

Spännbucklor

Och att smycka sig i bara mässingen

En kvalitativ analys av sammansättningen i legeringar genom pXRF

Kandidatuppsats i Laborativ Arkeologi

Författare: Emmelie Westerlind

Handledare: Lena Holmquist

Arkeologiska Forskningslaboratoriet

Institutionen för Arkeologi och Antikens Kultur

Stockholms Universitet HT 2016

Abstract

The focus of this study is to detect any similarities – or lack thereof – between the alloys of different types of oval brooches from the later Iron Age in Scandinavia. The study is furthermore concerned with how the alloys and the typologies can be mutually complimentary to one another in regards to dating or determining the age of specific oval brooches. For this purpose X-ray fluorescence (pXRF) was used on five different items deriving from Birka, Vendel and one of unknown context.

The results indicate continuity with earlier studies regarding copper alloys with contents of zinc, and that this study's brass brooches may have been produced in this alloy for its gold-like appearance. A higher level of lead can be found in the younger brooches, therefore indicating that tortoise brooches of a later date may contain more lead than their earlier counterparts. Furthermore, the study shows that brass may be mistaken for gold, and it raises questions about the use of metal originating from native copper sources.

This study is a part of the Birka Black Earth Harbour project.

Keywords: Archaeology, Archaeological Science, XRF, Viking Age, Scandinavia, Oval Brooches, Birka, Vendel, Metallurgy, Alloys, Jewelry

Acknowledgements

I wish to give my thanks to Sven Isaksson for helping with the utilization of the pXRF and the condensation and summarization of the resulting data. Without your expertise this study would have been impossible. I would also like to express some further gratitude towards my friends and family for providing me with an absurd amount of coffee, listing linguistic errors and giving precious pep talks during the last months. You are my heroes.

Innehållsförteckning

Abstract	
Acknowledgements	
1. Inledning.....	2
1.1 Syfte	2
1.2 Frågeställningar	3
1.3 Avgränsningar	3
1.4 Teori och Metod	3
2. Materialet	4
2.1 Cu-legeringar.....	5
2.1.1 Variationer i förhistorisk tid	5
2.1.2 Korrosion.....	7
2.2 Spännbucklor.....	7
2.2.1 Funktion	7
2.2.2 Tillverkning.....	8
2.2.3 Typologier	8
2.3 Presentation av spännbucklorna efter okulär besiktning och fotoanalys	9
2.3.1 Garnisonen	10
2.3.2 Birkas hamn.....	11
2.3.3 SHM, 1139027	13
2.3.4 Vendel - F134:2a och F134:2b	14
3. Laborativa analystekniker	16
3.1 Portabel röntgenfluorescens	16
3.1.1 Problematik	16
3.2 Alternativa analystekniker.....	17
3.3 Instrumentbeskrivning och förfarande	17
4. Resultat pXRF	18
5. Diskussion	20
5.1 Typer, tillverkningsplatser och legeringar	21
5.2 Chaîne opératoire och aktiva handlingar utifrån socio-ekonomiska kulturyttringar.....	24
5.3 pXRF och analyser för framtida forskning.....	25
6. Slutsats	25
7. Sammanfattning	26
8. Referenslista	27
Bilaga 1	29

1. Inledning

Ovala spännbucklor, som tillhör en av flera kategorier så kallade parspännen, härstammar från yngre järnålder. Parspännen har den gemensamma funktionen att hålla samman en vendel- eller vikingatida hängselklänning och kan variera i storlek och utformning. Ibland förekommer mer lokala varianter, där exempelvis djurhuvudformiga parspännen är typiska för Gotland medan de ovala spännbucklorna är mer utbredda över hela Skandinavien. Tungformiga spännen är ytterligare en variant, så som det i silver utförda tungspännet från Eketorp utanför Örebro (för variationer av parspännen se fig.1). Gemensamt för samtliga av dessa parspännen är den nära kopplingen till ett morfologiskt kvinnligt genus inom högre samhällsskikt.

Petersen (1928) och Jansson (1985) har upprättat typologier för de ovala spännbucklorna utifrån karaktäristisk form och ornamentik. Tack vare dessa typologier möjliggörs en närmare datering av spännbucklor och deras inbördes kontexter.

Medan de vikingatida ovala spännbucklorna förekommer i nuvarande Skandinavien, Brittiska öarna, Ukraina, Baltikum och Ryssland tycks tillverkningen ha varit desto mer geografiskt avgränsad till ett färre antal platser (Androschuk 2013:40, 151). Gjutformer efter just ovala spännbucklor förekommer inte överallt där spännbucklor påträffats, och somliga gjutformer förekommer på specifika platser för vissa typer av parspännen. Det här gör att det i vissa fall går att urskilja föremålens resa mellan produktionsplats och nedläggning (Jansson 1985:11ff).

Därtill skiljer sig valet av metaller mellan olika spännbucklor men också inom samma typologier. Många spännbucklor är gjorda i en kopparlegering, men trots att dessa spännen omnämns som brons är det inte alltid sammansättningen överensstämmer med de optimala halterna av 90 % koppar (Cu) och 10 % tenn (Sn) (Trotzig 2014:174). Olika halter av metaller påverkar materialets egenskaper, och därför är det av intresse att i en fallstudie göra en analys på sammansättningen i legeringarna på ett antal exemplar för att se om den finns någon korrelation mellan de olika metallhalterna och typerna.



Figur 1. Olika parspännen. Från vänster: djurhuvudformigt spänne från Lummelunda, Gotland. Foto Peter Sillén, SHM. Oval Spännbuckla av typ P37:11 från Örträsk, Lappland. Foto Eva Vedin, SHM. Tungformigt spänne i silver försett med filigran och granulation. Kopia av spännet från Eketorp, Örebro. Foto Emmelie Westerlind.

1.1 Syfte

Detta arbete ämnar, utifrån en mindre fallstudie, undersöka huruvida det finns en korrelation mellan studiens olika typer av spännbucklor och deras individuella legeringar. Syftet med detta är att få en större förståelse för socio-ekonomiska aspekter av materialiteten i vikingatida funktionella och statusmarkerande föremål knutna till ett morfologiskt kvinnligt genus.

1.2 Frågeställningar

1. Finns det något samband mellan föremålstyperna i studien och deras legeringar?
2. Kan dessa spännbucklor genom stilbestämning, datering och legering härledas till olika och/eller specifika tillverkningsplatser?
3. Hur ser möjligheterna ut att med pXRF avgöra proveniens för råmaterialet i legeringarna?
4. Är legeringarna från spännbucklorna i studien typiska för andra spännbucklor och samtida legerade föremål?

1.3 Avgränsningar

Den här uppsatsen kommer inte att analysera eventuella organiska ämnen då fokus ligger på legeringarnas sammansättningar. Således kommer heller inte en närmare diskussion att föras gällande klädedräkt och hierarkiskt genus kopplat till den textila delen av klädedräkten. För dylika studier hänvisas till ett urval av arbeten såsom Hägg (1974), Hedeager Krag (2003), Coleman & Løkken (2014) och Grömer (2016).

Föremål och fragment kommer från Uppland och därför ingår heller inte någon djupgående analys av spännbucklornas olika typer utanför det uppländska landskapet, med undantag från spännbucklan SHM 1139027 vars kontext är okänd.

Utifrån dessa premisser kommer Janssons typologier (1985) vara de rådande. Även Petersens arbete från 1928 kommer inkluderas eftersom Janssons systematiska indelning bygger på den norske föregångarens. Medan Petersen emellertid studerar norska föremål fokuserar Jansson på Uppland och framför allt Birka vilket är av större intresse för den här studien. Därför kommer hänvisningar huvudsakligen ske till Janssons birkastudier, förutom när skiljaktigheter fordrar en hänvisning till Petersens arbete.

1.4 Teori och Metod

Materiell kultur och föremålets chaîne opératoire, på svenska operativa kedjor, kan hävdas utgå från aktiva handlingar och sociala praktiker. Både immateriella och materialiserade kulturella strukturer kan skönjas i de många moment som ingår i ett föremåls biografi, från råvaruutvinning till framställning, bruk och deponering. Teknologiska och stilistiska moment i ett föremåls operativa kedja kan därför ses som aktörer i ett dynamiskt skapande och upprätthållande av sociala relationer (Lemonnier 1986:147ff; Berg 2006:235 och därin anförd litteratur; Dobres 2014:199f). Spännbucklornas individuella biografier bär således spår av de kulturella förutsättningar som bidragit till föremålets utseende, material, form och funktion, påverkade av mänskliga aktörer. Samtidigt kan spännbucklorna ses som egna aktörer som i sin tur genom sin materialitet upprätthåller sociala koder och traditioner.

Det här arbetet utgår från en abduktiv metod avsedd för en jämförande kvalitativ analys, där fokus initialt har legat på en allmän undersökning av materialet för att skapa en översiktlig uppfattning och underlag för frågeställningar. Vidare har ett antal arbetshypoteser framtagits vilka har testats genom analystekniken portabel röntgenfluorescens (pXRF), vilken i sin tur har varit uppställd på stativ för att öka stabiliteten och därmed resultera i större noggrannhet (för ytterligare förfarande se kap. 3). Resultatet har utvärderats och slutgiltigt förslag på hypotes och teori har sedan formulerats.

Metoden har inkluderat typologisering av föremålen samt tillhörande preliminär datering genom okulär besiktning. Där ingår även en beskrivning av storlek samt bevarande- och korrosionsgrad.

Vidare har en undersökning gjorts av föremålens individuella kontexter genom litteraturstudier, och i ett fall sällning av jord från relevant kontext i Birkas hamn. Sällningen bestod i att ca 2 liter jord sällades med 1 mm såll och påträffade fynd fick en översiktlig definition av författaren.

Eftersom korrosionen stundtals har varit markant har stilbestämningen av somliga föremål försvårats. För att tydligare se typiska detaljer under korrosionslagren har de därför fotograferats och sedan redigerats på dator. Redigeringen har utförts genom att ändra ljusstyrka, kontraster, skuggor och färger. Detta har gjort detaljer mer framträdande vilket i dessa fall har varit avgörande för stilbestämningen.

Med hjälp av typbestämning, vilka har gjorts av författaren utifrån Petersens (1928) och framför allt Janssons (1985) välkända arbeten, har en preliminär datering gjorts av spännbucklorna som enskilda föremål. Faktorer som gör att dateringar av spännbucklor efter typer bör ses kritiskt på är förekomsten av nya gjutningar av samma typer under senare tid, samt återanvändning av äldre föremål vars stil inte är typiska för en senare tidsperiod.

Dateringen är därmed långt ifrån exakt och utgör mer en indikation än en slutgiltig definition av tidsspänn. Dessa preliminära dateringar av spännbucklorna är emellertid i den här studien ej aktuella för datering av kontexterna eftersom spännbucklornas typiska datering inte behöver överensstämma med tiden för deponering. En spännbuckla eller andra föremål kan däremot utifrån datering av typ indikera en högsta ålder på kontexten, eftersom ett sentida föremål inte påträffas i äldre sammanhang.

Petersens och Janssons typologier baserar sig på stil och form, medan den här studien i tillägg beaktar legeringarnas sammansättning för att se om det finns någon korrelation mellan en viss typ och sammansättning. Således blir studien en kvalitativ undersökning av korrelation mellan typ och legering, för att se om typologierna som sådana är applicerbara på material och inte bara visuell form. Undersökningen av föremålens legeringar har gjorts med portabel röntgenfluorescens (pXRF), vilket resulterar i en ytskiktanalys av komponenter på grundämnesnivå. Analystekniken har sina begränsningar, men lämpar sig för en översiktlig ingångsanalys av ett material. Utslaget av analysen behöver tolkas kritiskt och möjliga felkällor detekteras. Resultatet av såväl grundämnesdetektering och analys/diskussion är alltså inte slutgiltig för hela föremålskategorin utan bara för de i studien studerade föremålen och fragmenten. Däremot är förhoppningen att denna studie tillsammans med annan forskning ska kunna bidra till en mer nyanserad bild av typologiernas tillämpningsgrad i fråga om spännbucklornas legeringar.

2. Materialet

Studien baserar sig på analyser av fyra fragmenterade spännbucklor och ett fragment av en spännbuckla eller bågare, alla av varierande bevarandegrad. Samtliga föremål och fragment kommer från Uppland (Birka och Vendel) utom spännbuckla SHM 1139027 som saknar känd fyndkontext. De övriga har påträffats vid utgrävningar gjorda av Arkeologiska Forskningslaboratoriet vid Stockholms Universitet. Utöver dessa ingår det material som påträffades vid sällning av jord från Birkas hamn. Däremot har inget av materialet från sällningen analyserats med pXRF utan har bara genomgått okulär besiktning av författaren.

Materialet kan delas in i två huvudsakliga kategorier, de föremål som spännbucklorna utgör samt de ämnen de består av. Eftersom den aktuella analystekniken är pXRF är det föremålens legeringar som står i fokus, vilket presenteras nedan. Därefter följer en presentation av föremålskategorin vilken sätts i perspektiv till andra samtida föremål och deras legeringar. Slutligen ges en närmare presentation av de föremål och fragment som ingår i analysen, samt deras individuella kontexter.

2.1 Cu-legeringar

Majoriteten av alla kemiska grundämnen består av metaller, där atomer attraheras av varandra i kristallina strukturer. Vid temperaturer som motsvarar metallens smältpunkt kan kristallerna lösas upp och metallen övergår då i flytande form. När ämnet sedan svalnar återskapas kristallerna, och beroende på rådande förhållanden kan den kristallina strukturen påverkas i sin blivande form. En blandning av olika metaller kallas för en legering och genom att variera individuella metallhalter i legeringen får sammansättningen olika specifika egenskaper. Genom att förändra basmetallens atomgitter kan aspekter som hårdhet, töjbarhet och smältpunkt påverkas. Legeringselementen är antingen substitutionellt eller interstitiellt lösta, där det första innebär att deras atomer ersätter basmetallens atomer medan det sistnämnda innebär att atomerna placerar sig i basmetallens atomers mellanrum. (Trotzig 2014:25f)

Tillförsel av metaller till basmetallen får inte alltid en visuell effekt, men legeringen får andra egenskaper än de självständiga metallerna (Trotzig 2014:26). Det här gör att det inte alltid går att visuellt avgöra vilka metaller som ingår i en legering. I framför allt äldre textmaterial omnämns kopparlegeringar som brons, trots att den metallurgiska sammansättningen kan variera och inte behöver motsvara 90 % koppar och 10 % tenn. En bronsliknande legering kan ha varierande egenskaper med flera och andra komponenter än enbart koppar och tenn vilket är av stor betydelse för förståelsen för materialegenskaperna, omsmältningsgrad, gjuttekniker och kan ge indikationer på proveniens (Grandin et al 2007:8).

Koppar, som utgör grunden i de vanligaste legeringarna i förhistorisk tid, är i rent tillstånd mjukt och böjbart och kan trots kallbearbetning bara hårdna till en viss gräns. Tillförsel av andra metaller, så som tenn, zink, arsenik och bly ger en kopparlegering mer lämpad för gjutning än koppar i ren form (Trotzig 2014:174ff).

En legering har sällan en helt jämn sammansättning eftersom metallerna som ingår har varierande smältpunkter, vilket blir tydligt vid gjutning. Konsekvensen av de olika smältpunkterna blir en ojämn avsvalningsprocess som påverkar den kristallina strukturen. Ett föremål som stelnar först i kanterna får en ojämn fördelning av de ingående metallerna, vilket gör att grundämnenas halter varierar inom ett och samma föremål. I en legering av exempelvis tennbrons är tennhalten högre vid ytan än längre in, medan kopparhalten är högre på djupet (Trotzig 2014:26f). Det här gör att ytskiktanalyser inte alltid är att föredra eftersom resultatet inte nödvändigtvis är karaktäristiskt för hela föremålen. En ytskiktanalys kan emellertid ge en första indikation på vilka grundämnen som ingår åtminstone på det analyserade området av legeringen. Vid sådana analyser är det alltså mycket viktigt att vara varse om resultatets representativitet.

2.1.1 Variationer i förhistorisk tid

En Cu-legering får som ovan nämnts olika egenskaper beroende på de ingående varierande metallhalterna. Inom arkeologin är det klassiska tennbronsen en legering med omkring 90 % koppar och 10 % tenn, men tennbronsen kan variera inom spannet av ± 5 % (Nordström 1986:3; Trotzig 2014:174). Enligt Weiler (2003:8) kan tennhalten uppgå till hela 30 %. Inbördes halter kan alltså variera och en tennbronslegering kan lika gärna bestå av 95 % koppar och 5 % tenn som av 70 % koppar och 30 % tenn. Därtill finns en mängd andra varianter av andra Cu-legeringar som förekommer i förhistorisk tid, bland annat med varierande halter zink (Zn), bly (Pb), och arsenik (As).

En Cu-legering med omkring 2 % arsenik blir betydligt mer lättsmält och ökar i hårdhet. Den här typen av legering kallas ibland för arsenikbrons. Lambert (1998:176) menar att arsenik under

europaisk kopparålder på många platser var föga lättillgängligt och därför krävde import, vilket främjade metallhantverkets utveckling genom långväga handelskontakter. Weiler hävdar emellertid att arsenikbrons med en arsenikhalt på 2 % eller mindre förmodligen var en naturlig förekomst och inte en medvetet gjord legering (Weiler 2003:8). Mängden arsenik i kopparålderns föremål från Europa varierar dock enligt Lambert (1998:176f) inom spannet 1,7 – 6 %, där resten består av koppar och mindre än 0,4 % tenn. Diskussionen kring arsenikbronsets eventuella tillsatser under europeisk kopparålder kommer dock lämnas därhän, men halten arsenik i en legering kan alltså antingen indikera en naturlig förekomst eller medveten tillsats.

Omkring 4 000 – 3 000 f. Kr började tenn att användas i Asien i allt större utsträckning, och så småningom ersattes arsenik med tenn även i Europa då deras egenskaper är likartade (Lambert 1998:176f). De olika halterna för tennbronsen har diskuterats ovan. Under skandinavisk bronsålder var tennbronsen den vanligaste legeringen, vilket också återspeglas på kontinenten.

Koppar utvanns huvudsakligen av kopparkis (CuFeS_2), en vanligt förekommande malm som ofta påträffas med zinkblände (ZnS) och framför allt blyglans/galenit (PbS) (Pollard et al. 2008:321). Det här gör att zink och bly tidigt förekommer i Cu-legeringar men i mycket små halter som många gånger troligtvis inte varit märkbara för legeringens egenskaper då de varit på spårämnesnivå. Zink och tenn förekommer inte naturligt inom samma geografiska områden vilket betyder att en legering med halter av båda dessa ämnen alltid kan räknas som återvunnen skrotmetall (Grandin 2011:10). Under järnåldern, inte minst den skandinaviska, blir bruket av tenn allt ovanligare till förmån för zink, men även betydande tillsatser av bly börjar då förekomma uppe i Norden. Liksom med arseniken kan små mängder tillsatt bly förbättra gjutning med Cu-legering (Grandin et al 2007:8).

Före romersk tid var Cu-legeringar med främst tenn, bly och arsenik vanliga i Europa, inte minst på de brittiska öarna. Under romersk tid introducerades emellertid mässing i större utsträckning, bland annat genom kejsare Augustus myntreformer år 23 f. Kr. Mässing består av en stor andel zink, vilken utvanns ur zinkblände (ZnS) eller importerades från Indien (Dungworth 1995:159). Dungworth kommer i sin doktorsavhandling fram till att det under europeisk järnålder är vanligt med tennbrons i Storbritannien medan det inom det keltiska metallhantverket är vanligare med legeringar med en större andel zink. Metallurgiskt finns tydliga paralleller mellan det keltiska hantverket och det romerska, vilket indikerar att keltiskt metallhantverk från 100-talet f. Kr. och framåt producerats av romersk skrotmetall (ibid:159).

Nord & Tronner (2015:14f) har gjort en studie rörande legeringar i vikingatida föremål från Uppland, där gravar i Birka utgör ett stort underlag. Av studiens 87 föremål visade sig endast 6 innehålla tennbrons, medan 27 var gjorda i mässing. Generellt visar deras resultat att de legeringar som brukar benämnas som brons under vikingatid sällan motsvarar det optimala tennbronsen, utan av en legering med höga kopparhalter och resterande blandning av tenn, zink och bly. Andra studier pekar också på en minskad mängd tenn och ökade zinkhalter under järnåldern (t.ex. Arrhenius 1989:11ff; Trotzig 1991:1ff; Trotzig 2014:174).

Sammanfattningsvis kan sägas, dock en aning generaliserat, att tennbronsen ses som typiskt för skandinavisk bronsålder medan det under järnålder blir allt mer vanligt med betydande zinkhalter i kopparlegeringarna. Tennbronsen innehåller 70 – 95 % koppar och 5 – 30 % tenn, medan mässingen innehåller 5 – 30 % zink. Givetvis existerar också blandningar däremellan och med andra ämnen så som bly och arsenik, men låga halter av dessa kan ses som spårämnen eller föroreningar. Högre halter av bly indikerar dock vad som kan vara en medveten tillsats för att förbättra materialegenskaperna i legeringen.

2.1.2 Korrosion

Utöver en många gånger ojämn fördelning av metallhalter i en legering förekommer ytterligare en faktor som försvårar ytskiktanalyser och analyser över lag, nämligen föremålets korrosionsgrad. Korrosion är en fysikalisk-kemisk reaktionsprocess där materialegenskaperna förändras, eftersom atomerna vill gå tillbaka till ett ursprungsläge i sin kristallina struktur. Ordet "korrosion" innebär att "gnaga sönder" och härleds till latinets "corrodere". Beskrivningen är träffande för reaktionens konsekvenser för materialet, som med några undantag nästan alltid tar skada. Förekomsten av korrosion är inte unik för metaller men är bland de mest kända (Friberg et al. 1995:60).

För att korrosion ska kunna uppstå behövs ett jontransportmedium och ett oxidationsmedel. Materialelegenskapernas förändring, själva korrosionen, sker genom oxidation där en eller flera elektroner från metallens eller legeringens atomer avges till ett oxidationsmedel. För att möjliggöra elektronutbytet mellan oxidanten och reduktanten krävs en anodyta och katodyta, där den första tillhör oxidanten och den sista tillhör reduktanten. De två ytorna måste stå i en metallisk förbindelse och för en fortlöpande korrosion måste ytorna förbindas med ett jonledande material, till exempel vatten (Friberg et al. 1995:60f).

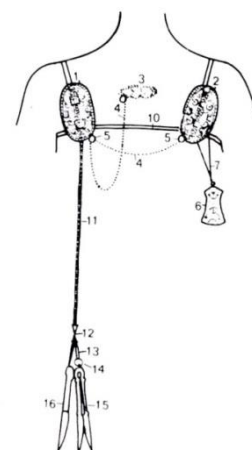
2.2 Spännbucklor

2.2.1 Funktion

Spännbucklor är ett slags dräktspännen som parvis håller samman den vendel- och vikingatida klädedräkten, vanligtvis hängselklänningen som är nära förknippad med ett morfologiskt kvinnligt genus. Ovala spännbucklor förekommer i både brand- och skelettgravar men har även påträffats i boplatkontexter och som lösfynd (t.ex. SHM; Arbman 1943:191, 351; Androshchuk 2013:64). De kan vara en- eller tvåskaliga och nålen är oftast gjord av järn med enkelt eller dubbelt nålfäste. Hägg (1974:27ff) diskuterar olika varianter av dräkttillbehör som fästes vid spännbucklorna. Det inkluderar pärlrader och kedjor samt andra föremål såsom kniv, pincett, nålhus och sax (se fig. 2).

Under vendeltid tas spännbucklorna i bruk i Skandinavien för att under vikingatid kraftigt öka i antal och förekomma i standardiserade former. Efter vikingatidens mitt börjar en utfasning och vid medeltidens inledning har de helt försvunnit (Jansson 1985:11).

Samtida standardiserade spännbucklor påträffas också utanför Skandinavien. I väst förekommer de på de brittiska öarna men upphör i samband med ett ökat kristnande. Österut förekommer de på en mängd platser längs vikingatida handelsvägar och skandinaviska bosättningar, däribland i södra Finland, i Lettland, Staraja Ladoga, Pskov och Gnëzdovo i Ryssland, samt Kiev och Šestovycja i Ukraina. Där är det främst typerna P37, P42, P51 och P52 som påträffas (Androshchuk 2013:40; 151). I dagens Ukraina har det påträffats ett stort antal spännbucklor av den vanligaste typen, P51, men fynd efter den enkelskaliga P37 saknas helt (Androshchuk 2013:156).



Figur 2. Förslag på dräktrekonstruktion (Hägg 1974 fig. 33)

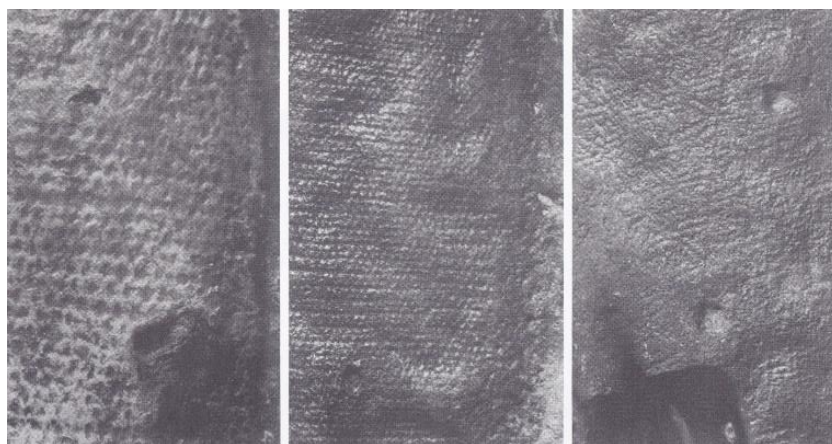
2.2.2 Tillverkning

Vid tiden för Ingmar Janssons (1985) publicerade typologisering hade enbart tre gjutformar av totalt fem fragment påträffats i Birka. Samtidigt fanns det enligt Janssons studier minst 3 600 dokumenterade spännen i Europa, från Island och Irland till Dnjepr och Volga (1985:11f). Gjutformarna gjordes i ett förgängligt material och kunde bara användas en gång, men för somliga smykestyper förekommer gjutmodeller i trä, brons och bly, det sistnämnda påträffat i norska Kaupang (Ambrosiani 2016:43). Idag är antalet påträffade formar betydligt fler och överstiger flera tusental (fig. 3).



Figur 3. Fragment av gjutform till spännbuckla av typ P27A. Foto B. Ambrosiani (Ambrosiani 2016:49, fig. 33.)

Att en masstillverkning av de ovala spännbucklorna gjordes, och speciellt av vissa typer (se nedan), tydliggörs av antalet spännen och gjutformsfragment. Ofta skedde en avgjutning direkt från en spännbuckla genom att applicera lera på ovansidan för att skapa en gjutform i en eller flera delar. När leran torkade krympte den och därefter doppades ett tygstycke i varmt vax och lades i formen. Ny lera applicerades ovanpå tygstycket, där tygstyckets funktion var att förhindra den nya leran att förstöra ornamentiken. När leran torkat kunde den undre formen lyftas ur, men vanligtvis tillverkades en hel form som legeringen sedan applicerades i. Avtryck från tyget kan många gånger ses på spännbucklornas baksida (fig. 4) (Jansson 1985:11ff; Malmius 1996:79f).



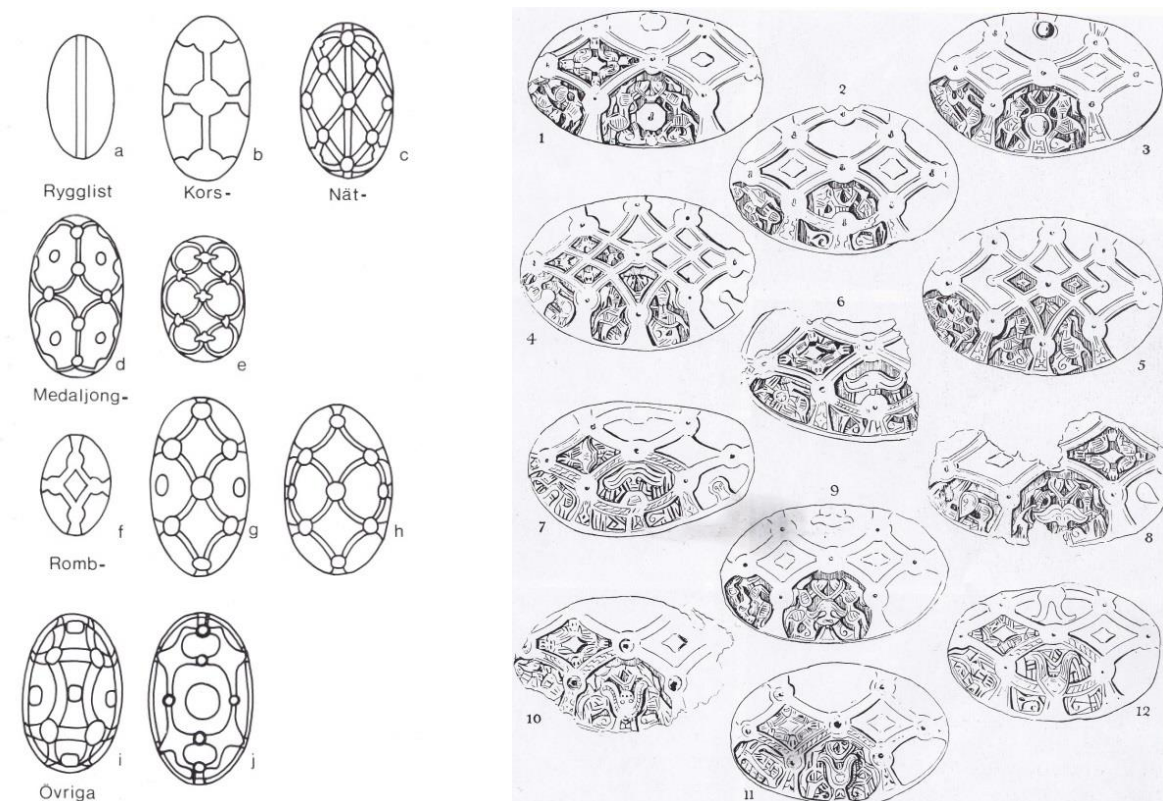
Figur 4. Textilavtryck på baksidan av ovala spännbucklor. Från vänster: grövre tuskaft P42, fint tuskaft P37:8, fin diamantkypert P37:1. (Jansson 1985:117, fig. 104)

2.2.3 Typologier

Petersen (1928) har typologiserat de norska spännbucklorna, och hans typologier har sedan av Ingmar Jansson (1985) bearbetats och tillämpats på materialet från Björkö. Med en ”typ” menas spännen med helt eller delvis koherenta mönster som kan härledas till en kopiering av ett original i ett eller flera led. En typ kan ha flera indelningar, såsom de två vanligaste typerna P37 och P51 har. P, och ibland JP, står för Jan Petersen. Janssons bearbetning omdefinierar somliga av Petersens typer då det uttänka mönster för spännbucklorna inom Petersens typer stundom varierar tillräckligt mycket för att Jansson ska åtskilja dem. (Jansson 1985:13). P37 finns i minst 12 varianter där ornamentiken är tämligen koherent medan ramverket varierar, till skillnad från P51 där ramverket är detsamma men med varierande ornamentik. Medan P37 är den vanligaste enkelskaliga spännbucklan är den dubbelskaliga P51 den mest förekommande av alla typer (Jansson 1985:46ff, 67).

I den här undersökningen förekommer P37 och P51 och därför bör det nämnas att P37 endast har Birka och Gotland som kända tillverkningsorter. Inga gjutformar till den här typen har ännu kunnat identifieras, men ofullbordade spännbucklor har hittats vid dessa platser. (Jansson 1985:51).

Utöver ornamentiken på spännbucklorna går det att med tiden se en utveckling av spännbucklornas brätten. Dessa kan mellan olika typer och faser ha sådana distinkta variationer att endast ett fragment av en kant behövs för en bestämmelse av typ och datering (Jansson 1985:103ff; fig. 92).



Figur 5. Vänster: ramverk hos olika typer av ovala spännbucklor. (Jansson 1985:99, fig. 88) Höger: skisser för P37:1-12. Efter Petersen (1928:39 fig 37; Jansson 1985:51 fig. 38).

2.3 Presentation av spännbucklorna efter okulär besiktning och fotoanalys

Spännbucklorna som ingår i analysen är funna i olika kontexter i Birka och i Vendel, förutom spännbucklan SHM 1139027 som saknar dokumenterad kontext. De analyserade spännbucklornas bevarandekontexter skiljer sig åt, från boplatsfynd till brandgrav och sjösediment. Därmed har föremålen haft olika förutsättningar för bevarande, vilket har påverkat den varierande fragmenterings- och korrosionsgraden. Inget av föremålen är intakt utan varierar från defekt till fragment. Mätningar och typologiseringar är gjorda av författaren, det sistnämnda utifrån arbeten av Petersen (1928) Jansson (1985).

2.3.1 Garnisonen

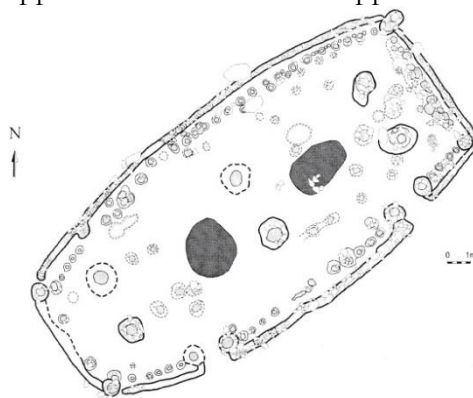
Längd (mm): 23,6
Bredd (mm): 16,8
Tjocklek (mm): 0,71-1,3
Vikt (g): 2,7
Tillstånd: Delvis korroderad, svartfärgad vänster kant (fig. 6)
Skador: Fragmenterad
Bevaringstillstånd: Konserverad
Material: Ser ut att vara förgylld Cu-legering
Datering: Yngre Birkatid (?)
Stil/period: Okänd
Tillverkningsteknik: Okänd



Figur 6. Fragment från Garnisonen, Birka.
Foto Emmelie Westerlind.

Kontext: Fragmentet (fig. 6) påträffades vid utgrävningarna av Garnisonen 1998-2000, väster om Borg i Birka. Utgrävningarna var en del av det större projektet *Borgar och befästningar i Mellansverige 400-1100 e. Kr* där projektledare var Lena Holmquist Olausson (Holmquist & Kitzler 2002:3). När föremålet först dokumenterades vid påträffandet år 2000 ansågs det vara ett fragment av en förgylld bågare. Sedermera har uppfattningen ändrats eftersom den inte passar för någon påträffad bågare och det tros nu vara ett fragment av en förgylld spännbuckla (pers. kommunikation, Holmquist, L. 29/11-16). Fragmentet påträffades i det långhus/hallhus som kallas Krigarnas hus (fig. 7), i lager 12. Detta lager var fyndrikt med en majoritet av vapen och rustningsdelar, och de flesta fynden påträffades längs husets väggar (Holmquist & Kitzler 2002:10f). Fynden från utgrävningarna vittnar om en krigarklass som varit vältränade och vapenföra (Hedenstierna-Jonson & Holmquist 2006:5). Många av föremålen från utgrävningarna har orientaliska inslag vars stilistiska språk har sina närmaste paralleller till det Volgabulgariska riket och Kiev, och de verksamma i Garnisonen var uppenbart influerade av steppnomadiska krigarstammar från dessa områden samt det bysantinska riket (Hedenstierna-Jonson & Holmquist 2006:66ff). Huset är daterat utifrån fyndtypologier, mynt och kulturlager till sent 900-tal (Holmquist & Kitzler 2002:16), och fynden tyder på att Garnisonen överfölls och brändes för att därefter överges (Hedenstierna-Jonson & Holmquist 2006:66).

Övrigt: Det saknas textilavtryck på baksidan. Om det är en spännbuckla passar brättet in under den yngre vikingatidens typer, men inga typer enligt Jansson eller Petersen har för fragmentet en passande bård, som är helt slät. En möjlighet skulle vara att det rör sig om ett undre skal till en dubbelskalig spännbuckla, men det har den här studien inte haft möjlighet att undersöka närmare.



Figur 7. Krigarnas hus. Tolkningsplan av Franciska Sieurin-Lönnqvist (Holmquist & Kitzler 2002:11, fig. 7).

2.3.2 Birkas hamn

Längd (mm): 73
Bredd (mm): 41
Tjocklek (mm): 0,69–1,4
Djup (mm): 11
Vikt (g): 2,7
Tillstånd: Genomkorroderad
Skador: Fragmenterad
Bevaringstillstånd: Konserverad
(penslad med destillerat vatten, torkad i 60°C, lackad med Paraloid B72)
Material: Cu-leg
Stil/period: P37:8
Datering: Yngre Birkatid
Tillverkningsteknik: Förlorat vax



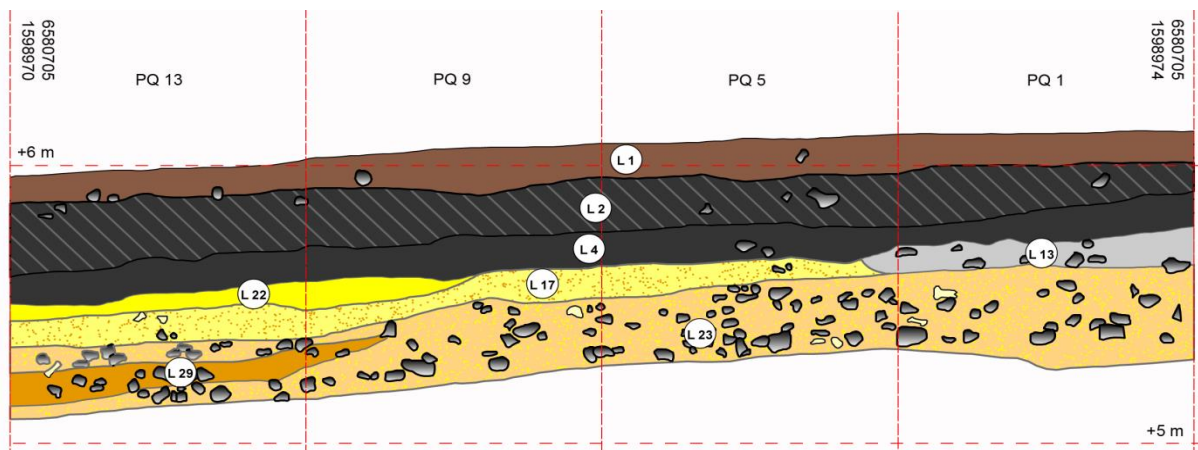
Figur 8 (ovan). Fragment av spännbuckla från Birkas hamn. Foto Emmelie Westerlind.



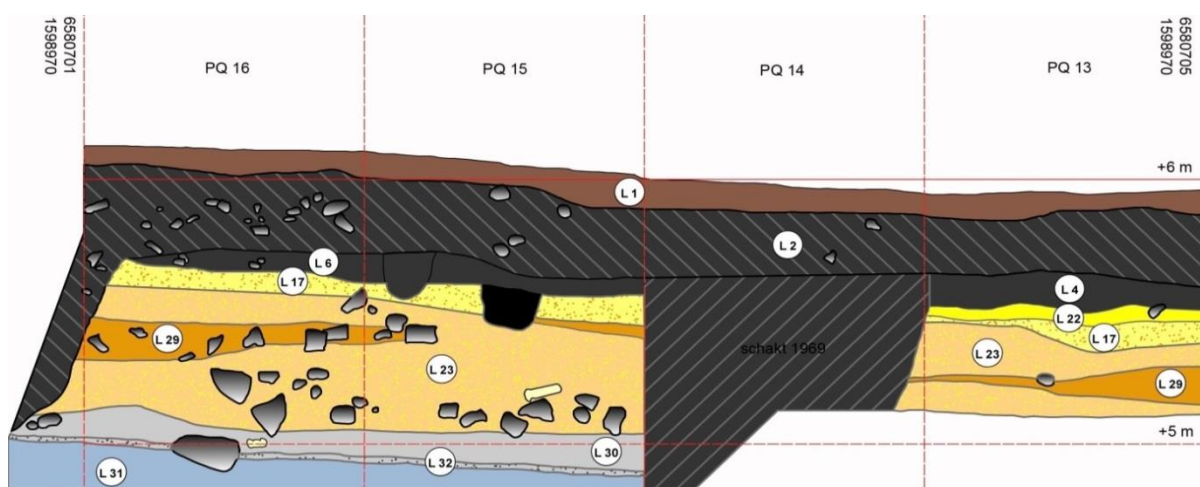
Figur 9 (vänster). Två fragment från spännbucklan från Birkas hamn. Det nedre fragmentet analyserades med pXRF. Foto Emmelie Westerlind.

Kontext: Den här spännbucklan (fig. 8-9) påträffades i det understa lagret av sjösediment vid utgrävningar ledda av Lena Holmquist och Sven Kaltring i Birkas hamnområde våren 2016 (pers. kommunikation, Holmquist 25/11-16; 14/12-16). Som synes är den kraftigt korroderad till följd av århundraden av kontakt med vatten, jord, syre och andra påfrestningar. Hur mycket av korrosionen som skett under det senaste århundradet till följd av försurad regn går inte att säga. För att komma närmare kontexten sållades jord som upptagits i omgivande preparat i lager 23 (fig. 10-11). Där påträffades flera små, tunna fragment som var så hårt korroderade att de pulveriserades. Några fragment har dock kunnat tas till vara, däribland ett avlångt fragment av brättet. Konservering av fragmentet har just avslutats och det har därför ännu inte hunnit undersökas närmare. Vid sållningen påträffades också brända och obrända ben av åtminstone fisk och troligtvis nötkreatur, delar av en obestämd gjutform, små keramikfragment samt en liten glasbit. Den brygga som löpte ut i vattnet på platsen för fyndet har genom en påträffad stolpe daterats till 850 e. Kr. (Holmquist & Kaltring 2015:23). Enligt Jansson (1985) ska den här spännbucklan dateras till omkring slutet av 800-talet.

På fotot nedan (fig. 12) går det att se ett rombiskt ramverk med nedsänkta lod som mellan de två platserna för knapparna bara möts upp mot mitten, något som är ett viktigt kännetecken för vissa undertyper av P37. Ytterligare en ledtråd ges av en upphöjning nederst i mitten som ser ving-/mustaschliknande ut. Efter noggranna studier av typologierna och samtliga undertyper har slutsatsen dragits att just denna form och placering tillsammans med de två kurvade tofsarna ovanför är karaktäristiska som kombination för just P37:8. Det långsmala fragmentet nederst i bild har två upphöjda partier varav den högra är en del av ramverket medan den vänstra är fortsättningen på de mustaschliknande vingarna ovan. Fragmenten passar med varandra vilket illustrerats med bildernas placering. Till höger om den vänstra upphöjande delen finns en vag spiralformad nedsänkning. Denna finns också representerad både i Petersens skiss och på foton av en annan bestämd P37:8 från kammargraven bj 849 (MIS). I graven finns två spännbucklor av samma typ, och en av dessa finns i Janssons avhandling (1985:52f, fig. 39C). Likheterna mellan bucklorna i graven och fragmenten från Birkas hamn är oomtvistliga. Ytterligare en intressant observation är att både spännbucklan från hamnen och den från bj 849 har textilavtryck i tuskaft på insidan. Kammargraven bj 849 ligger under stadsvallen i Hemlanden 1B och paret spännbucklor därifrån har kraftiga och släta brätten vilket förekommer tämligen ofta under äldre men i princip alltid under yngre birkatid.



Figur 10-11. Lagerprofiler. (ovan) Den norra lagerprofilen. (nedan) Den västra lagerprofilen. (Lagerprofiler av Sven Kalmring 2015). Spännbucklan påträffades i lager 23:IV (pers. kommunikation, Holmquist 2016).



Figur 12 (nedan). Spännbucklan och kantfragment från Birkas hamn. Foto och redigering Emmelie Westerlind. Till höger Petersens skiss av P37:8.



2.3.3 SHM, 1139027



Figur 13. Spännbuckla SHM 1139027. Foto Emmelie Westerlind.

<u>Längd (mm):</u> 101,6
<u>Bredd (mm):</u> 68
<u>Tjocklek (mm):</u> 1,2 (brättet, kant) 1,86 vid utbuktning
<u>Vikt (g):</u> 2,7
<u>Tillstånd:</u> Lite korroderad
<u>Skador:</u> Defekt
<u>Bevaringstillstånd:</u> Konserverad
<u>Material:</u> Cu-leg och förgyllning
<u>Stil/typ:</u> P51 C1
<u>Datering:</u> Yngre Birkatid
<u>Tillverkningsteknik:</u> Förlorat vax
<u>Kontext:</u> Okänd

Denna spännbuckla (fig. 13) saknar känd fyndkontext men är här bestämd till den vanligaste typen, P51, och undertypen C1. Ornamentik, brätte, bård, knappar och ramverk (rombisk typ G) passar för föremålet in på typen P51 C1 (Jansson 1985:67ff; 98f). Exemplet är dubbelskaligt och det övre skalet är fastnitat med fyra synliga nitar utan huvud. De fem huvudförsedda nitarna är gjutna i ett stycke tillsammans med det övre skalet och fyller därför ingen sammanhållande funktion utan verkar rent dekorativa. Mellan de yttre nithuvudena syns avbildningar av fyra bottnar där nithuvuden suttit på ett original och således verkar det här exemplet vara gjutet efter en kopia.

Bevarandegraden är tämligen god men det yttre brämet är kraftigt fragmenterat och visar inte bucklans fulla längd. Det översta nithuvudet har fått sig en törn, vilket gör att den är lätt inåtbuktad och lutar ned mot det undre skalet, där det annars borde vara ett luftrum (se bild till vänster om knappen). Vid nålfästets sida i mitten högst upp på brämet finns ett hål av ungefärlig storlek av en fasthållande nit och ovanför hålet finns ytterligare ett hål precis nedanför övre skalet. Det övre hålet har gjorts från bucklans utsida eftersom metallen böjer sig utåt från hålets insida, men det finns inget spår av själva niten. Delar av nålen som är i järn finns kvar vid nålfästet, som är dubbelt. Vid nålhållaren finns även fastkorroderat tyg som har en beige färg och ser ut att kunna vara av linne. Det överensstämmer med det vanliga bruket av fastsatta linneöglor på hängselklänningen som spännbucklorna fästes vid (Hägg 1974:39). Textilens närvaro indikerar att spännbucklan varit en del av en skelettgrav.

Metallen skimrar i underliggande kopparrött och har en guldgul förgyllning på såväl övre och nedre skal, dock ej på baksidan. Baksidan har vaga spår efter vad som möjligen kan vara textilavtryck i tuskaft vilket gör att föremålet torde vara gjutet i förlorat vax. Själva ornamentiken är rik på streck och är inte särskilt tydlig. En förklaring är förstås nötning, men mer sannolikt är att det är den tydliga effekten av att i vax göra kopior i flera led från ett original. Då tenderar ornamentiken att bli otydligare (Jansson 1985:12).

P51 är som tidigare nämnts den absolut vanligaste vikingatida spännbucklan både i och utanför Skandinavien och just den här, P51 C1, har en motsvarighet som påträffats i bl.a. Gnězdovo (Jansson 1985:74). I Kammargraven Bj543 (I) finns en likadan spännbuckla som även den varit förgylld. I samma grav fanns islamiska silvermynt (Arbman 1943:168f; Jansson 1985:72). Jansson argumenterar på ett övertygande sätt om att P51 C1 är en yngre typ och tillhör yngre Birkatid, och dess relativt klumpiga utformande indikerar på att det troligtvis inte skett en avgjutning av ett ursprungligt original. Spännet är också lite mindre än de tidigare inom P51, vilket också talar för en senare tillverkning. Däremot måste inte detta betyda en notabel skillnad i tid eftersom många

spännbucklor tillverkades parallellt och under många år, men det är i var fall inte en förstklassig avgjutning. Brättet har antydningar till fyra vingar där en syns nästan i sin helhet (fig. 14 vänster). Dyliga flikar förekommer i yngre birkatid, och just denna tillhör gruppen Kt f1 (Jansson 1985:104).

Föremålet röntgades på fem platser, två på undersidan och tre på ovansidan. På ovansidan undersöktes en av knopparna samt ett gyllengult respektive ett mörkt område. (fig. 14)



Figur 14. Detaljer på SHM 1139027. (Vänster): Förstoring av flik på brättets ovansida. (Mitten): Baksidan med markerande stjärnor där tester utfördes, cirklar visar nitarna som håller fast det övre skalet och fyrkanten visar textilfragmentet. (Höger): Foto från pXRF på ovansidan, för test av ovansidans ornamentik. Vänster och mitten: foto Emmelie Westerlind. Höger: foto Sven Isaksson.

2.3.4 Vendel - F134:2a och F134:2b



Figur 15. (vänster) F134:2a (höger) F134:2b. Foto Emmelie Westerlind.

På 2a testades det gyllenglänsande partiet och på 2b det vagt gyllene partiet till vänster om mittenknappen.

Kontext: Dessa två spännbucklor (fig. 15) påträffades vid utgrävningen vid Vendels kyrka i en del av forskningsprojektet *Tuna-gården i Vendel* med projektledare Birgit Arrhenius och platsledare Sven Isaksson 1994 (Isaksson & Arrhenius 1994:1). Spännbucklorna utgör ett par från en vikingatida brandgrav och låg i en urna tillsammans med brända ben, kamfragment, kniv och två facetterade pärlor. Urnan var placerad ovanpå lämningarna av ett vendeltida hus. Det vendeltida huset var byggt på en konstruerad terrass och torde ha befunnit sig i ruiner när den vikingatida gravläggningen skedde (Isaksson & Arrhenius 1994:5ff). Graven har genom spännbucklorna och kamfragment daterats till 800-talets andra hälft (Isaksson & Arrhenius 1995:3).

F134:2aLängd (mm): 102,9Bredd (mm): 66,7Tjocklek (mm): 1,37Vikt (g): 74,4Tillstånd: Delvis korroderadSkador: DefektBevaringstillstånd: KonserveradMaterial: Cu-legStil/typ: P37:3Datering: Äldre BirkatidTillverkningsteknik: Förlorat vax

Figur 16. Spännbuckla F134:2a från Vendel, av typ P37:3. Foto Emmelie Westerlind

Med tanke på textilavtryck på baksidan kan F134:2a antas ha vara tillverkad i gjutform med förlorat vax och den stundtals aningen otydliga ornamentiken indikerar att föremålet är sekundärt efter en tidigare spännbuckla. Ramverket är av rombisk typ G, vilket i sin upphöjda form är typisk för P37 (Jansson 1985:46ff; 98f). Med två profilerade figurer på mittens sidor och en frontställd figur med knapp emellan dem utan anslutande ramverk tyder ornamentiken på P37:3 eller P37:1. Den frontställda figuren hos P37:3 vilar på samma kantsammanförande ramverk som återfinns vid yttersidorna av de profilerade figurerna, vilket skiljer sig från P37:1 där den frontställda figuren inte är sammanbunden med kanten. Således torde exemplaret vara av typ P37:3 (fig. 16). Detta enligt egna observationer av Petersens skisser (1928:39 fig. 37) samt foton av Jansson (1985:52ff). Denna typ är vanligt förekommande under slutet av äldre och början av yngre Birkatid (ibid:125ff).

På kortsidorna finns en antydning till ett smalt brätte. Denna kantvariant tillhör en tidig form av kategori Kt C där brättet kom till i syfte att minska friktion och således slitage av tyget och utvecklades sedermera till att löpa kring hela spännbucklans kanter (Jansson 1985:104). Eftersom spännet kommer från en brandgrav har en viss deformation skett, vilket gör att bestämning av kant och brätte är tämligen vanskligt. Själva kantvulsten kan emellertid hos kategori Kt B ibland vara så pass utskjutande att den liknar brättet hos nästkommande kategori men oavsett vilken av dessa kategorier kanten kan tillskrivas är formen och placeringen till kortsidorna typiska för äldre Birkatid (ibid:104).

F134:2bLängd (mm): 86Bredd (mm): 66,4Tjocklek (mm): 0,8 – 5,15Vikt (g): 38,7Tillstånd: KorroderadSkador: FragmenteradBevaringstillstånd: KonserveradMaterial: Cu-legStil/typ: P37:3Datering: Äldre Birkatid (?)Tillverkningsteknik: Förlorat vax

Figur 17. Spännbuckla F134:2b från Vendel, typ P37:3. Foto Emmelie Westerlind

Även spännbucklan F134:2b (fig. 17) har textilavtryck på baksidan och är i många avseenden snarlik spännet 2a. En viss skillnad finns dock vilket direkt återspeglar sig i tillståndet. 2b är

mycket mattare i sin färg och har en mjukare kontur kring ornamentiken. Den har vad som ser ut att vara ett helt kringlöpande brätte med tydligare kant. Som synes är spännbucklan betydligt hårdare fragmentera än F134:2a och har utstått en så pass hög värme att den börjat smälta (se höger sida hos spännbucklan i fig. 17). Skillnaden mellan kanterna hos 2a och 2b är, trots kremeringsprocessen, så pass markanta att de inte borde deformerats av hettan. Den mjukare konturen hos ornamentiken torde komma från en avgjutning av en annan spännbuckla, och med det kringlöpande brättet tyder mycket på att 2b är av yngre härkomst än 2a. De är emellertid fortfarande av samma typ, P37:3, men kan utifrån okulär besiktning bedömas härröra från olika tillfällen.

3. Laborativa analystekniker

3.1 Portabel röntgenfluorescens

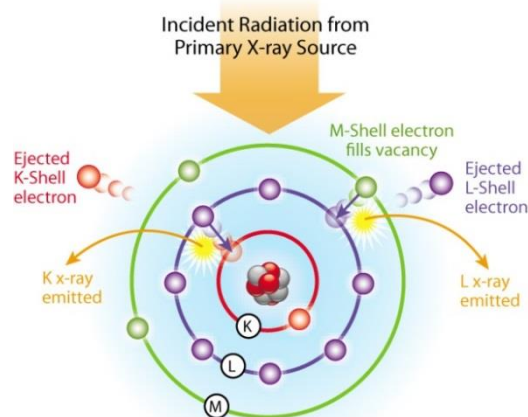
XRF står för röntgenfluorescens och tekniken används för att mäta grundämneskoncentrationer i ett eller flera prover. Eftersom analys med XRF inte är destruktivt lämpar den sig väl för analyser av forskningsmässigt värdefulla föremål och prover som av olika skäl ej bör förstöras. Vidare kan analyser göras på föremål av varierande storlek och den portabla varianten av instrumentet kan även tas med ut i fält. Dessutom ger tekniken även snabba resultat (Pollard et al. 2007:118f).

I korthet bygger tekniken på att genom beskjutning av provet med röntgenstrålning förändra elektronernas energinivåer i förhållande till atomkärnan. Detta leder till att elektroner förflyttar sig utåt i atomens orbitaler. När elektronerna sedan återgår till sitt normala energiläge utsöndras överflödigt energi i form av sekundär strålning (fig. 18). Den sekundära strålningen har en för varje grundämne unik uppsättning våglängder som avläses av en detektor. Dessa markörer observeras för att sedan analyseras till olika ämnessammansättningar (Pollard et al 2007:93ff; Pollard et al 2008:38ff).

Den här analystekniken har vid ett korrekt förfarande en relativt god precision och noggrannhet vid detekteringen av grundämnen vilket är viktigt vid val av teknik för denna studie. Dessutom är förfarandet inte destruktivt, tekniken ger snabba resultat och därmed god tid för bearbetning av data, sammanställning och tolkning. Således är det en lämplig analysteknik för en inledande studie av det här slaget.

3.1.1 Problematik

Som ytskiktanalyserande instrument med förundersökande syfte är pXRF mycket användbart. Det är dock viktigt att ha i åtanke att föremålets ytstruktur kan variera beroende på föremålets densitet. Heterogena mikrostrukturer i lager och varierande slitage kan också påverka resultatets utfall (Shugar & Mass 2012:18). Det här är ofrånkomligt vid analys av spännbucklorna med tanke på den varierande kristallina strukturen och grad av korrosion. Risken för icke representativa resultat är en konsekvens som medföljer vid analyser med XRF, inte minst när ytorna är svårt korroderade. Andra analystekniker lämpade för dylika studier (se kap. 3.2) är visserligen mer noggranna och precisa, men har i de flesta fall ett destruktiv förfarande vilket i dagsläget inte är försvarbart när det kommer till hanterandet av dessa spännen.



Figur18. Elektronernas reaktioner vid bestrålning med röntgen. (911Metallurgist, 23/11 2016)

Det finns också en risk för felaktiga analyser genom tolkningen av de utkommande provresultaten. Många tester genererar mycket data, med gott om utrymme för feltolkning genom den mänskliga faktorn. Trots att grundarbetet görs av datorprogram kopplade till instrumentet måste laboranten kunna applicera rätt data på rätt föremål och rätt område. I den här studien ingår fem föremål vilket är fullt hanterbart, men vid studier av större omfattning, inte minst under tidspress, så ökar förstås riskerna för felaktig applicering av data.

pXRF är portabelt och kan tas med ut i fält, men bör monteras i stativ för att bibehålla precision och noggrannhet. Om prover körs med varierande avstånd till ljuskällan blir resultatet ojämnt vilket kan generera en tvivelaktig representativitet. För spännbucklorna i den här studien, inte minst för SHM 1139027 med sina knoppar är detta en viktig faktor att ta i beräkning. För att få ett bra resultat kan det i praktiken betyda att områden som man skulle vilja undersöka måste avstås till förmån för ett jämnt avstånd mellan samtliga provers yta och strålningskällan.

3.2 Alternativa analystekniker

Som nämnts ovan finns alternativa tekniker för analys av grundämnen i ett material. Ett flertal av dessa tekniker är dock destruktiva vilket gör att de avhängigt föremålens karaktär och forskningsmässiga värde kan behöva uteslutas.

En av få alternativa analystekniker som inte är direkt destruktiva är en energidispersiv undersökning med svepelektronmikroskop (SEM-EDS). Här används en elektronstråle istället för en ljuskälla och kan generera både kraftigt förstörade och högupplösta bilder samt utföra en elementkartering (Friberg et al 1995:178ff; Pollard et al. 2007:109ff). Anledningen till att pXRF valts framför denna är för att röntgenfluorescensen ger en bättre inledande undersökning anpassad för studiens övergripande syfte; att använda SEM-EDS skulle vara betydligt mer tidskrävande vilket det inte funnits utrymme för.

Möjlighet fanns för att använda 3D-scanning för att observera detaljer i ornamentiken men utifrån studiens upplägg gjordes avvägandet att fotoanalys gav ett ändamålsenligt resultat.

Spårämnesanalyser kan vara av intresse vid frågeställningar rörande metallernas ursprung i syfte att förstå förhistoriska handelsvägar, kulturella utbyten och ekonomiska perspektiv sett till återvinning av material. Spektrometriska tekniker och tekniker baserade på masspektra, så som AAS, ICP-AES och ICP-MS, används främst för analys av kemiska fingeravtryck och fungerar på bland annat malm, slagg och metall (Friberg et al. 1995:179; Pollard et al 2008:25ff, 29ff, 56ff). Däremot är teknikerna destruktiva och kan därför inte motiveras utifrån studiens syfte och frågeställningar.

3.3 Instrumentbeskrivning och förfarande

För analysen användes instrumentet *Olympus Delta Premium DP-6000-CC* som monterats i en *Delta portable workbench* (fig. 19.). Dess röntgenrör har en Rh-anod med max 4 W. För undersökningen användes tre strålar: 40 kV i 5 sekunder, 13 kV i 30 sekunder och 8 kV i 30 sekunder. Respektive körning i instrumentet gjordes således med ”live time” på 65 sekunder, och varje prov kördes tre gånger för att få goda medelvärden.



Figur 19. DPW Delta portable workbench. (www.innovx.eu 23/11-2016)

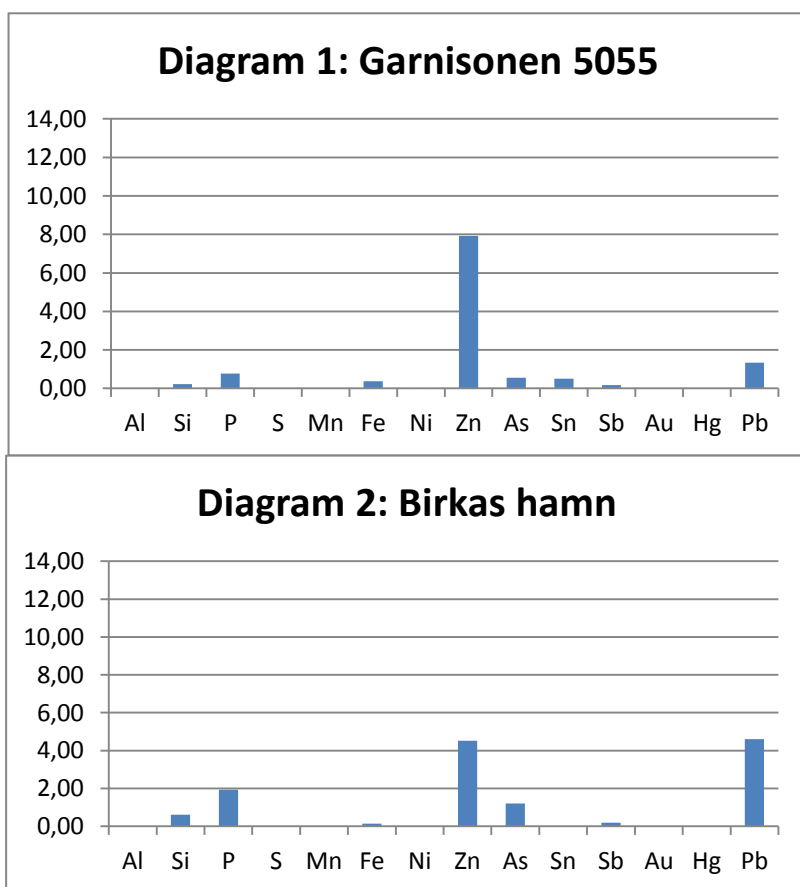
Parallellt med proverna analyserades instrumentblank (SiO_2) och två olika referensmaterial (*Leaded brass* 31X 7835.3 samt *Gunmetal* 33X GM5) som är certifierade av *MBH Analytical Ltd.*, detta för att kunna beräkna standard-avvikelse och avvikelse från certifierat värde för respektive metall under analysens gång. Med hjälp av mjukvaran *Innov-X Delta* samlades data in och röntgenspektra kontrollerades.

Spännbucklan SHM 1139027 testades på såväl under- som ovansida eftersom det första provet av baksidan inte visade några halter av vare sig Au eller Zn. För att förklara guldfärgen togs flera prover från detta föremåls ovansida samt ytterligare ett prov från baksidan (se fig. 14).

4. Resultat pXRF

Resultatet baseras på medelvärdet från mätningarna med pXRF och redovisas i tabeller och diagram nedan (tab. 1-9). Tabellerna listar endast ämnen med koncentrationer över 1 % då dessa halter kan förmodas indikera tillsatser och inte bara spårämnen. Halterna av koppar har för tydlighetens skull utelämnats från diagrammen och redovisas i stället i tabellerna eftersom mätningarna uteslutande visade halter på över 70 %. För hela resultattabellen se bilaga 1.

För samtliga prover märks en tydlig avsaknad av tenn annat än som förorening hos fragmentet från Garnisonen och F134:2a. I stället är kopparlegeringarna baserade på zink och utgör i flera fall en sammansättning av blyad mässing. I diagram och tabell 4-5 syns guldhalter med tillhörande spår av kvicksilver från brännförgyllningen.



Tabell 1. Garnisonen.

Cu: 88,1 %

Zn: 7,92 %

Pb: 1,3 %

Tabell 2. Birkas hamn.

Mätt på det större fragmentet, se fig. 9.

Cu: 86,8 %

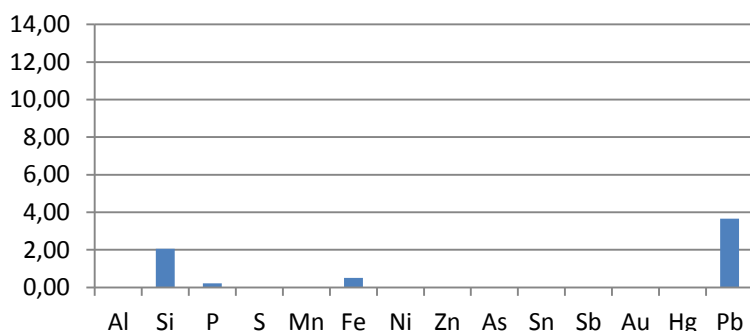
Zn: 4,52 %

Pb: 4,6 %

As: 1,21 %

P: 1,94 %

Diagram 3: SHM, baksida, bräm



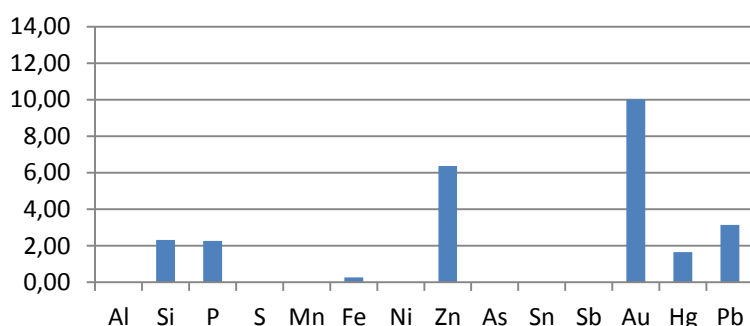
Tabell 3. SHM 1139027

Cu: 93,6 %

Pb: 3,7 %

Si: 2,06 %

Diagram 4: SHM, ovansida, ornamentik guldgult



Tabell 4. SHM 1139027

Se fig. 14 höger.

Cu: 74 %

Au: 10 %

Zn: 6,36 %

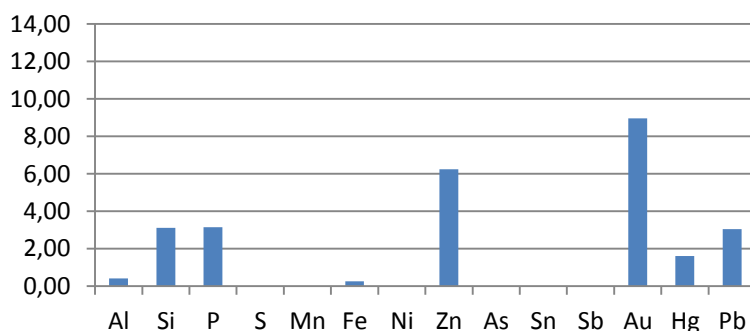
Pb: 3,1 %

P: 2,26 %

Si: 2,31 %

Hg: 1,66 %

Diagram 5: SHM, ovansida mellan ornamentik, mörkt



Tabell 5. SHM 1139027

Se fig. 14 höger.

Cu: 73,2 %

Au: 9 %

Zn: 6,24 %

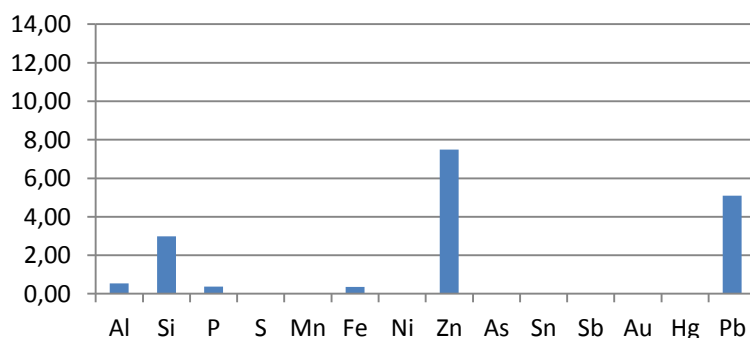
P: 3,15 %

Si: 3,12 %

Pb: 3,0 %

Hg: 1,61 %

Diagram 6: SHM, knapp ovanskålla



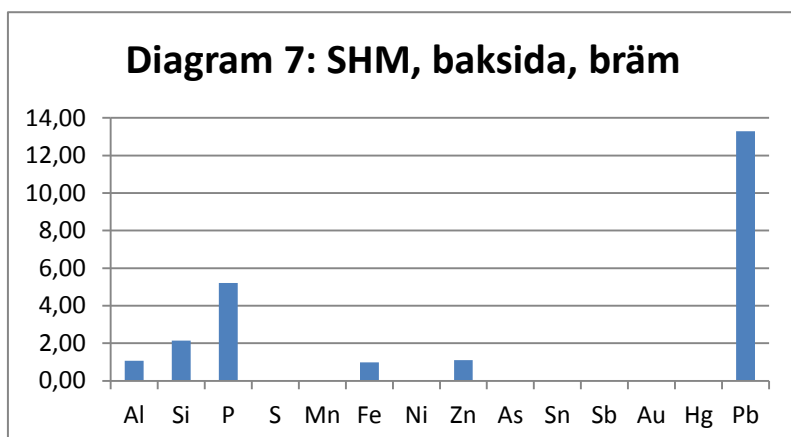
Tabell 6. SHM 1139027

Cu: 83,1 %

Zn: 7,49 %

Pb: 5,1 %

Si: 2,99 %



Tabell 7. SHM 1139027

Cu: 76,2 %

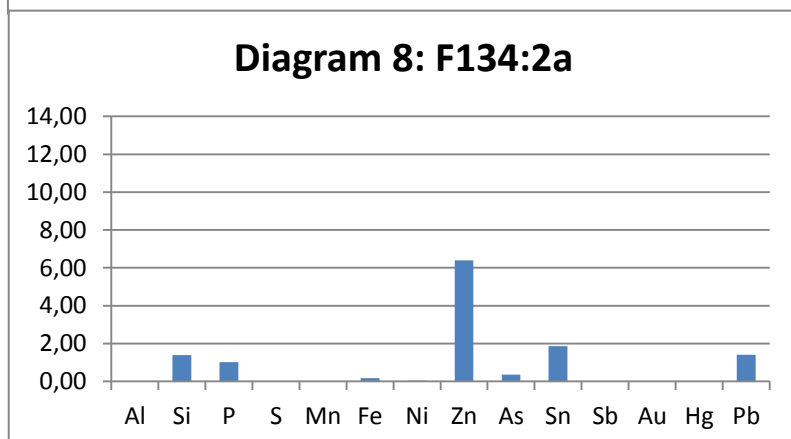
Pb: 13,3 %

P: 5,2 %

Si: 2,13 %

Zn: 1,11 %

Al: 1,07 %



Tabell 8. F134:2a

Cu: 87,3 %

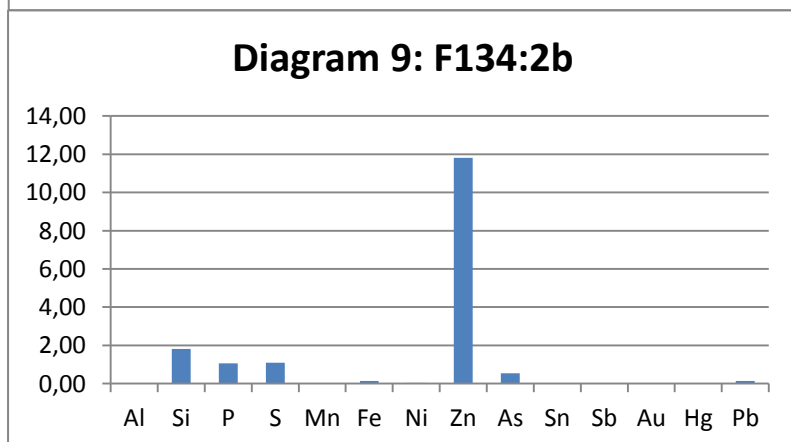
Zn: 6,4 %

Sn: 1,87 %

Pb: 1,4 %

Si: 1,39 %

P: 1,01 %



Tabell 9. F134:2b

Cu: 83,4 %

Zn: 11,8 %

Si: 1,82 %

S: 1,1 %

P: 1,06 %

5. Diskussion

Först bör det åter påpekas att resultaten från pXRF inte är helt representativa för föremålets legeringar i helhet, och det av två skäl. För det första är legeringarna sällan helt jämna i sin sammansättning. Det gör att naturliga variationer kan förekomma vilket påverkar resultatet (se kap. 3.1.1). För det andra är ytstrukturen hos föremålen varierande på mikronivå till följd av korrosionens påverkan, föremålets kontexter samt andra deformande och naturliga faktorer. En liten variation av bestrålningsplats kan ge olika resultat då slitaget kan variera mellan olika punkter på ett och samma föremål. Eftersom det i den här studien handlar om tusenåriga föremål och måhända flera gånger omsmälta metaller behöver legeringarnas sammansättningar sålunda inte motsvara de ursprungliga kompositionerna till innehåll och form. Föregående mätvärden och

stundande analyser bör därför betraktas med viss skepsis, då slutsatsen kan komma att ifrågasättas, inte minst genom studier med andra analystekniker. Resultaten ger emellertid en fingervisning som trots sina motsättningar kan relateras till tidigare forskning och sättas i ett sammanhang.

5.1 Typer, tillverkningsplatser och legeringar

Fyra av fem poster kan härledas till två huvudkategorier av spännbucklor och i sin tur till tre underkategorier. Fragmentet från Garnisonen går dock inte att koppla till en tydlig typ och utifrån ornamentiken, eller snarare frånvaron av denna, är det mycket som talar emot att det över huvud taget rör sig om en spännbuckla. Eftersom frånvaron av typbestämning försvårar en föremålsdatering går det inte att fastlägga en eventuell tillverkningsplats som är kopplad till spännestyp. Därtill passar fragmentet inte heller för en bågare, och således behövs ytterligare undersökningar för att kunna länka samman fragmentet med en föremålssort. I och med fyndkontexten av en vapen- och rustningsrik hallbyggnad är möjligtvis föremål i dessa kategorier en bra utgångspunkt för vidare analyser. Ytterligare diskussion om potentiella föremålstyper lämnas härvid därhän.

Genom redigering av ett flertal foton på det fragmenterade spännet från Birkas hamn har detaljer i ornamentiken kunnat sammanföras med särdrag för undertypen P37:8. Genom både fyndkontext (se kap. 2.3.2) och tidigare påträffade unika fynd av gjutformar är spännets troliga tillverkningsplats i Birka på Björkö. Den här undertypen är av senare härkomst än de tidiga P37 och utifrån typologin hör den hemma kring 800-talets andra hälft. Ett argument för detta är, utöver typen, dess kontext i sjösedimentet och hamnens datering.

Den kontextlösa spännbucklan SHM 1139027 är den enda dubbelskaliga spännbucklan i studien och kan utifrån ytterligare aspekter såsom brätte, knoppar och ornamentik bestämmas vara av typen P51 C1. Den här spännbucklan är hemmahörande i yngre Birkatid, och dess förhållandevis lilla storlek tillsammans med otydlig, ojäm och klumpig ornamentering placerar den i den yngre Birkatidens slutskede. Trots typbestämning kan den inte föras närmare en specifik tillverkningsort, däremot ges indikationer om kontext genom det bevarade textilfragmentet vid nålanordningen på spännets baksida. Textilen ser okulärt ut att vara av ofärgat linne vilket passar för de hängslen som fästes med linneöglor, och en skelettgrav förefaller rimlig eftersom just hängselstroppen finns kvar till synes oförkollad. Själva spännbucklan bär heller inga spår av brand. Skelettgravskicket passar också för dateringen då brandgravar blir allt mer sällsynta i slutet av vikingatiden. Att det skulle röra sig om ett lösfynd talar den kvarvarande textilen för. Ett alternativ är att det skulle röra sig om ett boplatssfynd där dräkten varit sammansatt men av någon anledning blivit kvarlämnad. Detta ter sig dock högst osannolikt, inte minst med tanke på spännbucklans materiella värde. En skelettgrav är således betydligt rimligare.

För spännbucklorna F134:2a och 2b från Vendel är tillverkningsplats och typbestämning mycket intressant. De är påträffade i en brandgrav och eftersom 2a är bättre bevarad än 2b torde det röra sig om antingen en annorlunda och avgörande legeringssammansättning eller olika exponering för värmen vid gravbålet. Båda spännena är bestämda till P37:3, vilket gör dem till de äldsta i denna studie, och såsom för spännbucklan från Birkas hamn är Birka den hittills enda kända tillverkningsorten för P37. Det går emellertid inte att helt utesluta en tillverkning av P37 på andra platser men där gjutformar blivit förstörda eller helt enkelt ännu inte påträffats. Tillverkningsplats lämnas därmed obestämmd men med Birka som potentiell, och i nuvarande forskningsläge mest sannolika, produktionsort.

Vidare borde spännbucklorna från Vendel utifrån typ och kontext vara samtida. Så är emellertid inte fallet. Deras sinsemellan varierande ytstrukturer och variationer i ornamentiken talar för olika tillverkningstillfällen vilket också styrks av den okulära besiktningen som visade en variation mellan föremålets brätten. Hypotesen är att föremålet 2a är äldre och 2b yngre, eftersom den senare är i aningen sämre utförande och har ett brätte som verkar ha löpt runt hela föremålet och inte bara längs kortsidorna som hos 2a.

När det kommer till legeringarna hos F134:2a och 2b finns också en distinkt skillnad i och med den varierande mängden zink. Zinkhalten skulle kunna ha varit högre och mer likvärdig spännena emellan innan delar av zinken eventuellt förångats vid kremeringen. Vad som talar emot detta är emellertid att 2b både har högst zinkhalt och tydliga smältskador. I stället verkar det som att spännbucklornas olika halter tyder på att de kommer från olika arbetsblandningar. Paret verkar alltså inte vara ett ursprungligt par i original utan härleds till två olika tillverkningstillfällen. Frånvaron av tenn i 2b visar också på detta, vilket ytterligare diskuteras längre ned.

Oavsett typ, tillverkningsplats och datering har samtliga föremål och fragment den gemensamma nämnaren mässing vilket går i linje med resultat från tidigare studier av legeringar från järnåldern. Något som i analysen är tydligt för samtliga prover är även de i princip obefintliga halterna av tenn, som på sin höjd förekommer på spårämnesnivå i två av fem poster (och 2 av 9 prover). Att det skulle röra sig om ett mätfel är knappast troligt eftersom tenn i kopparlegeringar har en tendens att stelna i föremålets yttre delar genom sin lägre stelningstemperatur och kristallina struktur. Utöver det faktum att legeringarnas sammansättning kan variera inbördes även till det yttersta skiktet bör det därför kunna säkerställas att föremålen snarare är gjorda av mässing än av tennbrons. Det sammanfaller också med resultat från tidigare forskning där starka indikationer tyder på ett minskat bruk av tenn i kopparlegeringar under järnåldern till förmån för mer zink- och blyhaltiga kopparlegeringar.

Eftersom zink och tenn inte uppträder naturligt inom samma geografiska områden är förekomsten av båda dessa i en legering ett starkt bevis för att legeringen i fråga är sekundär (Grandin 2011:10). Således går det direkt att konstatera att fragmentet från Garnisonen och spännbucklan F134:2a från Vendel är av återvunnen metall med olika geografiskt ursprung. Proverna påvisar dock ingen kombination av zink och tenn hos de övriga föremålen. Det gör det lockande att dra kopplingar till en vikingatida inhemsk kopparproduktion, men det är en hypotes för vidare studier. Värt att notera är att det finns diskussioner kring en eventuell kopparutvinning inom gränserna för det som idag utgör Sverige redan under vikingatid, och i Frankrike och Spanien utvanns kopparmalm redan omkring 3000 f.Kr. (Trotzig 2014:155) På föremål från skandinavisk bronsålder har blyisotopanalyser kunnat utesluta en tillverkning från skandinaviska gruvor (Trotzig 2014:155). Tyvärr är blyisotopanalyser inte alltid tillförlitliga och att de därtill är destruktiva kan göra metoden oberättigad för dessa spännbucklor. Annars ger analyser av blyisotoper goda indikationer på ursprungsort, vilket skulle kunna ge en fingervisning och ytterligare en ledtråd i pusslet kring kopparutvinningens början i Skandinavien.

Halten av bly är aningen högre i P37:8 från Birkas hamn än hos de andra P37:orna i Vendel, där skillnaden indikerar en för P37:3 naturlig förorening medan P37:8 från Birkas hamn kan ha medvetet tillsatt bly. Tillsatsen av bly är allt vanligare förekommande under yngre järnålder, vilket resultatet i den här studien tangerar. De aningen yngre spännbucklorna SHM 1139027 och P37:8 har högre blyhalter än de äldre P37:3. Fragmentet från Garnisonen skulle med sin låga blyhalt i så fall placeras i ungefär samma skede som spännena från Vendel, men det är för vanskligt att göra några definitiva antaganden i och med det ringa materialet och svårigheten till närmare datering. Tendensen är emellertid densamma med en högre andel bly alltmedan järnåldern rör sig mot medeltid. I mässing förekommer dock bly i droppform (Grandin 2011:10) och således skulle en

möjlig felkälla i den här studien kunna vara att det vid provtagningen slumpvis har inkluderats eller exkluderats blykoncentrationer. Detta syns i tabell och diagram 7.

Kopparhalterna i föremålen är emellertid tämligen höga och zinkhalterna förhållandevis låga för att vara rena mässingsföremål. Detta kan indikera antingen omgjutning av tidigare zinkrikt kopparskrot eller att de tillverkats av ny koppar med stora mängder föroreningar. Den ansedda nivån för naturliga zinkföroreningar ligger på 5 % och i nästan samtliga fall är zinkhalten i proverna visserligen låg, men ändå några procentenheter över denna nivå. Huruvida det rör sig om en kraftig naturlig förorening, en medveten tillsats eller en kombination är svårt att säga. Visuellt är fragmentet från Garnisonen så pass gyllenglänsande att det av arkeologer misstagits för guld, men nu verkar det snarare röra sig om en måhända medveten förgyllning med zink. Halten är på strax under 8 %, men det räcker uppenbarligen för att få den guldlila färgen. De andra föremålen, bortsett från SHM 1139027, har lägre halter zink, saknar samma klara gyllene färg och ser mer klassiskt bronsmattade ut. Det här skulle möjligen kunna bero på deponeringsomständigheter. Frågan är om halterna av zink är medvetet tillsatta för att få fram chimären av en guldglänsande förgyllning eller om det är kopparskrot med höga zinkhalter som i vissa fall råkat få den guldfärgade egenskapen. Spännbucklan F134:2b från Vendel hade av de undersökta föremålen högst zinkhalt på närmare 12 %, men är inte uppenbart guldfärgad. Hur den sett ut före deponering går dock inte att avgöra. När det gäller spännbucklan från Birka påvisas ingen förgyllning, och den har även en aningen lägre zinkhalt. Den lägre andelen zink kan ha påverkat korrosionsgraden eftersom legeringen blir mer utsatt och beträffande lyster och guldluknande färg är det omöjligt att säga hur den sett ut före den kraftiga korrosionen.

Ett argument som styrker tesen om en medveten zinkbaserad förgyllning på vissa föremål är den högre närvaron av zink hos SHM 1139027, vars framsida är betydligt mer zinkrik än dess baksida. Visuellt går det inte enkelt att avgöra vad som är guld och vad som är en zinkrik legering på det här föremålet, men här hjälper röntgenfluorescensen till. Resultatet visar stundtals guld, stundtals zink. Förekomsten av kvicksilver förtäljer att tekniken för applicering av guld var i form av brännförgyllning. Om hela föremålet varit guldfärgat av en mässingslegering hade tillförsel av guld med brännförgyllning inte utgjort någon visuell skillnad, men ändå har tillverkaren och/eller beställaren valt att använda guld på vissa platser. Det verkar onekligen handla om ett medvetet val. Möjligen kan det förklaras av visuella variationer i olika ljus eller dylikt, men det går utanför denna studie. Det är också möjligt att hela föremålet kan ha varit guldförgyllt men utsatts för varierande grad av nötning. En notabel variation i zink- och guldhalter finns emellertid och om liknande fenomen uppdagas vid andra studier kan det vara av intresse att undersöka detta närmare. Att göra fler analyser inom samma område på spännbucklan skulle måhända också kunna ge en bättre faktagrund för vidare studier.

När det kommer till arseniknivåerna understiger dessa 2 % och kan anses vara föroreningar (Weiler 2003:8). Arsenik förekommer bland annat naturligt i kopparmalmer från Alperna, men det finns arsenikrika områden även i Sverige, bland annat kring Faluområdet, Bergslagen och Skellefteå (naturvårdsverket.se). Utifrån arsenikhalterna går det således inte att säga huruvida det rör sig om en förorening från inhemsk kopparbrytning eller importerat skrot. I föremålen där tenn saknas är det möjligt att metallen härrör ur romersk export eftersom romerska mässingsföremål sällan innehåller spår av tenn. De metaller som utgör komponenter i spännbucklan P37:8 från Birkas hamn, SHM 1139027 och F134:2b från Vendel har genom sin avsaknad av tenn ett troligt gemensamt ursprung med keltiskt och/eller romerskt kopparskrot, alternativt en inhemsk källa. Om zinkhalterna är föroreningar, kan det röra sig om inhemsk produktion. Eftersom kopparkis, som innehåller både järn och koppar, och förekommer i hela Sverige i allmänhet och på högt zinkhaltiga platser som Faluområdet, Bergslagen och Skellefteå i synnerhet, skulle en inhemsk utvinning av koppar och järn kunna medföra zinkhalter som föroreningar. Kopparkis påträffas ofta med zinkblände, vilket skulle kunna förklara de ibland

högre halterna av zink. Både Faluområdet, Bergslagen och Skellefteå är rika på kopparkis och arsenik, och såväl Vendel, Valsgärde, Birka och Högom ligger längs handelsvägen för järnmalm från södra Norrland (Söderberg 2003:13f). Kontakter mellan Jämtland, Birka och Ukraina finns belagt i materiella lämningar av till exempel bältesväskor, bland annat i den jämtländska ryttargraven i Ås, Rösta (MIS: BJ819; Rösta, Ås Inv.nr. 12426; Arbman 1943:224). I denna ryttargrav påträffas också en bronslegerad järnvikt. Vikingatida viktlo av järn kan vara omhöljda av mässing, s.k. brassning. Även där har tyg använts, och Trotzig förklarar det som en nödvändig del av tillverkningsprocessen för att undvika oxidation eftersom textilen förbrukar syret (Trotzig 2014:132f). Således tycks det finnas en teknisk likhet i tillverkningsteknik mellan spännbucklor och viktlo, varför det skulle vara intressant med ytterligare komparativa studier kring kopparlegeringars sammansättningar hos både spännbucklor och viktlo. Spårämnesanalyser av komponenter främst i spännbucklors legeringar skulle sannerligen ge ytterligare ledtrådar kring inhemsk kopparutvinning. Den här studien visar att det under yngre Birkatid inte användes återvunnet kopparskrot innehållande tenn vid tillverkning av spännbucklor, där en potentiell förklaring alltså kan vara en inhemsk kopparutvinning. Fler studier behövs emellertid, inte minst på spårämnesnivå, men där bör en noggrann avvägning göras kring ändamålet för att bestämma huruvida det är försvarbart att nyttja destruktiva analystekniker för att få svar på dessa frågor. Måhända kan dylika frågeställningar bättre besvaras genom annat material än just spännbucklor, men det står för framtiden att utvisa.

5.2 Chaîne opératoire och aktiva handlingar utifrån socio-ekonomiska kulturyttringar

Produktionskedjan för spännbucklor sträcker sig från brytning och råvaruframställning av olika malmer till den sista putsningen inför försäljning, och föremålets biografier fortsätter sedan i en mängd olika sammanhang. Ett sådant kan vara vid det funktionella sammanhanget av att hålla uppe en hängselklänning, men det är samtidigt en socio-ekonomisk statusmarkör som upprättar och upprätthåller hierarkiska relationer. Valet bakom spännbucklan som dräktattribut kan bero på deterministiska traditioner men materiella variationer mellan de olika typerna visar också hur den kulturdynamiska processen går till och ger inblick i bland annat trädning för hantverkskonst.

Den här studien visar att återanvänt kopparskrot förekom som material i spännbucklorna, och en ekonomisk förklaring kan vara tillgången på vad som blivit omodernt i Europa, men också hur den professionella hantverkaren kan ha tagit det material som fanns tillgängligt, kanske restprodukter från annan produktion eller sådan metall som inte var gångbart till andra föremål. Det är en funktionell ekonomisk förklaring men värdering av metaller och hanteringen av dessa ingår också som en immateriell aktiv handling baserad på kulturella normer och förutsättningar. Bruket av själva spännbucklan var ett ekonomiskt besked som kanske både förväntades och förvånade. Icke desto mindre har spännbucklorna ett hantverksmässigt värde där kunskap förmedlats mellan individer och vidare ned i föremålen. Samtidigt tyder den tämligen klumpiga och otydliga ornamentiken hos SHM 1139027 på en större värdering vid hanteringen av själva metallen, något som även styrks av zinkhalterna på dess framsida men avsaknaden av densamma på baksidan.

Att tennbrons var dyrt men tillgängligt visar Trotzigs studie av gravkärl från Birka och Gotland. Spännbucklorna har trots sin funktion som statusmarkör inte gjorts av omsmält tennbrons utan av annat kopparskrot, och i stället har gravkärl av tennbrons nedlagts i gravar. Många fler tolkningar kan göras, men den här studien har inte tillräckligt med underlag för att göra några stora slutsatser. I stället är den ett led i en forskningsprocess och forskningskedja, och förhoppningen är att dessa resultat och den teoretiska bakgrunden kan finnas i förgrunden även i framtida studier i syfte att bättre förstå det vikingatida samhällets kultur.

5.3 pXRF och analyser för framtida forskning

Röntgenfluorescens är onekligen en bra teknik för introducerande analyser av legeringar. Resultatet genererade i det här fallet fler frågor än svar, och att använda analystekniken på det här sättet främjar en delvis induktiv metod där föremålens operativa kedjor får komma till tals för ytterligare frågeställningar. Det handlar inte om att låta analystekniken bestämma frågeställningarna, utan snarare att kommunicera med materialet för att se dess faktiska potential.

För proveniensbestämning visar det sig att pXRF åtminstone kan utesluta vissa områden, men faktum kvarstår att det är mycket svårt att avgöra metallers proveniens. För spännbucklorna är alternativa analystekniker en känslig fråga eftersom ett noga avvägande bör göras med tanke på destruktiviteten. Spårämnesanalyser vore emellertid ytterst intressanta att undersöka närmare, inte minst i frågan om inhemsk brytning av kopparkis. En hypotes utifrån den här studien är förstås att spännbucklorna kan vara gjorda av råvara från exempelvis Bergslagen eller Skellefteå, vilket följer handelsvägar för järnmalm och arkeologiska fynd efter kontinentala fynd. Det här är dock en större fråga, men icke desto mindre av intresse för framtiden.

En problematik med pXRF kan vara komplikationerna vid svår korrosion hos föremål när det är legeringen som ska mätas. För ytterligare analyser av de yttersta områden av legeringen bör det kunna göras analyser på hela och fragmenterade gjutformar. Beroende på formens kristallinitet borde hålrum kunna rymma små droppar från tillverkningsprocessen. Genom dessa kan ytterligare information hämtas om det yttersta lagret. Beroende av hettan vid tillverkningen kan legeringsdroppar ha inkapslats av smältande lera och därför skyddats från korrosion. Även ärgade och korroderade droppar skulle kunna analyseras och dessutom utsättas för destruktiv analys vid borttagning av korrosionen utan att själva spännbucklorna skadas. Genom slitspårsanalys och mikroskopisk observation kan förhoppningsvis olika kristallina strukturer avslöjas som också kan påvisa vilka ämnen det rör sig om. Liknande analyser har gjorts av Grandin m.fl. på degelfragment från bronsåldern påträffade i södra Kristineberg (Högberg et al 2011:44ff). Det här skulle även kunna bidra till sammanförandet av gjutformar till specifika spännbucklor eller åtminstone särskilda typer, till exempel om gjutformsfragmentet som påträffades i preparat från Birkas hamn hör samman med spännbucklan 37:8. Någon liknande analys rörande spännbucklornas legeringar har inte påträffats under det här arbetet.

För utförligare studier av olika typer av spännbucklor i förhållande till legeringar kan spännena 3D-scannas för att förstärka detaljer som i sin tur kan berätta om teknik och förfarande. Liksom för runristare kanske det går att skönja hantverksmässiga signaturer kopplade till vissa typer, dateringar eller områden.

6. Slutsats

Ett vagt samband mellan olika föremålstyper och legeringar går att skönja som tyder på ökade blyhalter och mindre blandad skrotmetall från olika områden ju yngre spännbucklorna är. För att gå vidare med liknande frågeställningar krävs annorlunda analystekniker som fokuserar på mindre beståndsdelar. Då går det möjligtvis att utläsa ytterligare betydande skillnader i legeringarnas sammansättningar mellan olika typer och över tid. Här syns emellertid en fokusering på vissa metaller.

Typologierna som sådana utgör en indikator för datering och i detta kan ett mönster skönjas av en legeringskontinuitet där mässingen är den företrädande legeringen. En viss problematik gällande datering efter stil förekommer dock, däremot kan kontext tillsammans med noggranna okulära studier av detaljer i ornamentiken indikera en närmare datering. Även storleken på

spännbucklorna kan spela roll i dateringen då varianter inom samma typ tenderar att bli mindre med tiden. Tillverkningsplats för P37 går att fastställa utifrån arkeologiska fynd men kan komma att ändras om nya gjutformer påträffas vid andra utgrävningar på andra platser.

Det går inte att utesluta att en inhemsk kopparbrytning börjat äga rum vid tiden för övergången mot yngre Birkatid, i så fall troligtvis av kopparkis som förekommer med zinkblände. Halter av zink, arsenik och bly är stundtals höga för att vara föroreningar, men främst zinkhalterna är tämligen låga för att vara högkvalitativ mässing. Omsmältning och en förlust av zink genom förångning går inte heller att utesluta, men måhända borde halterna i sådana fall vara ännu lägre. De ämnen som detekteras, utöver de två tillfällen där tennet avslöjar varierande återvunnet kopparskrot, finns naturligt förekommande tillsammans vid malmfyndigheter längs vikingatida handelsvägar i Faluområdet, Bergslagen och Skellefteå. Främst handelsvägen norröver är av intresse genom de många maktmanifestationer i form av gravskick som där kan påträffas.

Således är pXRF en möjlig analysteknik för viss detektering av ämnen i avseende av att undersöka proveniens hos råmaterialet i legeringarna, men det är mer indikationer än slutsatser som kan dras med den här teknikens hjälp. Kompletterande analystekniker behövs för djupare analyser.

Liksom inom tidigare forskning av legeringar pekar resultatet från den här pXRF-analysen på att de undersökta föremålen legeringar utgörs av koppar och zink i stället för det vanliga förmodade tennbrons.

Trots att mässing utgör ett mjukare material än tennbrons och därmed inte är lika hållbart har man valt att göra spännbucklorna av det mjukare men mer guldglänsande materialet, även om det funnits resurser för att använda det dyra tennbrons. Det här tycks bero på såväl ekonomiska som ideologiska skäl som är kopplade till socio-ekonomiska förutsättningar och kanske även förväntningar. Ämnet är mycket brett och det finns många forskningsluckor för att vidare förstå hur den socio-ekonomiska immateriella kulturen avspeglas i vikingatida föremål.

7. Sammanfattning

I den här studien görs en kvalitativ analys av fyra spännbucklor och ett fragment från yngre järnålder för att undersöka en hypotetisk korrelation mellan olika föremålstyper och deras legeringar. Syftet med detta är att få en större förståelse för hur den socio-ekonomiska immateriella kulturen avspeglas i materialitet och utformningen av vikingatida funktionella och statusindikerande föremål knutna till ett morfologiskt kvinnligt genus. Den teoretiska bakgrunden i undersökningen rör sig i termerna om kulturdynamik och den växelverkan av materiella kulturyttringar som föremålen *chaîne opératoire* kan sägas utgöra. Vidare används den laborativa analystekniken pXRF i studiet av legeringarna på grundval av instrumentets icke destruktiva förfarande, den relativt höga noggrannheten och precisionen vid avläsning av grundämnen samt möjligheten till snabba och effektiva resultat i förhållande till tidsgränsen för studien. Utöver pXRF ingår dessutom okulär besiktning, egen fotoanalys, sållning av jord i preparat från en spännbucklas fyndkontext samt typbestämning av föremål och fragment efter metoder framtagna av Petersen och Jansson. Även en egen kompletterande metod för typbestämning av olika undertyper av P37 har framtagits och applicerats, där tidigare till synes ouppmärksammade stilistiska drag i ornamentiken studeras komparativt mellan de olika undertyperna.

Tidigare studier visar på att användandet av den skandinaviska bronsålderns tennbrons under järnåldern övergår i en mässingsbaserad kopparlegering. Generellt kan det i en legering finnas både arsenik och bly som föroreningar, men under yngre järnålder börjar allt högre blyhalter att skönjas. Somliga metaller, såsom tenn och zink, har olika ursprung och förekommer inte tillsammans i naturlig form. När halter av både tenn och zink ingår i en legering är det således en

konsekvens av människors kulturyttringar, en del ett föremåls chaîne opératoire. Således går det att utifrån somliga kombinationer av metaller i en legering avgöra om föremålets legering är gjord av åtminstone delar återvunnet kopparskrot med råvara från specifika geografiska områden.

Spännbucklorna i studien typbestäms till P37:3 (F134:2a och 2b), P37:8 (Birkas hamn) och P51 C1 (SHM 1139027). Fragmentet från Garnisonen passar efter noggranna undersökningar inte in i någon kategori av spännbucklor och kan därför inte ge någon indikation om datering. Genom olika material och små variationer i utseende kan F134:2a däremot bestämmas vara äldre än 2b, båda är dock hemmahörande i äldre Birkatid. Spännbucklan från Birkas hamn är stilmässigt yngre, och allra yngst är SHM 1139027.

Resultatet av pXRF visar uteslutande att de fem föremålen är av mässingsbaserade kopparlegeringar där de äldsta spännbucklorna, F134:2a och 2b, har den lägsta andelen bly. Tenn förekommer i två legeringar och kan därför avgöras komma från återvunnet kopparskrot som ej producerats inom det romerska riket. Det här innebär att dessa spännbucklor är gjorda av återvunnen metall där kontakterna leder tillbaka till tennförekomster i till exempel brittiska Cornwall. Exakt hur långt och hur många gånger som metallerna har omsmälts går emellertid inte att avgöra. De övriga legeringarna innehåller dock halter som inte kan uteslutas bero på en inhemsk brytning av kopparkis och därmed vara av mer primär karaktär.

Således följer resultatet vad tidigare forskning visat i frågan om övergången från tennbrons till mässing under järnåldern.

8. Referenslista

- Ambrosiani, B.** 2016. *Hantverk och handel i Birka*. Stockholm.
- Androschchuk, F.** 2013. *Vikings in the East: essays on contacts along the road to Byzantium (800-1100)*. Uppsala.
- Arbman, H.** (red.). 1940. *Birka: Untersuchungen und Studien. 1, Die Gräber: Tafeln*. Stockholm.
- Arbman, H.** (red.). 1943. *Birka: Untersuchungen und Studien. 1, Die Gräber: Text*. Stockholm.
- Arrhenius, B.** 1989. Kan metallanalyser ge en anvisning om när metallurgi blir inhemsk? I *Icke-järnmetaller: malmfyndigheter och metallurgi = Nonferrous metals: deposits and metallurgy: föredrag från Jernkontorets bergshistoriska utskotts symposium på Statens historiska museer, 9 november 1988*. Stockholm.
- Berg, I.** 2006. Meaning in the making: the potter's wheel at Phylakopi, Melos (Greece). *Journal of anthropological archaeology* 26 (2007). S. 234-252
- Coleman, N. L. & Løkka, N.** (red.) 2014. *Kvinner i vikingtid = Vikingatidens kvinnor*. Oslo.
- Dobres, M-A.** 2014. Concluding and future thoughts on material crossover. *Knowledge networks and craft traditions in the ancient world: material crossovers*. (Rebay-Salisbury, K. et al (red.)). New York. 199-204
- Friberg, G. & Borg, G. Ch.** (red.). 1995. *Konserveringstekniska studier. Nedbrytning av arkeologiskt material i jord: målsättning och bakgrund*. Stockholm.
- Grandin, L., Andersson, D., Willim, A.** 2007. *Ett mångfacetterat metallhantverk i Södra Kristineberg och Svängedammsbagen. Arkeometallurgiska analyser av brons, järn, slagg, malm och teknisk keramik från yngre bronsålder och järnålder*. Analysrapport 9-2007. Uppsala.
- Grandin, L.** 2011. *Gjuteriavfall från vikingatid: analyser av fragmenterade föremål, smältor och droppar : Uppland, Rasbo socken, Lejsta 7:1, fornlämnning 630:1: geoarkeologisk undersökning*. Uppsala.
Tillgänglig på Internet: <http://kulturarvsdata.se/raa/samla/html/5107>
- Grömer, K.** 2016. *The art of prehistoric textile making: the development of craft traditions and clothing in Central Europe*. Vienna.
- Hedeager Krag, A.** (red.) 2003. *Dragt og magt*. København.
- Hedenstierna-Jonson, C. & Holmquist, L.** 2006. *The oriental mounts from Birka's Garrison: an expression of warrior rank and status*. Stockholm.
- Hesse, R. W.** 2007. *Jewelrymaking through history: an encyclopedia*. Westport, Conn: Greenwood
- Holmquist, L. & Kamring, S.** Drakhuvudet och Birkas hamn som gick på land. *Populär arkeologi*. 2015(32):4. Laholm. s. 20-23
- Holmquist, L. & Kitzler Ähfeldt, L.** 2002. *Krigarnas bus: arkeologisk undersökning av ett ballbus i Birkas Garnison: RAA 35, Björkö, Adelsö sn, Uppland 1998-2000*. Stockholm.
- Hägg, I.** 1974. *Kvinnodräkten i Birka: linplaggens rekonstruktion på grundval av det arkeologiska materialet = Die Frauentracht in Birka: eine Rekonstruktion der Körperkleidungsstücke auf Grund der archäologischen Funde*. Uppsala.

- Högberg, A., Grandin, L., Brusling, A.** 2011. Brons, guld, silver och koppar. *Södra Kristineberg: hantverk i fokus : [arkeologiska slutundersökningar 2001-2006 : Oxie socken i Malmö stad, Skåne län]*. (Högberg, A. (red.)). Malmö S. 19-81
- Isaksson, S. & Arrhenius, B.** 1994. *Rapport avseende de arkeologiska undersökningarna vid Vendels kyrka, Vendel sn, Uppland, 1994*. Stockholm.
- Isaksson, S. & Arrhenius, B.** 1995. *Rapport avseende arkeologiska undersökningar vid Vendel kyrka Vendel sn, Uppland 1995*. Stockholm.
- Jansson, I.** 1985. *Ovala spännbucklor: en studie av vikingatida standardsmycken med utgångspunkt från Björkö-fyndet = Oval brooches: a study of Viking Period standard jewellery based on the finds from Björkö (Birka), Sweden*. Uppsala.
- Lambert, J. B.** 1998[1997]. *Traces of the past: unraveling the secrets of archaeology through chemistry*. Reading, Massachusetts.
- Lemonnier, P.** 1986. The study of material culture today: toward an anthropology of technical systems. *Journal of anthropological archaeology* 5 (1986). S. 147-186.
- Malmius, A.** 1996. Tortoise brooches, textile impressions and textiles. *Laborativ arkeologi: Journal of Nordic archaeological science*. 9. 1996. Stockholm. S. 79-88.
- Nord, A. G. & Tronner, K.** 2015. Människan och metallerna. *Populär arkeologi*. 2015(32):4. Laholm. S. 14-15.
- Nordström, H.Å.** 1986. De äldsta metallkulturerna. *Fornitida teknik: brons och koppar*. (Johansson, T. (red.)). Frösön.
- Petersen, J.** 1928. *Vikingetidens smykker*. Stavanger.
- Pollard, A. M., Batt, C. Stern, B. & Young, S. M. M.** 2007. *Analytical Chemistry in Archaeology*. Cambridge.
- Pollard, A. M. & Heron, C.** 2008. *Archaeological Chemistry [Elektronisk resurs]*. 2. ed. Cambridge.
- Shugar, A. N., Mass, J. L. & Smith, D.** (red.). 2012. *Handheld XRF for art and archaeology*. Leuven.
- Söderberg, A.** 2003. Järnålder till tidig medeltid; järnet som samhällsbildare, ädelmetaller som samhällskitt. I *I gruva och grav. Metallbantering från bronsålder till nyare tid*. Berg, L., Forshell, H. & Söderberg, A. (red.) 2003. Stockholm.
- Trotzig, G.** 1991. *Vikingatida gravkärl av koppar och kopparlegeringar från Birka och Gotland: tillverkning, användning och sociala förutsättningar*. Stockholm.
- Trotzig, G.** 2014. *Metaller, hantverkare och arkeologi: från nutid till forntid*. Stockholm.
- Weiler, E.** 2003. Föremålstyper under bronsålder i Nordeuropa. I *I gruva och grav: metallbantering från bronsålder till nyare tid*. Stockholm. S. 8-12

Internet:

(fig. 18) 911Metallurgist, modell av atom vid bestrålning med röntgen:

<https://www.911metallurgist.com/blog/portable-xrf-analyzer-price#post/0> (23/11-2016).

(fig. 19) Delta portable workbench:

https://innovx.ca/DELTA_ALLOYS_METALS.html (23/11-2016).

Naturvårdsverket om arsenik

<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Arsenik-As/> (Läst 12/12 2016).

Statens historiska museer

<http://mis.historiska.se/mis> (11/11, 12/11, 16/11, 4/12, 27/12 2016, 4/1 2017).

Personlig kommunikation:

Holmquist, L. 25/11-16, 29/11-16, 14/12-16

Figurer:

Figur 4. Olika parspännen. Foto Peter Sillén, Eva Vedin, Emmelie Westerlind.

Figur 5. Förslag på dräkt-rekonstruktion (Hägg 1974 fig. 33)

Figur 6. Fragment av gjutform till spännbuckla av typ P27A. Foto B. Ambrosiani (Ambrosiani 2016:49, fig. 33.)

Figur 4. Textilavtryck på baksidan av ovala spännbucklor. (Jansson 1985:117, fig. 104)

Figur 5. Vänster: ramverk hos olika typer av ovala spännbucklor. (Jansson 1985:99, fig. 88) (Petersen 1928:39 fig 37; Jansson 1985:51 fig. 38).

Figur 6. Fragment från Garnisonen, Birka. Foto Emmelie Westerlind.

Figur 7. Krigarnas hus. Tolkningsplan av Franciska Sieurin-Lönnqvist (Holmquist & Kitzler 2002:11, fig. 7).

Figur 8. Fragment av spännbuckla från Birkas hamn. Foto Emmelie Westerlind.

Figur 9. Två fragment från spännbucklan från Birkas hamn. Foto Emmelie Westerlind.

Figur 10-11. Lagerprofiler. (Sven Kalmring 2015)

Figur 12 Spännbucklan och kantfragment från Birkas hamn. Foto. Till höger Petersens skiss av P37:8.

Figur 13. Spännbuckla SHM 1139027. Foto Emmelie Westerlind.

Figur 14. Detaljer på SHM 1139027. foto Emmelie Westerlind, Sven Isaksson.

Figur 15. F134:2a & F134:2b. Foto Emmelie Westerlind.

Figur 16. Spännbuckla F134:2a från Vendel, av typ P37:3. Foto Emmelie Westerlind

Figur 17. Spännbuckla F134:2b från Vendel, typ P37:3. Foto Emmelie Westerlind

Figur 18. Elektronernas reaktioner vid bestrålning med röntgen. (911Metallurgist, 23/11 2016)

Figur 19. DPW Delta portable workbench. (www.innovx.cu 23/11-2016)

Tabeller och diagram (1-9) av Emmelie Westerlind

Bilaga 1.

Garnisonen5055																	Al	Si	P	S	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Sn	Sb	Au	Hg	Pb
#9C																	0,00	0,23	0,78	0,00	0,00	0,40	0,00	88,2	7,89	0,55	0,53	0,17	0,00	0,00	1,3
#10C																	0,00	0,21	0,77	0,00	0,00	0,38	0,03	88,1	7,92	0,53	0,49	0,18	0,00	0,00	1,4
#11C																	0,00	0,26	0,79	0,00	0,00	0,36	0,00	88,1	7,95	0,58	0,48	0,16	0,00	0,00	1,3
Medel																	0,00	0,23	0,78	0,00	0,00	0,38	0,01	88,1	7,92	0,55	0,50	0,17	0,00	0,00	1,3
StdAv																	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,0	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,1
Birkas hamn																															
#12C																	0,00	0,61	1,92	0,00	0,00	0,15	0,00	86,8	4,50	1,22	0,00	0,18	0,00	0,00	4,6
#13C																	0,00	0,63	1,93	0,00	0,00	0,14	0,00	86,7	4,51	1,23	0,00	0,23	0,00	0,00	4,6
#14C																	0,00	0,59	1,96	0,00	0,00	0,16	0,00	86,8	4,56	1,18	0,00	0,16	0,00	0,00	4,6
Medel																	0,00	0,61	1,94	0,00	0,00	0,15	0,00	86,8	4,52	1,21	0,00	0,19	0,00	0,00	4,6
StdAv																	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,0	0,03	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,0
SHM99 undersida, bräm																															
#15C																	0,00	2,10	0,24	0,00	0,00	0,52	0,00	93,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,8
#16C																	0,00	1,97	0,16	0,00	0,00	0,48	0,00	93,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,6
#17C																	0,00	2,12	0,25	0,00	0,00	0,51	0,00	93,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,6
Medel																	0,00	2,06	0,22	0,00	0,00	0,50	0,00	93,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,7
StdAv																	0,00	0,08	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,1
SHM99 - ovansida ornamentik guldgult																															
#18C																	0,00	2,30	2,35	0,00	0,00	0,25	0,00	73,3	6,41	0,00	0,00	0,00	10,5	1,71	3,1
#19C																	0,00	2,36	2,21	0,00	0,00	0,27	0,00	74,8	6,26	0,00	0,00	0,00	9,4	1,55	3,1
#20C																	0,00	2,28	2,22	0,00	0,00	0,29	0,00	73,8	6,42	0,00	0,00	0,00	10,1	1,72	3,2
Medel																	0,00	2,31	2,26	0,00	0,00	0,27	0,00	74,0	6,36	0,00	0,00	0,00	10,0	1,66	3,1
StdAv																	0,00	0,04	0,07	0,00	0,00	0,02	0,00	0,7	0,09	0,00	0,00	0,00	0,5	0,10	0,0
SHM99 - ovansida mellan ornamentik, mörkt																															
#21C																	1,23	2,38	2,23	0,00	0,00	0,27	0,00	73,7	6,30	0,00	0,00	0,00	9,1	1,66	3,1
#22C																	0,00	4,74	4,84	0,00	0,00	0,24	0,00	71,0	6,07	0,00	0,00	0,00	8,7	1,57	2,9
#23C																	0,00	2,23	2,37	0,00	0,00	0,27	0,00	74,9	6,35	0,00	0,00	0,00	9,1	1,59	3,2
Medel																	0,41	3,12	3,15	0,00	0,00	0,26	0,00	73,2	6,24	0,00	0,00	0,00	9,0	1,61	3,0

StdAv		0,71	1,41	1,47	0,00	0,00	0,02	0,00	2,0	0,15	0,00	0,00	0,00	0,3	0,05	0,2
SHM99 - undersida, bräm																
#24C		0,00	2,02	5,02	0,00	0,00	0,87	0,00	78,8	1,09	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	12,2
#25C		1,69	2,18	5,36	0,00	0,00	1,07	0,00	74,5	1,12	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	14,1
#26C		1,53	2,20	5,23	0,00	0,00	1,02	0,00	75,3	1,13	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	13,6
Medel		1,07	2,13	5,20	0,00	0,00	0,99	0,00	76,2	1,11	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	13,3
StdAv		0,93	0,10	0,17	0,00	0,00	0,10	0,00	2,3	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	1,0
SHM99 - knapp på ovenskälla																
#27C		0,00	2,98	0,35	0,00	0,02	0,38	0,00	83,7	7,60	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	5,0
#28C		1,63	2,96	0,40	0,00	0,00	0,35	0,00	82,3	7,41	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	5,0
#29C		0,00	3,02	0,35	0,00	0,00	0,36	0,00	83,5	7,46	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	5,3
Medel		0,54	2,99	0,37	0,00	0,01	0,36	0,00	83,1	7,49	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	5,1
StdAv		0,94	0,03	0,03	0,00	0,01	0,02	0,00	0,8	0,10	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,2
F134:2a																
#30C		0,00	1,29	1,00	0,00	0,00	0,15	0,05	87,4	6,40	0,37	1,90	0,00	0,0	0,00	1,4
#31C		0,00	1,48	1,09	0,00	0,00	0,18	0,04	87,2	6,44	0,39	1,85	0,00	0,0	0,00	1,4
#32C		0,00	1,40	0,95	0,00	0,00	0,17	0,05	87,4	6,37	0,33	1,86	0,00	0,0	0,00	1,4
Medel		0,00	1,39	1,01	0,00	0,00	0,17	0,04	87,3	6,40	0,36	1,87	0,00	0,0	0,00	1,4
StdAv		0,00	0,10	0,07	0,00	0,00	0,02	0,01	0,1	0,04	0,03	0,03	0,00	0,0	0,00	0,0
F134:2b																
#33C		0,00	1,82	1,06	1,11	0,00	0,13	0,04	83,5	11,71	0,55	0,00	0,00	0,0	0,00	0,1
#34C		0,00	1,92	1,07	1,13	0,00	0,13	0,04	83,1	11,91	0,53	0,00	0,00	0,0	0,00	0,1
#35C		0,00	1,71	1,03	1,05	0,00	0,14	0,04	83,7	11,61	0,55	0,00	0,00	0,0	0,00	0,1
#36C		0,00	1,81	1,08	1,10	0,00	0,14	0,04	83,2	11,98	0,52	0,00	0,00	0,0	0,00	0,1
Medel		0,00	1,82	1,06	1,10	0,00	0,13	0,04	83,4	11,80	0,54	0,00	0,00	0,0	0,00	0,1
StdAv		0,00	0,09	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,3	0,17	0,01	0,00	0,00	0,0	0,00	0,0



Stockholms
universitet