

Konservering av medeltida dörr i Skönberga kyrka

Gunnar Nordanskog

2016-08-15



I denna rapport redovisas resultaten av konservering och provtagning av den smidesbeslagna dörren i Skönberga kyrka, Linköpings stift.

Innehåll

Administrativa uppgifter	2
Sammanfattning	3
Skötselinstruktioner	3
Bakgrund och åtgärdsförslag.....	3
Skönberga kyrka	4
Beskrivning av dörren.....	4
Konservering.....	5
Metallurgisk provtagning och analys.....	6
Dendrokronologisk provtagning och analys.....	6
Vidare undersökningar	7
Ingrepp i byggnaden i samband med konserveringen	7
Referenser och arkiv.....	8
Bilaga 1: Bilder	9
Bilaga 2: Konserveringsrapport (Lederer 2015)	14
Bilaga 3: Dendrokronologisk rapport (Linderson 2015)	21
Bilaga 4: Rapport från metallurgisk analys (Källbom 2015, utdrag).....	22
Bilaga 5: Populariserad framställning av den metallurgiska analysen (Syster Umbra blogg)	34

Administrativa uppgifter

Objekt: Skönberga kyrka

Fastighet: Skönberga prästgård 3:1

Socken: Skönberga

Kommun: Söderköping

Härad: Hammarkind

Län: Östergötland

Stift: Linköping

Länsstyrelsens tillstånd: 2014-11-17, dnr 433-10614-14

Tid för åtgärdernas genomförande: mars – maj 2015

Antikvariskt sakkunnig och rapportansvarig: Gunnar Nordanskog, Linköpings stift

Rapportdatum: 2016-08-15.

Medverkande: Arja Källbom (metallurg f:a Station Ormaryd), Stephan Lederer (konservator Östergötlands museum), Rolf Larsson (snickare), Hans Linderson (Lunds universitet), Johan Nilsson (Östergötlands museum), Gunnar Nordanskog (Linköpings stift)

Sammanfattning

Undertecknad har i egenskap av antikvariskt medverkande följt rubricerat arbete, vilket genomförts under 2015. Den medeltida dörren hakades av och transporterades till konserveringsateljén vid Östergötlands museum. I samband med konserveringen genomfördes provtagningar för dendrokronologisk och metallurgisk analys, i enlighet med länsstyrelsens tillstånd.

Konserveringen genomfördes av Stephan Lederer och bestod huvudsakligen av inoljning av träet, rengöring och inoljning av smidesbeslagen, samt fästning av lösa beslag med nya smidda spikar. Utdrag ur konserveringsrapporten biläggs denna rapport.

Den metallurgiska analysen genomfördes under ledning av Arja Källbom och resulterade i en 95 sidor lång rapport, utdrag ur den biläggs denna rapport.

Den dendrokronologiska analysen genomfördes av Hans Linderson, vars rapport är bilagd i sin helhet.

För att effektivisera arbetet, genomfördes samtidigt en konservering och provtagning av en medeltida dörr från Bjälbo kyrka (se rapport Konservering av medeltida dörr och montering av skyddsdörr i Bjälbo kyrka).

Skötselinstruktioner

Dörren ska besiktigas årligen. Vid behov ska dörrens smide och träytor behandlas med *halvolja* (hälften rå linolja och hälften terpentin). Smidesbeslagen kan skyddas ytterligare genom ytterligare tunna strykningar med *rå linolja*.

Bakgrund och åtgärdsförslag

Smidesdörren i Skönberga kyrkas södra ingång dateras stilistiskt till omkring 1200. Tillsammans med dörren i Bjälbo kyrka är Skönbergadörren den enda från den romanska perioden i Linköpings stift som fortfarande har en exteriör placering.

Dörren var bemålad med gul linoljefärg i tjocka skikt som flagade kraftigt. Järnbeslagen hade inga synliga färgspår. Den högra delen av dörrbladet var hårt angripen av trägnagare.

Den senast föregående behandlingen av dörren gjordes sannolikt 1984, då den ströks med kokt linolja. Linoljan hade bildat ett hårt skikt som liknade en fernissa över trä och järnbeslag, och järnet syntes fortsätta korrodera under fernissan.

Åtgärder med konservering och skydd av smidesdörren har diskuterats under flera år. Efter ett samråd på plats 2014-09-25, påtog sig undertecknad uppgiften att samordna arbetet, i samråd med församlingen och länsstyrelsen. Som konsult för att upprätta ett konserveringsprogram anlätades Arja Källbom (metallurg och målare).

Målet med åtgärderna var att:

- 1) skyddskonservera trä och smide,
- 2) i samband med detta försöka utvinna ny kunskap om dörren.

Skönberga kyrka

Ur läns museets kulturhistoriska karaktärisering citeras följande:

"Skönberga kyrka är tidigmedeltida till sitt ursprung. Den äldsta delen utförs av det rektangulära långhuset medan kor, korsarm och sakristia tillkom under medeltidens senare del. Den är byggd av gråsten och tegel och har vitputsade fasader med brant tegeltäckt sadeltak. På vinden finns bevarat romanskt måleri från byggnadstiden med en mycket ovanlig bildframställning influerad av bysantinsk konst. Till kyrkans ålderdomliga inslag hör också den romanska takstolen med ornerad mittbjälke och en medeltida järnsmidesdörr. Under 1800-talets senare hälft förstörades fönstren, långhuset förlängdes i väster genom att vapenhuset integrerades och en ny inredning i nygotisk stil tillkom."
(Åkeson 2006:5).

Kyrkans äldsta delar dateras vanligen till 1100-talets senare del, men den dendrokronologiska dateringen av dörren kan möjligen senarelägga kyrkans datering något (se nedan). Den hade då sannolikt två ingångar på södra sidan, en till långhuset och en till koret. Under senmedeltiden förlängdes kyrkan åt öster med ett nytt kor och en korsarm åt söder, och den nu undersökta dörren flyttades till sin nuvarande placering i korsarmen.

Från Skönberga kyrka kommer ytterligare en dörr i samma stil (bild 5), en systerdörr som säkert har tillverkats samtidigt. Den bör ha suttit i långhusets sydingång som igensattes under 1800-talet, varefter dörren deponerades på Östergötlands museum där den ännu finns till beskådan i medeltidsutställningen.

Beskrivning av dörren

Dörren består av två mycket breda furuplankor, överfalsade halvt i halvt och ursprungligen sammanhållna av två naror som fästs med dymlingar. Dymlingarna är bevarade men narorna borta, och istället förstärks dörrbladet på baksidan av två bandjärn, vars genomgående spikar är inslagna i träet på dörrrens framsida.

Dörren är vänsterhängd och hänger fortfarande på sina ursprungliga bandgångjärn, som dock har blivit flyttade. Gångjärnstapparna bör vara sekundära.

Smidesbeslagen består av hopvållda bitar av smidesjärn som har formats till raka, cirkulära och böjda plattjärn. De böjda formerna är vanligen kluvna i ändarna, vikta och uthamrade till allt smalare dimensioner, vilket ger ett organiskt intryck. Även plastiska smidesdetaljer förekommer, i form av ringar, små slingor och palmetter, ett stort ringhandtag och djurhuvuden (vid handtagsskylten). De flesta av plattjärnen är ytbearbetade med räfflor gjorda med skarpa V-formade mejslar. Spikskallarna som fäster smidesbeslagen är tills största andelen cirkulära och konvexa, andra är små och koniska. Det finns också många sekundära spikar av olika utformning.

Ett stort antal beslag har flyttats till andra ställen på dörren än där de ursprungligen suttit (bild 2). Dörrbladet har från början haft en rundad överdel. Denna är avsågad, men i träet finns tydliga spår av skuggor efter de smidesbeslag som suttit där, genom att beslagen skyddat träet från erosion (bild 3). Ett förslag till rekonstruktion av smidesbeslagens ursprungliga disposition har gjorts av Lennart Karlsson (bild 4), den stämmer inte i alla detaljer, men är i huvudsak korrekt.

I den ursprungliga dispositionen har dörren varit indelad i åtta horisontella fält. Dessa hade följande dekorationer, uppifrån och ned:

- 1) Arkadfält med två diagonalställda likarmade kors;
- 2) korta motstående bandjärn med kluvna och upprullade ändar;
- 3) fem arkader med ett stiliserat livsträd i varje;
- 4) tre likarmade kors av relativt stora plattjärn, två av dem diagonalställda;
- 5) ringkedja, kors och ringhandtag på en i tre steg förhöjd plåt;
- 6) en stor liggande bandknut;
- 7) gallermönster med kors;
- 8) fem stycken X-former.

Motivet på denna dörr, liksom på systerdörren på Östergötlands museum, Bjälbodörren med flera, kan tolkas som en framställning av det inhägnade Paradiset, återigen åtkomligt för de kristna genom Frälsarens död. Det är en vanligt förekommande symbolik på kyrkportar (Karlsson 1995:366f; Nordanskog 2006:64f). Framställningen omges av en dubbel ram, som till största delen har kvar sin dekoration av smäckt utformade palmetter monterade över varandra som blomstänglar. Dessa är nu dolda bakom murens portanslag.

På varje horisontellt band har varit fästade små hängande ringar, vilket är vanligt förekommande på andra romanska smidesdörrar. På Skönbergadörren måste det ha varit minst ett 40-tal ringar, varav 22 ännu är bevarade. Den största skillnaden jämfört med systerdörren, är att den senare har en sågtandning på de inre rambanden.

Det är slående hur stor möda som har lagts ned på omdisponeringen av smidesbeslagen, vilket måste ha gjorts i samband med att dörren fick sin nuvarande placering och kortades med några decimeter. Särskilt anmärkningsvärt är att bägge de grova gångjärnsbeslagen har flyttats. Övriga flyttade beslag har omsorgsfullt monterats för att bilda nya mönster, som dock ger ett ikonografiskt märkligt intryck. Till exempel påminner de liggande beslagen i det näst översta fältet om kräftor på rad. Från början har de varit delar av stående livsträd i det tredje bildfältets arkader (jfr bild 4 och 5).

Den ockragula färgen är sannolikt tillkommen under 1700-talet. Några ytterligare färgspår under det gula har inte kunnat konstateras.

Konservering

Konserveringen hade som mål att skapa förutsättningar för att dörren ska kunna underhållas på ett enkelt sätt. Den största faran för dörrens bevarande bedöms vara att träet torkar och spricker så att spikar lossnar och beslag faller av. Träet impregnerades därför med halvolja, en behandling som lätt kan upprepas vid behov. Smidesbeslagen borstades med mässingsborste och behandlades med rå linolja. Lösa beslag säkrades genom att några av de saknade spikarna ersattes med klippspik som retuscherades för att efterlikna de medeltida spikskallarna. Efter genomförd konservering transporterades dörren tillbaka till Skönberga och återmonterades i maj 2015.

Konserveringsprogrammet föreslog att kinesisk träolja eller Dinitrol skulle användas för att behandla smidesbeslagen, medan linolja anges som mindre lämpligt eftersom det tar upp vatten och kan svälla

och släppa från underlaget (Källbom 2014). Avsteget från konserveringsprogrammet gjordes därför att linoljebehandlingen fungerade bra, men kinaoljan borde ha prövats då den uppges vara mer penetrerande och ha ett bättre skydd mot nedbrytning än vad linolja har. En utvärdering av konserveringsmetoden bör göras inom kort, senast år 2017.

Metallurgisk provtagning och analys

Provtagningen gjordes genom att ca 5 mm långa ändbitar av smidet sågades av med bågfil. Stålet var mycket segt och även om proven togs från lösa och uppstickande delar av smidesdekorationerna, kändes hanteringen en smula brutal. Antalet prover begränsades till fem stycken. Vid den efterföljande konserveringen slipades och retuscherades de sågade ändarna med oljehartsfärg.

Arja Källbom lämnades att avgöra vilka analysmetoder som skulle användas, men en huvuduppgift var att försöka fastställa malmens proveniens och med vilken teknik smidesjärnet framställts. Firmorna Swerea Swecast i Jönköping och D-lab i Göteborg, samt Geovetarcentrum vid Göteborgs universitet anlätades för att genomföra kemiska och metallografiska analyser. Metoderna är delvis destruerande. Provpriparaten överlämnas till Östergötlands museum för arkivering som framtida referensmaterial. Jämförande undersökningar krävs för att säga något om möjliga råvarukällor och framställningsmetoder, men följande slutsatser kan dras (efter Källbom 2015):

- 1) Materialet är nästan rent järn med mycket låg kolhalt, men med områden med högre kolhalt. Hopvällningszonerna kan urskiljas tydligt.
- 2) Råvarorna är från olika källor för Skönbergadörren och Bjälbodörren.
- 3) Materialet i Skönbergadörren är mindre homogent och slaggerna mer komplexa än i Bjälbodörrens smide.
- 4) Ytbearbetningen (skrodningen) har genomförts i varmt tillstånd, och efter ytbearbetningen har smidesjärnet hettats upp igen.
- 5) Svavelhalten i proverna är obefintlig, vilket utesluter att järnet skulle vara hämtat från sulfidmalm. Denna svavelhaltiga malm omfattar huvuddelen av malmen i Bergslagen och Skelleftefältet, liksom en del malmer i fjällkedjan (Naturhistoriska riksmuseet).

Dendrokronologisk provtagning och analys

Inför den dendrokronologiska analysen var tanken först att mäta årsringarna på ändträet, efter att detta slipats ned till en oanfrätt yta. Metoden skulle då vara "begränsat destruktiv". Genom diskussion med Hans Linderson framkom dock att detta inte säkert skulle kunna ge ett tillförlitligt resultat. För det första uppvisade virket partier med fördjupad förslitning vilka skulle omöjliggöra en lång och säker tidsserie. För det andra ger en mätning av årsringarna med lupp bara en tiondel av den noggrannhet som uppnås vid mätning med mikroskop i laboratoriet. Den statistiska analysen blir därmed osäker.

Efter att ha diskuterat saken med länsstyrelsens antikvarie Eva Nyström Tagesson beslöts att prioritera ett tillförlitligt resultat. Dörrens vänstra bräda (närmast gångjärnsöglorna) valdes ut för provtagning, där en ca 2 cm bred bit av nedersta delen sågades bort med japansåg (bild 9-10).

Linderson tog med sig provbiten till laboratoriet i Lund, och efter genomförd analys skickades den tillbaka till konserveringsateljén, där konservator Stephan Lederer fäste den på sin plats med träplugg och fisklim. En viss materialförlust uppstod vid sågningen, men sågsnittet syns bara vid en närmare granskning.

Den dendrokronologiska analysen daterar den yttersta årsringen på provbiten till år 1157. Provet har 40 årsringar splint, men ingen vankant. För att bestämma fällningsår används därför splintstatistik som för denna typ av virke är 80 ± 20 år. Beräknat fällningsår blir alltså 1177-1217. Virkets proveniens anges som lokal, men till skillnad från det stora dendrokronologiska referensmaterialet från Söderköpings stad är virket i Skönbergadörren inte snabbvuxet, och trädets egenålder uppskattas till ca 340 år (Linderson 2015).

Den dendrokronologiska dateringen med fällningsår inom intervallet 1177-1217 stämmer väl med den konsthistoriska datering till omkring 1200 som anges av Lennart Karlsson (1988:II:451 ff). Det innebär dock rimligen att dateringen av den äldsta stenkyrkan måste senareläggas något, från 1100-talets senare del till omkring 1200 – eller så är det den tidigare delen av intervallet för dörren som gäller, dvs 1170-1180-tal. För att definitivt avgöra den frågan måste kompletterande dendrodateringar göras av kyrkans bevarade romanska takstol.

Vidare undersökningar

Den metallurgiska analysen syftade främst till att proveniensbestämma järnet. Analysen kunde främst konstatera att järnet från Bjälbo- och Skönbergadörrarna, liksom virket, inte kommer från samma plats, samt att det inte är hämtat från sulfitmalm. De data som nu har tagits fram kan bilda grund till ett större referensmaterial om fler prover tas. Ett första steg kan vara att göra jämförande analyser med det arkeologiska referensmaterial som finns, främst vid arkeologiska forskningslaboratoriet vid Stockholms universitet.

Ingrepp i byggnaden i samband med konserveringen

För att kunna haka av dörren, höggs ett spår upp i övre delen av dörrkarmen. Materialet under putsen var murad marksten. Efter dörrrens återmontering har spåret lagats med KC-bruk. I samband med konserveringen monterades en tillfällig skyddsdörr i sydingången.

Referenser och arkiv

- Karlsson, Lennart 1988: *Medieval Ironwork in Sweden. Vol II.* Stockholm.
- Karlsson, Lennart 1995: Järnsmidet. *Den romanska konsten*. Signums svenska konsthistoria 3. Lund, s. 357-378.
- Källbom, Arja 2014: *Rapport. Medeltida kyrkportar i Bjälbo och Skönberga. Vårdplan och provtagning*. Station Ormaryd AB 2014-10-27.
- Källbom, Arja 2015: *Rapport. Materialundersökningar. Medeltida smide från kyrkportar Bjälbo och Skönberga*. Station Ormaryd AB 2015-08-14.
- Lederer, Stephan 2015: *Konserveringsrapport. Skönberga dörr, metalldekor och träkonservering*. Östergötlands museum.
- Linderson, Hans 2015: *Dendrokronologisk analys av portar i Bjälbo och Skönberga kyrkor, Östergötland*. Nationella laboratoriet för vedanatomi och dendrokronologi, rapport 2015:15.
- Naturhistoriska riksmuseet:
<http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/geologi/bergarterochmalmer/malmerochmalmbildning.349.html> (2015-10-02)
- Nordanskog, Gunnar 2006: *Föreställd hedendom. Tidigmedeltida skandinaviska kyrkportar i forskning och historia*. Lund.
- Syster Umbra blogg:
<https://systerumbra.wordpress.com/2015/09/14/i-den-medeltida-bergsmannens-och-smedens-spar/> (2015-09-30)
- Åkeson, Jessica 2006: *Skönberga kyrka*. Kulturhistorisk inventering av kyrkobyggnader och kyrkomiljöer i Linköpings stift 2006. Östergötlands länsmuseum.
- Östergötlands museum, topografiska arkivet.

Bilaga 1: Bilder

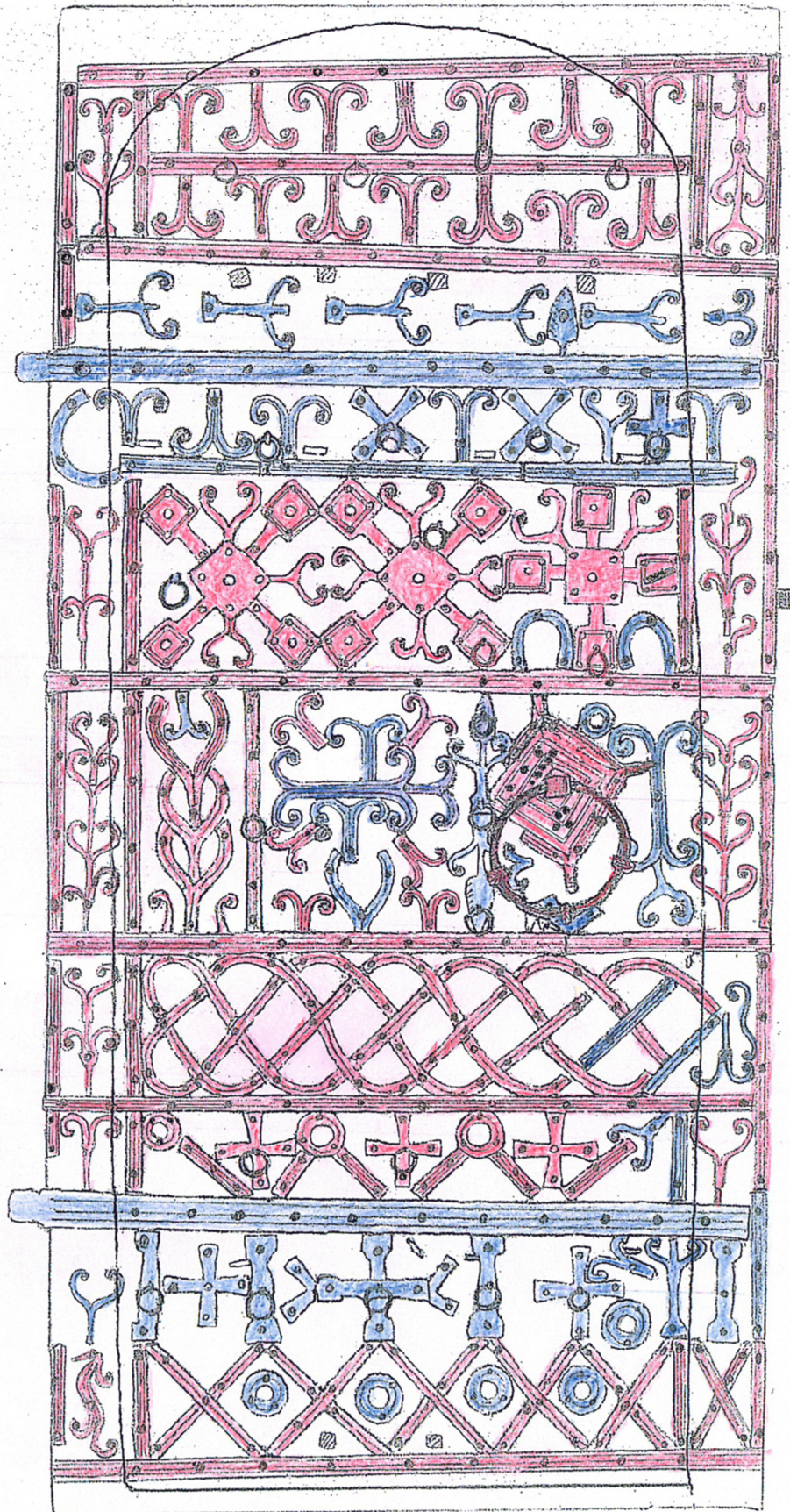


Bild 2: Teckning av Skönbergadörren. Rödfärgade beslag bedöms vara kvar på ursprunglig plats, medan de blåfärgade är flyttade. Den sammanhängande linjen över dörrbladet utgör murens dageröppning (den del av dörren som är exponerad när den är stängd).



Bild 3: Övre delen av dörren i släpljus som visar skuggor där smidesbeslag ursprungligen har suttit.

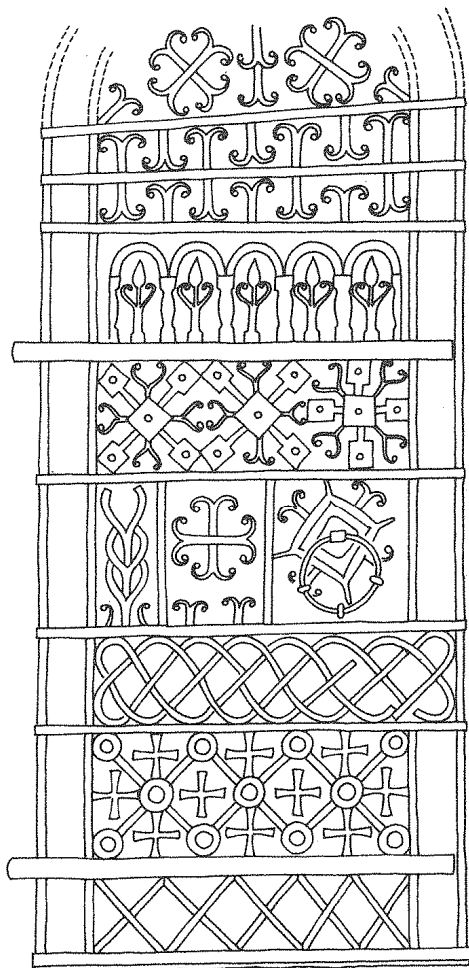


Bild 4: Lennart Karlssons rekonstruktion av den ursprungliga dispositionen (Karlsson 1988).



Bild 5: Skönbergas systerdörr, på Östergötlands museum (foto Stephan Lederer).



Bild 6: tolkning av Skönbergadörren i textil. Förvaras i församlingshemmet.



Bild 7: spår som höggs upp i överliggaren för att kunna haka av dörren.



Bild 8: temporär skyddsdörr medan den ordinarie konserverades.



Bild 9: Dörrens vänstra nederkant (sett framifrån) före dendrokronologisk provtagning.



Bild 10: Samma ställe som bilden ovan, efter att 2 cm av den yttre delen av plankan sågats bort för dendrokronologisk analys. Materialet är tätvuxet, friskt kärnvirke av furu fram till splinten, som är hårt angripen av trägnagande insekter.



Bild 11: Föreslagna provtagningsställena för metallurgisk analys. Prov S 1 utgick ur provtagningen av antikvariska skäl.

Bilaga 2: Konserveringsrapport (Lederer 2015)

Konserveringsrapport

Skönberga kyrka
Metalldekor och träkonservering

BESTÄLLARE
Linköping Stift
Gunnar Nordanskog

UTFÖRT AV
Östergötlands museum
Konserveringsenheten
Raoul Wallenbergs plats, Box 232
581 02 Linköping



ÖSTERGÖTLANDS MUSEUM

Raoul Wallenbergs plats • Box 232 • 581 02 Linköping • Tel 013 - 23 03 00
info@ostergotlandsmuseum.se • www.ostergotlandsmuseum.se

Skönberga Dörr

Inledning

Under februari månad 2015 utfördes konservering av träporten från Skönberga kyrka. Konserveringen genomfördes av Stephan Lederer i samarbete med stiftsantikvarie Gunnar Nordanskog, länsantikvarie Jan Eriksson och antikvarie Eva Nyström-Tageson.

Målsättning

Skyddskonserveringen gick ut på att avlägsna korrosion och tillföra ett långvarigt rotskydd samt impregnera träytan med linolja som skydd mot uttorkning och regnvatten. Största faran för dörrens bevarande är att träet bryts ned och spikar lossnar och beslag därav faller av.

En vårdplan med åtgärdsförslag hade sedan tidigare tagits fram av Arja Källbom, Ormaryd. Planen innehöll olika förslag på hur metalldelar både på Skönberga dörren men även porten från Bjälbo kyrka skulle konserveras.

I samband med arbetet skulle även en dendrokronologisk undersökning genomföras och prov på metallbeslagen skulle skickas på analys.

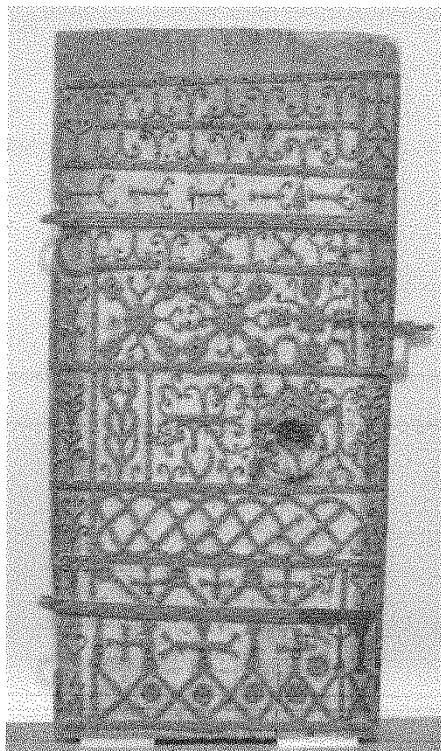


Bild 1 Helbild. Skönberga dörr före konservering.

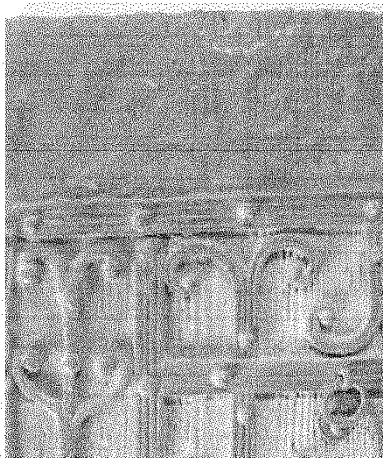


Bild 2 Detaljbild, metalldekor och träytan.

Beskrivning

Porten till Skönberga kyrka består av två stycken brädor. Utsidan är rikligt utsmyckade med järnbeslag i olika ornament och former, fastsatta med spik. En hel del av metallbeslagen saknas, har fallit bort eller har brutits loss. Beslag har även flyttats från olika positioner på dörren.

Dörren är målad med en oljefärg som flagnar. Färgskiktet är blekgult där den har varit väder exponerat, men brunaktigt där den har varit skyddad av dörranslaget. Målningen är gjord efter att dörren flyttades och beslagens placering ändrades.

Det ursprungliga utseendet i färgsättning och eller om dörren var klädd med läder är inte klarlagd. Bruna och vita fragment förekommer. De kan vara olika färgskikt och färgprov har tagits. För övrigt är dörren i förhållandevis bra skick och metallytorna är bara angripna av ytlig rost.



Bild 3 Provtagning.



Bild 4 Detaljbild av provytan före dendro provtagning. Dörrens övre höger kant.

Åtgärder

Den sekundära ockrabemålningen ska inte bättras eller målas om. Dörren behandlas enbart med en olja. Efter ett antal tester med olika oljor och arbetstekniker kom vi i samråd med antikvarie fram till följande åtgärder:

Metallbeslagen borstades med mjuk mässingsborste för att avlägsna rost och smuts. Därefter borstades beslagen med rå linolja för att sedan oljas in ytterligare, denna gång utan att torka upp oljan.

Träytan impregnerades två gånger med en halvolja, baserad på rå linolja och terpentin. Detta kan i framtiden upprepas när antingen trä eller metalltorna slits och oljeskyddet börjar försvinna.

Halvolja kan användas på hela dörren, metall och träytan. Man kan upprepa skyddet av metallbeslagen genom att enbart applicera linolja bara på dem. Hela behandlingen bör utvärderas inom två år och undersökas av konservator/antikvarie.

Som bilagor till denna rapport ligger vårdplanen av Arja Källbom och analysrapporten av dendrokronologiska undersökningen.



Bild 5. Skönberga dörr, insidan under oljebehandling.

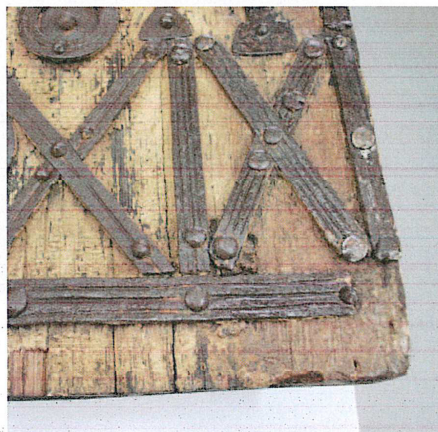


Bild 6. Detaljbild. metall- och träytan efter konservering.



Bild 7. Macro bild av USB-mikroskop i dörrens nedre kant. Se också bild 9.



Bild 8. Skönberga dörr, efter konservering.

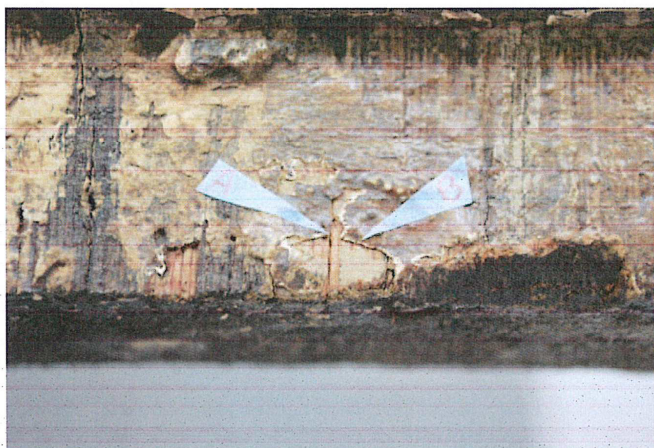


Bild 9. Detaljbild. Färgskikt med bortfall.

Materialförteckning

Rengöring	Etanol, 95%, denaturerad	
	Bensin	
Retuschering		
	Mussini, Schmincke	Harts-oljefärg
	Balsamterpentin	
Ytbehandling	Linolja, Engwall&Claesson	
	Balsamterpentin	

Kopior av rapporten översända till:

Länsstyrelsen, Östergötland
 Riksantikvarieämbetet
 Linköpings stift
 Östergötlands museum

Tekniska och administrativa uppgifter

Östergötlands museums dnr.

Antikvarisk medverkan

-Jan Erikson, Länsantikvarie

-Eva Nyström-Tageson, Antikvarie

Uppdragsgivare

-Gunnar Nordanskog, Linköpings stift

Kontaktperson

Annica Wästesson, S:t Anna församling

Avd.chef, konservator

-Eva Ringborg

1:e konservator

-Johan Roos

Projektledare

-Gunnar Nordanskog

Medverkande konservatorer

-Stephan Lederer

Administration

-Hannah Carlshamre

Dokumentationsmaterialet förvaras på Östergötlands museum.

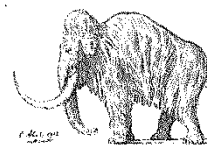
Rapport 2015 © Östergötlands museum

Bilaga 3: Dendrokronologisk rapport (Linderson 2015)



LUND UNIVERSITY

DEPARTMENT OF QUATERNARY GEOLOGY
KVARTÄRGEOLOGISKA AVDELNINGEN
HANS LINDERSON



25 februari 2015

Nationella Laboratoriet för Vedanatomi och Dendrokronologi, rapport nr 2015:15
Hans Linderson

DENDROKRONOLOGISK ANALYS AV PORTAR I SKÖNBERGA OCH BJÄLBO KYRKOR I ÖSTERGÖTLAND

Uppdragsgivare: Linköpings stift, Ågatan 65, box 1367, 581 13 Linköping. Org nr 252010-0021 (kontaktperson Gunnar Nordanskog)

Område: Östergötland **Prov nr:** 17381-17382 **Antal prover:** 1+1

Dendrokronologiskt objekt: Två romanska kyrkportar (*in situ*)

Information: Beräknat fällningsår är baserat på fältanteckningar och laboratorienoteringar som antal år i splint och närvaro av vankant. Splintstatistiken som tillämpats på tallen är 80 ± 20 .

Resultat:

Dendro nr:	Prov	Trädslag	Antal ÅR; 2 mätningar på vardera radie	Splint (Sp) Bark (B) Vank. (W)	Datering av yttersta årsring i provet	Beräknat Fällningsår E(Efter) V(vinterhalvåret)	Trädets Egenålder uppskattat ± 20
17381	1	Tall	252	Sp 40, ej W	1157	1177-1217	340
17382	2	Tall	213	Sp 19, ej W	1159	1200-1240	320

Beskrivning av den dendrokronologiska analysen och diskussion av proveniensens

Porten i Skönberga kyrka (ca 1 km sydost Söderköping), prov 17381

Porten består av två plank. Plankan som låset sitter på, dess ytterhalva (en radie) är analyserad. Virket uppvisar splint men saknar vankant här tillämpas en splintstatistik som är lämpad för just denna typ av virke, 80 ± 20 år.

Tallen är avverkad någon gång under åren 1177-1217.

Provensens är tämligen lokal (ett medvetet otydligt begrepp, bedömningsvis en radie på 5 max 10 mil), det stora dendrokronologiska materialet från Söderköping korrelera bäst, detta material är till stora delar helt lokal. Men det är en stor skillnad på virket i Söderköping som ofta är frodvuxet (snabbvuxet) och oftast avverkat före träden blivit 100 år. Detta träd är cirka 340 år och väl avmognat.

Porten i Bjälbo kyrka (c 10 km öst Motala), prov 17382

Porten består av tre plank. Plankan som gångjärnen sitter på, dess ytterhalva (en radie) är analyserad. Virket uppvisar splint men saknar vankant här tillämpas en splintstatistik som är lämpad för just denna typ av virke, 80 ± 20 år.

Tallen är avverkad någon gång under åren 1200-1240.

Provensens är tämligen lokal (jmf ovan) eller mer nordlig. Mosjö och Kista kyrkor i Närke ger höga dendrokronologiska korrelationer.

De båda träden (proven) har med stor sannolikhet vitt skilda växtorter.

Hans Linderson, Laboratorieföreståndare, Lunds Universitet

Bilaga 4: Rapport från metallurgisk analys (Källbom 2015, utdrag)

RAPPORT

Material- undersökningar

**Medeltida smide
från kyrkportar Bjälbo och Skönberga**

Arja Källbom

2015-08-14



Sammanfattning/slutsats

Ett antal materialprover från de medeltida kyrkportarna i Bjälbo och Skönberga har undersökts. Kemisk analys har skett med förbränningsmetod och laserjoniserande masspektroskopi. Metallografiska undersökningar har utförts med ljusoptisk reflekterande mikroskopering och svepelektronmikroskopi med röntgendiffraktionsanalys.

- Grundmassan är i huvudsak ren ferrit, rent järn.
- Kolhalten är mycket låg, kring ca 0,01 %.
- Det finns uppkolade områden (kolhalt 0,8 %) och ihopvållningszoner kan urskiljas tydligt.
- Det finns rikligt med stora, utbredda slagginneslutningar parallellt med smidets längsriktning. De innehåller bl a dendritiska oxider av järn och kisel, kalcium.
- Den kemiska sammansättningen har bestämts på ppb – nivå (miljardel) med LA-ICP-MS, en utrustning som Göteborgs Universitets geovetarcentrum använder bl a till att analysera malmer med. Jämförande undersökningar behövs för att säga mer om möjliga råvarukällor och framställningsmetoder.
- Svavelhalten är obefintlig i smidet från båda portarna. Därför exkluderas sulfidmalm som råvarukälla.
- Råvarorna är från olika källor för Skönbergaporten och Bjälboporten.
- Bjälboportens smide är mer homogent, med enhetliga mikrostruktur och tätare ytoxid.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning

1. Uppdrag.....	1
2. Provuttag.....	1
3. Undersökningar.....	1
3.1 Arbetsmetodik.....	1
3.2 Kemisk analys.....	3
3.3 Metallografi och SEM.....	5
4. Diskussion.....	6
4.1 Materialkarakteristik.....	6
4.2 Kemisk sammansättning.....	7
4.3 Tillverkningsmetod.....	8
5. Sammanfattning/slutsatser.....	8
Källor.....	9
BILAGA 1 : Provuttagi	
BILAGA 2 : Arbetsanteckningar metallografi och SEMi	
Bilaga 3: Rådata LA-ICP-MSi	

1. Uppdrag

Uppdraget var att utföra materialtekniska analyser av smitt beslagsjärn på portar från Skönberga och Bjälbo kyrka i Linköpings stift. Kontaktperson har varit Gunnar Nordanskog vid Svenska Kyrkan och Eva Tagesson Nyström vid Länsstyrelsen i Östergötland.

2. Provuttag

Fem till sex prover togs ut per port i samråd med Gunnar Nordanskog, när portarna fanns på Östergötlands museums konservatorsateljé i Linköping. Vi försökte att värdera vilka delar som var ursprungliga. Bl.a jämfördes Skönberga porten med sin systerport (via fotografier) som finns på museét. Proven togs ut manuellt med bågfil.

Vid tillfället tog Hans Lindersson från Lunds TH även ut prover för dendrokronologiska undersökningar (redovisas inte här).

3. Undersökningar

3.1 Arbetsmetodik

LA-ICP-MS är en förkortning för Laser Ablation - Inductively Coupled Plasma- Mass spectroscopy. Metoden behöver ytterst små provmängder (pictogram till femtogram) och är extremt noggrann. Den kan analysera grundämnen ner till ppb nivå (miljarddelar) och den mäter absolut mängd. Tekniken bygger på att en laser joniserar en yta i heliumatmosfär som då kan analyseras med masspektroskopi. Utrustningen som använts finns på geovetarcentrum på Göteborgs Universitet och är av fabrikat Agilent Technologies 8800 ICP-MS Triple Quad. Den används bl. a till att analysera malmer.

Vid provningstillfället skedde en kalibrering av referenser enligt tabell. Tyvärr kunde kolhalten inte analyseras i brist på lämplig referens. Värdena på övriga grundämnen uppges av Johan Hogmalm (kontaktperson) som ändå vara absoluta och påverkas ej av att kol inte kunde analyseras vid tillfället. Ytorna på valda prover var grovslipade med 180 grits papper. Fem gnistor analyserades per prov. Extremvärden togs bort efter analys. Proven var B1, B2, B4 och S4, S5, S6. Analyserna skedde i programvaran Glitter 4.4.

Tabell 1: Använda referenser vid LA- ICP- MS

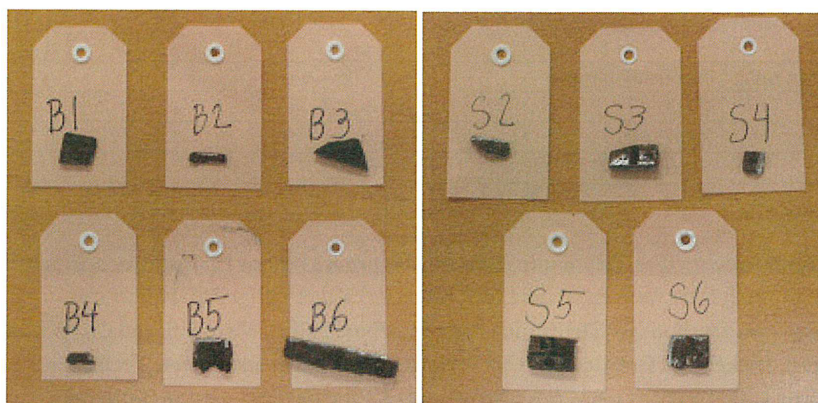
Referens nr	Referens namn	Specifikation
1	GSD	Glas basalt
2	NIST 610	Blåglas
3	Mass 1	Magnetit
4	BS28	Sulfid

Kolanalys skedde med en förbränningsmetod, där provet bränns i syrgasatmosfär och bildad CO₂ analyseras med en IR detektor. Analyserna sker enligt ASTM E 1019-11, "Standard Test Methods for Determination of Carbon, Sulfur, Nitrogen, and Oxygen in Steel, Iron, Nickel, and Cobalt Alloys by Various Combustion and Fusion Techniques". Analyserna kräver minst 1 gram prov. Proven var B1, B2, B4 och S4, S5, S6. Kolhalten anges inte på bekostnad av järnhalt. Undersökningarna har gjorts hos D-Lab I Degerfors och kontaktperson är Ingvar Bernhardsson.

Metallografiska undersökningar har utförts ljusoptiskt efter konventionell metallografisk provberedning av tvärsnitt, ner till 1 µm diamantpasta. Proven har fixerats vid hårdplastingjutningen med kopparspiraler, som syns som ljusa cirklar på bilderna. Provberedning av samtliga tvärsnitt har skett hos Swerea Swecast och kontaktperson är Lennart Sibeck. Något enstaka längdssnitt förekommer. Proverna etsades i Nital 2% och Nital 10 %, mellan 20 s-6 minuter. Nital består av salpetersyra i sprit. Många prov var svåretsade p.g.a låg kolhalt och inhomogen mikrostruktur. Kontroll av inneslutningar utfördes innan etsning eftersom de då framträder tydligare. I bilaga 2 finns rikligt med fotografier och arbetsanteckningar.

SEM/EDAX Röntgendispersiv analys

Ett prov vardera dörr valdes ut för analys av grundämnen med röntgendispersiv analys i SEM. Syftet var att få mer information om kemisk sammansättning hos defekter. Både BSE/backscatter och SE/vanligt analysläge användes. Element med hög atommassa detekteras som ljusa områden med BSE. Vid Accelerationsspänning var 20 keV och samplingstid några minuter. Det kommer alltid med lite signaler från omgivande material vid röntgendispersiv analys.



Provmaterial innan ingjutning i hårdplastkuts.

Karakterisering av mikrostruktur och inneslutningar har skett i förstöringsgrader 25, 40 och 400. Måttstickan ger en sann bild av dimensioner, eftersom en kalibrerad bildstorlek inte används.

Övrigt

Mikrohardhetsmätning var planerad eftersom materialets motstånd mot intryck av en främmande provkropp är direkt proportionell med sträckgräns. Med tanke på provens heterogenitet och defektinnehåll togs beslut togs att inte utföra den eftersom värdena blir svårtolkade och med stor variation.

3.2 Kemisk analys

Av tabell 2 framgår medelvärden av kemisk analys, avrundade till närmaste decimal. Värden under 100 ppm anges med två decimaler. Fullständiga värden/rådata framkommer av bilaga 3, angivna i ppm (parts per million).

1 ppm = 1000 ppb, parts per billion

1 ppm = 0,0001 %

Tabell 2: Medelvärde av fem mätningar per prov (ej kolhalt), ppm

Vanliga legeringselement %						
	S4	S5	S6	B1	B2	B4
Fe	97,196	96,820	93,393	95,513	94,936	98,011
C	0,018	0,092	0,017	0,010	0,098	0,066
Mn*	0,340	0,096	0,039	0,0030	0,0020	0,0039
Vanliga slaggbildande element, ppm						
Na	264,4	63,0	76,3	72,2	26,4	154,0
Mg	702,4	193,3	163,0	12,5	11,7	6,1
Al	3347,6	904,9	511,9	62,8	82,9	9,4
Si*	16366,4	4708,2	2579,5	2357,6	2595,8	2010,7
Ca	2803,7	944,4	238,1	110,2	48,0	117,8
Ti	248,0	96,5	51,4	19,3	52,2	10,3
V	15,6	5,3	8,8	4,6	5,3	4,3
Cr	19,27	9,08	13,68	0,77	1,44	1,71
Föroreningar/spårelement, ppm						
P*	2636,9	2227,6	2871,7	630,7	732,7	3626,3
S	0	0	0	0	0	0
Sc	1,29	0,50	0,72	0,39	0,22	0,51
Co*	286,7	275,0	194,0	708,5	114,7	411,7
Ni*	646,0	684,7	328,4	66,95	31,66	19,65
Cu*	254,8	289,2	447,9	359,8	421,0	258,9
Zn	150,1	184,7	147,7	605,4	234,2	236,6
Ga	9,46	10,11	17,32	5,08	4,30	7,99
As	161,5	139,0	211,1	295,8	80,03	20,46
Y	12,63	18,27	52,94	56,22	39,82	23,05
Zr	18,04	6,20	168,8	194,7	59,92	39,47
Nb*	0,94	0,46	0,41	0,34	0,19	0,36
Mo*	26,87	25,49	10,09	161,5	23,05	8,76

*Indelningen här är något svävande eftersom grundämnen kan ha flera funktioner. Mn och Si räknas idag som legeringselement i stål men kan knappast ha varit avsiktliga i detta smidesjärn. Mn och Si är samtidigt slaggbildare. P och S räknas som föroreningselement men är slaggbildare i närvaro av CaO. Ni, Nb, Mo är legeringselement i moderna höglegerade stål men här att betrakta som föroreningar eftersom de inte går att raffinera bort. Cu och Cr är svåroxiderade. Slagger som kan bildas är bl a Na₂O, MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, SO₃, K₂O, CaO, TiO₂, Cr₂O₃, V₂O₅, MnO, FeO samt övergångsfaser mellan dessa och järn t ex fayalit, monticellit m fl.

3.3 Metallografi och SEM

- Samtliga prov uppvisar stor mängd inneslutningar, som är orienterade i tvärsnittens längsriktning (tvådimensionella). Inneslutningarna består av oxidföreningar, primärt av järn och kisel även om det finns andra slaggar som innehåller andra typiska slaggbildare. Skönbergssmidet innehåller mer komplexa slaggar.
- Inneslutningarna kan vara mer eller mindre spröda med t ex krackeleringar. De kan också vara porösa, främst i gränsytan mot grundmassan. Inneslutningarna består av ett två- (ev. partiellt tre) -fas eutektiskt system. Inneslutningarna är ljusare globulära i en mörkare grundmassa, däremellan finns en typisk blandad eutektisk struktur. De är ca 50–200 µm men längden kan vara centimetrar. I porositeter kan man se att inneslutningarna är dendritiska.
- Spår/dekorationer är frambearbetade i varmt tillstånd och eftersom närområdet är rekristalliserat tyder det på att upphettats igen efter att ha plasticerats över en kritisk grad. Rekristallisationstemperaturen är ca 50 % av smälttemperaturen.
- Ändarna har ett "avklippt" tvärt eller deformerat utseende. Deformationen har skett i varmt tillstånd, med eller utan påföljande upphettning.
- Vid styckenas försänkning/bearbetning syns deformation och förstärkt ytrost. Ytrosten uppvisar spröd karakteristik, med sprickbildning. Den visar tecken på att ha penetrerat materialet och följer ibland inneslutningar. Det kan vara frågan om både primära, ursprungliga oxider men även sekundär oxidation. Ytoxider/rost varierar i tjocklek från obefintlig upp till ca 500 µm.

4. Diskussion

4.1 Materialkaraktistik

Grundmassa

Materialen karakteriseras av heterogena bandade helferritiska strukturer p g a den låga kolhalten. Ferrit är mjukt och duktilt/elastiskt men med ringa hållfasthet. Det är också uppenbart att uppkolning även lett till perlitiska strukturer (eutektoid sammansättning med 0,8 % kol). Perlit är en eutektisk /lamellär struktur) bestående av ferrit och järnkarbid. Perlitisk struktur har en förhöjd hårdhet, proportionalitets/sträckgräns och brottgräns på bekostnad av duktilitet/brottförlängning. Uppkolning resulterar också i en proeutektoidisk ferritform, som anas som en denritisk skuggstruktur och som har koppling till s k widmanstättenferrit. Widmanstättenferrit är taggig i sin struktur och möjliga brottanvisningar ur ett brottmekaniskt hänseende, och påverkar egenskaperna på liknande sätt som perlit. Widmanstättenferrit uppstår p g a långvarig och/eller upprepad upphettning av materialet. Man kan också se att mekanisk bearbetning och upprepad uppvärmning resulterar i både korntillväxt (försämrade mekaniska egenskaper) och rekristallisation (som resulterar i tillväxt av nya, små korn och därmed goda mekaniska egenskaper). De ihopvällningar som smeden gjorde vid tillverkningen kan ses om olika zoner, band, med skillnader i mikrostruktur. De ornament/spår som finns i materialet är frambearbetade i varmt tillstånd och med efterföljande uppvärmning eftersom omkringliggande material är deformerat och rekristalliserat. Skönbergasmidet innehåller mer perlitisk struktur (inkl. widmanstättenferrit) än Bjälbo. Bjälbosmidet kan därmed förväntas ha större duktilitet men är mjukare och har lägre hållfasthet.

Slagginneslutningar

Materialen är ”fibriga” och påminner om komposit. Slagginneslutningarna består av olika oxider av främst järn och kisel (finns rikligt i alla prov, och de kan vara upp till centimeterlånga. De innehåller även oxider av calcium och fosfor. Det finns sidoslagger med varierande innehåll t ex Cr, Mn. Överlag är slaggerna mer komplexa i Skönbergasmidet, och innehåller förutom $\text{FeO-SiO}_2\text{-CaO}$ även oxider av Ti, Al, Mg, K, Mn. Bjälbosmidet innehåller generellt sett mer tunna, utdragna slagginneslutningar. Eutektiska slagginneslutningar finns där även som tunna skivor.

Slaggerna påverkar materialegenskaperna på många sätt. De är glaslika och en påstådd bidragande orsak till det äldre smidets goda korrosionsegenskaper. Det finns dock olika hypoteser kring detta. Till de negativa egenskaperna som inneslutningarna bidrar till är att de är svaghetsställen i och initierar sprickor och porer. De bidrar till försämrade statiska och dynamiska egenskaper t ex slagseghets- och utmattningsegenskaper. De torde även sänka materialets duktilitet trots lågkolhaltig ferritisk grundmassa. Goda korrosionsegenskaper hänförs till att de glaslika utbredda

defekterna fungerar som elektrokemiska isolatorer och därmed ett elektrokemiskt skydd. Till det kan man invända att slagginneslutningarna ofta är spröda och krackelerade, ofta har kaviteter i gränssytan mot grundmassan – möjliga passager och platser för ansamling av elektrolyt. Slaggerna anges vara gynnsamma ur materialets bearbetningssynpunkt och uppges fungera som lubrikanter i varmt tillstånd. .

Rent järn har i sig en låg elektrokemisk normalpotential och används bl a som offeranoder till t ex skepp.

Utskiljningar

Det finns också utskiljningar i korn och i korngränser. Utskiljningar i korn kan inte ges en tillfredsställande förklaring till här men tyder på en fast övermättad av grundämnen. Partikellika korngränsutskiljningar har visat sig vara bl a fosfider, och illustrerar nästan skolboksmässigt hur de förhindrar korngränsvandring/korntillväxt. De torde med sin runda form vara något gynnsamma för mekaniska egenskaper. Kontinuerliga små korngränsutskiljningar kan vara fosfider eller eventuellt cementit. Det är svårt att bestämma ljusoptiskt.

Ytoxiderna har gemensamt i både Skönberga- och Bjälbosmidet att deras sammansättning verkar bestå av minst två olika oxider med varierande kemisk sammansättning. Det är möjligt att den cirkulärt penetrerande gränssytan mellan grundmassa och ytoxid indikerar någon tidigare behandling som betat ytan. Bjälbos ytoxid är tätare och mindre spröd vilket metallografiska undersökningar bekräftar. Det kunde också observeras okulärt. Möjligen speglar ytoxiderna större heterogenitet hos materialet.

4.2 Kemisk sammansättning

Samtliga prover innehåller kolhalter kring 0,01 %. Inga prov innehåller något svavel alls, inte ens spår, därför är det uteslutet att råvarans ursprung skulle kunna vara sulfidmalmer. I Bjälboproverna är halten av Mn, Mg, Al, Ca, P, Cr, Ni tydligt lägre än i Skönbergaproverna.

Det finns geologiska data utförda på malmråvaror med ICP-MS bl a på Göteborgs Universitet och SGU. Vi saknar jämförande värden på möjliga källor till ursprungsmaterial, vilket främst kan avgöras på halterna av föroreningsämnen.

4.3 Tillverkningsmetod

Vi känner inte till tillverkningsmetoderna för att framställa smidet från Bjälbo eller Skönberga. Materialen uppvisar både likheter och olikheter.

Vanligtvis anser man att medeltida smide har tillverkats med Osmundmetoden, en härdfärskningsmetod som användes in på 1600-talet. Råmaterialet är tackjärn (d v s högkolhaltigt järn) från masugn. Europas äldsta kända masugn, Lapphyttan, ligger i Norberg och den är daterad till mellan 1150 och 1225. Blästerugnar har använts sedan järnåldern. Det är en direktreduktionsmetod som producerar ett lågkolhaltigt men slaggrikt, heterogent ämne. Ämnet bearbetas och raffinerar vidare i hård.

Slagginneslutningarna påverkas av systemets material (råvaror, gångsten, ugnsinfodringar, raffineringstillätsar t ex kol och flusser), termodynamik och kinetik hos härdfärsknings- och omsmältningsprocesser. Slagg är viktiga aktiva komponenter i reningsprocesserna i masugn/blästerugn och vidare raffinering i hård. Genom att fortsätta detaljstudera slagginneslutningarnas typ och järnets föroreningshalter, kan vi komma närmare svaret kring ursprung. Förutom de metoder som använts här kan t ex bildanalys kopplas till mikroskopien, samt använda t ex röntgenfluorescens (XRF), röntgendiffraktion (XRD), analys av blyisotoper.

5. Sammanfattning/slutsatser

Ett antal materialprover från de medeltida kyrkportarna i Bjälbo och Skönberga har undersökts. Kemisk analys har skett med förbränningsmetod och laserjoniserande masspektroskopi. Metallografiska undersökningar har utförts med ljusoptisk reflekterande mikroskopering och svepelektronmikroskopi med röntgendispersiv analys.

- Grundmassan är i huvudsak ren ferrit, rent järn.
- Kolhalten är mycket låg, kring ca 0,01 %.
- Det finns uppkolade områden (kolhalt 0,8 %) och ihopvällningszoner kan urskiljas tydligt.
- Det finns rikligt med stora, utbredda slagginneslutningar parallellt med smidets längsriktning. De innehåller bl a dendritiska oxider av järn och kisel, kalcium.
- Den kemiska sammansättningen har bestämts på ppb – nivå (miljardel) med LA-ICP-MS, en utrustning som Göteborgs Universitets geovetarcentrum använder bl a till att analysera malmer med. Jämförande undersökningar behövs för att säga mer om möjliga råvarukällor och framställningsmetoder.
- Svavelhalten är obefintlig i smidet från båda portarna. Därför exkluderas sulfidmalm som råvarukälla.
- Råvarorna är från olika källor för Skönbergaporten och Bjälboporten.
- Bjälboportens smide är mer homogent, med enhetligare mikrostruktur och tätare ytoxid.

Källor

Madeleine Durand-Charre : Microstructure of Steels and Cast Irons
Springer Verlag- berlin Heidelbergs. 2003. ISBN 9783662087299

Vagn Fabritius Buchwald :Iron and Steel in Ancient Times
Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, 2005. Historiske-Filosofiske skrifter 29.

Buchwald et al: Slag analysis as a method for the characterization and provenancing of ancient iron objects. Materials characterization no 40, 1998.

Källbom:. Medeltida kyrkportar i Bjälbo och Skönberga. Vårdplan och provtagning.
Rapport 2014-10-27

Statens Geologiska Undersökning,
<http://www.sgu.se/mineralnaring/svensk-gruvnaring/historiska-gruvor/>
2015-08-15

Järnriket, <http://www.jarnriket.com/>
2015-08-15

Shropshire History,
http://shropshirehistory.com/iron/iron_making.htm
2015-08-15

Real wrought iron
<http://www.realwroughtiron.com>. 2015-08-10

Bilaga 5: Populariserad framställning av den metallurgiska analysen (Syster Umbra blogg)

I den medeltida bergsmannens och smedens spår

14 september 2015 in [Uncategorized](#) | Tags: [Handens spår](#), [Metallurgi](#)

Vi utförde materialkaraktisering av medeltida dekorativt smide från kyrkporterna i Bjälbo och Skönberga kyrka. Uppdragsgivare har varit Linköpings stift, med tillstånd av Länsstyrelsen i östergötland.

Karaktiseringen omfattar både metallografi och kemisk analys. Till kemisk analys har använts två metoder; LA-ICP-MS och förbränningsteknik. Den förstnämnda metoden använder laser till kromatografi/masspektroskopi och är extremt noggrann. Den finns på Geovetarcentrum på Göteborgs Universitet. Den mäter halter av grundämnena till ppb (miljarddelar) och har använts för att kunna få framtida ledtrådar om malmens ursprung. Analyserna visar att råmaterialet är olika till kyrkorna, men att ingen av dem härrör från sulfidmalm.

Som modern metallurg får man sällan möjlighet att analysera sådant här material. Det består av nästan rent järn (kolhalt under 0,01%) och i det kan man med ljusoptiska mikroskop av tvärsnitt beskåda tydliga spår av smedens hand i form av plastisk bearbetning, upprepade uppvärmning, uppkolning, ihopvällning. Materialet innehåller stora mängder utbredda tunna slaggar (järn-, kalcium- och kiseloxider), parallellt med smidets längsriktningar. Det finns fosfider men inte sulfider. Slaggar och inneslutningar har undersökts med svepelektronmikroskopi (SEM/EDAX). Idag är produktionsmetoderna så kontrollerade så att slaggar inte kvarblir i stål, de har negativ inverkan på både statiska och dynamiska hållfasthetsegenskaper. Fast i det medeltida smidet, som är känt för sitt stora korrosionsmotstånd spelar slaggerna sannolikt en avgörande roll. I kombination med i princip rent järn fås också ett material som karakteriseras av stor duktilitet och seghet.

Man kan inte annat än imponeras av de medeltida bergsmännen och smederna som trots att de inte kände till grundämnena, lyckades producera ett smidesjärn som hållit i 850 år. Nu skulle vi behöva jämföra de kemiska analyserna med dito av malmfyndigheter och arkeologiskt material för att hitta samband med signifikanta föroreningshalter. Fortsättning följer kanske.

Ur bloggen Syster Umbra <https://systerumbra.wordpress.com/2015/09/14/i-den-medeltida-bergsmannens-och-smedens-spar/> (2015-09-30)