



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R92:1989

Fläckar på målade ytor i våtrum

Ett ventilations- eller materialproblem?

**Krister Berggren
Björn Ingeström**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Acnr	
Plac	Ser

R/
Att

Byggforskningsrådet

R 92:1989

FLÄCKAR PÅ MÅLADE YTOR I VÅTRUM

Ett ventilations- eller materialproblem?

Krister Berggren
Björn Ingeström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
851148-6 från Statens råd för byggnadsforskning
till AB Jacobson & Widmark, Tekniska
specialavdelningen, Lidingö.

REFERAT

Denna rapport avser en utredning avseende problemet med mögel i våtrummen i ett större bostadsområde. Vid genomförandet av denna utredning upptäcktes gulbruna fläckar på de målade ytorna i ungefär hälften av de besiktigade lägenheterna.

Denna utredning syftade till att klarlägga om problemet med gulbruna fläckar var vanligt förekommande samt att förklara fläckarnas uppkomst och innehåll. Undersökningen har bestått av besiktningar av våtrum, litteraturstudier samt diverse laboratorietester. Undersökningen har visat följande:

1. Gulbruna fläckar förekom i hälften av de besiktigade lägenheterna. Lägenheterna var byggda mellan 1958 och 1985.
2. Det förekom mögel i ca 25 procent av våtrummen med gulbruna fläckar.
3. Urlakningstestet visade att de gulbruna fläckarna bestod av karboxylatsalter (såpa) samt små mängder föroreningar. Karboxylatsalterna härrör från nedbrytna polymer, troligen cellulosaderivat eller PVA.
4. Kondenstidstestet visade att vattenånga kondenserar på våtrummens begränsningsytor inom två minuter efter det att duschen vrids på. Testet visade också att ventilationens luftflöde hade mycket liten påverkan på kondensationstiden.
5. Täthetskontrollen visade att porer i färgskiktet är vanligt förekommande i moderna våtrumsfärger.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R92:1989

ISBN 91-540-5100-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1989

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	SIDA
1. SAMMANFATTNING	6
1.1 <u>Bakgrund</u>	6
1.2 <u>Hypotes och slutsatser</u>	6
1.3 <u>Resultat och syfte</u>	7
1.3.1 Vattenånga kondenserar	7
1.3.2 Porer förekommer frekvent i moderna våtrumsfärger	8
1.3.3 Såpa istället för cellulosaderivat	8
1.3.4 Såpa kan härröra från cellulosaderivat	8
1.3.5 Trolig näringskälla för möglet	9
1.3.6 Cellulosaderivat kan tjänstgöra som näring åt mögel	9
1.3.7 Gulbruna fläckar är vanliga i våtrum	9
1.3.8 Mögel trivs i gulbruna fläckar	10
1.3.9 Fläckarnas uppkomst måste förklaras innan ett åtgärdsprogram kan utformas	10
2. VÅTRUMSBESIKTNINGAR	11
2.1 <u>Tillvägagångssätt</u>	11
2.2 <u>Besiktningresultat</u>	11
2.2.1 Okulär besiktning	11
2.2.2 Fuktmätning	12
2.2.3 Ventilation	13
2.3 <u>Mykologiska analyser och undersökningar</u>	13
2.3.1 Prover från våtrum	13
2.3.2 Odlingsprover på cellulosaderivat	14
2.3.3 Diskussion runt analysresultaten	19
2.4 <u>Kemiska analyser av prover från våtrum</u>	20
3. LITTERATURSTUDIE	22
3.1 <u>Uppläggning av litteratursökningen</u>	22

3.2	<u>Resultat av litteraturstudien</u>	22
3.2.1	Cellulosaderivat som näring åt mögel	22
3.2.2	Fosforföreningar som fungicider	23
3.2.3	Porer i färgskiktet	23
4.	URLAKNINGSTEST	25
4.1	<u>Marknadsundersökning</u>	25
4.1.1	Uppläggning och genomförande	25
4.1.2	Resultat av marknadsundersökningen	25
4.2	<u>Provade färgsystem och testkombinationer</u>	26
4.3	<u>Prov i klimatkammare</u>	27
4.3.1	Klimatkammaren	27
4.3.2	Provkroppar	28
4.3.3	Klimattekniska förutsättningar	28
4.3.4	Klimatkammarens ventilation	29
4.3.5	Klimatkammarens duschanordning	29
4.4	<u>Urlakningstest under drift</u>	29
4.4.1	Igångsättning av försöket	29
4.4.2	Okulärbesiktning av provkropparna	30
4.4.3	Besiktningresultat	30
4.5	<u>Kemiska analyser</u>	33
4.5.1	Uppsamling av gulbrun substans	33
4.5.2	Analysmetod	33
4.5.3	Resultat av de kemiska analyserna	33
5.	KONDENSTIDSTEST MED UPPTORKNINGSKONTROLL	35
5.1	<u>Kondenstidstest</u>	35
5.2	<u>Resultat av kondensidmätningarna</u>	35
5.3	<u>Upptorkningstest</u>	36

6	TÄTHETSKONTROLL AV FÄRGSKIKT	37
6.1	<u>Preparering av provkroppar</u>	37
6.2	<u>Besiktning av provkropparna</u>	38
6.3	<u>Besiktningresultat och slutsatser</u>	39

BILAGOR

LITTERATURFÖRTECKNING

1. SAMMANFATTNING

1.1 Bakgrund

I miljonprogrammets och energikrisens spår har mögelproblemen aktualiserats alltmer. När det gäller mögel i våtutrymmen har det ansetts att dessa till största delen orsakats av dålig ventilation. Mögelproblemen skulle sålunda kunna lösas genom att förbättra ventilationen.

I april 1985 gav AB Sollentunahem J&W i uppdrag att utreda omfattningen av mögelproblem i lägenheterna i ett bostadsområde, klarlägga problemens orsak samt föreslå åtgärder. I samband med att uppdraget genomfördes upptäcktes det att möglet i våtutrymmen ofta växte i gulbruna fläckar på de målade ytorna. Fläckarna hade oftast en diameter på 3 - 10 mm, i enstaka fall förekom de som en sammanhängande missfärgad yta av flera kvadratdecimeter.

Kemiska analyser visade att de gulbruna fläckarna troligtvis bestod av cellulosaderivat. Cellulosaderivatet antogs tjänstgöra som näring åt mögel-svamparna.

Var kom cellulosaderivatet ifrån? Vid en översiktlig undersökning framkom det att cellulosaderivat ofta används som konsistensgivare i spackel och vattenburna våtrumsfärger. (I spackel ingår vanligtvis omkring en halv viktprocent cellulosaderivat.) Med denna kunskap som bakgrund sattes det upp en hypotes om hur cellulosaderivat extraherades ur spackel- och färgskiktet.

1.2 Hypotes och syfte

Följande hypotes ställdes upp: När ett våtrum med målade ytor utsätts för en aktivitet som medför att det bildas rikligt med vattenånga (t ex duschning) så kondenserar vattenångan på rummets begränsningsytor. Kapillärkrafter suger genom mikroporer i färgen in kondensvattnet i färgskiktet och den bakomvarande väggen. När den våta aktiviteten upphör börjar en upptorkning på de målade ytorna. Allt eftersom ytorna torkar sker en kapillär återsugning av vatten från väggen. Cellulosaderivat som lösts i vattnet följer med till ytan och avsätts där i form av gulbruna fläckar när vattnet avdunstar. Avlagringarna av cellulosaderivat tjänstgör sedan som näring åt mögelsvampar.

Mögeltillväxt beror främst av tre parametrar: temperatur, fukttillgång och tillgång på näring. Temperaturen i bostäder är normalt gynnsam för mögeltillväxt. Möglets fuktbehov tillgodoses genom att fläcksubstansen hålls fuktig av det vatten som

sugs ut ur väggen under uttorkningförloppet. Näringen kommer enligt hypotesen från cellulosaderivatet. Alltså finns det goda förutsättningar för mögeltillväxt.

Syftet med undersökningen har varit att verifiera eller förkasta hypotesen. Om hypotesen bekräftades så skulle undersökningen även ge förslag till åtgärder för att undvika problemet.

Det bör nämnas att flera kemister inom färgindustrin hade sina tvivel till hypotesen. Dessa tvivel motiverades med att cellulosaderivat inte är benäget att vandra på grund av sin molekylstruktur med långa molekyler.

Undersökningen har delats in i följande fem delar:

1. Besiktning av våtrum som är i drift inkl provodling av mögel på olika typer av cellulosaderivat.
2. Litteraturstudie
3. Urlakningstest i laboratoriemiljö
4. Kondenstidstest med upptorkningskontroll i laboratoriemiljö
5. Täthetskontroll av färgskikt

Projektet har avgränsats till att gälla våtutrymmen målade med vattenburna våtrumsfärger.

Urlakningstesterna, kondenstidstesterna och täthetskontrollerna är delvis utförda inom ramen för ett examensarbete på Institutionen för byggnadsteknik KTH.

1.3 Resultat och slutsatser

1.3.1 Vattenånga kondenserar

Kondenstidstest har visat att vattenånga kondenserar på ytorna i ett våtrum då duschen används. Testerna har också visat att kondensationen i stort sett sker oberoende av ventilationsflödets storlek. Vid provningen uppstod kondens 40 till 100 sekunder efter det att duschen vreds på. Luftflödena varierade mellan 0 och 120 m³/h.

Vid våtrumsbesiktningar konstaterades också att det inte fanns något samband mellan gulbruna fläckar och ventilationsflöden vilket ytterligare befäster avsaknaden av samband mellan ventilationsflöde och förekomst av ytkondens.

1.3.2 Porer förekommer frekvent i moderna våtrumsfärger

Moderna vattenburna våtrumsfärgsystem har vid besiktning i mikroskop visat sig ha förvånansvärt mycket porer som ser ut att vara genomgående. Två av de undersökta färgsystemen har dock en påtagligt tätare grundfärg än övriga testade system och torde därför vara mindre benägna att absorbera fukt.

Dessa system uppvisade en mindre mängd gulbrun substans än genomsnittet för systemen med mycket porer. Detta stämmer med teorin att förekomsten av porer i färgen är av betydelse för färgskiktets och den bakomvarande väggens benägenhet att absorbera fukt.

1.3.3 Såpa istället för cellulosaderivat

Den del av hypotesen som säger att det är cellulosa-derivat som urlakas med hjälp av kondensvattnet visade sig vara fel. Vi har kunnat visa att huvudbeståndsdelen i de gulbruna fläckarna inte är cellulosa-derivat utan nedbruten polymer i form av såpa. Dessutom innehåller fläckarna små mängder föroreningar av diverse andra ämnen.

Polymernedbrytningen har sannolikt skett genom hydrolys under inverkan av fukt (kondenserat vatten) och eventuellt av alkalisk miljö (betongunderlaget). Fläckar har dock uppstått även på färg målade på en hård träfiberskiva.

Vid nedbrytningen av polymeren har det skett en avspjälkning av karboxylsyragrupper. Dessa har i sin tur reagerat med kalium (eller eventuellt i vissa fall med kalcium) och bildat såpa.

Fukten som åtgår för nedbrytningen av polymererna härrör från den vattenånga som kondenserat på våtrummetts målade ytor.

Det kondenserade vattnet sugas sedan in till det bakomvarande byggmaterialet genom mikroporer i färgskiktet. Karboxylatsalterna har jämfört med polymererna i spackel- och färgskiktet mycket korta molekyler. Därför kan karboxylatsalterna migrera ut ur färgen eller spacklet.

1.3.4 Såpa kan härröra från cellulosa-derivat

Den polymer som nedbrutits är sannolikt cellulosa-derivat. Det är dock inte uteslutet att polymeren kan utgöras av en del av bindemedlet i färgen. Närmast tillhands ligger i så fall att misstänka polyvinylacetat (PVA).

1.3.5 Trolig näringskälla för möglet

Karboxylatsalterna kan inte utnyttjas som näring åt mögel. Mögelsvamparna som enligt besiktningarna växte på de gulbruna fläckarna måste istället ha utnyttjat de små mängder av föroreningar som också fanns i de gulbruna fläckarna.

Dessa föroreningar är troligen små mängder av nedbrutet cellulosaderivat. Cellulosaderivatets långa molekylkedjor kan i samband med hydrolysen ha brutits av så att det bildats enkla sockerarter. Dessa sockermolekyler kan ha migrerat ut till ytan tillsammans med karboxylatsalterna. Sockret kan direkt fungera som näring åt mögelsvampar.

Det är också möjligt att mycket små mängder icke nedbrutet cellulosaderivat finns i fläckarna trots att detta inte gått att påvisa vid analyserna. Detta cellulosaderivat kan i så fall efter enzymatisk nedbrytning också fungera som näring åt mögel.

Fläckarna blir klibbiga av kondenserande fukt. Detta leder till att smutspartiklar fastnar i fläckarna. Även smutsen kan tjänstgöra som näring åt mögelsvamparna.

1.3.6 Cellulosaderivat kan tjänstgöra som näring åt mögel

Eftersom hypotesen byggde på att cellulosaderivat tjänstgjorde som näring åt möglet genomfördes odlingsförsök för att bevisa detta. Vid dessa kunde det konstateras att mögel växer på olika typer av cellulosaderivat.

1.3.7 Gulbruna fläckar är vanliga i våtrum

Besiktningarna av våtrum i bostäder byggda mellan 1958 och 1985 visade att gulbruna fläckar är vanliga på våtrummens målade ytor. De gulbruna fläckarna återfanns i 125 (49 procent) av de 253 besiktigade lägenheterna.

Fläckarna fanns i alla årgångar av de undersökta fastigheterna utom de från 1985. Detta kan förklaras med att dessa fastigheter inte hade varit i drift någon längre tid då besiktningen utfördes. I övriga områden varierade frekvensen gula fläckar mellan 20 och 62 procent av lägenheterna i respektive område.

Våtrumsfärgsystem som idag finns i handeln har vid urlakningstest också visat sig ge en hög frekvens av fläckar.

1.3.8 Mögel trivs i gulbruna fläckar

Vid besiktningarna konstaterades att det ofta växte mögel i de gulbruna fläckarna och att mögel var mycket sällsynt i våtrum utan gulbruna fläckar.

Det förekom gulbruna fläckar med mögelpåväxt i 31 lägenheter dvs i 25 procent av lägenheterna med gulbruna fläckar och i 12 procent av alla de besiktade bostäderna.

1.3.9 Fläckarnas uppkomst måste förklaras innan ett åtgärdsprogram kan utformas

Gulbruna fläckar återfinns på moderna vattenburna våtrumsfärger. En fortsatt undersökning av fläckarnas uppkomst behövs emellertid för att ett åtgärdsprogram ska kunna föreslås.

Förslagsvis borde den fortsatta undersökningen utföras på följande vis: Ett system av testfärger sätts ihop där olika komponenter som skall testas tillsätts i större mängd än vad som är normalt respektive utesluts helt. Testfärgerna utsätts sedan för ett urlakningstest på samma sätt som färgerna i det här projektet.

2. VÅTRUMSBESIKTNINGAR

2.1 Tillvägagångssätt

253 våtrum okulärbesiktigades. 245 ingick i AB Sol-lentunahems fastighetsbestånd. Övriga våtutrymmen fanns i Stiftelsen Lidingöhems fastigheter.

Vid besiktningarna utfördes följande kontroller och mätningar:

- * ventilation: - luftflöde (endast vissa lägenheter)
- placering av don och ventilationsspalter
- * uppvärmningssätt
- * förekomst av torkskåp/torktumlare
- * rengöringsgrad
- * förekomst av gulbruna fläckar
- * borttvättning av gulbrun substans för att kontrollera om det förekommer porer under
- * förekomst av mögel och om det i sådana fall växte på de gulbruna fläckarna
- * möglets placering (yttervägg/innervägg/tak)
- * uppsamling av materialprover för analys

Besiktningssprotokoll upprättades för varje lägenhet. Därefter sammanställdes resultaten.

Ventilationens funktion studerades särskilt omsorgsfullt i fyra lägenheter. I dessa gjordes noggranna mätningar på hela ventilationssystemet.

Prover för mykologisk analys togs från taken i fyra problemlägenheter. I några problemlägenheter togs även prover för kemisk analys ur taket. Fuktmätning utfördes inuti betongbjälklaget i en lägenhet.

2.2 Besiktningresultat

2.2.1 Okulär besiktning

Våtrumsväggarna var byggda av något av följande byggnadsmaterial: platsbytet betong, lättbetong eller regler plus gipsskivor. Det var inte ovanligt att det i ett och samma våtrum förekom flera typer

av material i väggarna.

Flera olika typer av ytskikt fanns också representerade i de besiktigade bad- och duschrummen. Av dessa var endast de ytbehandlingar som utgjordes av målning intressanta. Målningen av väggarna hade utförts på två olika sätt. Antingen hade väggen endast spacklats och målats eller hade en glasfiber-väv limmats på väggen och därefter målats.

Taken i våtrummen var betydligt mer enhetliga. De bestod av ett spacklat och målat betongbjälklag.

Vid duschtester som genomfördes som stickprover visade det sig att den vattenånga som bildades i luften då duschen vreds på (vattentemperatur ca 40 grader C) kondenserade i tak och på väggar inom mindre än en minut från det att duschen startats.

Två olika typer av fläckar förekom i våtutrymmena (här avhandlas endast fläckar på målade ytor): dels en gulbrun variant med relativt stor omfattning, dels en svart variant som alltid uppträdde i en gulbrun fläck.

I bilaga 1 redovisas en sammanställning av de olika besiktningarna. I sammanställningen visas hur många lägenheter som besiktigades i varje område samt i hur många av dessa lägenheter som det fanns våtrum med gulbruna fläckar. Dessutom anges typ av uppvärmning och ventilation i våtrummen.

Av sammanställningen i bilaga 1 framgår det att gulbruna fläckar förekom på de målade ytorna i 125 (49 procent) av de 253 besiktigade våtrummen. I ungefär en tredjedel av de våtrum som hade gulbruna fläckar återfanns även den mörkare typen av fläckar. Mögellukt kunde inte konstateras i något av de besiktigade våtutrymmena. Ingen av hyresgästerna påtalade allergiska besvär eller symptom som kunde sättas i samband med mögelallergier.

2.2.2 Fuktmätning

För att utesluta att fläckarna hänger samman med alltför högt fukttinnehåll i luften respektive i betongbjälklagen mättes den relativa fuktigheten.

Mätningarna av luftfuktigheten, som genomfördes i några våtrum, gav värden som kan betraktas som normala.

Den relativa fuktigheten i bjälklaget har mätts i ett våtrum. Mätvärdena låg mellan 60 till 66 procent (efter kalibrering och korrektion för instrumentets felvisning). Även dessa värden är att betrakta som normala för ett våtrumsbjälklag i betong. Detta tyder på att problemet med gulbruna fläckar

inte härrör från läckande vattenisolering eller golvbrunn i våtrummet i lägenheten ovanför. Läckage från ingjutna rör (avlopps-, vatten- eller värmerör) torde nog också kunna uteslutas som orsak till problemet eftersom de erhållna mätvärdena var så pass låga.

2.2.3 Ventilation

Alla fastigheterna i undersökningen hade någon typ av mekanisk ventilation. Den mekaniska ventilationen var antingen av typen frånluftssystem eller av typen från- och tilluftssystem. Vanligast var systemet med enbart frånluftsfläktar. De användes i drygt 95 procent av de besiktigade fastigheterna.

I 47 procent av lägenheterna utfördes luftflödesmätningar. Ventilationen i dessa lägenheter var av typen frånluftssystem. Följande värden har räknats fram med hjälp av uppmätta värden:

Medelvärde frånluft i våtrum	39 m ³ /h
Medelvärde frånluft i våtrum med fläckar	37 m ³ /h
Medelvärde frånluft i våtrum utan fläckar	40 m ³ /h

Luftflödenas medelvärde kan jämföras med det krav SBN 80 och Boverkets Nybyggnadsregler ställer dvs ett grundflöde på 36 m³/h plus 3,6 m³/h för varje kvadratmeter golvarea utöver 5 m².

Fläckarna är ungefär lika frekventa i våtrum med höga som låga luftflöden. Det torde därför vara svårt att påstå att det råder något direkt samband mellan små luftflöden och fläckar.

Ventilationsflödena var något högre i badrummen än i duschrummen. I badrummen varierade luftflödena mellan 5 och 160 kubikmeter per timme. I duschrummen varierade flödena däremot mellan 5 och 86 kubikmeter per timme.

2.3 Mykologiska analyser och undersökningar

Mykologiska analyser har utförts av Mybac laboratorium, Statens bakteriologiska laboratorium (SBL) och Botaniska institutionen vid Göteborgs universitet. Två typer av analyser har genomförts dels analys av mögelförekomst på prover uttagna från besiktigade våtrum, dels odlingsprover på 8 olika celluloserivatlösningar.

2.3.1. Prover från våtutrymmen

Analysernas syfte var att ge svar på följande

frågor: Finns det någon mögelpåväxt på provet?
Vilken/vilka mögelarter är det, om så är fallet?

Botaniska institutionen vid Göteborgs universitet har utfört mikroskopisk analys på provsubstans från tre olika fläckar, en gulbrun och två svarta. I den gulbruna fläcken hittades inget mögel. I de svart fläckarna upptäcktes inaktivt mycel från en okänd svampart.

Mikroskopisk undersökning har även utförts av Mybac laboratorium. I denna undersökning ingick provmaterial från en röd fläck och material från en kombinerad gulbrun och svart fläck. Den röda fläcken hade ingen svamppåväxt. Den gulbruna och svarta fläcken hade en mögelpåväxt av typen *Alternaria*.

SBL utförde odlingsprover på 6 olika material tagna ur fläckar i flera våtrum. På två av dessa prover förekom det inga mögelsvampar. På tre av proverna hittades mikroorganismer av arten *Alternaria species* på det återstående provet fanns det mögel av typen *Aureobasidium pullulans*.

I SBL:s rapport står det bland annat "De identifierade mögelarterna tillhör omgivningsmögelt i naturen som även kan kontaminera inomhusmiljön genom luftburen spridning". SBL menar att mögelarternas tillväxt i boendemiljö gick att förhindra genom ventilations- och byggnadstekniska åtgärder.

I tabell 2.1 visas en sammanställning av de mykologiska analyserna av prover som tagits i de besiktigade våtrummen.

Tabell 2.1 Sammanställning mykologisk undersökning

Typ av fläckar	Antal	Antal med mögel
Gulbruna	3	1
Svarta	6	6
Röda	2	0

2.3.2 Odlingsprover på cellulosaderivatlösningar

Undersökning 1

Undersökningen gick ut på att se om mögelsvampar kunde tillgodogöra sig näring från olika typer av cellulosaderivat. Analysen utfördes av Mybac laboratorium under mars månad 1987. Följande cellulosa-

derivat ingick i testet.

1. CMC-lösning 4%
2. CMC-lösning 4% plus enzym typ Cellase 1000
3. HEC-lösning 4%
4. HEC-lösning 4% plus enzym typ Cellase 1000
5. EHEC-lösning 4%
6. EHEC-lösning 4% plus enzym typ Cellase 1000
7. EHEC-lösning biostabil 4%
8. EHEC-lösning biostabil 4% plus enzym typ Cellase 1000

Det ingick tre delförsök i provningen.

Test A Undersökning av samtliga prover med avseende på sterilitet. Inget prov var kontaminerat med mögel.

Test B Odling av mögel. Målet med denna undersökning var att konstatera om någon av substanserna aktiverade mögeltillväxt. I detta försök användes ett neutralt medium, Capek Dox medium, dels som referens, dels med tillsats av de olika substanserna enligt ovan. *Aspergillus niger* och *Alternaria spec* användes som testorganismer. Inget av medierna hade rikligare påväxt än referensmediet. I några fall sågs en viss hämning av tillväxten (prov 2, 4, 6 och 8).

Test C Detta test syftade till att ta reda på om mögel kunde växa på den rena substansen (av cellulosaderivat). De 8 olika substanserna inokulerades med mögel av arterna *Aspergillus spec* och *Alternaria spec*. De provade substanserna var placerade i var sin petriskål under försökets gång.

Proverna hölls under regelbunden observation i två veckor. Inget av proverna aktiverade mögeltillväxt under provtiden.

Undersökning 2

Enkla odlingsprover genomfördes även på J&W. Dessa försök startades under våren 1987 och avslutades i januari 1989.

I försöket testades 10 olika cellulosaderivat. Av dessa var 8 stycken levererade av tillverkaren i januari 1987 (dessa kom ur samma sändning som testades av Mybac Laboratorium under mars månad 1987). Resterande två prover var hämtade hos en färgtillverkare. De provade cellulosaderivaten var:

1. CMC-E
2. HEC-E
3. EHEC-E
4. EHEC-BIO-E
5. CMC
6. HEC
7. EHEC
8. EHEC-BIO
9. HEC (från färgtillverkare)
10. EHEC (från färgtillverkare)

Undersökningen påbörjades i april 1987 och gick till på följande vis: De 10 olika substanserna blandades med destillerat vatten. Därefter applicerades blandningarna på var sitt objektglas (till mikroskåp).

När prepareringen av objektglasen var klar placerades dessa i fyra plastburkar. Glasens ändar vilade på distansklossar så att proverna hamnade ungefär två centimeter över burkarnas bottnar. Vatten hölls sedan i burkarna (vattendjupet var ca 1 cm).

Provbarkarna utan lock ställdes sedan på ett bord på J&W:s kontor så att proverna skulle bli smittade av de mögelsporer som fanns i rumsluften. Efter några dagars exponering i rumsluften försågs burkarna med lock.

Objektsglasen besiktigades regelbundet. Redan efter ungefär tre månader var flera av proverna beväxna med mögelsvampar. Okulärbesiktningen från 1987-06-27 är redovisad i tabell 2.2. I tabell 2.3 redogörs för resultatet av en besiktning av proverna med mikroskop, utförd i slutet av januari 1989.

Tabell 2.2 Okulärbesiktning 1987-06-27

Prov nr	Typ av celluloserivat	Iakttagelser
1	CMC-E	Svart mögel, 6 kraftiga kolonier, max utbredning 6 mm
2	HEC-E	Vitt mögel, 4 kraftiga kolonier, max utbredning 5 mm
3	EHEC-E	Inget mögel
4	EHEC-BIO-E	Inget mögel, svagt grumligt
5	CMC	Inget mögel, grumligt
6	HEC	Inget mögel, lokalt svagt grumligt
7	EHEC	Inget mögel, svagt grumligt
8	EHEC-BIO	Inget mögel, svagt grumligt, Strålsvamp
9	HEC (färgtillv.)	Svart mögel, 32 kraftiga kolonier
10	EHEC (färgtillv.)	Vitt mögel alternativt strålsvamp, hundratals kolonier med $d < 0,5$ mm

Tabell 2.3 Besiktning med mikroskop, januari 1989

Prov nr	Typ av celluloderivat	Iakttagelser
1	CMC-E	Mögelpåväxt av arten <i>Paecilomyces</i> .
2	HEC-E	Mögelpåväxt av arterna <i>Cladosporium</i> sp och <i>Penicillium</i> sp.
3	EHEC-E	Mögelpåväxt av arten <i>Actinomyces</i> .
4	EHEC-BIO-E	Mögelpåväxt av arten <i>Actinomyces</i> .
5	CMC	Mögelpåväxt troligen <i>Cladosporium</i> sp.
6	HEC	Mögelpåväxt av arten <i>Phoma</i> .
7	EHEC	Mögelpåväxt troligen <i>Actinomyces</i> .
8	EHEC-BIO	Mögelpåväxt troligen <i>Actinomyces</i> .
9	HEC (färgtillv.)	Mögelpåväxt av arten <i>Phoma</i> . Helt svart.
10	EHEC (färgtillv.)	Mögelpåväxt av arten <i>Aspergillus</i> sp.

Undersökning 3

Vid J&Ws prov (undersökning 2) fick de två celluloderivaten som erhållits från en färgtillverkare kraftiga biologiska angrepp. Detta medförde att Mybac laboratorium fick i uppdrag att utföra följande test på preparaten:

1. Cellulosaderivaten uppslammades i vatten. Efter någon vecka kontrollerades om någon

mögelpåväxt skett (proverna ympades inte med mögelsporer vid detta test).

2. Testet genomfördes på samma sätt som test nummer 1 med tillägget att mögelsporer av arten *Penicillium* sp ympades på proverna.

Provresultatet redovisas i tabell 2.4.

Tabell 2.4 Kompletterande odlingsprovning på cellulosaderivat från en färgtillverkare

Test	Typ av cellulosaderivat	Iakttagelser
1	HEC	Ingen påväxt
1	EHEC	Ingen påväxt
2	HEC	Riklig påväxt
2	EHEC	Riklig påväxt

Den hämning av testorganismens tillväxt som skedde vid Mybac laboratoriums test B (undersökning 1) föranledde två typer av kemiska analyser. Dels så utfördes en kvalitativ analys, så kallad röntgenfluorescens, på 7 inaskade prover av cellulosaderivat, dels utfördes en halvkvantitativ analys av 4 inaskade cellulosaderivat.

Syftet med dessa analyser var att kontrollera om det gick att påvisa fungicida ämnen i de testade cellulosaderivaten. Analyserna utfördes av Analytica AB.

Vid den kvalitativa analysen påvisades fosfor i ett av proverna (HEC) och det fanns spår av fosfor i två andra prover (CMC och EHEC-Biostabil). Enligt Kanevskaya m fl (1973) så har cellulosa och cellulosaderivat som innehåller fosfor fungicida drag.

2.3.3 Diskussion runt analysresultaten

Cellulosaderivaten som användes vid de två olika testomgångarna (Mybac laboratoriums och J&Ws) hade samma ursprung så när som på prov nummer 9 och 10 som tillkom vid J&Ws provning. Kontrolleras och jämförs resultaten så visar det sig att det till en början inte växte något på det cellulosaderivat som

kom direkt från tillverkaren. Däremot så beväxtes proverna som levererats från en färgtillverkare relativt snabbt.

Vid besiktningar av J&Ws prover utförda knappt två år efter det att försöket började visade det sig att flertalet prover var biologiskt angripna.

Orsaken till att de biologiska angreppen endast sker vid J&Ws testning kan vara att testorganismerna inte varit de samma vid båda testen. En annan orsak skulle kunna vara att något ämne i cellulosa-derivaten hämmar mögelpåväxt vilket antyds i Mybac laboratoriums test B (undersökning 1) och i Analytica AB:s kemiska analyser. Det hämmande ämnet bryts ner eller avgår sedan, allt efter som cellulosa-derivatet åldras.

2.4 Kemiska analyser av prover från våtrum

Vid våtrumsbesiktningarna upptäcktes tre typer av fläckar som ofta uppträdde på de målade ytorna: en gulbrun, en svart och en röd fläckvariant. Analytica AB fick därför i uppdrag att klargöra om det fanns några skillnader i de olika fläcktypernas innehåll av grundämnen. Även skillnader mellan ren färgyta och fläckar kontrollerades.

Undersökningen utfördes med hjälp av ett svepelektromikroskop. 5 olika materialprover kontrollerades. Dessa var:

- * 2 gulbruna fläckar med omgivande färgyta
- * 1 svart fläck
- * 1 röd fläck
- * 1 "smutsfläck"

Vid en jämförelse mellan de olika fläckarna visade det sig att det fanns stora likheter mellan de två gulbruna fläckarna. I övrigt var det svårt att se några likheter mellan de gulbruna och de övriga fläckarna. I de svarta fläckarna kunde tydliga mögelsporer och hyfer urskiljas.

Rena färgytan kontra gulbruna fläckar uppvisade vissa skillnader. Det återfanns mycket natrium i fläckarna medan färgerna i stort sett saknade detta grundämne. Titan fanns däremot i färgerna men saknades helt i de gulbruna fläckarna. Både färgerna och fläckarna innehöll kalcium samt små mängder av aluminium, kalium, kisel och mangan.

Smutsfläcken innehöll kalcium samt små mängder av kisel, mangan och titan. Alla dessa ämnen återfanns i den rena färgen vilket tyder på att fläcksubstan-

sen urlakats ur färgskiktet.

3. LITTERATURSTUDIE

3.1 Uppläggnig av litteratursökningen

Det finns flera tillvägagångssätt för att söka rätt på litteratur inom ett speciellt ämnesområde. En av de bättre sökmetoderna är att söka i någon eller några av de databaser som finns tillgängliga. Den metoden användes därför vid litteratursökningen. Databaser som avsåktes var:

- * BODIL BYGGDOKs databas
- * WSCA World Surface Coatings Abstracts
- * Chemabs Chemical Abstracts
- * RSWB tysk byggdatabas

Körningarna i databaserna gav ett 30-tal A4-sidor med litteraturreferenser. Den litteratur som bedömdes som relevant införskaffades och genomlästes.

3.2 Resultat av litteraturstudien

3.2.1 Cellulosaderivat som näring åt mögel

Den del av projektets hypotes som säger att mögel-svampar kan bryta ner cellulosaderivat och sedan utnyttja nedbrytningsprodukten som näring kan anses verifierad av flera olika forskare.

Winters och Guidetti konstaterar i "Extracellular Enzymes from Fungal Isolates Involved in the Biodegradation of Paint Films" (1976) att *Alternaria* sp och *Aspergillus* sp utsöndrar cellulaseenzym. Enzymen hydrolyserar sedan Hydroxyetylcellulosa HEC, som finns i färgskiktet, till polysackarider (kolhydrater). Även *Aureobasidium pullulans* utsöndrar cellulaseenzym. I Winters och Guidettis laboratorietest misslyckades dock *Aureobasidium pullulans* att etablera påväxt på färgskiktet. Detta menade författarna berodde på att *Aureobasidium pullulans* kräver en färgyta som förpreparerats till exempel av andra mikroorganismer och deras restprodukter, insekter och deras restprodukter eller av smutspartiklar.

Till skillnad från *Alternaria* sp och *Aspergillus* sp utsöndrade *Aureobasidium pullulans* en mångfald andra hydrolyserande enzym. Bland dessa enzym fanns så kallade Beta-glukosidaser vilka har förmågan att spjälka de ovan nämnda polysackariderna till enkla sockerarter. De enkla sockerarterna kan sedan användas i mikroorganismens ämnesomsättning. Ovanstående resultat överensstämmer väl med det resonemang Winters för i sin artikel "Enzymology As It Relates to Mildew Defacement Of Organic Coatings" (1978).

Zagulyaeva konstaterar i rapporten "Some Information Concerning the Destruction of Cellulose by Micromyceto", att vissa mögelsvampar producerar enzym som kan hydrolysera cellulosa. Zagulyaeva menar dock att mögelsvamparna i första hand föredrar att utnyttja hemicellulosa som energikälla om tillgång finns till detta, istället för att spjälka polysackariderna. Detta överensstämmer med vad Pehrsson m fl skriver i "Mögel i våtrum" (1986). Zagulyaeva konstaterar också att tillväxttakten minskar betydligt då mikroorganismerna måste livnära sig på ett substrat av cellulosa med en hög polymerisationsgrad.

3.2.2 Fosforföreningar som fungicider

Kanevkaya m fl har i laboratorieundersökningen "On the fungus-resistance of some cellulose derivatives", (1973) testat hur tillsatser av olika ämnen påverkar varierande cellulosa-materials motståndskraft mot svampangrepp.

Undersökningen visade att olika fosforföreningar har en fungicid inverkan på testorganismernas tillväxt - ett faktum som visade sig ha betydelse även för vårt resultat (avsnitt 2.3.2).

3.2.3 Porer i färgskiktet

Becker m fl har i "The Effect of Porosity of Emulsion Paints On Mould Growth" (1986) undersökt hur olika färgers mikrostruktur och porer (i relation till pigmentvolymkoncentrationen, PVK) inverkar på tillväxttakten hos mögel. I undersökningen testade provfärger typ polyvinylacetat- och akrylemulsionsfärger med olika PVK. Pigmentmassa med PVK=100% testades också.

Becker m fl hade som hypotes att organiskt material med låg molekylvikt används som näringskälla av möglet. Det organiska materialet extraheras från färgen med hjälp av vatten som kondenserat på väggen.

Författarna redovisade följande resultat och slutsatser:

1. Porositetstest visade att akryl- och polyvinylfärgskiktets porfördelning liknade varandra när de hade samma pigmentsammansättning och samma PVK.
2. Totala porositeten är försumbar då PVK ligger under kritiska pigmentvolymkoncentrationen (KPVK) dvs i intervallet 0 till ca 40 procent. PVK ökar sedan kraftigt då KPVK passerats.

3. Extraktionen och transporten av näringsrika ämnen ur färgskiktet är mycket effektivare i porös än i icke-porös färg.
4. Under förhållanden med ytkondensation är högpörösa färger mycket mer benägna att beväxas med mögel än färger med PVK under eller lika med KPVK (under förutsättning att färgerna är sammansatta av samma typ av material).

Poror i färgskiktet var en viktig del i vår arbetshypotes: cellulosaderivat urlakas ur spacklet bakom färgskiktet och suggs ut genom porer i färgskiktet. Därför var Beckers och de andras undersökning intressant. Cellulosaderivat hör dock inte till gruppen organiskt material med låg molekylvikt som extraheras ur färgskiktet enligt Beckers m fl.

I urlakningstestet (kapitel 4) visade det sig att cellulosaderivatet i arbetshypotesen inte var cellulosaderivat utan istället karboxylatsalt. Karboxylatsaltets har en molekylvikt i samma storleksordning som de näringsämnen som urlakas ur färgskiktet enligt Becker m fl. Beckers och de andras mikroporer kan därmed ha betydelse för uppkomsten av de gulbruna fläckarna på målade ytor i våtrum.

4. URLAKNINGSTEST

Testerna skulle verifiera eller förkasta hypotesen att cellulosaderivat urlakas ur spackel med hjälp av en vattentransport i mikroporerna i färgskiktet. En utförligare redogörelse av testet kommer att redovisas i Ingeströms examensarbete (Institutionen för byggnadsteknik, KTH).

4.1 Marknadsundersökning

4.1.1 Upplägning och genomförande

Innan laboratorietesterna undersöktes vilka våtrumsfärger som fanns på marknaden. Marknadsundersökningen var uppdelad i tre delmoment:

1. Telefonintervjuer med representanter från 12 måleriföretag.
2. Inventering av 18 färgbutikers sortiment av färg och spackel till våtrum.
3. Telefonintervjuer med färgtillverkare och deras branschorganisation, Sveriges färgfabrikanters förening.

Den viktigaste frågan vid moment 1 och 2 var: vilket/vilka våtrumsfärgssystem kände intervjuersonen till? I övrigt fick den utfrågade frågor typ: vad ser du för för- och nackdelar med olika färg- och spackelprodukter? Arbetsutförandet vid spackling och målning diskuterades också.

I moment 3 kompletterades den information som erhöles i momenten 1 och 2 genom telefonintervjuer med färgtillverkare. Även några tidigare okända färgtillverkare kontaktades efter rekommendation av Sveriges färgfabrikanters förening.

4.1.2 Resultat av marknadsundersökningen

Marknadsundersökningen resulterade i namnen på 12 olika tillverkare av spackel och/eller färger speciellt avsedda för våtutrymmen. Dessa tillverkare redovisas i tabell 4.1.

Begränsningarna i marknadsundersökningens omfattning kan ha medfört att någon eller några färg- eller spackelfabrikanter missats. Tillverkarna som räknas upp i tabell 4.1 torde dock producera merparten av de färger och spackel som används vid målning av våtutrymmen i svenska bostäder våren 1988.

Tabell 4.1 Färgfabrikanter som tillverkar färger och/eller spackel speciellt avsedda för våtutrymmen

Alfort & Cronholm, AB (Alcro)

Beckers, AB Wilh.

Claesson AB, Färgfabrik Ernst O. (Credo)

Dalaspack AB

Dickursby Färg AB

Haglund Färgindustri, AB N.

HP Färg o Kemi AB

Jotun - Sverige AB

LIWA, AB

Nordsjö AB

Stråbruken AB

Tranemo Färg AB

4.2 Provade färgsystem och testkombinationer

Informationen från de olika spackel- och färgtillverkarna resulterade i färgsystemen som redovisas i bilaga 2. Observera att tillverkarnas namn förkortats i tabellen. Dessa färgsystem kom att utgöra grunden för de spackel- och färgkombinationer som provades.

I bilaga 3 finns en kort beskrivning av respektive tillverkares system. Beskrivningarna grundar sig på den information som erhållits från spackel- och färgtillverkarna i form av broschyrer och datablad samt från information som ges på färg- och spackelförpackningarna.

Varje färgsystem testades i fyra olika utföranden. Mellan de olika testkombinationerna varierades färgens appliceringssätt och/eller typen av spackel som användes. Kombinationerna såg ut på följande vis:

Testkombination 1

I denna kombination ingick av respektive tillverkare rekommenderat spackel, samt rekommenderad grund- och täckfärg. Färgskiktet applicerades på

provkroppen med hjälp av pensel. Varje fabrikants färgsystem redovisas i bilaga 4.1.

Testkombination 2

Enda skillnaden mellan kombination 1 och 2 var appliceringssättet: I testkombination 2 utfördes målningen med hjälp av roller. Då kombinationen i övrigt är identisk med kombination 1 hänvisas även här till bilaga 4.1 där varje tillverkares system beskrivs.

Testkombination 3

I kombination 3 användes det av varje färgsystems tillverkare rekommenderade spacklet med en tillsats av ca 3 procent extra cellulosaderivat. Grund- och täckfärgerna som används i de olika färgsystemen är desamma som i testkombination 1 och 2. Grund- och täckfärg applicerades med roller. I bilaga 4.2 redovisas vilka spackel och färger som ingick i kombination 3.

Testkombination 4

Kombination 4 hade det av respektive fabrikant rekommenderade spacklet utbytt mot ett spackel avsett för torrutrymmen. De använda spacklen var av samma fabrikat som de spackel de ersatte. Grund- och täckfärgen i de olika systemen var desamma som i övriga kombinationerna.

I denna kombination anbringades färgen också med roller. Färgsystemen enligt kombination 4 finns beskrivna i bilaga 4.3.

4.3 Prov i klimatkammare

4.3.1 Klimatkammaren

Proven genomfördes i en "klimatkammare" placerad i Institutionen för byggnadstekniks (KTH) laboratorielokal. Klimatkammaren hade ett normalt våtrumsgolv. Väggar och tak bestod däremot endast av två lager 0,1 mm byggplast. Golvarean var ca 4 kvadratmeter.

Kammaren var utrustad med en frånluftsfläkt och en handdusch. I försökskammaren fanns det även två ställningar för provkropparna som testades. Bild 4.1 visar klimatkammaren.

Bild 4.1 Klimatkammaren



4.3.2 Provkroppar

Provkropparna utgjordes av betongplattor med måtten 350*350*50 mm. Betongplattornas ena sida var så pass ojämn att den behövde jämnas till, den andra sidan var tillräckligt jämn från början. Avjämnningen gjordes med cementbruk.

När bruket hade torkat spacklades och slipades provkropparna. Pålagda och bortslipade spackelmängder vägdes.

Efter slipningen dammsögs plattorna. Därefter vidtog målningsfasen. Vid målningens utförande följdes respektive tillverkarens rekommendationer om arbetsutförande. Även vid målningsarbetet vägdes de pålagda mängderna.

4.3.3 Klimattekniska förutsättningar

Klimatkammarens lufttemperatur och relativa luftfuktighet var beroende av laboratorielokalens eftersom tilluften kom därifrån.

Lufttemperaturen i laboratoriet varierade under provtiden mellan 17 och 25 grader Celsius. Temperaturen i klimatkammaren var densamma som i laboratoriet utom vid duschtillfällena och den närmaste timmen efter dessa.

Laboratorielokalens relativa luftfuktighet varierade mellan 20 och 65 procent under tiden testerna pågick (88-03-08 till 89-04-01). Klimatkammarens relativa luftfuktighet har däremot varierat mellan den i laboratoriet rådande luftfuktigheten och 95 till 100 procent då duschen var i gång. Den höga luftfuktigheten började avta så fort duschen stängdes av. Det tog 4 till 6 timmar efter duschningen innan klimatkammarens luftfuktighet sjunkit till samma nivå som i laboratoriet.

4.3.4 Klimatkammarens ventilation

Klimatkammaren var försedd med en elektrisk frånluftsfläkt. Fläktens flöde kunde justeras från 0 till 57 kubikmeter per timme. Tilluften som togs från laboratoriet kom in i kammaren via spalter i dörrens över- och underkant.

Fläktens luftflöde har under provtiden varierat mellan 25 och 33 kubikmeter per timme. Flödet har alltså legat under gällande krav (36 m³/h) för nybyggnation. Det lägre flödet valdes för att simulera de flödesminskningar som normalt uppstår i bostäder p g a att ventilationsdon, kanaler och filter sätts igen av smuts.

4.3.5 Klimatkammarens duschanordning

Duschstrilen som användes gav ett flöde på 0,17 l/s. Strilen var fäst i väggen ungefär 1,8 m över klimatkammarens golv.

Duschen var kopplad till en termostatblandare med en ventil som var tidsstyrd. Termostatblandaren var inställd på 38 grader Celsius. Ventilen styrdes av ett tidur vars till- och fränslag var multiplar av 15 minuter.

4.4 Urlakningstest under drift

4.4.1 Igångsättning av försöket

När färgen på provkropparna torkat tillräckligt länge enligt tillverkarnas anvisningar (dock minst 18 dygn) placerades provkropparna vertikalt i klimatkammarens hyllor. Provytorna var placerad så att de inte skulle utsättas för direkt vattenbegjutning.

När provkropparna var på plats startades duschens tidur. Tiduret ställdes in så duschen skulle vara på två gånger 15 minuter per dygn, klockan 09.00 och 21.00.

9 veckor efter att testerna påbörjades gjordes en ommöblering i kammaren. En platta ur varje färgsystem placerades horisontellt. Den rullmålade sidan med spackel med extra tillsats av cellulosaderivat vändes uppåt. Nedåt hamnade den penselmålade plattsidan med "rätt" spackel.

4.4.2 Okulärbesiktningar av provkropparna

Under försökets gång utfördes regelbundna okulärbesiktningar av provkropparna. Dessa besiktningar kan delas in i två grupper. För det första besiktningar då provkropparna var kvar på sina platser i hyllorna. För det andra besiktningar då betongplattorna lyftes ut ur klimatkammaren.

Den första typen av besiktningar utfördes med en till två veckors mellanrum. Besiktningarna gjordes dels för att kontrollera att försöket fortlöpte enligt planerna, dels för att upptäcka snabba förändringar av färgskikten.

När det vid veckobesiktningarna upptäcktes någon intressant förändring utfördes en noggrannare besiktning. Provkropparna lyftes ut i laboratoriet och studerades under bättre ljusförhållanden. Oftast fotograferades också proverna.

Vid en av dessa noggranna besiktningar, tre månader och tre veckor efter försökets starttidpunkt, avlägsnades gul substans från varje platta där det fanns någon. Avskrapningen gjordes med en skalpell. Borttagen substans samlades upp i små glasburkar med aluminiumlock. De borttagna mängderna gul substans var ytterst små.

Den gulbruna substansen hade varierande karaktär. På vissa provkroppar var substansen nästan flytande. På andra prover var den seg och hård som gummi.

Besiktningar som gjorts efter avskrapningen av den gulbruna substansen har visat att det bildades ny substans på plattorna.

4.4.3 Besiktningresultat

De första gulbruna fläckarna upptäcktes 6 veckor efter att testet påbörjades. Dessa fläckar fanns på två provkroppar målade med olika färgsystem. 3 veckor senare dvs 9 veckor efter starten kunde gulbruna fläckar konstateras på 37 av 40 plattsidor. När testet avslutades ett år efter starten fanns det gulbruna fläckar på alla 40 provytorna.

Bild 4.2 och 4.3 visar exempel på hur de gulbruna fläckarna såg ut på två av provkropparna.

Bild 4.2 Gulbruna fläckar 1988-05-10 på provkropp
med Dalaspack XW plus Jotun Akryl 20 penselmålad
färg

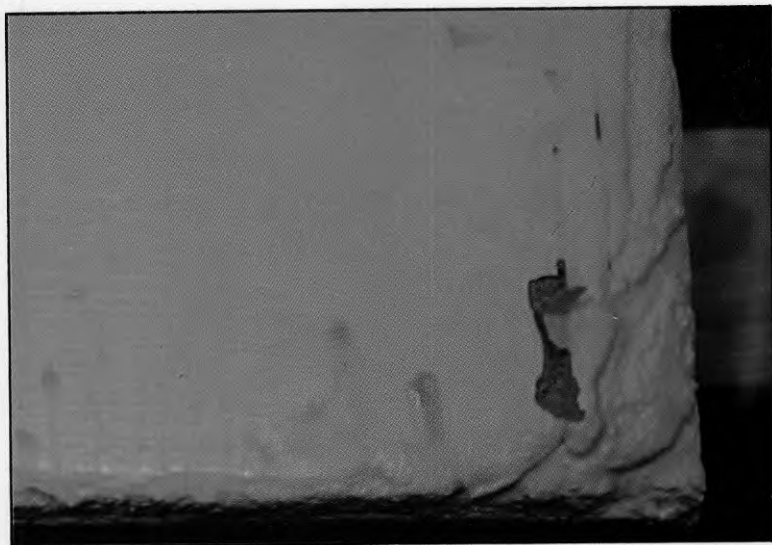
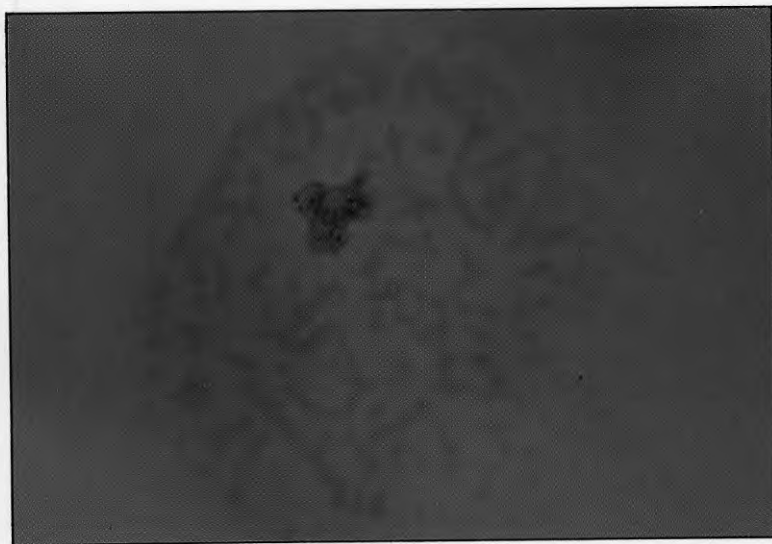


Bild 4.3 Gulbruna fläckar 1988-08-08 på provkropp
med Dalaspack XW plus HP Unik våtrumsgrund och HP
Unik 50 Våtrumstäck penselmålad grund- och täckfärg



I bilaga 5 redovisas en sammanställning av de 6 sista besiktningarna av noggrannare typ. Bedömningen av mängden gulbrun substans för varje enskild färgkombination, redovisas som ett medelvärde avrundat till närmaste heltal. Medelvärdet för respektive färgsystem är däremot angivet med en decimal.

Observera att ingen plattsida var helt fri från gulbrun substans. De två nollorna i bilaga 5 har uppkommit p g a avrundningen till heltal.

I tabell 4.2 anges medelvärdet av alla fabrikaten i varje testkombination. Även denna tabellen bygger på resultatet från de 6 sista okulärbesiktningarna av noggrannare typ. Observera att skalan i tabellen går från 0 till 4, där 4 står för mycket substans och 0 för ingen substans.

Tabellen visar att medelvärdet av mängden gulbrun substans är i stort sett lika för testkombinationerna 2, 3 och 4. Testkombination 1 har däremot nästan dubbla värdet i jämförelse med övriga kombinationer. Troligen beror detta på att provkropparna i kombination 1 har varit horisontellt placerade med ytorna nedåt under större delen av försökstiden. Stora droppar av kondens har bildats på ytorna vilket kan ha möjliggjort en större urlakningseffekt.

Tabell 4.2 Medelvärden av uppskattad mängd gulbrun substans i alla färgsystem i testkombinationerna

Testkombination	Medelvärde av uppskattad mängd (skala 0=min till 4=max)
Kombination 1: våtrumsspackel och penselmålad färg	3,2
Kombination 2: våtrumsspackel och rullmålad färg	1,7
Kombination 3: spackel + extra cellulosa-derivat och rullmålad färg	1,8
Kombination 4: torrutrymmesspackel och rullmålad färg	1,6

4.5 Kemiska analyser

Statens provningsanstalt fick i uppdrag att analysera prover på gulbrun substans som avlägsnats från provkropparna.

4.5.1 Uppsamling av gulbrun substans

Den gulbruna substansen skrapades bort från provkropparna med hjälp av en skalpell. Skalpellen rengjordes noga mellan skrapningarna från olika plattsidor. Den avlägsnade substansen samlades upp i glasburkar med aluminiumlock.

Provmängderna som avlägsnades var ytterst små. Därför har analyserna endast gjorts på den substans som kom från de provsidor som gav mest gulbrun substans.

4.5.2 Analysmetod

Varje provsubstans har undersökts två gånger med IR-spektroskopi. Dels gjordes ett IR-spektrogram på obehandlad substans, dels gjordes en IR-körning på provsubstans som behandlats med saltsyra (HCl).

När IR-körningarna var avklarade tolkades de olika spektrogrammen.

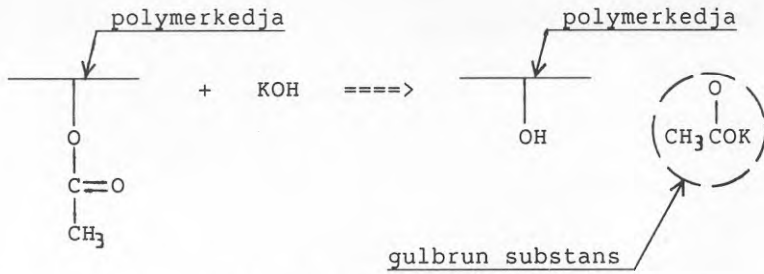
IR-spektroskopin kompletterades senare med en energidispersiv röntgenanalys av ett prov.

4.5.3 Resultatet av de kemiska analyserna

Analyserna visade att de gulbruna fläckarna bestod av karboxylatsalter (såpa) tillsammans med andra föreningar. Energidispersiv röntgenanalys visade att den positiva jonen i saltet var kalium.

I bilaga 7 visas ett exempel på två IR-spektrogram på samma provsubstans före och efter behandling med saltsyra. Karboxylattoppen (vid vågtalet 1600) har försvunnit helt efter behandlingen med saltsyra.

Analysresultaten ger följande slutsats: polymerer i spacklet och/eller färgskiktet har brutits ned under inverkan av alkali (från betongplattorna) och vatten (från den kondenserande vattenångan). Nedbrytningsförloppet visas i figur 4.1. Efter nedbrytningen migrerar karboxylatsaltet ut till färgens yta. Migreringen möjliggörs av att saltets molekylvikt bara är en bråkdel av övriga färgkomponenters (polymerernas) molekylvikt.



Figur 4.1 Alkalinedbrytning av en polymer

Den ovan beskrivna nedbrytningen kan även ske utan inverkan av alkali men går då betydligt långsammare.

Den nedbrutna polymeren är sannolikt cellulosa-derivat. Det är dock inte uteslutet att polymeren är en del av bindemedlet i färgen. Polyvinylacetat är den polymer som är mest misstänkt om karboxylat-saltet härrör från färgens bindemedel.

5. KONDENSTIDSTEST MED UPPTORKNINGSKONTROLL

Detta test har ingått i samma examensarbete som urlakningstestet i kapitel 4. Syftet med försöket var att klarlägga hur ventilationsflödets storlek inverkar på tiden det tar från det att duschen vrids på i ett våtrum till dess att vattenånga börjar kondensera på rummets begränsningsytor.

Kondenstidmätningarna kompletterades senare med en mätning av upptorkningstiden.

5.1 Kondenstidstest

En betongplatta (175*350*50 mm) användes som provkropp. Plattan målades för att förhindra att vatten sögs in i betongen.

När färgen hade torkat fästes en spegel, med arean 0,6 kvadratdecimeter, på plattan. Spegeln fästes vid plattan med kiselfett. Kiselfett har god värmeledningsförmåga vilket medverkade till att plattan och spegeln höll samma temperatur.

Kondenstesten genomfördes i samma klimatkammare som urlakningstestet (kapitel 4). Duschens vattenflöde var 0,17 l/s och vattnets temperatur var ca 38 grader Celsius.

I undersökningen provades två olika placeringar av den spegelförsedda betongplattan: en hög 1,9 m över golvet och en låg 1,0 m över golvet.

Den tid det tog från det att duschen vreds på till det att kondens bildades på spegeln mättes med tidtagarur. Tidmätningarna gjordes vid ventilationsflödena 0, 20, 27, 35, 53 och 120 kubikmeter per timme.

Det gjordes en mätning per flöde och spegelplacering.

5.2 Resultat av kondenstidmätningarna

Resultaten av kondenstidmätningarna visas i diagram 5.1.

Slutsatsen av undersökningen är att det bildas kondens i taket och på väggarna i ett våtrum en till två minuter efter det att duschen tas i bruk vid alla normala ventilationsflöden för bostäder. Inga normala ventilationsflöden kan förhindra att ytkondens uppstår.

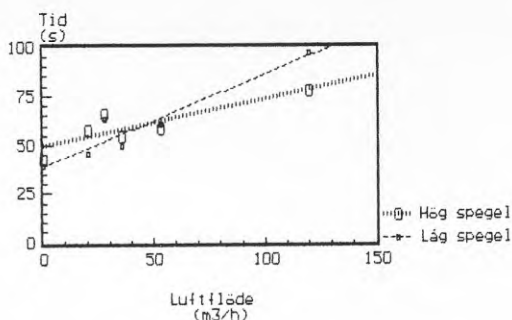


Diagram 5.1 Kondenstider vid låg respektive hög spegelplacering

5.3 Upptorkningstest

I detta test kontrollerades hur lång tid det tog för vattnet som kondenserat vid ett duschtillfälle, att torka ut.

Testet genomfördes med samma spegelförsedda betongplatta som kondenstidmätningarna. Plattan placerades vertikalt och på höjden 1,9 m över golvet i klimatkammaren. Lufttemperaturen var före duschningen 25,1 grader Celsius. Ventilationsflödet var vid försökstillfället 35 kubikmeter per timme. (normalstandard för bostäder) Övriga förutsättningar var desamma som vid kondenstidmätningarna.

Undersökningen gick till på följande vis: först spolade duschen i 15 minuter. När duschningen avslutats besiktigades spegeln var 15 minut fram till att spegeln började bli fri från imma. Därefter kontrollerades spegeln kontinuerligt till dess att all kondens avdunstat.

Det tog 1 timma och 21 minuter för kondensen på spegeln att torka upp.

Det är alltså lätt att få ytkondens på väggarna och i taket i ett våtrum men det är betydligt svårare att bli av med kondensen.

6. TÄTHETSKONTROLL AV FÄRGSKIKT

Enligt arbetshypotesen skulle porer i färgskiktet spela en avgörande roll för urlakningen av cellulosaederivat ur det bakomvarande spacklet. Därför testades 5 olika färgtillverkares våtrumssystem med avseende på porigheten. Ett av dessa färgsystem ersattes senare med ett nytt system.

Undersökningen kompletterades med 6 andra våtrumssystem som ingick i examensarbetets urlakningstest (kapitel 4).

6.1 Preparering av provkroppar

Gipsskivor med måttet 200*200*13 mm användes till provkroppar. För varje färgsystem preparerades 8 provkroppar. På hälften av gipsskivorna applicerades färgen med pensel, övriga skivor målades med roller. Förutom skillnader i målningsteknik ytbehandlades gipsskivorna på fyra olika sätt:

- * enbart målning med grundfärg
- * spackling och målning med grundfärg
- * endast målning med grund- och täckfärg
- * spackling och målning med grund- och täckfärg

I tabell 6.1 redovisas de spackel- och färgtillverkare vars produkter ingick i testet. Varje tillverkarens färgsystem beskrivs kort i bilaga 3.

Gipsskivorna rengjordes genom avtorkning innan de spacklades eller målades med grundfärg. När provkropparna som spacklats hade torkat slipades de med ett fint sandpapper.

Vid målningen med grund- och täckfärger följdes de anvisningar som respektive färgtillverkare angivit på förpackningen.

Tabell 6.1 Fabrikanter som tillverkar färger och/eller spackel som ingick i portestet

Alfort & Cronholm, AB (Alcro)
Beckers, AB Wilh.
Claesson AB, Färgfabrik Ernst O. (Credo)
Dalaspack AB
Dickursby Färg AB
Haglund Färgindustri, AB N.
HP Färg o Kemi AB
Jotun - Sverige AB
LIWA, AB
Nordsjö AB
Tranemo Färg AB

6.2 Besiktning av provkropparna

Varje prov undersöktes på två sätt: dels besiktigades ytan med mikroskop, dels gjordes en okulär besiktning av ytan.

Mikroskopundersökningen gick till på följande vis: Varje enskilt prov sattes slumpmässigt in i mikroskopet. Därefter valdes lämplig förstöringsgrad (40 eller 100 ggr) och antalet defekter i synfältet räknades och deras storlek bestämdes. Defekterna delades in i tre grupper: blåsor, fördjupningar och porer. Till gruppen porer räknades endast porer som såg ut att gå igenom hela färgskiktet i annat fall räknades dessa som fördjupningar.

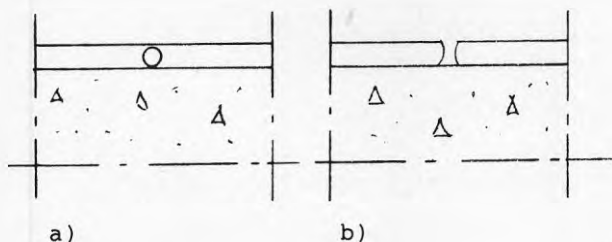
Undersökningsproceduren genomfördes tre gånger med varje prov. Därefter beräknades medelvärdet av antalet blåsor, fördjupningar och porer per kvadratmillimeter.

Efter de tre granskningarna i mikroskopet gjordes en snabb okulär besiktning av proverna. Vid denna besiktningen protokollfördes eventuella brister som inte framkommit vid undersökningen i mikroskopet.

6.3 Besiktningresultat och slutsatser

Större delen av de porer som upptäcktes vid testerna härrör troligen från gasblåsor i färgen som sprack när färgskiktet torkade.

I figur 6.1 a visas ett färgskikt med en gasblåsa innan det torkat. I figur b visas skiktet efter torkning. Blåsan har spruckit och en genomgående por har bildats. Det var alltså inte den typ av porer som beror av för hög pigmentvolymkoncentration som Becker m fl (1986) har undersökt.



Figur 6.1 Porbildning i färgskiktet:
a) vått färgskikt med gasblåsa
b) torrt färgskikt med sprucken gasblåsa.

Antalet porer per kvadratmillimeter vid målning med pensel respektive roller visas för de olika spackel- och färgkombinationerna i diagrammen 6.1 till 6.4. Observera att i diagrammen står värdet 70 för 70 porer eller fler per kvadratmillimeter - något av färgsystemen uppvisade fler än 400 porer per kvadratmillimeter. Som komplement till diagrammen finns en sammanställning av besiktningresultaten i bilaga 6.

Vid alla fyra testkombinationerna visade det sig att det blir fler porer vid målning med roller än vid målning med pensel (se diagrammen 6.1 till 6.4). Det var däremot inga större skillnader mellan testkombinationer med respektive utan spackel.

Diagrammen visar även på stora skillnader mellan olika tillverkares färgsystem. Undersökningresultaten visade att endast två färgsystem var helt utan porer i något av färgskikten. Dessa var Dickursbys system Tätvägg och HP Färg o Kemis system Unik V.

Slutsats: Eftersom vatten med stor sannolikhet sugs in genom porer i färgskiktet till det bakomvarande byggnadsmaterialet och där bildar vattenmagasin som

kan gagna mögeltillväxt bör ett färgsystem med så få porer som möjligt väljas vid målningsarbeten i våtrum och färgen bör appliceras med pensel.

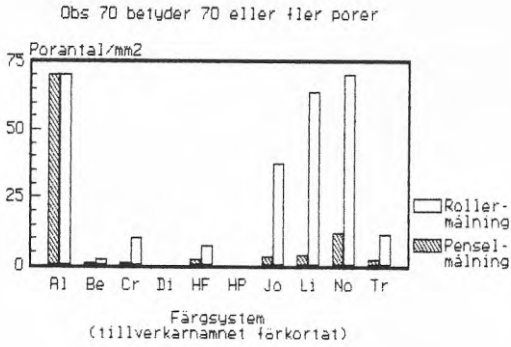


Diagram 6.1 Porfrekvens i grundfärg

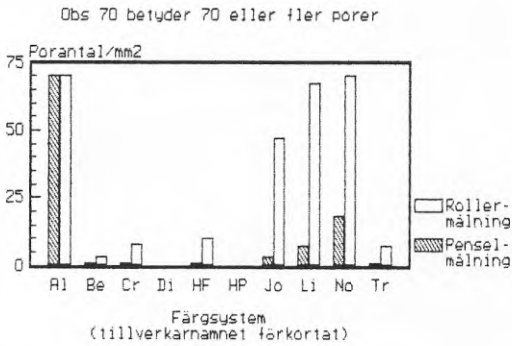


Diagram 6.2 Porfrekvens i spackel plus grundfärg

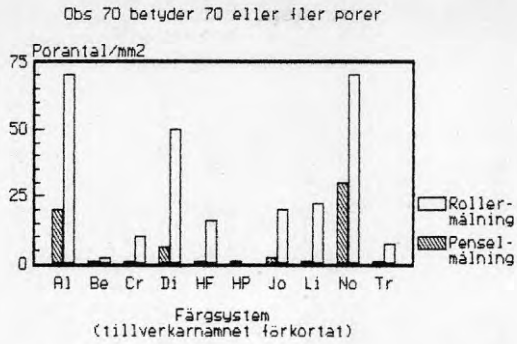


Diagram 6.3 Porfrekvens i grund- och täckfärg

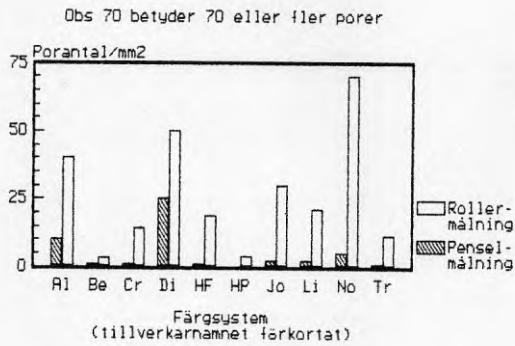


Diagram 6.4 Porfrekvens i spackel plus grund- och täckfärg

BILAGA 1 Sammanställning av okulärbesiktningar av våtrum

Område	Byggnadsår	Antal lägenheter totalt	Antal besiktigade lägenheter	Antal våtrum med mögel i tak	Antal våtrum med gula fläckar	Andel våtrum med gula fläckar (%)	Typ av ventilation	Fönster	Typ av uppvärmning
Edsberg II	1958 - 63	1004	13	0	4	31	F	--2)	slingor i golv
Edsberg C	1963 - 63	29	6	0	2	33	F svag	nej	radiator
Släggan	1966	199	10	1	5	50	F	nej	radiator
Hoppet	1967	166	13	1	8	62	F	ja	radiator
Helenelund C	1968 - 71	706	16	0	9	56	F	nej	radiator
Turebergs Gård	1967 - 69	479	13	1	4	31	F	delvis	radiator
Sollentuna C	1970 - 72	1220	12	1	7	58	F	nej	radiator
Högsätra	1973 - 75	782	8	3	4	50	F	--2)	radiator
Rotebro C	1975 - 77	644	14	1	6	29	F	delvis	radiator
Rotsunda C	1979	39	8	2	11	69	F	delvis	radiator delvis
Sollentunaholm	1979 - 81	123	119	20	63	53	F	nej	saknas
Norrviken C	1982 - 84	144	10	0	2	20	F, FT	ja	radiator
Rotstocken	1985	100	11	1	0	0	FT	--2)	handdukstork eller radiator
Summa		5635	253	31	125	49			

1) F = frånluftsfläkt, FT = från- och tilluftsfläktar 2) -- = uppgift saknas

BILAGA 2 Beskrivning av respektive tillverkares färgsystem

Tillverkare	Spackel	Grundfärg	Täckfärg
Alcro	Alcro Våtrumsspackel	Alcro Våtrumgrund	Bell Halvblank
Beckers	Breplasta W (Stråbruken AB)	Scotte Resistent Grund	Scotte Resistent 35
Credo	Ingen egen tillverkning	Ingen egen tillverkning	Credo Våt
Dickursby	Ingen egen tillverkning	Dickursby Tätvägg Grundfärg	Dickursby Tätvägg Täckfärg
HF	Ingen egen tillverkning	HF Grund V	Excellent V 80
HP	Ingen egen tillverkning	HP Unik Våtrumgrund	HP Unik Våtrumstäck
Jotun	Ingen egen tillverkning	Jotun Akryl 20	Jotun Akryl 20
LIWA	Ingen egen tillverkning	LIWA Slip & Grundfärg	Hårdvägg 40 Våtrumfärg
Nordsjö	Lätt & Våtfast	Innegrund	Tålvägg 40
Tranemo	Ingen egen tillverkning	Våtrumfärg	Våtrumfärg

BILAGA 3 Beskrivning av de färgsystem som ingick i urlakningstestet

Här beskrivs kort de färgsystem som tillverkarna rekommenderat. Beskrivningarna grundar sig på den information som tillverkarna lämnar i sina broschyrer och på färg- och spackelförpackningarna.

A.1 Alfort & Cronholm AB (Alcro)

I systemet ingår:

1. Alcro Våtrumsspackel

Alcro våtrumsspackel är speciellt avsett för användning i våtutrymmen. Spacklet är av typen fingeraderat våtstarkt sandspackel.

2. Alcro Våtrumsgrund

Alcro våtrumsgrund är en grundfärg avsedd för grundning av våtutrymmen. Färgens bindemedel består av en alkydlatexkombination. Som lösningsmedel används vatten. Färgen tillhör YSAM-grupp 0.

3. Alcro Bell Halvblank

Alcro Bell Halvblank är täckfärgen i systemet. Bindemedlet består av en emulsion av akrylatsam-polymer. Lösningsmedel är vatten plus glykol. Färgen tillhör YSAM-grupp 0.

A.2 AB Wilh. Becker

Systemet består av:

1. Breplasta W

Breplasta W är tillverkat av Stråbruken AB för Beckers räkning. Spacklet är en speciell sandspackelfärg som är gjord för att klara eventuella fuktpåkänningar.

2. Scotte Resistent Grund

Systemets grundfärg Scotte Resistent Grund är baserad på akrylatlatex och tillhör YSAM-grupp 0.

3. Scotte Resistent 35

Scotte Resistent 35 är en täckfärg tillverkad på en bas av akrylatlatex, Den tillhör YSAM-grupp 0.

A.3 Ernst O. Claesson AB (Credo)

Färgtillverkaren håller på och tar fram ett färgsystem för våtutrymmen. I juli 1988 hade företaget ännu endast hunnit få fram en täckfärg för våtutrymmen. När det gäller spackel rekommenderar tillverkaren andra fabrikat av våtrumsspackel enligt nedanstående.

Credos system så långt det var klart i Juli 1988:

1. Våtrumsspackel av följande fabrikat rekommenderas:

A Nordsjö Spackel Lätt & Våtfast

En kort beskrivning av spacklet finns under punkten A.9.

B Dalaspack W

Dalaspack W beskrivs i avsnitt A.11.

C Dalaspack XW

Dalaspack XW finns beskrivet under punkten A.11.

Vid provningen användes Dalaspack W.

2. Grundfärg

Systemet saknar grundfärg. (Därför användes Credo Våt akryl 50 som grundfärg vid laborieförsöken.)

3. Credo Våt akryl 50

Täckfärgen är en akrylatlatexfärg för användning i våtutrymmen. Bindemedlet består av 100% akrylat och Färgen tillhör YSAM-grupp 0.

A.4 Dickursby Färg AB

I Dickursbys system ingår följande:

1. Fabrikanten saknar egen tillverkning av spackel och rekommenderar att spackel speciellt avsett för våtutrymmen används. Dock rekommenderas inte något fabrikat. I testningen användes därför spackel från Dalaspack AB eftersom företaget inte konkurrerar med Dickursby vad det gäller tillverkningen av våtrumsfärg. Det använda spacklet är Dalaspack W. Produkten beskrivs under punkten A.11.

2. Dickursby Tätvägg Grundfärg

Grundfärgen är speciellt avsedd för målning av

våtutrymmen. Bindemedlet består av en speciell akrylsampolymerlatex och färgen tillhör YSAM-grupp 0.

3. Dickursby Tätvägg Täckfärg

Täckfärgen är baserad på akrylsampolymerlatex och har en halvblank glans. Färgen kan förtunnas med vatten och den hör till YSAM-grupp 0.

A.5 HP Färg o Kemi AB

HPs våtrumsfärgssystem ser ut på följande vis:

1. Tillverkaren rekommenderar att våtrumsspackel används. Vid provningen användes därför Dalaspack XW från Dalaspack AB. Produkten beskrivs under punkten A.11.

2. HP Unik Våtrumsgrund

Färgen är avsedd för målning av våtutrymmen. Produkten har fuktspärrande egenskaper och den är baserad på speciell akrylsampolymerlatex. Färgen tillhör YSAM-grupp 0 färg.

3. HP Unik 40 Våtrumstäck

Täckfärgen är till 100% baserad på akrylatlatex. Den är avsedd för våtutrymmen och andra utrymmen där krav ställs på hygien och tålighet. Även HPs Täckfärg tillhör YSAM-grupp 0.

A.6 AB N. Haglund Färgindustri

Företaget säljer ett färgsystem för våtutrymmen. I systemet ingår följande:

1. Dalaspack W

Tillverkaren rekommenderar brukaren att använda Dalaspack W vid spacklingsarbeten. Dalaspack W beskrivs under punkten A.11.

2. HF Grund V

Acrylatbaserad vattenburen grund- och slipstrykningsfärg. Färgen hör till YSAM-grupp 0.

3. HF Excellent V 80

Excellent V 80 är en blank vattenburen täckfärg. Färgens bindemedel består av acrylatdispersion och den hör till YSAM-grupp 0.

A.7 Jotun Sverige AB

Våtrumsfärgsystemet består av:

1. Fabrikanten rekommenderar inte något spackel. Vid testet användes Dalaspack XW. Beskrivning av spacklet finns under punkten A.11.

2. Jotun Akryl 20

Jotun Akryl 20 används enligt tillverkarens rekommendation både som grundfärg och täckfärg. Av färgens namn framgår att det är en akrylatfärg. Bindemedlet består av 100 procent polyacrylat. Vid förtunning används vatten. Färgen tillhör YSAM-grupp 0.

3. Jotun Akryl 20

Som tidigare nämnts används samma färg till både grund- och täckfärg.

A.8 AB Liwa

1. Liwa har inte rekommenderat något spackel. På grund av detta användes Dalaspack W vid provningen. Spacklet beskrivs kort under punkten A.11.

2. Slip & Grundfärg

Liwas grundfärg är vattenburen och dess bindemedel är akrylat-latex. Vatten används som förtunning. Färgen är avsedd för inomhus reparations- och nymålningsarbeten. Produkten tillhör YSAM-grupp 0.

3. Hårdvägg 40 Våtrumsfärg

Hårdvägg 40 är en halvblank täckfärg för i våtutrymmen. Färgen har vattenburen akrylat som bindemedel samt vatten som lösningsmedel. Även täckfärgen hör till YSAM-grupp 0.

A.9 Nordsjö AB

I Nordsjö's våtrumssystem ingår följande spackel, grundfärg och täckfärg:

1. Nordsjö Spackel Lätt & Våtfast

Spacklet är speciellt avsett för våtutrymmen. Det har ett bindemedel av typen akrylsampolymer-latex och tillhör YSAM-grupp 0.

2. Nordsjö Innegrund

Nordsjö Innegrund är en vattenspädbar grundfärg

avsedd för invändig målning av bland annat väggar. Bindemedlet är akryl-latex. Färgen tillhör YSAM-grupp 0.

3. Nordsjö Tålvägg 40

Täckfärgen är en vattenspädbar latexfärg avsedd för våtutrymmen. Produkten tillhör YSAM-grupp 0.

A.10 Tranemo Färg AB

Tranemo Färg AB har ett system där samma färg används som grund- och täckfärg. I våtrumssystemet ingår:

1. Färgtillverkaren rekommenderar spackling med våtrumsspackel. Fabrikanten anger dock inte något specifikt våtrumsspackel. Därför användes Dalaspack W vid provningen. Spacklet beskrivs under punkten A.11.

2. Tranemo Våtrumsfärg

Grundningen skall enligt tillverkaren göras med uttunnad Tranemo Våtrumsfärg. Färgen har ett bindemedel av typen akrylat. Vatten används som förtunning. Även Tranemo Våtrumsfärg är en YSAM-grupp 0 färg.

3. Våtrumsfärg

Samma färgtyp som beskrivits under punkt 2.

A.11 Dalaspack AB

1. Dalaspack W

Dalaspäck W är ett specialspackel för våtutrymmen. Spacklets bindemedel består av polymerdispersioner. Vatten används som lösningsmedel. Produkten tillhör YSAM-grupp 0.

2. Dalaspack XW

Dalaspäck XW är ett lättspackel avsett för våtutrymmen. Bindemedlet i spacklet består av cellosaderivat och polymerdispersion, som lösningsmedel används vatten. Även detta spackel tillhör YSAM-grupp 0.

BILAGA 4.1 Testkombination 1 och 2 (kombination 1 målades med pensel, kombination 2 med roller)

	Alcro	Beckers	Crede	Dickursby	HP Färg o Kemi
Spackel	Alcro Våtrumsspackel	Breplasta W	Dalaspack W	Dalaspack W	Dalaspack XW
Grundfärg	Alcro Våtrumsgrund	Beckers Scotte Resistent Grund	Crede Våt Akryl 50	Dickursby Tätvägg Grundfärg	HP Unik Våtrumsgrund
Täckfärg	Alcro Bell Halvblank	Beckers Scotte Resistent 35	Crede Våt Akryl 50	Dickursby Tätvägg Täckfärg	HP Unik 50 Våtrumstäck
	HF	Jotun	LIWA	Nordsjö	Tranemo
Spackel	Dalaspack W	Dalaspack XW	Dalaspack W	Nordsjö Spackel Lätt & Våtfast	Dalaspack W
Grundfärg	HF Grund V	Jotun Akryl 20	LIWA Slip & Grundfärg	Nordsjö Innegrund	Tranemo Våtrumsfärg
Täckfärg	HF Excellent V 80	Jotun Akryl 20	LIWA Hårdvägg 40 Våtrumsfärg	Nordsjö Tålvägg 40	Tranemo Våtrumsfärg

BILAGA 4.2 Testkombination 3 (målades med roller)

	Alcro	Beckers	Credo	Dikursby	HP Färg o Kemi
Spackel	Alcro Våtrums- spackel + 3% extra cellulosaderivat	Breplasta W + 3% extra cel- lulosaderivat	Dalaspack W + 3% extra cel- lulosaderivat	Dalaspack W + 3% extra cel- lulosaderivat	Dalaspack XW + 3% extra cel- lulosaderivat
Grundfärg	Alcro Våtrumsgrund	Beckers Scotte Resistent Grund	Credo Våt Akryl 50	Dickursby Tät- vägg Grundfärg	HP Unik Våtrumsgrund
Täckfärg	Alcro Bell Halvblank	Beckers Scotte Resistent 35	Credo Våt Akryl 50	Dickursby Tät- vägg Täckfärg	HP Unik 50 Våtrumstäck
	HF	Jotun	LIWA	Nordsjö	Tranemo
Spackel	Dalaspack W + 3% extra cel- lulosaderivat	Dalaspack XW + 3% extra cel- lulosaderivat	Dalaspack W + 3% extra cel- lulosaderivat	Nordsjö Spackel Lätt & Våtfast + 3% extra cel- lulosaderivat	Dalaspack W + 3% extra cel- lulosaderivat
Grundfärg	HF Grund V	Jotun Akryl 20	LIWA Slip & Grundfärg	Nordsjö Innegrund	Tranemo Våtrumsfärg
Täckfärg	HF Excellent V 80	Jotun Akryl 20	LIWA Hårdvägg 40 Våtrumsfärg	Nordsjö Tålvägg 40	Tranemo Våtrumsfärg

BILAGA 4.3 Testkombination 4 (målades med roller)

	Alcro	Beckers	Crede	Dikursby	HP Färg o Kemi
Spackel	Alcro Väggspackel	Breplasta F	Dalaspack F	Dalaspack F	Dalaspack F
Grundfärg	Alcro Våtrumsgrund	Beckers Scotte Resistent Grund	Crede Våt Akryl 50	Dickursby Tätvägg Grundfärg	HP Unik Våtrumsgrund
Täckfärg	Alcro Bell Halvblank	Beckers Scotte Resistent 35	Crede Våt Akryl 50	Dickursby Tätvägg Täckfärg	HP Unik 50 Våtrumstäck
HF	Jotun	LIWA	Nordsjö	Tranemo	
Spackel	Dalaspack F	Dalaspack F	Dalaspack F	Nordsjö Spackel Lätt & Jämnt	Dalaspack F
Grundfärg	HF Grund V	Jotun Akryl 20	LIWA Slip & Grundfärg	Nordsjö Innegrund	Tranemo Våtrumsfärg
Täckfärg	HF Excellent V 80	Jotun Akryl 20	LIWA Hårdvägg 40 Våtrumsfärg	Nordsjö Tålvägg 40	Tranemo Våtrumsfärg

BILAGA 5 Medelvärden av observerade mängder gulbrun substans vid 6 olika besiktningar

Färg +	FÄRGSYSTEM						HP	Alcro	Beckers	Nordsjö
	Credo	Dickurs- by	Haglund	LIWA	Tranemo	Jotun				
våtrumsspackel, penselmålat	3	3	3	4	4	4	3	1	3	4
våtrumsspackel, rullmålat	2	0	1	2	1	2	2	1	2	3
våtrumsspackel med extra cel- lulosaderivat, rullmålat	2	1	1	2	3	4	1	1	1	3
torrutrymme- spackel, rullmålat	2	1	0	2	3	2	1	2	2	2
Medelvärde i respektive färgsystem	2,4	1,4	1,4	2,3	2,6	2,9	1,8	1,4	1,8	2,7

Förklaringar:

0 = ingen gulbrun substans
1 = ytterst lite gulbrun substans
2 = lite gulbrun substans

3 = medium mängd med gulbrun substans
4 = mycket gulbrun substans

BILAGA 6.1 Mikroskopbesiktning av penselmålad grundfärg

	BECKERS		CREDO		HAGLUND		JOTUN		LIWA	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	1	0,03-0,06	1	0,01-0,2	2	0,01-0,1	3	0,01-0,2	4	0,01-0,1
blåsor	1	0,05-0,2	<1	0,01-0,1	<1	0,05-0,1	1	0,01-0,2	0	-
fördjupn.	19	0,02-0,1	<1	0,05-0,1	1	0,05-0,1	1	0,01-0,2	<1	0,05-0,1

	ALCRO		DICKURSBY		HP		NORDSJÖ		TRANEMO	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer		0	-	0	-	12	0,01	2	0,01-0,1	
blåsor	>400	0,01-0,05	45	0,01-0,1	49	0,01-0,1	<1	0,1	2	0,01-0,05
fördjupn.	0	-	0	-	0	-	4	0,1	1	0,01-0,1

BILAGA 6.2 Mikroskopbesiktning av rullmålade grundfärg

	BECKERS		CREDO		HAGLUND		JOTUN		LIWA	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	2	0,01-0,1	10	0,01-0,1	7	0,01-0,15	37	0,01-0,3	64	0,01-0,1
blåsor	1	0,05-0,1	1	0,01-0,1	3	0,01-0,1	6	0,01-0,05	0	-
fördjupn.	1	0,02-0,1	1	0,05-0,2	1	0,01-0,2	5	0,01-0,1	1	0,05

	ALCRO		DICKURSBURY		HP		NORDSJÖ		TRANEMO	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	}	>300	0	-	0	-	>400	0,01-0,05	11	0,01-0,2
blåsor		<300	>400	0,01-0,3	>200	0,01-0,3	<1	0,3	7	0,01-0,1
fördjupn.	0	-	0	-	0	-	3	0,1	7	0,01-0,1

BILAGA 6.3 Mikroskopbesiktning av spackel plus penselmålad grundfärg

	BECKERS		CREDO		HAGLUND		JOTUN		LIWA	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	1	0,02-0,1	1	0,01-0,1	1	0,01-0,05	3	0,01-0,2	7	0,01-0,1
blåsor	1	0,05-0,1	<1	0,05-0,1	<1	0,01-0,05	1	0,01-0,1	0	-
fördjupn.	10	0,05-0,1	<1	0,05	1	0,05-0,2	1	0,01-0,1	<1	0,1

	ALCRO		DICKURSBY		HP		NORDSJÖ		TRANEMO	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	} >400	0	-	0	-	18	0,01	1	0,01-0,07	
blåsor		40	0,01-0,1	45	0,01-0,1	<1	0,3	1	0,01-0,05	
fördjupn.	0	-	0	-	2	0,1	1	0,01-0,2		

BILAGA 6.4 Mikroskopbesiktning av spackel plus rullmålad grundfärg

	BECKERS		CREDO		HAGLUND		JOTUN		LIWA	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	3	0,01-0,1	8	0,01-0,2	10	0,01-0,1	47	0,01-0,2	67	0,01-0,1
blåsor	<1	0,01-0,05	3	0,01-0,1	3	0,01-0,1	9	0,01-0,05	0	-
fördjupn.	1	0,01-0,1	<1	0,05	<1	0,01-0,1	4	0,01-0,1	1	0,05

	ALCRO		DICKURSBY		HP		NORDSJÖ		TRANEMO	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer			0	-	0	-	110	0,01-0,05	7	0,01-0,2
blåsor		>300	>400	0,01-0,1	200	0,01-0,1	0	-	5	0,01-0,1
fördjupn.	0	-	0	-	0	-	5	0,1	3	0,01-0,05

BILAGA 6.5 Mikroskopbesiktning av penselmålad grund- och täckfärg

	BECKERS		CREDO		HAGLUND		JOTUN		LIWA	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	<1	0,02-0,05	<1	0,01-0,05	1	0,01-0,05	2	0,01-0,05	1	0,01-0,1
blåsor	1	0,01-0,1	1	0,01-0,1	<1	0,01-0,1	1	0,01-0,05	2	0,01-0,1
fördjupn.	1	0,03-0,1	<1	0,02-0,05	<1	0,05-0,1	1	0,01-0,1	<1	0,05-0,1

	ALCRO		DICKURSBY		HP		NORDSJÖ		TRANEMO	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	20	0,01-0,1	6	<0,01-0,05	<1	0,1	30	0,01-0,05	1	0,01-0,3
blåsor	<1	0,1	0	-	0	-	<1	0,1	1	0,01-0,1
fördjupn.	5	0,01-0,1	2	0,1	3	0,1-0,2	2	0,1	1	0,01-0,1

BILAGA 6.6 Mikroskopbesiktning av rullmalad grund- och täckfärg

	BECKERS		CREDO		HAGLUND		JOTUN		LIWA	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	2	0,01-0,1	10	0,01-0,3	16	0,01-0,1	20	0,01-0,2	22	0,01-0,3
blåsor	1	0,01-0,05	4	0,05-0,1	5	0,01-0,05	4	0,01-0,05	7	0,01-0,05
fördjupn.	2	0,01-0,1	<1	0,05	1	0,01-0,1	10	0,01-0,1	7	0,01-0,1

	ALCRO		DICKURSBY		HP		NORDSJÖ		TRANEMO	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	75	0,01-0,1	50	<0,01-0,05	0	-	100	0,01-0,05	7	0,01-0,2
blåsor	<1	0,1	2	0,1-0,2	3	0,1-0,2	<1	0,2	3	0,01-0,1
fördjupn.	4	0,1	0	-	3	0,1-0,2	0	-	2	0,01-0,1

BILAGA 6.7 Mikroskopbesiktning av spackel plus penselmålad grund- och täckfärg

	BECKERS		CREDO		HAGLUND		JOTUN		LIWA	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	1	0,02-0,1	1	0,01-0,2	1	0,01-0,1	2	0,01-0,1	2	0,01-0,3
blåsor	2	0,01-0,05	1	0,05-0,1	<1	0,05-0,1	1	0,01-0,05	2	0,01-0,1
fördjupn.	2	0,03-0,1	<1	0,05-0,1	<1	0,01-0,1	2	0,01-0,05	1	0,01-0,2

	ALCRO		DICKURSBY		HP		NORDSJÖ		TRANEMO	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	10	0,01-0,1	25	0,01-0,1	0	-	5	0,01-0,05	1	0,01-0,1
blåsor	0	-	0	-	<1	0,2	0	-	1	0,01-0,05
fördjupn.	5	0,1-0,3	2	0,1-0,2	2	0,1-0,2	3	0,1-0,2	1	0,01-0,1

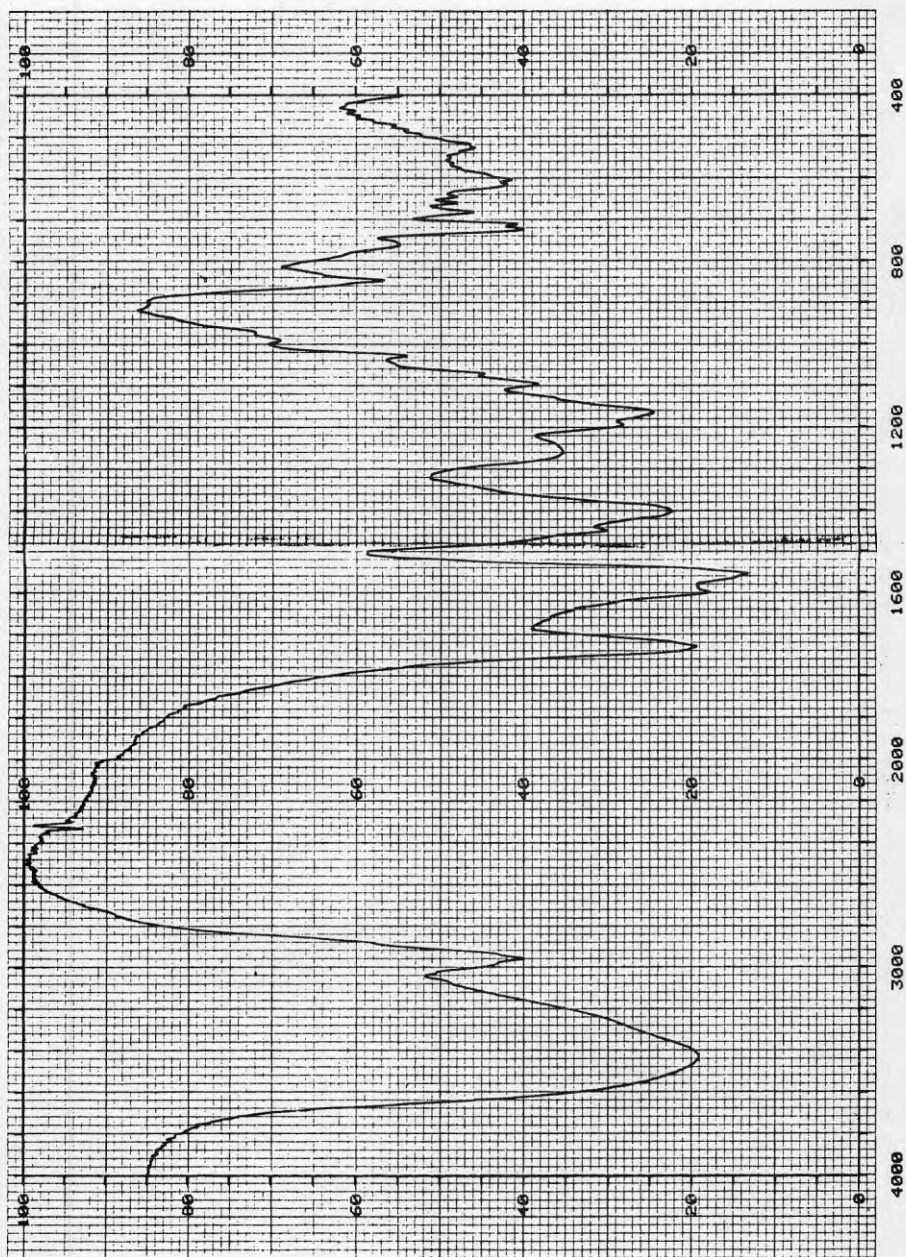
BILAGA 6.8 Mikroskopbesiktning av spackel plus rullmålad grund- och täckfärg

	BECKERS		CREDO		HAGLUND		JOTUN		LIWA	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	3	0,01-0,3	14	0,01-0,3	19	0,01-0,2	30	0,01-0,5	21	0,01-0,3
blåsor	2	0,01-0,05	4	0,01-0,1	7	0,01-0,1	4	0,01-0,05	5	0,01-0,05
fördjupn.	2	0,01-0,1	0	-	<1	0,01-0,2	6	0,01-0,1	11	0,02-0,05

	ALCRO		DICKURSBY		HP		NORDSJÖ		TRANEMO	
	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)	antal storlek (mm)
porer	40	0,01-0,1	50	0,01-0,05	4	0,01-0,05	110	0,01-0,1	11	0,01-0,3
blåsor	0	-	<1	0,1	0	-	0	-	5	0,01-0,1
fördjupn. >100		0,01-0,1	3	0,1-0,3	3	0,1-0,3	3	0,1	2	0,01-0,1

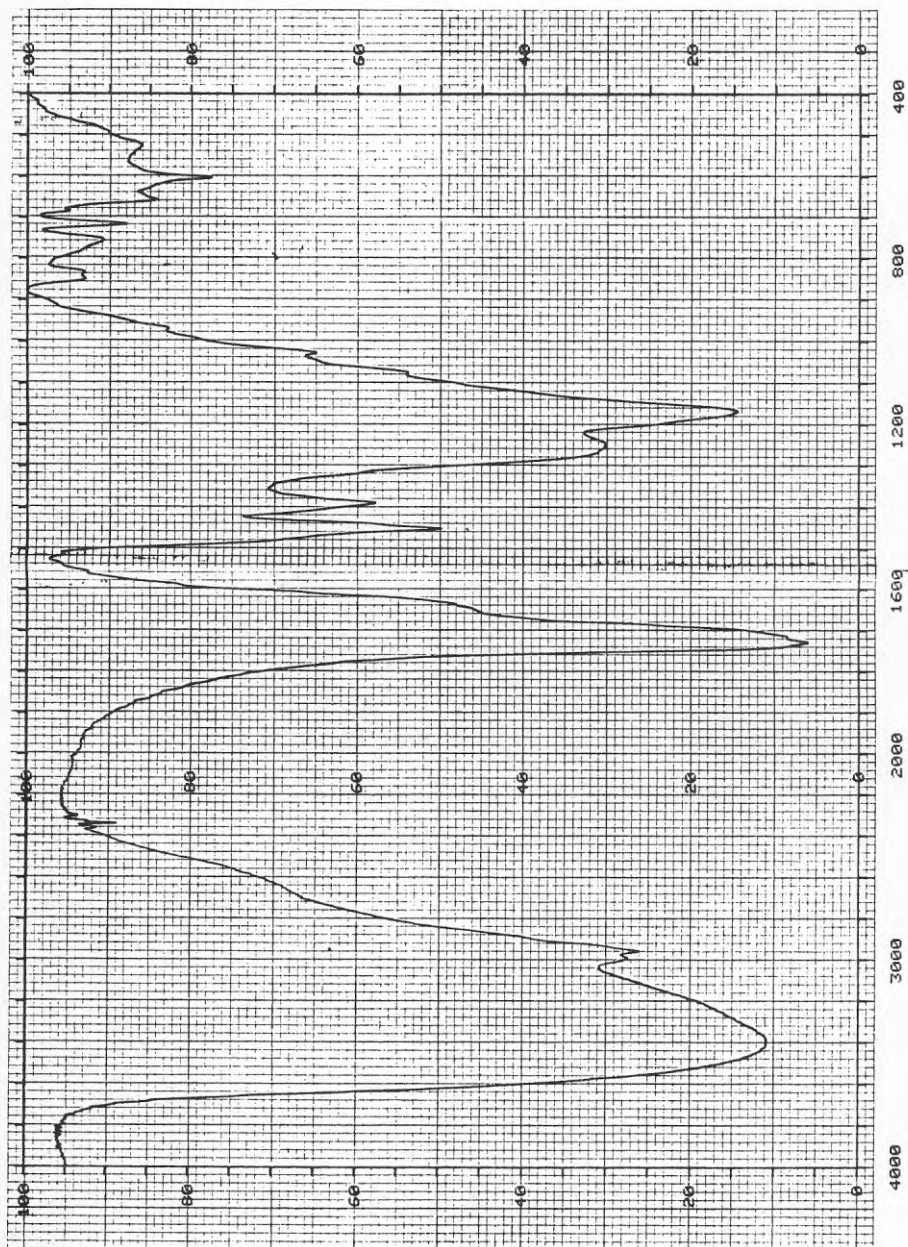
BILAGA 7.1 IR-spektrogram på gulbrun substans före behandling med saltsyra.

Substansen tagen från färgsystem Jotun med spackel av typ Dalaspack XW.



BILAGA 7.2 IR-spektrogram på gulbrun substans
efter behandling med saltsyra.

Substansen tagen från färgsystem Jotun med spackel
av typ Dalaspack XW.



LITTERATURFÖRTECKNING

- Pehrsson, R., Albertsson, A-C., Hyppel, A., Södergren, D., 1986, MÖGEL I VÅTRUM Analys och åtgärdsförslag, Statens råd för byggforskning, Rapport 5, Stockholm.
- Puehringer, J., Makes, F., 1986, BIOLOGISK MÖGELBEKÄMPNING Systemskiss, principer och hypoteser, Statens råd för byggforskning, Rapport 93, Stockholm.
- Saarnak, A., 1986, Färgskiktets mögelresistens, (Nordiska institutet för färgforskning), Hörsholm, Danmark.
- Becker, R., Puterman, M., Laks, J., 1986, Effect of porosity of emulsion paints on mould growth, Durability of Building Materials 1986, Volym 3, Nr 4, p. 369-380.
- Gidivani, B., S., 1978, Mould growth - What cause it and how to prevent it, Paint. Decorat. J. 1978, Volym 98, Nr 26, p. 26 (3 pp).
- Kanevskaya, I., G., Kutsenko, L., I., Plisko, E., A., Orlova, E., I., 1973, On the fungus-resistance of some cellulose derivatives, Problemy Biologicheskikh Povrezhdenii i Obrastanii Materialov, Izdelii i Sooruzhenii.
- O'Neill, T., B., 1986, Succession and Interrelationships Of Microorganisms on Painted Surfaces, Journal of Coatings Technology, Volym 58, Nr 734, p. 51-56.
- Sandberg, M., 1988, Fuktproblem i badrum: Det räcker inte med bra luftväxling, VVS & Energi, Årgång 59, Nr 1, p. 44-46.
- Winters, H., Guidetti, G., 1976, Extracellular Enzymes from Fungal Isolates Involved in the Biodeterioration of Paint Films, Dev. Ind. Microbiol., Volym 17, p. 173-176.
- Winters, H., 1978, Enzymology As It Relates to Mildew Defacement Of Organic Coatings, Journal of Coatings Technology, Volym 50, Nr 639, p. 48-50.
- Zagulyaeva, Z., A., 1972, Fungus resistance of some synthetic substances and cellulose derivatives,

Probl. Biol. Povrezhd. Obrastanii Mater., Izdelii Sooruzh, p. 45-50.

Zaguyaeva, Z., A., 1972, Some Information Concerning the Destruction of Cellulose by Micromyceto, Probl. Biol. Povrezhd. Obrastanii Mater., Izdelii Sooruzh, p. 51.

Anonym, 1986, ICI test show holes in microporosity argument, Brit. Decorator 1986, Volym 55, Nr 5, p. 5 (2 pp).

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 851148-6 från Statens råd för byggnadsforskning till AB Jacobson & Widmark, Tekniska specialavdelningen, Lidingö.

R92: 1989

ISBN 91-540-5100-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6709092

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna**

Cirkapris: 40 kr exkl moms