

23/67

Ingmar Holmström och Iwar Anderson:

Restaurering av gamla byggnader
ur främst teknisk och antikvarisk synvinkel

Särtryck ur tidskriften Byggmästaren 12:1966 och 1:1967

Rapport från Byggforskningen, Stockholm

Rapport 23: 1967

UDK 72.025.4

69.059.2

726.5:697.1

RESTAURERING AV GAMLA BYGGNADER UR FRÄMST TEKNISK OCH ANTIKVARISK SYNVINKEL

Restoration of Old Buildings

— *Mainly from the Technical and Antiquarian Point of View*

av byggnadsingenjör *Ingmar Holmström*, egen konsulterande verksamhet, Vällingby
och antikvarie *Iwar Anderson*, Riksantikvarieämbetet, Stockholm

Utgivare. Statens institut för byggnadsforskning · Box 27 163 · Stockholm 27

Denna rapport utges med medel från fonden för byggnadsforskning enligt byggforskningsrådets beslut; försäljningsintäkterna tillfaller fonden.

INNEHÅLL · CONTENTS

RESTAURERINGSPROBLEM	3	· Iwar Anderson	
		NÅGRA DETALJER UR BYGGNADS-	
		HANTVERKETS HISTORIA SAMT NÅGOT	
		OM RESTAURERING AV GAMLA HUS	27
		<i>Some Details of the History of Building Handicraft</i>	
		<i>and Something about Restoration of Old Buildings</i>	
· Ingmar Holmström		Murverk i hantverkshistorisk belysning	27
TEKNISKA RESTAURERINGSPROBLEM	4	Fogbehandling i tegelmurverk	27
<i>Technical Restoration Problems</i>		Fogbehandling i murverk av natursten	30
Utredning om Gotlandskyrkor	4	Metoder för restaurering av murverk	30
Administrativa problem	4	Restaurering av träbyggnader	32
Äldre material	6	Putsade och målade ytor	33
Murstommen	6	Avfärgningar	34
Tvivelaktiga förstärkningsarbeten	8	Hantverkshistoriska dokument	34
Putsfrågor	8		
Träimpregnering	9	· Ingmar Holmström	
Tak och avtäckningar	10	SKADOR VID UPPVÄRMNING AV	
Stenarbeten	10	GAMLA STENKYRKOR	35
Inredningar	10	<i>Damages Caused by Heating of Old Stone Churches</i>	
Uppvärmningsfrågor	12	Uppvärmningssystem	37
Önskemål för framtiden	12	Svärtningsorsaker	38
		Skorstenskondens	39
· Ingmar Holmström		Jämförande undersökningar av inomhusklimat ..	39
BRUKSPROBLEM VID RESTAURERINGAR ..	13	Mättningsresultat	40
<i>Problems in Mortar in Restoration Work</i>		Den ouppvärmda kyrkan i Garda	41
Avfärgning	14	De uppvärmda kyrkorna i Etelhem och Lau	42
Fuktförhållanden	15	Uppvärmningens inverkan på inredningen	43
Hållfasthet	18	Uppvärmningens inverkan på murarna	44
Fortlöpande underhåll	18	Analys av fuktförhållandena	49
Kalkbruk kontra Kc-bruk	18	Befuktning av luften	49
Putsreparation på Kalmar slott	22	Slutsatser	51
Medeltida kalkbruk	25	Litteratur	51
Sanden	25	ENGLISH SUMMARIES	53
Medeltida putsningsteknik	26	FIGURBILAGA I FÄRG	57
		<i>Appendix of Colour Illustrations</i>	

713.



RESTAURERINGSPROBLEM

Som en följd av det överraskande beskedet om byggnadsstyrelsens omorganisation uppstod en intensiv pressdebatt. Denna kom i hög grad att ägnas åt frågan om hur den planerade reformen inverkar på förvaltningen och vården av våra byggnadsminnesmärken, vilket visar hur angelägna man anser dessa frågor vara.

Men kanske ännu viktigare än de administrativa problemen är de tekniska och ekonomiska. Den byggnadstekniska forskningen har varit inriktad på att göra de nya byggnaderna så underhållsfria som möjligt, och samtidigt har man alltmer avlägsnat sig från de gamla hantverksmetoderna. Vid reparationer och restaureringar har man försökt till-

lämpa nya metoder och använda nya material, vilket ofta är felaktigt. Stundom kan det t. o. m. vara så att det är till mindre skada att lämna en byggnad helt åt sitt öde än att i ovist nit försöka skydda den med metoder hämtade från dagens byggnadsteknik.

Till detta kommer att snara åtgärder är av nöden. Landet runt håller oersättliga gamla byggnader på att vittra bort eller repareras sönder. Särskilt prekärt är läget för ett antal Gotlandskyrkor.

Oavsett var ledningen av kulturminnesvården placeras, måste de tekniska problemen angripas mer energiskt. Vore det inte möjligt att anslå byggnadsforskningsmedel till arbete med dessa problem, som i många fall ligger på grundforskningsnivå och vilkas lösande kan vara av värde även för dagens byggande.

C

Vinjetten: Detalj av sydfasaden på Oja kyrka byggd i sandsten vid slutet av 1200-talet. Saltvittring
■ Vignette: Detail of south elevation of Oja church built in sandstone at the end of the 13th century. Salt crumbling

TEKNISKA RESTAURERINGSPROBLEM

Av byggnadsingenjör Ingmar Holmström

UDK 72.025.4
TUS 822.08

Underhållet av äldre byggnader har under senare år blivit ett stort problem. Huvudanledningen är den alltmer vidgade klyftan mellan nuvarande och äldre byggnadsteknik.

Många gamla material och arbetsmetoder har försvunnit, andra har förändrats och många nya kommit i stället. En betydande kostnadsförskjutning mellan material och arbete har också ägt rum, till nackdel för alla arbetskrävande underhålls- och reparationsarbeten. Tillsammans har detta skapat en betydande osäkerhet om vilka material och metoder man bör använda vid restaureringar. Detta har medfört olämpligt utförande i många fall, ibland med direkta skador som följd. Hantverkarens situation har förändrats, vilket lett till mindre ansvar inför uppgiften. Samma ändrade inställning gäller även i viss utsträckning övriga medverkande, konsulter, byggmästare m. fl. Inom nyproduktionen har på konsultsidan stora förändringar skett. Arkitekten, som förut ensam behärskade hela byggprocessen, är nu en av många specialkonsulter. Då det gäller restaureringar har arkitekten dock länge behållit sin ställning. Han är den ende tekniker som i sin grundutbildning kommer i kontakt med äldre byggnadsteknik, arkitekturhistoria m. m. Övriga tekniker av skilda slag utbildas endast för modern byggnadsproduktion.

Många av de arkitekter som ägnar sig åt restaurering har haft konstnärliga och historiska intressen i kanske högre grad än de kolleger som sysslat enbart med nyproduktion, vilket ibland lett till oförståelse för den tekniska sidan av restaureringsproblemet. Man har uppfattat t. ex. en kyrka mest som fasad och interiör, själva huset finns ju redan. Många skador har därför inte uppmärksammats.

I de fall ingenjörer och tekniker varit inkopplade har man å andra sidan ofta föreslagit genomgripande förändringar av konstruktioner och material med de erfarenheter man har från moderna hus. I alltför många fall har tyvärr förändringarna haft oförutsedda biverkningar. Erfarenheterna tyder på att dessa förändringar oftast är ett långt allvarligare hot mot byggnadens existens än helt uteblivna åtgärder. Det förrådiska är att många sådana skador inte visar sig förrän efter flera år, varför det i förväg är svårt att bedöma den slutliga effekten. Noggrann utredning och stor försiktighet kan därför rekommenderas. Är man osäker är huset mer betjänt av att man avstår från åtgärder.

UTREDNING OM GOTLANDSKYRKOR

Uteblivna eller felaktiga åtgärder har åstadkommit stora skador på Gotlands kyrkor. Detta har uppmärksammats främst av konservator Erik Olsson, själv gotlänning med ingående kunskaper om restaurering av medeltidskyrkor. På hans initiativ har byggnadsstyrelsens kulturhistoriska byrå igångsatt en utredning till grund för tekniska restaureringsanvisningar, med författaren som konsult och utredningsman.

Utredningens målsättning har varit att skapa en bredare grundval för anvisningar till hjälp för dem som planerar, granskar och utför restaureringar. Erfarenheter av pågående och utförda restaureringar, av äldre material och arbetsteknik samt nya rön har insamlats genom litteraturstudier, intervjuer och fältundersökningar. Det har alltså i huvudsak varit en översiktlig utredning med vissa fördjupningar.

Av flera skäl har man valt att tills vidare begränsa utredningen till att omfatta enbart Gotlands medeltidskyrkor. Dessa representerar en enhetlig typ av byggnader från samma tidsperiod (ca år 1050–1350) och av oskattbart kulturhistoriskt värde. I jämförelse med de flesta fastlandskyrkor och andra äldre byggnader är de ovanligt litet förändrade genom ombyggnader och restaureringar. Av ursprungligen över hundra är 92 i bruk, resten är ruiner.

Utredningen har utförts i två etapper. Första etappen har omfattat vissa administrativa frågor såsom byggherrens planering, upphandling och kontroll.

Andra etappen har omfattat byggnadstekniska frågor, dels sådana som berör gotländska byggnadsdetaljer såsom faltak, dels allmänna såsom omputsning, uppvärmning m. m. Utredningen är ej avslutad.

ADMINISTRATIVA PROBLEM

En stor del av vårt lands kulturhistoriska byggnader förvaltas av enskilda personer eller små grupper av förtroendemän (t. ex. kyrkoråd) vilka sak-

Fig. 1. Interiör från Mästerby medeltidskyrka med kalkmålningar från 1100-, 1200-, 1300- och 1400-talet. I nischen till vänster finns nu endast rester av vad som tidigare var en berömd madonnamålning. Orsak: fukt i muren och olämplig uppvärmning

■ Fig. 1. Interior from Mästerby church built in the Middle Ages. In the niche on the left there are the remnants of what earlier was a famous madonna painting. Reason: damp in the wall and unsuitable heating



Se bilaga I färg, s. 57.
■ See appendix in colour, p. 57.

nar egen byggnadsteknisk sakkunskap. Planering och genomförande av underhålls- och restaureringsarbeten blir därför ofta bristfällig eller rent felaktig. Bland annat gör man ofta entreprenadupphandling på ett olämpligt sätt. Inte heller förstår man nödvändigheten av en teknisk och ekonomisk kontroll. Restaureringsarbetets kvalitet blir lidande på detta, vilket innebär dålig ekonomi och i sista hand en förkortad livslängd hos byggnaden.

Den konsult byggherren anlitar för restaureringen har här ett mycket stort ansvar. Han är av byggherren tillkallad som sakkunnig, varför denne litar på att alla erforderliga åtgärder blir vidtagna, alltså även på det ekonomiska planet.

Rekommendationer beträffande ett visst handlingsprogram borde vara dessa byggherrar till stor hjälp för att undvika de största misstagen.

Inom utredningen har bland annat studerats olika entreprenadformers lämplighet. Fast anbud är givetvis eftersträvansvärt men praktiskt taget omöjligt att tillämpa annat än för vissa mindre, väl avgränsade underentreprenader. I övrigt torde löpande räkning med fast entreprenörarvode vara att föredra.

ÄLDRE MATERIAL

Samhällsutvecklingen har gjort många äldre material och metoder olämpliga vid produktion av nya byggnader. De kräver alltför stor arbetsinsats vid framställning eller användning och fordrar ofta stor yrkesvana.

Ett typiskt exempel är kalk. Tidigare användes enbart kalk till murbruk, puts och avfärgning. I dag är kalk i stort sett endast ett tillsatsmedel i cementbruk för att göra detta smidigare.

Kalkbruket kan på grund av sin känslighet för arbetsutförande, torkningsförhållanden m. m. aldrig komma tillbaka i nyproduktionen. Det moderna KC-bruket är där utmärkt.

Att KC-bruk skulle kunna ersätta kalkbruk vid restaurering är dock tveklaktigt. Vid komplettering av invändig puts med kalkmålningar har alla andra material än ren kalkputs visat sig olämpliga. Samtidigt har det visat sig nästan omöjligt att med dagens kalkproduktion få puts med samma kvalitet som den ursprungliga.

Motsvarande problem möter vid taktäckning med trä (spåntak, faltak). Kärnfuru och äkta dalbränd tjära har nära nog försvunnit ur marknaden och har visat sig mycket svåra att ersätta.

MURSTOMMEN

De flesta av Gotlandskyrkorna har murar och valv

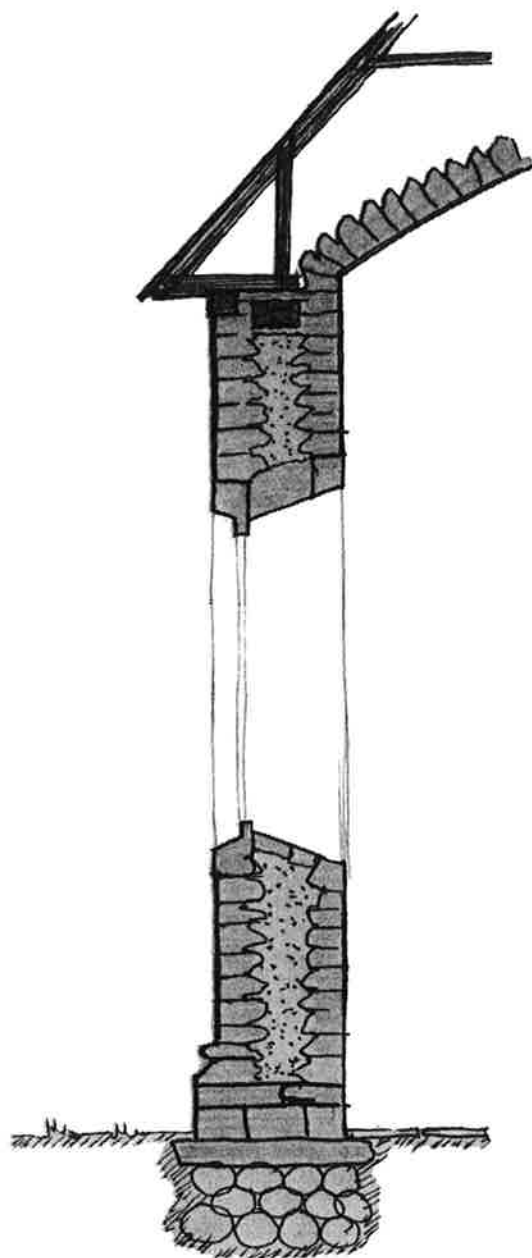


Fig. 2. Sektion genom vägg i Gotlandskyrka, en vanlig medeltida typ. På en grund av enbart runda gråstensblock utan bruk och en tryckfördelande kalkstenshäll har murats två skalmurar kring en utfyllande kärna, vanligen av kalkbetong, ibland endast av lös stenfyllning. Kalkstensvalvets sidokrafter tas upp dels av murens tyngd, dels av en inmurad kraftig träram. Takstolarna står lösa på ett eller ibland två inmurade hammrband

■ Fig. 2. Section through wall in a Gotland church of a common medieval type. On a base of just round blocks of rock, which are laid dry, and a pressure distributing limestone plate, two shell walls are built around a filled out cavity, usually filled with lime concrete and sometimes only with loose stone filling. The side forces of the lime stone vault are born partly by the weight of the wall and partly by an embedded strong timber frame. The roof trusses stand loosely on one or sometimes two embedded wall plates

av kalksten. Några få är murade av sandsten. Tegel förekommer endast som dekoration.

Grundförhållandena är oftast goda, men sättningar förekommer inte så sällan. På grund av sin speciella konstruktion är grundmurarna känsliga för schaktningsarbeten i närheten.



Ovan t. v: Fig. 3. Murskada i en Gotlandskyrka. Endast putsprickor och en klumpig stödpelare visade att denna medeltida skada över tornbågen existerade. Skadan upptäcktes först sedan pelaren på arkitektens order börjat rivas (!). Om arbetet fullföljts hade ett murras om ca 70 ton + västväggen varit ett faktum. Trästöttan är medeltida. Foto: Erik Olsson, Sanda. Se bil., s. 58.

■ Above, left: Fig. 3. Wall damage in a Gotland church. Only plaster cracks and a clumsy supporting column show that this medieval damage over the tower arch existed. The damage was revealed when the column was being removed on the instructions of the architect (!). If the work had been carried out, a wall collapse of about 70 tons + the west wall would have followed. The timber support is medieval. See app., p. 58.

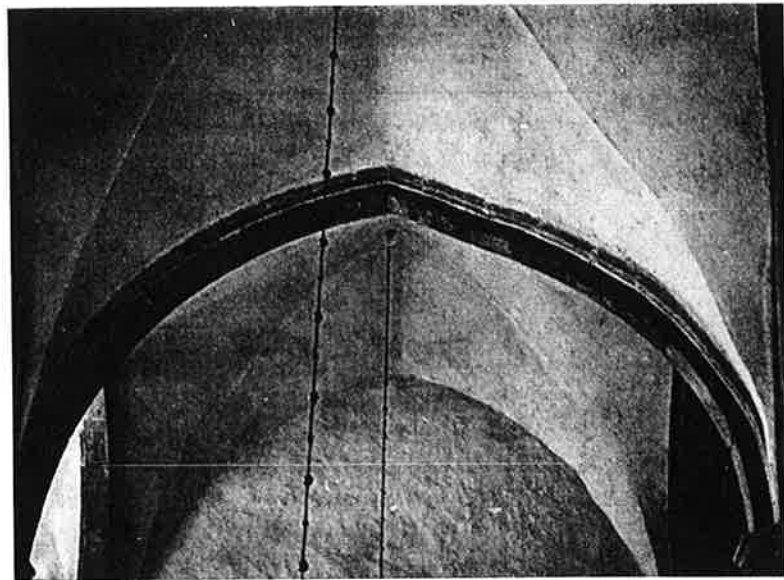
Ovan t. h: Fig. 4. Den deformerade gördelbågen i Källunge kyrka, en av de många murskador som hittills negligerats. Pelaren till höger lutar ca 3 dm

■ Above, right: Fig. 4 The deformed ground arch in Källunge church, one of many examples of masonry damage, which has been neglected. The column at the right leans about 3 dm

Väggarna är av den vanliga medeltida typen med två noggrant murade skal kring en kärna av kalkbetong med relativt låg hållfasthet. Förbandet mellan murskalen blir därför inte sällan skadat genom sättningar i grunden eller ingrepp i stommen. Skadorna är ofta omfattande och dyrbara att bota. Genom murverkets skenbara massivitet har skadorna förblivit obeaktade under lång tid och därför ibland blivit mycket omfattande.

Ofta beror skadorna på att sidokrafterna av bågar och valv blivit för stora. Orsakerna härtill kan vara många: felaktig dimensionering eller ändrade förutsättningar genom sprickbildningar, planerade men aldrig utförda tillbyggnader, ruttna träankare, sviktande takkonstruktioner m. m.

Till följd av krypning och en viss elasticitet i stommen har skadorna ofta utvecklats långsamt och förrädiskt. De nya sprickorna har vid varje renovering putsats igen. Vad som syns är därför sprickor efter föregående igenputsning och inte den totala skadan. Stommens deformation reagerar man ofta inte för, gamla hus brukar ju vara skeva.



Nedän: Fig. 5. Detalj av den svårt skadade triumfbågen i Halla kyrka. Observera »reparationen» med den inklade stenen upptill och träkilarna i fogen (jfr fig. 16). I två restaureringsförslag var skadan obeaktad trots bland annat grova sprickor på vinden. Omfattande förstärkningar än nu utförda. Foto: Erik Olsson, Sanda, 1965

■ Below: Fig. 5. Detail of the badly damaged triumph arch in Halla church. Note the repair with the wedged-in stone at the top and the timber wedges in the joints (compare fig. 16). In two restoration proposals the damage was unnoticed in spite of large cracks in the attic. Considerable reinforcement work has now been carried out



TVIVELAKTIGA FÖRSTÄRKNINGSARBETEN

Ibland har man tidigt sökt göra förstärkningar, ofta med tämligen klumpiga metoder. Omkring mitten av 1800-talet utfördes ett stort antal murförstärkningar. Man sökte då ta upp sidokrafterna med ankarjärn, vanligen genomgående från fasad till fasad. De förefaller i många fall ha varit effektiva och väl beräknade. Ankarjärnen har på senare tid vanligen ersatts med andra konstruktioner. Dels har de rostat, dels har de ansetts störande. Ibland har skadorna dessutom fortskridit.

De nya murförstärkningarna har vanligen utförts av armerad betong. Murbågar har ersatts med ingjutna balkar, sidokrafter tas upp med betongramar, sprickor och håligheter injekteras med betong osv. Det kan starkt ifrågasättas om dessa betongkonstruktioner är lämpliga. Dels har gamla murkonstruktioner annat statiskt verkningssätt än betong, dels förändras murens fysikaliska egenskaper i fråga om fukttransport, värmeisolering m. m. De jämförelsevis grova dimensionerna på balkar, ramar m. m. fordrar dessutom omfattande ingrepp i de gamla murarna, och betonggjutningen innebär en betydande vattentillförsel. Då man med tryckluftsverktyg banar väg för betongkonstruktionerna utsätter man murarna för skakningar och

vibrationer som kan vara förödande för både putsens och murverkets bestånd. Problemen med vattentillskottet, de förändrade fuktegenskaperna och den minskade värmeisoleringen behandlas utförligare i efterföljande artikel.

Betongförstärkningarna medför en förändring av murarnas verkningssätt som med tiden obönhörligt kommer att medföra rörelser i stommen genom sammantryckning, återfjädring m. m. Detta kan medföra oväntade skador och i värsta fall äventyra säkerheten. Genom att den nya konstruktionen vanligen är dold är det också synnerligen svårt att kontrollera dess funktion.

Om dessa betongkonstruktioner måste förnyas eller ändras, hur skall man då gå till väga?

Man kan fråga sig om inte den gamla metoden med insättande av dragstag hade sina fördelar: ringa åverkan på befintlig konstruktion, okänslighet för rörelser, stagen är lätta att kontrollera och att vid behov ersätta. Moderna rostfria stål ger heller ingen rostrisk.

Ett av huvudproblemen vid restaurering är att allt underhåll måste kunna upprepas. Inte ens en stomförstärkning torde vara evig.

PUTSFRÅGOR

Gotlandskyrkorna är alltid helt kalkputsade och kalkmålade invändigt bortsett från vissa stendekorationer. Puts och färg har ofta skador av olika slag. De allvarligaste skadorna orsakas av saltutfällning. Den primära orsaken är uttorkning varvid stora fuktmängder drivs ur murarna. Sambandet med olämplig uppvärmning är tydligt. De flesta av Gotlandskyrkorna är putsade också utvändigt. Den äldsta putsen bestod av rent kalkbruk med mycket fet sammansättning och finns bitvis ännu bevarad. Bruket gjordes av inhemska material och applicerades med en numera nästan utdöd teknik. Putsen var av mycket hög kvalitet.

Omputsningar har ända in i våra dagar utförts med i stort sett samma material och oftast med liknande teknik. Putsens kvalitet har under senare år försämrats avsevärt med alltför kort livslängd som följd. Både olämpligt material och felaktigt arbetsutförande är orsaken. Specialkomponerad puts av KC-typ utförd under sträng kontroll har använts i några fall. Resultatet är tyvärr inte uppmuntrande.

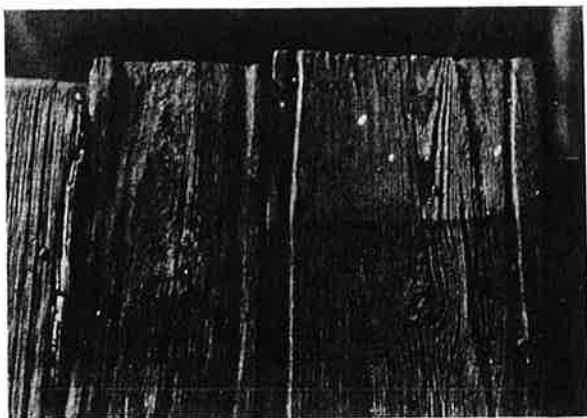
Putsfrågorna har ägnats stort intresse och värdefulla erfarenheter har vunnits. Någon entydig lösning på problemet har dock inte ernåtts.

Vissa allmänna krav på puts och murbruk för restaurering behandlas i följande artikel.

Fig. 6. Betongförstärkning av triumfbågen i Garda kyrka. Bågens öppning och halva bågstenarna är dolda av brädväggen. På grund av skakningarna lossnade under förstärkningsarbetet puts och delar av kalkmålningarna

■ Fig. 6. Concrete reinforcement of the triumph arch in Garda church. The opening of the arch and half of the arch stones are hidden by the timber wall. Plaster and part of the lime paintings came loose during the reinforcement work



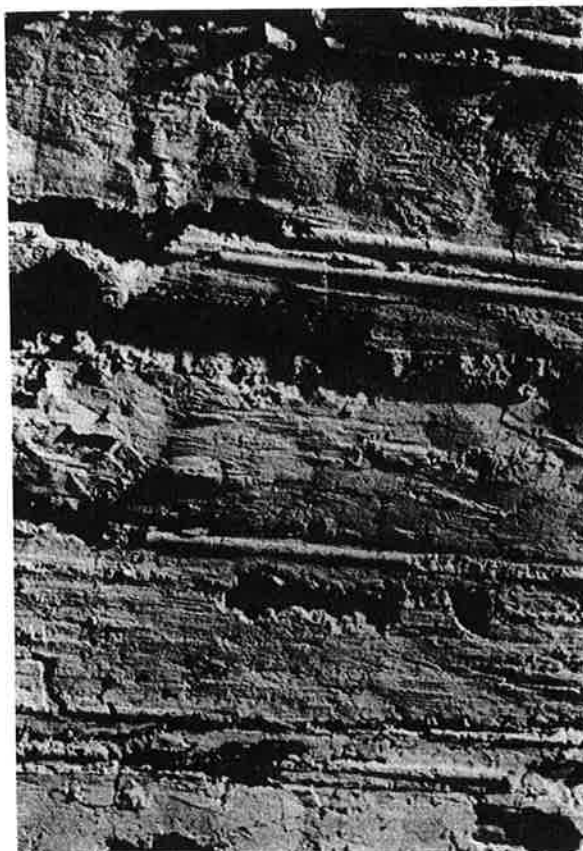


Ovan: Fig. 7. Golv i tornet, Rute. Ateranvända takbräder, den vänstra medeltida

■ Above: Fig. 7. Floor in the tower, Rute. Reused roof paneling, that on the left is medieval

T. h: Fig. 8. Avtryck efter takbräder i tornbågen, Rute. Restaurering innebär ofta ett inslag av detektivarbete som ger arbetet en extra krydda. Med hjälp av gamla golvbräder, muravtryck, spikhål, tjärränder m. m. har det t. ex. varit möjligt att rekonstruera Gotlandskyrkornas ursprungliga taktäckning, trots att städning och ordningssinne förstört de flesta spåren. Största försiktighet kan därför rekommenderas, originalet kan tala som en bok

■ Right: Fig. 8. Impressions of roof panelling in the tower arch, Rute. Restoration often has something of detective work, which makes it more interesting. Using old floor planks, wall impressions, nail holes, tar lines etc. it has for example been possible to reconstruct the original roofing of churches in Gotland in spite of cleaning and ordering, which have mostly effaced the traces. The greatest caution can therefore be recommended, as the original can be read like a book

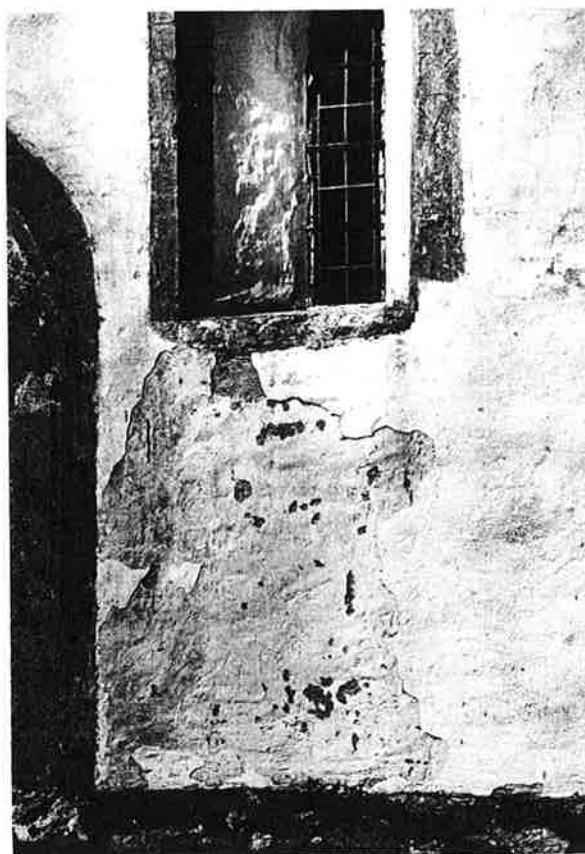


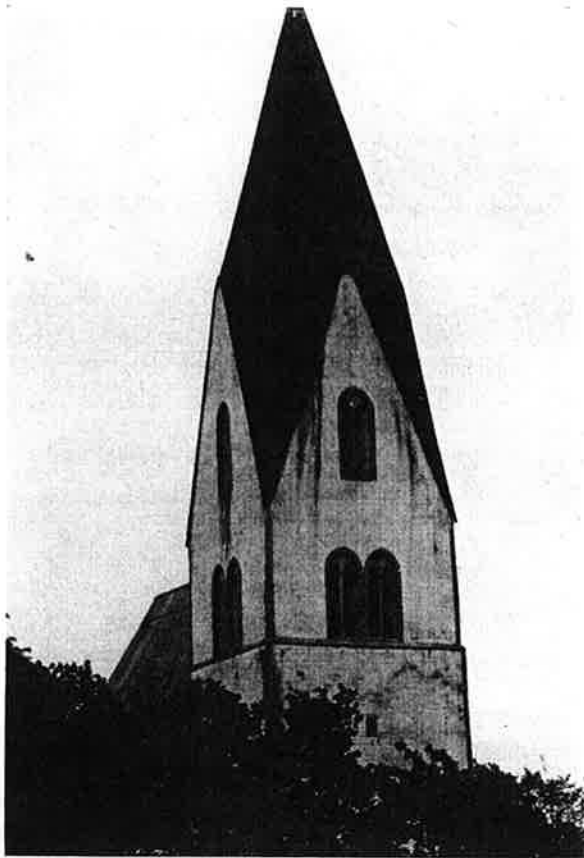
Nedan t. h: Fig. 9. All medeltida puts har förnyats till större eller mindre del, ofta – som här i Fleringe – på ett primitivt sätt. Ju äldre putsen är, desto bättre är i regel dess kvalitet. Underputsen har med största sannolikhet suttit åtminstone ett par hundra år

■ Below, right: Fig. 9. All medieval plaster has been renewed to a greater or lesser extent, often in a primitive manner as here in Fleringe. The older the plaster is, its quality is often better. The undercrout has with the greatest probability been there for at least 200 years

TRÄIMPREGNERING

Gotland är ett för husbock och trägnagare svårt utsatt område. Härigenom och på grund av fukt från otäta tak blir alla träkonstruktioner svårt påfrestade. Effektiv träimpregnering är därför nödvändig, men ofta svår att få riktigt utförd. Allt nytt virke måste vara tryckimpregnerat, men helst vill man ju bevara det gamla. Oviljan att varudeklara träskyddsmedel är därvid ett av problemen. Effekten av dessa medel är ganska kortvarig och i de flesta fall tämligen ringa, varför behandlingen ständigt måste upprepas. En del av de vanligaste fabrikaten innehåller dock s. k. vattenavvisande medel vilka gör upprepad behandling omöjlig. En del av de kemiska medel som används har också svåra biverkningar på målningar m. m. Man kan därför starkt ifrågasätta om inte innehållsdeklaration och särskilt godkännande för restaureringsändamål i fortsättningen måste krävas för de träskyddsmedel som saluförs.



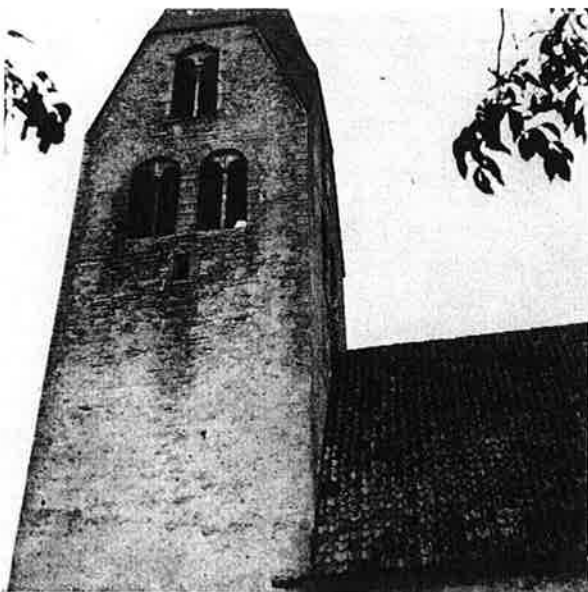


Ovan: Fig. 10. Felaktig avtäckning och bristfällig vattenavledning skämmer den nyrenoverade fasadens utseende redan efter några år. Tofta kyrka

■ Above: Fig. 10. Wrong covering and insufficient drainage spoils the looks of the newly renovated elevation after only a few years. Tofta church

Nedan: Fig. 11. Är vattenavtäckningen dålig, uppstår så småningom djupgående skador. Ganthem's kyrka

■ Below: Fig. 11. If the rain protection is bad, deep-going damage can be caused. Ganthem's church



TAK OCH AVTÄCKNINGAR

De gotländska kyrkorna har genomgående brant takresning och är täckta med spån, bräder eller tegel. Speciellt brädtaken (faltaken) har varit mycket svåra att få täta utan att tillgripa dyra och klumpiga konstruktioner. En ganska omfattande inventering har utförts vilken visar att faltaken ursprungligen varit konstruerade på ett annat och tekniskt riktigare sätt.

Tornen har med få undantag fortfarande höga spetsiga tornhuvar täckta med fasade bräder. Det ursprungliga utförandet har dock vissa uppenbara svagheter. Bland annat blir den bärande trästommen utsatt för intensiv nedblötning, vilket vanligen leder till kraftiga rötangrepp.

Takanslutningar, avtäckningar och liknande kräver större uppmärksamhet, liksom takrännor och stuprör. Fel och brister i dessa detaljer vållar nu allvarliga skador. På grund av byggnadernas utformning samt av antikvariska och estetiska skäl kan sällan ByggAMA:s detaljer tillämpas strikt. Materialvalet är också av största vikt, koppar ger t. ex. mycket besvärande missfärgning av kalkputs och kalksten, omöjlig att avlägsna.

STENARBETEN

Förstörelsen av utvändig natursten är ett svårt problem särskilt för skulpterad sten. Vatten, temperaturspänningar, saltvittring, lavar, luftföroreningar är några av de förstörande faktorerna. Tills vidare kan man endast fördröja skadegörelsen, främst genom förbättrad vattenavtäckning, och under tiden göra avgjutningar för att hugga nytt. Problemet med stenvittring har behandlats tidigare i denna tidskrift (nr 3/1964).

INREDNINGAR

Kyrkorna innehåller oftast mycket värdefulla inredningar eller inventarier av trä. Särskilt orglar och träskulpturer är mycket känsliga för luftens fuktighet. Förändringar av inneklimatet får därför ofta ödesdigra följder.

Preciserade uppgifter om inredningens krav på rumsklimatet har dock inte stått att få.

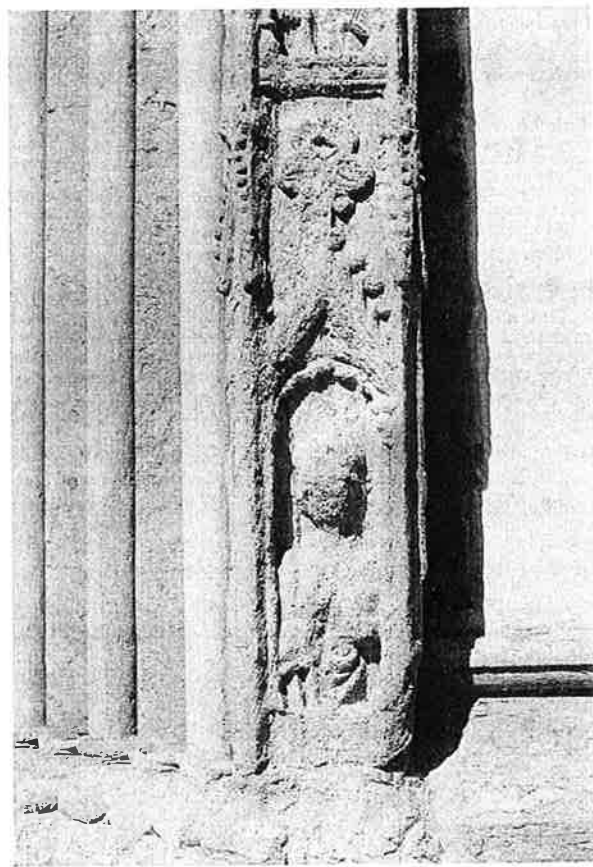
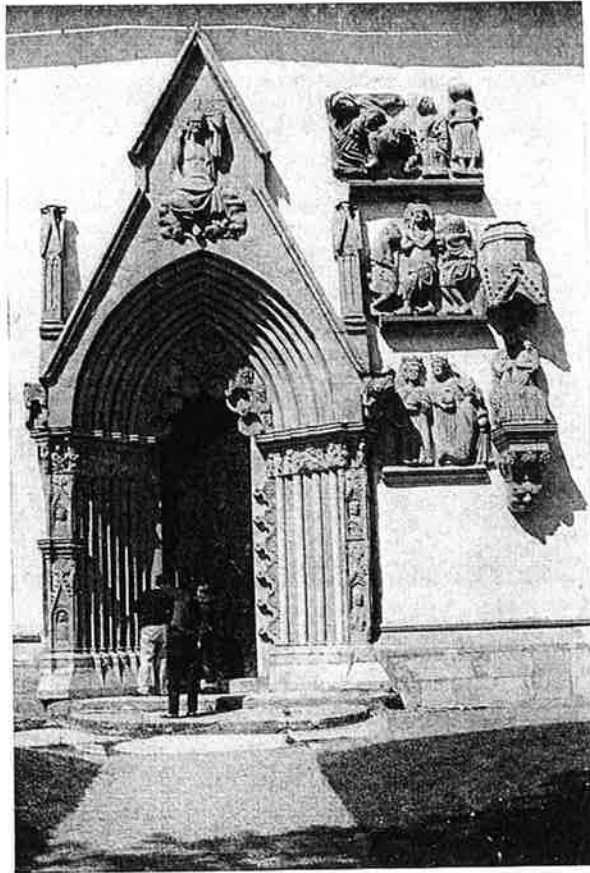
T. h: Fig. 12. De oftast rikt skulpterade portalerna på våra medeltidskyrkor utgör en konstskatt av enastående värde. I många fall är de dock nu i så dåligt skick att de utgör ett tekniskt problem. Några av de stora väggskulpturerna på Stånga kyrka var nyligen ytterst nära att störta ner på grund av stenens försvagning

■ Right: Fig. 12. The portals, which are often richly sculptured on our medieval churches, are a treasure of rare value. In many cases they are, however, now in such a bad repair that they are a technical problem. Some of the large wall sculptures on Stånga church were recently very close to falling down owing to weakening of the stonework

Se bilaga i färg, s. 58.
 ■ See appendix in colour, p. 58.

Nedan t. v. och t. h: Fig. 13 och 14. Hittills enda möjligheten att förlänga skulpturernas liv är att skydda dem för regnvatten och hålla ytan ren från lavar. Under tiden får man göra avgjutningar för framtida nyhuggning. Skadorna varierar, biskopen (?) till höger är utom all hjälp medan dennes pendang till vänster är relativt oskadad. Detaljer av huvudportalen, Stånga kyrka, 1300-talet

■ Below, left and right: Fig. 13 and 14. Today the only way of lengthening the life of sculptures is to protect them from rain-water and to keep the surface free of lichen. Casts can then be made for future reproductions. The damage varies, the bishop (?) to the right is beyond help whereas his pendant on the left is relatively undamaged. Details of main portal, Stånga church, 14th century



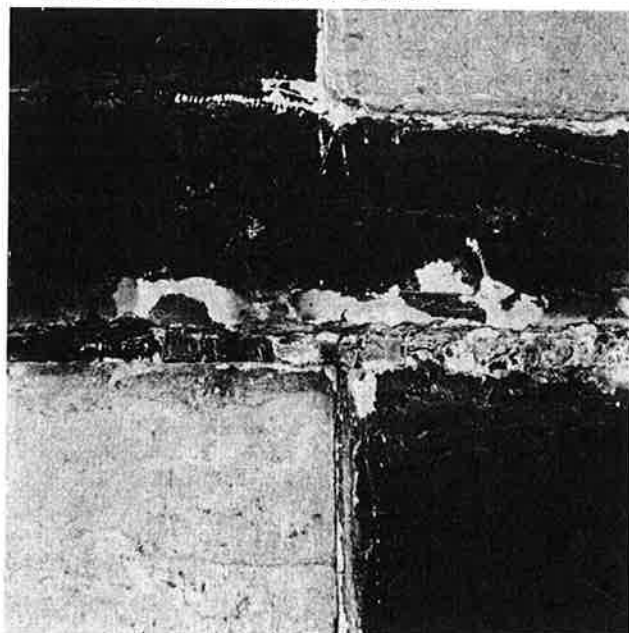


Ovan: Fig. 15. Stenvittringen är ett svårt problem, inte minst då den drabbar hela fasader. Detalj av sydfasaden på Oja kyrka, byggd av sandsten i slutet av 1200-talet. Saltvittring

■ Above: Fig. 15. Crumbling of stone is a difficult problem, especially when it attacks whole elevations. The detail of the south elevation of Oja church, built in sandstone at the end of the 13th century. Salt crumbling

Nedan: Fig. 16. Svärtningen kan bli betydande av kamin, ångvärmeledning och liknande uppvärmningsanordningar, som skapar heta luftströmmar. Detalj av triumfbågen i Halla kyrka, Gotland, efter drygt 50 års kaminvärme. Två stenar renborstade. Lägg märke till »lagningen» av det sviktande murverket med träkilar, nu ersatta med omfattande betongförstärkning. Foto: Erik Olsson Sanda

■ Below: Fig. 16. Blackening can be quite extensive caused by stoves, steamheating pipes and similar heating apparatus, which create hot air currents. The detail of the triumph arch in Halla church in Gotland after about 50 years of stove heating. Two of the stones have been brushed clean. Note the »repair» of the failing masonry with timber wedges which have now been replaced by considerable concrete reinforcement



UPPVÄRMINGSFRÅGOR

Gotlandskyrkorna, liksom nästan alla bevarade medeltida byggnader, har aldrig varit avsedda att värmas. Sedan man under de senaste hundra åren börjat installera värme har det visat sig att svåra skador ofta uppstår på främst inredningen. Några problem i samband med uppvärmning av äldre stenkyrkor behandlas i följande nummer av Byggmästaren.

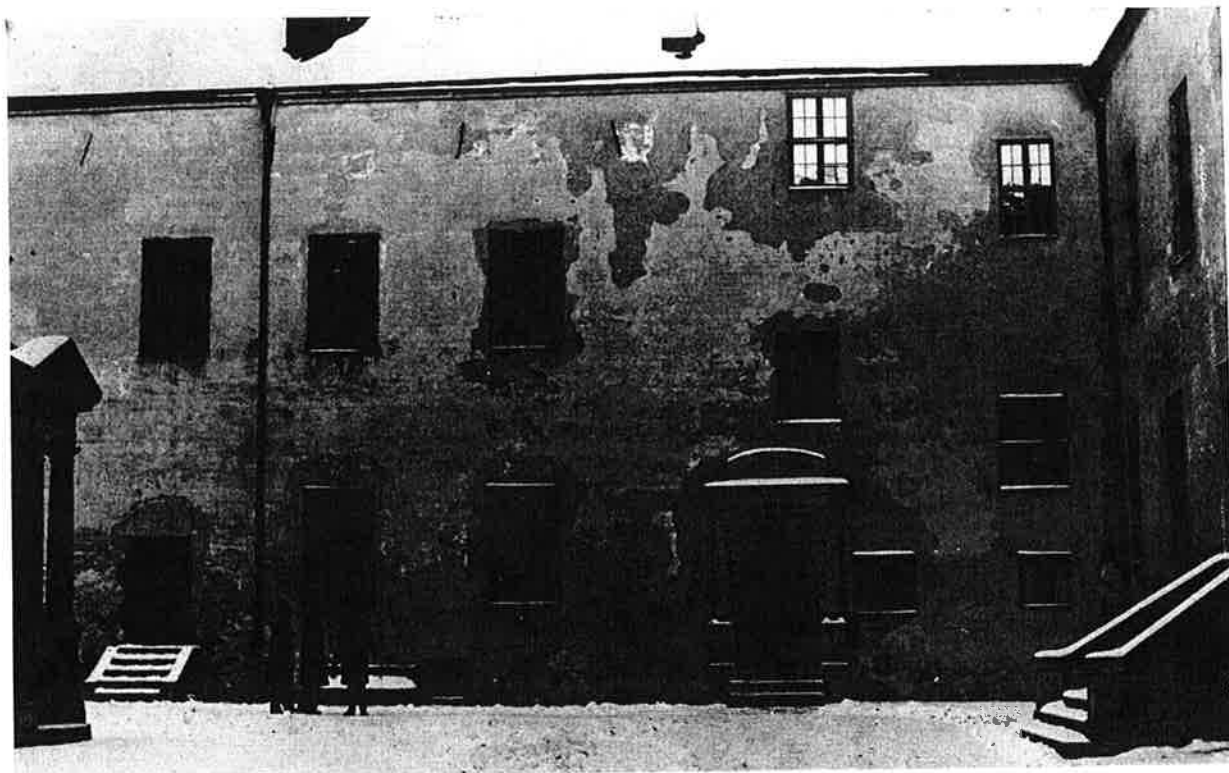
ÖNSKEMÅL FÖR FRAMTIDEN

Det framtida underhållet av kulturhistoriskt värdefulla byggnader kommer att kräva en effektivare organisation än tidigare för långsiktigare planering och med större uppmärksamhet på de tekniska problemen. Man måste dels skapa en kår av kvalificerade hantverkare kunniga i äldre teknik, något slags byggnadskonservatorer, dels anordna en kontinuerlig tillverkning och lagerhållning av äldre material. Varken denna yrkeskår eller en sådan materialtillverkning kan dock rimligen få någon större omfattning. Största delen av underhållet kommer därför sannolikt även i fortsättningen att utföras av vanliga byggnadsföretag. Dessa specialarbetare skulle då bland annat kunna fungera som instruktörer.

Det är också nödvändigt att dessa instruktörer eller byggnadskonservatorer som för *hantverkstraditionen* vidare, får hjälp av kunniga tekniker. Allmän utbildning i äldre byggnadsteknik och restaurering kommer säkerligen inte heller i fortsättningen att ske. En central grupp restaureringsspecialister skulle därför behövas för att samla erfarenheter bedriva och samordna forskning och framför allt lämna råd och anvisningar. De måste även bedriva en viss fortbildning för »allmänpraktiserande» tekniker och arkitekter. Gruppen måste förutom av olika tekniska specialister även bestå av antikvarier och arkitekter. Restaurering är ett byggnadstekniskt problem — men med speciella aspekter.

Ett akut problem som måste lösas är finansieringen. På grund av de kraftigt stegrade reparationskostnaderna är det i dag praktiskt taget omöjligt för små församlingar att som hittills själva bekosta en restaurering.

De gotländska församlingarna, vanligen om ett par tre hundra personer, visar här en offervilja och ett levande intresse som är värt all högakning. Att bevara vår äldre byggnadskultur borde dock rimligen vara ett allmänt intresse.



BRUKSPROBLEM VID RESTAURERINGAR

Av byggnadsingenjör Ingmar Holmström

UDK 72.025.4
691.05
TUS 354.1 + 822.08

Ett stort antal kulturhistoriska byggnader är mura- de, och förr eller senare blir det aktuellt med omfog- ning, putslagning eller hel omputsning. De problem som då uppstår är i viss mån annorlunda än dem man är van att möta vid nybyggnader. Med stöd av främst utredningen om Gotlandskyrkorna görs i det följande ett försök att belysa några av de problem en byggnadstekniker kan ställas inför.

Från tidiga medeltiden och fram till på 1800- talet utfördes all murning och putsning med rent kalkbruk, vanligen av luftkalk. Ännu långt in på 1900-talet dominerade kalkbruket. Först kring 1920 började man blanda cement även i putsbruket. I dagens byggnadsproduktion förekommer inte längre rent kalkbruk. I ByggAMA 1965 finns kalk- puts inte med som utvändigt puts och endast som variant inom parentes för invändig. Orsakerna till detta är främst att såväl material som arbetsmetoder

har förändrats successivt så att kalkbruket fått allt sämre kvalitet och hållfasthet. Nutidens tekniker känner också kalkputs som ett dåligt material, så löst att det nästan bara är den hårda ythuden som hindrar bakomvarande kalk och sand att rinna ut. För den medeltida byggmästaren däremot var kalk- bruk lika hållfast som nutida KC-bruk och ofta lika klingande hårt. KC-bruk och kalkbruk skiljer sig dock i flera avseenden väsentligt från varandra.

Likasa skiljer sig egenskaperna hos äldre mur- verk från de modernare typerna i fråga om rörelser, fuktförhållanden m. m. Många kulturhistoriska byggnader har dessutom ingen uppvärmning eller värms endast tillfälligt. Härtill kommer antikva- riska krav på äkthet och respekt för originalet.

Då man vid en restaurering skall välja bruks- sammansättning och arbetsmetod, kan det tekniska problemet i princip uppdelas i fyra delar:

1. Avfärgningsmöjligheter
2. Fuktegenskaper.
3. Hållfasthet.
4. Underhåll.

I samtliga fall är *åldrandet* och de långsamma förändringarna av största betydelse.

Vinjetten: Fig. 17. Den östra borggårdsfasaden på Kalmar slott. De grå putspartierna, 1930-talets ilagning med magrare puts, skiljer sig med sin grå ton märkbart från dekorputsens av äldre datum

■ Vignette: Fig. 17. The eastern courtyard elevation at Kalmar castle. The grey plaster parts reveal repairs with poorer lime plaster, carried out during the 1930's, which today clearly diverges from the earlier decorated plaster by its grey tone



Överst: Fig. 18. Ras i april 1965 på insidan av yttre västra befästningsmuren på Kalmar slott. Bakom det yttre skal av kalksten som rasat finns en mur av blandsten och en fyllnadsmassa. Raset utlöstes av frostsprängning i den nedfuktade och av jordtrycket försvagade muren

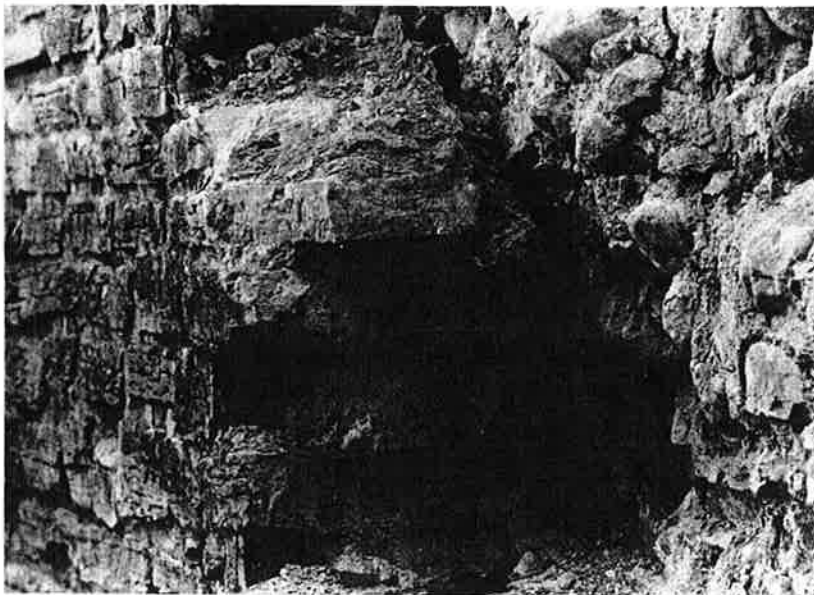
■ Top: Fig. 18. A fall on the inside of the outer western fortification wall at Kalmar castle in April 1965. Behind the outer shell of limestone, which has fallen down, is a wall of mixed stone and filling. The fall was caused by frost expansion in the damp in the part of the wall which had been weakened by damp and affected by earth pressure

I mitten: Fig. 19. Detalj av muren i fig. 18 som visar den dåliga sammanhållningen mellan murens skikt. Det ursprungliga bruket är starkt fuktsugande kalkbruk, sannolikt med avsevärd lerinblandning. Ytan har i sen tid omfogats med cementhaltigt bruk till några cm djup

■ Middle: Fig. 19. Detail of the wall in fig. 18 which shows the bad adhesion between the courses of the stonework. The original plaster is highly absorbing lime plaster, probably with a strong content of clay. The surface has at a later date been repointed with a strong cement mortar to a depth of some cm

Nederst: Fig. 20. Vid rastillfället var kalkbruket vittrat och starkt fukthaltigt, en fukt som inte kunde avges på grund av den tätande fogningen. Kvarsittande bruk från omfogningen

■ Below: Fig. 20. When the fall occurred, the lime plaster had crumbled and was very damp, a damp which could not evaporate owing to the tightening pointing. In the picture can be seen remaining mortar from the repointing



AVFÄRGNING

Avfärgning och dekorering har förr praktiskt taget utan undantag utförts med kalkfärg både utomhus och inomhus. Olika teknik har använts men gemensamt för dem alla är att underlaget skall ha jämn och stark sugning. Detta krav är starkast för kalkfärgsdekorationer.

Erfarenheten har visat att om en målade eller avfärgad yta skall kompletteras måste det nya underlaget ha så gott som exakt samma egenskaper som det gamla för att utseendet skall bli lika även sedan ilagningen åldrats. Den nya målningen eller avfärgningen måste givetvis utföras med samma material och teknik som originalet. Att komplettera en kalkmålning med t. ex. silikatfärg är lika omöjligt som att bättra en akvarell med täckfärg eller med oljefärg.

Många års erfarenhet av konservering av kalkmålningar i Gotlandskyrkorna har klart visat att andra underlag än fet kalkputs identisk med originalet är odugliga vid komplettering. Skiljaktigheter i ytstruktur, sugning, fuktegenskaper och värmeledningsförmåga avslöjar sig obönhörligt.

Vid komplettering av fogbruk utomhus gäller det att åldrandet hos den eroderade nya ytan måste ske på samma sätt som den gamla om inte utseendet skall förändras.

Färgens erosion eller nedbrytning sker på olika sätt i olika färger. Skinnbildande färger lossnar så småningom från ytan som större eller mindre flakor, vilket ger ett sjaskigt intryck. Hit kan man bland annat räkna alla färger innehållande plast,

olja eller andra organiska föreningar. Väl utförd avfärgning med kalk, cement eller silikat fungerar mer som genomfärgad puts, dvs. färgskiktet vittrar bort likformigt tills hela skiktet är borta. Den sortens åldrande ser betydligt mer naturlig ut. Även för dessa färger är givetvis god vidhäftning av största betydelse, då de annars spjälkar av. För att kalkavfärgning skall få rätt hållbarhet fordras att den påförs tunt flera gånger, liksom en så småningom täckande lasyr. Metodens största nackdel ligger i att arbetsåtgången blir stor. Rätt utförd och på lämpligt underlag av kalkputs får dock kalkavfärgningen god hållbarhet genom att den samtidigt fungerar som en impregnering av putsytan.

Kalkfärgens karaktär av lasyr gör också att den utseendemässigt inte gärna kan ersättas av de moderna heltäckande färgerna. De svaga färgskiftningarna i den kalkavfärgade ytan ger fasaden ett visst liv. Med en modern färg av t. ex. plast- eller silikattyp blir täckningen för perfekt. Man kan därför ofta uppleva hur en gammal byggnad efter renovering »dör» och får ett utseende likt marzipan-tårta.

Fasadens åldrande utseende är även starkt beroende av nedsmutsningen, främst i stadsatmosfär. En mycket grov yta, t. ex. av stänkpått, smutsas hårt, medan vattenavvisande färger tvättas mycket ojämnt av regn, särskilt om fasaden är profilerad.

FUKTFÖRHÅLLANDEN

Fuktegenskaperna hos fogbruk, puts och avfärgning är av största betydelse för ytans och murverkets bestånd. Ändrar man ytskiktets förmåga att uppta och avge fuktighet kommer detta att med tiden rubba hela murens fuktbalans. Erfarenheten har visat att utom i vissa undantagsfall en porös, starkt sugande fasadyta håller längst på en gammal byggnad. Det gäller i lika hög grad att torka ut fuktighet som att hindra regnvatten tränga in. Har utsidan ett tätare skikt än insidan, kommer större delen av murens fukt att vandra inåt, med stor risk för invändig saltvittring som följd. En väl utförd, starkt sugande kalkputs, gärna med ojämn yta, har visat sig vara mycket hållbar och kunna effektivt torka ut underlaget. Förklaringen till detta skulle kunna vara att putsens förmåga att absorbera och sprida fuktighet under nedblöttningsperioderna är tillräckligt stor för att riskabelt hög fukthalt inte skall uppstå. Samtidigt är dess förmåga till uttorkning betryggande för att sådan skall kunna ske mellan dessa nedblöttningsperioder.

Ett poröst, luftgenomsläppligt, material med porös yta har betydligt större uttorkningsförmåga än



Fig. 21. Detalj av portalen på Stånga kyrka, Gotland, fig. 12. Efter omfogning med cementbruk har de runda kolonetternas rörelsemöjlighet vid temperaturändringar minskat med avspjälkning som följd. De har helt enkelt blivit »provtryckta» genom den stumma inspänningen mellan kapitälbandet upptill på bilden och basen. Ursprungliga fastsättningen bestod vanligen av enpinnar och fett, elastiskt kalkbruk

■ Fig. 21. A detail of the portal at Stånga church in Gotland, fig. 12. After repointing with cement mortar the ground colonettes' temperature movement has been reduced with spalling as result. They have quite simply been pressed by the inflexible stressing between the frieze at the top of the picture and the base. The original fixing was normally of juniper pins and a rich, elastic lime mortar

ett tätare material eller ett material med tät yta.

I naturstensmurar och andra murar med relativt tätt och föga fuktsugande murmaterial har murbruket och fogningen stor betydelse för fuktavgivningen. De praktiska erfarenheterna visar att fogmaterialets kapillärsugningsförmåga och luftgenomsläpplighet har störst betydelse i murar av stor tät sten. Det är naturligt med tanke på att fogandelen där är mindre, samtidigt som fogen är murens enda möjlighet att andas.

Allvarliga skador har uppstått på grund av att man förbisett detta vid omfogning av bristfälligt avtäckta murar, bland annat på Visby ringmur och på Kalmar slott. Så länge fogarna var porösa och starkt fuktsugande hann inläckande vatten ta sig ut tillräckligt fort för att skadlig frostsprängning inte skulle hinna uppstå. Efter omfogning med starkt cementhaltigt bruk blev murarna betydligt tätare nedtill och på sidorna medan vatten fortfarande tog sig in uppifrån. Fukthalten ökade då så kraf-



T. v: Fig. 22. Detta mellanting mellan putsning och fogning har ibland använts som färdig yta på Gotlandskyrkorna av rått huggen sten på 1100- och 1200-talet. Hela ytan har då varit kalkad. Bruket på bilden är sannolikt ursprungligt. Västergarns kyrka, uppförd 1240. Foto: Erik Olsson, Sanda

■ Left: Fig. 22. This intermediary between plastering and pointing has sometimes been used as a finish surface on churches in Gotland of unwrought stone from the 12th and 13th centuries. The whole surface has been white-washed. The plaster in the picture is probably original. Västergarn's church, erected in 1240

Nedan: Fig. 23. Ursprunglig puts av den typ som är vanlig på Gotlandskyrkorna. Putsen var alltid vitkalkad på en slevslätad yta, och utfördes vanligen på en mur med något utbredd fogning liknande fig. 22. Garda kyrkas kor uppfört 1325–1330. Konservatorn på bilden blottar dekorerad sten, som återanvänts, från den tidigare korabsiden, troligen uppförd på 1000-talet. Den inåt vända, putsade ytan på stenen kom vid ombyggnaden utåt med målningar och allt, och putsades över. Se även fig. 36. Foto: Erik Olsson, Sanda

■ Below: Fig. 23. Original plaster of the type usual in Gotland churches. The plaster was always white-washed on a surface smoothed out with a trowel, usually on a wall with some sort of wide pointing as in fig. 22. The choir of Garda church was erected 1325–1330. The conservator in the picture reveals decorated stones, which have been reused, from the earlier choir, which was probably erected in the 11th century. The inward turned plastered surface of the stone was at the rebuilding turned outwards and paintings and all was plastered over. See also fig. 36

Fig. 23 och 24. Se bilaga i färg, s. 59.

■ Figs 23 and 24. See appendix in colour, p. 59.

Nedan: Fig. 24. Detalj av fig. 23

■ Below: Fig. 24. Detail of fig. 23

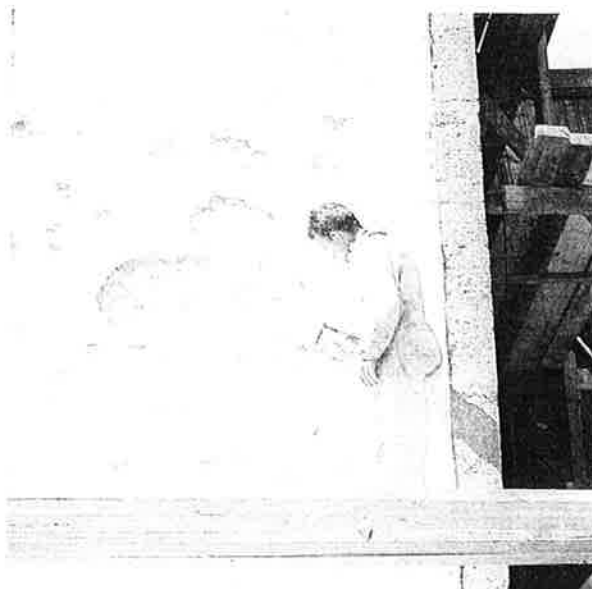
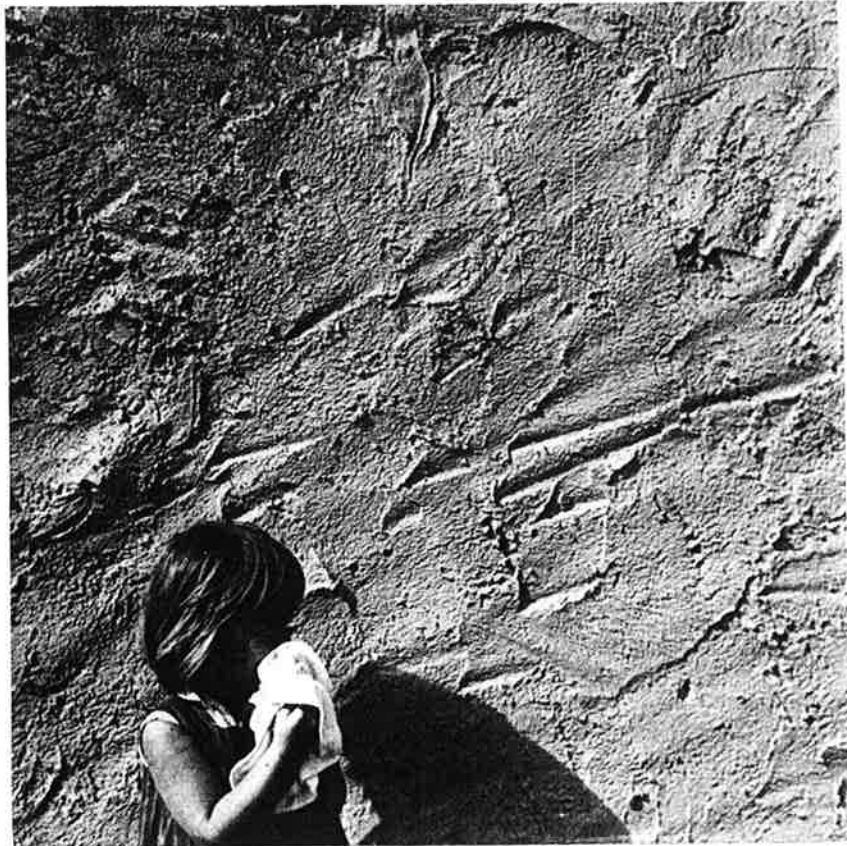


Fig. 25 och 26. På Gotland har ända in i vår tid använts en putsningsteknik som kan vara identisk med den medeltida då varken rätskiva, rivbräda eller kvast användes. Efter påslaget har bruket dragits av med slevens kant (ovan t. h.). Då ytan torkat upp trycker och slätar man den med slevan tills den blir jämn (nedan t. h.). Tekniken används fortfarande vid restaurering av medeltida puts och ger exakt samma utseende som denna



■ Fig. 25 and 26. In Gotland plastering- and rendering techniques, which can be identical with the medieval, have been used right up to modern times. Neither floete, spatula nor brush is used. After casting the mortar has been drawn off with the edge of the trowel (above, right). When the surface is dry, it is pressed and smoothed with the trowel till it is even (below, right). This technique is still used in the restoration of medieval plaster and gives it exactly the same appearance as this one



tigt att några års frostsprängningar raserade muren. Både i Visby och Kalmar har det rört sig om skalmurar med mycket porös kärna, vilken åtminstone i Visby bestod av lerbruk. Ytterskalet bestod i båda fallen av grov kalksten och var ursprungligen murat med fett kalkbruk.

HÅLLFASTHET

Hållfastheten hos både puts och fogbruk är beroende av murens utförande. I allmänhet är hög tryckhållfasthet olämplig för både puts och fogbruk. Det nya fogbruket har i allmänhet ingen bärande funktion, endast tätande. Tryckhållfastheten får inte bli större än för det ursprungliga bruket och framför allt aldrig större än hos murstenen. Konstruktionen av äldre murverk bygger på förutsättningen att det är en smula elastiskt så att omlagringar av belastningarna kan ske även om vissa rörelser skulle uppstå. Dessutom måste murarna vara så elastiska att temperatur- och fuktrörelser tas upp inom murverket och inte adderas så att sprickor uppstår. Fogar man om med ett starkt och hårt bruk kommer rörelserna att fortplantas genom fogarna och adderas. Antingen utvidgas då hela muren som en monolit med sprickor som följd, eller blir inspanningen av den enskilda stenen så stark att fogbruket eller stenen krossas. Fenomenet är synnerligen vanligt då man fogat om kalkstensmurar eller -socklar med cementbruk.

Problemet är därför oftast att inte få den nya fogen för stark.

Ett bekymmer med alla nu vanliga fogbruk är att de krymper och därför inte helt fyller fogen. En svag volymökning vid hårdnandet vore i stället att föredra.

Vid omputsning är kraven på hållfastheten likartade. Inte heller här är alltför hög tryckhållfasthet önskvärd. På grund av att vissa rörelser alltid uppstår i underlaget är i stället vidhäftning och elasticitet av största betydelse. Dels uppstår lätt vissa sättningar och rörelser i murverket, dels rör sig som nämnts de enskilda stenarna. God vidhäftning är annars förutsättningen för putsens hållbarhet. Vidhäftningshållfastheten måste dock, som framgått av föregående, stå i en viss relation till putsens övriga egenskaper, främst elasticitetsmodulen, för att skjuvkrafterna mot underlaget inte skall bli för stora.

Första förutsättningen för god vidhäftning är givetvis att underlaget är rent och fast. Efter nedknackning av gammal lös puts får man därför i allmänhet räkna med lätt sandblästring med efterföljande renblåsning.

FORTLÖPANDE UNDERHÅLL

Typiskt för restaureringar är att *underhållet skall upprepas*. Samma arbete med omputsning och omfogning som vi gör i dag kommer man att få upprepa många gånger i framtiden. För var gång har byggnaden blivit allt äldre och svagare. Vi tekniker har en benägenhet till övertro på oss själva och på nutidens möjligheter i detta fall, varför tanken vanligtvis är oss helt främmande. All reklam om underhållsfria material trubbar av vårt tidsbegrepp. Med underhållsfria, oföränderliga material menar vi vanligen sådana som stoppar i 10—20 kanske i bästa fall 50 år. I restaureringssammanhang finns således inga underhållsfria material. Man bör därför välja material och metoder som ger längsta möjliga totala livslängd hos byggnaden. För en omputsning kan detta innebära att man inte skall välja den mest hållbara putsningsmetod som finns just då, om den innebär att underlaget kommer att skadas vid nästa omputsning. Tätare underhåll utan skadeverkningar kan vara god ekonomi.

Grundning med cementbruk är därför från denna synpunkt synnerligen olämplig på underlag av tegel och mjukare natursten såsom sandsten och kalksten. För att vid efterföljande omputsningar få gott fäste kan man tvingas krossa en del av stenen, vilket ju rimmar illa med den allmänna målsättningen.

Att göra rent med sandblästring är en annan tveeggad metod. Flertalet material tål inte upprepad blästring.

I princip samma problem kan möta vid avfärgning. Vid en upprepning måste den tidigare, nu åldrade avfärgningen avlägsnas så att ny avfärgning är möjlig. Vad vet man i detta avseende om moderna färger? Kanske går färgen inte att avlägsna utan att putsen skadas så att ny avfärgning är omöjlig och omputsning därför blir nödvändig.

Av största vikt vid en framtida upprepning av t. ex. en omputsning är att man då har tillgång till alla erforderliga uppgifter om bruksammansättning, blandningsmetod, putsningsmetod och liknande för bedömning av de nya åtgärderna.

KALKBRUK KONTRA KC-BRUK

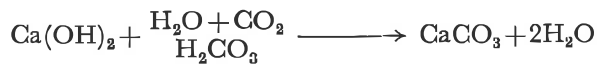
De allmänna krav på bruk för putsning och fogning som angivits ovan är resultatet av främst den skadeinventering som utförts samt av egna och framför allt andras praktiska erfarenheter. Av litteraturen framgår att ingen jämförande provning hittills ägt rum mellan äldre puts- och murbruk och

de moderna typerna. Tyvärr saknas därför tillförlitliga värden på så väsentliga saker som luftgenomsläpplighet, kapillärsugningsförmåga, elasticitet, vidhäftning, tryck- och draghållfasthet, krympning, åldringsbeständighet, krypningstendens m. m. För de moderna materialen finns mängder med provningsdata, men alltid med utgångspunkt från det moderna byggeriets krav, aldrig för restaureringar. Tills dessa jämförande provningar utförts får man alltså nöja sig med de fåtaliga värden som finns och de praktiska erfarenheterna. 800-900 års praktisk provning är ju inte heller att förakta. Så länge de tekniska erfarenheterna av det ursprungliga materialet är goda finns strängt taget inte heller någon anledning att byta.

Av hittills publicerade jämförelseprov mellan kalkbruk och cementhaltiga bruk förefaller de av Hinderson utförda vara av störst intresse i detta sammanhang (Gerhard Hinderson, *Kalk och kalkcementbruk. Invändig puts på betong*. SNB Rapport 46, Stockholm 1958.)

Visserligen har han inte provat fetare kalkbruk än K 1:3 och endast bruk av modern puderkalk, men den principiella förändringen vid cementinblandning är det värdefullaste resultatet. Några av försöksresultaten återges här i korthet.

Efter jämförande litteraturstudier och egna försök slår Hinderson fast att luftkalkbrukets slutliga hårdnande inte beror på bildandet av kalciumsilikat tillsammans med sanden, utan på att luftens koldioxid reagerar med kalkhydratet, varvid kalciumkarbonat bildas enligt formeln.



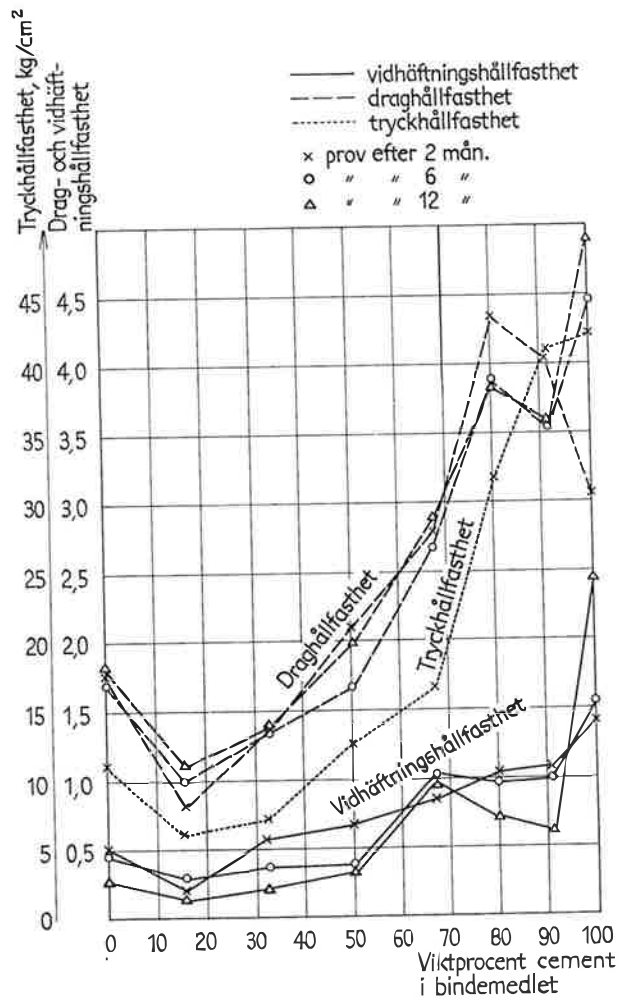
Av formeln framgår att ingen karbonatisering kan ske i ett helt uttorkat kalkbruk. Detsamma är förhållandet när bruket är alltför fuktigt. Brukets

Ovan t. h: Fig. 27. Resultat av prov med KC-puts med olika cementhalt på underlag av betong. Mindre cementinblandning än 50 % inverkar negativt på all hållfasthet. Vidhäftningen påverkas dock minst och inte i proportion till drag- och tryckhållfasthet. (Efter SNB Rapport 46, fig. 2)

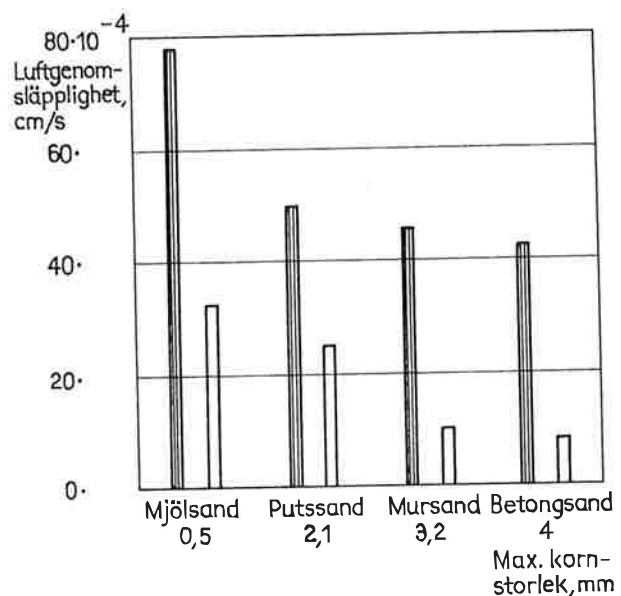
■ Above, right: Fig. 27. The result of tests of lime mortars with different cement contents on a concrete backing. Less cement content than 50 % reduces all strength. Adhesion is affected least and not in proportion to tensional and compressional strength. (From SNB Report 46, fig. 2)

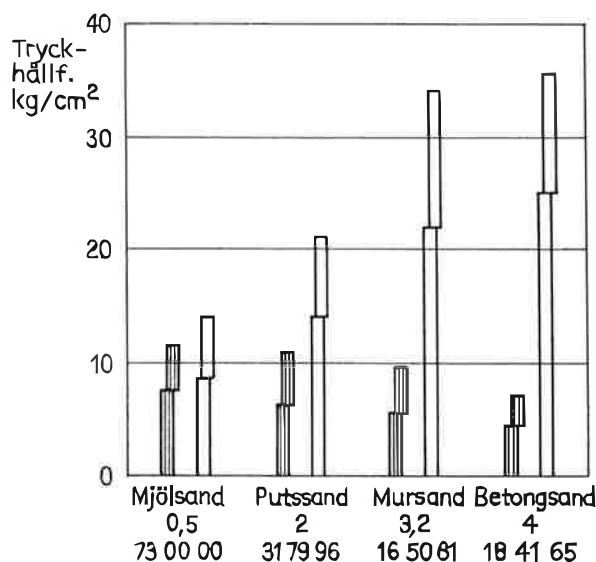
T. h: Fig. 28. Luftgenomsläppligheten efter 28 dagars lagringstid. Luftgenomsläppligheten beroende av ballastens kornfördelning. Fyllda staplar = kalkbruk 1:8 och ofyllda staplar = kalkcementbruk 5,6:1,49 (viktsandelar). (Efter SNB Rapport 46, fig. 26)

■ Right: Fig. 28. Air permeability after 28 days' curing. The permeability for air depends on the drain size distribution of the aggregate. Filled columns = lime mortar 1:8 and unfilled columns = lime cement mortar 5.6:1.49 (weight proportions). (From SNB Report 46, fig. 26)



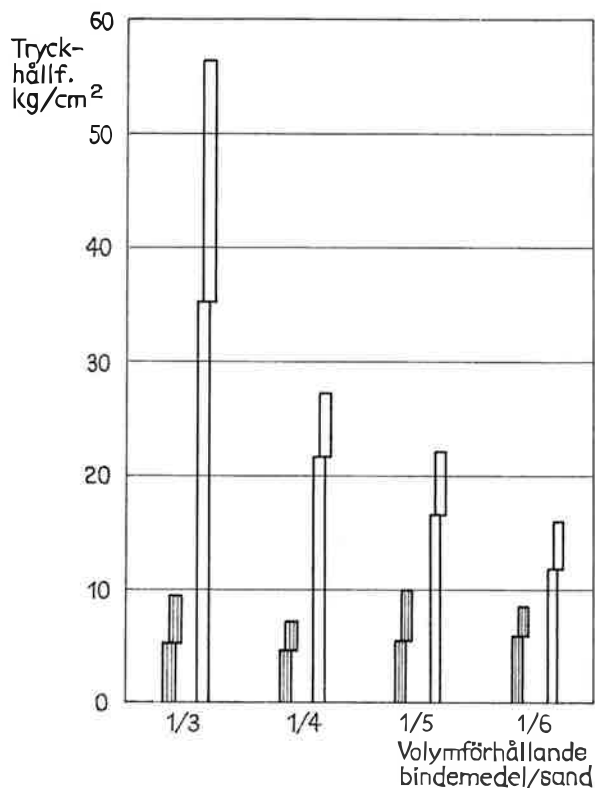
vattenhaltgränser anges till 0,5 resp. 5 à 6 viktprocent med ett optimum vid 0,7 %. Enligt en uppgift skall en relativ fuktighetshalt hos lagringsluften av 65—75 % vara mest gynnsam för en snabb





Ovan: Fig. 29. Tryckhållfastheten hos prover av kalkbruk 1:8 (fyllda staplar) och kalkcementbruk 1:2:16 (ofyllda staplar) efter 28 och 120 dygns lagringstid. Ökningen i hållfasthet från 28:e till 120:e dygnet har markerats med en förskjutning av staplarna. Sandgraderingen har som synes betydligt större betydelse för kalkcementbruket än för kalkbruket, och en förändring av graderingen får för de båda bruken motsatta verkningar. (Efter SNB Rapport 46, fig. 16)

■ Above: Fig. 29. Compression strength in samples of lime mortar 1:8 (filled columns) and lime cement mortar 1:2:16 (unfilled columns) after 28 and 120 days' curing. The increase in strength from the 28th to the 120th day has been marked by a displacement of the columns. The sand grading has, as can be seen, much greater importance in the lime cement mortar and an alteration of grade has the opposite effect for the two mortars. (From SNB Report 46, fig. 16)



karbonatisering. Proven ger vidare vid handen att 40 % relativ fuktighet och $+16^{\circ}\text{C}$ hos omgivande luft ger en jämviktsfuktkvot för bruket av 0,5—0,6 %.

Hindersons försök visar dessutom klart att en snabb karbonatisering av rent kalkbruk ger avsevärt större hållfasthet än en långsam. För provkroppar tillverkade av samma bruksblandning blev tryckhållfastheten mer än dubbel så hög vid hastig (1 vecka) som vid långsam (5 veckor) karbonatisering. Samtliga prover var vid provtryckningen genomkarbonatiserade. »Alla faktorer som underlättar eller påskyndar karbonatiseringen inverkar därför gynnsamt på hållfastheten. En kraftig cirkulation av luft med lämplig fuktighet och temperatur utgör de bästa yttre betingelserna för att erhålla ett hållfast luftkalkbruk. Kan en hög koldioxidhalt hållas i luften är detta givetvis av allra största betydelse. Är en putsyta försedd med tätande ytbehandling, oljemålning eller liknande, försvåras karbonatiseringen av en kalkputs avsevärt.»

Av detta kan man bland annat dra en viktig slutsats: Det medeltida luftkalkbrukets höga hållfasthet kan knappast bero på åldern, utan måste ha utbildats redan under byggnadstiden.

För en snabb karbonatisering av kalken fordras också lämpliga egenskaper hos bruket, främst god luftgenomsläpplighet. Luften innehåller normalt endast 0,03 % CO_2 . Ren kalk har hög luftgenomsläpplighet. Hindersons försök visar också att bruk av mjölsand gav stor luftgenomsläpplighet och hög hållfasthet. Mjölsanden är relativt enskornig och har därför större hålrumsporcet än vanlig puts eller mursand, dvs. andelen kalk blir större. Samtidigt påpekar han det kända faktum att så fin sand (med vanliga metoder) ger ett odugligt putsbruk på grund av stor krympning.

Cementbruk har som bekant betydligt större hållfasthet än kalkbruk och är betydligt tätare. Hinderson visar att redan en liten cementinblandning i kalkbruket försämrar dess luftgenomsläpp-

T. v: Fig. 30. Tryckhållfastheten hos prover av kalkbruk (fyllda staplar) och kalkcementbruk (ofyllda staplar) i relation till volymförhållandet bindemedel/sand efter 28 och 120 dygns lagringstid. Ökningen i hållfasthet från 28:e till 120:e dygnet har markerats med en förskjutning av staplarna. I kalkcementbruket var viktförhållandet 1:2 mellan kalk och cement. (Efter SNB Rapport 46, fig. 17)

■ Left: Fig. 30. The compression strength in samples of lime mortar (filled columns) and lime cement mortar (unfilled columns) in relation to the volume proportion binder/sand after 28 and 120 days' curing. The increase in strength from the 28th to the 120th day has been shown by a displacement of the columns. In the lime cement mortar the weight proportion between lime and cement was 1:2. (From SNB Report 46, fig. 17)

lighet så kraftigt att kalkens karbonatisering hindras. Den resulterande hållfastheten hos KC-bruk blir därför lägre än hos det rena kalkbruket ända tills cementhalten uppgår till minst 50 viktprocent, dvs. ungefär KC 21.

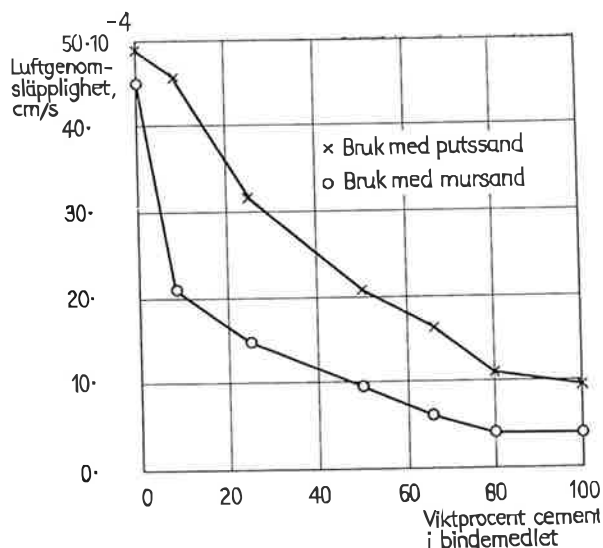
Ett intressant resultat är också att förmågan att motstå sönderfrysning inte ökade nämnvärt förrän cementhalten överskred 30 viktprocent.

Sannolikt är många av misslyckandena med kalkputs beroende på att man vid utförandet inte haft helt klart för sig denna skillnad mellan verkningssättet hos kalkbruket å ena sidan och cement- eller kalkcementbruket å den andra. Kalkbruket skall vara poröst och luftgenomsläppligt och kräver snabb uttorkning och därefter kraftig luftomsättning av rätt fukthalt. Cementhaltigt bruk har samma verkningssätt som betong och skall ha tät ballast, rätt cementhalt och fordrar hög fukthalt under hårdnandet.

Jämför man det moderna luftkalkbruket med det medeltida finner man en avgörande principiell skillnad. Modernt kalkbruk bygger på uppfattningen att kalken skall fungera som lim mellan tät packade sandkorn — alltså betongtänkandet. Krympningen motverkas och en del av hållfastheten erhålls genom att sandkornen stöder mot varandra. För att systemet skall fungera får kalkhalten inte bli för hög, då fjärras sandkornen från varandra. Förenklat uttryckt innebär systemet välgraderad sand med minsta möjliga kalktillsats.

För den medeltida muraren måste detta synsätt ha varit helt främmande. Han tycks ha eftersträvat största möjliga kalkhalt och betraktat sanden som ett utdrygningsmedel. På tunnslipprover kan man tydligt se de enskilda sandkornen likt sparsten vara helt omgivna av kalk. Med så feta blandningar kalk/sand som 1 : 1, 1 : 0,5 och ibland till och med 1 : 0,25 är det ju också omöjligt för sandkornen att nå varandra. Sandens kornfördelning varierar på de gamla bruk som undersökts. Liksom nu har man dock använt grövre sand till murning än till putsning, där man t. o. m. i många fall till ytputs tycks ha använt fin sjösand. Gemensamt synes också vara att sanden är relativt enskornig och skarpkantad.

Var och en som sysslat med putsning vet att det med nu brukliga material och metoder är omöjligt att åstadkomma nämnvärt fetare bruk än ca K 1:3 utan att krympningen blir för stor. Något måste alltså ha ändrats, materialet, metoderna eller bådadera. Hittills har ingen klarhet nåtts på denna punkt. Mycket tyder dock på att kalkens sammansättning och lagring kan ha stor betydelse. Likaså kan annan putsmetod och annat tillredningssätt ha

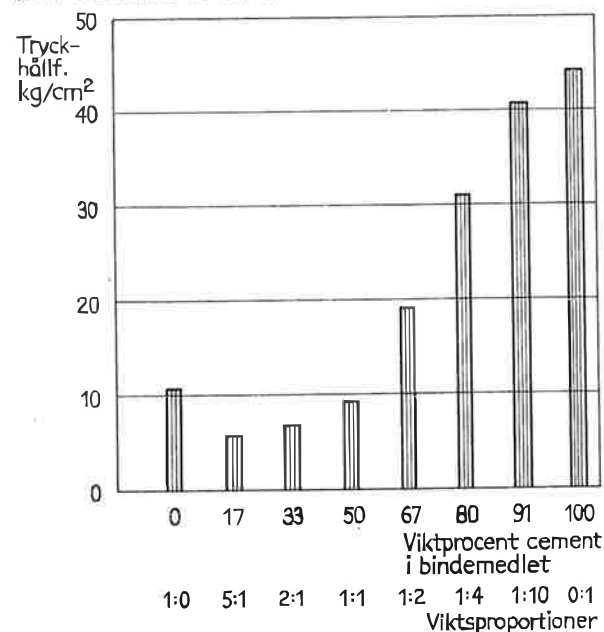


Ovan: Fig. 31. Luftgenomsläpplighetens beroende av cementhalten i kalkcementbruk. Resultat efter 28 dygns lagring av proverna. (Efter SNB Rapport 46, fig. 27). Efter längre tids lagring kunde märkas en tendens till ökad genomsläpplighet för de cementsvagaaste bruken

■ Above: Fig. 31. The air permeability depends on the cement content of the lime cement mortar. The result after 28 day's curing of the samples. (From SNB Report 46, fig. 27). After longer curing a tendency could be noticed to an increased permeability for the weaker cement mortars

Nedan: Fig. 32. Tryckhållfasthetens beroende av cementhalten i prover av kalkcementbruk av putsand. Cementblandning under 50 viktprocent innebär alltså en reducering av hållfastheten jämfört med rent kalkbruk. (Efter SNB Rapport 46, fig. 12)

■ Below: Fig. 32. The compression strength's dependence on the cement content in samples of lime cement mortar of plaster sand. A cement content less than 50 percent by weight means a decrease in strength in comparison with pure lime cement mortar. (From SNB Report 46, fig. 12)



inverkat. För att nå klarhet härom har vissa orienterande praktiska försök igångsatts i byggnadsstyrelsens regi.

PUTSREPARATION PÅ KALMAR SLOTT

Problemet med restaurering av äldre, fet kalkputs är inte begränsat till Gotland, det finns i hög grad även på fastlandet. Problemkomplexet kan illustreras med ett exempel från Kalmar slott.

På de fasader som bildar inre borggården utfördes på 1500-talet en dekorerad puts som skulle imitera huggen kvadersten. Ytan blev senare överputsad. Denna puts avlägsnades i samband med renovering och ilagning omkring 1930. Ungefär hälften av 1500-talsputsens finns nu kvar.

Fasaderna är nu åter mogna för en renovering. Putsen är delvis nedfallen, och återstoden ser skäckig och tråkig ut. Mest störande är kanske att ilagningarna nu har ett helt annat utseende än

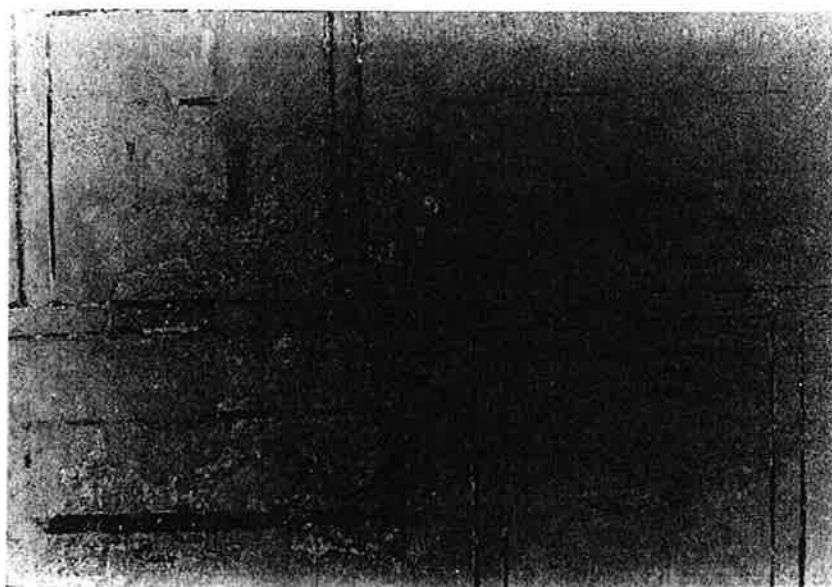
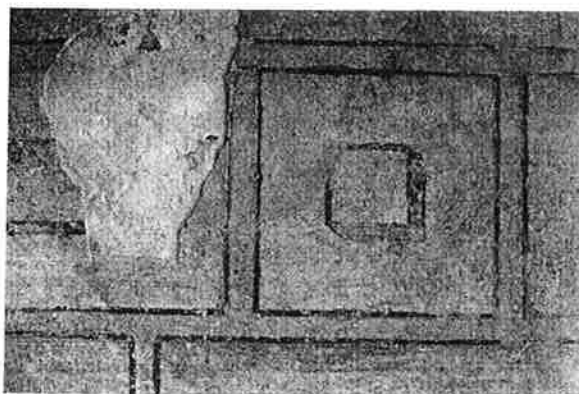
den ursprungliga putsen. Intresset för en uppsnygning är mycket stort, bland annat har man motiverat i riksdagen om saken.

Fasaderna mot borggården tillhör byggnader från olika tider vilka sedermera ändrats och sammanbyggs. Väggarna har därför växlande sammansättning: tegel, släthuggen kalksten, rå kalksten och granit. Fönsteröppningar m. m. har satts igen och nya brutits upp.

Putsen från 1500-talet består av fett kalkbruk med ljus gulbrun färg, sannolikt orsakad av föroreningar i den ingående kalken. Ytan är relativt slät, sannolikt åstadkommen genom tilltryckning och utslätning med mursleven på det då vanliga sättet. Rivbräda fanns inte på 1500-talet. Vidhäftningen mot underlaget är bitvis mycket dålig, och en hel del bomytor av varierande storlek förekommer, främst där man putsat på förut kalkad yta. Hela putsskiktet har homogen sammansättning, men en svag antydning till olika påslag kan skönjas.

Dekoren har utförts med kalkfärg sedan huvudmönstret ristats i den färskna putsen. Kalkfärgen, som nu i stort sett förefaller vara svart, har ursprungligen haft olika färgtoner, bland annat kan man urskilja rödbrunt och grönt.

Ilagningarna från 1930-talet har märkbart skiljaktig sammansättning och är utförda med en annan putsteknik. På en utstockning av kalkbruk (ev. KC-bruk) har man gjort en tunn, troligen brädri-ven ytputs av kalkbruk med det intryckta huvudmönstret. Ytputsen på ilagningarna är ljusare än den ursprungliga putsen, varför det är troligt att man genom kalkavfärgning sökt åstadkomma en enhetlig färgton.



Ovan t. v: Fig. 33 a. Detalj av dekoren på Kalmar slott. Fogkonturerna är försänkta och målningen utförd med kalkfärg. I skadan syns 1500-talsputsens underlag, en äldre flera gånger vitkalkad puts. Foto: Björn Linn. Se bil., s. 59.

■ Above, left: Fig. 33 a. Detail of the decorations in Kalmar castle. The masonry courses are rebated and the painting is of lime wash. In the damaged part, 16th century plaster primer can be seen, an older many times white-washed plaster. See app., p. 59.

T. v: Fig. 33 b. Detalj av fasadytan med ilagning och en liten del ursprunglig puts. Ilagningen har förändrats avsevärt genom att kalkfärgen eroderat, varpå den betydligt magrare putsen blottats

■ Left: Fig. 33 b. Detail of the facing surface with repair and a small part of the original plaster. The repair work has changed considerably by the erosion of the lime wash so that the much poorer plaster has been revealed

På grund av erosion genom sol, väder och vind m. m. har ilagningarna nu ett väsentligt annorlunda utseende än den ursprungliga dekorerade putsen. Ilagningarna är mörkare och mer grå, och den målade dekoren har till stor del försvunnit. Orsaken är att kalkavfärgningen på dessa ytor tvättats bort nästan helt, varvid sandkornen blottats. Även den gamla putsen har eroderat, men inte alls i samma utsträckning. Det är alltså nu främst sanden som ger ilagningen dess färg, beroende på att bruket är så magert att kalken nästan inte framträder. På den eroderade äldre putsen är det i stället kalken som ger ytan dess utseende genom att sandhalten är så låg.

Vissa undersökningar av putsens sammansättning m. m. har utförts av Puts- och murbrukslaboratoriet (PML) i Limhamn. I korthet visade undersökningen att 1500-talsputsen var mycket fet, med en sammansättning av omkring K 1:0,5, ibland fetare, medan ilagningen var betydligt magrare med ca K 1:1,5 för ytputsen och 1:2,5—1:3 för utstockningen.

Trots att ilagningen gjordes med ett efter normala förhållanden mycket fett kalkbruk var det alltså ändå för magert. Den gamla putsen hade endast tredjedelen så mycket sand.

Den kemiska analysen visade att putsen från 1500-talet innehöll en relativt stor del i saltsyra lösliga beståndsdelar, vilket kan tyda på att kalken innehåller hydrauliska ämnen. Om dessa i så fall har medverkat aktivt vid hårdnandet eller endast bildat filler är okänt. Mycket talar för att man på den tiden inte utnyttjade hydrauliska egenskaper.

Den gamla putsen var karbonatiserad till ca 80 % och ilagningen till ca 75 %. Sandkurvorna framgår av fig. 34.

Strukturen hos bruket från 1500-talet framgår av slipprovet på fig. 35. Som jämförelse visas motsvarande prov på utvändig kalkputs på Garda

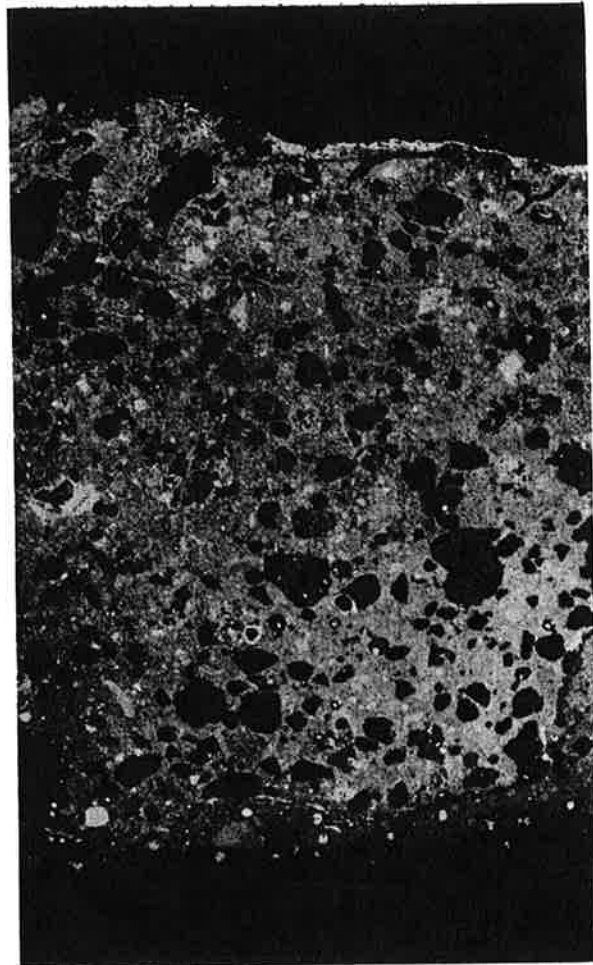
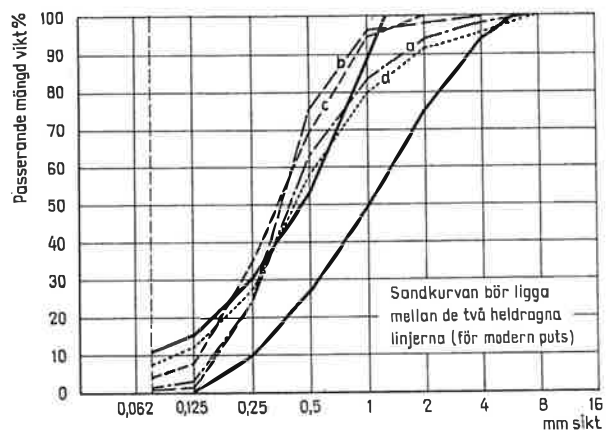


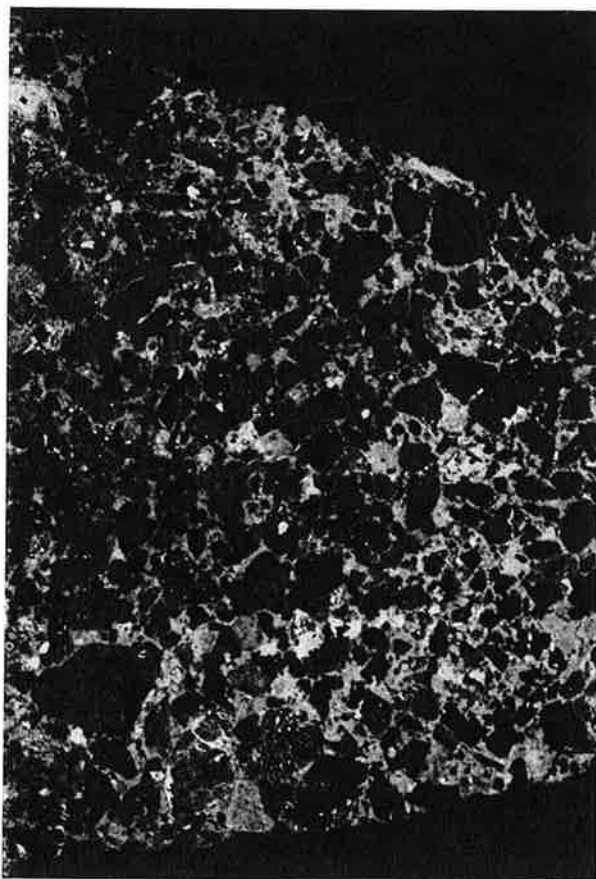
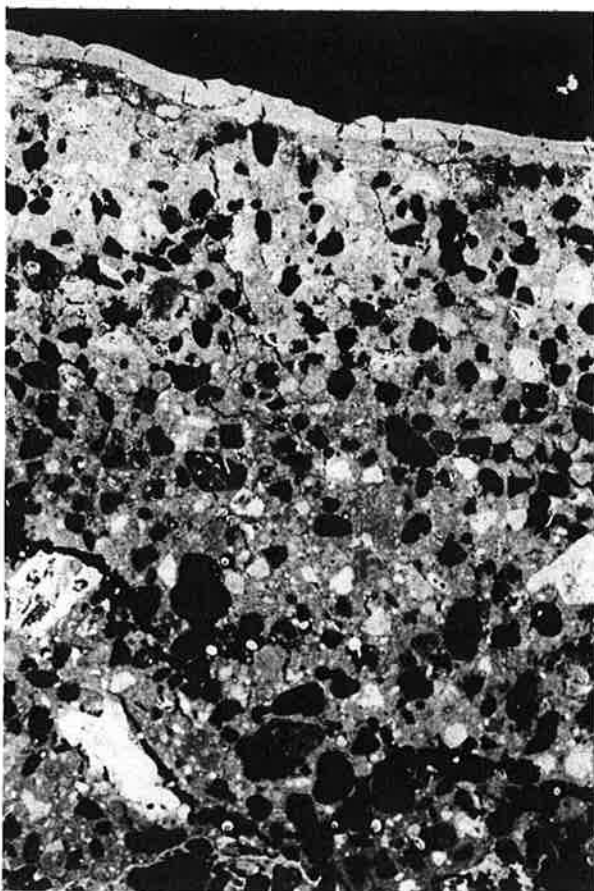
Fig. 35. Tunnslipprov av den dekorerade 1500-talsputsen på Kalmar slott. Förstoring 10 ggr. Ballasten, de mörkare kornen, består huvudsakligen av fältspat och kvarts. Blandningsförhållande ca K 1:0,5 (volymdelar). Observera frånvaron av sprickor och riss. (Foto: PML)

■ Fig. 35. Thin ground sample of the decorated 16th century plaster on Kalmar castle. Enlargement ten times. The aggregate, the darker grains, consists mostly of feldspar and quartz. The mix is about K 1:0.5 (volume). Notice the absence of cracks

T. h: Fig. 34. Siktanalys på sand utlöst med HCl ur putsprover av
a. den dekorerade 1500-talsputsen på Kalmar slott
b. 1300-talsputsen på Garda kyrka
c. ytskiktet och
d. utstockningen på ilagningarna på Kalmar slott
Analysen utförd av PML, Limhamn

■ Right: Fig. 34. Grade analysis of sand disextracted with HCl from plaster samples of
a. decorated 16th century plaster from Kalmar castle
b. 14th century plaster from Garda church
c. surface layer and
d. base plaster from repairs on Kalmar castle
Analysis by PML, Limhamn





kyrka i blandning ungefär K 1:1 utförd 1325. I båda bruken ligger sandkornen skilda från varandra och helt inbäddade i kalk.

På slipprevet av ilagningens utstockning (K 1:3 möjligen KC 1:3) kan man se att sandkornen stöder mot varandra och att endast återstående hålrum är fyllda med kalk.

Bortsett från problemet med att om möjligt förbättra vidhäftningen hos nuvarande 1500-talsputs på Kalmar slott, i och för sig ett intrikat problem, återstår frågan om lämpligt bruk för ny komplettering. Misslyckandet med 30-talets ilagning visar klart att det nya brukets sammansättning måste göras identisk med originalets.

Blandningsförhållande, sandsort, sandkurva och utseende är kända, men hur kan man i dag göra ett hållbart kalkbruk av två delar kalk och en del sand?

Utöver dessa laboratorieanalyser vet man inte mycket om medeltidsmurarens sätt att göra kalkbruk och hans putsningsteknik. Det lilla man vet hänför sig främst till vad man kan utläsa ur originalputsen, vissa fornfynd, medeltida räkenskaper, samt några romerska skrifter om arkitektur.

Från Kalmar slotts räkenskaper vet man att slottet hade egen kalkgrav, vedeldad kalkugn och tegelugn. Sten för murning hämtades dels från omgivningen, dels från Öland (kalksten), kalk och sten för kalkbränning både från Åland, Reval och Gotland men mest från Öland. Sand hämtade man främst med pråmar. Det är antecknat många dagsverken för att släcka, slå och bära kalk. Man använde olika brukstyper för olika ändamål: »murkalck, fjillekalck, groff och grann kalck samt huittkalck», de två förstnämnda för murning, den sistnämnda sannolikt för avfärgning.

Ovan t. v. Fig. 35. Tunnslippprov av putsbruk från Gardas kyrkas kor, Gotland, uppfört 1325–1330. Förstoring 10 ggr. Överst på bruket finns ett skikt av kalkfärg från den äldre kyrkan (se fig. 23). De svarta små kornen är kvarts och de ljusa små kornen utgörs av kalksten. Lägg märke till att sandkornen ligger skilda från varandra. Blandningsförhållande ca K 1:1. Foto: PML

■ Above: left: Fig. 36. Thin ground sample of plaster from the choir of Gardas church in Gotland, erected 1325–1330. Enlargement ten times. On the surface of the mortar there is a layer of lime wash from the older church (see fig. 23). The black, small grains are quartz and the light, small grains are limestone. Notice that the sand grains are separated from each other. Mix about K 1:1

T. v. Fig. 37. Tunnslippprov av putsilagningen på Kalmar slott. Förstoring 10 ggr. Sandkornen av fältspat och kvarts, mörka på bilden, ligger här betydligt tätare än i de medeltida bruken och stöder mot varandra. Blandningsförhållande ca K 1:3. Foto: PML

■ Left: Fig. 37. Thin ground sample of plaster repair in Kalmar castle. Enlargement ten times. The sand grains are of felspar and quartz, dark in the picture, and are much tighter here than in the medieval mortars and support each other. Mix about K 1:3

MEDELTIDA KALKBRUK

Kalkugnen i Kalmar var säkerligen av samma grundtyp som förekommit på Gotland sedan 1000-talet, först som jordtäckta milor senare som den typ av vedeldad fältugn som var vanlig där ännu under andra världskriget. Dessa gotländska milor och ugnar ger trots noggrann skötsel ojämnt resultat vid bränningen. För att kompensera detta var man ytterst noga vid valet av råsten, och man gjorde en omsorgsfull sortering både före och efter bränningen. Renaste möjliga kalksten eftersträvades.

Den brända kalkstenen släcktes i uppgrävda kalkgravar där kalken sedan lagrades väl övertäckt. Uppgifterna om lagringstiden varierar från ett halvt till sju år, det senare var lag i romarriket. Lagringens orsaker har diskuterats bland experterna. En orsak har säkert varit att vissa felbrända kalkpartiklar kräver lång släckningstid, en annan kan ha varit att man på grund av ugnarnas ringa kapacitet behövde buffertlager. Obestridligt är också att kalkdeg genom lång lagring får ändrade egenskaper i fråga om smidighet m. m., sannolikt genom förändringar i bl. a. kristallstrukturen. Kalkdegen blir t. ex. utpräglat tixotrop. Kanske ligger en stor del av hemligheterna med det gammaldags kalkbruket just i förändringarna vid lagringen, ännu sorgligt nog utforskade.

Sanden

Sandens egenskaper har även förr tillmätts stor betydelse. Den borde enligt skrifterna vara skarpkantad, ren och saltfri. Även om kornfördelningen inte förefaller överensstämma direkt med Nycanders idealkurva, finns det flera uppgifter på att kornstorleken tillmätts stor vikt.

Blandningsförhållandena anges i ett par medeltida skrifter till K 1 : 3, eller om sanden var fin K 1 : 2. I de flesta fall tycks man dock ha gjort betydligt fetare bruk, i varje fall på många av våra nu bevarade medeltidsbyggnader.

Bearbetningen av bruket i samband med tillredningen anses alltid ha ägnats stor omsorg. Den muntliga traditionen, alltså avseende metoder tillämpade under 1800-talet, talar om att kalkbruket skulle piskas tills det blev segt som klister. Olika typer av slagor finns ännu bevarade. »Piskningen» var dock en långsam bearbetning i förhållande till vad som uppnås med moderna bruksblandare och aktivatorer.

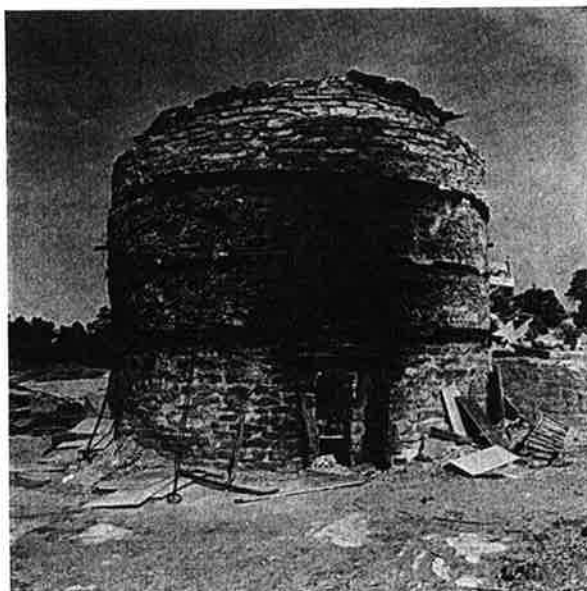


Fig. 38. Sten för kalkbränning valdes förr med yttersta omsorg och sorterades sten för sten. Avfallsprocenten kunde bli mycket hög. Nu är pallarna många meter höga och lastning sker med maskin. Gammalt brott i Hejnum

■ Fig. 38. Earlier the stone for lime burning was chosen very carefully and sorted stone by stone. The refusal procent could be very high. Now the pallets are many metres high and the loading is mechanical. Old quarry in Hejnum

Fig. 39. Fältugn i Visby för kalkbränning. Ugnstypen är i stort sett oförändrad sedan medeltiden. Denna är den sista i landet som är i drift

■ Fig. 39. Field oven in Visby for lime burning. The type of oven is practically unaltered since medieval times. This is the last one in the country which is in use





Ovan: Fig. 40. Kalkdegen i en kalkgrav kan bli mycket fast och till synes vattenfattig. Vid bearbetning blir den dock betydligt lösare och vattnigare för att i vila återta fastare konsistens

■ Above: Fig. 40. The lime paste in a lime pit can be very firm and appear dry. When it is worked it becomes much looser and wetter and if allowed to rest retakes its firm consistency

MEDELTIDA PUTSNINGSTEKNIK

Putsnings tekniken var säkerligen annorlunda på medeltiden än nu. Rivbräde, rätskiva och kvast anser man vara senare tiders uppfinningar. Murslevven tros ha varit det dominerande putsningsverktyget. På medeltida bilder ser den ut som ett mellanting mellan putslev och skärslev. Fett, omsorgsfullt bearbetat kalkbruk är så klistrigt att det inte »släpper slev» då man försöker putsa på nu vanligt vis. Troligen har man därför brett på det med slevven eller eventuellt med något slags träspadar. Av bevarad puts kan man dock tydligt se att själva ytan slätades och trycktes till med slevven.

Trots vår utvecklade teknik och forskning vet vi inte hur man med medeltida fet kalkputs behärskade vidhäftning, krympning och hårdnande.

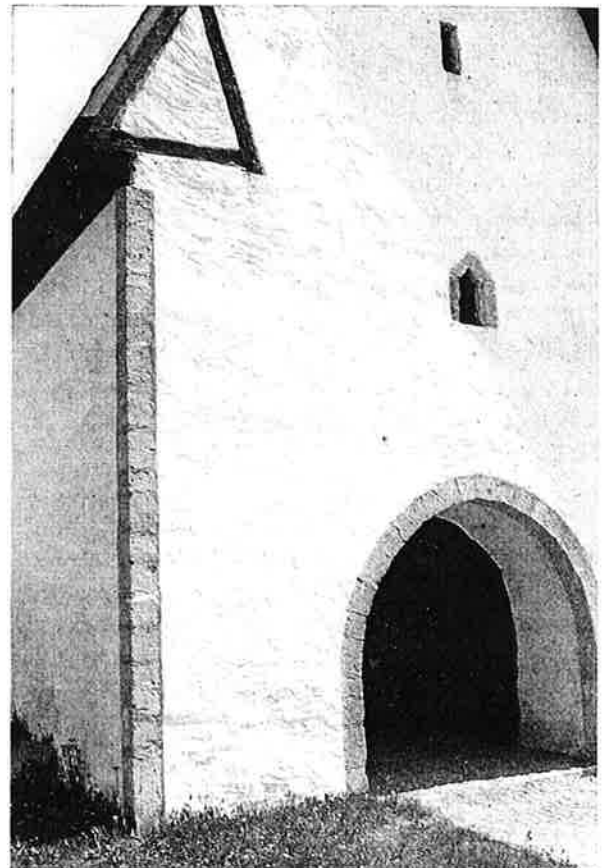
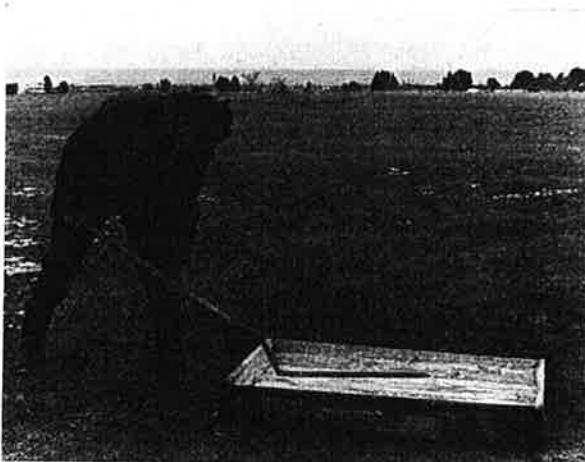
Medeltidsmuraren kunde det utan svårighet.

T. h: Fig. 42. Ett vackert exempel på medeltida hantverkskunskande. Gardå kyrkas västra stiglucka. 1200-talet. Se bil., s. 59.

■ Right: Fig. 42. A fine example of medieval clever handicraft. Gardå church's western entrance. 13th century. See app., p. 59.

Nedan: Fig. 41. Slaga av en typ som var vanlig på 1800-talet, sannolikt med tradition från medeltiden. Brukslagare var förr ett yrke

■ Below: Fig. 41. Mortar beater of the type used in the 19th century, probably based on medieval models. Mortar beating was earlier a trade



NÅGRA DETALJER UR BYGGNADSHANTVERKETS HISTORIA SAMT NÅGOT OM RESTAURERING AV GAMLA HUS

Av antikvarie Iwar Anderson

UDK 72.025.4
TUS 822.08+823.093

Om en byggnad inte skall få obotliga skador måste den kontinuerligt underhållas och med vissa tidsmellanrum restaureras. Gäller det då en historiskt viktig anläggning bereder underhållsarbetet, såvitt den ålderdomliga karaktären skall bibehållas, alltid vissa svårigheter; bland annat är ju nutidens byggnadstekniska metoder helt andra än de som tidigare existerade. Hantverket har i stor utsträckning försvunnit ur bilden eller har i varje fall väsentligt rationaliserats. De gamla mästarnas arbete med mursleven, som gav en speciell karaktär åt murverkens ytor, återupptas exempelvis nuförtiden inte annat än i undantagsfall och inte heller sättet att för hand forma trävirke. Dessa förhållanden, jämte hänsyn till kostnader, arkitektoniska anspråk på att nytillsatser skall spegla nutida formspråk och teknik samt i vissa fall även antikvariska krav på äkthet, ger i många hänseenden gamla byggnader en ny karaktär. I det följande presenteras några härvidlag aktuella detaljer. Dels visas några bilder som belyser gammalt byggnadshantverk, dels görs vissa reflektioner rörande restaurering och i viss mån även undersökning av byggnadshistoriskt betydelsefulla anläggningar.

MURVERK I HANTVERKSHISTORISK BELYSNING

De olika hantverkarnas insatser framstod vanligtvis endast som detaljer i den arkitektoniska helhetsbild som arkitekten/arbetsledaren svarade för. I många fall utgör dock murstrukturer och stenmönster beståndsdelar som numera kan ge lika starka intryck och vara lika viktiga karaktärsdrag som själva gestaltningen eller som utsmyckningen; i vissa fall kan de till och med ha större betydelse. Det kan förefalla vanskligt att på detta sätt särskilja hantverk och arkitektur, men varken metoderna för uppförandet av murar eller tekniken att slå valv torde, exempelvis under medeltiden, ha nämnvärt påverkats av någon enskild arbetsledare. En sådan valde inte ett visst tegelförband eller en metod för fogstrykning, som nu är fallet, utan murverk var dåförtiden så att säga ett färdigt byggnadselement, som för varje tid och rum präglades av hantverkarnas traditioner och normer.

Fogbehandling i tegelmurverk

Tegelmurverkens stenrytm och fogbehandling är viktiga ledtrådar för åtminstone en ungefärlig datering, och deras ytor framstår, när det gäller medeltida murverk, ofta med en pregnant strukturskönhet.

Hantverksmässigt sett är fogbehandlingen en fråga om att med mur- eller fogslev avlägsna eller hyfsa till den tugga av murbruk som pressats fram under och på sidan om en i murverket just nedtryckt tegelsten. Under medeltiden har man vanligtvis, åtminstone i Sverige, omformat tuggorna till så kallade ås- eller ryggefogar. Dessa har emellertid utförts på något olika sätt, dvs. antingen med ena sidan slätstruken och den andra skuren (med verktyget ställt på kant) eller med bägge faserna strukna (fig. 1). Det förekom även att ryggen planströks så att fogen fick tre faser (fig. 2). I okänd omfattning formades även under medeltiden enkelt snedstrukna eller plana fogar. Bland annat förekommer sådana i kyrkornas senmedeltida valvpeplare, som säkerligen redan från början avsågs få puts. När det gäller svenskt medeltida mureri bevaras också, i ett fåtal fall, planstrukna fogar med ritslinjer (fig. 3).

Medeltidens murmästare lade ofta ned lika mycken omsorg på fogningen av murytor som inte blev synliga, exempelvis sådana som skulle putsas, partier mellan golv och underliggande valv samt insidor av rösten. Avvikelser härifrån, dvs. olika behandlingar på godsida och baksida, kan dock iakttas.

Det ovan anförda rör medeltida förhållanden och tidigt 1500-tal då tegelmurverk, åtminstone fasaderna, i allmänhet inte putsades och då munkförbandet samt det vendiska (eller polska) förbandet var förhärskande. Senare, när man vanligtvis redan från början avsåg att putsa eller slamma ytorna och övergick till block- eller kryssförband, ströks fogarna till eller skrapades av så att de kom att ligga under eller i liv med teglet (fig. 4). Även i dessa sammanhang kan man dock påträffa snedstrukna fogar. På sådant fasadmurverk förekommer i vissa fall också plana, ritsade fogar — exempel-

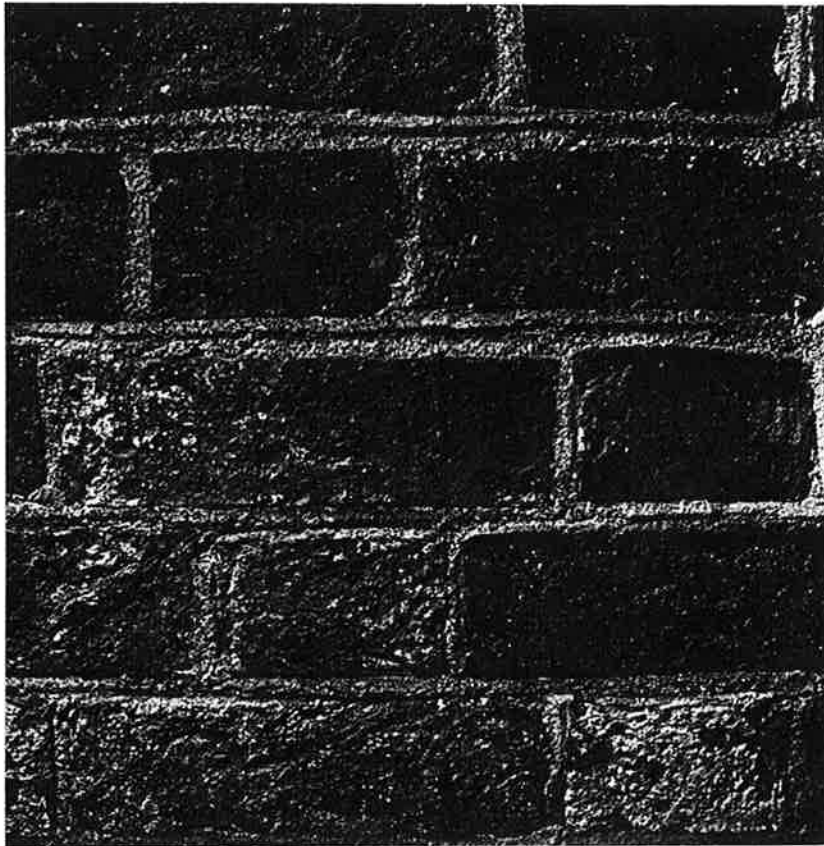
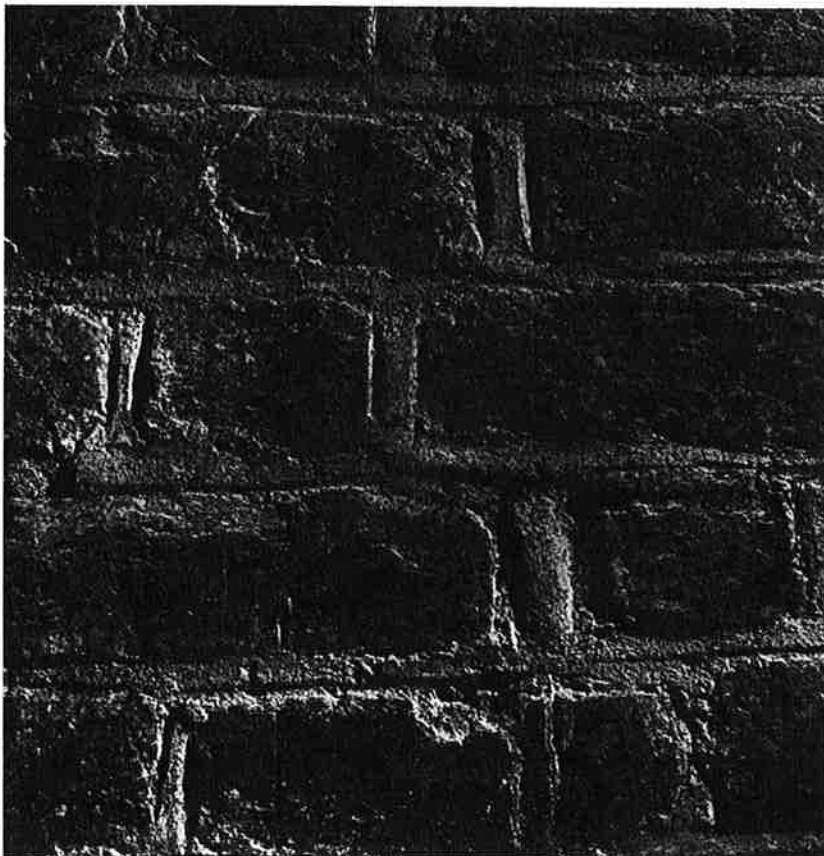


Foto: Marianne Bratt-Gustafsson



T. v: Fig. 1. Tegelmurverk från insidan av en omkring år 1400 uppförd byggnad i Vadstena kloster. Munkförband med oregelbunden rytm samt åsfog med en struken och en skuren fas. Ytorna har under klostertiden stått med teglet bart. Man kan dock, liksom beträffande Vadstenapalatset (fig. 2), primärt ha avsett att bekläda desamma med panelverk, textilier eller möjligen puts. Foto: Marianne Bratt-Gustafsson

■ Left: Fig. 1. Brick wall from the inside of a building in Vadstena cloister built about 1400. Monk bond in irregular rhythm and ridge with one drawn and one cut bevel. The surfaces during the cloister times have had the brick exposed. It can be expected that, similar to the Vadstena palace (fig. 2), the intension was at the beginning to clad them with timber panelling, textiles or possibly plaster

Nedan t. v: Fig. 2. Tegelmurverk från insidan av det under 1200-talets senare hälft uppförda palatset i Vadstena. Munkförband med springande koppar samt fogar med tre strukna faser. Fasadmurverket har inte i sin helhet varit rödfärgat, däremot är det möjligt att fogarna vitstrukits. I fasaderna ingående kalkstenar, dvs. vissa omfattningar samt upplag för gångjärn o. d., ävensom större vertikala murbruksytor vid portar och fönster, har dock ursprungligen målats röda. Foto: Marianne Bratt-Gustafsson

■ Below, left: Fig. 2. Brick wall from the inside of the palace erected in Vadstena during the later part of the 13th century. Monk bond with projecting transversals and joints pointed with three bevels. The facing wall has not been completely red-painted, on the other hand it is possible that the joints were whitened. The limestone pieces in the wall, certain surrounds and plates for hinges etc. as well as larger vertical plastered surfaces by doors and windows have originally been painted red

vis på kyrkor och gravkor från 1600- och 1700-talet (fig. 5). Sistnämnda ytor har såvitt jag vet nästan utan undantag varit tunt slammade och rödmålade, eller endast målade, samt haft i vitt uppstrukna fogmarkeringar. Det kan också erinras om att även medeltida tegelmurverk ofta primärt har målats röda och fått vita fogar. Orsaken härtill kan förmodas vara att man inte var nöjd med teglets skiftande, genom ojämn bränning uppkomna nyanser.

När man i ännu senare tid återigen byggde med teglet bart var det vanligt att godsidornas murbruk kratsades ur till visst djup och att fogningen ut-

T. h. Fig. 3. Fasadmurverk från en nu riven, i munkförband uppförd tegelbyggnad i Halmstad: exempel på senmedeltida ritsad fogning (1400-tal). Fogarna har gjorts på varierande sätt, här säkerligen efter linjal, på andra platser i byggnaden för hand; i sistnämnda fall även med flera, parallella ritsar i de bredare fogarna

■ Right: Fig. 3. A facing wall from a brick building in Halmstad, which has now been demolished, erected in monk bond. An example of late medieval raked pointing (15th century). The joints have been pointed in varying ways, sometimes with a ruler, sometimes by hand and in the latter cases even using several parallel rakes in the wider joints

Nedan t. v: Fig. 4. Kavaljersflygeln från 1780 på Gripsholm: rummens väggar är i de finaste våningarna klädda med målningspydd, på ramar spänd väv, men i garderober o. dyl. kan nakna murytor studeras. Kryss- eller blockförband med ojämnt fyllda fogar. Foto: Marianne Bratt-Gustafsson

■ Below, left: Fig. 4. The cavalier wing from 1780 at Gripsholm. The walls of the rooms are in the best apartments clad with painted canvas, stretched on timber frames, but in wardrobes and similar places exposed wall surfaces can be studied. Cross- or block bond with uneven filled joints

Nedan t. h: Fig. 5. Fasaddetalj från gustavianska gravkoret i Riddarholmskyrkan i Stockholm: exempel på yngre, ritsad tegelfogning. Byggnadsdelen i fråga är uppförd 1633–1634. Teglet ligger i kryssförband och hela ytan synes från början ha stått rödfärgad. Foto: Sören Hallgren

■ Below, right: Fig. 5. A facing wall detail from the Gustavian crypt in Riddarholm's church in Stockholm. An example of earlier raked brick coursing. This part of the building was erected 1633–1634. The bricks are in cross bond and the whole surface seems to have originally been painted red

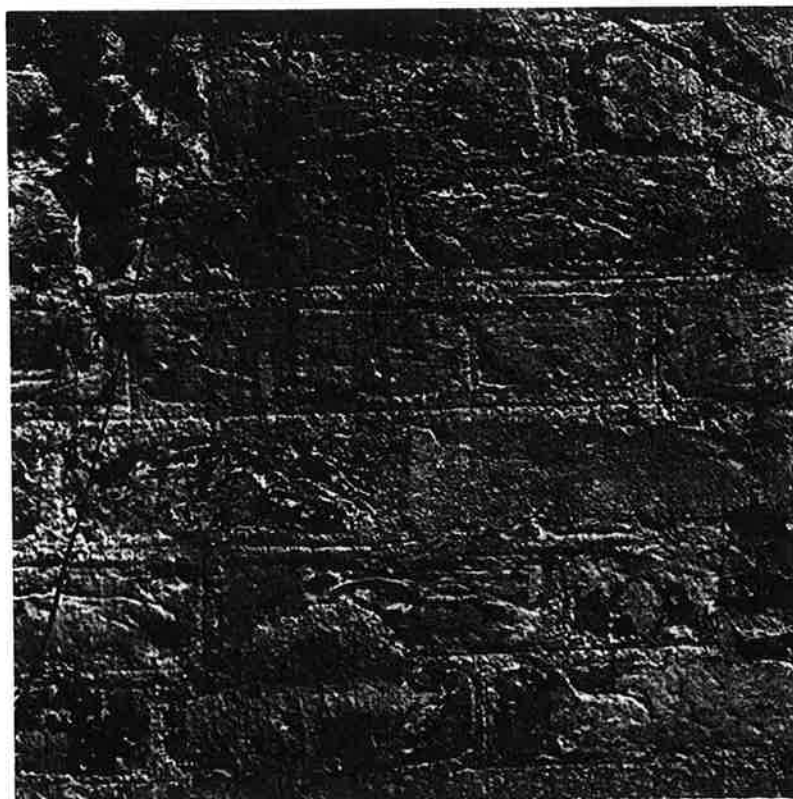


Foto: Marianne Bratt-Gustafsson

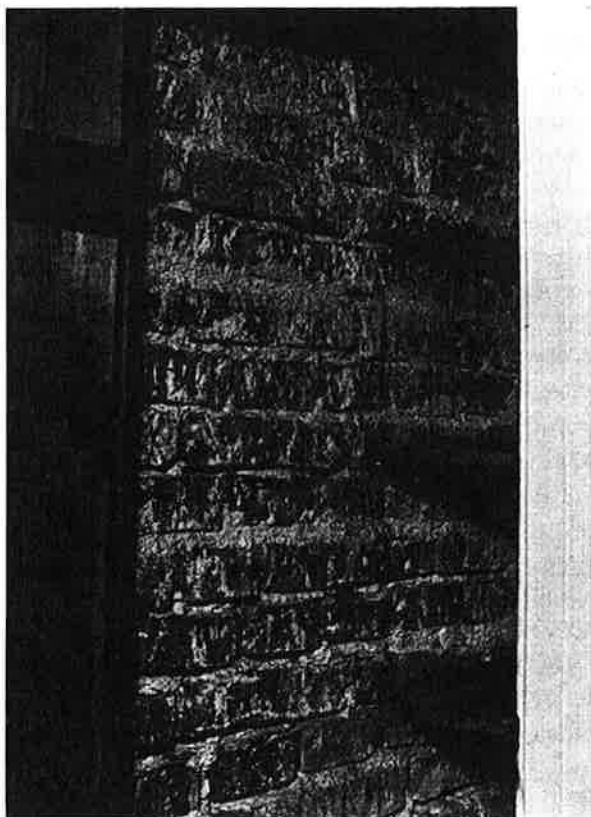
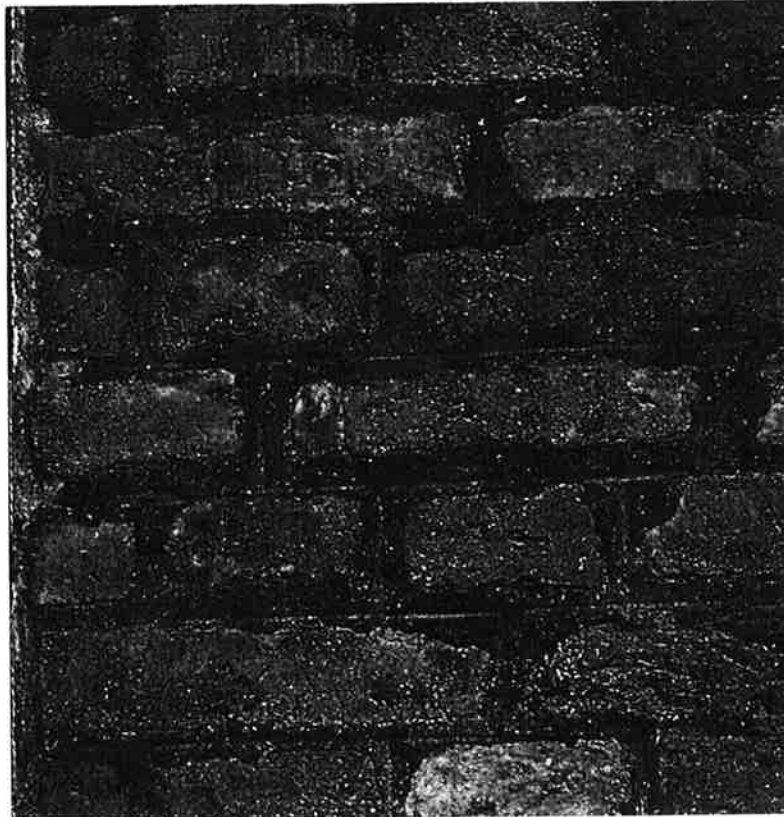
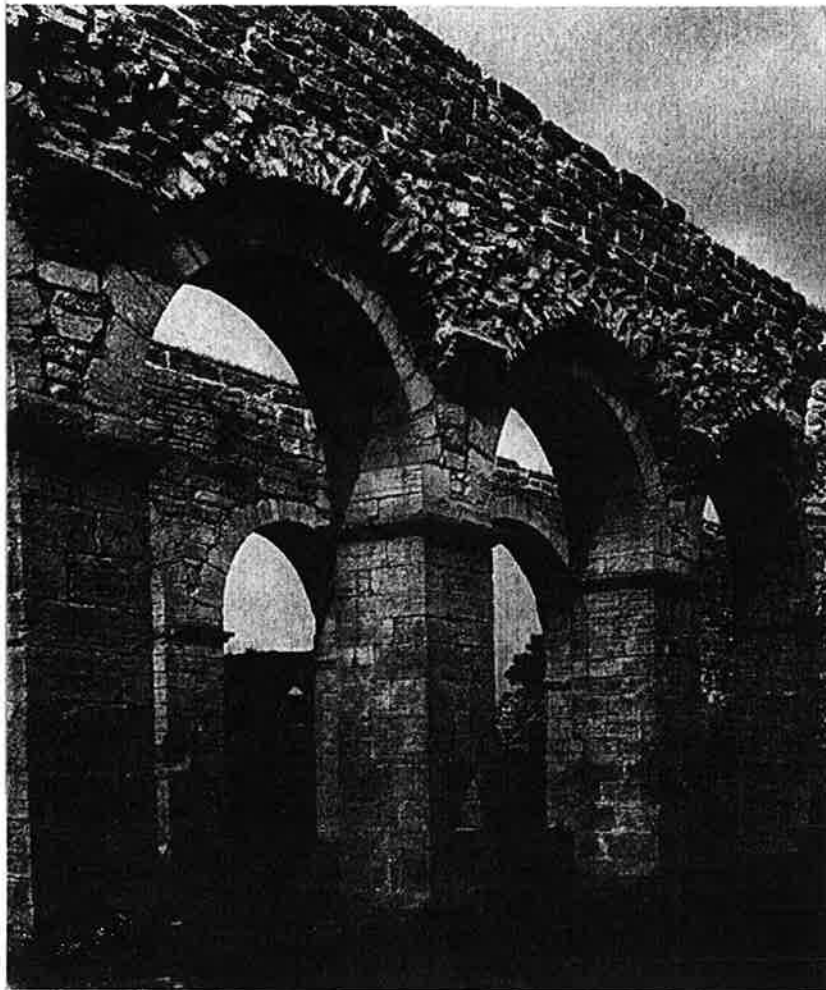


Foto: Sören Hallgren





fördes med ett särskilt bruk; så har exempelvis de under 1890-talets restaurering i Uppsala domkyrka nyinsatta murverken behandlats.

Fogbehandling i murverk av natursten

När det gäller andra äldre stenhus än de tegelmurade varierar fogbehandlingarna naturligt nog i högre grad, beroende på materialets beskaffenhet. Det kan exempelvis vara fråga om med stor precision tillhuggna naturstenar och ytterligt tunna fogar (fig. 6). Man har även murat med oregelbundna gråstensblock, och detta ofta så skickligt att fogarna blivit relativt jämbreda och tunna (fig. 8). Obearbetad eller grovt tillslagen natursten har också med bred fogning, ritsade linjer och kalkning bringats att erinra om kvadermurverk (fig. 7). Vissa exempel tyder på att även kvaderritningen kan uppfattas som hantverksmässig, dvs. som ingående i ett av sätten att mura. Den förekommer sålunda ibland, liksom tegelmureriets åsfog, ej endast på murverkens godsidor utan även på deras baksidor. Slutligen kan nämnas kullerstensmurverk, där bruksytorna utbreder sig över en större areal än den sammanlagda synliga stenytan. Sådana ytor kan ibland också vara »strödda» med ytligt intryckta småstenar och tegelskärvor (det är i dessa fall alltså inte fråga om skolningsmaterial) (fig. 9). Behandlingar av sistnämnda typer är sällan intakta, åtminstone vad exteriörerna beträffar.

METODER FÖR RESTAURERING AV MURVERK

Den omsorg varmed murmästarna på ovan nämnda sätt har sökt skapa jämna och fina ytor även av motsträviga byggnadsmaterial är i samband med restaureringar värd all uppmärksamhet. De i verkligheten ganska sparsamma resterna av sådant äldre byggnadshantverk är ju ofta viktiga karaktärsdrag hos monumenten. Att, som nu ibland sker, slå ned från 1700- eller 1800-talet härrörande slätputs på medeltida byggnader och dessutom hugga och blästra bort det gamla fogbruket samt behandla ytorna med en tunnputs eller med slamning, som främst låter materialets knölighet framträda, innebär ju en i förhållande till det primära tillståndet väsentlig förändring. Den ytverkan som de gamla byggnadshantverkarna eftersträvade motsvaras utan tvivel bättre av slätputserna än av behandlingar av ovan nämnda typ.

Det är emellertid inte meningen att här plädera för den ena eller andra behandlingsmetoden, härvidlag måste ju många faktorer, såväl tekniska som arkitektoniska, granskas och prövning ske från fall till fall.

Ovan på motstående sida: Fig. 6. Ruinerna av Roma klosterkyrka: Cisterciensernas enkelt sköna byggnadskonst blev på grund av bristande resurser påverade i svenska förhållanden än på kontinenten. I Roma framträder dock exempelvis ett karaktäristiskt drag, nämligen det av omsorgsfullt huggna stenar sammanpassade murverket, i detta fall av kalksten

■ Above, opposite page: Fig. 6. The ruins of Roma cloister church. Cistercian building in its simple beauty was in Sweden, owing to lack of resources, poorer than on the Continent. In Roma can be seen for example one characteristic, namely the masonry carried out in carefully cut stonework, in this case limestone

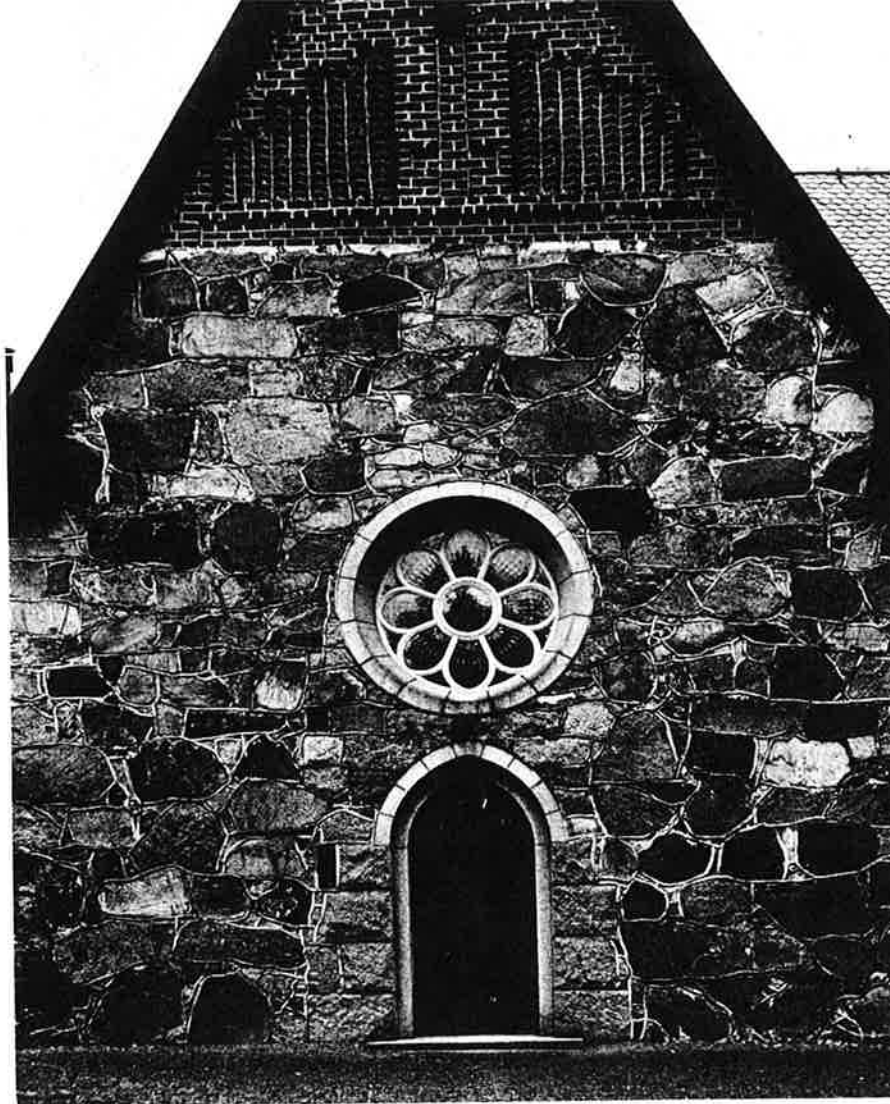


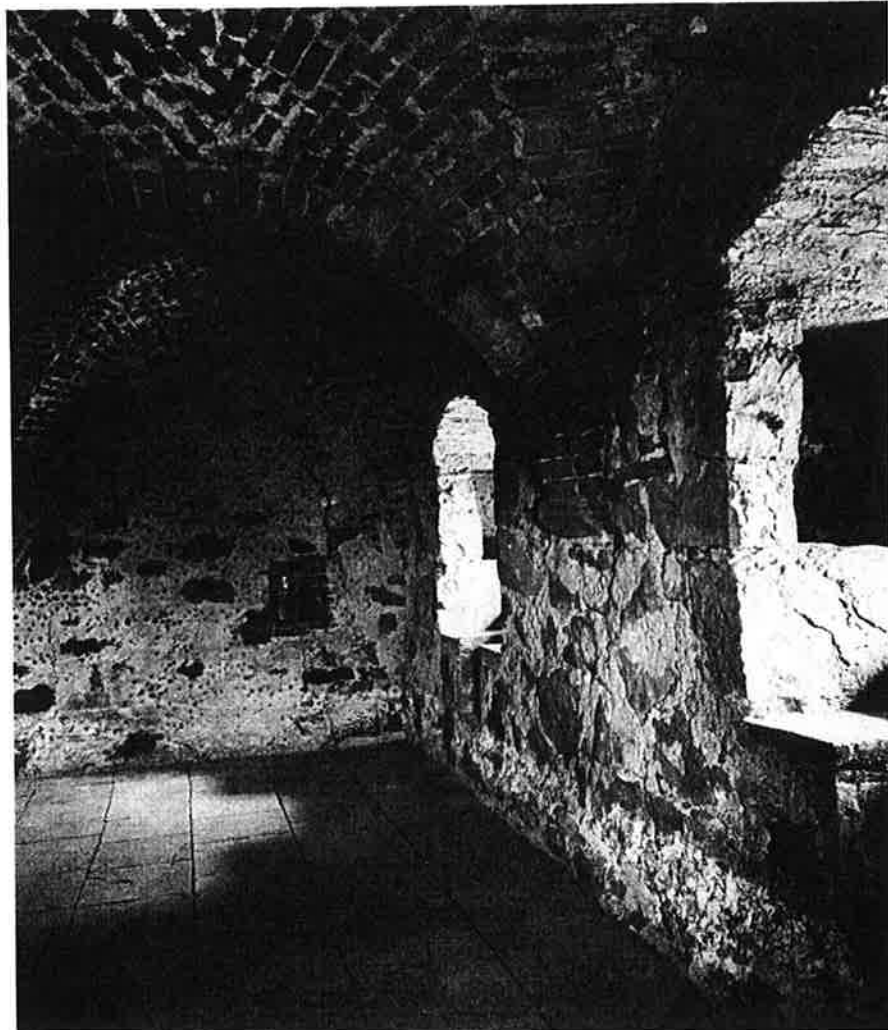
Foto: Erici

Nedan på motstående sida: Fig. 7. Kvaderritsat naturstensmurverk från 1100-talet. Skånella kyrka, södra långhusmurens insida: exempel på bred rifsning. Kyrkans äldsta väggmålningar, från omkring 1400, ligger märkligt nog inte på puts, utan följer den illustrerade murstrukturen

■ Below, opposite page: Fig. 7. Raked ashlar stonework from the 12th century. Skånella church, the inside of the southern nave-wall. An example of wide raking. The church's eldest wall paintings from about 1400 are not carried out on plaster but instead follow the illustrated wall structure

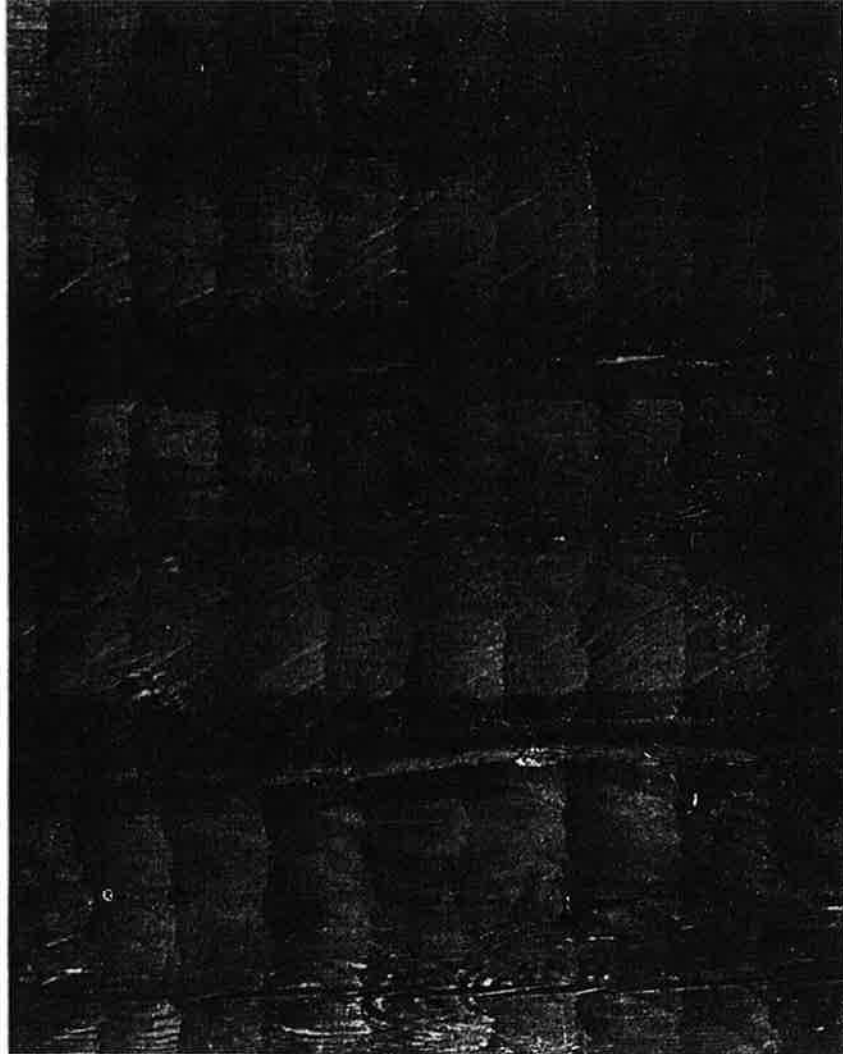
Ovan t. h: Fig. 8. Gråstensmurverk från 1200-talet i Film kyrka: det finns inte många byggnader av detta slag med bevarad ursprunglig fogning. Den i detta fall utförda omfogningen är helt främmande i det gamla sammanhanget och hör närmast hemma i murverk av det slag som inramar den uppbrutna portalen. Foto: Erici

■ Above, right: Fig. 8. Natural stone masonry from the 13th century in Film church: there are not many buildings of this type with their original pointing. The repointing which has been carried out in this case is quite foreign to the old building and belongs in reality to masonry of the type which surrounds the broken up portal



T. h: Fig. 9. Murverk från omkring 1500 i Glimmingehus. Det torde kunna sägas att det här är fråga om ett »otacksamt» byggnadsmaterial. Den i texten nämnda ytkaraktären, jfr fasadväggen på bilden, är relativt ovanlig, men kan också iaktas på exempelvis 1500-tals- (?) murverk i Varbergs fästning

■ Right: Fig. 9. Masonry from about 1500 in Glimmingehus. It could be said that this is a case of a difficult building material. The surface character, which is mentioned in the text, compare with the facing wall in the picture, is rather unusual but can also be seen for example in 16th century (?) masonry in Varberg's fort



RESTAURERING AV TRÄBYGGNADER

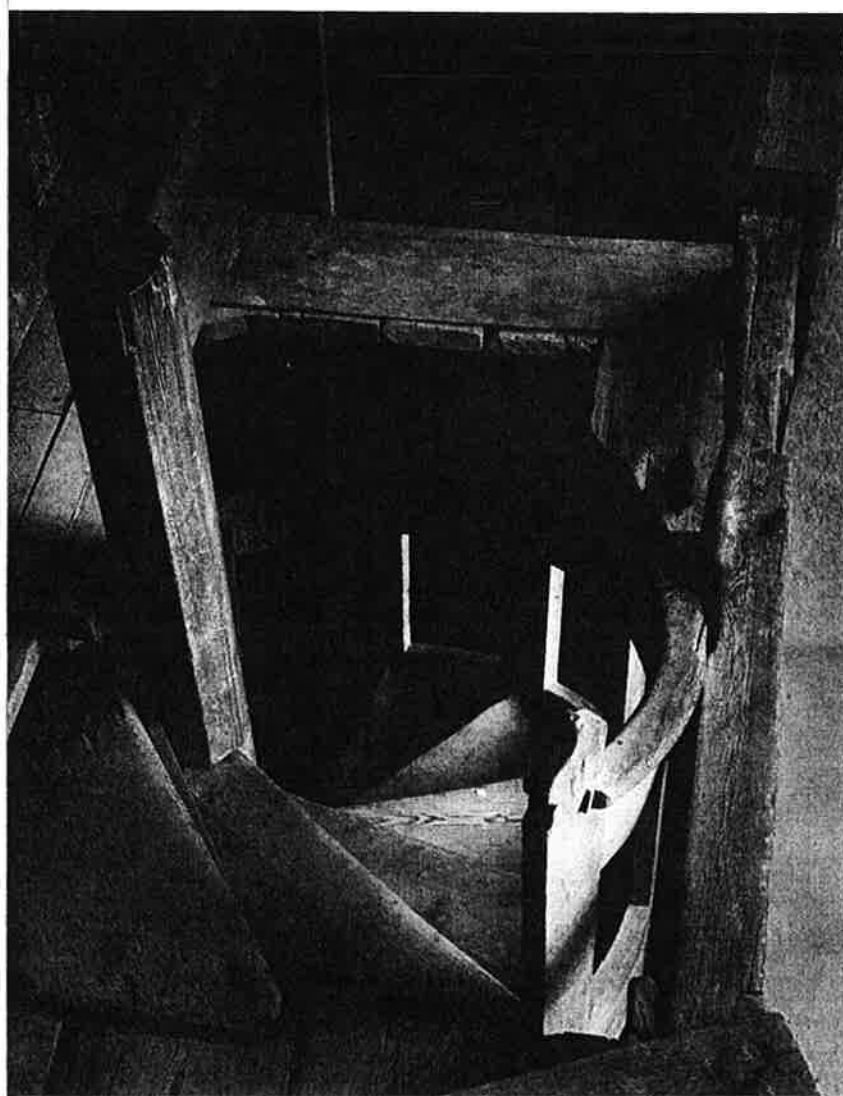
Även i ett annat sammanhang som har med byggnadsvård att göra bör hantverkets betydelse beaktas, nämligen när det gäller flyttning och restaurering (eller enbart restaurering) av äldre träbyggnader och korsvirkeshus. Har man sett en till flyttning dömd sådan gård eller byggnad på dess ursprungliga plats, visserligen då kanske i dåligt skick och med detaljer från skilda tider, men med bilade timmerytor och med åtminstone några för hand hyvlade snickerier och på samma sätt tillverkande paneler i behåll, och senare återser den på ny plats klädd i ett planhyvlat, fräst och maskinsågat ytterhölje samt träfiberplattor invändigt, blir man betänksam.

En flyttning av äldre trähus eller gårdar, utförd med vederbörlig hänsyn till de ålderdomliga dragen jämsides med modernisering av interiörerna till i möjligaste mån nutida skick, måste bli ett vanskligt och dyrbart företag. Hur en sådan flyttning och restaurering än genomförs, måste den betraktas som en nödfallsutväg.

Det finns emellertid ännu en aspekt på problemet. Det är ju väsentligt annorlunda att till skyddade platser flytta förnämliga, till sin existens hotade och från allmän synpunkt viktiga äldre byggnader än att genom omplacering söka rädda eller återskapa en för en viss plats karaktäristisk miljö, i vilken de enskilda husen utgör länkar i en kedja och kanske inte allesammans har något antikvariskt egenvärde. Att på sistnämnda sätt exempelvis bygga en ny stadsdel av gamla hus kan väl jämföras med modellbyggande i full skala och såsom sådant rimligt att utföra med begränsade antikvariska hänsyn och krav. Ett dylikt förfarande måste dock sägas vara ett lättvindigt sätt att komma förbi det väsentliga i vården av äldre bebyggelse, nämligen att åt efterkommande bevara karaktäristiska miljöer, byggnadsgestaltningar och bostadstyper i sannaste möjliga tillstånd.

Ovan t. v.: Fig. 10. Bildad timmervägg i den 1773 uppförda klockstapeln vid Hietaniemi kyrka: exempel på skicklig hantering av bilningsverktyget. Stapelns bottenvåning tjänstgjorde som stiglucka och ifrågakvarande vägg ingår i passagen. »Finbilningen» har utförts sedan byggnaden timrats upp

■ Above, left: Fig. 10. An axed timber wall in the bell-tower erected in 1773 at Hietaniemi church. An example of clever use of the ax. The ground floor of the tower was used as entrance to the churchyard and the wall in question is a part of the passage. "The finished axing" has been carried out after the building has been erected



T. v.: Fig. 11. Det finns inte mycket kvar av »handgjorda» träredningsdetaljer i sådana byggnader som varit i kontinuerligt bruk. På kyrkornas läktare, i klockstaplar och vindar kan man dock ännu påträffa sådana ting. Bilden visar en trappa till läktaren i Ragunda kyrka

■ Left: Fig. 11. There is not much left of "hand made" timber finishing details in such buildings which have been in use continuously. In church galleries, in bell-towers and in attics such things can be found. The picture shows a stair to the gallery in Ragunda church

T. h: Fig. 12. Putsyta från 1200-talet i Hossmo kyrkas inre; exempel på slevdragen puts av grövre typ. Behandlingen i fråga har utförts då kyrkan kompletterades med försvarsanordningar och skiljer sig från den äldre, med glättad puts. På denna finns i absiden rester av målade och delvis i putsen modellerade figurframställningar

■ Right: Fig. 12. A plaster surface from the 13th century in the interior of Hossmo church. An example of trowel plastering of rough type. The treatment here was carried out when the church was completed with defence works and is different from the earlier, skimmed plaster. On such plaster in the apse there are remnants of painted and partly modelled figurations to be found

Nedan t. h: Fig. 13. Hagby rundkyrka: exempel på slevdragen puts med mer utjämnad yta. En av de sannolikt ganska fåtaliga resterna av fasadputs från 1200-talet. Ytan i fråga är belägen inne i en sekundärt men tidigt uppförd sakristia. Upptill kan även rester av fogstrykning iaktas. Det finns emellertid en vertikal skarv i putsen, ej skönjbar på fotografiet. Den yngre putsen, till höger på bilden, representerar en lagning efter ett med sakristiebygget sammanhängande dörrgenombrott, men har samma struktur som den äldre

■ Below, right: Fig. 13. Hagby round church. An example of trowelled plastering with a smoother surface. Probably one of the rather few remnants of facing plaster from the 13th century. The surface here is in a secondary but early erected sacristy. At the top remnants of pointing work can be seen. There is, however, a vertical joint in the plaster which cannot be seen in the photograph. The younger plaster on the right of the picture shows a repair made where a doorway was opened at the time of the sacristy building but has the same structure as the older plaster

Fotografier där ej annat angivits: Ivar Anderson

Photographs where not otherwise stated: Ivar Anderson



PUTSADE OCH MÅLADE YTOR

Gamla puts- och fogbrukslager bevarades vid tidigare reparationer ofta relativt intakta. Man lät dem då vara kvar och nöjde sig vanligtvis med att hugga upp sår i ytorna — för att nypåslagen puts skulle få bättre fäste. Numera, då allt radikalare och rationellare arbetsmetoder vinner insteg även när det gäller byggnadshistoriskt betydelsefulla monument, spolieras ofta alla rester av gammal puts — utom givetvis då den bär målningar. Mer eller mindre skickligt slevdragna putslager ersätts sålunda med borstade eller kvastade slamningar och putser. Detta innebär ju väsentliga karaktärsförändringar (fig. 12 och 13).

Här ovan antydda restaureringsproblem synes vara ganska litet beaktade. Dels återstår beträffande de gamla ytstrukturerna mycket att iaktta och sammanfatta, dels bör frågorna om skydd och eventuella kompletteringar uppmärksammas.



Avfärgningar

Det finns ytterligare en intressant företeelse i dessa ålderdomliga sammanhang, dock med mindre praktisk betydelse, nämligen spår efter avfärgningar. I åtskilliga fall återstår sålunda rester av mycket gamla färglager — jag tänker då närmast på interiörerna. Vanligtvis torde sådana skikt efter en viss tidpunkt inte ha förnyats och därefter försvunnit på ett »naturligt» sätt, men beträffande andra kan man misstänka att de befunnits »gammalmodiga» och därför medvetet avlägsnats. Även härvidlag återstår fältforskning, som knappast kan bedrivas annat än i samband med restaureringar, samt bearbetande av insamlat material. Bakgrunden till förekomsten av vissa sådana färglager torde dock kunna skönjas. För medeltidens byggare var sålunda i många fall materialens tekniska egenskaper betydelsefullare än deras estetiska effekt; den sistnämnda tillgodosågs genom bemålning. Det kan misstänkas att de allra flesta medeltida skulpterade arkitekturdetaljer har varit polykroma. Jämför exempelvis de samtida altarskäporna. Många företeelser styrker ett sådant antagande och några av dem skall här relateras.

I Halltorps kyrkas sydportal, som anträffades i stycken på olika platser i byggnaden, var de enkla formstyckena, dvs. grövre rundstavar och kolonner, av kalksten, medan repstavsprofiler och kapitäl, dvs. de mest detaljerade delarna, var av sandsten. Åtskilliga rester visade vidare att portalen varit målad i lysande färger samt att denna målning, med vissa färgändringar, har bibehållits fram till en senare tidpunkt.

Ett liknande förhållande, som dock gäller interiören, kan iaktas i Uppsala domkyrka. Det har visat sig att kalkstenspelarna omkring koret har varit rödmålade. Många små fragment av röd färg på vit botten (kalkfärger?) kan iaktas och på kragstenarna finns åtminstone vitt, rött och ockragult. Undersökningarna har vidare visat att kyrkorummets ursprungligen har dominerats av nakna eller rödmålade tegelytor. Att ifrågavarande rikt gestaltade pelare har utförts av kalksten i stället för av tegel torde bero på den större formbarheten hos förstnämnda material. Att kalkstenen i detta fall är det »sekundära» materialet framgår av att den motstående profileringen, dvs. koromgångens yttre, är tegelmurad och har rödmålning med vitstrukna fogar direkt på teglet.

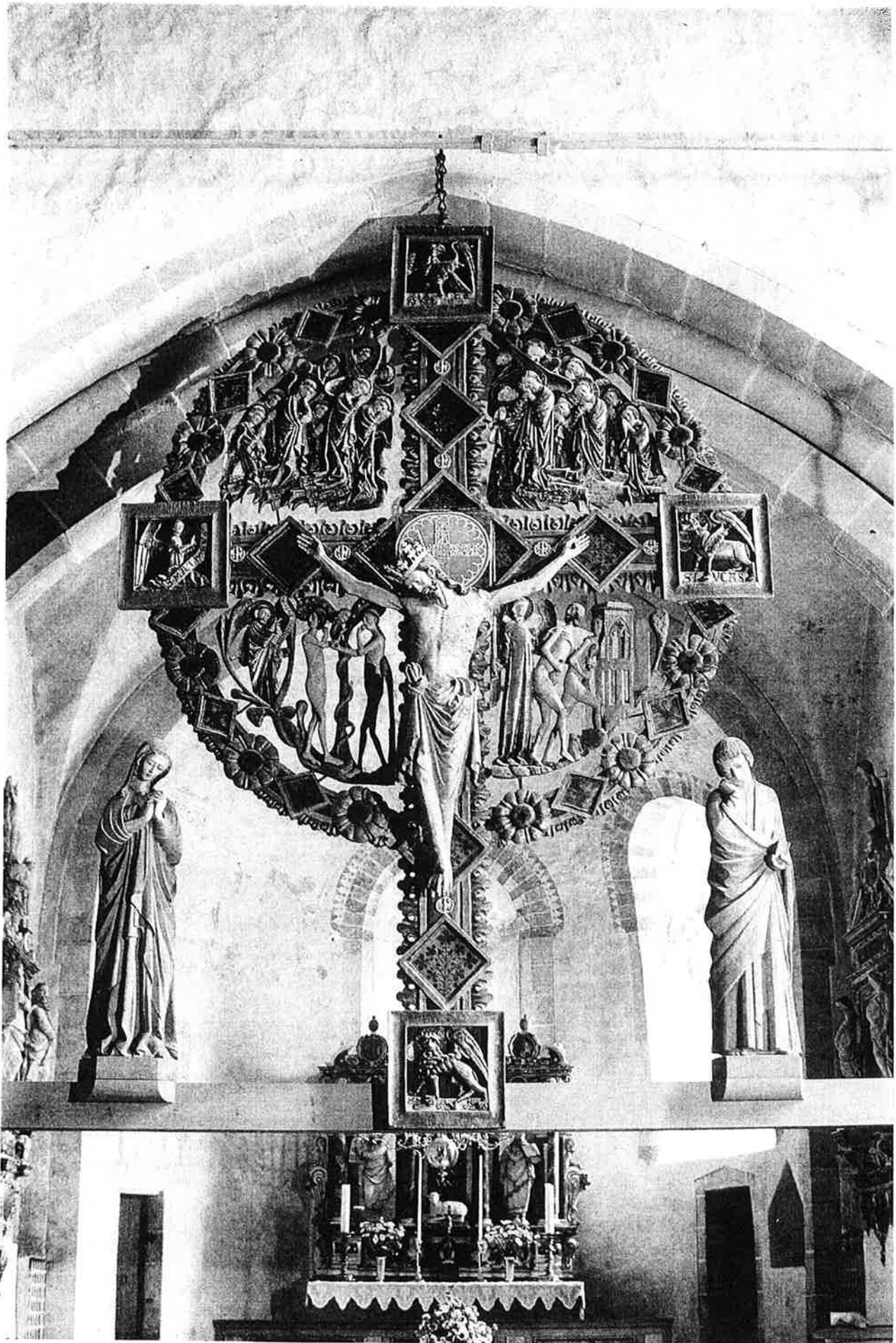
Ett tredje exempel kan hämtas från Rogslösa kyrkas exteriör. På långhuset finns sålunda åtskilliga rester av en rödbrun avfärgning, med en tydlig gräns vid vapenhusplatsen mot ett tidigare rivet, litet och lågt vapenhus. Det har på samma plats även funnits ett yngre, större och av sten uppfört vapenhus, som revs på 1800-talet. Troligtvis härrör dessa färgspår från en medeltida fasadavfärgning. Det är säkerligen inte fråga om svensk rödfärg, utan om caput mortuum e. d. Behandlingen skulle kunna tolkas som en efterbildning av eller anpassning till 1300- eller 1400-talets tegelarkitektur.

Erfarenheten visar att såväl vid en »normal» restaurering som då mera djupgående byggnadsundersökningar företas så spolieras eller skadas oundvikligen några äldre detaljer, exempelvis av de slag som i det föregående nämnts. Vid grundligare penetrering kan betydelsen av sådana detaljer ofta tolkas genom jämförelser inom det aktuella objektet, vilket inte alltid blir fallet när det gäller punktvis utförda undersökningar. Det torde således, om en allsidig undersökning ej kan utföras, vara lämpligt att spara på ingreppen. Det kan väl i detta sammanhang också sägas att den numera vanliga metoden för presentation av äldre, slopade anordningar, dvs. att lämna dem öppna eller låta dem komma till synes genom en tunn puts eller slamning, kan vara betänklig. Dels kan murverken under ett tunt ytlager bli utsatta för hårdare påfrestningar än förut, dels kan enstaka sådana detaljer vara obegripliga eller framträda störande i den sekundära gestaltningen.

HANTVERKSHISTORISKA DOKUMENT

Våra gamla byggnader — i medeltida sammanhang främst då kyrkorna — har emellertid, trots att de hämningslöst moderniserats under en lång följd av år efter sin tillkomst, fortfarande mycket väsentligt att berätta, både om tidigare gestaltningar och om äldre hantverksteknik. Vid varje restaurering eller annat arbete på en gammal byggnad kan hantverkshistoriskt betydelsefulla detaljer framträda. Det vore värdefullt om detta material kunde samlas och bearbetas för att så småningom framläggas i form av ett uppslagsverk över fornt svenskt byggnadshantverk.

SKADOR VID UPPVÄRMNING AV GAMLA STENKYRKOR



Se bilaga i färg, s. 60.
■ See appendix in colour, p. 60.

I samband med en utredning om tekniska restaureringsproblem vilken författaren som konsult utfört åt Byggnadsstyrelsen [1] har uppvärmningsfrågorna ägnats stort intresse. I huvudsak har Gotlandskyrkor undersökts.

UDK 69.059.2
726.5:697.1

1

Oja triumfkrucifix från omkring 1270, berömt i Norden och välkänt i Europa. Korsets färger och förgyllning flagnar och måste kanske avlägsnas liksom på Kristusbild. Maria och Johannes är kopior.

Oja Triumph crucifix from about 1270, famous in the North and well-known in Europe. The colour of the Cross and the gilding are flaking off and must probably be removed as from the Christ. Maria and John are copies.

De gotländska kyrkorna började få uppvärmning först kring mitten av 1800-talet, många dock långt senare. I landet i övrigt började kyrkorna i allmänhet värmas tidigare, ett fåtal dock före 1800-talet. Flera uppvärmningssätt finns representerade, av vilka många åstadkommit svåra skador framför allt på inredningen.

Uppvärmningssystem

På Gotland installerades fram till omkring sekelskiftet gjutjärnskaminer som eldades med ved och ibland koks. På 1920- och 1930-talet gick en formlig våg av centralvärmeinstallationer över ön. (I Viklau sålde man sin berömda madonnaskulptur till statens historiska museum mot denna centralvärme!) I de flesta fall var det ved- och kokseldade system med lågtrycksånga. Pannrum utgrävdes och i många fall behöll man de gamla rökkanalerna, inhuggna i väggarna och med långa och krokiga dragningar ovan valven. Med dessa nya värmeanläggningar trodde man sig få effektivare värmefördelning och dessutom kunna undvika den svåra nedsvärtning kaminerna åstadkom.

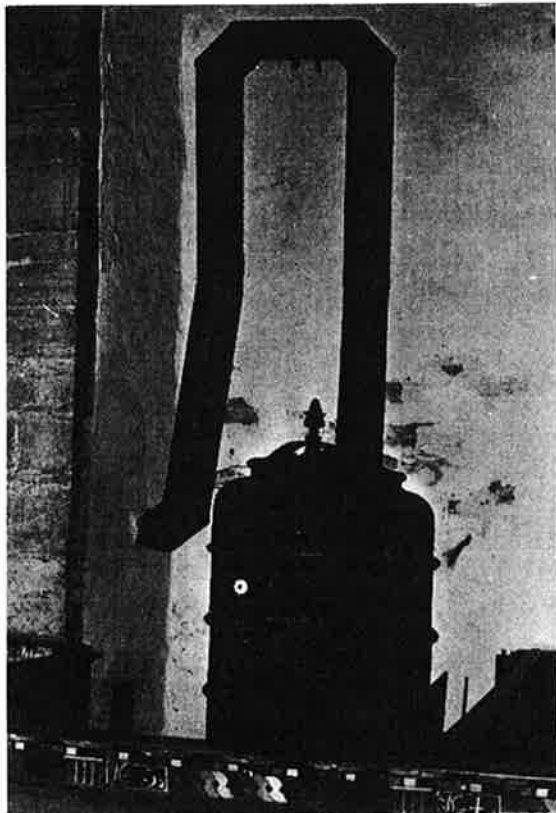
Ganska snart visade sig dock lågtrycksångan med sina heta radiatorer och kamrör ge nästan lika kraftig svärtning och dessutom en betydande ut-

torkning av träinventarierna. De flesta av dessa ångsystem har senare ombyggt eller utbytts mot varmvattensystem, vilka på senare år försetts med oljeeldning. Varmvattensystemet har gett större möjligheter till jämn uppvärmning, vilket har minskat svärtningsintensiteten men kraftigt ökat torkskadorna. I en del fall har man på senare år bytt ut kaminer och ångsystem mot elektrisk uppvärmning vilken i de flesta fall varit påkopplad endast till gudstjänster.

Denna tillfälliga uppvärmning är betydligt mer skonsam mot såväl byggnad som inventarier. Uppvärmningsperioden är så kort att någon mer betydande uttorkning inte hinner ske. Vid olämplig radiatorplacering kan dock svärtningen bli avsevärd. Likaså är det svårt att undvika ojämn luftströmning med betydande kallras och drag, ibland till stort obehag för församlingen.

Även varmluftsinstallationer förekommer, en del med permanent uppvärmning, andra med tillfällig. Den senare har oftast utblåsning i huvudsak i bänkarna och ger i stort sett samma svårigheter med drag och kallras som motsvarande el-system. Den ger också en märkbar uttorkning men relativt lindrig svärtning. Den permanenta varmluftuppvärmningen ger oftast ett behagligt gudstjänst klimat, ibland något dragigt, men orsakar mycket kraftig uttorkning av inventarierna och inte minst av murarna. Svärtningen är i hög grad beroende av utblåsningstemperaturen och kan bli betydande.

2



2

Stora vedeldade järnkaminer var vanligen den första värmeinstallationen i medeltidskyrkorna, liksom denna från 1910 i Martebo på Gotland. De svärta valv och väggar kraftigt samtidigt som värmefördelningen är dålig.

Large wood fired iron stoves were usually the first heating appliances in medieval churches like this one from 1910 in Martebo on Gotland. They black the ceiling and walls badly and at the same time give a bad heat distribution.

3

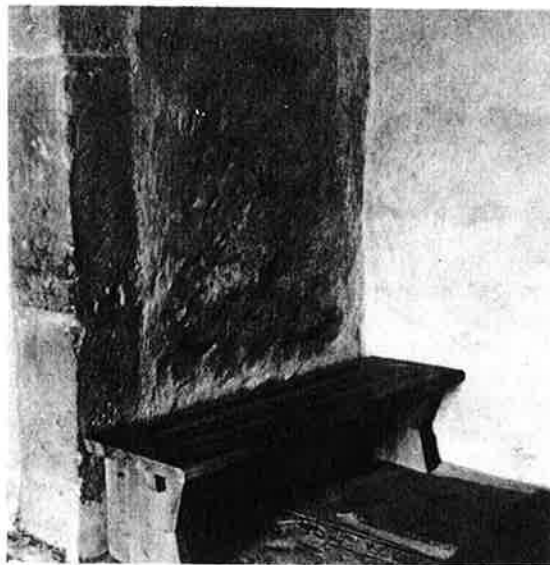
Konservators rengöring av svärlade murar kan inte utföras ofta. Trots största försiktighet kan man inte undvika att avlägsna en del av kalkmålningarna. Foto: Erik Olsson, Sanda.

Conservatory cleaning of blackened walls cannot be done often. Even if the greatest care is taken, one cannot avoid removing part of the lime paintings.

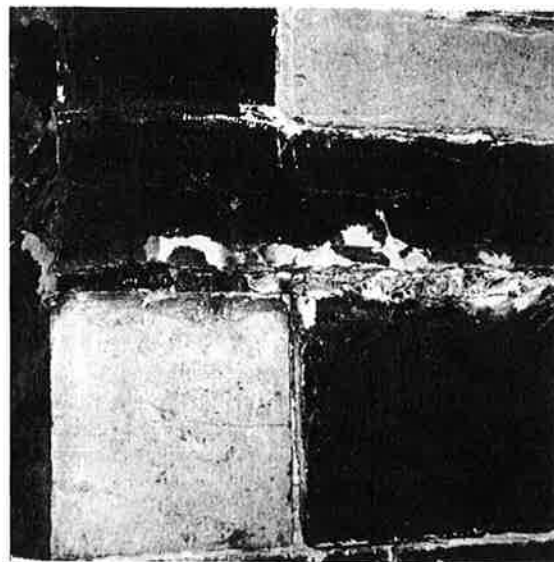


Svärtningen av nykalkad puts efter 12 års söndagsvärme i Fardhems kyrka på Gotland. Misstärkningen beror på den heta luftströmmen genom springan i bänken från underliggande elektriska kamflänsrör.

Blackening of newly whited plaster after 12 years of Sunday heating in Fardhem's Church on Gotland. The miscolouring depends upon the hot air current through the slit in the bench from the underlying electrical heating pipe.



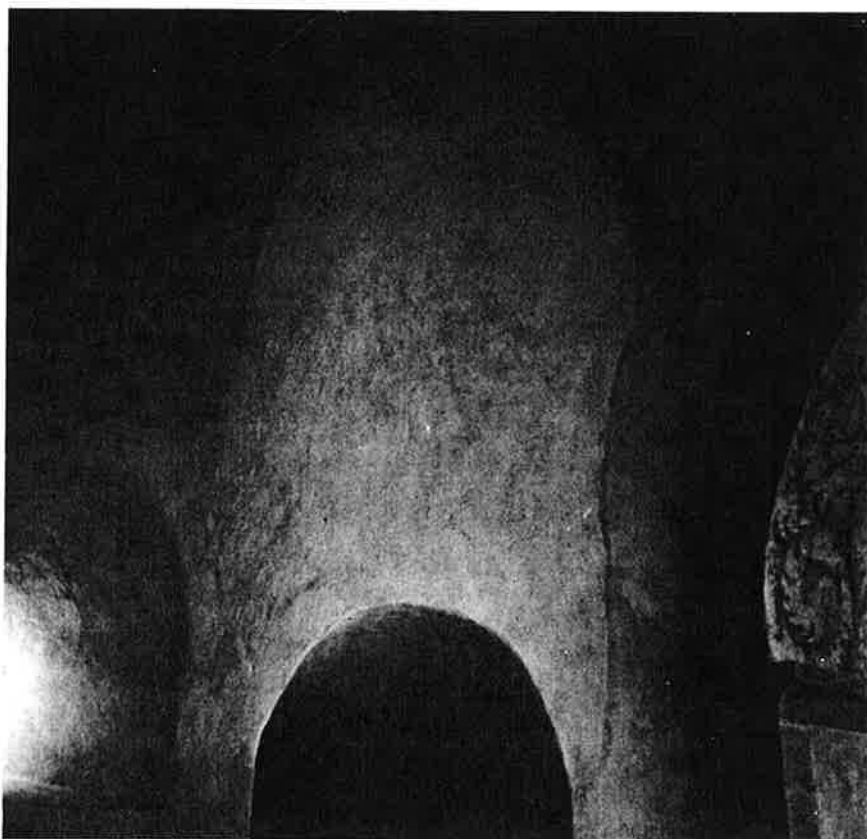
4



6

Olika värmesoleringsförmågor ger varierande yttemperatur och därmed ojämn svärtning liksom här i Fardhems kalkstenskyrka. 1800-talsfönster igenmurat sedan 12 år med det invändiga skalet av tegel. Hela väggytan omputsades och kalkades då samtidigt.

Different heat insulations give a varying surface temperature and thereby uneven blackening as here in Fardhem's limestone church. 19th century window filled in 12 years ago with an inner skin of brick. The whole wall surface was re-plastered and whitened at the same time.



Svärtningens orsaker

Konservator Erik Olsson har berättat hur förvånad han blev då han vid restaureringen av Lau kyrka såg hur ren kyrkan var upptill på väggarna och i valven. Kyrkan hade aldrig varit uppvärmd sedan den byggdes till omkring år 1300. Efter mer än 600 år var stendetaljerna fortfarande rena, medan de i en uppvärmd kyrka på mindre än 50 år brukar bli nästan svarta.

En vanlig missuppfattning är att svärtningen beror på att sot fastnar i kondensfukt. Orsaken är i själva verket att partiklar med olika energi attraherar varandra.

Uppvärmad luft innehåller små partiklar (damm, sot m m) med hög energi (värme). Då dessa passerar intill en kall yta, t ex en yttervägg som alltså består av materia med lägre energi, attraheras dammet till väggen. Attraktionen blir starkare ju större energiskillnaden är, varför nedsvärtningen blir beroende av temperaturskillnaden mellan vägg och damm, men givetvis även av mängden passerande damm.

Fenomenet kan studeras på bilden från Fardhems kyrka (4). Under bänken sitter ett elektriskt kamflänsrör. Genom strålningen blir den närmaste delen av väggen uppvärmd, varför svärtningen där blir obetydlig. Genom springan i bänken sker en intensiv strömning av varm luft. Där strålvärmen från kamflänsröret avtagit och luftströmmen böjt av mot väggen uppstår den kraftiga svärtningen. Vartefter lufttemperaturen sjunker och strömmen skingras avtar svärtningen. Inne i vägghörnet, där luften blir stillastående, blir svärtningen obetydlig. På utstickande delar, t ex ojämheter i murverket, blir svärtningen större på grund av intensivare luftomspolning.

Ojämn svärtning blir särskilt störande. Sådan uppstår bland annat då yttermurarnas yttemperatur varierar på grund av att de består av material med olika värmeledningsförmåga. Typiskt exempel på detta är gamla gråstensmurar med tjocka kalkbrukfogar. I en uppvärmd kyrka avtecknar sig snart fogarna ljusa kring de alltmer svartnande stenarna. Imurningar med annat material avslöjar sig snart på samma sätt, liksom putslagning med bruk av annan sammansättning.

6

Detalj av triumfbågen i Halla kyrka efter drygt 50 års kaminvärme. Två stenar renborstade.

Detail of the triumph arch in Halla church after more than 50 years' stove heating. Two stones are brushed clean.



7

Kondensat från oljeeldningen i Fole som trängt igenom kalkstensvalvets tjocka svickel. Av den ca 30 m långa rökkanalen med sina 7 vinkeländringar återstår ovan denna punkt en vertikal 12 m lång del. Efter några timmars full drift har i samma punkt uppmätts endast 35° rökstemperatur.

Condensation from oil firing in Fole which has penetrated through thick spandrel of the limestone vault. A vertical section 12 m long comes after this point of the 30 m long chimney which has 7 angled changes of direction. After two hours' full operation the smoke temperature at this point is 35 °C.



8

Kalkmålning från 1100-talet i Garda kyrkas tornbåge. Målningen har varit blottad i 800 år, men ändå är färgerna strålände klara.

Lime painting from the 12th century in the tower arch in Garda church. The painting has been exposed for 800 years but the colours are still brilliant.

Skorstenskondens

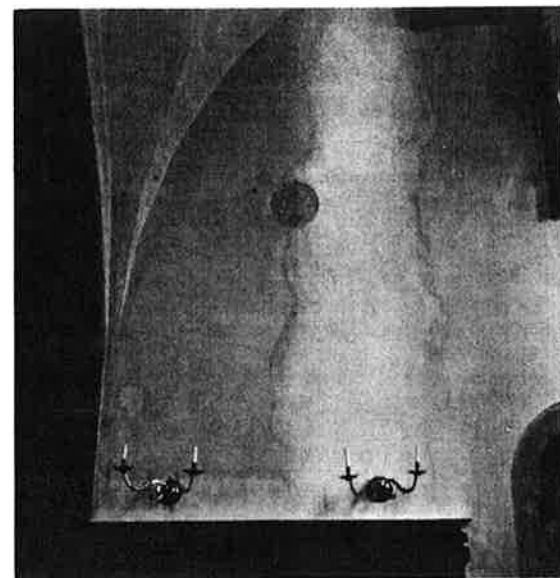
Skador orsakade av skorstenkondens har uppstått där man övergått från ved- eller koks- till oljeeldning utan att anpassa skorstenen därtill.

Kondenseringen beror på att rökgaserna avkyls vid passagen genom rökkanalen till under sin daggpunkt, ca 70°. I jämförelse med ved och framför allt med koks bildar olja vid förbränning avsevärda mängder vatten, ungefär 1 liter per liter förbränd olja. Dessutom innehåller oljan en betydande mängd svavel, ca 8 kg per m³, vilket efter förbränningen tillsammans med vattenångan bildar svavelsyra med en daggpunkt omkring 150°.

9

Typisk kondenseringskada från inhuggen rökkanal, här i Fole kyrka på Gotland efter tre års oljeeldning. Skorstenen utfördes till den 40 år tidigare installerade ved- och kokseldade centralvärmens med lågtrycksånga. Väggen omputsades och nykalkades då helt. Lagg även märke till kalkstensbågens svärtning.

Typical condensation damage from a chased out smokeway, here in Fole Church after three years of oil-fired heating. The chimney was made for the wood and coke fired low pressure steam central heating which was installed forty years earlier. The wall was then re-plastered and whitened entirely. Note also the blackening of the limestone arch.



8

I kyrkor och liknande äldre byggnader är de gamla rökgångarna både vida, långa och krokiga samt blir kraftigt avkylda vid passage genom kalla stenmurar och dragiga vindar. De har därför alla tänkbara dåliga egenskaper för oljeeldning. I flera fall har svåra kondenseringskador uppstått, en del så svåra att vätska runnit genom stenvalven. Skadorna på murverk och puts är då praktiskt taget obotliga.

Jämförande undersökningar av inomhusklimat

För att undersöka inomhusklimatets betydelse för uppkomsten av bland annat torkskador och saltutfällningar har jämförande mätningar utförts i tre närliggande Gotlandskyrkor, Garda, Etelhem och Lau. Mätningarna påbörjades i början av 1965 och är att anse som förundersökningar. De har utförts med termohygrografer med veckoregistrering.

I Garda har utomhusklimatet registrerats med en mätare på västra stigluckans loft och inomhusklimatet mätts nära altaret i koret. Kyrkans långhus är byggt på 1000-talet och har plant innertak av trä. Koret är byggt omkring år 1325 och har stenvalv. Kyrkan anses vara en av de märkligaste i landet med ett delvis bevarat spåntak från 1000-talet (!) och enastående vackra kalkmålningar från 1100-talet, varav större delen ännu är överkalkade. Den vedeldade ångvärmelösningen som installerades 1931 var helt otillräcklig utom höst och vår. Kyrkan värmdes då endast till gudstjänsterna varför man med ringa överdrift kan anse kyrkan som ouppvärmad sedan ca 900 år. Garda kyrka är nu under genomgripande restaurering efter att ha varit synnerligen bristfälligt underhållen under lång tid med bland annat svårt läckande tak.

11

Sammanställning av registrerad temperatur och relativ luftfuktighet under eldnings-säsongen, veckan 13—20.3.65. Lägga märke till luftfuktighetens beroende av temperaturen främst i den elvärmda Etelhem och den varmluftsvärmda Lau. Strålningsvärmarnas inverkan till gudstjänsten framgår tydligt.

Abstract of registered temperature and relative humidity during heating season for the week 13—20.3.65. Note the connection between relative humidity and the temperature specially in the electrically heated Etelhem and the warm air heated Lau. The effect of radiated heat in the services can be clearly seen.

11



10

Puts, kalkmålningar och överkalkningar har ibland utsatts för svåra påfrestningar, liksom här i Garda kyrka. Förutom de synliga målningarna i bågen (bild 8) skymtar under överkalkningen ytterligare dekorationer. Trots att smutsigt vatten från svårt läckande tak länge runnit på och i muren, kan inga saltutfällningar observeras.

Plaster, lime paintings and lime washes have often been exposed to severe conditions, as in Garda church here. In addition to the paintings visible in the arch (picture 8) further decorations can be seen under the lime wash. Even though dirty water from the badly leaking roof has run on and in the wall, no salt deposit can be seen.

Etelhems kyrka, byggd i slutet av 1200-talet är helt välvd. Vid restaurering installerades elektrisk uppvärmning med termostatreglerad golvvärme och bänkelement som tillsatsvärme vid gudstjänst.

Mätaren var placerad i en bänk i koret.

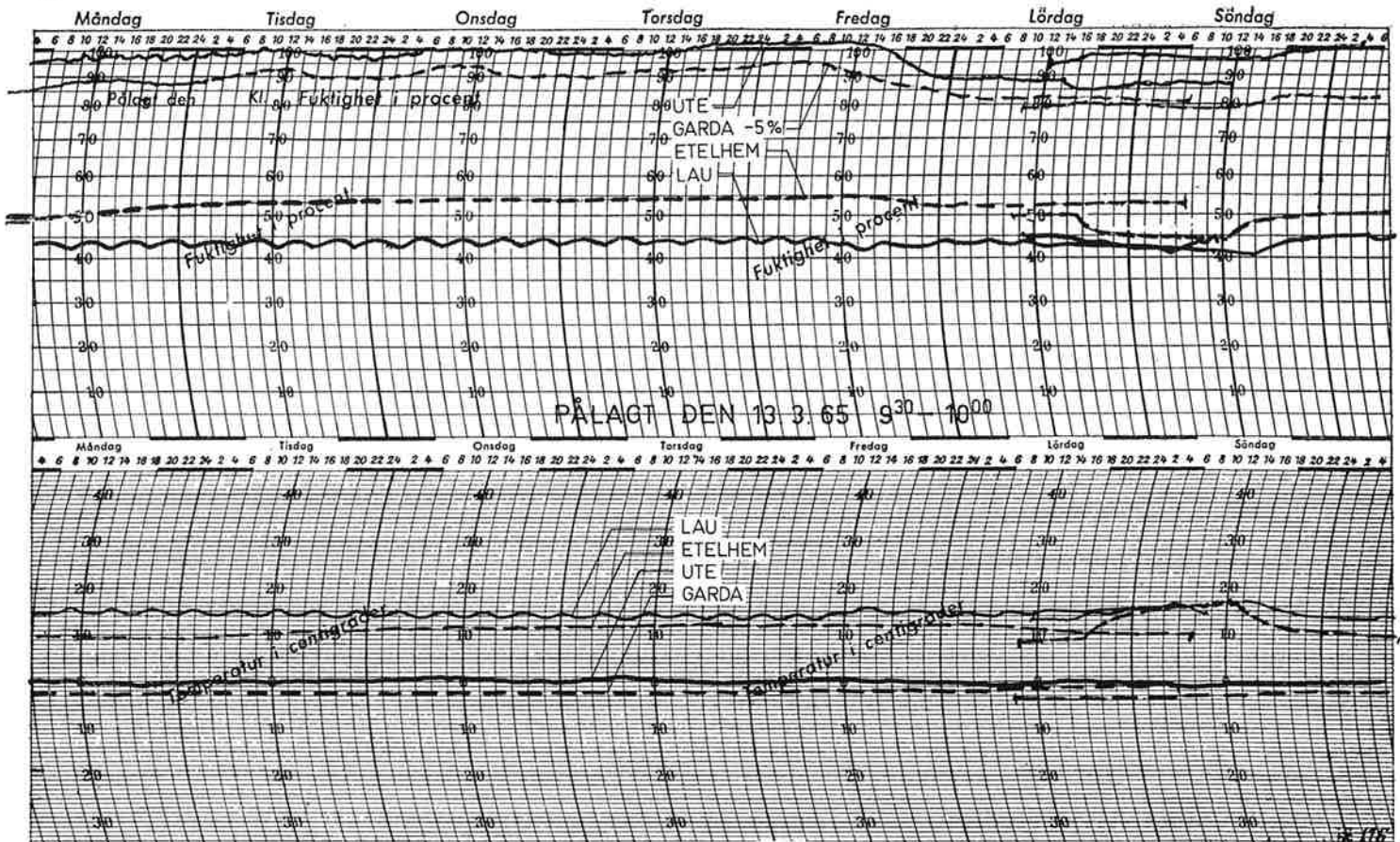
Lau kyrka uppfördes under mitten av 1200-talet. Det är en mäktig hall i tre skepp om nio travéer, värdig vilken domkyrka som helst. Vid restaurering installerades termostatstyrd varmluftanläggning av typ Thermobloc. Värme saknades tidigare helt.

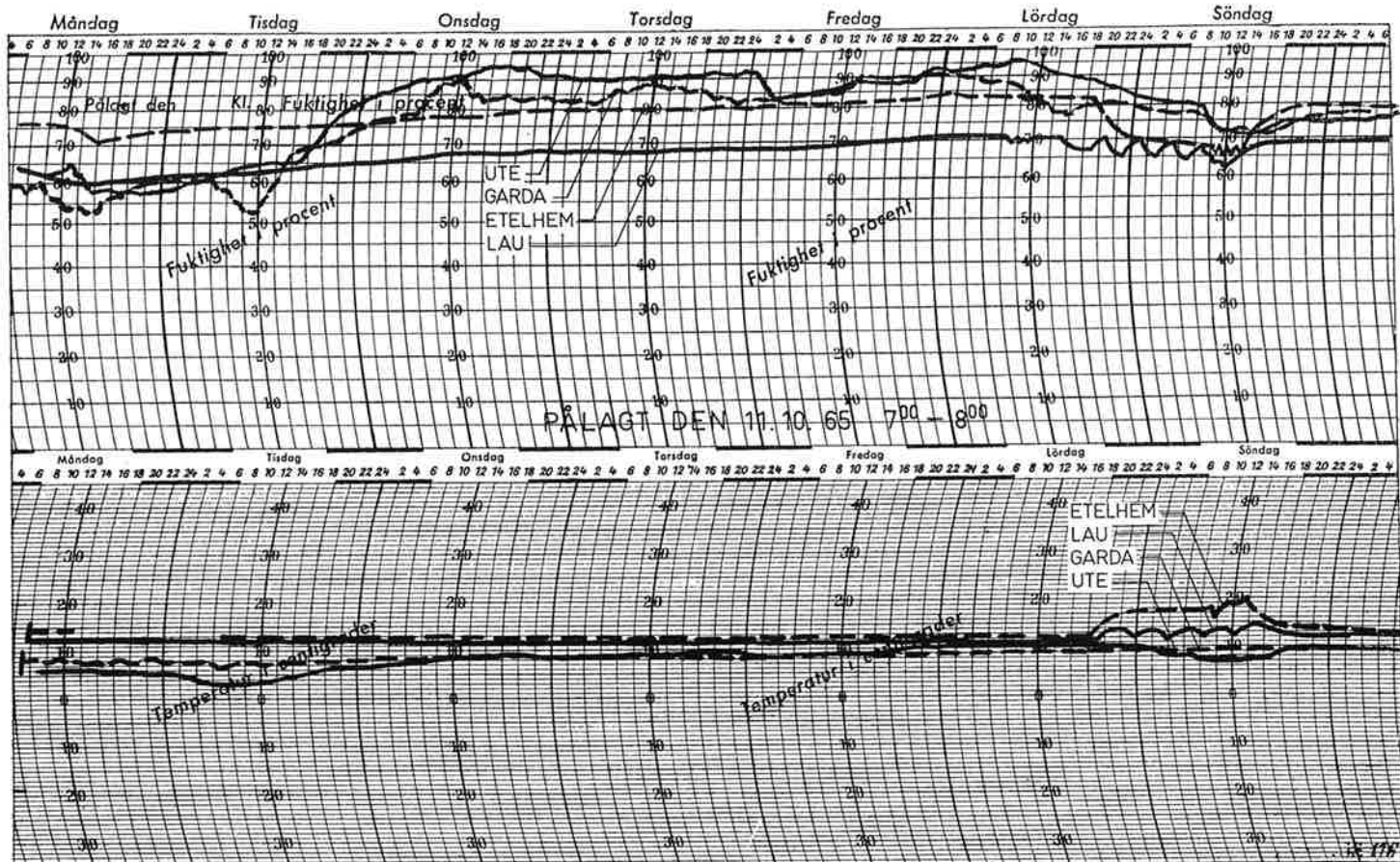
Mätaren var placerad en meter över golvet.

Samtliga kyrkor är av kalksten och har stengolv.

Mätningresultat

Bild 11 och 12 visar sammanställningar av veckodiagram, typiska för respektive årstid. Man ser där bland annat att fuktigheten varierar ganska snabbt utomhus och i den oeldade Garda, medan temperaturen är mera konstant. Vidare kan man lägga märke till den snabba avsvängningen i Etelhem sedan strålningsvärmarna stängts samt effekten av denna uppvärmning på luftfuktigheten. I Lau, som värms med varmluft, kan man tydligt se termostat-





12

Motsvarande sammanställning höstveckan 11—18.10.65 innan eldningssäsongen ännu börjat och endast »söndagsvärme» inkopplats i Etelhem och Lau. I Garda är nu all inredning avlägsnad och flitig vädring tillämpas under pågående restaureringsarbeten.

Similar abstract for the autumn week 11—18.10.65 before the heating season has begun and only "Sunday heating" is used in Etelhem and Lau. In Garda all furnishing has been removed and effective airing is applied during the restoration work.

regleringens pulsationer. Veckomedeltalen för temperatur och fuktighet för ett helt år har sammanställts och jämförts. Man kan utan större fel anta att inomhusklimatet i Garda är representativt för alla kyrkor av denna typ innan de uppvärmdes. Inomhusklimatet i Etelhem och Lau representerar därför den förändring respektive uppvärmningsmetod ger. Möjligen kan dock den ovanligt kraftiga vädringen i

Garda ha gett ett torrare och varmare sommarklimat än vanligt. Alla portar har stått vidöppna mellan kl 7 och 19 under maj—september.

Den uppvärmda kyrkan i Garda

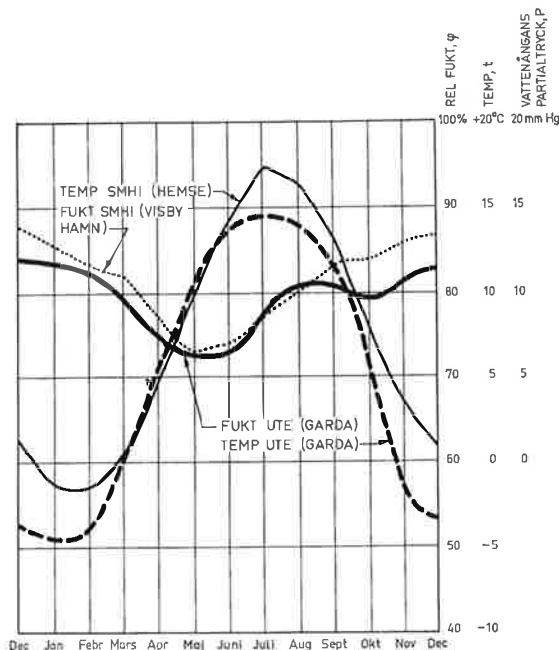
Mätvärdena för yttertemperaturen vid Garda kyrka har jämförts med det officiella medelvärdet för åren 1931—1961 och visar ganska god överensstämmelse med detta. Trots att mätningarna är ofullständiga — man saknar uppgift om luftomsättning, vädring, temperatur och fukthalt i murverket, eldningsperiodens exakta längd med mera — kan man dock dra flera värdefulla slutsatser av det tillgängliga materialet.

Inomhusklimatet i Garda visar, inte oväntat, att temperaturen inne följer utetemperaturen med en viss eftersläpning samt med någon dämpning av extremvärdena. Värmen tillförs ju endast utifrån genom trätaket och de tjocka murarna, genom solinstrålning från de små fönstren samt vädring genom portarna. Möjligen kan på vintern även marken under kyrkan ge ett visst värmetillskott. Luftfuktigheten inne är ständigt högre än utomhusvärdena. Erfarenheten från andra kyrkor tyder dock på att de uppmätta fuktvärdena under våren och sommaren är ovanligt låga, enär den varmare och därmed fuktrikare luften ute då vanligen kondenserar inne i den kallare kyrkan. Detta fenomen är givetvis i hög grad avhängigt av luftomsättningen ute—inne, vilken beror av dels den naturliga, okontrollerade ventilationen genom otätheter, dels vädringen. Det vanligaste är att kyrkorna vädras relativt flitigt varma vår- och sommardagar. I Garda har, som nämnts, alla portar stått öppna

13

Årsvariationen hos temperatur och luftfuktighet utomhus. Jämförelse mellan medelvärdena för den aktuella mätningen i Garda och det officiella medelvärdet 1931—1961 för Hemse (temperatur) och Visby hamn (fuktighet). Överensstämmelsen är relativt god. Mätperiodens kalla vintrar och svala somrar kan urskiljas.

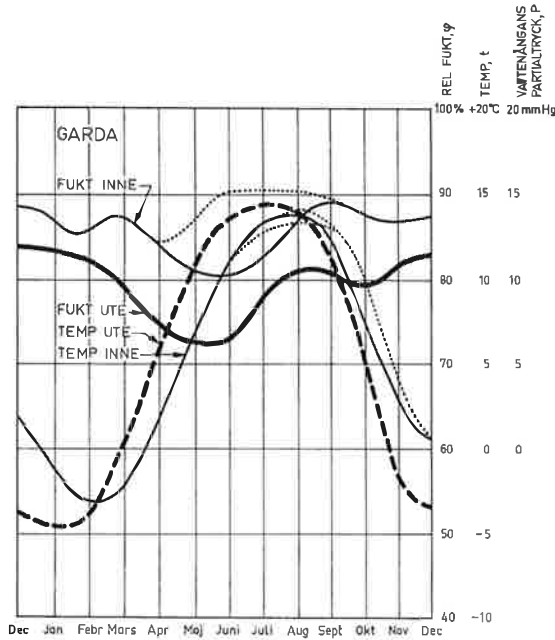
The annual variation between temperature and air humidity out-of-doors. Comparison of the mean values for recordings made at Garda and the official mean values for Hemse (temperature) and Visby harbour (humidity) for the years 1931—1961. They match fairly well. The cold winters and the cool summers during the period of measurement can be seen in the picture.



14

Jämförelse mellan klimatets årsvariation i och utanför den uppvärmda Garda kyrka. Observera inomhus-temperaturens eftersläpning samt att fuktigheten är större inne än ute. Kraftig vädring vår och sommar har gjort värdena ej representativa för ursprungliga klimatet. Normal luftomsättning skulle troligen öka inomhus-fukten, kanske enligt den prickade linjen.

Comparison between annual variations in climate inside and outside of the unheated Garda church. Note the lag in the inner temperature and that the humidity is greater inside than outside. Normal ventilation instead of extensive airing during spring and summer would probably increase the inner humidity, perhaps as shown by the dotted line.



14

15

Årsvariationen hos vattenångans partialtryck vid olika uppvärmningsformer. Kurvorna är beräknade efter de uppmätta temperatur- och fuktvärdena. Med hänsyn till mätfelel är skillnaderna obetydliga.

Annual variations in the partial water vapour pressure with different forms of heating. The curves are calculated from the recorded temperature and humidity values. With regard duly paid to faulty measurement the differences are negligible.

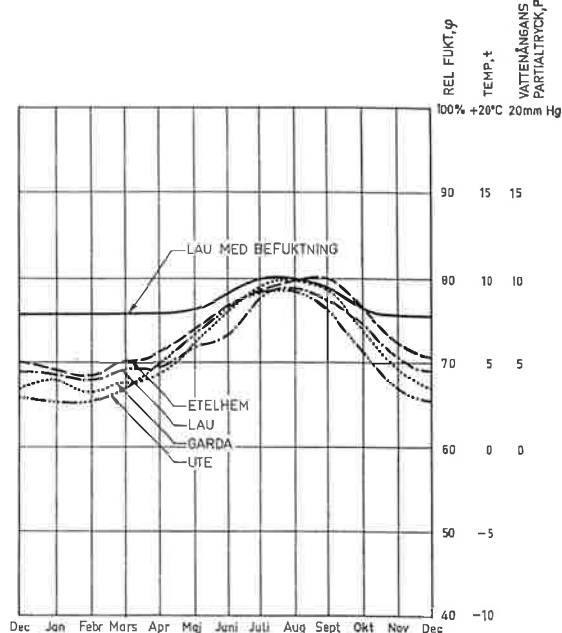
betydligt mer än vanligt på grund av restaureringen. Ångtrycket inne synes i stort sett balansera kring utomhusluftens. En tendens till högre tryck inomhus från sensommaren till årsskiftet kan skönjas, vilket är naturligt med tanke på sommaruppvärmningens eftersläpning.

Karaktäristiskt för den uppvärmda stenkyrkan av medeltida typ är alltså:

Inomhus-temperaturen är starkt beroende av årstiden och följer i stort sett medeltemperaturen ute med en viss försening.

Luftfuktigheten inomhus är alltid relativt hög, högre än årsmedelvärdet ute. Det är starkt beroende av luftomsättningen, men förefaller sällan understiga 75–80 %.

Partialtrycksskillnaden ute–inne är obetydlig.



15

Partialtrycksskillnaden ute–inne är anmärkningsvärt liten. Med de förhållanden som råder i dessa kyrkor kan man med stor sannolikhet anta att murverket torkar ut och avger fukt vintertid och att det absorberar en del fukt ur vädringsluften sommartid. I dessa avseenden skiljer sig de båda kyrkorna genom att den elvärmda Etelhem ju har golvvärme, vilken sannolikt producerar mer fukt genom att marken under uppvärms. Vidare vädras Lau relativt obetydligt sommartid, portarna är mestadels stängda

16

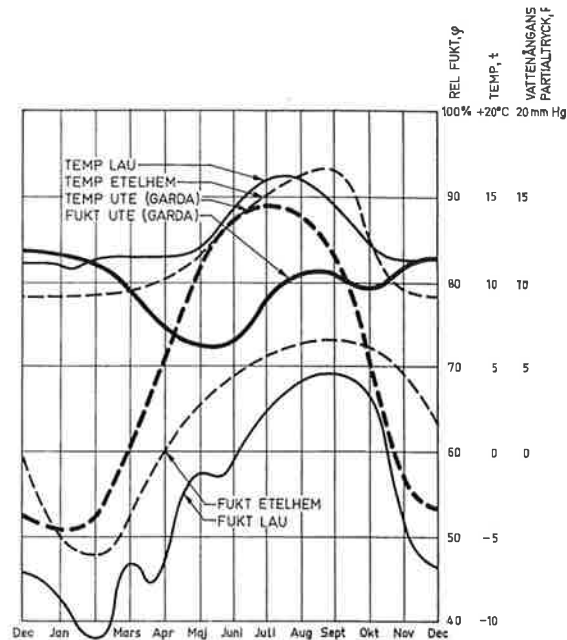
Årsvariationen hos inomhus-klimatet i de permanent uppvärmda kyrkorna Lau (varmluft) och Etelhem (elektrisk golvvärme + bänkvärme). Fuktvärdena når aldrig upp till utomhusluftens och den ursprungliga inomhusluftens fuktvärden. Orsaken till den oregelbundna fuktvariationen i Lau är okänd. Eldningssäsong september–maj.

Annual variations in the inner climate in the permanently heated churches at Lau (warm air) and Etelhem (electrically heated floor and benches). The humidity values never reach the outer air values nor the original humidity values of the inner climate. The cause of the irregular values in humidity in Lau church is not known. Heating season September–May.

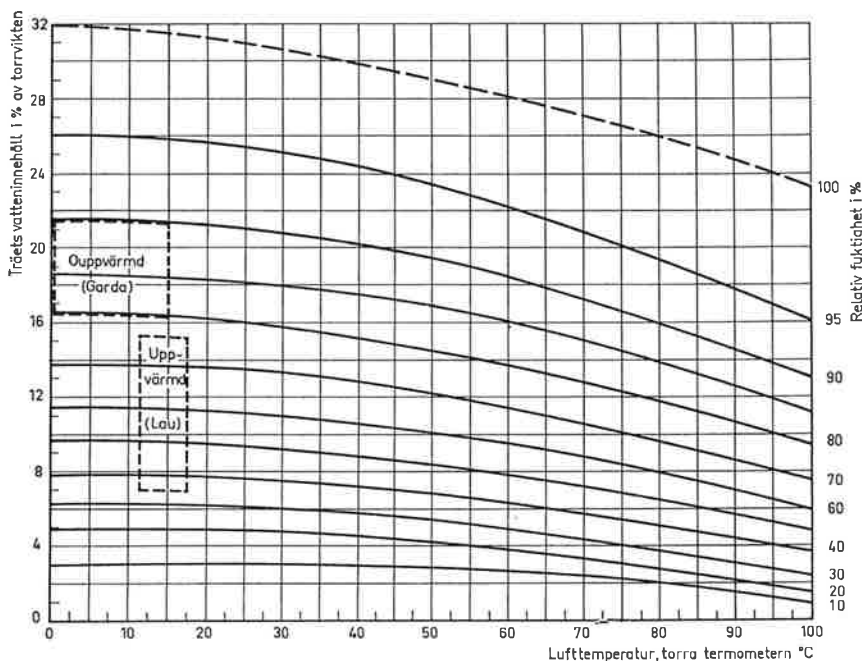
De uppvärmda kyrkorna i Etelhem och Lau

I de uppvärmda kyrkorna i Etelhem och Lau är förhållandena helt annorlunda.

Temperaturen är där konstant ca 9° resp 12° C under eldningssäsongen (november–april) och stiger sedan något under sommaren, med ungefär en månads förskjutning. Den relativa luftfuktigheten inne däremot varierar i stället kraftigt med årstiden och är betydligt lägre än i den uppvärmda kyrkan. Varken i Etelhem eller i Lau når fukthalten någonsin upp till de lägsta värdena i Garda. I den varmlufts-uppvärmda Lau är luftfuktigheten som syns lägre än i den elvärmda Etelhem. Orsaken kan vara högre medeltemperatur men kanske framför allt större luftomsättning. Förhållandet friskluft–returluft är inte bekant, men enligt uppgift används i stort sett enbart returluft.



16



17

Fukthalten hos vanlig furu i förhållande till luftens temperatur och relativa fuktighet (efter NBI Håndbok 17). Klimatgränserna för uppvärmd (Garda) respektive uppvärmd (Lau) Gotlandskyrka markerade.

Humidity content in ordinary pine in relation to the temperature and relative humidity of the air (from NBI Handbook 17). The climate limits for unheated (Garda) and heated (Lau) Gotland church are shown.

Fuktillskottet från människor torde vara nästan försumbart i dessa stora kyrkor med vanligen några tiotal kyrkobesökare.

Karaktäristiskt för de båda permanent uppvärmda medeltidskyrkorna är alltså:

Inomhustemperaturen är relativt konstant.
Luffuktigheten inne varierar kraftigt med årstiden och är ständigt betydligt lägre än då kyrkan saknade uppvärmning.

Partialtrycksskillnaden ute–inne är obetydlig.
Resultatet är på intet sätt oväntat eller sensationellt, det intressanta är att fakta kan ersätta tidigare gissningar. Man har sålunda antagit att skillnaden i relativ luftfuktighet varit mindre mellan uppvärmd och uppvärmd kyrka.

Uppvärmningens inverkan på inredningen

Inredningen består ofta av trä och textil. Träinredningen, särskilt den medeltida målade, får så gott som alltid svåra skador av den torra luften på vintern och de stora variationerna under året.

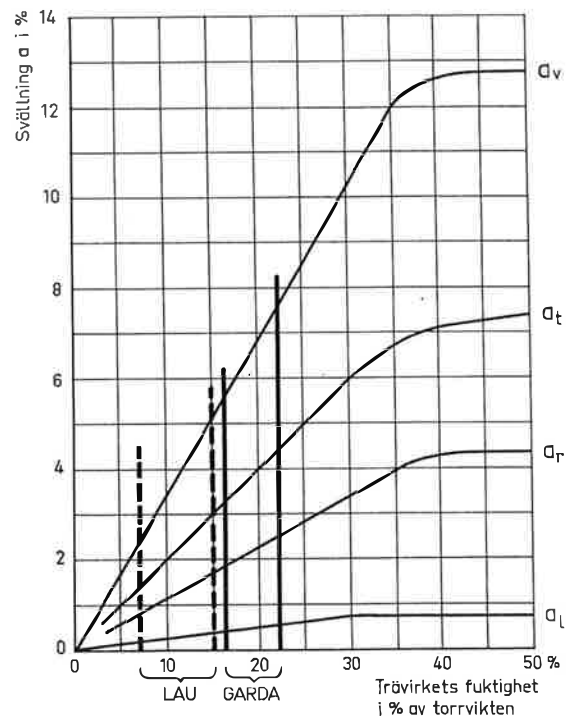
Storleken av rörelserna hos gammalt trä är inte bekanta, man vet dock att de varierar med träslaget och att de är mindre än för nytt trä. Som jämförelse visas diagram (för vanlig furu) över vatteninnehållet i förhållande till temperatur och relativ fuktighet hos omgivande luft. Där framgår bland annat att vatteninnehållet mest är beroende av luftens relativa fuktighet. För de aktuella lufttemperaturerna varierar det obetydligt. Skulle ett träföremål bli utsatt för

Q_V = svällning i volym

Q_t = svällning tangentiellt mot årsringarna

Q_r = svällning radiellt mot årsringarna

Q_L = svällning i fiberriktningen



18

Svällningen hos vanlig furu som funktion av fuktinnehållet (efter NBI Håndbok 17). Fuktgränserna för Gotlandskyrkan med och utan uppvärmning markerade.

Swelling of ordinary pine as a function of the humidity content (from NBI Handbook 17). The limits for the Gotland church with and without heating are shown.

strålningsvärme från t ex en radiator minskas dock vatteninnehållet betydligt.

I bild 18 visas svällningen hos vanlig furu som funktion av vatteninnehållet. Av bilden framgår att svällningen inom de aktuella fuktgränserna är direkt proportionell mot detta och vidare att den är olika i olika riktningar. De flesta målade träskulpturer och liknande föremål är oftast utförda så att större delen av ytan är parallell med årsringarna. Svällningsrörelserna tangentiellt mot årsringarna är därför de mest intressanta.

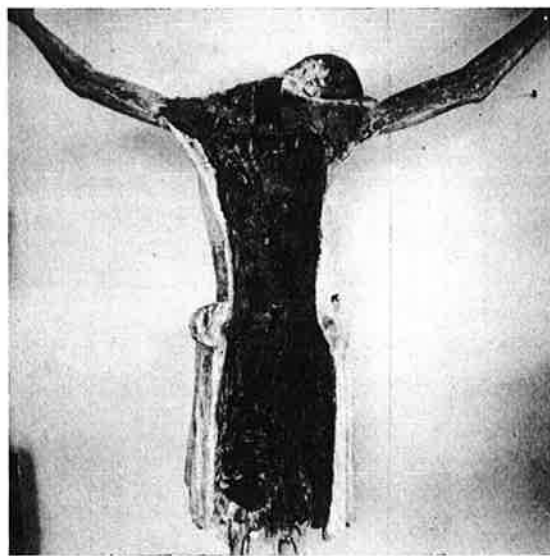
Problemet med träets rörelser behärskade de medeltida konstnärerna till fulländning. De hade århundraden av gediget träkunnande bakom sig. Studerar man skulpturerna närmare finner man att de vanligen består av endast ett tunt skal. Innanmätet avlägsnades för att undvika torksprickor. Vanligen använde man ek, men även furu och lösare lövträ förekom.

För att få ett jämnt sugande underlag för målningen och även för att kunna justera mindre ojämnheter, gjorde man först en relativt tjock underbehandling av krita och lim, en s k kridering. På denna utfördes

19

Medeltida skulpturer framställdes med synnerligen stort tekniskt kunnande och med utomordentlig konstnärlighet. Träskulpturer urholkades helt så att endast ett relativt tunt skal återstod för att hindra sprickbildning. Här baksidan av Kristusbilden i Oja. Även huvudet är ihåligt, i detta fall med fem pluggade borrhål.

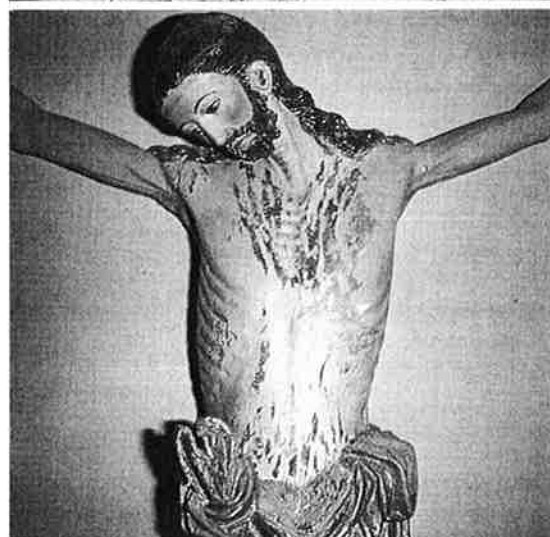
Medieval sculptures were made with specially good knowledge concerning the techniques and with remarkable artistry. Timber sculptures were hollowed out so that only a thin skin was left to prevent cracking. Here is the back of the Christ in Oja. Even the head has been hollowed out, in this case with five plugged bore holes.



20

Framsidan av Kristusbilden i Oja. Färg har spjälkat av från underlaget på grund av träets krympning. Även resten av färgen satt så löst att den inte kunde räddas. Originalfärgen var mycket illa åtgången och övermålad i sen tid.

The front of the Christ at Oja. Colour has spalled off from the wood owing to shrinkage in the wood. Even the rest of the colour was so loose that it could not be saved. The original painting was badly damaged and was lately painted over.



21

Samma skulptur som i bild 20 sedan det lösa färgskiktet avlägsnats och ansiktet bättrats. Det ljusa partiet är en korrigering med något mycket beständigt kitt.

The same sculpture as in picture 20 after the loose colour layer has been removed and the face bettered. The light part is a correction made with some sort of very well lasting putty.



Foto: Erik Olsson, Sanda.

sedan temperamålning (äggula + linolja + pigment) förgyllning m m.

Om antagandet att rörelserna hos gammalt trä följa samma schema som hos nytt trä är riktigt skulle, såsom framgår av bild 18, träets rörelse kunna bli dubbelt så stora då kyrkan förses med uppvärmning som då den var ouppvärmad. För målningsunderlaget, krideringen, innebär dessa ständiga rörelser i träet en svår påfrestning, speciellt som den är betydligt mindre elastisk i torr luft än i fuktig. Skjuvkrakterna mellan trä och kridering blir därför sannolikt mångdubbelt större sedan kyrkan försetts med värme. Att varaktigt konservera en sådan torskadad yta är ofta inte möjligt. Ibland kan man därför bli tvungen att avlägsna även återstående färgrester för att bevara så mycket som möjligt av det konstnärliga uttrycket.

Orglarna består till stor del av trä, vilket gör att även de är känsliga för fuktvariationer. De har i allmänhet förnyats efter hand, varför de flesta är av relativt sent datum. Orglarna har därför, till skillnad från de gamla träskulpturerna, vanligen konstruerats för ett torrare klimat. För dessa är därför inte fuktighetsnivån avgörande, utan fuktvariationen. Inte heller här har några exakta gränsvärden stått att få, endast uppgiften att instrumenten är mycket känsliga. Stämning erfordras i uppvärmda kyrkor vanligen minst två gånger om året. Då det torde vara svårt att undvika att den relativa fuktigheten inomhus på sommaren stiger upp emot ytterluftens, är även här den permanenta uppvärmningen vintertid till skada. Befuktning vintertid av själva orgelmekanismen är er utväg som ibland har prövats.

Fördelen med det torrare klimatet inomhus har dock varit att de förr så vanliga insektsangreppen av strimmig trägnagare (*Anobium striatum*) har minskat. Den kan inte utvecklas i rum med luftfuktighet under 50 %.

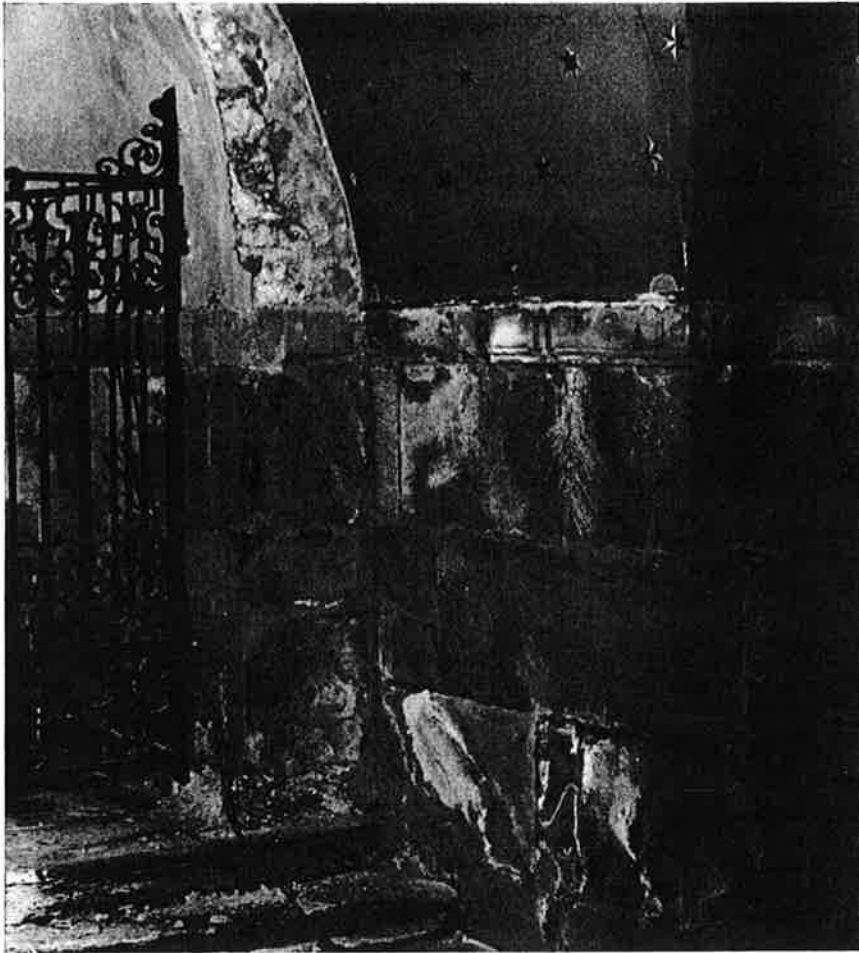
Textilier bevaras bäst i låg temperatur, dammfrihet och en inte alltför hög luftfuktighet, enligt uppgift omkring 60 %. De tål heller inte ljus, framför allt inte solljus och mår därför bäst upphängda i ett mörkt ventilerat skåp.

Uppvärmningens inverkan på murarna

Murverket, inklusive invändig puts och kalkmålning, påfrestas betydligt mindre i den äldre uppvärmda kyrkan än i den uppvärmda.

Uppvärmningen åstadkommer nedsmutsning av väggar och valv, tydligt ökad risk för saltutfällning på invändiga murytor samt blekning av kalkmålningarna.

Orsaken till nedsmutsningen har behandlats tidigare. Kalkmålningarnas färgändring beror dels på att lyskraften avsevärt ökar med ökad fukthalt i målningen dels på att flera av de förr använda pigmenten ändra färgton med fukthalten. Den krossade halvädeltene lapis lazuli, s k äkta ultramarin, är t ex i fuktig luft



22

Ingången till kryptan under Karollinska gravkoret i Riddarholmskyrkan i Stockholm, fullbordat 1743. Missfärgningarna på sandstensmuren är saltutfällningar. Fuktkällan okänd, troligen grundvatten. Kryptan nästan helt avskild från kyrkan vilken är permanent varmluftuppvärmd och har låg luftfuktighet.

The entrance to the crypt under the Carolean sepulchre — completed in 1743 — in Riddarholm's Church in Stockholm. The miscolouring on the sandstone wall is salt sedimentation. The source of the damp is unknown but probably ground water. The crypt is almost completely separated from the church, which is permanently heated and has a low air humidity.

djupt blå men i torr värmeledningsluft ljusst gråblå. Det kan nämnas att arkeologerna haft samma problem vid upptäckten av nya etruskiska gravar utanför Rom. Då man fann dem var de efter två tusen år lika strålande i färg som om de varit nymålade. Sedan graven öppnats och luften blivit torrare »dog» målningarna och färgtonerna förändrades. I vissa fall har man som en sista desperat åtgärd fernissat målningarna med olika preparat för att i någon mån återfå lyster. Eftersom sådana preparat så småningom förändras är hjälpen mycket kortsiktig och därför oanvändbar enligt vårt sett att se. Man har även nödgats konstatera att besökarnas utdunstningar (ammoniumföreningar m m) åstad-



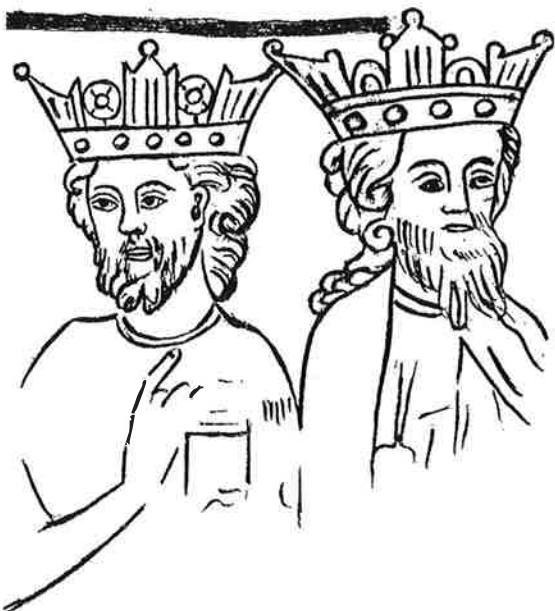
23

Detalj av föregående bild. Saltutfällning i tegelmurverket nära grindens övre gångjärn. Svår saltutfällning och -sprängning förekommer även i våningen ovanför.

Detail of the foregoing picture. Salt sedimentation in the brick wall near the upper hinge of the gate. Extensive sedimentation and spalling occurs also in the storey above.

kommit sådana kemiska förändringar i de mest frekventerade gravarna att vissa målningar, framför allt i taket, praktiskt taget försvunnit.

Saltutfällningarna beror på att vattenlösliga salter i murverket eller putsen i lösning vandrar mot ytan, där de anrikas och kristalliserar. Salterna kan vara tillförda utifrån genom regnvatten eller grundvatten, eller lösas ur själva mur- eller puts materialet. De består ofta av natrium- och kalciumsalter i form av klorider, karbonater, sulfater och liknande. Då salterna kristalliserar sker en viss sprängning och volymökning, samtidigt som sannolikt i de flesta fall materialet påverkas kemiskt. Fenomenet har behandlats tidigare i denna tidskrift [2].



24 A

Helliga tre konungar på norra långhusväggen i Oja kyrka (troligen 1300-talet). Nu försvunna. Teckning av författaren efter foto från 1940-talet i »Svenska kyrkomålningar» av Bengt G Söderberg (s 141) Natur och Kultur, 1951.

The Three Holy Kings on the northern nave wall in Oja Church (probably 14th C) now disappeared. Drawing by the author from a photo from about 1940 in "Svenska Kyrkomålningar" by Bengt G Söderberg (page 141) Natur och Kultur 1951.

24 B

På grund av saltvittring kan nu inte ett spår av väggmålningen upptäckas. Fukten kommer från en dåligt avtäckat stråvmur på utsidan av väggen. Centralvärme med kamflänsrör termostatreglerad till cirka 12°C.

Owing to salt flaking no trace of the wall paintings can be discovered. The damp comes from a badly protected buttress wall outside the bearing wall. Central heating with flanged pipes thermostatically regulated to 12°C.

Saltanrikningen och kristalliseringen beror på att lösningsmedlet, vatten, avdunstar. Mängden utfällt salt är därför beroende av främst fyra faktorer:

1. Tillgänglig vattenmängd.
2. Tillgänglig saltmängd.
3. Materialets förmåga att transportera saltlösning.
4. Avdunstningsförhållandena.

Bland dessa är det främst avdunstningsförhållandena som påverkas av uppvärmningen och givetvis även av luftcirkulationen.

Den tillgängliga vattenmängden kan tillföras murverket på olika sätt. Oftast tillförs vattnet genom byggfel av olika slag, läckande tak, dåligt avtäckta fasaddetaljer (bland annat fönsterbänkar) bortvittrat fogbruk och inte minst markfukt. En del av dessa fel kan vara omöjliga att helt rätta till vid en restaurering. Kapillärt stigande grundvatten t ex kan för närvarande inte hindras med någon verksam metod; varken genom dränering, isolering eller injektering av tätande eller vattenavstötande medel. Möjligen skulle förträngning av vattnet genom elektro-osmos vara en effektiv metod, men den är ännu inte praktiserad i Sverige.

Genom murverkets massivitet och allmänna uppbyggnad i äldre stenhus kan också vatten från t. ex. en takläcka dels sprida sig snabbt i murverket, dels magasineras i detta i ansenliga mängder. En murkärna av kalkbetong suger vatten som en svamp. Är den omgiven av två murskal av t ex kalksten dröjer det länge innan vattnet kan söka sig ut. Murverkets kraftiga vattensugning är dock samtidigt en fördel om läckaget är tillfälligt eller obetydligt. Spridningen blir då så stor att någon riskabel koncentration inte uppstår. Murverket reagerar så långsamt att det kan



24 B

dröja många år innan skador uppstår även efter kraftiga vattenläckage. En vattenskada i Vamlingbo kyrkas valv kunde t ex härledas till ett kraftigt åskväder vid takomläggningen tio år tidigare. Detta gör att man alltid får räkna med att någon del av murverket innehåller så mycket vatten att saltvandring kan uppstå.

Även *saltmängden* är så gott som alltid tillräcklig för saltutfällning. Dels kan vattenlösliga salter lakas ur i själva murmaterialet, dels tillförs ständigt olika salter genom regn- och grundvatten. Särskilt i utsatta lägen vid kusterna kan salthalten bli avsevärd. Med den ökade användningen av olja och andra fossila bränslen ökar också svavelföreningarna och därmed risken för sulfater. I utpräglade tätorter är detta som bekant väl märkbart.

Murverkets förmåga att *transportera saltlösning* är i allmänhet god. Detta beror främst på kapillarsugningsförmågan. Rent kalkbruk är synnerligen kraftigt sugande, mer ju fetare det är. Även om själva murstenarna är obetydligt sugande, såsom granit, kalksten och liknande, är murverket som helhet sugande genom de tjocka fogarna och den i allmänhet porösare kärnan. I murverk av tegel eller lösa sandstenssorter är kapillarsugningen avsevärd. Putsens sugningsförmåga har stor betydelse för vatten- och fukttransporten till ytan. En starkt sugande puts, t ex en fet kalkputs, förefaller också öka vattentransporten till ytan i murar med svagt sugande sten och starkt sugande fogbruk.

I praktiskt taget alla gamla stenbyggnader finns alltså tre av de nämnda fyra förutsättningarna för saltutfällning i större eller mindre grad: fuktöverskott, salt och god vattensugningsförmåga.

25 26

Detaljer av bild 24 B. Saltutfällningen lyfter bort skikt efter skikt av putsen, varefter även underlaget, som på dessa bilder, börjar vittra.

Details of picture 24 B. The salt efflorescence removes layer after layer of the plaster. Afterwards even the base, as in these pictures, begins to flake.



25



26

27

Bernadotteska gravkoret i Riddarholmskyrkan, uppfört 1860. Omkring 1922 gjordes ett misslyckat försök att med hel kakelinklädnad hindra lukt och saltutfällning. Saltet tränger igenom fogar och till och med igenom mikroskopiska sprickor i kakelglasyren. Där fogarna är större sker saltkristalliseringen bakom kaklet och spränger som här bort delar av detta.

The Bernadotte sepulchre in Riddarholm's Church was completed in 1860. About 1922 an unsatisfactory attempt to prevent damp and salt sedimentation by complete cladding in tiling was carried out. The salt penetrates through the joints and through microscopic cracks in the tile glaze. Where the joints are larger the salt crystallisation occurs behind the tiling and spalls and breaks off pieces of this as here.





28

Putsskador i Lau kyrkas kor orsakade av saltutfällning.

Damage on the plaster in Lau church's choir caused by salt sedimentation.

Om det blir någon saltutfällning eller ej beror därför främst på den fjärde faktorn: avdunstningsförhållandena. Avdunstningen ökar med högre temperatur, lägre relativ fuktighet samt ökad luft-rörelse. Den är vidare beroende av ytans egenskaper, ju porösare och ojämnare denna är, desto större blir den effektiva fuktavgivande ytan och därmed även avdunstningen per ytenhet mur.

Teoretiskt vore det möjligt att förse en mur som är disponerad för saltutfällning med en tät yta i form av färgskikt, ytputs eller liknande. Tyvärr är detta inte praktiskt möjligt. Dels finns det ingen fullständigt diffusionstät färg eller puts, dels vore ett sådant förfarande otänkbart i en kulturhistoriskt värdefull byggnad. Utseendet skulle bli alltför förändrat, särskilt då det gäller en yta dekorerad med t ex kalkmålningar. Man bör observera att även ett tät-skikt med obetydlig diffusionsgenomsläpplighet till-låter saltutfällning, det är endast en fråga om tid. Saltbildningen kommer då vanligen att ske bakom detta nästan täta skikt och så småningom lyfta bort



29

det. På grund av det täta skiktet blir också fukthalten lika hög i hela det bakomvarande materialet, och avtar inte som vanligt närmare ytan, vilket sannolikt gör att förutsättningarna för salttransporten ökar. Småhål, skador och andra ofullkomligheter hos tät-skiktet är annars den vanligaste orsaken till misslyckande med denna metod. Saltutfällning upp-står i hålen, vilka vidgas och fördjupas likt kräftsår.

Murens eller ytans egenskaper kan man alltså inte ändra på. Avgörande för saltvittringen på en ned-fuktad mur blir därför de klimatiska betingelserna: temperatur, relativ luftfuktighet och luft-rörelse.

I detta torde förklaringen ligga till att en ouppvärm-d stenkyrka som Garda inte har drabbats av salt-utfällning invändigt trots kraftigt nedfuktade murar under en lång följd av år. Låg temperatur, ringa luft-rörelse och framför allt ständigt hög relativ fuktighet inomhus har gjort att avdunstningen blivit obetydlig. Det inläckande vattnet kan därför ha hunnit sprida sig i murverket, framför allt i den porösa kärnan – tills fukthalten nått ofarlig nivå och fukten så småningom försvunnit, till marken eller utsidan.

I Lau kyrka, som är av samma typ som Garda och som också har haft svårt läckande tak, började salt-utfällningarna sedan värme installerats vid restaureringen 1960 och fortsätter alltjämt. Orsaken till fuktöverskottet i muren är dock ej fullt utredd, markfukt eller bristfälliga fönsteravtäckningar kan ej helt uteslutas. Det kan också tänkas att skulden ligger hos de gamla takläckorna. Före restaureringen var väggarna bitvis svårt fuktskadade liksom valven, men ingen saltutfällning observerades. Väggarnas insida fuktisolerades, dock utan nämnvärd effekt.

I Garda har man som nämnts trots synnerligen kraftig missfärgning från de svåra takläckorna ingen synlig tendens till saltvittring.

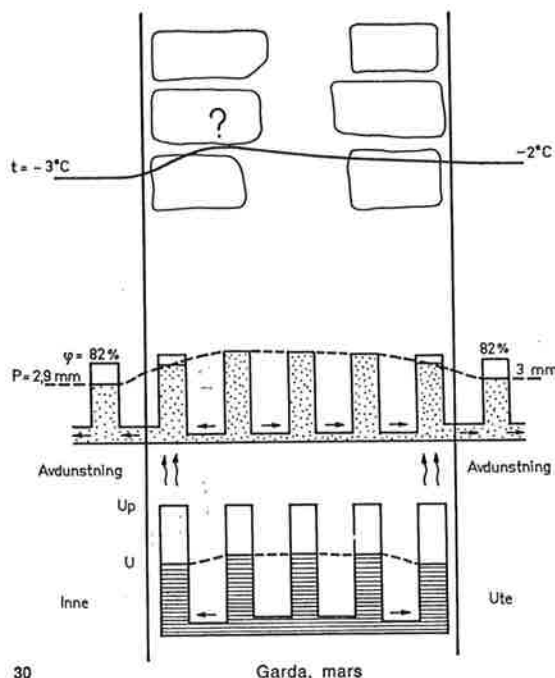
Detail] av föregående bild.

Detail of the foregoing picture.

30-35

Schematiska illustrationer av fuktvandringen i en nedfuktad kalkstensvägg. Temperatur (t) och relativ fuktighet (p) hämtade från mätvärdena i bild 11 och 12. De mellersta behållarna representerar diffusionen mellan de stora porerna i muren och omgivande luft, medan de undre behållarna representerar den kapillära vattentransporten. Temperaturfördelningen inuti väggen är ej uppmätt, endast antagen. I bild 31 är temperaturfördelningen baserad på antagandet att »sommervärme» magasineras i muren. Skulle murens temperatur vara densamma som inomhusluftens eller något lägre än denna, uppstår i stället kondens på väggens insida.

Diagrammatic illustrations of humidity movement in a damped limestone wall. Temperature (t) and relative humidity (p) from the recorded values in picture 11 and 12. The middle holders represent the diffusion between the large pores in the wall and the surrounding air, whereas the lower holders represent the capillary water transports. The temperature distribution through the wall has not been recorded, only assumed. In picture 31 the temperature distribution is based on the assumption that "summer heat" has been collected in the wall. If the temperature of the wall should be the same as the inner air, or somewhat lower than that, condensation would instead appear on the inside of the wall.



30

Garda, mars

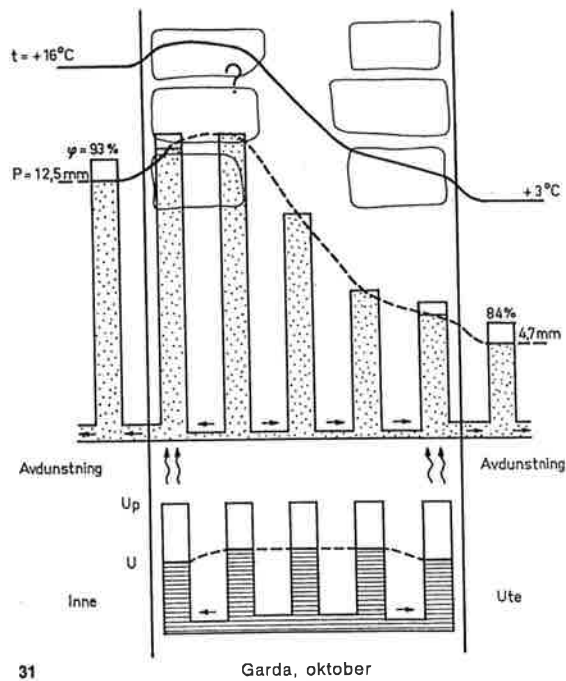
Analys av fuktförhållandena

För att jämföra fuktvandringen i en nedfuktad vägg i kyrkor med och utan uppvärmning visas en illustration av fuktförhållandet vid två olika tidpunkter. Som utgångspunkt har tagits mätvärdena i Garda och Lau samma vecka som visats i veckodiagrammen. Illustrationsprincipen har tidigare utarbetats av civilingenjör Rune Hansson [3].

Av årsdiagrammet, bild 15, framgår att någon betydande skillnad mellan partialtrycket ute resp inne aldrig uppstår i någon av kyrkorna. Det är heller inte att vänta, eftersom någon fuktillförsel inomhus inte förekommer. Någon riktad fuktströmning inifrån rummet och ut eller vice versa kan därför inte uppstå. Av intresse är i stället att studera skillnaden i ångtryck mellan olika luftfyllda porer inuti muren och i omgivningen. Murverk av detta slag innehåller mycket porer, både större luftfyllda och mindre. De mindre är starkt kapillärsugande och förbinder de större luftfyllda. Systemet kan därför jämföras med ett antal luftfyllda rum vilka står i förbindelse med varandra genom vattenledningar, kapillärerna.

Luftporerna inne i muren är genom kontakten med vatten mättade med vattenånga. Luften på murens ut- eller insida är däremot sällan mättad. Eftersom luftporerna nära ytan står i förbindelse med denna luft strävar ångtrycket att utjämnas mot luftens deltryck, vattenånga vandrar därvid från ytporen till luften genom diffusion och konvektion.

Samtidigt ersätts motsvarande mängd vatten till ytporen genom kapillärförbindelsen med murens inre. En vattenström från murens inre till ytan har alltså uppstått och blir kraftigare ju lägre ångans partialtryck är hos omgivande luft. Vattenströmmen går från murens inre till både utsidan och insidan. Såsom framgår av bilderna ökar uppvärmningen och den torra luften märkbart tendensen till vattenström inåt rummet.



31

Garda, oktober

Illustrationerna bygger på en del antaganden och förenklingar, temperaturfördelningen inuti väggen är okänd. Vidare har väggen antagits fungera som ett någorlunda homogent material.

Ångans mättnadstryck, p_m representeras av höjden hos de övre behållarna och diffusionsgenomsläppligheten mellan luftporerna av sammanbindningsrörens tjocklek. Det aktuella ångtrycket, p , i respektive por visas med skafferingen.

Mättnadstrycket är beroende av temperaturen på sätt som framgår av fig 4 i Hanssons artikel.

De undre behållarna motsvarar de små porerna, det kapillära systemet. Sammanbindningsrörens tjocklek föreställer kapillärsugningsförmågan. »Vattenståndet» i behållarna motsvarar materialets aktuella fuktkvot, u . Luftporernas och vattenporernas fuktutbyte med varandra i form av kondens eller avdunstning visas med pilar.

Både ångsystemet och vattensystemet kan jämföras med system av kommunicerande kärl vilkas tryck strävar efter att utjämnas.

Befuktning av luften

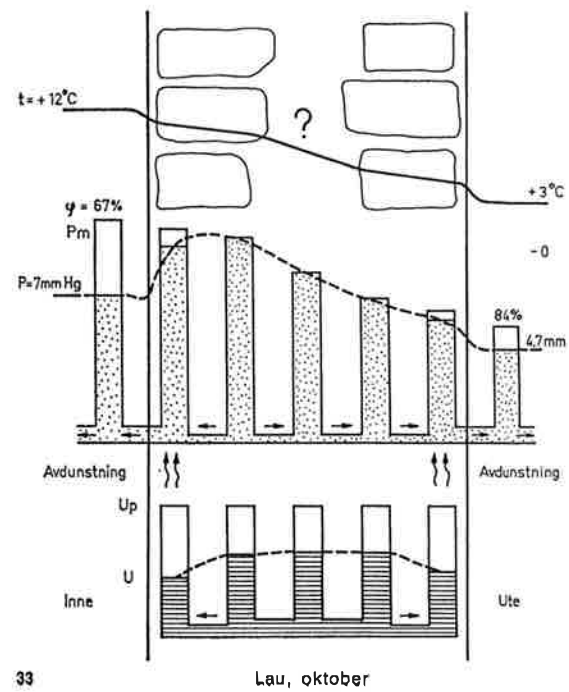
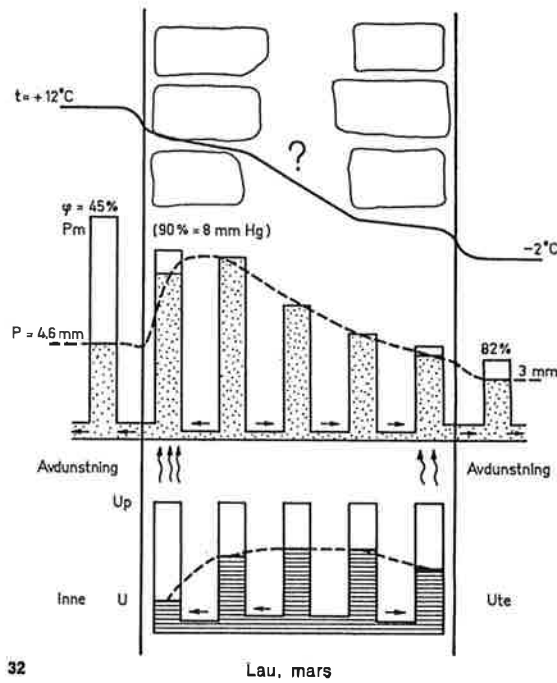
Både skadorna på inredningen och tendensen till saltvittring är tydligt orsakade av den torra inomhusluften. Det ligger då nära till hands att tänka sig befuktning av luften. I marknaden finns nu befuktare som arbetar oberoende av uppvärmningssystemet.

Vi gör tankeexperimentet att befukta luften i Lau. För att återskapa de ursprungliga fuktförhållandena för Inventarierna håller vi en relativ fuktighet av ca 75 %. Under i övrigt oförändrade förhållanden skulle ett årsdiagram då kunna se ut som bild 36. På samma sätt konstruerade fuktscheman för mars och oktober skulle kanske se ut som bild 34 och 35. Där framgår att den kraftiga uttorkningen av väggens insida upphör. Förhållandena blir i stället nästan statistiska med en viss risk för kondens. Systemet torde

32 33

Bilderna visar att den torra inomhusluften åstadkommer ett kraftigt partialtryck från vattenångan i väggen och därmed kraftig diffusion och uttorkning. Fuktavgången ersätts med en motvarande kraftig kapillär strömning av vatten med därl lösta salter.

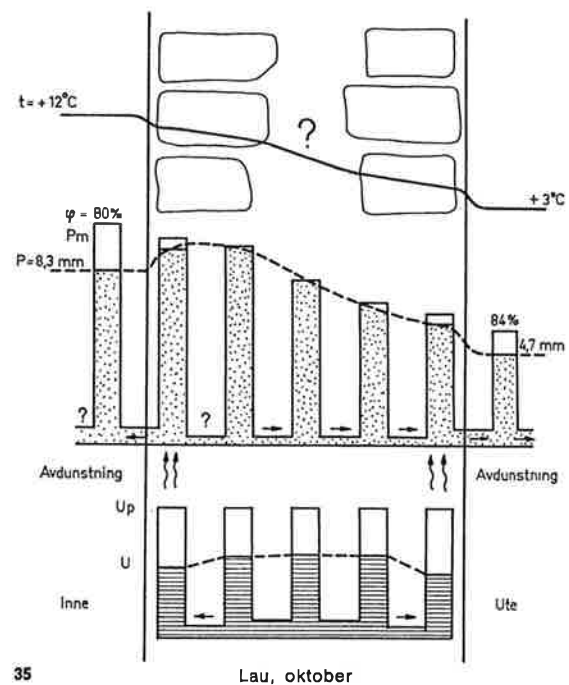
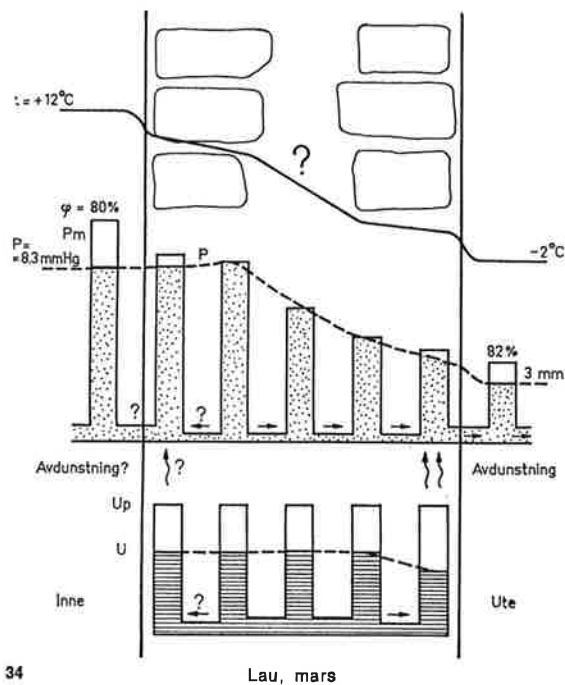
The pictures show that the dry inner air causes a considerable partial vapour pressure from water vapour in the wall and thus a considerable diffusion and drying out. The humidity loss is replaced by a powerful capillary current of water with salts dissolved in it.



34 35

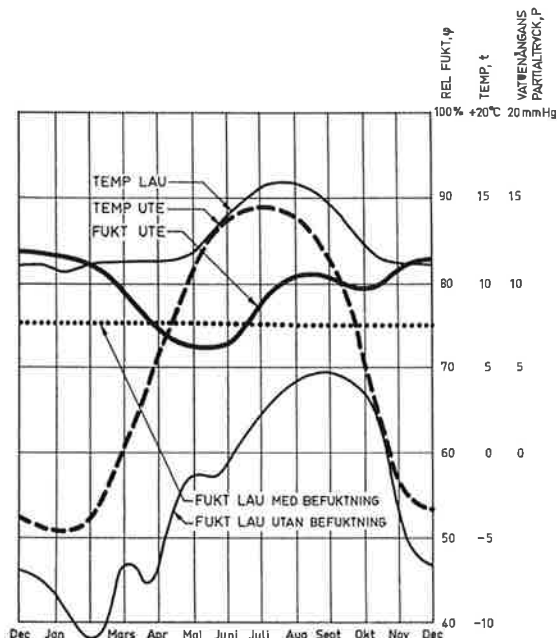
Illustration av fuktförhållanden i Lau kyrka med en tänkt befuktning till 80 procent. Möjligheterna till fuktvandring mot rummet är obetydliga, utåt däremot strömmar mängder med fukt på grund av partialtrycksskillnaden. Risken för fuktsamling och frostkador är uppenbar.

Illustration of damp conditions in Lau church with a proposed 80 percent humidifying. The likelihood of damp spreading towards the room is negligible; on the other hand, damp movement outwards will be considerable owing to partial pressure differential. The risks of damp collection and frost damage are obvious.



Årsvariationen hos inomhusklimatet i Lau utan och med en tänkt befuktning till 75 procent. Skillnaden mellan fukt kurvorna ger en viss uppfattning om de stora mängder vatten som måste tillsättas. Detta framgår ännu tydligare av bild 15.

Annual variations in the inner climate in Lau with and without a proposed humidifying of 75%. The difference between the humidity curves gives an idea of the large quantities of water which must be added. This can be seen even more clearly in picture 15.



alltså vara känsligt för »feldosering». Med rätt doserad befuktning kan man alltså avhjälpa de nuvarande problemen med torkskador och saltvittring. Tyvärr har befuktningen också allvariga nackdelar.

Den stora mängden vatten från befuktningen kan lätt skapa problem på väggens utsida. Om ytskiktet inte släpper igenom vattenången fort nog, kommer den så småningom att kondensera och blöta ner väggen ytterligare med andra fuktskador som följd. Problemet är välkänt bland annat i äldre stall och ladugårdar med massiva väggar.

På grund av det övertryck uppvärmningen skapar i rummets övre delar läcker luft upp genom otätheter till vinden. Är luften fuktig kan svåra skador uppstå då ången lätt kondenserar i innetaket eller på vinden.

Ytterligare ett bekymmer är att kondens lätt uppstår på fönstren. Ursprungligen var de försedda med enkelt, blyinfattat glas, oftast dekorerat. De är därför svåra att komplettera på ett sådant sätt att tillfredsställande värmeisolering erhålls.

En annan föga uppmärksam risk med befuktning är saltbeläggningen. Hittills kända skador har orsakats av mekaniska befuktare. Efter en tids drift har lokalen fått en gråaktig beläggning av salter, mest på horisontella ytor, hörn och utstickande föremål. I de flesta fall torde salterna härröra från befuktningensvatten. Till denna typ av befuktare kan därför levereras avsaltningfilter. Enligt uppgift har dock skador uppträtt även då destillerat vatten använts. Förklaringen till detta skulle kunna vara att

det utslungade vattenstoffet blir elektriskt laddat och suger till sig partiklar i luften. (Jämför metoden för konstgjort regn.)

Saltbeläggningen är svår att avlägsna från porösa ytor, vilket gör att t ex gamla träskulpturer knappast kan rengöras utan att skadas. Luftbefuktare med mekanisk sönderdelning av vattnet kan därför tills vidare inte rekommenderas för kyrkor med värdefulla inventarier eller målningar.

Ytterligare en nackdel med luftbefuktning är att uppvärmningskostnaden ökar betydligt. I förångningsbefuktare åtgår värme direkt för kokningen, och för mekaniska befuktare tas motsvarande värme ur luften.

Att befukta luften innebär en förändring med många svårbedömda faktorer. Långtidseffekten gör att även små fel får stora konsekvenser. Luftbefuktning är därför synnerligen riskabel.

Slutsatser

Permanent uppvärmning av äldre stenkyrkor skapar ofta stora problem med skador på inredning, väggmålningar och murverk. Det förefaller därför vara ett synnerligen tvivelaktigt förfarande om man vill bevara värdefulla interiörer. Erfarenheten hittills pekar på att kyrkan bäst bevaras om den får fortsätta att vara oppvärmad.

Kyrkan är dock inte ett museum och skall i första hand fungera som gudstjänstlokal. Tillfällig uppvärmning till gudstjänsterna är den kompromiss som för närvarande bäst tillgodoser både gudstjänstbesökarens och rummets krav. Svårigheten vid kortvarig uppvärmning är främst att kunna undvika kallras och strålningsdrag utan att samtidigt få svärtning genom varma luftströmmar. Idealet vore att värma endast människorna. Med en lämplig kombination av strålningselement i bänkarna och högt placerade värmestrålare borde detta vara möjligt. Tyvärr har nuvarande typer av värmestrålare emellertid en sådan utformning att de är synnerligen svårplacerade i känsliga äldre interiörer.

Litteratur

- [1] Holmström, I, *Tekniska restaureringsproblem och Bruksproblem vid restaureringar*. Byggmästaren nr 12, 1966.
- [2] Strömberg, A, *Vittringsskador på byggnadsmaterial*. Byggmästaren nr 3, 1964.
- [3] Hansson, R, *Fuktbedömning av ytterväggar och yttertak*. Byggmästaren nr 12, 1957.

Författare till ovanstående artikel: Byggnadsingenjör Ingmar Holmström, egen konsulterande verksamhet, Vällingby.

Fotografier där ej annat angivits: författaren.

ENGLISH SUMMARIES

Technical restoration problems

By I Holmström

p. 4-12

The maintenance of older buildings has during later years become a large problem. The main reason is the widening gap between modern and older building methods.

Neglected or incorrect work has caused much damage amongst the churches of Gotland. This has been noticed primarily by conservator Erik Olsson, himself from Gotland, who has deep knowledge on the restoration of medieval churches. On his initiative the Board of Building's Historical Building's Office has carried out a survey, which will be the base of a technical restoration book of recommendations. The survey was carried out by the author.

The intention of the survey has been to create a wider basis for the recommendations, which are to assist those who plan, approve and carry out restorations. Experiences from restorations which are being carried out and have been completed, of older materials and working methods and also new discoveries have been collected by literature studies, interviews and field studies. It has principally been an overall study with certain deeper studies.

The future maintenance of historically valuable buildings will require an effective organization, more so than earlier, for long-term planning and with more notice than earlier paid to the technical problems. On the one side a corps of qualified workers, who are experienced in older building methods, must be created to be some form of building conservators and, on the other hand, a continuous production and storage of older materials must be started. Neither this working corps nor the material production can have any larger size. The greater part of the maintenance work will probably even in the future be carried out by ordinary building contractors. These special workers would in that case function as instructors.

It is also necessary that these instructors or building conservators, who are to carry *handicraft traditions* further, receive assistance from experienced technicians. A central group of restoration specialists will therefore be needed to collect experience, to carry out and coordinate research and most important to give advice and recommendations. They must also carry out certain further education for "general-practice" technicians and architects.

Problems in mortar in restoration work

By I Holmström

p. 13-26

Many historical buildings are of brick-work and sooner or later repointing, plaster repair or replastering is necessary. The problems which are met with are to a certain extent different from those connected with new buildings. Using principally the studies made in Gotland churches an attempt is made in this article to illustrate some of the problems a building technician can meet with.

When choosing a mortar mix in restoration work and working method the technical problem can as a principle be divided into four parts:

1. Painting possibilities.
2. Damp qualities.
3. Strength.
4. Repeating maintenance work.

In all cases *the aging* and the slow changes are of greatest importance.

Experience has shown that if a painted or coloured surface is to be completed, the new base must have practically the same qualities as the old if the appearance of the surface shall be unitary even when the repair has aged.

A typical factor in restoration work is that *the maintenance must be repeated*. Each time this is done the building has become older and weaker. In restoration work there are no maintenance-free materials. One must therefore choose the material and methods which give the longest possible life-time for the building.

There is a significant fundamental difference between the modern aerated lime plaster and the medieval plaster. Modern lime mortar is based on the expectation that the lime works as a glue between tightly packed sand grains as in concrete, which means a well graded sand and the smallest possible lime proportion.

The medieval mason can never have had such thoughts. He seems to have endeavoured to achieve the greatest possible lime content and considered the sand as a way of making the plaster go further.

Everyone who has experience from plastering knows that with modern materials and methods it is impossible to achieve richer plaster than about K 1:3 without shrinkage becoming too big. Something must have altered, materials, methods or both. So far no one has found the answer to this question. A number of orientating practical tests in respect to this have been planned by the Board of Building.

Some details of the history of building handicraft and something about restoration of old buildings

By I Anderson

p. 27-34

If a building is not to be incurably damaged it must be maintained continuously and at certain periods be restored. If it is a historically important project, whose ancient character is to be kept, the maintenance work always makes certain difficulties. Amongst others modern building technical methods are completely different from those that existed earlier. Manual work has to a large extent disappeared from the picture or has been considerably rationalized. These conditions and regard to costs, antiquarian demands of authenticity and architectural wishes that new additions shall reflect modern form language and techniques, give old buildings often a new character. In the article some relevant details of this are presented. Some pictures which illustrate old building handicraft are shown and certain reflections concerning restoration work and to a certain extent even the investigation of cultural historical buildings of importance are made.

Damage caused by heating of old stone churches

By I Holmström

p. 35-51

The Gotland churches began to be heated in the 19th century. There are many different methods of heating used of which most have caused severe damage especially on furnishing.

During the 1920 and 1930 central heating was installed in a great number of churches on the island, mostly wood- and coke-fired systems with low pressure steam. With these new heating plants an effective heat distribution was expected to be obtained.

The low pressure steam caused instead severe blacking and a considerable drying out of the timber furnishing. Most of these steam systems have later been replaced by hot water systems, which later on were equipped with oil firing. The hot water system gives better possibilities for even heating, which has reduced the intensity of the blacking but greatly increased drying out damage. In a few cases electrical heating, which mostly is turned on only for services, has been installed. This occasional heating is much more indulgent to the building and to the furnishing.

In order to study the inner climate's significance for the occurrence of amongst other things drying out damage and salt efflorescence, comparable measurements

have been made in three Gotland churches lying near each other, Garda, Etehem and Lau. These measurements have been made with thermohygraphes with week registration.

Garda church, which was built in the 11th century, is unheated. Etehem's church, built at the end of the 13th century, has electrical heating with thermostatically regulated floor heating and bench units with extra warmth during services. Lau church, which was built at the middle of the 13th century, has thermostatically regulated hot air heating of type Thermo-bloc. All of the churches are of limestone with stone floors.

Picture 11 and 12 show abstracts of the weekly diagrams, typical for each season.

The stone walling, including internal plastering and wash paintings, are far less strained in the unheated church than in the heated.

The heating causes dirtying of walls and ceilings and a considerably increased risk for salt efflorescence on internal wall surfaces and bleaching of wall paintings.

The experiences which have been made up till today show that the church is best conserved if it is allowed to remain unheated.

Occasional heating for services is a compromise which at present best meets the requirements of both the visitors to the service and the building.

FIGURBILAGA I FÄRG

Appendix of Colour Illustrations

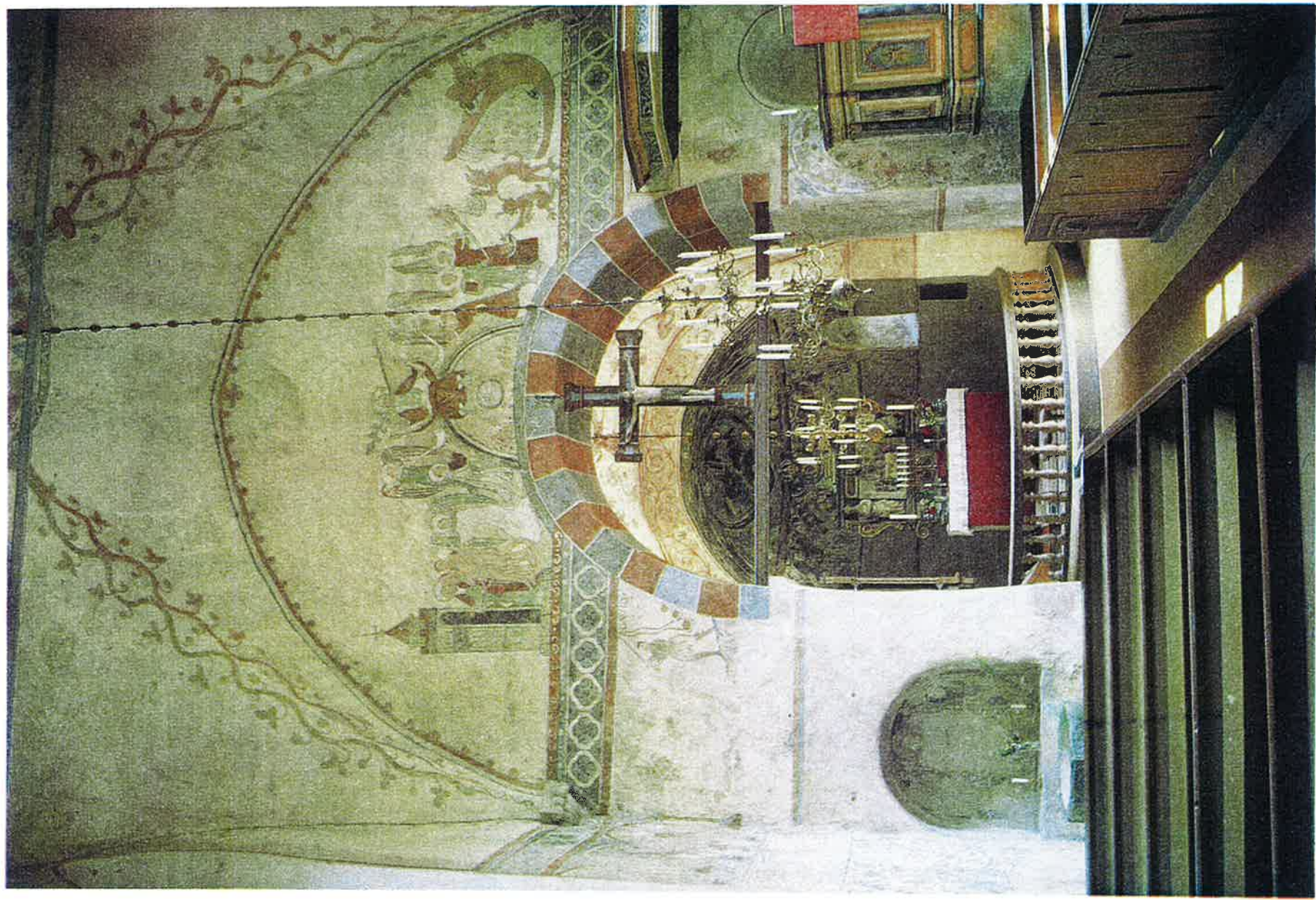


Fig. 1, s. 5 (p. 5).



Fig. 3, s. 7 (p. 7).



Fig. 12, s. 11 (p. 11). ▶



Fig. 13, s. 11 (p. 11).



Fig. 14, s. 11 (p. 11).



Fig. 23, s. 16 (p. 16).



Fig. 24, s. 16 (p. 16).

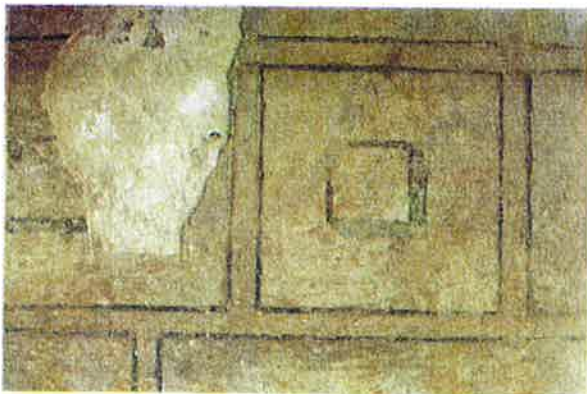


Fig. 33 a, s. 22 (p. 22).



Fig. 42, s. 26 (p. 26) ►

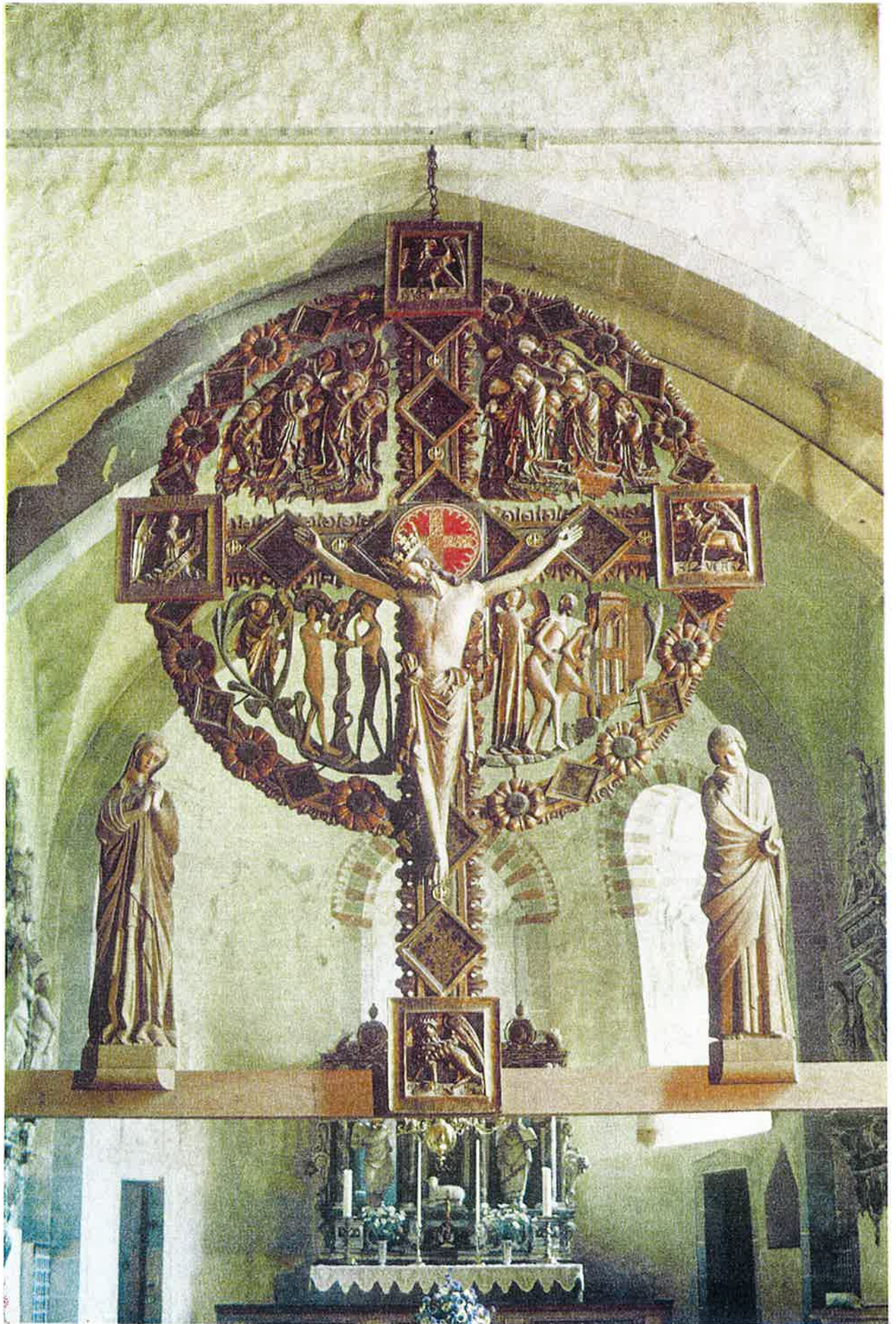


Fig. 1, s. 36 (p. 36).