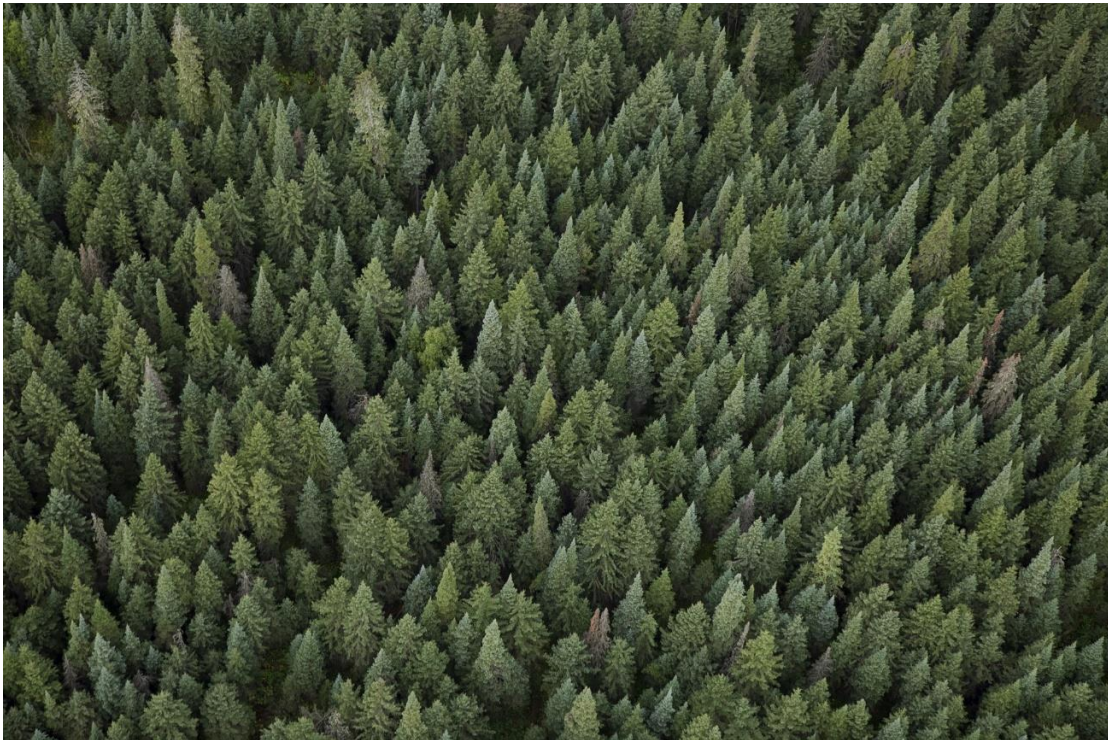




SAMHÄLLSBYGGNAD
INNEMILJÖ OCH
BYGGNADSFYSIK

Mögel och hälsa i byggnader, en
litteratursammanställning för
träbyggnadsindustrin



Erica Bloom, Gunilla Bok,
Mikael Theorin

RISE rapport 2022:68
ISBN 978-91-89711-08-2

Innehåll

Mögel och hälsa i byggnader, en litteratursammanställning för träbyggnadsindustrin.....	1
Innehåll.....	2
Förord	3
Sammanfattning.....	4
1 Inledning.....	5
1.1 Bakgrund och mål.....	5
1.2 Metodik.....	5
2 Fukt & Mikroorganismer.....	7
2.1 Normalflora & fuktskador	7
2.2 Växt av mikroorganismer på och i trä.....	8
2.3 Spridning av mögelsvamp i byggnader	9
2.4 Exponering.....	10
2.5 Skillnad på infektionsrisk och miljöexponering	12
3 Hälsoeffekter.....	13
3.1 Innemiljön, mikrober och sambandet med människors hälsa	13
3.2 Kroniska hälsoeffekter	14
3.3 Allergi & Astma	14
3.3.1 Utveckling av astma	15
4 Mätmetodik	16
5 Effekter av åtgärder eller sanering.....	16
6 Slutsatser	17
7 Framtida projekt	17
8 Referenser	18
8.1.1 Övriga referenser. Följande referenser är relevanta för ämnet men har inte tagits med i texten.	23

Förord

Att skapa friska och hållbara hus är kärnan i alla byggprocesser; inomhusmiljön ska vara sund, energianvändningen låg och byggnadens totala klimatpåverkan ska minimeras samtidigt som byggkostnaderna ska hållas nere. En viktig del i att säkerställa en god inomhusmiljö är att bygga fuktsäkert. Konstruktionen, ingående byggmaterial och byggprocessen behöver utformas för att inte fuktskador ska uppstå under vare sig byggnation eller i bruksstadiet.

Att verifiera byggnaders goda inomhusmiljö är dock en utmaning då gräns- och riktvärden för olika inomhusmiljöparametrar idag saknas och inomhusmiljöns krav och kontrollverktyg inte är specificerade. Att höja medvetenheten och öka kunskapen om fuktsäkra byggnader, och i detta fall hur mikrobiell påväxt kan påverka inomhusmiljön och hälsa är ett område som identifierats kunna bidra till arbetet för att nå goda inomhusmiljöer.

Sammanställning och slutsatser i rapporten har Erica Bloom och Mikael Theorin författat. Gunilla Bok har färdigställt rapporten och skrivit texterna under rubrikerna sammanfattning och slutsatser.

Kunskapssammanställningen har finansierats av träbyggnadsindustrin via TMF och Svenskt Trä.

Sammanfattning

Mikroorganismer kan växa på alla material om förutsättningarna är de rätta. Fukt är alltid den begränsande faktorn men andra faktorer, till exempel temperatur, kan påverka kritisk fuktnivå med avseende på start och etablering av mikrobiologisk påväxt. Mikrobiologisk påväxt på byggnadsmaterial är därför inte materialfråga utan snarare en hanterings- eller byggnadsteknisk fråga.

2009 konstaterar WHO i sin rapport *Guidelines for indoor air quality* att negativa hälsoeffekter motverkas effektivast genom att fukt och mikrobiella skador på och i byggnader förhindras. Nya studier har adderats sedan 2009 och ett antal vetenskapligt granskade artiklar i ämnet har publicerats. I arbetet med denna sammanställning har ingen artikel påträffats som motstrider den idag, på empiri, grundade uppfattningen att fukt och mögelskador i byggnader kan påverka inomhusmiljön. En påverkan som i sin tur kan leda till negativa hälsoeffekter för människor.

I nordiska länder så är det vanligast att fukt- och mögelskador finns inuti konstruktioner. För trähus som ofta är konstruerade av flera olika byggnadsmaterial finns en problematik som dels uppstår genom att mikroorganismer kan växa på dessa material dels genom att det finns risk att emissioner från påväxten sprids till inomhusmiljön. För att bättre förstå när och hur människor exponeras för dessa ämnen behövs mer kunskap inhämtas om:

- *Hur och när emissioner från skador inuti konstruktioner når inomhusmiljön.*
- *Emissionernas sammansättning.*
- *Skador på trä och hälsa specifikt*
- *Kunskap om mögelarter och deras förekomst på olika byggnadsmaterial inklusive trä.*
- *Vilka åtgärder behöver sättas in för att förhindra att påväxt uppstår vid fukt- och vattenskador (tid, temperatur, material mm)?*

1 Inledning

1.1 Bakgrund och mål

Oavsett om det gäller ett offentligt rum eller en byggnad för arbete, återhämtning eller boende, får inte luften inomhus innehålla föroreningar i en koncentration som medför negativa hälsoeffekter eller besvärande lukt enligt svensk lag. Samhällets krav på inomhusmiljön styrs främst av Miljöbalken, Arbetsmiljölagen samt Boverkets och Folkhälsomyndighetens regler och rekommendationer. Den som uppför eller äger fastigheten, eller ansvarar för verksamheten i fastigheten, ska se till att ingen olägenhet för människors hälsa föreligger vilket gör att byggherren, fastighetsägaren eller ansvariga för verksamheter blir varse om att frågor som rör inomhusmiljön ofta är komplexa.

Det finns idag inga rikt- eller gränsvärden för mikroorganismer i inomhusmiljö. Anledningen till att dessa rikt- och gränsvärden inte finns är sannolikt att det idag saknas standardiserade och tillräckligt specifika mätmetoder för mikroorganismer och ämnen som dessa producerar. Mekanismerna för hur hälsan påverkas av mikroorganismer är dessutom komplexa och relativt okända då exponering både kan skada och skydda oss, troligen beroende på hur vårt immunsystem stimuleras, på våra individuella genetiska förutsättningar och vilken typ av mikroorganismer vi exponeras för.

Då gräns- och riktvärden saknas uppstår många gråzoner där flera frågetecken kan uppstå. För att navigera i dessa gråzoner och rätta ut frågetecknen behövs ett brett underlag som ger besked om vad vi vet, och vad vi inte vet, om fukt, mikrober och hälsa. Hur ser det samlade forskningsfältets resultat ut våren 2022?

Målet med denna studie är att sammanfatta vad vi hittills vet om svaren på frågorna:

- Vilka hälsoeffekter finns det belägg för att fukt och mögel kan ge?
- Har det betydelse om en skada är aktivt pågående eller torr?
- Kan skador inuti konstruktionen påverka inomhusmiljön?
- I de fall trähus drabbats och sanerats – hur har det påverkat luftkvalité och brukarnas hälsa?

Syftet är, förutom att få en bild av den senaste forskningen på området, att *identifiera nyckelområden som är särskilt viktiga att fokusera på och vidareutveckla ur ett träbyggarperspektiv.*

1.2 Metodik

Referenslitteraturen som ligger till grund för analys och utvärdering av frågeställningarna har extraherats ur sökningar i olika databaser. Databaserna som användes har varit Pubmed/Medline, Scopus och Scifinder. Så enkla söktermer som möjligt valdes med uppdragets syfte i åtanke – att söka brett och få en överblick. De begrepp som användes i sökningarna var *mold*, *wood*, och *health*, vilka resulterade i 10 511 träffar i Pubmed, 318 träffar i Scopus och 125 träffar i Scifinder. Till sökningen i PubMed lades sökordet *indoor* till, för att specificera resultatet

bland antalet träffar, vilket då resulterade i 1319 träffar. Samtliga titlar (1 762 st) lästes igenom och 100 (i Pubmed), 112 (i Scopus) och samtliga 125 (i Scifinder) valdes ut att granskas igen.

Samtliga utvalda titlar (337 st) och deras abstracts (sammanfattningar) lästes igenom. Dessutom lästes samtliga titlar som sökmotorerna rekommenderade för varje träff igenom, för att se till att fånga in publikationer inom samma ämnesområde (som eventuellt inte inkluderats i sökningen), vilket gav ytterligare ca 500 titlar. Av dessa rekommenderade titlar lästes abstracts igenom för de som bedömdes som relevanta för rapportens syfte. Totalt resulterade sökningarna i 66 st fullängdsartiklar som bedömts relevanta att inkludera i rapporten.

Referenser om exempelvis mögel, fukt och hälsa av generell natur, samt myndigheters publikationer och websidor har också inkluderats i referenslistan.

Totalt ingår 76 referenser i rapporten.

Resultaten i denna rapport kan betraktas som en sammanfattning av de fullängdsartiklar som sökningarna genererat, insatta i sitt sammanhang (för att ge förståelse för helheten), inklusive bilagda listor på referenssökningarna.

2 Fukt & Mikroorganismer

Det finns tusentals olika arter av mikroorganismer och bland dessa återfinns mögelsvampar och bakterier. Mikroorganismer återfinns i samtliga livsmiljöer på jorden. Vilka organismer som finns i en viss miljö bestäms främst av tillgången på vatten och syre. Andra miljöfaktorer har också betydelse som exempelvis pH, temperatur och tillgång på näring.

Förekomsten av mikroorganismer i och på byggnadsmaterial är beroende av hur materialen hanteras i byggskedet och under brukartiden. Om byggnadsmaterialen hanteras, förvaras och brukas torrt har mikroorganismerna ingen möjlighet att växa. Vatten/fukt är här den enda begränsande faktorn som under tid kan stoppa tillväxt av mögel och andra mikroorganismer.

Mögelsvamparna har olika preferenser gällande vilket material de växer på, men inget material undgår kolonisering om tillräckligt mycket vatten finns tillgängligt. Ytor på material som sten, tegel, puts och betong får efter en tid en påväxt i miljöer utomhus trots att innehåll av näringsämnen saknas i själva materialet. Anledningen är att det ackumuleras smuts på materialet eller att materialet faller ut/bilder ämnen som mikroberna kan leva av. De flesta mögel och blånadssvampar har små krav på näring. De lever på lösliga ämnen som utsöndras eller finns i och på materialytan (t ex vattenlösliga sockerarter, smuts) medan andra kan leva på cellulosa (t ex *Stachybotrys chartarum*). De kan växa inom ett stort pH intervall (surhetsgrad), från pH 2 till pH >10, och i temperaturer från -4 °C till +55 °C.

Även om mögelsvampen inte kan växa vid en viss temperatur är dess sporer mycket värmetåligen och kan klara temperaturer upp till 70 °C. De tål uttorkning under lång tid och är mycket motståndskraftiga mot kemiska bekämpningsmedel. Fungicider (svampbekämpningsmedel) är dessutom oftast selektiva dvs. hindrar någon/några arter men kan i gengäld gynna andra organismer.

2.1 Normalflora & fuktskador

Mikroorganismer förekommer i alla befintliga biotoper på vår planet. Namnet kommer av storleken på organismerna mer än vilka egenskaper i övrigt de besitter. Naturens kretslopp för kol, syre, kväve och andra beståndsdelar i levande organismers celler är starkt beroende av en fungerande mikroflora. Nedbrytning och förmågan att göra komponenter i näringskedjan tillgängliga igen är en mycket kritisk funktion som är helt beroende av mikroorganismernas aktiviteter.

Den normalt förekommande sammansättningen av mikroorganismer i en biotop kallas även normalflora. Normalfloran, både inomhus och utomhus, varierar över året beroende på exempelvis årstid och geografisk placering. Normalfloran skall finnas där och den är relativt väldokumenterad.

Parametrar som skiljer naturliga biotoper från miljön i byggnader är:

- Ytor och volymer är strikt avgränsade i en byggnad till skillnad från naturmiljöer
- Sammansättningen av material är annorlunda i en byggnad jämfört med naturen
- Förekomst av vatten/fukt är normalt lågt och väl kontrollerad

Grundläggande är alltid att fukt krävs för etablering och tillväxt av mikroorganismer. Så om förekomsten av fukt inte längre är begränsande kommer mikroorganismer att etablera sig.

Vissa släkten och arter av mikroorganismer har egenskaper som gör att de lättare än andra etablerar sig på ett fuktskadat material vilket gör att dessa organismer oftare påträffas än andra på fuktskadat byggnadsmaterial.

Enligt Folkhälsomyndigheten, Arbetsmiljöverket och Boverket kan en skada utgöras av 1) aktiv påväxt av mikrober på byggnadsmaterial, 2) intorkad påväxt av mikrober, 3) elak/störande lukt. Avvikande lukt inte betyder att det behöver vara mikroorganismer som orsakar lukten. Många mögelarter luktar inte alls och de mikroorganismer som luktar starkt av ”mögel” är ofta bakterier (aktinomyceter). Alltså - en innemiljö med störande lukt behöver inte ha en mikrobiell skada och en mikrobiell skada kan förekomma utan att det luktar.

2.2 Växt av mikroorganismer på och i trä

Det levande trädets aktiva försvarssystem avstannar och upphör kort efter fällning och cellerna dör (Schmidt, O. 2007). Näringsämnen i veden blir snabbt tillgängliga för befintliga och nya saprophyter (Zabel och Morell 1992). Inom relativt kort tid koloniserar veden av bakterier, alger, slemsvampar, mögelsvampar och missfärgande svampar. Med tiden etableras rötsvampar som ger skador som brun-, vit- och mjukröta.

Åtgärder som görs inom industrin för att minska risken med skador efter fällning innebär att lagra färskt virke kort tid, torka snabbt och såga upp och lagra virket i väl ventilerade och väderskyddade lokaler (Schmidt, O. 2007). Skador på rundvirke och träbaserade skivor kan uppkomma under transporter och lagring när torkning och väderskydd inte beaktats (Schmidt och Walter 1978). Organismer som identifierats och gett skador vid felaktig hantering är *Coniophora puteana*, *Fomitopsis pinicola*, *Gloeophyllum trabeum*, *Paxillus panuoides*, *Phlebiopsis gigantea*, *S. sanguinolentum* och *Trichaptum abietinum*. Motsvarande har identifierats i flisat virke med skador från *B. adusta*, *Gloeophyllum* spp., *Phanerochaete chrysosporium*, *T. versicolor*, och flera arter av Deutero- och Ascomycetes (mögel-, blånad and mjukröta svampar).

En dansk pilotstudie från 1999 visar sambandet mellan byggnadsmaterial i fuktskadade byggnader och påväxten av svampar (Gravesen m.fl. 1999). Totalt 23 offentliga byggnader med fuktskador, främst via läckage genom tak i kombination med minst 6 månaders undermåligt underhåll, undersöktes och sammanlagt 72 materialprover analyserades. Samtliga material hade påväxt av mikrober varav trä klassificerades som mest biotillgängligt i studien. På trä, canvas och gipsskivor var *Stachybotrys chartarum* mest dominerande arten av mögelsvamp.

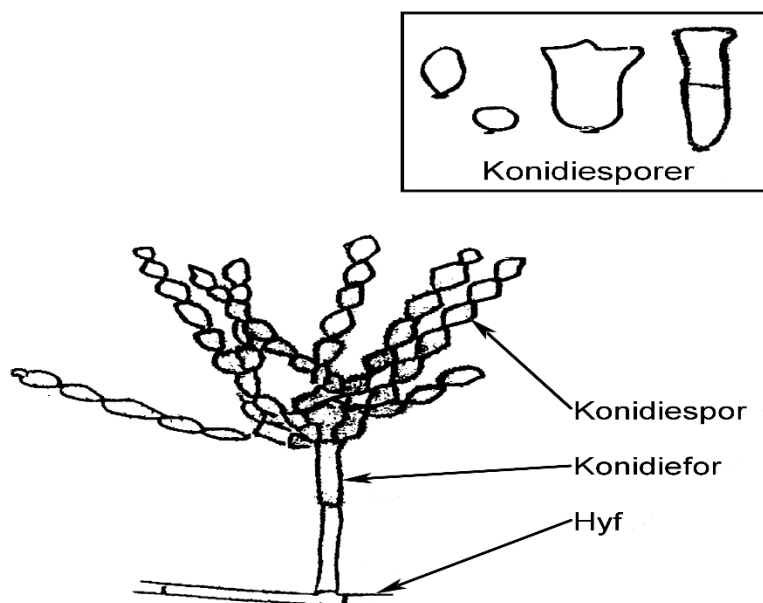
I en dansk studie på fuktskadat byggnadsmaterial gjordes en multivariat dataanalys, principalkomponent analys (PCA), av sammanlagt 5353 prover, 30 olika material och 42 arter av

svampar (Andresen m.fl. 2011). Resultatet visade att rent trä och plywood oftare kopplas till påväxt av mikroorganismerna *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium herbarum*, *Rhodotorula mucilaginosa*, och jästsvampar. Vidare kunde samband ses för andra mikroorganismer och påväxt på materialen betong, färgskikt, glasfiber, tapet och gipsskivor. Flera svampar fanns på olika material oavsett materialtyp.

En nyligen genomförd studie (Andresen m.fl. 2021) studerade man danska inomhusmiljöer gällande normalflora i hus utan inomhusmiljöproblem samt utemiljöer. Resultatet visar att florans sammansättning skiljde sig mellan inne- och utemiljön samt att arterna av svamp som påträffas växande i hemmen skiljer sig från fynden av sporer inomhus. Man kunde också visa att livsmedelshandlingen i hemmen påverkar resultatet i samma omfattning som utemiljön.

2.3 Spridning av mögelsvamp i byggnader

Mögelsvamp avger partiklar i form av sporer och mindre bitar av mycel (dvs delar av "svampkroppen"), se Figur 1.



Figur 1. Enkel bild av mögel: mycel kallas det nätverk som bildas av hyfer. Konidiespor = spor

Sporulering, det vill säga bildandet av mögelsporer styrs av svampens livscykel, den omgivande miljön, stressfaktorer, tillgång på vatten samt tillgång till näring och näringsammansättningen. Olika arter producerar olika antal sporer, i olika storlekar och former. Faktorer som styr spridningen av sporer – av vilka de flesta har en aerodynamisk diameter mellan 2 μm och 40 μm – är mekaniskt inducerad eller termiskt inducerade luftströmmar, uttorkning samt sporens utformning/förmåga till spridning. Vid uttorkning ökar exempelvis utsläppet och spridningen av sporer och partiklar exponentiellt (Menentrez och Foarde 2004).

Från mögelsvampar frigörs även mycket små partiklar (små hyf-fragment) av vilka vissa aldrig sedimenterar. Dessa partiklar, vars mängd kan vara cirka 500 gånger fler till antalet än sporer och storleksmässigt mycket mindre. Dessa fragment kan deponeras mycket effektivare i lungorna än sporer. Studier visar att de deponeras ca 200 gånger mer effektivt i vuxna och ytterligare 4–5 gånger i små barn (Brasel et al 2005, Górný et al 2002, Kildesø et al 2003, Sørensen et al 1987, Cho et al 2005).

Från en mögelpåväxt kommer sporer och fragment från mögelsvampens hyfer att brytas upp och spridas oavsett om svampen har någon ämnesomsättning, dvs lever och är aktiv, eller inte. Det är sedan länge känt att endast mellan 1–5% av allt mikrobiologiskt material i exempelvis damm i inomhusmiljön är livskraftigt. Oavsett livskraft innehåller denna biomassa fortfarande olika typer av giftiga ämnen, t ex glukaner, endotoxiner, mykotoxiner och allergener. Huruvida dessa kan orsaka hälsosymptom beror på dos och individuell känslighet.

2.4 Exponering

Även om det finns forskare som menar att det inte finns övertygande studier som visar att fukt och mögel inte skulle innebära en risk för hälsoproblem (Nevalainen m.fl. 2015) finns inga meta-analyser som visar på att enskilda mikrobiella ämnen står ansvariga för de hälsoproblem som kan uppstå vid fuktskada.

Kunskapen om inomhusmiljöns betydelse för hälsan är begränsad och därtill saknas i stort sett riktlinjer och normer för luftkvaliteten inomhus. Detta är ett resultat av att lämpliga och standardiserade mätmetoder för att kvantifiera både det vi exponeras för inomhus och vilken effekt detta kan ha på hälsan saknas. Flera studier tyder också på att det kan finnas samverkande effekter mellan olika exponeringar i inomhusmiljön, då det exempelvis gäller risken för barn att utveckla astma. Exempelvis kan det finnas synergi-effekter av samtidig exponering för emissioner från fukt- och mögelskador, tobaksrök och allergen från kvalster och pälsdjur. Även när det gäller metoder för att karaktärisera detta finns stor utvecklingspotential. En nyligen publicerad avhandling visar att partiklar insamlade inomhus hade en större toxicitet än partiklar insamlade utomhus. Den större toxiciteten förklarades genom att partiklar inomhus har högre halter av metaller, polycykliska aromatiska kolväten (PAHs) och endotoxin (Andersen m.fl. 2021).

Även om inte ett enskilt ämne kan sättas i samband med byggnadsrelaterad ohälsa finns det experimentella data som beskriver toxiciteten hos olika beståndsdelar och ämnen producerade av mikroorganismer.

Endotoxin, som finns i cellväggen på gram-negativa bakterier, är ett mycket potent, inflammatoriskt ämne som vid inandning associeras med nedre luftvägsinflammationer, kronisk bronkit, sinuit, samt astma (Park m.fl. 2006, Heldal m.fl. 2003, Schwartz m.fl. 1995). Toxiciteten beror på den kemiska strukturen i lipopolysackaridens (LPS)-molekylens Lipid A- del. De kan verka synergistiskt, d.v.s. markant öka toxiciteten hos andra mikrobiella gifter, t ex trikotecener (Zhou m.fl. 2000).

Cellväggskomponenten glukan (närmare bestämt (1-3)- β -D-glukan, en polysackarid) interagerar med samma receptor (TLR4) som LPS i vårt immunsystem och orsakar inflammation. Att exempelvis mäta svampexponering genom att mäta (1-3)- β -D-glukan är dock vanskligt då innehållet varierar stort mellan svampsporer av olika släkten och arter, till exempel *Cladosporium* spp. och *Aspergillus* spp. producerar stora mängder medan *Alternaria alternata* producerar mycket lite (Iossifova m.fl. 2008). Som kuriositet bör nämnas att β -glukan i livsmedel som havre, råg och korn vid tillagning bildar en gel som har visat på goda hälsoeffekter gällande mag- och tarmkanalens mikroflora samt konstaterats bidra till att hålla kolesterolnivåerna i normala nivåer i blodet (EFSA 2010).

MVOC är en benämning på de flyktiga kolväten som bildas genom mikroorganismers ämnesomsättning när de växer, till exempel vissa aldehyder, alkoholer, estrar, ketoner etc. Några av dessa ämnen luktar starkt och obehagligt redan i mycket, mycket små mängder. Ibland kallas även MVOC "luftsmitta" då de främst förknippas med dålig lukt i byggnader. Flertalet av dessa föreningar kan med lätthet penetrera de flesta byggnadsmaterial, till exempel diffusionsspärrar och därigenom diffundera in till inomhusmiljön. Alla ämnen som klassificeras som MVOC kan komma från andra källor än mikroorganismer (Korpi m.fl. 2006).

Klassiska lukter som förknippas med mögelskada är exempelvis 1-okten-3-ol, "svamplukt", (vilket också emitterar från steril gipsskiva) samt 1.10-dimetyl-trans-9-decalol (geosmin), "jordkällare". Produktionen och sammansättningen av MVOC varierar mycket beroende på:

- vilken mögelart som producerar MVOC
- möglets utvecklingsstadium
- materialet möglet växer på
- fukt och temperatur.

Mykotoxiner, är sekundära metaboliter producerade av mögelsvampar och är giftiga för djur och människor. Förmodligen är de produkter som kan ge svampen ett strategiskt övertag gentemot konkurrerande organismer.

Många mykotoxiner som återfinns i inomhusmiljö är cancerogena, genotoxiska, cytotoxiska och kapabla att inducera inflammation. Dessutom, kan de även ha en effekt på immunsystemet genom att påverka T-hjälparcellbalansen (balansen mellan Th2/Th1). Giftet förekommer både i svampmycel samt i de mycket små luftburna partiklar som frigörs från mögelsvampar. Dessa partiklar är mycket mindre än sporer eller konidier, vilket betyder att exponeringen kan vara mer än 500 gånger större än man tidigare trodde (Gorny m.fl. 2002, Cho m.fl. 2005).

Mykotoxiner produceras regelbundet av mögel som växer i inomhusmiljö men det finns mycket lite publicerade data angående mykotoxindetektion i inomhusmiljö genom MS-analys (Bloom m.fl. 2009, Tuomi et al 2000, Engelhart m.fl. 2002, Täubel m.fl. 2011).

2.5 Skillnad på infektionsrisk och miljöexponering

Infektion är ett tillstånd som uppkommer när en smitta, till exempel, en bakterie eller svamp, koloniserar en värdorganism. För att kolonisera en värd måste mikroorganismen vara livskraftig. Mögelsvamp infekterar oerhört sällan människor. Vissa typer av *Aspergillus*, till exempel *A. fumigatus*, kan orsaka infektion i lungväggen hos personer med mycket nedsatt immunförsvar. En infektion som är ovanlig. När man talar om smitta och infektion i inomhusmiljöer handlar det exempelvis om att minska smittspridning av virus, som covid-19, i luften inomhus, blodsmitta för anställda på sjukhus och hygienpraxis inom livsmedelsindustrin.

Gällande fukt- och mögelskadade byggnader och sambandet till byggnadsrelaterad ohälsa, handlar hälsokopplingen inte om infektion utan om miljöexponering.

Definition av miljöexponering lyder: *“Exponering för tänkbart skadliga kemiska, fysikaliska eller biologiska medel i omgivningen, eller för omgivningsfaktorer som kan medföra joniserande strålning, patogena organismer eller giftiga ämnen*”*.

I en byggnad kan luftvägar, hud, slemhinnor exponeras för olika toxiska ämnen med olika ursprung. De kan komma från byggmaterial, impregnering, sanering eller annan kemikaliehantering, och/eller mikroorganismer. Dessa ämnen har förmågan att exempelvis starta inflammatoriska reaktioner i vår kropp på grund av deras innehåll av kemiska komponenter, inte för att de i levande form smittar eller infekterar oss. Gemensamt för negativa effekter av mikroorganismer är dock inverkan av fukt och vattenskador i byggnader (Norbäck & Cai 2020). Oavsett livskraft består och innehåller mikroorganismer olika typer av giftiga ämnen, t ex glukaner, endotoxiner, mykotoxiner och allergener som kan påverka vår hälsa negativt - inte som smitta utan som en miljöexponering.

De enda ämnen som inte produceras då mögelsvampen är torr/vilande är MVOC:er och dessa verkar inte vara involverade i några allvarliga toxiska effekter även om lukten kan innebära en olägenhet för människors hälsa (Claeson et al 2002). Material kan bli luktsmittade och lukta efter att skadan har torkat ut och den mikrobiologiska aktiviteten har upphört. Kloranisoler (nedbrytningsprodukt från pentaklorfenoler) är luktpotenta och kan orsaka luktproblem vid extremt låga halter.

*[Miljöexponering | Svensk MeSH \(ki.se\)](#)

3 Hälsoeffekter

3.1 Innemiljön, mikrober och sambandet med människors hälsa

Luften inomhus kan påverkas av mikroorganismer vilket i sin tur kan påverka människors hälsa negativt. Vilka parametrar som påverkar och hur dessa samverkar är sannolikt komplexa mekanismer och än behövs omfattande forskning för att förstå sambanden.

Enligt miljöhälsorapporten hävdar 1,2 miljoner vuxna människor i Sverige att de har något hälsosymptom som de sätter i samband med innemiljön. I miljöhälsorapporten är inte barn tillfrågade vilket kan innebära att denna siffra kan vara högre.

Flera litteraturöversikter och meta-analyser redovisar samband mellan fukt- och mögelskador i byggnader och risk för negativa hälsoeffekter (WHO 2009, Fisk m.fl. 2007, Mendell m.fl. 2011, Jaakkola m.fl. 2013, Thorén m.fl. 2010, Quansah m.fl. 2012). När det gäller risken för hälsobesvär på grund av fukt och mögel i inomhusmiljön finns olika uppskattningar; till exempel anges att risken för luftvägsbesvär ökar med 30–75 procent om man bor i hus med fukt och mögel (Fisk m.fl. 2007, Thorén m.fl. 2010).

Personer med atopiska besvär anses vara speciellt känsliga för mikrobiologiska och kemiska ämnen i inomhusmiljön men hälsoeffekter i samband med fuktproblem uppträder både bland grupper med och utan atopi (WHO 2009). Elever utan tidigare tecken på atopiska besvär löper exempelvis en högre risk att insjukna i astma om de gått i en skola med mögelskador (Smedje m.fl. 2001). Lärare som arbetar i fukt- och mögelskadade byggnader har också i högre grad luftvägsbesvär (Jacobs m.fl. 2014).

Generellt i befolkningen ökar förekomsten av astma, rinit och infektionskänslighet i hem med fukt- och mögelskador (Fisk m.fl. 2010, Tischer m.fl. 2011, Quansah m.fl. 2012, Thorén m.fl. 2010). Annars är de vanligast rapporterade symtomen ögon-, hud- och luftvägsbesvär samt diffusa problem som trötthet, koncentrationssvårigheter och infektionskänslighet. Det finns en stark koppling (dos-respons-förhållande) mellan lukt och/eller synligt mögel och en förhöjd risk att drabbas av symptom (Mendell 2016).

Barn som utsätts för mögel eller fukt (bostäder med fuktskador, synlig mögelväxt, mögellukt m.m.) under de två första levnadsåren löper större risk att utveckla astma och rinit, dvs allergisnuva. Hos barnen finns en ökad förekomst av symptom i de nedre luftvägarna, så som långdragen hosta och upprepade episoder av astmasymtom i form av pipande, väsande andning (Tischer m.fl. 2011, Quansah m.fl. 2012). I den svenska födelsekohort-studien BAMSE associerats exempelvis bostäder med fuktproblem med en cirka 50-procentig ökning av risken för upprepade nedre luftvägssymtom (Thascher m.fl. 2015).

Sammanfattningsvis löper människor i fukt- och mögelskadade innemiljöer större risk än övriga befolkningen att utveckla:

- mental trötthet, koncentrationssvårigheter

- huvudvärk, illamående, yrsel
- irritation i ögon
- irritation i övre luftvägarna, ofta förekommande infektioner
- nästäppa, snuva, bihåleinflammation
- hosta, nysningar, bronkit
- pip i bröstet, andnöd, ont i halsen
- utveckling av och förvärrade av astmatiska symptom (hos utveckling hos vuxna råder olika bud)
- allergisymptom
- försämring av eksem, hudrodnad, klåda, hudutslag
- störning på grund av otrevliga lukter

En nyligen publicerad studie visar på ökad risk för att utveckla problem med snarkning, trötthet dagtid och insomningsproblem i bostäder med fukt och mögelproblematik (Wang m. fl 2020). Mögelskador i hemmet kan också medföra kortare och sämre sömn för barn (Tiesler m.fl. 2015).

Det finns studier som också pekar på (men inte bevisar) en koppling mellan fukt och mögel och exempelvis allergisk alveolit (Iossifova et al 2011), öroninflammation (Pettigrew m.fl. 2004), sarkoidos (Park and Cox-Ganser 2011, Tercelj m.fl. 2011), och autoimmuna sjukdomar så som reumatism (Myllykangas-Luosjärvi m.fl. 2002).

3.2 Kroniska hälsoeffekter

Det finns få studier som följer patienter med byggnadsrelaterad ohälsa över tid.

Vid Umeå Universitetssjukhus utfördes en studie (Edvardsson m.fl. 2008) på ett par hundra patienter som emottagits med remiss mellan år 1986–1998. Hälften av patienterna hävdade att symtomen var mer eller mindre oförändrade efter 7 år eller mer, trots vidtagna åtgärder. Tjugofem procent av patienterna var sjukskrivna och 20 procent hade permanent sjukersättning på grund av ihållande symptom. Risken att patienten inte hade någon arbetsförmåga vid uppföljningen ökade signifikant om tiden från besvärsuppkomst till första läkarbesök var mer än ett år. Denna risk var också betydligt högre om patienten vid första besöket hade fem eller flera symptom.

Personer som har mögel- eller mögelliknande lukt inomhus har generellt sämre allmäntillstånd än genomsnittet och de som bor i äldre hus tenderar att ha kroniska hälsoproblem (Shiue 2015).

3.3 Allergi & Astma

Antalet barn med läkardiagnosticerad astma har ökat med 50 procent sedan 2003. Astma är numera den vanligaste kroniska sjukdomen i barndomen och påverkar fler än 150 000 barn och ungdomar (ca 10%) under 18 år.

En rapport från Folkhälsomyndigheten (Allergi i skola och förskola 2013) visar också att allergierna bland barn ökar. Bland 12-åringar uppger idag 13 procent att de har detta. För tonåringar har olika undersökningar visat en förekomst av astma på 14–16 procent och för allergisnuva på 28–39 procent (Socialstyrelsen 2013). Även om de vanligaste miljöfaktorerna som kan ge astma, allergisnuva och andra överkänslighetsreaktioner är pollen, pälsdjur och födoämnen har faktorer i miljön, i kombination med ärftliga faktorer, stor betydelse för ökningen av överkänslighetsbesvär, samtidigt som barn med överkänslighet är extra känsliga för många miljöfaktorer (Folkhälsomyndigheten 2021).

Skolan utgör, förutom hemmet, den viktigaste inommiljöexponeringen för barn. Barn och ungdomar med överkänslighetsbesvär har högre sjukfrånvaro än andra barn. Flertalet har en måttlig ökning av sjukfrånvaron men några procent har varit frånvarande från skolan mer än 30 dagar under det senaste året på grund av sin överkänslighet (Socialstyrelsen 2013).

3.3.1 Utveckling av astma

Det finns en stark koppling mellan fukt i byggnader och luftvägs- eller allergiska hälsoeffekter, inklusive en dos-responsökning av risk för astma med ökad uppmätt fuktförekomst i väggarna (Mendell m.fl. 2018). Fukt och mögel i byggnader kan både förvärra astma och orsaka ny astma (Quansah m.fl. 2012), både hos vuxna (Jaakkola m.fl. 2002) och hos barn (Pekkanen m.fl. 2007). Utvecklingskluster av astma hos vuxna har observerats i mögelskadade skolor (Patovirta m.fl. 2004), kontor (Iossifova m.fl. 2011), och sjukhus (Seuri m.fl. 2000).

Tidig exponering i barndomen kan ge sjukdom i skolåldern och uppåt. Bland annat har det visat att mögelskada i hemmet tidigt i livet är associerat med en förhöjd risk att drabbas av astma, framför allt hos småbarn, samt allergisk snuva hos skolbarn (Tischer et al 2011).

Ca 15% av ny utvecklad astma hos barn i Europa kan härledas till fukt i byggnader. Om byggnader kunde hållas torra skulle därmed 69 000 personer potentiellt kunna undvika livslångt handikapp, får ett längre livsspann och 103 liv skulle kunna räddas årligen (Braubach et al. 2011).

4 Mätmetodik

Mikrobiell växt kan avge sporer, cellfragment, allergener, mykotoxiner, endotoxiner, glukaner och flyktiga ämnen, men man har inte ännu kunnat koppla något mikrobiellt agens till hälsoeffekter i fuktskadade hus. Området är komplext med många olika möjliga agens och riskbedömningen försvåras av bristen på standardiserade metoder för att kvantifiera mikrobiell exponering (WHO 2009). Det finns därför ingen rekommendation för något särskilt exponeringsmått som skulle kunna användas för att värdera hälsorisken. De mätmetoder som används i Sverige idag i samband med inomhusmiljöutredningar ska användas som en del i utredningsarbetet tillsammans med andra observationer. Syftet med mätningen ska vara att kunna hitta förklaring till den upplevda byggnadsrelaterade ohälsan. Inga, idag tillgängliga, mätmetoder kan användas för att påvisa eller avvisa att ohälsan beror på den specifika inomhusmiljön.

5 Effekter av åtgärder eller sanering

Sanering verkar generellt minska risken att drabbas av hälsobesvär och symptomen minskar bland dem som har utvecklat besvär. Skolor och förskolor med fuktproblem eller med förhöjd förekomst av mögel där barn har högre förekomst av allergiska symptom, luftvägsbesvär, luftvägsinfektion, läkarbesök etc uppvisar en normalisering av besvären efter åtgärder (Kim m.fl. 2007, Lignell m.fl. 2007, Meklin m.fl. 2002, Meyer m.fl. 2004, Putus m.fl. 2004, Sauni m.fl. 2011, Savilahti m.fl. 2001, Simoni m.fl. 2011, Åhman m.fl. 2000).

Det finns fler studier som visar att flera hälsosymptom som kan kopplas till fukt och mögelskada minskar efter sanering/renovering av byggnaden (Haverinen m.fl., 1999; Haverinen-Shaughnessy m.fl., 2008; Kleinheinz m.fl., 2006; Meklin m.fl., 2005; Patovirta m.fl., 2004; Roponen m.fl., 2013; Rylander, 1997; Sauni m.fl. 2013). Andra studier har dock visat att luftvägsbesvär hos kontorsarbetare inte förbättrats efter åtgärd (Iossifova m.fl. 2011). Om det beror på saneringen har varit ineffektiv och därför inte minskat exponeringen (Meklin m.fl. 2005) eller om symptomen är mer kronisk karaktär är inte fastställt (Nevalainen m.fl. 2015).

6 Slutsatser

Trä är ett förnyelsebart byggnadsmaterial som ingår i kolets kretslopp. Olika organismer har brutit ner trä långt innan människor började använda trä som byggnadsmaterial. Finns det tillräckligt med vatten kommer nedbrytningsprocesser sättas i gång. I litteraturgenomgången har inga studier hittats som har haft fokus på hälsopåverkan och fuktskadade byggnadsmaterial av trä. Trämateriale kan dock ingå bland andra byggnadsmaterial i en del studier.

WHO konstaterar 2009 i sin omfattande sammanställning av vetenskapliga publikationer att *”ogynnsamma hälsoeffekter förhindras bäst genom att fukt och mikrobiologisk påväxt på och i byggnader förebyggs alternativt minimeras”*. Ytterligare ett antal vetenskapligt granskade studier har sedan dess publicerats som påvisar sambandet mellan oönskad förekomst av fukt och/eller mikroorganismer och negativ inverkan på inomhusmiljön. Denna samlade evidens visar att emissioner från mikroorganismer kan ha menlig inverkan på människors hälsa. Detta borde idag vara ett obestridligt faktum och debatt och forskning borde således vara inriktad på hur och när detta sker, vilka är de faktorer som styr mikrobiell påväxt och hur forskningen kan bidra till att säkerställa friskare miljöer.

Det många frågetecken kvar att rätta ut för att nå bättre förståelse för hur emissioner från skador som finns inuti konstruktioner når inomhusmiljön. Hur ser transportvägarna ut? Vilka faktorer spelar roll för denna transport? Är det olika faktorer, finns det faktorer som samverkar och/eller har faktorer olika betydelse beroende på var i konstruktionen skadan finns? Frågor som är relevanta för byggnader konstruerade av trä då materialet i sig kan få mikrobiologisk påväxt men också genom att det i dessa byggnader ofta finns trä som är sammanbyggt med andra typer av byggnadsmaterial. Konstruktionslösningar i vilka det kan finnas möjliga transportvägar för emissioner härrörande från påväxt som kan finnas på trä och/eller andra byggnadsmaterial.

7 Framtida projekt

Denna studie kan ligga till grund för fortsatta studier för att öka kunskapen om effekter av fukt i träkonstruktioner. Materialet utgör också en grund för arbetet med en handbok och system för kvalitetskontroll/system.

8 Referenser

- Andersen C, Omelekhina Y, Brøndum Rasmussen B, Nygaard Bennekov M, Nielsen Skov S, Køcks M, Wang K, Strandberg B, Mattsson F, Bilde M, Glasius M, Pagels J and Wierzbicka A,. 2021. ARTICLE Emissions of soot, PAHs, ultrafine particles, NOx, and other health relevant compounds from stressed burning of candles in indoor air. *Indoor Air*. 2021;31:2033–2048.
- Bloom E, Pehrson C, Grimsley, L. F., and Larsson, L. (2009). Mold Identification and Determination of Mycotoxins in Dust collected in Water-Damaged Homes in New Orleans after Hurricane Katrina. *Indoor Air*. Apr:19(2):153-158.
- Bloom E, Nyman E, Must A, Pehrson C, Larsson L. (2009). Molds and mycotoxins in indoor environments - a survey in water-damaged buildings. *Journal of occupational and environmental hygiene*. 6: 671 – 678.
- Braubach, M. Jacobs, D.E. Ormandy, D. 2011. A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/108587/e95004.pdf>
- Brasel, T. L., J. M. Martin, C. G. Carriker, S. C. Wilson, and D. C. Straus. (2005). Detection of airborne *Stachybotrys chartarum* macrocyclic trichothecene mycotoxins in the indoor environment. *Appl Environ Microbiol*. 71(11): 7376–7388.
- Cho S H, Seo S C, Schmechel D, Grishpun S A and Reeponen T. (2005) Aerodynamic characteristics and respiratory deposition of fungal fragments. *Atmos Environ*. 39 (30): 5454-5465.
- Claeson A S, Levin J O, Blomquist G and Sunesson A L. (2002). Volatile metabolites from microorganisms grown on humid building materials and synthetic media. *Journal of Environmental Monitoring*. 4 (5), 667-672
- Edvardsson B, · Stenberg B, · Bergdahl J, Eriksson N, Lindén G, L. Widman. *Int Arch Occup Environ Health* (2008) Medical and social prognoses of non-specific building-related symptoms (Sick Building Syndrome): a follow-up study of patients previously referred to hospital. 81:805–812.
- EFSA N. (2010). Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), 2010a. Scientific Opinion on establishing Food-Based Dietary Guidelines. *EFSA Journal* 2010;8 (3):1460, 42pp.
- Engelhart, S., A. Loock, D. Skutlarek, H. Sagunski, A. Lommel, H. Farber, and M. Exner. (2002). Occurrence of toxigenic *Aspergillus versicolor* isolates and sterigmatocystin in carpet dust from damp indoor environments. *Appl Environ Microbiol*. 68(8): 3886–3890.
- Folkhälsomyndigheten 2013. Allergi i skola och förskola. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/4db7092bec8849e6a828eaca6493cb88/allergi-i-skola-och-forskola.pdf>
- Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ. Meta-analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes. *Indoor Air*. 2007;17(4):284-96.
- Fisk, W.J., Eliseeva, E.A. and Mendell, M.J. (2010) Association of residential dampness and mold with respiratory tract infections and bronchitis: a meta-analysis, *Environ. Health*, 9, 72.
- Folkhälsomyndigheten 2021. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/>

- Górný, R. L., T. Reponen, K. Willeke, D. Schmechel, E. Robine, M. Boissier, and S. A. Grinshpun. (2002). Fungal fragments as indoor air biocontaminants. *Appl Environ Microbiol.* 68(7): 3522–3531.
- Haverinen U., Husman, T., Toivola, M., Suonketo, J., Pentti, M., Lindberg, R., Leinonen, J., Hyvärinen, A., Meklin, T. and Nevalainen, A. (1999) An approach to management of critical indoor air problems in school buildings, *Environ. Health Perspect.*, 107(Suppl 3), 509– 514.
- Haverinen-Shaughnessy U., Hyvärinen, A., Putus, T. and Nevalainen, A. (2008) Monitoring success of remediation: seven case studies of moisture and mold damaged buildings, *Sci. Total Environ.*, 399, 19– 27.
- Heldal K K, Halstensen, A S, Thorn, J, Djupesland, P, Wouters, I, Eduard, W, and Halstensen, T S. (2003). Upper airway inflammation in waste handlers exposed to bioaerosols. *Occupational and environmental medicine*, 60(6), 444-450.
- Iossifova, Y., T. Reponen, H. Sucharew, P. Succop, and S. Vesper. (2008). Use of (1-3)-beta-D-glucan concentrations in dust as a surrogate method for estimating specific fungal exposures. *Indoor Air.* 18(3): 225-232.
- Iossifova, Yulia Y. Cox-Ganser, Jean M. Park, Ju-Hyeong White, Sandra K. Kreiss, Kathleen. 2011. Lack of respiratory improvement following remediation of a water-damaged office building. *American Journal of Industrial Medicine.* 54 (4): 269-277.
- Jaakkola, M.S., Nordman, H., Piipari, R., Uitti, J., Laitinen, J., Karjalainen, A., Hahtola, P. and Jaakkola, J.J. (2002) Indoor dampness and molds and development of adult-onset asthma: a population-based incident case-control study, *Environ. Health Perspect.*, 110, 543– 547.
- Jaakkola, Jouni J. K. Jaakkola, Niina Piipari, Ritva Jaakkola, Maritta S. 2002. Pets, parental atopy, and asthma in adults. *Journal of Allergy and Clinical Immunology.* 109 (5): 784 -788.
- Jacobs, J H, Krop, E J M, Borrás-Santos A, Zock, J P, Taubel, M, Hyvärinen, A., ... & HITEA Schools Study Consortium. (2014). Endotoxin levels in settled airborne dust in European schools: the HITEA school study. *Indoor Air*, 24(2), 148-157.
- Kildesø, J., H. Wurtz, K. F. Nielsen, P. Kruse, K. Wilkins, U. Thrane, S. Gravesen, P. A. Nielsen, and T. Schneider. (2003). Determination of fungal spore release from wet building materials. *Indoor Air.* 13(2): 148–155.
- Kim JL, Elfman L, Mi Y, Wieslander G, Smedje G, Norbäck D. Indoor molds, bacteria, microbial volatile organic compound and plasticizers in schools – associations with asthma and respiratory symptoms in pupils. *Indoor Air* 2007;17(2):153-63.
- Kleinheinz, G.T., Langolf, B.M. and Englebert, E. (2006) Characterization of airborne fungal levels after mold remediation, *Microbiol. Res.*, 161, 367– 376.
- Korpi, A. Järnberg, J. Pasanen, AL. 2006. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals : 138. Microbial volatile organic compounds (MVOCs).
- Lignell U, Meklin T, Putus T, Rintala H, Vepsäläinen A, Kalliokoski P, Nevalainen A, Effects of moisture damage and renovation on microbial conditions and pupils' health in two schools – a longitudinal analysis of five years. *J Environ Monit* 2007;9:225-33
- Lorentzen JC, Juran SA, Nilsson M, Nordin S, Johanson G. Chloroanisoles may explain mold odor and represent a major indoor environment problem in Sweden. *Indoor Air.* 2016;26:207–18.

- Meklin, T., Potus, T., Pekkanen, J., Hyvärinen, A., Hirvonen, M.R. and Nevalainen, A. (2005) Effects of moisture-damage repairs on microbial exposure and symptoms in schoolchildren, *Indoor Air*, 15(Suppl 10), 40– 47.
- Meklin T, Husman T, Vepsäläinen A, Vahteristo M, Koivisto J, HallaAho J, et al. Indoor air microbes and respiratory symptoms of children in moisture damaged and reference schools. *Indoor Air* 2002;12:17583.
- Mendell MJ, Mirer AG, Cheung K, Tong M, Douwes J. Respiratory and allergic health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence. *Environ Health Perspect.* 2011;119(6):748-56.
- Mendell and Kumagai, 2016, Indoor air, Observation-based metrics for residential dampness and mold with dose-response relationships to health: a review.
- Mendell, M. J. Macher, J. M. Kumagai, K. 2018. Measured moisture in buildings and adverse health effects: A review. *Indoor Air.* 28 (4) 488-499.
- Meyer HW, Würtz H, Suadicani P, Valbjørn O, Sigsgaard T, Gyntelberg F. Molds in floor dust and building-related symptoms in adolescent school children. *Indoor Air* 2004;14:65-72.
- Menetrez, M. Y., K. K. Foarde, T. D. Webber, D. Betancourt, and T. Dean. (2004). Growth response of *Stachybotrys chartarum* to moisture variation on common building materials. *Indoor Built Environ.* 13(3): 183-187.
- Myllykangas-Luosujärvi, R., Seuri, M., Husman, T., Korhonen, R., Pakkala, K. and Aho, K. (2002) A cluster of inflammatory rheumatic diseases in a moisture damaged office, *Clin. Exp. Rheumatol.*, 20, 833– 836.
- (NEG). The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals and the Dutch Expert Committee on Occupational Safety. (2011). 144. Endotoxins. *Arbete och Hälsa* 45(4):1-53
- Nevalainen A, Täubel M, Hyvärinen A. Indoor fungi: companions and contaminants. *Indoor Air.* 2015;25(2):125-156.
- Norbäck, D. and Cai G. H. (2020). Microbial agents in the indoor environment: associations with health. In *Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All* (pp. 179-198). Springer, Singapore.
- Park J-H, Cox-Ganser J, Rao C and Kreiss K. 2006. Fungal and endotoxin measurements in dust associated with respiratory symptoms in a water-damaged office building. *Indoor Air* 16: 192–203.
- Patovirta, R.L. Husman, T. Haverinen, U. Vahteristo, M. Uitti, J.A. Tukiainen, H. Nevalainen, A. 2004. The remediation of mold damaged school – a three year follow -up study on teachers health. *Cent Eur J Publ Health.* 12 (1): 36-42.
- Pekkanen, J. Hyvärinen, A. Haverinen-Shaughnessy, U. Korppi, M. Putus, T. Nevalainen, A. 2007. Moisture damage and childhood asthma: a population-based incident case–control study. *European Respiratory Journal.* 29 (3): 509-515.
- Park, J.-H., J. M. Cox-Ganser, K. Kreiss, S. K. White, and C. Y. Rao. (2008). Hydrophilic fungi and ergosterol associated with respiratory illness in a water-damaged building. *Environ Health Persp.* 116(1): 45-50.
- Park, J.H. and Cox-Ganser, J.M. (2011) Mold exposure and respiratory health in damp indoor environments, *Front. Biosci. (Elite Ed)*, 3, 757– 771.

- Pettigrew M M, Gent J F, Triche E W, Belanger K D, Bracken M B, and Leaderer, B P. (2004). Association of early-onset otitis media in infants and exposure to household mould. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 18(6), 441-447.
- Patovirta, R L, Husman T, Haverinen U, Vahteristo M, Uitti J A, Tukiainen H, and Nevalainen, A. (2004). The remediation of mold damaged school-a three-year follow-up study on teachers' health. *Central European journal of public health*, 12(1), 36-42.
- Putus T, Tuomainen A, Rautiala S. Chemical and microbial exposures in a school building: adverse health effects in children. *Arch Environ Health* 2004;59(4):194-201.
- Quansah R, Jaakkola MS, Hugg TT, Heikkinen SA, Jaakkola JJ. Residential dampness and molds and the risk of developing asthma: a systematic review and meta-analysis [published correction appears in PLoS One. 2014;9(3):e93454]. *PLoS One*. 2012;7(11):e47526.
- Rand, T., J. Flemming, J. David Miller, and T. Womiloju. (2006). Comparison of inflammatory responses in mouse lungs exposed to atranones A and C from *Stachybotrys chartarum*. *J Toxicol Environ Health Part A*. 69(13): 1239-1251.
- Roponen, M., Meklin, T., Rintala, H., Hyvärinen, A. and Hirvonen, M.R. (2013) Effect of moisture-damage intervention on the immunotoxic potential and microbial content of airborne particles and on occupants' upper airway inflammatory responses, *Indoor Air*, 23, 295– 302.
- Rylander, R. (1997) Airborne (1->3)-beta-d-glucan and airway disease in a day-care center before and after renovation, *Arch. Environ. Health*, 52, 281– 285.
- Sauni R, Uitti J, Jauhianinen M, Kreiss K, Sigsgaard T, Verbeek JH. Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;7(9):CD007897.
- Sauni, R., Uitti, J., Jauhianinen, M., Kreiss, K., Sigsgaard, T. and Verbeek, J.H. (2013) Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma (Review), *Evid. Based Child Health*, 8, 944– 1000.
- Savilahti R, Uitti J, Roto P, Laippala P, Husman T. Increased prevalence of atopy among children exposed to mold in a school building. *Allergy* 2001;56:175-9. 5
- Schmidt O. (2007) *Wood and Tree Fungi, Biology, Damage, Protection and Use*. ISBN-13 978-3-540-32138-5 Springer Berlin Heidelberg New York
- Schwartz, D.A., Thorne, P.S., Yagla, S.J., Burmeister, L.F., Olenchock, S.A., Watt, J.L. and Quinn, T.J. (1995) The role of endotoxin in grain dust-induced lungdisease. *Am. J. Respir. crit care Med*. 152, 603-608.
- Seuri, M. Husman, K. Kinnunen, H. Reiman, M. Kreuz, R. Kuronen, P. Lethomäki, K. Paananen, M. 2000. An Outbreak of Respiratory Diseases among Workers at a Water-Damaged Building – A Case Report. *Indoor Air*. 10 (3): 138-145.
- Shiue 2015. Indoor mildew odour in old housing was associated with adult allergic symptoms, asthma, chronic bronchitis, vision, sleep and self-rated health: USA NHANES, 2005–2006. *Environmental Science and Pollution Research*. 22(18): 14234-14240
- Smedje G och Norbäck D. Incidence of asthma diagnosis and selfreported allergy in relation to the school environment – a four-year follow-up study in schoolchildren. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001;5 (11): 1059-66.

- Socialstyrelsen 2013. Barn och ungas hälsa, vård och omsorg 2013. <https://www.socialstyrelsen.se/globalassets/sharepoint-dokument/artikelkatalog/ovrigt/2013-3-15.pdf>
- G., D. G. Frazer, B. B. Jarvis, J. Simpson, and V. A. Robinson. (1987). Trichothecene mycotoxins in aerosolized conidia of *Stachybotrys atra*. *Appl Environ Microbiol.* 53(6): 1370–1375.
- Tercelj, M., Salobir, B., Harlander, M. and Rylander, R. (2011) Fungal exposure in homes of patients with sarcoidosis – an environmental exposure study, *Environ. Health*, 10, 8.
- Thorén K, Albin M, Järvholm B. Systematiska kunskapsöversikter; 1. Betydelsen av fukt och mögel i inomhusmiljö för astma hos vuxna. *Arbete och hälsa.* 2010;44(8).
- Tischer C, Gehring U, Chen CM, Kerkhof M, et al. 2011. Respiratory health in children, and indoor exposure to (1,3)-beta-D-glucan, EPS mould components and endotoxin. *Eur Respir J.* 37(5): 1399-3003.
- Tischer CG, Hohmann C, Thiering E, Herbarth O, Muller A, Henderson J, et al. Meta-analysis of mould and dampness exposure on asthma and allergy in eight European birth cohorts: an ENRIECO initiative. *Allergy.* 2011;66(12):1570.
- Tiesler CM, Thiering E, Tischer C, et al. Exposure to visible mould or dampness at home and sleep problems in children: Results from the LISAPLUS study. *Environ Res.* 2015;137:357-363. doi:10.1016/j.envres.2014.11.023.
- Tuomi, T., K. Reijula, T. Johnsson, K. Hemminki, E.-L. Hintikka, O. Lindroos, S. Kalso, P. Koukila-Kähkölä, H. Mussalo-Rauhamaa, and T. Haahtela. (2000). Mycotoxins in crude building materials from water-damaged buildings. *Appl Environ Microbiol.* 66(5): 1899–1904.
- Täubel M, Sulyok M, Vishwanath V, Bloom E, Turunen M, Järvi K, Kauhanen E, Krska R, Hyvärinen A, Larsson L and Nevalainen A. (2011) Co-occurrence of toxic bacterial and fungal secondary metabolites in moisture damaged indoor environments. *Indoor Air.* 2011; 21: 368-375
- Vojdani, A. (2005). Antibodies against *Stachybotrys chartarum* extract and its antigenic components, stachyhemolysin and stachyrase-A: a new clinical biomarker. *Med Sci Monit.* 11(5): 139-145.
- Wang, J. Janson, C. Lindberg, E. Holm, M. Gislason, T. Benediktsdóttir, B. Johannessen, A. Schlünssen, V. Jogi, R. Franklin, K.A. Norbäck, D. 2020. Dampness and mold at home and at work and onset of insomnia symptoms, snoring and excessive daytime sleepiness. *Environment International.* 139.
- WHO. Guidelines for indoor air quality: dampness and mould. World Health Organization; 2009.
- Xu, J., Y. Liang, D. Belisle, and J. D. Miller. (2008). Characterization of monoclonal antibodies to an antigenic protein from *Stachybotrys chartarum* and its measurement in house dust. *J Immunol Methods.* 332(1-2): 121-128.
- Zabel RA, Morell JJ. 1992. *Wood Microbiology. Decay and its Prevention.* ISBN 0-12-775210-2 Academic Press INC San Diego, California

- Zhou, H.-R., J. R. Harkema, J. A. Hotchkiss, D. Yan, R. A. Roth, and J. J. Pestka. (2000). Lipopolysaccharide and the trichothecene vomitoxin (deoxynivalenol) synergistically induce apoptosis in murine lymphoid organs. *Toxicol Sci* 53(2): 253-263.
- Åhman M, Lundin A, Musabašić, Söderman E. Improved health after intervention in a school with moisture problems. *Indoor Air* 2000;10:57-62.

8.1.1

Övriga referenser. Följande referenser är relevanta för ämnet men har inte tagits med i texten.

- Arbetsmiljöverket <https://www.av.se/>
- Bloom et al 2010. IVL-rapport B1898. <http://www.ivl.se/publikationer/importeradebrapporterrerej/saneringavmogelskador.5.7df4c4e812d2da6a416800036039.html>
- Chew, G. L., J. Wilson, F. A. Rabito, F. Grimsley, S. Iqbal, T. Reponen, M. L. Muilenberg, P. S. Thorne, D. G. Dearborn, and R. L. Morley. (2006). Mold and endotoxin levels in the aftermath of hurricane Katrina: A pilot project of homes in New Orleans undergoing renovation. *Environ Health Perspect.* 114(12): 1883-1889.
- Institute of Medicine (IOM) (2004) *Damp Indoor Spaces and Health*, Washington, DC, National Academy Press.
- Jaakkola MS, Quansah R, Hugg TT, Heikkinen SA, Jaakkola JJ. Association of indoor dampness and molds with rhinitis risk: a systematic review and meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol.* 2013,132(5):1099-110.
- Kanchongkittiphon, W., Mendell, M.J., Gaffin, J.M., Wang, G. and Phipatanakul, W. (2015) Indoor environmental exposures and exacerbation of asthma: an update to the 2000 review by the institute of medicine, *Environ. Health Perspect.*, 123, 6–20.
- Klaassen, R. K. W. M. ; Eaton, R. A.; Lamersdorf, N. (2008) Special Issue: BACPOLES: Preserving cultural heritage by preventing bacterial decay of wood in foundation piles and archaeological sites. *International Biodeterioration & Biodegradation* 2008 Vol.61 No.1 pp.125 pp.
- Lee, T., S. A. Grinshpun, K. Y. Kim, Y. Iossifova, A. Adhikari, and T. Reponen. (2006). Relationship between indoor and outdoor airborne fungal spores, pollen, and (1,3)- β -D-glucan in homes without visible mold growth. *Aerobiologia.* V22(3): 227-235.



RISE Research Institutes of Sweden AB Box 5604, 114 86 STOCKHOLM Telefon: 010-516 50 00 E-post: info@ri.se , Internet: www.ri.se	Innemiljö och byggnadsfysik RISE Rapport 2021: ISBN:
--	---