

Spår av tillverkningsmetoder i glas

En studie av redskapsspår i glas från Birka



Kandidatuppsats i Laborativ Arkeologi
Stockholms Universitet
HT 2014
Moa Råhlander
Handledare: Lena Holmquist

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	3
1.1 Syfte	3
1.2 Frågeställningar	3
1.3 Materialet.....	3
1.3.1 Glasets utvidgning	4
1.4 Definitioner	4
1.5 Fynden i studien	5
1.5.1 Pärlor	6
1.5.2 Segmentpärlor	9
1.5.3 Tillverkningsavfall	10
1.6 Metod och Teori	12
1.6.1 Utrustning	13
1.6.2 SEM-EDS	13
2. Undersökning	14
2.1 Vilka verktyg och tekniker kan ha brukats för att skapa pärlorna och deras ornamentik?	14
2.2 Vilken typ av material har verktygen varit tillverkade av?	22
Tabell 2 - Resultat från analys med SEM-EDS av pärla nr 4.....	24
2.3 Stödjer materialet teorin om pärltillverkning i Birka?.....	24
Tabell 3 – Resultat från analys med SEM-EDS av pärla nr 4, 5, 13 samt tillverkningsspill nr.5 .	27
3. Slutsatser och diskussion.....	28
3.1 Vilka verktyg och tekniker kan ha brukats för att skapa pärlorna och deras ornamentik?	28
3.2 Vilken typ av material har verktygen varit tillverkade av?	28
3.3 Stödjer materialet teorin om pärltillverkning i Birka?.....	28
4. Sammanfattning.....	28
Referenser.....	30

Omslagsbild: Pärla nr. 4, original och kopia sida vid sida. Foto av författaren.

Abstract

This is an experimental study of a few glass objects from the Birka Excavations 1987-1989. A number of beads and waste from bead production have been studied. A group of these objects have also been examined with a scanning electron microscope (SEM) equipped with energy-dispersive detectors (EDS) to comparatively analyze the materials composition. Experiments to recreate the technique in which they were made have been attempted with various results. The techniques found in the beads include the use of murrini, stringer, dotting, and blown-drawn. However the waste material available to this study only suggests that in Birka, beads were made with the winding technique and ornamented with stringer and possibly dotting. The glass used was heated in clay crucibles and some rods were pre-made.

1. Inledning

Birka är en välkänd vikingatida bosättning och en av de få tidiga vikingatida städerna som inte har en klart konstaterad pärltillverkning. Det har tidigare kunnat konstateras pärltillverkning på Helgö i Paviken, Ribe (A. Lundström 1976) och Åhus (Callmer 1990). Det har även på senare år framkommit fynd som tyder på en småskalig tillverkning av glaspärlor även i Kaupang. (Skre 2011)

Den här uppsatsen är inriktad på att studera de avtryck, märken och andra spår som tillverkningens tekniker och redskap har efterlämnat i glasmaterial från Birka.

Det är en kvalitativ analys som studerar ett relativt litet antal fynd från grävningarna på terrasserna som löper utmed vid Birkas stadsvall under 1987-89. Fynden som valts ut är pärlor, pärlfragment och tillverkningsspill som kan vara kopplat till en framställning av glaspärlor.

Vilka av dessa fynd som tillverkats på Birka kan vi i nuläget inte vara säkra på. En betydande handel med pärlor och glas har förekommit i historisk tid så många av pärlorna kan mycket väl vara importerade. Förekomsten av tillverkningsspill garanterar inte heller en tillverkning av pärlor, utan skulle kunna vara en sekundär deposition, något diskuteras i avsnitt 2.3.

Källmaterialet består av en grupp fynd från Birka och metoden är laborativ och experimentell. En del av pärlorna kommer att undersökas med ett svepelektronmikroskop utrustat med ett energidispersativt system (EDS) för att undersöka glasmassans komposition och göra jämförelser dem emellan. Ett antal experiment kommer också utföras med tillverkning av pärlor i lindningsteknik och tillverkning av murrini.

1.1 Syfte

Uppsatsens mål är att försöka uppnå en djupare förståelse för vilka tekniker och verktyg som kan ha brukats vid ornamenteringen av glaspärlor under vikingatiden i Birka. Det är också att och diskutera om dessa fynd stödjer att det förekommit en tillverkning av glaspärlor i Birka.

1.2 Frågeställningar

För att uppnå syftet har följande frågeställningar använts som utgångspunkt.

Stödjer materialet teorin om pärltillverkning i Birka?

Vilka verktyg och tekniker kan ha brukats för att skapa de aktuella pärlorna och deras ornamentik?

Vilken typ av material har verktygen varit tillverkade av?

1.3 Materialet

Glas är ett välbekant material som de flesta ser varje dag. De flesta vet dock inte mycket om vad glas egentligen är tillverkat av och hur många olika typer av glas som finns i världen.

Glas har inget standardrecept utan innehållet varierar. Enkelt uttryckt kan sägas att glas består av tre beståndsdelar, formare, fluss och stabilisatorer. Formare utgör större andelen av materialet, normalt kiseldioxid (SiO_2) i form av sand. Fluss är samlingsnamn på olika komponenter som sänker glasets smältpunkt, till exempel Natriumoxid (Na_2O) och Kaliumoxid (K_2O). Stabilisatorer (tex

Kalciumkarbonat (CaCO_3) gör glasets mer hållbart och förhindrar nedbrytning. (Moretti & Hreglich 2013)

1.3.1 Glasets utvidgning

Glas med olika recept får olika egenskaper. Glas med stor andel fluss smälter vid en lägre temperatur. De har också en tendens att ha en högre värmeutvidningscoefficient (COE) och därmed reagera mer aggressivt om de vidrörs av till exempel ett kallt verktyg. På grund av att glas utvidgas och krymper vid uppvärmning och avsvälning riskerar det att spricka under sådana processer. Reaktionen kan vara alltifrån en explosionsartad händelse vid uppvärmningen av glas, till att en pärla som inte anellerats tillräckligt plötsligt faller i två bitar på en hylla när det värms av solen. Risken för detta ökar drastiskt om pärlmakaren har råkat blanda glas med olika COE.

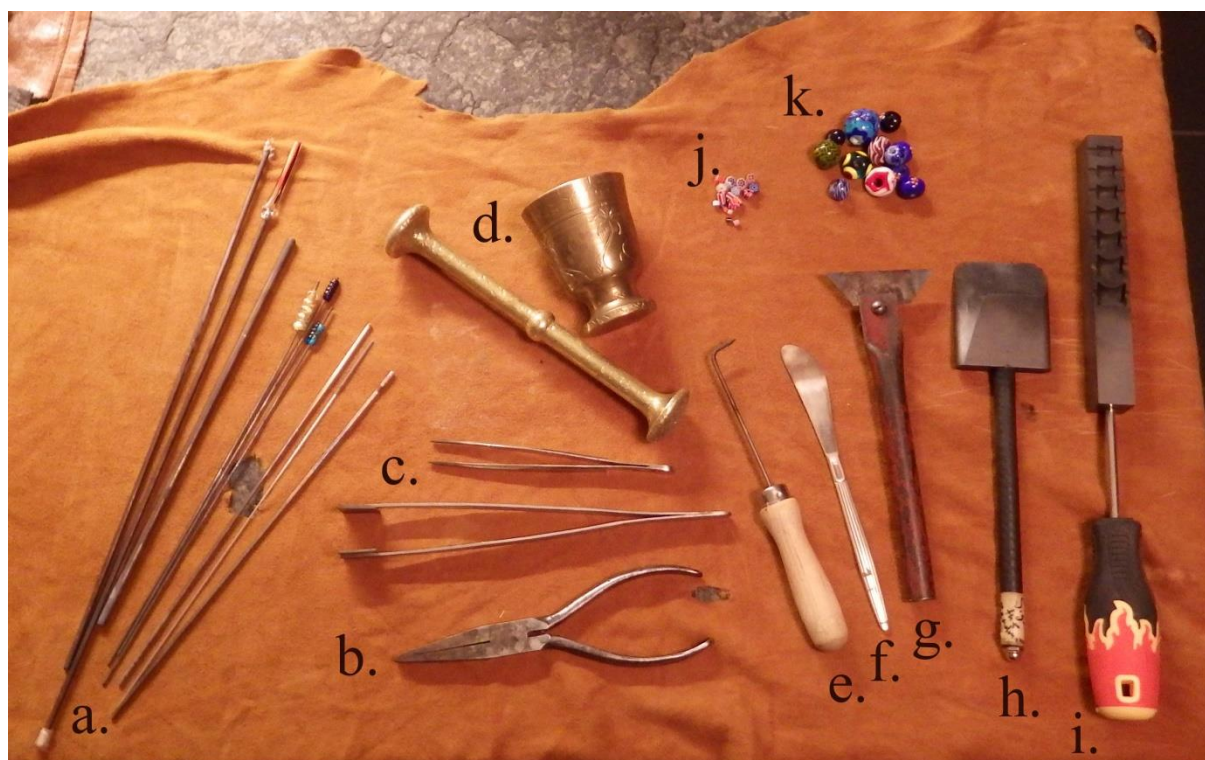


Fig. 1 Några föremål ur en modern pärlhytta. a. mandreller, b. tång, c. pincetter, d. mortel och mortelstöt, e. petverktåg s.k. "rake" av volfram, f. formjárn, g. formverktåg med rakblad, h. marver av grafit, i. marver av grafit med urfasade formar, j. murrini, k. referenspärlor. Foto av författaren.

1.4 Definitioner

Det har varit ett val att i den här uppsatsen bruka modernt fackspråk för glashantverkare, då det arkeologiska fackspråket för ämnet är förlegat och ibland missvisande då ord brukas på ett sätt som inte tar hänsyn till deras faktiska betydelse. Detta har påpekats tidigare av både A. Lundström och T. Sode men verkar inte fått spridning. Glasfluss kan till exempel inte brukas som en term för materialet i glaspärlor. Glasfluss är glas i sin flytande form. (Svenska Akademiens ordbok) När glasets sedan stelnar upphör det att vara glasfluss. Glas som blandats med flussmedel för att få en lägre smältpunkt kan kallas flussglas, eller benämnas med namn efter sitt innehåll som till exempel soda-lime glas. När ordet glasfluss brukas i denna text kommer det att beskriva glas som är i flytande form. Glasfluss som benämning på ett material borde rensas ur det arkeologiska språket, något som Lundström redan försökt genom att påpeka att det är en tekniskt felaktig term. (A. Lundström 1976; 1981)

Annelering (Eng, annealing), är en avspännings process där glaset tillåts svalna långsamt för att minska stress på molekylär nivå. Misslyckad annelering leder till instabila pärlor.

COE, är en vedertagen internationell förkortning av Engelskans "Coefficient of Expansion" vilket på svenska är "värmeutvidgningskoefficient". COE är det värde som förklarar hur mycket glaset kommer utvidga sig vid upphettning och sedan krympa ihop när det svalnar. I modern tid tillverkar vi glas av olika COE beroende på vad glaset skall nyttjas till.

Mandrell, (Fig. 1a) en mandrell är en smal stång eller metallten, oftast rund, som pärlmakaren rullar glaset kring för att skapa en pärla. När glaset tas loss efterlämnar mandrellen pärlans hål. Det har förekommit fynd av mandreller i Sverige. Ett sådant fynd är från Paviken på Gotland och består av en metallten med en klen holk som försedd med handtag brukats för pärltillverkning. (P. Lundström 1981)

Marver (Eng. Marver). En marver är ett handverktyg, bestående av ett handtag försett med någon form av yta för att manipulera pärlor (fig. 1h). Moderna marvers har normalt en slät eller fasad kloss av mässing eller grafit som form. Marvern är ett modernt verktyg och inga bevis för dess bruk har påträffats från den studerade tiden.

Murrini (plural) är en italiensk samlingsterm för mönster eller bilder som tillverkas av glasstavar och blir synliga då staven kapas till bitar. Under denna term samlas många olika tekniker, bland annat millefiori som avbilder florala motiv.

Puntel, redskap som nyttjas för att förflytta smält glas. Kan vara tillverkat i metall eller glas, användningsområdet snarare än formen bestämmer att föremålet är en puntel. En glasblåsares puntel kan vara två meter lång medan en pärlmakare kan använda en mandrell som puntel.

Separator, är någon form av släppmedel som appliceras på mandrellen för att lättare få loss pärlan. Detta kan vara tillexempel grovt salt eller lera. I modern tid nyttjas kaolinlera blandat med mineraler.

Stringer, är en mycket tunn glasstav, sällan mer än tre millimeter i diameter och ibland tunn som ett hårstrå. Dessa är mycket sköra och svåra att transportera, men tämligen enkla att tillverka så glasmästaren tillverkar dem normalt på plats. Stringer kan vara mönstrad i flera färger och ibland snurrad till ett repliknande utseende. En flerfärgad stringer som snurrats kallas hellre tvinnad stringer (eng. twisted stringer) än reticella. Reticello (Från italienskans Reticella) är en glasteknik som visserligen kan påminna om tvinnad stringer till utseendet men är en blåsningsteknik som framställs genom att tillverka olika lager av randiga glaskärl som sedan smälts ihop till ett rutigt. Termen nyttjas också för en viss typ av stringer med nätmönster. Reticella är också namnet på en medeltida teknik att sy spetsar.

1.5 Fynden i studien

Pärlorna som används i den här studien är påträffade under grävningarna vid Birkas stadsvall 1987-1989. Samtliga pärlor är påträffade på en husgrundsterass i anslutning till stadsvallen, utom en (Pärla nr.8) som är påträffad i stadsvallen.

Pärlorna kommer ifrån en grävning i anslutning till Birkas stadsvall som gjordes åren 1987 till 1989. Grävningen innefattade ett schakt igenom stadsvallen samt ett område väster om denna, som utgjort en av flera stensatta terrasser in mot stadsområdet. Platsen har varit bebyggd i flera omgångar och innehöll även två gravar. Den ena en brandgrav som troligen härstammar från romersk järnålder och den andra en dubbel skelettbegravning från övergångsperioden mellan vendeltid och vikingatid. Det

äldsta av de fyra kulturlagren i grävningen hade rester av ett hus och ett sparsamt fyndmaterial. I det näst äldsta kulturlagret (L3) har en tämligen rektangulär stensättning (10x18 meter) byggts, sydkanten saknar stensättning. På terrassen har ett långhus, uppskattningsvis tjugo till tjugotvå meter långt och fem till sex meter brett. Inne i huset fanns en nästan rektangulär härd 1,4x1,6 m. Långhuset har sedan rivits, möjligen efter en brand innan stadsvallen byggs upp på östra sidan av jord ur Hemlanden. Möjligen har den västra väggen stått kvar och återanvänds en period därefter. I ett av stolphålen i den västra väggen påträffades två islamiska silvermynt. Det ena tillverkat under perioden 904-905 och det andra 933-937. Så väggen kan ha stått kvar på platsen till niohundralets mitt, om mynten tappats i hålet i samband med att väggen avlägsnades och hålen fylldes igen.

Efter att långhuset är borta, kanske i samband med rivningen uppförs ett grophus på platsen som återanvänder delar av långhusets härd. Grophusets härd är 1,3x1 meter i diameter och innehåller en stor mängd brända ben, främst ifrån fisk. På terrassens norra del uppförs en mindre smedja. Lager 2 är på grund av grävandet och ombyggnaden i samband med dessa strukturers uppförande mycket stört, till stor del hör det till långhuset, men på terrassens centrala del så hör lager 2 antagligen till grophusets golv. Grophuset är daterat från tidig till sen vikingatid, dock inga fynd senare än någon annan datering i Birka. Utanför grophusets troliga ingång fanns också en härd, som skulle kunna kopplas samman med pärlproduktion. (Holmquist Olausson 1993)

Pärlorna kommer här efter att presenteras, tematiskt sorterade efter tillverkningsteknik. Beskrivningen utgår ifrån pärlans centrum och går utåt. Det vill säga i den följd som ornamenten har applicerats. Först beskrivs pärlans grundfärg och sedan pålagda dekorationer lager för lager. Då färger är subjektiva kommer en färgkarta att nyttjas, i det här fallet från Effetre murano. Effetre är en av världens största och äldsta producenter av glas för pärltillverkning. Deras färgkarta är på italienska men förekommer översatt till många olika språk. Nummersuffixen brukar dock överensstämma även i översättningarna och kommer vara det som i första hand brukas. Man bör vid bruket av färgkartan ha i åtanke att det historiska glaset, särskilt det transparenta inte är lika pigmenttäta som huvudelen av de glas som säljs idag.

Eventuella kommentarer om pärlans hål eller övriga skick tilläggs på slutet. Formen kommer att beskrivas i första hand som naturlig eller manipulerad. Med naturlig avses i det här fallet att pärlan formats av tyngdlagen genom rotation. Eftersom glaset när det är hett är en vätska eftersträvar det att formas till en jämn sfär i den mån ytspänningen tillåter. Fotografier av författaren om inte annat anges.

1.5.1 Pärlor

Pärla nr. 1

Fyndbeteckning: F1565 Anläggning A126

Beskrivning: Pärla av opakt glas (Grundfärgen närmast Effetre nr.228, murrinin närmast färgerna nr.242 nr. 204 nr. 432).

Ornamenterad med två murrini i blått, rött och vitt.

9 mm i diameter, 7 mm hög.

Hålet (2x1mm) tydligt deformerat, vilket tyder på att pärlan slagits av sin mandrell medan den fortfarande var varm. Inga synliga spår av separator.

Kontext: Påträffad i anläggning 126 som är en grop i lager 2, fylld med brandskärvad sten. (Holmquist Olausson 1993:93 Fig.7.8)



Fig.2 Pärla nr. 1

Pärla nr. 2

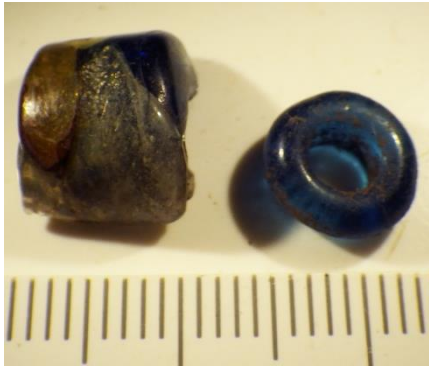


Fig.3 Pärla nr. 2 och 3

Fyndbeteckning: F1 Kordinater: x303 y 200 L1

Beskrivning: Enkel pärla, transparent (färgen i nyansen mellan Effetre 054 och 056). 9 mm i diameter, 4mm hög. Hål ca 2-3mm diameter. Pärlfragment av sammansmälta bitar. 12 mm i diameter, 9 mm hög.

Kontext: På terrassens södra del, intill den västra stenkanten. (Holmquist Olausson 1993:103 Fig.7.19)

Pärla nr. 3

Fyndbeteckning: F1 Kordinater: x303 y 200 L1

Beskrivning: Det här är ett mycket intressant pärlfragment med en speciell tillverkningsmetod. Den framstår vara tillverkad av tämligen stora bitar av glas som trycks fast på mandrellen. Av dessa är 5 transparenta och en opak (Färgerna är närmast Effetre nr. 040 "ljus citron" nr. 060 "kobolt" nr. 004 "kristall" och nr. 008 "akacia". Det sista fragmentet ser ut att innehålla silverfolie och är röktonat, möjligen av oxid från silvrets upphettning.). Hålet är 5mm i diameter. Pärlans form är tydligt manipulerad genom tillplattning och är tunnformad.

Kontext: På terrassens södra del, intill den västra stenkanten. (Holmquist Olausson 1993:103 Fig.7.19)



Fig.4 Pärla nr. 4

Pärla nr. 4

Fyndbeteckning: A101:dIII

Beskrivning: Halv pärla i opakt glas med opak stringer som manipulerats med någon typ av redskap (grundfärgen närmast Effetre nr.448 "mörkt brun" stringern närmast nr. 264 "elfenben"). 15 mm i diameter, 7 mm hög.

Hål ca 4 mm i diameter. Inga spår av separator men spår av oxid både kring hålet och i ornamentiken.

Kontext: Påträffad i ett stolphål som verkar ha nyttjats av både långhuset och grophuset, samt grävts igenom en tidigare brandgrav. (Holmquist Olausson 1993:99 Fig.7.14)



Fig.5 Pärla nr. 5

Pärla nr. 5

Fyndbeteckning: F511 Kordinater: x304 y196 L2

Beskrivning: Fragment av pärla i transparent turkost glas, ornamentik av opak stringer i stora åttor (närmast Effetre nr.031 "blek smaragd" är dock litet mörkare, stringern vit eller isblå). Fragmentet en cm brett, hålet ca 3mm brett. Pärlans form är naturlig

Kontext: påträffad nedanför terrassen på sydvästsidan. (Holmquist Olausson 1993: 103 Fig.7.19)



Fig.6 Pärla nr. 6

Pärla nr. 6

Fyndbeteckning: F238 Kordinater: x308 y 200 L 1

Beskrivning: Fragment av pärla i transparent glas (otydlig färg). 11 mm bred, 6 mm hög. Ornamentik av opak stringer i tre färger (närmast Effetre nr.204 "vit" nr.448 "mörkt brun" nr. 488 "medium citron"). Det vita nästan helt bortvittrat. Ornamentiken ser ut att ha varit återkommande (fyra gånger om det varit symmetriskt). Pärllans form är manipulerad genom tillplattning. Hålet är 5 mm i diameter och bär tydliga spår av keramisk separator. **Kontext:** Inne i grophuset, nära härden (A104).(Holmquist Olausson 1993:103 Fig.7.19)

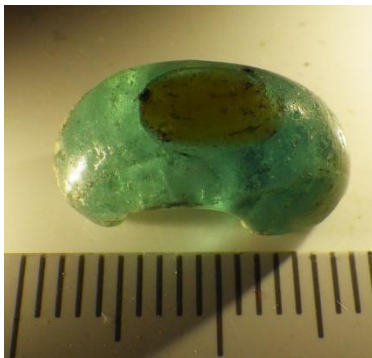


Fig.7 Pärla nr. 7

Pärla nr. 7

Fyndbeteckning: F78 Kordinater: x305 y198 L1

Beskrivning: Halv pärla, transparent glas. Ornamenterad med en gul prick (grundfärgen närmast Effetre nr. 026 "ljus havsgrön" men är avsevärt blekare, pricken närmast nr.404 "ljus citron"). Vid brottytan finns kanten av ytterligare en prick. Om pärlan varit symmetrisk skulle den haft 4 prickar. Formen manipulerad. 16 mm i diameter, 7 mm hög. Hål 6 mm i diameter. Inga spår av separator. **Kontext:** På terrassens västra kant, intill stensättningen. (Holmquist Olausson 1993:103 Fig.7.19)

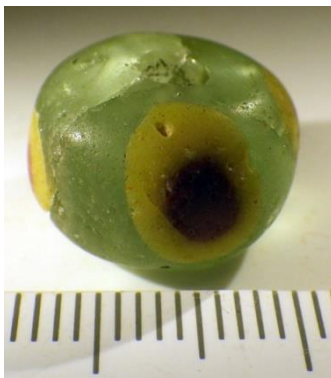


Fig.8 Pärla nr. 8

Pärla nr. 8

Fyndbeteckning: C2 Lager 3 F2

Beskrivning: Pärla i transparent glas, Fyra gula prickar med varsin röd prick ovanpå (Grundfärgen närmast Effetre nr.031 "blek smaragd" pricken närmast nr.404 "ljus citron" samt nr.448 "mörk brun"). 15 mm i diameter, 11 mm hög. Grundfärgen är till nyansen mer grönaktig och blekare än F78 men den gula i samma nyans. Formen verkar naturlig. Hål 3mm, inga tydliga spår av separator. **Kontext:** Denna pärla påträffades i det mörka fyllningsmaterialet som utgör det tredje lagret i stadsvallen. Fyllningen till stadsvallen verkar till stor del vara hämtat från hemlanden (Holmquist Olausson 1993) och är därför mycket fyndförande men svåra att placera i en kontext.



Fig.9 Pärla nr. 14

Pärla nr. 14

Fyndbeteckning: Kordinater: x303 y199

Beskrivning: Pärla i transparent glas (isblå eller turkos i nyansen). Melonformad. 8 mm i diameter, 6 mm hög. Hålet är 4 mm i diameter med möjligen spår av keramisk separator. **Kontext:** Påträffad i terrassens sydvästra kant. (Holmquist Olausson 1993:88-89)



Fig.10 Pärla nr. 13

Pärla nr. 13

Fyndbeteckning: A173

Beskrivning: Halv glaspärla, opak (närmast Effetre nr.224 "ljus himmelsblå" eller nr 232 "ljus turkos", är ljusare till nyansen än den senare men tonen överensstämmer bättre). Naturlig form 7 mm i diameter, 3 mm hög hål 3 mm. Inga spår av separator.

Kontext: A173 är ett stolphål, beläget mycket nära smedjans härd (A106) på terrassens norra del. (Holmquist Olausson 1993:95 fig.7.10a)

1.5.2 Segmentpärlor

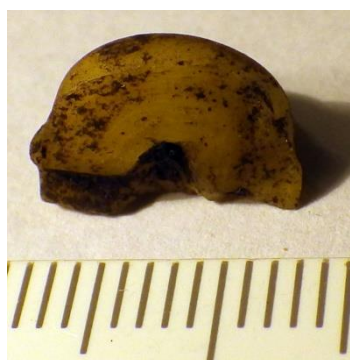


Fig.11 Pärla nr.9

Pärla nr. 9

Fyndbeteckning: Kordinater: x308 y198 L1

Beskrivning: kvarts segmentpärla, gul opak (närmast Effetre nr.404 "ljus citron"). 10 mm lång, 6 mm från mandrell till yta.

Kontext: Påträffad i eller strax utanför grophuset. (Holmquist Olausson 1993:103 Fig.7.19)

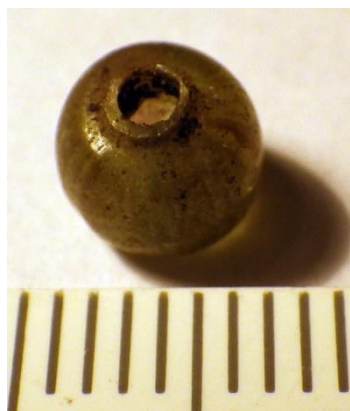


Fig.12 Pärla nr. 10

Pärla nr. 10

Fyndbeteckning: Kordinater: x311 y198 L2

Beskrivning: Pärla av transparent glas. Blåst och dragen, tillverkad i segmentteknik. 5 mm lång, 6 mm i diameter.

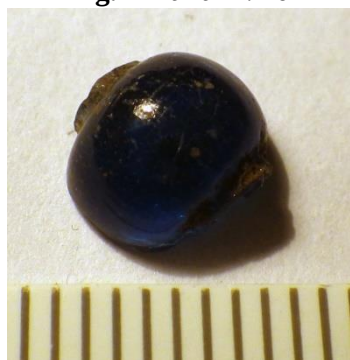


Fig.13 Pärla nr. 11

Pärla nr. 11

Fyndbeteckning: F508 Kordinater: x303 y202 L2

Beskrivning: Halv segmentpärla, transparent (färgen en nyans Effetre nr. 056 "mörkt blå" och nr.060 "koboltblå"). 6 mm lång, 7 mm över brottytan. Hålet ca 1 mm i diameter.

Kontext: Fyndbeskrivningen i rapporten beskriver denna som grupp med tre andra pärlor av samma typ. De påträffats under utgrävningen av ett långhus och klassas in i Callmers grupp Fa. Texten påpekar att de har en rak ände och en rundad ände vilket är typiskt för de tidiga pärlperioderna enligt Callmers system. (Holmquist Olausson 1993:98)



Fig.14 Pärla nr. 12

Pärla nr. 12

Fyndbeteckning: Stolphål O:II L1

Beskrivning: Halv Segmentpärla, gul opak (närmast Effetre nr.408 "medium citron"). 7 mm över genomskärningen, 6 mm hög.

Kontext:

1.5.3 Tillverkningsavfall

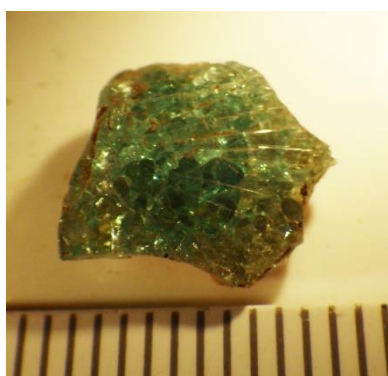


Fig.15 Tillverkningsspill nr. 1

Tillverkningsspill nr. 1

Fyndbeteckning: Koordinater: x304 y203 L2

Beskrivning: Smälta av transparent glas (närmast Effetre nr.031 "blek smaragd"). 9x10mm höjd 3 mm

Glasrest som stelnat på en keramisk degel. Baksidan bär ett tunt fastbränt lager av lera.

Kontext: Södra delen av terrassen, i lager 2. (Holmquist Olausson 1993:88 Fig.7.4)

Tillverkningsspill nr. 2

Fyndbeteckning: F483 Koordinater: x308 y201 L2

Beskrivning: Smälta av transparent glas (närmast Effetre nr.031 eller nr. 026, är dock mindre pigmenttät än nr. 026.) med fastbränd lera på baksidan. 12x11mm och ca 4mm högt.

Kontext: Påträffad i grophuset, nära härden (A104) i lager två. (Holmquist Olausson 1993:103 Fig.7.19)

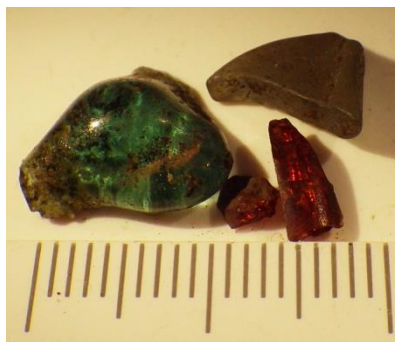


Fig.16 Tillverkningsspill nr. 2, 2a och 3.

Tillverkningsspill nr. 2a

Fyndbeteckning: (F483) x308 y201 L2

Beskrivning: Fragment av transparent glas. Har formen av en kärlskärva otydlig färg.

Kontext: Påträffad i grophuset, nära härden (A104) i lager två. (Holmquist Olausson 1993:103 Fig.7.19)

Tillverkningsspill nr. 3

Fyndbeteckning: F483 Koordinater: x308 y201 L2

Beskrivning: två fragment av vad som ser ut att vara rödtransparent glas men vid undersökning med svepelektronmikroskop visade sig vara bärnsten eller möjligen plast.

Kontext: Påträffad i grophuset, nära härden (A104) i lager två. (Holmquist Olausson 1993:103 Fig.7.19)



Fig.17 Tillverkningsspill nr. 4

Tillverkningsspill nr. 4

Fyndbeteckning: F1268 Kordinater: x303 y 202 L3

Beskrivning: Fragment av draget, opakt glas (närmast Effetre nr.264 "elfenben"), konisk form. Längd 13 mm bredd 5mm höjd 2 mm.

Kontext: påträffad på terrassens södra del. (Holmquist Olausson 1993:89 Fig.7.5)



Fig.18 Tillverkningsspill nr. 5

Tillverkningsspill nr. 5

Fyndbeteckning: F1659 (Anläggning: A173 A+B)

Beskrivning: Huvud av stringer, opak (närmast Effetre nr.224 "ljus himmelsblå" eller nr 232 "ljus turkos", är ljusare till nyansen än den senare men tonen överensstämmer bättre) 9 mm långt, huvudet 4 mm brett. 2 mm högt på högsta punkten. Färgen överensstämmer med ornamentiken på pärla5

Kontext: A173 är ett stolphål på terrassens norra del. (Holmquist Olausson 1993:95 fig.7.10a)



Fig.19 Tillverkningsspill nr. 6

Tillverkningsspill nr. 6

Fyndbeteckning: (F1688) A178

Beskrivning: Fragment av draget glas, opakt (närmast Effetre nr.524, "himmelsk opal").). 17 mm långt. 3,5mm i bredd och 1,5mm i höjd. Det ser ut att vara en bit tjockare stringer. Dess ena ände är avsmält och den andra avbruten eller kapad. Till nyansen överensstämmande med F1561

Kontext: A178 är en anläggning i terrassens nordvästra hörn. Det är en del av västra väggen som verkar ha lags om bitvis. (Holmquist Olausson 1993:89 Fig.7.5)



Fig. 20 Tillverkningsspill nr. 7

Tillverkningsspill nr. 7

Fyndbeteckning: F585 Kordinater: x306 y197 L2

Beskrivning: Fragment av draget glas, opakt (närmast Effetre nr.524, "himmelsk opal").). 12 mm långt och 7 mm brett. Till nyansen överensstämmande med tidigare.

Kontext: påträffad på tersassen, nära den västra kanten i höjd med grophuset men utanför detta. (Holmquist Olausson 1993:89 Fig.7.5)

1.6 Metod och Teori

Pärlorna i studien har valts ut ur ett större material på grund av intressanta egenskaper i form av färg, ornamentik eller fragmentering. En ornamenterad pärla kräver mer teknik och har större möjlighet att bära spår av redskap.

Fynden har studerats ingående okulärt och med mikroskop. De har sedan fotograferats. Pärlorna har sedan typologiserats efter en hypotetisk tillverkningsteknik. Avsikten är att genom experiment replikera vissa av pärlornas ornamentering.

Till experimenten har en liten modern glashytta brukats. Denna består av en Hothead-brännare som drivs av gasol, en anneleringsugn från Jen-Ken Kilns, och ett fåtal olika verktyg. Glaset är ett soda-lime-silica glas med värmeutvidgningskoefficient på 104, vilket borde vara det närmaste historiskt glas som går att köpa inom Europa. Det bästa borde vara att använda ett indiskt handgjort glas med COE på 133 men detta har inte gått att få tag på. Att studera kompositionen på glas är svårt och det som i första hand stödjer hypotesen att det indiska glaset skulle vara närmare vårt historiska glas är att det smälter vid en lägre temperatur vilket tyder på en högre halt flussmedel.

Vi vet att kunskap om glastillverkning under förhistorien spred sig från romarriket (Pettersson-Smeds 2008). De flesta forskare som studerar pärltillverkning under den skandinaviska vikingatiden är

Tabell 1 – Jämförelse av glasmassors komposition

Resultaten avrundade till hela procent. Resultat under 1 % tolkade som spårämnen och markerade med *			
	Romerskt glas. År 0-300 ¹	Pärlfragment från Helgö ²	Modernt Soda-lime glas ³
Antal prover	10		
	Medelvärde % av oxider	%	%
SiO₂	68	53	71
Al₂O₃	3	1	2
MgO	1	*	2
CaO	8	6	10
PbO	*	15	
Na₂O	17	14	13
K₂O	1	*	1
Fe₂O₃	1	*	*
TiO₂	*		*
Cl	1		
P₂O₅	*		
Sb₂O₃	*		*
MnO	1		
CuO		2	
Källa: ¹ (Moretti & Hreglich 2013). ² (A. Lundström 1981) ³ (Moretti & Hreglich 2013).			

överrens om att ingen glasmassa tillverkades i nordnorden under denna tid utan importerats från medelhavsområdet. (Lundström 1976, Pettersson-Smeds 2008,). Detta gör det intressant att presentera en enkel sammanställning av några olika glastyper. Jag har valt ut tre studier. Den första är på romerskt glas och presenteras i sin helhet i Modern methods for analyzing archaeological and historical glass (Moretti & Hreglich 2013). I den studien testades transparent och blått glas från ett romerskt skeppsvrak. Den andra studien har presenterats av A. Lundström 1981. Det är en mikroskopi från Glasforskningsinstitutet i Växjö där den kemiska kompositionen av ett pärlfragment från Helgö undersöktes. Detta var till skillnad från de andra (som var ofärgade) grönopak. (A. Lundström 1981). Den sista studien är ett ofärgat, modernt industriellt soda-lime glas som används i framställningen av glasflaskor. (Moretti & Hreglich 2013)

Skillnaden mellan glastypernas komposition skiljer sig inte extremt. Det moderna glaset är renare och har en större andel silica. Det historiska glaset har en högre andel fluss, vilket skulle få det att smälta vid en lägre temperatur.

De historiska glasen har en lägre andel

Magnesiumoxid, MgO. Magnesiumoxid finns som en orenhet i sand men fungerar som en stabilisator,

vilket är anledningen att det tillsätts i det moderna glaset. Järnoxid, Fe_2O_3 förekommer också som en orenhet i sand.(Moretti & Hreglich 2013)

I fragmentet från Helgö finns en mycket hög andel PbO , blyoxid. Orsakerna till detta kan vara många eftersom bly kan fylla otroligt många funktioner i glastillverkning. Blyoxid fungerar i första hand som en stabilisator men kan beroende på koncentration och övriga ingredienser också fungera som flux och formare. Blyoxid är också viktigt i den process som gör glas opakt (Moretti & Hreglich 2013) Glaset från Helgö innehåller också 2,4 % kopparoxid vilket antagligen har blandats i för att ge den grönopaka färgen.(Moretti & Hreglich 2013)

1.6.1 Utrustning

För experimenten i den här studien har en modern verkstad nyttjats. Detta har vissa för och nackdelar som bör hållas i åtanke.

Att använda en modern brännare är inte optimalt, eftersom den har en relativt liten och kontrollerad yta av värme. Detta har aktivt motverkats genom att arbeta långt ut i lågan och hålla pärlan i rörelse så att dess alla sidor hålls varma.

Till den här typen av studier är det kanske optimalt med en koleldad, öppen ugn med bälg. För att få optimala resultat med en sådan utrustning skulle det krävas en hantverkare som var van att hantera den för att kunna garantera ett gott resultat. Eftersom den här studien främst handlar om teknik så borde en hantverkare med lång erfarenhet av glasets beteende och egenskaper kunna ge bättre resultat med den utrustning denne är van vid, än att börja om som novis med en främmande värmekälla. Det bästa skulle vara att ha tillgång till både en historisk ugn och en hantverkare med lång erfarenhet att nyttja denna ugn, men detta har inte funnits tillgängligt.

Detta gör att vissa pärlor är svåra att återskapa, t.ex. är det svårt att tillverka stora murrini och det är svårt att tillverka så kallade vikta pärlor. Det är också omöjligt att tillverka segmenterade pärlor som är blåsta och dragna. Därför har inga sådana experiment utförts.

I experimenten kommer av säkerhetsskäl, en keramisk separator att brukas och pärlorna kommer att annuleras på mandrellen. Detta är eftersom experimenten kommer att utföras inomhus. Det är inomhus olämpligt att slå loss varma pärlor.

1.6.2 SEM-EDS

Ett par av pärlorna och tillverkningsspillet har analyserats med ett svepelektronmikroskop utrustat med ett energidispersativt system (EDS) för att undersöka glasmassornas olika kompositioner. Metoden ger en lista av de ämnen som finns i glaset och i vilken mängd. Tekniken fungerar så att en elektronkanon strålar elektroner ner mot en provyta. Elektronstrålens energi får elektroner i provytan att hoppa mellan de olika elektronskalen. Det avger energi i form av röntgenstrålning som kan mätas med en detektor. Från provets yta lossnar också sekundärelektroner som ger en mycket exakt bild av provets topografi. (Isaksson 2009)

Metodens stora fördel i det här sammanhanget är att strålen kan fokuseras på ett mycket litet område och därför kan ta prover på olika materialkompositioner i samma pärla.

2. Undersökning

2.1 Vilka verktyg och tekniker kan ha brukats för att skapa pärlorna och deras ornamentik?

Deglar. Fyndmaterialet i form av tillverkningsspill nr. 1 och 2 tyder på att flytande glasmassa har upphettats i deglar av lera, sådana fynd har tidigare hittats ibland annat på Helgö (A. Lundström 1976) och i Paviken (P. Lundström 1981)

Mandreller. Pärlornas hål har undersökts okulärt och med mikroskop. Hålen är runda, ibland deformerade och i flera fall hos de fragmenterade pärlorna lätt koniska. En del av hålen bär spår av vad som ser ut som någon form av keramisk separator. Pärla4 har tydliga oxidrester runt hålets ändar som skulle kunna tyda på att salt brukats som separator och pärlan sedan hettats upp för mycket men det går inte att bevisa utan djupare analys.

Storleken på hålen varierar kraftigt, från 2-6 mm i diameter, vilket tyder på att det bör ha funnits mandreller i dessa olika storlekar. Fynd av en mandrell har som tidigare nämnts gjorts i Paviken. Det har också påträffats en som är mycket välbevarad i Ribe. Fynd av pärlor där den avbrutna spetsen av en järnmandrell fortfarande sitter fast i hålet har gjorts både i Paviken och på Helgö. (Sode 2004)

De segmenterade pärlornas hål. I första hand har segmenterade pärlor som är fragmenterade valt ut till denna studie, då dessa tillåter en mer ingående studie av pärlans hål och lagerföljd. De segmenterade pärlor som har undersökts har alla ett säreget hål. Detta är mest tydligt i pärla nr. 12. Hålets ena sida är helt slät och följer den runda mandrellen medan den andra har en tydligt utstickande spets som ser onaturlig ut. Detta skulle kunna vara rester av en luftbubbla, men ser för kantigt ut. Då det förekommer i flera fall finns skäl att tro att det är ett spår av en del av tillverkningstekniken som tidigare inte uppmärksammats. Hur detta skall tolkas kräver mer undersökning. Ett sådant utstickande bihang kan inte vara en permanent del av en mandrell, då pärlan i så fall skulle bli omöjlig att ta loss. Möjligen om separatorn gjuts fast på mandrellen med en form men detta verkar krångligt. Djupare studier krävs och fler pärlor skulle behöva undersökas. Inga experiment på detta kommer att utföras i denna uppsats då dessa pärlor inte är tillverkade i lindningsteknik utan blåsta och dragna.

Marver. Marver kallas verktyg av olika form och material som nyttjas som en liten paddel för att trycka till pärlan till önskad form. Inga fynd verkar ha gjorts av sådana föremål i Norden. Detta kan bero på att de inte identifieras eller att de varit tillverkade av förgängliga material. Det skulle antagligen gå att tillverka en marver av trä som då är en förbrukningsvara likt många av de träformar traditionella glasblåsare nyttjar. Moderna marvers är normalt i mässing eller grafit, beroende på vad hantverkaren vill uppnå. Grafiten kyler inte glaset och tillåter därför större rörelser. En marver av mässing kyler men ger skarpa kanter. Om till exempel en prick skall tillverkas eller murrini fästas in med skarpa, jämna kanter brukar en marver av mässing nyttjas för att trycka in dessa. När marvern möter förhöjningen som pricken eller murrinin är, innan den har smält in, så svalnar det berörda området och behåller sin form då den trycks in i den omgivande, varmare glasmassan. Att få gott resultat vid infästningen av murrini är svårt utan en marver och därför finns det skäl att tro att verktyg av denna typ har funnits i verkstaden i någon form. Alla murrini har dock inte krävt någon marver, många vikingatida murrini har fusats ihop till ett flak som sedan ”vikts” eller rullats runt mandellen till en pärla. (Callmer 1977) Det är en teknik som kallas ”vikta” pärlor och härstammar ifrån hellenistiskt område och användes från 300 år f.o. (Francis 2002)

Kniv eller formjärn

Pärlna nr 4 är en så kallad melonpärla. Dess form har skapats genom att trycka ett formjärn eller en kniv över pärlan i mandrellens riktning för att åstadkomma ett vågigt utseende. Detta kan också göras med en sten eller metallform med uppstickande åsar. Formjärnet är dock enklare att hantera och tillverka för en pärlmakare i liten skala.

Stenformar

Vi vet att de segmenterade pärlorna har tillverkats med hjälp av formar av sten. (Francis 2002) Det är mycket möjligt att hantverkaren på vikingatiden ersatte marvern (som har ett handtag) med en stenform, föredragsvis av täljsten som låg i ugnens mynning och därmed hölls varm så att varken formen eller glaset utsattes för termisk chock då de sammanfördes. Vi har fynd av täljsten från Birka men ingen som kopplats samman med pärltillverkning. En täljsten som brukats på det sätt som här teoretiserats skulle antagligen vara stor som en handflata och slätpolerad. Det går att misstänka att en sådan sten inte slängts när den förbrukats utan återanvänts och gjorts om till gjutform eller liknande.

Tekniker

Callmer skiljer huvudsakligen på ett antal olika tekniker vid tillverkningen av glas. De två huvudkategorierna är kalltillverkade och varmtillverkade. Kalltillverkade har bearbetats likt sten, borrats, filats och polerats. Varmtillverkade delar Callmer upp i flera olika tekniker. Lindade pärlor vilka bland annat innehåller en del av de vikta pärlorna har en vertikal struktur (i relation till mandrellen som horisontlinje) på grund av glasets lindning. Glas med horisontell struktur är uppbyggt av blåst och draget glas. (Callmer 1977)

Lindningsteknik



Fig. 21 Lindningstekniken, steg för steg.

Foto av Sonja Cyngel

Callmer beskriver kortfattat lindningstekniken som att pärlmakaren utgår från en upphettad klump av glas som hen drar ut till en stav. Denna stav rullas sedan kring en mandrell som doppats i separator. Pärlan har sedan rullats mot en jämn yta. (Callmer 1990). Detta är en teknik som kan nyttjas antingen utan att låta glaset svalna. Hantverkaren plockar då flytande glas med en puntel ur en degel och rullar direkt från punteln på mandrellen för att tillverka en pärla. Det första steget kan också göras i förhand, så att ett antal stavar tillverkas, bryts loss från punteln och får svalna innan de används. Det mest troliga är att dessa två tekniker brukas sida vid sida i verkstaden. Vissa typer av stavar som skulle nyttjas för ornamentik tillverkades i förhand så att de var färdiga att applicera när pärlmakaren format en pärla av glas från en degel.

I fyndmaterialet har vi både glasrester från keramiska deglar och ett stringerhuvud draget med tång. Vi kan därför utgå från att hantverkarna delvis hettat upp glas i degel och nyttjat puntel, men också tillverkat stavar i förväg som fått svalna före användning.

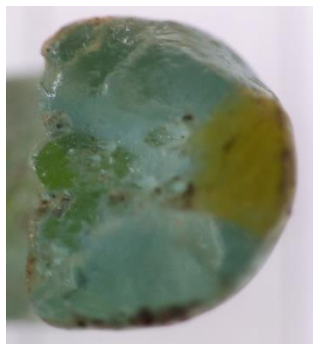
Det sista steget som Callmer nämner, att rulla pärlan mot en jämn yta är inte nödvändigt, då glaset kan formas till en jämn sfär av tyngdlagen. En stor andel av pärlorna i det vikingatida materialet har dock en sådan form att vi kan se att det var vanligt att pärlan rullades mot en slät yta.



Fig. 22 Till vänster pärla nr 8 och till höger pärla nr 7.
Foto av författaren.

Prickar

Prickar tillverkas genom att ”droppa glas”. Glas får inte den konsistensen att det faktiskt går att droppa utan det hettas upp och trycks sedan fast på underlaget. Glasstaven dras sedan tillbaka och pärlmakaren låter den smältas av. För att få raka och koncentrerade kanter kan hantverkaren sedan trycka till prickken med en marver eller mot en stenform. Det skulle antagligen kunna ses i fragmenterade pärlors genomsnitt.



Två prickade pärlorna i den här studien, pärla nr. 7 och 8, är till första anblicken lika till utseendet. De är tillverkade av transparent glas med opaka gula prickar och den ena (pärla nr. 8) har även röda prickar ovanpå de gula. Verkligheten är dock att de är mycket olika. De är skapade på olika mandreller, av olika glas och med olika teknik.

Fig. 23 Pärla nr 7, brottyta

Pärla nr 7 är fragmenterad rakt igenom en av sina gula prickar och kan tydligt visa att prickken går in på djupet. Pricken är nästan lika djup som den är bred. En genomlysning av pärla 8 visar inga tecken på att fläckarna skulle gå in på djupet.

Prickexperiment nr. 1. Ett experiment genomfördes. På samma mandrell tillverkades två transparenta turkosa pärlor. Dessa förseddes med gula prickar. På den första pärlan (överst i Fig.24) tilläts prickarna smälta in naturligt. På andra (nederst i Fig.24) pressades de in med en marver av grafit. Resultatet blev att den övre pärlans prickar lägger sig som ett konvext lager utanpå det turkosa glaset

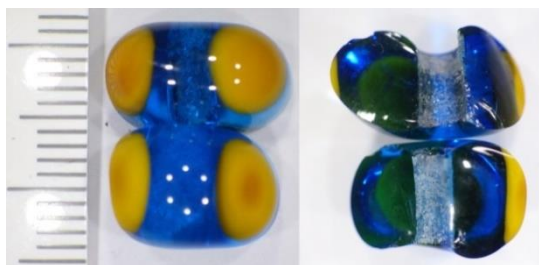


Fig. 24 Resultat från prickexperiment nr. 1, från utsidan och i genomskärning

och endast bildar en rand i genomskärningen som kan ses i Fig. 24. På den nedre pärlan lade sig det gula glaset som en ganska rak ”vägg”. Pärlorna fick också tydligt olika form då den övre fick en naturlig rundning medan den nedre fick tillplattade väggar.

Den första pärlan överensstämmer väl med vad som går att se av prickarna på pärla nr. 8 och stöds även av formen, då pärla nr. 8 är mycket sfäriskt.

Inget av resultaten överensstämmer dock med pärla 7 vars prick har raka kanter som går ner i glaset. Detta kan bero på marvern. En marver av mässing, som kyler pricken mer effektivt så den stelnar till och blir lättare att trycka ned borde ha använts. Det skulle dock manipulera formen kraftigt och pärla 7 ser mycket rundad ut. Min hypotes är att dessa prickar tillverkats med mosaikbitar.

Prickexperiment nr. 2. På grund av den nya hypotesen utfördes ett nytt experiment. En grupp gula

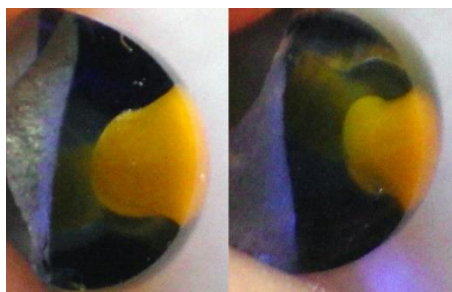


Fig. 25 Resultat från prickexperiment nr. 2, genomskärning av två olika prickar

mosaikbitar tillverkades. Sedan tillverkades på samma vis som innan två transparenta pärlor på samma mandrell. På vardera pärla fästes fyra mosaikbitar som tryckes in med ett kallt stålverktyg. Resultatet kan ses i Fig. 25. Prickarna i den ena pärlan fick de önskade koniska genomskärningarna. Den andra pärlan var tydligen varmare på ytan och därför kom mosaikbiten att forma en svamp då den pressades in mot det kallare glaset i centrum vilket kan ses till höger i fig. 25.



Fig. 26 Pärla nr. 5 och nr 13 samt tillverkningsspill nr. 5
Foto av författaren

Stringer

Tre av pärlorna (nr. 4, 5 och 6) har tydlig stringerornamentik och vi har också tydliga tillverkningsspår av stringer i form av tillverkningsspill nr. 4, 5 och 6. Stringerornamentiken på Pärla nr 5 bör ha tillverkats av stringer av samma typ och tjocklek som Tillverkningsspill nr 5 varit. Då dessa pärlor innehåller glasmassa som ser ut att vara mycket lika har de undersökts med SEM-EDS, se Tabell 3.

Stringer är relativt enkelt att tillverka och applicera. Tillverkningen sker helt enkelt genom att glas hettas upp till en klump. Denna behöver inte vara stor, beroende på vilken längd och bredd hantverkaren vill få ut. En klump på ca en cm i diameter kan ge ca 30 cm lång stringer på ca 1 mm i diameter.

Hantverkaren nyper tag i en liten bit av klumpen med en pincett eller tång och drar. Hastigheten avgör stavens tjocklek. Området där tången kylt ned glaset blir alltid tjockare än resten av stringern och detta område kallas för stringerns huvud.

Det krävs två händer för att dra en stringer, en som håller i glaset och en som håller i tången. Logiken säger därför att samma glashantverkare inte samtidigt kan tillverka en pärla, eftersom denna måste hållas i rörelse så länge den är varm för att motverka tyngdlagens inverkan på glaset. Det betyder att man förutom att värma glas i deglar har tillverkat stavar i förhand. Moderna glashantverkare kan visserligen tillverka stringer medan de har en pärla i rörelse. Detta genom att på samma mandrell tillverka ytterligare en pärla som nyttjas som motstånd för att dra ut stringern. Sådana stringers är korta och får aldrig tångmärken som det vi kan se i fyndmaterialets stringerhuvud.



Fig.27 Huvud av stringer.

Tillverkningsspill nr 5 högst upp och nedan replikerade stringerhuvud i vitt och ljusblått.

Foto av författaren.



Fig. 28 Pärla nr. 1, från två håll för att visa de två olika Murrini

Foto av författaren

Murrini

Pärla1 har två tydliga murrini. De har båda ett koboltblått centrum omgivet av röda och vita armar. De två murrini är inte lika utan har olika antal armar. Detta kan bero på att de är tillverkade av olika stavar eller kanske mer troligt att staven helt enkelt var ojämn, något som är mycket lätt hänt om grundsmältan inte hade samma temperatur hela vägen igenom när den drogs ut till en stav.

De två Murrini är av en mycket vanlig typ som brukas än idag. Murrini tillverkas genom att lägga olika färger av smält glas i mönster kring en kärna. Den tillverkade klumpen värms sedan upp och sträcks ut till en stav. När staven svalnat kapas den upp till murrini av önskad tjocklek. Tekniken återpresenterades för världen på världsutställningen i Paris 1878 av Vincenzo Moretti (1835-1901) och på grund av att hans skapelser påminde om de romerska vasa murrina (bägare av fluorit) kom de att kallas vetri murrini. (Corning museum of glass: 2014-11-13)

Vid modern tillverkning av murrini så välls eller fusas normalt stavar i ugn, särskilt om murrinin är avancerad. Det är en process där hantverkaren lägger stavar i mönster, binder samman dem med någon form av metalltråd och värmer dem till den temperatur då de välls ihop till en. Den här typen av Murrini är dock enkel att bygga upp och tillverka direkt över en värmekälla och den tekniken är mer trolig då en vikingatida hantverkare inte som en modern kan kontrollera ugnens temperatur tillräckligt exakt för att glaset skall smälta ihop men inte deformeras.



Fig. 29 Experimentell tillverkning av murrini.
Foto av författaren.

Murrini-experiment.

1. Grunden till denna murrini är en mörkblå glasstav, (Effetre nr. 242). Denna har hettats upp för att tillverka en tjockare stomme. Till en början kommer glas-staven att nyttjas som handtag. Detta för att det är enklast och säkrast. När glasets fästs på en puntel ökar risken att glasets spricker eller lossnar då det expanderar och reducerar vid värmeväxlingarna. För att fördröja detta görs det grundläggande arbetet med en puntel av glas som kan expandera och reducera med murrini-materialet.
2. Den första randen läggs på, vitt glas (nr. 204), högre än det är brett på centrum.
3. På vardera sidan om det vita läggs rött glas (nr. 436). Det röda glasets ändrar redan vid relativt liten temperaturökningar färg till svart. Det kommer återfå sin rätta färg när det svalnar.
- 4-8. Rött och vitt glas varvas om vartannat, hela varvet runt centrum. Sju vita och sju röda ränder, samma antal som den av originalpärlans murrini som hade flest armar.
9. När alla färger är på plats rullas klumpen litet jämnare rund och kortändan slätas till
10. På den fria kortändan trycks en kon av transparent glas (nr004) fast. Detta är inte nödvändigt. Det görs eftersom ändarna kommer att deformeras och genom att sätta fast enfärgat glas på änden minskar mängden av den arbetade staven som kommer deformeras.
11. I konen av transparent glas trycks en puntel (här 5mm i diameter) in och vickas fram och tillbaka så att den fäster ordentligt i glasmassan. När murrini-klumpen sitter säkert fast på punteln smälts den blåa staven av.
12. En kon av transparent glas fästs på motstående sida.
13. En likadan puntel fästs på samma sätt som den föregående i den nya konen.
14. Murrini-klumpen behöver nu värmas upp ända in i kärnan så att den är jämnvarm. Klumpen hålls i rörelse och snurras för att uppnå en jämn temperatur. Puntlarna förs också ut och in mot centrum. Motståndet ger hantverkaren en känsla om glasets är genomvarmt. När så är fallet dras klumpen ut med hjälp av puntlarna. De behöver dras rakt och jämsnabbt. Hastigheten avgör hur tjock staven kommer att bli. Om hantverkaren drar snabbt när glasets är varmt och lättdraget och sedan långsamt när glasets blivit litet svalare och mer svårdraget så kommer stavens tjocklek att bli ojämn.
15. Staven som färdig. Denna klump var ca 3,5-4 cm i diameter och blev 60 cm lång.

16-17. Kapad murrinistav samt färdiga murrini.



Fig. 30 Pärla tillverkad med Murrini från experimentet.
Foto av författaren.

Murrinin som är färdigkapad förvärms sedan innan den trycks fast på en pärla. Murrini är normalt glasmaterial som bär mycket spänningar och lätt exploderar om uppvärmningen inte sker med försiktighet. Det går att anta att denna föruppvärmning i förhistorisk tid skedde antingen på en hylla i ugnen eller på en panna av keramik eller järn likt den som påträffats i Ribe. (Sode 2004)

Resultatpärlan (fig.30) är lyckad, förutom att det mörkblå centrumet i murrinin blev för litet. Detta kan bero på många olika saker, som glasets

olika komposition och hur glasmassorna reagerar sinsemellan. Det kan också bero på värmekällan. Glas i sin flytande form kommer att söka sig till värmen, en murrini som värms rakt på kommer få ett litet öga. Det kan också vara så att den inte tryckts in ordentligt. Mest troligt är kanske i detta fall en felbedömning i proportionerna då murriniklumpen byggdes.

2.2 Vilken typ av material har verktygen varit tillverkade av?

De verktyg som vi sett och identifierat i Sverige har varit mandreller och dessa har varit tillverkade i järn. Mandrellen ifrån Paviken har haft någon form av handtag. (P. Lundström 1981).

Det finns också fynd av fragment från keramiska deglar som innehållit smält glasmassa. Liknande fragment finns från flera andra platser i Sverige, som Paviken (P. Lundström 1981) och Helgö (A. Lundström 1976).

En marver eller slät yta lär ha brukats, något sådant fynd har inte kunnat identifieras i studien eller i litteraturen. Ett sådant verktyg skulle kunna vara tillverkat av järn, brons eller täljsten. Dessa tre material skulle alla ge olika resultat och skulle med fördel kunna nyttjas till olika saker i samma verkstad. Till mindre saker behövs dock inte en dedikerad marver, utan den platta sidan av tångens näbb kan ha nyttjats. Moderna marvers tillverkas i första hand av grafit eller mässing. Grafiten eftersom den inte kyler glaset, så att det kan bearbetas längre. Mässingen för att den kyler och därför ger snabba och skarpa resultat.

De uppgifter som grafitmarvern i första hand används till skulle kunna utföras med en slätpolerad täljsten inne i ugnen, nära mynningen. Täljstenen skulle då kunna brukas till att rulla pärlan mot för att uppnå önskad form. Då är det en fördel om täljstenen hålls varm. Denna täljsten skulle också teoretiskt sett kunna fungera som en uppvärmningsplats för murrini.

En intressant detalj upptäcktes i Pärla nr. 4. Denna har flera tydliga svarta fläckar i ornamentiken. Tillexempel mellan en spets av den vita stringern och en kurva i densamma (Fig.31a). Fläcken har en ojämn, lätt skrovlig yta. Här kan misstänkas att det verktyg som brukats för att manipulera stringer-ränderna blivit så varmt att det börjat smälta eller sönderdelats, och då efterlämnat spår av sitt eget material i glasmassan. En undersökning av denna fläck med svepelektronmikroskop borde kunna avslöja vilken metall detta verktyg har varit tillverkat av och kunna bekräfta eller dementera att även petverktyg varit tillverkade av järn.



Fig. 31

a)Till vänster, Närbild av en av fläckarna på Pärla nr. 4.

b)Samma typ av metallspår i en kontemporär pärla där hantverkaren fastnat med ett rakblad som börjat smälta. Även här vid manipulation av stringer.

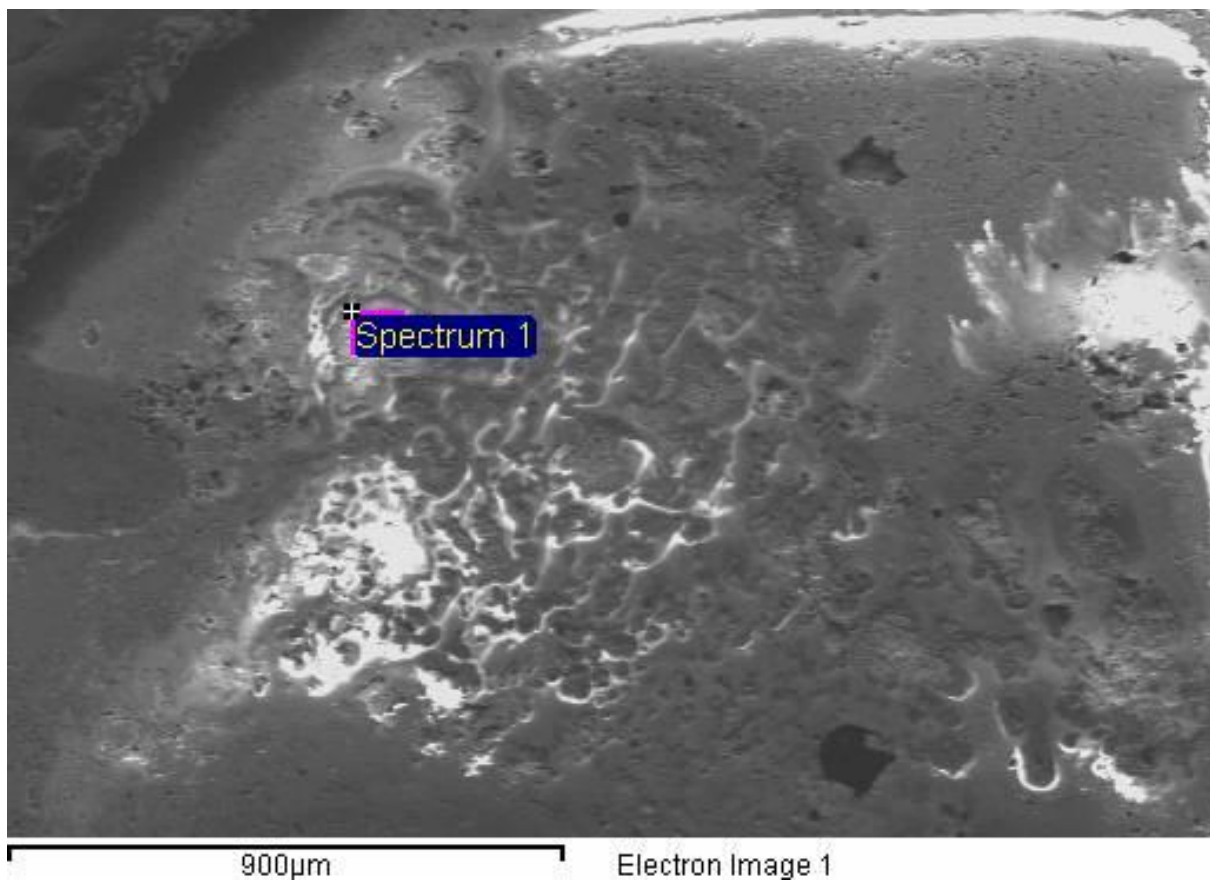


Fig. 32 Svepelektronmikroskopi. Prov nr 1, visande provspektrumet i fläcken på Pärla nr. 4

Analys med SEM-EDS av Pärla nr 4

Pärla nr. 4 undersöktes med svepelektronmikroskop utrustat med ett energidispersativt system (EDS) i syftet att undersöka kompositionen på den fläck som kan ses i fig. 31a och fig.32.

Resultaten har sammanställts till tabell 2. De stora variationerna i undersökningarna utanför fläcken kanske orsakas av att det är glas av två olika kompositioner, d.v.s. det röda och det vita. Gränserna mellan dessa två glasmassor gick inte att uttyda i svepelektronmikroskopet utan ytan framstår homogen. Tio prov gjorde på pärlan totalt. Av dem uteslöts två prover. Prov 3 var ett linjespektrum där riktningen inte kan uttydas ur resultatet och därav kan vara ett test av fläcken. Prov 5 var en dubblett av prov 4.

Prov 1 var ett spektrum i fläckens centrum som finns avbildat här ovan. Prov 2, 4, 6 och 7 är spektrum av ytan. Prov 8 var ett spektrum från centrum av brottytan. Prov 9 var ett linjespektrum längs brottytans inre kant mot mandrellen och prov 10 var ett linjespektrum längs ytterkanten. Endast prov tio kan med säkerhet sägas vara, i alla fall till större delen, en analys av den vita glasmassan. Prov 8 och 9 var analyser av den röda. På övriga prov kan glasmassans färg inte uttydas.

Tabell 2 - Resultat från analys med SEM-EDS av pärla nr 4

Resultaten avrundade till hela procent. Resultat under 1 % tolkade som spårämnen och markerade med *			
Undersökningsområde	Pärlans yta utom fläcken samt i brottområdet		I fläcken
Typ av prover	5 Spektrum 2 Linjespektrum		Spektrum
Antal prover	7		1
	Medelvärde %	Min-max	%
Na K	17	10-23	10
Mg K	2	1-2	1
Al K	7	3-15	4
Si K	63	55-69	22
P K	2	1-6	2
Cl K	1	0-1	*
K K	2	1-3	*
Ca K	5	2-7	4
Ti K	*	0-0	*
Mn K	*	0-0	1
Fe K	1	0-3	53
Co K	*	0-0	*
Cu K	*	0-0	3
Zn K	*	0-0	*
Sb L	*	0-0	*
Pb M	*	0-0	0

Resultaten av svepelektronmikroskopin visar att den fläck som finns i glasmassan är ett fragment av järn.

2.3 Stödjer materialet teorin om pärltillverkning i Birka?

Vi kan inleda med att alla pärlor som påträffats på Björkö inte var tillverkade där, inte heller alla pärlor i denna studie. De uppvisar olika tekniker och handlag. Segmentpärlorna är tillverkade i en blåsnings- och dragningsteknik och är spridda över en stor del av den Europa. Deras tillverkningsort kan sökas i Bysans eller i före detta bysantiska provinser. De tillverkades antagligen med kontinuitet från romersk tid fram till den tidiga medeltiden. (Callmer 1977)

Däremot finns det i studien pärlfragment där mycket tyder på att de kan vara tillverkade på platsen och tillverkningspillet stödjer detta påstående. Fyndet av tillverkningspill är i sig själv inte ett definitivt bevis för tillverkning av glaspärlor. En del tillverkningspill, som till exempel färdigdragna stavar skulle kunna fungera som en handelsvara och endast ha Birka som mellanhamn. Tillverkningspill i små mängder (samt fragmenterade pärlor) skulle kunna ha kommit till Birka via import. Om pärlor av

en viss typ importerades i litet större mängd är det inte omöjligt att priset fastställdes med våg och att försäljaren då skulle kunna tjäna litet extra på att låta små bitar av skräp ligga kvar med pärlorna. Att detta skulle förekomma i stor mängd är dock inte troligt. Glasmassan kan återanvändas och hantverkaren som tillverkat pärlorna borde därför kunna tjäna mer på att återanvända trasiga pärlor och glasspill än att låta det följa med de färdiga varorna ur hyttan. Köparen lär också motverka det och stora bitar spill borde upptäckas. Denna upptäckt kan i viss mån skett i samband med försäljning på importorten och det oönskade spillet kan ha bortsorterats som avfall. Tillverkningsspill är därför inte en säker indikator på tillverkning av pärlor. Spill i större storlekar och kvantiteter och i återkommande färger tyder dock på en produktion. Därav stöds teorin om en produktion på grund av de två större smältorna, tillverkningsspill nr. 1 och 2. Pärltillverkning är inte ett särskilt städad hantverk utan småbitar av glas sprätter ibland iväg då glas hettas upp. Stingers går av till små bitar och ramlar till marken. Ibland tappar hantverkaren glas i glöden. Detta betyder att hanteringen av glas och pärltillverkning är ett hantverk som borde lämna spår i ugnen och det mest närliggande området däromkring. Det säkraste fyndet skulle därför vara fundamentet av en ugn med glasspill i botten, något som ännu inte hittats på Birka. Fragment av tillverkningsspill kan lätt missas vid en utgrävning då de ofta fragmenterats till en storlek som tar sig genom sållet.

Det som krävs för att tillverka glaspärlor i liten skala är en ässja, över vilken hantverkaren bygger en lerugn som kan brännas omedelbart utan att låta keramiken torka. Den kommer få sprickor, men det är bara estetiskt. Lerugnarna som brukades i Ribe, hade olika former, runda, ovala och mer rektangulära. De bestod av både bränd och obränd lera. Det mesta tyder på att de revs vid marknadssäsongens slut och sedan återuppbyggdes på samma plats (Sode 2004). Detta tyder på att ugnen var en förbrukningsvara, vilket är logiskt eftersom den i energi är billig att bygga.

Till detta krävs sedan ett antal mandreller, en kruka för att annelera pärlorna inne i ugnen, separator i form av lera eller salt och ett förråd av material. Detta är de enda nödvändiga saker som krävs för tillverkning av glaspärlor i liten skala. Tillverkningen kan sedan snabbt bli mycket mer avancerad genom att tillägga en liten tång, för dragning av stringer. För att forma och ornamentera pärlorna kan ett formjärn användas, detta behöver inte specialbyggas utan en slö kniv duger utmärkt. En slät yta av täljsten kan också brukas för att forma pärlorna.

Lundström har fem kriterier för att försöka fastställa om pärlor tillverkats på en plats. (A. Lundström 1981)

1. Kvantitet, att det finns en mängd pärlor av samma typ
2. Fragmentationstyp - pärlorna delar sig oftast vid tillverkning.
3. Avsaknad av handlag – de är klumpiga till utseendet
4. Tekniken kan isoleras – tillexempel om en påträffad pärla sitter kvar på sin mandrell
5. Pärlornas färg och material kan associeras till pärltillverkningsmaterial.

Dessa kriterier är användbara och funktionella och kommer därför användas i denna diskussion.

2.3.1 Kvantitet, att det finns en mängd pärlor av samma typ

Kvantitetskriteriet kan inte uppfyllas av det material som kunnat studeras för denna uppsats. Vissa mönster, särskilt i färgernas förekomst kan skönjas men är inte tillräckligt tydliga för att dra slutsatser utav. En större studie av pärlorna från denna grävning skulle möjligen kunna ge ett tydligare mönster.

2.3.2 Fragmentationstyp - pärlorna delar sig oftast vid tillverkning.

Glaspärlor som inte annulerats tillräckligt eller tillverkats av glasmassor som inte var kompatibla kan spricka redan under avsvälningen och en rund pärla spricker då ofta rakt igenom centrum och blir till två lika stora delar vilket förklarar fragmentationstypen.

2.3.3 Avsaknad av handlag – de är klumpiga till utseendet

Avsaknad av handlag är ett ganska svårt kriterium att diskutera när det kommer till glas. Detta delvis eftersom misslyckade pärlor kan mortlas och glasmassan återanvändas. Det är också så att det är svårt att veta vad pärlmakaren avsåg att göra. Tillexempel om pärlmakaren har för avsikt att tillverka en getingpärla (Callmer B060), men gör den för rund, blir resultatet en pärla som har samma färger som en getingpärla men inte är en getingpärla. Detta skulle för pärlmakaren vara ett misslyckade, men inte så det skulle kunna ses av en utomstående.

2.3.4 Tekniken kan isoleras – tillexempel om en påträffad pärla sitter kvar på sin mandrell

Vi har tillverkningsspill, stringerhuvudet, som kan kopplas både i färg och teknik till en fragmenterad pärla (pärla nr 5), ornamenterad med stringer i samma nyans och uppskattningsvis samma tjocklek av stringer. Deras komposition är inte tillräckligt överensstämmande för att med säkerhet kunna påstå att de är tillverkade av samma glasmassa, men deras teknik och färg är så nära besläktade att de mycket väl kan vara tillverkade efter samma recept.

2.3.5 Pärlornas färg och material kan associeras till pärltillverkningsmaterial.

I appendixet om glas till Aspects on Birka kopplar Lars Henricson samman ett flertal fragment av tillverkningsspill av samma nyans och även tillverkningsspill och glaspärlor i samma nyans. (Henricson i Holmquist Olausson 1993) Detta stödjer mina egna observationer. Hans är mer långtgående. Han samlar sju fragment av tillverkningsspill och tio pärlor till den opakt isblåa nyans som observerats i tillverkningsspill nr. 5 och 6.

Materialet som har studerats här, stödjer tanken på en småskalig eller kortvarig tillverkning av pärlor på Björkö. Spillbitarna som här studerats har hittats spridda över utgrävningen och saknar en koncentrerad spridning. Kanske är de en sekundärdeposition från närområdet.

Materialet som har studerats kommer endast ifrån området intill stadsvallen och det är möjligt att det inte är fyndens ursprungliga position. Vi vet inte om mer material av denna typ finns i stadsområdet. Det faktum att pärlfragment i ornamentering och färg verkar överensstämma med tillverkningsspillet stödjer tanken att de härstammar från samma tillverkning. Ett antal SEM-EDS analyser utfördes på ett antal fragment av liknande färg och redovisas i Tabell 3. Deras kompositon varken bekräftar eller dementar att de skulle vara tillverkade i samma hytta.

Birka och Helgö samexisterade under en tidsperiod (Holmquist Olausson 1993). På Helgö har det tidigare konstaterats att pärltillverkning har förekommit (A. Lundström 1976). Det borde inte vara att spekulera för mycket att det kan ha förekommit en kontinuitet eller spridning av kunskapen över de kanske fem kilometer vatten som skiljer Helgö från Björkö. Det är förstås inte säkert. Det är möjligt att pärltillverkningen sköttes av kringresande hantverkare (Sode 2004) och att kunskapen då spreds utan kontinuitet mellan Helgö och Björkö från en annan plats.

Jämförande Svepelektronmikroskopi.

Tabell 3 – Resultat från analys med SEM-EDS av pärla nr 4, 5, 13 samt tillverkningspill nr.5

Resultaten avrundade till hela procent.							
Resultat under 1 % tolkade som spårämnen och markerade med *							
	Pärla nr. 4	Pärla nr. 5	Pärla nr. 13	Tillverkningspill nr. 5			
Undersökt område	Vit yta	Stringer	Pärlfragment	Stringerhuvud			
Antal prover	1	4	2	4			
Typ av Prover	Linjespektrum	Spektrum, Linjespektrum		Spektrum, Linjespektrum		Spektrum, Linjespektrum	
	%	Medel %	min-max	Medel%	min-max	Medel%	min-max
Na K	10	8	5-10	19	19-19	4	3-6
Mg K	2	8	6-11	1	1-1	1	1-1
Al K	15	7	4-13	3	3-3	5	4-7
Si K	55	61	57-69	68	68-68	79	77-81
P K	6	4	3-5	*	0-0	1	1-1
Cl K	1	1	0-2	*	0-0	2	1-2
K K	2	6	1-11	*	0-0	1	1-1
Ca K	6	3	0-7	7	6-7	7	6-9
Ti K	*	*	0-0	*	0-0	*	0-0
Mn K	0	*	0-0	*	0-0	*	0-0
Fe K	3	1	1-2	*	0-0	*	0-1
Co K	0	*	0-0	*	0-0	*	0-0
Cu K	0	*	0-0	*	0-0	0	0-0
Sb L	0	*	0-0	*	0-0	*	0-0
Pb M	*	*	0-0	0	0-0	0	0-0

Målet med analysen var att se kopplingar mellan kompositionen i glasmassorna. Någon uppenbar koppling kan inte ses. Pärla nr 5 och Tillverkningspill nr 5 är båda mycket heterogena, med stora variationer mellan olika provytor. Det skulle antagligen kunna tolkas som en koppling dem emellan, särskilt om man jämför med pärla nr 13 där min-max endast skiljer en procent. Kanske beror heterogeniteten på bristfällig upphettning vid tillverkningen av glasmassan. En liknande heterogenitet kan ses i Tabell 2, vid undersökningarna av området utanför fläcken. Det bör nämnas att glasspill även i den röda nyansen finns i fyndmaterialet från denna utgrävning, även om det inte undersökts i denna uppsats.

Resultaten från pärla nr. 13 var mycket homogena. Det finns flera pärlor av den här typen från denna utgrävning och det skulle ha varit intressant att göra en större studie med jämförelser av deras kemiska komposition.

Provet av pärla nr 4 sticker ut mest. Den vita nyansen stämmer heller inte överrens med de andra, utan är med gultnad än blåtonad. Den bär också tecken av att ha hettats upp mer än de andra. Upphettningen har bland annat resulterat i att ytan var så homogen att gränserna mellan vit glasmassa och röd glasmassa inte gick att uttyda utan provet är ett linjespektrum i brottytans ytterkant.

3. Slutsatser och diskussion

3.1 Vilka verktyg och tekniker kan ha brukats för att skapa pärlorna och deras ornamentik?

För tillverkningen av det material som vi kan se här, uteslutet segmentpärlorna som med säkerhet är tillverkade på annan ort, kan vi konstatera bruket av mandrell, puntel, tång och en spetsig järnpinne. Någon form av marver, formjärn eller slät yta lär ha brukats för att forma pärlorna och trycka in murrini.

3.2 Vilken typ av material har verktygen varit tillverkade av?

De redskap som påträffats och identifierats på andra platser i Skandinavien har varit tillverkade av järn, eventuellt med trähantag. Vilket talar för att även verktygen som nyttjats till dessa pärlor har varit av järn. Resultaten från analys med SEM-EDS av pärla nr 4 som presenteras i Tabell 2 bekräftar att i alla fall pärla nr 4 manipulerats med ett verktyg av järn vars spets smält och fastnat i glasmassan. Järnverktyg har en hög smältpunkt men petverktygen som används till ornamenteringen av pärlor utsätts för mycket påfrestningar och lång tids upphettning. Ett varmare verktyg glider lättare genom glasmassan. Om verktyget är kallare än glasmassan kommer verktyget att få glasmassan att stelna omkring sig och bli trögare eller spricka. Det är därför optimalt att kunna hetta upp verktyget till en högre temperatur än glasmassan, vilket en anledning att moderna petverktyg tillverkas av volfram som har en smältpunkt på över 3400 C.

3.3 Stödjer materialet teorin om pärltillverkning i Birka?

I fyndmaterialet har vi både glasrester från keramiska deglar, stringer samt ett stringerhuvud draget med tång. Vi kan därför utgå från att hantverkarna delvis hettat upp glas i degel och nyttjat puntel, men också tillverkat stavar i förväg som fått svalna före användning. Flera av pärlfragmenten stämmer överrens i färg och färgskiftningar med tillverkningsspill vilket också tyder på en koppling mellan pärlmaterialet och tillverkningspillen på platsen. Analyser av glasmassans komposition i pärla nr 4,5,13 samt tillverkningsspill nr.5 gav tvetydiga resultat. Kompositionen var inte överensstämmande i sådan grad att dessa måste vara gjorda av samma glasmasa, men tillräckligt väl överensstämmande för att kunna vara tillverkade efter samma recept. Glasmassan i fråga är ganska speciell, dess färg är närmast Effetre nr.224 "ljus himmelsblå" eller nr 232 "ljus turkos", är ljusare till nyansen än den senare. Det är dock mycket bubblig och påminner därför också om ett opalino glas, vilket är en semitransparant glasmasa. Färgen är därför kanske närmast överensstämmande med Effetre nr. 524 "Opalino Himmelsblå" men är opak.

Det material som här studerats tyder på en småskalig eller tillfällig tillverkning av glaspärlor i Birka. Att en tillverkning inte alls skulle ha förekommit skulle vara förvånande med tanke på den utspridda mängden glasspill. Pärltillverkningen var inte ha varit ovanlig i de vikingatida städerna. Det kräver inte heller många specialiserade verktyg. Det har också tidigare konstaterats att pärltillverkning har förekommit på Helgö vilket tyder på att tillverkningsprocessen inte var okänd i närområdet.

4. Sammanfattning

I den här studien har ett antal fynd från Birka undersökts. Materialet har bestått av pärlor och avfall från pärltillverkning som påträffats under utgrävningarna 1987-1989. Materialet har undersökts med SEM-EDS och experiment med syfte att återskapa pärlornas tillverknings teknik har utförts med varierande resultat.

Inga redskap för tillverkning av pärlor har identifierats i materialet från Birka. Detta behöver inte betyda att de inte funnits där, men att de hittills inte påträffats eller identifierats.

Tekniker som återfunnits i pärlmaterialet inkluderar bruket av murrini, stringer, prickar och blåst-draget.

Tillverkningsspillet som funnits tillgängligt för studien ger endast stöd för en del av dessa tekniker vid en småskalig eller tillfällig pärltillverkning i Birka. Om denna tillverkning varit förlagd på terrasserna intill stadsvallen där fynden gjorts eller om de är en sekundärdeposition från närområdet kan inte sägas med säkerhet. Fyndens låga koncentration och stora spridning över det utgrävda området verkar dock peka mot en sekundärdeposition ifrån närområdet.

Pärlorna som tillverkades i Birka skapades med lindningsteknik och ornamenterades med stringer och möjligen prickar. Glaset som användes värmdes i deglar av keramik. Vissa stavar tillverkades i förväg och fick svalna innan användning.

Referenser

- Callmer, Johan. 1977. *Trade beads and bead trade in Scandinavia ca. 800-1000 A.D* Lund
- Callmer, Johan, 1990, *Vendeltida Glasmästare på handelsplatsen i Åhus* i Populär Arkeologi 1990
- Francis, Peter. 2002. *Asia's Maritime Bead Trade: 300 B.C. to the Present* University of Hawaii
- Corning museum of glass. <http://www.cmog.org/artwork/cane-slice-portrait-christopher-columbus> (2014-11-13)
- Holmquist Olausson, Lena, 1993, *Aspects on Birka, Investigations and surveys 1976-1989* Stockholm
- Isaksson, Sven, 2009, *Materiallära för arkeologer*, Stockholm
- Janssens, Koen (red). 2013. *Modern methods for analyzing archaeological and historical glass*, Antwerp, Belgien.
- Lundström, Agneta. 1976. *Bead Making in Scandinavia in the early middle Ages*. Stockholm
- Lundström, Agneta, 1981. *Survey of the glass from Helgö*. Lundström, Agneta & Clarke, Helen (red.). 1981, *Excavations at Helgö. 7, Glass, iron, clay*. Stockholm
- Lundström, Per. 1981. *De kommo vida... Uddevalla*
- Moretti & Hreglich, *Raw materials, Recipes and Procedures Used for glass making*, Janssens, Koen (red). 2013. *Modern methods for analyzing archaeological and historical glass*, Antwerp, Belgien.
- Petterson-Smeds, Lilian. 2008. *Pärlor från Vörå* i *Studia Archaeologica Ostrobotniae*
- Skre, Dagfinn (red.). 2011. *Things from the town : artefacts and inhabitants in Viking-age Kaupang*,
- Sode, Torben. 2004. *Glass Bead Making Technology*. Bencard, Mogens (red). 2004. *Ribe Excavations 1970-76 Vol.5*.



Stockholms
universitet