

SLUTRAPPORT

980705-2

## ARBETE OCH HÄLSA 1994

ANKOM

1994 -04- 27

Besv.....

### Kan man bli sjuk av lukter, mögel och bakterier i hus?

Proceedings från ett seminarium i Umeå, 27-28 oktober 1992.

Kurt Andersson och Göran Blomquist, Eds.

## Förord

I oktober 1992 avhölls ett tvådagars seminarium vid Arbetsmiljöinstitutet i Umeå under rubriken "Kan man bli sjuk av lukter, mögel och bakterier i hus?" Till seminariet hade ett trettiotal experter, forskare och praktiker, inbjudits för att belysa kunskapsområdet. Deltagarförteckning och program för dagarna ingår som bilagor.

I detta dokument har vi sammanställt de förberedda inlägg som gjordes av vissa utvalda forskare. För innehålllet i de olika bidragen svarar de enskilda forskarna. Den sammanfattande diskussionen belyser de frågor som behandlades under seminariet.

Seminariet genomfördes med finansiellt stöd av Byggforskningsrådet och på initiativ av civilingenjör Nina Dawidowicz, Byggforskningsrådet.

Umeå april 1994

Kurt Andersson  
Professor

Göran Blomquist  
Docent

## Innehållsförteckning

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Sammanfattning.....                                                | 2  |
| Fukt i byggnadskonstruktioner.....                                 | 3  |
| Tillväxt av mikroorganismer på trä i byggnader.....                | 8  |
| Tillväxt av mikroorganismer i vattensystem och installationer..... | 12 |
| Toxiska och immunmedierade reaktioner på mikroorganismer .....     | 16 |
| Flyktiga ämnen från mögel och bakterier.....                       | 20 |
| Kemiska mätningar – hur och varför?.....                           | 32 |
| Frågor som diskuterades.....                                       | 41 |
| Programmet.....                                                    | 44 |
| Deltagarförteckning.....                                           | 45 |

## Sammanfattning

Vid den avslutande diskussionen enades deltagarna om att man visst kan bli sjuk av lukter, mögel och bakterier i hus. Orsakssambanden är ännu oklara om vad som ger upphov till sjukahussymptomen (SBS). Det är därför inte meningsfullt att mäta mögelsporer, mögelmetaboliter (MVOC) eller flyktiga organiska ämnen (TVOC) som en rutin vid skadeutredningar. Varje studie måste ha en klar målsättning så man vet vad och varför man ska mäta. Mer grundforskning på området efterlystes. Begreppet luftkvalitet måste emellertid kunna definieras, t ex vad avser normer för emissioner och flyktiga ämnen från byggmateriel, kontorsmaskiner, inredningstextiler m m. Deltagarna ansåg detta i första hand vara en fråga för någon myndighet att klara ut.

## Fukt i byggnadskonstruktioner

Ingemar Samuelsson  
Sveriges provnings och forskningsinstitut  
Energiteknik, Byggnadsfysik  
Borås

### Inledning

Alla ytterkonstruktioner i ett hus utsätts för fukt i större eller mindre grad. En yttervägg fuktas upp av regn och de yttre delarna av väggen har efter varje regn så högt fukttillstånd att mögel och bakterier kan växa. De fukttillstånd som råder naturligt kan vara tillräckligt höga för att orsaka problem i form av mögellukt. (1,2)

### Fuktkällor

Vid dimensionering av en konstruktion med hänsyn till fuktförhållanden måste hänsyn tas till följande förutsättningar.

*Nederbörd* i form av regn eller snö träffar i första hand taket. Detta skall tåla vatten i stor mängd utan att läckage sker.

*Slagregn*, dvs regn vid samtidig vindpåverkan, träffar även vertikala byggnadsdelar. En yttervägg skall dimensioneras för att klara denna belastning liksom fönster och dörrar.

*Ytvatten* kan rinna in mot huset och skada grunden. För att hindra detta skall marken luta från huset. Om detta inte är möjligt måste konstruktionen utformas så att den tål vattentryck.

*Fukt i marken* kan sugas upp mot grunden i kapillärsugande material. För att stoppa denna fuktvandring skall grunden förses med ett gruslager, värmeisolering eller annat material, som hindrar kapillär uppsugning.

Det sker också diffusion från fuktig mark. Denna kan på sikt ge samma fukttillstånd i grunden som kapillärsugning om inte särskilda åtgärder vidtas.

*Läckage* av vatten från installationer och rör kan lokalt ge stora fuktpåkänningar. En säker förläggning av rör (t ex synligt så att eventuellt läckage snabbt upptäcks) och en

säker placering av installationer är en nödvändighet för att undvika denna typ av skador.

*Fukt i inneluften* kan orsaka kondensbildning på kalla invändiga ytor eller fuktansamling inne i konstruktionerna dels på grund av diffusion inifrån och ut, dels på grund av konvektion.

*Inbyggd fukt* måste tillåtas torka ut. Den mesta byggfukten bör torka ut innan konstruktionen färdigställs, men det är oftast inte möjligt att torka fullt ut. I en bottenplatta med voter och förtjockningar byggs mycket fukt in. I ett sådant fall skall konstruktionen ha möjlighet att i efterhand torka ut antingen på naturligt sätt eller med hjälp av en aktiv ventilation i luftspalter.

### Kritiska fuktinnehåll

Om fukt byggs in i en konstruktion måste den ha möjlighet att torka ut innan skador kan ske. Hur länge uttorkningen skall pågå bestäms av ingående material. Med känsliga material, dvs material som kan skadas även vid lågt fuktinnehåll, måste uttorkning ske till relativt torra värden. I tabell 1 visas vad olika material tål. (3)

Tabell 1

|             |     |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Betong      | tål | 100% under lång tid                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lättbetong  | tål | 100% under relativt lång tid (armeringsjärn kan rosta om byggfukten är kvar mer än 2-3 år)                                                                                                                                                                 |
| Golvlim     | tål | RF upp till 90%, annars kan limmet förtvålas och mattorna bubblar sig                                                                                                                                                                                      |
| PVC-mattor  | tål | RF upp till 90%. Kortvarigt högre värden spelar ingen större roll, men långvarigt hög fuktbelastning kan leda till att mjukgöraren bryts ner med risk för fukt och emissioner. Risken är särskilt stor vid pH-värde, dvs om mattan ligger på fuktig betong |
| andra       |     |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Flytspackel | tål | RF upp till 85-90%, ibland högre. Vissa kaseinhaltiga spackel (som numera inte används) bör hållas torra (RF lägre än 75%) för att inte riskera nedbrytning                                                                                                |

|     |     |                                                                                                                 |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trä | tål | RF upp till 75-80%. Vid högre värden kan bakterie- och mögelpåväxt ske och vid RF nära 100% kan röta utvecklas. |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **Tak**

Kravet på ett tak ur fuktsynpunkt är att det skall vara lätt både för nederbörd och för fukt inifrån.

De vanligaste skadorna på tak orsakas av läckage. Men ibland förekommer också fuktskador av inifrån kommande fukt. Det är viktigt att kunna skilja de båda skadetyperna åt eftersom åtgärderna är väsentligt olika.

Ett ventilerat kallt tak utsätts för hög relativ fuktighet vintertid. Om vindsbjälklager är väl isolerat kommer temperatur och relativ fuktighet i vindsutrymmet att följa utomhusvärdena. Det betyder att den relativa fuktigheten på vinden ligger på 85-100% under vintern. Sommartid är förhållandena betydligt mer gynnsamma.

### **Yttervägg**

En yttervägg fuktas upp av slagregn på utsidan. Inifrån kan fukt diffundera ut eller strömma ut genom hål och otätheter.

Ytterdelen av en vägg utsätts för uteluftens fuktighet med de variationer som finns där. Dessutom utsätts ytterdelen för hög fuktighet vid och efter regn. Efter det att en fasadsten har blivit blöt av slagregn kommer fukten att torka bland annat via luftspalten mellan vindskydd och fasadsten och vindskyddet kommer att utsättas för hög relativ fuktighet så länge denna uttorkning pågår. Luftfuktigheter nära 100% är vanliga såväl sommar som vinter på ytterväggens utsida.

### **Källaryttervägg**

En källaryttervägg bör isoleras på sin utsida. Om så sker kommer den bärande delen av de delar där trä och träbaserade material förekommer att ligga varmt. Detta är invändningsfritt ur fuktsynpunkt. Tyvärr är detta sätt att isolera en källarvägg oftast inte praktiskt möjligt, i varje fall inte när man tilläggsisolerar en gammal källarvägg i efterhand. Om väggen isoleras på sin insida innebär det att den gamla väggen hamnar i kallare och fuktigare klimat än tidigare. Om isoleringen sätts mellan träreglar kan regelverket utsättas för tillräckligt höga fuktvärden för att mögelpåväxt skall ske. Om man stänger inne fukt i väggen (byggfukt) eller om fukt läcker in utifrån förvärras situationen för träreglarna. Man bör därför alltid undvika tätskikt i form av plastfolie



eller tät tapet på väggens insida. Skälet är att även utsidan normalt har ett tätskikt. Att ha två tätskikt innebär en risk för framtida skador. Genom att inte ha tät insida tillåter man däremot väggen att torka inåt. Om man använder plåtreglar i stället för regler av trä minskar naturligtvis risken för skador.

### **Golv på mark**

En betongplatta direkt på marken förhindrar den naturliga avdunstningen av fukt. Mitt under huset kommer fuktigheten under betongplattan så småningom att stå i jämvikt med markens. Nära ytterkanten blir fuktigheten lägre eftersom markfukten där har en viss möjlighet att torka. Om en sådan betongplatta isoleras på sin ovansida kommer den relativa fuktigheten under och i betongplattan ständigt att vara hög, åtminstone i byggnadens centrala delar. Det spelar ingen roll om man isolerar med mineralull mellan regler eller med en styv isolering utan regler, den höga fuktigheten under och i betongplattan blir lika i båda fallen. Om det ovanpå en fuktig betongplatta finns material som kan angripas av mögel finns det goda förutsättningar att tillväxt skall ske och att lukt utvecklas. Bara om det uppreglade golvet har fungerande ventilation kan fukttinnehållet i ytan sänkas.

Om värmeisoleringen i stället läggs på undersidan kommer betongplattan att anta ineluftens temperatur vilket på sikt medför att golvet blir torrt. Den konstruktionen är den bästa ur fuktteknisk synpunkt. Observera att detta gäller bara för småhus. Om huset har stor utbredning måste man ha annat fuktskydd.

### **Krypgrunder**

I en uteluftsventilerad krypgrund bestäms fukttinnehållet bland annat av ventilationen med uteluft.

Om man antar att ingen annan fuktkälla finns är ventilationen med uteluft, dvs att marken är torr och att byggnaden inte avger fukt, kommer man att få hög relativ fuktighet under sommaren när varm och fuktig luft kyls av i den kalla grunden. Vintertid är krypgrunden betydligt torrare.

Vill man undvika risken för mögelskador kan man inte använda uteluftsventilerad krypgrunder. Principen att varmluftsventilera grunden har använts under senare år. Genom att dra ner varm ineluft i kryprummet höjer man temperaturen och på så sätt håller man den relativa luftfuktigheten på en acceptabel låg nivå. Detta är en lämplig konstruktion i nybyggnadsskedet ty då kan man utforma grunden med hänsyn till den extra fuktbelastning man får inifrån.



### Referenser

1. Nerander, L.E. och Elmarsson B., Fukthandbok, Sveriges Byggtjänst, 1981.
2. Nilsson L.O., Fuktproblem vid betonggolv, Byggnadsmateriallära LTH, Rapport TVBM-3002, Lund 1977.
3. Samuelsson I., Mögel i hus. Orsaker och åtgärder., SP Teknisk rapport 1985:16, Borås 1985.

## **Tillväxt av mikroorganismer på trä i byggnader**

Nils Hallenberg

Avd. för systematisk botanik, Göteborgs universitet,

Carl Skottbergs gata 22, 413 19 Göteborg

### **Inledning**

Oönskad förekomst av mikroorganismer i hus tycks ha blivit ett bestående problem. Likväl är den grundläggande lösningen på problemet enkel - ett byggande som ger betryggande torra konstruktioner. En konsekvens av detta problem är att vi skaffat oss en väsentligt förbättrad kunskap om dessa mikroorganismers biologi.

Trävirke är ofta en viktig beståndsdel i de konstruktioner som får mikrobiella skador, men mikroorganismerna förekommer på i stort sett alla typer av byggnadsmaterial. Att undvika trä i byggandet är därför ingen generell metod för att bli av med de mikrobiella skadorna. Däremot är trä ett utmärkt medium när det gäller att studera mikroorganismernas livsvillkor, något som gjorts i flera forskningsprojekt, och som närmare skall beröras här (1,2,3).

### **Mikrobiell växt på byggnadsmaterial**

De mikroorganismer som vållat problem i byggnader är svampar och bakterier som livnär sig på nedbrytning av organiskt material (heterotrofa organismer). På vedytor finns gott om organiskt material som kan utgöra lämplig näring. För varje art finns specifika krav på mikromiljön (mikroklimat, näring, närvaro av tillväxtbefrämjande eller -hämmande ämnen) för att etablering skall bli möjlig. De olika organismerna skiljer sig sinsemellan i en rad avseenden, liksom i skadeverkan, varför en systematisering är nödvändig.

*A. Icke-hyfbildande mikroorganismer.* Hit hör de flesta bakterier (undantag: actinomyceter) liksom jästsvampar. Dessa organismer tillväxer genom knoppning eller delning, vilket gör att de får en starkt begränsad utbredning på en yta där de etablerat sig (4). Undantag utgör materialytor som är så fuktiga att det finns en ytfilm av fritt vatten. Här kan bakterier och jästsvampar flyta ut så att större ytor blir kontaminerade. De har inga speciella strukturer för sporbildning. Det är troligt att de sprids tillsammans med damm eller små vattendroppar (partikelbunden spridning).

*B. Hyfbildande mikroorganismer* Hit hör svampar (undantag: jästsvampar), samt actinomyceter bland bakterierna. Dessa organismer tillväxer genom ett förgrenat nätverk av hyftrådar. Hyftrådarna söker sig ständigt mot nya etableringsnischer vilket leder till att större ytor relativt snabbt kan koloniseras. Stora mängder sporer bildas i allmänhet från speciella sporbildningsstrukturer och sporerna sprids med luftströmmar. De hyfbildande mikroorganismer som förekommer i byggnader kan delas upp i följande grupper:

*Actinomyceter*; svåra att upptäcka för blotta ögat, betydelsefulla som producenter av dålig lukt.

*Mögel*; ofta synliga, ibland färgadea mycelöverdrag. Dessa svampar producerar ofta stora mängder sporer, en del arter är dessutom alstrare av dålig lukt.

*Blånadssvampar*; tränger djupare in i veden och banar väg för ev. framtida röttsvampangrepp, kräver mer fukt än mögel och actinomyceter, sprider sina sporer med hjälp av insekter.

*Basidsvampar*; de viktiga röttsvamparna hör till denna grupp.

Genom sin effektiva spridnings- och etableringsförmåga spelar normalt de hyfbildande mikroorganismerna den största rollen vid mikrobiella skador i fuktskadade byggnadskonstruktioner. Detekteringen av denna grupp mikroorganismer är dessutom enklare och följaktligen säkrare, i samband med skadeutredningar, jämfört med icke-hyfbildande bakterier eller jästsvampar.

I samband med skadeutredningar uppenbarades redan på 70-talet ett problem. Trots att fuktnivån i jämförbara byggnadskonstruktioner var lika höga, så fick man ibland mikrobiell tillväxt endast i en del konstruktioner medan andra klarade sig från angrepp. Misstanke uppstod att virkesegenskaper hade betydelse för om etablering vid visst fukttillstånd var möjlig. I tre olika forskningsprojekt studerades mögelutvecklingen på utvalda träprover vid olika fuktnivåer (1,2,3). Syftet var att i laboratorieskala försöka efterlikna den kommersiella hanteringen av virke, före inmontering i byggnader.

I två av projekten placerades utvalda träprover ut på olika brädgårdar för kontaminering (1,2). Därefter togs de in till laboratoriet och placerades in i konstanta fuktmiljöer där mögeltillväxten registrerades. I det tredje projektet studerades handelsvirke av olika kvalitet, från olika brädgårdar, med i princip samma metodik. Erfarenheterna från dessa försök visar följande:

- \* Nedre fuktgränsen för mögeltillväxt på trä ligger vid ca 80% RH.
- \* Mellan 80-90% RH sker i vissa fall ingen mögeltillväxt. En avgörande faktor är här virkets kondition vid inplacering i fuktmiljöerna på laboratoriet. Det framkom att *kontaminering och omgivningspåverkan vid den enskilda brädgården spelade en avgörande roll*, medan övriga parametrar (vinteravverkat jämfört med sommaravverkat, artificiellt torkat jämfört med brädgårdstorkat virke) var av underordnad betydelse. Vid det tredje projektet framkom dessutom följande:
  - \*\* Virke som skyddats väl under lagring blir mindre möglingsbenäget.
  - \*\* Virke som sågats och lagrats under den kalla årstiden blir mindre möglingsbenäget.
  - \*\* Virke som lagrats under mycket kort tid blir mindre möglingsbenäget.

#### Slutsatser

Sammanfattningsvis kan sägas att virke som fått ytliga mikrobiella angrepp redan på brädgården blev mer möglingsbenäget, detta förhållande gäller även om den mikrobiella skadan ej var synlig för blotta ögat.

Händelseförloppet för mögletablering på trä kan rekonstrueras enligt följande:

- En nysågad virkesyta är endast obetydligt kontaminerad av sporer från omgivande luft. I ytskiktet finns dels näringsämnen som är potentiell näringsbas för ett stort antal mikroorganismer, dels ämnen som är tillväxthämmande. I ytskiktet finns även mikroporer i vilka fritt vatten kan bildas vid kapillärkondensation under 100% RH.
- Sporer behöver sannolikt fuktmättnad för sin groning. Sporer som kontaminerar vattenfyllda mikroporer kan således tänkas gro vid 80% RH. Uppenbarligen är graden av kontaminering här av stor betydelse.
- Det tillväxande svampmycelet söker sig ständigt mot nya, fuktiga mikroporer längs ytan och infektionen blir med tiden mindre fukt känslig inom ovan nämnda intervall.
- I vedens ytskikt kan mängden tillgängliga näringsämnen variera beroende på graden av urlakning. Detsamma gäller även ämnen som är tillväxthämmande för mikroorganismer. Genom selektionen gynnas de arter bland mikroorganismerna som är bäst anpassade till varje given situation.

Dessa försök förklarar varför visst material är mer möglingsbenäget än annat inom fuktintervallet 80-90% RH. Vad försöken däremot inte förklarar är hur dålig lukt från mikroorganismer uppstår. I intet av de försök som här beskrivits har någon märkbar mögellukt uppstått.

#### **Referenser**

1. Hallenberg, N. och Gilert, E., 1986, Mögelpåväxt på trä. Fuktakammarförsök med byggnadsvirke. Arbetsrapport SP-ET 1986:1
2. Hallenberg, N. och Gilert E., 1987, Mögelpåväxt på trä. Byggeforskningsrådet, Rapport R 94:1987.
3. Hallenberg, N. och Gilert, E., 1988, Betingelser för mögelväxt på trä. Klimatkammarstudier. SP Rapport 1988:57.
4. Hallenberg, N. och Gilert, E., 1993, Mikrobiologiska analyser av prover från byggnad. SP Rapport 1993:19.



## Tillväxt av mikroorganismer i vattensystem och installationer

Thor Axel Stenström  
Statens Bakteriologiska laboratorium  
105 21 Stockholm

Vatten i allmänt ledningssystem regleras av den nuvarande livsmedelslagstiftningen och livsmedelsverkets Dricksvattenkungörelse (SLV FS 1989:30) gällande gränsvärden för mikroorganismer. De mikrobiella parametrarna som omfattas är dels de coliforma bakterierna som används som allmän klassificeras och där ett vatten baserat på denna kan klassificeras som otjänligt. Förutom denna parameter anges gränsvärden för de s k heterotrofa bakterierna, både snabb och långsamväxande, där halter på 100 resp 5000/ml bedöms som tjänligt med anmärkning ur estetisk och teknisk synvinkel. Motsvarande anmärkning kan också göras på vatten som innehåller mer än 100 cfu per ml av mikrosvampar eller aktinomyceter.

Livsmedelslagstiftningen har flera klara begränsningar. Den är huvudsakligen tillämplig på dricksvatten i allmän ledning fram till (1) förbindelsepunkten till fastigheten, även om provtagningen vanligen sker i tappkran för kallvatten inne i fastigheten. Efter förbindelsepunkten vidtar fastighetsägarens ansvar.

Livsmedelslagstiftningen är inte tillämplig på annat typ av vatten än det som är avsett för dryck d v s inte på (2) varmvatten (3) på duschvatten eller andra former av användningsområden. Detta utgör en svårighet i relation till olika expositionsvägar där mikroorganismer kan ha en hygienisk betydelse, t ex vid inandning av aerosoler eller vid t ex allergier orsakade av kontakt med mikroorganismer från vatten.

Teoretiskt kan dock hälsoskyddslagen (1982:1080) och hälsoskyddsförordningen (1983:616) användas för kravsättning av vattenkvalitet i byggnader. Här anges t ex i § 3. *I syfte att hindra uppkomsten av sanitär olägenhet skall en bostad särskilt:*  
5. *ha tillgång till vatten erforderlig mängd och av godtagbar beskaffenhet till dryck, matlagning, personlig hygien och andra hushållsändamål.* Dessa krav är dock inte specificerade till halter eller olika agens och bevisföringen måste många gånger drivas långt om denna paragraf skall kunna utnyttjas av konsumenterna.

I Boverkets byggnormer finns också allmänna paragrafer angående vattnets kvalitet, som heller inte är kopplat till någon form av typgodkännande eller inspektion. Här anges t ex:

- Tappvatteninstallationer skall distribuera tappvatten på sådant sätt att *hälsofara*, översvämning eller annan olägenhet ej uppstår.



- Tappvatteninstallationer får inte kopplas till en anordning som kemiskt eller bakteriologiskt förändrar vattnets beskaffenhet.
- Varmvatten får ej genom överströmning komma in i kallvattensystemet eller omvänt.
- Vattenberörda delar av tappinstallationer skall utföras av material som inte medför att hälsofarliga ämnen utlöses i vattnet.

#### DESSA REGLER HAR DOCK INTE FÅTT EN PRAKTISK TILLÄMPNING GÄLLANDE MIKROORGANISMER I FASTIGHETER.

Gällande haltbestämningar av de allmänna parametrarna för mikrobiologisk kvalitet i byggnader kan vi se att dessa beror på ett flertal olika faktorer, t ex (1) långa ledningar med dålig vattenomsättning, (2) förhöjd temperatur. Faktorerna 1 och 2 är också oftast kopplade till en förhöjd halt organiskt material som ger en generell ökad tillväxtförutsättning för mikroorganismer i systemen. Till dessa faktorer kommer tillväxt av mikroorganismer i relation till (3) olämpliga material som ger en direkt tillväxtbefrämjning av mikroorganismer i fastighetsinstallationer. Sådana material kan dels gynna tillväxten selektivt av speciella organismtyper, där några exempel är vissa gumminmaterial inkluderande en del packningsmaterial som kan gynna tillväxten både av *Legionella* och lika potentiellt hälsofarliga aktinomyceter. På motsvarande sätt kan tillväxt gynnas av olika materialkomponenter även om grundmaterialet i sig själv är inert. Detta gäller t ex en del mjukgjorda PVC slangar, där PVC materialet i sig själv troligen inte gynnar tillväxten av mikroorganismer, men där de mjukgörare som används kraftigt kan öka tillväxten. På motsvarande vis känner vi till att en felaktig materialkomposition t ex av en del av de färgämnen som används som invändig skyddsbeklädnad kraftigt kan öka tillväxtförutsättningarna för mikroorganismer. Detta exemplifieras med en avvikelse i härdarkoncentrationen i en färg. Gällande en mängd olika material som används i fastighetsinstallationer vet man i princip ingenting om deras eventuella utläckage av tillväxtbefrämjande ämnen eller deras direkta inverkan som näringssubstrat för mikroorganismerna. I England finns en enklare mikrobiologisk testning av alla material i kontakt med vatten inskrivet i lagstiftningen. Motsvarande regler finns inte i Sverige, men kan förväntas i en eller annan form i samband med EG anpassning. Sådana regler kan ock troligen komma att gälla från tidigast 1995. Det är dock väsentligt att en bakgrundsdokumentation kommer till stånd i Sverige innan dess.

Om halten mikroorganismer i kallvattenprover relateras med motsvarande haltvärden ifrån varmvattenssystemen ser vi att halterna generellt här är betydligt högre och som medeltal tycks ligga på mellan 500-5000/ml, mätt som antalet heterotrofa bakterier eller 2 dygns odling. Detta är vid första anblicken förvånande, men är beroende av att varmvattentemperaturen många gånger ligger inom ett intervall som ger bra tillväxtförutsättningar för mikroorganismerna, dvs mellan 35-45 C. Temperaturen är naturligtvis inte den enda faktorn som inverkar. Även här är det fråga om förekomst av närvaron av tillväxtbefrämjande ämnen både i vattnet och som utläckage eller direkt från material.

I dessa sammanhang är också duschar av speciellt intresse. I dessa kan kombinationen av för mikroorganismerna gynnsam temperatur relateras till gynnsamma näringsmaterial (t ex de mjukgjorda PVC slangarna) och exposition i aerosolform. En del av de vattenbesparande duschtyperna ger också mycket små vattendroppar vilket gör att dessa kan föras djupare ner i andningsvägarna. Detta är återigen av speciellt intresse i samband med exposition för Legionella, och var en av flera samverkande faktorer som ledde till att många svenska turister fick Legionärssjuka på ett hotell på Mallorca.

De haltvärden som indikeras av halten heterotrofa mikroorganismer är en mycket liten del av det verkliga antalet mikroorganismer som finns i vattnet. Generellt utgör den mängd som normalt odlas fram under 1% av det verkliga antalet mikroorganismer. Detta gäller naturligtvis i speciellt hög grad de organismtyper som kräver speciella odlingsbetingelser, men även t ex svamp och aktinomyceter i vatten (där vi har gränsvärden), men där haltvärdena i ett prov i oftast enbart indikerar att vi har en tillväxthärd någonstans i systemet. Om vi alltså förutsätter att det verkliga antalet mikroorganismer i vattnet många gånger ligger på halter över 100000 per ml är det mer förklarligt att indirekta överkänslighetsreaktioner kan vara mikrobiellt orsakade, speciellt om vissa organismtyper gynnas. Vi skall i dessa sammanhang också komma ihåg att de typer och det antal av mikroorganismer som erhålls genom att ta ett vattenprov i själva verket avspeglar det biologiska liv, den biofilm av organismer som finns på materialytorna i systemet.

Den mikrobiella tillväxten i vattensystem och fastighetsinstallationer kan därför relateras till ett flertal olika problem som omfattar direkt hälsorisk, speciellt för nedsatta individer, till mer diffusa symptom hos människor, estetiska problem och material och flödesrelaterade problem ("ekonomiska faktorer").

- (1) Tillväxt av olika Legionella-arter i vattensystem.
- (2) Tillväxt av speciella Pseudomonas-arter.

- (3) Flera andra bakteriegrupper t ex Flavobakterium, Acinetobacter, atypiska mykobakterier, svamp, aktinomyceter m fl.
- (4) Diffusa mag-tarmsymptom.
- (5) Atypiska allergiska reaktioner.
- (6) Lukt och smakproblem.
- (A) Produktion under både aeroba och anaeroba förhållanden i biofilmen av olika syror, estrar, ketoner och aldehyder som kan ge vattnet en utpräglad smak.
- (B) Produktionen av lukt - smakämnen kan vara beroende på de näringsämnen som utnyttjas.
- (C) Produktion av både syror samt svavelväte kan ha en direkt betydelse både i lukt/smakhänseende samt vid eventuell korrosion.
- (7) Korrosion och utfällning
- (8) Materialnedbrytning.

Självklart gör en ytterligare ansamling någonstans i systemet, t ex i felaktigt skötta filter m m, att dessa "problem" kan accentueras ytterligare.

Många gånger är en sanering svår att genomföra på ett tillfredsställande sätt. En desinfektion med höga klorhalter har ofta en mycket god effekt på i vattnet förekommande mikroorganismer, men ibland liten effekt på organismer som sitter i biofilmen på materialinstallationer. Detta kan också exemplifieras med Legionella som snabbt dör som fria bakterier i vattnet (halter på 0.1-0.3 mg/l klor), men som fordrar cirka 10 ggr högre halter om de finns i biofilmen och upp till 500 gånger högre halter om de förekommer inuti amöbor, som också är vanligt förekommande i vattensystem, och som kan ta upp Legionellabakterien men inte bryta ner densamma.

En sanering kan också vara svår att genomföra om organismerna kan penetrera ner i materialet. Detta gäller t ex förekomsten av aktinomyceter som kan tränga ner i gummimaterial och härigenom skyddas mot saneringsåtgärder.

Det fordras alltså att dessa faktorer beaktas vid byggande drift och installationer, så att tillväxtförutsättningarna minimeras.



## Toxiska och immunmedierade reaktioner på mikroorganismer.

Per Malmberg

Enheten för luftvägsallergologi och immunologi.

Arbetsmiljöinstitutet, Solna

Toxisk pneumonit är ett tillstånd med feber/frossa, sjukdomskänsla trötthet, ofta huvudvärk och muskelvärk som kommer ca 6 timmar efter exponering för olika typer av organiskt damm (1). Tillståndet har många namn, mest känt är "organic dust toxic syndrome", men det finns flera skäl att använda beteckningen toxisk pneumonit (2). Tillståndet är vanligt förekommande och den årliga incidensen är storleksordningen 1% bland lantbrukare (3). Tillståndet har iakttagits i en rad miljöer med olika exponering. En tänkbar gemensam nämnare är endotoxin som oftast finns i organiskt damm. Inandning av rent endotoxin ger upphov till toxisk pneumonit (4). Det är dock möjligt att andra komponenter i organiskt damm kan ge samma symptom och att den faktor som är huvudansvarig för effekt beror på dammets sammansättning.

En attraktiv tanke är att mikroorganismer eller fragment av mikroorganismer känns igen av specifika receptorer på inflammatoriska celler och att mikroorganismer orsakar en "starkare försvarsreaktion" än andra partiklar som andats in. Endotoxin som är en komponent i yttre cellväggen på Gramnegativa celler har studerats ingående, inte minst på grund av den extrema toxiciteten i samband med endotoxin chock. Man har påvisat åtminstone 4 typer av receptorer på inflammatoriska celler som reagerar med endotoxin (5). En receptor avlägsnar endotoxin i form av hela bakterier (CD11/CD18 receptorer). En avlägsnar endotoxin-vesicler (95kDa scavengerreceptor). Ingen av dessa receptorer tryggar en försvarsreaktion. Endotoxin som kommit i kontakt med serum binds till ett serumprotein (LBP) och detta komplex binds till CD14 receptorn på monocytter/makrofager vilket orsakar en mycket stark inflammatorisk reaktion. Denna mekanism kan vara orsak till endotoxinchock. När endotoxin tillförs via luftvägarna krävs betydligt högre doser för att orsaka en effekt. Om detta beror på lägre mängder LBP i luftvägarnas vätskeskikt eller på andra faktorer är inte känt. Vid försök på människa krävs 10-100-tals µg av endotoxin i form av rent endotoxin (endotoxin-vesicler) eller i form av hela bakterier för att få effekt (6). En 73 kDa receptor har beskrivits som kan reagera med endotoxin även utan LBP, men som ger en klart lägre inflammatorisk effekt. Man har försökt beräkna inandade endotoxinmängder i det damm som ger toxisk pneumonit och hamnar då i

regel på enstaka  $\mu\text{g}$ , vilket innebär att antingen någon co-faktor i dammet ökar endotoxinets effekter eller att andra komponenter i dammet ger ett väsentligt bidrag till symptomen vid toxisk alveolit.

Toxisk pneumonit kan ses även i samband med mögelexponering vid hantering av material som genomgått kompostreaktion. Eftersom svampsporer och Grampositiva aktinomyceter dominerar i denna miljö kan man misstänka att dessa kan bidra till den toxiska inflammationen i luftvägarna. Det handlar om extrema exponeringar Enligt våra erfarenheter får man toxisk alveolit om man andats in motsvarande  $10^{10}$  sporer (7). Det kan inte uteslutas att det är någon annan komponent i dammet än mögelsporer som ger alveoliten, men det finns en klar klinisk korrelation mellan mögelhalt i damm som andats in och symptom på pneumonit. I svinhus finns lite mögelsporer, men damm från finmalet grisfoder, från avföring som domineras av Grampositiva bakterier samt epitelceller mm från grisar. Endotoxinhalterna "räcker inte" för att förklara de uttalade toxiska symptomen som kan ses i denna miljö (egna opublicerade data). Det finns därför anledning att spekulera över andra tänkbara komponenter i dammet.

Mögelsporers cellväggar består bland annat av  $\beta$ -1-3-D-glukan, dvs glukoskedjor med en speciell bindning. Det finns receptorer på makrofager och andra celler som specifikt reagerar på en  $\beta$ -glukankedja med minst sju socker (8). Reaktionen vid legering till receptorn kan växla beroende på om liganden finns på en partikel eller om det är en löslig mindre sockerrest, men under vissa omständigheter kan en inflammatorisk reaktion motsvarande den som kan ses vid aktivering med endotoxin iakttas. Peptidoglykan fragment och teichuronsyra på Grampositiva bakterier (inklusive aktinomyceter) kan identifieras av specifika receptorer och vissa bakteriella peptider som fnlp är starkt kemotaktiska och kan få primade neutrofiler att genomgå "oxidative burst". Man har väsentligt mindre kunskaper om hur dessa ämnen reagerar in vivo, särskilt i samband med inandning, så här finns ett relativt jungfruligt forskningsfält.

Organiska dammpartiklar kan förväntas opsoniseras med komplement och/eller specifika antikroppar. Vi har troligen antikroppar mot flertalet vanligt förekommande mikroorganismer, eftersom vi andas in sådana i relativt stora mängder varje dag. Komplementklädda partiklar tas om hand av delvis samma receptorer som endotoxin och utlöser ingen inflammatorisk reaktion, och samma kan gälla för IgG klädda partiklar. Emellertid kan komplement fragment och möjligen immunkomplex tänkas bidra till inflammatoriska reaktioner. Om sådana reaktioner har betydelse bör det inte spela roll om dammet utgörs av mikroorganismer eller annat organiskt material.



Upprepad exponering för höga halter mögeldamm ger upphov till starka immunreaktioner med bildande av antikroppar och ansamling av suppressor/cytotoxiska lymfocyter i lungan (allergisk alveolit). Både glukosamin, peptidoglykan och LPS fungerar som starka adjuvans, dvs ökar immunsvaret mot ett antigen. Vid allergisk alveolit som representerar extremfallet av immunstimulering finns en hög andel celler med NK-cell markörer och andra cytotoxiska celler som inte är "immunrestricted" (9). Vissa mögeldammsexponerade personer har höga halter antikroppar mot sporer. Detta tyder på höggradig exponering, men om antikropparna bidrar till sjukdomsmekanismen eller inte är omtvistat (10).

Sammanfattningsvis tyder dessa data på att vi kan andas in ganska höga halter av mikroorganismer utan att drabbas av sjukdom, men om exponeringen överstiger ett relativt högt tröskelvärde uppkommer risken för toxisk inflammation och vid upprepad hög exponering drabbas man av allergisk alveolit. Hittills uppmätta endotoxinhalter i "mögelstuga" är låga. Man har spekulerat att glukosaminrik partiklar i inomhusdamm kanske kan bidra till irriterande besvär i slemhinnor och ögonirritation, men ännu så länge finns mycket lite data som talar för detta.

Klassisk IgE-medierad allergi kan förekomma även mot mögelsporer. Dock är dessa sällan isolerade utan förekommer främst hos personer som redan är starkt allergiska. Man har bedömt att endast några procent av allergiker har besvär till följd av mögelallergi (11). Man anser också att flertalet fall fått allergi från mögelsporer som producerats utomhus, där luften kan innehålla storleksordningen  $10^4$  sporer per kubikmeter av de vanligaste allergenerna *cladosporium* och *alternaria*.

#### Referenser:

1. von Essen S, Robbins RA, Thompson AB, Rennard SI. Organic dust toxic syndrome: An acute febrile reaction to organic dust exposure distinct from hypersensitivity pneumonitis. Clin Toxicol 1990;28, 289-420.
2. von Essen SR, Robbins RA, Thompson AB, Ertle RF, Linder J, Rennard S. Mechanisms of neutrophil recruitment to the Lung by grain dust exposure. Am Rev Respir Dis 1988;138, 921-927.
3. Rylander R, Malmberg P, Non-infectious fever. Inhalation fever or toxic alveolitis? Brit J Ind Med 1992;49, 296.

4. Malmberg P, Rask-Andersen A, Höglund S, Kolmodin-Hedman B, Read Guernsey J. Incidence of organic dust toxic syndrome and allergic alveolitis in Swedish farmers. *Int Arch Allergy Appl Immunol* 1988;87, 47-54.
5. Sandström T, Björmer L, Rylander R. Lipopolysaccharide (LPS) inhalation in healthy subjects increases neutrophils, lymphocytes and fibronectin levels in bronchoalveolar lavage fluid. *Eur Respir J* 1992;5, 992-996.
6. Wright SD. Multiple receptors for endotoxin. *Curr Opinion Immunol* 1991;3, 83-90.
7. Rylander R, Bake B, Fischer JJ, Helander IM. Pulmonary function and symptoms after inhalation of endotoxin. *Am Rev Respir Dis* 1989;140, 981-986.
8. Malmberg P, Rask-Andersen A, Rosenhall L. Exposure to micro-organisms in farmers with allergic alveolitis and in apparently non-sensitized subjects with febrile reactions to mold dust (Organic dust toxic syndrome).

## **Flyktiga ämnen från mögel och bakterier.**

Carl-Axel Nilsson, Anna-Lena Sunesson, Barbro Andersson, Göran Blomqvist.

Arbetsmiljöinstitutet, Umeå.

Rolf Carlson, Organisk kemi, Umeå Universitet.

### **Inledning**

Mikrobiell växt i byggnader förekommer ofta i samband med vattenskador eller olämpliga byggnadskonstruktioner och orsakar stora problem. Det är de flyktiga metaboliter som organismerna producerar som bl a genom en kraftig lukt orsakar problemen. Kunskaperna om vilka dessa ämnen är och deras medicinska effekter är i dag till stora delar otillräcklig. Det vore önskvärt att bland dessa ämnen som organismerna producerar finna lämpliga markörer för att genom luftprovtagning kunna mäta förekomst av onormal mikrobiell växt. Forskning kring dessa problem pågår vid såväl Arbetsmiljöinstitutet i Umeå som vid andra laboratorier både inom och utom landet. Med ökade kunskaper om hur näringstillgången (olika byggnadsmaterial) påverkar metabolitproduktionen är det goda förutsättningar att finna lämpliga markörer. Med dessa ämnen och validerade provtagningsmetoder är förutsättningarna goda att också komma fram till en användbar totalstrategi när det gäller att använda luftprovtagning som "verktyg" vid diagnosticering och kontroll av "sjuka"/renoverade hus.

### **Produktion av flyktiga sekundärmetaboliter**

Då mikroorganismer växer under absolut optimala förhållanden utsöndras i princip endast koldioxid och vatten medan näringen i övrigt används till uppbyggnad (tillväxt) och den energi som förbrukas. I praktiken har man dock aldrig dessa optimala förhållanden utan organismen är på ett eller annat sätt "stressad" och producerar då sekundärmetaboliter varav en del är flyktiga medan andra kan betraktas som icke flyktiga, t ex aflatoxiner. Av de flyktiga har vissa en utpräglad lukt medan andra är luktlösa i de nivåer som är aktuella. Diskussionen har av naturliga skäl koncentrerats kring de ämnen som har en utpräglad "mögellukt" t ex geosmin, men när det gäller påverkan på människa kan man inte bortse från att även icke luktande ämnen kan utgöra en potentiell källa till besvär.

Mögel, bakterier och jäst förekommer alltid i inomhusmiljön och orsakar för det mesta inga eller mycket små bekymmer. En av de begränsande faktorer som styr

möjligheterna till mikroorganismers tillväxt är tillgång på vatten. Av denna anledning är naturligtvis alla vattensador och möjligheter till kondensation av fukt i byggnadskonstruktionen en potentiell risk för att problem med avgång av flyktiga sekundärmetaboliter skall uppstå.

**Tabell 1. Faktorer som påverkar tillväxten hos mikroorganismer.**

- 
- \* Vatten
  - \* Näring (kol och kvävekälla)
  - \* Syre
  - \* Koldioxid
  - \* pH
  - \* Konkurrerande mikroorganismer
- 

I litteraturen beskrivs en rad ämnen som produceras av mikroorganismer då dessa kontaminerat dricksvatten eller olika födoämnen. När det gäller de arter som är aktuella i "sjuka-hus" sammanhang är dock kunskaperna ofullständiga. På grundval av erfarenheter från provtagning i problemhus, normala hus samt efter

**Tabell 2. Vanliga mikroorganismer i inomhusmiljö. Mögelsvampar där ej annat anges.**

- 
1. *Alternaria alternata* (5, 8, 14, 20, 22, 23)
  2. *Aspergillus flavus* (1, 2, 5, 9, 15, 17, 22, 30, 32)
  3. *Aspergillus niger* (5, 8, 9, 15, 18, 20, 22, 29, 30)
  4. *Aspergillus versicolor* (1, 2, 7, 8, 9, 14, 16, 22, 23, 25, 26, 30)
  5. *Aureobasidium pullulans* (8, 14, 20, 22, 26, 30)
  6. *Botrytis cinerea* (12, 15, 19, 21, 22, 28, 30)
  7. *Chaetomium globosum* (1, 7, 19, 22, 30)
  8. *Cladosporium cladosporioides* (7, 8, 14, 20, 22)
  9. *Fusarium culmorum* (2, 22, 30)
  10. *Paecilomyces variotii* (20, 22, 30)
  11. *Penicillium aurantiogriseum* (*aurantiovirens*, *olivino-viride*, *puberulum*) (1, 3, 5, 9, 22, 30, 31)
  12. *Penicillium commune* (*lanoso-viride*, *palitans*) (5, 9, 30)
  13. *Penicillium crustosum* (*terrestre*) (5, 9)
  14. *Penicillium funiculosum* (18)
  15. *Penicillium rugulosum*
  16. *Penicillium verrucosum* (*casei*)
  17. *Phialophora fastigata* (22, 26)
  18. *Rhodotophora glutinus* (jäst)
  19. *Stachybotrys chartarum* (*atra*) (7, 22, 30)
  20. *Streptomyces albidoflavus* (*griseus*), (actinomycet, grampositiv bakterie) (10, 11, 5)
  21. *Tricoderma viride* (6, 12, 20, 22, 24, 26, 32)
  22. *Ulocladium chartarum* (8, 14, 22)
  23. *Ulocladium borytris* (13, 20, 22)
  24. *Wallemia sebi* (8, 22)
-



litteraturstudier och diskussioner med forskarkollegor har vi gjort upp en "topp"-lista på mikroorganismer som vi bedömer som intressanta i sammanhanget. Listan är medvetet inte fullständig. Således finns ett stort antal organismer som rapporterats enstaka gånger vilka vi inte tagit upp, detta för att göra listan mer hanterlig och i vårt forskningsarbete göra vettiga prioriteringar. Tyvärr förekommer ett stort antal referenser där endast familjenamn som t. ex. *Aspergillus*, *Penicillium* etc är angivna.

#### Monitorsubstanser för mikrobiell aktivitet

För att få en användbar provtagningsstrategi för bestämning av flyktiga metaboliter i luft måste man av naturliga skäl finna ett antal markörer, monitorsubstanser, eftersom en provtagning och analys av samtliga möjliga ämnen från olika mikroorganismer innebär en alltför omfattande insats. Vissa krav (tabell 3) eller önskemål måste då ställas på monitorsubstanser och därtill hörande provtagningsstrategi.

**Tabell 3. Krav (önskemål) på monitorsubstanser.**

- 
- # Skall produceras av alla aktuella mikroorganismer
  - # Utvärderad provtagningsmetod skall finnas
  - # Analysmetoden skall ha tillräckligt låg detektionsgräns för de nivåer som kan vara aktuella.
  - # Analysmetoden skall vara \*selektiv\* och specifik
  - # Referensmaterial skall finnas för att möjliggöra verifiering.
- 

Att finna ett ämne som kan fungera som monitor för alla tänkbara mikroorganismer, eller åtminstone de tio vanligaste, är inte möjligt då bilden av vad som produceras är högst varierande. Vissa gemensamma nämnare finns dock och som exempel på några tänkbara ämnen och deras samband med olika huvudgrupper av mikroorganismer kan följande schema ritas:

|                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| <b>Aspergillus</b>  | <b>3-oktanol</b>          |
|                     | <b>1-okten-3-ol</b>       |
| <b>Penicillium</b>  | <b>2-metyl-1-propanol</b> |
|                     | <b>3-metyl-1-butanol</b>  |
| <b>Streptomyces</b> | <b>geosmin</b>            |
|                     | <b>metylisoborneol</b>    |



Detta betyder tyvärr inte att t ex alla aspergillusarter producerar 3-oktanol, 1-okten-3-ol, 2-metyl-1-propanol och 3-metyl-1-butanol, varför bilden ytterligare kompliceras.

Litteraturen är i stora delar ofullständig. Bland annat beror detta på att vid många tidigare studier har man odlat på högst varierande odlingsmedia. Det vill säga att näringstillgången inte varit jämförbar mellan de olika studierna och inte heller liknat den då organismen växer på olika byggnadsmaterial. I tabell 4 ges en sammanställning av olika ämnen som utsöndras från mikroorganismerna i tabell 2.

I tabellen har medtagits föreningar med maximalt 14 kolatomer. En skarp gränsdragning är svår att göra då ångtrycket för de flesta föreningar är okänd. Vidare är kunskapen om i vilka mängder de kan tänkas produceras, deras lukt och eller biologiska aktivitet i övrigt okänd. Till dessa ämnen kan läggas en rad mer högmolekylära föreningar med mer än 14 kolatomer. Många av dessa har tilldragit sig intresse pga antingen hög toxicitet eller medicinskt intressanta egenskaper, t ex olika penicilliner.

Olika författare rapporterar ofta olika metaboliter från samma art. Detta understryker ytterligare att skillnader i metabolitproduktion är att förvänta beroende på vilket medium (näring) som organismen växer på. Naturligtvis är också skillnader i kromatografisk separation och tillgång till referenssubstanter vid identifieringen betydelsefulla då man som i detta fall analyserar en mycket komplicerad matris.

### **Provtagning och analys**

Adsorbentprovtagning med termisk desorption/gaskromatografisk analys är den bestämningsmetod som, på grund av sin mycket låga detektionsgräns, är lämplig att använda. Analyssteget, termisk desorption/gaskromatografi har vi validerat med multifaktoriell design i en tidigare studie.(27) Denna analysmetod kan också kombineras med masspektrometri för att möjliggöra jämförelse med referenssubstanter. Referenssubstanter är, som ovan nämnts, särskilt viktigt då man i de låga nivåer det här ofta är fråga om kan ha många substanser, även sådana som inte har sitt ursprung i någon mikrobiell växt, i ett prov.

Ett allvarligt problem i sammanhanget är att ett flertal ämnen som produceras av mikroorganismer också kan ha andra källor och är därmed mindre lämpliga som markörer. Ett exempel är de aromatiska kolväten, metylbensen (toluen), dimetylbensen (xylol) m fl, som produceras av bland annat *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus flavus* och *Aspergillus niger*. De är också vanliga komponenter i bensin, avgaser och som lösningsmedel i färger.

## Referenser

- 1 Bjurman J, Kristensson J. Production of volatile metabolites by the soft rot fungus *Chaetomium globosum* on building materials and defined media. *Microbios* 72 (1992) 47-54.
- 2 Börjesson T, Stöllman U, Adamek P, Kaspersson A. Analysis of volatile compounds for detection of molds in stored cereals. *Cereal Chemistry* 66 (1989) 300-304.
- 3 Börjesson T, Stöllman U, Schnurer J. Volatile metabolites and other indicators of *Penicillium aurantiogriseum* growth on different substrates. *Appl Environ Microbiol* 56 (1990) 3705-3710.
- 4 Börjesson T, Stöllman U, Schnurer J. Volatile metabolites produced by six fungal species compared with other indicators of fungal growth on cereal grains. *Appl Environ Microbiol* 58 (1992) 2599-2605.
- 5 Cole RJ, Cox RH. *Handbook of Toxic Fungal Metabolites*. Academic Press, New York 1981.
- 6 Collins RP. Terpenes and odiferous materials from microorganisms. *Lloydia* 39 (1976) 20-24.
- 7 Flannigan B (Chaimen). Control of moisture problems affecting indoor air quality. Workshop summaries of Indoor Air '93 (1993) 35-36.
- 8 Flannigan B, McCabe EM, Jupe SV, Jeffrey IG. Mycological and acarological investigation of complaint and non-complaint houses in Scotland. *Proceedings of Indoor Air '93*, Vol 4 (1993) 143-148.
- 9 Frisvad JC, Gravesen S. Species of *penicillium* and *aspergillus* found in indoor climate in Denmark and their mycotoxin production. In *Health implications of fungi in indoor environment*. Ed Samson R A. \*\*
- 10 Gerber NN. Geosmin, an earthy-smelling substance isolated from actinomycetes. *Biotechnology and Bioengineering* 9 (1967) 321-327.

- 11 Gerber NN. Volatile lactones from *Streptomyces*. *Tetrahedron Lett* 10 (1973) 771-774.
- 12 Gervais P. Water activity: a fundamental parameter of aroma production by microorganisms. *Appl. Microbiol. Biotechnol* 33 (1990) 72-75.
- 13 Girisham S, Reddy, S.M. Metabolites from the fermentation of *Ulocladium botrytis*. *Journal of Natural Products* 49 (1986) 548-549.
- 14 Grant C, Hunter CA, Flannigan B, Bravery AF. The moisture requirements of moulds isolated from domestic dwellings. *Internat Biodeterioration* 25 (1989) 259-284.
- 15 Harris ND, Karahadian C, Lindsay RC. Musty aroma compounds produced by selected molds and actinomycetes on agar and whole wheat bread. *Journal of Food Protection* 49 (1986) 964-970.
- 16 Hyppel A. Finger print of a mould odor. *Indoor Air* 3 (1984) 443-447.
- 17 Kaminski E, Libbey LM, Stawicki S, Wasowicz E. Identification of the predominant volatile compounds produced by *Aspergillus flavus*. *Applied Microbiology* 24 (1972) 721-726.
- 18 Kaminski E, Stawicki S, Wasowicz E. Volatile flavor compounds produced by molds of *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Fungi imperfecti*. *Applied Microbiology* 27 (1974) 1001-1004.
- 19 Kikuchi T, Kadota S, Suehara H, Nishi A, Tsubaki K, Yano H, Harimaya K. Odorous metabolites of fungi, *Chaetomium globosum* Kinze ex Fr. and *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. and a blue-green algae. *Phormidium tenue* (Meneghini) Gomont. *Chem. Pharm. Bull.* 31 (1983) 659-663.
- 20 Miller JD, Laflamme AM, Sobol Y, Lafontaine P, Greenhalgh R. Fungi and fungal products in some Canadian houses. *Internat Biodeterioration* 24 (1988) 103-120.



- 21 Rapp A, Mandery H, Niebergall H. Neue Monoterpendiole in Traubenmost und Wein sowie in Kulturen von *Botrytis cinerea*. *Vitis* 25 (1986) 79-84.
- 22 Samson RA, van Reenen-Hoekstra ES. A compilation of the fungal species in the indoor environment. In Health implications of fungi in indoor environment. Ed Samson R A. \*\*
- 23 Sinha RN, Tuma D, Abrahamson, D, Muir, WE. Fungal volatiles associated with moldy grain in ventilated and non-ventilated bin-stored wheat. *Mycopathologia* 101 (1988) 53-60.
- 24 Sprecher E, Hanssen H-P. Flüchtige Stoffwechselproducte aus Pilzen - Ein mögliches Potential für die industrielle Gewinnung von Aromen und Riechstoffen. *Forum Microbiologie* 8 (1985) 17-21.

Tabell 4. Litteratursammanställning av ämnen producerade av arterna i tab 2.

|                                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <u>Kolväten</u>                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2,4-Dimetylhexan                  |   |   |   |   |   |   |   |   | x |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1,3-Oktadien                      |   | x |   | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2,3,5-Trimetylhexan               |   |   |   |   |   |   |   |   | x |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Toluen                            |   |   |   | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Etylbensen                        |   |   |   |   | x |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Styren                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | x  |    |    |    |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |
| Xylen                             |   | x | x | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1,4-Dimetyl-2-etylbensen          |   | x |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1,3-Dimetyl-2-etylbensen          |   | x |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1-Metyl-4-metyletylbensen         |   | x |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Tetrametylbenzen                  |   | x |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Naftalen                          |   |   | x |   |   | x |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Dodekan                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x  |
| <u>Terpener och terpenderivat</u> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Limonen                           |   | x |   | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-Metylisoborneol                 |   |   |   |   |   |   | x |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x  |    |    |    |    |
| Linalool                          |   |   |   |   |   |   | x |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Citronellol                       |   |   |   |   |   |   | x |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Geraniol                          |   |   |   |   |   |   | x |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Nerol                             |   |   |   |   |   |   | x |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8-Hydroxylinalool                 |   |   |   |   |   |   | x |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8-Hydroxycitronellol              |   |   |   |   |   |   | x |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8-Hydroxygeraniol                 |   |   |   |   |   |   | x |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8-Hydroxynerol                    |   |   |   |   |   |   | x |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Geosmin                           |   |   |   | x |   |   |   | x |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x  |    |    |    |
| <u>Alkoholer</u>                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Etanol                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Propanol                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-Metyl-1-propanol                |   |   | x |   | x |   |   |   | x |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-Metyl-1-butanol                 |   | x | x | x |   |   |   |   |   |    |    | x  |    |    | x  |    | x  |    |    |    | x  |    |    |    |
| 1-Penten-3-ol                     |   |   | x |   | x |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-Etyl-1-hexanol                  |   |   |   |   | x |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1-Oktanol                         |   |   |   | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-Oktanol                         |   |   |   | x | x |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1-Okten-3-ol                      |   |   | x | x | x |   |   |   |   |    |    | x  |    |    | x  |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |

|                                                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-----------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 2-Okten-1-ol                                                    |   |   | x | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-Okten-2-ol                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |    | x  |    |    |    |
| 2-Fenyletanol                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   | x |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Ketoner</u>                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Cyklopentanon                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x  |    |    |    |
| 2-Heptanon                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x  |    |    |
| 3-Oktonon                                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Aldehyder</u>                                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Oktanal                                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Nonanal                                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Fenylacetaldehyd                                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Bensylacetaldehyd                                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Furfural                                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-(2-Furyl)-pentanal                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Bensaldehyd                                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| p-Hydroxybensaldehyd                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Syrer</u>                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Ättiksyra                                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4-Hydroxymandelsyra                                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Glutaconsyra                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-(2'-Karboxyetyl)-3-<br>-(but-1'-enyl)malein-<br>-syraanhydrid |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-Karboxymetyl-3-hexyl-<br>-maleinsyraanhydrid                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4-Karboxy-2-oxo-3-fenyl-<br>-hept-3-en-disyra                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Puberulinsyra                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Estrar</u>                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Etylacetat                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-Karbometylmetyl-3-<br>-hexyl-maleinsyra-<br>-anhydrid         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Fenoler</u>                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Fenol                                                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Isosclerone                                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-Etyl-5-metylifenol                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|                                                                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|--------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Versicolin (2,3,6-trihydroxy-<br>-toluen)                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5,7-Dihydroxy-4-metylfitalid                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1,3,6,8-tetrahydroxy-<br>-antraquinon                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Svavelföreningar</u>                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Dimetyltrisulfid                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Laktoner</u>                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-metyl-4-butyl-<br>-2,5-dihydrofuran                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-metyl-4-(3-metyl-butyl)-<br>-2,5-dihydrofuran                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-metyl-4-(4-metyl-pentyl)-<br>-2,5-dihydrofuran                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-metyl-4-hexyl-<br>-2,5-dihydrofuran                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-metyl-4-(5-metyl-hexyl)-<br>-2,5-dihydrofuran                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6-Pentyl-2-pyron                                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6-(Pent-1-enyl)-2-pyron                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Botrylakton                                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Etrar</u>                                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-Metylfuran                                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3-Metylanisol                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Nitriler</u>                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Bensonitril                                                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Indol-3-acetonitril                                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Aminosyraderivat</u>                                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Flavacol                                                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Deoxyaspergillsyra                                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Aspergillsyra                                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Hydroxyaspergillsyra                                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1-Hydroxy-3,6-di(1-metyl-<br>-propyl)pyrazin-2-on                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1-Hydroxy-6-(1-metyletyl)-<br>-3-(2-metylpropyl)-<br>-pyrazin-2-on |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Neospergillsyra                                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <u>Diverse</u>                                                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|                               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <u>Diverse</u>                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Nitrometan                    |   |   | x |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Tenuazonasyra                 |   |   | x |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Isaflavipucin                 |   |   | x |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Omoflavipucin                 |   |   | x |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2-Acetyl-quinazolin-4(3H)-on  |   |   |   |   |   |   |   |   | x |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Nigrallin (N-metyl-trans-2,5- |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| -dimetyl-N'-sorbyl-           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| -piperazin)                   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Versimid                      |   |   |   | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Mycoasporin 2                 |   |   |   |   | x |   |   |   |   |    |    | *  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Penicillinsyra                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | x  | x  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Palitanin                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Terrestrinsyra                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Gliotoxin                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | x  |    |    |    |
| 3-Nitropropionsyra            |   |   |   | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Kojic acid                    |   |   |   | x |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |



## Kemiska mätningar - Hur och varför?

Barbro Andersson, Kurt Andersson och Jan Sundell\*  
Arbetsmiljöinstitutet, Umeå.

\* Inst. för miljömedicin, Karolinska institutet, Solna.

### Bakgrund

Under slutet av 1970 visade sig de första symptomen på en sjukdom som antogs vara förknippad med miljön i den byggnad man bodde eller arbetade i. Sjukdomen fick olika namn efter den verksamhet som bedrevs i byggnaden, t ex dagissjuka, kontorssjuka. Sjukdomen definierades 1982 av en expertgrupp inom WHO (19) och fick benämningen Sick Building Syndrome (SBS) eller Sjuka-hussjukan. Symptomen är diffusa och omfattar bl a hudbesvär, slemhinneirritationer och trötthet. Det är ett internationellt problem och WHO uppskattade 1982 att 10-30 % av västvärldens kontor var drabbade (1).

I Sverige sammanföll en ökad frekvens av sjuka hus med energikrisen. En missriktad spariver medförde att byggnader tätades på ett oförnuftigt sätt vilket medförde en försämrad ventilation och fuktproblem.

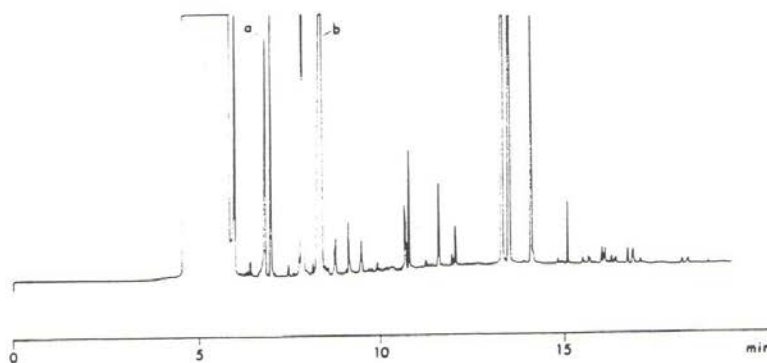
Det är svårt att uppskatta hur många människor som drabbats i Sverige. Den diffusa symptom bilden utgör ett problem vid diagnosticering vilket medför att de som i yrkessammanhang drabbas inte får sin sjukdom accepterad som arbetsskada. Omfattningen av SBS syns således inte i statistiken över yrkesskador. Här finns det ett stort mörkertal.

### Kemiska mätningar

Den forskning som publicerats vad gäller samband mellan SBS och olika faktorer i miljön har hittills inte givit entydiga resultat. Då det gäller samband mellan SBS och kemiska ämnen är det bara vetenskapligt visat för ett ämne, formaldehyd, det första kemiska ämne som konstaterades i inomhusluften i sådana nivåer där irriterande effekter uppstår (21). Då var spånskivelimmet den huvudsakliga källan medan det nu är andra typer av byggnadsmaterial och textilier (3). Nivåerna av formaldehyd är idag låga. I den kontorsstudie vi deltagit i, omfattande 86 kontorsrum, låg nivåerna av formaldehyd i intervallet 11-59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (15). Nivåerna ligger

långt under Socialstyrelsens gräns för "sanitär olägenhet" vad gäller formaldehyd i bostäder på  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (11). Jämför man med detta värde borde formaldehyd inte utgöra något större problem. I kontorsstudien fann vi dock samband mellan låga formaldehydnivåer och effekter på slemhinnor (15). Effekter av låga nivåer formaldehyd har publicerats av andra (17). WHO's rekommendation för formaldehyd i inomhusluften är  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (21) och Socialstyrelsens gräns borde därför omprövas.

De kemiska mätningar som gjordes i början av 1980-talet visade att en normal inomhusluft (utan SBS) innehöll ett stort antal kemiska ämnen i låga nivåer (Figur 1).



**Figur 1.** Gaskromatogram av ett inomhusprov från ett kontor utan SBS. Topparna i kromatogrammet (från och med a) representerar ämnen i inomhusluften där b är toluen.

Idag vet vi att över 300 ämnen har identifierats i icke industriella inomhusmiljöer (2, 20). Nivån av varje enskilt ämne är låg, i regel mindre än  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vid jämförelse med den hygieniska gränsvärdeslistan för arbetsplatser (10) är nivåerna 100 till 1000 gånger lägre än dessa. Denna jämförelse har medfört att det varit, och fortfarande är, svårt att få acceptans för SBS som ett arbetsmiljöproblem. Dessutom, som påpekats ovan, syns det inte i arbetsskadestatistiken.

Intresset för forskning och utredning inom SBS-området ökade kraftigt under 80-talet. Behovet att få kemiska mätningar utförda var helt plötsligt mycket stort, så stort att den metodutveckling som var nödvändig att utföra för mätningar i dessa nya låghaltsområden hoppades över eller inte hanns med. Detta är mycket beklagligt men följer mönstret från andra larm om miljögifter. Sluta forska - ut och mät! Följden blev att många mätningar gjorts utan relevant provtagnings- eller analysmetod. Resultaten från sådana mätningar ger naturligtvis inget relevant bidrag till en utredning om orsakerna till SBS.

#### Definition av TVOC

Då antalet kemiska ämnen i inomhusluften är stort blev det för omfattande att bestämma varje ämnen för sig, som man gör i andra miljömätningar. Halterna av de komponenter som erhöles i den gaskromatografiska analysen, vanligtvis med toluen som standard, adderades och det mått som erhöles kallades totalhalten flyktiga organiska ämnen (Total of Volatile Organic Compounds, TVOC). I en TVOC-bestämning ingår inte alla flyktiga, gasformiga ämnen som kan förekomma i luften (formaldehyd ingår ej). Användning av TVOC som ett kvantitativt mått på inomhusluftens kvalitet är vanligt förekommande vid utredningar och forskning inom sjukahus-området. TVOC omfattar de ämnen som finns i gasfas och som fångas upp vid provtagningen och detekteras vid en gaskromatografisk analys med flamjonisationsdetektor. I en rapport från WHO klassificeras de organiska ämnena i inomhusluften efter kokpunktsintervall (20), tabell 1.

**Tabell 1.** Indelning av organiska ämnen i inomhusluften efter kokpunktsintervall (20)

| Flyktighet                                                  | Förkortning | Kokpunktsintervall (°C) |
|-------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|
| Very Volatile Organic Compounds                             | VVOC        | > 0 till 50-100         |
| Volatile Organic Compounds                                  | VOC         | 50-100 till 240-260     |
| Semivolatile Organic Compounds                              | SVOC        | 240-260 till 380-400    |
| organic compounds associated with Partucular Organic Matter | POM         | > 380                   |

Dessutom har den del av TVOC som produceras av mikroorganismer utskiljts och fått benämningen mikrobiell VOC eller MVOC (12, 13). Gemensamt för TVOC och andra typer av VOC är att de bestäms med liknande metoder.

#### **Metoder för TVOC-bestämning**

*Den diskussion som följer nedan gäller begreppet TVOC, bestämd som en totalhalt, utan att enskilda ämnen analyseras.*

Vid bestämning av TVOC i inomhusmiljön gäller det att mäta organiska ämnen i låga nivåer efter en noggrann provtagningsstrategi. Provtagningen kan ske med aktiv (pumpad) provtagning eller med diffusionsprovtagning. Valet av adsorbent varierar och detta påverkar också slutbestämningen av TVOC. I en studie av 6 olika adsorbenter har vi visat att olika typer av ämnen ger olika utbyte (16). Ingen av adsorbenterna ger maximalt utbyte av samtliga ämnen.

Desorptionen, före den gaskromatografiska analysen, sker antingen med lösningsmedel eller termiskt. Den senare metodiken innebär att hela provet analyseras på en gång och kan vara en fördel vid korta provtagningsstider med låga nivåer. Användning av lösningsmedel, å ena sidan, späder ut provet, vilket försvårar analysen av komponenter som bara förekommer i låga koncentrationer. Å andra sidan kan analysen upprepas ett stort antal gånger. Kalibreringen underlättas på liknande sätt.

Den gaskromatografiska metodiken skiljer sig inte nämnvärt bortsett från sättet att applicera provet på kolonnen. Används lösningsmedel vid desorptionen gäller konventionell teknik för att applicera en vätska. Vid termisk desorption värms provet varvid ämnena flyttas över till kolonnen. Oavsett vilken metod som används krävs alltid referenssubstanser för att kalibrera gaskromatografen. En generell teknik för kalibrering vid termisk desorption saknas ännu år 1993!

Man kan bara konstatera att metoderna ser ut som de gör idag för bestämning av TVOC; ett antal metoder som är ofullständigt utvärderade. Det här medför att resultaten från olika studier inte alltid är jämförbara.

#### **Källor till VOC**

De organiska ämnen som finns i inomhusluften kommer från olika källor. Kemiska ämnen i utomhusluften, där bilavgaser torde vara den vanligaste föroreningen, förs med tilluften in i byggnaden. Tilluftens kvalitet påverkas även av ventilations-systemet (15). Byggnads- och inredningsmaterial avger i sin tur olika ämnen (2-5,



14, 20). Emissionen är störst i nybyggda eller nyrenoverade byggnader. Även ett mikrobiellt angrepp på materialen eller materialnedbrytning på grund av fuktskada kan bidra med organiska ämnen (2, 12, 13). Slutligen bidrar människan själv och den verksamhet som hon bedriver i byggnaden, t ex rökning, datorer och kopieringsmaskiner. Ibland har vi svårt att fördrå mänskliga odörer och försöker dölja dem med andra luktande ämnen i parfymer och deodoranter vilket också ger ett bidrag.

Nivån av TVOC kan variera kraftigt med tiden (18). Den största variationen beror antagligen på mänskliga aktiviteter. Vid utvärdering av en barnstuga för allergiska barn (6) ökade TVOC-nivån från ej detekterbar till  $530 \mu\text{g}/\text{m}^3$  beroende på att barnen ätit apelsiner till lunch. Ökningen berodde på terpenen limonen i apelsinen och som ingår i TVOC-mätning. Ett kontrollexperiment utfördes på Arbetsmiljöinstitutet. Det visade en limonenhalt av  $1700 \mu\text{g}/\text{m}^3$  efter det att 10 apelsiner ätits i ett ca  $20 \text{ m}^2$  stort lunchrum under 30 minuter. Denna halt ger motsvarande bidrag till TVOC-nivån.

#### Nivåer av TVOC och medicinska effekter.

Normalt ligger TVOC-halterna långt under  $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mölhave och medförfattare visade 1986 i en exponeringsstudie att det finns ett samband mellan exponeringsnivå av TVOC och irritativa effekter (7). En blandning av 22 olika ämnen, tabell 2, användes med exponeringsnivåer av  $7 \text{ mg}/\text{m}^3$  respektive  $33 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

**Tabell 2.** Exponeringsblandning av 22 olika organiska ämnen (7).

Mölhaves exponeringsblandning av 22 ämnen

|            |                      |                    |                 |
|------------|----------------------|--------------------|-----------------|
| n-hexan    | 3-xylen              | n-pentanal         | isopropanol     |
| n-nonan    | etylbenzen           | n-hexanal          | n-butanol       |
| n-dekan    | 1,2,4-trimetylbenzen |                    |                 |
| n-undekan  | n-propylbenzen       | 2-butanon          | n-butylacetat   |
| 1-oktan    |                      | 3-metyl-3-butanon  | etoxyetylacetat |
| cyklohexan | $\alpha$ -pinen      | 4-metyl-2-pentanon |                 |
| 1-deken    |                      |                    | 1,2-dikloretan  |



Samtliga ämnen är vanligt förekommande i inomhusluften. De nivåer Mölhave och medarbetare studerade överstiger dock avsevärt de halter som förekommer i svenska inomhusmiljöer. Studien har likväl utgjort grunden för användning av TVOC som ett mått på luftkvalitet. Mölhave och medarbetare har fortsatt exponeringsstudierna och visade 1990 att man får effekter även vid lägre nivåer (8). Enligt Mölhave förekommer SBS vid halter över 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Detta har tolkats som en gräns mellan "friskt" och "sjukt" hus.

De fältstudier som syftat till att söka samband mellan TVOC och SBS visar inte på något enhetligt resultat. I den tidigare refererade kontorsstudien i Västerbotten, med mätningar av TVOC i 86 kontorsrum, fann vi inget positivt samband mellan TVOC-nivåer och förekomst av SBS (15). För att bedöma tilluftens kvalitet gjordes även mätningar i ventilationskanalerna. Prover togs samtidigt i ventilationskanalens början (uteluft), i tilluftsdonet och i rummen för bestämning av TVOC-halterna. Vi fann då, vid jämförelse av uteluft, tilluft (mätt i donet) och rumsluften, att i vissa fall sjönk nivåerna av TVOC under uteluftens passage till rummet. Dessa sänkningar av TVOC-nivåerna visade sig vara positivt korrelerade med förekomsten av SBS (statistisk signifikans).

#### Slutsatser gällande mätningar av TVOC

Med tanke på alla källor som påverkar TVOC-halten, och hur de varierar, vore det märkligt om enstaka korttidsmätningar skulle kunna korrelera med frekvensen av SBS. Följande slutsatser har dragits av dels våra egna dels andra refererade studier:

- \* Mycket reaktiva föreningar som aminer, formaldehyd, isocyanater m fl ingår inte i en TVOC mätning.
- \* TVOC utgör inget mått på risken att drabbas av SBS.
- \* Ej relevant att mäta TVOC-nivåer vid utredning av SBS.
- \* En sänkning av TVOC-nivåer, vid jämförelse av uteluft, tilluft mätt i donet och rumsluften, utgör en risk för att drabbas av SBS.
- \* Luftens innehåll av organiska ämnen förändras i ventilationskanalerna.

Tänkbara orsaker är

- reaktion med andra reaktiva ämnen som ozon, nitroxa gaser och fria radikaler

- adsorption/desorption på partiklar eller ytor

- \* Relevant att med kvalitativ och kvantitativ analys bestämma enskilda komponenter i TVOC med utvärderade provtagnings- och analysmetoder. Mönstret av identifierade ämnen i TVOC kan ge upplysning om föroreningskällor, t ex plastmattor och mikroorganismer.
- \* Relevant att mäta de reaktiva ämnen som ej ingår i TVOC-mätning med utvärderade provtagnings- och analysmetoder.

Behovet av kemiska forskningssatser gäller främst utveckling av selektiva metoder för bestämning av reaktiva ämnen i låghaltsområdet.

### Referenser

1. Alimenko VV, Anderson L, Lebowitz MD, Lindvall T. The "sick" building syndrome, in Indoor Air, Vol 6. Evaluations and conclusions for health sciences and technology, Berglund B, Berglund U, Lindvall T, Sundell J (Eds), Swedish Council for Building Research, Stockholm, 1986, D13:87.
2. Chemical, microbiological, health and comfort aspects of Indoor air quality - State of the art in SBS. Knöppel H, Wolkoff P (eds). Wolkoff P. the dynamics of the indoor environment and some strategical aspects of indoor air measurements, 1992. Kluwer academic publisher, Dordrecht/Boston/London
3. Gustafsson H, Isaksson I, Muameleci E, Formaldehyd till inomhusluft. Statens Provningsanstalt, Teknisk rapport 1985:29
4. Gustafsson H. Kemisk emission från byggnadsmaterial - Beskrivning av skadefall, mätteknik och åtgärder. Statens Provningsanstalt, Rapport 1990:25.
5. Hus och hälsa. Utbildningskampanj för sunda hus, Utbildningsmaterial '92. Boverket. Byggforskningsrådet.
6. Jonson JÅ, Hult M. Miljövänlig allergikeranpassad barnstuga i Umeå. Utvärdering. . Andersson B, Rhén M, Lindahl R, Kussak A, Sunesson AL. Kemisk utvärdering av inomhusluften. Byggforskningsrådet. Rapport R25:1993,114-127.
7. Mölhave L, Bach B, Pedersen OF. Human reaction to low concentrations of volatile organic compounds. Environment International 12 (1986) 167-175.

8. Mölhave L. Volatile organic compounds, indoor air quality and health. Proceedings from Indoor air '90, 29 July - 3 August. Toronto, Ottawa, Canada. 1990.
9. Mölhave L, Damgaard Nielsen G. Interpretation and limitations of the concept "Total volatile organic compounds" (TVOC) as an indicator of human responses to exposures of volatile organic compounds (VOC) in indoor air. Indoor Air 2 (1992) 65-77.
10. Hygieniska gränsvärdeslistan. Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling ASF 1993:9.
11. Socialstyrelsens allmänna råd om åtgärder mot formaldehyd i byggnader. Socialstyrelsens författningssamling 1989:13.
12. Ström G, Hellström B, Kumlin A. The sick building syndrome. An effect of microbial growth in building constructions. Proceedings from Indoor Air '90, 29 July - 3 August. Toronto, Ottawa, Canada, 1990.
13. Ström G, West J, Wessén B, Palmgren U, Norbäck D. Microbial volatiles (MVOC) - a causative agent to sick building problems. ASHRAE proceedings: Building design technology & Occupant Well being in cold and Temperature climates, Brussels 1993 (in print).
14. Sunda och Sjuka hus. Utredning om hälsorisker i inomhusmiljö. Statens Planverk. Rapport 77 1987.
15. Sundell J, Andersson B, Andersson K, Lindvall T. Volatile organic compounds in ventilating air in buildings at different sampling points in the building and their relationship with the prevalence of occupant symptoms. Indoor Air 3 (1993) 82-93.
16. Sunesson AL, Nilsson CA, Andersson B. Evaluation of adsorbents for sampling of microbial volatiles and quantitative analysis using thermal desorption - gas chromatography. Submitted to J Chromatogr.
17. Quackenboss J J, Lebowitz D, Michaud J P, Bronniman D. Formaldehyde exposure and acute health effects study. Environmental International 15 (1989) 169-176.

18. Weschler CJ, Hodgson AT. Indoor VOCs: Is what you measure on Tuesday night the same as what you measure on Wednesday afternoon? IAQ 92, Environment for people, Georgia Atlantic, 1992, ASHRAE, 1993, 213-222.
19. World Health Organization (WHO) Indoor air pollutants: Exposure and health effects. EURO Reports and studies 78, Copenhagen, 1983.
20. World Health Organization (WHO) Indoor air quality: Organic pollutants, EURO Reports and studies 111, Copenhagen, 1987.
21. World Health Organization (WHO) Formaldehyde. Environmental health criteria, Copenhagen, 1989.

## Frågor som diskuterades.

Under seminariet fördes en livlig diskussion efter varje presenterat inlägg. Vi har sammanställt dessa frågor och påståenden med sina svar helt kort under olika rubriker:

### Om fukt:

- \* Man minskar inte fukttinnehållet i kryprum genom att lägga underläggsisolering från början. Pålad grund ger ingen skillnad.
- \* Kan man använda värmefläktar som en åtgärd mot hög luftfuktighet i grunden?  
Möjligen kan man få bort lukten. Att isolera marken ger marginell förändring p g a fukthalten.
- \* Kan man använda avfuktare?  
Avfuktare är dyr, då är värmefläkten ett billigare alternativ.
- \* Om man använder golvvärme, skall den ligga mellan matta och platta?  
Legalett golv. Samma som barnstugan i Umeå.
- \* Det finns alltid fukt i väggarna, efter ett slagregn kan det ta ett par veckor innan väggen torkat upp. Man måste se till att fukten tar sig ut på något sätt för att undvika fuktskador.
- \* Luftspalten i skalmuren är liten i Sverige i förhållande till England.  
Luftspalten måste vara minst 5 cm. Men finns tydligen inte i alla hus.
- \* Stödfogar skall vara öppna upptill och nertill.
- \* Målning med akrylatplast får trä att må illa.
- \* Kvalsterisken är högre i byggnader med dålig ventilation, speciellt i sovrum.

### Om tillväxt:

- \* Vet man hur långt en aktinomycet växer på torra ytor? Finns det fukt så hoppar den dit.



- \* Streptomyces kommer inte fram ensam utan den måste vara blandad med andra actinomyceter eller mögel.
- \* Är legionella ett problem i Sverige? Både ja och nej. Sprids via sjukhus. I fastigheter med jordvärme kan också legionella förekomma.
- \* Är det bra att använda vindsydd av gips? G7 skivan är behandlad med fungicider. Men man vet inte hur lång tid skivan klarar påfrestningarna av vädret.
- \* Tryckimpregnerat virke får inte förekomma i hus. Man kan få groning vid 100% luftfuktighet även på detta. Fritt vatten är allt som behövs för en groning.

#### Om effekt:

- \* Metaboliter är man inte allergisk mot. Proteinbiten i möglet reagerar man på. Protein finns i sporer.
- \* Kan man bli sjuk av mögel och lukt? Ja. Vissa barn ger ingen positiv reaktion på allergitest men kan bli allergiska med astma som följd av att vistas i mögelhus.
- \* Vi har en utökning av astma i Sverige. Vad ligger bakom? Finns det någon skillnad tätort – landsbygd? Allergin är högre i tätorter och mindre i landsbygd. Förklaring saknas.
- \* Trafiken kan vara en indikation på högre astmafrekvens. Liksom rökning.

#### Om mikrobiologiska mätningar:

- \* Det finns alltid mögel i hus om man letar på rätt ställe i huset.
- \* Att enbart mäta sporhalter i sjuka hus är inte att rekommendera.
- \* Vad vet man om glykaner? Bakgrundsvärden på sjuka – friska hus.
- \* Hur skall man uppskatta totala halten mögel?
- \* Utveckla metoder för att använda sporhund. Fuktskada ger alltid tillväxt.

#### Om kemiska mätningar:

- \* Vad skall vi mäta? TVOC används men är dött. Vilka ämnen skall vi mäta?  
Vad är luftkvalitet?
- \* VOC är utmärkt för att mäta enskilda ämnen.
- \* Man bör testa fler ämnen och fler metoder för att få en validering av olika provtagningsnivåer.
- \* Mät polära föreningar.
- \* Gå vidare med att ta fram mätmetoder för TVOC.
- \* Konkreta frågeställningar viktiga vid analys.
- \* Man tittar oftast enbart på höga toppar, vet man idag att en liten topp är ofarlig jämfört med en stor?
- \* Är kemikalier som luktar mer farliga än inte luktande kemikalier?
- \* Yrkeshygieniska gränsvärden är inte särskilt användbar vid bestämning av inomhusluftens kvalitet.

## Kan man bli sjuk av lukter, mögel och bakterier i hus

Ordförande Kurt Andersson

27/10

|             |                                                               |                                                        |
|-------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 11.15–12.30 | Lunch                                                         |                                                        |
| 12.30–12.45 | Seminariet öppnas                                             | Kurt Andersson<br>Nina Dawidowicz<br>Ingemar Samuelson |
| 12.45–13.30 | Var i huset bildas gynnsamma villkor för fuktskador.          |                                                        |
| 13.30–14.15 | Tillväxt av mikroorganismer på trä i byggnader                | Nils Hallenberg                                        |
| 14.15–14.45 | Kaffe                                                         |                                                        |
| 14.45–15.15 | Tillväxt av mikroorganismer i vattensystem och installationer | Thor Axel Stenström                                    |
| 15.15–16.00 | Flyktiga ämnen från mögel och bakterier                       | Carl-Axel Nilsson                                      |
| 16.00–16.30 | Kemiska mätningar – hur och varför?                           | Barbro Andersson                                       |
| 16.30–17.00 | Diskussion                                                    |                                                        |
| 19.00       | Middag                                                        |                                                        |

28/10

|             |                                                           |                |
|-------------|-----------------------------------------------------------|----------------|
| 09.00–09.45 | Dofternas Kemi                                            | Kurt Andersson |
| 09.45–10.30 | Toxiska och immunmedierade reaktioner på mikroorganismer  | Per Malmberg   |
| 10.30–11.00 | Kaffe                                                     |                |
| 11.00–11.45 | Allergier orsakade av mögel och bakterier i inomhusmiljön | Gunnar Bylin   |
| 11.45–12.30 | Den ökande astmaprevalensen                               | Leif Rosenhall |
| 12.30–13.00 | Lunch                                                     |                |

## Deltagarförteckning

Johnny V Andersson  
SCANDIACONSULT AB (SCC)  
Box 35  
164 93 KISTA

Barbro Andersson  
Arbetsmiljöinstitutet  
Box 7654  
907 13 UMEÅ

Kurt Andersson  
Arbetsmiljöinstitutet  
Box 7654  
907 13 UMEÅ

Gunnar Bylin  
Huddinge sjukhus  
Lung-allergikliniken  
141 86 HUDDINGE

Göran Blomquist  
Arbetsmiljöinstitutet  
Box 7654  
907 13 UMEÅ

Nina Dawidowicz  
Statens råd för byggnadsforskning  
Sankt Göransgatan 66  
112 33 STOCKHOLM

Suzanne Gravesén  
Allergologisk laboratorium  
Postbox 408  
DK-2970 Horsholm  
DANMARK

Nils Hallenberg  
Göteborgs Universitet  
Systematisk botanik  
412 96 GÖTEBORG

Marie Hult  
Stockholms Fastighetskontor  
Byggavdelningen  
Box 8311  
104 20 STOCKHOLM

Hans Lundström  
Sveriges Lantbruksuniversitet  
Virkeslära  
Box 7008  
750 07 UPPSALA

Per Malmberg  
Arbetsmiljöinstitutet  
171 84 SOLNA

Aime Must  
BARAB  
Box 4909  
116 94 STOCKHOLM

Aino Nevalainen  
National Public Health Institute  
P O Box 95  
SF-70701 Kuopio  
FINLAND

Carl-Axel Nilsson  
Arbetsmiljöinstitutet  
Box 7654  
907 13 UMEÅ

Pamela Nodby  
Stures Mögelhundtjänst AB  
Storvägen 12  
183 51 TÄBY

Dan Norbäck  
Akademiska sjukhuset  
Yrkesmedicinska kliniken  
751 85 UPPSALA

Eva Nyman  
VBB-VIAK  
Geijersgatan 8  
216 18 MALMÖ



Urban Palmgren  
Pegasus Lab AB  
Box 97  
751 03 UPPSALA

Ewa Rydén  
Boverket  
Box 534  
371 23 KARLSKRONA

Lars Rosell  
Statens provningsanstalt  
Box 5608  
114 86 STOCKHOLM

Leif Rosenhall  
Huddinge Sjukhus  
Lung-Allergikliniken  
141 86 HUDDINGE

Bernt Stenberg  
Regionsjukhuset i Umeå  
Hudkliniken  
901 85 UMEÅ

Thor-Axel Stenström  
Statens Bakteriologiska laboratorium  
Vatten- och sterilsektionen  
Lundagatan 2  
105 21 STOCKHOLM

Gunnar Ström  
Pegasus Lab AB  
Box 97  
751 03 UPPSALA

Göran Stridh  
Regionsjukhuset i Örebro  
Yrkesmedicinska kliniken  
701 85 ÖREBRO

Ingemar Samuelson  
Statens Provningsanstalt  
Box 875  
501 15 BORÅS

Jan Sundell  
Lignells väg 21  
831 42 ÖSTERSUND

Nils Stjernberg  
Arbetsmiljöinstitutet  
Box 7654  
907 13 UMEÅ

Sekr. Margaretha Karlsson  
Arbetsmiljöinstitutet  
Box 7654  
907 13 UMEÅ

# Byggtforskningsrådet

Statens råd för byggnadsforskning

## SLUTRAPPORTERING AV PROJEKT

|                                           |  |                                                                   |                                             |
|-------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| TONADE FÅLT<br>FYLLES AV BFR              |  | Inkom<br>1994-04-27                                               | Projektnummer<br>920705-2                   |
| Anslagsmottagare<br>Arbetsmiljöinstitutet |  | Handläggare<br>ND                                                 | Tagit del<br>Projektid<br>92-09-20-94-07-30 |
| Utdelningsadress                          |  | Typ<br><input type="checkbox"/> Ny <input type="checkbox"/> Andr. | Anslagsbelopp<br>70.000                     |
| Projektleddare<br>Göran Blomquist         |  | Postnr<br>171 84                                                  | Ortsadress<br>SOLNA                         |
|                                           |  | Telefon<br>08-7309000                                             | Telefon<br>090-165089                       |

### Projektredovisning

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uppgiftens titel<br>Seminarium "Kan man bli sjuk av lukter, mögel och bakterier i hus"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Uppgiftens syfte och resultat samt rapportförfattning och forskarens förslag till publicering<br>Syftet med seminariet var att redogöra för kunskapsläget vad avser riskerna för kemiska ämnen, mögel och bakterier i byggnader. Ett trettiofem forskare och praktiker inbjöds till seminariet. Slutrapporten som består av bidrag från föreläsarna samt från diskussionen kommer att publiceras i Arbete och Hälsa. |

### Underskrifter

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| Datum<br>1994-04-20 | Anslagsmottagare<br>Göran Blomquist |
|---------------------|-------------------------------------|

|                           |                 |
|---------------------------|-----------------|
| 26 Sluttrapp. ink.<br>(S) | Sluttrapp. ink. |
| Förslag till beslut       |                 |
| Datum                     | Underskrift     |

Insänds i fem exemplar till  
Statens råd för byggnadsforskning  
Sankt Göransgatan 66  
112 33 Stockholm

Telefon

08-617 73 00

Telefax

08-653 74 62

Telegram

buildcouncil  
stockholm

Postgiro

16 41 71-7