

Numismatiska forskningsgruppen

Gunnar Ekströms professur i numismatik och penninghistoria



Numismatikens metoder III: metalanalyser og kildekritik

Jens Christian Moesgaard og Sven Isaksson

I NFG's tidligere virksomhedsberetninger har der været en tradition for at publicere en mindre artikel ved siden af gennemgangen af årets aktiviteter. 1993/1994–2003 var der hvert år en forkortet version af en af årets studenteropsatser. 1992/1993–1997 var der en serie artikler om møntforskningens historie i Sverige fra 1500-tallet til cirka 1950, og 1998–2009 en serie om møntfund i en række svenske landskaber.

I 2020 startede vi som nævnt oven for et nyt kursus om numismatikens metoder og mønter og møntfunds værdi som kilder til viden om fortiden. Idéen med kurset er gennem konkrete eksempler fra mønthistorien at give en introduktion til et udvalg af numismatikens metoder, samt at vurdere, hvorledes mønter kan benyttes som historiske kilder. Med udgangspunkt heri startede vi i virksomhedsberetningen 2020 en ny artikelserie, som netop gennem konkrete eksempler illustrerer nogle af vort fags metoder. Ambitionen er ikke at være udtømmende, men derimod mere beskedent at give nogle appetitvækkere. Denne artikel er således den tredje i rækken. Den fremlægger resultaterne af metalanalyser af to mønter, som NFG med hjælp fra Arkeologiska Forskningslaboratoriet har foretaget under året. Men først nogle generelle bemærkninger om metalanalyser og numismatik.

Metalanalyser kan groft sagt give oplysninger om to forhold, der kan være af interesse for numismatikken. For det første, lødigheden på mønterne, for det andet, hvor metallet kommer fra. Lødigheden er interessant, fordi mønternes værdi tidligere i vid udstrækning afhang af deres indhold af ædelmetal. Mængden af ædelmetal i en mønt er re-

sultatet af møntens vægt kombineret med dens lødighed, det vil sige andelen af ædelmetal i den metallegering, som blanketten blev lavet af. Vægt og lødighed var bestemt af møntherren – den instans (typisk kongen), der havde kontrol med udmøntningen. Det er derfor et vigtigt aspekt at studere, hvis man vil kende møntherrens møntpolitik. Fra senmiddelalderen og frem er disse officielle beslutninger ofte bevaret i arkiverne, men for tidligere perioder må vi regne os frem til dem via mønterne selv. Mens det er forholdsvist enkelt at veje mønterne og rekonstruere den omtrentlige oprindelige officielle vægt, er lødigheden sværere at bedømme. Møntens tekstur og farve giver nogle meget overordnede indikationer, men de er langt fra så præcise, som man har brug for. Her kan metalanalyse hjælpe.

Det andet aspekt, der er værd at se på, er metallens oprindelse. Ædelmetal er aldrig helt rent, og metalanalyse kan afsløre små urenheder. Der kan for eksempel være små kvantiteter af bismuth og guld i sølv mønter. Kvantiteten af disse urenheder kan nogle gange matches med sølv fra kendte sølvminer. Man kan da gå ud fra, at metallet til den pågældende udmøntning kommer fra denne mine. Ofte er det imidlertid sådan, at sølvet til en udmøntning kommer fra nedsmeltede gamle eller udenlandske mønter eller andre sølvgenstande. Da vil sølv fra forskellige miner være blandet. Det vil ofte give sig udslag i en homogen sølv mængde i et vist område på et vist tidspunkt, der ikke kan knyttes til en bestemt mine, men netop er blandet omsmeltet sølv. Nye sølvtilførsler med et andet karakteristisk aftryk af urenheder vil man kunne se i metalanalyserne. Det kan give interessant historisk viden om handelskontakter og pengestrømme.

I forbindelse med diskussionen om urenheder skal man også være opmærksom på, at en sølv mønt ikke kun består af sølv. Som allerede nævnt er mønten lavet af en legering, hvor sølvet kun udgør en del. Den anden del er legeringsmetallet, som typisk vil være kobber, men også kan være kobberlegeringer som messing og bronze. Man skal være opmærksom på, at nogle af de urenheder, der konstateres i metallet kan komme fra legeringsmetallet og altså ikke fra sølvet.

Der findes mange forskellige analysemetoder, der hver har sine for-

dele og ulemper (se for eksempel Blet-Lemarquand m.fl. 2009, 2014; Ponting 2020). Nogle er destruktive, nogle er delvist destruktive, andre er helt ikke-destruktive. Nogle er egnede til at måle små komponenter, andre er mere grovkornede. Nogle virker bedst til guld, andre til sølv eller kobber. Nogle kræver tungt udstyr og kan kun udføres på laboratoriet, andre kan gøres med portabelt udstyr. Nogle er billige, andre er dyre. Nogle måler hele mønten. Andre måler imidlertid kun en lille prik, endnu andre kun på overfladen, og kan man være sikker på, at det er gældende for hele mønten?

I denne artikel skal det handle om sølvholdigheden og ikke om sølvets oprindelse. Arkeologiska Forskningslaboratoriet (AFL) på Institutionen för arkeologi och antikens kultur har X-ray fluorescence-udstyr (XRF) til at måle sammensætningen af materialer, heriblandt metaller. Det har den fordel, at det er billigt og forholdsvis enkelt at anvende, så man kan gøre store serielle analyser, der kan give et godt statistisk grundlag at arbejde ud fra, hvilket kan være et problem at skaffe med dyrere og tungere analysemetoder. Man kan dermed analysere et stort antal mønter med en ensartet metode, hvilket muliggør sammenligninger af relative forskelle indenfor gruppen, selvom de enkelte målinger, som vi skal se nedenfor, ikke altid kan regnes som helt præcise. Desuden er XRF 100 % non-destruktiv, og målingerne dækker en forholdsvis stor overflade og undgår derfor i princippet det potentielle problem med ujævnt blandet metal, som man ikke vil fange, hvis man måler på et enkelt punkt.

NFG har tidligere i samarbejde med AFL fået foretaget XRF analyser af lange serie af mønter, som er udgivet i serien *Metallanalyser av mynt*, som kan downloades på NFG's hjemmeside:

- 2016:1 Mikael Heljeback, "Haltanalyser av danska mynt ca 1400–1448".
- 2017:1 Sarah Eriksson, "Haltanalyser av danska mynt 1448–1523".
- 2017:2 Sarah Eriksson, "Haltanalys av svenska örtugar från Erik av Pommern 1396–1439".

- 2017:3 Robin Lindblad, ”Haltanalyser av gotländska mynt ca 1150–1554”.
- 2018:1 Eeva Jonsson, ”Metal analyses of Viking-Age coins”.

Seriens redaktør, Kenneth Jonsson gør opmærksom på et problem ved XRF: ”Since the measurements were made on the surface of the coins, the results can be affected by various contaminations as patina, verdigris, corrosion, soaking, or processes at the time of striking” (2018:1, s. 32). Det er et reelt problem, idet overfladen af en mønt som anført kan være påvirket af mange faktorer, som gør dens metalsammensætning ikke er den samme som hele møntens. Det var for eksempel tidligere almindeligt, at man på møntstederne foretog ”hvidkogning” af sølv mønter med et højt kobberindhold, før man sendte dem i omløb. Ved en kemisk proces fjernede man noget af kobberet i overfladen, så mønten så hvidere ud, end den egentligt var. Det gjorde man for at skjule møntens høje kobberindhold og give indtryk af, at den var bedre, end den egentligt var (Flensburg 1996, s. 144). Korrosion vil

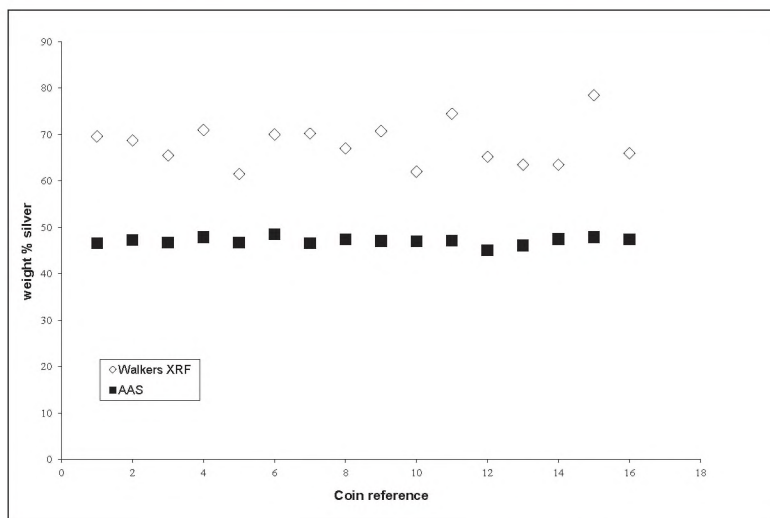


Fig. 11. Sølvholdighed i 16 tetradrachmer fra Caesarea, målt med XRF og AAS (Fra Ponting 2020, fig. 1.1). Gengivet med tilladelse fra M. Ponting.

også have en tendens til at angribe kobberet mere end sølvet i overfladen af mønten.

Flere studier viser problemets omfang. I en nylig artikel fremfører Matthew Ponting to eksempler. 16 antikke tetradrachmer fra Caesarea in Cappadocia fra British Museums samling var blevet analyseret med XRF i 1970'erne med det resultat, at de havde en sølvholdighed på ca. 60–75% med et gennemsnit på 62,9%. De samme mønter blev senere analyseret med Atomic Absorption Spectrometry (AAS), hvor man borer en lille hul 12 mm ind i mønten og analyserer det materiale, der er mere end 2 mm under overfladen (med andre ord en delvis destruktiv metode). Resultatet af samtlige 16 prøver var sølvholdigheder lige under 50 % med meget lidt variation (fig. 11). Overfladens sølvholdighed var således omkring 15 %-point højere end møntens indre. Pontings andet eksempel er en denar fra den romerske kejser Geta (198–212 e.Kr.), der blev skåret midt over. Skærefladen blev herefter analyseret med et Scanning Electron Microscope (SEM) og Energy Dispersive Analysis (EDS). For denne periode havde XRF-analyserne af en lang række eksemplarer i 1970'erne givet cirka 55–60% sølv. For den overskårne denar (som ikke var identisk med nogle af de tidligere

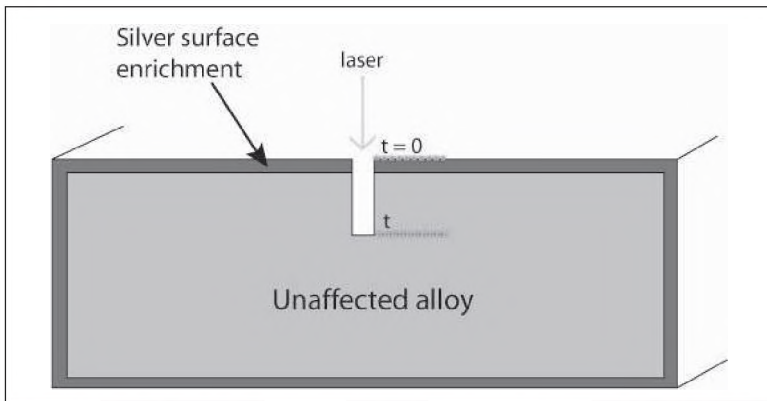


Fig. 12. Skematisk tværsnit af en gammel sølvmønt med en sølv-beriget overfladelag og laseren gradvise indtrængen i mønten (Grafik: Guillaume Sarah. Fra Blet-Lemarquand 2009, figur 7). Gengivet med tilladelse fra G. Sarah.

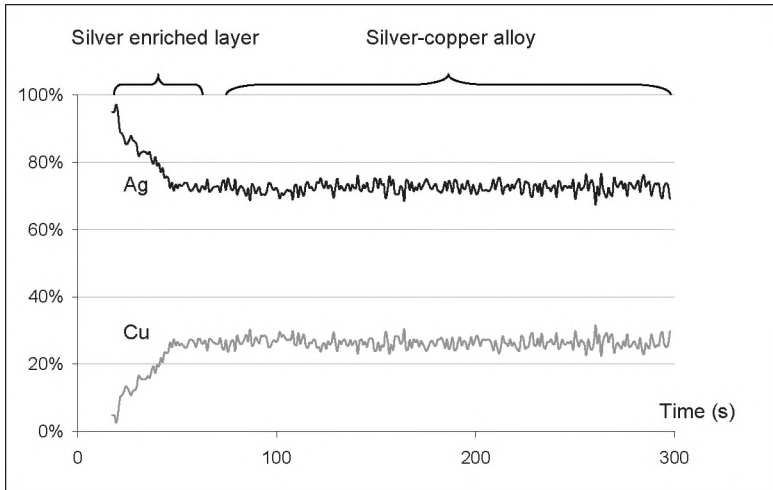


Fig. 13. Udviklingne af relativt sølv- og kobberindhold over tid under laserens indtrængen (DPA-LA-ICP-MS) i en karolingisk sølvpenning (Grafik: Guillaume Sarah. Fra Blet-Lemarquand 2009, figur 8). Gengivet med tilladelse fra G. Sarah.

analyserede eksemplarer) viste overfladelaget (de øverste 280 μm) 63% sølv, med et enkelt punkt helt op til 96%, men kernen af mønten kun indeholdt 48%. Endnu engang havde overfladen højere lødighed end møntens kerne. Det blev ikke nærmere undersøgt, om det skyldtes hvidkogning eller korrosionsprocesser (Ponting 2020, s. 34–35).

Guillaume Sarah har publiceret et andet meget instruktivt eksempel på en karolingisk mønt analyseret med Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS). I denne metode laver man med en laserstråle et mikroskopisk hul i møntens overflade, som ikke er synlig for det blotte øje (mirko-destruktiv metode). Metallens sammensætning måles løbende, mens laseren bevæger sig ind i mønten. I overfladen viste den pågældende mønt ca. 95% sølv i overfladen, hvilket gradvist falder, jo dybere man kommer ind i mønten, indtil det stabiliserer sig på ca. 75 %, når man når ind i kernen af mønten (Blet-Lemarquand m. fl. 2009, s. 49) (fig. 12–13).

LA-ICP-MS har imidlertid et andet problem. I og med at hullet er så mikroskopisk, kan man ikke være sikker på, at netop dette punkt er

karakteristisk for hele mønten. Potentielt kan metallet være uhomogent, hvis det ikke er blevet blandet godt, og der kan være små lommer med markant mere eller mindre sølv end i resten af mønten. Dette problem løses ved som standard at lave tre analyser pr mønt. Hvis de giver nogenlunde samme resultat, formoder man, at metallet er homogent, og at man har fundet den korrekte metalsammensætning. Hvis de ikke har samme resultat, gør man to prøver mere. Hvis de fleste af prøverne er samstemmende, acceptere man resultatet. Hvis derimod der stadig er forskellige resultater, må man konkludere, at møntmetallet er så uhomogent, at man ikke kan anvende LA-ICP-MS som en sikker og præcis metode til at analysere lødigheden på netop disse stykker (derimod kan metoden sige noget om tidligere tiders metallurgiske kunnen med hensyn til fremstilling af homogene legeringer). Det gælder dog kun normalt ganske få procent af mønterne (Guillaume Sarah, mundtligt meddelt).

Det bør også nævnes, at der især blandt de meget tynde middelaldermønter findes eksemplarer, der er helt gennemkorroderede, så der ikke er noget af kernens oprindelige metalsammensætning tilbage. Det giver naturligvis ikke nogen mening at analysere sådanne mønter. Her må man slå sig til tåls med, at informationen om møntens sammensætning ikke længere eksisterer.

Trods problemerne med overfladens ikke-repræsentative sammensætning kan man dog alligevel godt anvende XRF, hvis man blot er opmærksom på usikkerheden og kun benytter resultaterne til at få en omtrentlig idé om lødigheden og ikke til præcise detail-studier.

I 2021–2022 analyserede vi to mønter:

- Normannisk 900-tals-penning (fig. 14) fra Vigbyholm-skatten, Täby sogn, Uppland, L2013:7608, udgravning Arkeologerna under ledelse af John Hamilton og Magnus Lindberg) (se NFG verksamhetsberättelse 2020, s. 10–11).
- 700-tals-scettaen (fig. 15) fra Ströja, Kvillinge sogn, Östergötland, L2009:7949, udgravning Arkeologikonsult under ledelse af Björn Hjulström og Marta Lindeberg (se NFG verksamhetsberättelse 2021, s. 18 & fig. 22).



Fig. 14. Normannisk penning, Viggbyholm-skatten. Foto: Florent Audy.



Fig. 15. Sceatta fra udgravningerne i Ströja. Foto: Kenneth Jonsson.

På førstnævnte mønt var der spor efter fastgørelsen af en ny forsvundet øsken. Disse spor blev også analyseret, hvorved antallet af analyser kom op på tre.

Måling blev foretaget på begge sider af hver prøve, og resultatet er udregnet som gennemsnit af de to målinger. For de to mønter var de to sider nogenlunde overensstemmende. For sporene efter hænget var der lidt mere variation mellem de to sider. Sølvindholdet er kallibreret med prøver af kendt sølvindhold på 80% og 25%. De øvrige elementer blev ikke kallibreret, men sammensætningen er normaliseret til 100 % proportionelt med de øvrige grundemner.

Vi kom ind i det problem, som Kenneth Jonsson også omtalte i forbindelse med de tidligere udførte analyser: "Only values for silver and other metals are included and have been recalculated to correspond to a total of 100%" (*Metallanalyser av mynt* 2018:1, s. 31). På den normanniske mønt var der ikke mindre end 8,2 % silicium (kisel) på selve mønten og 11 % på hænget samt henholdsvis 4 og 2,2 % fosfor. Disse elementer må stamme fra jorden, som mønten er fundet i. Desuden var der 6,3 og 2,5 % aluminium, et metal, som ikke kendtes i vikingetiden, men som er det almindeligste metal i jordskorpen og en

sædvanlig komponent i mange mineraler, så det bør også være eksternt og regnes fra. Det indebærer, at ikke mindre end 18,5 og 15,7% af den målte sammensætning ikke var relevant. For sceattaen var tallet noget lavere. Her konstateredes 3 % silicium og 1,8 % fosfor. Disse elementer blev fraregnet og ny fordeling udregnet:

- Den normanniske penning: 81,5 % sølv. Forekomst af kobber, zink, bly, jern, tin, guld og bismuth.
- Sporene efter hænget: 64,1 % kobber, 21,5 % sølv. Forekomst af bly, tin, jern, zink og arsen. Sølvet er sandsynligvis forurening fra mønten, og hænget er i en kobberlegering (messing)
- Sceattaen: 84,6 % sølv. Stor forekomst af guld (4,9%). Forekomst af kobber, tin, bly, kviksølv, jern, zink.

Formålet med analysen af sceattaen var at føje endnu en analyse til korpusset af resultater, så det kan indgå i fremtidig forskning. Med hensyn til den normanniske mønt var der imidlertid en konkret problematik, der skulle afklares. Det er en mønttype, som hidtil kun var kendt fra en illustration i et fransk numismatisk referenceværk fra 1790. Allerede i 1800-tallet vidste man ikke, hvor den afbildede mønt befandt sig, og visse forskere troede til og med, at tegningen var fejlagtig og stillede spørgsmål ved, om typen overhovedet eksisterede. Men med Viggbyholmskatten er det endegyldigt bevist, at typen virkelig eksisterer. På mønten står der Richard, men det er ikke specificeret, om det er Richard I (946–996), II (996–1026) eller III (1026–1027). Ud fra Viggbyholmskattens datering til slutningen af 990'erne kan man nu sige, at det må være slutningen af Richard I's regering <https://the-conversation.com/swedish-viking-hoard-how-the-discovery-of-single-norman-coin-expands-our-knowledge-of-french-history-156724/>.

Der er dog et punkt, der burde undersøges yderligere. I slutningen af 900-tallet var lødigheden på normanniske mønter omkring 60–65 % (Moesgaard, Sarah, Bompaire 2018, s. 27). Der findes dog en anden normannisk mønttype fra starten af 1000-tallet, der er blevet efterligget et uidentificeret sted udenfor Normandiet. Den holder en meget højere lødighed på over 90 % (XRF-analyse) (Moesgaard 2008). Med sine 81,5 % sølv ligger Viggbyholm-mønten noget over, hvad man ville

forvente af en officiel normannisk mønt, men en del under den omtalte efterligning. Da det imidlertid drejer sig om en XRF-analyse, der som sagt ofte viser højere lødighed end den reelle, nærmer resultatet sig, hvad man ville forvente af en officiel normannisk mønt. Vi vil derfor konkludere, at baseret på lødigheden er Viggbyholm-mønten en officiel prægning fra mønten i Normandiets hovedstad Rouen, ikke en efterligning.

Det er planlagt at publicere Viggbyholm-fundet i et samarbejde mellem Magnus Lindberg, John Hamilton (Arkeologerna), Jens Christian Moesgaard og Viacheslav Kuleshov (NFG) og Ströja-fundet med Björn Hjulström, Marta Lindeberg (Arkeologikonsult), Viacheslav Kuleshov og Jens Christian Moesgaard (NFG) som forfattere.

Referencer

- Blet-Lemarquand, Maryse, Guillaume Sarah, Bernard Gratuze, Jean-Noël Barrandon, "Nuclear methods and Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry: how can these methods contribute to the study of ancient coinage?" *Cercetări numismatice*, XV, 2009, s. 43–56.
- Blet-Lemarquand, Maryse, Bernard Gratuze, Jean-Noël Barrandon, "L'analyse élémentaire des monnaies : adéquation entre les problématiques envisagées, les alliages étudiés et les méthodes utilisées", Harald Derschka, Suzanne Frey-Kupper & Reiner Cunz (red.), *Selbstwahrnehmung und Fremdwahrnehmung in der Fundmünzenbearbeitung. Bilanz und Perspektiven am Beginn des 21. Jahrhunderts*. Études de numismatique et d'histoire monétaire, bind 7, Lausanne 2014
- Flensborg, Peter, *Numismatisk leksikon*, København 1996.
- Moesgaard, Jens Christian, "Efterligning af en normannisk mønt fra 1000-tallet", *Scripta varia numismatica Tuukka Talvio sexagenario dedicata*, Helsinki 2008, s. 67–74.
- Moesgaard, Jens Christian, Guillaume Sarah & Marc Bompaire, "Coins, Dies, Silver: for a new approach to the making of the feudal period", *LE STUDIUM Interdisciplinary Journal* 2, 2018, s. 25–29.

Ponting, Matthew, ”The scientific analysis of coinage: expectations, realities, problems and potential”, Kevin Butcher (red.), *Debasement. Manipulation of coin standards in pre-modern monetary systems*, Oxford 2020, s. 33–42.

Numismatiska forskningsgruppen 2022

Besöksadress: Lilla Frescativägen 7

Postadress: Stockholms universitet, 106 91 Stockholm

Hemsida: www.archaeology.su.se/numismatiska

Föreståndare: Jens Christian Moesgaard, professor, tel. 08-674 76 80,
e-post: jens.christian.moesgaard@ark.su.se

Kenneth Jonsson, professor emeritus, tel. 08-674 77 55,
e-post: kenneth.jonsson@ark.su.se

Gitte Ingvardson, forskar (från 2022-11-01 till 2023-02-28, halvtid),
e-post: gitte.ingvardson@luhm.lu.se

Ylva Öd, redaktionssekreterare tel. 08-674 77 50,
e-post: ylva.od@ark.su.se

Personer anknutna till NFG

Eeva Jonsson, doktorand, Åbo Universitet.
e-post: eeva.k.jonsson@utu.fi

Bo Gunnarsson e-post: bosse.gunnarsson@live.com

Viacheslav Kuleshov, e-post: viacheslav.kuleshov@ark.su.se

Lennart Lind e-post: lennart.sture.lind@gmail.com

Gert Rispling



© Numismatiska forskningsgruppen och förf.
Layout: Ylva Öd

Numismatiska forskningsgruppen
www.su.se/numismatiska-forskningsgruppen



**Stockholms
universitet**