



# STRATEGI FÖR EGENKONTROLL AV FUKT OCH MÖGEL I KYRKOR

Praktiska tips och stöd för rutiner

Första tryckningen.

© 2015 IVL Svenska Miljöinstitutet och Trossamfundet Svenska kyrkan

Foto framsida: Duveds kyrka – Alex & Martin/Ikon (Svenska Kyrkan)

Foto baksida: Mariakyrkan Båstad – Kristina Strand Larsson/Ikon (Svenska Kyrkan)

Grafisk form: Marie Hedberg, IVL Svenska Miljöinstitutet

Foto: Magnus Aronsson, Ikon (Svenska Kyrkan) och IVL Svenska Miljöinstitutet

Illustrationer: IVL Svenska Miljöinstitutet

Tryck: November 2015

Denna handbok och samtliga checklistor går även att ladda ned i pdf-format på Svenska kyrkans webbsida: [www.svenskakyrkan.se/kyrkaochsamhalle/rapporter-kyrkoantikvarisk-ersattning](http://www.svenskakyrkan.se/kyrkaochsamhalle/rapporter-kyrkoantikvarisk-ersattning) under rubriken Rapporter nationella projekt under fliken kulturarv, samt från Svenska kyrkans Fastighets- och kulturarvsportal (på intranätet).

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning	5
Att upptäcka tidiga varningssignaler för skaderisker	6
Egenkontroll av fukttillstånd	7
Krypgrunden	7
Mark och dränering	10
Fasaden	16
Vinden	15
Yttertaket	18
Byggnadens inre	20
I samband med förrättning	24
Vart vänder jag mig vid skador	25
Instruktion för mikrobiell provtagning enligt tejp-metoden	26
Råd för drift och underhåll	28
Att säkerställa praktiska rutiner	28
Bestämning av byggnadens status	28
Hur kan man säkerställa ett bra inneklimat	30
Mätning	30
Styrning och övervakning	30
Uppvärmning	31
Avfuktning	32
Fukt och inneklimat i kyrkor – så hänger det ihop	34
Var kommer fukten ifrån	34
Fukt i luften	35
Hygroskopiska material	36
Mikroorganismer	36
Energianvändning	38
Medverkande i boken	39
Källförteckning	39



# INLEDNING

Mycket fukt resulterar förr eller senare i att mikroorganismer börjar växa på den materialyta som exponeras. Fukt, det vill säga vatten, är den enskilt viktigaste faktorn som avgör om en kyrkobyggnad drabbas av mögel. Håller man fukten och vattenbelastningen i schack undviker man skador.

Tyvärr är det vanligt förekommande med mögel och andra mikroorganismer i kyrkor och saneringsarbetet är mycket tidsödande och kostsamt. Vanligt förekommande fuktproblem i kyrkor är exempelvis kondens på insidan av en kall vägg. Varm fuktig luft som kommer in under sommartid när kyrkan hålls öppen, eller utandningsluft från besökare under förättning, möter en kall yta och vatten kondenserar. Ytan kan vara av organiskt material eller smutsig av kolpartiklar (från brinnande ljus) vilket ger en god grogrund för mikroorganismer.

Risken för mögelproblem i kyrkor ser inte ut att minska eftersom vi står inför en klimatförändring med ökande regnmängder och varmare klimat, det vill säga mer vatten att hantera och hålla koll på. Därtill står Kyrkan inför en process av energieffektivisering, vilket måste ske med varsamhet och med fukthantering i åtanke så att nya problem inte uppkommer. Man får exempelvis se upp för kondens när man inför intermitterant uppvärmning för att spara energi.

## Vem riktar sig handboken till?

Handboken riktar sig till de som praktiskt hanterar driften av en kyrka och till de som deltar i planeringen av drift, underhåll och tillsyn av kyrkobyggnader. Det kan vara kyrkvaktmästare och fastighetsansvarig i församlingen eller fastighetschef och fastighetsförvaltare i de större pastoraten.

## Syftet med denna handbok

Skriften fokuserar på fuktproblem i kyrkor och syftet är att den ska fungera som en hjälp att införa rutiner som förebygger fuktproblem. Den ska också ge råd om hur man upptäcker risker och vad man bör göra om man drabbats av en fuktskada eller liknande.

## Avgränsning

Handboken behandlar fuktrelaterade skaderisker vid hög relativ fuktighet: såsom exempelvis i kyrkorummet, i kryppgrunder, på kyrkvindar och på yttertaket. Även fuktskador på fasader från icke fungerande takavattning, utvändiga snickerier och liknande omfattas. Skador kopplade till exempelvis skadegörelse och skadedjur behandlas inte. Skriften är tänkt som komplement bland annat till boken Att vårda en kyrka<sup>1</sup>, som har ett bredare fokus.

## ATT UPPTÄCKA TIDIGA VARNINGSSIGNALER FÖR SKADERISKER

De viktigaste instrumenten för att tidigt upptäcka skaderisker på grund av hög fuktbelastning är de mänskliga sinnen i kombination med kontinuerlig kontroll och mätning av temperatur och fukt.

Teknisk övervakning, som olika former av alarmfunktioner kopplade till temperatur- och

fuktsensorer, är utmärkta hjälpmedel, men man kan inte enbart förlita sig på dem.

Använd ögonen och inspektera ytor. Leta efter missfärgningar, fuktfläckar, flagande färg eller puts och formförändringar hos material. Lägg släpljus från en ficklampa på ytor för att lättare kunna upptäcka mikrobiell påväxt.



Foto: Magnus Aronsson/IKON

*Släpljus på ytor gör det lättare att upptäcka skador.*

Använd luktsinnet för att upptäcka och lokalisera fuktrelaterade skador. Tänk bara på att det som luktar "mögel" inte behöver vara just mögel och att inte all mikrobiell påväxt avger dålig lukt.

Använd mätutrustning och följ upp temperatur och relativ fuktighet på flera platser i kyrkan. Mät gärna i misstänkta mikroklimat inne i kyrkan, till exempel bakom altartavlan, i ett bänkkvarter under en bänk, i ett textilskåp. Mät också på vinden och i kryppgrunden i förekommande fall. Det är viktigt att skapa en rutin för återkommande kontroller av fuktillståndet i kyrkans

olika delar. Detta beskrivs närmare i avsnittet **Att säkerställa praktiska rutiner.**



*Enkel variant av IR-termometer för att mäta temperaturer på ytor.*

# EGENKONTROLL AV FUKTTILLSTÅND

Egenkontrollen som beskrivs i den här skriften består av sju olika besiktningsronder:

- **Krypgrunden**, kontrolleras minst en gång per år (sensommar/höst)
- **Mark och dränering**, kontrolleras minst en gång per år (sommar/höst)
- **Fasaden**, kontrolleras minst en gång per år (höst)
- **Vinden**, kontrolleras minst två gånger per år (vår/sommar och höst/vinter)
- **Yttertaket**, kontrolleras minst en gång per år (sommar/höst)
- **Byggnadens inre**, kontrolleras minst två gånger per år (vår/sommar och höst/vinter)
- **I samband med förrättning**, individuella intervall för varje kyrka

För varje besiktningsrond ges en kort beskrivning och motivering till kontrollpunkterna. I slutet av varje avsnitt finns en checklista med motsvarande kontrollpunkter. Checklistorna finns också som ett separat dokument för att enkelt kunna skrivas ut eller fyllas i direkt i en dator eller läsplatta. Du hittar de nedladdningsbara checklistorna på Svenska kyrkans webbsida under kulturarv samt Svenska kyrkans Fastighetsportal (på intranätet).

Alla kontrollpunkter i de kommande avsnitten är inte relevanta i alla kyrkor. Checklistorna kommer också att behöva kompletteras med ytterligare punkter, som är specifika för den enskilda kyrkan. Vilka punkter som är tillämpbara i varje enskild kyrka kan bestämmas med hjälp av en inledande statusbesiktning. Se vidare i avsnittet *Bestämning av byggnadens status*

Grundläggande utrustning för besiktningsronden inkluderar:

- Checklista för aktuell besiktning
- Ficklampa för att kunna lägga släpljus på ytor
- Märkpenna för att kunna markera och ringa in förändringar på ytor i krypgrunden och på vinden
- Termometer, gärna IR-termometer för

snabb kontroll av yttemperaturer

- Kamera för fotodokumentation av besiktningsnoteringar

## KRYPGRUNDEN

Inspektion av krypgrunden ska göras minst en gång om året. Den bör äga rum i augusti eller september då fuktbelastningen i krypgrunden är som högst. Tätare kontroller bör göras vid större förändringar i kyrkans uppvärmningsstrategi, helst med fukt- och temperaturloggning. Om kyrkan till exempel kallställs förändras även fuktbelastningen i grunden.

### Är hela krypgrunden inspekterbar?

En förutsättning för en fullständig egenkontroll av krypgrunden är att hela ytan är möjlig att inspektera. Notera om det finns delar av grunden som inte kan inspekteras.

### Ta bort organiskt material

Organiskt material, som exempelvis träspill, papper och löv, innehåller näring för mikroorganismer och kan därmed skapa en grogrund för mögelpåväxt. Krypgrunder ska hållas rena från gammalt byggmaterial och annat spill som har blivit liggande.

### Vattenpölar på marken?

Finns det fritt vatten på marken i krypgrunden måste orsaken utredas och åtgärdas. Ett dåligt fungerande dräneringssystem runt kyrkan kan vara en möjlig orsak.

### Finns det plasttäckning på marken?

För att minska avdunstningen av vattenånga från marken kan den täckas med plast. Innan en ny plasttäckning installeras måste arkeologisk expertis anlitas för att bedöma mängden arkeologiskt material i marken.

Det är mycket viktigt att marken under plasten är ren och fri från organiskt material. I annat fall uppstår lätt problem med mögelpåväxt och dålig lukt. Kontrollera att plasten är hel och att ingen mikrobiell påväxt är synlig genom plasten.

### Finns synliga fuktskador på träkonstruktionen?

Leta efter synliga förändringar eller skador på virket i bjälklagskonstruktionen, till exempel golvbjälkar och bjälklagets undersida (blindbotten).

### Kontrollera fukt- och temperatursensorer

Permanent, trådlösa sensorer för mätning och loggning av relativ fuktighet (RF) och temperatur underlättar uppföljning och styrning av klimatet i krypgrunden. Kontrollera att de sitter på plats och att batterinivån är god.

### Ventilationsöppningar

Kontrollera ventilernas funktion, att de inte leder in vatten från fasaden och att de är försedda med insektsnät. Är den relativa fuktigheten hög i krypgrunden under sommar och tidig höst bör ventilationsöppningarna stängas under den perioden.

### Avfuktare och fläktar

Om avfuktare eller fläktar finns installerade i krypgrunden ska dessa kontrolleras avseende skick och funktion. Kontrollera att rätt styrparametrar är inställda för start och stopp. Kontrollera att avfuktarens avledning av kondenserat vatten eller fuktig luft är tät och fungerande. Ventilationöppningar i grundmuren, som inte används för avfuktare

eller fläkt, ska vara stängda och tätade.

### Yttermurens skick

Finns det tecken på att yttermurens insida är fuktig? Fritt vatten kan ledas in genom muren och fukt kan stiga kapillärt i fogar och ledas vidare upp i konstruktionen. Undersök om det finns lossnande puts och murbruk, fuktrosor eller andra tecken på fuktvandring.

### Vatten- och avloppsledningar

Kontrollera skick och täthet på eventuella vatten- och avloppsledningar i krypgrunden. Hitta läckage genom att leta efter spår av fukt runt omkring och under ledningarna.

### Dålig lukt

En obehaglig lukt, till exempel doften av jordkällare, är ofta ett tecken på fuktrelaterade problem och möjligen mikroorganismer. Dålig lukt kan komma både från aktiva mikrobangrepp och från sådana som inte längre är aktiva. Försök att ringa in problemområdet och kontakta en expert för utredning. Observera att långt ifrån alla mikrobiella skador ger upphov till en dålig lukt.

### Notera annan relevant förändring

Har exempelvis arbeten utörts i krypgrunden eller har förändringar skett i byggnadens användning sedan föregående kontroll?



*Ventil med insektsnät i grundmuren.*



Fuktkontroll i kyrkor				
Checklista för egenkontroll av:		Kyrka:		
<b>Krypgrunden</b>		Utförd av:		
		Datum:		
		Väder:		
Kontrollpunkt	Punkt utförd	Besiktningnoteringar	Åtgärdsförslag	Ansvarig
<b>Generella punkter</b>				
Uppföljning av förra protokollet				
Är hela krypgrunden inspekterbar?				
Ta bort organiskt material				
Vattenpölar på marken?				
Finns det plasttäckning på marken?				
Finns synliga fuktskador på träkonstruktionen?				
Kontrollera fukt- och temperatursensorer				
Ventilationsöppningar				
Avfuktare och fläktar				
Yttermurens skick				
Vatten- och avloppsledningar				
Dålig lukt				
Notera relevanta förändringar				
<b>Kyrkospecifika punkter</b>				

## MARK OCH DRÄNERING

Kontrolleras minst en gång per år i samband med kraftigt regn.

### Avledning av ytvatten

Har ytvatten efter regn möjlighet att rinna från byggnaden på ett effektivt sätt? Om



*Gropen under stupröret gör att vatten inte leds bort på bästa sätt.*

### Dränering runt byggnaden

Finns det dräneringsledningar runt byggnaden? Finns det rensbrunnar ska de kontrolleras och göras rena. Om marken är sank eller grunden visar tecken på stigande fukt bör orsaken utredas närmare av en expert. Dräneringsystemet kan ha tappat sin kapacitet på grund av igensatta ledningar.

Om det saknas dräneringssystem runt byggnaden bör man överväga att installera det. Vegetation och jordlager närmast grundmuren avlägsnas och ersätts med ett kapillärbrytande material, till exempel makadam eller singel, vilket skiljs från intilliggande mark med en filterduk. Ett dräneringsrör placerat nära botten av det kapillärbrytande lagret transporterar det tillrinnande vattnet till ett dagvattensystem eller låter det infiltreras i marken på betryggande avstånd från byggnaden. Ta hjälp av en fackexpert för att hitta den bästa lösningen.

pölar bildas nära grunden måste det åtgärdas. Markytan närmast byggnaden bör vara hårdgjord för bästa avrinning. Det gäller särskilt om kyrkan saknar hängrännor, för att minska fuktbelastningen närmast grunden.



### Notera annan relevant förändring

Har förändringar skett i och runt byggnaden sedan föregående kontroll? Kan det påverka fuktillståndet i marken runt byggnaden?



*Avledningen av regnvattnet har flyttats ut från fasaden.*

## Fuktkontroll i kyrkor

Checklista för egenkontroll av:		Kyrka:		
<b>Mark och dränering</b>		Utförd av:		
		Datum:		
		Väder:		
Kontrollpunkt	Punkt utförd	Besiktningsnoteringar	Åtgärdsförslag	Ansvarig
<b>Generella punkter</b>				
Uppföljning av förra protokollet				
Avledning av ytvatten				
Dränering runt byggnaden				
Notera relevanta förändringar				
<b>Kyrkospecifika punkter</b>				

## FASADEN

Kyrkans fasader bör inspekteras ingående minst en gång per år. Kontrollpunkterna för fasader är delvis beroende av fasadmaterialet. Ofta har kyrkan ett dominerande fasadmateriale, men när kombinationer av flera material förekommer bör kontrollpunkterna för varje material följas.

### Putsade ytor

Notera synliga skador och färgskiftningar i putsytan som kan bero på fukt från till exempel takavvattningen och kapillärt stigande fukt från grundmuren och marken. Fukt i putsen kan leda till frost- och saltsprängningar. Leta efter sprickor i putsen och laga dessa. Det är viktigt att laga med samma typ av puts som resten av fasaden har. Modern cementputs ska inte användas i kombination med äldre kalkputs. Återkommande sprickor kan orsakas av olika materials temperaturrörelser. Detta kan inträffa runt fönster och dörrar. Sprickor som uppstår mitt på en väggyta bör utredas

närmare, de kan orsakas av sättningar.

### Tegelytor

Notera om fasadytan verkar fuktig eller om det finns synliga skador till följd av frostsprängning. Är hängrännor, stuprör och övrig takavvattning tät och funktionsduglig? Även rostande järn i murverket kan orsaka sprängskador i fasaden. Kontrollera om en fuktig fasadyta har en mot-svarande fuktig insida. Det kan betyda att murverket har dåliga eller skadade fogar. Rådgör med en fackexpert om omfogning krävs.

### Natursten

Undersök fogarnas skick. Är de spruckna eller söndervittrade måste de lagas. Ofta blir fogarna hårt utsatta av nederbörden som slår mot fasaden, eftersom stenarna inte suger vatten. Kontrollera även murens insida när skadade fogar påträffas. Har det kommit in vatten genom stenfasaden vandrar det sannolikt inåt och nedåt.



*Putsskador till följd av stigande fukt. Munsö kyrka.*

## Träfasad

Kontrollera om utsatta delar är rötskadade, till exempel offerbrädorna längst ner på fasaden. Är virket skadat bör det bytas ut. Torrspäckor och glipor mellan panelbrädor i fasaden där vatten kan ledas in måste åtgärdas.

## Fönster

Kontrollera att anslutningen mellan karm och vägg är tät och att nederbörd effektivt leds bort från fasaden i fönstrets nederkant via fönsterbleck och solbänkar. Kontrollera kittningens skick och att det är tätt mellan glas och båge. Om det finns öppningsbara fönster ska tätningslisternas skick mellan karm och båge ses över. Kontrollera också att det finns en fri spalt för ventilation runt ytterbågen.

## Snickerier

Kontrollera att alla utvändiga snickerier som dörrar, portar, vindskivor m.m. är hela och oskadade och håller tätt mot väder och vind.

## Takavvattning

Kontrollera takavvattningens skick och funktion. Finns stuprör ska det kontrolleras att de är täta och går att rensa från skräp i lövsil. Leds vattnet ut på marken eller ansluter stupröret till någon form av dagvattenssystem (till exempel kommunalt eller egen stenkista)? Säkerställ att avledningen av vatten är ändamålsenlig genom att undersöka marken närmast stuprör och grunden intill. Om marken är sank eller grunden visar tecken på stigande fukt bör orsaken utredas närmare av en expert.



Lövsil i behov av rensning.

## Kontrollera fukt- och temperatursensorer

Permanent, trådlös sensorer för mätning och loggning av relativ fuktighet och temperatur underlättar uppföljning och styrning av inneklimatet i kyrkan. Systemet bör även ha en sensor för fukt och temperatur utomhus, skyddad från direkt solljus, för referensmätning av utomhusklimatet. Kontrollera att den sitter på plats och att batterinivån är god.

## Notera relevant förändring

Har förändringar skett i byggnadens fasad sedan föregående kontroll? Kan det påverka fukt-tillståndet i fasad och vägg?



Fuktskada på vägg vid fönster.

Foto: Maria Svensk/IKON

Fuktkontroll i kyrkor				
Checklista för egenkontroll av:		Kyrka:		
<b>Fasaden</b>		Utförd av:		
		Datum:		
		Väder:		
Kontrollpunkt	Punkt utförd	Besiktningsnoteringar	Åtgärdsförslag	Ansvarig
<b>Generella punkter</b>				
Uppföljning av förra protokollet				
Putsade ytor				
Tegelytor				
Natursten				
Träfasad				
Fönster				
Snickerier				
Takavvattning				
Kontrollera fukt- och temperatursensorer				
Notera relevanta förändringar				
<b>Kyrkospecifika punkter</b>				

## VINDEN

Vinden kontrolleras minst 2 gånger per år. En gång under höst/vinter efter en förrättning med många besökare och en gång under vår/sommar i samband med kraftigt regn.

### Är hela vinden inspekterbar?

En förutsättning för en fullständig egenkontroll av vinden är att hela ytan är möjlig att inspektera. Säkra landgångar och belysning bör finnas installerade.

Tänk på att inte gå på isoleringsmaterial i onödan, eftersom sammanpressad isolering har sämre isolerförmåga. Kyrkvalv kan vara ömtåliga konstruktioner och kan vara riskabla att gå på.



Valvbågar i Allhelgonakyrkan i Lund. Foto: Alex & Martin/IKON

### Har vinden tilläggsisolerats?

Har vinden tilläggsisolerats eller har gammal sågspånisolering bytts ut till modern mineralullsisolering eller liknande? Tilläggsisolering gör vindsutrymmet ännu kallare än tidigare och risken ökar för att fukt som läcker upp från kyrkorumen ska kondensera mot den kalla vindskonstruktionen. Mineralull är inte lika tät som sågspånsfyllning och kan inte heller buffra lika mycket fukt, det vill säga mineralull är inte ett hygroskopiskt material. Mineralullsskivor bör ha en vindskyddad ovansida för att ge fullgod isolering. Se till att vindskyddet inte är skadat. Vid större förändringar av vindens isolering, till exempel om sågspån byts ut till mineralull, bör vindbjälklagets lufttäthet ses över av en fuktexpert. Fuktexperten kan också undersöka om kallvindens ventilation är rätt anpassad till de nya förhållandena.

### Kontrollera fukt- och temperatursensorer

Permanent, trådlösa sensorer för mätning och loggning av relativ fuktighet och temperatur underlättar uppföljning och styrning av klimatet



Tydlig dokumentation av tilläggsisolering.

Foto: IKON

på vinden. Kontrollera att de sitter på plats och att batterinivån är god.



*Kontrollera isolering och genomföringar i vindsbjälklaget.*

### **Anslutningar mot väggar, murstock och andra genomföringar**

Anslutningar måste vara täta för att inte fukt inifrån ska transporteras upp på vinden med luftströmmar. Fuktig luft och rimfrost på underlagstaket kan tyda på dålig ventilation av kallvinden eller läckage av fuktig luft genom vindsbjälklaget.



*Fuktrosor i taket.*

### **Synliga fuktskador**

Notera synliga skador som fuktrosor på underlagstakets insida, spår av läckage på takstolskonstruktionen och isoleringens ytskikt samt uppenbar mögelpåväxt. Om nya skador har uppstått bör en expert anlitas för besiktning och åtgärdsförslag. Ringa in skador med märkpenna för att kunna följa upp dess spridning. Provtagning av synlig mögelpåväxt kan göras med tejpmetoden och skickas för laboratorieanalys.

### **Dålig lukt**

En obehaglig lukt, t.ex. doften av jordkällare, är ofta en indikator på fuktrelaterade problem och möjligen mögel. Dålig lukt kan komma både från aktiva mögelangrepp och från sådana som inte längre är aktiva. Försök att ringa in problemområdet och kontakta en expert för utredning. Observera att långt ifrån alla mikrobiella skador ger upphov till en dålig lukt.

### **Kontrollera ventiler och luftspalter**

Se till att ventilationen på kallvinden fungerar på avsett vis. Uteluftintag via luftspalter vid takfoten får inte vara tilltäppta av isolering eller annat material. Likaså ska ventiler vid taknock vara fria för att kunna ventilera ut fuktig luft. Fuktig luft och rimfrost på underlagstaket kan tyda på dålig ventilation eller läckage av fuktig luft genom vindsbjälklaget.

Observera att om vinden har tilläggsisolerats kan ursprungliga luftspalter och ventiler medföra för stor luftomsättning på vinden. Det kan leda till att den inkommande utomhusluften ökar den relativa fuktigheten på vinden under delar av året.

### **Notera relevant förändring**

Har till exempel arbeten utförts på vinden eller har förändringar skett i byggnadens användning sedan föregående kontroll?



Fuktkontroll i kyrkor				
Checklista för egenkontroll av:		Kyrka: Utförd av: Datum: Väder:		
<b>Vinden</b>				
Kontrollpunkt	Punkt utförd	Besiktningnoteringar	Åtgärdsförslag	Ansvarig
<b>Generella punkter</b>				
Uppföljning av förra protokollet				
Är hela vinden inspekterbar?				
Har vinden tilläggsisolerats?				
Kontrollera fukt- och temperatursensorer				
Anslutningar mot väggar, murstock och andra genomföringar				
Synliga fuktskador				
Dålig lukt				
Kontrollera ventiler och luftspalter				
Skadedjur				
Notera relevanta förändringar				
<b>Kyrkospecifika punkter</b>				



Foto: Alex & Martin/IKON

Vemdalens kyrka i snöskrud.

## YTTERTAKET

Yttertaket kontrolleras minst en gång per år i samband med kraftigt regn.

### Yttertakets skick och täthet

Kontrollera att takbeklädnaden är hel och ligger ordentligt på plats. Det gäller särskilt överlappande takbeklädnad som takpannor, takspån och takskiffer, men även falsade plåttak. Skador och otätheter åtgärdas.

### Anslutningar mot väggar, murstock och andra genomföringar

Inspektera och säkerställ att vertikala anslutningar mot takytan är täta. Se till att stånskivor och andra plåtavtäckningar sitter fast och är i rätt läge. Tänk på att vatten även rör sig uppåt längs takytor med vindens tryck. Ta bort organiskt material, till exempel kvistar och löv, som samlas i vinklar och vrår.

### Takavvattning, fri och säker avledning

Se till att hängrännor, fotrännor och andra rännदार är fria från löv och skräp. Sitter infästningen ordentligt och är fallet tillräckligt? Kontrollera även att falsar, skarvar och anslutningar till stuprör är täta.

### Notera relevant förändring

Har förändringar skett på taket sedan föregående kontroll? Kan det påverka fukttillståndet i fasad och vägg?



Takfall i hörnet mot en yttervägg där det är extra viktigt att hålla helt och rent. Kontrollera att både stånskiva mot vägg och taklucka håller tätt.

Foto: Magnus Aronsson/IKON

Fuktkontroll i kyrkor				
Checklista för egenkontroll av:		Kyrka:		
<b>Yttertaket</b>		Utförd av:		
		Datum:		
		Väder:		
Kontrollpunkt	Punkt utförd	Besiktningnoteringar	Åtgärdsförslag	Ansvarig
<b>Generella punkter</b>				
Uppföljning av förra protokollet				
Yttertaket skick och täthet				
Anslutningar mot väggar, murstock och andra genomföringar				
Takavvattning, fri och säker avledning				
Notera relevanta förändringar				
<b>Kyrkospecifika punkter</b>				



Inspektion av Munsö kyrka.



Foto: Magnus Aronsson/IKON

## BYGGNADENS INRE

En fullständig besiktning av alla kontrollpunkter bör göras minst två gånger om året. En gång under höst/vinter efter en förrättning med många besökare och en gång under vår/sommar i samband med kraftigt regn. Dessutom rekommenderas att stickprov på kontrollpunkterna görs på månadsbasis. Tätare kontroller bör även ske i samband med större förändringar i kyrkans användning och uppvärmningsstrategi, och då tillsammans med fukt- och temperaturloggning.

### Kondens på kalla ytor

Förekommer det att fukt kondenserar på kalla ytor som väggar och golv av sten, fönster eller inventarier? Kondensproblem kan inträffa från vår till sensommar när fuktig uteluft kommer in i en svalare kyrkobyggnad. Under förrättningar på vintern kan fukt från besökare och tända ljus kondensera på insidan av fönstren. De flesta murverkskyrkor tål kortare perioder av kondensvatten. Träkyrkor har mer sällan den

här typen av kondensproblem, eftersom ytor av trä värms upp snabbare. Generellt ska dock vädring av kyrkan inte ske så länge utemperaturen är högre än yttemperaturen inomhus. Om kondensproblemen är återkommande under längre perioder och riskerar att leda till skador bör strategin för uppvärmning och avfuktning ses över.

### Mikroklimat

Mikroklimat skapas i skrymslen och vrår där temperatur, luftomsättning och luftfuktighet inte följer det övriga rummets klimat. Mikroklimat kan exempelvis hittas under kyrkbänkar, under predikstolen samt bakom altartavlor och andra inventarier placerade mot en yttervägg. Kontrollera dessa ytor med släpljus för att upptäcka mögelpåväxt. Minimera om möjligt risken för mikroklimat, till exempel genom att flytta ut inventarier en bit från väggen. Provtagning av synlig mögelpåväxt kan göras med tejpmetoden och skickas för laboratorieanalys.



Sensor placerad i mikroklimat under altare.



Mikroklimat mot mur under trappa.



*Infästning av läktaren vid yttervägg i Nya Bokenäs kyrka.*



*Infästningen, i närbild, där det bildats ett mikroklimat med mögelpåväxt som följd.*

### Textilförvaring

Kontrollera temperatur och relativ fuktighet (RF). Här bör någon form av logger finnas, eftersom mikroklimat ofta uppstår i textilförvaringar. Textilier är fuktkänsliga och kräver stabil temperatur och RF utan för stora svängningar. Högst 50 procent RF brukar rekommenderas.

### Skadedjur

Strimmig trägnagare angriper alla typer av virke i byggnadskonstruktionen, möbler och annan inredning. Även böcker kan angripas. Den trivs i fuktiga miljöer där RF överstiger 50 till 60 procent och temperaturen följer säsongsväxlingarna. Leta efter cirka 2 mm stora hål i virket där trägnagaren har tagit sig ut för parning, se bild

ovan. Runt om och inuti hålen kan man hitta bormjöl från aktiva larver. Lösa föremål som är angripna kan saneras genom att de förvaras en tid i ett klimat som trägnagaren inte tål, se 4 Vart vänder jag mig vid skador.

Det finns andra skadedjur som i sig inte förstör byggnad eller inventarier i någon större utsträckning, men som indikerar att miljön är fuktig och att det finns grogrund för mikroorganismer. Fuktbaggar och mögelbaggar kan förekomma i stor mängd i fuktiga miljöer. De är brunsvarta skalbaggar som blir upp till 3 mm långa.



*Detaljbild altarskåp Vaksala kyrka.*



*Spår efter strimmig trägnagare.*

*Källa: Anticimex, fotograf Lennart Falk.*

### **Saltutfällningar**

Förekommer saltutfällningar på insidan av ytterväggen eller på golvet? Förekomst av salt i kristallformationer eller som en pulveraktig beläggning är ett tecken på att fukt avdunstar till inomhusluften. Undersök var fukten kommer ifrån. Antingen kommer den in genom otätheter i väggen eller så stiger fukten kapillärt från marken. Förebyggande av saltutfällningar hänger på att fasadens och dräneringens funktion är fullgod. Saltet avlägsnas genom torrborstning och dammsugning.

Saltutfällningar på ytan ger inga mekaniska skador på väggen, men skadar väggmålningar. Om saltet däremot kristalliseras inuti väggens ytmaterial, exempelvis puts eller tegel, kan det sprängas sönder. Det kan i längden innebära att väggens hållfasthet försämras. Använd inte stösalt för halkbekämpning i kyrkans närhet.

### **Kontrollera fukt- och temperatursensorer**

Permanent, trådlösa sensorer för mätning och loggning av relativ fuktighet och temperatur underlättar uppföljning och styrning av klimatet i kyrkorummen. Läs mer om sensorer och

placering i avsnittet Styrning och övervakning. Kontrollera att sensorerna sitter på plats och att batterinivån är god.

### **Dålig lukt**

En obehaglig lukt, t.ex. doften av jordkällare, är ofta en indikator på fuktrelaterade problem och möjligen mögel. Dålig lukt kan komma både från aktiva mögelangrepp och från sådana som inte längre är aktiva. Försök att ringa in problemområdet och kontakta en expert för utredning. Observera att långt ifrån alla mikrobiella skador ger upphov till en dålig lukt.

### **Vatten- och avloppsledningar**

Kontrollera skick och täthet på eventuella vatten- och avloppsledningar inne i kyrkan. Hitta läckage genom att leta efter spår av fukt runt omkring och under ledningarna. Se till att kallvattenledningen har isolering i bra skick och att eventuell värmekabel fungerar.

### **Notera relevant förändring**

Har förändringar skett i byggnadens användning sedan föregående kontroll?

*Saltkristaller på väggen i ett elskåp.*



Fuktkontroll i kyrkor				
Checklista för egenkontroll av:		Kyrka:		
<b>Byggnadens inre</b>		Utförd av:		
		Datum:		
		Väder:		
Kontrollpunkt	Punkt utförd	Besiktningsnoteringar	Åtgärdsförslag	Ansvarig
<b>Generella punkter</b>				
Uppföljning av förra protokollet				
Kondens på kalla ytor				
Mikroklimat				
Textilförvaring				
Inredning och föremål av trä				
Skadedjur				
Saltutfällningar				
Kontrollera fukt- och temperatursensorer				
Dålig lukt				
Vatten- och avloppsledningar				
Notera relevanta förändringar				
<b>Kyrkospecifika punkter</b>				



Foto: Alex & Martin/IKON

Dop i kyrka.

## I SAMBAND MED FÖRRÄTTNING

Här följer ett antal råd som är viktiga att tänka på i samband med förrättning eller annan användning av kyrkan.

### Kontrollera värmesystem och avfuktare

Se till att de tekniska installationerna är i funktion. Kontrollera att eventuella avfuktare kan göra sig av med den fukt som samlas, vare sig det gäller vatten från en kondensavfuktare eller fuktig luft från en sorptionsavfuktare.

### Vädra vid rätt väderlek

Att vädra efter en förrättning kan vara ett effektivt sätt att bli av med den extra fukt som besökare och tända stearinljus har fört med sig, men tänk på att vädning av kyrkan inte ska ske så länge utetemperaturen är högre än ytemperaturen inomhus. Det finns stor risk för kondens på kalla ytor när varm luft släpps in. Vädningseffekten är snabbast och säkrast vintertid. Den värme man förlorar är oftast marginell.

### Använd inte tösalt

Använd inte tösalt för halkbekämpning i kyrkans närhet. När saltkristallerna löses upp och

går ner i marken kan de med tiden sugas upp med markfukten in i grundkonstruktionen och yttermuren. Detta kan skapa saltskador på sikt.

### Smuts på ytor

Regelbunden städning behövs av många skäl, men ur fuktsynpunkt är det viktigt att ytor är rena eftersom smuts binder fukt. Smuts som damm, pollen och andra partiklar innehåller även näring, vilket skapar förutsättningar för mikrobiologiska angrepp.



Saltskador på insidan av yttermuren.



## VART VÄNDER JAG MIG MED SKADOR

Här ges tips och råd för hur man kan gå vidare om en skada har uppstått.

### SKADEUTREDNING

Ibland behöver man ta hjälp av expertis för att bedöma en skada, till exempel om det är risk före en omfattande skada. Om känsliga inventarier eller byggnadsdelar har påverkats bör även en antikvarie tillkallas.

Det finns många företag som erbjuder skadeutredningar, från de stora teknikkonsultföretagen till små, lokala aktörer. Kunniga och erfarna skadeutredare har ofta någon typ av

vidareutbildning och finns med i olika nätverk. Här beskrivs två nätverk och kontaktuppgifter till dem.

#### Byggdoktorn

Byggdoktorerna är ett nätverk av sakkunniga skadeutredare inom främst fukttekniska utredningar. Kontaktuppgifter: [www.byggdoktor.com](http://www.byggdoktor.com)

#### Fuktcentrum

Fuktcentrum vid Lunds Tekniska Högskola utbildar och listar personer som arbetar som diplomerad fuktsakkunnig med fokus på byggprocessen.

Kontaktuppgifter: [www.fuktcentrum.lth.se](http://www.fuktcentrum.lth.se)

---

## PROVTAGNING OCH ANALYS

När misstanke finns om att en byggnadsdel eller något föremål är angripet av mikroorganismer finns möjligheten att göra en enkel provtagning enligt tejp-metoden, se nästa uppslag, och skicka till ett laboratorium för analys. SWESIAQ har en lista över verksamma laboratorier (november 2014), som utför mikrobiologiska analyser<sup>2</sup>, se nedan.

Namn	Kontaktuppgifter	
ALS Life Sciences	<a href="http://www.alsglobal.se">www.alsglobal.se</a>	0920-28 99 00 eller 08-527 752 00
anoZona	<a href="http://www.anozona.com">www.anozona.com</a>	018-444 43 41
Botaniska Analysgruppen	<a href="http://www.botaniskanalys.se">www.botaniskanalys.se</a>	031-786 26 67
Eurofins-Pegasus lab	<a href="http://www.eurofins.se">www.eurofins.se</a>	010-490 8250
IVL Svenska Miljöinstitutet	<a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a>	010-788 65 00
PK Group	<a href="http://www.pkgroup.se">www.pkgroup.se</a>	060-127240
SP (Borås)	<a href="http://www.sp.se">www.sp.se</a>	010-516 5778 eller 010-516 5145
Tekomo	<a href="http://www.tekomo.se">www.tekomo.se</a>	040-421330
WSP Jerbol	<a href="http://www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/">www.wspgroup.com/sv/WSP-Sverige/</a>	010-7226411

---

## SANERING

Är en mer omfattande skada konstaterad behöver man kontakta en saneringsfirma. Saneringsföretagens riksförbund samlar både små och stora saneringsfirmor. Även tre rikstäckande företag anges här nedan.

**SFR sanering** Deras Medlemsföretag går att söka på hemsidan: [www.sfrsanering.se](http://www.sfrsanering.se)  
Telefon: 08-762 69 69 • Saneringsföretagens riksförbund är en sammanslutning av saneringsentreprenörer.

**Anticimex** [www.anticimex.com](http://www.anticimex.com) • Telefon: 075-245 10 00 • Rikstäckande – utredning och sanering

**Ocab** [www.ocab.se](http://www.ocab.se) • Telefon: 020-62 00 40 • Rikstäckande – utredning och sanering

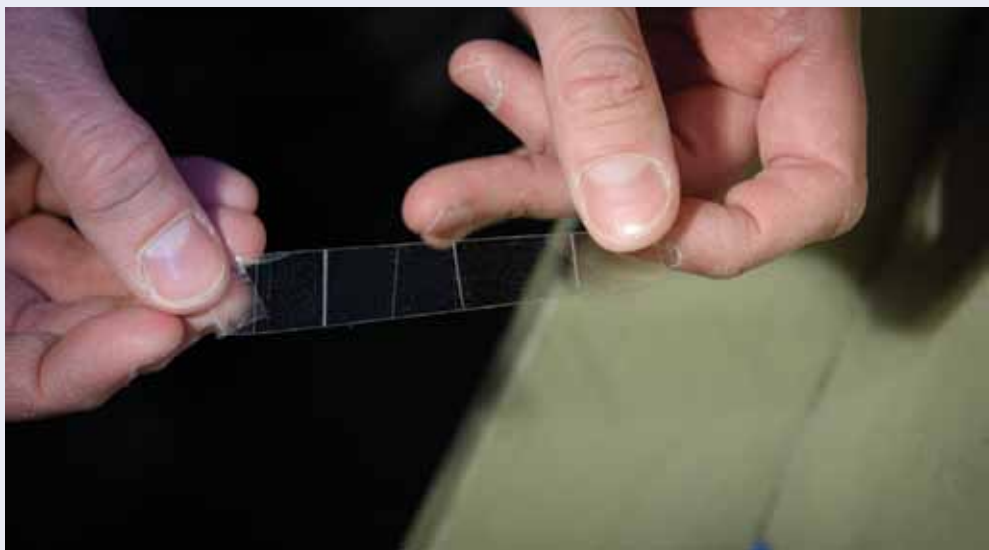
**Normor** [www.nomor.se](http://www.nomor.se) • Telefon: 0771-122 300 • Rikstäckande – utredning och sanering

# INSTRUKTION FÖR MIKROBIELL PROVTAGNING ENLIGT

## Det här behöver du:

- Fullt transparent tejp (viktigt!)
- Overhead-blad
- Plastficka
- Märkpenna

*Dra ut en bit tejp (ca 10 cm), vik in några millimeter i kanterna, fingra inte i mitten på tejp!*



*Lägg tejp mot ytan på det material som du vill ta prov på, stryk försiktigt med fingret över tejp. Lyft sedan tejp försiktigt.*



Foto: Magnus Aronsson/IKON

## TEJP-METODEN



*Placera tejpens på overheadbladet. Tryck inte fast för hårt eftersom tejpens skall kunna plockas upp igen för mikroskopering.*



*Märk ut dina provplatser på overheadbladet, till exempel 1 – norrvägg, 2 – under kyrkbänk och så vidare.*

Ta för säkerhets skull tre till fyra prover per provplats, ifall några av proverna inte går att analysera.

När alla prover är tagna förvaras overheadbladet i en plastficka för att skydda proverna. Plastfickan förvaras i rumstemperatur.

Lägg plastfickan med prover i ett kuvert tillsammans med ett ifyllt provtagningsprotokoll och beställningsblankett och skicka till ett laboratorium för analys. Utformning av protokoll och beställningsblankett varierar mellan de olika laboratorierna. Var noga med att ange vem som tagit proverna, vem som ska erhålla resultatet och vem som ska faktureras.

# RÅD FÖR DRIFT OCH UNDERHÅLL

## ATT SÄKERSTÄLLA PRAKTISKA RUTINER

Egenkontroller är inget man fastställer för all framtid, det är ett arbetssätt som kan ändras över tiden. För att hålla egenkontrollen aktuell bör man kontinuerligt fråga sig<sup>3</sup>:

- Vilka rutiner har vi?
- Vem har ansvaret för rutinerna?
- Används rutinerna?
- Fungerar rutinerna?
- Vad har rutinerna gett för resultat?



Egenkontrollen av kyrkans fuktillstånd görs för att i tid förhindra att skador uppstår och för att upptäcka skador om de redan har hunnit inträffa. Därför är det viktigt att egenkontrollens besiktningar blir till enkla och praktiska rutiner, som genomförs med bestämda intervall. Besiktningarna ska dokumenteras, noteringar och avvikelser ska följas upp och det ska vara tydligt vem som ansvarar för att gå vidare med en åtgärd. Besiktningarna dokumenteras med hjälp av ifyllda checklistor och genom att misstänkta eller konstaterade skador fotograferas.

En praktisk rutin kan baseras på följande steg:

- Kyrkvaktmästare, fastighetsskötare eller annan personal som praktiskt hanterar drift och underhåll utför egenkontrollen med hjälp av checklistorna vid regelbundna ronder. Enklare åtgärder genomförs direkt.

- Egenkontrollen med besiktningsnoteringar och åtgärdsförslag redovisas för den på tjänstemannanivå som har ansvar för byggnadernas drift och underhåll, till exempel fastighetschef/kyrkokamrer/kanslichef. Vid behov tas beslut om mer omfattande åtgärder och handlingsplaner.

Egenkontrollen av fuktillstånd kan med fördel kombineras med andra rutiner och ronder som sker i kyrkan. Exempel på kartläggning är arbetsmiljö och systematiskt brandskyddsarbete.

## BESTÄMNING AV BYGGNADENS STATUS

En byggnads tekniska status är ett ganska brett begrepp som omfattar bärande konstruktioner, invändiga och utvändiga ytskikt, fönster, dörrar, mm. Problem med fukt är en central del av en byggnads status – inte minst i en gammal kyrka. Detta kan medföra krav på inneklimatet och vilka punkter som är särskilt känsliga och bör bevakas, både inom- och utomhus. Förutom att ligga till grund för egenkontrollen av fuktillstånd kan bestämningen av byggnadens status ge inspel till vård- och underhållsplanen.

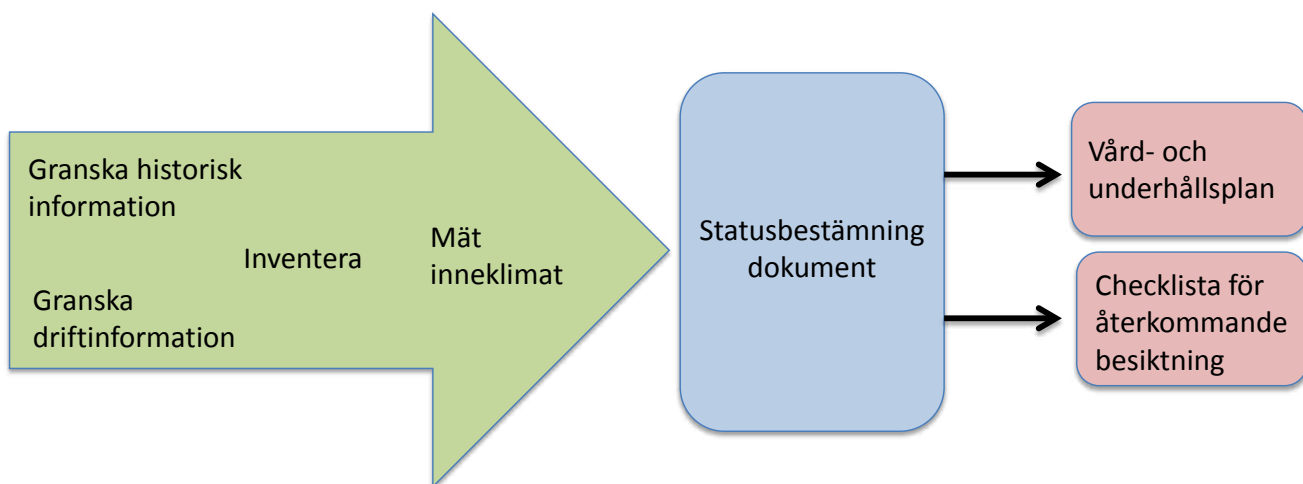
### Granska historisk information

Granska historisk information om fuktskador/fuktproblem, reparationer, uppvärmningssystem m.m. Skapa en bild av tidigare åtgärder gällande inneklimatet och energieffektivisering. Vilken information finns inom församlingen? Vad vet kyrkvaktmästare och andra som arbetat nära kyrkan?

Information finns också att söka hos Riksantikvarieämbetet i deras digitala publikationer om Sveriges kyrkor. Även läns museerna kan ha mer information.

### Granska driftinformation

Hur ofta och på vilket sätt används kyrkan idag? Vilken är den nuvarande uppvärmningsstrategin? Kontinuerlig eller intermitterande uppvärmning? Helt kallställd eller hålls en grundtemperatur?



Process för att bestämma en byggnads status och vad informationen används till.

### Inventera

Saknas det grundläggande kunskap om de olika byggnadsdelarnas konstruktion och status bör en grundlig inventering göras med hjälp av byggnadsteknisk och antikvarisk expertis. Inventering görs av alla byggnadsdelar som tak, vind, torn, fasader med fönster och portar samt mark och dränering. Invändigt bör inventeringen peka ut känsliga mikroklimat.

### Mät inneklimat

Baserat på inventeringens utpekade känsliga mikroklimat bör fuktförhållanden mätas under minst ett år.

### Statusbestämningssdokument

Insamlingen av bakgrundsinformation leder till att allt kan samlas i ett statusbestämningssdokument i form av text och foton.

### Checklista för egenkontroll av fuktillstånd

Med hjälp av statusbestämningen kan checklistorna i den här handboken kompletteras med specifika kontrollpunkter för varje kyrka.

### Vård- och underhållsplan

Statusbestämningen kan också ge värdefull information till kyrkans vård- och underhållsplan.

Ett flödesschema för att komma fram till en fungerande rutin för egenkontroll av fukt och mögel kan se ut enligt följande.

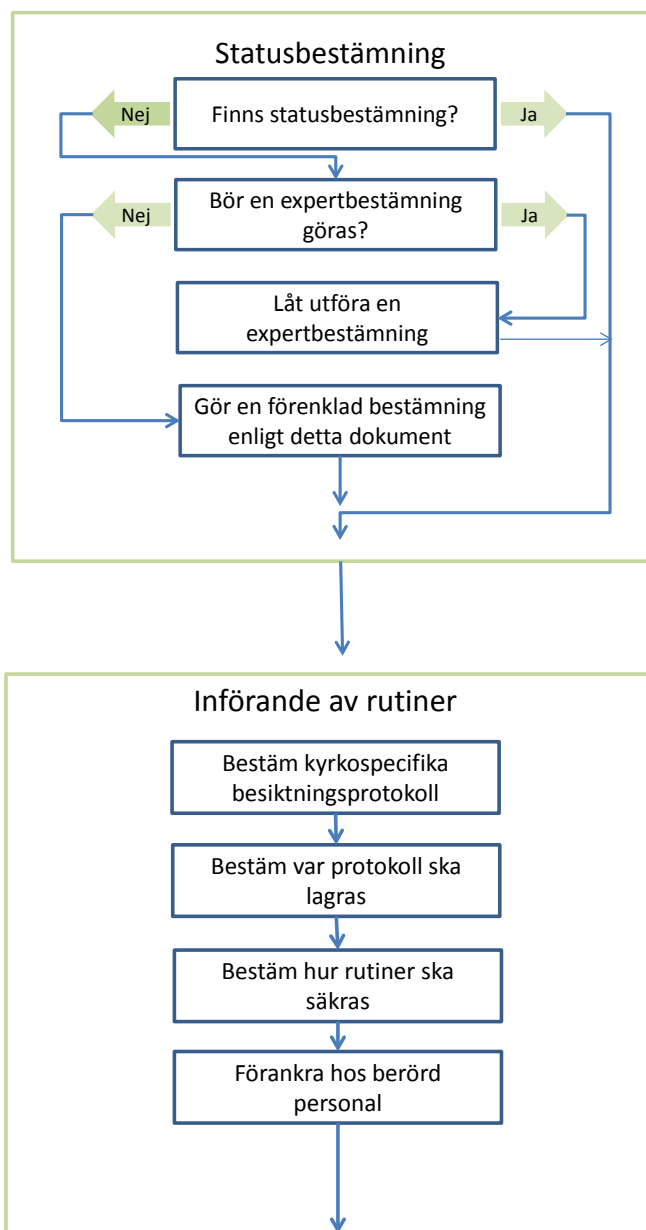




Foto: Magnus Aronsson/IKON

Barnkör övar inne i kyrkan.

## HUR KAN MAN SÄKERSTÄLLA ETT BRA INNEKLIMAT?

### MÄTNING

Att kontinuerligt mäta och följa upp temperaturer och relativ fuktighet (RF) i kritiska punkter är en förutsättning för att säkerställa ett bra inneklimat. Mätning kan göras med olika typer av utrustning, som är mer eller mindre avancerad.

**Engångsloggers för relativ fuktighet** med färgindikator är enkla att placera ut och läsa av. De kan vara bra att använda för en första undersökning av utrymmen där man misstänker att luftfuktigheten är hög. Avläsning sker manuellt på fuktindikatorn.

**Dataloggers för fukt och temperatur** finns i en mängd olika utföranden. Gemensamt för dem är att de samlar in och lagrar mätvärden, som kan analyseras i realtid eller i efterhand. De enklare varianterna av loggers måste fysiskt kopplas ihop med en dator för att mätserierna ska kunna analyseras i efterhand. De mest avancerade varianterna använder någon typ av nätverk (t.ex. GSM eller Wi-Fi) för automatisk datakommunikation och lagring. Om något gränsvärde överskrids eller tekniska problem uppstår skickas larm via sms eller e-post. De

flesta moderna dataloggers drivs med batterier för enkel installation.

### STYRNING OCH ÖVERVAKNING

Ett automatiserat system, som använder både fukt- och temperatursensorer, kan vara till stor hjälp för att hålla uppsatta klimatkrav. Det kan gälla både att nå den termiska komforten vid en förrättning och för att hålla kontroll på fuktnivån i både kyrkorum och mikroklimat. Den övervakande mätningen sker med automatik och larmfunktioner finns inbyggda i systemet i de fall inställda gränsvärden för temperatur och relativ fuktighet överskrids under en längre period.

Många styrsystem av den här typen går att kombinera med bokningssystem för kyrkans förrättningar, vilket underlättar i intermitterant (tillfälligt) uppvärmda kyrkor. Med ett självlärande styrsystem innebär det att tiden för uppvärmning till komforttemperatur kan minimeras. Med fuktsensorer placerade på strategiska platser i kyrkan kan man övervaka och styra både uppvärmningssystemet och avfuktare. Avfuktning är ofta ett mer energieffektivt sätt att kontrollera RF jämfört med att värma upp lokalen<sup>4</sup>.

## UPPVÄRMNING

Det finns i princip två anledningar till att värma upp en kyrka, eller vilken annan byggnad som helst för den delen. Den ena är för att skapa komfort för de som vistas där och den andra för att säkerställa ett inneklimat som är skonsamt för de inventarier som finns där. Det som är mer unikt för kyrkor är att den termiska komforten inte behövs dygnet runt veckans alla dagar, eftersom kyrkor ofta används mer sällan. Ett skonsamt inneklimat vill man alltid ha, men många känsliga inventarier förvaras i särskilda rum där temperaturen kan styras separat. Sakristian är exempel på en avgränsad yta och där finns vanligen textilskåp med ömtåliga klädnader. Å andra sidan förvaras andra känsliga föremål som polykroma träskulpturer i själva kyrkorummet. I en kyrka finns därför anledning att dela upp och styra uppvärmningen i både tid och rum.

**Radiatorer** håller en relativt låg yttemperatur, vilket innebär att den värmeavgivande ytan behöver vara ganska stor. Radiatorer används när värme ska riktas mot ett speciellt mål samtidigt som man vill undvika alltför stora luftrörelser, som en konvektor ger. En viss del konvektiv värme kommer dock att avges ovanför radiatoren, vilket motverkar kallras när den är placerad under ett fönster. Luftrörelsen kan också orsaka problem med partikelavsättning på ytor i närheten. Man bör inte placera ömtåliga föremål i nära anslutning till en radiator, eftersom mikroklimat kan skapas med ogynnsamma temperatur- och fuktförhållanden. Radiatorer placeras oftast på väggar under fönster eller under bänkar (se vidare under Bänkvärmare).

**IR-värmare** är en variant av en radiator där den vanligaste modellen i Sverige har rörformade element som med elektricitet glödgas och avger ett rött- till vitaktigt sken. IR-värmare använder höga temperaturer och måste monteras på ett tillräckligt långt avstånd från människor och föremål för att inte skapa obehag eller skada känsliga material och ytor. Fördelen med IR-värmare är att de snabbt kan höja tem-

peraturen lokalt utan att påverka det allmänna inomhusklimatet i någon större utsträckning. IR-värmare lämpar sig väl för riktad, intermittent uppvärmning. Dock bör de användas i kombination med andra värmare, till exempel radiatorer eller bänkvärmare.

**Konvektorer** förekommer med och utan inbyggd fläkt. Ett kamflänsrör är den enklaste varianten av konvektor, där flänsar fästs på utsidan av ett rör med varmt flödande vatten eller elvärme. Den omgivande luften värms vid kontakt med flänsarna och en luftrörelse skapas, så kallad egenkonvektion. Strömningen av den varma luften gör att värme fördelas i rummet och hjälper till att motverka kallras från väggar och fönster. I en fläktkonvektor skapar fläkten en påtvingad konvektion vilket ökar värmeavgivningen ytterligare. Luftströmningen från en konvektor gör att risken för svärtning av ytor ökar. Särskilt lågt placerade konvektorer, nära golvet eller i konvektorgravar i golvet, gör att damm och partiklar från golvet förs upp i luften och fastnar på vertikala ytor.

**Bänkvärmare** används för att ge termisk komfort för personer som sitter i kyrkbänkarna samtidigt som omgivande inneklimat ska påverkas så lite som möjligt. Det innebär en lokal uppvärmning som passar bra vid intermittent uppvärmning, särskilt i kyrkor med avskilda bänkkvarter. Dock måste man vara observant på att fukt från besökare i det varma bänkkvarteret kan kondensera mot kalla ytor i närheten.

Enbart bänkvärmare är sällan tillräckligt för att nå termisk komfort och för att säkerställa ett fuktsäkert inneklimat. Bänkvärmare med hög installerad effekt (t.ex. IR-värmare) kan skapa luftströmmar i rummet, vilket kan skapa obehag och ge problem med fukt som kondenserar på kallare ytor samt partikelavsättning och förosmutsning<sup>5</sup>.

Bänkvärmare med låg effekt måste ofta slås på en tid i förväg för att hinna värma ytorna lokalt runt bänkarna. Med ett lågeffektsystem får man mindre problem med luftrörelser, men det

är också svårare att nå termisk komfort. Moderna bänkvärmesystem använder lågtempererad värme som fördelas från större ytor, till exempel golvvärme och värme i ryggstöd med hjälp av värmefolier. Besökaren ska omges av varma ytor, som i kombination med strålningsvärme ovanifrån kan ge god komfort.

**Golvvärme** kan utföras både med vattenburen värme och elvärme. Att nyinstallera vattenburen golvvärme i en äldre kyrka är emellertid mycket svårt med tanke på de ingrepp som måste göras i golvet. Bevarande av kulturhistoriska värden går vanligen före. Däremot är det möjligt att installera olika typer av elvärme, som inte behöver ligga under golvet. Värmefolier under vanliga mattor och elvärmda mattor är lösningar som kan användas lokalt i bänkkvarter eller vid altare för att öka komforten.

**Luftburen värme** innebär att uppvärmning sker med varm luft. Detta kan ske i kombination med ett mekaniskt ventilationssystem där en fläkt blåser in uppvärmd luft i rummet via kanaler med ett eller flera tilluftsdon beroende på volymen som ska värmas upp. Luften värms då den passerar ett värmebatteri, som kan ha vattenburen värme eller elvärme. Från- och tilluftssystem (FT-system) tar kontinuerligt in och värmer uteluft, vilket gör att luftväxlingen säkras. Energianvändningen blir dock hög om man inte återvinner värme från frånluften i ett så kallat FTX-system.

Luftvärmesystem kan vara skrymmande och inte så estetiskt tilltalande med tanke på de kanaler som behövs, särskilt med både tilluft- och frånluftskanaler. En fördel är att luften filteras. Filtren måste underhållas och bytas med

jämna mellanrum för att fungera bra. En annan variant av luftburen värme är en luft/luftvärmepump. Den här typen av värmepump lämpar sig bäst för mindre ytor, normalt upp till cirka 120 m<sup>2</sup>.

Om ett luftburet värmesystem inte är väl planerat eller injusterat kan det ge problem med luft rörelser som skapar obehag och svärtning av ytor. Det kan också skapa stora temperaturskillnader om donen inte är rätt placerade. Luftvolymen i kyrkorummet kan medföra höga temperaturer i rummets övre del där kyrkorgeln ofta är placerad. Risken för torkskador i orgeln är därmed stor.

## AVFUKTNING

Hög luftfuktighet i en kyrka kan kontrolleras med någon form av avfuktning av luften. För låg RF kan höjas med hjälp av befuktning men detta är generellt olämpligt i kyrkor eftersom det ofta finns kalla ytor där tillförd fukt kan orsaka problem. Att begränsa den relativa fuktigheten för att skydda kyrkan mot mikrobiologiskt angrepp och skadedjur kan göras med olika avfuktningmetoder. Avfuktning kan vara ett energieffektivt alternativ till uppvärmning under vintern<sup>6</sup>.

Om det är känt att mikroklimat i kyrkan är utsatta för fukttillstånd som innebär en risk för mikrobiologiskt angrepp på grund av olämplig kombination av RF och temperatur så kan luftavfuktning vara ett alternativ. Detta kan göras med en statusbestämning som inkluderar mätningar av fukttillstånd. Det är viktigt att inse att mikroklimat kan skilja betydligt från en punkt mitt i rummet. En åtgärd kan vara att flytta känsliga objekt från ett fuktigt klimat. Det kanske kan flyttas permanent från en placering nära en yttervägg till en annan placering. Observera att för att flytta antikvariska föremål krävs tillstånd från länsstyrelsen.

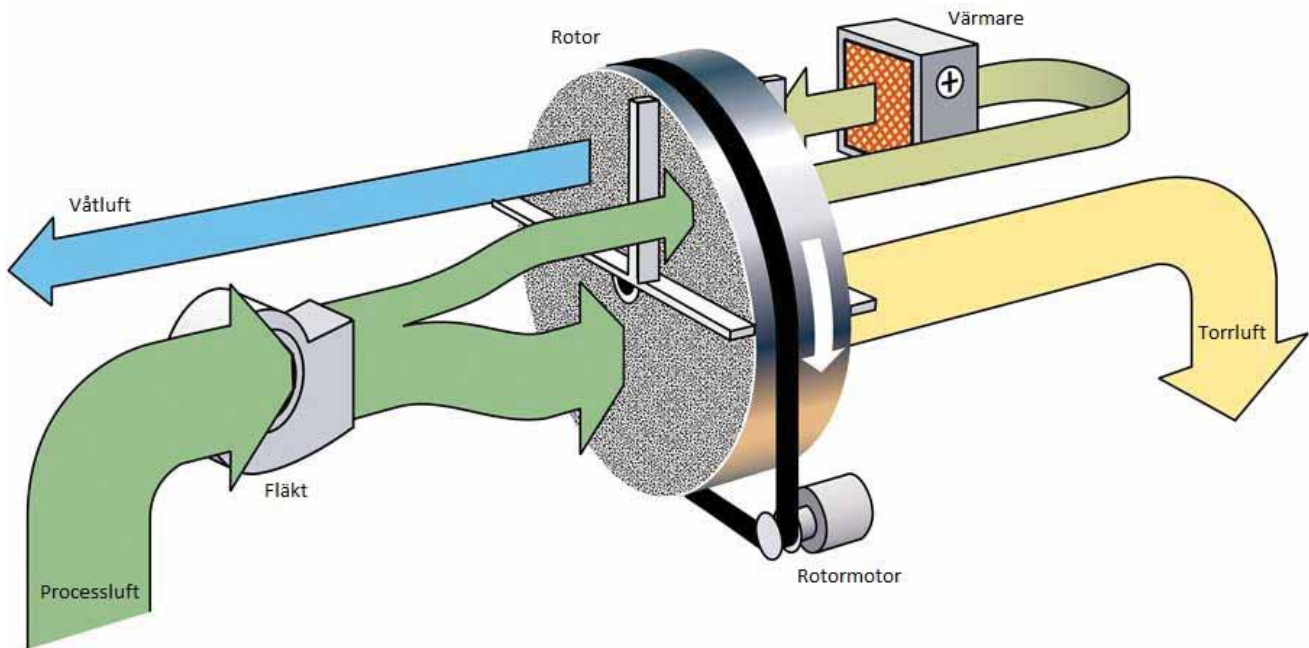
### Avfuktningmetoder

Avfuktning kan göras med avfuktningstrustning, kontrollerad ventilation eller till viss del med vädring. Att exempelvis värma en bygg-



Foto: Alex & Martin/IKON





Principerna för en rotor-sorptionsavfuktare. Rotorn innehåller kanaler med ett hygroskopiskt ämne.

Bildkälla: Seibu Giken DST AB.

nadsdel med värmeslinga kan även ses som en typ av avfuktning av byggnadsdelen i sig. Avfuktning av rumsluft leder till ökad fuktavgång från klimatskal. Detta kan medföra ökad saltavsättning på murade ytterväggar om det är ett problem i byggnaden. I huvudsak kan avfuktningens utrustning av luft indelas i två tekniker: kondensering och sorption.

Kondensering av vatten ur luft kan ske genom att luften kyls. En vanlig tillämpning är att vatten kondenseras ur luften genom avkylning med hjälp av kompressorkylteknik. Tekniken lämpar sig väl vid normal rumstemperatur eller högre. Processen avger relativt mycket värme till rummet som avfuktas, vilket kan vara bra om det finns ett värmebehov. Vid låga temperaturer (under 15 °C) tappar tekniken kapacitet och vid ytterligare lägre temperatur uppstår frostproblem och tekniken fungerar i princip inte. Det måste finnas tillgång till avlopp för kondensvatten eller en rutin för att tömma vattentanken. Utrustningen har en tendens att bullra då den innehåller en kompressor.

Sorption innebär enkelt uttryckt att fukt upptas i ett hygroskopiskt medium, en "absorbent". En vanlig tillämpning för lufttorkning är att låta luften passera genom en rotor med kanaler som

är impregnerade med ett torrt hygroskopiskt material där vattenånga kan upptas för att i ett andra steg låta varm luft passera genom detta för att torka rotorsektionen inför nästa cykel (se Figur 17). Den varma luftströmmen måste naturligtvis bortföras från rummet.

Processen hanterar vattnet i ångform och kan tillämpas även vid låga temperaturer, vilket ofta är aktuellt i kallställda eller intermittent (tillfälligt) uppvärmda kyrkor och deras krypgrunder (processen fungerar även vid minusgrader). Installationer i krypgrunder där våtluften förs ut kan skapa ett visst undertryck som minskar spridning av luften i krypgrunden till vistelseutrymmet i byggnaden.

Kombinationer av sorption och kondensering förekommer. Dessa kombinerade tekniker kan erbjuda energieffektiva lösningar.

Ventilering: Försök pågår med så kallad adaptiv ventilation. Denna metod kan användas i kallställda kyrkor genom att uteluft blåses in i kyrkan då den absoluta fuktigheten är lägre i uteluften. RF och temperaturförändringarna i kyrkan bör beaktas så de inte blir farligt höga med avseende på risk för sprickbildningar i inventarier.



Foto: Gustaf Hellsing/IKON

## FUKT OCH INNEKLIMAT I KYRKAN – SÅ HÄNGER DET IHOP

### VAR KOMMER FUKTEN IFRÅN

Fuktkantillföras en byggnad på flera sätt, antingen som fritt vatten eller som vattenånga i luften. Följande är vanliga grupperingar av fuktkällor<sup>7</sup>.

**Nederbörd** i form av regn, snö eller hagel. Regnvatten kan leta sig in i otätheter i klimatskalet, exempelvis otäta tak eller sprickor i fasadpanel eller murfogar. Snö kan yra in i öppningar som ventiler eller i vindsutrymmen och skapa problem när den sedan tinar. Ofta kan problemen förvärras om nederbörden kommer samtidigt som vinden är hård.

**Luftfukt**, det vill säga den fukt som bärs av luften, och som kommer från avdunstning från öppna vattenytor och från marken. Luftens kapacitet att bära fukt ökar med högre temperatur. Luftfukten kommer in i kyrkan med ventilationsluften, oavsett om det är genom självdrag eller mekanisk ventilation, och genom otätheter i klimatskalet när vinden ligger på. Inomhus blir luftfuktigheten ofta högre än utomhus. Till stor del beror det på fuktillskott från människors andedräkt, svett och regnvåta kläder, men också avdunstning från växter, våtstädning, matlagning och diskning med mera.

**Markfukt** består dels av den fuktighet som

grundvattnet ger och dels av den nederbörd som letar sig ner i marken istället för att vid markytan avdunsta till luften. Lite förenklat brukar man säga att markens relativa fuktighet alltid är 100 procent. Eftersom äldre byggnader ofta saknar kapillärbrytande skikt och markisolering, bör man räkna med att den byggdel som står i kontakt med marken också är i kontakt med fritt vatten.

**Läckage** förutsätter att något vattenförande föremål har skadats. Det kan till exempel vara en tappvattenledning, en ledning i ett vattenburet värmesystem eller diskmaskin som har gått sönder. För att undvika vattenläckage krävs till att börja med goda inspektionsmöjligheter, bra underhåll av tekniska installationer och uppmärksamhet på om någonting inte fungerar som det ska.

**Byggfukt** är det överskott av fukt som finns i byggnadsmaterial vid inbyggnad och som kommer att förångas för att till slut hamna i fuktjämvikt med sin omgivning. Det främsta exemplet är kanske betong, som kräver mycket tillsatt vatten vid gjutning och som sedan avdunstar under härdningen. En kanske vanligare källa till byggfukt i kyrkor är målarfärg som ska torka efter ny- eller ommålning.

## FUKT I LUFTEN

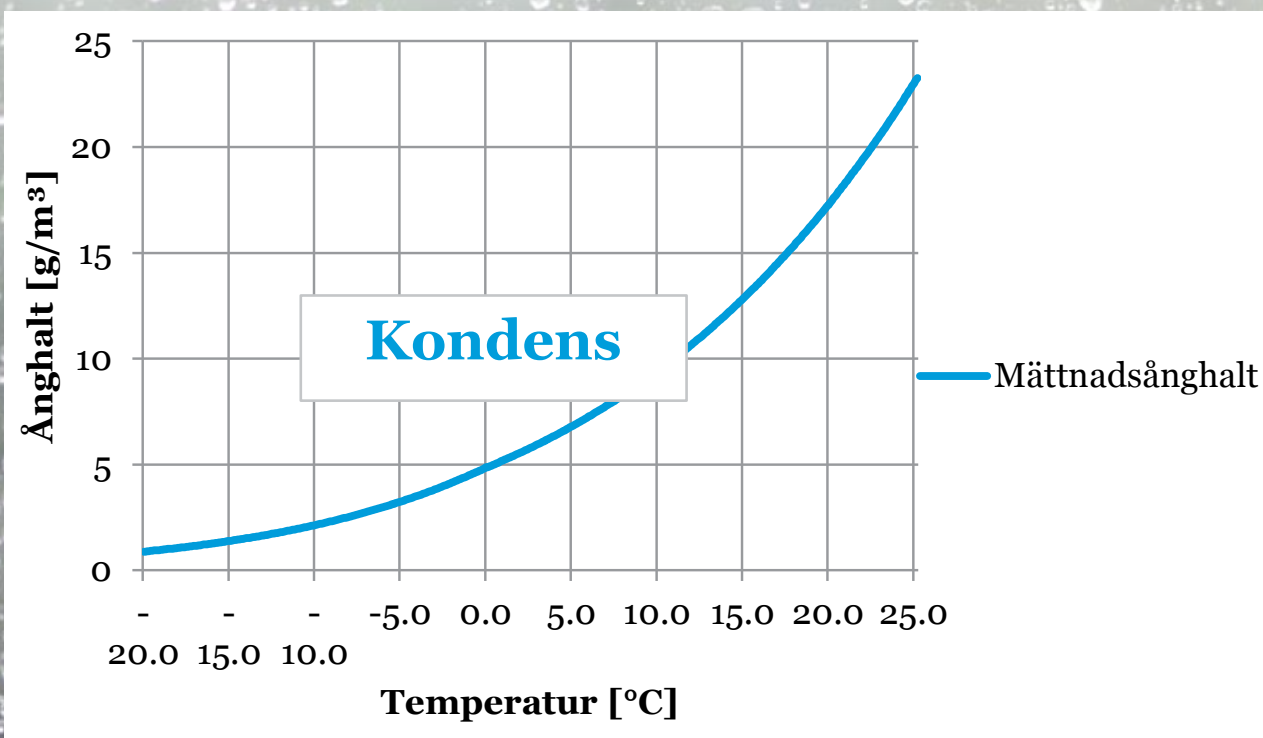
Fukt, eller vattenånga, finns alltid i luften i olika stor mängd. Mängden brukar i absoluta tal anges som gram vattenånga per kubikmeter luft ( $\text{g}/\text{m}^3$ ). Luften har en variabel övre gräns för hur mycket vattenånga den kan bära. Gränsen kallas mättnadsånghalt och ökar med ökad temperatur.

Exempelvis är mättnadsånghalten  $4,86 \text{ g}/\text{m}^3$  vid  $0^\circ\text{C}$  och  $17,28 \text{ g}/\text{m}^3$  vid  $20^\circ\text{C}$ . När mängden vattenånga överskrider mättnadsånghalten övergår ångan till vätskefas och vattendroppar bildas. Detta kallas kondensering och kan till exempel uppstå på insidan av ett gammalt fönster när det är kallt ute. Ytan på glasets insida är då kallare än rumsluften, vilket gör att mättnadsånghalten närmast invid glasytan är lägre. Om rumsluften har en hög ånghalt är

### Avsnittet i korthet

- Luftens förmåga att bära fukt är beroende av temperaturen – ju varmare luft desto mer vattenånga kan luften bära.
- Fukten kondenserar till fritt vatten när mättnadsånghalten överskrids. Det kan inträffa när varm, fuktig luft möter en kall vägg- eller fönsteryta.
- Fuktinnehållet i luften anges oftast i relativ fuktighet (RF) och uttrycks i procent. När mättnadsånghalten nås är RF 100 %.

det mycket troligt att fukten kondenserar som vattendroppar eller imma på glaset. Är det riktigt kallt ute kan isbildning uppstå.



## HYGROSKOPISKA MATERIAL

Vattenångan i luften kan med varierande effektivitet lagras i omgivande material. Ett materials struktur på mikronivå är ofta rik på porer, det vill säga hålrum i olika former. Med ökat antal porer ökar också den inre ytan i materialet. Fukt från luften går långsamt in i materialet och kondenserar mot porväggarnas yta. Ju högre den relativa fuktigheten är desto mer vatten kan lagras inuti porerna. Material med många fina porer har alltså den bästa förmågan att lagra fukt och kallas för hygroskopiska material. Några exempel på sådana material är trä, textil, puts, gips och animaliskt lim. Däremot har till exempel mineralullsisolering och tegel dålig hygroskopisk förmåga.

Fukttinnehållet i ett material strävar alltid efter att komma i jämvikt med sin omgivning. Ett fuktigt material som hamnar i en torr miljö torkar ut och tvärtom. Materialen i en kyrkas byggnadsstomme och många av dess inventarier har funnits där under mycket lång tid och följer sedan länge svängningarna i inomhusluftens relativa fuktighet. I en kyrka som är kontinuerligt uppvärmd under vintersäsongen kan RF gå från 70 procent på sommaren till 20 procent på vintern och stundtals ännu lägre vid kall väderlek. Ett hygroskopiskt material som trä kan därför utsättas för stora påfrestningar när svängningarna blir för stora.

Vid intermittent uppvärmning hinner inte de hygroskopiska materialen påverkas i samma

utsträckning av luftens förändrade RF. Då temperaturen stiger och luftens RF sjunker är det snarare en fördel med många fuktbuffrande föremål och väggytor. Putsade väggar, kyrkbänkar och andra träföremål avger då fukt till luften och variationen i luftens RF blir mindre påtaglig jämfört med om de hygroskopiska materialerna hade varit få. Problem kan dock uppstå när svängningarna blir för stora och för tätt förekommande, eftersom det ger dimensionsförändringar och spänningar i materialerna. Detta kan exempelvis leda till att färgskikt på bemålade inventarier skadas.

### Avsnittet i korthet

- Ett material med stor hygroskopisk kapacitet kan lagra mycket fukt i materialets porer
- Exempel på hygroskopiska material är trä, textil, puts, gips och animaliskt lim
- Mängden fukt i ett material kan uttryckas som fukthalt [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] eller fuktkvot [%]
- Ett materials sorptionskurva visar hur fukthalten eller fuktkvoten i materialet förhåller sig till luftens RF vid jämviktstillstånd.
- Stora svängningar i fukthalt ger upphov till stora, mekaniska påfrestningar i hygroskopiska material
- Hygroskopiska material kan utjämna svängningar i luftens RF, eftersom materialet lätt avger och tar upp fukt från luften.

## MIKROORGANISMER

Mikrobiologisk aktivitet kan omfatta mögel, bakterier, rötsvamp, med mera. Mögelsvamp kan avge ohälsosamma produkter till inomhusmiljön såsom partiklar i form av sporer, nedbrutna mögelhyfer och mycel samt flyktiga organiska föreningar. Till följd av detta kan brukare av byggnaden drabbas av olika hälsobesvär, till exempel irritation i ögon, luftvägar och på

huden samt trötthet eller huvudvärk<sup>2</sup>. Mögelsvamp kan dessutom bidra till nedbrytning av byggdelar samt exempelvis bryta ned bindemedel i färg så att den flagar. Om mögelsvamp trivs så trivs kvalster och kanske även rötsvamp vilket bryter ner bland annat trä mycket effektivt. Kort sagt: man vill inte ha mögelväxt i byggnader. Omvänt är en innemiljö där mögelsvamp inte trivs en av de förutsättningar som

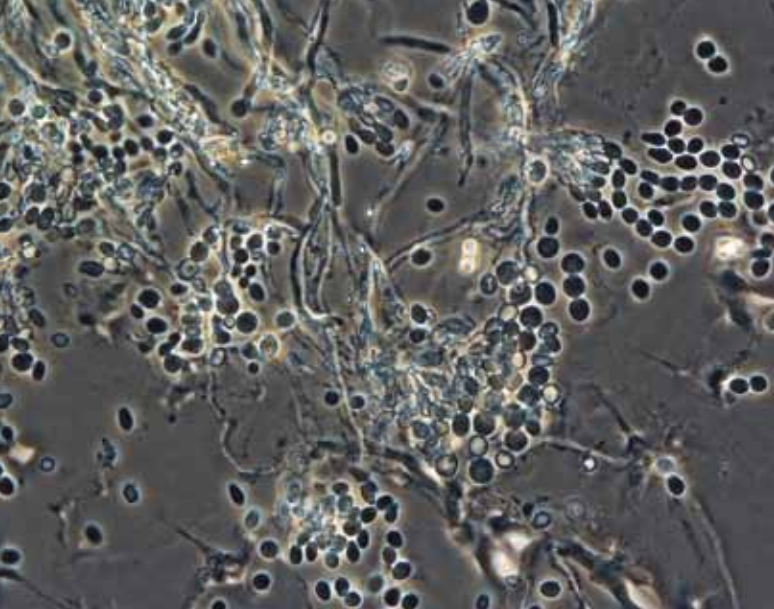


Foto i mikroskop föreställande mögelsvampen *Aspergillus sp.* som hittats i en kyrka.  
Källa: IVL Svenska Miljöinstitutet.

krävs för att en byggnad, dess inventarier och dess brukare ska må bra.

Mögelsporer sprids effektivt och naturligt i varierande halter i utomhusluften. De finns alltid närvarande i alla miljöer, såsom kyrkor, oavsett om det finns sporkällor i byggnaden eller inte.

Om temperatur och fuktighet är gynnsamma under en period samt att det finns näring i anslutning till sporen så vaknar den till liv, mycel växer till och börjar sitt nedbrytningsarbete (vilket vi i naturen oftast är tacksamma för). Det kan räcka med smuts på en yta som näring, exempelvis pollen. Det är på materialytan som angreppet uppstår. Det finns fler förutsättningar för att möglet ska trivas, exempelvis ett visst pH-intervall, men dessa förutsättningar är normalt tillgodosedda i byggnader och behöver normalt inte beaktas. Det räcker normalt med att det finns tillräckligt med vatten tillgängligt så växer mögel.

Hur snabbt en spor gror och hur snabbt mycel växer varierar med olika mögelarter. Olika mögelarter har olika optimala klimat, men gemensamt för dem är att de generellt trivs med hög luftfuktighet, även om det finns de arter som nöjer sig med lägre. Den optimala temperaturen är ofta 20-40°C, dock behövs bara några plusgrader för att möjliggöra tillväxt.

Ett mögelangrepp som har grott avstannar i sin

tillväxt om tillväxtförhållanden senare saknas under en period. Om förhållandena för tillväxt åter infinner sig fortsätter den växa. Ett mögelangrepp syns inte med blotta ögat initialt och behöver inte lukta.

Mögel växer olika bra på olika material. Trä och andra organiska material ger generellt en god förutsättning för mögel, eftersom organiska material innehåller näring för mögelsporerna. Mineraliska material kan också drabbas av mögel om det finns organiskt smuts på ytan. Inget material går säkert.

### Avsnittet i korthet

- Mikrobiologiska skador kan orsakas av ex mögel, bakterier och rötsvamp.
- Mögelsporer finns alltid i varierande halt i luften – räkna alltid med risken för mögelpåväxt.
- Ett fuktigt klimat gynnar mögelväxt
- Mögel trivs bra på organiska material som trä, men kan även växa på putsade ytor om organiskt smuts finns på ytan.
- Mögel kan i förlängningen orsaka omfattande skador på byggnad och inventarier.
- Både aktiv påväxt och uttorkade fuktskador kan ge upphov till försämrad luftkvalitet och hälsobesvär genom att gaser och partiklar släpps från det angripna materialet.

## ENERGIANVÄNDNING

En viktig anledning till att styra inneklimatet i kyrkor och byggnader i allmänhet är att minimera energianvändningen i möjligaste mån. Att hålla ett fuktsäkert inneklimat och samtidigt ha en låg energianvändning behöver inte vara motsägelsefullt, bara man anpassar systemlösningen efter förutsättningarna i den specifika kyrkan.

Avfuktning kan ofta vara ett mer energieffektivt alternativ till skyddsvärme. Några faktorer som avgör valet mellan avfuktning och skyddsvärme är byggnadens luftomsättning, volym,

U-medelvärde och börvärde för den relativa fuktigheten i luften<sup>8</sup>. Låg luftomsättning talar till avfuktarens fördel och luftomsättningen i svenska kyrkor är ofta lägre än vad man tror<sup>9</sup>. Bland 20 undersökta kyrkor i Mellansverige ligger medianvärdet på 0,09 luftomsättningar per timme. I topp ligger en träkyrka från 1900-talet och en stenkyrka från 1800-talet, båda med ventilerade kryppgrunder. Träkyrkan hade 0,40 oms/timme och stenkyrkan hade 0,23 oms/timme.

Läs mer om detta i rapporten från projektet MINK<sup>4</sup>.



Foto: Gustaf Helsing/IKON

## MEDVERKANDE I BOKEN

### Projektledare och samordnare

Jacob Lindblom, Peter Sandö, Marie Hård, Erica Bloom

### Styrgrupp samt Referensgrupp

Marie Hård, John Rothlind, Johannes Wikström

### Sakkunniga

Jacob Lindblom, Peter Sandö, Marie Hård, Erica Bloom

### Bildmaterial

Magnus Aronsson, Peter Sandö, Jacob Lindblom, Ikon bilddatabas på Svenska kyrkans nationella nivå- fotografer: Alex & Martin, Gustaf Hellsing, Kristina Strand Larsson, Maria Svensk, Mark Harris & Georg Lulich

### Layout

Marie Hedberg

### Kontaktpersoner

Markus Dahlberg, enhetschef, enheten för kulturarvsstöd, Svenska Kyrkan  
markus.dahlberg@svenskakyrkan.se

Erica Bloom, IVL Svenska Miljöinstitutet  
erica.bloom@ivl.se, tel 010-788 65 00

Denna handbok och samtliga checklistor finns att ladda ned i pdf-format på Svenska kyrkans webbsida: [www.svenskakyrkan.se/kyrkaochsamhalle/rapporter-kyrkoantikvarisk-ersattning](http://www.svenskakyrkan.se/kyrkaochsamhalle/rapporter-kyrkoantikvarisk-ersattning) under rubriken Rapporter nationella projekt under fliken kulturarv, samt från Svenska kyrkans Fastighets- och kulturarvsportal (på intranätet).

## KÄLLFÖRTECKNING

1) E. Svalin, *Att vårda en kyrka, 3 red., Verbum, 2004.*

2) SWESIAQ, *"SWESIAQ:s råd för utredning av mikrobiell påväxt i byggnader," SWESIAQ, 2014.*

3) Socialstyrelsen, *Fastighetsägarens egenkontroll, Artikelnr 2010-2-1 red., Socialstyrelsen.*

4) P. Sandö och J. Lindblom, *"Styrstrategier för inneklimat i kyrkor, Slutrapport för projektet MINK - Mikrobiologisk inventering i kyrkor," IVL Svenska Miljöinstitutet, 2015.*

5) D. Melander, T. Broström, E. Brokvist, M. Hård, L. Andrén och L. Bångens, *Handbok i hållbar energianvändning för kyrkan, Andra reviderade utgåvan red., Stockholm: Verbum Förlag AB, 2008.*

6) P. K. Larsen, *"The hygrothermal performance in Hellerup Church, Denmark," 2011.*

7) *handbok, praktik och teori, Andra, reviderade utgåvan red., AB Svensk Byggtjänst, 1994.*

8) P. K. Larsen och T. Broström, *Climate control in historic buildings, Uppsala universitet, Nationalmuseum National museum of Denmark, 2015.*

9) M. Sandberg, M. Mattson, A. Hayati och A. Sattari, *"Energibesparing i kyrkor: Luftläckage-, nedsmutsnings-, och klimatmätningar," Högskolan i Gävle, 2014.*

10) Svenska kyrkan, *Karlstads stift, Periodiska besiktningar och egenkontroller i kyrkans byggnader, Svenska kyrkan.*

Skador av mögel och andra mikroorganismer är tyvärr vanligt förekommande i kyrkobyggnader och saneringsarbetet är mycket tidsödande och kostsamt. Risken för mögelproblem i kyrkor ser inte heller ut att minska eftersom vi står inför en klimatförändring med ökande regnmängder och varmare klimat, det vill säga mer vatten att hantera och hålla koll på. Därtill står kyrkan inför en process av energi-effektivisering, vilket måste ske med varsamhet och med fukthantering i åtanke så att nya problem inte uppkommer.

Den mest effektiva strategin för att undvika mögelproblem är att undvika hög fuktbelastning och vatten. De viktigaste instrumenten för att upptäcka hög fuktbelastning är de mänskliga sinnen i kombination med kontinuerlig kontroll och mätning av temperatur och fukt. Genom att upptäcka tidiga varningssignaler för skaderisker, exempelvis genom införande av besiktningsronder, kan man agera i tid och undvika skador.

Svenska Kyrkan har i samarbete med IVL Svenska Miljöinstitutet tagit fram denna handbok som beskriver kopplingen mellan fukt och skador av mikroorganismer. Här återfinns fakta, råd och stöd för drift och underhåll (exemplvis besiktningsronder) samt vägledning utifall problem ändå uppstår. Handboken riktar sig till de som praktiskt hanterar driften av en kyrka och till de som deltar i planeringen av drift, underhåll och tillsyn av kyrkobyggnader.

Svenska kyrkan 

 ivl  
SVENSKA  
MILJÖINSTITUTET

