

Jellingbægeret og to beslag fra Jelling Kirke – metoder og materialer

Karen Stemann-Petersen, 2014

Blandt Nationalmuseets vikingetidsfund findes mange forskelligartede sølvgenstande indlagt med niello. Jellingbægeret, der blev fundet i 1820 i gravkammeret i Jellings Nordhøj, og de to dyreformede rembeslag fundet i 1977-78 i en mandsgrav under Jelling Kirke hører blandt de fornemste eksempler. Bægeret og rembeslagene viser betydelige stilistiske fællestræk, og materialet er i begge tilfælde støbt sølv dekoreret med partielle nielloindlægninger og lueforyldning. Sammen giver disse fund et indblik i variationen og rigdommen i datidens metalteknikker. Efter en kort introduktion redegøres i det følgende for *De foretagne analyser* med vægt især på nielloindlægningerne fulgt af *Resultater, materialebeskrivelser og tolkning*, som afsluttes med en *Konklusion*.

Materialet niello består af gråsorte sulfid-mineraler, og i jernalder og vikingetid forekommer det oftest indlagt i ophøjede flader på sølv. Fugerne til indlægning kan være graverede (mønstre skåret med en stikkel i metalfladen), men ciselerede fordybninger (punslede fordybninger) har også været flittigt anvendt i flere perioder. Lueforyldning er en anden ofte anvendt teknik til dekoration af sølv. Oldsagernes forgyldning kan være tyndslidt af brug eller på anden vis mangelfuld nær fladerne med niello. Nielloindlægningen kan også have løsnet sig fra genstandens fuger, så man i stedet kan se små regelmæssige hak i bundfladerne, som skulle danne en mekanisk forankring for sulfidmassen.



Fig. 1. Jellingbægeret fundet i 1820 i kammeret i Jellings nordhøj. Foto Nationalmuseet.

I vikingetiden var der en omfattende brug af niellodekoration, hvor man omgav dyreformer i dyreslyng eller fyldte dem ud fuldstændigt med niello, alternativt markerede deres træk i punkter eller linjer. Den opblomstring, som udsmykningsteknikken fik under vikingetiden, har man villet sammenstille med indflydelsen fra Østeuropa. Andre træk viser dog tilknytning til vesteuropæisk kunst. Som for den øvrige nordiske guldsmedekunst finder man således rigt belæg for indflydelse fra såvel Øst- som Vesteuropa; alt dog blandet til en ægte nordisk kunst med traditioner fast forankret i foregående slægter (Holmqvist og Arrhenius 1964, 15-27).



Fig. 2-5. Rembeslag fundet ved udgravningerne i Jelling Kirke i 1977-78. Beslag A er en lang remende, medens det kortere beslag B er den tilhørende remskyder. Foto Nationalmuseet.

Andreas Oldeberg mente i 1966, at niellokunsten i Norden ikke havde større betydning før i ældre vikingetid, hvor den pludselig optrådte med stor intensitet på samme måde som metaludsmykninger med filigran (påloddede mønstre af små metalkugler og -tråde) samt tauschering og inkrustering (der beskrives senere). Det er til en vis grad hjemlig tradition, der spiller en rolle, men impulser må også være kommet fra øst, hvilket forklarer, at nielloteknikken gør sig stærkere gældende på Gotland end på det svenske fastland.

I sin gennemgang af metalteknikker beskrev Oldeberg, ligesom også Wilhelm Holmqvist (1964), gravering, niello og indlægning i hvert sit afsnit. Oldeberg gengav den tyske munk Theophilus' anvisning på fremstilling og påsmeltning af niello. Theophilus' beskrivelse af niellofremstilling er dog fra omkring år 1100 og dermed noget yngre end vikingetiden og beslagene fra Jelling. Man arbejdede i middelalderen med sammensætninger af niello med blyindhold, således at dette sammen med sølv- og kobbersulfid blev knust til pulver og smeltet sammen i gravede fordybninger ligesom ved pålægning af glas-emaletter. Spørgsmålet er dog, om vikingetidens teknik var den samme.

De foretagne analyser

Da museumsinspektør Knud J. Krogh og mag.art. Bodil Leth-Larsen i 1991 stod for at skulle publicere vikingetidsmaterialet fra Jelling, blev der foretaget analyse af samtlige metalgenstande. Dette skete i et samarbejde mellem Kunstakademiets Konservatorskole ved lektor, cand. phil. Helge Brinch Madsen og Nationalmuseet. Konservator Birthe Gottlieb analyserede Jellingbægeret (mus.nr. CCCLXXII) fra Nordhøjen, mens undertegnede stod for rembeslagene A og B fra Jelling Kirke (Nationalmuseets Bevaringsafdelings rapportnr. 900625/4; Stemann-Petersen 1998; 2003).

Analyserne blev udført på et scanning-elektronmikroskop (SEM) ved energidispersiv røntgenanalyse (EDXRA også benævnt EDS) af metallurg, professor Vagn Fabritius Buchwald, Danmarks Tekniske Universitet. Undersøgelsen blev foretaget ved, at hver genstand blev indført i analysekammeret, og ved analyse foretaget direkte på metaloverfladerne. Derved undgås tab af materiale til prøveudtagning, men til gengæld afspejler resultaterne så også specifikke overfladefænomener i analyseområderne og ikke nødvendigvis kernen i genstanden. Man må derfor være særlig omhyggelig ved udvælgelse af ”rene” analyseområder og tolke resultaterne under hensyntagen til den givne overfalde. I det lille analysekammer kunne bægeret kun analyseres, når det lå på siden, så der blev derfor ikke foretaget en analyse af dets forgyldning på indersiden. Forgyldningen er dog tydelig, og dens tilstedeværelse er også dokumenteret ved røntgenfluorescensanalyse (XRF) (pers. opl. Birthe Gottlieb 2010).

Rembeslagene fra Jelling Kirke udgjorde inspirationskilden til mit kandidatprojekt fra Kunstakademiets Konservatorskole i perioden 1991-95. Sølvulfidet på disse beslag forekommer i ret regelmæssige, mere eller mindre enkle bånd af fordybninger. Disse regelmæssige mønstre i ensartede baner på især undersiderne vakte min interesse for tolkningen af materialets egenskaber og indlægnings teknik. Arbejdshypotesen var, at der ved jernalderens niellodekorationer var benyttet en indlægningsmetode, som minder om den polykrome inkrusterings teknik, hvor der i metalgenstande sker indlægning af metalstrimler af andet metal, så man opnår en farvekontrast. Sammen med Helge Brinch Madsen udvalgte et repræsentativt udsnit af Nationalmuseets øvrige nielloindlagte genstande til undersøgelse. Disse øvrige analyser med udtagne partikler af niello sandsynliggør, at også analyseresultaterne af genstande fra Jelling er troværdige, og at der må regnes med en anden teknik end den beskrevet af Theophilus.



Fig. 6. Analyseforsøg (2012) med håndholdt XRF-udstyr rettet direkte mod Jellingbægeret bund. En senere XRF-analyse efter prøveudtagning af tinlod fra bægeret blev også foretaget af kemiker, ph.d. Michelle Taube. Foto: Nationalmuseets Bevaringsafdeling.

I 2012 blev de tidligere analyser suppleret med XRF-analyse (XRF = røntgenfluorescens) med henblik på at undersøge det tinholdige loddemateriale, der holder Jellingebægerets to dele sammen (stilk med fod til

koppen). Lodningen, der også er udbredt til bægerets bundflade, formodes at være fra 1800-tallet og stamme fra restaureringen af bægeret. Bægerets inderside udgør dog et måleteknisk problem, idet strålerne tilbagekastes, så resultatet fra XRF-analysen af bægerets bund blev upræcist. Der blev derfor søgt om og så givet tilladelse til udtagning af en meget lille analyseprøve af tinloddet på ydersiden af bægerets samling.

Resultater, materialebeskrivelser og tolkning

Alle analyseresultaterne af SEM/EDS-undersøgelserne på Jellingbægeret og repræsentative analyser af rembeslagene vises og tolkes i det følgende. I skemaet herunder er benyttet tre farvekoder: gul, blå og grå, som angiver resultater for henholdsvis Forgyldninger, Nielloindlægninger og sammensætning af det støbte Sølv.

Udvalgte analyser af Jellingbægeret og to rembeslag foretaget på scanningelektronmikroskop ved energidispersiv spektroskopi								
Analyse udført på DTU i 1990 og 1991								
Genstandene er indført i analysekammeret og analyse foretaget direkte på overfladerne, hvor det kunne lade sig gøre.								
Analyseenheden var indstillet til at resultatet samlet giver 100 %								
Analysenr.	Resultat i vægtprocent:	S	Ag	Cu	Au	Hg	Andre grundstoffer	
Bæger								
19.02.91 - 1	F Forgyldt linie ved drueklase		27,5	1,7	48,5	22,3		
19.02.91 - 2	N Niello eller sort belægning på guldlinjen samme sted	12,0	68,7	10,6			8,7 Fe	
19.02.91 - 3	N Niello på sølvet mellem drueornamentikken	11,3	63,0	19,7			6,1 Fe	
19.02.91 - 4	S Sølv på druernes højeste punkt		96,9	3,1				
Rembeslag A								
18.12.90 - 3	F Metalområde med nedslidt forgyldning		45,7		41,7	12,5		
18.12.90 - 5	N I et formodet nielloområde	6,4	83,7	1,7		4,1	4,1 Si, Cl, Ti og Pb	
19.02.91 - 6	N Bagsidens niello i linie	10,8	89,2					
19.02.91 - 7	N Bagsidens niello i prik af mønsteret.	8,3	87,1	1,7		2,9		
Rembeslag B								
18.12.90 - 4	F Forgyldt område		17,5	2,5	71,9	8,1		
18.12.90 - 1	N I et nielloområde, men evt. lidt materiale her faldet ud	2,8	84,2	3,1		7,7	2,1 Si, Cl, og Pb	
18.12.90 - 7	S Nede i en fuge, hvor nielloindlægning mangler		79,9	3,0		15,6	1,6 Pb	

Støbt sølv: Som guld- og sølvsmede gør i dag, tilsatte håndværkerne i vikingetiden også nogle procent kobber til sølvet, så der ved sammensmeltning og udstøbning blev dannet en legering. I forhold til rent sølv opnår blandingen et lavere smeltepunkt, hvilket giver større præcision i støbningens detaljer og større styrke i brug. Analyseresultaterne i skemaet angiver som nævnt kun overfladerne. Resultaterne for sølvlegeringerne herfra må generelt forventes at vise lavere kobberindhold end det faktiske i genstandenes indre. Dette skyldes, at lidt kobber i den yderste overflade bliver fjernet i fremstillingsprocessen, hvorunder uønskede belægninger af kobberoxid renses af. Som det beskrives senere, viste sølvanalysen på rembeslag B foruden sølv og kobber et indhold af kviksølv.

Cire perdue, (fr. 'tabt voks'), støbeteknik, som er anvendt siden antikken til bl.a. bronzestøbning. Der modelleres en figur i voks. Denne bliver indkapslet i en støbekappe af ler, voksen smeltes ud, og flydende bronze (eller her en sølvlegering) hældes ind i det opståede hulrum. Støbekappen hugges væk. Hvis støbningen mislykkes, må man begynde forfra, da voksoriginalen er gået tabt. Denne teknik kaldes *direkte cire perdue* (kilde: denstoredanske.dk).

Sølvstøbning må være sket ud fra ret præcist formede voksmodeller ved den såkaldte *cire perdue*-teknik. Remenden A er støbt massivt, og remskyderen B er hul, så en læderstrop senere kunne gå igennem. Bægeret synes ikke støbt i et stykke, men af to dele. Støbeteknik har det været mindre krævende at have

koppen som den ene voksmode og fod med stilk som den anden. Udformningen af modellen med koppens fladedækkende ornamentik krævede både omhu og professionelt overblik. Foden med stilk har blot vandrette linjemønstre, som kan være markeret allerede under rotation af voksmode. Man har valgt at lade denne del være massiv. De støbte dele skulle bearbejdes videre ved forskellige teknikker.

Dekorationer med nielloindlægning kombineret med forgyldning: Ud fra undersøgelser af mange europæiske sølvfund redegjorde Andrew Oddy (1983) trin for trin for den generelle rækkefølge i fremstilling af nielloindlægning sammen med forgyldning: forberedelse af sølvoverfladen med fordybninger til indlægning, indlægning af niello og derefter lueforgyldning. Til sidst kan partierne med niello fritskræbes, hvis nogle felter utilsigtet var blevet dækket ved forgyldningen.

Om nielloindlægning: I et manuskript fra omkring år 1100 e.Kr af den tyske munk Theophilus beskrives en fremgangsmåde til frembringelse af nielloindlægning. En pulveriseret blanding af sølv-, kobber- og blyulfid fordeles i mønstre graveret på en sølvgenstand. Denne opvarmes, til partiklerne smelter og flyder sammen i de skabte mønstre. Der skulle pudses efter, så man opnåede den ønskede kontrast mellem det mørke niello og det skinnede sølv.

Ved analyse af niello på oldsager fra 2. til 11. årh. fra Danmark er dog ikke påvist noget blyindhold. I denne periode har der været en sideløbende brug af enten næsten rent sølvsulfid eller blandet sølv-kobbersulfid. Dette stemmer overens med resultatet af tidligere, mere omfattende undersøgelser af europæiske og byzantinske indlægninger fra omkring Kristi fødsel og frem til 1000-tallet. Disse to sulfidsammensætninger vil dog dekomponere, før de smelter. Indlægningsteknikker ved lavere temperaturer skulle derfor undersøges. I nutidige konstruerede faseagrammer for de pågældende mineraler fremgår det, at sulfiderne skifter krystalstruktur ved let opvarmning. Ved 200-300°C bliver de faktisk formbare ved let smedning. Denne formbarhed (i varm tilstand) har tilsyneladende også været kendt af guldsmeden i jernalderen, hvor strimler af sulfid ser ud til at være banket på plads i ciselerede eller graverede fordybninger (Stemann-Petersen 1998; 2003).

Når niellomønstre på historisk sølv skal analyseres, må man ved udvælgelse af analysesteder være opmærksom på, at det omgivende sølv også kan være blevet sort og overfladen derfor delvist bestå af sølvsulfid. Denne korrosion/anløbning sker ved tilstedeværelse af svovlholdige dampe. Dog kan man ved hjælp af særlige karakteristika i form af forskellig overfladeglans oftest skelne anløbet sølv fra nielloindlægning. Niello i sølvgenstande fra vikingetiden består af enten ret rent sølvsulfid, hvilket analyseresultaterne fra remseslagene peger mod, eller af blandede sølv-kobbersulfider, som svarer til analyserne fra bægerets indlægninger. I bægerets niello blev endvidere målt et jernindhold på 6,0 og 8,7 %. Jernindhold kendes også fra metallurg Arne Jouttijärvis analyse af niello fra det klassiske Urnesspænde fra Lindholm Høje. Der var jernet bundet i nielloets mest kobberholdige fase/delelement (Stemann Petersen 1998).

Analysen af niello på remskyderen B viste desværre kun 2,8 % svovl, hvilket angiver, at sulfidets overflade er dekomponeret enten ved ilægningen eller ved den i omkring 1979 valgte rensesproces under konserveringen. Begge beslag var forinden meget korroderede. Det målte kviksølvindhold i nielloanalyserne kan stamme fra forgyldningen af omgivelserne.

Remseslagenes niello er indlagt i fordybninger i ensartede baner på sølvunderlaget, hvilket som nævnt dannede basis for arbejdshypotesen ved mit kandidatprojekt, hvor det senere blev sandsynliggjort, at vikingetidens niello ikke var lagt i fugerne i form af et pulver, som tidligere forskning havde antydnet, men at sulfiderne til indlægning derimod måtte være tilvirket som strimler (til indlægning i varierende bredde). Strimlerne af mineraler er ved let opvarmning omdannet til mere formbare krystalstrukturer, som så kunne bankes ned i de tilvirkede fuger. Ved undersøgelse af fordybningerne på remseslagene, hvor indlægningen var faldet ud, fremgik det, at fugerne var skabt ved graving, og at der var små regelmæssige, graverede hak i bundfladen, som har dannet en mekanisk forankring.

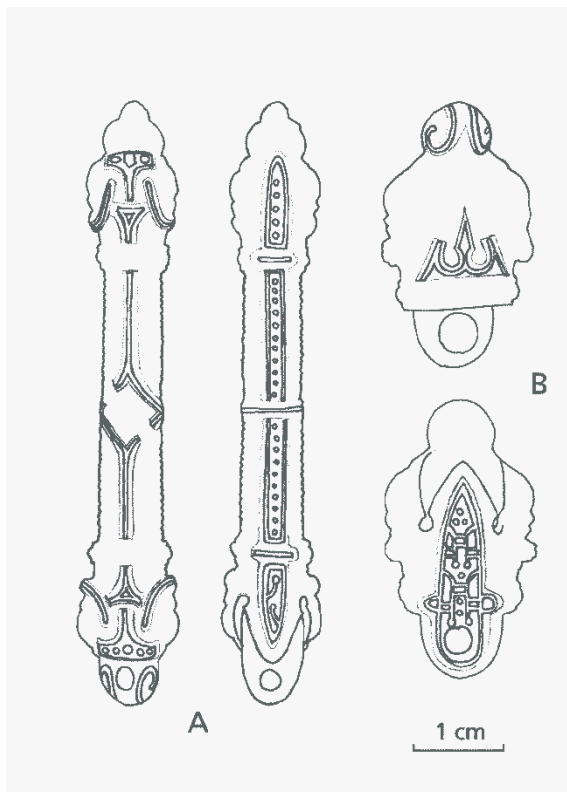


Fig. 7. Optegning af fuger til nielloindlægning på rembeslagene. K. Stemmann-Petersen.

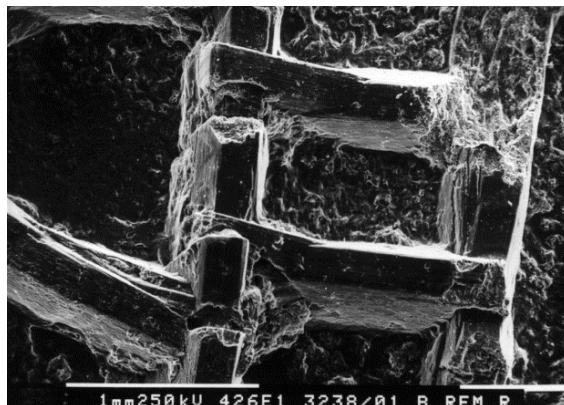


Fig. 8. Til undersøgelse af fugerne til nielloindlægning på rembeslagene blev foretaget en afstøbning i silikone af et område på beslag B's underside – dette i samarbejde med Konservator Erling Benner Larsen. Aftrykkets fordybninger blev derefter undersøgt ved scanningelektromikroskopi. Grave- ringen med små hak, skåret med en fladstikkel, har medvirket til vedhæftning af nielloindlægningen.

Som på rembeslagene var niello også på Jellingbægeret indlagt i fordybninger på selve sølvet, men bægerets fordybninger har knap så regelmæssige, graverede mønstre i fugernes bundflader, og indlægnings- materialet blev analyseret til sølv-kobbersulfid. En teknisk enestående observation er, at bægeret foruden niello i selve sølvet også synes at have indlægninger i baner i svage forsænkninger oven på partiel forgyldning. Det er teknisk muligt. Der vil ske en reaktion mellem guld og sølvsulfid i varm tilstand, hvorved de to dele binder/legerer sig særdeles godt med hverandre. Bevarede nielloindlægninger på oldsager helt af guld findes også, eksempelvis på fingerringe mv. Påføring af niello efter lueforgyldning (direkte oven på lueforgyldt sølv) er nu også konstateret på ornamenten på en sværdskede fra Nydam Mose, hvor forgyldte flader med små punslede mønstre har vist sig at være ilagt niello – dette blev konstateret i samråd med museumsinspektør Peter Vang Petersen og guldsmed Ebbe Hjorth (pers. opl. 2009).

Om forgyldning: Der findes flere teknikker til at påføre metaloverflader forgyldning. Når tynde guldtråde/strimler er smedet ned i graverede mønstre i metaloverflader af afvigende farve kaldes det inkrustering. Hvor tyndt guldfolie blev gnedet fast på en ru, jævnt hakket metaloverflade kaldes det ofte tauschering (Holmqvist og Arrhenius 1964).

En endnu mere holdbar forgyldningsteknik kendt gennem århundreder kaldes lueforgyldning. Den blev benyttet af romerne til at ornamentere sølvgenstande og er bl.a. beskrevet af Theophilus omkring år 1100. I korthed blandes amalgamet af en del findelte små guldstykker og 7-8 dele kviksølv, som sammenrøres i en morter og dernæst opvarmes let. Opvarmningen bidrager sammen med andre processer til en homogen legering. Denne har ved stuetemperatur konsistens som en pasta og kan fordeles med børste på den helt rengjorte metaloverflade, der skal forgyldes. Rengøring af metalfladen kan foregå ved, at fladen overbørstes med kviksølv, som siden forbedrer vedhæftningen af den forberedte amalgam. Efter dette trin har man i stedet for amalgam også mulighed for at vælge at pålægge tynd guldfolie på den ”forkvikkede” metaloverflade. Når de ønskede metaloverflader er blevet belagt skal kviksølvet fjernes ved fordampning, så hele genstanden bliver forsigtigt opvarmet over åben flamme – deraf navnet lueforgyldning. Kviksølvet medvirker til, at gullet også legerer sig med sølvet og dermed får en god vedhæftning til underlaget. Ved forsigtigt opvarmning kommer man til kviksølvets kogepunkt, 356,9°C. Efter afdampning af det meste af kviksølvet og afkøling skal de forgyldte flader poleres med et polérstål, så fladen bliver glat og skinnende. Kilder bl.a.: Edward Hunt (2012). *Bemærk at metoden ikke uden videre må anvendes i dag pga. kviksølvets ekstreme giftighed over for både mennesker og vort miljø!*

Hvor både lueforyldning og niello er del af en udsmykket oldsag, var det som før nævnt tidligere gældende opfattelse, at lueforyldningen skulle udføres som den sidste proces (Oddy et al. 1983). Bægerets indlægninger oven på dets partielle forgyldninger må dog være udført efter guldlagets tilblivelse. Det vil sige, at man fremover på disse mangeartede forhistoriske sølvgenstande ikke umiddelbart kan gå ud fra, at der kun var én given rækkefølge for pålægning af den kombinerede dekorationsform.

Forgyldning af rembeslagene må være foretaget efter nielloindlægningen. Pastaen af guldamalgame er blevet pålagt partielt på udvalgte flader. Alle de listede SEM/EDS-analyser af forgyldningslag viste et vist sølvindhold, som kan forklares ved, at guldamalgame ved opvarmningen legerer sig med det underliggende sølv. Analyse af rembeslagenes overflader generelt med og uden forgyldninger (i bl.a. beslag B's fuge angivet i skemaet) viste indhold af kviksølv. Det kunne tyde på, at der forud for lueforyldningen (og evt. forud for nielloindlægning) er sket en forbehandling af sølvet ved den i faktaboksen forklarede forkvikning. Om kviksølv indledningsvis er blevet påført sølvet for at rengøre det, vil noget af det have legeret sig med overfladen.

På Jellingbægeret antages forgyldningen at være skabt af pålagt tynd guldfolie, som beskrevet af Krogh og Leth Larsen (2007, s. 208-220). Ydersidens dekorationsbaner af forgyldning i let konkave fordybninger kunne man så også forestille sig tilvirket af guldfolie, pålagt i strimler. Dog viser analysen på ydersidens forgyldningsoverflade både sølvindhold og et højt kviksølvindhold, som modsat kunne pege mod, at guldpålægning i disse ydre partier alligevel kan være foretaget via amalgam (beskrevne lueforyldning).

Bægerets fod og stilk er loddet til koppen med tinlod. Den i 2012 udtagne lille prøve af loddet viste ved XRF-analyse at bestå af lidt over 50 % tin og noget bly samt spor af sølv, kobber og guld, der kan stamme fra selve bægeret. Loddet af blandet tin og bly ligner således gængse legeringer af tinlod. Dette har gennem århundreder været brugt til et utal af loddeopgaver, men da bl.a. loddestedet med tiden bliver mørkt, er det faktisk ikke egnet til sammenføjning og ej heller reparationer på sølvgenstande.

Konklusion

Overfladeanalyse på især Jellingbægerets støbte sølv viser et meget begrænset kobberindhold. Både dette sølvs støbte indre og remsmykkernes indre formodes dog at have lidt højere kobberindhold.

Niello i vikingetiden består af enten ret rent sølvsulfid, hvilket analyserne af rembeslagene peger mod, eller af blandede sølv-kobbersulfider svarende til analyseresultaterne fra bægerets indlægninger. De anvendte overfladeanalyser rummer dog en større usikkerhed i tolkningen, end udtagne prøver ville have gjort. Både bægerets og rembeslagenes tilstand efter århundredernes korrosion og senere afrensning medvirker til usikkerhedsfaktorer ved tolkningen.

De partielle forgyldninger af rembeslagene må være pålagt efter nielloindlægningen. Nielloindlægning på bægeret direkte i sølvfladerne er også sket før forgyldning, hvorimod bægerets fundne indlægninger oven på dets partielle forgyldninger må være udført efter guldlagets tilblivelse.

Analyserne af de partielle forgyldninger på både rembeslagene og på bægerets ydre viser et betydeligt sølv- og kviksølvindhold, som tyder på, at de er fremstillet ved lueforyldning. Da kviksølv også blev fundet i selve sølvoverfladen på rembeslag B, kan det tænkes, at rent kviksølv også er blevet brugt som en slags forbehandling til forgyldningen. På grund af analysekammerets begrænsede størrelse tilbage i 1991 kunne bægerets indvendige forgyldning ikke analyseres i scanningelektronmikroskopet. Det ser dog ud til, at bægerets inderside kan være skabt af en tynd guldfolie, opvarmet og fæstnet ved såkaldt foliering.

Bægerets fod og stilk er loddet til koppen med tinlod. Tinnnet indeholder bly lige som nutidigt loddetin.

Litteratur

Holmqvist, Wilhelm & Birgit Arrhenius 1964: *Nordiskt guldsmede under järnåldern*. Stockholm.

Hunt, Edward 2012: Fire Gilding of Arms and Armor
(http://www.metmuseum.org/toah/hd/fire/hd_fire.htm, benyttet i 2014)

Krogh, Knud J. 1982: The royal Viking-Age monuments at Jelling in the light of recent archaeological excavations. *Acta Archaeologica* 53, 1982. 183-216.

Krogh, Knud J. & Bodil Leth-Larsen 2007: *Hedensk og kristent*. Vikingekongernes monumenter i Jelling, bd. 2. København.

Oddy, W.A.; M. Bimson & S. La Niece 1983: The composition of niello decoration on gold, silver and bronze in the antique and mediaeval period. *Studies in Conservation*, vol. 28, no. 1, IIC. London. 29-35.

Oldeberg, Andreas 1966: *Metallteknik under vikingetid och medeltid*. Stockholm.

Stemann-Petersen, Karen 2003: Technology of 3rd to 12th century niello inlays found in Denmark. *Archaeometallurgy in Europe*, 24-25-26 September 2003, vol 1. Milano. 351-360.

Stemann Petersen, Karen 1998: Danish niello inlays from the Iron Age. *Journal of Danish Archaeology* 12, 1998. 133-149.