

Situne Dei

Årsskrift för Sigtunaforskning och historisk arkeologi

2018

Redaktion:

Anders Söderberg
Charlotte Hedenstierna-Jonson
Anna Kjellström
Magnus Källström
Cecilia Ljung
Johan Runer

Utgiven av Sigtuna Museum



Allt är inte brons som glimmar – kemiska analyser av några vikingatida ringspännen från Sigtuna

Daniel Sahlén

Den här artikeln presenterar resultat från ett pågående projekt om metallhantverk under vikingatid och tidig medeltid i Sigtuna och Mälardalen, Metalworking in context. En första avslutad delstudie av projektet fokuserade på att identifiera metallhantverksplatser i Mälardalen där man arbetat med icke-järnmetaller under vikingatiden (Sahlén 2016; Sahlén *in prep.*). Lämningarna från olika typer av hantverk är en huvudsaklig fyndkategori från det tidigaste Sigtuna. Hantverk var centralt för uppkomst och utveckling i Sigtuna och andra tidiga städer runt Mälaren (Andersson 2010). Materialet från Sigtuna visar att man har arbetat med flera metaller och legeringar, ben och horn, textilier, glas, sten och trä. Hantverket och dess lämningar har av förståeliga skäl varit ämnet för ett stort antal artiklar, avhandlingar och uppsatser (t.ex. Nordin 1990; Summanen 2002; Pettersson 2007; Söderberg & Gustafsson 2007; Söderberg 2008; Engerdahl 2012; Karlsson 2016). Dessa studier har naturligtvis varit viktiga för vår förståelse för det tidiga Sigtuna, men även för hantverk och produktion allmänt under vikingatiden och tidig medeltid.

Resultaten som ligger till grund för denna artikel är de första från det andra delprojektet som var inriktat på materiella aspekter av lämningar från metallproduktionsplatser i Mälardalen. Två materialkategorier lyftes fram i dessa studier, med syftet att belysa olika aspekter av hantverket:

- 1) Föremål av kopparlegeringar som utifrån fyndkontexten kan bedömas antingen som skrot- eller spillmetaller från produktionsaktiviteter eller alternativt produkter från denna produktion. Syftet var att undersöka vilka kopparlegeringar som hantverkare i Sigtuna och andra platser i Mälardalen använde sig av, med mål att testa om det fanns skillnader mellan olika artefaktgrupper eller mellan olika platser, eller kronologiska skillnader.

- 2) Deglar och teknisk keramik som kan kopplas till produktion vid dessa platser. Syftet var att undersöka vilka typer av metaller eller legeringar som smälts i deglarna samt att undersöka teknologiska skillnader mellan deglar från olika platser.



Figur 1. Tre av de ringspännen som analyserats i artikeln. Foto: Sigtuna museum.

Materialet från Sigtuna utgjorde en central del av projektet, dels på grund av dess betydelse för vår förståelse av tidigmedeltida hantverk och metallurgi, dels på grund av materialets tillgänglighet. Syftet med föreliggande artikel är att presentera resultaten från analyser av en grupp ringspännen från utgrävningarna i kvarteret Trädgårdsmästaren i Sigtuna 1988–1990. En andra artikel med fokus på analysen av deglarna planeras att publiceras i en kommande utgåva av *Situne Dei*.

Ringspännet som arkeologisk artefakt

Ringspännen var viktiga sociala markörer under vikingatid och tidig medeltid, genom vilka man ville demonstrera social tillhörighet, status och etnicitet. I östra Sverige förekommer ringspännen från och med 800-talet men de användes tidigare i andra områden, både öster och väster ut (t.ex. Graham-Campbell 1984; Glørstad 2010; Gustin 2013). Det är alltså en spridd föremålskategori och influenser till dess användning och tillverkning har kommit till det östsvenska området från olika kulturella kontexter. Ringspännen har lyfts fram i föreliggande studie eftersom de var vanligt förekommande föremål under vikingatiden och tidig medeltid.

Ringspännen var gjorda av järn, silver eller guld men allra vanligast av kopparlegering. Typbestämning av ringspännen utgår från ändarnas utformning, bygelns tvärsnitt och dekorativa detaljer på ändarna och bygelns. De flesta studier av ringspännen tar idag stöd av Anders Carlssons (1988) typologi av gotländska ringspännen. Hans nomenklatur används även i denna studie, men detta är inte i första hand en antikvarisk studie och slutsatserna kring materialets typologi är begränsade. Carlsson delade in det gotländska materialet i nio huvudgrupper avseende ändarnas utformning, åtta huvudgrupper avseende bygelns tvärsnitt och fem typer avseende nålfästen och nålarnas utformning. Typologin har generellt visat sig jämförbar med material från Mälardalen, även om den innefattar subtyper som inte direkt kan överföras på fastlandsmaterialen.

Metall/legering	Egenskaper	Färg/nyans*	Smälttemperatur*
Koppar	Mjuk, låg brottgräns, formbar, god ledningsförmåga	Ljusröd, rosa	1084°C
Mässing	Lätt att skära, att gjuta och att smida	Gul, ljusgul	900-940°C
Brons	Hård, spröd (sprödheten ökar med högre tenninnehåll)	Orange, orangegul	ca 900–1000°C
Rödmetall	Har egenskaper som liknar mässing och koppar beroende på zink- och tennhalten. Lätt att gjuta med, hög detaljrikedom. Mindre känslig mot korrosion.	Rödgul, orange	Omkring 1000°C

* Färgen/nyansen och smälttemperaturen beror i hög grad på halterna av de olika legeringsmetallerna

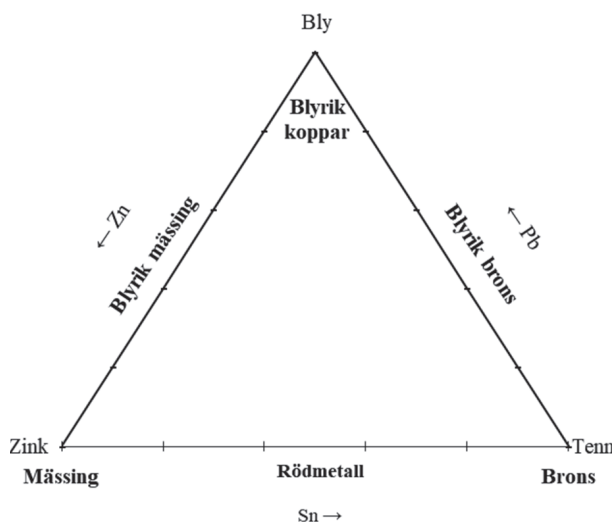
Tabell 1. Egenskaper för koppar och olika kopparlegeringar som presenteras i de ternära fasdiagrammen.

Ringspännen var framför allt vanliga på Gotland under vikingatiden. Där har omkring 2000 fynd hittats (Thunmark-Nylen 2006). Även i Mälardalen är de frekvent förekommande, men det saknas ännu en sammanställning av fyndbeståndet. Fynden härstammar främst från gravar, men även från depåfynd. Antalet ringspännen från boplatser och urbana miljöer har vuxit de senaste åren till följd av ökande uppdragsarkeologisk verksamhet och genom användandet av metalldetektorer. Ringspännet användes för att fästa klädedräkten och har av många lyfts fram som en socialt viktig markör. I tidigare forskning sågs artefakten som del av den manliga klädedräkten och manlig identitet (Geijer & Arbman 1940; Carlsson 1988:81–83; Jesch 1991:14), men senare forskning har i högre utsträckning problematiserat artefaktens association till olika könsroller och pekat på alternativa modeller för dess symbolism (t.ex. Glørstad 2010:161–169).

Tidigare studier av kopparlegeringar från järnålder och vikingatid

Hantverk med kopparlegeringar var vanligt förekommande under yngre järnålder och hittills har mer än tjugo produktionsplatser påträffats i Mälardalen (Sahlén i tryck). Denna produktion ska inte ses som en specifik eller isolerad produktion av specialiserade bronsmeder, utan var oftast del av andra hantverksaktiviteter och annan metallurgisk produktion. Ordet smed (*smiðr*) användes under vikingatiden för att definiera någon som generellt arbetade med hantverk, inte specifikt med metaller utan även till exempel med ben och trä (Jansson 1981:162). Arbetet med kopparlegeringar har i arkeologiska kontexter oftast blivit identifierade med ledning av fynd av deglar och gjutformar (Sahlén 2016), eftersom dessa är lätta att identifiera. Sådana fynd är i första hand kopplade till gjutning, men tillverkningen av artefakter av kopparlegeringar omfattade under förhistorisk period och tidig medeltid även t.ex. smide, dragning av tråd och lödning. Dessa hantverk är dock svårare att belägga arkeologiskt. De är mera anonyma än gjutning som avger ett karaktäristiskt produktionsavfall. Även om det finns vissa typer och detaljer av ringspännen som framställts genom gjutning, så tillverkades de flesta typerna genom smide. Därför finns det

Figur 2. Ternärt fasdiagram där mängden zink, tenn och bly jämförs i relation till varandra och där positionerna för mässing, rödmetall och brons angivits (baserat på Bayley 1998, fig. 1).



begränsade lämningar från tillverkningen av ringspännen, och vi har idag en dålig förståelse för var och i vilka sammanhang dessa föremål producerades.

Koppar är en förhållandevis mjuk metall, som saknar många av de egenskaper som man önskar när man tillverkar och använder en metall. Därför förstod man tidigt att man kunde blanda koppar med mindre mängder andra metaller för att skapa en metall som var hårdare och lättare att smälta eller att hamra, eller som hade en annan färg eller lyster (*tab.1*). Det var för att nå på dessa egenskaper som man använde sig av olika typer av legeringar. Koppar från olika delar av världen innehåller dock naturligt varierande mängder legeringsmetaller¹.

Artefakter av kopparlegeringar har ofta blivit beskrivna som bronser (Bayley 1998; Grandin & Hjärthner-Holder 2008:40), och det är också den term som oftast används vid museer och i arkeologiska publikationer. Detta trots att det är allmänt känt att man under förhistoriska perioder och tidig medeltid använde olika typer av legeringar, varför den mer allmänna termen ”kopparlegering” är att föredra. Brons är en legering av koppar (Cu) och tenn (Sn), och är historiskt en av de viktigaste legeringarna. Under vikingatiden legerade man koppar även med zink (Zn) och med zink som legeringsmetall framställs i huvudsak två olika legeringar: mässing (Cu-Zn) och rödmetall (Cu-Zn-Sn), och dessa var de mest förekommande legeringarna i Skandinavien under vikingatiden (Jouttijärvi 2002). En tillsats av bly användes ofta för att uppnå specifika förändringar av legeringens egenskaper (framför allt sänker det smälttemperaturen och gör metallen mer lättflytande), men bly var även en vanlig restförekomst i ren koppar eftersom bly- och kopparmalm ofta hittats tillsammans.

Användandet av moderna termer för olika legeringar ger en falsk bild av hur det egentligen såg ut under järnåldern och medeltiden. Moderna legeringar följer internationella klassificeringsstandarder², men de arkeologiska legeringarna var mer blandade och dåtidens hantverkare hade inte samma möjlighet att testa mängden koppar och legeringsmetaller, som vi har med dagens kemiska analysmetoder. Det är därför vanligt att man i arkeometallurgiska studier istället jämför förhållandet mellan mängden tenn, zink och bly snarare än att tala om mässing, brons eller röd metall (Pollard et al 2015:698–699). *Figur 2* visar hur detta kan presenteras med hjälp av ett ternärt fasdiagram.

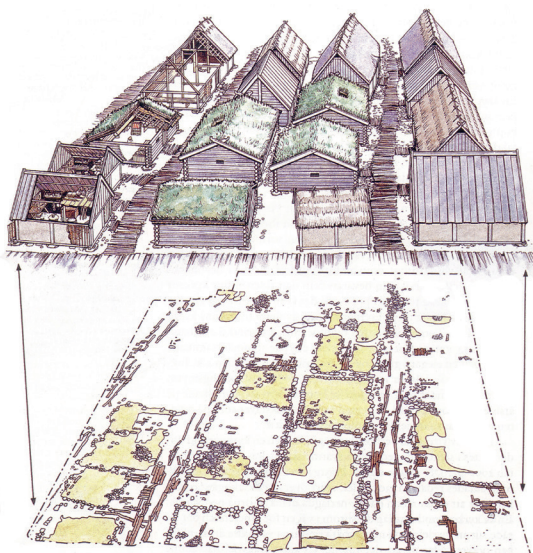
Kopparlegeringar innehåller ofta även mindre mängder eller spår av andra ämnen, som till exempel järn (Fe), silver (Ag), guld (Au), nickel (Ni), antimon (Sb), arsenik (As) och kvicksilver (Hg). Vissa av dessa kan vara naturliga spår från den ursprungliga malmen, men de kan även ha tillförts artificiellt för att förändra legeringens egenskaper eller för att de redan har funnits i en artefakt som smälts om och återvunnits.

I dag är forskningen överens om att återvinning förekom även under vikingatid och tidig medeltid, men hur omfattande detta var och hur mycket ny metall som användes i produktionen är svårt att kontrollera. Troligtvis var återvinningen omfattande, något som syns i den mängd av skrotmetaller som ofta hittas vid produktionsplatser, och även i historisk tid var återbruk en viktig del av råmaterialet i tillverkningen av kopparlegeringar (t.ex. Bourgarit & Thomas 2012), och det finns liten anledning att tro att det såg annorlunda ut under tidigare perioder. Frågan om återanvändning av zinkbaserade kopparlegeringar på de brittiska öarna under det första årtusendet har diskuterats länge och flera detaljerade undersökningar föreligger. Zink-kopparlegeringar användes i stor omfattning under den romerska perioden (Craddock 1978) och när romarna lämnade brittiska öarna på 400-talet lämnade man en stor mängd zink-kopparlegeringar efter sig. Kunskapen om och tillgången till zink- och kopparframställning förlorades gradvis och istället började man återanvända den stora mängden kopparlegeringar som fanns kvar i omlopp (Dungworth 1996; Bayley & Butcher 2004). Under 400-talet då tillgången till zink-kopparlegeringar var god ser vi höga halter av zink, men under senare delar av det första årtusendet ser vi att halterna av zink i legeringarna avtar, en trend som också är tydlig i andra delar av västra Europa. En minskning som är kan förklaras med att dels så hade zink-koppar legeringar med tiden blandats upp med legeringar utan zink och dels så avdunstar zink lätt när det värms upp. Under slutet av första årtusendet ser vi sedan att zinkhalterna ökar igen (Rehren 1999), framför allt i skandinaviska material (Eremin et al 2002; Kershaw 2013). Denna utveckling har forskare kopplat samman både med en ny produktion av zinklegeringar i frankiska riket och en ökad import av zink-kopparlegeringar från den arabiska världen (Jouttijärvi 2002:39–40; Rehren & Martínón-Torres 2008).

Arkeologisk bakgrund

Metallhantverk i Sigtuna. Produktionen av metaller i det tidigaste Sigtuna har varit känd sedan de första utgrävningarna av staden (t.ex. Floderus 1928), men det var framför allt vid utgrävningarna av kvarteret Trädgårdsmästaren som omfattningen och organisationen av produktionen kunde kartläggas (Tesch 1990; Wikström (red). 2011). Här grävde Sigtuna museum ut fyra stadsgårdar där man kunde belägga att metallhantverk och andra hantverk hade utförts under 250 år (*fig. 3*). Senare utgrävningar av centrala Sigtuna har bekräftat bilden och även kunnat visa att metallhantverket hade en stor spridning inom centrala Sigtuna (bl.a. Wikström (red). 2008; Hed-Jakobsson 2018).

Figur 3. Stadsgårdar
i nuvarande kvarteret
Trädgårdsmästaren
9 & 10 under fas 4
(omkring 1050-75).
Rekonstruktion av
Mats Vänehem och
Björn Pettersson.



Ringspännen från Sigtuna. I Carlssons studie av ringspännen från Gotland låg framförallt gravfynd och till viss del depåfynd i fokus. Detta förhållande är delvis knutet till den stora mängd ringspännen som hittades vid utgrävningarna av gravfältet Kopparsvik och att man tidigare hittat förhållandevis få ringspännen från boplatser och stadsbebyggelse, både på Gotland och på andra delar av östra Mellansverige (se kommentar ovan).

I Sigtuna museums nya digitala katalog över Sigtunafynd finns 106 fynd av ringspännen (vilket även inkluderar fynd som benämnts ringnål eller ringsöljor, men de fyndtyperna har inte bekräftats i denna studie). *Tabell 2* visar uppgifter om metall och fyndplats av de olika fynden. Listan omfattar fynd daterade till vikingatid och medeltid. Åtskillnaden mellan kopparlegering, järn och silver bedöms som förhållandevis säker utifrån okulär bedömning, men typerna av kopparlegering har endast i ett fåtal fall kontrollerats med materialanalytiska metoder varför fynddatabasens

Metall	Antal	Plats	Antal	Plats	Antal
Brons	57	Alnäs	1	Professorn	28
Cu-leg*	28	Fjärrvärmen 1991–92	2	Prästgatan	3
Järn	14	Granhäcken	1	S:ta Gertsrud	4
Silver	4	Guldet	4	Trekanten	4
Mässing	1	Handelsmannen	1	Tryckaren	1
Koppar	1	Humlegården	9	Trädgårdsmästaren	23
Vitmetall	1	Kammakaren	2	Urmakaren	13
		Kyrkolunden	3	Vattugränd	1
		Nunnan	6		
Totalt 106				Totalt 106	

* Kopparlegering

Tabell 2a & b. Summering av ringspännen från Sigtuna, efter metaller (a) och plats (b).³

	Ändar	Tvärsnitt bygel	Nålfäste	Diameter, mm	Tjocklek bygel, mm	Nyans*	Vikt, g
F10163	rullade	rund	okänt	21	3	grön till brun	2
F10396	trattformiga	romboida	oklart	30	2–4	brun till guld	4
F10821	rullade	rund	(upp)	24	2	koppar till guld	1
F17405	rullade	rak:d	upp	40	4	rödbrun till grön	20
F24493	rullade	rak:f	upp	26	2	Grön, ärgad	3

* "Nyans" avser opolerad yta

Tabell 3. Lista över de analyserade ringspännena.

uppdelning mellan spännen av brons, Cu-legering, mässing och koppar måste ses som osäker. Större delen av fynden kommer från stadslager och inte alltid med tydlig arkeologisk fyndkontext, medan endast ett fåtal fynd kommer från gravkontexter, bl.a. från kvarteret Nunnan. Detta begränsar naturligtvis möjligheten till att datera fynden, utöver en rent typologisk datering, liksom det begränsar förståelsen för hur föremålet använts, men samtidigt ger det en indikation på hur vanligt förekommande dessa artefakter var och att de verkligen använts utanför en rituell kontext. Endast ett fåtal av alla spännena har undersökts inför denna studie, eftersom fokus här främst har varit att lyfta fram en intressant fyndkategori och ett problemområde avseende fynd av kopparlegeringar.

Undersökning

Metoder och material. Fem ringspännena från undersökningen av Trädgårdsmästaren 9 & 10 1988-90, analyserades tillsammans med 28 andra föremål och klipp från platsen med hjälp av portabel röntgenfluorescens spektroskopi (pXRF) och svepelektronmikroskop (SEM) med Energidispersiv röntgenfluorescens (ED-XRF). Fördelen med XRF analyser är att man inte behöver förbereda speciella prover för analysen, vilket minskar analystid och kostnad och innebär dessutom att analysen inte är destruktiv, något som ofta en förutsättning när man analyserar kulturhistoriska föremål (Lutz & Pernicka 1996; Orfanou and Rehren 2015). Nackdelarna med tekniken är att felmarginalen är högre än för vissa andra metoder och att man inte kan få beräkningar för samtliga ämnen i periodiska systemet. Mera tillförlitliga beräkningar kräver även en polerad yta och då är analysen inte längre icke-destruktiv. Analysresultatet är direkt kopplat till hur väl polerad undersökningsytan är och vid undersökningar med SEM är polerade prover att föredra. Samtliga prover har här gjorts på polerade ytor, som valts ut i samråd med Sigtuna museum för att inte förstöra det estetiska och antikvariska värdet av artefakten. I huvudsak kommer resultaten i denna artikel från analyser med SEM, utförda med instrumentet FEI – Quanta FEG 650 med en EDS detektor Oxford X-max 80 och programvaran INCA vid Geologiska Institutionen, Stockholms universitet.⁴ Resultaten från båda teknikerna kommer att diskuteras i en framtida artikel som är planerad att inkludera en större mängd material från Sigtuna och andra platser i Mälardalen.



Figur 4. Analyserade ringspännena. Bilderna står inte i exakt skalenlig proportion till varandra. Diametrarna återfinns i tabell 3, motsstående sida. Foto: författaren.

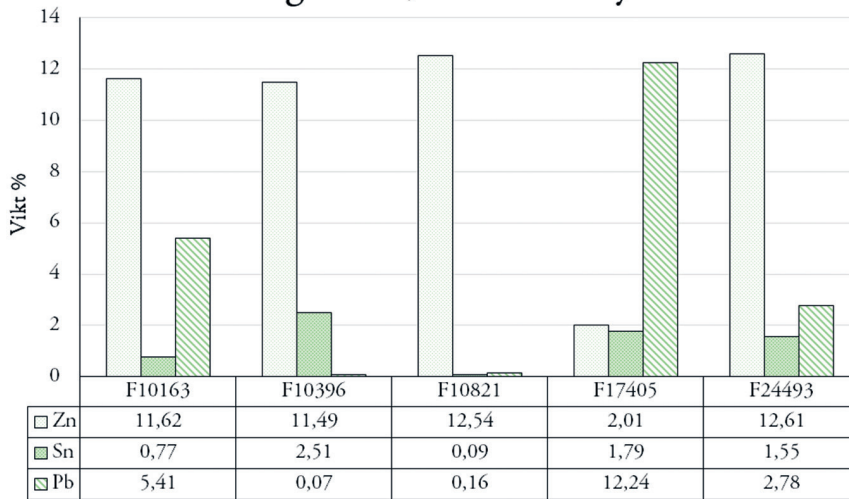
Fyra av de analyserade spännena har upprullade ändar, medan den femte har trattformiga ändar (*tab. 3*). Bygelns tvärsnitt är mer varierade och inkluderar både runda och rombiska tvärsnitt, samt tvärsnitt med rak baslinje. Storleken varierar mellan 21–40 mm, med en tjocklek mellan 2–4 mm. Vikten ligger runt 1–4 g, förutom F17405 som är mycket större än de andra spännena och avsevärt mycket tyngre (se nedan). Endast i tre fynd har nålfästen bevarade eller synliga rester av nålfästen, samtliga tre med upprullade fästen. F10163 saknar nål och är registrerad som en ring, medan nålen för F10396 är endast delvis bevarad men fästet saknas.

Resultat. Analysresultaten från den kemiska analysen av föremålen redovisas i *tabell 4*, ämnen som tolkas som korrosionsprodukter har tagits bort i datapresentationen.

	Fe	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	
F10163	0,42	80,35	11,62	-	-	0,77	-	5,41	Blyrik koppar-zinklegering
F10196	0,31	85,29	11,49	0,12	0,18	2,51	0,07	0,07	Koppar-tenn-zinklegering
F10821	0,59	86,27	12,54	0,38	0,12	0,09	0,03	0,16	Koppar-zinklegering
F17405	0,52	78,14	2,01	0,12	0,09	1,79	0,04	12,24	Blyrik koppar--tenn-zinklegering
F24493	0,36	82,34	12,61	0,17	0,07	1,55	0,12	2,78	Blyrik koppar-zinklegering/ koppar-tenn-zinklegering

Tabell 4. Normaliserad komposition av ringspännena analyserade i denna studie, med uppgifter om värden för järn, koppar, zink, arsenik, silver, tenn, antimon och bly (medelvärden av viktprocenten i fem analyser).

Mängd zink, tenn och bly

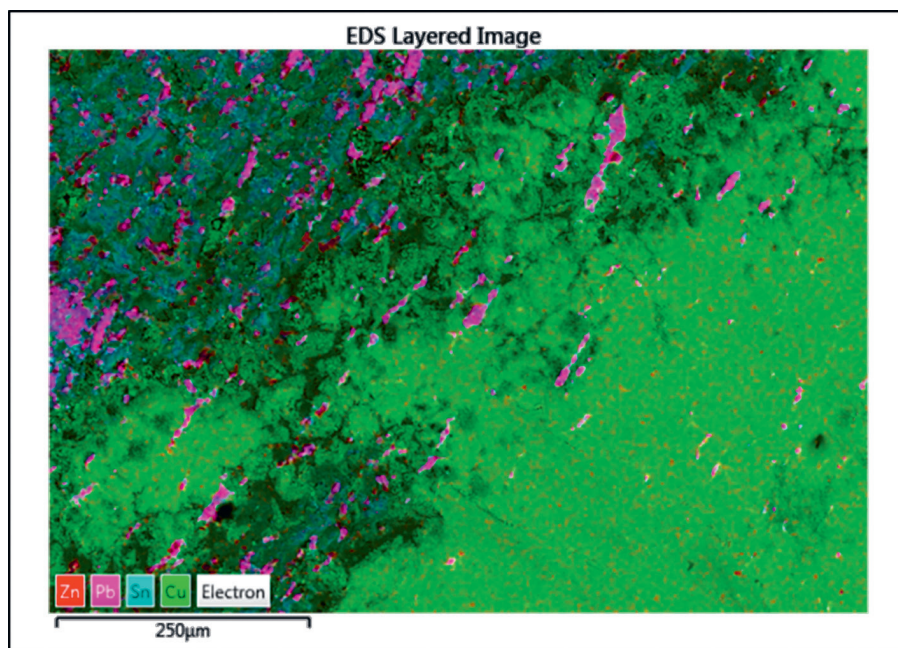


Figur 5. Stapeldiagram över mängden zink, tenn och bly i de olika ringspännena.

I valet av legeringstyper är halten zink, tenn och bly central eftersom dessa ofta användes som legeringsmetaller och dessa har lyfts fram i *figur 5*. Den bild vi ser är tre spännen med en förhållandevis likartad sammansättning (F10396, F10821, F24493), en legering baserad på zink och koppar. Men kompositionen av dessa tre spännen är inte så likartad att man kan tala om användandet av samma legering. F10296 och F24493 är koppar-zink-tennlegeringar (rödmetter) med ett varierande innehåll av bly, medan F10821 är en koppar-zinklegering (en mässingslegering). Utöver detta så har de likvärdiga halter av järn, arsenik, silver och antimon.

Kompositionen för de andra två spännena är mer avvikande. Spännet F10163 har en högre blyhalt och saknar helt spår av arsenik, silver och antimon, men innehåller samma mängd zink som de i den första gruppen, omkring 11,5–12,5 %. Avsaknaden av arsenik, silver och antimon säger inte så mycket om legeringstypen, men säger desto mer om metallens ursprung. I detta fall är det tydligt att F10163 inte är gjord från samma blandning av metaller som den tidigare gruppen. Det femte spännet har en markant mindre mängd zink och innehåller en tydligt högre mängd bly. Det är inte klart om detta kopplas till den ursprungliga kompositionen eller till korrosionsprocesser (se diskussion nedan).

Blyhalten varierar kraftigt mellan de olika spännena, detta kan naturligtvis vara kopplat till att föremålen legerats med olika mängder bly men kan även ha ett samband med blyets egenskaper som legeringsmetall och korrosionen av artefakten. Bly löser sig inte med koppar på samma sätt som zink och tenn utan finns kvar som en enskild metallisk fas i den legerade metallen. Bly kan därför ses på mikroskopnivå som enskilda droppar och ofta nära föremålets yta. När man analyserar kopparlegeringar med ytmätningstekniker kan därför blyhalten bli kraftigt förhöjd och man skall därför bedöma blyhalten i kopparlegeringar med försiktighet. Om man kombinerar analysen med mikrostrukturella undersökningar, som till exempel SEM eller med

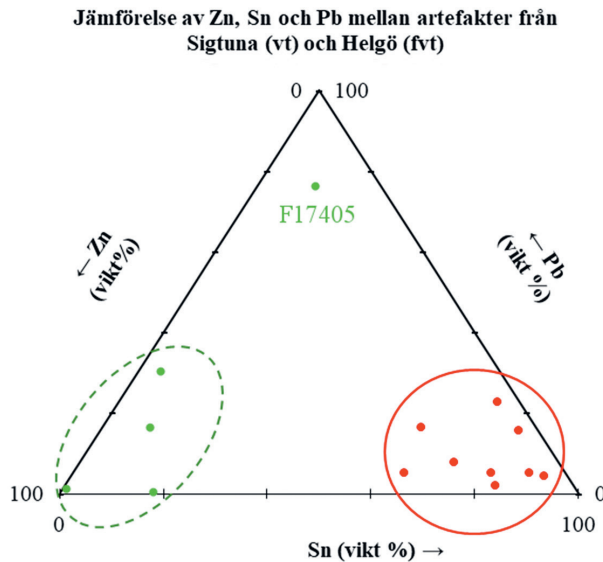


Figur 6. Elementkarta över korroderad yta och polerad metalllyta på F24493 (utbredningen av metallerna är markerad med olika färger).

elektronmikrosond, kan man undvika områden med höga blyhalter och få en mer tillförlitlig mätning av blyinnehållet. *Figur 6* demonstrerar detta genom en elementkarta som visar utbredningen av olika metaller markerad med olika färger. Bly syns som flera rosa fält/droppar över hela den korroderade ytan, medan större koncentrationer av bly saknas nästan helt på den rena polerade metallytan.

Två av spännena visar en högre blyhalt än de andra, F10163 och F17405. Orsaken är osäker avseende F10163, 5 % bly är inte alls ovanligt för kopparlegeringar men tycks indikera att bly tillsats. För F17405 är blyhalten mycket högre än för de andra spännena. Även om 12 % är inte otänkbart för kopparlegeringar från denna period så det är slående att bly är den huvudsakliga legeringsmetallen. Det finns dock ett möjligt samband som är värt att notera. F17405 är det största och tyngsta spännet. Bygelns diameter är 40 mm, ringens tjocklek 4 mm och det väger 8,9 g, medan de andra spännena har en diameter på mellan 20–30mm och väger mellan 2–4g. F17405 har den största diametern och är förhållandevis tyngre än de andra spännena. Det är alltså tydligt att F17405 innehåller en högre halt bly än de andra spännena och jag tror att detta är ett så kallat tekniskt val, spännet har gjorts större och tyngre avsiktligt. Kanske kan detta jämföras med att ha en stor tung SUV snarare än liten lätt Fiat?

Vi kan få en utökad förståelse för relationen mellan spännena om vi jämför mängden zink, tenn och bly med dräknålar och spännen daterade till folkvandringstid från Helgö (Grandin & Hjärthner-Holdar 2008). I det ternära diagrammet jämförs proportionerna av de tre metallerna i de här studerade ringspännena med utvalda artefakter från Helgö (*fig. 7*). Grandins och Hjärthner-Holdars studie inkluderar en



Figur 7. Jämförelse av mängden zink, tenn och bly i ringspännen från Sigtuna (gröna) och spännen och dräktknålar från Helgö (röda; data från Grandin & Hjärthner-Holdar 2008).

större mängd material, föremål, tenar och skrotmetaller, som de själva och tidigare forskare har analyserat. Jag har här endast inkluderat dräktknålar och spännen som motsvarar de artefakter som jag själv analyserat. Analyserna av Helgömaterialen har utförts med andra tekniker än de jag har använt mig av här, men eftersom figur 7 endast jämför proportionerna av zink, tenn och bly i relation med varandra har detta mindre betydelse (se metoddiskussion i Bray & Pollard 2012).

I diagrammet ser vi två grupperingar och ett avvikande värde (F17405). Den röda gruppen (samtliga föremål från Helgö) visar en blandad komposition av tenn och bly, men med ett generellt lågt värde för zink. Den andra mindre gröna gruppen, huvuddelen av ringspännena från Sigtuna kännetecknas istället av en blandad komposition av zink och bly och ett generellt lågt värde av tenn. F17405 skiljer sig även här, men orsaken till detta har redan diskuterats ovan. Skillnaden mellan materialen från Sigtuna och Helgö passar tydligt in på den generella bilden över legeringsvariationer under järnåldern (Jouttijärvi 2002). Detta är naturligtvis en begränsad undersökning av ett fåtal artefakter, men de kommer från två olika platser som är geografiskt och kronologiskt väl definierade och spridningen av de två materialen är talande⁵. Vi ser ingen tydlig framställning av specifika legeringstyper vid någon av platserna utan istället en stor spridning inom de två grupperingarna.

Diskussion och slutsats

Det måste framhållas att det är en mycket liten grupp artefakter som undersökts i denna artikel och det är inte möjligt att dra några definitiva slutsatser om användandet av olika legeringsrecept och metallernas relation, men det är ändå möjligt att framhålla tre observationer som kan vara centrala för framtida studier:

1) Den kemiska kompositionen visar på ett heterogent material. 2) De analyserade spännena står i stark kontrast till materialet från Helgö, daterat till folkvandringstid 3) Visst medvetet val av legeringsmetaller är troligt.

Vi kan inte se några tydliga legeringsrecept eller någon variation kopplad till artefakttypen, förutom att de alla är zink- eller zink-tenn legerade kopparlegeringar med ett zinkinnehåll generellt mellan 11,5–12,5 %, således mässings- eller rödmetallslegeringar. Den blandade kompositionen kan till viss del förklaras med att samtliga är korroderade eller till och med mycket korroderade och att analyserna inte gjorts på preparade prover, men den blandade kompositionen är allmänt typisk för artefakter av kopparlegeringar från första årtusendet e.Kr. (jfr data från Jouttijärvi 2002; Grandin & Hjärthner-Holder 2008; Pollard et al 2015; Orfanou & Birch 2018). Detta är kopplat till hur produktionen av kopparlegeringar såg ut under den här perioden och återanvändandet av metaller måste ses som högst troligt. Det varierade innehållet av spårämnen och metaller som inte använts som legeringsmetaller (Fe, As, Ag, Sb) stödjer en sådan tolkning, eftersom förekomsten och halterna av dessa metaller är så varierande. Men för en full tolkning av denna variation behöver man undersöka en större grupp artefakter och använda kvantitativt bättre analysmetoder (t.ex. ICP-MS).

Kontrasten till materialet från Helgö är också i linje med tidigare analyser, som visat på en högre halt av tenn-koppar legeringar under 400- och 500-talen och en tydligare användande av olika zink-koppar legeringar under slutet av först årtusendet. Detta kan som diskuterats ovan vara ett resultat av en skiftande tillgång till metaller legeringar, men skulle även kunna kopplas till olika estetiska val under de två perioderna.

Som diskuterats ovan finns en indikation på materiella selektionsprocesser, sedd i den höga halten bly i F17405. Detta är endast ett enda spänne och resultatet ska inte övertolkas, men det tycks visa att under vikingatiden kan vissa materiella val gjorts som kanske kan kopplas till sociala processer och även detta är en fråga som kan behövas studeras mer i detalj med en större grupp artefakter.

Som slutsats, och för att knyta an till artikels titel, kan vi slå fast att de ringspännena som analyserats här inte var av brons utan olika typer av zink-kopparlegeringar, med varierande innehåll av tenn och bly. Återbruk av skrotmetaller är troligt på grund av de varierande halterna av olika legeringsmetaller och spårämnen, men detta är inte samma sak som att man inte gjorde medvetna val i legeringen av koppar. Snarare finns det här tydliga avvägningar för vilken legering man ville framställa. Till exempel har fyra av spännena en zinkhalt inom intervallet 11,5–12,5 %. Det finns även en indikation på att legeringens sammansättning i ett fall kan kopplas till sociala val; den höga mängden bly för att framställa ett stort och tyngt spänne.

Detta är som framhållits tidigare en första mindre studie i ämnet om användandet av olika legeringar under vikingatid och medeltid och syftet har främst varit att lyfta fram en artefaktkategori och ett problemområde. Det har här varit möjligt att belysa några trender i relation till materialets tillverkning och användning, men mycket återstår att göras. Förhoppningsvis har denna artikel visat på möjligheterna med materialanalytiska metoder i forskningen om artefakter från tidig medeltid och kan

ge inspiration till vidare studier. Det som saknas idag är dels en full sammanställning av ringspännen i Mälardalen liknande det arbete som Anders Karlsson gjorde på 1980-talet gällande det gotländska materialet, och dels fler kemiska analyser av artefakter av kopparlegeringar, för att få ett större referensmaterial än vad som finns idag.

Den här artikeln bygger på forskning jag bedrev som gästforskare på AFL vid Stockholms universitet och jag vill tack Kerstin Lidén och mina kollegor på institutionen. Forskningen finansierades genom medel från Berit Wallenbergs Stiftelse, Åke Wibergs Stiftelse och Jernkontoret, Prytziska fonden nr 1.

Noter

- 1) Troligen var det den naturliga förekomsten av arsenik i koppar från flera områden som gjorde att man upptäckte att koppar legerat med arsenik skapar en hårdare metall (Budd & Ottaway 1991).
- 2) Brons är enligt modern standard en kopparlegering med en annan karakteriserande tillsats än zink, men det man oftast menar i arkeologiska sammanhang är tennbrons, där man legerat koppar med c:a 10-12% tenn (SS 16601). Mässing är en legering av koppar och zink, med ett innehåll av zink mellan 5 % till 30 %.
- 3) Uppgifterna bygger helt på data från museets katalog och har endast i ett fåtal fall verifierats. Tack Anders Söderberg för utdrag ur fynddatabasen.
- 4) Jag vill tacka Marianne Ahlbom för tillgången till utrustningen.
- 5) Det ska dock poängteras att den kemiska kompositionen av samtliga material från Helgö var mer komplicerad och att denna analys endast är relaterad till de dräktnålar och spännen från Helgö som analyserats.

Referenser

- Andersson, H. 2010. Järn, stad och statsbildning. *Med hammare och fackla* XLI. St Örjens gille, Stockholm. s. 63–102.
- Bayley, J. 1998. The production of brass in antiquity with particular reference from Roman Britain. *2000 Years of Zinc and Brass*. Craddock, P. T. (red). British Museum Occasional Paper No 50. London. s. 7–27.
- Bayley, J. & Butcher, S. 2004. *Roman brooches in Britain: a technological and typological study based on the Richborough Collection*. London.
- Bourgarit, D. & Thomas, N. 2012. Late medieval copper alloying practices: a view from a Parisian workshop of the 14th century AD. *Journal of Archaeological Science* Vol 39, Issue 10. s. 3052–3070.
- Bray, P. J. & Pollard, A. M. 2012. A new interpretative approach to the chemistry of copper-alloy objects: source, recycling and technology. *Antiquity* 86: 853–67.
- Budd, P. & Ottaway, B.S. 1991. The properties of arsenical copper alloys: implications for the development of Eneolithic metallurgy. *Archaeological Sciences 1989: Proceedings of a conference on the application of scientific techniques to archaeology, Bradford, September 1989*. I Budd, P. (red). Oxford. s. 132–142.
- Carlsson A. 1988. *Vikingatida ringspännen från Gotland. Text och katalog*. Studies in Archaeology 8. Stockholm.
- Craddock, P. T. 1978. The composition of the copper alloys used by the Greek, Etruscan and Roman civilizations: 3. The origins and early use of brass. *Journal of Archaeological Science* 5. s. 1–16.
- Dungworth, D. B. 1996. The production of copper alloys in Iron Age Britain. *Proceedings of the Prehistoric Society* 62. s. 1–27.
- Engerdahl, T. 2012. Tools of the Trade: An analysis using conservation and SEM of the context and iron material from the excavation of House X in the city block Humlegården 3 in Sigtuna. Magisteruppsats, Stockholms Universitet.
- Eremin, K. Graham-Campbell, J. & Wilthew, P. 2002. Analysis of copper-alloy artefacts from pagan Norse graves. *Archaeometry* 98: *Proceedings of the 31st Symposium, Budapest, April 26–May 3 1998*. Biró, K. T. & Jerem, E. (red). s. 343–49.
- Floderus, E. 1928. Några brons- och silversmedsfynd från det äldsta Sigtuna. *Fornvännen* 23. s. 89–108.
- Geijer, A. & Arbmán, H. 1940. En detalj i den gotländska mansdräkten under vikingatiden. *Fornvännen* 1940. s. 2–3.
- Glørstad, Z. 2010. *Ringspennen og kappen: kulturelle møter, politiske symboler og sentraliseringsprosesser i Norge ca. 800-950*. Oslo.
- Graham-Campbell, J. 1984. Western influences on penannular brooches and ringed pins. *Birka: Untersuchungen und Studien. 2, Systematische Analysen der Gräberfunde*. Arvidsson, G. (red). Stockholm. s. 31–38.
- Grandin, L. & Hjärthner-Holdar, E. 2008. Analysis of copper and copper alloys. *Excavations at Helgö 17, Workshops, part III*. KVHAA, Stockholm. s. 39–70.
- Gustin, I. 2013. Ringspännen/Hästskeformade spännen, gåvogivning och kontakterna mellan Mälardalen och sydvästra Finland under vikingatid. *Finskt museum* 2015. s. 44–64.
- Jansson, S. B. F. 1981. *Sveriges runinskrifter. Bd 15. D. 1, Gästriklands runinskrifter*. Stockholm.
- Jesch, J. 1991. *Women in the viking age*. Woodbridge
- Jouttijärvi, A. 2002. Kobberlegeringer i jernalder og vikingetid. *Metalhåndværk og Håndværkpladser fra Yngre Germansk Jernalder, Vikingetid og Tidlig Middelalder*. Henriksen, M.B. (red). Skrifter fra Odense Bys Museer, vol 9. Odense. s. 27–40.
- Karlsson, J. 2006. Ben- och hornhantverk i Birka och Sigtuna: nätverk manifesterade i råvaruanvändning. *Situne Dei*. s. 52–59.

- Kershaw, J. 2013. *Viking identities: Scandinavian jewellery in England*. Oxford.
- Wikström, A. (red). 2008. *På väg mot paradiset: arkeologisk undersökning i kvarteret Humlegården 3 i Sigtuna 2006*. Sigtuna.
- Lutz, J. & Pernicka, E. 1996, Energy dispersive X-ray fluorescence analysis of ancient copper alloys: empirical values for precision and accuracy, *Archaeometry* 38. s. 313–323
- Nordin, A-C. 1990. Bronsgjutning. *Makt och människor i kungens Sigtuna: Sigtunautgrävningen 1988-90*. Tesch, S. (red). Sigtuna. s. 73–75.
- Orfanou, V. & Rehren, T., 2015. A (not so) dangerous method: pXRF vs. EPMA-WDS analyses of copper-based artefacts. *Archaeological and Anthropological Sciences* 7(3). s. 387–397.
- Pettersson, B. 2007. Kammakeriavfallens spridning på en tidigmedeltida stadsgård i Sigtuna. *Situne Dei*. s. 7–15.
- Pollard, A. M. Bray, P. Gosden, C. Wilson, A. & Hamerow, H. 2015. Characterising copper-based metals in Britain in the first millennium AD: a preliminary quantification of metal flow and recycling. *Antiquity* 89. s. 697–713.
- Rehren, T. 1999b. The same ... but different: a juxtaposition of Roman and medieval brass-making in central Europe. *Metals in Antiquity*. Young, S.M.M. Pollard, M. Budd P. & Ixer, R. (red). BAR International Series 792. Oxford. s. 252–257.
- Rehren, T. & Martínón-Torres, M. 2008. Naturam ars imitata: European brassmaking between craft and science. *Archaeology, History and Science: Integrating Approaches to Ancient Materials*. London. s. 167–188.
- Sahlén, D. 2016. Ceramic evidence from non-ferrous metallurgy in the Mälmar valley during the Viking Age, i Eklöv Pettersson, P. (red.) *Prehistoric Pottery Across the Baltic*. BAR S2785. s. 75–80.
- Sahlén, D. *in prep.* Ferrous and non-ferrous metallurgy in the Viking Age, an analysis of contexts and remains. *Iron and the transformation of society: reflections on Viking Age metallurgy*. Lindkvist, T. m.fl. (red). Jernkontoret. Stockholm
- SS 16601. Svensk metallstandard – Terminologi. SIS, Swedish Standards Institute. Stockholm.
- Summanen, H. 2002. *Grophus, hantverk och Sigtuna stad - om rumsliga förändringar i feodalismens tecken*. Magisteruppsats i arkeologi. Arkeologiska institutionen, Stockholms universitet.
- Söderberg, A. 2008. Metall- och glashantverk. *På väg mot paradiset: arkeologisk undersökning i kvarteret Humlegården 3 i Sigtuna 2006*. Wikström, A. (red). Sigtuna. s. 97–130.
- Söderberg, A. & Gustafsson, N.B. 2007. Från prestigevarugjutning till myntning. Tidigmedeltida metallurgi i kv. Trädgårdsmästaren, Sigtuna. *Situne Dei*. 17–40.
- Tesch, S. 1990. *Makt och människor i kungens Sigtuna: Sigtunautgrävningen 1988-90*. Sigtuna.
- Thunmark-Nylen L. 2006. *Die Wikingerzeit Gotlands III:1*. Text. KVHAA. Stockholm.
- Orfanou, V. & Birch, T. 2018. Viking-age metals and urbanisation: the case of Ribe in Denmark. *Urban Network Evolutions. Towards a high-definition archaeology*. Raja, R. & Sindbæk, S. (red). Aarhus. s. 189–95.
- Wikström, A. (red). 2011. *Fem stadsgårdar: arkeologisk undersökning i kv. Trädgårdsmästaren 9 & 10 i Sigtuna 1988-90*. Sigtuna.

Summary

This article presents results from the project ‘Metalworking in Context’, concerning the metal crafts during the Viking Age and early medieval period in Sigtuna and the Mälär Valley. The results presented here are the first from the second sub-project, which focuses on the material aspects of metallurgical waste at production sites in the Mälär Valley, examining the composition of penannular brooches. These brooches have been highlighted in this study because they were important social markers, through which social affiliation, status and ethnicity were demonstrated.

Penannular brooches were made of iron, silver and gold, but mostly of various copper alloys. Craftworking with copper alloys was common in the Late Iron Age and early medieval period and more than twenty production sites have been identified in the Mälär Valley. This should not be seen as a specific or isolated production by specialized bronzesmiths, but rather as an integral part of other types of metallurgical production and craft activities.

In this article it has been possible to highlight some trends in relation to the manufacture and use of metal alloys. In conclusion, with reference to the title of this article, it has been possible to determine that the penannular brooches here analyzed were not made with pure bronze but different types of zinc-copper alloys, using varying amounts of tin and lead. Recycling of scrap metal is the likely cause of the varying levels of alloyed metal and trace elements, but this does not mean that conscious choices were not made in the manufacturing process.