



# FORN VÄNNEN

JOURNAL OF  
SWEDISH ANTIQUARIAN  
RESEARCH

---

Färganalys av fem gotlandskyrkors portaler och muralmålningar

Nord, Anders G. & Tronner, Kate

[http://kulturarvsdata.se/raa/fornvannen/html/2014\\_118](http://kulturarvsdata.se/raa/fornvannen/html/2014_118)

Fornvännen 2014(109):2 s. 118-126

Ingår i [samla.raa.se](http://samla.raa.se)

# Färganalys av fem gotlandskyrkors portaler och muralmålningar

*Av Anders G. Nord och Kate Tronner*

Nord, A.G. & Tronner, K., 2014. Färganalys av fem gotlandskyrkors portaler och muralmålningar. (Analyses of paint from portals and murals in five Medieval churches on Gotland). *Fornvännen* 109. Stockholm.

Pigments from five Gotland churches (Martebo, Bro, Källunge, Garde and Lye) have been sampled and analyzed with SEM/EDX and other techniques. On the limestone portals we found traces of lead white, soot, yellow ochre, lead-tin-yellow, minium, iron(III) oxide, malachite, atacamite, azurite, and plattnerite; also gypsym formed under the influence of air pollution on the stone. The murals additionally revealed cinnabar, ultramarine, Caput Mortuum and smalt (cobalt glass).

A search for organic binding media was undertaken by means of FTIR, Raman spectroscopy and GC-MS. Only traces of palmitic and stearic acids were identified, in addition to the remains of modern glues used for the mending of stone. For decades, the yellow tint observed on several of these limestone portals has baffled conservators. Analyses have now shown that the colour is caused by minerals containing trivalent iron ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Possibly a yellow limestone was intentionally chosen to provide a better artistic background for the painted portal sculptures, which must originally have been a beautifully colourful sight.

*Anders G. Nord, Kevingeringen 10, SE-182 50 Danderyd  
andersgn@tele2.se*

*Kate Tronner, Flädergränd 2, SE-187 73 Täby  
katetronner@gmail.com*

Många av Sveriges medeltidskyrkor är försedda med mer eller mindre välbevarade muralmålningar. Försök att med spektralanalyser identifiera färgpigment gjordes tidigt vid Riksantikvarieämbetet (Olsson 1935). Nutidens analysinstrument möjliggör mer exakta analyser, och vi har analyserat hundratals muralmålningar (t.ex. Nord et al. 1996; Nord & Tronner 2000). De senaste åren har vi framför allt undersökt gotländska väggmålningar utförda av olika verkstäder (Nord et al. 2010; 2011). Kvarvarande färgspår visar att även portalerna ursprungligen varit bemålade (Lagerlöf 1975; Claesson & Henningsson 2011), men dessa har aldrig blivit noggrant analyserade. Därför har vi, tidigare anställda som kemister vid

Raä, tillsammans med konservatorerna Rebeca Kettunen och Marianne Gustafsson-Belzacq undersökt de svaga färgspåren. I samråd med konsthistoriker har projektgruppen valt att analysera pigment från kyrkoportalerna i Martebo, Bro, Garde och Lye, samtliga med kapitälband med figurscener huggna i kalksten. Som en komplettering har vi även undersökt pigment från muralmålningarna i samma kyrkor. En del analyser hade vi för övrigt gjort redan tidigare i samband med restaureringsarbeten. En observation som under decennier konfunderat forskningen är den gula färgnyansen på kapitälbanden, en färgton som syns särskilt tydligt på Martebo kyrkas portaler (fig. 1), men även mind-re tydligt på kyrkorna i





Fig. 1. Skulpturer på östra kapitälbandet i Martebo kyrkas korportal. Foto A.G.N. —Martebo church, Gotland. Limestone sculptures on the east part of the chancel portal.

Bro, Källunge och Lye. Av denna anledning tog vi med Källunge kyrka i våra studier av den gula färgtonen. Likaså undersökte vi portalernas kon-dition.

Martebo kyrka på norra Gotland är den mest intressanta för våra studier. Dess tre vackra kalkstensportaler med välbevarade kapitälband anses ha utförts av Egyptian-verkstaden på 1300-talet. Flertalet medeltidsmästare är anonyma, men Johnny Roosval definierade ett antal verkstäder; de namn han gav dem är fortfarande gångbara begrepp (Roosval 1911; 1918). På kapitälbanden syns fortfarande små spår efter den medeltida bemålningen. Korportalens östra kapitälband visar Frambärandet i templet samt Flykten till Egypten (fig. 1), det västra Konungarnas tillbedjan och Barnamorden i Betlehem. På långhusportalens kapitälband skildras Kristi dop, Gisslandet, Korsfästelsen, Gravläggningen samt Kristus i dödsriket. På nordportalen visas Bebedelsen för herdarna, Marie bebedelse, Maria och Elisabets möte, Kristi födelse samt några profana motiv.

Bro kyrkas långhusportal har varit bemålade och färgspår finns fortfarande kvar. Det västra

kapitälbandet visar bilder ur Kristi liv: Bebedelsen med ärkeängeln Gabriel och Maria, Kristi födelse med Maria och Josef, De tre heliga konungarnas tillbedjan, Uppståndelsen och Kristus i dödsriket (fig. 2). Bildsviten är huggen i gotländsk kalksten av högsta kvalitet, och förs till den verkstad som givits anonymnamnet Neo-Ikonikus; dess verksamhet dateras till omkring år 1300. Det östra kapitälbandet uppvisar en ornamentering med tydlig rödfärgning. En del av färgen har dock tillkommit under sen tid, sannolikt 1700-talet. Garde kyrkas korportal har vackert huggna ornament i form av bladverk. Längst in mot kyrkväggen finns spår av grön färg. Inuti kyrkan finns bysantinska muralmålningar från 1100-talet, delvis mycket välbevarade. Kyrkan i Lye är kanske mest berömd för sina glasmålningar från 1300-talet. Den har även en stor och praktfull korportal med skulpturer som illustrerar Kristi levnads-historia. På portalens kapitälband finns mycket svaga färgspår i svarta, röda och gröna nyanser.



Fig. 2. Skulpturer på västra kapitälbandet till Bro kyrkas långhusportal. Foto Rebeca Kettunen. —Bro church, Gotland. Limestone sculptures on the west part of the main portal.

### Provtagning och pigmentanalys

Försiktig provtagning på kapitälband och muralmålningar genomfördes av projektgruppens erfarna konservatorer. Samtliga provtagningsställen fotograferades digitalt och dokumenterades noggrant, och skador på portalerna noterades. Pigmentkornen samlades direkt på en provhållare och analyserades senare med ett svepelektronmikroskop av modell LEO 1455VP med LINK-EDX-tillsats för mikroröntgenanalys (SEM/EDX). Resultaten är sammanställda i tab. 1. Kalk från kalkstenen finns naturligtvis alltid med i proverna och anges därför ej bland resultaten. Några pigment har dessutom undersökts med ett polarisationsmikroskop (NIKON Alphapot-2 POL). För att spåra eventuella organiska bindemedel på kalkstensens yta, samt för att försöka förklara kalkstensens gula färg, genomförde vi ytterligare analyser med infrarödspektroskopi (FTIR), ramanspektroskopi, vätkemiska tester och GC-MS. Dessa analysresultat redovisas i två separata avsnitt.

Plattnerit, d.v.s. blydioxid ( $\alpha$ -PbO<sub>2</sub>), har bildats sekundärt genom oxidation av något blypigment såsom blymönja, blylete eller blyvitt. Atacamit är en basisk kopparklorid med den ke-

miska formeln Cu<sub>2</sub>Cl(OH)<sub>3</sub>, namngiven efter Atacama-öknen i Chile. Det är ett i Europa ytterst ovanligt mineral som förekommer sparsamt i Ural och torde därför ha tillverkats syntetiskt, sannolikt även i Sverige. Smalt är ett blått, kobolthaltigt syntetiskt glas, och eftersom det är amorft (icke-kristallint) identifierar man det lätt i polarisationsmikroskop. Det klarröda mineralet *cinnober* (HgS), liksom *lapis lazuli* (i nermalad form pigmentet *ultramarin*), är relativt ovanliga och var under medeltiden mycket dyrbara. Kvicksilversulfid tillverkades syntetiskt under medeltiden av kvicksilver och svavel (under namnet *vermilion*).

Som ett komplement till portalanalyserna provtog och analyserade vi även alla de färgnyanser vi kunde identifiera i respektive kyrkas muralmålningar (tab. 2). Det visade sig att i varje kyrka förekom olikheter vad beträffar pigmenten på muralmålningar respektive portaler. Detta är inte förvånande: 1) olika mästare var inblandade, 2) portaler och väggar kunde målas under olika århundraden, och 3) merparten av färgerna på portalerna har vittrat bort eftersom de står utomhus. Vi finner förekomsten av smalt i Lye

Kyrka	Portal	Provtyp, område	Analysresultat
Martebo	Kor Ö	Grön färg från kvinna med korg	Atakamit
Martebo	Kor Ö	Grönt kjortelveck	Atakamit, ?malakit
Martebo	Kor V	Blått prov från konungens dräkt	Azurit, spår av arsenik, ?blyvitt
Martebo	Kor V	Grönt prov från konungens dräkt	Malakit, något atakamit
Martebo	Lång V	Kors i Kristus gloria (gråsvart)	Plattnerit
Martebo	Lång V	Dito röd-lila-brunt prov	Olika blypigment
Martebo	Lång V	Kristus gulaktiga mantelveck	Gulockra
Martebo	Lång V	Mörkröd färg i odjurets gap	Blymönja och plattnerit
Martebo	Lång V	Vit färg från odjurets tunga	Kalk och gips
Martebo	Nord Ö	Ängels brunsvarta hår	Plattnerit
Martebo	Nord Ö	Rött prov intill herde	Järn(III)oxid
Martebo	Nord Ö	Brunröd färg på en herdes dräkt	Blymönja och plattnerit
Martebo	Nord V	Svart och röd färg från Josefs hår	Blymönja och plattnerit
Martebo	Nord V	Svart prov från stjärnans mitt	Plattnerit
Martebo	Nord V	Marias gröna mantel	Atakamit och malakit
Martebo	Nord V	Svartbrun färg på Josefs klädedräkt	Blymönja och plattnerit
Bro	Lång Ö	Ljusgrön färg	Atakamit
Bro	Lång Ö	Röd färg	Järn(III)oxid, gips
Bro	Lång V	Röd färg på åsnans huvud	Järn(III)oxid
Bro	Lång V	Maria vid krubban, röd färg från dräkten	Blymönja, ?blytengult
Bro	Lång V	Violett karnationsfärg på Marias ansikte	Blymönja, blyvitt
Bro	Lång V	Liknande färg från Marias klädedräkt	Blymönja, blyvitt
Bro	Lång V	Röd färg i Marias blomma	Blymönja, järn(III)oxid
Bro	Lång V	Svart färg i blomman	Plattnerit
Bro	Lång V	Brunsvart färg i en av konungarnas skägg	Plattnerit, något blymönja
Bro	Lång V	Röd färg i konungens skägg	Järn(III)oxid, kalk
Bro	Lång V	Svartbrun färg i djävulens öga	Plattnerit, spår av arsenik
Bro	Lång V	Svart prov från djävulens mun	Möjligen svart Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .
Bro	Lång V	Röd färg på djävulens skuldra	Järn(III)oxid
Garde	Kor V	Grön färg längst in mot väggen	Atakamit
Lye	Kor V	Brunröd färg på Herodes	Järn(III)oxid
Lye	Kor Ö	Röd färg på ängels vinge	Järn(III)oxid
Lye	Kor Ö	Grön färg på Marias dräkt	Atakamit

Tabell 1. Färgspår på kyrkornas portaler. Kor = korportal, Lång = Långhusportal, Nord = Nordportal. Ö och V står för östra respektive västra kapitälbandet.

—Analyzed pigments from the various church portals.

kyrka mycket intressant. Smalt var under medeltiden ett mycket ovanligt pigment i Sverige.

#### Övriga kemiska analyser av kapitälbanden

I syfte att söka spår av organiska bindemedel på portalerna genomförde vi analyser med FTIR (Fourier-Transform InfraRöd-spektroskopi), raman-spektroskopi och GC-MS (separation med gaskromato-

graf samt masspektrometrisk analys). Dessutom gjorde vi undersökningar med UV-belysning samt kemiska tester. Resultaten kan bidra till att förklara den gula färgnyansen på portalerna. De flesta av proverna tog vi från Martebo kyrka.

För analys med FTIR togs från kapitälbanden 20 små skrapprover, varav 13 från Martebo kyrka. Samtliga analyser visade, icke oväntat, att

Kyrka	Datering	Identifierade interiöra färgpigment
Martebo	1300-tal (okänd mästare)	Kalk, gips, sot (kol), blymönja, plattnerit, järn(III)oxid, atakamit
Bro	1300- och 1400-tal (Apostlamästaren, Passionsmästaren)	Kalk, gips, malakit, cinnober, plattnerit
Källunge	1200-tal (Bysantinskt måleri)	Kalk, sot (kol), plattnerit, ockra, järn(III)oxid, blymönja, atakamit, azurit
Garde <sup>a</sup>	Ca 1150 (Bysantinskt måleri)	Kalk, sot (kol), plattnerit, ockra, järn(III)oxid, blymönja, atakamit, azurit, ultramarin
Lye	1300-tal (Egypticus)	Kalk, sot (kol), plattnerit, smalt <sup>b</sup> , spår av järn och arsenik
dito	1400-tal (Passionsmästaren)	Kalk, gips, sot (kol), plattnerit, järn(III)oxid, blymönja, malakit, azurit
dito	1500-tal (efterreformatoriskt)	(Blått draperimåleri): smalt <sup>b</sup> , spår av järn och arsenik

<sup>a</sup> Tidigare data enl. Nord & Tronner (2011).

<sup>b</sup> Smalt är ett blått, kobolthaltigt, pulvriserat glas. Identifieringen gjordes med både SEM/EDX och polarisationsmikroskopi.

Tabell 2. Pigment från muralmålningarna (SEM/EDX-analys). – Pigments identified from the church murals.

huvudbeståndsdelen är kalk (kalciumkarbonat). I många prover påvisades även gips (kalciumsulfat-dihydrat). Gipsen har bildats under det senaste halvsekle genom inverkan av luftföroreningar (svaveloxider) på kalken. Till skillnad från kalciumkarbonaten är gipsen något vattenlöslig (2 gram per liter) och har därför till stor del sköljts bort av regn från utstående partier, medan den bevarats på skyddade delar av de skulpturala utsmyckningarna. Enstaka svaga IR-toppar från okända ämnen identifierades med vågtalen ( $1/\lambda$ ) 2150 och 1050  $\text{cm}^{-1}$ , mycket svaga sådana vid ca 1980, 1255, 1005 och 712  $\text{cm}^{-1}$ . Dessa toppar kan härröra från organiska eller oorganiska ämnen. Ytterligare värden kan döljas under de toppar som härrör från kalk eller gips. De oidentifierade topparna är som sagt mycket svaga och de uppträder oregelbundet, vilket gör en tolkning vanskelig.

I ett äldre prov från Martebo kyrkas korportal påvisades med FTIR ett växtslemämne vars spektrum påminner om gummi arabicum – sannolikt rester från en sentida restaurering. I mörker utfördes undersökningar med UV-lampa, men

inga tecken på fluorescens observerades. Inte heller test med natriumhydroxid eller uppvärmning av gula skrapprov gav någon indikation om organiska ämnen. Tre analyser med GC-MS sände vi iväg för analys. Prov 1 från Martebo kyrkas korportal analyserades på Danmarks Nationalmuseums laboratorium. I GC-MS-spektrat fanns svaga spår av palmitinsyra och stearinsyra. Detta antyder förekomst av ett fettämne, varvid animaliskt fett är mer sannolikt än en torkande olja. Prov 2, ett gult skrapprov från Källunge kyrkas korportal, analyserades med GC-MS på IRPA (Institut Royal du Patrimoine Artistique) i Bryssel. Här påvisades låga halter av något styren-derivat, som förmodligen härrör från ett modernt stenlagningslim, samt spår av palmitinsyra och stearinsyra. Med raman-spektroskopi påvisades enbart kalk, gips och möjligen gulockra. Det tredje provet togs från Martebo kyrkas östra kapitälband (kvinnans grönfärgade kjol; jfr fig.1). Analyser utförda vid IRPA med GC-MS visade endast spår av palmitinsyra och stearinsyra. En mycket omsorgsfull procedur för identifiering av



bl.a. proteiner utfördes även på detta laboratorium enligt en metod utvecklad av Lluveras et al. (2010). Inget protein kunde dock påvisas. Vår slutsats blir således denna: det finns mycket låga halter av organiska ämnen på kalkstensytorna, bland annat fettämnen och kemikalier som använts vid restaureringsarbeten. Dessa kan emellertid inte förklara den gula färgtonen.

### *Den gula färgtonen*

Kapitälbanden på Martebo kyrka har en gul färgton som under decennier gäckat konservatorer. Även andra kyrkor uppvisar en liknande, men svagare, gul färgnyans. En tidig hypotes var att färgen orsakats av något avsiktligt påfört organiskt ämne, antingen som bindemedel eller som bakgrundsfärg. Men de organiska ämnen vi påvisat har så låga halter att de inte kan orsaka stenens gula färg. Det måste således vara själva kalkstenen som är gul. Enligt den erfarne geologen Runo Löfvendahl (samtal 2013) kommer allt stenmaterial till portalerna med största sannolikhet från Gotland. Stenhuggare Tomas Lövgren (samtal 2013) är av samma åsikt. Det finns hundratals mindre kalkstensbrott på Gotland, och gul kalksten förekommer på öns norra del. Ren kalciumkarbonat är liksom gips vit, och den gula färgen orsakas således av något sekundärt mineral i eller på stenen. Vi jämförde först SEM/EDX-resultat för gula respektive ofärgade (ljusgrå) partier på Martebo kyrkas portaler för att söka efter grundämnen som kan förklara den gula färgen.

Det gula syns tydligast på regnskyddade partier av kapitälbanden, medan den är svagare längre ut från kyrkväggen och på utstående, regnsköljda skulpturer. För Martebo kyrkas portaler samvarierar gulfärgning och järnhalt. Fyra ofärgade eller ljusgrå skrapprover hade mycket låga järnhalter. Ett tiotal prover med gul färgnyans hade däremot järnhalter mellan 0,5 och 2,5%. Järn förekommer i kemiska föreningar med två olika oxidationstal,  $\text{Fe}^{2+}$  (nästan ofärgad) och  $\text{Fe}^{3+}$  (gul eller gulbeige). Den gula färgen på kalkstens yta beror sannolikt på att trevärt järn finns i något eller några sekundära mineral. Tänkbara kandidater var i detta läge jarosit, goethit, limonit eller något järnhaltigt lermineral (liknande »gulockra»). Troligen har dessa gula mi-

neral under många sekler vittrat bort från utstående partier på kapitälbandet. Kanske har man av konstnärliga skäl föredragit kalksten med gul nyans framför en vit eller ljusgrå sten.

Vi analyserade ett gult prov från Martebo kyrkas korportal med mössbauerspektroskopi vid Naturhistoriska Riksmuseets mineralogiska avdelning. Metoden fungerar bara på ett fåtal grundämnen, varav järn är ett. Vid mätning bestrålas provet med gammastrålning från ett radioaktivt  $^{57}\text{Co}$ -preparat, varvid denna under vissa omständigheter infångas av  $^{57}\text{Fe}$ -kärnorna. (En isotop som utgör 2,17% av allt järn.) De ytterst små energiskillnader som behövs för att få rätt »mottagningsförhållande» i  $^{57}\text{Fe}$ -kärnan mäts i form av ett s.k. resonansspektrum. Valenstalet på järnet (0, +2 eller +3) kan bestämmas, och spektrat ger även en fingervisning om järnkärnans närmaste omgivning. Resultatet visade att 76% av järnet i provet förekom som  $\text{Fe}^{3+}$  (centroidshift  $\text{CS} = 0.34 \text{ mm/s}$ ). Värdet på quadrupolplittringen  $\Delta\text{EQ}$  (0.60) visar att de angränsade atomerna (troligen syre) bildar en relativt regelbunden oktaeder. Resten av järnet fanns som  $\text{Fe}^{2+}$  i två olika kristallografiska positioner, vardera med en förekomst av 12% ( $\text{CS}$  1.13 resp. 1.23 mm/s). Slutsatsen blev som vi misstänkt att ett mineral innehållande trevärt järn orsakar den gula färgtonen. Det är sannolikt ett lermineral liknande gulockra, något som också antydde av resultatet från IRPA-laboratoriets raman-analys av prov 2.

### *Något om kalksten och stenvittring*

Löfvendahl har undersökt kalkstenen i Martebo kyrkas tre portaler. Kapitälbandens kalksten håller mycket högre kvalitet och är därför bättre bevarad än den på portalernas pilastrar, arkivolt och tympanon. Löfvendahl anser att stenhuggarna varit oerhört omsorgsfulla vid valet av material till de skulpterade figurerna, där kalkstenen är mycket jämn och finkornig och utan fossil. Att stenen är så slät och jämn har naturligtvis bidragit till att den har bevarats mycket bättre än övrigt stenmaterial på kyrkans portaler, trots vistelse utomhus i nästan 700 år. På kyrkans nordportal finns dock små spår av lavar.

Man har studerat vittring av kalksten för att utröna om den orsakats av luftföroreningar (Butlin et al. 1988; Sneath 1984; Nord & Tronner

1991). Luften innehöll tills för bara två decennier sedan höga halter av svaveldioxid och svaveltrioxid. Dessa sura gaser reagerade i fuktigt tillstånd med kalken och bildade därvid gips,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Dessutom är kalkhaltig sten känslig även för normala väderförhållanden som vind, nederbörd och frost. Vi har nu granskat vittringen på Martebo kyrka. Ett tiotal prover från korportalerna har analyserats (ej medtagna i tab. 1). Huvudbeståndsdelen är kalciumkarbonat. De regnskyddade provtagningsställena innehåller även gips, medan de regnsköljda partierna nästan enbart består av kalk. Förmodligen har som sagt bildad gips på de senare provställena lösts upp av regnvatten och sköljts bort. Femton liknande prover från långhusportalen gav samma resultat. Dessutom kunde vi här även se rester av lavar, samt kristaller av två kalciumoxalathydrater, nämligen weddellit och whewellit. Dessa har bildats genom en reaktion mellan kalken och oxalsyra som utsöndrats av lavar (jfr Wadsten & Moberg 1985; Nord 1992). Liknande resultat fick vi vid analys av nordportalerna och kyrkans sockelstenar. Vad gäller Källunge kyrka ser man delvis grava vittringsskador och viss lavpåväxt på långhusportalen och korportalerna. Liknande skador syns på Lye kyrka, medan Garde kyrkas portaler nyligen blivit konserverade. Portalerna på Bro kyrka, slutligen, är mycket välbevarade.

### *Diskussion*

Redan under forntiden målade man gärna på sten. Bruket fortsatte under medeltiden, då man på en grundering målade med olika pigment och med bindemedel som ägggula/tempera, proteiner, hartser, linolja och andra s.k. torkande oljor, polysackarider m.m. (Cennino Cennini). Några detaljerade undersökningar av medeltida bemålad sten har publicerats internationellt, bl.a. rörande portalerna i katedralerna i Ferrara och Bourges (Rossi-Manaresi 1981; 1984) samt domkyrkan i Schwäbisch Gmünd (Hauff 1988). De pigment som därvid påvisades var karbonsvart, krita, blyvitt, blymönja, ockror, azurit, malakit, cinnober, ultramarin och smalt. Som bindemedel användes vanligen olja och protein.

Även i vårt land finns föremål av bemålad sten, fastän i enklare form än de nämnda katedralernas skulpturer. Exempelvis var våra runstenar bemå-

lade (Tronner et al. 2002). Några medeltida föremål av bemålad sten har undersökts, bl.a. av Tronner (1984), som på dopfunten i Barlingbo kyrka (Gotland) fann spår av förgyllning samt pigmenten azurit, blymönja, järn(III)oxid, blyvitt, krita, grönjord och sotsvart. Cecilia Strömer (1992) fann på dopfunten i västgötska Västerplana kyrka ultramarin, cinnober, blymönja, blyvitt, ockra, karbonsvart samt arseniksulfider. De pigment som vi har identifierat på de gotländska kyrkornas kapitälband överensstämmer tämligen väl med det som ovan redovisats. Starkt lysande färger som rött, grönt och blått dominerar, och man har förmodligen bemödat sig om att åstadkomma en färgprakt som syns på långt håll. Sannolikt har flera ytterligare pigment ursprungligen använts vid bemålningen. Tyvärr har flertalet gula och röda blyhaltiga pigment oxiderats till gråsvart/svart blydioxid. Portalerna har ju under 700–800 år utsatts för väder och vind, och större delen av bemålningen har för länge sedan utplånats. Många skulpturer saknar helt färgspår. Detta gör det omöjligt att försöka rekonstruera portalernas ursprungliga färgprakt. Tyvärr tycks det saknas färgbilder som skulle kunna åskådliggöra portalernas färger längre tillbaka i tiden. Enligt Erland Lagerlöf (1975) lär konservator Erik Olsson ha utfört akvarellmålningar av Bro kyrkas portaler, men vi har inte lyckats spåra dessa. Vi har funnit sparsamma anteckningar vid genomgång av ATA:s material rörande Bro kyrkas tidigare renoveringar (ATA 1955). Erik Olsson antyder här att Bro kyrkas långhusportal hade många färgspår kvar. Detta överensstämmer dåligt med dagens observationer (jfr fig. 2), vilket vittnar om en accelererande nedbrytning av färgen. Vi tycker därför att de här framtagna resultaten, trots sin ringa omfattning, kan utgöra ett värdefullt bidrag till den konsthistoriska forskningen som ett försök att rädda den kvarvarande informationen och teoretiskt åskådliggöra den ursprungliga färgprakten.

### *Tack*

Projekttagarna vill uttrycka sin stora tacksamhet mot Torsten Söderbergs Stiftelse, vars generösa anslag möjliggjort denna undersökning. Vi vill även framföra vårt varmaste tack till Kerstin Lidén (Arkeologiska Forskningslaboratoriet) och Riksantikvarieämbetet i



Visby för lån av instrument. Hjärtligt tack även till Bo Urban Hoas och Rebeca Kettunen (Byggnadshyttan i Visby), Marianne Gustafsson-Belzacq (Kräklingbo), Ulf Hålenius (Naturhistoriska Riksmuseet), Ole Ingolf Nyrén (Göteborg), Karin Björling Olausson (Nordiska Museet), Tomas Lövgren (Slite) och Runo Löfvendahl (Stockholm) för värdefull hjälp.

#### Referenser

- ATA, 1955. Antikvarisk-Topografiska Arkivet. Riksantikvarieämbetet. Material rörande Bro kyrkas renoveringsarbeten.
- Butlin, R.N.; Coote, A.T.; Yates, T.J.S.; Coote, R.U. & Viles, H.A., 1988. A study of the degradation of building materials at Lincoln cathedral. *VIth International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*. Torun.
- Cennino Cennini. *Boken om målarkonsten*. Översatt och kommenterad och med inledande texter av K. Forsberg & B.O. Lindberg. Lund 2011.
- Claesson, R. & Henningsson, A., 2011. *Bemålad sten inom svensk kulturmiljövård*. Riksantikvarieämbetet. Stockholm.
- Hauff, G., 1988. Study and conservation of the polychrome portal sculptures of the Holy Cross minster in Schwäbisch Gmünd. *VIth International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*. Torun.
- Lagerlöf, E., 1975. *Gotländsk stensulptur från gotiken*. Stockholm.
- Lluveras, A.; Bonaduce, I.; Andreotti, A. & Colombini, M.P., 2010. Analytical procedure for the characterization of glycerolipids, natural waxes, terpenoid resins, proteinaceous and polysaccharide materials in a paint microsample, avoiding interferences from inorganic media. *Analytical Chemistry* 82. Washington, D.C.
- Nord, A.G., 1992. Efflorescence salts on weathered building stone in Sweden. *Geologiska Föreningens Förhandlingar* 114. Stockholm.
- Nord, A.G. & Tronner, K., 1991. Stone weathering – air pollution effects evidenced by chemical analysis. *Konserveringstekniska Studier* 4. Stockholm.
- 2000. Chemical analysis of mediaeval mural paintings in Sweden. *Art et chimie, la couleur*. Actes CNRS. Paris.
- 2011. Kemisk analys av fjorton medeltidskyrkors muralmålningar. *Fornvännen* 106.
- Nord, A.G.; Tronner, K. & Björling Olausson, K., 2010. *Medeltidsmästarnas färgval*. Forskningsprojekt finansierat av KVHAA. Riksantikvarieämbetet, Visby. [www.raa.se/publicerat/rapp2010\\_8.pdf](http://www.raa.se/publicerat/rapp2010_8.pdf)
- Nord, A.G.; Tronner, K.; Nisbeth, Å. & Göthberg, L., 1996. Färgundersökningar av senmedeltida kalkmåleri – Härkeberga, Täby, Härnevi och Risinge kyrkor. *Konsveringstekniska Studier* 12. Stockholm.
- Olsson, G., 1935. Kvantitativ spektralanalys som hjälpmedel vid arkeologisk forskning. *Fornvännen* 30.
- Roosval, J., 1911. *Die Kirchen Gotlands*. Stockholm.
- 1918. *Die Steinmeister Gottlands*. Stockholm.
- Rossi-Manaresi, R., 1981. The polychromy of the 13th century stone sculpture in the façade of the Ferrara Cathedral. *ICOM Committee for Conservation Meeting*. Ottawa.
- 1984. The polychromy of the portals of the gothic Cathedral of Bourges. *ICOM Committee for Conservation, 7th Meeting*. Köpenhamn.
- Snethlage, R., 1984. Zum Kenntnisstand von Verwitterungsvorgängen in Natursteinen. *Natursteinkonservierung*. München.
- Strömer, C., 1992. *Studier av bemålad sten, med en färganalys av Västerplana kyrka*. Examensarbete vid Institutionen för Kulturvård, Göteborgs Universitet, 1992:7. Göteborg.
- Tronner, K., 1984. *Barlingbofunten och dess färgfragment*. Uppsats vid Institutionen för Konstvetenskap, Stockholms Universitet.
- Tronner, K.; Nord, A.G. & Gustavson, H., 2002. Undersökning av färgrester på bemålad sten från vikingatiden. Agertz, J & Varenius, L. (red.). *Om runstenar*. Jönköpings länsmuseum.
- Wadsten, T. & Moberg, R., 1985. Calcium oxalate hydrates on the surface of lichens. *Lichenologist* 17. London.

### *Summary*

Paint samples from five Medieval churches on Gotland – Martebo, Bro, Källunge, Garde and Lye – have been examined. The samples were taken from limestone portals as well as from murals inside the churches and have been analyzed by SEM/EDX and other techniques. The portals are made of limestone of a superior quality: dense, fine-grained, free from fossils and with only minor amounts of secondary minerals. On the sculptures we found lime, gypsum, lead white, soot, yellow ochre, lead-tin-yellow, minium, iron (III) oxide, malachite, atacamite, azurite, and the black lead dioxide also named plattnerite. On the murals we also discovered cinnabar, ultramarine,

Caput Mortuum and smalt (cobalt glass). By use of FTIR, Raman spectroscopy and GC-MS, low concentrations of fat compounds and glues used for the mending of stone were identified. However, these organic amounts are so small that they cannot explain the yellow colour observed on many of the portal sculptures. Instead, by means of Mössbauer spectroscopy it could be concluded that the limestone itself is yellow due to some secondary mineral containing trivalent ( $\text{Fe}^{3+}$ ) iron. Possibly yellow limestone was intentionally chosen to provide a suitable background for the painted portal sculptures.