett sätt som inte tidigare tillämpats men som bedöms uppfylla högt ställda krav på verklighetsanknytning och reproducerbarhet. Dessa försök är emellertid mycket utrymmes- och resurskrävande och kan knappast komma i fråga vid annat än standardprovningar. I detta projekt förelåg därför behov av att komplettera kabinförsöken med systematiska detaljstudier. Dessa sammanfördes i en omfattande kontrollserie som kom att omfatta cirka 400 provplattor, så kallade testpanels.

Provningsen lades upp med avsikt att belysa huvudsakligen följande delfrågor;

- I vilken utsträckning gynnas mögeltillväxten på ytskikten vid varierande tillgång på näringssubstrat.
- Kan någon viss mikrosvamp visa sig orsaka större mögelpåväxt eller skada ytskikten mer än någon annan.
- Vilka skillnader / likheter i mögelpåväxt erhålls mellan metoderna i kabinförsök och kontrollserie. Kan resultaten styrkas genom ökad omfattning av delprover då observationerna i kabinförsöken är mer sporadiska.

Ytterligare ett syfte var att välja ut lämpligt näringssubstrat att påföra ytskikten för de fortsatta kabinförsöken i fas II samt eventuellt komplettera eller förändra svampfloran vid inokulering av kabinerna.

7.6 Provplattor / test - panels

För bestämning av mögelangreppens utveckling var det aktuellt att prova med åtta olika mikrosvampar systematiskt inokulerade på provplattor med sex olika näringssubstrat, varav en obehandlad (referensyta) för respektive ytskiktsmaterial representerade i kabinförsöken. Med dessa förutsättningar behövdes därför av varje ytskikt 48 delytor. Vid studium av tillgängliga standardiserade metoder framgick att man enligt svensk standard skulle få ett mycket stort antal provkroppar av stort format medförande krav på omfattande förvaringsutrymmen. Den amerikanska metoden, ASTM 3273, föreföll helt olämplig för ändamålet. Efter noggrant övervägande bedömdes det som tillräckligt att framställa cirkulära provplattor med diametern 85 millimeter av ytskikten som placerades i så kallade petriskålar. På varje platta avdelades två provytor varför antalet kunde reduceras till 24 per ytskikt. Plattorna klipptes ut ur reststycken från beklädnaderna i kabinerna när de utgjordes av plasttapeter och väggmattor. Från plastlaminaten borrades plattorna ur. Vävburna målarfärger ströks upp på underlag av glasfiberväv i enlighet med fabrikanternas anvisningar. Provpplattorna klipptes till ur större ark. Den färg som i undersökningen saknar bärare av glasfiberväv, objekt 5c, målades direkt på petriskålarnas botten. De keramiska plattorna sågades till i form av liksidiga åttahörningar med i stort sätt samma yta som övriga provplattor, cirka 57 kvadratcentimeter. Dock medtogs inte fogbruket till plattorna i kontrollundersökningen. Tillverkning och beredningen av provplattorna koordinerades med utförandet av motsvarande väggbeklädnader i kabinerna. Av olika skäl kunde detta dock inte genomföras för två olika alkydlackfärger på glasfiberväv samt två akrylatlatexfärger på glasfiberväv. I tabell 7.1 har de ytskikt sammanställts som ingår i både kabinförsök och kontrollserier.

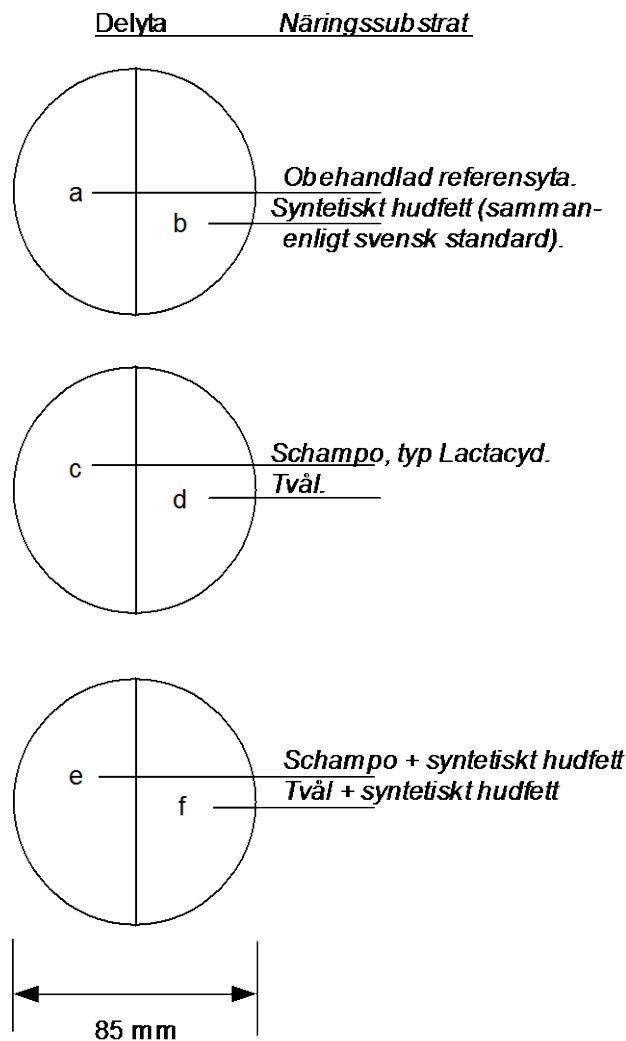
Tabell 7.1: Ytskikt som ingår både i kabinförsök och i kontrollserie.

<u>Ytskikt</u>	<u>Objekt / Nr</u>
PVA-latex på glasfiberväv	5d
Akrylatlatex på glasfiberväv	1b, 2d och 4a
Akrylatsampolymerlatex på glasfiberväv	2b och 2c
Akrylatsampolymerlatex utan bärare	5c
Alkydlack på glasfiberväv	5b
Vinyltapet	3a, 3b och 4b
PVC-väggmatta	3c, 3d och 5a
Plastlaminat	6
Klinkerplattor, två typer	4c
Kakelplattor	4d

Sammanfattningsvis ingår i kontrollserien 18 stycken olika typer ytskikt av 22 varianter som förekommer i kabinförsöken. Av vart och ett av ytskikten av latex- och lackfärg samt vinyltapet och väggmatta har 24 provplattor tillverkats. Av klinker- / kakelplattor och plastlaminat framställdes på grund av materialknapphet vardera sex provplattor och sammanlagt ingick därmed 360 provplattor i kontrollserien.

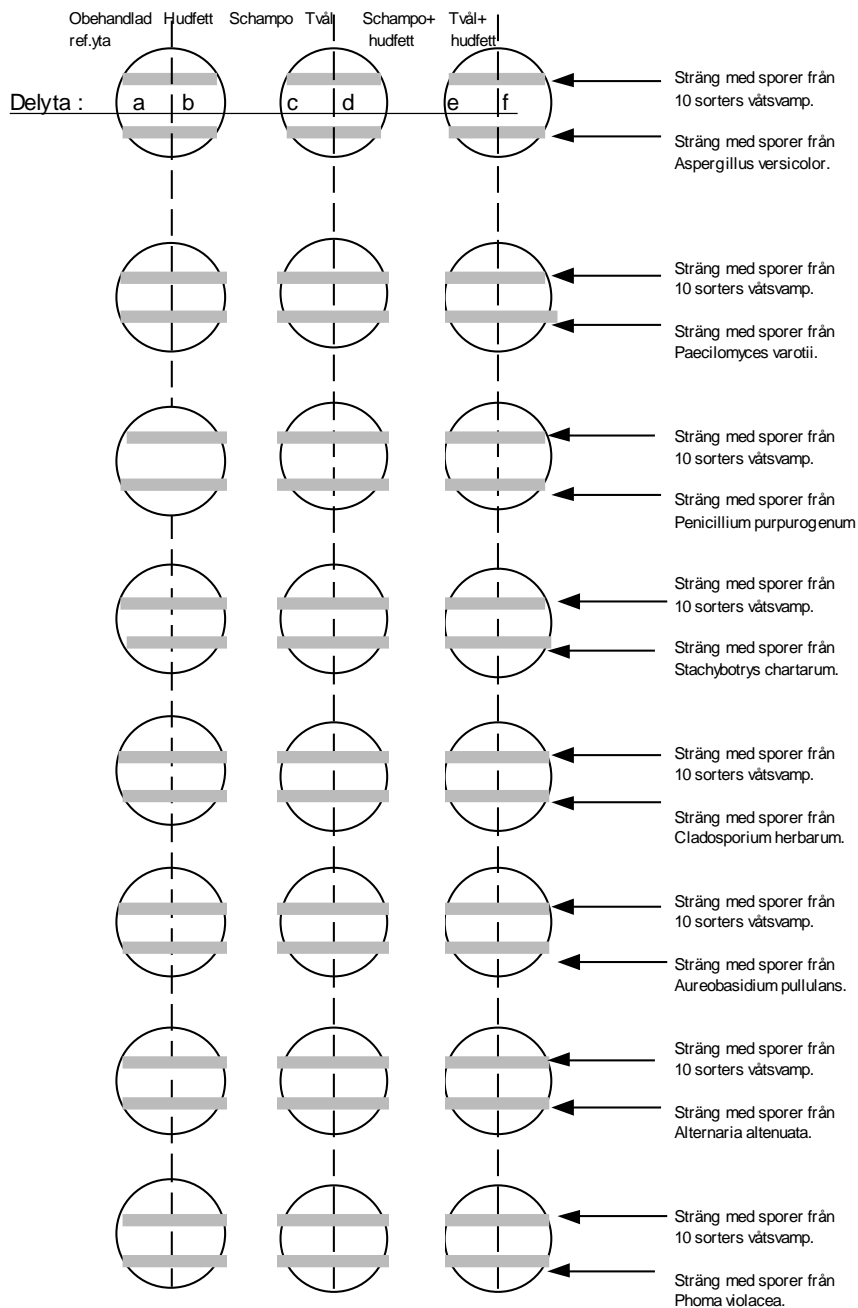
7.7 Näringssubstrat på provplattor

När provplattorna var formade och hade steriliserats med ånga placerades de i petriskålarna. Därefter påfördes näringsämnen i form av suspensioner av hår, schampo och syntetiskt hudfett samt kombinationer därav, var och en täckande en halv cirkelyta, se figur 7.4. En delyta lämnades obehandlad och utgjorde därmed en referensyta.



Figur 7.4: Provplattor (petriskålar), diameter 85 millimeter för test av ytskikt i kontrollserien. Näringssubstratens fördelning på delytor.

<u>Delyta</u>	<u>Näringssubstrat</u>
a	Obehandlad yta (referensyta)
b	Syntetiskt hudfett sammansatt enligt svensk standard
c	Schampo (typ Lactacyd)
d	Tvål (ACO Mild Tvål) enligt svensk standard
e	Schampo + syntetiskt hudfett
f	Tvål + syntetiskt hudfett



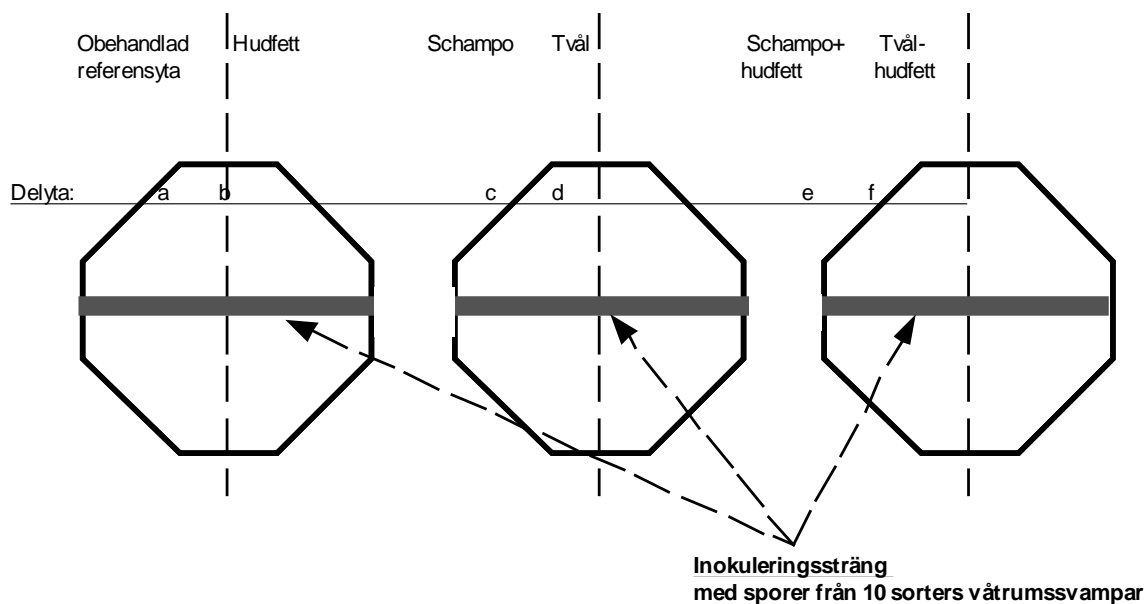
Figur 7.5: I kontrollserien ingår 24 provplattor (test - panels) för varje ytskikt som också finns i kabinförsöken. Varje provplatta är delad i två lika stora ytor med var sitt näringssubstrat. Detta medför att testen omfattar 48 delytor. Plattorna inokulerades med mikrosvampar i två strängar enligt schemat ovan. Sporererna i blandsträngerna härrörde från *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Penicillium purpurogenum*, *Stachybotrys chartarum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus versicolor*,

Paecilomyces variotii, *Phoma violacea* och *Phoma* sp. Totalt ingick i kontrollserien 336 provplattor från 14 olika ytskikt av ovanstående typ.

Det syntetiska hudfettet är sammansatt enligt recept i svensk standard 92 36 13 och likaså överensstämmer tvålen med nämnda standard. Schamponeringsmedlet är av typen flytande Lactacyd och på två delytor består suspensionen av delkomponenterna schampo + hudfett respektive tvål + hudfett. Antalet näringssubstrat är alltså mer omfattande än i standarden.

7.8 Inokulering av provplattor

Sedan näringssubstraten påförts respektive delyta inokulerades provplattorna i varje petriskål. Inokuleringen utfördes med hjälp av en mikropipett för att säkerställa en exakt tillförsel. Inokulatet bestod av en 0,2 % maltextraktlösning i vilken sporer från våtrumssvampar slammats upp. Mögelsuspension lades ut i två strängar innehållande dels en mix av tio olika svampar dels en utvald art. Förfarandet framgår av figurerna 7.5 och 7.6. Undantagen i försöksupplägningen för keramiska ytskikt och plastlaminat framgår där.



Figur 7.6: Av kakel- och klinkerplattor utformades regelbundna åttahörningar som inokulerades enligt ovan. Provpplattor av plastlaminat utformades som cirkulära skivor med diameter 85 millimeter. Antalet provplattor begränsades till sex stycken för varje materialtyp kakel, två typer klinker samt plastlaminat. Totalt ingick sålunda 24 plattor i denna delserie. Inokulering av specifik mikrosvamp har utelämnats i denna delserie.

De tio våtrumssvamparna som ingick i blandsuspensionen utgörs av *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium sphaerospermum*, *Penicillium purpurogenum*, *Stachybotrys chartarum*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus versicolor*, *Paecilomyces variotii*, *Phoma violacea* och *Phoma* sp. Detta är ett större antal mikrosvampar än som ingår i svensk standard. Framför allt har tillkommit mögelsvamparna *Stachybotrys* och *Aspergillus* vilka visat sig frekventa i flera rapporterade mögelskador i våtrum. Så är fallet även med blånadssvampen *Aureobasidium pullulans*, förekommer även i de amerikanska standardproverna. De företrädde mikrosvamparnas karakteristiska egenskaper redovisas mer i detalj under avsnitt 8. För att ge en översikt över de våtrumssvampar och näringssubstrat som ingått i projektet och i standardiserade panel tests av mögelresistens har en sammanställning gjorts i tabell 7.2.

Tabell 7.2 : Våtrumssvampar och näringssubstrat som ingått i projektets kabinförsök och kontrollserie. Som jämförelse visas också motsvarande våtrumssvampar och näringssubstrat som ingår i svenska och amerikanska standardtester för bestämning av mögelresistens med så kallade paneltests (ungefär motsvarande i denna rapport presenterade provplattor).

Kontrollserie detta projekt	Svensk standard SS 92 36 13	USA standard ASTM D 3273	Kabinförsök detta projekt
VÅTRUMSSVAMPAR			
<u>Mögelsvamp</u>	<u>Mögelsvamp</u>	<u>Mögelsvamp</u>	<u>Mögelsvamp</u>
Aspergillus versicolor Paecilomyces variotii Penicillium purpurogenum Stachybotrys chartarum	Paecilomyces variotii Penicillium purpurogenum	Aspergillus niger Penicillium sp	Aspergillus versicolor Paecilomyces variotii Penicillium purpurogenum Stachybotrys chartarum
<u>Blånadssvamp</u>	<u>Blånadssvamp</u>	<u>Blånadssvamp</u>	<u>Blånadssvamp</u>
Cladosporium herbarum Cladosporium sphaerospermum Aureobasidium pullulans Alternaria alternata	Cladosporium herbarum Cladosporium sphaerospermum	Aureobasidium pullulans	Cladosporium herbarum Cladosporium sphaerospermum Aureobasidium pullulans
<u>Sporsäckssvamp</u>	<u>Sporsäckssvamp</u>	<u>Sporsäckssvamp</u>	<u>Sporsäckssvamp</u>
Phoma violacea Phoma species	Phoma violacea	-	Phoma violacea
SUBSTRAT			
Obehandlad yta (referensyta)	Obehandlad yta (referensyta)	Obehandlad yta (referensyta)	Obehandlad yta (referensyta)
Hudfett	Hudfett		Schampo
Schampo	Tvål		Textil
Tvål	Tvål på hudfett		Hår
Schampo + hudfett	Hudfett på tvål		Hudfett
Tvål + hudfett			Mix av ovanstående fyra substrat

7.9 Mögelodling i inkubator

Efter utförd inokulering placerades petriskålarna i en så kallad inkubator där en konstant fuktig miljö med cirka 90 % RF rått och med temperatur omkring 20 °C. Dessa odlingsbetingelser överensstämmer med vad som anges i svensk standard. 2 gånger per vecka togs petriskålarna ut ur inkubatorn för observation av mögelpåväxt och / eller missfärgningar. Detta skedde i ett sterilrum för undvikande av infektion av ovidkommande sporer och bakterier. Granskningen utfördes med lupp vid 30 gångers förstoring. Vid observationen noterades mögeltillväxten på ytan utanför inokuleringssträngen som har olika substrat. Fotografisk dokumentation av påväxt och färgförändring har också ägt rum. När våtrumssvamparna vuxit och nått petriskålarnas kant avbröts odlingen.

7.10 Bedömning av påväxtgrad och skadegrad

För bestämning av mögelresistensen hos respektive ytskikt med och utan näringssubstrat har varje provplatta granskats okulärt medelst optisk lupp. Härvid har omfattningen av mögelpåväxten, **påväxtgraden**, utanför inokuleringssträngarna graderats enligt en skala 0 till 5 med skalsteg enligt nedan.

- 0 = inget synligt angrepp,
- 1 = knappt synligt angrepp,
- 2 = synligt men lindrigt angrepp,
- 3 = tydligt mögelangrepp,
- 4 = kraftigt mögelangrepp samt
- 5 = mycket svårt mögelangrepp.

Granskningen har ägt rum vid tre huvudtillfällen och slutgranskningen utfördes efter 100 dygns inkubering (bedömningstillfälle III). För varje ytskikt, som representerats av 48 eller för kakel, klinker och plastlaminat 12 delytor, har upprättats ett besiktningssprotokoll innehållande den bestämda påväxtgraden. Det protokoll som upprättats för ytskikt av alkydlack på glasfiberväv, objekt 5b, visas som ett exempel i tabell 7.3 för att klargöra metodiken för fortsatt utvärdering och innebörden av några begrepp. I syfte att möjliggöra olika jämförelser mellan påväxtgrad hos ytskikten i kontrollserien och till exempel bedömning av om ett näringssubstrat gynnat mögelpåväxten i högre grad än något annat har några olika siffrvärden beräknats ur materialet såsom också fram-går av tabell 7.3. Sålunda har beräknats och angivits medelvärden av påväxt-graden för enskilda näringssubstrat vid granskningstillfälle III (addition / division i kolumner) och medelvärdet av påväxtgraden orsakad av respektive mikrosvamp (addition / division i rader). Av det valda exemplet i tabell 7.3 framgår då bland annat att substrat av hudfett orsakar i genomsnitt 2 gånger större påväxtgrad än substrat av schampo (1,8 jämfört med 0,9) samt att *Aspergillus versicolor* orsakar i genomsnitt 6 gånger större påväxtgrad än *Alternaria tenuata* (1,8 jämfört med 0,3).

I ytterligare ett steg har medelpåväxtgraden hos ytskikt som sådant beräknats som medelvärdet av medelpåväxtgraden / näringssubstrat det vill säga medelvärdet av alla 48 påväxtgrader. Härigenom kan påväxtgraden hos ytskikten i kontrollserien siffermässigt jämföras, se figur 12.1. Medelpåväxtgraden hos ytskiktet i det valda exemplet är 1,0. Varje provplatta har senare rengjorts försiktigt och noggrant så att lösa mikroorganismer och missfärgningar avlägsnats varefter förnyad granskning av ytskikten med optisk lupp ägt rum. Denna gång var avsikten med granskningen att fastställa huruvida mögelpåväxten orsakat någon bestående skada i ytskikten. I detta fall har skadans omfattning, skadegraden, bedömts enligt en skala 0 till 5, varvid 0 betecknar helt oskadad yta.

Graderingens innebörd framgår enligt följande:

- 0 = ingen synlig ytskada och / eller missfärgning,
- 1 = knappt synlig ytskada och / eller missfärgning,
- 2 = synlig men lindrig ytskada och / eller missfärgning,
- 3 = tydlig ytskada och / eller missfärgning,
- 4 = kraftig ytskada och / eller missfärgning samt
- 5 = mycket kraftig ytskada och / eller missfärgning.

Granskningens resultat - skadegrad - har för varje delyta sammanställts i protokoll såsom framgår av tabell 7.4. Objektet är i detta fall också 5b. Här har beräknats och angivits medelvärdet av skadegraden för enskilda näringssubstrat (addition / division i kolumner) och medelvärdet av skadegraden orsakad av respektive mikrosvamp (addition / division i rader). I det valda exemplet framgår bland annat att medelskadegraden på delyta preparerad med tvåsubstrat är 0,6 medan referensytan (utan substrat) har medelskadegrad 0,1 det vill säga är i det närmaste skadefri. Tvål synes alltså i föreliggande fall både gynna mögelpåväxt och orsaka skada i ytskiktet. Det framgår också att *Aureobasidium pullulans* inte givit upphov till ytskada (medelskadegrad 0). Ytskiktets medelskadegrad har beräknats som medelvärdet av de 48 enskilda observationerna av skadegraderna. I exemplet har medelskadegraden beräknats till 0,3. Av dessa två resultat är påväxtgraden av största betydelse i ett första stadium av en observerad skada och då det gäller att välja saneringsmetod medan skadegraden har betydelse främst för de åtgärder ommålning, utbyte av material som kan behöva vidtagas sedan mögelskadan väl lokaliserats och därefter eliminerats.

Tabell 7.3: Påväxtgrad hos delyta i kontrollserien. Mögelpåväxtgrad orsakad av åtta våtrumssvampar inokulerade på sex olika näringssubstrat applicerade på ytskikt av alkydlack på glasfiberväv, objekt 5b. Bedömning utförd vid tre tillfällen. Beräknad medelpåväxt för varje substrat (kolumner) och för varje mikrosvamp (rader) samt medelpåväxtgraden för ytskiktet som sådant.

Typ av mikrosvamp	Svampart	Bedömnings-tillfälle	Näringssubstrat						
			Ref	Hud-fett	Scham-po	Tvål	Hud-fett + Scham-po	Hud-fett + tvål	
Mögelsvamp	Aspergillus v.	I	0	0	0	0	0	0	1,8
		II	0	1	1	2	0	1	
		III	1	2	2	3	1	2	
- " -	Paecilomyces v.	I	0	0	0	0	0	0	1,3
		II	0	1	0	0	0	1	
		III	1	2	1	1	1	2	
- " -	Penicillium p.	I	0	1	0	0	0	0	1,3
		II	0	2	0	0	0	0	
		III	1	3	1	1	1	1	
- " -	Stachybotrys c.	I	0	0	0	0	0	0	1,0
		II	0	0	0	0	0	1	
		III	0	1	1	1	1	2	
Blånadssvamp	Cladosporium h.	I	0	0	0	0	0	0	0,8
		II	0	1	0	0	0	0	
		III	1	2	0	1	1	1	
- " -	Alternaria.	I	0	0	0	0	0	0	0,3
		II	0	0	0	0	0	0	
		III	1	1	0	0	1	0	
- " -	Aureobasidium p.	I	0	0	0	0	0	0	0,3
		II	0	0	0	0	0	0	
		III	0	1	0	0	0	1	
Sporsäcks-svamp	Phoma v.	I	0	0	0	0	0	0	1,3
		II	0	1	1	1	0	0	
		III	1	2	2	2	0	1	

Medelvärden för påväxtgrad /
näringssubstrat III 0,85 1,8 0,9 1,1 0,5 1,3

Medelvärde för påväxtgrad /
ytskikt 1,0

Tabell 7.4: Skadegrad hos delyta i kontrollserien. Skadegrad orsakad av åtta våtrumsvampar inokulerade på sex olika näringssubstrat applicerade på ytskikt av alkydlack på glasfiberväv, objekt 5b. Bedömning utförd efter noggrann och försiktig rengöring av ytskikt enligt tabell 7.3. Beräknad medelskadegrad för varje substrat (kolumner) och för varje mikrosvamp (rader) samt medelpåväxtgraden för ytskiktet som sådant.

Typ av mikrosvamp	Svampart	Näringssubstrat						Medelvärde skadegrad / svamp
		Ref	Hudfett	Schampopo	Tvål	Hudfett + Schampopo	Hudfett + tvål	
Mögelsvamp	Aspergillus v.	0	1	0	0	0	0	0,2
- " -	Paecilomyces v.	0	0	1	1	0	1	0,5
- " -	Penicillium p.	0	0	0	1	0	0	0,2
- " -	Stachybotrys c.	0	0	1	1	0	0	0,5
Blånadssvamp	Cladosporium h.	0	0	0	1	0	0	0,2
- " -	Alternaria.	1	1	0	0	0	0	0,3
- " -	Aureobasidium p.	0	0	0	0	0	0	0
Ascomycet	Phoma v.	0	1	1	1	0	0	0,5

Medelvärden för påväxtgrad / näringssubstrat 0,1 0,4 0,4 0,6 0 0,2

Medelvärde för påväxtgrad / ytskikt 0,3

8. KARAKTERISTISKA EGENSKAPER HOS MIKROSVAMPAR SOM INGÅTT I KABINFÖRSÖK OCH KONTROLLSERIE

Mögelsvampar

Aspergillus versicolor är en art inom släktet *Aspergillus* och räknas till de genuina mögelsvamparna. Den har måttliga krav på fuktighet och sporgroning sker vid 80 % RF. Återfinns ofta i våtrum och sporererna är endast några mikrometer. Svampen utvecklas optimalt vid temperaturen 25 - 30 °C. Missfärgningar orsakade av denna svamp har ofta en gröngul färg.

Aspergillus niger ingår i det amerikanska standardiserade mögelresistenstestet ASTM 3273 men inte i det svenska SS 92 36 13.

Paecilomyces variotii är en av de genuina mögelsvamparna och har måttliga krav på luftfuktighet, cirka 70 % RF för sporgroning. Brukar frekvent återfinnas vid mögelskador i våtrum. Sporstorleken är cirka 4 - 5 mikrometer och med optimal tillväxt vid högre temperaturer än vanlig rumstemperatur, omkring 30 - 40 °C. Missfärgningen har ofta gulbeige färg. Svampen ingår i mögelresistensprovningar enligt svensk standard.

Penicillium purpurogenum är en genuin mögelsvamp och har måttliga krav på luftfuktighet, cirka 70 % RF, för sporgroning. Denna svamp utvecklas bäst i temperaturintervallet 20 - 25 °C och är relativt frekvent förekommande i mögelskadade våtrum. Sporstorleken är omkring 3 å 4 mikrometer. Missfärgningar har ofta en purpurröd till rödbrun färg. Svampen ingår i mögelresistensprovningar enligt svensk och amerikansk standard.

Stachybotrys chartarum är en mögelsvamp som kräver för sporgroning 80 - 90 % RF med optimal temperatur kring 22 - 23 °C. Ofta återfinns denna svamp i mögelskadade våtrum. Sporstorleken är 8 - 10 mikrometer. Missfärgningar har ofta en mörkbrun färg.

Blånadssvampar

Cladosporium herbarum räknas till blånadssvamparna och kräver för sporgroning hög luftfuktighet 95 - 100 % RF och utvecklas bäst med tillgång till fritt vatten. Optimal tillväxt sker vid 18 - 25 °C. Kan växa, om än sakta, vid några minusgrader. Sporererna är 3 - 7 mikrometer stora. Missfärgningen har ofta en mörkbrun, mörkgrön eller svart färg.

Cladosporium sphaerospermum är i allt väsentligt lik ovanstående svampsläkting men har något mindre sporer. Båda svamparterna förekommer mycket ofta vid mögelskador i våtrum och ingår vid mögelresistensprovtagning enligt svensk standard.

Aureobasidium pullulans är en genuin blånadssvamp och kräver för sporgroning fritt vatten eller nära 100 % luftfuktighet, med optimal temperatur kring 20 - 25 °C för tillväxt. Sporstorleken är 6 - 11 mikrometer. Förekommer relativt frekvent i mögelskadade våtrum och missfärgningen är ofta mörkgrå till svart. Svampen ingår i den amerikanska standarden för mögelresistensprovtagning.

Alternaria tenuata är en blånadssvamp som kräver hög fuktighet för sporgroning och med optimal tillväxttemperatur vid 22 - 28 °C. Svampen kan även växa vid låga temperaturer, ner till -5 °C. Sporstorleken är 3 - 6 mikrometer och missfärgning från denna svamp är ofta ljus till mörk brun. Isolat av svampen tenderar att snart förlora sin förmåga att sporulera. Man rekommenderar därför odling på naturliga media i närvaro av UV-ljus. Eftersom sådana speciella förhållanden inte var möjliga att åstadkomma i laboratoriet kom *Alternaria*kulturen följdriktigt att efterhand dö ut. Detta innebär att mögelresistensbestämning begränsades till kontrollserien.

Sporsäckssvampar

Phoma violacea är en så kallad sporsäckssvamp och kräver för sporgroning fritt vatten eller luftfuktighet nära 100 % RF. Optimal tillväxttemperatur sker vid 20 á 25 °C. Sporerena är något större än sporer från mögel- och blånadssvampar som ingår i undersökningen. Svampen förekommer frekvent vid mögelskador i våtrum, speciellt på duschdraperier och i kakelfogar. Karakteristiskt är att den kräver ett pH < 10 för sin utveckling. Missfärgningar är ofta mörkt röda till bruna, eventuellt violetta. Svampen ingår i mögel- resistensprovning enligt svensk standard.

Phoma species är mycket lik ovanstående sporsäckssvamp och ingick vid mögelresistensprovningen enbart i kontrollserien.

Då sporstorleken har betydelse för sporernas spridning, deponering och fördelning i våtrum har i orienterande syfte storleken sammanställts nedan för de mikrosvampar som ingått i kabinförsöken. Uppgifterna om mikrosvamparnas egenskaper har i huvudsak hämtats ur Damsch et al (1980).

Tabell 8.1:

<u>Mikrosvamp</u>	<u>Sporstorlek (mikrometer)</u>
Aspergillus versicolor	1 - 4
Aureobasidium pullulans	6 - 11
Cladosporium herbarum	3 - 7
Cladosporium sphaerospermum	3 - 7
Paecilomyces variotii	4 - 5,5
Penicillium purpurogenum	4 - 5
Phoma violacea	5
Stachybotrys chartarum	8 - 10

9. INOKULERINGSFÖRFARANDEN

9.1 Allmänt om inokulering

Med inokulering avses ympning av mikroorganismer, svampsporer eller fragment av svampkolonier, för fortsatt tillväxt under kontrollerade förhållanden. Metoden har inom våtrumsprojektet tillämpats på skilda underlag såsom odlingsplattor, väggbeklädnader i duschkabiner och provplattor i kontrollserien. För odlingsplattor finns ett stort antal odlingsmedia tillgängligt för olika ändamål baserade på agar. Agarmedia är inte något entydigt begrepp eftersom det inbegriper ett flertal olika recept. Den konsistensgivare som givit odlingsmetoden sitt namn är en alg som kallas agaragar. Den är så näringsfattig att man vanligen bortser från dess näringsutbud. Agar kan autoklaveras utan att förlora sin stelningsförmåga inom de vanliga temperaturområdena för odling av mikroorganismer. Till agar kan sättas ett obegränsat antal näringsämnen av såväl organisk som oorganisk natur. Vanligast i mykologiska sammanhang är tillsats av maltextrakt från korn, som tillförs i koncentrationen 2 - 3 % vikt / vikt. Denna så kallade maltagar erbjuder flertalet svampar ett tillräckligt näringsutbud för groningen, mycelutveckling och fruktkropp / sporbildning. Mediets pH-värde är 4,7.

För semiselektiv odling av arter inom släktet *Penicillium* används Czapek Doxagar. Inom projektet har för odlingsändamål i laboratoriet huvudsakligen använts maltextraktagar och vid enstaka tillfällen Czapek Doxagar. Själva odlingsplattorna som agaren placeras i utgörs av centimeterhöga plastskålar med tättslutande lock och med cirka 10 centimeters diameter. Svampsporer är ömtåliga plantor vilket innebär att hanteringen (ympning, inokulering, granskning etc.) måste utföras i så ren miljö som möjligt, helst steril, för att undgå störande inverkan av främmande organismer, i detta sammanhang artskilda mögelsvampsporer och bakterier.

I duschkabinerna varierade näringsämnena för de inokulerade svampsporererna alltifrån själva våtrumsmaterialen, ofta plastmaterial med olika sammansättning, till särskilt påförda näringslösningar sammansatta av schampo, textil-fibrer, hår, syntetiskt hudfett och en mix av dessa. I kontrollserien preparerades ytskikten av provplattorna med näringssubstraten syntetiskt hudfett, schampo, tvål samt en blandning av hudfett och schampo och en blandning av tvål och hudfett. En provyta lämnades obehandlad och svamparnas näring får då utgöras av själva ytskiktet.

9.2 Inokuleringsförfaranden

A) Inokulering medelst sprayning

Inokulering medelst sprayning utfördes med en 0,2 % maltextraktlösning i vilken mögelsporer inblandats. Förfarandet tillämpades då sporer skulle spridas över en större yta, ≥ 1 kvadratmeter. Ingående mögelkulturer bereddes genom att de var för sig fick växa i en maltextraktlösning i cirka 14 dygn vid 25 °C temperatur. Åtta olika kulturer har därefter inokulerats. Sporerna spreds ut så jämnt som möjligt över ytorna. Försök har gjorts att kvantifiera antalet påförda sporer. Det framgår av denna studie att varje kubikcentimeter suspension innehåller 100.000 - 1.000.000 sporer. Detta motsvarar vid jämn utspridning cirka 25 miljoner sporer per kvadratmeter väggyta. Mögelsvampar med mindre sporstorlek ingår i blandningen med större antal än svampar med de större sporererna. Svamparter med liten sporstorlek utgörs av *Aspergillus*, *Cladosporium* och *Penicillium*. Större storlekar har *Stachybotrys*, *Aureobasidium* och *Phoma*, se också tabell 8.1. Bestämning av antalet sporer i suspensionen av respektive mikrosvamp har också i kontrollsyfte utförts genom att räkna förekomsten inom en avgränsad yta på en så kallad Bürkerkammare. Exempel på utfallet av denna studie visas i figur 9.1 där sporer från några olika mikrosvampar räknats. Antalet uppgår till cirka 5 respektive 150 per ruta, större respektive mindre sporer. Sprayning ägde rum vid inokulering av kabinerna i andra moment i fas I och i fas II.

B) Inokulering medelst pensling

Metoden att pensla på sporsuspension används vid tillfällen då det är av betydelse att inokulatet inte sköljs bort från den behandlade ytan. Sporsuspensionen, som penslades på väggarna i strängar under sista momentet i fas I, utgörs av agar löst i vatten samt sporer från de åtta våtrumssvamparna. Koncentrationen sporer i suspensionen är densamma som vid sprayningen, det vill säga 100.000 - 1.000.000 per kubikcentimeter. Ungefär samma mängd per kvadratcentimeter väggyta tillfördes som vid sprayningsförfarandet, det vill säga storleksordningen 25 miljoner sporer per kvadratcentimeter. Med ledning av den observerade mögelpåväxten på ytskikten i kabinerna kan man se att inokuleringen i praktiken blir effektivare med penslingsförfarandet än med sprayning.

C) Inokulering medelst mikropipett

Inokulering med hjälp av mikropipett används när man behöver en noggrann dosering av mindre mängder suspension. Förfarandet användes vid inokulering av samtliga provplattor i kontrollserien. Två strängar av sporsuspensionen lades ut över de med olika näringssubstrat preparerade provplattorna jämte referensyta. En av strängarna innehöll en blandning av sporer från tio våtrumssvampar. Den andra strängen innehöll sporer från endast en bestämd mikrosvampart. Sporkoncentrationen i den först nämnda strängen var då cirka 100.000 - 1.000.000 sporer per kubikcentimeter medan koncentrationen i den andra strängen bestämdes av sporstorleken hos respektive svampart, jämför figur 9.1. Varje sträng på

provplattan tillfördes 100 mikroliter sporsuspension. På den delyta av provplattorna (delyta a) som saknade särskilt näringssubstrat blir inokuleringen med förevarande, liknar den inokulering med pensling i strängar som utfördes i kabinerna, fas I / moment 3. Mögelbelastningen per kvadratmeter räknat kan anses ha samma storleksordning.

9.3 Spontan förekomst av sporer

De tidigare relaterade inokuleringsförfarandena innebär att kända mögelsvampar använts. Spontan tillförsel av mögelsvampar förekommer dessutom. Mykologiskt arbete utförs i icke kontaminerad miljö. I kabinförsöken har av naturliga skäl steril miljö inte kunnat upprätthållas. Kabinerna har emellertid varit placerade i ett avskilt utrymme. Den omgivande luftens sporhalt har genom mätningar bestämts till cirka en tiondel av utelutens mögelsporhalt. Sporerna härrör från *Penicillium* och *Cladosporium*arter. Det kan konstateras att sporhalten varit jämförelsevis låg. Detta innebär ju dels att den spontana luftburna inokuleringen i det första momentet av fas I inte blev särskilt omfattande och ledde till skador / missfärgning eller mögelpåväxt av ytskikten i kabinerna. Dels medförde detta den fördelen att oavsiktlig inokulering, kontaminering, i andra moment av kabinförsöken var minimal och således inte bör ha utgjort något störande inslag i försöken.

Dock observerades att ytskiktet i objekt 1d blivit påväxt av källarsvamp i fas II och att objekt 2d i fas III angripits av så kallat kulmögel. Dessa båda angrepp var inte avsiktliga. I praktiken får man däremot ofta räkna med att dessa organismer förekommer i våtrum och konkurrerar med våtrumssvampar om utrymme och näring. Bakterier har också konstaterats förekomma på ytskikten i kabinerna. Deras inverkan på försöken har inte kvantifierats.

10. MYKOLOGISK PROVTAGNING

10.1 Provtagningens syfte

Syftet med en mykologisk provtagning kan variera. Ofta är det av intresse att mäta mögelsporhalten i luften eller mögelsporförekomst på en bestämd yta. Metoderna är olika och anges nedan.

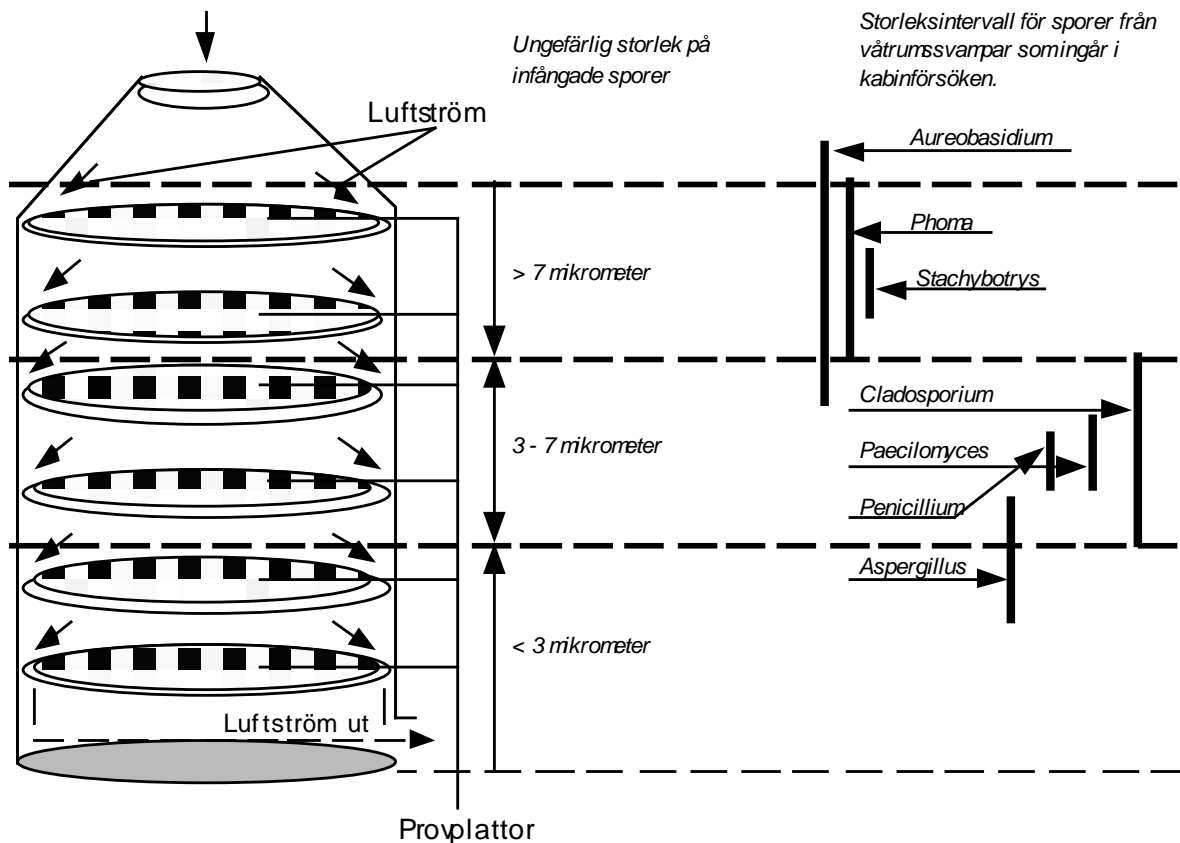
- a. Insamling av sporer,
- b. odling av dessa sporer på lämpligt substrat för att avgöra om de är vitala,
- c. bestämning av mängd till exempel antal svampkolonier per kvadratmeter yta eller per kubikmeter luft,
- d. artbestämning av de utvuxna svamparna.

10.2 Slitsamplermetoden

För insamling av sporer i luft används i förekommande fall slitssamplare eller så kallad kompaktimpaktor som finns i flera utföranden. För bestämning av sporhalter i det utrymme där försökskabinerna var placerade genomfördes en analys med hjälp av denna typ av utrustning, Andersen Six-Stage Viable Sampler, se figur 10.1. Luft suges genom apparaten med hjälp av luftpump. Partiklar i luften tvingas med i en "luftjetström" och passerar någon av de sex siktar med bestämd maskvidd som är staplade på varandra i apparaten och fångas upp på lämpligt substrat. Sporer fastnar på substratytor där de kan gro och bilda kolonier. Antalet mögel- och bakteriekolonier bestäms och omräknas till sporhalt per kubikmeter luft. Andersen sampler skiljer ut små och stora sporer från varandra. I provtagning av luften inomhus kring (som omger) testkabinerna samt utomhus erhöles följande sporhalter av mögelsvampar. Provtagningarna utfördes i oktober 1991.

INOMHUS			UTOMHUS	
Sikt "maskvidd"	Antal sporer	Antal sportyper	Antal sporer	Antal sportyper
Storlek i mikrometer				
> 7	8	3	100 - 120	67
7 - 4,7	5	5	80 - 100	67
4,7 - 3,3	13	34	100 - 200	78
3,3 - 2,1	23	45	> 200	67
2,1 - 1,1	22	67	> 200	23
1,1 - 0,65	18	2	42	45
Summa	89		>850	

Omräknat till sporhalt per kubikmeter erhöles inomhus cirka 157 sporer och utomhus > 1.500 sporer, dock är sporhalter över 200 per sikt är svåra att bestämma korrekt. Undersökningen visar att sporhalten inomhus är i storleksordningen en tiondel av halten utomhus. Som jämförelse kan nämnas att stickprovsmätningar i kontorsmiljö enligt Arbetarskyddsfondens rapport 1983, visar att 100 mögelsporer per kubikmeter luft är "normalt". I en inbyggd centrumanläggning i Stockholms södra förorter, Skärholmens centrum, visade stickprover mögelsporhalter av 40 - 155 sporer per kubikmeter luft under överglasningen. För till exempel daghem varierar värdena ofta mellan 1.000 och 10.000 sporer per kubikmeter i dess inomhusluft. Dominerande arter i inomhusluften är många gånger Penicilliumarterna medan i utomhusluften många gånger är Cladosporium- och Penicilliumarterna dominerande. Sporstorlekarna för dessa arter är i storleksordningen 3- 4 mikrometer. I kombination med andra stickprovsmässiga undersökningar av sporhalten i luften i testkabinernas omedelbara omgivning bedöms halterna mögelsporer ha varit normala eller måttliga under den tid kabinförsöken pågick.



Figur 10.1 Andersen samplar simulerar hur mikroorganismer i luft ansamlas i människans andningsorgan. De perforerade plattorna mellan odlingsplattorna innehåller var och en samma antal hål, men hålstorleken blir gradvis mindre mot basen. Lufthastigheten ökar när den passerar genom allt mindre perforeringar, sporer med mindre storlek fastnar på de lägre odlingsplattorna med agar. Observera att denna apparat simulerar det mänskliga andningssystemet, även om den grundläggande principen är helt annorlunda, lufthastigheten är större i näsa och mindre i lungans fina luftrör. Sporstorlekarna hos våtrumssvamparna i försöken framgår av bildens högra del. Hela storleksintervallet för deponering i näsa till alveoler har täckts in.

Vid kabinförsökens fas III som omfattar studier av olika saneringsmedels effektivitet med mera redovisas ytterligare en metod att genom odling på liknande plattor avgöra den fungicida effekten hos dessa medel. Metodiken framgår med önskvärd detaljeringsgrad i avsnitt 14.

11. RESULTATREDOVISNING

Utvärderingen av våtrumssystemens mögelresistens baseras på observationer i testkabinförsöken som omfattat flera faser med olika förutsättningar för mögeletablering och den parallellt härmed genomförda kontrollserien vilken innehållit ett stort antal provplattor av respektive ytskikt. Redovisningen omfattar:

- A: Första delen som omfattar utvärdering av kabinförsöken i fas I som består av tre delmoment som särskiljs huvudsakligen av en successivt ökad mögelsporbelastning av ytskikten vid en i övrigt konstant fuktig miljö. Vid samma förutsättningar beträffande fukt- och mögelbelastning jämförs iakttagelserna om mögelpåväxt mellan kontrollserie och kabinförsök. Näringssubstratets betydelse för mögelutbredningen analyseras.
- B: Andra delen utgör huvuddelen av undersökningen och har utförts vid en hög mögelbelastning i kabinerna och en fuktbelastning som utöver konstant hög relativ luftfuktighet också innehåller ett duschprogram som ger tillgång till fritt vatten. Näringssubstrat har tillförts på ytskikten med en påfrestning högre än i fas I. Här redovisas mögelpåväxt på ytskikten i kabinerna i en femgradig skala men också med ett nytt begrepp, skade-grad på ytskikten. Skadans omfattning har bestämts efter försiktig rengöring av ytskikten både i kabinförsök och kontrollserie. Resultat av dessa bedömningar av påväxts- och skadegrad har jämförts med resultaten av mögelangreppens ytutbredning i kabinerna. Detta utgör undersökningens huvudresultat. Den utförda mykologiska analysen redovisar de mikro-svampar som dominerat angreppsbilden.
- C: I del tre avhandlas effekten av de saneringsåtgärder som vidtogs i dusch-kabinerna. Effektiviteten hos fyra olika desinfektionsmedel jämförs med varandra. Saneringsåtgärdernas varaktighet redovisas och mikrofloras sammansättning jämförs före och efter rengöring och sanering.

Ovanstående utgör huvudpunkter i resultatredovisningen. Åtskilliga andra iakttagelser och kommentarer i anslutning till resultaten är i och för sig möjliga att utföra. Det är till exempel möjligt att fördjupa den mykologiska analysen till att omfatta ytterligare exempel på hur mikrosvamparna etableras och konkurrerar med varandra vid varierande förutsättningar beträffande fukt-, vatten- och näringstillgång. Resultatredovisningen avser främst att ge en så god föreställning som möjligt om vilka skillnader / likheter som kan finnas mellan olika systems mögelresistans vid olika grad av fukt- och mögelutbredning. Då uppgifter saknas om färgernas kemiska sammansättning, fungicid tillsatser med mera är det inom projektets ram inte möjligt att fördjupa analysen till att omfatta de specifika egenskaperna hos fungiciderna eller den kemiska sammansättningens betydelse till exempel mjukgivare i plastskikten.

12. VÅTRUMSSYSTEMENS MÖGELRESISTENS

12.1 Kabinförsök, fas I.

Mögelresistens vid succesivt ökad mögelsporbelastning under konstant hög relativ luftfuktighet.

I **det inledande momentet** av fas I bestod mögelbelastningen endast av spontant förekommande mögelsporer kringförda av luftrörelser mellan kabin och omgivningen eller medförda av observatören vid besök i kabinerna. Denna belastning orsakade ingen synbar mögelpåväxt. Den lokala förekomsten av mögelsporer kan därför betraktas som obetydlig. Störningar i form av spontant uppträdande mögelsporer eller bakterier kan sålunda anses vara av marginell betydelse vid genomförande av kabinförsöken.

I **nästa moment** sprayades våtrumssystemen med en suspension innehållande sporer av åtta våtrumssvampar. Inte heller efter denna inokulering kunde någon mögelpåväxt konstateras. Detta gäller både det äldre PVA-baserade systemet och de nyutvecklade systemen.

Vid det avslutande momentet inokulerades väggytorna optimalt i ett bestämt mönster med strängar av en blandning av sporer av åtta våtrumssvampar i agarlösning. Strängarna anbringades direkt på ytskikten som enda tillgängliga näringskällor för svamparna. Både inokuleringsförfarandet, fuktmiljön och svamparnas näringstillgång har en nära motsvarighet i den del av kontrollserien där våtrumssvampar i strängar påförts delyta a, se avsnitt 7. Utvärderingen av mögelresistensen hos ytskikten i detta moment utfördes efter den långa försökstiden av cirka 12 månader vilket innebär att angreppen hade god tid på sig att etableras och utvecklas. En viss mögelpåväxt uppstod och visade sig dels som svaga missfärgningar över större partier av väggytorna dels som mer markanta punktangrepp. I tabell 12.1 har den maximalt observerade påväxtgraden för respektive ytskikt sammanställts. Våtrumssystemen har grupperats med avseende på det material som ingår i ytskiktet, i likhet med tidigare indelning.

Avseende beklädnader med keramiska plattor (inklusive fogar), plasttapeter, plastmattor och laminat bedömdes samtliga som skadefria eller knappt synlig påväxt, det vill säga påväxtgrad 0 - 1. Dessutom förekom avgränsande angrepp företrädesvis lokaliserade till inåtgående hörn och / eller golvvinkel. Detsamma kan i stort anses gälla också latexfärger, akrylatsampolymerlatexfärger och alkydlackfärger på glasfiberväv. Här finns dock ett tydligt undantag i objekt 2a som både uppvisar obetydligt mögelangrepp, grad 2, och något punktangrepp. Objektet har ett ytskikt av akrylatlatex på glasfiberväv. Även i fas II som framgår av redovisningen längre fram, uppvisar detta objekt sämre mögelresistens än övriga akrylatfärger. Den äldre typen av färgsystem för våtrumsväggar som i undersökningen representeras av PVA-latex på glasfiberväv har fått ett kraftigt mögelangrepp, påväxtgrad 4. Till skillnad mot nya system innehåller detta, äldre systemet inga fungicider. Angreppets art och omfattning är väl registrerade och det är också jämförbart med den påväxt som ibland förekommit i äldre våtrum. För detta system, PVA, bestämdes de dominerande mikrosvamparna, vilka utgjordes av *Aspergillus versicolor* och *Paecilomyces variotii* och har orsakat en framträdande grågul missfärgning.

12.2 Kontrollserie: påväxtgraden, dominerande mikrosvampförekomst med mera.

I kontrollserien har mögelangrepp studerats på ytskikt motsvarande dem i kabinerna och med mycket likartade försöksbetingelser vad avser tillgång till näring, mögeltillförsel och fuktig miljö. Förhållandet gör det möjligt att jämföra mögelangreppen, påväxtgraden, i kabinerna och kontrollserien. Denna innehåller åtta provplattor, var och en testad med en bestämd svampart. Ett medel-tal av plattornas påväxtgrad har beräknats och anges i tabellen. Jämförelsen i tabell 12,2 visar att bedömningen av mögelresistensen överensstämmer i de båda metoderna, med undantag av något högre påväxtgrad i kontrollserien än i kabinförsöken. Var och en av de åtta våtrumssvamparna har vid något tillfälle varit orsak till det maximala angreppet i kontrollserien. I kontrollserien redovisas för varje undersökt ytskikt vilken grad av påväxt som bestämts för delytorna a, b, c, d, e och f. Delyta a är obehandlad referensyta och redovisningen för separata ytskikt framgår av tabell 7.3.

Påväxtgraden för alla delytorna i kontrollserien, 672 st, visar näringssubstrats betydelse för svampangreppen och redovisas i figur 12.1. På motsvarande sätt har respektive mikrosvamps andel av den totala påväxtgraden hos delytorna i kontrollserien beräknats. Den relativa andelen påväxtgrad har bestämts separat för referensyta a samt för övriga delytor sammantaget. Resultatet framgår av stapeldiagrammet i figur 12.2. Det visar sig att mest gynnsamt näringssubstrat för mögelpåväxt är hudfett, > 20 % och minst gynnsamt schampo, andel cirka 12 %. Det senare substratet gynnar inte påväxt mer än vad den obehandlade referensytan gör, andel cirka 13 %. Av övriga näringssubstrat är tvååttio måttligt gynnsamt och på det kombinerade preparatet hudfett + tvååttio utvecklas mögel rikligt. Ovanstående resultat utgjorde underlag för val av de näringssubstrat som i fas II påfördes ytskikt i kabinförsöken. Hudfett valdes med hänsyn till att det sannolikt förekommer i våtrum och dess påvisade gynnsamma roll för mögelpåväxten. För att belysa mögelutvecklingen vid mindre gynnsamma förhållanden valdes schampo. Med dessa val kunde en viss skillnad i mögelpåväxt förutses uppkomma. Av figur 12.2 som redovisar respektive mögelsvamp orsakar påväxt på olika näringssubstrat, framgår att *Phoma violacea* är den mest frekventa mikrosvampen, cirka 15 % och *Alternaria alternata* är den minst frekventa, cirka 10 %. De övriga sex mikrosvamparna förekommer med jämförbara frekvenser, 10 - 15 %. Detta delresultat från kontrollserien medförde att *Alternaria alternata* fortsättningsvis ersattes med en annan blånadssvamp, *Cladosporium sphaerospermum*. Denna in-gick då som en av de våtrumssvampar som i form av suspension användes för inokulering i kabinförsökens faser I och II.

Slutsatser - sammanfattning av fas I kabinförsök / kontrollserie.

Våtrumssystemet uppbyggt av PVA - latexfärg på glasfiberväv av äldre typ uppvisade i slutmomentet av kabinförsökens fas I och i kontrollserien en hög påväxtgrad, 4 - 5. Övriga system motstod angreppen väsentligt bättre, vilket torde bero på närvaro av fungicider. Påväxtgraden är beroende av inokuleringens omfattning och intensitet. Mögelsporer i höga koncentrationer kan lätt fastna på de preparerade väggbeklädnaderna. Som tidigare påpekats visade sig hudfett och tvååttio vara gynnsamt för mögelsvamputveckling. Mindre

inverkan har schampo som inte gynnar tillväxten utöver vad som gäller för ett rent yt-skikt. Ingen av de olika mikrosvampar som använts vid inokuleringen har blivit helt inhiberad av fungicider i färgerna utan istället har de alla tillväxt i ungefär samma takt oavsett substratets sammansättning. *Phoma violacea*, den så kallade duschdraperisvampen har dock en något större frekvens än övriga mikrosvampar, se figur 12.2.

Tabell 12.1 Graden av mögelangrepp på väggar i kabinförsöken med olika ytskikt vid bedömning efter 12 månader i mycket fuktig och varm miljö. Slutbesiktning efter fas I. Våtrumssvampar påförda i strängar på ytskikten.

Ytskikt	Objekt	Påväxtgrad	Anmärkning
PVA-latex *	5d	4	Angrepp vid nedre väggparti.
Referensfärg			
Akrylatlatex *	1b	0	
- " -	1d	0**	Punktangrepp vid golv.
- " -	2a	2	Angrepp vid golv.
- " -	2d	0	
- " -	4a	0	
Akrylatsampolymerlatex *	2b	1**	Punktangrepp vid golv.
- " -	2c	1	
*	5c	0	
- " -	1a	0**	Punktangrepp vid golv.
Alkydlack *	1c	0	
- " - *	5b	0	
- " - *	3a	0**	Punktangrepp vid golv.
Vinyltapet	3b	0**	Angrepp vis golv.
- " -	4b	0**	Punktangrepp inre hörn
- " -	3c	0**	Punktangrepp vid golv.
PVC - väggatta	3d	0**	Punktangrepp vid golv.
- " -	5a	0	
- " -	6	0	
Plastlaminat	4c	0	
Klinkerplattor	4d	0**	Punktangrepp vid inre hörn
Kakelplattor			

* på glasfiberväv,

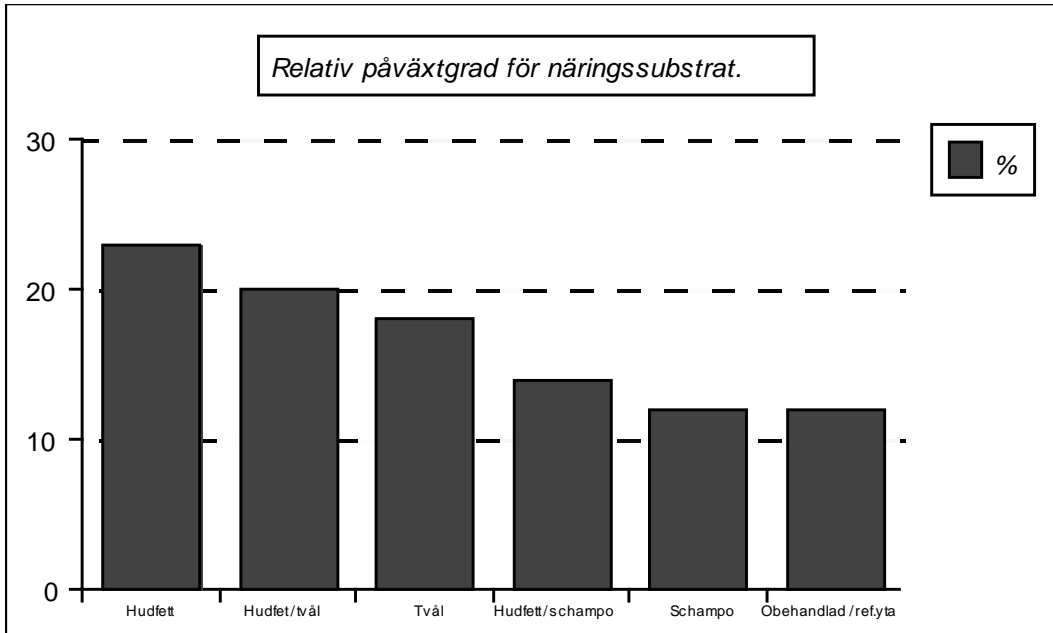
** anger att en starkt avgränsad påväxt förekommer.

Tabell 12.1 : Jämförelse mellan graden av mögelpåväxt på kabinväggar och motsvarande provplattor i kontrollserien. Försöken utförda vid mycket lika förhållanden och med lika mögelinokulering, strängar på obehandlade ytskikt. Dels anges maximalt observerad påväxt dels medeltalet för provplattornas påväxtgrad. Den våtrumssvamp som orsakat kraftigast påväxt på provplattan anges.

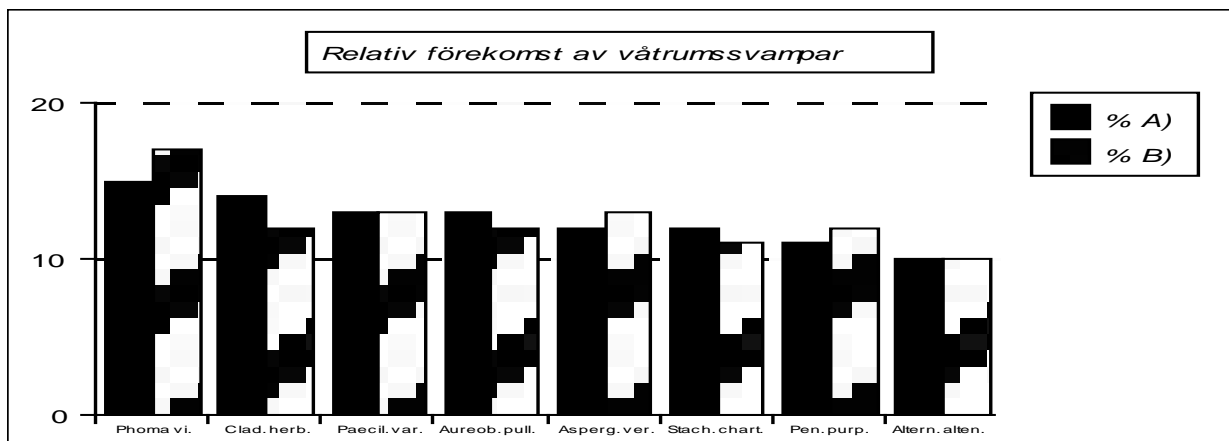
Ytskikt	Objekt	Påväxtgrad			Dominerande våtrumssvamp, på provplatta.
		Vägg max	Platta max	mdt	
PVA-latex *	5d	4	5	4,3	Aspergillus, Paecilomyces
Referensfärg					
Akrylatlatex *	1b	0	0	0	Stachybotrys
- " -	2d	0	0	0	
- " -	4a	0	2	0,7	
Akrylatsampolymerlatex *	2b	1**	2	1	Cladosporium
- " -	2c	1	2	0,3	Aureobasidium
- " -	5c	0	2	1,2	Aspergillus, Penicillium
Alkydlack *	5b	0	1	0,8	Aspergillus, Paecilomyces, Penicillium, Alternaria, Phoma
Vinyltapet	3a	0**	3	2,2	Cladosporium, Paecilomyces
- " -	3b	1**	3	2,3	Phoma
PVC - väggatta	3c	0**	2	1,1	Aspergillus, Paecil., Phoma
- " -	3d	0**	2	1,5	Aspergillus, Paecilom.
- " -	5a	0	2	1,4	Aureobasidium, Cladosporium
Plastlaminat	6	0	1	0,9	Ospecificerad
Klinkerplattor	4b	0	1		- " -
- " -	4c	0	1		- " -
Kakelplattor	4d	0**	2		- " -

* på glasfiberväv,

** anger att en starkt avgränsad påväxt förekommer.



Figur 12.1 : Jämförelse mellan olika tillförda substrat och mögeltillväxt.



Figur 12.2: Relativ förekomst av våtrumssvampar

12.3 Kabinförsök, fas II. Mögelpåväxt på ytskikt i duschkabiner

Med utgångspunkt från de resultat som erhöles i kontrollserien gjordes för de fortsatta kabinförsöken i fas II följande moment,

- dels en blandning av våtrumssvampar samt
- dels ett antal näringssubstrat som penslades på väggarna i ett särskilt mönster.

I fas II har också tillförts momentet duschning som ökar fuktbelastningen från föregående fas genom närvaro av fritt vatten och därmed skapat nya förutsättningar för etablering av mer fuktkrävande Cladosporiumarter. Mögelsporsuspensionerna sprayades på kabinväggarna och närvaron av näringsämnen har underlättat mögeletablering, b, c, d, e och f i figur 7.10, och därmed erhöles högre värden än för referensytor.

Med dessa resultat från kontrollserien valdes som näringssubstrat till dusch-kabinerna hudfett, schampo, textilmaterial och hår samt en blandning bestående av alla substratkomponenter. Mögelangreppet i fas II har sammanfattats i tabell 12.3 som anger maximala påväxtgraden och kan jämföras med tabell 12.1 över påväxtgraden i fas I:s slutskede. Den ökade mögelbelastningen medför att praktiskt taget samtliga ytskikt uppvisar en högre påväxtgrad i fas II än i fas I.

Tabell 12.3: Maximal påväxtgrad vid besiktning efter genomfört duschprogram i kabinförsöken. Väggarnas ytskikt har då varit exponerade för mögelangrepp sex månader. Relativa luftfuktigheten översteg under försökstiden 90 % samt näringssubstrat var tillfört. **

Ytskikt	Objekt	Påväxtgrad max	Angreppsbild
PVA-latex *	5d	5	Angrepp på samtliga ytor
Referensfärg			
Akrylatlatex *	1b	2	Angrepp på:
- " -	1d	5	- textilsubstrat,
- " -	2a	1-2	- schampo, textil, hårsubstrat och ref.yta,
- " -	2d	2-3	- textil, schampo och blandning,
- " -	4a	3	- textil och schampo,
Akrylatsampolymerlatex *	2b	0-1	- blandning, hår och hudfett,
- " -	2c	2-3	- blandning och hudfett,
- " -	5c	1-2	- hudfettsubstrat och ref.yta,
Alkydlack *	1a	2-3	- textil, hudfett och blandning,
- " -	1c	2-3	- hudfettsubstrat,
- " -	5b	2	- ref.yta,
Vinyltapet	3a	1-2	- hudfettsubstrat,
- " -	3b	3	- blandning och hudfettsubstrat,
- " -	4b	2	- hudfettsubstrat,
PVC - väggatta	3c	2-3	- blandningssubstrat,
- " -	3d	3	- blandning och hudfettsubstrat,
- " -	5a	0-1	- hudfettsubstrat,
Plastlaminat	6	1-2	- blandning och hudfettsubstrat,
Klinkerplattor	4c	2-3	- hudfett,
Kakelplattor	4d	3	- blandningssubstrat,
			- hudfettsubstrat.
			-

* på glasfiberväv,

** påväxtgraden avser det mest omfattande mögelangreppet på respektive ytskikt. Graden av påväxt på delytorna med olika substrat och därvid dominerande mikrosvampar framgår av analysen redovisad i tabellerna 12.4 - 12.8.

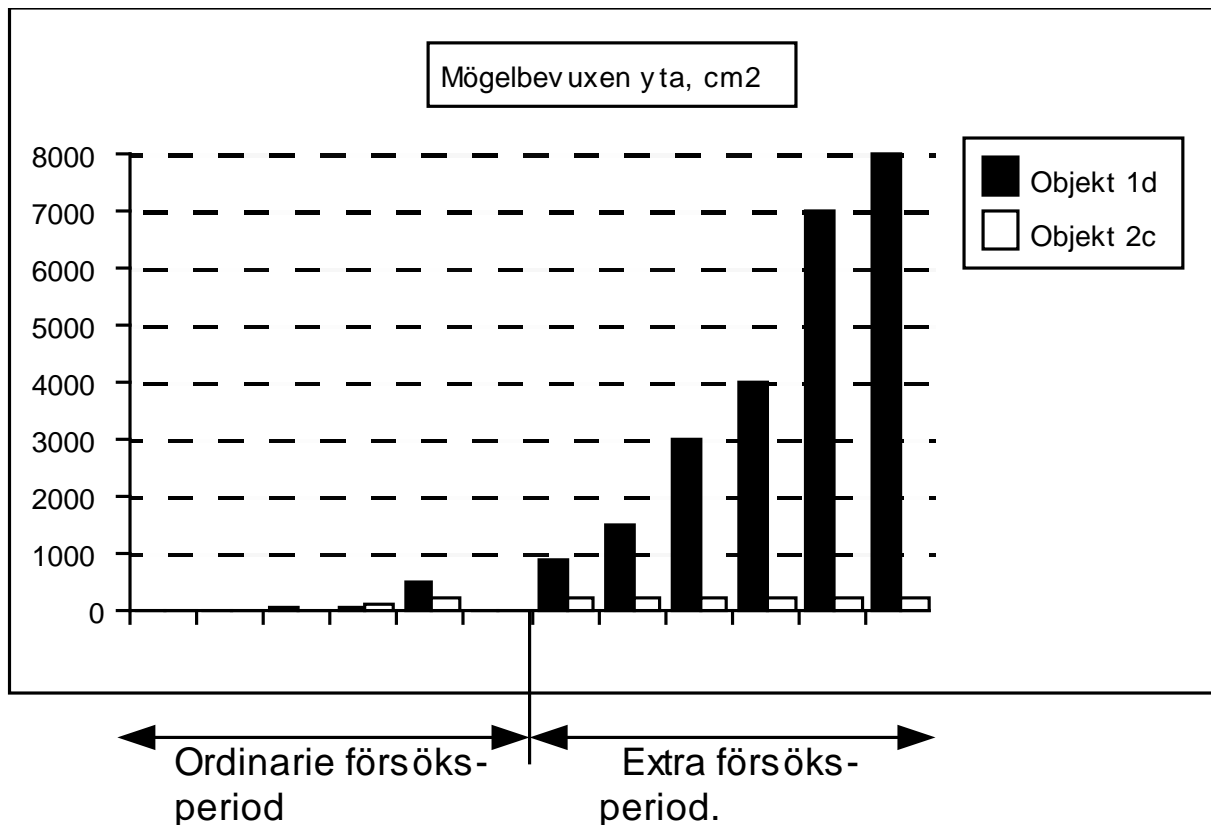
De keramiska beklädnaderna uppvisar synligt mögelangrepp av *Phoma violacea*. Angreppet är koncentrerat främst till fogmaterialet och det kan därmed vara lämpligt att undersöka om även fogen kan utvecklas och erhålla samma höga resistens som plattorna. Fogmassans pH-värde har bestämts till 9, i vilket till exempel *Phoma violacea* kan tillväxa marginellt. Mögelresistensen kan sannolikt förbättras genom ökad fungicidhalt, ökat pH-värde eller minskad halt organiskt material. Även i kontrollserien har mögelpåväxt konstaterats på provplattorna både av kakel och klinker med maximalt grad 4, det vill säga mögelpåväxten har varit tydlig. Det är också ett bra exempel på att de båda använda metoderna ger en likartad tendens i bedömningen av mögelresistens. Ytskikt av plasttapet, plastmatta och plastlaminat har alla bedömts ha lika stor påväxtgrad från knappt synlig till synligt men

obetydliga angrepp huvudsakligen på ytor med hudfettsubstrat. Angreppet yttrar sig som en tunn slöja av grå eller röd färg, svamparnas hyfer eller sporer. *Phoma violacea* är dominerande svamptyp i denna grupp av material. Testobjektet 5a med ytskikt av PVC - väggmatta är praktiskt taget utan skador. Alkydlackfärgerna på glasfiberväv har en mögelpåväxt av samma omfattning, det vill säga knappt synlig till synlig. I den större gruppen av akrylatlatexfärger på glasfiberväv och akrylatsampolymerlatexfärg av varierande uppbyggnad kan man konstatera att försöksobjekt 2b av akrylatsampolymerlatex genomgått denna testomgång utan skador och sålunda kan anses som mögelresistent. Påväxten på detta system jämte försöksobjekten 2a (akrylatlatexfärg) och 5c (akrylatsampolymerlatex) med påväxtgrad 1 - 2 kontrasterar starkt mot motsvarande angrepp på ytbehandlingen med påväxtgrad 3 - 5 som erhållit förutom på den äldre PVA - färgen också på tre av de nya våtrumsfärgerna, objekt 1d, 4a och 2c.

I kontrollserien bedöms systemen 5a PVC - matta, 2b och 5c akrylatsampolymerlatexfärger som mögelresistent. På PVA - färgen, objekt 5d, har observerats flera fläckar av den typ Berggren och Ingeström (1989) redovisat. Fläckarna överväxtes efterhand av mögel. Då fenomenet inte förekom i fas I är det sannolikt att fläckförekomsten har samband med tillgång till fritt vatten. Övriga våtrumsfärger av tätare typ har inte uppvisat denna typ av fläckbildning.

12.4 Mögelangreppets omfattning och mykologiska struktur

Mögelangrepp på ytskiktet av akrylatlatexfärg med påväxtgrad 5, objekt 1d, började bli synligt tre månader efter inokuleringen. Angreppets yta var då cirka 2 kvadratcentimeter och hade efter sju månader ökat till cirka 7000 kvadratcentimeter, det vill säga en stor del av väggytan var övervuxen av mögel. Angreppet med påväxtgrad 3 på ett ytskikt av akrylatsampolymerlatex, objekt 2c, kunde registreras två till tre månader efter inokuleringen men dess utveckling avstannade relativt snart och begränsades till endast någon procent av väggytan, se figur 12.3.



Tidsperiod för respektive försök = 6 månader.

Figur 12.3: Möglets utbredning under försökstidens gång. Fylld stapel markerar tillväxt på underlag av akrylatlatexfärg och ofylld stapel tillväxten på färg av akrylatsampolymerlatex. I det förra fallet utgörs svamparna i slutstadiet huvudsakligen av *Stachybotrys chartarum* och i det senare fallet av *Phoma violacea*.

Dessa skillnader i utveckling av mögelpåväxt kan antas sammanhånga med skillnader i de målade ytskiktens sammansättning eftersom förutsättningarna beträffande fukt- och mögelbelastning är lika. På akrylatlatexfärgen, objekt 1d, bestod mögelangreppet i början till

- 40 % av *Cladosporium herbarum*,
- 40 % av *Stachybotrys chartarum* och med cirka
- 10 vardera av *Penicillium purpurogenum* och *Aureobasidium pullulans*.

och i slutstadiet dominerade

- *Stachybotrys chartarum* med cirka 95 % medan
- *Cladosporium herbarum* och *Aureobasidium pullulans* förekommer sporadiskt och *Penicillium purpurogenum* syns i det närmaste helt utkonkurrerat.

Stachybotrys chartarum svarar för en kraftig brunsvart missfärgning. Mögelangreppet på akrylatsampolymerlatexfärgen, objekt 2c, utgjordes hela tiden huvudsakligen av *Phoma violacea*. Det har också vid angreppen på ytskikten kunnat konstateras att en svampart efter hand konkurrerats ut av en annan tidigare etablerad. Så var fallet med vinylplastytskikten då en från början rödbrun färgton från *Phoma violacea* avlöstes av en svartbrun färg orsakad av *Stachybotrys chartarum*, objekt 3d. Angreppet av mögel i fogarna på den keramiska väggbeklädningen utgjordes av svamparna *Cladosporium herbarum*, *Stachybotrys chartarum* och *Phoma violacea* med samma frekvens. Ovanstående utgör exempel på mögeltillväxtens omfattning och succesionsförhållanden hos de använda våtrumssvamparna. De redovisas i tabellerna 12.4 - 12.8. Den mykologiska analysen har begränsats till delar med omfattande mögelangrepp.

Tabell 12.4: Ytskikt av akrylatlatex på glasfiberväv. Påväxtgrad på respektive delyta.

Objekt	Ref.	Mix	Näringssubstrat			
			<i>Schampo</i>	<i>Textil</i>	<i>Hår</i>	<i>Hudfett</i>
1b: Påväxtgrad	1-2	1-2	0-1	2	0	0
1d Påväxtgrad	5	0	4-5	5	5	4-5
2a Påväxtgrad	0-1	1-2	1-2	1-2	1	0
2d Påväxtgrad	1-2	2	2-3	2-3	2	1-2
4a Påväxtgrad	0-1	3	0	2	3	3

Noteringar:

- Mögelangrepp med grad 3 - 5 har noterats för objekt 1d och 4a. I övriga objekt är angreppen mindre, 1 - 2.
- Substrat av textil och hår främjar mögeltillväxten.
- Svampangreppen orsakar vanligen mörkbrun missfärgning, men violetta inslag förekommer.

- De mest frekventa svamparna är Cladosporium herbarum, Penicillium purpurogenum, Aspergillus versicolor, Stachybotrys chartarum och Phoma violacea. Aureobasidium pullulans har däremot inte identifierats i slutstadiet.

Tabell 12.5 : Ytskikt av akrylatsampolymerlatex och PVA - latex (referensfärg av äldre typ) objekt 5d. Påväxtgrad på respektive delyta.

Objekt	Ref.	Mix	Näringssubstrat			
			Schampo	Textil	Hår	Hudfett
2b:* Påväxtgrad	0	0-1	0	0	0	0-1
2c * Påväxtgrad	3	2	1-2	2	1-2	2-3
5c Påväxtgrad	0-1	0-1	1	1-2	0	1-2
5d * Påväxtgrad	4-5	1-2	4	4-5	4-5	4-5

* på glasfiberväv

Noteringar

- Den äldre referensfärgens mögelresistens har kommenterats på andra ställen i rapporten. Objekt 2b har bedömts som mögelresistent och har den lägsta påväxtgraden av alla testade ytbehandlingar på glasfiberväv. 5c har också genomgående låga värden på påväxtgraden.
- Mögelpåväxten har på ytskikten av akrylatsampolymerlatex en ljusare färgton. Mest frekventa svamparter är Cladosporium herbarum och Phoma violacea. De övriga arterna såsom Penicillium purpurogenum, Aspergillus versicolor och Stachybotrys chartarum är mindre frekventa.
- I kontrollserien visar särskilt ytbehandling 2c en betydligt mindre påväxtgrad än i kabinförsöken. I övriga fall är överensstämmelsen kontrollserie / kabinförsök god.

Tabell 12.6 : Ytskikt av alkydlackfärg på glasfiberväv. Påväxtgrad på respektive delyta.

Objekt	Ref.	Mix	Näringssubstrat			
			Schampo	Textil	Hår	Hudfett
1a Påväxtgrad	0-1	0-1	0	1	0-1	2-3
1c Påväxtgrad	2-3	0	0-1	0-1	0	0
5b Påväxtgrad	0	1-2	0	0	0	2

Noteringar:

- Allmänt sett är påväxten av mögel måttlig i hela gruppen av färger
- I objekt 1c har referensytan utsatts för angrepp, påväxtgrad 2 - 5, av mögel. Detta tyder på att den tillsatta fungiciden inte varit särskilt effektiv.
- Hudfett visar sig främja tillväxt av våtrumssvampar. Mest frekventa svamp typer är Cladosporium herbarum, Penicillium purpurogenum, Aspergillus versicolor, Stachybotrys chartarum och Phoma violacea. Mindre frekvent förekommer Paecilomyces variotii. Aureobasidium pullulans har inte observerats.
- I kontrollserien ingår provplattor för ytskikt i objekt 5b med en bedömd påväxtgrad 1 - 2 det vill säga samma storleksordning som i kabinförsöken.

Tabell 12.7 Ytskikt av plastmaterial. Påväxtgrad och mikrosvampförekomst på respektive delyta.

Objekt	Ref.	Mix	Näringssubstrat			
			Schampo	Textil	Hår	Hudfett
3a: Vinyltapet Påväxtgrad	0-1	1-2	0-1	0	0-1	1-2
3d: Vinyltapet Påväxtgrad	2-3	1-2	2	2	2	3
4b: Vinyltapet Påväxtgrad	0	2	0	0	0-1	1
3c: PVC-matta Påväxtgrad	0-1	2-3	0-1	2	0-1	2-3
3d: PVC-matta Påväxtgrad	0-1	2-3	0-1	2-3	0	3
5a: PVC-matta Påväxtgrad	0-1	0-1	0	0-1	0-1	0-1
6: Plastlaminat Påväxtgrad	0	0-1	0-1	0-1	0-1	1-2

Noteringar:

- Objekt 5a har ytskikt av PVC-matta som är slätare än hos övriga mattor.
- Laminatet har lägre genomsnittlig påväxtgrad än övriga ytskikt om man tar hänsyn till att försöksytan är cirka 4 ggr större än för övriga objekt. Vissa delytor är helt utan synlig påväxt.
- Phoma är den dominerande svamparten och utvecklas bäst på substrat av hudfett och mix varvid rödbrun missfärgning är karaktäristisk. Cladosporium herbarum och Stachybotrys chartarum är också frekventa medans Penicillium purpurogenum och Aspergillus versicolor uppträder mer sporadiskt. Aureobasidium pullulans har inte observerats.

Tabell 12.8: Ytskikt av keramiska plattor. Påväxtgrad på respektive delyta.

Objekt	Ref.	Mix	Näringssubstrat			
			Schampo	Textil	Hår	Hudfett
4c: Klinker Påväxtgrad	2	2-3	1-2	1-2	1-2	2
4d: Kakel Påväxtgrad	3	2-3	1-2	3	2-3	3

Noteringar:

- Mögelangrepp, påväxtgrad 3, i fogar konstateras vid ytor med och utan näringssubstrat.
- Mest frekvent förekommer *Cladosporium herbarum*, *Stachybotrys chartarum* och *Phoma*. *Penicillium purpurogenum* och *Paecilomyces variotii*. uppträder företrädesvis som enstaka kolonier. *Aureobasidium* har inte förekommit.
- I kabinförsök och i kontrollserie föreligger god överensstämmelse mellan påväxtgrad för beklädnaderna.

12.5 Jämförelse mellan påväxtgrad och mikrosvampförekomst i duschkabinförsök och kontrollserie

Parallellt med bestämning av mögelpåväxt och mögeltyp på ytskikten i duschkabinerna gjordes motsvarande bestämning av påväxtgrad och mikrosvampflora i kontrollserien. Avsikten var att jämföra några resultat från de båda försöksserierna med varandra, med avseende på påväxtgrad för respektive ytskikt. Jämförelsen omfattade också de använda våtrumssvamparnas kapacitet i samband med angrepp på beklädnader. I tabell 7.3 i kontrollserien har påväxtgraden för varje delyta beräknats för en bestämd svamp. Denna mögelpåväxt och de svamparter som orsaka de högsta medelpåväxtgraderna har sammanförts i sammanställningarna 12.9 - 12.12. Ytskikt av keramiska plattor och plastlaminat har i kontrollserien endast provat med några plattor och medtages därför inte i denna redovisning.

Tabell 12.9 Ytskikt av akrylatlatex på glasfiberväv (provplattor).

Objekt	Svampart	/	Medelpåväxt			
1b	Cladosporium	1,0	Phoma	0,8	Aspergillus	0,7
2d	Aureobas.	1,3	Paecilom.	0,8	Aspergillus	0,3
			Cladosporium	0,8		
			Phoma	0,8		
4a	Phoma	2,2	Penicillium	1,8	Aspergillus	1,7
			Stachyb.	1,8	Cladosporium	1,7
			Aureobas.	1,8		
			Alternaria	1,8		

Det framgår av tabellen 12.9 att samma arter av mikrosvampar orsakar de mest omfattande angreppen i de båda försöksserierna. Ett undantag är objekt 2d där Aureobasidium i kontrollserien svarar för det mest omfattande angreppet men inte förekommer vid den mykologiska analysen av kabinförsöken.

Tabell 12.10 : Ytskikt av akrylatsampolymerlatex (provplattor).

Objekt	Svampart	/	Medelpåväxt			
2b *	Cladosporium	1,5	Paecilom.	0,8	Penicillium	1,2
					Alternaria	1,2
2c *	Penicillium	1,0	Cladosporium	0,8	Aspergillus	0,7
			Aureobas.	0,8	Paecilom.	0,7
5c	Penicillium	2,2	Aspergillus	1,8	Stachyb	1,5
					Cladosporium.	1,5
					Aureobas.	1,5

* på glasfiberväv

I duschkabinförsöken har Phoma orsakat de mest omfattande angreppen, vilket inte är fallet i ovanstående kontrollserie. Enligt denna bedöms objekt 5c ha ganska hög påväxtgrad vilket inte är fallet i kabinförsöken. I dessa senare är istället objekt 2c betydligt mer angripet än 5c.

Tabell 12.11 : Ytskikt av alkydlack på glasfiberväv (endast provplattor av ett ytskikt ingår (kontrollserien). Se också tabell 7.3.

Objekt	Svampart	/	Medelpåväxt		
5b	Aspergillus	1,8	Paecilom	1,3	Stachyb
			Penicillium	1,3	1,0
			Phoma	1,3	

I duschkabinförsök och i kontrollserien har angreppsgraden varit lika stor. Aspergillus dominerar i kontrollserien men förekommer inte lika frekvent i kabinförsöken.

Tabell 12.12 Ytskikt av plastmaterial (provplattor)

Objekt	Svampart	/	Medelpåväxt			
3a: Vinyltapet	Aspergillus	2,7	Paecilom.	2,5	Aureobas	2,3
			Cladosporium	2,5	Phoma	2,3
3b: Vinyltapet	Phoma	2,7	Penicillium	2,5	Stachyb.	2,3
4b Vinyltapet	Aureobas	3,0	Stachyb.	2,5	Paecilom.	2,2
3c: PVC-matta	Aspergillus	3,0	Phoma	2,5	Cladosporium	2,3
3d: PVC-matta	Aspergillus	3,2	Paecilom.	3,0	Penicillium	2,8
			Cladosporium	3,0		
			Alternaria	3,0		
5a: PVC-matta	Paecilom	1,7	Aureobas	1,5	Aspergillus	1,3
	Penicillium	1,7			Cladosporium	1,3
	Phoma	1,7				
6: Laminat	X					

X: Specifikation inte möjlig. Medelpåväxt 2,5 endast beräknat på inokuleringssträng sammansatt av samtliga svampar.

I kontrollserien är Aspergillus mer dominerande än i kabinförsöken. Phoma förekommer frekvent i båda fallen och relativt allmänna är också Cladosporium och Stachybotrys. Påväxtgraden överensstämmer i de två försöksmetoderna.

Sammanfattas ovanstående analys i tabellerna 12.9 - 12.12 framgår att i duschkabinförsöken sällan förekommer svampar som Aureobasidium och Paecilomyces som däremot är mer frekventa i kontrollserien och medför angrepp. I detta avseende är överensstämmelsen mellan kabinförsök och kontrollserie mer begränsad. Cladosporium förekommer i båda försöksserierna med jämförbar likartad frekvens liksom Aspergillus och Stachybotrys. Denna iakttagelse borde motivera att standardprover av mögelresistens hos ytskikt till våtrum till exempel enligt svensk standard utfördes också med Aspergillus- och Stachybotryskulturer. Som tidigare påpekats utvecklas Alternaria alternata mindre väl i kontrollserien, varför den inte ingick i kabinförsöken utan ersattes med Cladosporium.

12.6 Skadegrad: Kabinförsök / kontrollserie - jämförande utvärdering

Påväxten av mögel på ytskikt visar sig som en missfärgning, i början vit och slöjformad, i senare skeden rödbrun, brunsvart beroende på vilka svampar som dominerar angreppsbilden. En del av denna missfärgning, som består av framför allt hyfer och mycél, kan avlägsnas med ytrensning. En viss del däremot utgörs av en färgförändring i ytskiktet. Ytskiktet kan dessutom ha lösts upp på olika sätt och fått flagor, blåsor, bubblor eller blivit mer poröst genom svampangreppet (mikroskopstudie). Det är självklart betydelsefullt för att bedöma konsekvenserna av ett mögelangrepp om ytskiktet efter rengöring är skadade eller inte. Mögelpåväxta ytor utan materialskador kan fortfarande väl uppfylla sin funktion efter saneringsåtgärder. För bedömningen av mögelresistensen hos ytskikt bör således ingå en bestämning av den grad av skada i ytskiktet som mögelpåväxten orsakat och som kvarstår efter omsorgsfull rengöring. En sådan bestämning har utförts av alla angripna ytskikt i kabinförsök och i kontrollserien efter en omsorgsfull men försiktig rengöring som i sig inte torde ha skadat ytskiktet. I tabell 12.13 har skadegraden sammanställts för ytskiktet i kabinförsök och i kontrollserien. I den senare finns så många delresultat att ett medeltal ansetts relevant att beräkna för skadan, se till exempel tabell 7.4.

Bedömningen av skadegraden sker enligt en skala 0 - 5 där 0 anger skadefri yta och 5 en påtaglig ytförstoring, samma principiella bedömningssystem som för påväxtgrad.

- 0 = Ingen synlig ytskada och / eller missfärgning.
- 1 = Knappt synlig ytskada och / eller missfärgning.
- 2 = Synlig men lindrig ytskada och / eller missfärgning.
- 3 = Tydlig ytskada och / eller missfärgning.
- 4 = Kraftig ytskada och / eller missfärgning.
- 5 = Mycket kraftig ytskada och / eller missfärgning.

Tabell 12.13 : Ytskiktens skadegrad bedömda i kabinförsök och kontrollserie. För vägg och provplatta anges maximal skadegrad och för provplattorna dessutom en medelskadegrad.

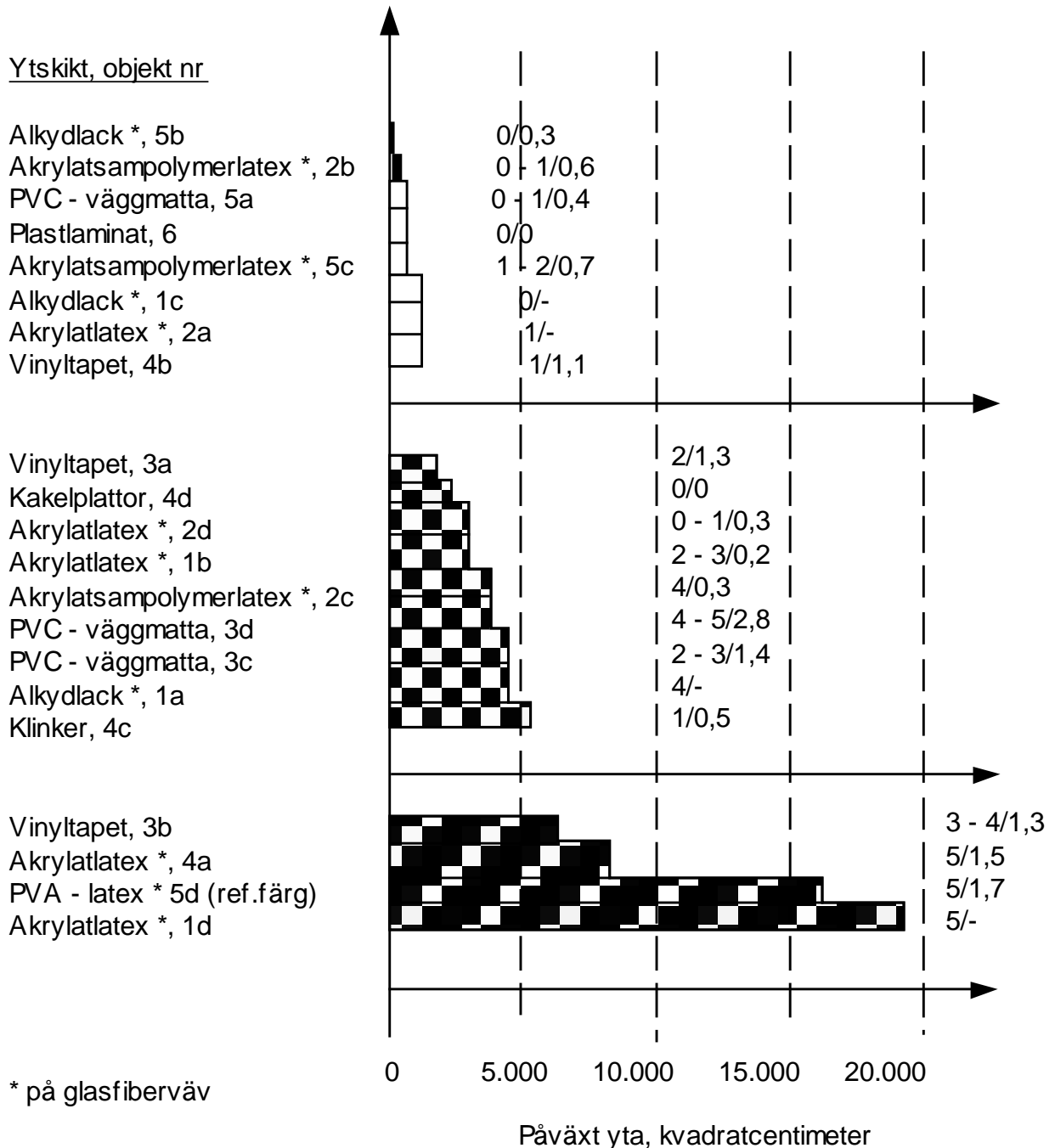
Ytskikt	Objekt	Skadegrad		
		Vägg <i>max</i>	Platta <i>max</i>	<i>mdt</i>
PVA-latex * Referensfärg	5d	5	4	1,7
Akryllatex *	1b	2-3	1	0,2
- " -	1d	5	-	-
- " -	2a	1	-	-
- " -	2d	1	1	0,3
- " -	4a	5	3	1,5
Akrylatsamp.latex *	2b	0-1	2	0,6
- " -	2c	4	1	0,3
Alkydlack *	1a	4	-	-
- " -	1c	0	-	-
- " -	5b	0	1	0,3
Vinyltapet	3a	2	5	1,3
- " -	3b	3-4	3	0,5
- " -	4b	1	5	1,1
PVC-väggmatta	3c	2-3	3	1,4
- " -	3d	5	5	2,8
- " -	5a	0	1	0,4
Plastlaminat	6	0	0	0
Klinkerplattor	4c	1	1	0,5
Kakelplattor	4d	0	0	0

* på glasfiberväv

Som framgår av tabellen är den största skadegraden i ytskikten större i kabinförsöken än i kontrollserien vilket väl överensstämmer med tidigare resultat i undersökningen som visat att mögelpåväxten är störst i kabinförsöken. Undantag finns dock i gruppen ytskikt av plaster, objekt 3a och 4b, där förhållandet är det motsatta det vill säga skadegraden är större i kontrollserien än i kabinförsöken. Särskilt stor skillnad av skadegraden hos vägg och provplattor återfinns hos akrylatsampolymerlatexfärgen, objekt 2c, med förhållandet skadegrad vägg / skadegrad platta 4 / 1. Det är tydligt befogat att vid studier av

mögelresistens har det visat sig lämpligt att komplettera fullskaleförsöken i duschkabinerna med laborieförsök med smärre försöksobjekt i större antal. Flera ytskikt har visat sig förbli oskadade trots påväxt. Detta är giltigt för plastlaminat och kakel. Föga skadade är också några målade ytskikt med akrylatlatex objekt 2d, akrylatsampolymerlatex 2b, alkydlack objekt 1b och 5b samt väggmatta objekt 5a. (Avser skadegrad i kabinförsök). Som tidigare framgått kan möglet orsaka en påverkan på ytan vilken är en vanlig skadetyper för målarfärgen. I gruppen ytskikt av vinyltapet, PVC-mattor är det emellertid fråga om en bestående missfärgning trots att ytan fortfarande är hel och tät. Vid val av material till våtrumssystem bör man därför förutom resistens också bedöma den skada i ytskiktet som kan åsamkas av påväxten.

För att underlätta bedömningen av de system som ingått i kabinförsöken har i figur 12.4 sammanställts den mögelpåväxta ytan i varje system med dess maximala skadegrad och medelskadegraden hos provplattorna i kontrollserien. Det framgår av denna sammanställning att materialet fördelas på tre grupper, en första grupp med påväxt > 500 kvadratcentimeter, en andra grupp med påväxt 500 - 5000 kvadratcentimeter och en tredje grupp med påväxt yta > 5000 kvadratcentimeter. Vanligen resulterar en obetydligt påväxt yta i liten skadegrad eller helt opåverkat ytskikt. Undantaget utgörs av keramisk beklädnad där en omfattande påväxt svarar mot en låg skadegrad. Kakel-/klinkerytan kan vara intakt medan fogmaterialet i ytan är angripet. Å andra sidan har ett par PVC - väggmattor en begränsad påväxt men en markerad ytskiktsskada, i form av kvarstående missfärgning.



Figur 12.4: Undersökta ytskikt ordnade med hänsyn till storleken av mögelpåväxt yta i duschkabinförsöken. Efter stapeln anges grad av skada, 0 - 5, hos ytskikt, i kabinförsöken och motsvarande medelskadegrad hos provplattor i kontrollserien. (-) anger att provplattor saknas. Jämför också tabell 12.13.

13. SANERINGSMEDLENS EFFEKT: UTVÄRDERING AV KABINFÖRSÖK FAS III OCH JÄMFÖRANDE STUDIER AV SANERINGSMEDLENS FUNGICIDA EGENSKAPER

I föregående kapitel har redovisats hur mögelangrepp utvecklats på de olika ytskikten i duschkabinerna och i kontrollserien. Den observerade påväxt- och skadegraden har presenterats och kommenterats. Analysen innefattade också bestämning av typ och art av dominerande våtrumssvamp på de olika ytskikten. Mögelresistensen hos ytskikten visade sig vara mycket varierande. Oavsett angreppsgrad och mögelart föreligger i våtrum behovet av effektiv rengöring av väggbeklädnaderna. Det är önskvärt att rengöringsmetoderna resulterar i rena ytskikt och att möglet bortskaffas medans rengöringsmedlens desinficerande verkan fortfarande verkar. Det är viktigt att välja rengöringsmetod så att ytskikten inte skadas mekaniskt eller utsätts för kemisk påverkan. Särskilda saneringsvätskor finns i handeln och i det tidigare avsnittet 7.4 redovisades hur duschkabinernas ytskikt sanerades med medlen Mögeltvätt, Mögelstopp, Klorin och SCP - 31. De olika medlen har följande substanser med aktiv fungicid verkan.

Mögeltvätt: Benzalkoniumklorid.

Mögelstopp: Bis (2 metyltiokarbamyl) disulfid.

Klorin: Natriumhypoklorit.

SCP-31: Bis-tri-N-butyl-oxid, kvartenär ammoniumklorid, Natriumbenzoat.

Efter noggrann rengöring av ytskikten i kabinerna med saneringsmedel efter ett särskilt system, se figur 7.7 hölls miljön i duschkabinerna fuktig och varm på samma sätt som i fas II. Mögelpåväxt skedde genom tillförsel av spontant förekommande sporer eller genom utbredning av mögel från angränsande osanerade ytor. De sanerade ytorna okulärbesiktigades med avseende på mögelpåväxt en gång per vecka under en försöksperiod av mer än tre månader. Över granskningen upprättades protokoll, vilka utvärderats i syfte att klarlägga följande frågeställningar.

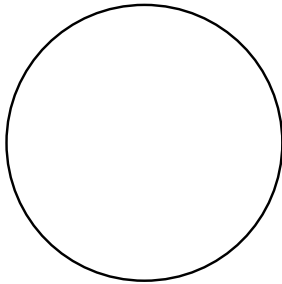
- Hur effektiva är saneringsmedlen ?
- Uppstår nya mögelangrepp på den sanerade ytan ?
- När inträffar det och vilken omfattning får det ?
- Förbättras ytskiktens mögelresistens

I tabell 13.1 redovisas kortfattat de omfattande granskningarna. För varje ytskikt i duschkabinerna anges följande: när det första angreppet av mögel blivit synligt, den mest omfattande påväxtgrad som uppstått efter tre månaders försöksperiod samt skillnaden i angrepp före och efter saneringsåtgärd. Vidare anges det saneringsmedel som använts vid ifrågavarande angrepp och det näringssubstrat som ytskikten tidigare varit belagda med. Av tabellen framgår att angreppen på den sanerade ytan framträder efter en å två månader och att angreppen når sin största omfattning efter cirka tre månader. Jämförs medelvärdena för den maximala påväxtgraden hos de enskilda ytskikten före och efter sanering framgår att skillnaden är obetydlig, medel-värde 1,9 respektive 2,0. Saneringsmedlens fungicida effekt

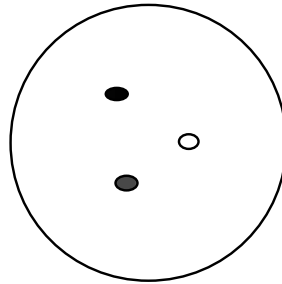
förefaller vara tidsbegränsat - persistenstid en á två månader. I och med att angreppen inte minskat påtagligt efter sanering har desinfektionsmedlens effekt visat sig vara kortvarig.

För att kunna besvara frågan om de olika saneringsmedlens effektivitet krävdes en kompletterande mykologisk analys. Härvid togs "fingerprints" på de fyra delytorna hos varje våtrumssystem, se figur 7.7 som före sanering samtliga varit belagda med näringssubtrat "mix" och som var och en sanerats med ett saneringsmedel. Resultatet av odlingen på tryckplattorna anges i detta fall efter en påväxtskala graderad med hänsyn till mögelkulturernas ytutbredning i förhållande till hela plattans yta. Bedömningsgrunden för påväxtgraden hos tryckplattorna är följande,

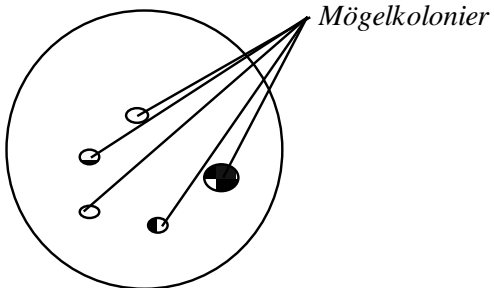
- 0 = ingen synlig mögelpåväxt, ytutbredning 0 %,
- 1 = knappt synlig mögelpåväxt, ytutbredning 0 - 5 %,
- 2 = synlig men obetydlig mögelpåväxt, ytutbredning 5 - 10 %,
- 3 = tydlig mögelpåväxt, ytutbredning 10 - 30 %,
- 4 = kraftig mögelpåväxt, ytutbredning 30 - 70 %,
- 5 = mycket kraftig mögelpåväxt, ytutbredning 70 - 100 %,



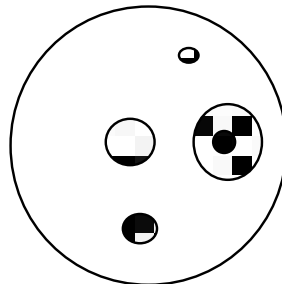
Påväxtgrad 0
Ingen synlig mögelpåväxt,
Ytutbredning 0 %.



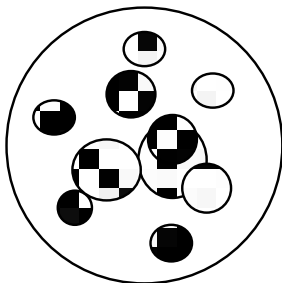
Påväxtgrad 1
Knappt synlig mögelpåväxt,
Ytutbredning 0 - 5 %.



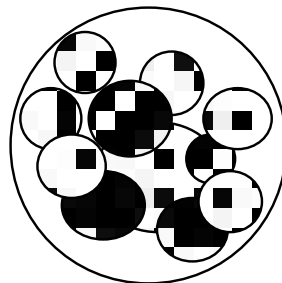
Påväxtgrad 2
Synlig men lindrig mögelpåväxt,
Ytutbredning 5 - 10 %.



Påväxtgrad 3
Tydlig mögelpåväxt,
Ytutbredning 10 - 30 %.



Påväxtgrad 4
Kraftig mögelpåväxt,
Ytutbredning 30 - 70 %.



Påväxtgrad 5
Mycket kraftig mögelpåväxt,
Ytutbredning 70 - 100 %.

Figur 13.1: Figuren illustrerar innebörden av den gradering som redogörs för på sid 106.

Tabell 13.1: Resultat av saneringsförsöken. Samtliga ytskikt i duschkabinerna sanerades med fyra olika saneringsmedel av hushållstyp. De applicerades enligt ett schema på delytor enligt figur 7.7. Därefter bestämdes fuktpåfrestningarna av duschprogrammet. För varje ytskikt anges tidpunkt för första synliga angrepp av mögel och den maximala påväxtgraden, skala 0 - 5 som utvecklats efter tre månader. Det saneringsmedel som påförts delytor med den maximala påväxten noteras samt det näringssubstrat, som fanns där före saneringsåtgärden. Skillnaden i påväxtgrad efter och före åtgärd anges i sista kolumnen. Medelvärden har beräknats av de enskilda ytskiktens maximala påväxtgrad före och efter sanering.

1 Ytskikt	2 Obj.nr.	3 Påfört substr.	4 Sanerings- medel	5 Tid (månader) för första synliga angrepp	6 Max på- växtgrad	7 Påväxt- grad, o- sanerad yta	8 Skillnad mellan kolumn 6 och 7
Alkydlack *	1a	Hudfett	Mögeltvätt	2	1	1	0
Akrylatlatex *	1b	Textil	Mögeltvätt	1	2	2	0
Alkydlack *	1c	Hudfett	Mögeltvätt	2	1	1	0
Akrylatlatex *	1d	Textil	Klorin	1	4	5	-1
Akrylatlatex *	2a	Mix	Mögeltvätt	2	1	2	-1
Akrylatsamp.latex *	2b	Hudfett	Mögeltvätt	2	1	1	0
Akrylatsamp.latex *	2c	Hudfett	Mögeltvätt	2	2	3	-1
Akrylatlatex *	2d	Schampo	Klorin	1	4	2	2
Vinyltapet	3a	Mix	SCP-31 / Mögelstopp	1	2	1	1
Vinyltapet	3b	Hudfett	Mögeltvätt	1	2	3	-1
PVC - matta	3c	Mix	Mögeltvätt	2	1	2	-1
PVC - matta	3d	Hudfett	Mögeltvätt	1	2	2	0
Akrylatlatex *	4a	Mix	SCP-31 / Mögelstopp	1	3	3	0
Vinyltapet	4b	Hudfett	Mögeltvätt	2	2	2	0
Klinkerplatta	4c	Hudfett	Mögeltvätt	2	2	2	0
Kakelplatta	4d	Hudfett	Mögeltvätt	1	2	3	-1
PVC - matta	5a	Mix	Mögelstopp	2	1	1	0
Alkydlack *	5b	Hudfett	Mögeltvätt	3	2	2	-1
Akrylatsamp.latex	5c	Mix	Mögelstopp	2	2	2	0
PVA - latex	5d	Textil	Mögeltvätt	1	4	5	-1
Plastlaminat	6a	Hudfett	Mögeltvätt	2	1	1	0
Plastlaminat	6b	Mix	Mögeltvätt	2	1	1	0
Plastlaminat	6c	Hudfett	Mögeltvätt	3	1	0	1
					Medel- värde 1,9	Medel- värde 2,0	

* på glasfiberväv

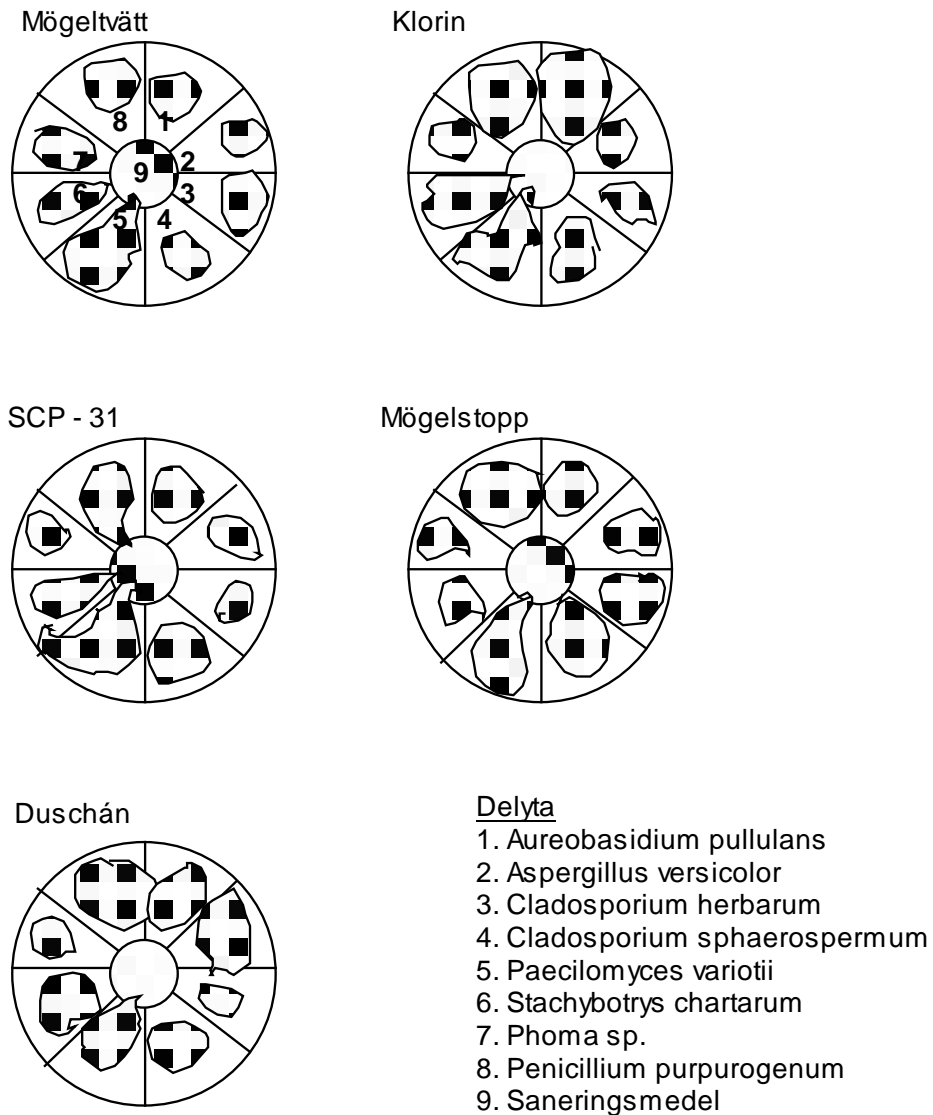
Genom mykologisk analys bestämdes den dominerande svamparten på odlingsplattorna. Granskning i mikroskop visade begränsad förekomst av bakterier; tabell 13.2 som redovisar

resultaten i sammandrag. Medelvärden, för att belysa saneringsmedlens mögelhämmande effekt, har beräknats för de enskilda ytskiktens påväxtgrad. Det visar sig att "Mögeltvätt" är det effektivaste medlet med medelvärdet 2,0. "SCP -31 och Mögelstopp" bedöms ha likvärdig verkan. Medlen bedöms vara praktiskt taget likvärdiga. I nämnda tabell framgår vidare att Stachybotrys återfinns på de flesta delar som dominerande svamp (17 gånger) tätt följt av Penicillium (16 gånger) och Cladosporium (15 gånger). I enstaka fall är Aspergillus, Paecilomyces och Phoma dominerande. Dock är Aureobasidium sällsynt. Det framgår av saneringsförsöken att det efter saneringen har skett en förändring av svamppopulationen. Cladosporium och Phoma var före saneringen dominerande arter på ytskikten i kabinerna. För bestämning av saneringsmedlens fungicida effekt, svampdödande egenskaper, genomfördes ytterligare en jämförande studie. Härvid gjordes odlingsförsök på maltextrakttagarsubstrat med medlen Mögeltvätt, Mögelstopp, SCP-31 och Klorin. Ytterligare ett medel, Duschan inkluderades i denna kompletterande studie. I centrum på odlingsplattan tillfördes 5 ml saneringsmedel vilket täckte en cirkulär yta av 30 millimeters diameter. Odlingsplattan indelas i åtta sektorer vilka var och en inokulerades med en våtrumssvamp enligt figur 13.2

Tabell 13.2 Resultat av saneringsmedlens fungicida effekt. Delar av ytskikten i duschkabinerna hade i fas II belagts med näringssubstrat. Delar av dessa ytor sanerades i sin tur med fyra olika saneringsmedel, se figur 7.7. Efter cirka tre månader i miljö bestämd av duschningsprogrammet togs fingerprints för bestämning av dominerande mögelsvamp och eventuell bakterieförekomst. Påväxtgraden på tryck- / provplattorna anges.

Ytskikt	Obj. nr	ÖGELSTOPP Samp	Påväxtgrad	SCP-31 svap	Påväxtgrad	LORIN Svamp	Påväxtgrad	MÖGEL-TVÄTT	Påväxtgrad
Alkydlack *	1a	Stachyb	3	Stachyb	3	Stachyb		Penicill	5
Akrylatlar. *	1b	Penicill +	3	Endast bakt. +	2	Endast bakt.+	1	Penicill	2
Alkydlack *	1c	Stachyb	3	Obevuxen	0	Stachyb +	4	Stachyb +	3
Akrylatlar. *	1d	Stachyb	3	Penicill	4	Stachyb &	4	Stachyb &	5
		Asperg, Stachyb & Penicill	3	Aspergill		Penicill +	2	Penicill +	
Akrylatlar. *	2a	Stachyb & Penicill	3	Cladosp +	2	Endast bakt.+	3	Endast bakt.+	1
Akrylatsamp.- latex *	2b	Endast bakt. +	3	Penicill +	2	Penicill &	2	Endast bakt.+	1
Akrylatsamp.- latex *	2c	Endast bakt. +	2	Endast bakt. +	2	Clado-sp		Endast bakt.+	3
Akrylatlar. *	2d	mycél +	2	mycél +	2	Stachyb +	2	Endast bakt. +	3
Vinyltapet	3a	Penicill +	1	Penicill +	4	Cladosp & Stachy	1	Obevuxen	0
Vinyltapet	3b	Endast bakt. +	4	Endast bak +	4	Cladoso	1	Obevuxen	0
PVC-matta	3c	Asperg	2	Obevuxen	1	mycél +	0	Endast bakt.+	2
PVC-matta	3d	Phoma +	2	Obevuxen	0	Endast bakt.+	2	Obevuxen	0
Akrylatlar. *	4a	Paecilom	4	Phoma	0	Cladosp	0	Obevuxen	0
Vinyltapet	4b	Cladosp	3	Phoma	4	Stachyb	3	Penicill	5
Klinker	4c	Obevuxen	4	myc'el	2	Obevuxen		Endast bakt.+	1
Kakel	4d	Obevuxen	0	Penicill &	3	Cladosp	4	Phoma	4
PVC-matta	5a	Aspergill & Penicill	0	Stachyb	3	Penicill	0		
Alkydlack *	5b	Phoma	2	Cladosp	3	Obevuxen	3	Obevuxen	0
Akrylatsamp.- latex *	5c	Cladosp	2	Cladosp	2	Cladosp	3	Cladosp & Stachy	3
PVA-latex *	5d	Obevuxen	3	Obevuxen	2	Asperg & Phoma	0	Obevuxen	0
Plastlaminat	6a	Obevuxen	0	Cladosp	0	Obevuxen	2	Obevuxen	0
Plastlaminat	6b	Obevuxen	0	Stachyb	2	Endast bakt.	0	Cladosp	2
Plastlaminat	6c	Obevuxen	0	Obevuxen	2	Obevuxen	0		

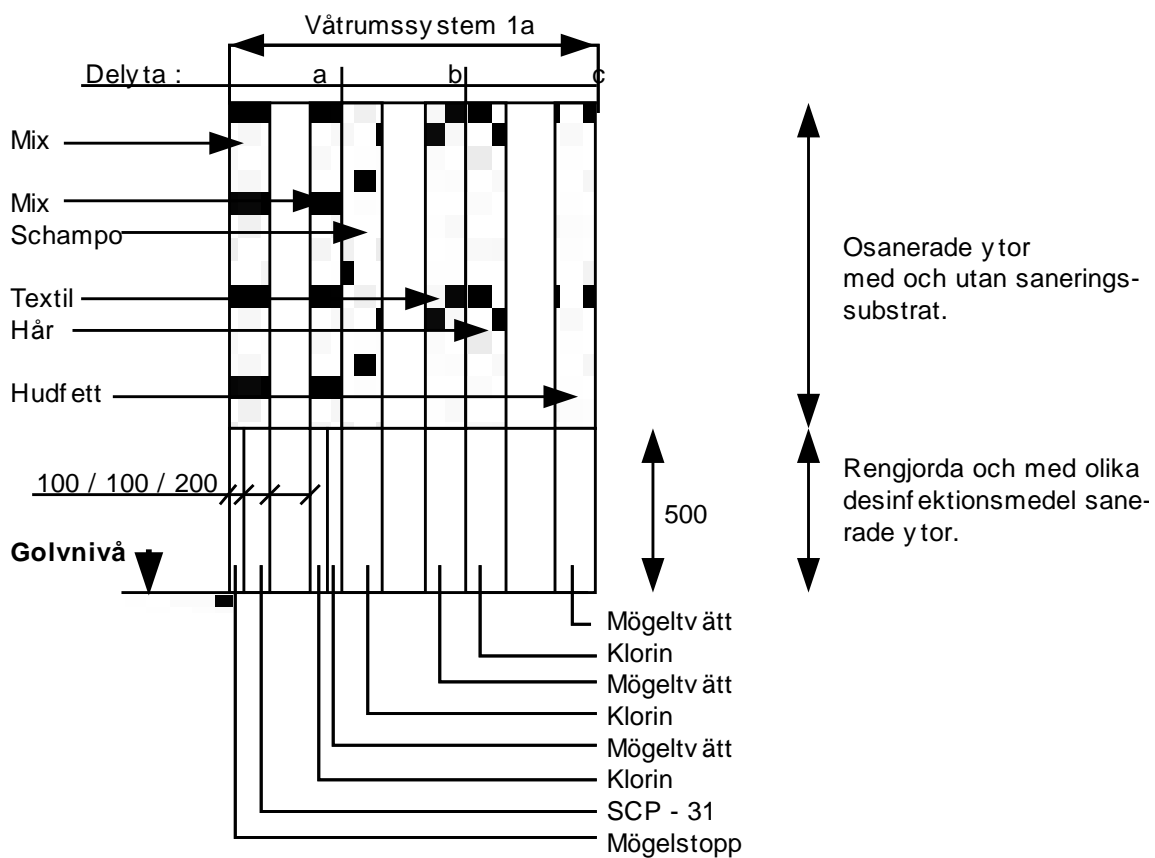
* På glasfiberväv
+ bakterier förekommer



Figur 13.2 Mögelutbredning på odlingsplattor med saneringsmedel i mittcirkeln och med våtrumsvamp i åtta sektorer. Endast obetydlig påväxt har ägt rum i kantområdet saneringsmedel / mikrosvamp.

Sektor nr	Mikrosvamp
1	Aureobasidium pullulans
2	Aspergillus versicolor
3	Cladosporium herbarum
4	Cladosporium sphaerospermum
5	Paecilomyces variotii
6	Stachybotrys chartarum
7	Phoma sp
8	Penicillium purpurogenum

Efter 2 veckors inkubationstid hade varje våtrumssvamp vuxit ut maximalt, varvid några täckte hela sitt fält. Fältet med saneringsmedlet var i de flesta fall opåverkat och i något enstaka fall påväxt i kantområdet. I figur 13.2 har resultatet sammanställts för samtliga preparat. Alla fem preparaten har likvärdig fungicid effekt. Resultatet stämmer väl överens med de i det föregående rapporterade iakttagelserna rörande medlens effektivitet vid sanering av mögelpåväxta ytskikt i duschkabinerna, som också bedömdes vara likvärdiga från denna synpunkt.



Blanka ytor = referensytor

Figur 13.3: Varje våtrumssystem indelas vid saneringsförsöken i delytor som sanerades med olika saneringsmedel enligt ovan. Före rengöring och sanering var delytorna belagda med näringssubstrat som framgår av figurens övre del. "Fingerpints" har också utförts.

14. DISKUSSION AV FAKTORER SOM PÅVERKAR RESULTATEN

Undersökningens begränsningar - resultatens allmängiltighet.

Vid utförandet av mykologiska försök som innefattar analyser, odlingar och provtagningar finns det risker att försöken kan påverkas och störas på grund av kontaminering, antagonism och konkurrens. Risken består främst i kontaminering av de testade materialen av mikroorganismer som tillförs proverna under hanteringen och odlingsperioden. Dessa risker gäller främst för fullskaleförsöken i kabinerna men finns även i odlingsförsök av provplattor i kontrollserien. Kontamineringsrisken i kabinerna har berörts redan i avsnitt 10.2.

Förläggningen till en separat del av laboratoriet medförde den fördelen att luften var mycket sporfri. Även i övrigt var luften i hög grad fri från organiska och oorganiska partiklar som eljest kunnat följa med in i kabinerna med de oundvikliga luftrörelser då dörrar öppnas för inspektion, granskning, provtagning med mera. Studier av finger prints som tagits under saneringsfasen visar en viss förekomst av bakterier i begränsad omfattning, tabell 13.2. På en våtrumsvyta observerades i kabinförsöken påväxt av kulmögel (*Rhizopus*) vilket kan hänföras till den oavsiktliga kontamination som inte kan undvikas i fullskaleförsök.

Omfattningen var dock begränsad och sannolikt utan betydelse för resultaten i övrigt. Vid påföring av näringssubstrat på de avsedda delytorna i fullskalekabinerna föreligger trots stora ansträngningar risk att näringsämnen som schampo, bomullsfibrer, hår och hudfett kan bli ojämnt fördelade på ytorna.

I vår utvärdering av kontrollserien framgår emellertid att de olika våtrumssvamparna förekommer med ungefär samma frekvens oavsett typ av näringssubstrat på underlaget. Mängd och typ av substrat förefaller inte ha haft någon större inverkan på hur svamparna etableras och utvecklas inbördes. Avvikelserna i frekvens i figur 12.2 bedöms ligga inom försökets felgränser. Däremot finns ett samband mellan mögelangreppets ytutbredning i kabinförsöken och tillgången till mängd substrat. Viktiga parametrar vid odling av mikrosvamp är luftfuktighet och temperatur. I kontrollserien och kabinförsöken har temperaturen varierat mycket lite. Luftfuktigheten har i båda försöksleden likaledes varit mycket konstant, > 90 % och i överensstämmelse med de rekommendationer som ges i svensk standard. I duschprogrammet har beklädnadernas "våttid" ökat ut i förhållande till övriga faser. Denna våttidsökning kan ha varit den avgörande faktorn för utvecklingen av *Cladosporium* och *Stachybotrys* som båda är fuktkrävande mikrosvampar. Skillnaderna i dominerande svamparter mellan kontrollserie och kabinförsöken duschningsprogram, kan möjligen förklaras av skillnaden i fuktillstånd mellan kontrollserie och kabinförsök. Överensstämmelse mellan kontrollserie och kabinförsök är med vissa redovisade undantag god både vad avser påväxt- och skadegrad.

Inokuleringarna av provplattorna gjordes med mikropipett för att säkerställa en jämn och likartad sporfördelning. I kabinförsöken innebar inokulering medelst sprayning en ojämnare sporfördelning på väggytorna. Sedimentation och omfördelning av sporer kan i ett senare skede ha ägt rum på ett okontrollerat sätt. Den totala mängden sporer per kabin har emellertid varit densamma. Kabinerna och försöksmiljön inrättades för att efterlikna verkliga förhållanden. I vissa avseenden föreligger avvikelser. Några exempel framgår av nedanstående jämförelse.

Normalt våtrum	Försökskabin
<p>Ventilation. Naturligt förekommande sporer. Naturligt förekommande partiklar av organiskt ursprung. Hög RF periodvis. Synlig mögelpåväxt avlägsnas. Viss temperaturvariation. Individuellt utnyttjande.</p> <p>Hantering av tvättgods och dylikt. Beklädnad anbringad av hantverkare.</p> <p>Sanering, rengöring med individuella variationer.</p>	<p>Ingen ventilation. Inokulering av mögelsvamp. Utvalda, påförda näringssubstrat.</p> <p>Hög konstant RF kontinuerligt. Möglet tillåts växa ut. Obetydlig temperaturvariation. Styrt utnyttjande enligt bestämd upprepad procedur.</p> <p>Ingen tvättning eller torkning. Beklädnad utförd med stor omsorg av fabrikanten / leverantören själv. Sanering, rengöring på försiktigt sätt.</p>

För att främja en optimal mögelutveckling föreskrivs vid mykologisk test av ytskikt att odlingen utförs vid konstant hög relativ luftfuktighet och med temperaturer nära rumstemperatur. Därmed kan provningstiderna hållas kortare än om en torrare miljö väljs. I praktiken ger ventilationen av våtrum upphov till växlingar mellan torr och våt miljö. De ovan beskrivna försöken som genomförts vid för svamptillväxt optimala förhållanden kan därför bedömas utsätta materialen för en resistensprovning som överträffar den som förekommer i våtrum med ventilation. Med de miljöer som skapats i försöksprogrammet för kabinerna uppnåddes god överensstämmelse i bedömningen av materialens mögelresistens mellan olika testmetoder.

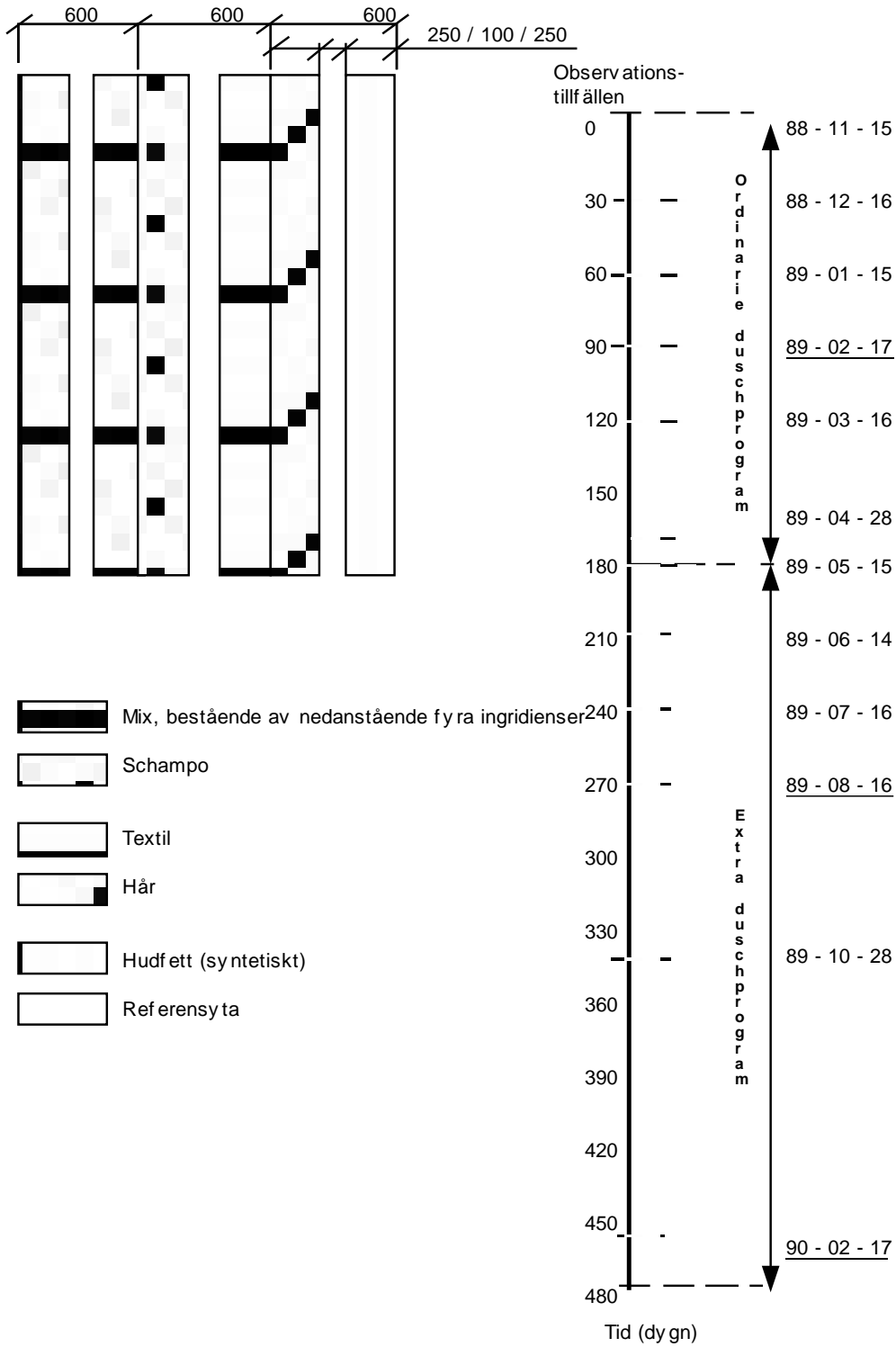
- I en zon kan våtrummens ytskikt vara relativt torra och rena samt utsätts endast för kortvarig hög luftfuktighet, motsvarande fas I och begränsad mögelsporbelastning.
- I en annan zon, motsvarande fas II till exempel i hörn, vid eller bakom badkar eller tvättmaskiner kan ytbeklädnaderna vara långvarigt fuktiga, starkt nedsmutsade och med riklig mögelsportillgång.

Påfrestningarna på ytskikten i kabinerna av fukt, näringssubstrat och mögel har varit optimala. De resultat som framkommit rörande mögelresistensen kan bedömas vara utslagsgivande. Exponeringen vad avser duschning och fuktighet kan teoretiskt beräknas motsvara användningen av ett normalt våtrum under cirka 20 år förutsatt att luftfuktigheten är $\geq 90\%$. De ytskiktssystem som befunnits resistenta i testerna torde därför motsvara de krav som förekommer i normala våtrum. De iakttagelser och resultat som framkommit ger en grund för bedömning av hur våtrumssystemen kan komma att fungera i praktiken. Slutligen kan konstateras att det har visat sig finnas tekniska goda förutsättningar för att tillverka färger / färgsystem och utföra beklädnader med sådan mögelresistens att de förblir skadefria trots att för mögelsvampar biologiskt optimala försöksbetingelser föreläggas. Samtidigt visar undersökningarna att det finns några system som bör undvikas.

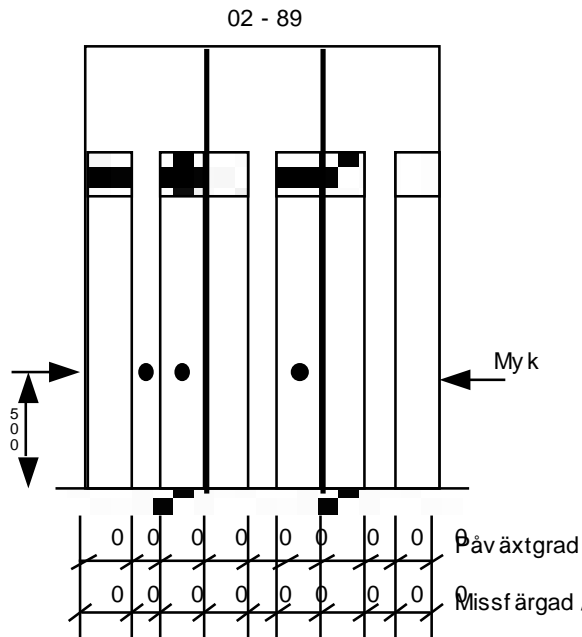
REFERENSER

- Athey R D: Emulsion Polymer Technology. Athey's Technologies. Los Gatos, California, 1991.
- Barnett H L / Hunter B B: Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company, Minneapolis, 1972.
- Berggren K / Ingeström B: Fläckar på målade ytor i våtrum. Ett ventilations- och materialproblem ? Rapport R92:1989, Byggeforskningsrådet, Stockholm, 1989.
- Blomqvist G / Lindberg B / Ström G: Luftburna svampsporer i några inomhusmiljöer. Undersökningsrapport, Umeå, 1986.
- Bring C / Roman B: Invändiga ytskikt till väggar och tak. Funktionsanalys och provningsmetoder. Rapport R:1977, Byggeforskningsrådet, Stockholm, 1977.
- Damsch / Gams / Andersson: Compendium of soil fungi. Academic Press, Great Britain, 1980.
- Deacon J W: Introduction to modern mycology. Blackwell Scientific Publications, Edinburgh, 1984.
- Försäkringsbolagen informerar: Bygg rätt - vattentätt. Försäkringsbranschens Serviceaktiebolag, Stockholm, 1990.
- Ingold C T: The biology of fungi, Hutchinson & Co, London, 1984.
- Måleribranschens våtrumskontroll AB: Branschstandard för våtrum, Stockholm, 1989.
- Nordtest N T Build 058 Walls in bathrooms: Watertightness and resistance to water and moisture, Esbo, Finland, 1977.
- Nybyggnadsreglerna (NR 1). BFS 1988:18. Stockholm, 1989.
- Pehrson R med flera: Mögel i våtrum. Analys och åtgärdsförslag. Rapport R5:1986, Byggeforskningsrådet, Stockholm, 1986.
- Pitt I J: The Genus *Penicillium* and its teleomorphic states *Eupenicillium* and *Talaromyces*. Academic Press, Great Britain, 1979.
- Plattsättningsentreprenörernas Riksförening: Branschregler för keramiska beklädnader i våtutrymmen, Stockholm, 1988.
- Samuelsson I: Fukt och lukt, SP - info, Statens Provningsanstalt 1985:19, Borås, 1985.
- Socialstyrelsen: Mögel i byggnader. En kunskapsöversikt. Socialstyrelsen redovisar 1984:11, Stockholm, 1984.
- Svensk Standard SS 92 36 13: Väggbeklädnader för våtutrymmen - Bedömning av mögelresistens, Stockholm, 1989.

VÅTRUMSSYSTEM: Akrylsampolymerlatex. Objekt 2b - Kabinförsök, fas II



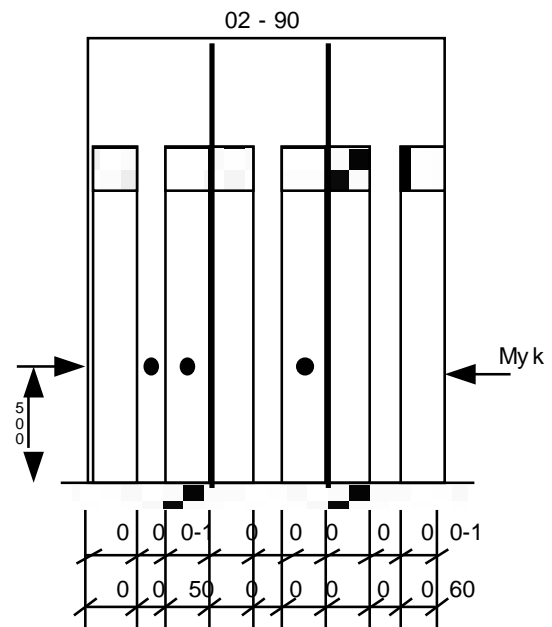
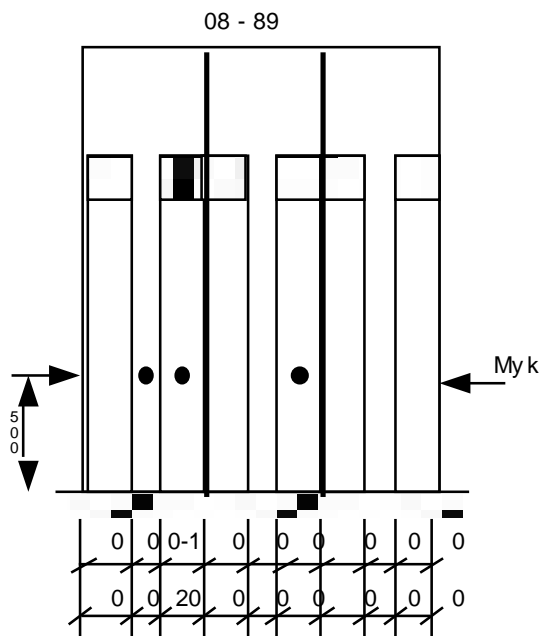
VÅTRUMSSYSTEM: Akrylatsampolymerlatex. Objekt 2b - Kabinförsök, fas II



- Markerar provtagningsställe för mykologiska prover (finger-print).

Bedömningsgrund

- 0 = inget synligt angrepp
- 1 = knappt synligt angrepp
- 2 = synligt men lindrigt angrepp
- 3 = tydligt mögelangrepp
- 4 = kraftigt mögelangrepp
- 5 = mycket svårt mögelangrepp



VÅTRUMSSYSTEM: Akrylatsampolymerlatex. Objekt 2b - Kabinförsök, fas II

	Observations- tillfälle	Observations- yta	Iakttagelser	Påväxt- grad	Yta/m2
02-89	88-11-15	Alla ytor	Ingen påväxt /	0	0
	88-12-16	- " -	missfärgning	0	0
	89-01-15	- " -	- " -	0	0
			- " -		
	89-02-17	- " -		0	0
	89-03-16	- " -		0	0
	89-04-28	- " -		0	0
			- " -		
	89-05-15	Mix		0-1	10
	89-05-15	Övriga ytor	Knappt synlig påväxt Ingen påväxt / missfärgning	0	0
08-89	89-06-14	Mix		0-1	15
	89-07-16	Mix		0-1	15
	89-08-16	Mix	Knappt synlig påväxt	0-1	20
	89-10-28	Mix	- " -	0-1	30
	89-10-28	Hudfett	- " -	0-1	10-30
			- " -		
02-90	90-02-17	Hudfett		0-1	50-60
	90-02-17	Mix		0-1	30-50
			Knappt synlig påväxt - " -		

Datum för
Mykologisk
provtagning

Mögeltyp samt påväxt
i % av provplattans yta

Obevuxen yta

89-02-04



Penicillium 6 %

-94 %

- " -

Cladosporium 8 %; Aspergillus 4 %

-88 %

- " -

Stachybotrys 10 %; Paecilomyces 7 %

-83 %

89-08-23



Penicillium 14 %; Aspergillus 5 %

-81 %

- " -

Paecilomyces 8 %; Aspergillus 6 %

-86 %

- " -

Stachybotrys 16 %; Aspergillus 5 %

-83 %

90-02-03



Penicillium 7 %; Aspergillus 4 %

-89 %

- " -

Cladosporium 8 %; Penicillium 7 %

-85 %

- " -

Aspergillus 8 %; Phoma 8 %

-84 %