



FORN VÄNNEN

JOURNAL OF
SWEDISH ANTIQUARIAN
RESEARCH

Kemisk analys av fjorton medeltidskyrkors muralmålningar
Nord, Anders G.

Fornvännen 2011(106):4, s. [334]-341 : ill.

http://kulturarvsdata.se/raa/fornvannen/html/2011_334

Ingår i: samla.raa.se

Kemisk analys av fjorton medeltidskyrkors muralmålningar

Av Anders G. Nord och Kate Tronner

Nord, A.G. & Tronner, K., 2011. Kemisk analys av fjorton medeltidskyrkors muralmålningar. (Chemical analyses of the murals in fourteen Medieval churches.) *Fornvännen* 106. Stockholm.

Pigments have been analysed from murals in fourteen Medieval churches in the Swedish provinces of Uppland, Östergötland, Gotland and Scania. The murals date from the 12th–15th centuries and represent several known masters such as Albertus Pictor, Johannes Iwan, Johannes Rosenrod and the Passion Master. All murals contain the common natural pigments soot/charcoal, iron(III) oxide, ochre and lime (usually as a foundation). The 12th century murals add terre verte and gypsum, often also cinnabar, massicot, minium, atacamite, ultramarine and metacinnabarite. Over the centuries the palette expands. About 1500, Albertus Pictor replaces ultramarine with azurite and introduces lead-tin yellow and *caput mortuum*. Certain very rare pigments have also been identified, as well as recent ones from secondary improvements of the murals.

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

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

Riksantikvarieämbetets kemister har initierat flera forskningsprojekt om äldre pigment och bindemedel. Ytterst små färgspår på runstenar har exempelvis analyserats med avdelningens svepelektronmikroskop, och man har undersökt en stor färgprovksamling på Kungl. Konsthögskolan (Tronner et al. 2002; 2006). Dessutom har många prover från kyrkomålningar analyserats. I föreliggande uppsats beskriver vi resultaten av en nyligen avslutad undersökning med syftet att dokumentera och analysera färgprover från medeltidskyrkor i Uppland (Härkeberga, Täby, Tensta och Vendel), på Gotland (Anga, Bunge, Dalhems gamla stavkyrka och Garde) och i Skåne (Brönnestad, Stora Köpinge och Vä). Specificerade analysresultat finns tillgängliga som en pdf-fil (Nord & Tronner 2010). Vi strävade efter att undersö-

ka variationer i färgvalet mellan regioner och århundraden. För att erhålla en så bra jämförelse som möjligt tar vi även upp tidigare publicerat material (Nord et al. 1996; Nord & Tronner 2000; 2001) liksom opublicerat material, inalles fjorton kyrkor (tab. 1). Ett urval av resultaten presenterades på en utställning år 2009 i samarbete med Raä:s informationsavdelning för att högtidlighålla 500-årsminnet av Albertus Pictors bortgång.

I varje kyrka valde vi ut ett mindre antal målningar som tillsammans ger en representativ bild av samtliga förekommande färgnyanser. Målningarna dokumenterades genom fotografering och (i vissa fall) teckningar. Därefter gjorde vi försiktiga provtagningar, vanligen i samråd med erfarna konservatorer. De ytterst små proverna

| Kyrka | Målningarna och deras upphovsman (om känd) | Antal prover tagna för analys |
|-----------------------|---|-------------------------------|
| Go, Anga | Den s.k. Passionsmästaren, 1400-talet. | 22 |
| Go, Bunge | Anonyma målningar i böhmisk stil, sena 1300-talet. | 17 |
| Go, Dalhem, stavkyrka | Brädfragment, målade i byzantinsk stil, tidiga 1100-talet. Ej kalkmålning. | 17 |
| Go, Garde | Välbevarat bysantinskt måleri, ca 1150. | 31 ^b |
| Go, Mästerby | Målningar i bysantinsk stil, 1200-talet. Restaurerade flera gånger. | 44 ^c |
| Sk, Brönnestad | Anonyma målningar, 1400-talet. | 5 |
| Sk, Stora Köpinge | Målningar tillskrivna den s.k. Snårestadsmästaren, tidiga 1300-talet. | 23 |
| Sk, Vä, Mariakyrkan | Anonyma målningar, 1100-talet. | 10 |
| Up, Härkeberga | Välbevarade målningar av Albertus Pictor, ca 1480. | 58 ^a |
| Up, Härnevi | Målningar av Albertus Pictor, sena 1400-talet. | 7 ^a |
| Up, Tensta | Målningar i gott skick av Johannes Rosenrod, 1437. | 27 |
| Up, Täby | Välbevarade målningar av Albertus Pictor, ca 1480. | 51 ^a |
| Up, Vendel | Nyligen restaurerade målningar av Johannes Iwan, 1450-talet. | 47 ^b |
| Ög, Risinge g:a k:a | Målningar av den s.k. Risinge-mästaren, ca 1430. | 31 ^a |

^a Omfattar även data från tidigare analyser enl. Nord et al. (1996).
^b Omfattar även en del opublicerat material.
^c Tidigare ej publicerat material.

Tabell 1. De utvalda kyrkorna och deras muralmålningar. —Investigated churches and murals.

(< 1 mg) togs med en liten skalpell och har inte skadat målningarna. Vi tog det antal prover vi ansåg oss behöva och som vi kunde nå med de stegar eller byggnadsställningar som stod till buds, vilket kom att innebära 5–25 prover per kyrka. Inklusivt en del tidigare genomförda analyser och opublicerat material omfattar nu studien ca 400 prover. Vi analyserade dessa ytterst små prover med Riksantikvarieämbetets svepelektronmikroskop LEO 1455VP, utrustat med en EDS-enhet för mikroröntgen-analys (SEM/EDS, *energy-dispersive X-ray spectroscopy*). Organiska ämnen undersökte vi med Riksantikvarieämbetets infraröd-spektrometer av fabrikatet Perkin-Elmer, »Spectrum One».

Medeltida pigment och analysresultat

De flesta pigment i medeltida muralmålningar är kända sedan flera decennier (jfr Kühn et al. 1988; Thompson 1994; Fitzhugh 1997). Det rör sig ofta om kol/sot, krita, ockra och järn(III)oxid, pigment som förekommer i praktiskt taget alla medeltida muralmålningar, och som vi inte diskuterar närmare i denna uppsats. (I alla muralmålningar förekommer också kalk, d.v.s. kalciumkarbonat, i grunden). Av större intresse för svenska förhållanden är ovanliga och/eller importerade pigment såsom de dyrbara färgämnen ultramarin och cinnober, samt det syntetiska gröna pigmentet atakamit (en basisk kopparklorid), vilken vi tidigare påvisat i svenska muralmålningar. En idag svart färg som förutom sot/kol är

vanlig i äldre muralmålningar består av *plattnerit* (blydioxid; tetragonal β - PbO_2), som bildats genom långsam oxidation på kalkgrunden genom seklerna av ursprungligen ljusa blypigment såsom blyvitt, massicot eller blymönja. Vid våra kemiska analyser har vi också identifierat det organiska färgämnet bresiliarött (också känt som *Brazil red*, *redwood* och *Rotholz*), och ett sällsynt gult färgämne i form av ett kopparvanadat. En sammanställning av de påvisade pigmenten visas i tab. 2.

Jämförelse mellan perioder och regioner

Vi har undersökt skillnader i förekomsten av olika färger mellan århundradena och regionerna. En målares färgval styrs främst av utbudet. Under stenåldern fick konstnären t.ex. vara tacksam för en handfull färger, medan man idag har hundratals oorganiska pigment och flera tusen organiska att välja mellan. De använda färgpigmenten avspeglar således till stor del kronologin.

De äldsta muralmålningarna i denna undersökning är från 1100-talet och representerar tre okända mästare som dekorerat kyrkorna i Garde, Dalhems gamla stavkyrka (bemålade brädor i fragmentariskt skick) och Vä. De välbevarade konstverken i Garde kyrka är sannolikt målade av en bysantinsk mästare. Även brädorna från Dalhems gamla stavkyrka är målade i bysantinsk stil, med ett organiskt bindemedel, d.v.s. *ej* på kalkgrund (Lagerlöf 1999; Vasilyeva 2009). Cinnober och gips är vanliga i dessa två gotländska kyrkor. På Dalhems brädor identifierade vi dessutom grönjord, massicot (gul PbO) och möjligen azurit; i Garde även mönja, blyvitt, plattnerit (oxiderade blypigment), atakamit, ultramarin och troligen malakit. Ole Jensen Nyrén har dessutom i Garde identifierat spår av metacinnabarit, bildad genom omvandling av cinnober till en svart modifikation (Kolmodin et al. 2008). Resultaten från 1100-talsmålningarna i Vä är mycket blygsamma, eftersom det var svårt att komma åt merparten av målningarna för provtagning. Här påvisade vi dock ultramarin och troligen azurit. Garde uppvisar helt klart den största variationen i pigmenten.

1200-talet representeras i denna undersökning av Mästerby kyrka på Gotland. Även här finns vackra muralmålningar i bysantinsk stil, vilka dock

har blivit restaurerade i flera omgångar. Originalmålningar för undersökning valdes ut i samråd med den år 2008 avlidne konsthistorikern Åke Nisbeth. Analysresultaten visade att såväl ultramarin som cinnober är vanliga, vid sidan av blyvitt, plattnerit och atakamit. Sparsamt förekommer malakit och azurit.

Den skånske 1300-talsmålaren Snårestadsmästaren, här representerad av muralmålningarna i Stora Köpinge kyrka, har i huvudsak använt samma pigment som de i 1100-talets kyrkomålningar enligt ovan. Här påvisade vi i flera målningar azurit, samt spår av ultramarin. Bunge kyrka, målad i slutet av 1300-talet i böhmisk stil, uppvisar de båda gröna kopparpigmenten malakit och atakamit, samt mönja och plattnerit.

Risinge gamla kyrkas väggmålningar utfördes på 1430-talet av den anonyme Risingemästaren. Bland pigmenten märks malakit, grönjord, mönja, plattnerit och kopparvanadat. Den mycket produktive Passionsmästaren representeras i denna studie av de omfattande men dystra 1400-talsmålningarna i Anga kyrka. Han var verksam omkring 1430–60, och hans verkstad anses ha målat ett 40-tal kyrkor på Gotland. Av dessa har Ala, Anga, Eke, Ekeby, Hemse och Rone nästan fullständigt bevarade sviter ur Kristi passionshistoria. I Anga kyrka har vi funnit mönja, plattnerit, malakit och sannolikt azurit. En större färgprakt från 1400-talet uppvisar kyrkorna i Tensta och Vendel, där Johannes Rosenrod målade Tensta norr om Uppsala år 1437. Här finns malakit, azurit, mönja, grönjord m.m. I Johannes Iwans målningar i Vendels kyrka från 1450-talet påvisades bl.a. ultramarin, cinnober, malakit, azurit, *caput mortuum* och det ovanliga kopparvanadatpigmentet (se nedan), samt kanske massicot. Proven från Brönneustads kyrkmålningar (1400-talet) var få, eftersom det var svårt att komma åt målningarna i taket.

Den mest kände och omskrivne medeltida målaren i Sverige är utan tvekan Albertus Pictor (Melin 2006). Han föddes i den lilla tyska staden Ymmenhausen, och i två kyrkor (Sollentuna och Sala sockenkyrka) har han signerat målningarna med Albrikt Ymmenhusen. Han förekommer i svenskt källmaterial fr.o.m. 1465. Albertus Pictor var, efter en tid i Arboga, bosatt i Stockholm från 1473, då han gifte sig med änkan efter Johan Må-

| Färg | Namn | Kemisk sammansättning | Kronologi m.m. |
|---------|---|--|--|
| Svart | Kol (sot) | I stort sett rent kol | Använt sedan forntiden. |
| | Plattnerit | Blydioxid, β - PbO_2 | Oxiderad form av något ljus blypigment. Betraktas som ett sekundärt pigment. Vanligen svart, ibland mörkgrått eller mörkbrunt. |
| | Metacinnabarit | Kvikksilversulfid | En svart modifikation av cinnober, bildad genom omvandling av denna till svart HgS . |
| Vit | Kalk | Kalciumkarbonat | Basen för kalkmålningar. |
| | Gips | Kalciumsulfat-dihydrat | Har påvisats ibland; troligen en förstärkning av kalkgrunden. |
| | Blyvitt | Basiskt blykarbonat | Syntetiskt, framställt sedan romartiden. |
| | Zinkvitt | Zinkoxid | Syntetiskt. Användes från ca 1840 i måleriet. |
| | Bariumsulfat | Bariumsulfat | Syntetiskt. Användes från ca 1860 i måleriet. |
| | Titanvitt | Titandioxid | Syntetiskt. Användes från ca 1920 i måleriet. |
| Gul | Ockra | Jordfärg (silikat) med varierande halt av alkali, järn m.m. | Naturligt pigment; använt sedan forntiden. Finns i mörkare varianter såsom Terra di Siena, umbra m.fl. |
| | Massicot | Blyoxid (glete) | Syntetiskt, framställt sedan romartiden. |
| | Blytenngult | Bly-tenn-silikat | Syntetiskt, framställt sedan medeltiden. |
| | Kopparvanadat | Kopparvanadat | Ett icke helt identifierat naturligt mineral. Mycket ovanligt. |
| Orange | Blymönja | Blyoxiden Pb_3O_4 | Framställdes av romarna genom att värma blyvitt. |
| Röd | Järn(III)oxid | Järn(III)oxid, Fe_2O_3 | Använt sedan forntiden. Sedermera pigment i bl.a. Falu rödfärg. |
| | Cinnober | Kvikksilversulfid | Naturligt mineral. Känt sedan forntiden. |
| Violett | Caput mortuum | Järn(III)oxid | Variant av järnoxid. |
| Brun | Umbra | Mörkare jordfärg innehållande bl.a. mangan. | Känt sedan forntiden. |
| Grön | Malakit | Basiskt kopparkarbonat | Naturligt mineral; känt sedan forntiden. |
| | Atakamit | Basisk kopparklorid | Mycket ovanligt som naturligt mineral; har syntetiserats sedan medeltiden. |
| | Grönjord | S.k. jordfärg innehållande bl. a. järn. Besläktat med mineralet glaukonit. | Använt sedan forntiden. Har en ljusare grön färg än t.ex. malakit. |
| | Scheeles grönt | Ett kopparvätearsenit | Framställdes första gången av Scheele år 1778. |
| | Krom(III) oxidgrönt | En kromoxid | Syntetisk produkt; använd inom måleriet från omkr. 1850. |
| Blå | Ultramarin (även kallat <i>Lapis lazuli</i>) | Natrium-kalcium-aluminium-silikat-sulfid | Naturligt mineral. Importerades sedan forntiden från nuvarande Afganistan. Framställs numera syntetiskt. |
| | Azurit | Basiskt kopparkarbonat | Naturligt mineral, använt sedan forntiden. |

Tabell 2. Sammanställning av de pigment som påvisats i denna undersökning. Anm: Även en del icke fullt identifierade färgämnen i grönt och blått har påvisats. —Pigments identified during the investigations.

lare, och levde där fram till sin död år 1509. Till sammans med sin verkstad har han varit verksam i ett trettiotal kyrkor i Mälardalen och även i Nederluleå kyrka i Norrbotten. Målningarna i kyrkorna i Härkeberga, Täby och Härnevi som vi undersökt är mycket omfattande och mycket välbevarade. Albertus Pictor skiljer sig från andra samtida målare i Sverige genom sitt livfulla och rörliga uttryck i målningarna. Framför allt i gestalternas ansikten har han modellerat fram formen hos pannor, hakor och näsor, vilket ger betraktaren en tredimensionell känsla. Även lasyrer har använts för klädedräkternas veck. Ofta målades kyrkorna kort efter att valven slagits, så att målarna kunde använda sig av byggnadsställningarna. Bildfält och motiv skissades upp med kol på putsen. Bilderna färgsattes, och därefter målades latinska språkband, ornamentik och schabloner. De flesta motiven har bibliskt ursprung och framställs med en frodig berättarglädje i kombination med hög teknisk kvalitet.

Studierna av Albertus Pictors målningar i de tre valda kyrkorna, från årtiondena runt år 1500, visar att här förekommer blytenngult (framför allt i glorior), blymönja, plattnerit, malakit, atakamit, grönjerd och azurit, medan vi inte har påvisat ultramarin. Kanske ersatte azurit successivt under medeltidens sista sekler det dyrbarare ultramarinet. Ett annat dyrbart pigment, cinnober (HgS), är dock vanligare i de kyrkor som Albertus Pictor bemålade jämfört med övriga kyrkor i denna studie. Några mycket ovanliga pigment är *caput mortuum*, bresiliarött och kopparvanadat. Albertus Pictor hade fler pigment att välja mellan än de övriga medeltidsmästarna eftersom han levde i slutet av medeltiden.

En jämförelse mellan de tre landskapen hållar tyvärr på grund av olika förutsättningar: relativt få prover från Skåne, och enbart färgprover från 1400-talet från Uppland. Det är därför naturligt att Uppland uppvisar den bredaste paletten. Det dyrbara ultramarinet förekommer ofta i de bysantinska målningarna i Garde, men även, om än sparsamt, i Mariakyrkan i Vä samt i kyrkorna i Vendel och Stora Köpinge. Något anmärkningsvärt är att vi inte påträffat guld i någon av de undersökta kyrkorna, inte ens i de rika gotländska helgedomarna.

Färgförändringar och ovanligare pigment

Intressanta färgförändringar förekommer i de flesta av våra undersökta kyrkor. Ursprungligen ljusa blypigment som blyvitt, massicot och blymönja har på kalkgrunden under århundradenas lopp oxiderats till mörk plattnerit (blydioxid; β - PbO_2), med tetragonal kristallsymmetri, vars färg kan vara mörkgrå, mörkbrun eller (vanligen) svart (jfr Petushkova & Lyalikova 1986; Giovannoni et al. 1990; Nord et al. 1996). Oxidationen är däremot sällan framträdande på trä; se t.ex. »Mannen med den orange ärmen» i Härkeberga kyrka (fig. 1) som är målade på två olika underlag. På brädorna från Dalhems gamla kyrka har vi heller inte påvisat någon plattnerit.

En annan färgförändring som observerats på kalkmålningar är omvandlingen av klarröd cinnober (kvicksilversulfid, HgS, med hexagonal kristallsymmetri) till metacinnabarit, fortfarande med sammansättningen HgS men med kubisk zinkbländestruktur. Vi har själva inte funnit denna senare modifikation i någon muralmålning, men den har som sagt observerats av Ole Ingolf Jensen Nyrén i Garde kyrka. Omvandling av blå azurit till svart tenorit (CuO) har beskrivits av Gutscher et al. (1989). Ytterligare färgförändringar har sannolikt ägt rum för organiska växtfärger o.d., som blekts av solljus så att man ofta inte ser någon kvarvarande färg alls. Ett tydligt exempel har vi observerat i Täby kyrka, där en stor krage målade med bresiliarött har bleknat, men fortfarande kan skönjas (Nord et al. 1996). Många av personerna som avbildats i taket i Täby kyrka har kritvita ansikten eller dräktpartier, vilket sannolikt inte varit den ursprungliga färgen. I många andra ansikten syns mörkgråa spår av plattnerit, d.v.s. rester av ett omvandlat, ljusare blypigment (troligen mönja uppblandad med kalk).

Ett annat pigment som förtjänar att diskuteras är atakamit med den kemiska sammansättningen $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$, d.v.s. en basisk kopparklorid. Detta mineral har fått sitt namn efter Atacama-öknen i Chile, där det förekommer naturligt. I Europa är mineralet däremot mycket ovanligt, och de pigment vi ofta finner i medeltida muralmålningar måste ha tillverkats syntetiskt, kanske med kopparbitar nedsänkta i en saltlösning. Längre ansågs alla gröna, medeltida pigment vara malakit. Thompson (1994) omnämner

Fig. 1. »Mannen med den orange ärmen». Målning i trapphuset till orgelläktaren i Härkeberga kyrka. Notera att jackans ursprungliga mönjafärg är välbevarad på träunderlaget men oxiderad till mörkbrun plattnerit på kalkgrunden. Foto: Anders G. Nord. —Mural by Albertus Pictor (c. 1480) in Härkeberga church, Uppland. The man's coat was originally painted with minium. Its orange colour is preserved on the oak wood, but oxidized to dark brown plattnerite on the lime ground.



er inte ens atakamiten i sin omfattande bok om pigment, och Kühn et al. (1988) beskriver det bara i föregående. Naumova et al. (1990; 1994) har däremot funnit atakamit i ryska muralmålningar, och de resultat vi rapporterar i föreliggande uppsats visar att atakamiten tycks vara lika vanlig som malakiten.

Vi identifierade ett gult kopparvanadat i de uppländska kyrkorna Täby, Härkeberga och Vendel, samt i Risinge gamla kyrka i Östergötland. Märkligt nog har detta pigment inte beskrivits utanför Sveriges gränser. I de senaste årens sammanställningar av medeltida pigment hänvisas endast till Nord & Tronner (2000). Identifieringen av detta intressanta pigment är ännu ej klar. I Europa finns naturligt ett tiotal mer eller mindre sällsynta kopparvanadatmineral, och sannolikt är det något (eller några) av dessa som figurerar i de medeltida svenska muralmålningarna.

Bindemedel samt sentida pigment

De undersökta muralmålningarna är, så vitt vi kunnat finna, alla målade al secco, d.v.s. på torr kalkgrund. Det huvudsakliga bindemedlet är således kalk. I hälften av kyrkorna har vi även funnit gips (kalciumsulfat) i kalken. Gipsen har sannolikt tillförts avsiktligt, kanske för att förstärka ytskiktet och ge en bättre grund för måleriet. (På några brädor från Dalhems gamla kyrka har gips i stället använts som ett vitt pigment). Organiska ämnen tillsattes ofta också kalkslammet för att ge en bättre vidhäftning. Enligt gamla hävder har man lagt döda smådjur i kalken. Vid våra tidigare studier (Nord et al. 1996) påvisades i Härkeberga och Täby kyrkor ämnena kasein (ett protein som finns i mjölk), erucasyra (finns bl.a. i raps och rovor) samt en torkande olja (linolja?). Brädorna från Dalhems gamla kyrka har målats med användning av ett bindemedel. Vi har funnit spår av ett proteinlim, osäkert av vilket ursprung. Inom det bysantinska ikonmåleriet användes före-

trädesvis äggula som bindemedel (Vasilyeva 2009), men Lagerlöf (1999) anser att även vegetabiliska limfärger har använts inom det gotländska måleriet på trä.

Moderna pigment har vi också ofta påträffat i de undersökta medeltida muralmålningarna. Deras närvaro beror på knapphändigt dokumenterade restaureringar eller »bättringar». Så har vitt bariumsulfat (BaSO_4) påvisats i hälften av de undersökta kyrkorna. Zinkvitt (ZnO) har vi funnit i Täby och Stora Köpinge. I Stora Köpinge och Mästerby finns även titanvitt (TiO_2), som inte kom i bruk i målarfärg förrän på 1920-talet. Två andra förhållandevis moderna pigment är kromtrioxidgrönt samt Scheeles grönt, ett koppararsenit med sammansättningen Cu_2HAsO_3 . Kromtrioxidgrönt har vi dessvärre funnit på de unika bysantinska målningarna i Garde, samt även i Vendel, Bunge och Stora Köpinge. Scheeles grönt, första gången framställt år 1778 av kemisten Scheele, har bara påträffats i två prover från Bunges kyrkomålningar. Ett icke identifierat, blått, (troligen syntetiskt) organiskt färgämne har vi funnit i Stora Köpinge kyrka. De enda muralmålningar där vi inte i våra prover påvisat några sentida pigment är i Tensta och Brönnestad. Inte heller brädorna från Dalhems gamla stavkyrka bär vittnesbörd om sentida påmålningar, men här har det väl heller inte funnits något behov.

Slutsatser

Denna undersökning har framför allt syftat till att undersöka vilka pigment som använts till de kyrkliga muralmålningar som undersökts. Färgvalet beror till stor del på när målningen är utförd. De äldsta muralmålningarna (1100-talet) uppvisar naturliga och vanliga pigment som sot (kol), järn(III)oxid, ockrafärger, grönjord och gips. Mer ovanliga pigment under denna period är cinnober, massicot, mönja, plattnerit (oxidrat blypigment), malakit, atakamit, ultramarin och metacinnabarit (svart kvicksilversulfid). En påtaglig kontrast utgör Albertus Pictors målningar från omkring år 1500. Cinnober blir här vanligare, medan ultramarin har fasats ut och ersatts av det mer allmänt förekommande mineralet azurit. Även bl.a. blytenngult (framför allt till glorior) och *caput mortuum* har påvisats i Härke-

berga och Täby kyrkor. Albertus Pictor har helt enkelt haft fler pigment att välja mellan än de övriga medeltidsmästarna, eftersom han levde i slutet av medeltiden. Slutligen vill vi nämna att det är anmärkningsvärt att guld inte har påträffats i målningarna, inte ens i de rika gotländska sockenkyrkorna.

Den syntetiska atakamiten är lika vanlig som det naturliga gröna mineralet malakit. Atakamit användes uppenbarligen i Sverige redan på 1100-talet. Ett egendomligt pigment är det gula kopparvanadat som vi funnit i flera svenska medeltidsmålningar. Det enda organiska pigment vi kunnat identifiera är bresiliarött, i Täby kyrka. Sannolikt har flera andra organiska växtfärger använts som rosa färg till ansikten o.d., men de har under århundradena bleknat bort fullständigt. Sentida pigment har påvisats i nästan alla undersökta kyrkor, vilket skvallrar om »bättringar» eller mindre seriösa konserveringsarbeten. Förutom kalk har vi på många håll funnit spår av gips och organiska bindemedel.

Denna studie har klarlagt vilka pigment och bindemedel som användes till de medeltida muralmålningarna i Sverige. Resultaten kan med fördel användas vid framtida restaureringsarbeten. Förekomsten av olika slags giftiga pigment kräver särskilda försiktighetsåtgärder.

Tack

Tack först till Kungl. Vitterhets, Historie- och Antikvitetsakademien, som med ett generöst forskningsanslag möjliggjort denna för kulturvärden angelägna undersökning. Vid flera provtagningar har vi fått hjälp av konservatorerna Marianne Gustafsson Belzacq (Kråkingbo) och Rebeca Kettunen (Byggnadshyttan på Gotland). Kyrkornas personal har underlättat provtagningarna och bidragit med information och bildmaterial. Birgitta Strandberg Zerpe vid Länsmuseum på Gotland har hjälpt oss med materialet från Dalhems gamla stavkyrka. Tack även till Lennart Karlsson och våra tidigare kollegor på Riksantikvarieämbetets Informationsavdelning som arbetade med Albertus Pictor-utställningen år 2009 och har hjälpt oss på många andra sätt. Sist men inte minst tack till Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse, som möjliggjort inköp av ett modernt svepelektronmikroskop, vilket kommit till stor användning.

Referenser

- FitzHugh, E.W. (red), 1997. *Artists' Pigments, A handbook of their History and Characteristics*, vol. 3. National Gallery of Art, Washington & Oxford University Press.
- Giovanconi, S.; Matteini, M. & Moles, A., 1990. Studies and developments concerning the problem of altered lead pigments in wall paintings. *Studies in Conservation* 35. London.
- Gutscher, D.; Mühlenthaler, B.; Portmann, A. & Reller, A., 1989. Conversion of azurite into tenorite. *Studies in Conservation* 34. London.
- Kolmodin, M.; Karppinen, A. & Jensen Nyren, O.I., 2008. *Pigmentanalys av byzantinskt måleri i Garde kyrka, Gotland*. Rapport Byggnadshyttan Gotland. Visby.
- Kühn, H.; Roosen-Runge, H.; Staub, R.E. & Koller, M., 1988. *Reclams Handbuch der künstlerischen Techniken, Bd 1: Farbmittel, Buchmalerei, Tafel- und Leinwandmalerei*. Stuttgart.
- Lagerlöf, E., 1999. *Gotland och Byzans*. Visby.
- Meilunas, R.J.; Bentsen, J.G. & Steinberg, M., 1990. Analysis of aged paint binders by FTIR spectroscopy. *Studies in Conservation* 35. London.
- Melin, P., 2006. *Färfångans förgänglighet. Allegorin som livs- och lärospegel hos Albertus Pictor*. Stockholm.
- Mills, J.S., 1964. The gas chromatographic examination of paint media. Part 1. Fatty acid composition and identification of dried oil films. *Studies in Conservation* 3. London.
- Naumova, M.M. & Pisareva, S.A., 1994. A note on the use of blue and green copper compounds in paintings. *Studies in Conservation* 39. London.
- Naumova, M.M.; Pisareva, S.A. & Nechiporenko, G.O., 1990. Green copper pigments of old Russian frescoes. *Studies in Conservation* 35. London.
- Nord, A.G.; Tronner, K.; Nisbeth, Å. & Göthberg, L., 1996. Färgundersökningar av senmedeltida kalkmåleri – Härkeberga, Täby, Härnevi och Risinge kyrkor. *Konsvereringstekniska studier* 12. Stockholm.
- Nord, A.G. & Tronner, K., 2000. Chemical analysis of mediaeval mural paintings in Sweden. *Art et Chimie. La couleur*. Actes CNRS. Paris.
- 2001. Chemical analysis of mediaeval mural paintings. Lindborg, U. (red.). Conservation of mural paintings. Stockholm.
- 2010. Detaljerade analysresultat för projektet »Medeltidsmästarnas färgval». www.raa.se/publicerat/rapp2010_8.pdf
- Petushkova, J.P. & Lyalikova, N.N., 1986. Microbial degradation of lead-containing pigments in mural paintings. *Studies in Conservation* 31. London.
- Thompson, D.V., 1994. The materials and techniques of mediaeval painting. New York.
- Tronner, K.; Nord, A.G. & Gustavson, H., 2002. »...stenarna dessa, röda av runor». Agertz, J. & Varenius, L. (red.). Runstenar. Jönköpings Länsmuseum.
- Tronner, K.; Nord, A.G.; von Arronet, D.; Mattsson, E. & Brandi, A., 2006. *Slutrapport för FoU-projektet »Undersökning av en unik färgprovssamling på Kungl. Konsthögskolan – dokumentation och analys.»* Rapport från Riksantikvarieämbetet 2006:1, Stockholm.
- Vasilyeva, S., 2009. Byzantinska traditioner i Gotlands konst under 1100-talet. *Formvännan* 10

Summary

The present study aims to elucidate which pigments and binding media were used for Mediaeval al secco murals in fourteen selected Swedish churches. They date from c. 1100–1500. Albertus Pictor, Johannes Iwan, Johannes Rosenrod and the “Passion Master” i.a. are represented. Around 400 minute samples were analyzed by SEM/EDS, FTIR or (externally) GC-MS. All murals contain common pigments like soot, iron oxides and other “earth pigments”. But already during the 12th century the pigments cinnabar, minium, plattnerite (oxidized lead pigment), malachite, atacamite, and ultramarine were used. And with time, more pigments were introduced. Albertus Pictor's murals from around AD 1500 display a rich palette of pigments. Cinnabar is frequently

used, while ultramarine has been replaced by azurite. Yellow haloes were painted with lead-tin yellow. The unusual pigments like *caput mortuum*, organic Brazil red and a copper vanadate were also found. Various organic dyes have most likely faded away over the centuries. Interestingly, atacamite and malachite are equally common. Bright lead pigments have often oxidized to black plattnerite (lead dioxide). Modern pigments such as barium sulphate, zinc white, titanium dioxide, chromium(III) oxide and Scheele's green have been observed, originating from recent unauthorized “improvements”. In addition to the ubiquitous lime, the binding media gypsym, casein, drying oils and eruca acid (from rapeseed or turnips) were found.