



DOKUMENT			SIDA
Inneklimat i Lunds stifts kyrkor			1 (7)
UPPRÄTTAT AV	DATUM	DOKUMENTBETECKNING	VERSION
Lunds stift	2018-06-18	1	1

Rekommendationer för inneklimat i Lunds stifts kyrkor

Bakgrund

Syftet med detta dokument är att fastställa vilken relativ luftfuktighet som skall råda i stiftets kyrkobyggnader för att uppnå ett gott inneklimat sett till kyrkornas konstruktion, inventarier, inredning samt personal och kyrkobesökare.

Dokumentet ska kunna ersätta att det i varje tillståndsansökan för installation av avfuktare i en kyrka krävs utlåtanden från specialister/konsulter över hur byggnaden och inventarier påverkas, utlåtanden som ändå är generella för samtliga kyrkobyggnader.

Detta dokument är framtaget av Lunds stifts stiftsingenjörer i samråd med Skånes Målerikonservatorer och orgelkonsult Anders Johnsson.

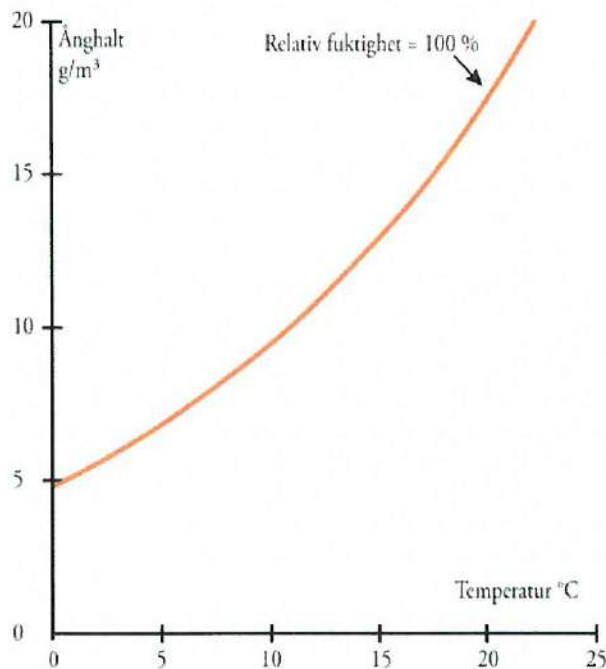
Relativ luftfuktighet

Relativ luftfuktighet, RF, är ett mått på hur mycket fukt luften innehåller i relation till hur mycket fukt som luften maximalt kan innehålla utan att kondensera. Maximal relativ fuktighet är 100 % RF. Om mer fukt tillförs luften kommer denna mängd fukt att kondenseras.

Luften kan innehålla olika mängd vatten vid olika temperaturer. Enligt figur 1 uppnås 100 % RF vid 0°C om luftens fukttinnehåll är ca $5g_{\text{vatten}} / m^3_{\text{luft}}$.

För att uppnå 100 % RF vid +25°C behövs mycket mer vatten, ca $23g_{\text{vatten}} / m^3_{\text{luft}}$.

DOKUMENT			SIDA
Inneklimat i Lunds stifts kyrkor			2 (7)
UPPRÄTTAT AV	DATUM	DOKUMENTBETECKNING	VERSION
Lunds stift	2018-06-18	1	1



Figur 1. Diagrammet visar hur mycket fukt som krävs vid olika temperatur för att luften ska bli mättad på fukt (RF blir 100 %). Man kan alltså reglera RF på två sätt, ändra temperaturen (via styrsystem) eller ta bort vatten ur luften (via avfuktning).

I uteluften variera både RF och ånghalten under året (se figur 2). Det är dock enbart RF som är intressant att titta på då det är RF som framförallt påverkar hur material rör sig, hur salter transporteras samt hur mikrobiell tillväxt sker.



DOKUMENT

Inneklimat i Lunds stifts kyrkor

SIDA

3 (7)

UPPRÄTTAT AV

Lunds stift

DATUM

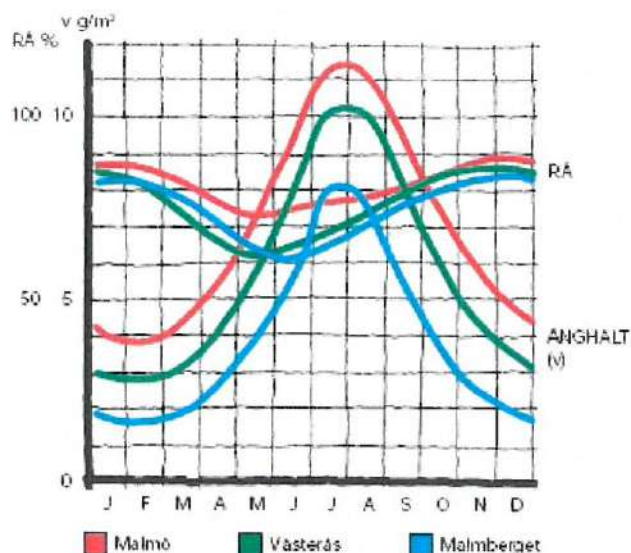
2018-06-18

DOKUMENTBETECKNING

1

VERSION

1



Figur 2. Ånghalten anger hur många gram vatten luften innehåller per volymenhet. Under sommaren är ånghalten som högst men RF är lägst! Detta beror på att utomhusluften under sommaren är varm vilket gör att den klarar av att innehålla mer fukt.

Problem

Problem som kan uppstå i en kyrkobyggnad orsakade av för hög eller för låg RF är att;

- Mögel kan gro samt tillväxa på organiska material, vilket kan skada vissa material samt medföra hälsoproblem för församlingarnas personal och besökare.
- Salter som finns i murverk kan skada puts och målningar genom att salterna löses upp och senare kristalliseras.
- Orglarna kan ta skada i form av ljudavvikelser och otäta konstruktionsdelar.
- Trävirke kan spricka vid för låg RF som uppstår vid uppvärmning vintertid.

Mögel

Beträffande mögel vill man undvika att den relativa luftfuktigheten överstiger 70-75 %. Mögelpåväxten är dessutom temperaturberoende. Det räcker inte att ha tillgång till fukt i kyrkobyggnaden för att mögel ska gro och växa. Vid lägre temperatur kan alltså RF tillåtas vara högre utan risk för mögel.



DOKUMENT

Inneklimat i Lunds stifts kyrkor

UPPRÄTTAT AV

Lunds stift

DATUM

2018-06-18

DOKUMENTBETECKNING

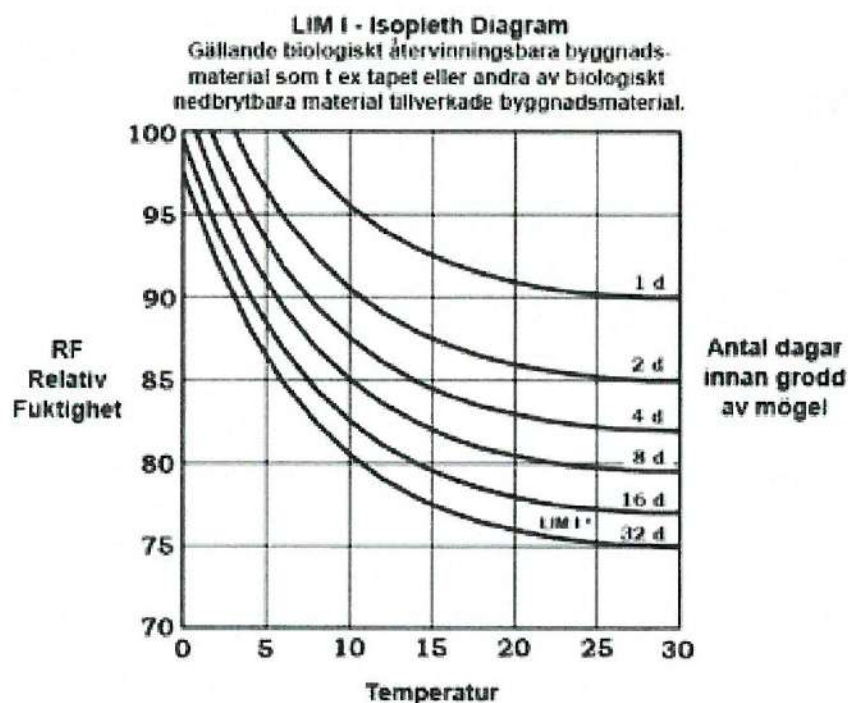
1

SIDA

4 (7)

VERSION

1



Figur 3, (Sedlbauer, K2001) Figuren visar hur fukt och temperatur måste samverka för att mögel ska gro. Under 70-75 % RF finns ingen risk för att mögel bildas oavsett hur varmt det blir.

Orglar

Orglar skiljer sig egentligen inte från andra inventarier i kyrkobyggnaden. En orgel består av trä, läder metall mm, det vill säga material som har förutsägbara beteenden vid olika inneklimat. Exempelvis spricker träet i en orgel om inneklimatet blir för torrt precis som hos övriga inventarier. Likadant börjar mögel att växa vid RF över 70-75%.

För spelbarhetens skull brukar man dock ställa extra stränga krav på inneklimatet där orgeln är placerad. För att en orgel inte ska stämma om sig, så att tonhöjden förändras, vill man eftersträva både en relativt jämn temperatur över året men också en jämn fuktighet. För orgelns skull bör RF i kyrkan ligga mellan 40-60% över året och inte understiga 35 % RF. Många garantier på nyttillverkade orglar upphör att gälla om RF går under 40%.

DOKUMENT			SIDA
Inneklimat i Lunds stifts kyrkor			5 (7)
UPPRÄTTAT AV	DATUM	DOKUMENTBETECKNING	VERSION
Lunds stift	2018-06-18	1	1

Kalkmålerier och salter

Salter i murverk förekommer i varierande omfattning bland stiftets kyrkor. Salterna kan lösas upp och därefter kristalliseras vid olika RF beroende på typ av salt. Man vill undvika att salter växlande löses och kristalliseras. Det är därför även i detta fall önskvärt att RF hålls på en relativt jämn nivå i kyrkobyggnaden. Ett intervall mellan 56-68 % är önskvärt. I detta intervall är kristallisation och lösning inte vanlig och en säkerhetsmarginal finns (se figur 4).

TABELL 8.1

Salt med kemisk beteckning	Kritisk RF för kristallisation vid 20°C (% RF)	Löslighet (g/l)	Molmassa (g/mol)
NaCl	75	360	58.5
NaNO ₃	74	880	85
Na ₂ SO ₄	82	162	142
Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	91	900	322
Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	86	215	286
KCl	85	344	74.5
KNO ₃	93	315	101
K ₂ SO ₄	97	110	194
K ₂ CO ₃	43	1.12	138
MgCl ₂ ·6H ₂ O	33	1.67	203
Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	53	420	256
MgSO ₄ ·7H ₂ O	90	710	246
MgCO ₃	~100	0.11	84
CaCl ₂ ·6H ₂ O	29	5.36	219
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	50	2.66	236
CaSO ₄ ·2H ₂ O	~100	2.4	172
CaCO ₃	~100	14·10 ⁻³	100

Figur 4, (Grahn Andersson 2008) från rapport *Fuktproblem i salt- och frostskadat tegelmurverk (Balksten, Lange, Lindholm 2014)*

De största problemen med saltskador i murverk beror inte på RF-nivån i kyrkorummet utan vatten som tar sig in i murverket via läckage eller kapillärtransport från marken upp i

DOKUMENT			SIDA
Inneklimat i Lunds stifts kyrkor			6 (7)
UPPRÄTTAT AV	DATUM	DOKUMENTBETECKNING	VERSION
Lunds stift	2018-06-18	1	1

grunden. Problem med inträngande vatten är något som skall lösas vid fuktkällan och inte med att ändra RF i kyrkan.

Murade väggar är tröga och det tar långtid innan de ställer sig i fuktjämvikt med den luftfuktighet som råder i byggnaden. Vid en tillfällig högre eller lägre RF tar det tid innan en murad konstruktion ställer sig i jämvikt med rådande luftklimat.

Diskussion

Den absolut största fuktkällan i kyrkorna är uteluftens fuktinnehåll. Utöver detta kan mindre mängd fukt tillföras via avdunstning från fukttransport genom konstruktionerna samt från mänsklig aktivitet.

För att hålla RF inomhus så konstant som möjlig kan detta åstadkommas genom att avfukta luften eller genom att styra temperaturen. Vilken metod man väljer är oväsentligt. Båda metoderna har exakt samma påverkan, RF förändras.

Att styra via temperaturen medför att luften behåller sitt fuktinnehåll. Ånghalten blir alltså exakt densamma som tidigare (alla vattenmolekyler finns kvar i luften). Konsekvensen är att under sommaren måste kyrkorna värmas rejält för att sänka RF till acceptabel nivå (om de inte avfuktas). Detta i sin tur medför utöver stora ekonomiska kostnader och onödig miljöbelastning även att orgelns tonhöjd förändras.

Den relativa luftfuktigheten bör för att tillgodose de krav som ställs gällande mögelpåväxt, saltskador och problem med orglar ligga i ett intervall på mellan 56-65 %.

En kortvarig förändring av RF som vid uppvärmning inför förrättning under vintern påverkar inte materialen då dessa är tröga och inte snabbt påverkas av att luftens RF sänks.

Eftersom saltproblematiken är kopplad till varierande nivåer på RF inne i kyrkorummet och en avfuktare ser till att hålla en jämnare nivå på RF skapar en avfuktare inte sämre förutsättningar för saltdrabbade murverk utan bättre. Det finns ingen anledning att göra en undersökning av kalkmålningarna i samband med installation av en avfuktare, om det inte finns uppenbara problem med salter i byggnaden, eller om målningarna inte uppvisar skador så som spjälkande puts- och färgskikt. Saltproblem har uppkommit redan innan det fanns avfuktare i kyrkorummet.

Däremot bör ju en uppföljande undersökning av kalkmålningarnas status göras om det uppstår problem.

DOKUMENT			SIDA
Inneklimat i Lunds stifts kyrkor			7 (7)
UPPRÄTTAT AV	DATUM	DOKUMENTBETECKNING	VERSION
Lunds stift	2018-06-18	1	1

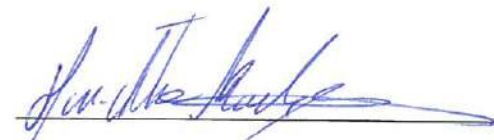
Slutsats

Förslagsvis kan Länsstyrelsen i Skåne och Blekinge i sin beslutshandling gällande tillstånd för avfuktare ta hjälp av detta dokument samt hänvisa till det:

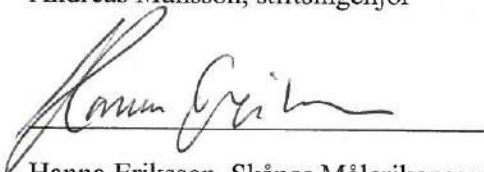
- En RF-nivå på 56-68 % bör hållas i kyrkorummet. På så vis är det möjligt att säkerställa att inneklimatet enbart blir till det bättre sett till samtliga parametrar man måste ta hänsyn till rörande stiftets kyrkobyggnader.
- Avfuktaren som installeras ska gå att ställa in på exakta börvärden.
- Avfuktarens placering ska ske i samråd med stiftets antikvarier och/ eller ingenjörer för att undvika mikroklimat.



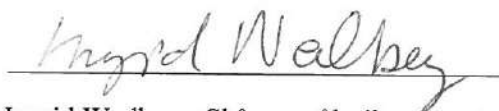
Andreas Månsson, stiftsingenjör



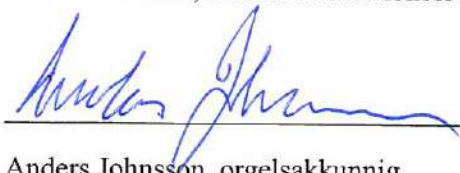
Jan-Åke Karlsson, Stiftsingenjör



Hanna Eriksson, Skånes Målerikonservatorer



Ingrid Wedberg, Skånes målerikonservatorer



Anders Johnsson, orgelsakkunnig,

universitetslektor i orgel och orgelkunskap