

Frigørelse af svampesporer i indeklimaet

Vha. en nyudviklet målemetode P-FLEC er det blevet undersøgt, hvordan svampesporer frigives fra fugtskadede byggematerialer

Af Jan Kildeso, jki@ami.dk og Pia Kruse, pk@ami.dk, Arbejdsmiljøinstituttet

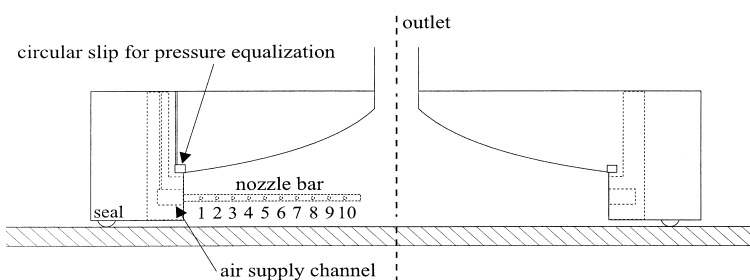
Dårligt vedligeholdte eller fejlkonstruerede bygninger og tage kan give vand- og fugtskader. Det giver gode vækstbetingelser for skimmelsvampe. Flere af disse svampe kan give alvorlige helbredsgener, hvis de frigjorte sporer indåndes i høje koncentrationer, men der vides endnu kun lidt om risikoen for personer, der arbejder i bygninger med svampevækst.

I de senere år har der været mange problemer med fugtskadede bygninger. Der har manglet kriterier for, hvornår svampevæksten var så omfattende, at en sanering var påkrævet - og hvis der var saneret, om det var gjort godt nok. Samtidig har der kun været mangelfuld viden om, hvordan svampesporer er blevet frigjort fra overflader og transporteret ud til den luft,

som personer i bygningen indånder. Man ved derfor ikke meget om, hvad svampevækst i bygningen betyder for sporeeksponeringen, der hvor personer opholder sig. Dette er baggrunden for, at Arbejdsmiljøinstituttet, i samarbejde med blandt andre By & Byg og Institut for Biotechnologi, DTU, i detaljer har undersøgt, hvordan svampesporer frigøres fra fugtskadede byggematerialer.

Ny målemetode

Til dette formål blev der udviklet en ny målemetode kaldet P-FLEC. Der blev taget udgangspunkt i den eksisterende FLEC (Field and Laboratory Emission Cell, fra Chematec i Roskilde),

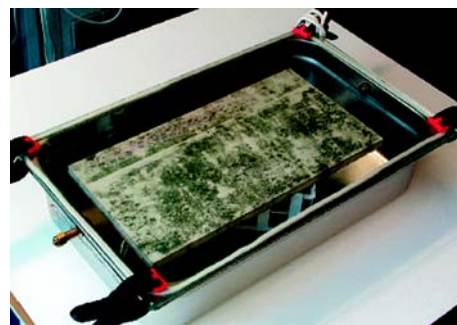


Figur 1. Øverst: Prototype af P-FLEC placeret på gipsplade med svampevækst under måling i laboratoriet. Udvendigt er der ingen bevægelige dele.

I midten: Tværsnitsskitse af P-FLEC.

Nederst: P-FLEC set fra neden. Røret med de 10 lufthuller roterer en gang rundt, mens der i en vinkel på 45° blæses luft mod overfladen. Således dækkes hele overfladen af nogenlunde samme luftpåvirkning. De ophvirvlede partikler suges ud gennem hullet i midten sammen med den indblæste luft.

Figur 2. Gipsplade med vækst af *Penicillium chrysogenum*. Opbevares ved RH 97% og ca. 20°C frem til måling af sporefrigørelse.



som er et lille rundt kammer, der placeres på overfladen af et materiale, hvorfra afgasningen af flygtige stoffer skal måles over tid. Dette instrument blev modificeret til at kunne håndtere partikler (derfor P'et i P-FLEC), samt til at påvirke et afgrænset område af overfladen med en given luftstrømning (figur 1). De partikler eller svampesporer, der frigøres ved påvirkningen, trækkes med luftstrømmen ud af kammeret gennem en åbning øverst. De kan dernæst måles direkte vha. en optisk partikel-tæller, eller de kan opsamles på et filter til videre analyse.

Forsøg

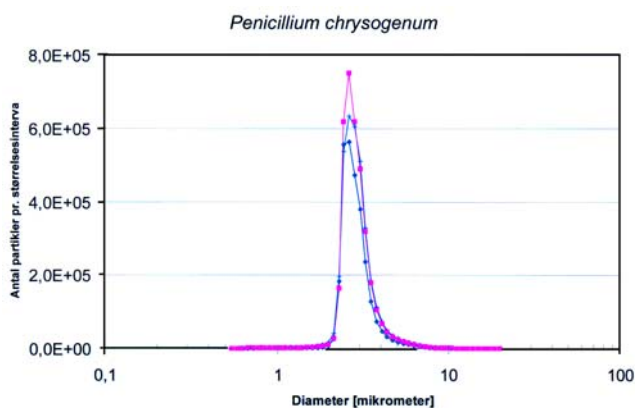
Der er gennemført forsøg med at måle frigørelse af svampesporer som funktion af: svampearten, fugtighed under svampenes vækst, mængden af næring på byggematerialet, tid fra podning af svampen til måling af frigørelse samt forskellige luft-hastigheder.

Til forsøgene er benyttet opfugtede gipsplader med tapet. Sporer af de forskellige svampe er blevet sprøjtet på med forstøvere, dog kun én svampeart på hver gipsplade. Svampene er derefter vokset frem i lukkede stålkasser med glaslåg (figur 2), hvor fugtigheden holdes konstant med saltopløsninger. Målingerne er udført efter 4-6 ugers vækst.

Forskellige svampe

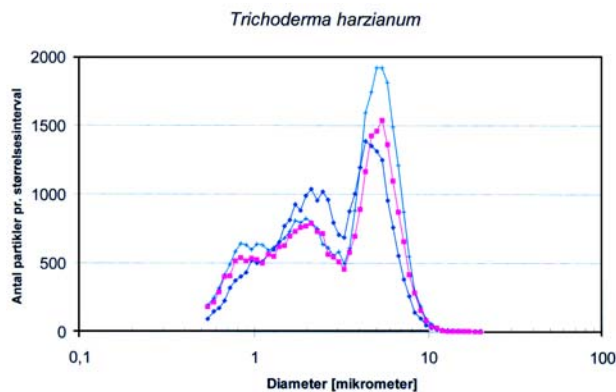
Med det nyudviklede måleinstrument er det bl.a. vist, at forskellige svampe frigør meget forskellige mængder af sporer under i øvrigt identiske forhold. Enkelte svampearter frigør mindre end 10 sporer, mens f.eks. *Penicillium chrysogenum* frigør mere end 20 millioner sporer fra et overfladeareal på 130 cm² ved samme luftpåvirkning.

Figur 3 viser størrelsesfordelinger i mikrometer af de partikler, der er frigjort fra to af svampene. Det fremgår, at der er meget stor forskel mellem *Penicillium chrysogenum* og *Trichoderma harzianum*. Denne forskel skyldes bl.a., at *Trichoderma harzianum* danner et slimlag på sporenes overflade, hvilket dels fastholder dem bedre, og dels medfører, at mange af de frigjorte sporer vil hænge sammen i klumper. Derfor får man den brede størrelsesfordeling i modsætning til *Penicillium chrysogenum*, hvor man får frigjort langt flere sporer enkeltvis. Størrelsen af frigjorte sporer eller klumper af sporer har stor betydning for, hvordan de transporteres i bygningen (f.eks. gennem revner og sprækker). Størrelsen er også afgørende for, hvor i en persons luftveje de deponeres. Enkeltsporer på f.eks. 3 mikrometer vil have langt større sandsynlighed for at transporteres helt ned i lungerne end klumper af sporer på f.eks. 6-8 mikrometer. Mange af specielt de større sporer, som indåndes, deponeres i de øvre luftveje.



Figur 3. Øverst: Målt størrelsesfordeling for *Penicillium chrysogenum*. De tre forskellige kurver viser tre uafhængige målinger.

Nederst: Tilsvarende for *Trichoderma harzianum*. (Målingerne er foretaget på én enkelt liter luft ud af 10).



Resultater

Generelt viser målingerne, at når svampene vokser ved lavere relativ fugtighed (80% i stedet for 97%), dannes der færre sporer på byggematerialet, men til gengæld frigøres en større andel af de sporer, der er dannet.

Ikke overraskende viser det sig, at jo mere næring, f.eks. i form af tapetklister, svampene har til rådighed, jo bedre vokser de. Til gengæld kan der være forskel på sammenhængen mellem næringsmængde og sporefrigørelse mellem forskellige svampearter. *Penicillium chrysogenum* frigør flere sporer med øget næringsmængde, mens billedet er mindre klart for *Aspergillus versicolor*.

Luftens hastighed henover en overflade med svampevækst er afgørende for, hvor mange sporer der frigøres. I indeklimaet er lufthastigheden normalt ret lav, under 0,15 m/s, men der vil ofte forekomme højere hastigheder som følge af menneskers aktiviteter, herunder bevægelser, ventilation, åbning og lukning af døre m.m. Gipspladernes overflade blev påvirket med lufthastigheder fra 0,3 m/s til 3 m/s, mens sporefrigørelsen blev målt. Resultaterne antyder, at der for *T. harzianum* kun frigøres meget få sporer ved hastigheder under 1 m/s, mens der for *P. chrysogenum* er en nærmere lineær sammenhæng mellem sporefrigørelse og lufthastighed.

I øjeblikket undersøges det, hvordan svampenes alder, eller tidspunktet i deres vækstfase, påvirker den potentielle frigørelse af sporer.

Resultaterne af alle disse undersøgelser viser, at arealet af svampevækst i en bygning og antallet af sporer pr. areal ikke i sig selv er et tilstrækkeligt mål for eksponeringsrisikoen. Vækstforhold, svampeart og lufthastigheder har også stor betydning. Det videre arbejde på området skal være med til at afklare i hvilket omfang personer, der opholder sig i en bygning med fugtskader, udsættes for svampesporer. Ud over svampesporer frigør svampe også flygtige organiske forbindelser og andre partikler end sporer. Dette bør naturligvis også indgå i vurdering af sundhedsmæssige effekter af skimmelsvampevækst.

Anvendelser af metoden

Ud over de beskrevne laboratorieundersøgelser kan P-FLEC-metoden anvendes ved feltmålinger i fugtskadede bygninger, og vil kunne benyttes til veldefineret generering af svampesporer ved eksponeringsforsøg med mennesker eller dyr. Derudover vil metoden være velegnet til en række andre formål, hvor ophvirvling af partikler og støv fra overflader skal karakteriseres. Det kan være støv i indeklimaet i relation til rengøring eller løsning af arbejdsmiljøproblemer omkring støvophvirvling.

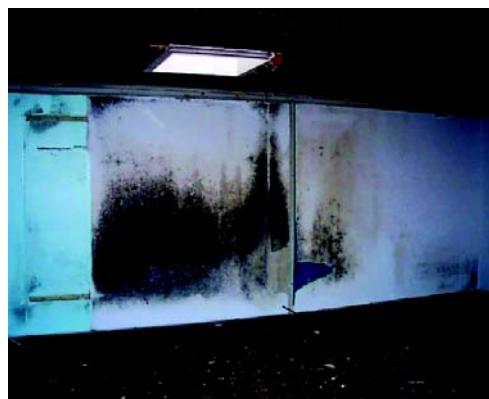
Finansiering af forskningen

Forskningen er finansieret, dels af forskningsprogrammet »Skimmelsvampe i bygninger«, som koordineres af By & Byg (tidligere Statens Byggeforskningsinstitut) og Forskningsstyrelsen, og dels af et projekt bevilget af Arbejdsmiljørådets Servicecenter. Derudover har Pia Kruse udført sit for nylig afsluttede biologispeciale inden for området.

Kilder

Kildesø J, Würtz H, Nielsen KF, Wilkins CK, Gravesen S, Nielsen PA, Thrane U, Schneider T, »The release of fungal spores from water damaged building materials«. In: *Healthy Buildings 2000: Exposure, Human Responses and Building Investigations*, Proceedings, Vol. 1. Seppänen and Säteri (editors). SYI Indoor Air Information Oy, Helsinki. pp 313-318 (2000)

Kruse P. »Indflydelse af næringsmængde, relativ fugtighed og inkubationstid på sporulering og konidiefrigørelse fra *P. chrysogenum* og *A. versicolor* dyrket på tapetserede gipsplader«. Speciale i Biologi ved Københavns Universitet. Arbejdsmiljøinstituttet. (2000)

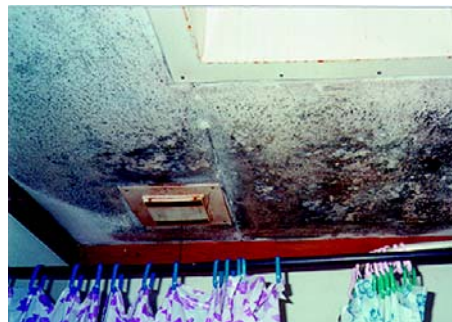


Figur 1. Skimmel- svampeangreb på betonvæg med tapet. Der har stået et fast skab op ad denne ydervæg med meget lidt isolering. Samme type angreb kan forekomme på vægge, hvor der er opsat indvendig isolering f.eks. polystyrenplader direkte på ydermur.

Mens mange andre miljøpåvirkninger er af nyere dato, er skimmelsvampe et problem, man har kendt siden oldtiden. Allerede i biblen omtales problemet som »de spedalske huse«. Alligevel ved vi forbausende lidt om skimmelsvampe og deres virkning på mennesker. Derfor er der iværksat et 4-årigt forskningsprogram med By & Byg (Statens Bygge- forskningsinstitut) som pennefører. Forskningsprogrammet har deltagelse af læger, mikrobiologer og folk fra byggebranchen. At der endelig er kommet større fokus på området skyldes dog næppe, at vores huse er blevet ringere, men snarere, at vi nu til dags opholder os væsentlig mere i dem, end vi gjorde før i tiden.

Hvad er skimmelsvampe?

Skimmelsvampe er en samlebetegnelse for en række mikroskopiske svampe, der nærmest er trådformige. Svampene findes overalt i naturen og er uundværlige, da de fungerer som nedbrydere af organisk materiale, de er naturens skraldemænd [3]. De skimmelsvampe, der ses i bygninger, viser sig typisk som sorte eller grønne plamager. Figur 1 og 2 viser eksempler herpå. Man kan ofte lugte sig frem til skimmelsvampe, en lugt som typisk beskrives som »muglugt«, »sommerhuslugt« eller lugt af noget jordslået.



Figur 2. Vådtrum er særlig udsatte. Det er meget vigtigt at sikre såvel luftindtag som udluftning i disse rum. Som en del af vedligeholdet skal man kontrollere, at åbningerne ikke er stoppet, ellers kan loftet komme til at se ud som dette.