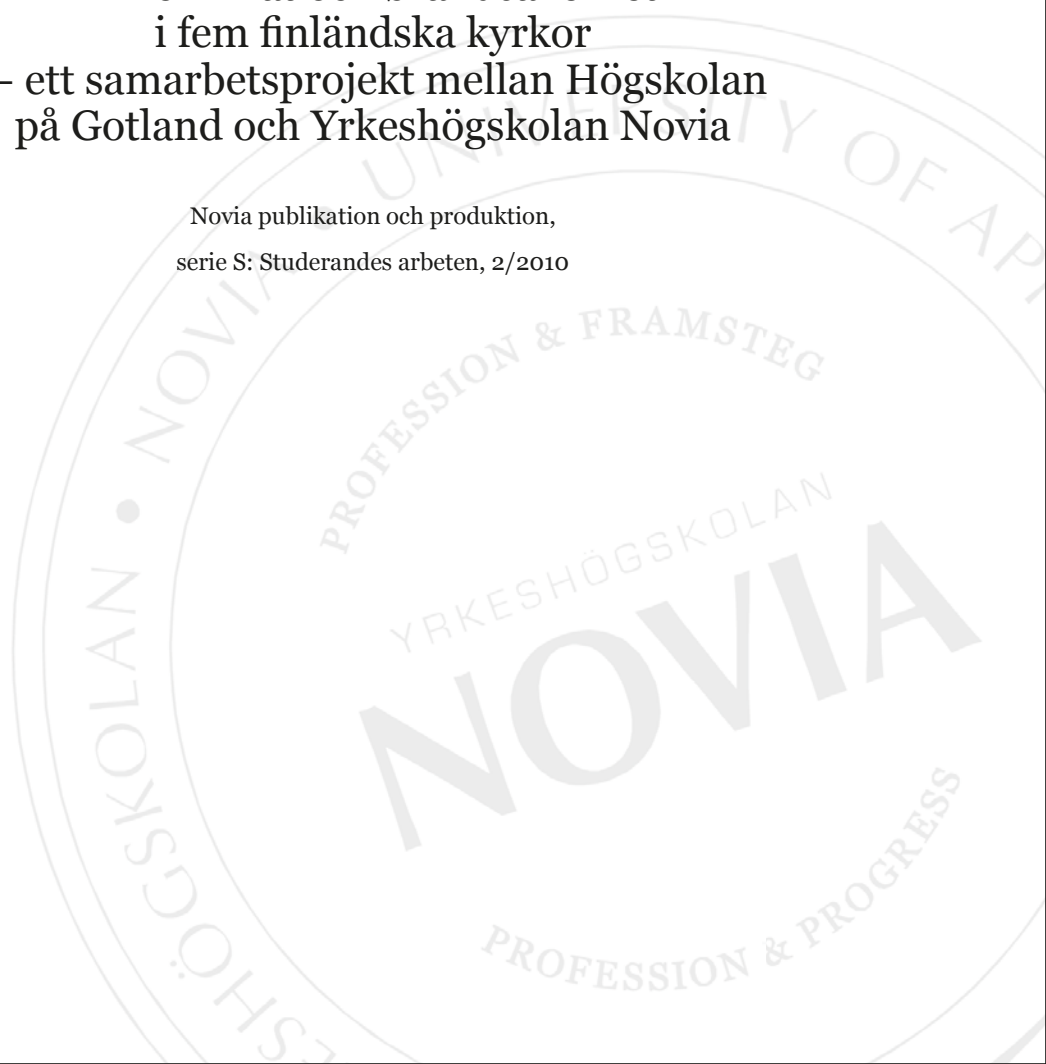


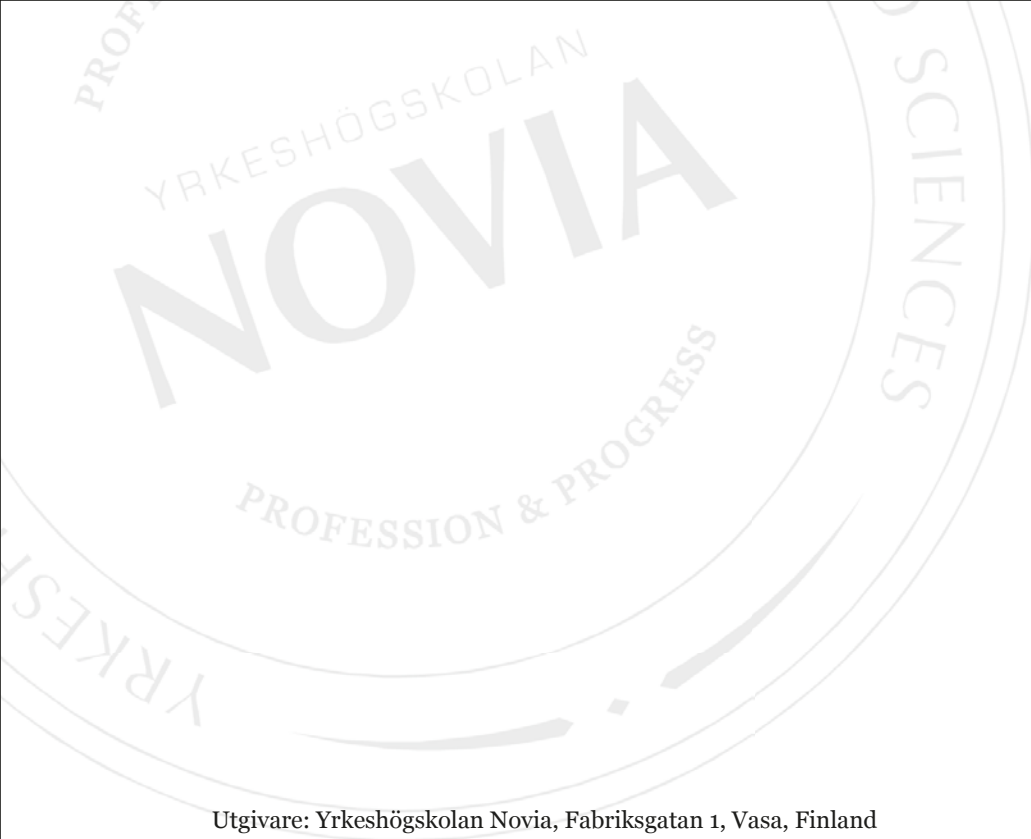
Inneklimat och brandsäkerhet i fem finländska kyrkor

Ett samarbetsprojekt mellan Högskolan på Gotland
och Yrkehögskolan Novia / Kirsti Horn (red.)

Inneklimat och brandsäkerhet
i fem finländska kyrkor
— ett samarbetsprojekt mellan Högskolan
på Gotland och Yrkeshögskolan Novia

Novia publikation och produktion,
serie S: Studerandes arbeten, 2/2010





Utgivare: YrkesHögskolan Novia, Fabriksgatan 1, Vasa, Finland

© 2010 Skribenter och YrkesHögskolan Novia

Foton: Oscar Grönholm, Erika Hallin, Kirsti Horn, Mattias Johansson,
Christopher Kjellberg, Jonathan Lindroos, Miko Miettinen, Ruusa Rossi,
Andreas Salonen, Marcus Åhgren.

Layout: Michael Diedrichs

Inneklimat och brandsäkerhet i fem finländska kyrkor. Ett samarbetsprojekt
mellan Högskolan på Gotland och YrkesHögskolan Novia / Kirsti Horn (red.).

– Vasa : YrkesHögskolan Novia, 2010.

Novia publikation och produktion, serie S: Studerandes arbeten, 2/2010.

ISSN: 1799-4209

ISBN (digital): 978-952-5839-18-0

Inneklimat och brandsäkerhet i fem finländska kyrkor

Ett samarbetsprojekt mellan Högskolan på Gotland
och Yrkeshögskolan Novia / Kirsti Horn (red.)

Innehållsförteckning

Inledning	5
Kyrka nr 1 Jonathan Lindroos och Mattias Johansson	9
Kyrka nr 2 Andreas Salonen, Ruusa Rossi och Marcus Åhgren	15
Kyrka nr 3 Oscar Grönholm och Erika Hallin	23
Kyrka nr 4 Miko Miettinen och Christopher Kjellbing	32
Kyrka nr 5 Andreas Salonen, Ruusa Rossi och Marcus Åhgren	41
Sammandrag	50
Bakgrund	50
Mätresultat	51
Förslag / inneklimatet	51
Brandsäkerhet	52
Förslag / brandsäkerhet	53
Slutord	54
English summary	55
The research methods	55
The result	55
Om Högskolan på Gotland	57

Inledning

Under hösten 2008 ordnade Yrkeshögskolan Novia tillsammans med Högskolan på Gotland en kurs om inneklimat i historiska byggnader. Den hölls i Ekenäs, Finland. Detta var den tredje specialkursen inom samarbetet, som baseras på ett gemensamt intresse för byggnadsvård vid Utbildningsprogrammet i byggnadsteknik i Ekenäs och Avdelningen för kulturvård i Visby. Samarbetet stöds av Nordiska rådet genom Nordplus stipendier för gästande studerande och lärare.

Inneklimatkursens digra program bestod av föreläsningar, studiebesök och ett övningsarbete. Övningen, vars resultat rapporteras här, koncentrerades kring inneklimat och brandsäkerhetsfrågor i sex olika kyrkor. Vi hoppas att såväl de berörda församlingarna som andra skall finna de bifogade rapporterna över iakttagelser nyttiga då de planerar underhåll, uppvärmning och brandsäkerhet för sina kyrkor. Vänligen observera att resultaten endast är vägledande. Varken författare eller handledare kan ta juridiskt ansvar för innehållet i denna skrift.

Som handledare fungerade lektorerna Tekn. Dr. Tor Broström (inneklimat), Fil. Dr. Joakim Hansson (föremålsantikvariska ärenden) och doktorand Gustaf Leijonhufvud (dataloggers) från Högskolan på Gotland. DI Towe Andersson (brandsäkerhetsfrågor) och arkitekt Kirsti Horn (rapportering) representerar Yrkeshögskolan Novia.

Övningens mål var lära förstå hur inneklimatet påverkar konstruktioner och inventarier av olika material. Av de sex kyrkor, som studerades, är tre byggda av gråsten, tre av liggtimmer. Fem är uppvärmda och en står kall. Dataloggers, som registrerade relativ fuktighet och temperatur, hade placerats i kyrkorna nio månader tidigare. Uppgiften var att registrera skador och söka lösningar genom att analysera inneklimatet. Rapporten gäller endast fem av kyrkorna och enligt församlingarnas önskan framgår det inte vilka de är.



6

Bild inledning 1: En gul datalogger placerades centralt i varje kyrka och registrerade inneklimatet varje timme under nio månaders tid.

Varje rapport innehåller åtminstone följande:

- en beskrivning av kyrkans användning
- en granskning av skador på föremål, ytbehandlingar och konstruktioner
- en granskning av arrangemang för brandsäkerhet
- en analys av det registrerade inneklimatet
- förslag till förbättring av både inneklimatet och brandsäkerheten

Allmänt kunde konstateras att den relativa fuktigheten i inneluften – som är den avgörande faktorn i sammanhanget – varierade allt för mycket för att träföremål skulle kunna bevaras intakta.

Som informationskälla utnyttjades främst: Melander (red.), *Handbok i hållbar energianvändning för kyrkan*, ISBN: 978-91-526-3219-2, Stockholm 2008, väderleksrapporter från Meteorologiska institutet samt Internet och information från kyrkornas ägare och vaktmästare.

Vi tackar för samarbetet med de inventerade kyrkornas församlingar och ägare.

Ekenäs, den 30 mars 2009.

Handledarna

STUDERANDES ARBETE

Kyrka nr 1

*Av Jonathan Lindroos, Yrkes högskolan Novia, och
Mattias Johansson, Högskolan på Gotland.*

LUFTFUKTIGHET

Luften omkring oss innehåller alltid en viss mängd vattenånga. Mängden vattenånga benämns ånghalt och mäts i g/m^3 . Luften kan innehålla mer eller mindre vattenånga, men det finns en övre gräns kallad mätnadsånghalt (MÅH) då luften innehåller så mycket vattenånga som är möjligt. MÅH följer temperaturen så att varm luft kan innehålla mer vattenånga än kall luft. Det som avgör hur material berörs är hur nära mätnadsånghalten den egentliga ånghalten ligger och detta kallas relativ fuktighet (RH; Relative Humidity) och mäts i procent. När temperaturen stiger sjunker RH, och när det blir kallare stiger RH. Fuktinnehållet i träföremål följer den omkringliggande luftens RH. Om alltså RH sänks så sänks fuktinnehållet i trä och vice versa. Vid uttorkning krymper träet och kan få krympsprickor.

KYRKA NR 1

Denna kyrka fick sin utformning efter en brand i början av 1800-talet, men gråstensmurarna är till stor del från den tidigare 1600-talskyrkan. Den senaste renoveringen av kyrkan gjordes 1987–90. Byggnaden tar emot flera tusen besökare varje år och därför eftersträvas ett komfortabelt inneklimat. Kyrkan har ett väl planerat brandsäkerhetssystem.

KYRKANS ANVÄNDNING

Kyrkan används nästan dagligen för olika tillställningar; allt från konserter och gudstjänster till de vanligare traditionerna som bröllop och dop. Den är uppvärmd dygnet runt. Vid vår mätning ligger innetemperaturen mellan 21 och 22°C, vilket innebär att det blir ännu varmare, då det är aktivitet i kyrkan.

VÄRMEINSTALLATIONER

Kyrkans uppvärmningssystem utgörs av en oljepanna. Detta skall dock ändras inom en snar framtid till fjärrvärme; rören finns redan färdiga att anslutas vid ytterväggen. Värmen i kyrkan tillförs genom vattenburen golvvärme, några element samt elektrisk takvärme i vapenhuset.

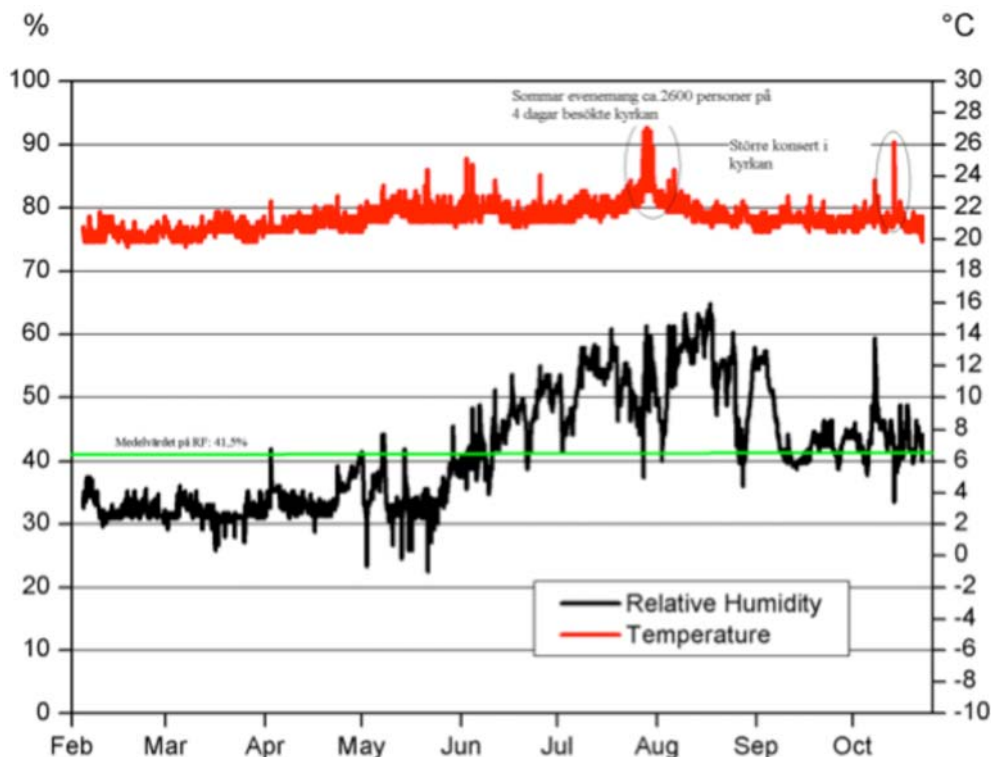
INNEKLIMATET

Kyrka nr 1 har idag ett varmt och torrt inneklimat dygnet runt. Temperaturen ligger vid våra mätningar på 21,5°C i långhuset och 20,4°C vid altaret. Att temperaturen är lägre där kan bero på att golvvärmeslingorna är glesare där, att förrådet bakom altaret inte har uppvärmt golv samt att radiatorer endast finns i den västra delen av långhuset. Detta har dock inte undersökts närmare i detta arbete.

Vi har även gjort mätningar av den relativa fuktigheten i byggnaden. Vid alltför hög RH finns risk för biologisk nedbrytning såsom rötsvamp eller biologisk påväxt t.ex. mögel, men sådana skadliga värden har inte påträffats i Kyrka nr 1 vid dessa mätningar. Den relativa fuktigheten i koret är 45,5 %, vilket är 2,5 % högre än i långhuset. Utomhus var temperaturen 8,8°C och den relativa fuktigheten 75,7 % vid dessa mätningar. I långhuset ligger ånghalten, ÅH på ca 8g/m³ samtidigt som den var ca 7g/m³ utomhus. Kyrkans vapenhus, som är avskilt från långhuset, värms endast upp vid låg utomhustemperatur och vid våra mätningar, utan uppvärmning, ligger temperaturen på 18,1°C, RH på 47 % och ÅH på ca 7g/m³. Luften i kyrkorummet står ganska still och vid våra undersökningar rör den sig mycket svagt från öst mot väst. Att undersökningen råkade sammanfalla med kantorns övning på orgeln och att denna kunnat orsaka luft rörelser i rummet kan ha lett till den svaga luftströmningen.

Under februari–oktober 2008 har en datalogger funnits i kyrkans långhus och denna har registrerat temperatur och RH för varje timme dygnet runt. Resultatet kan läsas av grafen nedan. Temperaturen understiger aldrig 19°C och ligger mestadels på en jämn nivå mellan 20 och 22°C. Några toppar då temperaturen stiger till över 25°C sammanfaller med välbesökta tillställningar i kyrkan. Fyra dagar i slutet av juli hölls

konserter i kyrkan och under dessa dagar steg temperaturen till ca 27°C i kyrkan. I oktober skedde en sista temperaturstigning över 26°C, detta i samband med ett välbesökt författarföredrag. De registrerade stora variationerna i luftens RH leder till att träföremål skadas genom krympsprickor då värdena är som lägst. Detta kan man se prov på i Kyrka nr 1; se vidare i skadeinventeringen.



Graf kyrka 1.1: Graf över innetemperatur och relativ fuktighet. Data registrerade mellan februari och oktober 2008. Den relativa fuktigheten borde hållas inom $\pm 10\%$ kring medelvärdet för att inte skador skall uppstå i inventarierna.

SKADEINVENTERING

Objekt	Kondition, skador	Åtgärdsförslag
Predikstol (1800-tal); bild kyrka 1.1	Krympsprickor på alla tre yttersidor.	Sänk temp. för att höja RH och därmed förhindra vidare sprickbildning.
Altaruppsats (1600-tal); bild kyrka 1.2	Krympsprickor i sidokolonner, färgavflagnig.	Sänk temp. för att höja RH och därmed förhindra vidare sprickbildning. Inkalla färgkonservator.
Bänkar, senast målade 1987-90	Färgavflagnig på ryggstöd, troligtvis från både värme och slitage.	Sänk temp. för att förhindra vidare avflagnig; alternativt förbättra måleriet.
Läktare och dess pelare	Pelarna har flera stora lodräta krympsprickor.	Sänk temp. för att höja RH och därmed förhindra vidare sprickbildning
Södra väggen	Fuktskada; vattenrinning under läktare, svartning i sydvästra hörnet under läktaren.	Behöver vidare utredning
Stuckaturgesims längst upp på norra och södra väggen.	Sprickor och fuktskador.	Kan bero på vattenansamling i hängrännor (vilka inte rensades på löv hösten 2007) som via uppvindar tar sig in under taket. Behöver vidare utredning.

Tabell kyrka 1.1: Skadeinventering.

BRANDSKYDDSINVENTERING OCH RISKMINIMERINGSFÖRSLAG

Brandskyddet i Kyrka nr 1 består mestadels av brandalarmsystem med detektorer och manuella alarmtryckknappar. Det finns också ett par handbrandsläckare på läktaren och vid sakristian. Det finns åtta branddetektorer i taket, fem under orgelläktaren samt två vid ingången till kyrkan. Vid alla utrymningsvägar finns nödutgångslampor. Utomhus finns inget som förhindrar räddningstjänstens arbete.

12

ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Vi anser att luften i byggnaden är för torr, vilket leder till att de månghundraåriga träinventarierna sakta skadas av för låg RH. Temperaturen i byggnaden bör sänkas för

att få upp den relativa fuktigheten inomhus. Genom att sänka temperaturen med 2–3 grader ökar träföremålens livslängd och samtidigt sänks församlingens uppvärmningskostnader. Vi anser också att temperaturen bör sänkas ytterligare när stora konserter eller liknande evenemang ordnas i kyrkan. Vårt förslag är att innetemperaturen läggs strax under 20°C och att de besökare som finner det för kallt kan behålla ytterkläderna på, vilket var vanligt i kyrkor för inte så länge sedan. Samtidigt kan klädhängaren som finns vid kyrkans entré tas bort eftersom denna underlättar för besökarna att ta av sig ytterkläderna. Eftersom församlingen kommer att ändra värmesystemet i kyrkan inom en snar framtid från olja till fjärrvärme resulterar vårt arbete inte i något förslag på förändring av densamma.

I *Brandskydd i kulturbyggnader* står följande: ”Oberoende av om räddningstjänsten gjort en insatsplan eller inte bör ägaren/innehavaren för varje objekt upprätta en lokal plan för åtgärder vid brand med en förteckning över de mest värdefulla föremålen samt en lista över kontaktpersoner och hur dessa kan nås”.

BILAGA

Fotografier av typiska skador i Kyrka nr 1:



Bild kyrka 1.1: Krympspricka.



Bild kyrka 1.2: Altarupsats: krympsprickor, flagande färg.

Kyrka nr 2

*Av Andreas Salonen, Yrkeshögskolan Novia, och
Ruusa Rossi, Marcus Åhgren, Högskolan på Gotland.*

BYGGNADSTEKNIK OCH UPPVÄRMNING

Kyrka nr 2 är en medeltida hallkyrka med stomme i granit, utvändigt utstrukna fogar, delvis reparerade med KC-puts, invändigt putsad med kalkputs.

Kyrkan har tre skepp i fem travéer med pelare av tegel och ett rakt avslutat kor. Valven i mittskeppet är stjärnformade medan sidoskeppen har kryssvalv. Valven är murade i tegel. På vardera långsidan finns fyra stora fönster med rundbåge liksom ett stort fönster med glasmåleri i koret. Kyrkan har en orgelläktare samt en rymlig vind. Takstolarna är av gotisk typ och yttertaket utgörs av ett tjärat spåntak. Till kyrkan hör även ett vapenhus och en sakristia. På väggar och i valv finns kalkmålningar. Bland de värdefulla inventarierna kan nämnas medeltida helgonbilder i trä, vapensköldar och en dekorativt målad predikstol.

Under fönstren finns värmeelement nedfällda i golvet samt på båda sidor om altaruppsatsen. Även under bänkarna finns element av radiator-konvektor typ. Värmekällan är fjärrvärme. En omfattande renovering utfördes 2007 då bland annat uppvärmningssystemet och ventilationen förnyades och kalkmåleriet rengjordes.

KYRKANS ANVÄNDNING

Kyrka nr 2 används regelbundet. Varje söndag hålls två gudstjänster. Utöver detta anordnas vigslar, konserter, dop med mera.

INNEKLIMATET DEN 29 OKTOBER 2008

Då vi besökte Kyrka nr 2 mätte vi temperaturen, relativa fuktigheten samt ånghalten i luften. Erhållna mätvärden presenteras nedan. Även luftrörelser studerades. Vi blåste såpbubblor och iakttog vart bubblorna svävade. Det fanns inget större drag i kyrkan. Enligt församlingsmästaren däremot, hade det börjat dra mera efter renoveringen år 2007. Då vi besökte kyrkan kunde vi konstatera att kallrasen vid fönstren var dominant. Kallras innebär att fönstrets kalla yta kyler inneluften, som sedan sjunker ner längs väggen. Detta kan förebyggas genom att placera värmeelement under fönstren. Den dag då mätningarna genomfördes var värmeelementen inte särskilt varma. Kyrkan har permanent uppvärmning och den värms upp till ca 20°C.

	RH (RF) %	Temp. °C	ÅH g/m ³	Temp ute. °C	ÅH ute g/m ³
vid besök	44,7	20,3	7,82	8,8	6,25
medelvärde	46,9	20,64	8,42	9,7	82,6
MIN	24,99	18	4,07	-9,15	28
MAX	69,02	25,43	15,18	25,6	100
skillnad min-max	44,03	7,43	11,73	34,75	72

Tabell kyrka 2.1: Värden för relativa fuktigheten, temperatur och ånghalten då kyrkan besöktes, samt medel- och MIN-MAX värden för temperaturen och relativa fuktigheten under perioden 9.2.2008–26.10.2008.

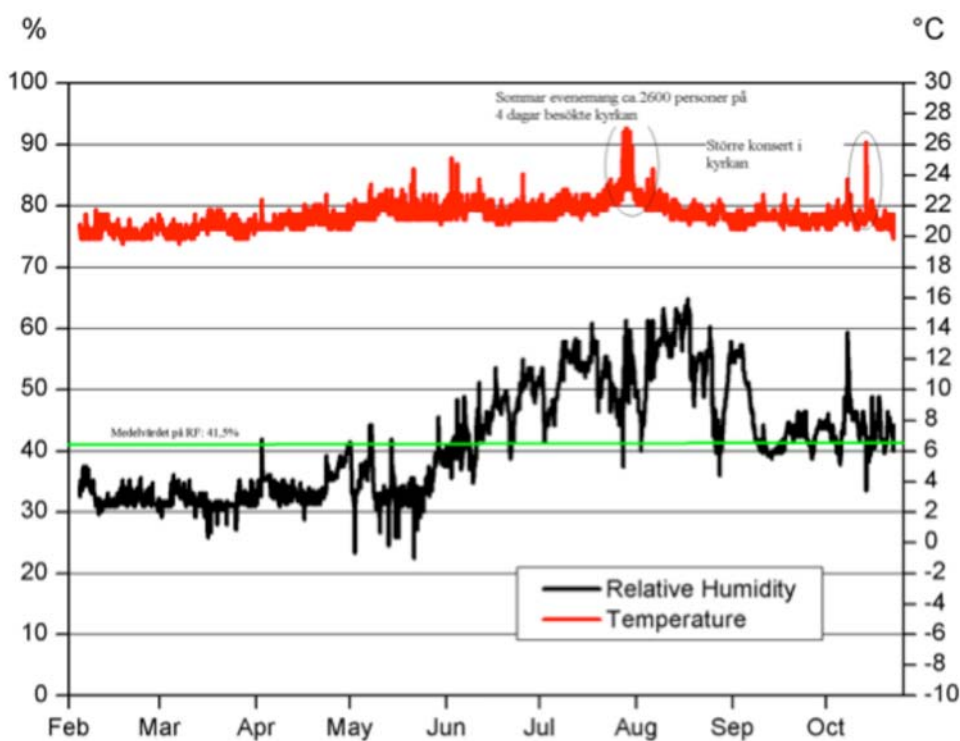
KLIMATANALYS

16

I Kyrka nr 2 har man haft vissa problem med automatiken som reglerar uppvärmningen. Termostaten har varit svår att få stabil och pålitlig. Detta märks tydligt i datamaterialet där temperaturen varierar flera grader.

Utöver detta kan de högre temperaturtopparna förklaras av olika aktiviteter i kyrkan. Som ett exempel var temperaturen den tredje augusti 25°C på grund av att det då hölls konfirmation där ca 400 personer var närvarande.

Den relativa fuktigheten under perioden mellan 9 februari och 10 oktober 2008 var i medel 46,9 %. Maxvärdet var 79,02 och min. värdet 24,99 %. Kastet mellan max- och minvärdet är på tok för hög då värdena bör ligga kring medelvärdet $\pm 10\%$ för att träföremål inte skall ta skada.



Graf kyrka 2.1: Mätvärden som erhöles under perioden 9.2.–26.10.2008.

SKADEINVENTERING

Uttorkningsskador: De medeltida träskulpturerna har allvarliga sprickor, samt färg- och materialbortfall (bild kyrka 2.1). I predikstolen sker färgbortfall framförallt vid infattningspluggar. Stora och långvariga variationer i RH kan orsaka skador på ytskikt, samt sprickor i träet.

Svärtning: Kalkputsen är märkbart svärtad (bild kyrka 2.3). Sot- och andra luftburna partiklar ansamlas på de kalla väggarna. Stora luftrörelser, drag, ökar problemet. Mängden sotpartiklar i luften har avgörande betydelse. Träskulpturerna är smutsiga. De små resterna av den ursprungliga polykromin är temporärt fästade med Japan-papper av konservator för ca 30 år sedan (bild kyrka 2.2). Den gotiska Madonnan lider av mekaniskt slitage och materialbortfall på grund av sin placering.

Saltutfällning: I vindsutrymmet, på gavelröstets insida finns spår av saltutfällning, samt vittringsskador på tegel. Vittringsskador på tegel förekommer likaså i spiraltrappan upp till kyrkvinden. Orsaken är oklar men kan bero på salta havsvindar eller cementhaltig renoveringsputs på ytterväggen. En annan förklaring skulle kunna vara kondens pga. tidigare värmeläckage upp genom valven.

ÅTGÄRDSFÖRSLAG OCH KONSEKVENSBEDÖMNING

Termometern i kyrkorummet visar 18°C, medan den faktiska temperaturen enligt våra mätningar ligger på 20,3°C. På förslag sänks temperaturen i kyrkan så att det faktiska värdet blir 18°C. En sådan åtgärd ger en energibesparing på över 10 %, vilket medför stor inbesparing i uppvärmningskostnader och likaså avsevärd minskning av uppvärmningens miljöpåverkan. För att uppnå detta justeras uppvärmningssystemets termostat och pålitlig innetermometer installeras.

Genom denna åtgärd kan högre värden för RH uppnås vintertid, m.a.o. kan extremt torr inomhusluft under den kalla årstiden då undvikas. Detta förbättrar bevarandeklimatet avsevärt för träskulpturerna under vinterhalvåret och reducerar risken för fortsatta uttorkningsskador. Sommartid, då RH ligger för högt kan problemet enkelt lösas genom att höja temperaturen.

Ändringar i temperaturen bör följas upp med mätning av den relativa luftfuktigheten året om. För att uppnå det bästa möjliga bevarandeklimatet för de medeltida träskulpturerna borde RH sommartid inte långvarigt överskrida en nivå på 57 %. Om detta uppnås skulle variationen mellan RH sommartid och RH vintertid ligga inom de rekommenderade värdena för gott bevarandeklimat. Ifall de övre gränsvärdena inte kan hållas genom att reglera innetemperaturen bör en avfuktare installeras. Antikvarisk hänsyn bör tas vid placeringen av en sådan apparat och regelbunden tillsyn krävs. Säker avrinning för kondensvattnet bör ordnas.

Den tunga stenstommen lagrar kyla under vintern och är kall långt in på våren. Vädring på våren bör undvikas för då varmare luft med större luftfuktighet förs in i byggnaden får vi kondensproblem som påföljd.

Fortsatt kraftig svärtning av innerväggarna och valven bör begränsas genom att städrutinerna ses över och dammsugare med tillräckligt effektivt partikelfilter används. Stearinljus av billig kvalitet har sämre förbränning än ljus av hög kvalitet. Ljus av hög kvalitet producerar därmed färre sotpartiklar och svärtningen av väggar blir mindre omfattande. Fokus på val av stearinljus är alltså ett enkelt sätt att minska den fortsatta svärtningen av väggar, valv, målningar och inventarier. Efter samråd med konservator rengörs väggar och valv. Luft rörelser ökar nedsvärtningen genom att de hjälper till att sprida mikropartiklarna i rummet. De s.k. skvallerhålen i valvkappornas nedre del har tidigare varit temporärt igensatta men har öppnats upp vid senaste reovering. Detta har ökat draget inne i kyrkorummet. Vidare medför öppnandet av skvallerhålen en allvarlig risk för fuktproblem på vinden. Valven är isolerade på ovansidan med mineralull, och genom att skvallerhålen är öppna ges varm och fuktig luft tillfälle att ta sig upp mellan tegelvalvet och isoleringen, med stor risk för kondens som påföljd. Fukt och värme kan orsaka saltsprängningar och vittringsskador i tegel vilket kan få förödande konsekvenser. Valvets bärighet minskar och kan slutligen rent av kollapsa. Skvallerhålen bör täppas till genom en effektiv, men estetiskt avvägd och reversibel åtgärd. Fukthalten under isoleringen bör hållas under uppsikt.

BRANDSKYDDSinVENTERING OCH RISKMINIMERINGSFÖRSLAG

Branddetektorer finns installerade uppe i samtliga valv, samt en i manshöjd på vinden. Branddetektorssystemet är rustat med överspänningsskydd. Ytterligare finns det: direktlarm, larmtryckknappar, av vilka en på vinden, handbrandsläckare, utrymningsvägar med fluoriserande skyltning, inbrottslarm och åskledare.

Placeringen av ljusbäraren bör åtgärdas. I nuläget står den alldeles intill såväl bänkrad som ljusbord och saknar brandsäkert underlag (bild kyrka 2.4). Ljusbäraren bör placeras med tillräckligt säkerhetsavstånd åt alla håll och med skyddsskiva av företrädesvis gjutjärn, glas eller stålplåt under. Dessutom bör skivan ha upphöjda kanter så att inte ljus som faller ner från ljusbäraren kan rulla på golvet. Brandfilt bör anskaffas och förvaras vid ljusbordet. Branddetektorssystemet bör utökas med installering av minst en branddetektor uppe vid takåsen på vinden. Med tanke på vindens väl tilltagna höjd är vindens enda branddetektor placerad för lågt. En lokal plan för åtgärder vid brand bör upprättas. Denna bör inkludera en förteckning över de mest värdefulla föremålen samt en lista över kontaktpersoner och hur dessa kan nås.

ÖVRIGT

Utrymmet ovanpå valven bör städas och fåglars fortsatta åtkomst till utrymmena hindras genom installering av ändamålsenliga nät där de kommer in. Träskulpturerna borde genomgå en konservatorsbesiktning. Deras placering bör ses över. I nuläget utsätts de för mekaniskt slitage på grund av att kyrkobesökarna kommer åt att vidröra dem. I synnerhet Madonnans placering vid rullstolsrampen är olämplig. De helgonbilder som står högre upp längs väggen bör få effektiva men diskret utformade stöldskyddsbojor.

De lufttäta klimatskåpen bör hållas under uppsikt eftersom mögelskador på textilierna kan uppstå på grund av brist på ventilation. Barnhörnets utformning och färgsättning kunde anpassas till gudstjänstrummet så att det bättre motsvarar den atmosfär och de kulturhistoriska värden som detta äger.

BILAGA

Fotografier av skador i Kyrka nr 2:



Bild kyrka 2.1: Stora sprickor i en av träskulpturerna.

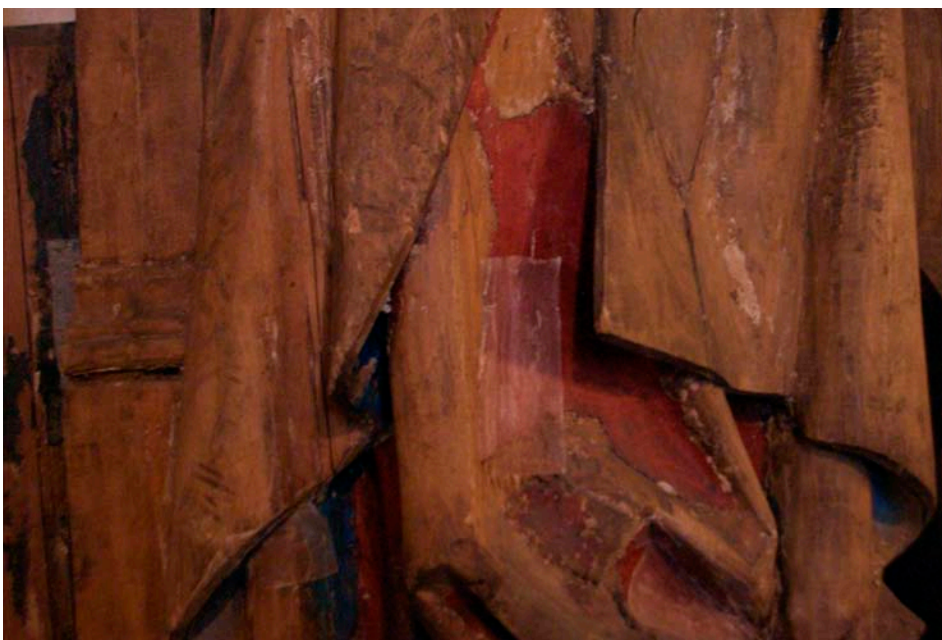


Bild kyrka 2.2: Fästning av målning med Japanpapper.



Bild kyrka 2.3: Svärtning i valven.



Bild kyrka 2.4: Plastskivan under lusbäraren ger inget brandskydd!

Kyrka nr 3

*Av Oscar Grönholm, Yrkeshögskolan Novia, och
Erika Hallin, Högskolan på Gotland.*

BYGGTEKNIK

Kyrka nr 3 är en korskyrka med stomme av liggtimmer. Den byggdes av tolv lokala timmermän och färdigställdes 1689. Fasaden är klädd med liggande panel och innanför är väggar och tak klädda med stående panel. Kyrkans grund är inte undersökt men grundmuren utgörs av bearbetad gråsten samt en förstärkt betongmur. Golvet i kyrkan renoverades år 2000–2001 och i samband med detta göts en bärande betongplatta med elektrisk golvvärme. På betongplattan ligger ett brädgolv. Taket är klätt med tjärade spån av trä som kompletterats med plåt i syfte att effektivisera vattenavrinningen. Sakristian har ett tak av falsad plåt. Vinden blev utforskad vid detta tillfälle eftersom den endast går att nå via vattentaket.

INNEKLIMATET DEN 28 OKTOBER 2008

Den relativa fuktigheten i kyrkan var detta datum 37,5 % och temperaturen 20,7°C. Utomhus var den relativa fuktigheten 76,3 % och temperaturen 9,3°C. Inga påtagliga luftrörelser upptäcktes vilket kan förklaras av att det var vindstilla vid undersöknings-tillfället. Ånghalten räknades ut genom $RH (\%) = \text{Aktuell ånghalt (g/m}^3\text{)} / \text{mättnads-ånghalt (g/m}^3\text{)}$ ¹, vilket ger $\text{ÅH} = RH \times \text{MÅH}$ för den aktuella temperaturen.

Ånghalten inomhus;	Ånghalten utomhus;
$\text{ÅH} = 0,375 \times 18 \text{ g/m}^3$	$\text{ÅH} = 0,763 \times 9 \text{ g/m}^3$
$\text{ÅH} = 6,75 \text{ g/m}^3$	$\text{ÅH} = 6,87 \text{ g/m}^3$

23

Tabell kyrka 3.1

¹ Värdet för mättnadsånghalten kan avläsas grafiskt ur mättnadsånghaltens funktion av temperaturen, exempelvis på webbadressen: <http://www-v2.sp.se/energy/ffi/fukt.asp>.

Ånghalten var alltså högre utomhus än inomhus, vilket kan förklaras av att undersökningen genomfördes under en nederbördsperiod.

KYRKANS ANVÄNDNING OCH UPPVÄRMNING

Kyrka nr 3 används flitigt året om. Det ordnas gudstjänst varje söndag under hela året. Medeltalet för antalet besökare vid evenemangen var 52 personer år 2007. Sommartid är denna en populär kyrka för vigslar, men också andra förrättningar så som dop och begravningar är vanliga. Antalet personer som besöker kyrkan under sommarveckosluten är i medeltal ca 60 personer per förrättning.

Åren 2000–2001 genomgick kyrkan en stor renovering och restaurering. Golvet i kyrkan togs bort och trossbotten byttes till en gjuten betongplatta. I betongplattan lades elektriska golvvärmslingor som i kombination med ett antal konvektorer värmer upp kyrkan. Medeltemperaturen i kyrkan under perioden den 9 februari 2008 till 26:e oktober samma år var 20,0°C. Golvvärmen och konvektorerna är konstant påslagna och termostaten är ställd på 20°C.

SKADOR

De skador som kunde observeras finns noterade i tabellen nedan och illustreras på foton i bilagan. Från en byggnadsteknisk synvinkel bör det också understrykas att det förekommer vissa vattenskadorna i byggnadens vindfång. Dessutom bör syllstockarna undersökas närmare.

Byggnadsdetalj	Skada	Orsak	Åtgärd
Läktarskärm (norra); bild kyrka 3.1	Sprickbildning i skärmens bärande stock	För låg relativ fuktighetighet och för hög temperatur i kyrkorummet	Reglera RH genom att installera en hygrostat i stället för en termostat. Intermittent uppvärmning.
Läktarskärm (södra)	Sprickbildning i skärmens övre parti	För låg relativ fuktighetighet och för hög temperatur i kyrkorummet	som ovan
Läktarskärm (västra)	Sprickbildning i skärmens nedre parti samt färgflagnig	För låg relativ fuktighetighet och för hög temperatur i kyrkorummet	som ovan
Taklist; bild kyrka 3.2	Färg flagnar i stora sjok	Orsaken kan vara flera ting; exempelvis byggnadstekniska problem, felaktigt inneklimat eller dåligt utfört målningsarbete.	Det vore viktigt att undersöka skadans orsak närmare för att åtgärd ska kunna vidtas. Använd fuktmätare för att kontrollera eventuellt konstruktionsfel.
Vindfång (västra)	Fuktskada	Vattenläckage	Undersök vattenavrinnings- systemet samt taktäckningen. Använd en fuktmätare för att undersöka skadans omfattning.
Vindfång (södra)	Fläckar på golv och vägg	Vattenläckage	Undersök vattenavrinnings- systemet samt vindfången. Använd fuktmätare för att undersöka skadans omfattning.
Tak under den s ödra läktaren	Färgflagnig	För låg relativ fuktighetighet och för hög temperatur i kyrkorummet	Reglera RH genom att installera en hygrostat i stället för en termostat. Intermittent uppvärmning.
Läktartavlor (västra och norra); bild kyrka 3.1	Sprickbildning	För låg relativ fuktighetighet och för hög temperatur i kyrkorummet	som ovan

Tabell kyrka 3.2: Skador.

ANALYS AV KLIMATMÄTNINGAR OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Genom att analysera värden på temperatur och relativ fuktighet (RH) som registrerades under perioden 9 februari till 26 oktober 2008 kan man få ut ett medelvärde. Med hjälp av medelvärdet kan man beräkna ett lämpligt inneklimat för Kyrka nr 3, vilket är medelvärdet av den relativa fuktigheten $\pm 10\%$. Det är inte temperaturen som i detta läge bör styra husklimatet, utan istället den relativa fuktigheten. Den hänger ihop med temperaturen. Om temperaturen höjs, sänks den relativa fuktigheten, och tvärtom. Det är framför allt RH som påverkar bevarandeklimatet, där man vill skydda värdefulla föremål och den gamla byggnaden. Istället för termostat bör en hygrostat installeras eftersom denna reglerar temperaturen för att uppnå den önskade relativa fuktigheten medan en termostat reglerar energiåtgången för att upprätthålla en viss temperatur.

Dataloggern som varit monterad i Kyrka nr 3 under nio månaders tid visade att den relativa fuktigheten varierar mellan 21,1 % på vintern och 70,6 % på sommaren. Det betyder att kyrkorummet är mycket torrt under vintern och fuktigt på sommaren. Ur bevarandesynpunkt är de kraftiga variationerna skadliga och dessa bör därför minskas.

	Utomhus	Inomhus
RH Medeltal	82,2	42,7
MAX	100,0	70,6
MIN	28,0	21,0
Temp.medeltal (°C)	9,3	20,0
MAX	25,6	25,7
MIN	-9,7	15,0

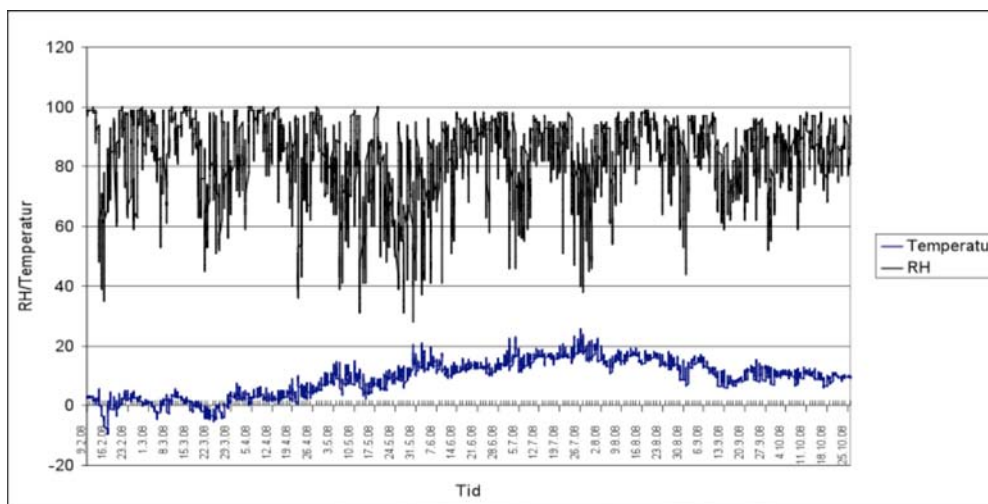
Den relativa fuktigheten bör alltså ligga på cirka 42,7 % i denna kyrka, vilket innebär att temperaturen bör sänkas under vintern och våren och höjas något under sommaren för att uppnå det optimala inneklimatet. Under året bör den relativa fuktigheten inte avvika mer än ± 10 % från medelvärdet. Alternativt kan en luftfuktare användas på vintern och en avfuktare på sommaren i syfte att jämna ut den relativa fuktigheten. För att uppnå ett gott bevarandeklimat bör den relativa fuktigheten vara tämligen hög och temperaturen låg.

Den strategi som vi föreslår att skall användas för att effektivisera uppvärmningen av Kyrka nr 3 är intermittent uppvärmning av hela lokalen. Skyddsvärme används mellan förrättningarna och då kyrkan används höjs temperaturen något. Kyrkan värms upp försiktigt för att förebygga fuktproblem. Målet är som sagt inte att uppnå en viss temperatur utan att hålla den relativa fuktigheten inom det angivna intervallet. Detta innebär att den relativa fuktigheten kommer att variera måttligt under vinterhalvåret. För att få en bättre styrning av den relativa fuktigheten kan man låta temperaturen variera. Under sensommaren kan den relativa fuktigheten bli så hög att det finns risk för biologisk tillväxt, mögel och röta. För att utesluta den risken bör temperaturen höjas då.

Eftersom värmesystemet i Kyrka nr 3 huvudsakligen består av golvvärme bör det undersökas hur effektivt golvvärmen värmer upp kyrkan. Golvvärme är för övrigt känt för att inte vara tidseffektivt och därför måste hänsyn även tas till systemets kapacitet. Golvvärmesystemet blir i kombination med den relativa fuktigheten de parametrar som styr kyrkans inomhustemperatur.



Graf kyrka 3.1: Inneklimatet inne i kyrkan mellan februari–oktober 2008.



Graf kyrka 3.2: Utomhusklimatet vid närmaste väderleksstation visar hur inneklimatet följer vädret.

KONSEKVENSBESKRIVNING

Om inneklimatet inte förändras kan det få tydliga konsekvenser i form av ytterligare skador i interiören. Församlingen gör inte enbart av med onödigt mycket energi, utan man förstör även sin kyrka och dess inventarier. Redan i dag ses tydliga tecken på sprickbildningar av olika slag (bild kyrka 3.1). Ett exempel är orgeln som börjat få sprickor och som i dagsläget kräver en luftfuktare för att inte förstöras. Istället för att sänka temperaturen väljer man att använda sig av en luftfuktare, vilken kräver onödig energi när det i själva verket hade varit billigare och effektivare att sänka den idag höga inomhustemperaturen i kyrkan. Visserligen ger det nuvarande klimatet en god komfort för besökarna, men det innebär hög energiförbrukning, kraftiga variationer i den relativa fuktigheten under året, svärtning på väggarna samt risk för temperaturskiktning i kyrkan.

Om uppvärmningsstrategin ändras till intermittent uppvärmning får man en kompromiss mellan krav på komfort, gott bevarandeklimat och låg energiförbrukning. Träföremål hinner inte spricka upp vid en snabb uppvärmning, vilket gör att denna lösning kan anses vara den bästa för just Kyrka nr 3. Energiåtgången vid intermittent uppvärmning är väsentligt lägre jämfört med den idag rådande kontinuerliga uppvärmningen. Det finns dock risk för kraftiga luftrörelser, obehag från kalla väggar och golv samt risk för kondens på fönster.

Den effekt som krävs för att värma upp kyrkan intermittent är betydligt lägre än vad som krävs för kontinuerlig uppvärmning. Största delen av den tillförda energin går åt till att värma upp väggar, tak och golv. Ju högre effekt, desto kortare uppvärmningstid. En dubbling av värmeeffekten minskar uppvärmningstiden till ca en fjärdedel. Energiåtgången minskar alltså ju snabbare kyrkan värms upp. Värmeeffekten bör vara hög, vilket visserligen medför en hög fast värmekostnad för värmeanläggningen, men denna kostnad kompenseras med kyrkans låga energiförbrukning som gäller då kyrkan står tom.

INVENTERING OCH BEDÖMNING AV BRANDRISKER

Samtliga utrymmen är försedda med rökdetektorer vilka är kopplade till ett automatlarm. Sprinklersystem finns i vindsutrymmet, men inte i kyrkorummet. Placering av detta system kan diskuteras. Troligtvis har sprinklersystemet placerats i vindsutrymmet eftersom man främst vill undvika vindsbrand, då dessa bränder kan vara mycket förödande. Risk för åsknedslag minimeras då åskskydd finns. Risken för anlagda bränder finns givetvis, speciellt då kyrkan enbart belyses under veckoslutet, men denna risk minskar då kyrkan normalt är låst. Det finns även ett fullt godkänt inbrottsskydd som minimerar risken för anlagda bränder inuti kyrkan. Ingen brandfarlig vegetation som kan öka risk för brandspridning finns i närheten av kyrkan. Handbrandsläckare finns i det västra vindfånget samt i sakristian. För att förbättra brandskyddet och minimera risken för anlagda bränder kan det vara lämpligt att belysa kyrkan veckans alla dagar. Sammanfattningsvis anses kyrkan dock ha ett gott brandskydd.

FÖRSLAG TILL VIDARE UNDERSÖKNINGAR

- Eftersom tydliga sättningar kan ses i bland annat den sydöstra fasaden är en undersökning av syllstocken av intresse.
- Eftersom det finns misstankar om läckage i taket bör vindsutrymmet undersökas och kontrolleras årligen.
- Då kyrkan omges av vegetation bör vattenavrinningsystemets funktion kontrolleras.
- Färg flagnar ifrån listverket (bild kyrka 3.2) som omger kyrkans interiör ovanom läktarna. Misstankar finns om att detta beror på konstruktionsfel vilket därför bör undersökas närmre. Fukthalten bör mätas i listverken för att ge en hänvisning om problemets källa. Visar det sig att fukthalten är hög kan färgavspjälkningen bero på kodens, dvs. bristfällig isolering. Det kan dock finnas andra orsaker till dessa skador, bland annat alltför hög temperatur i kyrkorummet eller dåligt utfört målningsarbete.

- Undersökning av läckage i de båda vindfången. Taktäckningens täthet bör undersökas. För att leda bort vatten från byggnaden bör utbyggnaderna kompletteras med hängrännor.

BILAGA

Fotografier av skador i Kyrka nr 3:

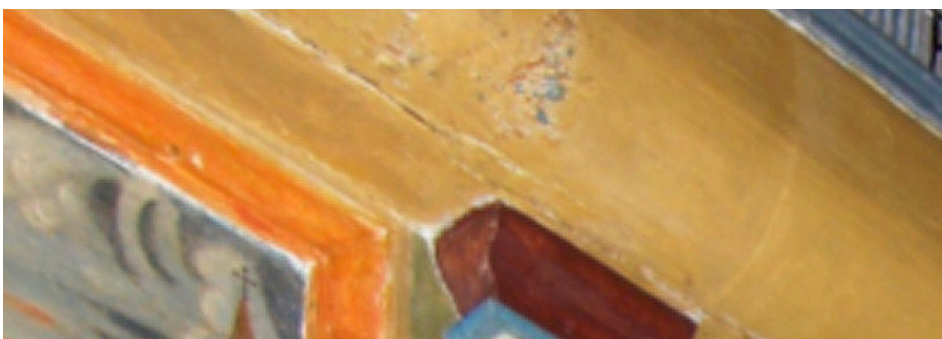


Bild kyrka 3.1: Sprickbildning i läktartavlorna samt i skärmens bärande stock.



Bild kyrka 3.2: Flagande färg på taklisten.

Kyrka nr 4

*Av Miko Miettinen, Yrkeshögskolan Novia, och
Christopher Kjellbing, Högskolan på Gotland.*

BYGGNADSTEKNIK

Kyrka nr 4 byggdes under 1200 och 1300-talen. Väggarna är byggda av granit och kyrkorummet är delat i tre skepp av pelare och valv i tegel. Vattentaksstrukturen består av takstolar och spån i trä. Kyrkan har en krypgrundskonstruktion och golvet ligger på timmerstockar. Orgelläktaren bärs upp av träpelare och träbalkar.

VÄRMEINSTALLATIONER

Under den senaste restaureringen, 1984–1986, fick Kyrka nr 4 en ny värmeanläggning. Som energikälla används jordvärme, som utvinns från åkern nedanför kyrkans servicehus. Ett vattenburet system leder värmen in till kyrkans radiatorer. Radiatorerna är placerade under kyrkbänkarna och på väggen. Alla värmesystemets rör går under golvet (i kryputrymmet). Kyrkan är konstant uppvärmd, och uppvärmningen styrs av en termostat. Kyrkans grundvärme är 18–19°C.

BRANDSKYDD

Kyrka nr 4 är försedd med ett automatiskt brandlarm. Detektorer finns i sakristian, vapenhuset och i alla långhusets valv. Alarmtryckknappar finns vid ingångarna på långhusets sida. Brandalarmcentralen finns i vapenhuset. Handbrandsläckare och brandfiltar finns placerade i olika delar av byggnaden. I långhusets gavlar finns åskledare. Utrymningsvägarna är tydligt markerade med gröna lampor.

KYRKANS ANVÄNDNING

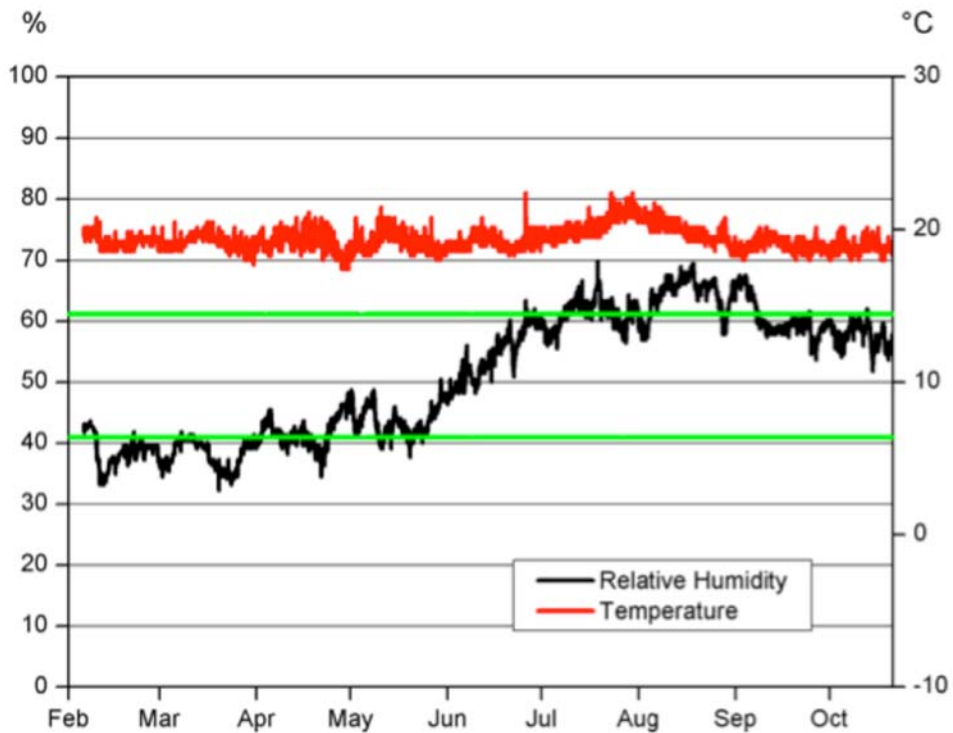
Kyrkan används varierande. Varje veckoslut är det förrättningar och på vardagar används kyrkan i olika syften.

ANALYS AV KLIMATMÄTNINGAR OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Medelvärde för den relativa fuktigheten (RH) i kyrkan är 51 % och det högsta värdet för RH är 70 %. Det höga värdet uppmättes den 22 juli 2008 medan det lägsta värdet, RH 32 %, uppmättes den 23 mars 2008. Ur grafen här nedan kan man läsa att kyrkan överlag har ett ganska gott bevarandeklimat, det vill säga ett klimat som är gynnsamt för både inventarier och byggnad samt god komfort. Största problemet inträffar under vinterhalvåret då luftfuktigheten under perioden februari till april i princip konstant ligger under 40 %. Tyvärr har vi inte mätvärden mellan oktober och februari, men RH kan ses sjunka redan under oktober månad.

Problemet med för låg RH skulle kunna lösas med hjälp av en luftfuktare eller genom att temperaturen sänks. En sänkning av temperaturen skulle innebära såväl en energibesparing som ett enkelt sätt att lösa problemet, varför detta rekommenderas. Vid den lägsta relativa luftfuktigheten är temperaturen 19,8°C. Det skulle vara tillräckligt med en sänkning på 3,8°C för att åstadkomma en relativ luftfuktighet på 40 %. Denna höjning av RH skulle kunna vara tillräcklig för att motverka ytterligare krympsprickor och färgflagning på träobjekt. Om förslaget förverkligas bör uppföljning ske i form av tillsyn av de objekt som nämns i rapporten.

För att höja komforten då kyrkan används, kunde man införa intermitterande uppvärmning under årets kalla period. Detta skulle innebära energibesparingar samtidigt som den relativa fuktigheten alltså höjs då innetemperaturen sänks mellan förrättningarna. Från mitten av juli till september överstiger den relativa fuktigheten de eftersträfvade gränsvärdena (± 10 % medelvärde). En kombination av avfuktning och ventilation bör vara tillräckligt för att jämna ut topparna under sommarmånaderna.



Graf kyrka 4.1: Temperatur och RH under perioden februari–oktober 2008.
De gröna linjerna visar gränsvärden för den optimala RH inne i kyrkan.

MÄTNINGSRESULTAT DEN 29.10 2008

- Inneklimat onsdagen den 29 oktober 2008:
19,1°C; RH 51,7 ; ÅH 8,74 g/m³; måttliga/inga luftrörelser.
- Uteklimat onsdagen den 29 oktober 2008:
6,9°C; RH 76,7 ; ÅH 5,9 g/m³.

Ånghalten är således lägre ute än inne vilket innebär att fukt i form av ånga transporteras genom väggen inifrån ut, om inget diffusionstät material hindrar det. Detta fenomen kallas diffusion, och drivkraften är alltså skillnad i ånghalt (eller ångtryck). Tack vare att kyrkan består av metertjocka stenmurar är risken att fukt kondenseras inne i väggkonstruktionen liten.

SKADEINVENTERING

Sprickbildningen i kyrkans träföremål är relativt omfattande och påverkar såväl inventarier som den fasta inredningen. Se även fotografierna i bilagan.

Objekt	Kondition, skada	Åtgärd
Trästaty föreställande ett helgon; bild kyrka 4.1	Krympsprickor och omfattande färgflagnig.	Minska variationen i RH.
Trästaty; bild kyrka 4.2	Krympsprickor och omfattande färgflagnig.	Minska variationen i RH.
Vapensköld på norra väggen; bild kyrka 4.3	Färgflagnig.	Minska variationen i RH.
Altartavla	Duken inte rätt spänd, bucklig i det övre vänstra hörnet.	Ramen bör åtgärdas så att dukspänningen blir rätt. En reglering av RH motverkar stora rörelser i ramen.
Stomme	Sprickor i muren på ett flertal ställen, somliga orsakade av inneklimatet, men troligtvis dock ett resultat av kyrkans tidigare klimat.	Kontinuerlig översyn för att försäkra sig om att sprickorna inte blir fler/expanderar.
Valvkappa	Hål, troligtvis elledning.	Igensättning/överputsning alternativt vidare undersökning för att ta reda på om de fyller en funktion.
Fast inredning	Krympsprickor och färgflagnig.	Minska variationen i RH.
Fot till predikstol; bild kyrka 4.4	Predikstol eller fot har satt sig/slagit sig så att predikstolen inte ligger jämt mot foten.	Rådfråga expert på historiska snickeriarbeten.
Övergång mellan vapenhus och långhus	Läckage med tydliga spår av rinningar och smuts på vapenhusets väggar. Krympsprickor och omfattande färgflagnig.	Tätning av skarv mellan långhus och vapenhus, intjäring av takspänen, samt rengöring av väggar. Flyttning av vapensköldar från utsatta områden.

INVENTERING OCH UTVÄRDERING AV BRANDRISKER

- Ljusbärare med skyddsplåt: skyddsplåten något underdimensionerad vilket lett till att stearin runnit ner på trägolvet. Om ett ljus ramlar ur sin hållare finns risk att det faller utanför skyddsplåten och ner på trägolvet. Lämnas ljus tända då det inte finns personal närvarande finns en överhängande risk att ett fallande ljus kan starta en brand. Dessutom finns en elkabel samt ett träbord relativt nära ljusbäraren.
- Ljuskronor: somliga har vinda ljushållare liksom vinda stearinskålar. Ett brinnande ljus kan ramla ur sin ljushållare ner på trägolvet och orsaka brand. Stearinskålarna fyller inte sin funktion utan stearinet rinner ner direkt på trägolvet.
- Psalmböcker och informationsblad: dessa skulle kunna utgöra lättantändligt bränsle för illgärningsmän. Huruvida dessa de facto utgör en brandrisk beror på hur ofta kyrkan står olåst utan att personal finns närvarande.

BRANDFÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER

- Ljusbärarens skyddsplåt bör bytas mot större. Skyddsskivan bör inte bestå av plast utan bör istället vara i obrännbart material (stålplåt, gjutjärn eller glas) och isolerad på undersidan. Skyddsskivan skall ha en kant så att stearin och eventuella fallande ljus hålls på skivan.
- Där det finns brinnande ljus bör det säkerställas att stearinskålen och ljushållaren är ordentligt monterade.
- Om kyrkan skall utrustas med automatiskt sprinklersystem föreslås HI-FOG systemet. Detta system baseras på vattendimma och därmed används en mindre mängd vatten. Vid eventuell brand blir skadorna mer begränsade med HI-FOG systemet än med ett konventionellt system.
- Psalmböcker kan förslagsvis ställas i bokhyllor med låsbara dörrar.
- Informationsblad kan plockas undan då kyrkan inte är i bruk.

- Installering av branddetektorer föreslås under golvet till följd av de elektriska kablar som finns här.
- Ljus och annat brännbart material kan förvaras i lämpliga lokaler och skåp, t.ex. i ett brandsäkert arkiv.
- Sopcontainer och sopbehållare bör vara täckta och försedda med låsbara luckor. De bör vara placerade minst sex meter från byggnaden.
- En lokal plan för åtgärder vid brand bör upprättas. Denna bör innehålla en lista över kontaktpersonerna liksom en förteckning över värdefulla föremål.

FÖRSLAG TILL VIDARE UTREDNING

Hålen i valvkappan över orgelläktaren bör studeras noggrannare för att utreda om de fyller en funktion. Vidare bör klimatet och brandsäkerheten på vinden undersökas.

Intermittent uppvärmning av kyrkan skulle kunna utgöra ett alternativ till en permanent temperatursänkning. Lönsamheten beror på om tillräcklig effekt kan uppnås med jordvärmesystemet eller om den periodvis höga energianvändningen, som intermittant uppvärmning för med sig, även skulle kräva att viss energi tas från direktverkande el. Systemet med extra el skulle eventuellt öka uppvärmningskostnaderna. Förslagsvis undersöks hur stor effekt endast jordvärmesystemet kan ge. Detta gäller inte minst under vinterhalvåret då nedkylningen av marken påverkar hur mycket effekt man kan få ut ur systemet. Därefter kan avgöras huruvida det är tillräckligt för att tillgodose energibehovet vid intermittant uppvärmning.

BILAGA

Foton av skador på föremål och den fasta inredningen i Kyrka nr 4:





Bild kyrka 4.2: Krympsprickor och omfattande färgflagning.



Bild kyrka 4.3: Färgflagning.



Kyrka nr 5

*Av Andreas Salonen, Yrkeshögskolan Novia, och
Ruusa Rossi, Marcus Åhgren, Högskolan på Gotland.*

BESKRIVNING AV KYRKA NR 5

Kyrka nr 5 är en korsformad träkyrka från 1700-talets andra hälft. Yttertaket är spånklätt och stenfoten av granit. Utvändigt är byggnaden klädd med liggande panel. Mot nordost finns en sakristia, mot syd ett vingfång och mot väst en förstuga med trappa upp till en orgelläktare som är placerad i den västra korsarmen. I kyrkorummet finns ett tiotal nygotiska fönster som på insidan är kompletterade med en glasskiva ca åtta cm innanför inre fönsterbågen. Väggarna är klädda med stående panel och kupolen är klädd med liggande pärlspåntpanel. Kyrkorummets väggar är tilläggsisolerade på insidan liksom kupolens ovansida. Den tidigare linoljemålade lerklining på innerväggarna (nu täckt av isoleringen) syns i förstugan och i trappan. Bland inventarierna kan nämnas de fasta bänkraderna i samtliga korsarmar, predikstolen från 1600-talet och ett antal oljemålningar i koret och i norra korsarmen.

INNEKLIMATET DEN 29 OKTOBER 2008

Då vi besökte kyrkan utförde vi mätningar gällande temperatur, relativ fuktighet och ånghalt. Mätinstrumentet var nytt, och därmed är resultatet ytterst tillförlitligt. Mätresultaten presenteras nedan. En annan faktor som vi undersökte var eventuella luft rörelser. Själva utförandet skedde enligt följande: såpbubblor blåstes och bubblornas rörelser analyserades. Rörde sig bubblorna snabbt, kunde vi konstatera att luft rörelsen var relativt stor. I Kyrka nr 5 är det kallraset som dominerar. Detta innebär att den kalla luften från fönstren pressas ner längs väggen medan den varma luften stiger i mitten av kyrkan. Kallraset beror på att det inte finns värmeelement under fönstren (med undantag av koret), som kunde motverka sjunkandet av den kalla luften.

	RH (RF) %	Temp. °C	ÅH g/m ³	Temp ute. °C	ÅH ute g/m ³
vid besök	40	19,8	7	8,8	6,25
medeltal	45,78	19,5	7,69	9,1	78,7
MIN värde	19,87	18	3,27	-11	27
MAX värde	71,97	26,85	15,6	25,7	100
Skillnad min-max	52,1	8,85	12,33	36,7	73

Tabell kyrka 5.1: Värden för relativ fuktighet, temperatur och ånghalten då kyrkan besöktes (29.10.2009), samt medel- och MIN-MAX värden för temperaturen och relativa fuktigheten under perioden 9.2.–26.10.2008.

KYRKANS ANVÄNDNING

Kyrka nr 5 används mycket sällan. Vintertid hålls endast gudstjänst en gång i månaden. Sommartid är aktivitetsnivån högre och kyrkan används då en gång i veckan. Kyrkan är permanent uppvärmd och värms upp till ca 20°C med hjälp av elektriska radiatorer, som ligger under samtliga bänkar (bild kyrka 5.3) och under fönstren i korets västra och södra vägg.

ANALYS AV KLIMATMÄTNINGAR

Överlag är temperaturen relativt jämn under hela året. Temperaturskillnaden är ca 4–5°C. Några ovanligt höga temperaturstaplar vid juni, juli och augusti kan förklaras med olika evenemang och stora folksamlingar i kyrkan. Exempelvis gavs där en konsert den första augusti 2008 och då steg temperaturen till 27°C.

42

Den relativa fuktigheten i Kyrka nr 5 är instabil. Medeltalet för den relativa fuktigheten ligger på 45,78 %. Maxvärdet för relativa fuktigheten under perioden var 71,97 %, och minimivärdet var 19,87 %. Skillnaden mellan max och min. värdet var 52,1 procentenheter, vilket är mycket, då den relativa fuktigheten bör hållas inom 20 pro-

centenheter ($\pm 10\%$) från medelvärdet.



Graf kyrka 5.1: Mätvärden som erhöles från dataloggern under perioden 9.2.–26.10.2008.

SKADEINVENTERING

Objekt	Skick	Åtgärd
Bänkar, i princip samtliga	Fläckvis stora färgflagningar	Ommålning
Bänkskärm	Kraftig spricka längs med spegeln	Ingen åtgärd (se till så att färglagren inte hindrar spegeln från att röra sig i ramen vilket flera lager färg över skarven ram/spegel kan bidra till)
Predikstol; bild kyrka 5.1	Krympsprickor på speglar samt färgflagning över hela möblen	Konsolideringsarbete av konservator
Timglas	Färgflagning	Konsolideringsarbete av konservator
Altartavla i olja	Krackelering	Konsolideringsarbete av konservator
Oljemålning på korets östra vägg; bild kyrka 5.2	Krackelering, materialbortfall	Konsolideringsarbete av konservator
Oljemålning på korets östra vägg	Krackelering	Konsolideringsarbete av konservator
Oljemålning på norra tvärskeppets norra vägg	Krackelering	Konsolideringsarbete av konservator

Tabell kyrka 5.2: Skadeinventering.

ÅTGÄRDSFÖRSLAG OCH KONSEKVENSBESKRIVNING

Idag är kyrkans värmesystem inställt på 20°C året om trots att kyrkan endast används en gång i månaden vintertid och däremellan är låst. På sommaren är det dock tätare mellan aktiviteterna och kyrkan används då varje vecka. En sådan här kontinuerlig innetemperatur gör att den relativa fuktigheten i kyrkorummet på vintern sjunker till en nivå under vad som är lämpligt för hygroskopiska material som trä som lagrar och avger fukt. Dessa torkar helt enkelt ut med krympningssprickor och färgbortfall som följd. Den årliga variationen av den relativa fuktigheten blir stor då värdena på sommaren går upp mot en betydligt högre procent än vintertid. En sådan här skillnad ger ett instabilt klimat för träet och taveldukarna och då uppstår stora spänningar i materialen. För att undvika skador bör den relativa fuktigheten inte avvika med mer än

±10 procentenheter från medelvärdet.

Förslagsvis ändras uppvärmningsstrategin från en kontinuerlig temperatur till en intermittent (tillfällig) uppvärmning i kombination med en grundtemperatur. Värmen höjs till en komfortabel temperatur vid förrättningar och däremellan sänks den till en temperatur som är skonsam för de hygroskopiska materialen. Trögheten i materialen gör att de under den tid, som temperaturen höjs och den relativa fuktigheten automatiskt sänks, inte hinner avge mer fukt än vad som är oskadligt. Detta förutsätter dock att den tid då kyrkorummet värms upp begränsas till max tolv timmar och helst inte mer än sex timmar. Denna uppvärmningsstrategi är också fördelaktigt ur energisparsynpunkt. Man sparar både pengar och miljö. En nackdel med en tillfällig uppvärmning är dock att den kan ge upphov till luft rörelser.

Intermittent uppvärmning kräver hög effekt på kort tid. Detta ger lägre energikostnader och kortare uppvärmningstid än en långsam uppvärmning samtidigt som en långsam uppvärmning ger fler antal timmar då kyrkorummet är uppvärmt. Det bör kontrolleras om kyrkans el-radiatorer klarar en sådan effekt.

Grundtemperaturen kan styras av en hygrostat som anpassar grundvärmen efter den relativa fuktigheten. (I annat fall så ändras temperaturen månadsvis till ca 3–10 grader över utetemperatur.) Hygrostat rekommenderas då den ger större möjlighet att hålla den relativa fuktigheten inom rekommenderad RH-zon. Med hjälp av grunduppvärmningen värms kyrkorummet även sommartid ifall den relativa fuktigheten blir för hög. Förslagsvis sänks även temperaturen för förrättningar till 18 grader under vinterhalvåret. Utöver att sänkningen ger ett skonsammare klimat för materialen förkortas även tiden som krävs för att höja temperaturen från grundtemperatur till förrättningstemperatur. På så sätt sparas energi och pengar.

Håller man fast vid dagens kontinuerliga uppvärmning så finns det stor risk att förfallet av föremål och inredning fortsätter.

BRANDSKYDDSINVENTERING OCH RISKMINIMERINGSFÖRSLAG

45

Branddetektorer finns i valv och kupol samt uppe på vinden. Larmtryckknappar och vägledande markering för utrymningsväg finns vid utgångarna. Handbrandsläckare finns i förstuga och sakristia (bild kyrka 5.4). Åskledare finns på taket.

Det finns ett antal möjliga brandförebyggande åtgärder. Kyrkobyggnaden omges av en hög häck som ger skydd och trygghet för en eventuell pyroman. Det är lätt att osedd närma sig byggnaden, utföra dådet och i skydd av växtligheten avlägsna sig från platsen. Samma sak gäller för inbrott och skadegörelse. Häcken bör därför tas bort.

Utebelysningen bör kopplas till en ljussensor så att den automatiskt tänds då mörkret faller. Då vi åkte från platsen hade det hunnit bli mörkt men lamporna hade inte tänts. Ett inbrottslarm bör också installeras.

Vi fann inga lättantändliga sopor i anslutning till byggnaden vilket är positivt då dessa annars kan underlätta ett pyromandåd. Grovsopor ska därför vara inlåsta och papperskorgar utanför och inne i byggnaden ska tömmas ofta.

En stor brandriskfaktor i en kyrka är ljusbäraren. Ljusbäraren i Kyrka nr 5 är undermåligt placerad i direkt anslutning till en kyrkobänk och utan skyddande underlag. Underlaget bör vara av metall eller glas och ha en upphöjd kant som hindrar att ett fallande ljus rullar av skyddet. Att ha ett oskyddat trägolv och en matta under ljusbären är direkt brandfarligt. Det blir ofta litet stearin kvar i ljushållarna vilket gör att nästa ljus står mer ostadigt. Ett fallande ljus skulle i dagens läge kunna bli förödande.

En plan för direkta åtgärder vid brand skulle underlätta räddning av värdefulla inventarier. I en sådan ingår en förteckning över värdefulla föremål i kyrkan samt information om vilka som bör räddas först.

ÖVRIGA IAKTTAGELSER OCH FÖRSLAG

Om församlingen väljer att sänka till en lägre grundtemperatur bör det ses över om en sådan åtgärd är kompatibel med tilläggsisoleringens ångspärr (plastfilm). Därtill bör man fråga sig om dagens tilläggsisolering är förenlig med kyrkans kulturhistoriska värden eller om dessa förvanskas. Församlingen bör undersöka alternativet att ta bort isoleringen och kompensera den energiförlust som detta resulterar i med att övergå till en intermitterent uppvärmningsstrategi. Experter borde konsulteras för såväl byggnadsfysikaliska som uppvärmningstekniska lösningar.

På korets södra vägg sitter en låda innehållande bland annat en kollektthov. En

sådan här isolerad miljö kan bidra till att det bildas ett mikroklimat som kan vara skadligt för föremålen. Vi föreslår att församlingen gör en närmare undersökning av detta.

Vi har också uppfattat en svag mögellukt som vi vill fästa uppmärksamhet vid. Det bör undersökas om kryputrymmet och källaren är rätt ventilerade. Sänks innetemperaturen bör församlingen också vara försiktig med att vädra under vår och försommar då den varmare och fuktigare luften kan leda till att det bildas kondens på kalla ytor.

BILAGA

Fotografier av skador på föremål och den fasta inredningen i Kyrka nr 5:

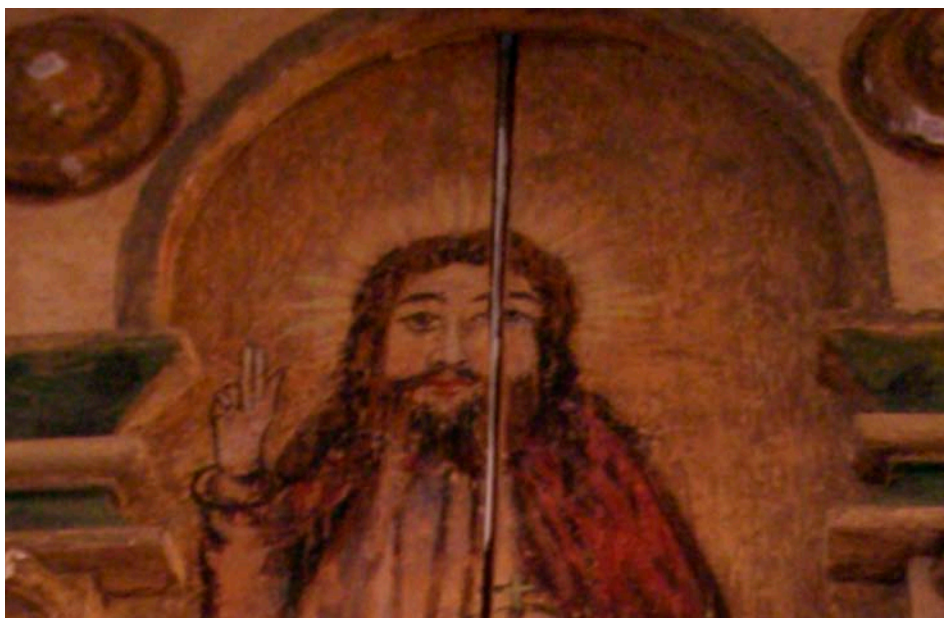


Bild kyrka 5.1: Predikstol, kraftig spricka i spegeln.



Bild kyrka 5.2: Färgflagnig på en av oljemålningarna.



Bild kyrka 5.3: Radiatorer under bänkarna.



Bild kyrka 5.4: Handbrandsläckare samt alarmtryckknapp.

Sammandrag

Av Kirsti Horn, Yrkehögskolan Novia.

BAKGRUND

	byggnads- material	byggnadsår	senaste renovering	skador på inventarier och konstruktioner
Kyrka nr 1	gråsten	1600-talet, 1800-talet	1990	krympsprickor i trä flagande målning fuktskador
Kyrka nr 2	gråsten	invigd 1470	2007	uttorknings- skador (sprickor i trä, flagande målning) svärtning mekaniskt slitage
Kyrka nr 3	liggtimmer	1689	2001	stora sprickor i trä allvarliga skador på dekorations- målning fuktskador
Kyrka nr 4	gråsten	1200–1300 -talet	1986	Sprickbildning Omfattande färgflagning
Kyrka nr 5	liggtimmer	1700-talets senare hälft	1990-talet	Färgflagning, Krympsprickor.

Tabell sammandrag 1: Kyrkornas byggnadsmaterial, ålder och skador på inventarier.

MÄTRESULTAT

	Värme- energikälla	medel- temperatur	medel RH	RH lägst–högst	max variation på önskvärda RH värden
Kyrka nr 1	oljepanna radiatorer	21°C	42 %	22 %–65 %	32 %–52 %
Kyrka nr 2	fjärrvärme radiatorer	20,6°C	47 %	25 %–69 %	37 %–57 %
Kyrka nr 3	elektricitet golvvärme	20,0°C	43 %	21 %–71 %	33 %–53 %
Kyrka nr 4	jordvärme radiatorer	20°C	51 %	33 %–70 %	41 %–61 %
Kyrka nr 5	elektricitet radiatorer	19,5°C	46 %	20 %–72 %	36 %–56 %

Tabell sammandrag 2: Mätresultat: Inneklimatet i samtliga kyrkor visade sig vara skadlig för inventarier i trä och för måleri.

FÖRSLAG / INNEKLIMATET

	Temperatur	RH
Kyrka nr 1	Sänk temperaturen under vinterhalvåret 2–3°C för att... Höj temperaturen under juli–augusti för att...	... höja RH. ... sänka RH.
Kyrka nr 2	Installera pålitlig termostat; Sänk temperaturen till 18°C.	Undvik högre RH än 57 % under sommarmånaderna genom upphöjd temperatur eller m.h.a. avfuktare.
Kyrka nr 3	Installera hygrostat i stället för termostat. Intermittent uppvärmning under vinterhalvåret skulle höja RH och spara energi.	Minska variationen i RH till 33 %–53 %.
Kyrka nr 4	Sänk grundtemperaturen 3,8°C under vinterhalvåret. Intermittent uppvärmning.	Minska variationen i RH till 41 %–61 %.
Kyrka nr 5	Installera hygrostat. Intermittent uppvärmning (6–12 h per gång). Håll temperaturen vid 18°C under förrättningar.	Minska variationen i RH till 36 %–56 %.

Tabell sammandrag 3: Förslag till åtgärder för att skapa ett bättre bevarandeklimat för inventarierna.

BRANDSÄKERHET

	Inomhus	utomhus
Kyrka nr 1	Bra.	Bra.
Kyrka nr 2	Ljusbäraren är placerad fel och saknar brandsäkert underlag. Brandfilt saknas. En branddetektor vid takåsen på vinden saknas.	Bra.
Kyrka nr 3	Bra. Sprinklers på vinden är svåra att hålla under uppsyn.	Bra.
Kyrka nr 4	Underdimensionerad skyddsplåt under ljusbäraren. Takkronornas ljushållare och stearinskålar är farligt vinda.	Öppna sopbehållare kan inspirera till pyromani.
Kyrka nr 5	Ljusbäraren är fel placerad och utan underlag. Inbrottslarm saknas.	Hög häck kring byggnaden skyddar ev. pyroman eller inbrottstjuv. Bristfällig belysning.

Tabell sammandrag 4: Iakttagelser gällande brandsäkerhet.

FÖRSLAG / BRANDSÄKERHET

	Inomhus	utomhus
Kyrka nr 1	–	–
Kyrka nr 2	Skaffa underlag av plåt under ljusbäraren. Placera ljusbäraren på ett säkrare ställe.	–
Kyrka nr 3	Förbättra stegar och luckor till vinden för att underlätta underhållet.	Håll belysningen på varje dag under vintermånaderna.
Kyrka nr 4	Förnya skyddsplåten under ljusbäraren. Reparera takkronornas ljushållare + stearinskålar. Förvara brännbart material i låsta skåp. Installera branddetektor i kryputrymmet. Om kyrkan skall rustas med sprinkler, föreslås HI-FOG systemet.	Placera sopbehållare min. 6 m från byggnaden och förse dem med läsbara luckor eller töm dem dagligen.
Kyrka nr 5	Flytta på ljusbäraren till ett säkrare ställe och förse den med underlag av plåt eller glas.	Installera ljussensor för att styra utebelysningen. Hugg ner häcken.

Tabell sammandrag 5: Förslag till åtgärder för att förbättra brandsäkerheten.

En räddningsplan för varje kyrka borde göras av ägaren. Den bör innehålla en förteckning över värdefulla föremål samt vilka som skall räddas först. En lista över kontaktpersoner och hur dessa kan nås bör också finnas och uppdateras regelbundet.

SLUTORD

För samtliga kyrkor och deras konstskatter, som undersöktes i denna studie, vore det av stor betydelse om inneklimatet skulle styras med fokus på den relativa fuktigheten i stället för temperaturen. Värdena borde dokumenteras och följas upp kontinuerligt och hållas inom ramen $\pm 10\%$ av medeltalet.

Exemplen som refereras här är mycket typiska för finska förhållanden. Således vore det önskvärt att kunskap om hur man kan bevara sina träföremål genom att styra inneklimatets relativa fuktighet skulle spridas bland såväl planerarkåren som myndigheterna och speciellt ägare och skötare av historiska byggnader.

English summary

The article describes a student research project concerning Indoor Climate and Fire Precautions in five Finnish Churches.

This was a joint international project between Gotland University and Novia University of Applied Sciences.

The goal was to learn how indoor climate and fire precautions can be designed in a fashion that supports the preservation of wooden constructions and artifacts.

The purpose of this paper is to arouse awareness of the impact indoor climate has on historic buildings, furniture and fragile objects made of wood. At the same time we want to spread the knowledge to conservators, engineers, architects, builders and above all, to designers of heating systems.

THE RESEARCH METHODS

In order to record knowledge of the indoor climate a data logger was placed centrally in each church nine months before the intensive course for students.

Measurements were then analyzed, the buildings examined and finally methods for the improvement of the indoor climate and fire precautions were suggested for the five different cases.

Both teachers and students worked in groups of mixed nationalities.

THE RESULT

Finnish churches are generally over heated and the effect on wooden artifacts is devastating since high temperatures mean low relative humidity (RH) in the cold season when the air is dry. On the other hand we get rather high values of RH in late summer when the heating is off. The fact that wood reacts to these violent changes was evident in all the churches that were examined: serious cracking of both wood and paintwork could be found all over.

The conclusion recommends two methods for the monitoring of relative humidity in the examined churches:

- A. Lowering temperatures in winter (+ intermittent heating during services) and increasing them in summer.
- B. Installation of hygrometers, which will automatically drop or increase heating in order to maintain a suitable and constant level of RH.

Most churches have up to date fire alarms, lightning rods, signs for emergency exits etc. but they all have one hazardous detail: a carelessly placed votive floor stand. Safety against fire could be improved in all churches by installing a metal tray underneath these.

Om Högskolan på Gotland

På Högskolan på Gotland arbetar vi efter devisen Hela studenten, hela vägen. Studenterna ska kunna ta del av en utbildning av hög kvalitet som ska ge dem möjligheter att forma sin framtid. Men det är också ett uttryck för att livet som student är mer än studier. Det handlar om att ha ett bra liv, inte bara om att få en bra utbildning. Tillsammans med kommunen och studentkåren arbetar vi med frågor kring bland annat boende, hälsa och fritid. Högskolan på Gotland erbjuder också sina studenter Sveriges mest inspirerande studiemiljö. Högskolan ligger mitt i världsarvsstaden, mellan småbåtshamnen och Almedalen.

Vid Högskolan på Gotland arbetar vi med inspiration från en internationell utbildningstradition som heter Liberal Education och som praktiseras i USA och Europa. Det handlar om att ge studenterna makten över sin utbildning genom att du själv får välja inriktning under utbildningens gång.

Liberal Education betonar också starkt lärmiljöns betydelse och här har Högskolan på Gotland med Campus Visby mycket att erbjuda. Men framför allt innebär det fördjupad kontakt mellan studenter och lärare i form av fler lärarledda undervisningstimmar och mer individuell handledning, allt för att studenten ska kunna förverkliga hela sin potential.

När man frågar studenterna vad som är det bästa med HGo svarar väldigt många närheten mellan människor, att man inte försvinner i mängden som på större lärosäten. Man blir snabbt ett namn, inte bara ett ansikte i mängden. Detta är något vi är stolta över och som vi värnar om.

Högskolan på Gotland etablerades 1998. Högskoleutbildning har funnits på Gotland sedan slutet av 1970-talet. Högskolan är lokaliserad till Campus Visby, men har också en stor del av sin verksamhet som nätburen distansutbildning.

Högskolan i korthet 2009:

- Antal registrerade studenter totalt: 7 273
- Antal helårsstudenter: 2 550
- Antal anställda: 217 (Kvinnor 43 %). Medelålder 46 år
- Antal lärare: 131
- Antal professorer: 8



Högskolan på Gotland

Cramérgatan 3, SE-62167 Visby, Sverige

Tfn +46 498 299 900

Fax +46 498 299 962

www.hgo.se

Om Novia

Yrkeshögskolan Novia har ca 3500 studerande och personalstyrkan uppgår till ca 390 personer. Novia är den största svenskspråkiga yrkeshögskolan i Finland som har examensinriktad ungdoms- och vuxenutbildning, utbildning som leder till högre yrkeshögskoleexamen samt fortbildning och specialiseringsutbildning.

Novia har utbildningsverksamhet i Vasa, Esbo, Helsingfors, Jakobstad, Nykarleby, Raseborg och Åbo.

Yrkeshögskolan Novia är en internationell yrkeshögskola, via samarbetsavtal utomlands och internationalisering på hemmaplan.

Novias styrka ligger i närvaron och nätverket i hela Svenskfinland.

Novia representerar med sitt breda utbildningsutbud de flesta samhällssektorer. Det är få organisationer som kan uppvisa en sådan kompetensmässig och geografisk täckning. Högklassiga och moderna utbildningsprogram ger studerande en bra plattform för sina framtida yrkeskarriärer.

Yrkeshögskolan Novia, Fabriksgatan 1, 65100 Vasa, Finland

Tfn +358 (0)6 328 5000 (växel), fax +358 (0)6 328 5110

Ansökningsbyrån, PB 6, 65201 Vasa, Finland

Tfn +358 (0)6 328 5555, fax +358 (0)6 328 5117

ansokningsbyran@novia.fi

www.novia.fi

The article describes a student research project concerning ***Indoor Climate and Fire Precautions in five Finnish Churches***. This was a joint international project between Gotland University and Novia University of Applied Sciences.

The goal was to learn how indoor climate and fire precautions can be designed in a fashion that supports the preservation of wooden constructions and artifacts. The purpose of this paper is to arouse awareness of the impact indoor climate has on historic buildings, furniture and fragile objects made of wood.

At the same time we want to spread the knowledge to conservators, engineers, architects, builders and above all, to designers of heating systems.