

## Anbefalinger om håndtering af skimmelsvamp på museer og arkiver

### Formål

Anbefalingerne har til formål at belyse, hvorfor skimmel opstår, hvordan det forhindres, og hvordan et angreb kan håndteres, hvis skaden er sket. En væsentlig del af formålet er at understrege vigtigheden af gode klimaforhold og rengøringsrutiner i udstillinger og magasiner for at undgå skimmelangreb og deraf følgende skader på kulturarvsgenstande.

### Baggrund

Skimmelangreb i museer og arkiver er et problem, der desværre er vokset i omfang igennem de seneste år. Dette skyldes til dels de globale klimaændringer, der på vores breddegrader medfører mere ekstreme regnskyl og mildere vintre. Skaderne fra skimmelangreb kan være både omfattende og alvorlige, og de er ofte dyre at udbedre. Derfor er en præventiv indsats ved sikring af ordentlige udstillings- og magasinforhold uhyre vigtig.

### Anvisninger – Håndtering af skimmelangreb når skaden er sket

#### *Tegn på skimmel*

Et skimmelangreb opdages ofte ved, at der ses synlige misfarvninger i form af pletter eller plamager på overfladen af genstande eller bygningsdele. Typisk vil der være tale om hvide, pudderlignende pletter eller sorte plamager, men nuancer af gullige, rødlige og grønne farver kan også optræde afhængigt af skimmelsvampe-arten. Nogle gange, men ikke altid, vil skimmelsvamp også kunne konstateres ved en skarp, hengemt eller muggen lugt. Lugten skyldes de flygtige organiske stoffer (mVOC'er), der udskilles fra svampene.

Skimmelvækst vil påvirke indeklimaet negativt og kan medføre helbredsmæssige problemer for de personer, der færdes i bygningen. Opleves der vedvarende symptomer så som slimhindeirritation, hoste, hovedpine, træthed koncentrationsbesvær eller astma, kan det dermed også være et tegn på skimmelvækst.

Konstateres der skimmel på genstande eller bygningsdele, vil det første vigtige initiativ være at skabe overblik ved at få kortlagt årsagen til skimmelvæksten og omfanget af angrebet. Dernæst skal der laves en handlingsplan for udbedring af skaden, herunder rensning af de berørte genstande, og en plan for fremtidig sikring mod lignende skader.

#### *Kortlægning af skadens omfang*

Årsagen til skimmelvæksten vil være et aktuelt eller tidligere forhøjet fugtniveau enten i hele bygningen eller lokalt i dele af den. Det er væsentligt at afdække fugtkilden og afgøre, om der er tale om en akut opstået hændelse eller mere bygningstekniske forhold (jf. afsnittet omkring præventive tiltag). Uanset årsagen må fugtkilden elimineres eller som minimum begrænses så meget, at skimmelvæksten stoppes. Dette kan i første omgang ske ved opsætning af affugtere, så den relative luftfugtighed kan nedbringes til under 60 %. Evt. kan det være nødvendigt at søge byggeteknisk rådgivning ift. udbedring af problemer, der f.eks. vedrører klimaskærmen.

## ANBEFALINGER 2021

Det må følgende kortlægges, i hvor stort et omfang genstande, inventar og bygningsdele er angrebet af skimmel, og hvordan angrebet påvirker indeklimaet i bygningen. Dette punkt kan være vanskeligt i og med, at skimmelvækst ikke altid er umiddelbart synlig eller afgiver lugt. Der er desuden væsentlig forskel på sundhedsrisikoen forbundet med de forskellige arter af skimmelsvampe, og det er meget individuelt, hvor følsom man er over for eksponering. Derfor er det vigtigt at rådføre sig med et firma med kompetence inden for arbejdsmiljø og indeklima i forhold til de sundhedsmæssige aspekter forbundet med et skimmelangreb. Disse vil desuden kunne rådgive omkring et eventuelt behov for at opsætte luftrensere eller begrænse adgangen til dele af bygningen.

### *Undersøgelsesmetoder*

I kortlægningen skimmelangrebets omfang vil der ofte indgå forskellige undersøgelsesmetoder. Herunder beskrives de mest almindelige, som omfatter spottests, air tests og aftryk på overflader.

En spottest er en overfladetest, som kan bruges til at påvise skimmelsvamp lokalt på f.eks. en genstand. Spottests findes i forskellige varianter, hvoraf de mest simple så som PRO-Clean kan udføres hurtigt og nemt af alle. PRO-Clean måler på protein fra skimmelsvampen, og testen giver et umiddelbart resultat efter få minutter. Den har dog den ulempe, at den også er følsom over for andre proteinforeskomster end fra skimmelvækst, og den kan derfor i nogle tilfælde give et falskt positivt resultat. Som alternativ til PRO-Clean findes der andre mere specifikke spottests på markedet, som f.eks. Mycometer-surface spottest. Disse er mere sikre i identificeringen af skimmel, men de skal indsendes til analyse.

Air tests (luftprøver) så som Mycometer air test er en hurtig metode til kvantificering af skimmelsvampepartikler i indeluften, som udføres af et certificeret firma. Testen måler på enzymaktivitet og kan detektere selv meget små mængder af skimmelsvamp. Den har desuden den fordel, at den måler på både levende og døde partikler. Air testen udføres normalt som en aggressiv eller aktiv prøvetagning, hvor der inden måling blæses luft hen over alle overflader i rummet. Dermed bliver resultatet uafhængigt af, hvilket aktivitetsniveau, der har været i rummet umiddelbart inden prøvetagningen.

Endelig findes der mulighed for at undersøge for skimmel ved kontaktaftryk, som tages ved at trykke en plastskål med et vækstmedium mod en overflade. Prøven indsendes efterfølgende til dyrkning og analyse ved et laboratorium. Resultatet giver både en artsbestemmelse af de tilstedeværende skimmelsvampe og et kvantitativt estimat.

### *Håndtering og pakning af skimmelinficerede genstande*

Skimmelinficerede genstande samt berørt inventar og bygningsdele skal renses for skimmelvækst for at nulstille angrebet. De inficerede genstande isoleres ved separat nedpakning i tætsluttende plast forud for rensning. Angrebne sekundærmaterialer, som f.eks. pakkematerialer, kasseres. Vær opmærksom på krav til brug af værnemidler ved håndtering af skimmelramte genstande/materialer og ophold i inficerede rum. Vær tilsvarende særligt opmærksom på overgangen imellem rene og urene zoner, så der undgås spredning af skimmelpartikler til ikke-inficerede områder. Om muligt bør der etableres en overgangszonzone imellem en ren og uren zone, hvor personlige værnemidler kan tages på og af.

### *Skimmels respons på kendte desinfektionsmetoder*

Skimmel kan ikke fjernes ved de behandlingsmetoder, der normalt bruges til f.eks. bekæmpelse af skadedyr. Frysning og anoxia-behandling har ingen effekt på skimmel. Varmebehandling og gammastråling vil have en begrænset effekt, idet skimmelen i nogle tilfælde kan neutraliseres og dermed bliver ude af stand til at formere sig. Der vil dog fortsat være døde skimmelpartikler til stede på overfladen, som vil udgøre en sundhedsrisiko. Der er således ingen vej uden om en effektiv manuel afrensning af genstande og flader.

Der findes effektive kemiske desinfektionsmidler mod skimmel. De anbefales ikke til museumsgenstande, da risikoen for skader og misfarvning er for stor. Men de kan være uundværlige til bygningselementer eller andre slags fast kulturarv, såfremt materialerne kan tåle det.

### *Rensning af skimmelinficerede genstande*

Rensningen af skimmelinficerede genstande vil i høj grad være afhængig af overfladens karakter. Det vil f.eks. spille ind, hvilket materiale genstanden er lavet af, og hvordan tilstanden er. Generelt set vil det aldrig være muligt at afrense skimmelsvamp fuldstændigt på museumsgenstande, men der vil ofte kunne renses til et niveau, hvor genstandene efterfølgende kan håndteres uden sundhedsfare. Meget fugtfølsomme eller nedbrudte materialer er dog særligt problematiske at rense. Da rensning kan medføre kritiske skader på museumsgenstande, bør enhver rensning ske i samråd med en konservator.

Afrensning af skimmel skal foregå i passende omgivelser og med brug af de nødvendige værnemidler. Rensning bør aldrig foretages i urene zoner, da der her vil være risiko for rekontaminering. Arbejdet kan med fordel udføres enten i et stinkskab eller udendørs, hvis vejret tillader det. Der etableres en rensestation ved et bord med en let afrenselig overflade, hvor de nødvendige hjælpemidler og materialer er inden for rækkevidde.

Normalt indledes med en tørrensning af overfladen ved støvsugning for at reducere mængden af skimmelpartikler på overfladen. Der skal anvendes en støvsuger med et passende HEPA-filter (klasse H14) eller alternativt et ULPA-filter. Skimmelsvampe producerer en syreholdig biofilm på den angrebne overflade, som kun kan fjernes ved vådrengning, og en støvsugning af overfladen vil derfor i udgangspunktet ikke være tilstrækkelig. Biofilmen kan tilsvarende ikke skylles af med rent vand. Det kræver således en mekanisk bearbejdning af overfladen med et passende opløsningsmiddel for at fjerne skimmelvæksten. Opløsningsmidlet vil typisk være enten vand, vand tilsat detergent eller en blanding af ethanol og vand (70:30). Valget af rensningsskema må tilpasses den enkelte genstand. Efter rensning anvendes der spottests på udvalgte genstande som kontrol for at sikre, at rensningen har været tilstrækkelig effektiv.

Skimmelramte rum og inventar skal tilsvarende rengøres grundigt, og løse dele må eventuelt kasseres eller erstattes med nye. Også her vil det være relevant at benytte eftertests, for at sikre maksimal renhed. Er skaderne omfattende, f.eks. hvis selve bygningskonstruktionen er berørt, kræver det ekstern bistand fra et firma med kompetence i skimmelsaner-ning.

### *Udstilling og magasinering af rensede genstande*

Idet skimmel på museumsgenstande aldrig kan afrensnes fuldstændigt, vil der være risiko for genopblomstring, hvis omgivelserne igen bliver tilstrækkeligt fugtige. Det giver således ikke meget mening at bruge energi på afrensning af skimmelramte genstande, hvis de efterfølgende placeres i de samme omgivelser, som til at begynde med var årsagen til, at der opstod skimmel. Som tidligere nævnt er den helt afgørende faktor at holde den relative luftfugtighed under 60 %. Dermed stilles der stramme krav til den fremadrettede klimatisering af de rum, hvor de rensede genstande skal udstilles eller magasineres.

### **Anvisninger - Præventive tiltag som forebygger skimmel**

#### *Styring af relativ luftfugtighed*

Den helt afgørende faktor for, om der opstår skimmel på museer og arkiver, vil være fugtforholdene i de pågældende bygninger - dvs. mængden af vand, der er frit tilgængeligt for mikroorganismene – der afgør, om skimmelsvampe kan etablere sig. Generelt kræver skimmelsvampe en høj grad af fugt, men nogle arter kan trives ved en vandaktivitet en relativ luftfugtighed på 60 %. Ved at holde den relative luftfugtighed under 60 % kan man dermed forebygge skimmelvækst.

Har der allerede været etableret skimmelvækst, vil det ikke være tilstrækkeligt blot at sænke den relative luftfugtighed. Nogle arter af skimmelsvampe tåler udtørring igennem længere tid og kan gå i dvale, indtil der igen er tilstrækkeligt med fugt til stede i omgivelserne til at de kan vokse, mens andre arter vil dø straks ved lav relativ luftfugtighed. Imidlertid udgør både levende og døde skimmelsvampesporer en sundhedsrisiko, og det vil derfor altid være nødvendigt at afrense overflader, der har været ramt af skimmel.

#### *Afvikling af uegnede magasiner*

Generelt vil der i rum placeret i kældre, på lofter eller i uisolerede bygninger være en høj risiko for fugtige miljøer og skimmelvækst, og disse er alene af den grund uegnede som magasiner og bør afvikles, hvis de bruges til dette formål. I museumsmagasiner bør der være mulighed for at regulere/styre (og monitorere) den relative luftfugtighed og temperaturen.

#### *Kortlægning af fugtkilder ved bygningsgennemgang*

Da mange museer har til huse i ældre bygninger uden mulighed for egentlig klimastyring, kræves der her et særligt fokus på at forhindre fugtophobning og grobund for skimmelvækst. Bygningen bør gennemgås jævnlige for at sikre, at der er en tæt klimaskærm (tage, vinduer, dræn, belægning mod terræn etc.), og eventuelle utætheder skal udbedres med det samme. Tilsvarende bør man være opmærksom på de lokale mikroklimaer, som kan opstå indendørs. F.eks. vil ydervægge og terrændæk i ældre bygninger, som er dårligt isolerede (eller helt uisolerede), være kolde især i vinterhalvåret, og dermed vil den relative luftfugtighed lokalt blive væsentligt højere nær disse overflader end i den øvrige del af rummet. Ligeledes kan der observeres en forhøjet relativ luftfugtighed eller decideret kondensdannelse ved kuldebroer, som f.eks. omkring vinduer. Eventuelle kuldebroer i bygningen kan med fordel kortlægges ved en termografisk undersøgelse.

### *Opbygning af udstillinger og placering af inventar*

Ved opbygning af udstillinger, indretning etc. bør man ikke placere genstande direkte på kolde gulve eller opad kolde ydervægge for at undgå, at der opstår lokale mikroklimaer. F.eks. bør et maleri ikke ophænges direkte på en dårligt isoleret, nordvendt ydervæg, da fugt dermed vil ophobes bag blændrammen. Der bør tilsvarende sikres tilstrækkelig ventilation i bygningen og lokalt omkring genstande, som placeres nær kolde flader eller i områder med dårlig luftcirkulation, så som mellemgange, nicher og depotrum. Et møbel placeret på et koldt gulv kan f.eks. hæves med afstandsklodser for at sikre en tilstrækkelig luftcirkulation under møblet til at bortventilere fugt.

### *Monitorering og klimaregulering*

I museer og arkiver uden klimastyring anbefales det at monitorere klimaet løbende. Med fordel kan der opsættes trådløse loggere i udstillings- og magasinarealer, som sender data kontinuerligt og giver alarm, hvis de fastsatte grænseværdier overskrides (f.eks. PRO-FORT Piccolo). I perioder hvor den relative luftfugtighed ikke kan holdes under 60 %, bør der være mulighed for regulering af klimaet enten ved affugtning eller opvarmning både i og udenfor fyringssæsonen (conservation heating). Kan den relative luftfugtighed styres ved affugtning, er dette at foretrække, da det med hensyn til skimmelvækst er bedst at holde temperaturen så lav som muligt frem for at styre fugtigheden med øget varme.

### *Hurtig indsats ved vandskader*

Ved pludseligt forhøjet relativ luftfugtighed, som f.eks. kan forårsages af skybrud/oversvømmelser eller læk på vandrør, er det meget væsentligt at sætte ind hurtigt for at udgå skimmelvækst. Ved sådanne akut opståede vandskader, hvor den relative luftfugtighed er drastisk forhøjet, må man inden for max. 24-48 timer iværksætte tiltag i bygningen for at stoppe vandindtrængningen, bortpumpe eller opsuge eventuelt indkommet vand og opsætte affugtere for at sænke den relative luftfugtighed. Det kan her være nødvendigt at inddrage et skadeservicefirma. Berørte museumsgenstande bør håndteres og behandles i samråd med konservator.

### *Rengøring*

En væsentlig del af den præventive indsats over for skimmel er at begrænse aflejringen af støv og smuds, som kan give grobund for skimmel selv på overfladen af uorganiske materialer. Dette gøres ved at sikre gode rengøringsrutiner både ift. den daglige rengøring og museumsrengøringen (jfr. anbefalinger for rengøring af magasiner og udstillinger). Genstande, der ikke er i udstilling, kan med fordel overdækkes eller nedpakkes (jfr. anbefalinger for emballering ved magasinering). Det anbefales, at der så vidt muligt bruges uorganiske materialer til opbevaring og inventar, så som metalreoler og plastpaller, da disse nemt kan rengøres og ikke i sig selv udgør gode vækstmaterialer for skimmel.

### Hvad er skimmel egentlig?

Skimmelsvampe er mikroskopiske svampe, der findes overalt i naturen. Sammen med bakterier spiller de en vigtig rolle i naturens kredsløb gennem nedbrydningen af organisk materiale. Imidlertid kan skimmelsvampe være yderst problematiske, hvis de etablerer sig indendørs, da de kan være både sundhedsskadelige og føre til irreversible skader på genstande og materialer.

Skimmelsvampe er primitive svampe, som ikke er i stand til at danne frugtlegerer. De består af mycelier, som er sammenhængende, forgrenede trådnetværk af hyfer (celletråde). De formerer sig oftest ved at myceliet afgiver sporer, som spredes gennem luften. Under de rette betingelser kan sporerne følgende etablere sig og spire med hyfer, der forgrener sig og dermed danner nye mycelier. For at skimmelsvampe kan vokse og formere sig, skal følgende tre parametre være til stede: organisk materiale (vækstmateriale), varme og fugt. I bygninger vil den afgørende faktor være fugt, da de øvrige to parametre oftest er opfyldt.

Skimmelsvampe dækker deres energibehov ved at udskille syrer og enzymer, som kan nedbryde organisk materiale til mindre molekyler, der kan optages i hyferne. Stivelse, proteiner og cellulose udgør gode vækstmaterialer for skimmel. Klassiske materialer i museumssamlinger og arkiver så som papir, læder, tekstil, træ og animalske lime er dermed i risiko for angreb. Desuden kan ophobning af støv og smuds på alle overflader danne grund for skimmelvækst, og også uorganiske materialer kan dermed rammes af skimmel, hvis de ikke er tilstrækkeligt rengjorte.

Skimmelsvampenes evne til at nedbryde organiske materialer kan medføre irreversible skader på museumsgenstande ved at svække materialernes fysiske og kemiske egenskaber og give varige misfarvninger på overfladen. Ud over de materielle skader forbundet med et skimmelangreb kan svampenes udskillelse af sporer/partikler, mykotoxiner (svampegifte) og mVOC'er (microbial Volatile Organic Compounds) påvirke indeklimaet negativt og udgøre en sundhedsfare for de mennesker, der færdes i bygningen eller arbejder med de angrebne genstande.

### Litteratur

Guild, S. & M. MacDonald, 2020. *Mould Prevention and Collection Recovery: Guidelines for Heritage Collections*. Technical Bulletin 26. CCI. Publikationen er tilgængelig på:

<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/technical-bulletins/mould-prevention-collection-recovery.html> tilgået 13/1 2021

Child, R. 2011. Chapter 8: Biological agents of deterioration. In: *The National Trust. Manual of Housekeeping. Care and conservation of collections in historic houses*. National Trust s.81-92.

SBI anvisning nr. 274, 2020. *Skimmelsvamp i bygninger*, Statens Byggeforskningsinstitut.

SBI anvisning nr. 205, 2003. *Renovering af bygninger med skimmelsvampevækst*. Statens Byggeforskningsinstitut.

## ANBEFALINGER 2021

Grattan, D. & S. Michalski, *Environmental Guidelines for Museums*.

<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/environmental-guidelines-museums.html> tilgået 13/1 2021

*Skimmelsvampe i boligen*. Uden år. Pjece fra Astma-Allergi Forbundet:

<https://allergi.astma-allergi.dk/documents/12109/15300/skimmel.pdf/025d5f56-686e-4e88-a811-1ec34b73a3a4> tilgået 13/1 2021

*Termografiske undersøgelser – kuldebroer, isoleringsevne og fugt i bygningskonstruktioner*. BYG-ERFA Erfaringsblad, (99)111230.