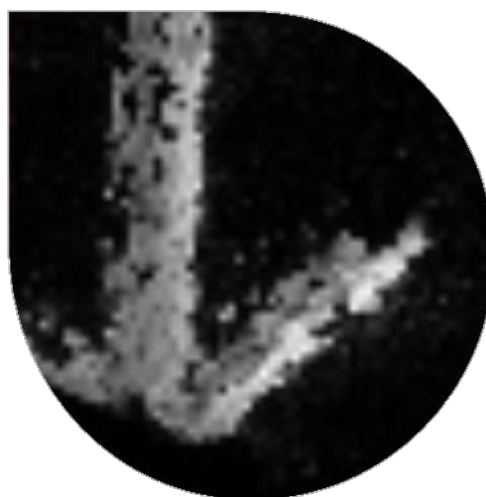
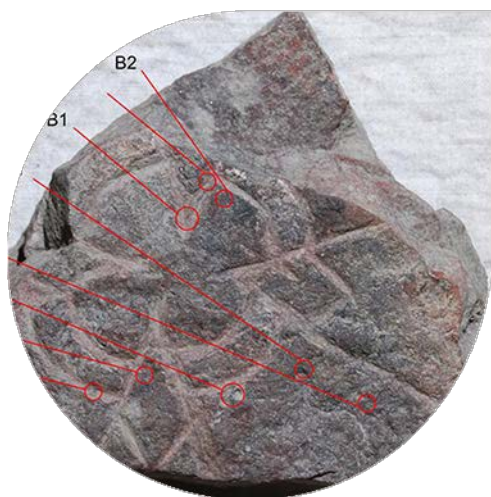
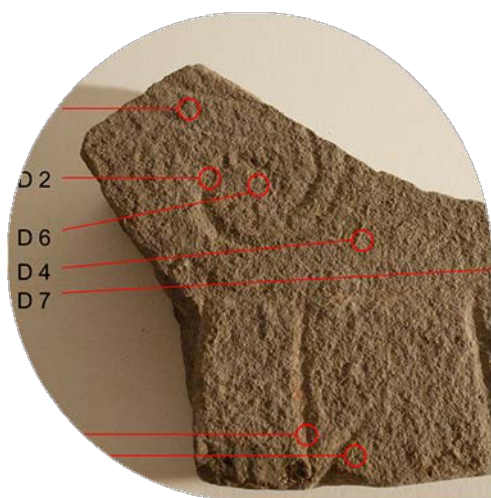


Laborativa runanalyser I

Pigmentanalyser



Riksantikvarieämbetet
Box 1114
621 22 Visby
Tel 08-5191 80 00
www.raa.se
registrator@raa.se

Riksantikvarieämbetet 2017
Laborativa runanalyser I: Pigmentanalyser
Upphovsrätt, där inget annat anges,
enligt Creative Commons licens CC BY.
Villkor på <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/se>

Innehåll

Inledning	5
Urval	7
Metoder	8
SEM och polarisationsmikroskopi.....	8
μXRF	9
Analys	10
Norrköping.....	10
<i>Norrköping FY105:1088:1</i>	10
Sigtuna	11
<i>Sigtuna F21531, kvarteret Professorn</i>	11
<i>Sigtuna F3778</i>	12
Spånga kyrkogård.....	12
<i>Spånga F1</i>	13
<i>Spånga F23</i>	14
<i>Spånga F22</i>	15
<i>Spånga Nyfynd 1999</i>	17
Diskussion och källkritik	18
Hantering av nyfynd inför provtagning/analys.....	18
Om färg på sten.....	19
Resultat och sammanfattning	21
Framtida studier	22
Referenser	23
Bilaga	25

Inledning

I denna rapport redogörs för pigmentanalyser på fragment av senvikingatida runstenar eller tidigkristna gravmonument (1000-tal till tidigt 1100-tal). Undersökning och provtagning har gjorts på sju stenar från tre olika lokaler, Norrköping, Spånga och Sigtuna. Stenarna har lånats in från Arkeologikonstult, Sigtuna museum, Stockholms stadsmuseum samt Spånga församling.

Syftet är att öka vår kännedom om bemålning, vilken typ av pigment och bindemedel som kan ha använts, hur och var på gravhällarna dessa har applicerats eller om andra ytbehandlingar, som till exempel infettning eller vaxning, har förekommit.

Varje år görs nyfynd av runinskrifter på olika material och föremålstyper, däribland runstenar och runstensfragment. En del av dessa nyfynd har mycket tydliga färgspår, medan det på andra kan finnas spår bevarade som är osynliga för blotta ögat. Kan vi upptäcka bemålning på runstensfragmenten även om synliga spår saknas? Färg består, förutom av pigment, alltid av bindemedel. Ibland har även något lösningsmedel tillsatts för att påverka färgens viskositet vid uppmålning. För att säkerställa och dokumentera dessa spår innan föremålen blir kontaminerade är det önskvärt att naturvetenskapliga analyser utförs i större utsträckning än vad som görs idag och att dessa analyser utförs snarast möjligt då fyndet har tagits ur jorden.

Kunskap om vilka pigment som har använts, lokala eller förmodat exklusivare importerade, kan säga något om den sociala kontexten för objektet eller dess ägare. För runstudier kan det vara av vikt om ett fynd från en speciell lokal har tillverkats under specifika omständigheter. Exempelvis kan förekomsten av dyra, importerade pigment på en runsten tyda på en högre status hos beställaren jämfört med en som fått nöja sig med billiga lokala jordfärger. Även ganska anspråkslösa fragment kan med kännedom om proveniens i kombination med laborativa analyser ge intressanta resultat.

Undersökningarna gjordes 2012–2013 inom projektet Laborativa runanalyser.¹ Syftet med projektet är att bidra till runforskningen genom analyser med den utrustning som står till buds vid Kulturarvslaboratoriet i Visby. En förväntad synergieffekt är att bidra till uppbyggnaden av Kulturarvslaboratoriets referenssamling av historiska pigment och bindemedel. I projektet ingår även att analysera svårlästa och dolda runinskrifter med metoder som RTI (Reflectance Transformation Imaging) och digital röntgen, men detta redogörs för i rapporten *Laborativa runanalyser II: Svårlästa runinskrifter* (under utgivning). En fråga är också i vilken grad de olika

¹ Analyserna har gjorts av Kathrin Hinrichs Degerblad och Kaj Thuresson. Helen Simonsson har bidragit med diskussion om färg på sten och stenartens inverkan på analyser. Magnus Källström lånade fram materialet utifrån aktuella frågeställningar och Laila Kitzler Åhfeldt har sammanställt rapporten.

analys- och dokumentationsmetoderna kan appliceras på svårtillgängliga platser ute i fält.

Analyser av bevarade pigment och bindemedel på runstenar har tidigare gjorts vid Riksantikvarieämbetet, däribland på några av de stenar som nu åter analyseras.² I den mån det är möjligt har resultaten jämförts med dessa tidigare undersökningar.

² Tronner, Nord & Gustavson, 2002.

Urval

För denna undersökning har ett urval gjorts av stenar som påträffats vid arkeologiska utgrävningar i senvikingatida och medeltida kontext under perioden 1999–2011. Färgspåren på dessa bör ha varit relativt skyddade då de tidigt kommit i jorden, till skillnad från runstenar exponerade i det fria. Det rör sig om sju fragment av tidigkristna gravmonument från Norrköping, Spånga och Sigtuna (Figur 1). Alla utom ett (Sigtuna F 3778) har synliga färgspår (Figur 5).

Cecilia Ljung har nyligen gjort en ingående studie av tidigkristna gravmonument och funnit att de sannolikt restes utomhus, vilket man kan sluta sig till av bland annat in situ-fynd av gravhällar samt deras storlek och form. Gravmonumentens utformning varierar regionalt. I Götalandskapen dominerar de liggande hällarna med en eller två gavelhällar, medan de på Öland och i Uppland har utformats som små resta stenar. Man kan föreställa sig att de har haft mycket färg, och de kan även ha målats om.³ Eftersom de ofta förekommer i speciella kyrkliga miljöer har de i tidigare forskning kopplats till de övre samhällsskikten och tidigmedeltida kungaätter, men det finns en variation mellan fyndplatserna.⁴ Gravmonumenten påträffas ofta inmurade i medeltida kyrkmurar, som exempelvis i Köpings kyrka på Öland. Det tycks som om de ofta har slagits sönder ganska kort tid efter att de har tillverkats, som de här analyserade fragmenten från Spånga.⁵

Fyndnr	Signum*	Provtagningsserie	Inlänat från
Ög Norrköping FY105:1088	Ög Carlsson2012:19	105:1088 1–6	Arkeologikonsult
U Sigtuna F3778, kv. Professorn 1 (1999– 2000)	U ATA322-4014- 2011:1	E1–8	Sigtuna Museum
U Sigtuna F21531, kv. Professorn 1 (1999– 2000)	U ATA322-4014- 2011:2	F1–2	Sigtuna Museum
U Spånga korsristat fragment 1999	U NOR2000;36	C1–2	Spånga församling
U Spånga F1, SSM 64896/70020	U NOR2002;33A	A1–8	Stockholms Stadsmuseum
U Spånga F22, SSM 64896/70020	U NOR2002;33E	D1–7	Stockholms Stadsmuseum
U Spånga F23, SSM 64896/70020	U NOR2002;33A	B1–7	Stockholms Stadsmuseum

Figur 1. Stenfragment i undersökningen. *Signum i Samnordisk runtextdatabas.

³ Ljung 2016, s. 150, 181–182.

⁴ Ljung 2016, s. 181 och där anförda referenser.

⁵ Källström 2009, s. 43.

Metoder

Primärt har hela stenens yta detaljstuderats under mikroskop, dels för att hitta representativa ställen för provtagning, dels för att upptäcka eventuella spår från tidigare behandlingar av stenen. Provtagning utfördes under mikroskop med skalpell och tandläkarverktyg. Provmaterial har placerats i märkta glasbehållare.

En del av provmaterialet har preparerats för analys i svepelektronmikroskop (SEM). Återstående material kan prepareras för polarisationsmikroskopi och om provmängden medger även för tvärsnittsanalys. Preliminära undersökningar har gjorts med SEM och polarisationsmikroskopi av Kathrin Hinrichs Degerblad, samt därefter analyser med μ XRF av Kaj Thuresson.



Figur 2. Prover preparerade för pigmentanalys i svepelektronmikroskop (SEM) och polarisationsmikroskop. Foto: Helen Simonsson.

SEM och polarisationsmikroskopi

Svepelektronmikroskopet (LEO 1455VP) med utrustning för mikroröntgenanalys (LINK/Oxford Inca-400) används för grundämnesanalys och för dokumentation av ytor i kraftig förstoring. Nikon Optiphot Stereomikroskop, utrustad med polarisationsfilter för genomfallande ljus, har använts för undersökning av pigmentens optiska egenskaper. Proven jämfördes mot kända nutida prov av blyvitt, blymönja, falurödfärg och järnoxidsvart.

μ XRF

Röntgenfluorescens-spektroskopi (XRF) är en analysmetod för att bestämma grundämnessammansättningen av ett objekt. μ XRF är XRF som utförs på en mycket liten punkt på ytan av ett föremål. Instrumentet som användes (ARTAX 800, BRUKER) är utrustat med en polykapillärlins (0,060) som möjliggör en fokuspunkt för analysen på $<100 \mu\text{m}$, med hög intensitet. Röntgenröret (Mo) genererar en spänning av 50 keV, med en strömstyrka av 600 μA . Instrumentet detekterar grundämnen med atomnummer från och med natrium och uppåt. Lättare ämnen som kol, kväve och syre kan inte analyseras. Instrumentet är utrustat med en datorstyrd och programmerbar motor, vilket gör att instrumentet kan utföra upprepade mätningar, för fördelningsstudier av grundämnen över en mindre yta ("mapping", grundämneskartläggning). Vissa analyser utfördes med filter (Al 315,00 μm) vilket reducerar signaler från lätta ämnen. Alla analyser utfördes i luft (utan tillförsel av helium, He). ARTAX 800 är även ett portabelt analysinstrument som vid behov möjliggör mätningar i fält.

Analys

Norrköping

Norrköping FY105:1088:1

Detta fragment påträffades vid arkeologisk utgrävning 2011 i centrala Norrköping, inom utbredningen av ett medeltida stadslager, Kvarteret Rådstugan. Fragmentet är en del av en gavelhäll och har dekor på båda sidorna. Det är av vit kalksten och kan dateras till 1000-tal e.Kr. Det påträffades i en nedgrävning som daterats med ^{14}C till 1290–1420, och har alltså slagits sönder innan dess. Fragmentet har synliga spår av färg i ornamentiken.⁶ Det saknar runor men har med högsta sannolikt ingått i ett runristat tidigkristet gravmonument.



Figur 3. Norrköping. FY105:1088. Foto: Kenneth Svensson, Arkeologikonsult.

Resultat av SEM och polarisationsmikroskopi tyder på att färgen innehåller järn. Visuell jämförelse med referens av modernt järnoxidpigment visade likheter. Detta kan finnas lokalt i jorden. Resultaten från μXRF visar tydligt att bly finns i huggspåren (se bilaga). Vilken typ av blypigment det är kan inte fastställas, men i analysområdet sammanfaller blyspåret med ett svagt spår av svavel. Vid analyser av fler runfragment längre fram är det tänkbart att det kan preciseras närmare vad färgen på Norrköpingstenen har bestått av.

⁶ Carlsson 2012, s. 19–20, fyndnr. 105:1088:1.

Sigtuna

Sigtuna F21531, kvarteret Professorn

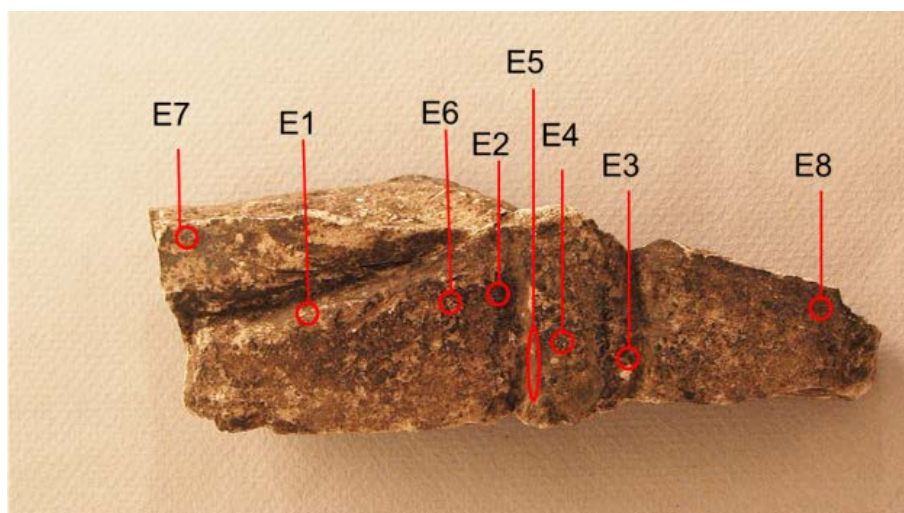
Figur 4. Sigtuna F21531, kvarteret Professorn. Foto: Helen Simonsson.

Fragmentet består av röd sandsten och påträffades vid den arkeologiska undersökningen i kvarteret Professorn 1 i Sigtuna 1999. Fragmentet tillhör ett avsatt utomhuslager och är därmed knutet till en bestämd arkeologisk kontext. Ristningslinjerna är fyllda med bemålning, som i dag har en gulgrå nyans.⁷

Resultaten från μ XRF visar på mycket tydliga spår av bly i huggspåren (se bilaga). Färgen är hård, varför det inte gick att lösgöra någon färgflaga. Därmed gick det inte att göra några SEM-analyser.

⁷ Källström 2011.

Sigtuna F3778



Figur 5. Sigtuna F3778, provserie E, kvarteret Professorn. Foto: Helen Simonsson.

Fragmentet består av grå kalksten och påträffades i en kontext som utgjorde en del av ett hus, sannolikt ett raseringslager.⁸ Det ornerade fragmentet är från samma undersökning som det ovan, men saknar för ögat synliga pigmentrester. Den specifika frågeställningen för detta fragment är om det alls har varit bemålat.

Fragmentet har analyserats med μ XRF. På F3778 kördes samma område i 3 upplösningsgrader, där den finaste upplösningen (0,1 mm) visar att det finns bly i huggspåret. Därefter utfördes en s.k. map-analys (grundämneskartläggning) över ett större område. Då framkom även att det kan ha funnits en prickornamentik vid sidan av ett av huggspåren (se bilaga). Runstensfragmentet är limmat, men i övrigt inte rengjort. Det intressanta här är att analysen tyder på att det varit målat, trots att ingenting syns av detta idag.

Spånga kyrkogård

På Spånga kyrkogård har fynd av runstens-/gravhällsfragment gjorts vid upprepade tillfällen.⁹ Fyra av dessa har analyserats i denna undersökning, varav två hör samman. Samtliga fragmenten är av röd sandsten. Analyser av färgpigment har tidigare gjorts vid Riksantikvarieämbetet 2001, på enheten ATm.¹⁰ Vid detta tillfälle rengjordes även stenarna vid Riksantikvarieämbetet.

Röd sandsten förekommer naturligt på öarna Ekerö, Pingst och Midsommar i Mälaren, samt i Gävletrakten och är vanligt i senvikingatida kyrkogårdsmonument i Uppland. En geologisk undersökning av uppländska sandstensrunstenar har gjorts av Stefan E. Hagenfeldt, främst utifrån litologi och sedimentär struktur.¹¹

⁸ Källström 2011.

⁹ Källström 2009.

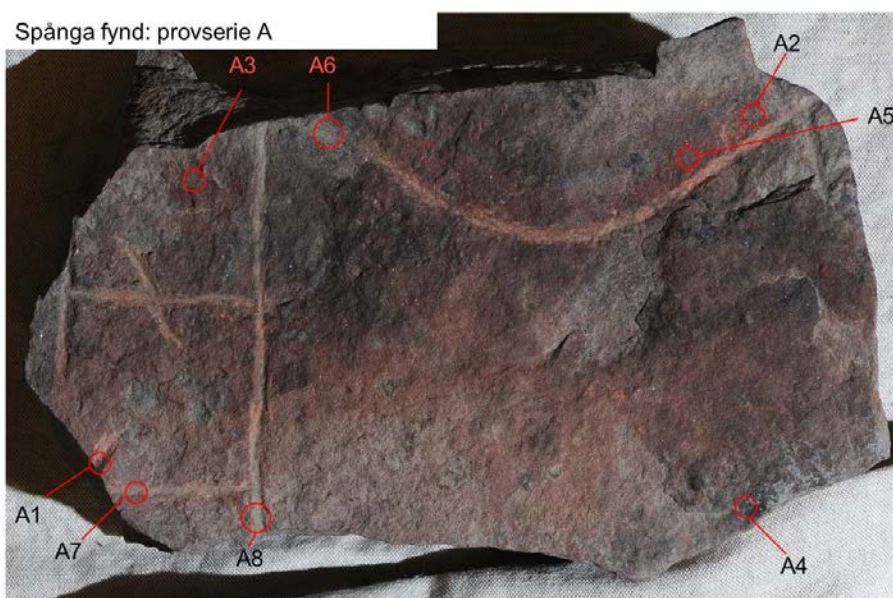
¹⁰ Tronner & Nord 2001.

¹¹ Hagenfeldt & Palm 1996, s. 73ff.

Spånga F1



Figur 6. Runstensfragmenten F1 och F23. Foto: Magnus Källström. Efter Källström 2009, s. 36, Fig. 41.



Figur 7. Spånga F1. Foto: Kathrin Hinrichs Degerblad.

Två av runstensfragmenten (F1 och F23) har passning och kommer från samma monument (Figur 6). De består av mörkröd finkornig sandsten¹² och påträffades i en smältugn för klockgjutning.¹³ Redan i fält uppmärksammades väl synlig röd färg i ristningslinjerna och även ett svart streck, som inte är hugget, parallellt med ornamentlinjen. En analys av pigment på F1 har tidigare gjorts 2001.¹⁴

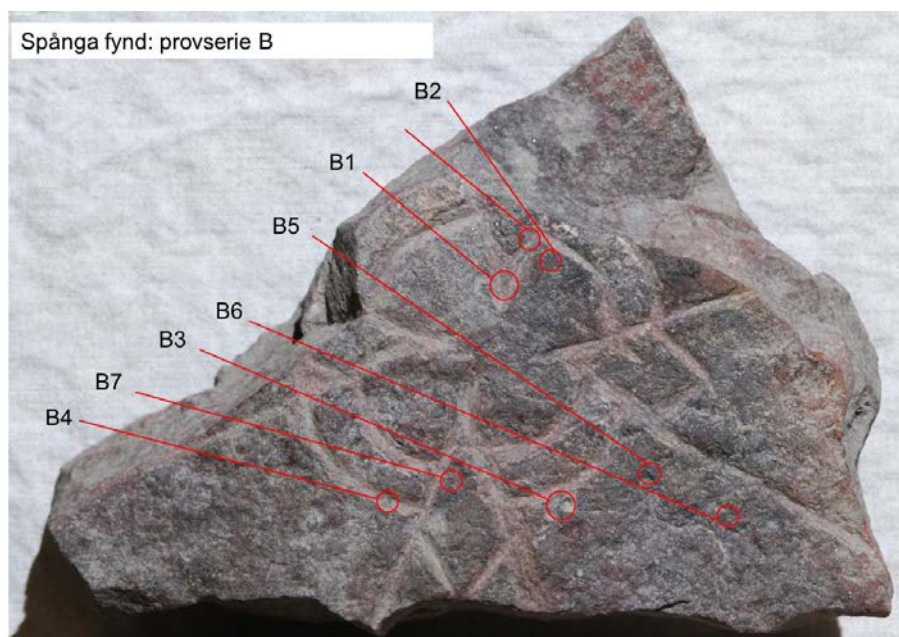
¹² Källström 2009, s. 36, med vidare referens till Gustavson 2004.

¹³ Anl. K129, Wändesjö 2009, s. 17; Källström 2009, s. 35.

¹⁴ Tronner & Nord 2001, prov 01:10.

Prover har tagits både i ristningslinjerna och på ytor vid sidan om dessa. Spår av koppar och titan påvisades, som eventuellt kan komma från den medeltida ugn där fragmentet hittades. Det kan inte helt uteslutas att kopparspår även kan komma från en modern kopparborste. Resultaten från μ XRF är svårtolkade, då ett för litet område analyserades (området som analyserades var vid provserie A, A5). Analyserna antyder att det finns ett blyspår vid sidan av ristningen, på det ställe där grundämneskartläggningen utfördes.

Spånga F23



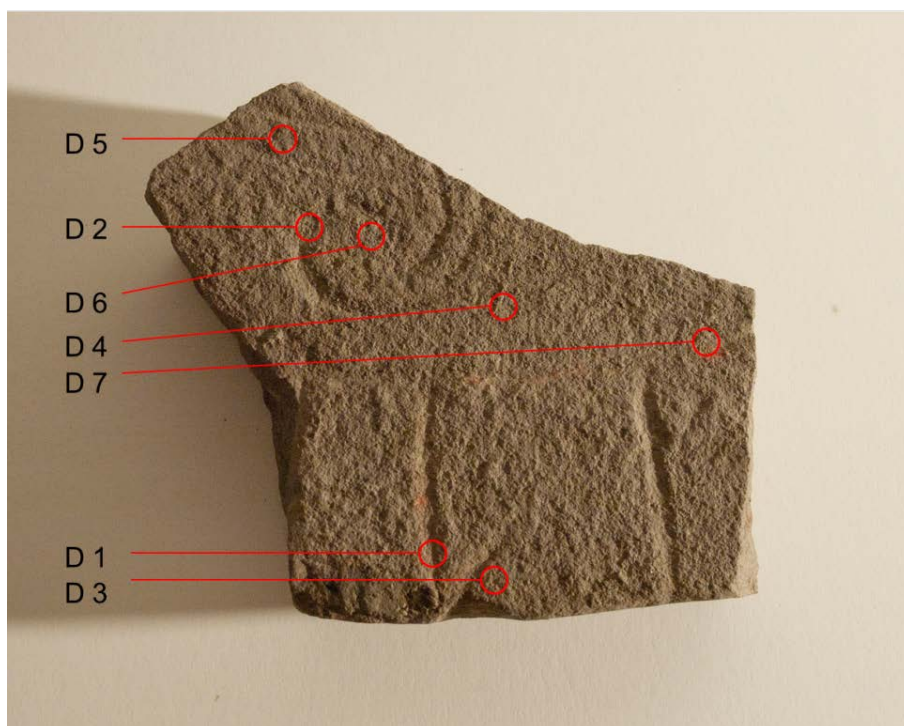
Figur 8. Spånga F23. Foto: Kathrin Hinrichs Degerblad.

Fragment F23 hör samman med F1 (se ovan) och påträffades i samma smältugn för klockgjutning. Fragmentet är av röd sandsten.

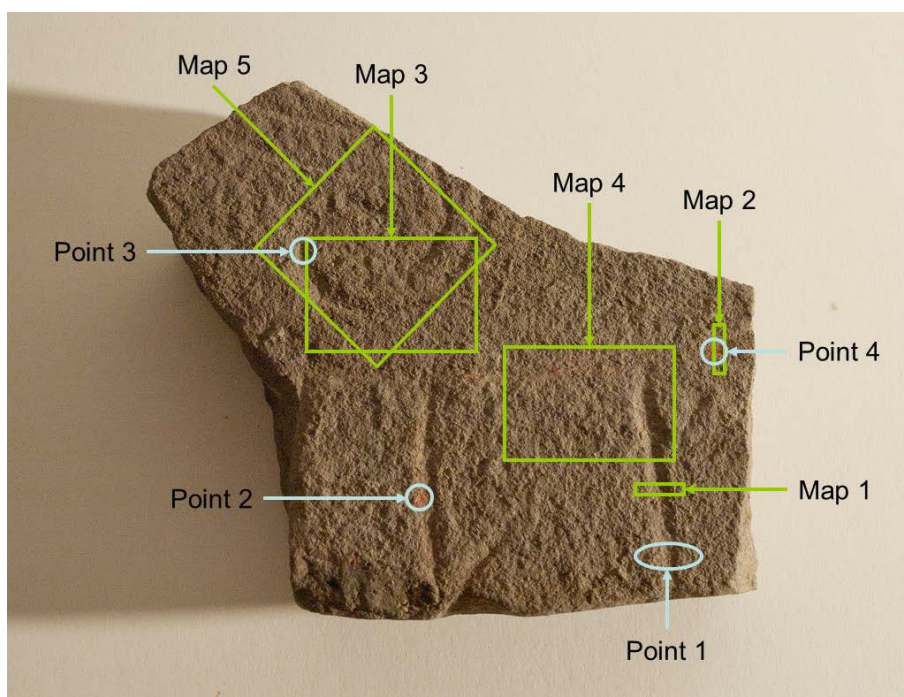
Koppar finns spritt över ytan med ristningen (baksidan och sidorna har inte undersökts), men kommer förmodligen inte från sandstenen. Det kan möjligen komma från klockgjutarugnen där stenen påträffades, eller eventuellt härröra från en borste som kan ha använts vid rengöring av stenen. Det finns en del bly i ristningen som kan härröra från färg, men som eventuellt också kan ha tillkommit sekundärt.

För att med säkerhet veta vilka föreningar eller grundämnen som ingår naturligt i fragmentet skulle vidare analyser behövas. Sandsten definieras inte av ett specifikt innehåll, utan av kornstorleken på sandkornen som inte får överstiga 2 mm. Men vanligtvis innehåller sandsten kiseldioxid och är stenen röd visar det oftast på att även oxiderat järn ingår.

Spånga F22



Figur 9. Spånga F22. Provsérie D. Foto: Kathrin Hinrichs Degerblad.



Figur 10. Spånga F22. Provpunkter och provområden för analys med μ XRF. Foto: Kathrin Hinrichs Degerblad.

Fragment F22 består av mörkröd finkornig sandsten.¹⁵ En tidigare analys av pigment på F22 gjordes 2001.¹⁶

¹⁵ Källström 2009, s. 38.

¹⁶ Tronner & Nord 2001, prov 01:12.

Det fanns rödorange färg i prov D1 (Figur 9). Bly, järn och kvicksilver kunde detekteras i t-runan (Point 2, Figur 10). I huggspåret till voluten (prov D2, figur 9) finns järn, som dock kan härröra från stenen själv. Det finns tydliga spår av kvicksilver, kanske cinnober¹⁷, innanför voluten och bredvid runan. I huggspåret i runbandet (prov D7) finns flera lager, bl.a. en rosa kulör ovanpå orangeröd. Det är ett tecken på att runmonumentet kan ha målats flera gånger.

De ristade linjerna har olika färger. Runorna och runbandet har målats i olika kulör. Två olika analyser visar på bly i runbandet. De målade ytorna behöver inte ha en huggen kontur, ristningslinjerna kan ha visat huvuddragen, men sedan kan ornamentiken ha lyfts ytterligare med hjälp av målning.

Stenytan kan först vara målad med blymönja, sedan kan möjligen (senare) tillägg ha gjorts med cinnober, eftersom det finns spår av kvicksilver i voluten. Pigmenten ligger längs kanterna och tunnas ut suddigt. Det kan möjligen betyda att färgen täckte ytan mellan runorna men har nötts bort uppe på ytan och bara bevarats längs kanterna.

Analyser med hjälp av μ XRF (se bilaga) visar att pigment innehållande kvicksilver (Hg) och bly (Pb) finns på olika ställen på fragmentet. Analyser påvisar kvicksilver vid sidan av huggspåren och att bly och kvicksilver förekommer på samma ställen. Antingen betyder det att olika pigment blandats eller att bly och kvicksilver förekommer som pigment i olika lager, vilket skulle vara en indikation på att fragmentet bemålats flera gånger.

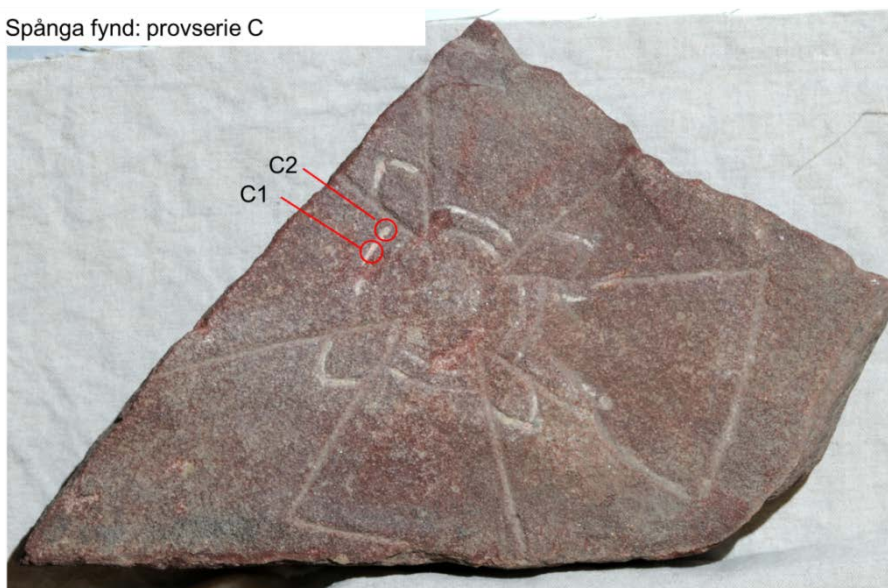
Vissa resultat från μ XRF tyder på att det är ytan vid sidan av eller kanten av ristningen som bemålats med pigment. Detta skulle kunna förklaras av att pigment "runnit" ur huggspåret, t.ex. beroende på om stenen varit vertikal eller horisontell och i vilken grad den har utsatts för väderlek, så som regn, under längre tid.

Vid μ XRF-undersökning av området över voluten visar resultaten tydligt att kvicksilverbaserat pigment finns inne i voluten och omgärdas av ristningarna.

¹⁷ Cinnober består av kvicksilversulfid (HgS), och är ett röd-orange mineral som bröts i gruvor i nuvarande Spanien.

Spånga Nyfynd 1999

Spånga fynd: provserie C



Figur 11. Spånga, nyfynd 1999. Foto: Kathrin Hinrichs Degerblad.

Nyfynd 1999 består av mörkröd sandsten. Fragmentet uppmärksammades i kyrkoförvaltningens garage 1999, men fyndomständigheterna är okända.¹⁸ I korsvingarna syns målade linjer, som visar att stenens bemålning inte alls behöver ligga nere i eller i anslutning till ristningarna. Denna sten har inte analyserats tidigare.

Undersökningen med μ XRF visade tydlig förekomst av bly i huggspåren. Både bly- och järnpigment kan dock ha många olika kulörer, även under historisk tid. För att avgöra vilken kulör det rör sig om måste man känna till blyets oxidationstal, vilket kan mätas med XRD-analys. Bly kan förekomma naturligt, men förekommer också i en mängd olika pigment och har även ingått i färg för att uppnå vissa egenskaper: för att skynda på torkningen, öka hållbarheten eller bibehålla en vacker yta.

På stenen finns en tydligt målade linje innanför den ristade korsarmen, som dock inte kunnat analyseras tillfredsställande. Ämnet kan vara organiskt, för vilket lämpliga analysmetoder saknas vid Kulturarvslaboratoriet i Visby. Lämpliga analysmetoder för organiska pigment och bindemedel kan vara masspektrometri GCMS och LCMS, eller möjligen analys med synkrotronljus, exempelvis vid Max 2 i Lund.

¹⁸ Källström 2009, s. 40.

Diskussion och källkritik

Hantering av nyfynd inför provtagning/analys

Resultaten är svårtolkade, av flera olika anledningar. Färgrester har mycket svag bindningskraft på grund av ålder och pulveriseras lätt vid provtagning, vilket gör det svårt att få tillräcklig mängd provmaterial. Dessutom kan det vara svårt att separera provmaterial från det mineral som finns naturligt i stenen.

Svårigheten att tolka resultaten kan också delvis bero på tidigare behandling av stenen. Hanteringen av fynden har stor betydelse för möjligheterna att göra korrekta tolkningar av analysresultaten. Önskvärt är att provtagning och undersökning görs snarast möjligt vid fyndtillfället, för att undvika kontaminering eller att rester av bemålning flyttas eller går förlorade vid rengöring. Det är inte alltid man kan undvika kontaminering under hanteringen, men det viktiga är att man inför analys försöker dokumentera så många potentiella felkällor som möjligt. Grundämnen kan tillföras en sten från den omkringliggande jorden, vid packning, hantering etc. Därför är det bra om det finns noteringar om i vilken miljö stenen hittades, hur stenen har rengjorts, förvarats eller hanterats. Ju mer information laboratoriet kan få om fyndomständigheterna, desto lättare är det att tolka analysresultaten.

En generell iakttagelse utifrån undersökningarna är att stenarna ofta har en mjölkig beläggning, som troligen kommer av att stenen tidigare har rengjorts med vatten. Avsköljning kan ha utförts för att överhuvudtaget se om stenen bör tas till vara vid utgrävningen, men tvättningen riskerar att smeta runt eventuell färg och att pigment som legat på ytan kan sköljas ner och fastna i ett huggspår. Tvättning med vatten gör att eventuella salter som tidigare har funnits inne i stenen kan komma upp till ytan och det kan också få stenen att rosta. Järn kan komma upp till ytan och dels färga stenen, dels ge missvisande resultat, eftersom man kan tro att järnet är bevis på att stenen har målats. Karbonathaltiga stenar kan få gips på ytan om man tvättar dem med vatten, vilket också kan feltolkas, t.ex. som en grundering inför bemålning. Vattnet självt kan också innehålla många olika grundämnen och mineraler. Sammansättningen av kranvattnet eller av vatten från brunnar kan dock skilja sig mycket från en del av landet till en annan. Därför är det viktigt att man inför analys av en sten får reda på om och hur stenen har rengjorts, eftersom det anger potentiella felkällor. Det bör stå i en rapport hur ett objekt har rengjorts, med kranvatten, destillerat vatten, vatten från en regntunna, sprit, borste med naturhår, metallborst osv. Dessa upplysningar kan vara till stor hjälp i laboratoriet för att förstå varifrån de olika grundämnena kommer. Hos många bergarter kan det finnas järn, som lätt rostar i blöt eller sur miljö. Detta är ytterligare ett skäl för att inte utsätta stenar för vatten innan de skickas till analys.

Om färg på sten

En viktig faktor när det gäller förekomsten av färg på sten är i vilken miljö runstenarna och gravmonumenten har stått. Bland annat kan mineral-sammansättning, typ av gravmonument, status, estetiska överväganden och placering utomhus eller inomhus ha medfört att man har målat stenarna på olika sätt. Stenens känslighet, originalplacering och sekundära placeringar påverkar vilken typ av färg eller bindemedel som har kunnat användas och vad som kan finnas kvar idag.

Granit och gnejs är tämligen tåliga stensorter och behöver sällan ytbehandlas för att förhindra vittring. Porösa stensorter som kalk- och sandsten, som suger mycket vatten och som avsågs att placeras utomhus, kan tänkas ha täckts helt med vattenavvisande färg eller med vax eller olja mot vätan, för att fördröja vittring och påväxt.¹⁹ Färg som används på sten utomhus kan ha en tämligen kort livstid (kanske 3–5 år) vilket skulle kunna innebära att runmonumenten har behövt bli återbehandlade med färg, vax eller olja regelbundet.

Ju högre slitage eller mer väder och vind en gravhäll kan tänkas bli utsatt för, desto mer ytbehandlingar måste man ha gjort på stenen. Det kan förmodas ha varit skillnad på ytbehandlingen mellan de delar av gravmonumenten som varit resta (gavelhällar) och de som legat ner så att man kunde gå på dem (lockhällar). I den här undersökningen är stenen från Norrköping korsristad på båda sidor och därför troligen en del av en gavelhäll. Stenarna från Spånga (F1 och nyfyndet från 1999) är troligen också delar av gavelhällar, medan det för de övriga fragmenten inte kan avgöras från vilken typ eller del av runmonument de kommer.

Vi vet inte vilken typ av bindemedel man har använt eller hur man eventuellt kan ha grunderat stenen innan den bemålades. Cennino Cennini (ca 1370–ca 1440) skriver i *Boken om målarkonsten*, som sägs ha avslutats år 1437, att han rekommenderar en limgrund om man avser att måla med oljefärg på sten.²⁰

Pigmentet cinnober (eller vermilion som det även kallas) måste ha importerats till Norden och kan förmodas ha varit ett dyrbart ämne under vikingatid och medeltiden. Det var ett pigment med hög status och ansågs till och med vara ett heligt pigment hos romarna, enligt romaren Plinius d.ä. (ca 23–79), jämfört med jordpigment.²¹ Man kan därför förmoda att en sten som var bemålad med dyra eller ovanliga pigment hade en högre status eller var beställd av någon med en viss förmögenhet eller internationella kontakter.²² Som kuriosas kan nämnas att Plinius skriver att pigmentet betingade ett högt pris och bröts i en hårdbevakad gruva i nuvarande Spanien (gruvan var romersk statsegendom), men att det, trots att den enbart fick föras ut därifrån

¹⁹ Detta gjorde man exempelvis när man använde sig av gotländsk sandsten till Stockholms slots fasad på 1730-talet. Man dränkte först stenen i linolja och bemålade den sedan med blyvitt för dess ”conservation”. Claesson & Henningsson 2011, s. 16.

²⁰ Cennini 2000, s. 148.

²¹ Plinius d.ä. 1997, s. 53.

²² Plinius skriver att allt var bättre förr, innan man hade pengar, för då satte man värdet i hantverkarens talang och inte i hur dyrt ett pigment var. Plinius d.ä. 1997, s. 173.

under sigill, ändå fanns problem med fusk genom att handlare försökte dryga ut den dyra cinnobern med billigare pigment.²³ Eftersom solsken och månsken skadar den röda färgen bör den skyddas med ett vax blandat med olja.²⁴ Plinius uppger också att starkt lysande färger, som exempelvis cinnober, var ett pigment som beställaren fick skaffa fram till målaren, det var inget pigment som målaren hade i lager.²⁵ Vidare upplyser Plinius oss också om att man ibland grundar en cinnobermålning med rödockra.²⁶

Cennini rekommenderar att målare bör lära sig känna igen cinnober av god kvalitet och att de bör köpa den i stora bitar. Köper man cinnober krossad eller riven är det större risk att man råkar ut för att den har blandats ut med billiga ersättningsmaterial som mönja eller tegelkross.²⁷ Cennini skriver att pigmentet passar till många limlösningar, men att det inte passar så bra till sten eller muralmåleri eftersom det inte är hållbart ”i luft”, det svartnar.²⁸

Pigment kan vara organiska eller oorganiska pigment. De oorganiska pigmenten framställdes ofta genom att man krossade och rev stenmaterial eller jord. Det gör att inför en grundämnesanalys av pigmentspår på en runsten är det viktigt att först ta reda på vilka sorts mineral eller grundämnen som finns naturligt i stenen och vilka som kan ha tillförts oavsiktligt till exempel genom jorden, om stenen har varit nedgrävd.

Kännedom om vilka grundämnen som ingår naturligt i stenen gör det lättare att avgöra om oväntade grundämnen kan ha tillförts oavsiktligt, till exempel vid hanteringen av fyndet, eller med avsikt, genom bemålning eller ytbehandling. Vetskap om vilka grundämnen som ingår i stenen anger också hur känslig stenen är och hur stenen bör behandlas. Karbonatsten är bergarter som har kalk som huvudmineral och domineras vanligen av kalkspat (kalcit) eller dolomit. De är basiska och reagerar med sura ämnen. Sur jord eller surt regn bryter ned kalk. Kalkspat består av den kemiska föreningen CaCO_3 . Dolomit består av $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Sandsten är mycket porös, vilket gör att den oerhört lätt suger in både färg och smuts. Den blir lätt kontaminerad, vilket man bör tänka på vid hantering av ett fragment som ska analyseras. Sandsten består av små sandkorn sammanfogade av olika bindemedel och kan bete sig mycket olika beroende på detta. Silikatbunden sandsten, som innehåller kiseldioxid (SiO_2), påverkas inte av sura medel och är motståndskraftig mot kemisk påverkan och mot mekaniskt slitage. Den karbonatbundna sandstenen är däremot känslig för sur jord eller surt regn, precis som kalksten. Den röda sandstenen innehåller oftast oxiderat järn, vilket ger den typiska färgen. Både kalksten och sandsten kan innehålla lera, som lätt utvidgar sig eller krymper beroende på fuktighet i omgivningen.

Granit och gnejs består av kiseldioxidrika mineral som fältspat och kvarts.

²³ Plinius d.ä. 1997, s. 55.

²⁴ Plinius d.ä. 1997, s. 57.

²⁵ Plinius d.ä. 1997, s. 163.

²⁶ Plinius d.ä. 1997, s. 165.

²⁷ Cennini 2000, s. 77.

²⁸ Cennini 2000, s. 79.

Resultat och sammanfattning

Grundämnesanalyserna på runstensfragmenten från Spånga, Sigtuna och Norrköping tyder på förekomst av pigment med bly och järn. μ XRF-analyser har gjorts på det nyupprävdade runstensfragmentet från Norrköping, på ett runstensfragment från Spånga samt ett från Sigtuna. Syftet med XRF är att klarlägga vilka grundämnen som finns på stenytan och i ristningar.

Resultaten var inte entydiga. Fler analyser behöver göras med denna metod, helst på otvetydiga färgspår, för att bygga upp erfarenhet kring vad man kan förvänta sig och för att få riktvärden kring vad som kan vara naturliga förekomster av vissa grundämnen och vad som kan indikera något påfört.

Särskilt intressant är F22 från Spånga, som har indikationer på att cinnober har använts för att fylla i voluten på runormens stjärt. Cinnobern var förmodligen ett mycket dyrbarare pigment än de inhemska jordpigmenten. Kanske valet av cinnober var ett sätt att markera hög status hos beställaren eller hos den som stenen restes över? Fragmentet har analyserats tidigare och även då kom man fram till att bly, järn och cinnober fanns på fragmentet.²⁹

På en del av fragmenten ser man att bemålningen inte alltid följer ristningarna, även ytor vid sidan om ristningslinjerna kan vara bemålade. Eventuellt kan även felhuggningar ha varit övertäckta med färg för att dölja misstagen.

Analyserna har påvisat både bly- och järnpigment, men dessa kan vara olika kulör. För att avgöra vilken kulör det rör sig om måste man känna till blyets oxidationstal, vilket kan mätas med XRD-analys. På en av stenarna från Spånga finns ett tydligt målat ornament, som dock inte gav något utslag i analyserna. Färgen kan innehålla något organiskt pigment, för vilket andra mätinstrument behövs än vad som f.n. finns vid Kulturarvslaboratoriet i Visby.

Sammanfattningsvis har en del intressanta resultat uppnåtts, men framför allt har analyserna i detta skede hjälpt till att identifiera var svårigheterna ligger. Vi har påbörjat uppbyggnaden av en referenssamling, till vilken vi kan återkomma när vi har mer material att jämföra med. Provmaterial från de här undersökta stenarna har fotodokumenterats med SEM och mikroskopbilder och arkiveras i Kulturarvslaboratoriets provsamling vid Riksantikvarieämbetet i Visby.

²⁹ Tronner, Nord & Gustavson 2002, s. 203.

Framtida studier

Kompletterande undersökning med polariserat ljus skulle eventuellt kunna ge ytterligare stöd för tolkningen av hittills erhållna resultat. För identifikation av de blyhaltiga pigmentens kulör (vitt/gult/orange/svart) kan man gå vidare med analys av oxidationstalen. Lämpliga analysmetoder kan vara masspektrometri GCMS och LCMS, eller möjligen analys med synchrotronljus, exempelvis vid Max 2 i Lund. Analyser bör göras på fler stenar, om möjligt med större kvantiteter av bevarad bemålning. Resultat från ett större antal kvalitetssäkrade fyndobjekt är nödvändiga för att belysa vetenskapliga frågeställningar, men också för att kunna kvantifiera resultaten.

Referenser

- Carlsson, M. 2012. *Spår av det preurbana Norrköping – lämningar från 1100-tal till 1700-tal i kvarteret Gamla Rådstugan*. Arkeologisk förundersökning inom fornlämning RAÄ 96 (stadslager) i kvarteret Gamla Rådstugan, Norrköpings stad och kommun, Östergötland. Rapporter från Arkeologikonsult 2012:2504.
http://old.arkeologikonsult.se/rapporter/doc_download/346-20122504-gamla-radstugan.html (2017-09-29).
- Cennini, C. 2000 (1437). *Boken om målarkonsten*. Översättning från V. Mottez franska version av S. Möller. Till & från förlag, Stockholm.
- Claesson, R. & Henningsson, A. 2011. *Bemålad sten inom svensk kulturmiljövård: en studie av färg som ytskydd och kulturhistoria inom svensk stenkonsivering och restaurering*. Riksantikvarieämbetet.
<http://kulturarvsdata.se/raa/samla/html/107> (2017-09-29).
- Gustavson, H. 2004. *Undersökning av runristade och enbart ornerade fragment av röd sandsten påträffade vid arkeologisk undersökning vid Spånga kyrka hösten 2000*. Dnr 322-215-2004, Riksantikvarieämbetet.
- Hagenfeldt, S. E. & Palm, R. 1996. *Sandstone Runestones: The use of sandstone for erected runestones*. Scripta maiora 2. Sällsk. Runica et Mediævalia, Stockholm.
- Källström, M. 2009. ”Runstensfynd från Spånga kyrkogård”. I Wändesjö, J. *Spånga kyrkogård, förhistorisk boplatz & medeltida bygghytta: Stockholms stad, Spånga, RAÄ 380*. Arkeologisk undersökning 2000. Arkeologisk rapport 2009:2. Stockholms stadsmuseum, Stockholm.
[http://digitalastadsmuseet.stockholm.se/fotoweb/Grid.fwx?archiveId=5000&search=\(IPTC187%20contains\(SSMB_0027868_01_\)\)](http://digitalastadsmuseet.stockholm.se/fotoweb/Grid.fwx?archiveId=5000&search=(IPTC187%20contains(SSMB_0027868_01_))) (2017-09-29).
- Källström, M. 2011. *Undersökningar av runstensfragment från Kv. Professorn 1 i Sigtuna, Uppland*. Runrapport från Riksantikvarieämbetet.
<http://kulturarvsdata.se/raa/samla/html/6392> (2017-09-29).
- Ljung, C. 2016. *Under runristad häll. Tidigkristna gravmonument i 1000-talets Sverige*. Stockholm Studies in Archaeology 67:1. Explicare, Stockholm.
- Plinius, d.ä. 1997 (ca 77–79). *Om bildkonsten: Naturalis historia XXXIII–XXXVII*. Översättning av Bengt Ellenberger. Paulus Åströms förlag, Jonsered.
- Samnordisk runtextdatabas (SRD)*. Version 3.0. Uppsala runforum. Institutionen för nordiska språk, Uppsala universitet.
<http://www.nordiska.uu.se/forskn/samnord.htm> (datum för runtextfilen 2015-03-24).
- Tronner, K. & Nord, A. 2001. *Analys av 4 prover runstensfragment från Spånga socken, Uppland*. Dnr 415-1424-2001, Riksantikvarieämbetet.

Tronner, K., Nord, A. & Gustavson, H. 2002. ”... stenarna dessa, röda av runor ...’ – undersökning av färgrester på bemålad sten från vikingatiden”. I *Om runstenar i Jönköpings län*. J. Agertz & L. Varenius (red.). Jönköpings läns museum, Jönköping.

Wändesjö, J. 2009. *Spånga kyrkogård, förhistorisk boplats & medeltida bygghytta: Stockholm stad, Spånga, RAÄ 380. Arkeologisk undersökning 2000*. Arkeologisk rapport 2009:2. Stockholms stadsmuseum; Stockholm. [http://digitalastadmuseet.stockholm.se/fotoweb/Grid.fwx?archiveId=5000&search=\(IPTC187%20contains\(SSMB_0027868_01_\)\)](http://digitalastadmuseet.stockholm.se/fotoweb/Grid.fwx?archiveId=5000&search=(IPTC187%20contains(SSMB_0027868_01_))) (2017-09-29).

Bilaga

Norrköping. FY 105:1088

Ett flertal analyser utfördes både punktvis och med ”mapping” (grundämneskartläggning över en yta). Resultaten var svårtolkade men en kartläggning som utfördes över ett huggspår i vinkel visar tydligt att det finns bly (Pb) nere i själva huggspåret. Grundämnesfördelningen över den analyserade ytan visas i bilderna nedan, där varje ämne representeras av varsin bild (över samma område). Ljusare delar visar högre andel av det specifika grundämnet på ytan av objektet.

Kisel (Si), Kalium (K) och Järn (Fe) visar stenens sammansättning, de mörka partierna är en skuggeffekt från huggspåret där mindre signal träffar instrumentets detektor från de partier som ligger lägre ner.



Si

K

Fe

På samma sätt visar grundämneskartläggningen att det förekommer bly (Pb) nere i botten på ristningen. Mer svårtolkat är att svavel (S) uppvisar en svag samstämmighet med blyspåret, även kalcium (Ca) tycks uppvisa viss korrelation till huggspåret.



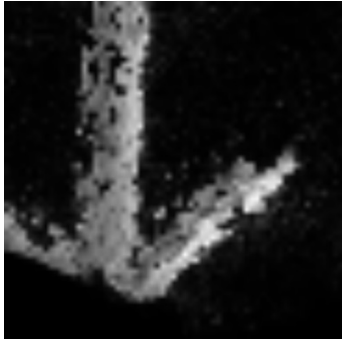
Pb

S

Ca

Sigtuna F21531, kvarteret Professorn

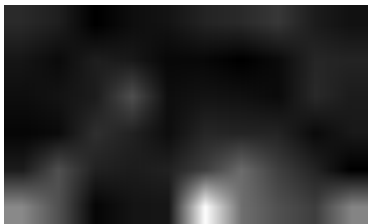
En grundämneskartläggning utfördes tillsammans med ett antal enskilda punktanalyser. Ett tydligt blyspår syns i t-runan. Analysen utfördes med filter (Al 300 μm).



Pb

Sigtuna F3778

Ett flertal analyser utfördes i form av grundämneskartläggningar med olika hög grad av upplösning (spot distance 1 mm, 0,5mm och 0,1 mm). Nedan visas hur upplösningen på grundämnesfördelningen över det analyserade området visar förekomsten av bly i ett huggspår.



1 mm



0,5 mm

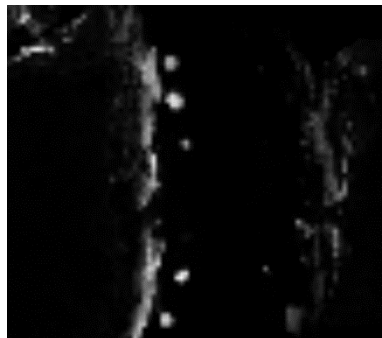


0,1 mm

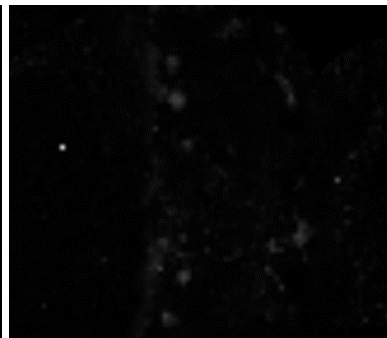
En större grundämneskartläggning utfördes och där syns bly tydligt i huggspåren (samt ett mindre tydligt prickmönster vid sidan av ristningen). Blyspåret tycks även sammanfalla ganska väl med koppar (Cu). Fördelningen av kisel (Si) visar skuggeffekten av ristningarna.



Si



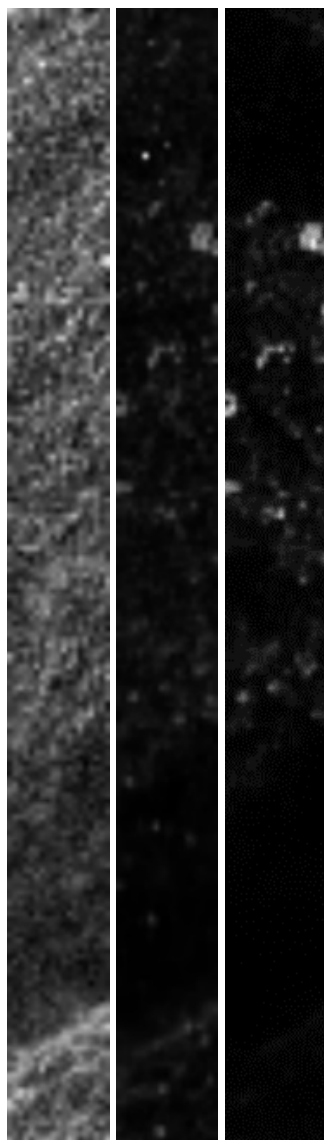
Pb



Cu

Spånga F1

Punktanalyser samt en grundämneskartläggning utfördes. Kartläggningen gjordes i ett smalt band för att om möjligt se områden med pigment som målats i linje med ristningen (Figur 7, A5). Resultatet från kartläggningen är svårtolkat då området är för litet för att tyda. Det finns en antydning till bly (Pb) och järn (Fe) vid sidan av ristningen (visualiseras i kartläggningen av kisel (Si)).



Si

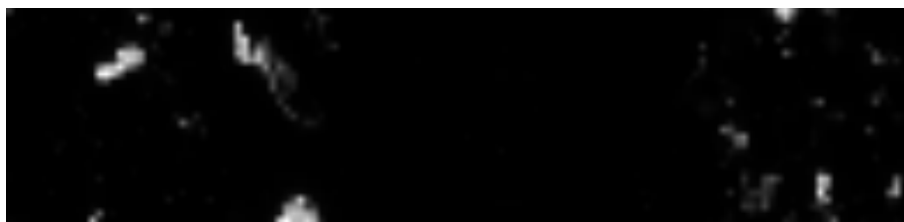
Fe

Pb

Spånga F22

På detta runfragment genfördes ett flertal punktanalyser på fyra olika delar av fragmentet, intill och bredvid huggspår. Dessutom utfördes fem analyser i form av grundämneskartläggningar (Map 1–5, Figur 10).

Map 1; som utförts som ett smalt band över ett huggspår (en i-runa) visar att det finns halter av kvicksilver (Hg) på båda sidor om ristningen men inte i själva spåret. Varken bly (Pb) eller järn (Fe) tycks ge upphov till någon specifik fördelning. Map 1 ger inte helt tolkningsbara resultat då området är för litet för att ge en tydlig bild av grundämnesfördelningen. Kalium visar skuggeffekten av ristningen i mitten av bandet.



Hg



Pd

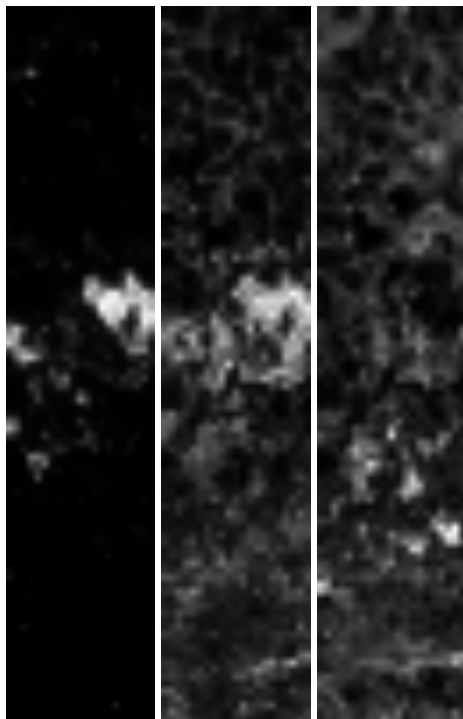


Fe



K

Map 2; gjordes även den som ett smalt band över ett huggspår (ramlinje). I denna kartläggning är det svårt att avgöra om kvicksilverspåret ligger i ristningen eller vid sidan av, men kvicksilver (Hg) korrelerar mot bly (Pb), vilket skulle kunna tyda på en blandning av pigment eller att pigmenten ligger i olika lager på samma stället vilket skulle kunna tyda på att ristningen målats flera gånger.



Hg Pb Fe

Map 3; utfördes över halva voluten som finns på fragmentet. Resultaten visar att i voluten finns en större fläck med kvicksilver (Hg) som inramas och omsluts av ristningar, varken bly (Pb) eller järn (Fe) uppvisar några spår av strukturer i grundämneskartläggning.

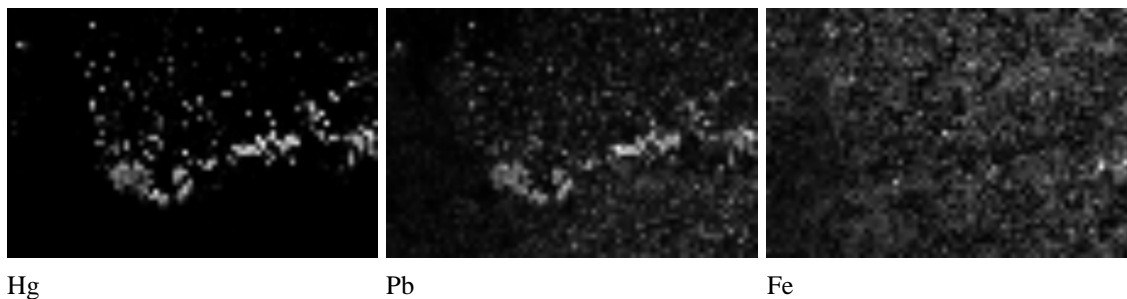


Hg

Pb

Fe

Map 4; Här utfördes en kartläggning av ett lite större område över en ristning (ramlinje och i-runa). Tyvärr är upplösningen inte hög nog för att avgöra ifall kvicksilver- och blyspår är längs med ristningen eller i själva spåret. Resultaten antyder dock att det snarare är ytan ovan ristningen eller kanten som bemålats med pigment.

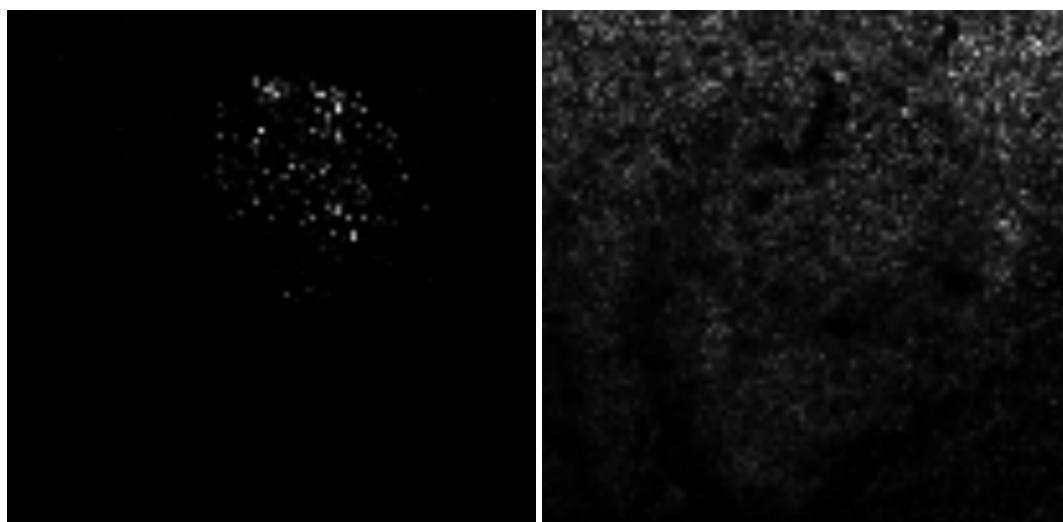


Hg

Pb

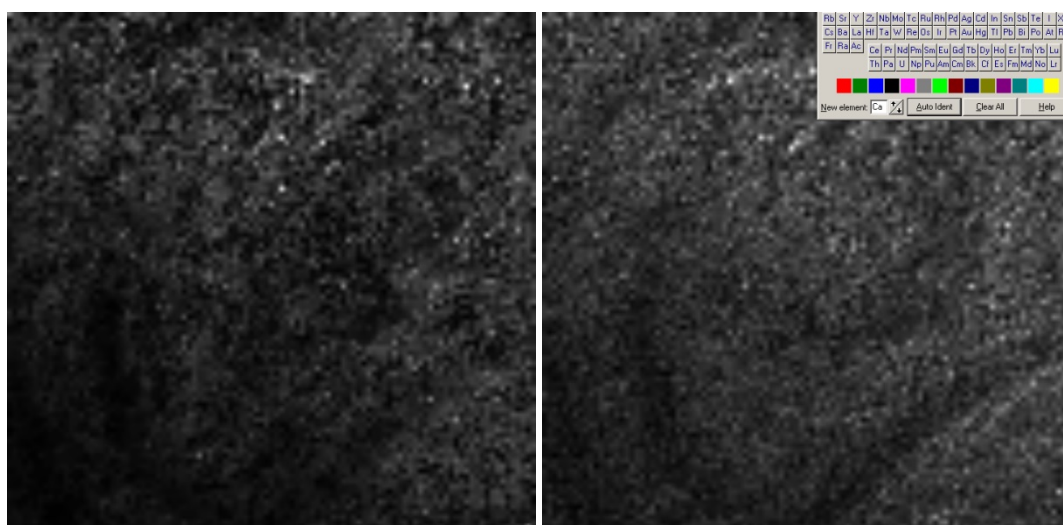
Fe

Map 5; Voluten undersöktes vidare genom att utföra en större kartläggning med en högre upplösning. Resultaten visar tydligt att kvicksilverbaserat pigment finns inne i voluten och omgärdas av ristningarna. Den kartläggning som representerar kisel (Si) visar skuggeffekten från huggspåren samt volutens placering.



Hg

Pb



Fe

Si

Spånga F23

Inga analyser utfördes på detta fragment med hjälp av μ XRF.

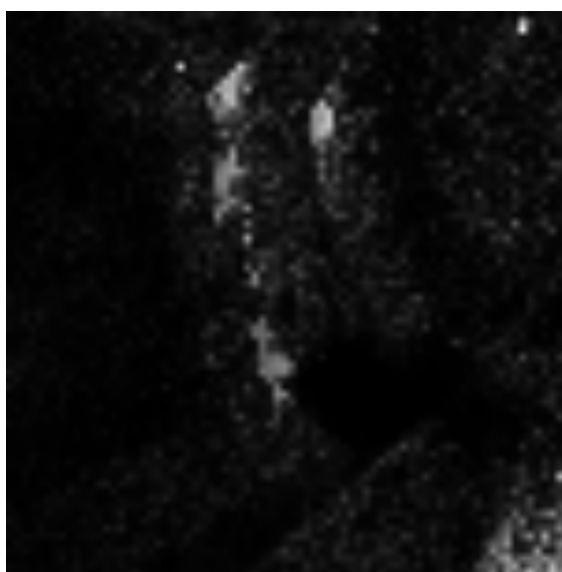
Spånga, nyfynd 1999

Analyser utfördes punktvis på flera olika positioner på fragmentet, dessutom utfördes en grundämneskartläggning av ett område på stenen som innehöll ristningar av den dubbla cirkeln i centrum på korset samt lite av ristningen till en korsarm.

Analysresultaten visar tydligt att bly (Pb) förekommer. Det är svårt att avgöra ifall blypigmentet förekommer i eller utanför ristningarna, Analysen har lite för låg upplösning för att avgöra detta. Inga andra ämnen gav upphov till strukturella element i grundämneskartläggningen, Kisel (Si) visar skuggeffekten av ristningarna och dess position.



Si



Pb

