

Rapport arkeologisk forskningsstudie

Keramiska uppståndelseägg, funna i Sverige

En undersökning med utblickar mot slaviska kulturområden

Rune Edberg och Christina Larsson,
med bidrag av Torbjörn Brorsson



Rapport arkeologisk forskningsstudie

Keramiska uppståndelseägg, funna i Sverige

En undersökning med utblickar mot slaviska kulturområden

Rune Edberg och Christina Larsson,
med bidrag av Torbjörn Brorsson

With an English summary

Meddelanden och Rapporter från Sigtuna Museum nr 66



Omslagsbild: Uppståndelseägg från kvarteret Kammakaren 1. SHM 26757. Foto: Sigtuna museum.

Denna rapport är resultatet av ett enskilt forskningsprojekt utfört i samarbete mellan Rune Edberg, arkeolog och kulturhistoriker, Uppsala och Christina Larsson, arkeolog och keramiker, Umeå. Anslag till finansiering av laborativa undersökningar har erhållits från Jan Peder Lamms fond, vilken förvaltas av Svenska Fornminnesföreningen, och Längmanska kulturfonden. Redaktionell bearbetning och grafisk produktion av Sigtuna Museum. Engelsk språkgranskning av fil. dr Uaininn O'Meadhra.

Form/layout: Sigtuna museum

Sigtuna museum
Stora Gatan 55
193 30 Sigtuna

sigtunamuseum@sigtuna.se
sigtunamuseum.se
arkiv.sigtunamuseum.se
emuseum.sigtuna.se

ISSN: 1401-4645

ISBN: 978-91-86292-39-3

Tryck: Tryckservice AB, Ängelholm 2024

Innehåll:

1. Inledning.....	4..
2. Sigtunafynden.....	5..
2a. Elva föremål	5
2b. Sammanfattning av Sigtunafynden	22
3. Övriga nordiska fynd.....	24..
3a. Fem (+ ett udda) föremål	24
3b. Sammanfattning av övriga nordiska fynd	28
4. Utomnordiska fynd och forskningshistorik	28..
5. Lergods- och glasyranalyser	33..
6. Diskussion och slutsatser	35..
7. Sammanfattning	39..
8. Referenser	41..
9. Summary	43..
10. Bilagor	44..
1. Torbjörn Brorsson: <i>ICP-MA/ES-analys av tidigmedeltida uppståndelseägg från Sigtuna, Uppland och jämförelsematerial från Kiev i Ukraina samt Wrocław och Opole i Polen.</i>	44
KKS rapport 243, 2023.	
2. Christina Larsson: <i>Rapport om glasysammansättningar på keramiska uppståndelseägg från tidig medeltid.</i>	57
3. Naturhistoriska riksmuseet: <i>SEM-EDS-analys av ”uppståndelseägg”</i> . Daterad 2024-06-24.	67

1. Inledning

I fjärde årgången av *Situne Dei*, daterad 1945, inflöt en uppsats med titeln ”Uppståndelseägg av glaserad lera”. Författare var Holger Arbman, års-skriftens redaktör, docent och antikvarie vid Historiska museet i Stockholm. Artikeln handlade om fyndet i Sigtuna av ett keramiskt föremål, till storlek och form som ett mindre hönsägg, brunt, och dekorerat med vad som skribenten betecknade som ett ”ormbunksmönster” i gult. När man skakar det skallrar det. Det hade påträffats redan 1927 i samband med grundgrävning för ett nybygge av en lagerlokal för Systembolaget vid Långgatan (Arbman 1945).

När Arbman skrev sin artikel kände han från Sverige till två liknande fynd, båda gjorda på 1800-talet och på Gotland. Han nämnde vidare att det finns föremål av detta slag från ett brett band av fyndplatser från mellersta Dnjepr till Östersjön. Med hänvisning till sin äldre forskarkollega Ture J. Arne angav han tillverkningsplatsen till Kiev eller Kievtrakten.¹ Arne hade i arbeten berört föremålstypen och betecknat äggen som uppståndelsesymboler (Arne 1911: 56, fig. 242; 1914: 216–217, fig. 364, 365). Ett av de gotländska fynden hade då för övrigt också publicerats, av etnologen Louise Hagberg, i en uppsats om traditionen med påskägg (Hagberg 1906: fig. 19).

Sedan Arbmans artikel är uppståndelseägg, eller exaktare: keramiska uppståndelseägg, den etablerade svenska beteckningen på detta slags föremål. En annan benämning, Kievägg, förekommer emellertid också, så t.ex. på några ställen i Statens historiska museers, SHM:s, kataloger. Motsvarande tyska begrepp är *Auferstehungs-eier* och *Kiewer Ostereier* (Gabriel 2000). Till skillnad från dessa benämningar, som ju i sig innefattar en tolkning av föremålets innebörd eller härkomst, rör sig de slaviska språken med ett neutralare ord *pisanka*, med smärre stavningsvariationer språken

emellan. Detta syftar egentligen på bemålningen (t.ex. ryska *nucamь* = skriva, måla), och används för både keramiska uppståndelseägg och andra slags påskägg, gamla som nya (jfr BSE 1975). Polska forskare använder ofta beteckningen *pisanek-grzechotek*, närmast ”bemålade ägg-skallror”.

Fågelägg har i alla tider kunnat bära på symboliska innebörder. De förekommer t.ex. i förhistoriska gravar i många olika traditioner. Detta är ett särskilt arkeologiskt, etnologiskt och religionssociologiskt forskningsfält (översiktligt i en klassisk artikel av Knorr 1938²; också Susjko 2011) som vi endast tangerar i denna studie. Här har vi fokus på keramiska uppståndelseägg av den typ som är representerad i Sigtuna under 1000-, 1100- och 1200-talen. Långt innan någon annan glaserad keramik importerades till Sverige – eller ännu mindre tillverkades här – producerades på slaviskt område dessa tekniskt perfekta, glaserade ägg. Det är en spektakulär fyndgrupp med blänkande ytor och fjäderliknande dekor i svart/brunt/grönt och gult. Föremålen är också till sin konstruktion uppseendeväckande avancerade. Vi diskuterar successivt förekomst, fyndomständigheter, symbolik, tillverkning, utförande, dekor och andra aspekter och gör jämförande utblickar mot öst- och västslaviska kultursfärer.

Uppståndelseägget från Systembolagets tomt i Sigtuna omhändertogs och registrerades av SHM i Stockholm, där det ännu har sitt hemvist. Det är ett spektakulärt och vackert föremål som när detta skrivs kan begäpas i Historiska museets utställning. Sigtuna Museum (då: Sigtuna forn-hem) komparerades med en nygjord kopia (som gavs inventarienummer SF 1288). Enligt en notering i SHM:s katalog tillverkades den i Nordiska museets verkstad på ”fröken Hagbergs” (dvs ovannämnda Louise Hagberg) initiativ.

1. När det finns en hävdvunnen svensk form för utländska ortnamn, som t.ex. Kiev och Schlesien, används denna. Kyrilliska personnamn transkriberas enligt svensk praxis. Citerade arbeten behåller den namnvariant, som används där.

2. ”Das Ei ist als solches war schon dem Menschen der Vorzeit Sinnbild des erwachsenen Lebens und der Fruchtbarkeit. Neben Speise und Trank bekommt der Tote auch ein Ei mit in das Grab, und dieser Brauch ist nicht nur im germanischen oder slawischen Kreis, sondern spielte z. B. auch bei den griechischen Totenopfer das Ei eine Rolle”. (Knorr 1938).

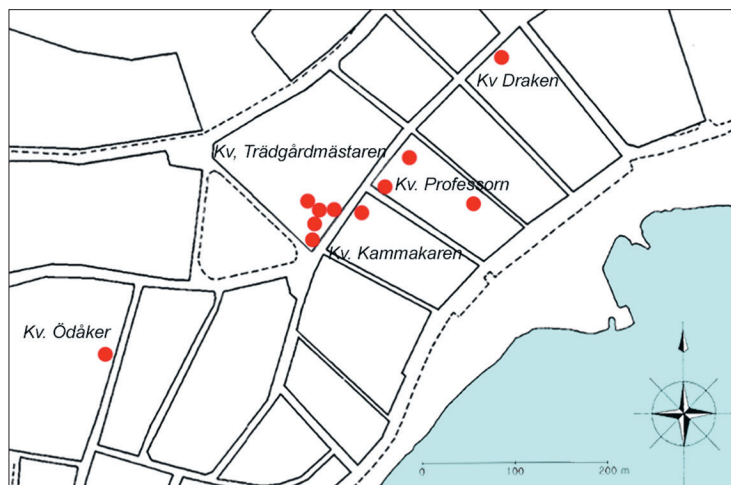


Fig. 1. Fyndplatser för keramiska uppståndelseägg i Sigtuna.
– Find-locations of ceramic resurrection eggs in Sigtuna.

Efter Arbmans artikel 1945 har antalet Sigtunafynd av keramiska uppståndelseägg stigit från ett enstaka till elva och Sigtuna har därmed det största antalet antikvariskt kända från någon enskild plats i Nordeuropa. Fynden har framkommit mellan 1927 och 2015. De är dels hela, dels fragmentariska. Tre av nyfynden är kompletta, varav ett lika välbevarat som 1927 års fynd och sedan många år en av klenoderna i Sigtuna Museums permanenta utställning. Det andra nyfyndet, som var i gott skick när det påträffades, är förkommet. Det tredje är visserligen illa medfaret och sprucket i två delar men ur studiesynpunkt ytterst värdefullt eftersom också insidan av ägget kan undersökas. Också lerkulan, som åstadkommit skallrandet, är i behåll. De övriga sju fynden består av större och mindre fragment, men identifierade som uppståndelseägg tack vare karaktäristisk form, glasyr och dekormönster.

De två äldsta fynden är visserligen kompletta och välbevarade men samtidigt icke-sakkunnigt framtagna. Det av Arbman beskrivna har trots allt en viss dokumentation av fyndförhållandena medan det andra i princip saknar en sådan. De övriga nio är påträffade vid arkeologiska undersökningar och kan därmed analyseras med avseende på sina kontexter. För det är inte endast

på grund av mångdubblingen av antalet fynd som det är befogat att återvända till de keramiska uppståndelseäggen utan även förhållandet att Sigtunaforskningen sedan Arbmans tid utvecklats betydligt. Många fynd kan numera dateras stratigrafiskt. De kan därmed också sättas i bättre sammanhang med andra fynd. Vidare kan material och tekniskt utförande studeras med laborativa metoder vilket är av betydelse inte minst i komparativt syfte. Experimentella försök kan tillföra nya rön om hur äggen tillverkats.

I Sverige har, förutom i Sigtuna, ett enda nyfynd av uppståndelseägg gjorts sedan 1800-talet, nämligen ett komplett och välbevarat exemplar på Gotland 1989. I övriga Norden finns ett fynd från Hedeby och ett från Slesvigs stad. Båda platserna tillhör det historiska landskapet Slesvig, som räknas till det medeltida Danmark. Numera ligger det till sin största del i Tyskland. Däremot saknas oss veterligen fynd från Danmark inom dagens gränser och övriga Norden.

Inom Rysslands och Ukrainas gränser är föremålstypen emellertid ganska rikligt företrädd med både äldre och nyare fynd och behandling i vetenskaplig litteratur. Också från Polen finns många fynd och mycket forskning. Mer om allt detta i senare avsnitt.

2. Sigtunafynden

2a. Elva föremål

Följande är en beskrivning av Sigtunafynden, deras fyndomständigheter och fyndkontext. Ordningen är kronologisk efter fyndår. Föremål som tillhör Statens historiska museer får beteckningen SHM+inventarienummer. Föremål som tillhör Sigtuna Museum betecknas SM+fyndlokal+fynd-

nummer, i löpande text endast med lokal+fyndnummer. I Sigtuna Museums (tidigare Sigtuna fornhem) äldre katalog förekommer beteckningar som SF+inventarienummer. GM är Gotlands Museum och GFC en katalogbeteckning som förekommer där.



Fig. 2. Sigtuna, kv. Ödåker 4. SHM 18562 (SF 1678:1). På äggets ena sida är glasyren semiopak och bärnstenslik, på motsatta sidan opak och mörk. Foto: Gabriel Hildebrand SHM, CC BY.
– Semi-opaque amber-like glaze on the one side, dark opaque glaze on the other.

**Uppståndelseägg från kv. Ödåker 4.
SHM 18562 (SF 1678:1). Påträffat 1927.**

Beskrivning. Ägget från kv. Ödåker 4 i Sigtuna är komplett och oskadat. Även om man vid närgranskning ser att både djupa och ytliga krackeleringar förekommer är det i mycket gott skick. Det är 44 mm högt med en största diameter av 32 mm. Vikten är 41 gram. Grundfärgen är kastanjebrun med en djup transparent lyster, som påminner om bärnsten, något som kan tyda på en vit bottenbegjutning. Dekoren består av ett ljusgult vågklammermönster åstadkommet med sju dragningar, gjorda omväxlande uppåt och neråt. Om man skakar ägget hörs skaller som av en liten kula. Ett 4 mm hål finns i tjockändan.

Fyndomständigheter. Ägget påträffades 1927 vid grundgrävning för en lagerbyggnad för Systembolaget i Västra kvarteret 28, en fastighet som senare namnändrats till kv. Ödåker 4. Någon formell antikvarisk kontroll förekom inte, men den kulturhistoriskt engagerade Sigtunabon fil. lic. Märten Fryklund lämnade en kort rapport över vad som han observerat.

Fyndkontext. I Fryklunds beskrivning heter det att fyndet gjordes 2 m under tomtnivå, i lös lera,

”liggande under kulturlagren som på denna plats sträcker sig 1,80 m under nuvarande marknivå”.

Fyndplatsen ligger, enligt Sigtunas primärkarta, mellan lägena för 5- och 6-meterskurvorna. En ungefärlig nivå för äggfyndet skulle därmed vara 3,5 m.ö.h. På 1000- eller 1100-talen talet bör platsen ha varit sjöbotten eller möjligen tillhört en långgrund strandzon. Ägget har dock inga spår av att ha legat länge i vatten, liknande dem som det kraftigt svallade exemplaret från kv. Professorn 4 (se nedan) uppvisar. Dessa två fynd har annars gjorts på ungefärligen samma höjdnivå. Spekulativt kan det ha tappats – kastats, deponerats – i sjön någonstans, sköljts upp och därefter snabbt överslammats. Alternativt att det av någon anledning grävts ner för att gömmas. Om fynduppgifterna är hållbara så bör detta ha ägt rum innan den första bebyggelsen etablerades på platsen. Flera andra forntida föremål påträffades i kulturlagret, men inget på samma stora djup som uppståndelseägget som med andra ord vid ett första påseende är ett märkligt isolerat fynd.

På samma fastighet, Ödåker 4, gjorde emellertid Sigtuna Museum långt senare, 2004, en arkeologisk slutundersökning. Rapport från denna saknas dessvärre men i museets arkiv förvaras vissa handlingar och fynd som indikerar förekomsten av något slags tidigt kulturlager till vilket det

äldre fyndet av ägget ytterst hypotetiskt skulle kunna knytas. Enligt en skissartad schaktplan framgår att glacialleran nåddes på 3,00 m.ö.h.

Laborativt. Inte undersökt för denna studie. Däremot refererar Holger Arbman (1945, not 2) en undersökning av ingenjör Gillis Olsson på SHM som visat att glasmassan, blyglas, är pålagd i två skikt så att ”det gula tydligen är trådar som är ismälta den bruna bottenmassan”.

Anmärkning. I SHM:s utställning. En kopia med signum SF 1288 finns hos SM.

Litteratur. SHM:s kataloger. ATA 5155/27, bil. 2 och 4; Sigtuna Museum, SF dnr 190, 191/1964; Arbman 1945, 1948; Floderus 1930, 1941: 90–91, bild s. 93; KHVAA:s årsbok 1928 (Tillväxten under 1927), fig. 45.

Fig. 3 ovan. Ägget är troligen begjutet med en vit lera före första bränningen, vilket bidrar till den semiopaka glasyrens djup och lyster. Foto CL.
– Egg probably coated with a white slip before firing, adding depth and lustre to the glaze.

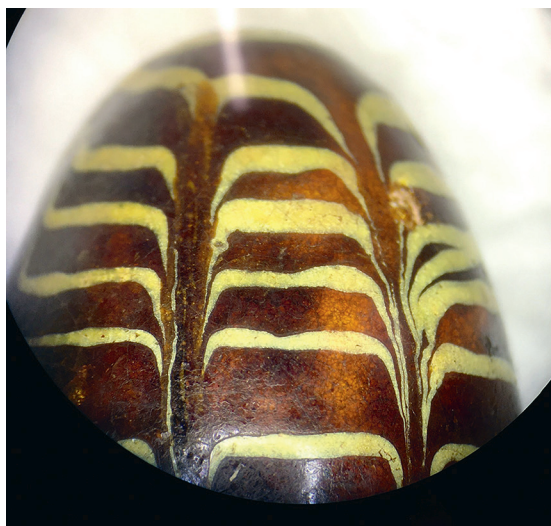


Fig. 4. Äggets undersida med hålet. Foto: CL.
– View of hole on underside.



Fig. 5. Sigtuna, kv. Kammakaren 1. SHM 26757.
Foto: Sigtuna museum.

**Uppståndelseägg från kv. Kammakaren 1.
SHM 26757. Påträffat 1942 eller 1943.**

Beskrivning. Ägget från kv. Kammakaren i Sigtuna är komplett, oskadat och mycket välbevarat. Även om man vid närgranskning ser att både djupa och ytliga krackeleringar förekommer är det i mycket gott skick. Det är 44 mm högt, med en största diameter på 33 mm och vikten 37 g. Ett skallrande föremål finns inuti. Det är tillverkat av röd lera med vita magringskorn. I botten, under den flagnande glasyren, framträder ett vitt lager. Möjligen begöts ägget i vit lerslamma innan första bränningen för att skapa en ljus botten för glasyrerna. (På liknande vis kan ägget från kv. Ödåker 4 vara tillverkat.) Bottenfärgen är melerad från mörk grafitgrå till brun. Dekoren består av ett vågklammermönster, med solgul randning, som åstadkommits med åtta dragningar i växlande riktningar. Ett 3 mm koniskt hål finns asymmetriskt placerat i tjockändan (fig. 6).

Fyndomständigheter. Ägget inlämnades 1961 till SHM av byggnadsarbetare S. Axberg. Enligt denne var det upphittat 1942 eller 1943 på ”2 m. djup” i kv. Kammakaren. Inga andra uppgifter finns. En sökning i bygglovshandlingarna i Sigtuna kommuns arkiv, gjord på vår begäran, gav inga uppgifter om några bygg- eller grundarbeten på platsen dessa år, sådana som Axberg möj-

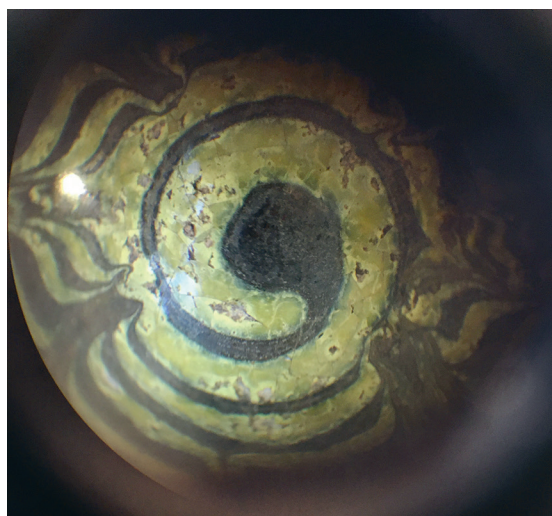
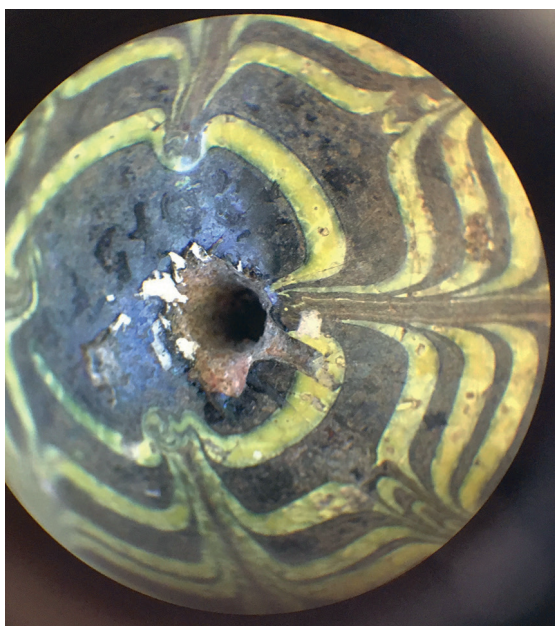
ligen kunde ha deltagit i. Kvarteret ligger centralt i staden, mellan Stora gatan och Strandvägen. I nordöst gränsar det till kv. Professorn och i nordväst vetter det mot kv. Trädgårdsmästaren.

Fyndkontext. Köpmansbutikerna i kv. Kammakaren vid Stora gatan ligger i Sigtunas mäktigaste kulturlagerzon och på ca 8 m.ö.h. Om vi spekulativt antar att ägget påträffats i samband med någon icke-dokumenterad anläggnings- eller byggverksamhet just där och att det låg 2 m under mark, innebär det en höjd av ca 6 m.ö.h. Det är i så fall på i stort sett samma nivå som fyndplatsen för ägget i angränsade kv. Professorn 3 (se nedan). Givetvis kan inget utifrån ett sådant antagande säkert sägas om fyndets datering. Att det hamnat där det hittades helt, och i gott skick, talar emot att det utan vidare är nedtrampat i kulturlagret och för att det kan vara frågan om något slags deposition. Kv. Kammakaren vetter mot Stora gatan och kv. Trädgårdsmästaren och gränsar i öster mot kv. Professorn.

Laborativt. Inte undersökt.

Anmärkning. Tillhör SHM men är utlånat till basutställning i Sigtuna Museum.

Litteratur. SHM:s kataloger.



*Fig. 6 & 7. Ägget sett från undersidan, med hål, och uppifrån. Foto: CL.
– View from below showing hole, and from above.*



Fig. 8. Sigtuna, kv. Professorn 3. Fnr 101. Foto: Sigtuna museum.

**Fragment av uppståndelseägg.
SM kv. Professorn 3. Fnr 101. Påträffat 1967.**

Beskrivning. Ett toppfragment från ett uppståndelseägg med rundad form, skålad insida och kantiga äldre brott. Måtten är 19x17 mm med 5 mm tjockt gods. Vikt 2 g. Ägget är gjort av röd lera med magring av rundade sandkorn. Godset är poröst, sannolikt på grund av bortbränd organisk magring. Den mörka bottenfärgen är spräckligt röd-brun-grå och utgörs av en transparent glasyr genom vilken godset i ägget syns. Mönstret utgörs av gulaktiga vågklamrar med tre omvända dragningar. Ytan är slät och har hög glans.

Fyndomständigheter. Påträffat av antikvarie Else Nordahl, Sigtuna Museum, vid undersökning inför ett planerat husbygge.

Fyndkontext. Fragmentet låg i underkanten av ett fyndrikt kollager under ett golv. Dess inmätta höjd var 6,41 m.ö.h. I lagret påträffades också bl.a. ett fragment av en grön glasyr, två fragmentariska enkelkammar, en dubbelkam och en triangulär kam. Efter granskning av dokumentationen (av RE och Anders Söderberg, Sigtuna Museum) kan fyndet stratigrafiskt dateras till 1050–1150. Det har sannolikt kommit att trampas ner i samband med ett nytt husbygge efter att ett äldre hus brunnit ner. Kv. Professorn vetter mot Stora gatan och ligger mittemot kv. Trädgårdsmästaren. I väster gränsar det mot kv. Kammakaren.

Laborativt. Både lergodset och glasyren undersökta:

- Sammansättningen av lergodset liknar den hos de tre äggen fnr 527, 3390 och 13231 från kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Produktionsplats kan inte avgöras säkert men är möjligen någonstans i Ukraina (dock inte Kiev). Se bilaga 1.

- Mörk och ljus glasyr tycks vara blandade utifrån samma grundrecept och karakteriseras av betydande värden fosforoxid och kalciumoxid. Det antyder att benaska och/eller aska från växter har ingått i recepten. Sannolikt skröjbränt innan glasering gjordes. Ägget har genom glasyrernas sammansättning ett nära släktskap med fnr 3390 och 527 från kv. Trädgårdsmästaren och fnr 2322 från kv. Professorn 4. Se bilaga 2 och 3.

Anmärkning. I Sigtuna Museums magasin.

Litteratur. Nordahl 1980.



Fig. 9. Den mörka bottenfärgen utgörs av en transparent glasyr färgsatt med järnoxid. Godset i ägget syns igenom. Foto: CL.
– Transparent iron oxide glaze.



Fig. 10. Sigtuna, kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Fnr 527. Foto: Sigtuna museum.

**Fragment av uppställelseägg. SM kv.
Trädgårdsmästaren 9-10. Fnr 527. Påträffat
1988–1990. (kv. Trädgårdsmästaren, ex. 1)**

Beskrivning. Ett fragment av ett uppställelseägg med rundad form, skålad insida och kantiga äldre brott. Mått 18x17 mm, godset 6–8 mm tjockt. Röd gods-färg, finmagrat med rödaktiga sandkorn. Skärven har en rödbrun till svart bottenfärg och ett mönster av omvända vågklamrar i gult med gröna inslag. I mönstret ingår två synliga dragningar åt varsitt håll, med sju mm avstånd mellan centrumlinjerna. Ytan är krackelerad men har hög glans (fig. 11). Dekoren är mycket lik fyndet fnr 3390 från samma lokal men godset visar att det inte är frågan om delar av samma föremål.

Fyndomständigheter. Vid arkeologisk undersökning inför nybyggnation, utförd av Sigtuna Museum.

Fyndkontext. I ett hörnhärdshus (stekarhus) på denna grävnings tomt III. I samma hus gjordes mycket rika fynd, särskilt kan nämnas guldfolie- och bärnstenspärlor, en glasing, bl.a. sländtrissor av så kallad volhynisk skiffer och av bly samt ett skärvelfragment med gulddroppar. Föremålet får antas ha tappats eller kasserats under husets brukningstid eller blivit kvar vid dess rivning. Datering: fas 9, 1200–1230. Kv. Trädgårdsmästaren vetter mot Stora gatan och mittemot ligger kv. Professorn och kv. Kammakaren.

Laborativt. Både lergodset och glasyren undersökta:

- Sammansättningen av lergodset liknar den för fnr 101 från kv. Professorn 3 och fnr 3390 och

23231 från kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Produktionsplats kan inte avgöras säkert men är möjligen någonstans i Ukraina (dock inte Kiev). Se bilaga 1.

- Både mörk och ljus glasyr karakteriseras av betydande värden fosforoxid och kalciumoxid. Det antyder att benaska och/eller aska från växter har ingått i recepten. Sannolikt skröjbränt innan glasing gjordes. Ägget har genom glasyrernas sammansättning ett nära släktskap med fnr 3390 från kv. Trädgårdsmästaren 9-10, fnr 101 från Professorn 3 och fnr 2322 från kv. Professorn 4. De mörka glasyrerna på ägg fnr 527 och fnr 3390 liknar varandra och kan vara blandade från samma grundrecept. Se bilaga 2 och 3.

Anmärkning. I Sigtuna Museums magasin.

Litteratur. Wikström, A. red. 2011. s. 130.



Fig. 11. Trots många små sprickor är ytan blänkande. Foto: CL.

– In spite of many small cracks, the egg's surface has a glossy shine.



Fig. 12. Sigtuna, kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Fnr 3390. Foto: Sigtuna museum.

**Fragment av uppståndelseägg.
SM kv. Trädgårdsmästaren 9-10.
Fnr 3390. Påträffat 1988–1990.
(kv. Trädgårdsmästaren, ex. 2)**

Beskrivning. Ett fragment av ett uppståndelseägg med rundad form, skålad insida och kantiga äldre brott. Måtten är 21x17 mm med 7 mm tjockt gods och vikten är 3 g. Godset består av röd lera som innehåller små sandkorn. Bottenfärgen är svart-brunmelerad. Mönsterfärgen är gulbeige med ett elegant utfört vågklammermönster med omvända dragningar med 4–6 mm mellanrum (fig. 14). Ägget har hög glans. Dekoren är mycket lik fnr 527, som enligt lergodsanalys är från samma område, men både utseendet på godset och den kemiska analysen visar att det inte handlar om olika fragment av samma föremål.

Fyndomständigheter. Vid arkeologisk undersökning inför nybyggnation, utförd av Sigtuna Museum.

Fyndkontext. I ett lager, avsatt på golvet till ett hantverkshus, på denna grävningstomt II. I samma hus gjordes mycket rika föremålsfynd, särskilt kan nämnas ett runben, ett arbete i guld/glascloné, guldfoliepärlor, fragment av glasbägare, glasingar och en tärning av horn. Dessutom fanns olika spår av koppar- eller silverhantverk. Föremålen får antas ha tappats eller kasserats under husets brukningstid eller blivit kvar vid dess

rivning. Kontexten är i rapporten förd till fas 8 men där anges också att fynden delas med fas 7. Datering: fas 7 eller 8, 1125–1200. Kv. Trädgårdsmästaren vetter mot Stora gatan och mitt emot ligger kv. Professorn och kv. Kammakaren.

Laborativt. Både lergodset och glasyren undersökta:

- Sammansättningen av lergodset liknar den för fnr 101 från kv. Professorn 3, fnr 527 och 13231 från kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Produktionsplats kan inte avgöras säkert men är möjligen någonstans i Ukraina (dock inte Kiev). Leran kan härröra från samma täkt som leran i fnr 13231. Se bilaga 1.

- Både mörk och ljus glasyr karakteriseras av betydande värden fosforoxid och kalciumoxid. Det antyder att benaska och/eller aska från växter har ingått i recepten. Sannolikt skrojbränt innan glasering gjordes. Ägget har genom glasyrernas sammansättning ett nära släktskap med fnr 527 från Trädgårdsmästaren 9-10 och fnr 101 från Professorn 3 samt fnr 2322 från Professorn 4. Den mörka glasyrerna i fnr 3390 och fnr 527

liknar varandra och kan vara blandade från samma grundrecept. Se bilaga 2 och 3.

Anmärkning. I Sigtuna Museums magasin.

Litteratur. Wikström, A. red. 2011. s. 117–119.



Fig. 13. I skärkans snitt syns hur den gula dekorfärgen tryckts ner i bottenglasyn vid mönsterdragningen. Foto: CL.
– The yellow decoration is visibly pressed down into the dark glaze.



Fig. 14. Ytan är höglansig med elegant utförda vågklamrar. Foto: CL.
– Highly shiny surface with elegantly executed curly brackets.



Fig. 15. Sigtuna, kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Fnr 13231. Foto: Sigtuna museum.

**Fragment av uppståndelseägg.
SM kv. Trädgårdsmästaren 9-10.
Fnr 13231. Påträffat 1988–1990.
(kv. Trädgårdsmästaren, ex. 3)**

Beskrivning. Ett fragment av ett uppståndelseägg med rundad form och kantiga äldre brott. Insi-
dan är inte synligt skålad. Måtten är 20x20 mm
med 7 mm tjockt gods. Vikten är 3 g. Godset
består av röd lera. Bottenfärgen är svart-brun-
melerad och kraftigt krackelerad. Under partier
där färgen flagnat är ytan svart. Mönsterfärgen
är ljusgul. Som en detalj av ett klammermönster
framträder en delad slinga (fig. 16). Fragmentet
har viss glans.

Fyndomständigheter. Vid arkeologisk undersök-
ning inför nybyggnation, utförd av Sigtuna Mu-
seum.

Fyndkontext. Utomhus strax bakom norrgaveln
på en hallbyggnad på tomt IV. Fas 7b. Fas 7:
1125–1175. Kv. Trädgårdsmästaren vetter mot
Stora gatan. Mitt emot ligger kv. Professorn och
kv. Kammakaren.

Laborativt. Lergodset undersökt. Sammansätt-
ningen liknar den för fnr 101 från kv. Professorn
3 samt fnr 527 och 3390 från kv. Trädgårdsmäs-
taren 9-10. Leran kan t.o.m. härröra från samma
täkt som leran i fnr 3390. Se bilaga 1.

Produktionsplats kan inte avgöras säkert men är
möjligen Ukraina (dock inte Kiev). Se bilaga 1.

Anmärkning. I Sigtuna Museums magasin.

Litteratur. Wikström, A. red. 2011. s. 112–113,
fig 91.

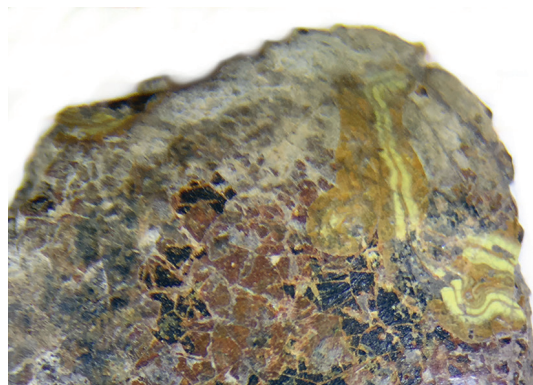


Fig. 16. Fragmentet har en ljusgul dekorfärg mot en
brunsvart botten. Foto: CL.
– Decoration in bright yellow over a brown-black
glaze.



Fig. 17. Sigtuna, kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Fnr 18668. Foto: Sigtuna museum.

**Fragment av uppståndelseägg.
SM kv. Trädgårdsmästaren 9-10.
Fnr 18668. Påträffat 1988-1990.
(kv. Trädgårdsmästaren, ex. 4)**

Beskrivning. Ett fragment av ett uppståndelseägg med rundad form, skålad insida och kantiga äldre brott. Godsfärgen är röd. Måtten är 24x19 mm och godstjockleken 4 mm. Vikt 2 g. Mönster med beiga vågklamrar med endast en dragning synlig. Handens darrningar syns från snurret med långsam kavalett (fig. 18). De ljusa dekorlinjerna är dessutom luddiga vilket kan vara en följd av glättning. Krackeleringar över hela ytan. Viss glans.

Fyndomständigheter. Vid arkeologisk undersökning inför nybyggnation, utförd av Sigtuna Museum.

Fyndkontext. I en hallbyggnad på tomt IV. Rika fynd, särskilt kan nämnas två vågskålsfragment, två karneolpärlor, flera glaspärlor och en sländtrissa av så kallad volhynisk skiffer. I grannhuset gjordes fynd av bl.a. en elfenbenskam och amforaskärvor. Fas 7b. Fas 7: 1125–1175. Kv. Trädgårdsmästaren vetter mot Stora gatan. Kv. Professorn och kv. Kammakaren ligger mittemot.

Laborativt. Lerans sammansättning är undersökt men har inga paralleller i tillgängligt jämförelse-material. Se bilaga 1.

Anmärkning. I Sigtuna Museums magasin.

Litteratur. Wikström, A. red. 2011. s. 112–113, fig. 91.



Fig. 18. Den ljusa dekorspiralen är gjord av en darrig hand på ett långsamt roterande ägg innan dragningarna gjordes. Foto: CL.

– The potter's hand apparently shook while applying the spiral pattern to the slowly rotating egg.



Fig. 19. Sigtuna, kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Fnr 20575. Foto: Sigtuna museum.

Fragment av uppståndelseägg.
SM kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Fnr 20575.
Påträffat 1988–1990.
(kv. Trädgårdsmästaren ex. 5)

Beskrivning. Ett bottenfragment av ett uppståndelseägg med rundad form och kantiga äldre brott. Insidan framstår inte som skålad. Måtten är 15x11 mm. Godset är 8 mm tjockt. Vikt 1 g. Godset är beige-rött och magrat med små glesa runda sandkorn. Äggets bottenfärg är röd-gråmelerad och utgörs av en transparent glasyr genom vilken godset i ägget syns. Mönsterfärgen är gul-ockragul med viss glans och strimmorna är något upphöjda eftersom de inte helt flutit ihop med bottenfärgen. Ytan är krackelerad (fig. 20). Glasyr har flutit in i hålet.

Fyndomständigheter. Vid arkeologisk undersökning inför nybyggnation, utförd av Sigtuna Museum.

Fyndkontext. Tomt V. I passage III eller i ett två rums mitthärdshus – rutan skärs av en husvägg. Fas 7b. Fas 7, 1125–1175. Kv. Trädgårdsmästaren vetter mot Stora gatan och mittemot ligger kv. Professorn och kv. Kammakaren.

Laborativt. Inte undersökt.

Anmärkning. I Sigtuna Museums magasin.

Litteratur. Wikström, A. red. 2011. s. 112–114, fig. 91.

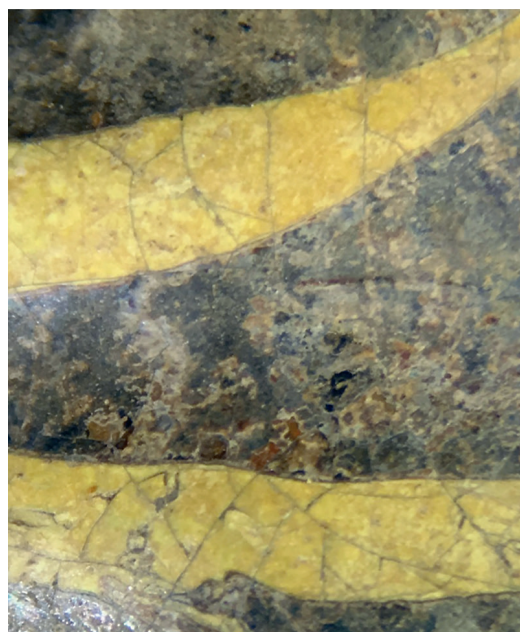


Fig. 20. Äggets bottenfärg utgörs av en semitransparent glasyr genom vilken godset syns. Foto: CL.
 – Semi-opaque glaze.



*Fig. 21. Närbild av hålet i botten. Foto: CL.
– Close-up of hole on underside.*



Fig. 22. Sigtuna, kv. Professorn 4. Fnr 2322. Foto: Sigtuna museum.

**Uppståndelseägg. SM kv. Professorn 4.
Fnr 2322. Påträffat 1996.**

Beskrivning. Ett komplett uppståndelseägg, sprucket i två delar på mitten från topp till bottenhål, med kantiga äldre brott. Mått 48 x 31 mm. Godstjocklek mellan 5 och 14 mm. Vikt 42 g. Godset består av gulbeige färglera magrad med olikfärgade sandkorn. Äggets bottenfärg är ljusgrå och mönsterfärgen ljusgul. Mönstret består av vågklamrar som åstadkommit med tio dragningar, alla åt samma håll. Ägget är svallat, ytan matt och helt utan glans (fig. 25). Rostpålagring från annat föremål i kulturlagret har skett på den trubbiga delen av ägget. Bottenhål 5 mm dit rost trängt in. Kulan är bevarad och av lera, lätt äggformad, 8–10 mm i diameter, och tydligt rullad mellan två händer. Vikt 1 g.

Fyndomständigheter. Vid arkeologisk undersökning inför nybyggnation, utförd av Sigtuna Museum. Ägget höll ihop vid framtagningen men föll vid hanteringen omedelbart därefter isär längs en äldre spricka.

Fyndkontext. I denna grävningens lager 3, som bestod av kulturjordsblandad sand med rikligt med benavfall, hantverksspill mm, tolkat som ett transgressionslager och preliminärt daterat till ca 975–1125. (Grävningens resultat är inte slutligt bearbetade eller publicerade.) Ungefär samma nivå, ca 4 m.ö.h., som fyndet från kv. Ödåker 4, SHM 18562. Kv. Professorn vetter mot Stora gatan och ligger mittemot kv. Trädgårdsmästaren. I väster gränsar det mot kv. Kammakaren.

Laborativt. Både lergodset och glasyren undersökta:

- Ett av de två Sigtunafynd som enligt ICP-analys säkert är tillverkat i Kiev. Det andra är fnr 231:4702:1 från kv. Draken 1. Se bilaga 1.
- Mörk och ljus glasyr är troligen blandade utifrån samma grundrecept och karakteriseras av betydande värden fosforoxid och kalciumoxid.



Fig. 23. Sigtuna, kv. Professorn 4. Fnr 2322. Insida. Ägget föll vid framtagningen isär längs en äldre spricka från bas till topp. Detta antyder att det tillverkats i en tvådelad tryckform och att en svaghet funnits latent i fogen. Foto: Sigtuna museum.

– The clean edges of the break reveal the egg's probable manufacture in a two-piece mould.

Det antyder att benaska och/eller aska från växter har ingått i recepten. Sannolikt skröjbränt innan glasering gjordes. Ägget har genom glasyrernas sammansättning ett nära släktskap med fnr 3390 och 527 från kv. Trädgårdsmästaren 9-10 och 101 från Professorn 3, Se bilaga 2 och 3.

Anmärkning. I Sigtuna Museums magasin.

Litteratur. Edberg 2023. Tesch 1996. Wikström 2008. Wikström 2021: 31–33.



Fig. 24. Kulan som legat lös inne i ägget och skallrat. Foto: Sigtuna museum. – The enclosed clay bead that produced the rattling sound.

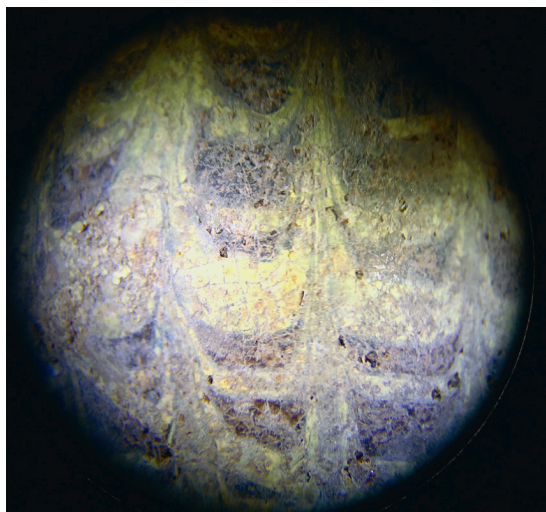


Fig. 25. Ytan är svallad och de gula och grå färgerna helt utan glans.

– Surface worn down to a dull yellow and grey.



Fig. 26. Sigtuna, kv. Professorn 1. Fnr 7146. Foto: Sigtuna museum.

**Uppståndelseägg. SM kv. Professorn 1.
Fnr 7146. Påträffat 1999–2000.**

Beskrivning. Ett komplett uppståndelseägg. ”Intakt” enligt anteckning 1999 i den aktuella grävningens fynddatabas. Registrerad vikt 31 g. Uppgifter om mått saknas. Utifrån foto bedöms bottenfärgen vara brunaktig med gul, men svartnad, dekor av vågklamrar. Två dragningar är synliga. Ägget är sekundärbränt men verkar vara välbevarat. Av en spegling i fotot att döma har ytan viss glans. Ingen uppgift om något skramlande föremål inuti.

Fyndomständigheter. Vid arkeologisk undersökning inför nybyggnation, utförd av Sigtuna Museum.

Fyndkontext. I brandrester från ett bränt torvtak till ett hörnhärdshus (bostadshus) i västra delen av denna grävnings tomt I. Vid grävningen uppfattades föremålet som att det varit undanstoppat uppe vid taket. Från avsatta lager i huset framkom en rad fynd, bland vilka kan nämnas amforakeramik, glaspärlor, ett bultlås och en trätunna. Fas 10b, 1075–1090. Kv. Professorn vetter mot Stora gatan och ligger mitt emot kv. Trädgårdsmästaren. I väster gränsar det mot kv. Kammakaren.

Anmärkning. Ägget registrerades rutinmässigt i samband med utgrävningen. Det togs 2003 ut ur samlingarna för att ingå i en tillfällig utställning. Då togs också ett foto, det enda som finns av detta föremål som sedan dess är försvunnet. Uppgifterna här bygger på fyndregistret, rapporten och granskning av fotot.

Laborativt. Inte undersökt.

Litteratur. Wikström, A. m.fl. red. 2021. s. 255–257.



Fig. 27. Sigtuna, kv. Draken 1. Fnr 231:4702:1. Foto: Sigtuna museum.

**Fragment av uppställelseägg.
SM kv. Draken 1. Fnr 231:4702:1.
Påträffat 2015.**

Beskrivning. Ett fragment av toppsidan av ett uppställelseägg med rundad form, skålad insida och kantiga äldre brott. Godsfärgen är röd. Skärvan mäter 28x26 mm med en tjocklek av 5 mm. Vikten är 6 g. Godset är poröst på grund av bortbränd organisk magring. Dekoren består av vågklamrar gjorda med omvända dragningar, fyra stycken. Föremålet är sekundärbränt och den mörka ytan har en mörkgrå färg, medan dekorglasyren är solgul/svavelgul med dragning mot grönt (fig. 28) – och med tanke på sekundärbränningen mycket välbevarad och blank.

Fyndomständigheter. Vid arkeologisk förundersökning i samband med rörläggning och dräneringsarbeten, utförd av Arkeologikonsult.

Fyndkontext. I ett avfallslager med grus, sten, gödsel, träflis, ben, bränd lera och läderspill. I ett schakt vid Stora gatan. Fas 1. Datering: Efter 1125.

Laborativt. Lergodset undersökt. Ett av de två Sigtunafynd som säkert är tillverkat i Kiev. Det andra är fnr 2322 från kv. Professorn 4. Se bilaga 1.

Anmärkning. Fyndbeteckningen 231:4702:1 är åsatt av Arkeologikonsult, som utförde undersökningen. Denna förkortas i denna text, och i bilagorna, i vissa sammanhang till "D-231" Med 231 avses egentligen kontextnumret. I Sigtuna Museums magasin.

Litteratur. Lindeberg 2017.



Fig. 28. Trots att ägget är sekundärbränt är ytan blank. Foto: CL.

– In spite of later fire damage, this egg's surface has retained its high gloss.

2b. Sammanfattning av Sigtunafynden

Föremålen. Fyra av äggen från Sigtuna är kompletta och till formen som hönsägg, om än en smula mindre än de ägg som finns i handeln i vår samtid. Två av dem är 44 mm långa, ett 48 mm. Diametern är 32, 33 respektive 34 mm. Det försvunna fjärde exemplaret mättes inte vid registreringen. De övriga sju är fragmentariska men tillräckligt stora för att färg och mönster i viss mån framgår. Färgställningen är som variationer på ett tema med två kontrasterande färger, en mörk (brunaktiga kulörer) och en ljus (gulaktiga kulörer).

Alla utom ett har varianter av det arketypiska vågklammer- eller fjädermönstret, åstadkommet med dragningar med ett vasst föremål genom påförda spiralcirkel. Undantaget är fragmentet fyndet nr 20575 från kv. Trädgårdsmästaren där det istället tycks vara frågan om ett rent cirkel- eller spiralmönster.

Dragningarna som framkallar mönstret med vågklamrar kan utföras antingen med alla parallellt – med utgångspunkt antingen i äggets breda eller smala sida – eller med varannan upp, varannan ner. På åtta av Sigtunas elva ägg kan stildraget avgöras: sju har omvända, endast fyndet nr 2322 från kv. Professorn 4 har parallella dragningar. På återstående fynd kan saken inte avgöras eftersom fragmenten är för små. Om antalet omvända dragningar inte är udda utan jämnt så kommer givetvis två likvärdiga dragningar att mötas vilket är fallet på fyndet SHM 18562 från kv. Ödåker 4.

Eftersom föremålen legat tusen år i jorden har de påverkats av den markkemiska miljön. Några har också skadats av brand. Ändå har ytan på de flesta behållit en ursprunglig glans. De två hela, kompletta och bevarade äggen har visserligen krackeleringar i ytan men är ändå i mycket fint skick. Fyndet kv. Professorn 4 nr 2322 är det enda vars yta är helt matt, säkerligen orsakad av mångårig svallning och nötning i en sandig sjöbotten.

Det kan inte nog betonas hur mycket dessa konstfärdigt glaserade och utstyrda föremål skiljer sig från tidens inhemska lergods. Enda jämförelsematerial är enstaka kulturlagerfynd av fragment av orientaliskt gods. Först under 1200- och 1300-tal blir importerade glaserade kärl, så kallad B II-keramik, vanliga i Sigtunamiljön.

Fyndomständigheterna. Samtliga elva Sigtunas

uppståndelseägg är kulturlagerfynd från stadsmiljö. Inget är från någon grav och inget kan hellre associeras med områden med förstörda gravar. Nio är sakkunnigt framtagna, ett är påträffat av lekmän men ändå med viss dokumentation och ett är ett lösfynd men med en mycket vag uppgift om fyndomständigheter. Den antikvariska dokumentationen av Sigtunas fynd får som helhet sammanfattningsvis betecknas som relativt god.

Den stora merparten av uppståndelseäggens fyndplatser ligger som ett kluster i centrala staden, där marknivån i dag är ca 8 m.ö.h. och kulturlagren är som mäktigast. Fyndet kv. Professorn 4 nr 2322 och kv. Ödåker 4 fnr SHM 18562 skiljer sig genom att de har påträffats på 3–4-metersnivån, dvs. platser som under sen vikingatid och tidig medeltid legat under vatten eller i översvämningssonen. Platsen för fyndet i kv. Ödåker 4 ligger dessutom ett stycke utanför klustret.

Dateringarna. Av de elva Sigtunafynden är nio framtagna av arkeologer. Av dessa tillhör sju analyserade och publicerade undersökningar där dateringarna baseras på stratigrafi och är rätt starka. Två andra tillhör opublicerade undersökningar men har dock bedömts antikvariskt och dateringarna får betecknas som goda, även om ramarna är bredare än i de sju första fallen. Två är hittade av privatpersoner vid byggnadsarbete med åtföljande stratigrafiska osäkerhet.

Som framgår av *tabell 1* kan endast ett ägg (fnr 7146 från kv. Professorn 1) stratigrafiskt säkert hänföras till tiden före 1100. Dateringar till 1000-talet kan inte uteslutas för äggen från kv. Professorn 3 fnr 101 och kv. Professorn 4 fnr 2322 men är hypotetiska. Samma gäller också för de av privatpersoner påträffade äggen från kv. Ödåker 4 fnr 18562 och kv. Kammakaren fnr 26457. Noterbart är att äggen i dessa fynd alla, utom fyndet från kv. Professorn 3 fnr 101, visserligen är i olika skick men ändå kompletta. Ägget från kv. Ödåker 4 fnr 18562 är påträffat på en plats där kulturlager – eventuellt – ännu inte börjat bildas. Också ägget från kv. Kammakaren kan, om upphittarens minnesuppgift är riktig, kan ha funnits i lagerbotten. Fem fynd har klara och säkra 1100-talsdateringar och ett fynd dateras till 1200 eller närmast strax därefter. Alla dessa är fragmentariska. Spekulativt får vi då en idé om att kompletta ägg (4 ex) = 1000-tal och att fragment (7 ex) = 1100-tal.

<i>Plats</i>	<i>Fnr</i>	<i>Fragm.grad</i>	<i>Datering</i>
Kv. Trädgårdsmästaren 9–10 (ex 1)	527	fragment	1200–1230 vt
Kv. Trädgårdsmästaren 9–10 (ex 2)	3390	fragment	1125–1200 vt
Kv. Trädgårdsmästaren 9–10 (ex 3)	13231	fragment	1125–1200 vt
Kv. Trädgårdsmästaren 9–10 (ex 4)	18668	fragment	1125–1175 vt
Kv. Trädgårdsmästaren 9–10 (ex 5)	20575	fragment	1125–1175 vt
Kv. Professorn 1	7146	helt	1075–1090 vt
Kv. Draken 1	231:4702:1	fragment	efter 1125 vt
Kv. Professorn 3	101	fragment	ca 1050–1150 vt
Kv. Professorn 4	2322	helt, i delar	ca 975–1125 vt
Kv. Ödåker 4	SHM 18562	helt	odaterat
Kv. Kammakaren	SHM 26757	helt	odaterat

*Tabell 1. Sju Sigtunafynd har goda stratigrafiska dateringar. Dateringarna för övriga fyra är mer svävande.
– Seven of the Sigtuna finds have firm stratigraphical datings. Datings for the other four are less precise.*

3. Övriga nordiska fynd

3a. Fem (+ett udda) föremål

Förutom fynden i Sigtuna är tre fynd från södra Gotland de enda kända i Sverige. I SHM:s samlingar finns dessutom ett keramiskt klot, ett udda föremål, som vi tagit med i förteckningen eftersom utförandet påminner en hel del om äggens.



Fig. 29. Lilla Ringome, Alva. SHM 9259. Foto: CL.

Uppståndelseägg. Lilla Ringome, Alva. Påträffat 1893. SHM 9259.

Beskrivning. Ett komplett uppståndelseägg, märkbart påverkat av tiden i jorden, men ändå relativt välbevarat och med viss glans. Måtten är 50x34 mm och vikten 42 g. Godsfärgen är röd. Okulär granskning visar att ägget är begjutet med ett gult lager och därefter dekorerat med en brun dekorfärg, således i motsatt ordning som brukligt. Det gula lagret har på många ställen vittrat vilket fått till följd att det bruna framstår i kraftig relief. Svarta krackelerade fläckar med vita kalkavlagringar förekommer. Mönster med vågklamrar skapat med nio dragningar, varannan uppåt, varannan nedåt. Hål i båda ändar, 4,5 mm resp. 3 mm. De kan möjligen i första hand vara gjorda av tillverkningstekniska skäl, till exempel för att lätt kunna fixera ägget vid dekorerings då det måste roteras. Ägget skramlar kraftigt när man skakar det så kulan inuti är antagligen relativt stor.

Fyndomständigheter. Funnet av arbetaren Oskar Larsson.

Fyndkontext. "I hagmark" utan närmare precisering.

Laborativt. Inte undersökt.

Anmärkning: I SHM:s magasin.

Litteratur. SHM:s kataloger. Hagberg 1906. Arne 1911, 1914.



Fig. 30. Två sidor av ägget. Foto: CL.
– The egg viewed from both sides.



Fig. 31. Burge, Rone. SHM 3421, GPC 20191. Foto: CL.

**Uppståndelseägg. Burge, Rone.
Påträffat 1865. SHM 3421, GFC 20191.**

Beskrivning. Ett komplett uppståndelseägg. Mått-
ten är 41 x 34 mm och vikten 29 g. Godsfärgen
är röd. Gråsvart bottenglasyr och gul dekorglasyr.
Två dragningar – en från basen och upp, den an-
dra från toppen och ner. Ca 1/3 av ägget är täckt
av småknottrig glasyr (fig. 33). På resten av ytan
är glasyren helt avflagnad. Hål i både bas och
topp med diameter 2 mm respektive 3 mm. Båda
bedöms vara primära och möjligen i första hand
gjorda av tillverkningstekniska skäl, till exempel
för att lätt kunna fixera ägget vid dekorerings
då det måste roteras. Ägget kan stå upprätt på sin bas. Det
innehåller en kula och skramlar när det skakas.

Fyndomständigheter. Påträffat av arbetskarlen Nils
Siltberg.

Fyndkontext. Möjligen i ett av grustag förstört vi-
kingatida gravfält.

Laborativt. Inte undersökt.

Anmärkning. Tillhör SHM, deponerat i GM.
I Gotlands Museums utställning.

Litteratur. SHM:s kataloger. Trotzig 1991,
s. 158–159.



Fig 32. Närbild av den något ojämnt påförda
dekoren. Foto: CL. – Close-up of the somewhat
unevenly applied decoration.



Fig. 33. Ägget har hål i både bas och topp. Båda är primära och troligen gjorda av glaserings-
tekniska skäl. Foto: CL. – Original holes at both top and bottom. Probably a technical requirement of the glazing procedure
used.



Fig. 34. Bottarve, Fröjel. Fnr 1989: 6166. Foto: CL.

Uppståndelseägg. Bottarve, Fröjel. Påträffat 1989. GM, inventarienummer inte uppgivet; Utgrävarens (Dan Carlsson) fyndnummer: Fröjel 1989: 6166.

Beskrivning. Ett komplett uppståndelseägg. Den fågeläggliknande grundformen har deformerats vid dekoreringsen och ägget har fått en form snarlik en melonpärlas. Det kan stå för sig själv på sin bas. Måtten är 37x31 mm och vikten 31 g. Godsfärgen är grå. Lerfärgen går inte att bedöma då ägget bränts i syrereducerande miljö. Botten- glasyren är gråbrunmelerad, dekorglasyren gul. Mönstret är i två delar: från toppen och neråt finns två till tre obrutna gula spiralvarv, därunder 14 dragningar uppifrån och nedåt mot basen genom spiralvarven och grundglasyren, som bildar ett bågmönster. Att formen påverkades av dragningarna antyder att glaseringsen/dekoreringen gjordes på rått, fuktigt lerägg och att det därmed troligen brändes endast en gång. Den gula glasyren har vittrat på liknande sätt som på ägget från Alva, SHM 9259. Den har fallit ur dekoren på större områden och lämnat en relief av mörk glasyr. Ägget skramlar när det skakas. Hål i både bas och topp med diameter 3 mm respektive 2 mm som båda är något spetsovala. De kan vara gjorda av tillverkningstekniska skäl, till exempel för att lätt kunna fixera ägget vid dekoreringsen då det måste roteras. Glasyren runt hålen har rundad utsmält kant vilket också antyder att de är gjorda före glaseringsen.

Fyndomständigheter. Vid fil. dr Dan Carlssons forskningsundersökningar inom ramen för projektet Gotlands vikingahamnar och Fröjel Discovery Programme.

Fyndkontext. I åkermark med bortodlade gravar på norra delen av fastigheten Bottarve 1:17.

Laborativt. Inte undersökt.

Anmärkning: I Gotlands Museums utställning.

Litteratur. D. Carlsson 1999 avbildning med bildtext s. 106, om Bottarve 1:17; s. 107–150. D. Carlsson 2004 avbildning med bildtext s. 24, om Fröjel, s. 20–25.



Fig. 35. Ägget har hål i både bas och topp. Båda är primära och är troligen gjorda av glaserings tekniska skäl. Foto: CL.

– Original holes at both top and bottom. Probably a technical requirement of the glazing procedure used.

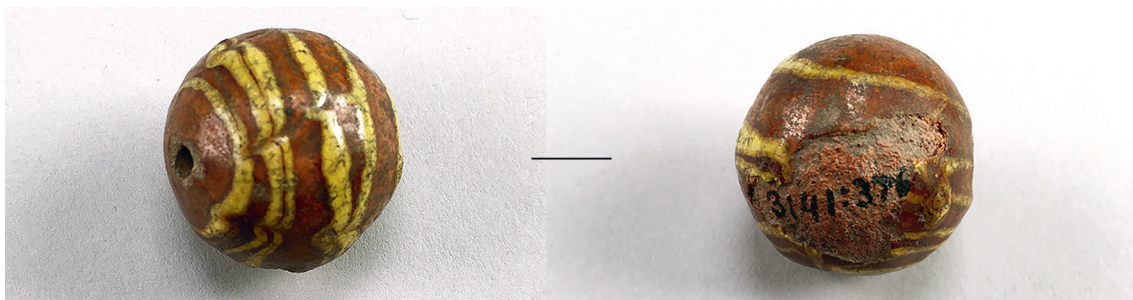


Fig. 36. Okänd fyndort. SHM 3141. – Unknown provenance. Foto: CL.

Keramisk kula från okänd plats. 1800-talsackvision. SHM 3141.

Beskrivning. En ihålig kula, 26 mm diameter, med vikten 15 g. Kulan består av rött gods. Förutom ett 3 mm hål från tillverkningen ”i botten” finns ytterligare ett 1 mm hål ”i midjan”. Det senare är förmodligen inte ursprungligt. Solgul engobe är lagd med horn teknik direkt på keramiken i ett oregelbundet spiralmönster med fem dragningar liknande tekniken på uppståndelseäggen. Ett vågklammermönster har då uppstått. Kulan är tunt glaserad med brunrödaktig transparent glasyr. Gissningsvis är den först skröjbränd och sedan glasyrbränd. Det skramlar inuti när man skakar den.

Fyndomständigheter. Föremålet kom till SHM på 1800-talet, enligt kataloguppgift sannolikt i ett parti föremål inköpt från en samlare i Malmö. Det saknar helt uppteckningar om fyndplats och andra fynduppgifter.

Anmärkning: I SHM:s magasin.

Laborativt. Inte undersökt.

Litteratur. SHM:s kataloger.

Två fynd av uppståndelseägg från Slesvig

Från den södra delen av landskapet Slesvig i det medeltida Danmark, nu i Tyskland, finns två fynd av keramiska uppståndelseägg. Det ena, från Hedeby, påträffades 1969 i ett kulturlager innanför halvkretsvalLEN. Det är 44 mm stort och mönstret består som gula eller ljusbruna vågklamrar med omvända dragningar mot brunaktig botten. Det betecknas vara av östslavisk härkomst och för-

modligen ett religiöst minnesföremål från Kiev. Ingenting sägs om dateringen, men Hedeby's kulturlager sträcker sig fram till och med 1000-talet. En svartvit teckning har publicerats (Müller-Wille 1988: 774–775, Abb. 6:3)

Det andra fyndet, från Slesvigs stad, är publicerat med en svartvit bild av vilken framgår att det har en enkel cirkeldekor. I övrigt lämnas inga

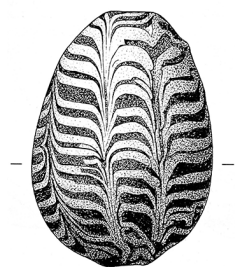


Fig. 37. Keramiskt uppståndelseägg från Hedeby enligt Müller-Wille 1988. Höjd 44 mm.
– Ceramic resurrection egg from Hedeby (Haithabu), Germany.



Fig. 38. Keramiskt uppståndelseägg från Slesvigs stad enligt Vogel 2002. Inga måttuppgifter tillgängliga.
– Ceramic resurrection egg from Slesvig (Schleswig) town, Germany.

uppgifter (Vogel 2002: Abb 2:4). Slesvigs stad börjar anläggas vid 1000-talets mitt.

Föremålen från Slesvig har inte granskats av oss. De bevaras hos Landesmuseen Schleswig-Holstein dit vi vänt oss för att om möjligt få ytterligare uppgifter, men fått besked om att sådana för närvarande inte kan lämnas ut (Joachim Schultze i epost till RE 2024-06-04).

3b. Sammanfattning av övriga nordiska fynd

De tre gotländska fynden består av kompletta, mer eller mindre oskadade föremål. De skiljer sig en hel del i utseendet. Äggen från Rone och Fröjel har båda ett jämnt och elegant vågklammermönster, medan ägget från Alva är mindre noggrant dekorerat. Slingorna på det senare är ojämna och dragningarna inte fullföljda. Därmed är vågklamrarna endast antydda. Av de gotländska äggen har ägget från Fröjel parallella dragningar, de övriga två omvända. Vidare är det slående hur olika de tre är: ägget från Rone är i mönster och utförande mycket likt de elegantaste äggen från Sigtuna och andra fyndorter. Ägget från Fröjel är också mycket skickligt dekorerat men med kraftigare linjeföring och med cirkelmönster runt toppen. Det är dessutom uppenbart råglaserat. Ägget från Alva är av något enklare utförande

med svajiga linjer. Det är förbryllande att alla tre, trots sina olikheter, är utrustade med varsin två hål – ett i basen, så som uppståndelseägg brukar ha, och ett i toppen. Toppålen har av oss bedömts som primära på äggen från Rone och Fröjel och möjligen som sekundära på ägget från Alva.

Två av Gotlandsäggen är lösfynd, inlämnade av privatpersoner och utan detaljerad proveniens. Ägget från Rone kan möjligen sättas i samband med blandade gravfynd som vid samma tid lösts in av SHM bl.a. från gården Burge (jfr Trotzig 1991: 158–159). Om ägget från Alva kan ingenting sägas annat än att fyndplatsen uppges som hagmark, tillhörande en viss gård. Ägget från Fröjel är däremot sakkunnigt tillvarataget men i en av åkerbruk helt omörd gravfältsmiljö (Carlsson 1999: 107ff och Dan Carlsson i ett personligt meddelande i epost till RE 2023-10-05). Alla de tre föremålen får antas härröra från gravar och föras till tiden från 1000-talets slut till 1100-talets mitt. Den keramiska kulan från samlaren i Malmö kan vara påträffad varsomhelst, kanske även utomlands, och är omöjlig att närmare datera. Hedebyss och Slesvigs uppståndelseägg är kultur-lagerfynd.

4. Utomnordiska fynd och forskningshistorik

Inledning

I referensverket *Reallexikon der germanischen Altertumskunde* finns en karta över den geografiska fördelningen av antikvariskt kända keramiska uppståndelseägg. Påfallande är spridningen inom ett brett stråk över västra Ryssland, Ukraina, Polen och östra Tyskland, räknat på dagens gränser. Trots att många fynd tillkommit är utbredningsområdet i stort sett detsamma som långt tidigare noterats av forskare som t.ex. Arbman (ovan) (fig. 39). *Reallexikon* anger fyndens datering till intervallet mellan slutet av 900-talet och början av 1200-talet (Gabriel 2000: vol. 16, 487–488: Abb. 47).

Antikvarier i Tsarryssland uppmärksammade redan på 1800-talet dessa särpräglade föremål. När den tidigare nämnde svenske arkeologen

Ture Arne skrev på 1910-talet (referenser till hans arbeten i inledningen, ovan), drog han paralleller mellan de två svenska – gotländska – fynd som då var för handen och de publicerade fynd från ryska områden, som han kände till. Efterhand har forskningen blivit relativt omfattande. För att kunna följa den har vi penetrerat rysk- ukrainsk- och polskspråkig vetenskaplig litteratur.

Det forntida Rus

Kort efter andra världskrigets slut utkom ett stort sovjetiskt verk vars titel, översatt från ryska, lyder *Forntida hantverk i Rus*. Där behandlade Boris Rybakov *pisanki* tämligen utförligt. Som tillverkningsplatser angav han i första hand Kievområ-

3) Med Rus – ibland också transkriberat Rus' – (Русь) betecknas de östslaviska furstendömen som bildade kärnområde för senare tiders Tsarryssland. Andra begrepp som avser samma sak är Kiev Rus (*Киевская Русь*) och Det forntida Rus (*Древняя Русь*). Ytterligare ett begrepp, som förekommer, är Det fornryska riket.

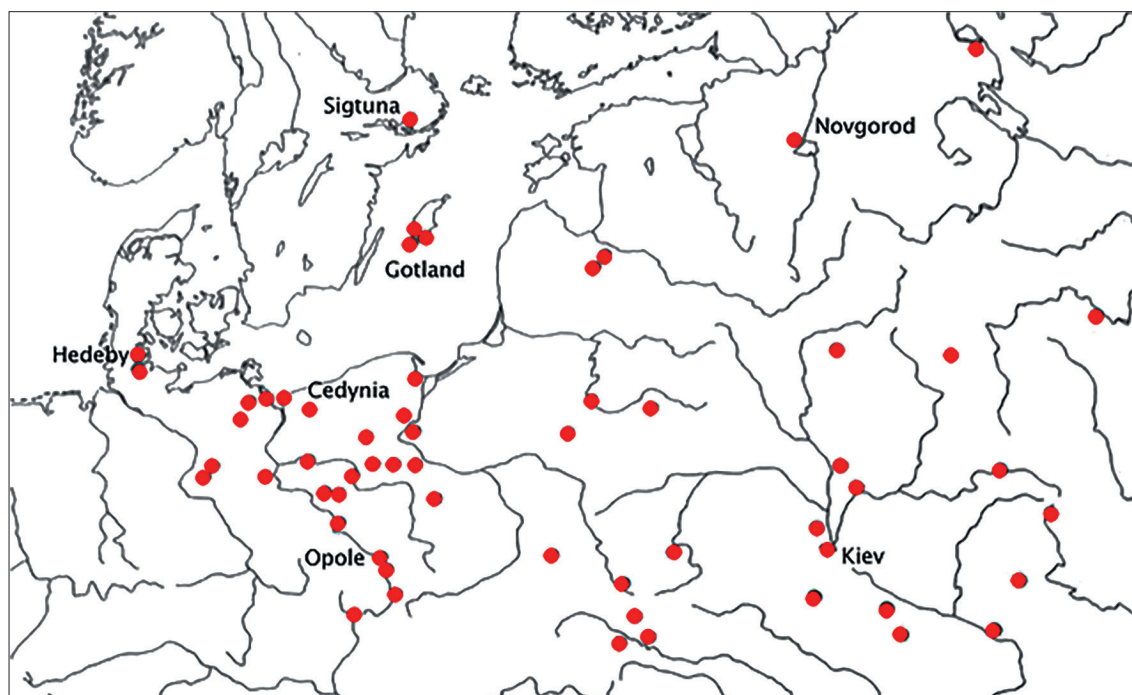


Fig. 39. Fyndplatser för keramiska uppståndelseägg. Kartan bearbetad efter Gabriel 2000.
– Find-places of ceramic resurrection eggs. After Gabriel 2000, modified.

det. Därifrån har de, hette det, spridits över hela det forna Rus.³ De är, framhöll denne forskare, kända både från landsbygden och från städernas kulturlager. Han nämnde samtidigt fynd i Kiev och Belgorod av keramiska vägg- och golvkakel från 1000- och 1100-talen, som han betecknade som tillverkade med fint krossad *smalt* och med pastillageteknik, och av fynd av en degel med färgrester (fig. 40). (Det Belgorod som avses är inte den ryska storstaden med detta namn utan en historisk, befäst ort strax väster om Kiev vars namn på ukrainska skrivs Bilhorod. Den by som nu ligger på platsen benämns historiskt Belgorodka, nu Bilhorodka.) Kvalitén varierade: vissa var mäterligt, andra klumpigt gjorda. Uppståndelseäggen uppvisade i sin tur samma dekor, dvs. vad som vi i denna artikel benämner vågklamrar, som kaklen (Rybakov 1948: 360–363, fig. 99, 100). Han angav ingen närmare datering för när äggen började tillverkas.

Tio år efter Rybakovs arbete utgav Michail Karger ett annat betydande verk med en titel som kan översättas med Det forntida Kiev. Där diskuterades uppståndelseäggen utifrån i stort sett samma källmaterial som det Rybakov utnyttjat. Författaren framhöll särskilt parallellerna till och betydelsen av det samtida, glaserade kaklet vilket han åskådliggjorde med flera bilder från

utgrävningar i Belgorodka och även Vysjgorod (Vyshhorod) en annan befäst ort, strax norr om själva Kiev. Liksom också Rybakov gjort framhöll han att dessa var prov på en avancerad keramisk glasyrteknik som var okänd i Västeuropa vid samma tid och spekulerade i att hantverket nått Rus med krigsflyktiga bulgariska keramiker från grekiska (dvs. bysantinska) områden. Han underströk att verkstäder i Kiev och dess omgivning var först i Europa med att producera vad som han liksom Rybakov betecknade som pastillagekeramik, som också uppståndelseäggen skulle vara exempel på. Karger förtecknade en rad platser där han kände till att uppståndelseägg påträffats, både inom och utom Sovjetunionens gränser, och antalet på varje, både gravfynd och övriga (Karger 1958: 447–449, fig. LXXXV, LXXXVI, LXXXVII). Han gick dock inte in på några närmare detaljer ifråga om fyndomständigheter eller dateringar.

En senare sammanfattning av forskningsläget nämner att den äldsta kända, inhemskt tillverkade glaserade keramiken i Rus utgörs av kakel från Tiondekyrkan i Kiev. Denna uppfördes på 990-talet. Från S:t Sofiakyrkan i samma stad, invigd 1045, finns likadant kakel. Med hjälp av petrografiska analyser har det belagts att kaklen i båda kyrkorna tillverkats av lokala leror och

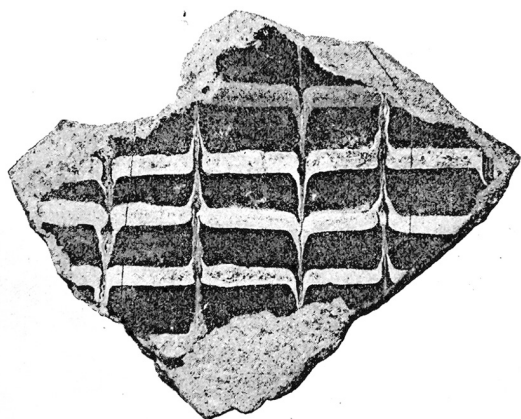


Fig. 40. Kakel från Belgorod (Bilhorod), en befäst ort strax väster om Kiev, Ukraina. Mönstret med vågklamrar är detsamma som på merparten av de keramiska uppståndelseäggen. Utan skala. Efter Arne 1914. – Ceramic tile with similar wave pattern from Bilhorod (Belgorod), a fortified site just west of Kiev, Ukraine.

spektralanalyser av glasyren har visat att sammansättningen är densamma. Idén om att det funnits en specialiserad keramisk verkstad i Kiev kontinuerligt från och med storfurst Vladimirs tid har styrkts (Makarova & Rozenfeldt 1997: 28).

Att det i Kievområdet finns kakel med liknande vågklammerdekor som uppståndelseäggen påpekades redan av äldre forskare (t.ex. Arne 1914: 216–217, fig. 365; Rybakov 1948: 360–363, fig. 100). Att *pisanki* är produkter från samma verkstäder förefaller övertygande men någon närmare startår för tillverkningen är inte belagt. Men att anta att den inletts senast vid 1000-talets början är rimligt.

I kontrast mot detta resonemang har den amerikanske forskaren Thomas Noonan snarare velat sätta de första keramiska uppståndelseäggen i samband inte med kaklet utan med en omfattande tillverkning av blyglaserade mosaiker som inleddes i Kiev omkring 1100 och upphörde omkring hundra år senare (Noonan 1989). Denna uppfattning kan vara svår att förena med att många fynd har tämligen goda 1000-talsdateringar, baserade på sina kontexter. Om dessa inte är felaktiga är en möjlig tolkning att de tidigaste *pisanki* tillverkats på andra platser än i Kievområdet.

I Novgorod är kulturlagren välbevarade och har kunnat dateras mycket exakt med hjälp av dendrokronologi. Utgrävningar har ägt rum sedan 1930-talet och kontinuerligt under hela efterkrigstiden (Brisbane red. 1992: 111–122; Koltjin 1958, 1982: 156–178, 1985). Också Novgorod har en S:t Sofiakyrka, vilken uppfördes på 1040- och 1050-talen, och att det där liksom i Kiev utvecklades en keramikverkstad med bysantinska hantverkare anses klarlagt. I stadens 1000-talslager finns vidare enstaka fynd av gla-

serade kärl med metallglans och upphöjd dekor (Makarova & Rozenfeldt 1997: 29).

Keramiska uppståndelseägg, påträffade i Novgorod, var utgångspunkten vid Tatjana Makarovas ansats till typologisk indelning. På hennes tid var totalt närmare 100 av dessa föremål antikvariskt kända. Av fynden från Rus var omkring 70 kända, varav 60 antingen bevarade eller också beskrivna på ett tillräckligt utförligt sätt som medgav jämförelser. Av dessa var 29 funna i Novgorod och 31 i övriga Rus. Makarova indelade sitt material i två kategorier, dels baserat på glasyrens karaktär, dels på hur noggrant och skickligt äggen var utförda. De bästa exemplaren i den första gruppen kännetecknades enligt henne av att de getts en metallisk lyster och att dekoren var perfekt symmetrisk. Denna grupp förde hon främst till verkstäder i Novgorod. Den andra, som bestod av ägg utan glans och med enklare utförande, främst till Kiev och övriga södra Rus. Av de 19 *pisanki* med metallglans som påträffats i Novgorod var 16 exemplar från lager avsatta inom en tidsram mellan 1000-talets mitt och 1130-talet. Hon föreslog att det under ett par generationer funnits en verkstad i Novgorod med keramik som behärskat denna avancerade teknik. Också i Rjazan finns fynd av kakel med metallglans och denna stad kunde också ha varit platsen för tillverkning av förstklassiga uppståndelseägg. Den andra gruppen bestod av föremål där man inte haft någon ambition att skapa en metallisk lyster och där dekorens linjer antingen varit för tjocka eller för tunna (Makarova 1966).

Före Makarovas forskningsinlägg hade uppståndelseäggen från Novgorod givits allmänt hållna dateringar till det tionde, elfte och början av tolfte århundradet (Koltjin 1958: 111). Makarova ansåg sig således kunna snäva in den-

na datering betydligt. Detta gällde dock endast uppståndelseäggen av grupp 1. Fynd av grupp 2 bedömde hon vara svårare att datera. Hennes slutsatser kontrasterade ändå således i viss mån mot den äldre uppfattningen om Kievområdets förhandsroll i tillverkningen av keramiska ägg. Några av de många fynden från Novgorod är avbildade i färg i Koltjin 1985: 133, bland dem ett, Koltjins fig. 253, med vågklammerdekor vilket i bildtexten dateras till 1000–1100-tal. Ett annat, Koltjins fig. 255 med spiraldekor, till 1000-talet. Båda har mönster i gult mot brun bakgrund.

Någon nyare forskningsgenomgång av Novgorodfynden än Makarovas finns inte, enligt nägen upplysning av professor Peter Gajdukov, Arkeologiska institutet vid Ryska vetenskapsakademien (epost till RE 2024-02-04). Gajdukov lämnade samtidigt ett tips om att ett nyfynd i Novgorod, gjort efter Makarovas tid, publicerats. Det är från ett 1100-talslager och av utgrävaren fördd till Makarovas grupp 2 med möjligt ursprung i Kiev (Olejnikov 2016, fig. 7).

Makarova byggde sin analys på okulär bedömning och karaktäriserade föremålen som överglaserade med opak glasyr. Några tekniskt-keramiska undersökningar av gods eller glasyr redovisade hon inte. Det gjorde inte heller den forskare, Hanna Sjovkopljas, som därefter publicerade 22 uppståndelseägg ur Historiska museet i Kievs samlingar. De härrörde både från Kievområdet och andra platser i Ukraina. Av beskrivningarna och bildmaterialet i artikeln att döma förekom både mycket välgjorda och betydligt enklare utförda ägg i materialet. Ifråga om tillverknings sättet uppgav hon att experiment som nyligen genomförts, och som hon refererade, visat att glasyren påförts genom att det skröjbrända lerägget sänkts ner i glasyrmedel, utspätt i kallt vatten (Sjovkopljas 1980).

Fynden från Ukraina behandlades senare i en artikel av Alina Susjko. Hennes material bestod av 21 dels kompletta, dels halvfärdiga, dels fragmentariska uppståndelseägg och hon anslöt sig efter en genomgång av dessa till den typindelning som Makarova gjort, ovan, och också till

uppfattningen att grundglasyren påförts genom doppning men att dekoren därefter applicerats med horn teknik, dvs. tryckts ut genom ett litet hål i toppen på en spets (Susjko 2011). Artikeln innehåller färgbilder. Samma forskare återkom sedan med en laborativ analys (Susjko 2020).

Det finns i ovan nämnd litteratur vissa uppgifter om fynd av *pisanki* i gravar, också barngravar, i Rus. Det gäller t.ex. från platser inom radimitjernas bosättningsområde vid övre Dnjepr och från Chernigovområdet. Bland gravfynden från en by, Lipovo, där undersökningar ägde rum under tidigt 1900-tal, fanns fyra *pisanki* (Rybakov 1948: 362; Motsia 1993: 99–100). Uppgifter om äldre gravfynd i Rus ger ofta intryck av att dokumentation saknas eller endast är rudimentär vilket då givetvis också gäller dateringarna. Inte sällan tycks detta bero på att fynden en gång i världen gjorts av forntidsintresserade godsägare som låtit gräva på sin egen mark för att leta efter antikviteter. Ibland resulterade detta i och för sig i påkostade föremålspublicationer (t.ex. Khanenko 1902)⁴

Polen och det västslaviska området

Också i Polen uppmärksammades uppståndelseäggen i äldre forskning. I ett arbete som behandlade 1930-talets stadsgrävningar i det gamla ärkebiskopssätet och landets tidigmedeltida huvudstad Gniezno, exempelvis, rapporterades fyndet av ett oskadat uppståndelseägg med brun grundfärg och ljusgrön ornamentik. Ett antal fragment hade också påträffats varav ett med mörkgrön bakgrund med brunt mönster. Föremålen betecknades som importvaror från Rus – närmast Kiev (Kostrzewski 1939: 326–327, fig. 3). Det polska materialet noterades också av Arberman (1948) som tolkade de svenska äggfynden i termer av en handelsväg från södra Rus genom Polen till Skandinavien.

En annan äldre polsk artikel, av Zofia Hilcerówna, redovisade 26 fynd av uppståndelseägg inom de gränser, som Polen fick efter andra världskriget. Det gäller både fynd från gravar, i något fall daterat till 1000-talet, och andra platser

4) En uppgift (Khanenko 1902: 63, fig. XXXV: 1351) har av en svensk forskare lästs som om det förelåg ett gravfynd av uppståndelseägg från en tidpunkt mellan 200- och 600-talet, vilket föranledde henne till slutsatser om föremålstypens datering redan till denna tid (Hagberg 1906). En missförstånd av den ryska texten tycks föreligga. En bild av samma ägg, ett fynd från Kievs *podol*, återges f.ö. av Sjovkopljas 1980 fig. 1:3 tillsammans med uppgiften att det inte längre är bevarat.



Fig. 41. Keramiskt uppståndelseägg från Cedyndia, Västpommern, Polen. Påträffat i en barngrav. Höjd 48 mm. Foto: Muzeum Narodowe w Szczecinie.
 – Ceramic resurrection egg from Cedyndia, Western Pomerania, Poland, from a child's grave.



Fig. 42. Barngrav från Cedyndia, Västpommern, Polen. Två keramiska uppståndelseägg hade ställts vid fotändan. Efter Porzezinski 2006.
 – Child's grave from Cedyndia, Western Pomerania, Poland, showing two ceramic resurrection eggs placed at the foot end.

samtidigt som hon beklagade att fyndomständigheterna i allmänhet var dåligt kända och att datering därför vanskliga. De ovannämnda fynden från Gniezno förtecknas också, med dateringar till 1000- och 1100-talen. Hon betonade de frapanta likheterna mellan föremålen, speciellt den särpräglade ornamentiken som hon ville likna vid de parenteser som används inom aritmetiken och föreslog att det handlat om serieproduktion. Teckningar eller foton av en del av föremålen belägsagade texten. Ifråga om uppståndelseäggets proveniens och spridning hade hon samma uppfattning som Arbman (Hilcerówna 1951).

En nyare studie av en annan polsk forskare, inriktad på förkristen äggsymbolik bland slaverna, redovisar 18 fynd av keramiska ägg i gravar på västslaviskt, dvs nuvarande polskt område och i östra Tyskland. Dessutom inte mindre än 66 fynd av kompletta och fragmentariska föremål i boplat- och stadsmiljöer (Kajkowski 2020). De uppgivna dateringarna är för båda kategorierna allmänt hållna och 1000- och 1100-talen dominerar. I materialet finns några möjliga, men inga tydliga, dateringar till före år 1000.

Vid Cedyndia i Västpommern, nordvästra Polen, grävdes på 1970- och 1980-talen ett stort gravfält med tidigmedeltida skelettgravar ut. I en

barngrav påträffades två keramiska uppståndelseägg, ställda vid fotändan. Ett avbildat ägg anges vara 48 mm högt med 37 mm i diameter. Fotot tyder på ett högklassigt arbete med parallella dragningar från smaländan nedåt. Graven ifråga tillhör en grupp som anges som lokalens äldsta, daterad till perioden från 900-talets mitt till skiftet mellan 1000- och 1100-tal (Porzezinski 2006: 24–25, 328, tab. 1). Detta är det bäst dokumenterade gravfyndet av keramiska uppståndelseägg som vi känner till. (Fig 41, 42)

En ny polsk studie behandlar keramiska uppståndelseägg funna i Schlesien, främst Wrocław och Opole, och tillsammans med dem ett antal andra särpräglade keramiska föremål som stjärnor och knottriga, klotformade skullror. Författare är Aleksandra Pankiewicz och Sylwia Siemianowska. För äldsta fynd av uppståndelseägg i Opole fanns tidigare en stratigrafisk datering till 900-talets slut vilken de ifrågasätter. Istället för de det aktuella lagret, och därmed också fyndet ifråga, till efter 1060. Ett annat Opolefynd, daterat till ca 1025–1050, framstår enligt artikeln därmed som det äldsta i Schlesien. De schlesiska fynden hör generellt till 1000- 1100- och 1200-talen. Artikeln har färgbilder (Pankiewicz & Siemianowska 2020).

Rumänien

Helt nyligen har också ett antal keramiska uppställningsägg från regionen Dobrudja i Rumänien publicerats och utvidgar därmed det kända spridningsområdet för dessa föremål betydligt. Området ligger mellan Donaus nedersta lopp, flodens delta och Svarta havet. Det gäller 14 kompletta och sju fragmentariska. Dessutom nämns att tre sådana föremål är kända från den angränsande

Varnaregionen i Bulgarien. Fynden från Dobrudja härrör både från synkretistiska gravmiljöer och boplatlager. I området förekommer dessutom fynd av snarlika ägg gjorda av sten och av återanvänd romersk betong. Dateringarna i artikeln är allmänt hållna, i ett intervall från 900-talet till 1200-talet och framåt. Ingen säker datering till tiden före år 1000 nämns (Szmoniewski & Stănică 2023)

5. Lergods- och glasyranalyser

Inledning

Vi har låtit genomföra naturvetenskapliga analyser på föremål från Sigtuna, Kiev med närområde i Ukraina samt Wrocław och Opole i Schlesien, Polen. De redovisas och diskuteras här. Syftet har varit att spåra äggens tillverkningsplats eller -platser med dels hjälp av analyser av lergodsets sammansättning, dels glasyrernas kemiska komponenter. Inget av föremålen från Gotland har undersökts laborativt.

Lergodset

Leror från olika geografiska områden har i regel speciell och karaktäristisk sammansättning. Det keramiska godset i äggen kan jämföras dels med lergods som man säkert vet är lokalt producerat på fyndorten, och med godset i fynd från annat håll. På så sätt kan produktionsplatser eller -områden avgränsas. Även om man inte får någon ren ”träff” så kan vissa regioner efter en analys ofta utslutas.

Torbjörn Brorsson vid Kontoret för keramiska studier i Landskrona har, i samarbete med OMAC Laboratories, Galway, Irland, och på vårt uppdrag utfört Inductively Coupled Plasma-analyser (ICP/ MA-ES) av lergodsets kemiska sammanfattning på sju fragment av uppställningsägg från Sigtuna. I jämförande syfte har han också utfört motsvarande analyser på ett antal uppställningsägg från Kiev i Ukraina och från två platser i Schlesien, Polen: Wrocław och Opole. Brorssons rapport med utförliga uppgifter om material, metod och resultat återfinns som Bilaga 1.

Eftersom undersökningsmetoden kräver att en aning godsmaterial skärs bort, var det utslutet att prova de oskadade Sigtunaäggen. De som kom ifråga var dels dels det kompletta men

sönderspruckna ägget från kv. Professorn 4 (fnr 2322) varifrån gods kunde tas från insidan, och de sju fragmentariska äggen med sina äldre brottytor. Av praktiska skäl togs inget materialprov på det minsta av dessa fragment men av Sigtunas elva fynd kunde ändå sju undersökas. Provtagningen gjordes av Torbjörn Brorsson, RE och Anders Söderberg vid Sigtuna Museum.

Från Kiev (inklusive den närlägnade befästa platsen Bilhorod) undersöktes prov på lergodset från sex uppställningsägg. Beträffande Wrocław respektive Opole undersökte från varje plats två. För jämförelsens skull analyserades också flera prov på lokalt framställd keramik från Kievområdet och Schlesien. Alla uppställningsägg- och keramikprover från Ukraina valdes ut och ställdes till vårt förfogande av Dr Alina Susjko vid Museet för Kievs historia och Arkeologiska institutet vid Ukrainas vetenskapsakademi, båda i Kiev. De från Polen av Dr Sylwia Siemianowska vid Institutet för arkeologi och etnologi vid Polens vetenskapsakademi, Wrocław. Båda dessa forskare har tidigare publicerat arbeten om uppställningsägg och var, sedan vi kontaktat dem, beredda till ett samarbete till ömsesidigt gagn.

Det visade sig vid ICP-analysen att inget av Sigtunafynden var tillverkat av lera från Uppland och östra Mälardalen utan att alla hade främmande proveniens. Lergodset i två av Sigtunaäggen (kv. Draken 1, fnr 231:4702:1 och kv. Professorn 4, fnr 2322) stämde således väl med alla sex äggen från Kiev. Fyra ägg (kv. Trädgårdsmästaren 9-10 fnr 527, 3390 och 13231 samt kv. Professorn 3, fnr 101) var i godset mycket lika varandra och kan ha samma härkomst, som dock inte gick att fastställa. Ett av de analyserade Sigtunaäggen,

kv. Trädgårdsmästaren 9-10 fnr 18668, visade sig ha en helt udda sammansättning av godset och inget kan sägas om ursprunget.

Att Sigtunaägg visade sig vara tillverkade Kiev var inte oväntat, men icke desto mindre ett välkommet belägg för ett sedan länge antaget förhållande. Kanske ännu intressantare var, att medan Kieväggen var två, fyra andra visade dels keramisk överensstämmelse sinsemellan samtidigt som att deras proveniens inte kunde säkert påvisas. Två av dessa var såpass lika att lerorna kan härröra från samma täkt. Det är med andra ord en icke lokaliserad tillverkningsplats, enligt Torbjörn Brorssons bedömning möjligen någonstans i Ukraina, men inte Kiev. Uppgifter om respektive undersökts äggs proveniens enligt denna analys har förts in i presentationen av Sigtunafynden, ovan.

Av de polska äggen i Brorssons studie härrörde båda fynden från Wrocław från Kiev medan fynden från Opole av allt att döma var tillverkade av i Wrocław och Opole lokalt förekommande leror. Att ägg importerats från Kiev kan inte överraska de polska forskarna, som länge sett detta som troligt (t.ex. Paskiewicz & Siemianowska 2020). De två beläggen för lokal produktion kan vara intressantare för dem.

Inget av de undersökta äggen, varken från Sigtuna, Ukraina eller Polen, visade någon godsöverensstämmelse med keramikleror från nordvästra Ryssland, ett område där det både finns många fynd av uppståndelseägg och forskning som argumenterar för lokal produktion. Detta är givetvis inget argument mot att uppståndelseägg inte också framställts i Novgorod och på andra platser i denna del av Rusriket, endast att en eventuell export därifrån inte syns i det här undersökta materialet, varken i Sigtuna, Kievområdet och de schlesiska städerna. Oss veterligen saknas ICP-analyser av Novgorodfynd.

Glasyrerna

Ett sätt att närma sig frågan om olika tillverkningsorter är att studera vilka kemiska komponenter som ingår i föremålets glasyrer. Skilda glasyrstudier har tidigare gjorts på uppståndelseägg påträffade i Ukraina (Susjko 2020) och i Polen (Siemianowska m. fl. 2023). I april 2024 lämnade vi, i samarbete med Sigtuna Museum, fyra skärivor för mineralkemisk analys till Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm. Analysen utfördes

med hjälp av svepelektronmikroskop med energidispersiv röntgenspektroskopi (SEM-EDS) (bilaga 3.)

De föremål som undersöktes var fynden kv. Professorn 3 nr 101, kv. Professorn 4 nr 2322, kv. Trädgårdsmästaren 9-10 nr 527 och kv. Trädgårdsmästaren 9-10 nr 3390. Av vardera togs sex spektra. Urvalet ägde rum innan resultatet av lergodsanalysen förelåg. Bland de glasyrundersökta visade sig senare fyndet kv. Professorn 4 nr 2322 härröra från Kiev och de andra tre tillhör den ovannämnda grupp på fyra som har gemensam men obestämd tillverkningsplats, möjligen i Ukraina.

Glasyrerna på de fyra analyserade Sigtunafynden har tydliga likheter i sammansättningen. Samtliga har en grundglasyr som består av kisel-dioxid/kvarts (glasbildande), benaska och/eller växtaskor (glasbildande), blyoxid (PbO, flussande och glasbildande), lera (där aluminiumoxid Al_2O_3 ingår som stabilisator). De mörka glasyrerna är genomgående färgsatta med järnoxid (Fe_2O_3) och i sju glasyrer av åtta med tennoxid (SnO_2). Samtliga gula glasyrer är färgsatta med både järnoxid och tennoxid.

Från Ukraina och Polen förelåg sedan tidigare glasyranalyser på lokala fynd av uppståndelseägg, publicerade av Alina Susjko och Sylwia Siemianowska (referenser ovan). Genom att Sigtunaföremål nu analyserats på samma vis är jämförelser möjliga. De proveniensbestämningar av lergodset som nu uppnåtts kan diskuteras ihop med slutsatserna av analysen av glasyrerna. Det visar sig att glasyren på ägget kv. Professorn 4 nr 2322, framställt i Kiev, har tydliga likheter med glasyren på andra ägg från Kiev som också de proveniensbestämts till Kiev.

Fyndet Professorn 3 nr 101, kv. Professorn 4 nr 2322 och kv. Trädgårdsmästaren 9-10 nr 527 som lergodsanalysen förde till gruppen med obestämd härkomst uppvisade sinsemellan överensstämmelser i glasyrernas sammansättning och också med fynden från Kiev. Alla tolv glasyrer på ägg tillverkade i Kiev och på en oidentifierad plats uppvisar ett starkt släktskap genom innehåll av fosforoxid (P_2O_5) och kalciumoxid (CaO) som antyder att askor använts som glasyrmaterial. Det märkliga är att samtliga glasyrer innehåller högre värden av fosforoxid än av kalciumoxid vilket betyder att de alla har ett oväntat och oförklarad överskott av fosforoxid. Komponenterna för

dess två grupper har sannolikt blandats från pulver av enskilda material enligt specifika recept.

Glasyren på de två äggen från Schlesien har en grundglasyr som innehåller ca 1/4 kvarts (glasbildande) och ca 3/4 blyoxid (PbO, flussande och glasbildande). De skiljer sig markant från övriga analyserade ägg. En jämförelse av analyser från svepelktronmikroskop av glasyrer på sex olika uppståndelseägg och glasringar/pärlor från regional glasindustri visar att bitar av blyglas som krossats till pulver är grundmaterialet i glasyrerna. En suspension av glaspulvret och lite lera i vatten har bildat glasyren på äggen.

De keramiska uppståndelseäggen har ofta beundrats för sin höga keramiska kvalitet och för den yrkesskicklighet som måste ha krävts för tillverkningen. Men att förmågan och omsorgen vid utförandet också varierat en hel del är uppenbart om man jämför ett antal föremål, också inklusive sådana som finns publicerade i forskningslitteraturen. Detta bör dels bero

på att det kan ha funnits olika recept på glasyrer. Dels på att äggen tillverkats i olika verkstäder med varierad teknisk nivå, på samma eller olika platser, och som över tid utvecklats eller långsamt sjangserat. Att enklare varianter, och efterapningar, förekommer är också tydligt.

Att de olika verkstäderna/produktionsområdena starkt värnade om sina tekniska upptäckter är sannolikt liksom att glasering av keramik och processen vid tillverkning av glaserade uppståndelseägg sågs som högteknologi. Man kan förutsätta att glasyrrecepten i möjligaste mån hölls hemliga. Det vi ser i det arkeologiska materialet – den vida spridningen av fynd av uppståndelseägg över östra Europa, till Sverige och Danmark – är en slags hajp, ett mode och begär. Incitamenten till att härma, att lägga tid på att utveckla egna metoder och glasyrrecept tycks ha varit starka.

6. Diskussion och slutsatser

Inledning

De keramiska uppståndelseäggen är mycket ovanliga fynd i Norden där Sigtuna är den i särklass största fyndlokalen. Man bör notera att de två äldsta fynden här dels består av kompletta, oskadade ägg och dels att de påträffats av och lämnats in av privatpersoner. Motsvarande gäller de äldsta två av Gotlands tre fynd. En orsak till att dessa tillvaratagits är rimligen just det faktum att de är hela och att upphittaren för de första lagt märke till dem som vackra, ovanliga och märkliga föremål och för det andra med fog kunnat förvänta sig viss ersättning vid inlösen. De fragmentariska äggen härrör å sin sida alla från arkeologiska undersökningar. Motsvarande förhållanden tycks i stora drag gälla också i Ryssland, Ukraina och Polen.

Tillverkningsplatser

Hur många keramiska uppståndelseägg är totalt kända antikvariskt? Gabriel (2000), som allt som allt pekade ut ca 55 fyndlokaler, gjorde inga beräkningar av antalet dokumenterade, enskilda föremål. Makarova (1966) fann vid en genomgång att det handlade om ca 100, alla länder och fyndorter inräknade, därav ca 70 från Rus. När Sjøv-

kopljas skrev sin artikel (1981) angav också hon ca 70 från det forntida Rus, som således framstod som den helt dominerande fyndregionen. Någon senare sammanställning har såvitt oss är bekant inte publicerats, men en ny genomgång skulle gissningsvis utöka antalet fynd från Rus, dvs nutida ryskt, ukrainskt och vitryskt område, en del.

Noterbart är att Kajkowski (2020), utifrån en sorgfällig inventering av forskningslitteraturen, kunnat förteckna totalt 84 fynd från västslaviskt området, med en kärna i historiska regioner som Storpolen, Pommern och Schlesien. Polen framstår därmed kvantitativt som lika betydelsefullt som Rusriket i traditionen med keramiska uppståndelseägg. Det totala antalet kända föremål blir därmed i motsvarande mån betydligt större.

Frågan om äggen är import eller lokal produktion är därmed självfallet inte på något vis löst. Produktionsplatser kan bestämmas på olika sätt. Att de ibland kan vara desamma som fyndplatserna är tydligt, speciellt om fynden kommer från urbana miljöer medan avancerad keramik knappast tillverkats i byarna på landet. En relativt nyligen publicerad forskningshistorisk uppsats, av Viktor Tkatjenko, tar upp frågan ur detta per-

spektiv. Han anser att de många nyfynden stärker uppfattningen att Kievområdet är centrum för tillverkningen varifrån äggen har exporterats över hela Rus. Han föreslår också att tillverkning bör kunna ha skett också i Galicien och Volhynien, dvs. i västra Ukraina enligt dagens gränser. Makarovas synsätt med ursprung i norr, främst i Novgorod, accepterar han inte (Tkatjenko 2018). Denne forskare återvänder med andra ord till de uppfattningar om tillverkningsområde som för länge sedan formulerades av portalfigurerna i sovjetisk forskning Rybakov och Karger (se ovan).

Men utan goda stödjande belägg går det inte att dra slutsatsen att platser med många fynd är identiska med produktionsplatserna. För om en produkt t.ex. i första hand är avsedd att exporteras och säljas på främmande marknader så kan fynden istället vara koncentrerade till dessa.

I och med möjligheten att göra laborativa analyser tillkommit är förutsättningarna goda för att skapa ny kunskap om vilken plats eller region där de tillverkats och om likheter och skillnader mellan de olika fynden i olika tekniska avseenden. Vår studie är den första som gjort komparativa lergods- och glasyranalyser på denna typ av föremål. Vårt material är ändå tämligen litet i förhållande till totalantalet kända föremål av detta slag och slutsatserna bör inte pressas. Vårt perspektiv har varit svenskt.

Dateringar

Till skillnad mot allmänt hållna uppgifter från tidigare forskare om möjliga 900-talsdateringar, så finns, vad vi kunnat utröna, inte någon enda säker fynddatering av keramiska uppståndelsegg till tiden före år 1000. Detta sagt med det självklara förbehållet att arkeologiskt påträffade ägg givetvis i första hand belägger deponeringstiden, inte tillverkningstiden, och att en reservation får göras om att föremål omhuldats i familjer eller i kyrklig miljö i flera generationer innan de hamnat i andra kontexter⁵.

Men med tanke på den i östra Europa tidigare helt okända glasyrtekniken, som uppståndelseäggen är prov på, är det åtminstone för Rusrikets del rimligt att i likhet med Rybakov och andra äldre forskare söka ursprunget i de keramiska verkstäderna vid kyrkobyggena i det nykristnade

landet, där inkallade hantverkare introducerade östromerska tekniker och metoder och kakel till kyrkor och palats tillverkades med liknande mönster som uppståndelseäggen. Dessa byggen kom igång på 990-talet. När tillverkningen av uppståndelsegg inletts där har inte kunnat fastställas exakt men den har synbarligen stått i flor under en ungefärlig hundraårsperiod, från 1000-talets början eller mitt till 1100-talets början eller mitt.

De keramiska uppståndelseäggen har från tillverkningsorterna spritts över stora områden i Rus och Östeuropa. Också orter bortom den slaviska världens landamären, som Sigtuna och Gotland, nåddes så småningom av enstaka exemplar. Fynden från Norden är som framgått ovan spridda över 1000- och 1100-talen och 1200-talets första årtionden. Också polska forskare som uttalat sig har sett keramiska uppståndelsegg som import från Kiev eller Kievområdet med vissa förbehåll för möjlig kopiering i polska territorier (t.ex. Hilcerówna 1951; Pankiewicz & Siemianowska 2020). Kajkowskis sammanställning (ovan) aktualiserar frågan om tidig produktion också i Polen. Lergodsanalyserna på föremål från Wrocław och Opole som vi publicerar (bilaga 1) ger, trots att antalet är litet, substans åt denna fråga – ännu mer tack vare upptäckten av deras särpräglade glasyr.

Typologi

Någon allmän typologi utöver den som formulerades av Makarova (1966) med hänsyn till föremålens hantverksmässiga kvalitet och konstvetenskapliga halt, som diskuterats mer i detalj ovan, finns inte. Om denna ännu kan tillämpas kan ifrågasättas. Ett mycket stort antal nya fynd har gjorts under de förflutna 60 åren och metoden med materialbestämning med laborativa metoder har tillkommit och riskerar att ställa saken på huvudet.

Makarovas första typ karakteriseras dels och främst av hög ytglans, dels av noggrant och skickligt applicerad dekor. Denna producerades, i hennes värld, främst i Novgorod. Alla Sigtunaägg utom det ”sandblästrade” ägget från kv. Profesorn 4 har glans. Ifråga om dekoren är den på de oskadade äggen SHM 18562, SHM 26757 och

5) I en kronologi över fynd från Novgorod heter det att pisanki förekommer vid 900-talets slut (Koltjin 1982: 175 & tabell 7).

fragmenten nr 527 och 3390 från kv. Trädgårdsmästaren 9–10 avgjort i toppklass. Övriga, med eventuellt undantag av det endast spiralmönstrade nr 20575 från kv. Trädgårdsmästaren 9–10, framstår också som skickligt gjorda. Den bevarade biten glasyr på fragmentet nr 13231 från kv. Trädgårdsmästaren 9–10 är för litet för att bedömas. Sammanfattningsvis finns inga föremål av markant sämre kvalitet bland Sigtunafynden och en tillämpning av Makarovas typologi skulle peka mot att tillverkningen ägt rum i Novgorod. Mot detta står att inget av de sju Sigtunafynd, som testats, tillverkats av leror typiska för Novgorodkeramik.

Tillverkningsmetod och dekormönster

Uppståndelseäggen formades av lera genom tumning eller i tvådelad tryckform. Innan formen slöts placerades en eller flera lerkulor i ägget. Det gjorde sedan att det färdiga ägget lät som en skallra när det skakades. Mönstren består av en mörk, begjuten bottenglasyr på vilken en ljus, oftast gul, dekorslinga applicerats genom hornsteknik på ett roterande ägg och bildat en spiral. På de typiska uppståndelseäggen är ränderna i den ljusa mönsterspiralen sammandragna med bottenglasyn genom upprepade dragningar med ett spetsigt verktyg. Dragningarna gjordes växelvis från den breda basen till äggtoppen och från äggtoppen till den

bredda basen. Resultatet är ett fjäderliknande mönster uppbyggt av vågklamrar. En variant där dragningarna upprepat gjorts i samma riktning – endast från basen till toppen eller endast från toppen till basen – bildar uppåtsträvande eller nedåtgående bågar.

Ett glaserat uppståndelseägg med sina blänkande ytor och fjäderliknande dekor var rimligen många gånger svårare att dekorera än en platt kakelplatta. Det gällde att åstadkomma glasyrer som höll sig flytande och inte rann av under dekoreringsen. Precision och snabbhet krävdes. Tillverkningen av äggen har vidare krävt avancerade ugnar och annan verkstadsutrustning. En gissning är att ett perfekt uppståndelseägg var i paritet med ett mästarpöv.

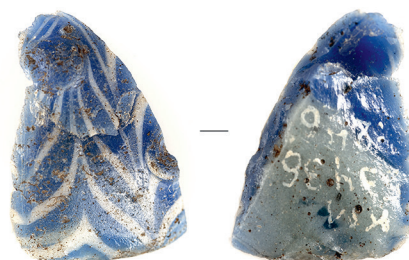
Vad gäller dekoren har, allmänt sett, det egendomliga vågklammermönster, som återfinns på uppståndelseäggen (liksom på kaklet från tidiga kyrkobyggen i Rus, se ovan) sin klara förebild i antik och orientalsk glasutsmyckning. Konsthistorikern Carl Johan Lamm skrev att

”...glaskärl ornerade med en glastråd av från kärlet avvikande färg, som i spiral lindats kring glasets och som med ett kamartat verktyg på vissa punkter förskjutits i en eller två riktningar och slutligen intryckts i glasets ytskikt, bildande ett *fjäder- eller flätverksartat mönster*” var synnerligen omtyckta i Syrien under islamsk tid men även i

*Fig. 43. Parfymflaska av polykromt glas från den artonde dynastin i Egypten, ca 1350 fvt. Ett tidigt belägg för vågklammermönstret. Foto: The Trustees of the British Museum (CC BY-NC-SA 4.0). Längd 145 mm.
– Perfume container of polychrome glass with curly brackets. Egypt, ca. 1350 BCE.*



Fig. 44. Glasskärva med vågklammerdekor påträffad vid undersökningar i Lund, kv. Färgaren 22. Höjd 21 mm. Mistogs först för ett fragment av ett keramiskt uppståndelseägg och har därefter felaktigt i olika översikter publicerats som ett sådant fynd. KM 53436:246. Foto Nelly Herberg/Kulturen. – Glass sherd from Lund, Sweden, with curly brackets. Mistakenly registered initially as a piece of a ceramic resurrection egg, and this erroneous identification has re-appeared in various subsequent publications.



Egypten använde man denna dekorationsart ”vilken ju, som bekant, uppstått i faraonernas land” (Lamm 1933: 48, plansch 13, A, B).

Ett festligt egyptiskt exempel är en parfymflaska av polykromt glas, föreställande en fisk, och från den artonde dynastin, ca 1350 fvt (Wilson 1989: 84, figur 103) (*Fig. 43*). Vidare: glassepecialisten Lars G. Henricson poängterar att pärlor tillverkades med denna teknik i Orienten under vendel- och vikingatid. Sådana har påträffats också i Sverige. Tekniken har använts av nutida svenska glaskonstnärer och keramiker som Bertil Vallien och Wilhelm Kåge (epost till RE 2024-01-15).

För övrigt bedömdes och publicerades ett arkeologiskt fynd i Lund 1961, med dekor av vågklamrar, som ett fragment av ett keramiskt uppståndelseägg. Dateringen var 1000–1050 (Blomqvist & Mårtensson 1963: 209) Fyndet visade sig vid senare granskning inte vara något ägg och heller inte keramik utan en skärva av ett glasföremål (*Fig. 44*). Fyndbeteckningen hos Kulturen är KM 53436:246 (antikvarie Gunilla Gardelin, epost till RE 2023-08-22).

Flera av de uppståndelseäggsforskare som vi i övrigt refererar till i denna uppsats understryker också detta flertusenåriga stilistiska arv (så t.ex. Makarova 1966).

Vågklammermönstret är således i grunden nonfigurativt vilket inte hindrar att betraktare ibland uppfattat det, i likhet med Arbman (ovan), som föreställande olika företeelser i växt- och djurriket och med ledning av detta gett spekulerat om innebörden. Men någon allmänt erkänd uppfattning om någon speciell mening med mönstret i kristna sammanhang saknas. Som granskningen av Sigtunafyndet ovan visar har dragningarna genom spiralerna gjorts åt olika håll på olika ägg. Om detta har någon inneboende mening är okänt.

Tradition och symbolik

Vissa äldre forskare tog fasta på att keramiska uppståndelseägg påträffats i gravar i Rus och förknippade dem med hednisk ritual, heter det i en genomgång av forskningshistorien. Att de skramlade skulle då, enligt en idé, vara ett belägg på att de haft en roll i förkristna, kultiska ceremonier. Men när nya fynd efterhand visade att keramiska uppståndelseägg förekom i stadsmiljö ända in på

det allmänt kristna 1200-talet, så fick uppfattningen omprövas (Sedov 1998).

En bättre förklaring är att den traditionella äggsymboliken övertogs, förnyades, förvandlades och renodlades i den kristna kulturen. Äggen kom där att bära på en nytt entydigt budskap om den glädje och det hopp som representeras av Kristi uppståndelse, påskundret. Ägg i gravar hade varit en allmän sed i många kulturkretsar och det finns också sällsynta exempel på att de varit målade. En ung flicka begravd i Worms på 300-talet hade i döden fått med sig tre målade gåsägg (Knorr 1938). Men modet med färgdekorerade hönsägg tog fart i och med kristendomen, särskilt inom den östliga traditionen som stod under bysantinskt inflytande. Att också de keramiska äggen anknyter dit står klart i synnerhet som att de uppträder äldst i Rus, och även i Polen, på 1000-talet sedan kristen tro och kult fått fast fäste hos furstemakten och hos befolkningen på centralplatser. Vidare: som avancerade keramiska produkter tillhör de keramiska uppståndelseäggen städernas specialiserade hantverk. De förefaller vara prestigevaror för välbeställda nykristna.

De keramiska uppståndelseäggen framstår med andra ord som klart förknippade med kristendomen, i synnerhet med östlig rit och slavisk kulturtradition. Uppståndelsen är givetvis ett specifikt kristet begrepp så när de påträffas i en förkristen eller synkretistisk miljö får de ses främst som kulturgods spritt från städernas kristenhet. Sedan kristet kultbruk blivit hegemoniskt också på landsbygden klingade seden med ägg i gravar successivt av (jfr Knorr 1938).

Att äggen skallrar när man skakar dem föranledde vissa äldre forskare att tro att de var leksaker (för fint folks barn, rimligen). Och att de efter en tid, kanske när de tappat sin omedelbara innebörd, blivit sådana, är möjligt. Men en annan, tilltalande förklaring till den ursprungliga meningen är att skramlet belägger att ägget är tomt, tomt som den heliga graven. Kristus är uppstånden (jfr Susjko 2011).

Förklaringen till att de keramiska uppståndelseäggen efter en tid upphörde att tillverkas kan enligt vår mening inte sökas i ändringar av symboliken. Denna lever ju än i dag, i fromhetsliv och folkkonst kanske särskilt starkt i Ukraina, något som flera av de arbeten som i övrigt citerats i denna artikel också berör. Uppståndelseäggens skallrande har för övrigt någon gång setts som

analogier till den sentida sedvänjan att ungdomar under påsken springer runt och gör olika ljud, också med skullror, för att skrämja bort djävlar och ondska (Sjovkopljás 1980; Susjko 2011). Dekorerade påskägg förekommer för övrigt som allmänt bekant också i icke-ortodoxa sammanhang och till och med i mer eller mindre sekulariserade miljöer än i dag, inte minst i Sverige.

Att populariteten för just denna påkostade föremålstyp vek kan snarare ha berott på att marknaden försvann på grund av sviktande efterfrågan. Brist på keramisk spetskompetens kan också ha spelat en roll. Fynden visar att föremål av sämre kvalitet, som kopierade praktföremålen, förekom. Dessa kan ha saknat samma attraktionskraft. Man kan kanske jämföra med de exklusiva och pråliga motsvarigheter som från 1885 och fram till ryska revolutionen producerades av guldsmedsfirman Fabergé i S:t Petersburg för tsarfamiliens räkning. Dessa krävde både stenrika beställare och ytterst skickliga konsthantverkare. Efter 1917 hade de förra dödats, fängslats eller flytt och de senare skingrats.

Symboler och lyxvaror

Att de keramiska uppståndelseäggen kristna symbolik uppfattats i det kristna Sigtuna får ses som högst troligt. I en perifer och icke-kristen eller synkretistisk miljö kan de däremot ha haft en avvikande betydelse och kunnat inlemmas i en äldre sed med "vanliga" ägg i gravar. Gravfynden från landsbygden på Gotland, i Ryssland, Ukraina, Polen och Rumänien är från denna övergångsfas.

7. Sammanfattning

Denna undersökning omfattar de elva uppståndelseägg, som framkommit antikvariskt i Sigtuna mellan 1927 och 2015. Fyra var komplett bevarade när de påträffades och av sju andra var fragmentariska. De tre uppståndelseägg som påträffats på Gotland har också undersökts. Vidare har i komparativt syfte laborativa analyser gjorts på lergodset i ett antal fragmentariska exemplar, som påträffats i Polen och Ukraina. Det senare i samarbete med forskare i Wrocław och Kiev.

Undersökningens syfte har dels varit att dokumentera de i Sverige påträffade uppståndelseäggen och deras fyndkontexter, dels att spåra de-

I Sigtuna bör de dessutom främst ha setts som främmande, förnämliga hantverksprodukter eller lyxvaror som skänkt glans åt innehavaren antingen han eller hon köpt dem på plats, av besökande köpmän, fått dem som gåvor eller om det handlar om tjuvgods. I Sigtuna har de sedan blivit minnessaker som obekant orsak förlorat sitt värde och sin aura. Krossade har de försvunnit ner i jordgolven eller sopats ut i avloppsrännan. Då godset i äggen är relativt tjockt är de är knappast speciellt sköra eller ömtåliga. Kanske har de slagits sönder vid våldgästningar. Också i städerna i Rus och i de polska städerna finns sådana fragment, spillror från den äldsta kristna tiden.

Fynden i Sigtuna bör ses ihop med den stora mångformiga grupp föremål med östslaviskt, bysantinskt och orientalistiskt ursprung, som efterhand påträffats i stadens kulturlager, och som i hög grad kommit att indikera dess tidiga östliga kulturkontakter. En lång rad av dessa föremålstyper har också behandlats av forskningen. Några exempel på sådana fyndkategorier är miniatyryxor, krucifix, enkolpier, rembeslag, guldfolie- karneol- och andra pärlor, saltbehållare, sländtrissor av så kallad volhynisk skiffer, glasföremål, elfbenskammar, blysigill och amforakeramik. Studier och rapporter har publicerats som artiklar i *Situne Dei*, andra vetenskapliga tidskrifter och i andra sammanhang (t.ex. Roslund 1997; Henricson 2006; Sjöbeck 2016; Edberg & Söderberg 2018; Söderberg 2023).

ras tillverkningsplatser. Alla föremål har undersökts mikroskopiskt och deras fysiska egenskaper registrerats. Lergodset på sju fragment har undersökts med ICP-metod och glasyrens sammansättning analyserats med SEM-EDS på fyra av dessa.

Inget av de sju undersökta Sigtunafynden visade sig vid lergodsanalysen vara tillverkat av lokala leror. Två var från Kiev i Ukraina. Lergodset i fyra andra tydde på en gemensam tillverkningsplats, omöjlig att säkert identifiera, men möjligen någon annanstans i Ukraina.

Glasyren på ett av de ägg som framställts i Kiev undersöktes och uppvisade tydliga likheter

med glasyren på andra ägg från Kiev. Tre andra, som lergodsanalysen förde till gruppen med obekant härkomst, uppvisade sinsemellan överensstämmelser ifråga om glasyrens sammansättning och också med fynden från Kiev. Glasyren på de två äggen från Schlesien skiljde sig markant och visade att man vid tillverkningen där använt pulvriserat glas.

Sigtunas uppståndelseägg är alla från kulturlagren. Nio är framtagna av arkeologer och av dessa är sju från grävningar som genomfört smed modern kontextuell metod. Dateringarna från dessa sju sträcker sig mellan äldst 1075–1090 och yngst 1200–1230 vt. Äldre dateringar kan inte uteslutas bland övriga fynd, men detta blir spekulationer.

En genomgång av den internationella forskningen, främst publicerad på ryska, ukrainska och polska språken, visar tydligt att uppståndelseäggen tillhör den tidigkristna traditionen. De är dessutom prov på synnerligen avancerad keramisk kompetens som också krävt beställare med resurser och behov av att omge sig med praktföremål. En sådan miljö fanns vid de slaviska furstehoven. Man kommer att tänka på analogin med tsartidens Fabergéägg. De enklare varianter som påträffats visar att också efterapningar förekom. Uppståndelseäggen är stadsprodukter, vilket inte hindrar att de på slaviskt område och på landsbygden, i en synkretistisk övergångsfas, också påträffats i gravar – de gotländska fynden är sannolikt ursprungligen också från gravar. Inga säkra fynddateringar till före år 1000 vt har påträffats i litteraturen utan allmänt sett är de hundra åren mellan 1050 och 1150 vt uppståndelseäggens glanstid.

Sedan lång tid har Kiev och Kievområdet setts som ledande produktionsplats, något som inte motsägs av analysen av fynden i Sigtuna. Novgorod och nordvästra Rus uppvisar också många fynd och belägg för tillverkning. Denna syns dock inte i det undersökta Sigtunamaterialet. På senare år polska forskare kunnat påvisa att det finns minst lika många fynd på västslaviskt område som i Rus. I jämförelsematerialet i denna undersökning fanns ägg från Opole som tillverkats av lokala leror, något som belägger tillverkning också i Schlesien. Glasyranalysen av dessa ägg visar också på tekniska skillnader i förhållande till de övriga. Ett hittills oidentifierat produktionsställe (eller område) avslöjar sig också i och med att i

fyra de undersökta fynden från Sigtuna uppvisar gemensamma drag men ändå inte säkert kunnat placeras. De gav ingen träff i Torbjörn Brorssons databas över europeisk keramik. Brorssons förslag är Ukraina, men således inte Kiev.

De keramiska uppståndelseäggen i Sigtuna tillhör den ström av exklusivt kulturgods som under 1000- och 1100-talen nådde staden från Bysans och Rusriket. Andra exempel på sådant är krucifix, enkolpier, elfenbenskammor, amforakeramik, miniatyryxor, guldfolie- och karneolpärlor, glaskärl och sländtrissor av ljusröd, så kallad volhynisk skiffer.

Uppståndelseäggens kristna symbolik måste ha varit uppenbar i det kristna Sigtuna, vilket inte hindrar att de setts minst lika mycket eller främst som prestigeföremål likt de nyssnämnda föremålen. Snarare än som handelsvaror kan det vara fråga om gåvor.

8. Referenser

- Arbman, H. 1945. ”Uppståndelseägg” av glaserad lera. *Situne Dei*. s. 73–76.
- Arbman, H. 1948. Une route commerciale pendant les X et XI siècles. *Slavia antiqua*. T. 1. s. 435–438.
- Arne, T. J. 1911. Sveriges förbindelser med östern under vikingatiden. *Fornvännen* vol. 6, s. 1–66, fig 242.
- Arne, T. J. 1914. *La Suède et l’Orient. Etudes archéologiques sur les relations de la Suède et de l’Orient pendant l’âge des vikings*. Uppsala.
- BSE = Писайка. *Большая Советская Энциклопедия*, XIX, 1975. s. 566.
- Blomqvist, R. & Mårtensson, A.W. 1963. *Thulegrävningen 1961. En berättelse om vad grävningarna för Thulehuset i Lund avslöjade*. Lund.
- Brisbane, M. A. (red.) 1992. *The Archaeology of Novgorod, Russia. Recent results from the town and its hinterland*. Lincoln.
- Carlsson, D. 1999. ”Ridanäs”. *Vikingahamnen i Fröjel*. Visby.
- Carlsson, D. 2004. Vikingahamnar på Gotland. I: Westholm, G. (red.) *Gotland vikingaön. Gotländskt arkiv 2004*.
- Edberg, R. 2023. Forskning 1995–2020 om fynd och anläggningar i kv. Professorn 2, kv. Professorn 4 och Långgränd i Sigtuna. *Situne Dei*. s. 52–59.
- Edberg, R. & Söderberg, A. 2018. Insignier, amuletter, krigsleksaker? Sigtunas miniatyryxor än en gång. *Situne Dei*. s. 34–59
- Floderus, E. 1930. Sigtuna. A Summary of Recent Research Concerning Sweden’s Oldest Mediaeval City. *Acta Archaeologica* vol. I. s. 97–110.
- Floderus, E. 1941. *Sigtuna. Sveriges äldsta medeltidsstad*. Stockholm.
- Gabriel, I. 1988. Hof- und Sakralkultur sowie Gebrauchs- und Handelsgut im Spiegel der Kleinfunde von Starigard/Oldenburg. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission*, vol. 69, 1988, s. 203–205.
- Gabriel, I. 2000. Kiewer Ostereier. *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde*, vol. 16, s. 487–488.
- Hagberg, L. 1906. Påskäggen och deras hedniska ursprung. *Fataburen*, vol. 1, häfte 3. s. 129–154.
- Henricson, L. G. 2006. Hålglas i Sigtuna – 300-tal till 1900-tal. *Situne Dei*. s. 37–53
- Hilcerowna (Hilcer-Kurnatowska), Z. 1951. Przyczynki do handlu Polski z Rusią Kijowską. *Przegląd Archeologiczny* T. 9 (1950), s. 8–23.
- Kajkowski, K. 2020. Jajo i pisanka w świecie przedchrześcijańskich wyobrażeń religijnych Północno-Zachodnich Słowian. I: Szymczyk, M. & A. Jobke-Fus (red.), *Mysliborska grzechotka-pisanka, zabawka, przedmiot, instrument?* Myślibórz. s. 29–88.
- Karger 1958 = Каргер, М. К. *Древний Киев*. Том I. Москва-Ленинград.
- Khanenko 1902 = Ханенко, Б.И. *Древности Приднепровья*. Киев.
- Kostrzewski, J. 1939. Ogólne wyniki rozkopywán gnieznienskich. I: *Gniezno w zaraniu dziejów (od 8 do 13 wieku) w świetle wykopalisk*. Praca zbiorowa pod red. J. Kostrzewskiego. Poznan. s. 326–327, fig. 3.
- Knorr H. A. 1938. Das bunte Ei in der Vorgeschichte. *Oberdeutsche Zeitschrift für Volkskunde*, vol. 12. s. 129–137.
- Koltjin 1958 = Колчин Б. А. Хронология новгородских древностей. *Советская Археология*, s. 92–111.
- Koltjin 1982 = Колчин Б. А. Хронология новгородских древностей. *Новгородский сборник. 50 лет раскопок Новгорода*. Под общей редакцией Б. А. Колчина & В. Л. Янина. Москва.
- Koltjin 1985 = Колчин Б. А. *Древний Новгород*. Москва.
- Kungl. Vitterhetsakademiens (KHVAA) årsbok 1928. Stockholm.
- Lamm, C. J. 1933. *Orientalien*. I: H. Seitz, *Glaset förr och nu*. Stockholm.
- Lindeberg, M. 2017. *Drakegården i Sigtuna. Rapporter från Arkeologikonsult 2017: 2886*. Upplands Väsby.
- Müller-Wille, M. 1988. Fremdgut und Import östlicher Provenienz in Schleswig-Holstein (9.–12. Jahrhundert). *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission*, vol. 69. Mainz. s. 774–777.
- Макарова 1966 = Макарова Т. И. О производстве писанок на Руси. I: *Культура древней Руси*. Москва. s. 141–145.
- Макарова & Розенфельдт 1997 = Макарова Т. И. & Розенфельдт, Р. Л. Поливная керамика. I: *Древняя Русь. Быт и культура. Ответственные редакторы тома Б. А. Колчин & Т. И. Макарова*. Москва. s. 28–30.
- Noonan, T. S. 1989. *The millennium of Russia’s first perestroika. The origin of a Kievan glass industry under Prince Vladimir*. Kennan Institute Occasional Papers nr. 233. Washington, D.C.
- Nordahl, E. 1980. Undersökningsrapport, Sigtuna Museum dnr 112/80. Отручт, Sigtuna Museum. Tillgänglig via <https://arkiv.sigtunamuseum.se/publikationer/>.
- Olejnikov 2016 = Олейников, О. М. Исследования в северо-западной части неревского конца средневекового Новгорода в 2011 г. (Раскоп Конюшенный-1). *Краткие сообщения института археологии*. Выпуск 243. Москва.

- Pankiewicz, A. & Siemianowska, S. 2020. Early medieval glazed objects from the Wrocław and Opole strongholds: function and social significance. *Préhled výzkumů* 61/2. s. 53–70.
- Porzeziński, A. 2006. *Wczesnośredniowieczne cmentarzysko szkieletowe na stanowisku 2a w Cedyni województwo zachodniopomorskie*. Szczecin.
- Roslund, M. 1997. Crumbs from the rich man's table. Byzantine finds in Lund and Sigtuna, c. 980–1250. Visions of the past. Trends and traditions in Swedish medieval archaeology. s. 239–297. Lund.
- Рубаков 1948 = Рыбаков, Б. А. *Ремесло Древней Руси*. Москва.
- Sedov 1998 = Седов В.В. Писаикн. I: *Славяне и их соседи (археология, нумизматика, этнология)*. Минск. s. 81–85.
- Siemianowska S., Pankiewicz, A., Sadowski, K. & Pawlicki J. K. 2023. W kwestii techniki wykonania i szklwienia wczesnośredniowiecznych pisanek-grzechotek ze śląska. *Przegląd archeologiczny*. Vol. 71, 2023, s. 243–270.
- Sjovkorljas 1980 = Шовкопляс, Г. М. Давньоруські писанки з колекції державного історичного музею УРСР. *Археологія*, nr. 3, 1980. s. 92–98.
- Sjöbeck, A. 2016. Textilhantverk i det äldsta Sigtuna. *Situne Dei*. s. 40–51
- Susjko 2011 = Сушко, А.О. Давньоруські писанки. Зроблена спроба узагальнити дані про керамічні полив'яні орнаментовані вироби у формі яйця – так звані давньоруські писанки. *Археологія*, nr 2, 2011 s. 46–52.
- Susjko 2020 = Сушко, А.О. Технологія виготовлення керамічних полив'яних писаиок за археологічним матеріалом киева. *Археологія*, nr 4, 2020. s. 105–112.
- Szmoniewski, B. S. & Stănică, A. D. 2023. From Kyiv to Pereyaslavets (Πρεσθλαβίτζα). The early medieval stone egg imitations and glazed egg-shaped rattles from Dobrudja, Romania. *Sprawozdania Archeologiczne* 75/1. s. 371–403.
- Söderberg, A. 2023. Ett bysantinskt amforafragment från Sigtuna med anknytning till Kievriket. *Situne Dei*. s. 60–65.
- Tesch, S. 1996. Äntligen hemma! Offergåvor och husplattformor vid Mälarens strand. I: Tesch, S. & Edberg, R. (red.) 1996. *Vikingars guld ur Mälarens djup. Tio artiklar med anledning av en utställning. Sigtuna*. Meddelanden och rapporter från Sigtuna Museum, 3.
- Tkatchenko 2018 = Ткаченко, В. Київські глазуровані керамічні писанки у європейському вимірі: історіографія. I: Theoretical and practical aspects of the development of modern science: the experience of countries of Europe and prospects for Ukraine. Riga. s. 328–352.
- Trotzig, G. 1991. *A study of metal vessels found in Viking Age tombs on the island of Gotland, Sweden*. Stockholm.
- Wilson, D. M. (ed.) 1989 (8th impression, 1996). *The Collections of the British Museum*. London.
- Wikström, A. 2008. *Rapportsammanställning, Professorn 4*. Otryckt, Sigtuna Museum. Tillgänglig via <https://arkiv.sigtunamuseum.se/publikationer/>.
- Wikström, A. red. 2011. *Fem stadsgårdar. Arkeologisk undersökning i kv. Trädgårdsmästaren 9–10 i Sigtuna 1988–1990*. Meddelanden och rapporter från Sigtuna Museum, 52.
- Wikström, A. 2021. Fornlämningsmiljön. I: Wikström, A., Söderberg, A. & Roslund, M. red. 2021. *Hos herr Niklas och annat skrivkunnigt folk. Arkeologisk undersökning i kvarteret Professorn 1 i Sigtuna 1999–2000*. Meddelanden och rapporter från Sigtuna Museum, 63. s. 28–33.
- Wikström, A., Söderberg, A. & Roslund, M. red. 2021. *Hos herr Niklas och annat skrivkunnigt folk. Arkeologisk undersökning i kvarteret Professorn 1 i Sigtuna 1999–2000*. Meddelanden och rapporter från Sigtuna Museum, 63.
- Vogel, V. 2002. Archäologische Belege für Fernkontakte der Stadt Schleswig im 11.–13. Jahrhundert. I: Brandt, K. et al. (red.). *Haithabu und die frühe Stadtentwicklung im nördlichen Europa*. Schriften des Archäologischen Landesmuseums 8. Neumünster. s. 372–373.

9. Summary

This investigation concerns the eleven ceramic resurrection eggs which were found in Sigtuna between 1927 and 2015. Four were preserved intact when found and the seven others were in a fragmentary state. Three additional resurrection eggs have been found on Gotland and these are also included in this study. Furthermore, for comparative purposes, laboratory analyses have been conducted on a number of fragmentary specimens which have been found in Poland and Ukraine. The latter in collaboration with researchers in Wrocław and Kiev.

The purpose of this study has been partly to document the resurrection eggs found in Sweden and their contexts, and partly to trace their manufacturing locations. All objects have been examined microscopically and their physical properties recorded. The ware of seven fragments has been examined with the ICP method and the composition of the glaze analyzed with SEM-EDS on four of these.

In terms of ware analysis, none of the seven investigated Sigtuna finds were found to be made from local clays. Two could be located to Kiev in Ukraine. Four others indicated a common manufacturing site, impossible to identify with certainty but possibly elsewhere in Ukraine.

The glaze on one of the Sigtuna eggs produced in Kiev was examined and showed clear similarities to the glaze on other eggs found in Kiev proper. Three others, of unknown provenance, showed correspondences among themselves in terms of the composition of the glaze and also with the finds from Kiev. The glaze on the two eggs from Silesia differed markedly and showed that powdered glass was used in that production.

Sigtuna's resurrection eggs all come from occupation layers. Nine were recovered by archaeologists and of these seven are from excavations carried out using the modern contextual method. The dates from these seven range between 1075–1090 CE for the oldest and 1200–1230 CE for the youngest. Older datings cannot be ruled out among the remaining finds, but that is a matter of speculation.

A review of international research, mainly published in the Russian, Ukrainian and Polish languages, clearly shows that resurrection eggs belong to an Early Christian tradition. They are also evidence of extremely advanced ceramic skills that also required clients with resources and a desire to surround themselves with magnificent objects. Such an environment existed at the Slavic princely courts. One may think of the analogy with Czarist Fabergé eggs. The simpler variants found show that imitations also occurred. The resurrection eggs are urban products, but are also found in graves in rural areas in the Slavic lands, in a syncretistic transitional phase. The Gotlandic finds are probably also originally from graves. No reliable dating of finds to before the year 1000 CE has been found in the literature, and generally speaking, the hundred years between 1050 and 1150 CE can be seen as the heyday of resurrection eggs.

For a long time, Kiev and the Kiev area have been seen as a leading production site, something that is not denied by the analysis of the finds in Sigtuna. Novgorod and northwestern Rus' also show many finds and evidence of manufacture. However, this is not visible in the examined Sigtuna material. In recent years, Polish researchers have been able to demonstrate that there are at least as many finds in West Slavic areas as in Rus'. The comparative material in this study included eggs from Opole made from local clays, proving production also in Silesia. The glaze analysis of those eggs also shows technical differences in relation to the other eggs. A hitherto unidentified production site also reveals itself in that four of the examined finds from Sigtuna show common features. However, this site cannot yet be located with certainty. Torbjörn Brorsson's database of European ceramics did not yield a hit. Brorsson's proposal is Ukraine, but clearly not Kiev.

The ceramic resurrection eggs in Sigtuna belong to the stream of exclusive cultural material that reached the town from Byzantium and Rus' during the 11th and 12th centuries. Other examples include crucifixes, encolpia, ivory combs, amphora ceramics, miniature axes, gold-foil and carnelian beads, glass vessels and spindle whorls made of pink, so-called Volhynian, slate.

The Christian symbolism of these resurrection eggs must have been obvious to Christian Sigtuna, which does not prevent them from being seen at least as much or mainly as prestige objects, such as those mentioned above. Rather than merchandise, it could be a question of gifts.

Bilaga 1

Torbjörn Brorsson

**ICP-MA/ES-analys av tidigmedeltida
uppståndelseägg från Sigtuna,
Uppland och jämförelsematerial från
Kiev i Ukraina samt Wroclaw och
Opole i Polen.**



Kontoret för Keramiska Studier

Rapport 243, 2023

Inledning och frågeställningar

Ett av de mera intressanta fynd i tidigmedeltida kontexter i Skandinavien är så kallade uppståndelseägg. Det finns bland annat flera fynd i Sigtuna och på Gotland och äggen har tolkats vara tillverkade och exporterade från i första hand Kiev i Ukraina. De bör ses som spår efter östliga kontakter och är en unik föremålskategori.

Vår kunskap om äggen är relativt begränsad och naturvetenskapliga analyser har egentligen inte utförts på något uppståndelseägg från en skandinavisk kontext. Det är av stort vetenskapligt intresse att bestämma äggens kemiska sammansättning och därmed försöka påvisa vilka ägg som haft en gemensam proveniens och vilka som avviker. Det är också viktigt att fastställa om något av äggen var lokalt framställt i Sigtuna. Därför har sju uppståndelseägg från Sigtuna varit föremål för ICP-analys.

Med stöd av Fil. Dr. Rune Edberg, Sigtuna har jämförelsematerial i form av bland annat uppståndelseägg från Kiev i Ukraina samt Wrocław och Opole i Polen även analyserats (se bilaga sist i rapporten). Detta material är viktigt i förhållande till äggen från Sigtuna. Dessutom ingår skärivor från keramikårl från Kiev, Opole samt Wrocław i analysen, och detta material utgör referenser på lokaltillverkad keramik. Tidigare har man utförts kemiska analyser av glasyren på uppståndelseägg från Kiev (Sushko 2020). Glasanalyser har också gjorts på uppståndelseägg från Polen (Siemaniowska et al. 2023). Detta analysresultat är inte tillämpligt på keramiken, vilket beror på att flertalet av grundämnena avviker i glasyr och i lergods.

Metod

ICP-analys

Den analysmetod som använts på äggen och keramiken är ICP-analys (Inductively Coupled Plasma), och analysen syftar till att bestämma godsets kemiska sammansättning. Halten av 44 olika oorganiska grundämnen undersöks, och sammansättningen kan sedan användas för att bland annat påvisa ett geografiskt sammanhang för äggen. Av de totalt 29 proverna krossas minst vardera 0,2 g till ett fint pulver, som löses i en syralösning. Denna lösning injiceras i exciterad argonplasma. När atomerna utsätts för denna energi kommer elektronerna att utsända färgade ljusblixtar, i ett mönster som är unikt för varje grundämne. Detta emissionsspektrum kan mätas med AES (Atomic Emission Spectrometry).

Av de 44 olika grundämnena är det 12 ämnen som utgör grunden för tolkningarna av äggens proveniens. Det är de metalliska ämnena aluminium (Al), krom (Cr), gallium (Ga), mangan (Mn), vanadin, (V), de alkaliska jordartsmetallerna kalcium (Ca), magnesium (Mg), strontium (Sr), de sällsynta jordartsmetallerna cerium (Ce), lantan (La), alkalimetallen natrium (Na), samt övergångsmetallen kobolt (Co) som utgör grunden för indelningen i olika grupper.

Analysen innehåller en mycket stor mängd data och för att kunna bearbeta denna krävs ett avancerat statistiskt verktyg som kan grupperna proverna. Därför har all data processats i statistikprogrammet SPSS och resultatet presenteras i form av en klusteranalys och ett dendrogram.

Den kemiska analysen av proverna har utförts vid OMAC laboratories, Galway, Irland och bearbetningen av analysresultat har utförts av Torbjörn Brorsson.

Material

Urvalet utgörs sju bitar från lika många uppståndelseägg (Tab. 1). Fyra av äggen kommer från undersökningar i kv. Trädgårdsmästaren 9-10, ett från kv. Draken 1, ett från kv. Professorn 3 och ett från kv. Professorn 4. Urvalet har varit fokuserat på ägg med brottytor som varit möjliga att ta prov från och ingen glasyr har analyserats. Det innebär att ingen provtagningen har skett på intakta ägg.

Urvalet av äggen har skett av Rune Edberg, Anders Söderberg samt Torbjörn Brorsson.

I samband med analysarbetet har även uppståndelseägg från Kiev i Ukraina samt Wrocław och

Opole i Polen analyserats (Tab. 1) (Bilaga). Från Kiev har skärvor från sex ägg analyserats och dessa skärvor härrör från sex olika undersökningar i staden, varav ett ägg påträffades i Bilhorod, ca 22 kilometer väster om stadens centrum. Från Opole och Wroclaw har vardera två ägg analyserats och dessa härrör från två olika undersökningar. Dessutom ingår skärvor tillhörandes keramikkarl från Vyshhorod och Belgorod i Kievs närmsta omgivning samt från Opole och Wroclaw i analysen. Keramikkarlarna har bedömts vara lokalt tillverkade och de utgör därmed referens på lokaltillverkad keramik och på lokala råmaterial.

Prov	Lokal/Fyndnr.	Foremal
Sigtuna T18668	Kv. Trädgårdsmästaren, F18668	Uppståndelseägg, fragment
Sigtuna P4-2322	Kv. Professorn 4, F2322	Uppståndelseägg, fragment
Sigtuna D231	Kv. Draken 1, F231	Uppståndelseägg, fragment
Sigtuna T3390	Kv. Trädgårdsmästaren 9-10, F3390	Uppståndelseägg, fragment
Sigtuna T13231	Kv. Trädgårdsmästaren 9-10, F13231	Uppståndelseägg, fragment
Sigtuna T527	Kv. Trädgårdsmästaren 9-10, F527	Uppståndelseägg, fragment
Sigtuna P3-101	Kv. Professorn 3, F101	Uppståndelseägg, fragment
Vyshhorod1	Vyshhorod, Kiev. Excavation 6. Invent. No. 1879	Keramikprov
Vyshhorod2	Vyshhorod, Kiev. Excavation 6. Invent. No. 1494	Keramikprov
Kyiv1	Kyiv. Nesterivskiy Lane. Invent. No. A 487/2	Uppståndelseägg, fragment
Kyiv2	Kyiv. Osypenko Street. Invent. No. A487/1, 9	Uppståndelseägg, fragment
Kyiv3	Kyiv. Yaroslavsky Lane 2. Invent. No. 2447	Uppståndelseägg, fragment
Kyiv4	Kyiv. Vladimirska Street. Invent. No. 57	Uppståndelseägg, fragment
Kyiv5	Kyiv. Verkhniy Val Street. Invent. No. 405	Uppståndelseägg, fragment
Bilhorod1	Bilhorod, Kyev. Excavation 1. Invent. No. 57	Uppståndelseägg, fragment
Belgorod2	Belgorod, Kyiv. Furnace 12. Invent. No. 535	Keramikprov
Belgorod3	Belgorod, Kyiv. Furnace 12. Invent. No. 545	Keramikprov
Opole1	Opole, Ostrowek stronghold. Invent. No. 2007/52	Uppståndelseägg, fragment
Opole2	Opole, Ostrowek stronghold. Invent. No. 1987/52	Uppståndelseägg, fragment
Opole3	Opole, Ostrowek stronghold. Trench 1952	Keramikprov
Opole4	Opole, Ostrowek stronghold. Trench 1952	Keramikprov
Opole5	Opole, Ostrowek stronghold. Trench 1952	Keramikprov
Opole6	Opole, Ostrowek stronghold. Trench 1952	Keramikprov
Wroclaw1	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 225g/75	Uppståndelseägg, fragment
Wroclaw2	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 5d/78	Uppståndelseägg, fragment
Wroclaw3	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 250/75	Keramikprov
Wroclaw4	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 250/75	Keramikprov
Wroclaw5	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 154/76	Keramikprov
Wroclaw6	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 154/76	Keramikprov

Tabell 1. Det analyserade materialet utgörs av sju bitar från olika uppståndelseägg från Sigtuna samt jämförelsematerial från Kiev, Opole och Wroclaw. En mera detaljerad information kring fynden från Ukraina och Polen återfinns i en bilaga sist i denna rapport.

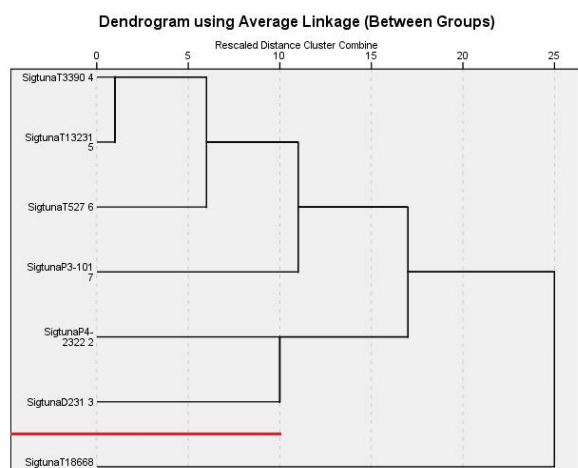
The analysed material consists of seven fragments from resurrection eggs found in Sigtuna and comparative materials from Kiev, Wroclaw and Opole. More detail information about the finds from Ukraine and Polen can be found in an appendix in this report.

Analysresultat

Analysen är baserad på att identifiera material som har samma sammansättning som äggen från Sigtuna. I ett första steg har enbart de sju äggen från Sigtuna jämförts med varandra och man kan notera att ett ägg avviker markant från de övriga och det är prov **Sigtuna T18668** från kv. Trädgårdsmästaren 9-10 (Fig. 1). Halterna av cesium (Ce), lantan (La), och strontium (Sr) är betydligt högre i detta ägg än i de övriga, medan andelen aluminium (Al) är lägre (Tab. 2). Den kemiska sammansättningen indikerar att ägg **Sigtuna T18668** har en annan proveniens än de övriga.

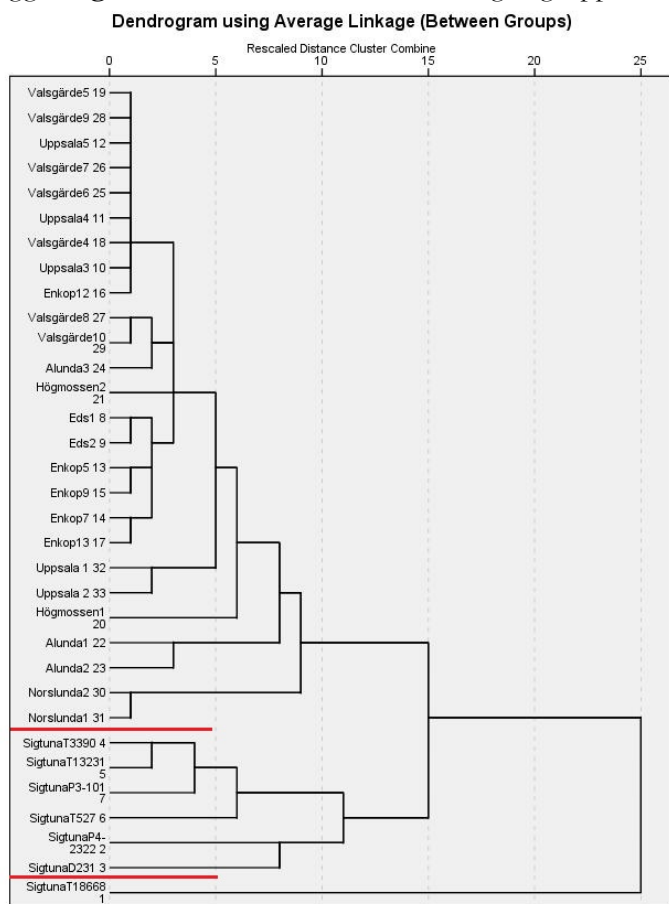
Proverna **Sigtuna P4-2322** och **Sigtuna D231** återfinns i en egen grupp (Fig. 1) och dessa två bör ha tillverkats av råmaterial som hämtats från samma plats. Man kan också konstatera att äggen **Sigtuna T3390** och **Sigtuna T13231** överst i dendrogrammet är mycket lika varandra och de kan vara tillverkade av identiska leror från samma lertäkt.

Sample	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	Ge	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Nb	
	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	
SigtunaT18668	0,77	7,94	5	660	0,89	0,99	1,42	0,43	183	4,4	84	47	1,26	24,8	0,23	0,38	116	8,8	0,1	836	4,62	0,16	
SigtunaP4-2322	2,67	9,12	10,8	500	0,93	1,1	1,16	<0,02	34,4	4,8	79	81,2	1,93	34,9	0,28	0,31	23,5	13,8	0,14	247	4,9	0,2	
SigtunaD231	0,29	8,31	10,4	360	0,57	0,51	0,76	0,31	24,7	4,3	74	27,9	1,64	23	0,2	0,27	12,8	7,8	0,14	176	2	0,21	
SigtunaT3390	1,26	8,42	14,6	350	1,17	0,39	1,32	0,52	64,1	12	83	35,2	3,23	20,3	0,22	0,43	23	21,5	0,19	902	2,97	0,17	
SigtunaT13231	0,72	9,1	21,9	680	1,48	0,43	1,68	0,47	71,2	11,2	102	39,4	3,64	23	0,7	0,35	25,6	17,6	0,24	798	3,6	0,21	
SigtunaT527	0,71	8,32	28,9	350	1,51	0,54	1,25	0,55	85,1	12,4	135	46,1	7,61	23,7	0,5	0,29	33,4	18,2	0,21	487	2,49	0,17	
SigtunaP3-101	2,95	10,9	33,5	530	1,17	0,58	1,78	0,75	42,9	9,3	118	42,9	2,39	26,4	1,17	0,79	26,2	3,3	0,22	765	4,8	0,36	
Opole1	0,47	9,09	3	330	1,04	0,44	0,84	0,04	38,2	3,8	65	42,3	1,19	29,1	0,06	2,17	17,6	13,4	0,25	140	1,03	0,75	
Opole2	0,78	7,54	6,1	130	2,02	0,28	0,26	1,91	66	4,4	75	37,9	0,72	19,9	0,08	0,82	24,2	121	0,24	57	0,37	0,11	
Wroclaw1	0,05	6,48	6,7	130	0,75	0,44	0,46	0,05	18,6	4	63	17,6	2	17,7	<0,05	0,32	10	13,9	0,18	119	1,12	0,15	
Wroclaw2	0,07	8,08	6,6	510	0,65	0,42	0,55	0,05	26,9	5,4	63	9,9	1,38	20,4	<0,05	0,2	10,5	15,5	0,15	204	1,01	0,14	
Opole3	0,02	7,39	7	340	1,54	0,18	0,74	0,03	71,1	6,6	72	11,8	1,81	19,6	0,16	1,63	29,7	30,6	0,7	188	0,51	0,33	
Opole4	0,02	7,76	7,9	260	1,53	0,11	0,81	0,1	59,9	4,1	70	9,6	1,39	21,5	0,17	1,8	26,2	33,5	0,58	134	0,58	0,36	
Opole5	0,06	8,22	10,9	310	1,39	0,41	0,48	0,07	44,6	3,6	80	7,6	1,2	25,1	0,14	1,45	23,4	53,7	0,37	106	0,9	0,4	
Opole6	0,01	7,71	10,9	250	1,5	0,38	0,42	0,12	45,7	4,6	74	8,5	1,58	23,7	0,16	1,6	24,6	48,2	0,49	131	0,73	0,44	
Wroclaw3	0,1	8,84	5,1	500	3,11	0,13	1,18	0,15	75,4	8,4	84	25,6	2,88	22,4	0,19	2,54	36,3	43,4	0,69	222	0,59	0,87	
Wroclaw4	0,07	6,61	7,7	460	2,67	0,18	0,5	0,02	90,9	23,1	82	22,3	1,88	16,4	0,18	2,08	38,7	34,3	0,49	126	0,27	0,51	
Wroclaw5	0,05	9,94	3,2	510	1,46	0,14	0,38	0,09	76,2	5,7	101	33,5	1,84	23,5	0,16	1,48	40,5	26,2	0,3	159	0,4	0,18	
Wroclaw6	0,05	8,59	4,2	580	2,46	0,33	0,6	0,04	80,2	8,1	84	25	2,47	23,6	0,19	2,98	36,5	47	0,63	136	0,57	0,63	
Vyshhorod1	0,22	10,9	10,9	230	1,33	0,66	0,43	0,08	22,3	4,4	103	36,4	2,85	37,3	1,74	0,32	12,6	10,8	0,18	83	1,36	0,13	
Vyshhorod2	0,05	9,21	9,2	520	0,84	0,57	1,3	0,04	88,6	3,2	81	13,1	2	26,9	0,66	0,36	55,2	10	0,17	75	1,85	0,12	
Kyiv1	4,85	8,28	20,2	400	0,65	1,51	1,04	<0,02	16,8	5,1	74	1735	1,87	20,7	0,25	0,62	9,8	8,2	0,15	141	1,34	0,2	
Kyiv2	12,2	4,08	46,6	270	0,44	3,26	0,95	<0,02	12,8	3,2	55	3940	1,54	13,1	1,16	0,3	7,3	<0,2	0,09	72	0,97	0,14	
Kyiv3	2,79	5,56	13,7	450	0,48	0,63	1,07	<0,02	20	4,6	55	131	1,76	13,6	0,33	0,34	11,8	6,7	0,12	397	1,41	0,13	
Kyiv4	11,1	2,06	8,4	130	0,31	1,65	1,41	<0,02	13,4	1,9	26	0	0,84	5,14	0,21	0,28	6,2	2,8	0,11	152	1,07	0,1	
Kyiv5	7,11	6,74	6,6	220	0,55	0,57	0,76	<0,02	19,1	4	66	371	1,6	18,8	0,25	0,26	9,5	7,2	0,11	165	1,68	0,14	
Belhorod1	0,83	5,78	6,3	190	0,79	0,67	0,48	<0,02	29	5,1	60	150	2,8	14	0,15	0,33	12,4	16,6	0,16	167	0,95	0,1	
Belgorod2	0,3	11,7	11,7	230	0,69	0,96	3,88	<0,02	16,5	3	83	43,7	1,4	34,2	1,09	0,25	9,6	20	0,16	78	1,87	0,08	
Belgorod2	0,15	8,32	8,3	330	0,8	0,97	1,78	0,05	17	2,9	78	38,9	2,09	42,2	0,78	0,25	9,3	12,2	0,15	73	3,1	0,1	
Sample	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	U	V	W	Y	Zn	Zr		
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
SigtunaT18668	16,5	17,2	>10000	9330	19	0,05	2,32	8,9	12	34,9	310	1,22	0,25	10,3	0,44	0,26	5,7	82	2,9	6,2	238	67,9	
SigtunaP4-2322	35,2	18,6	5980	>10000	16,6	0,1	2,43	10,6	23	409	102	2,57	0,35	14,7	0,89	0,26	4,2	101	6,7	8,4	122	126	
SigtunaD231	16,1	21,3	3530	1205	12,4	0,11	1,8	13,4	22	23,4	71,9	1,22	0,18	8,77	0,5	0,16	2,2	64	2,4	8,1	53	72,7	
SigtunaT3390	15,8	41	6710	242	26	0,08	1,53	12,4	19	6,2	109	1,14	0,12	9,87	0,52	0,36	2,3	75	2,2	15,5	147	77,8	
SigtunaT13231	18	29,7	>10000	3690	28,9	0,3	1,14	14,8	14	10,3	177	1,31	0,62	11,6	0,59	0,58	4	79	2,1	20	247	107	
SigtunaT527	17,8	29,6	7270	545	24,9	0,06	1,93	16,5	8	4,6	121	1,09	0,52	14,2	0,51	0,34	5,2	103	1,8	23,1	258	105	
SigtunaP3-101	26,9	26,9	>10000	880	39,6	0,18	1,36	18,5	21	9,5	132	1,22	0,61	15,7	0,77	0,73	4,5	80	3,4	18,6	191	170	
Opole1	17,4	25,1	1030	204	72,9	0,03	0,66	7,3	1	5,1	96,7	1,29	0,08	13,3	0,47	0,44	1,8	76	2,2	11,7	47	74,4	
Opole2	23,8	42,7	220	5240	48,6	0,02	2,19	13,2	<1	4	23,3	1,65	<0,05	14,1	0,72	0,41	2,6	88	3,1	11,6	286	103	
Wroclaw1	19	21,5	380	74,9	17,8	0,03	1,05	12,8	7	3,4	34,9	1,36	0,07	10,4	0,6	0,16	1,8	56	2,3	6,7	26	72	
Wroclaw2	16,2	30,5	2460	62,1	12,8	0,02	1,19	12,3	1	3,6	65	1,17	<0,05	8,95	0,52	0,15	1,3	42	2,1	9,1	35	76,2	
Opole3	12,5	19,5	610	23,4	91,1	0,1	0,91	14,2	2	3,3	121	0,86	<0,05	14	0,36	0,51	2,3	87	1,6	10,2	48	69,2	
Opole4	14,2	14,8	1480	23,5	101	0,06	1,05	13,6	1	3,7	130	0,96	<0,05	12,7	0,37	0,5	2,1	88	1,5	8,6	39	74,3	
Opole5	17,1	17,6	490	22	84,4	0,03	1,17	9,9	1	4	115	1,13	0,12	16,5	0,46	0,6	3	99	2	8,2	38	86,8	
Opole6	14,7	17,8	210	25	93,8	0,02	1,08	12,4	2	3,7	96	0,96	0,07	14,7	0,42	0,6	2,9	96	1,7	11,4	34	85,3	
Wroclaw3	14,5	37,8	810	23,3	154	0,03	0,82	14,5	<1	3,5	135	1,04	<0,05	14,8	0,41	0,87	2,7	114	1,7	14,5	87	46,3	
Wroclaw4	11,7	44,4	420	24,6	123	0,01	0,62	11,1	1	2,6	95,8	0,82	<0,05	12	0,36	0,66	1,6	83	1,5	14,3	73	25,6	
Wroclaw5	19,1	26,2	390	19,7	54,9	0,01	0,41	18,9	1	1,7	29,2	1,19	0,05	10,1	0,59	0,33	1,1	114	1,5	27,7	55	10,9	
Wroclaw6	15,8	32,6	730	23,2	168	0,09	0,56	14,6	1	3,6	82,9	1,03	<0,05	14,2	0,41	0,79	2,4	108	1,6	16	75	62,6	
Vyshhorod1	27	22,2	1190	81,6	21	0,03	1,54	17,2	50	6,8	42	1,87	0,31	15,6	0,73	0,15	2,1	90	3,8	10,7	110	126	
Vyshhorod2	6,7	16,7	>10000	58,7	21,3	0,01	0,2	10,5	15	1,4	281	0,5	<0,05	9,19	0,62	0,12	2,2	84	1	8,5	60	47,5	
Kyiv1	15,1	24,7	6330	>10000	15,8	0,04	13	10,4	7	>500	127	1,05	0,09	6,97	0,43	0,59	1,5	54	5,4	7	162	93,4	
Kyiv2	8,4	12,8	8290	>10000	8,6	0,05	45,8	6,2	62	>500	112	0,66	<0,05	4,19	0,25	1,36	1,1	44	83,2	5,1	745	55	
Kyiv3	12,5	20,5	7350	>10000	18	0,07	2,56	8,3	15	>500	143	0,93	<0,05	7,35	0,41	0,7	1,5	46	8,7	7,2	99	57,1	
Kyiv4	6,2	10,3	4710	>10000	8,8	0,06	21,3	3,4	15	>500	61,5	0,48	0,12	3,36	0,2	1,25	1	35	2	4,8	676	56,9	
Kyiv5	15,2	18,1	5540	>10000	15,6	0,03	1,79	10,6	7	>500	72,9	1,14	0,05	7,27	0,48	0,41	1,7	57	2,5	7,6	59	69,9	
Belhorod1	11,4	21,4	1060	>10000	18,3	0,01	1,3	7,9	4	>500	38,6	0,88	0,07	7,12	0,37	0,64	1,7	61	1,6	7,8	40	56	
Belgorod1	26,3	18,9	470	3640	13,9	0,03	1,64	8,1	42	49,8	63	2,06	0,12	9,44	0,64	0,12	1,2	13					



Figur 1. Utifrån äggens kemiska sammansättning kan de indelas i två olika grupper.
The eggs from Sigtuna are based on the chemical composition divided into two groups.

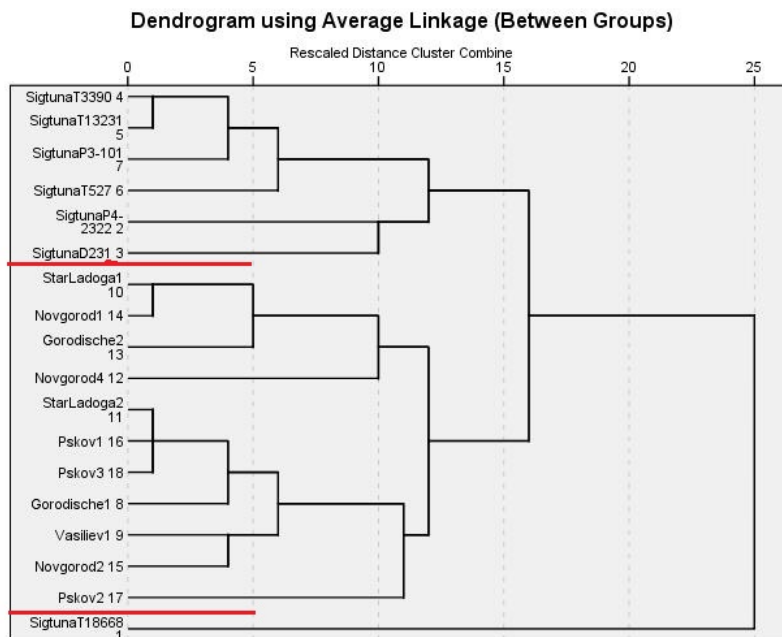
I nästa steg har uppståndelseäggen från Sigtuna jämförts med keramik och leror från olika platser i Uppland. Det är bland annat från Enköping, Uppsala, Valsgärde, Alunda, Norslunda vid Arlanda samt Eds Allé i Upplands-Väsby. Analysen visar tydligt att de sju äggen avviker markant från proverna i Uppland (Fig. 2). Man kan därmed utsluta att äggen haft en lokal proveniens. Ägget **Sigtuna T18668** återfinns åter i en egen grupp, nederst i dendrogrammet.



Figur 2. Uppståndelseäggen från Sigtuna har en annan kemisk sammansättning än keramik och råleror från Uppland.
The eggs from Sigtuna have of another chemical composition than ceramics and raw clays from Uppland.

Äggen från Sigtuna har därefter jämförts med keramik, tegel och leror från en mängd platser i Sverige, Tyskland, Polen, Holland, Belgien, England, Ryssland, Turkiet samt Estland, Lettland och Litauen. Det jämförande materialet ingår i Keramiska Studiers databas över keramiskt material och i databasen finns mer än 15 000 prover från ett stort antal länder.

Man kan konstatera att äggen från Sigtuna avviker helt från keramik och leror från andra platser i norra och västra Europa. Äggen har en helt avvikande kemisk sammansättning. Även material från platser som Pskov, Novgorod och Staraja Ladoga i Ryssland (Fig. 3) samt från Istanbul i Turkiet avviker från uppståndelseäggen i Sigtuna.



Figur 3. Äggen från Sigtuna avviker från rysk keramik.
The eggs from Sigtuna are different from Russian pottery.

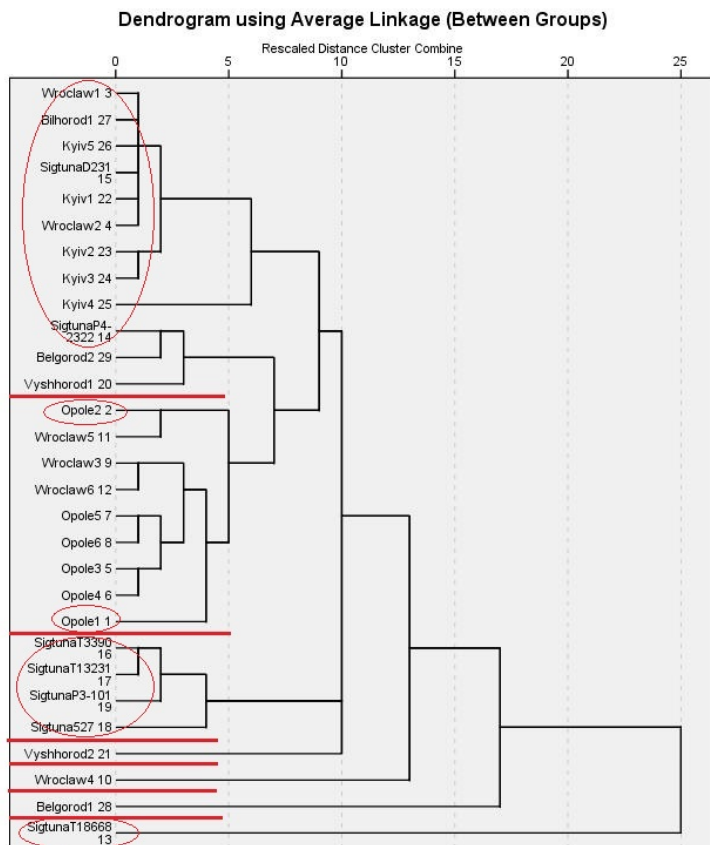
I nästa steg har uppståndelseäggen från Sigtuna jämförts med uppståndelseägg och keramik från Kiev, Opole och Wrocław. Analysen visar att uppståndelseäggen **Sigtuna D2312** och **Sigtuna P4-2322** placerar sig tillsammans med samtliga fem uppståndelseägg från Kiev samt ett ägg från Bilhorod nära Kiev (Fig. 4). Även de två uppståndelseäggen från Wrocław; Wrocław1 och Wrocław2, återfinns i denna grupp. I gruppen finns dessutom två keramikskärvor från två kärl och dessa två skärvor har påträffats i Belgorod och Vyshhorod i Kievs närmaste omgivning. Den översta gruppen i dendrogrammet i figur 4 tillhör föremål som med största sannolikhet var tillverkad i Kiev.

Nio av de polska proverna från Opole och Wrocław återfinns i en separat grupp (Fig. 4). Man kan konstatera att de två uppståndelseäggen från Opole; Opole1 och Opole2, finns i denna grupp. Eftersom det även finns lokalproducerad keramik i denna grupp är det mest troligt att de två äggen från Opole var tillverkade i nuvarande västra Polen.

Nederst i dendrogrammet i figur 4 återfinns fyra prover som avviker från de övriga. Tre av dessa utgörs av skärvor från keramik samt en bit från uppståndelseägg **Sigtuna T-18668**. Det betyder att ägget från Sigtuna avviker även från proverna från Kiev och Polen.

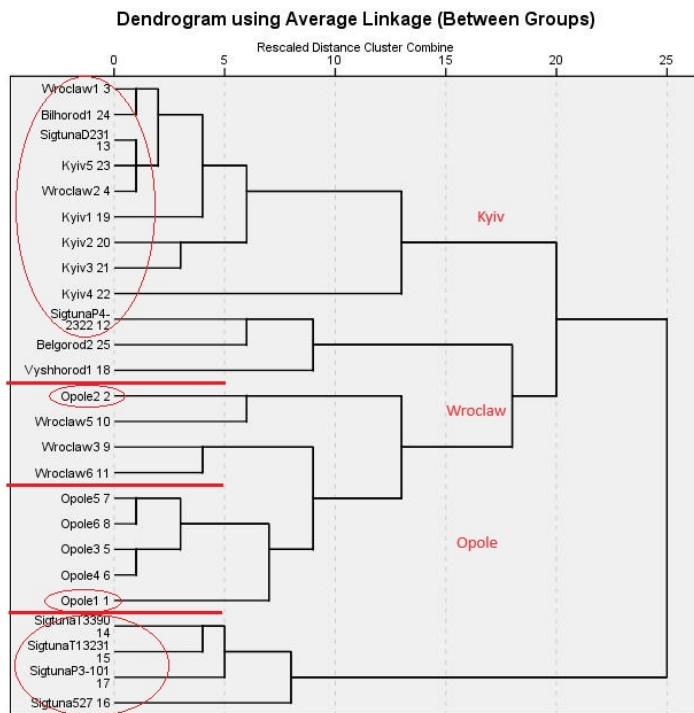
Man kan även notera att fyra av de sju uppståndelseäggen från Sigtuna inte placerar sig i samma grupp som proverna från Kiev. För att kunna diskutera detta mera ingående har de fyra mest avvikande proverna tagits och en ny analys har utförts, men med samma resultat (Fig. 5). Fyra av uppståndelseäggen från Sigtuna förefaller inte vara från Kiev, och detsamma gäller ägget **Sigtuna T-18668**.

En intressant iakttagelse är att de två uppståndelseäggen från Wrocław har samma kemisk sammansättning som ägg från Kiev (Fig. 5). De två äggen från Opole fördelar sig på ett annat sätt. Opole1 placerar sig med keramikkrävar från Wrocław medan ägget Opole2 återfinns med keramikkrävar från Wrocław. Det innebär därmed att uppståndelseäggen från Wrocław inte var lokalt framställda, men däremot återfinns ett ägg från Opole tillsammans med keramik från Wrocław.



Figur 4. Flera av uppståndelseäggen från Sigtuna och Wrocław har samma kemisk sammansättning som uppståndelseägg från Kiev. Uppståndelseägg är röda cirklar.

Several of the resurrection eggs from Sigtuna and Wrocław are of the same chemical composition as resurrection eggs from Kiev. The samples in red circles are resurrection eggs.

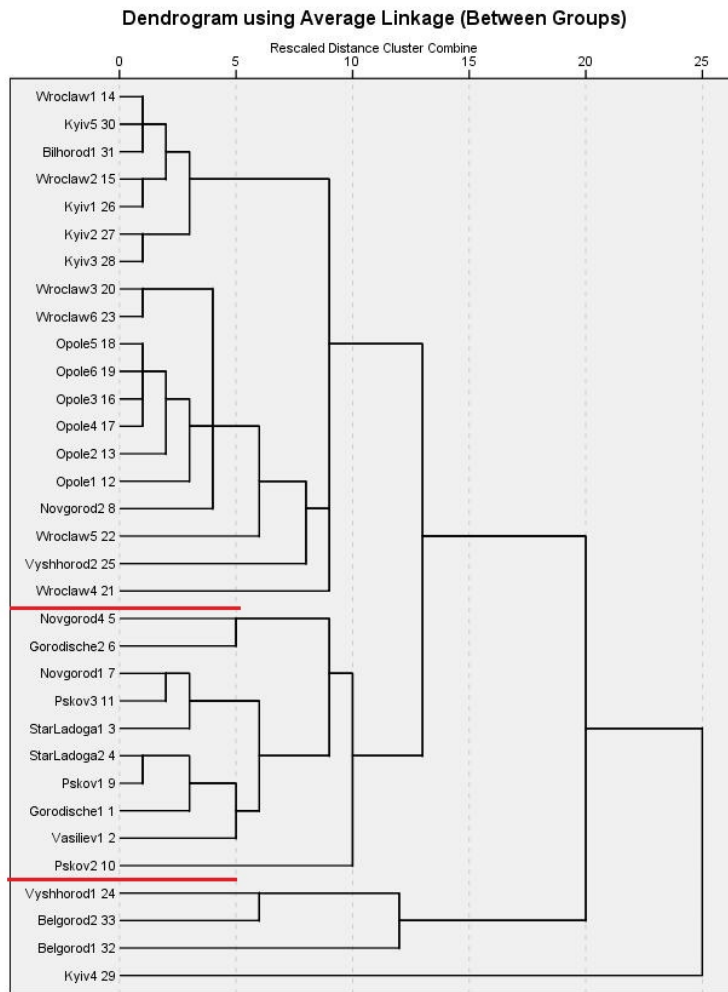


Figur 5. De fyra mest avvikande proverna har tagits bort och analysen bekräftar fördelningen av proverna från figur 4. Prover i cirklar är uppståndelseägg.

The four samples that differs mostly have been left out and the analyse confirms the result in figure 4. The samples in red circles are resurrection eggs.

Trots ett betydande jämförelsematerial från en mängd platser i Europa har det inte varit möjligt att bestämma provenienserna på samtliga uppståndelseägg från Sigtuna. Fem av äggen har inte några likheter med det jämförande materialet och provenienserna kan i nuläget inte bestämmas. Dock är det tydligt att fyra av äggen har samma proveniens, medan ett avviker helt.

I sammanhanget är det även intressant att belysa förhållandet mellan uppståndelseäggen från Kiev, Wroclaw och Opole och den ryska keramiken. Analysen visar att det finns mera likheter mellan den polska keramiken, äggen från Polen och med äggen från Kiev än med keramik från olika lokaler i västra Ryssland (Fig. 6).



Figur 6. Proverna från Ukraina och Polen har en annan kemisk sammansättning än keramik från västra Ryssland.
The samples from Ukraine and Poland are of another chemical composition as pottery from western Russia.

Prov	Lokal/Fyndnr.	Föremål	Proveniensen
Sigtuna I18668	Kv. Trädgårdsmästaren, F18668	Uppståndelseägg, fragment	ND C
Sigtuna P4-2322	Kv. Professorn 4, F2322	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Sigtuna D231	Kv. Draken 1, F231	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Sigtuna I3390	Kv. Trädgårdsmästaren 9-10, F3390	Uppståndelseägg, fragment	ND B
Sigtuna I13231	Kv. Trädgårdsmästaren 9-10, F13231	Uppståndelseägg, fragment	ND B
Sigtuna I527	Kv. Trädgårdsmästaren 9-10, F527	Uppståndelseägg, fragment	ND B
Sigtuna P3-101	Kv. Professorn 3, F101	Uppståndelseägg, fragment	ND B
Vyshhorod1	Vyshhorod, Kiev. Excavation 6. Invent. No. 1879	Keramikprov	Kiev
Vyshhorod2	Vyshhorod, Kiev. Excavation 6. Invent. No. 1494	Keramikprov	ND
Kyiv1	Kyiv. Nesterivskiy lane. Invent. No. A 4879/2	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Kyiv2	Kyiv. Osypenko Street. Invent. No. A4871/1, 9	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Kyiv3	Kyiv. Yaroslavsky Lane 2. Invent. No. 2447	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Kyiv4	Kyiv. Vladimirska Street. Invent. No. 57	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Kyiv5	Kyiv. Verkhniy Val Street. Invent. No. 405	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Bilhorod1	Bilhorod, Kyev. Excavation 1. Invent. No. 57	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Belgorod2	Belgorod, Kyiv. Furnace 12. Invent. No. 535	Keramikprov	ND
Belgorod3	Belgorod, Kyiv. Furnace 12. Invent. No. 545	Keramikprov	Kiev
Opole1	Opole, Ostrowek stronghold. Invent. No. 2007/52	Uppståndelseägg, fragment	Opole
Opole2	Opole, Ostrowek stronghold. Invent. No. 1987/52	Uppståndelseägg, fragment	Wroclaw
Opole3	Opole, Ostrowek stronghold. Trench 1952	Keramikprov	Opole
Opole4	Opole, Ostrowek stronghold. Trench 1952	Keramikprov	Opole
Opole5	Opole, Ostrowek stronghold. Trench 1952	Keramikprov	Opole
Opole6	Opole, Ostrowek stronghold. Trench 1952	Keramikprov	Opole
Wroclaw1	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 225g/75	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Wroclaw2	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 5d/78	Uppståndelseägg, fragment	Kiev
Wroclaw3	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 250/75	Keramikprov	Wroclaw
Wroclaw4	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 250/75	Keramikprov	ND
Wroclaw5	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 154/76	Keramikprov	Wroclaw
Wroclaw6	Wroclaw, Ostrowek Tumski stronghold. Invent. No. 154/76	Keramikprov	Wroclaw

Tabell 3. Proveniensen av de analyserade uppståndelseägg och keramik. ND= Not Determined.

The result of the analyse and provenance of the resurrection eggs and the pottery.

Sammanfattning

Analysen visar samtliga sju analyserade uppståndelseägg från Sigtuna var importerade och inte framställda av lokala leror. Det finns inte heller likheter med keramik och leror från länderna kring Östersjön eller från västra Europa. De sju äggen har även jämförts med uppståndelseägg och keramikskärvor från Kiev i Ukraina samt från Opole och Wroclaw i Polen. Två av äggen från Sigtuna; från kv. Professorn 4 och från kv. Draken 1, uppvisar likheter med bland annat sex ägg från Kiev, och dessa har med största säkerhet tillverkats i Kiev (Tab. 3).

Fyra av äggen från Sigtuna; tre från kv. Trädgårdsmästaren 9-10 samt ett från kv. Professorn 3, placerar sig i en separat grupp och dessa fyra ägg har tillverkats på samma plats. Det är viktigt att konstatera att de har identisk proveniens och att tre av dessa har påträffats på kv. Trädgårdsmästaren 9-10. Vid jämförelser mellan keramik i Östersjöområdet och med Kiev finns det största kemiska likheter med material från Kiev, och proveniensen är sannolikt dagens Ukraina.

Ett uppståndelseägg från kv. Trädgårdsmästaren 9-10 avviker helt från jämförelsematerialet och från övriga prover i Keramiska Studiers databas. Proveniensen av ägget **Sigtuna T-18668** kan inte bestämmas, men det är noterbart att ägget avviker från proverna från Kiev. Dessutom har ägget påträffats på kv. Trädgårdsmästaren 9-10, där analysen visat att de övriga äggen från samma tomt inte var tillverkade i Kiev. Man kan emellertid inte utesluta att provet kontaminerats av glasyren, och att detta delvis påverkat analysresultatet.

Från Kiev har totalt sex olika uppståndelseägg analyserats och samtliga placerar sig i samma grupp, fast med vissa variationer. De sex äggen har inte påträffats vid samma arkeologiska utgrävningar, utan i olika delar av staden, men samtliga ägg var lokalt framställda i Kiev. Av fyra analyserade keramikskärvor från olika delar av Kiev har två tillhört kärl som har haft samma kemiska sammansättning som uppståndelseäggen.

Från Opole och Wroclaw i Polen har vardera sex skärvor analyserats. Av dessa var vardera två uppståndelseägg. De två äggen från Wroclaw var tillverkade i Kiev, medan keramikkärlen var lokalt framställda. Däremot uppvisade materialet från Opole ett helt annat resultat. Keramikkärlen var visserligen lokalt framställda, men ett av äggen var sannolikt tillverkat i Opole,

medan ett kom från Wrocław. Analysen visar på mer likheter med västra Polen än med Ukraina och att de två äggen från Opole inte var tillverkade av råmaterial som hämtats på samma plats.

Litteratur

Siemianowska S., Pankiewicz, A., Sadowski, K. & Pawlicki J. K. 2023. W kwestii techniki wykonania i szkliwienia wczesnośredniowiecznych pisanek-grzechotek ze śląska. *Przegląd archeologiczny*. Vol. 71, 2023, s. 243–270.

Sushko, Alina. 2020. Ceramic Glazed Painted Eggs Production Technology. Based on the Kyiv Archaeological Materials. *Archaeologica 4. National Academy of Sciences of Ukraine. Institute of Archaeology Nas of Ukraine*. Kiev, sid. 105-112

English summary

ICP-MA/ES analysis of early Medieval resurrection eggs from Sigtuna, Uppland and comparative material from Kiev in Ukraine and Wrocław and Opole in Poland.

Chemical ICP-MA/ES analysis have been carried out on resurrection eggs from Sigtuna in Sweden, Wrocław and Opole in Poland and from Kiev in Ukraine. The eggs have been compared with ceramics from many different parts of Europe, including local made pottery from Sigtuna, Wrocław and Opole.

The analysis show that none of the seven resurrection eggs were made in Sweden and at least two of the eggs from Sigtuna were made in Kiev. The remaining four eggs seems also be of Ukrainian provenance.

From Wrocław were two eggs analysed and both of them seems to have been made in Kiev.

The picture is different with the two analysed eggs from Opole. One seems to have been locally made in or close to Opole and the other has resemblances with local made ceramics from Wrocław.

One important result is that chemically are the eggs from Kiev very similar and it is an important reference material to identify resurrection eggs made in Kiev.

Bilaga över de jämförande proverna – Appendix

Uppstandelseäggets och keramikprovernas proveniens (Sammanställt av Rune Edberg)

• *Proveniens for föremålen från Sigtuna, se Rune Edbergs och Christina Larssons huvudrapport, till vilken denna rapport (av Torbjörn Brorsson) utgör bilaga.*

--- --

• *Proveniens for föremålen från Kyiv (Kiev), Bilhorod (Belgorod) och Vyshhorod enligt Alina Susjkos, Kiev, uppgifter, lämnade till RE i brev. (Bilborod / Belgorod = Bilborod Kyivskiy / Belgorod Kievskij, ca 22 km V om dagens centrala Kiev. Vyshhorod = ca 18 km N om dagens centrala Kiev.)*

Vyshhorod 1. Pot fragment. Vyshhorod 2014. Excavation 6. Object 7. Furnace chamber. Inventory number 1879. Research: V. Ivakin, D. Bibikov.

Vyshhorod 2. Pot fragment. Vyshhorod 2014. Excavation 6. Object 2. Filling 2. Inventory number 1494. Research: V. Ivakin, D. Bibikov.

Kyiv 1. Resurrection Egg. Kyiv 1985–1986. Nesterivskiy Lane, 13–17. Inventory number A 4879/2. Research: Borovsky Ya., Zotsenko V.

Kyiv 2. Resurrection Egg. Kyiv 1981. P. Osypenko Street, 9. Inventory number A 4871/1. Research: Borovsky Ya.

Kyiv 3. Resurrection Egg. Kyiv 2008. Yaroslavsky Lane 2. Inventory number 2447. Research: V. Zotsenko, S. Taranenko.

Kyiv 4. Resurrection Egg. Kyiv 1998. Vlodymirska Street. Inventory number 57. Research: Ya. Borovskiy, S. Klimovskiy.

Kyiv 7. Resurrection Egg. Kyiv 2018. Verkhniy Val Street, 42-a. Inventory number 405. Research: Ivakin V.

Bilhorod 1. Resurrection Egg. Bilhorod 2009. Excavation 1. Object 6. Inventory number 57. Research: Nepomyaschich V.

Belgorod 2. Pot fragment. Belgorod 1973. Furnace 12. Workshop. Inventory number 535. Research: Mezentseva G.

Belgorod 3. Lamp. Belgorod 1973. Furnace 12. Workshop. Inventory number 545. Research: Mezentseva G.

Litteratur

Uppståndelseäggen ovan behandlas av Alina Susjko i arbeten 2011 och 2020.

Susjko 2011 = Сушко, А.О. Давньорускі писанкі. Зроблена спроба узагальнити дані про керамічні полив'яні орнаментовані вироби у формі яйця – так звані давньоруські писанки. *Археологія*, nr 2, 2011 s. 46–52.

Susjko 2020 = Сушко, А.О. Технологія виготовлення керамічних полив'яних писанок за археологічним матеріалом киева. *Археологія*, nr 4, 2020. s. 105–112. (Not. Glasyranalys på uppståndelseäggen Kyiv 1 och Kyiv 2 i detta arbete.)

• *Proveniens for föremålen från Wrocław och Opole enligt Sylvia Siemianowskas, Wrocław, uppgifter, lämnade till RE i brev. (Bada städerna ligger i sydvästra Polen och tillhör den historiska regionen Schlesien.)*

Opole 1. Opole-Ostrowek stronghold; Inv. No. 2007/52; glazed Easter egg; trench 1952, layer A1, are 376, m2 2b; turn of the 12th century; fragment of an Easter egg or a rattle made of pottery mass with medium-grain mineral admixture; covered with black glaze (in reflected light), visible dark green in microscopic and strong light; cracked; variable burnout; high-lead glass, alkali-free, coloured with copper oxides; Pankiewicz, Siemianowska 2020; Siemianowska et al. 2023.

Opole 2. Opole-Ostrowek stronghold; Inv. No. 1987/52; glazed Easter egg; trench 1952, layer C3, are 407, m2 6g, building No. 6; turn of the 11th century; fragment of an Easter egg or a rattle made of pottery mass, with a finegrained admixture; oxidative burnout; empty inside; a hole in the lower part; covered with green glaze, cracked; high-lead glass, alkali-free, coloured with iron and copper oxides; Pankiewicz, Siemianowska 2020; Siemianowska et al. 2023.

Opole 3. Opole-Ostrowek stronghold; ceramics; trench 1952, layer A; turn of the 12th century; a fragment of typical early Polish ceramics.

Opole 4. Opole-Ostrowek stronghold; ceramics; trench 1952, ar 376; layer A; turn of the 12th century; a fragment of typical early Polish ceramics.

Opole 5. Opole-Ostrowek stronghold; ceramics; trench 1952, layer C3, building No. 6; turn of the 11th century; a fragment of typical early Polish ceramics.

Opole 6. Opole-Ostrowek stronghold; ceramics; trench 1952, layer C3; turn of the 11th century; a fragment of typical early Polish ceramics.

Wrocław 1. Wrocław-Ostrow Tumski, stronghold; Inv. No. 225g/75; glazed Easter egg; trench I, layer H1, squares 41, 42; 3th quarter of the 11th – 1st quarter of the 12th century; Easter egg rattle made of bright pottery mass; hole in the lower part; covered with dark glaze, partially exfoliated; bright thread; ‘feather’ ornament; Pankiewicz, Siemianowska 2020.

Wrocław 2. Wrocław-Ostrow Tumski, stronghold; Inv. No. 65d/78; glazed Easter egg; trench I, layer M, between buildings No. 5 and 3; 2nd half of the 11th century; Easter egg rattle made of bright pottery mass; hole in the lower part; covered with dark glaze, partially exfoliated; bright thread; ‘feather’ ornament; Pankiewicz, Siemianowska 2020; Kaźmierczyk et al. 1980, 145, Fig. 59.

Wrocław 3. Wrocław-Ostrow Tumski, stronghold; Inv. No. 250/75; ceramics; trench I, layer H1; 3th quarter of the 11th – 1st quarter of the 12th century; a fragment of typical early Polish ceramics.

Wrocław 4. Wrocław-Ostrow Tumski, stronghold; Inv. No. 250/75; ceramics; trench I, layer H1; 3th quarter of the 11th – 1st quarter of the 12th century; a fragment of typical early Polish ceramics.

Wrocław 5. Wrocław-Ostrow Tumski, stronghold; Inv. No. 154/76; ceramics; trench I, layer M; 2th half of the 11th century; a fragment of typical early Polish ceramics.

Wrocław 6. Wrocław-Ostrow Tumski, stronghold; Inv. No. 154/76; ceramics; trench I, layer M; 2th half of the 11th century; a fragment of typical early Polish ceramics.

Litteratur:

Kaźmierczyk, J., Kramarek, J. & Lasota, C. 1980. Badania na Ostrowie Tumskim we Wrocławiu w 1978 roku. *Silesia Antiqua* 22, 71–158.

Pankiewicz, A. & Siemianowska, S. 2020. Early medieval glazed objects from the Wrocław and Opole strongholds: function and social significance. *Přehled výzkumů* 61/2. s. 53–70.

Siemianowska S., Pankiewicz, A., Sadowski, K. & Pawlicki J. K. 2023. W kwestii techniki wykonania i szkliwienia wczesnośredniowiecznych pisanek-grzechotek ze śląska. *Przegląd archeologiczny*. Vol. 71, 2023, s. 243–270.

Bilaga 2

Rapport om glasysammansättningar på keramiska uppståndelsegg från tidig medeltid

Christina Larsson

Inledning

Inom arkeologin är keramiska uppståndelsegg en spektakulär fyndgrupp som kräver uppmärksamhet med sin blanka fjäderliknande dekor i svart/brunt/grönt och gult. Föremålen är också till sin konstruktion uppseendeväckande avancerade. I tidig medeltid, långt innan någon annan glaserad keramik importerades till Sverige – eller ännu mindre tillverkades här – producerades på slaviskt område dessa tekniskt perfekta, glaserade ägg.

Uppståndelseggen är i storlek något mindre än nutida hönsägg. De formades av lera genom tumning eller i tvådelad tryckform. Innan formen slöts placerades ofta en eller flera lerkulor i ägget. Det gjorde att det färdiga ägget lät som en skallra när det skakades. Mönstren består av en mörk, begjuten bottenglasyr på vilken en ljus, oftast gul, glasyrslinga applicerats genom horn-teknik på ett roterande ägg och bildar en spiral. På de typiska uppståndelseggen är ränderna i den ljusa mönsterspiralen sammandragna med bottenglasyn genom upprepade dragningar med ett spetsigt verktyg. Dragningarna gjordes växelvis från den breda basen till toppen och från toppen till basen. Resultatet är ett fjäderliknande mönster uppbyggt av *vågklamrar*. En variant där dragningarna upprepat gjorts i samma riktning – endast från basen till toppen eller endast från toppen till basen – bildar uppåtsträvande eller nedåtgående bågar. Förutsättningen för att konstruera mönstren var att både bottenglasyn och dekorslingan var flytande på ägget vid dragningarna. Precision och snabbhet krävdes.

Komponenter i glasyrer

Keramikglasyrer är blandningar av kemiska komponenter som inom vissa temperaturintervall smälter och bildar en hård och glasig yta på keramik. Glasyrer blandas av ämnen från tre huvudgrupper:

- **Glasbildande**, sura ämnen: främst kiselsyra (SiO_2) = kvarts.
- **Stabiliserande**, neutrala ämnen: aluminiumoxid (Al_2O_3).
- **Flussverkande**, basiska ämnen: blyoxid (PbO), kalciumoxid/kalciumkarbonat (CaO/CaCO_3), kaliumoxid (K_2O), natriumoxid (NaO), magnesiumoxid (MgO) m.fl.

En keramikglasyr innehåller i princip alltid kvarts, aluminiumoxid och en eller flera flussverkande ämnen. Detta utgör en så kallad grundglasyr. Som färgsättning av denna används ämnen som innehåller metaller, t.ex järnoxid (FeO) för brunt eller gult, tennoxid (SnO_2) för vitt och som också kan göra en glasyr opak, kopparoxid (CuO) för grönt, manganoxid (MnO) för brunlila, titandioxid (TiO_2) för vitt, kromoxid (Cr_2O_3) för grönt och koboltoxid (CoO) för blått.

Under tidig medeltid i Europa applicerades glasyn på keramikföremål antingen i pulverform – som föremålet rullades i eller som klappades fast på föremålet – eller blandad till en suspension i en avpassad mängd vatten som föremålen doppades i eller översköldes av. Sedan mitten av medeltiden används dock så gott som uteslutande vattenblandade glasyrer.

Leror i glasyrer

Lerpartiklar har en kornstorlek på mindre än 0,002 mm. Naturlera utgörs av vittrat berg och innehåller oftast variationer av glasbildande, flussverkande och stabiliserande ämnen – samma typ av ämnen som ingår i glasyrer. Vid en tillräckligt hög temperatur smälter lera till glas. Lera kan med fördel utgöra en av ingredienserna i en glasyr och är ofta källan till den aluminiumoxid som ingår i keramikglasyrer. Lera har också en välgörande inverkan i glasyrblandningen vid själva glaseringsstillfället. Den förebygger att glasyr-

materialen sätter sig som en kaka i botten av glasyrhinken, och kan röras till en homogen suspension. Den påverkar också glasyrens viskositet på ett gynnsamt vis. Aluminiumoxiden i leran bidrar till glasyrens vidhäftning på keramikföremål och förebygger att den rinner. Som material i glasyrer kan de flesta lokala lergods- och stengodsleror användas – rödbrännande, gulbrännande, vitbrännande.

Färg och innehåll i leran avspeglar berget/berggrunden som den vittrat från. Röd- och gulbrännande leror innehåller bl.a järnoxid. Vanliga brytbara vita leror är t.ex kaolin, ball clay, porslinslera, vit stengodslera och bentonit. De är vittrade från berg/berggrund som saknar inslag av färgande metaller. En större mängd lera tillsätts i glasyrer som ska användas till råglasering, det vill säga glasyrer som appliceras direkt på ett rått lerbeförsmål inför glasyrbränning. För lyckad råglasering krävs att glasyren har ungefär samma krympindex som lerbeförmålet när det bränns i ugnen.

Alternativet till råglasering är att först skröjbränna lerbeförmålet, dvs att bränna det över 600 grader så att leran omvandlas till keramik. Först efter skröjbränningen påförs glasyren på keramikföremålet varefter glasyrbränningen sker. Råglaserade föremål bränns alltså en gång medan föremål som först skröjbränns och sedan glaseras bränns minst två gånger.

Kemisk sammansättning hos uppståndelseäggen

Forskare i Ryssland, Ukraina och Polen har länge gjort antaganden om att flera olika produktionscentra funnits under den relativt korta tidsperioden som uppståndelseägg tillverkades. Se utförligare om detta i rapporten, till vilken denna text är en bilaga (Edberg & Larsson 2024).

Ett sätt att närma sig frågan om olika tillverkningsorter är att studera vilka kemiska komponenter som ingår i föremålens glasyrer. Skilda glasyrstudier har gjorts på uppståndelseägg påträffade i Ukraina (Susjko 2020) och i Polen (Siemianowska et al. 2023). I april 2024 lämnade Rune Edberg och Christina Larsson, i samarbete med Sigtuna Museum, fyra skärivor från Sigtuna för mineralkemisk SEM-analys på Naturhistoriska Riksmuseet. Syftet var att utreda de fyra äggens glasyrkomponenter och att utföra en jämförande studie mellan ägg hittade i Sigtuna, Schlesien i Polen och Kiev. De enskilda undersökningspunkterna på de olika föremålen valdes vid analystillfället ut av Christina Larsson i samarbete med Riksmuseets intendent Andreas Karlsson.

Av praktiska och administrativa skäl kunde inga av de oskadade äggen från Sigtuna undersökas. Av de åtta som återstod valde vi de fyra som vid okulär granskning uppvisade tydliga skillnader ifråga om glasyr och dekor. Urvalet ägde rum innan resultatet av proveniensbestämningen utifrån ICP-analys förelåg. Bland de glasyranalyserade objekten visade sig senare fyndet kv. Professorn 4, nr 2322, härröra från Kiev och de andra tre tillhöra en grupp på fyra som har en gemensam, obestämd, tillverkningsplats som möjligen finns i Ukraina (Borsson i Edberg & Larsson 2024, bilaga 1) (tabell 1).

Glasyrkomponenter från de tre fyndplatserna

Sigtuna: Följande fyra skärivor av uppståndelseägg undersöktes: fynden kv. Professorn 3 nr 101 (P3-101), kv. Professorn 4 nr 2322 (P4-2322), kv. Trädgårdsmästaren 9-10 nr 527 (T-527) och kv. Trädgårdsmästaren 9-10 nr 3390 (T-3390).

Fynd	Fyndplats
P4-2322	Sigtuna: Kv. Professorn 4
P3-101	Sigtuna: Kv. Professorn 3
T-3390	Sigtuna: Kv. Trädgårdsmästaren 9-10
T-527	Sigtuna: Kv. Trädgårdsmästaren 9-10
1198/60	Opole, Schlesien, Polen
227A/2001	Wroclaw, Schlesien, Polen
1987/52	Opole, Schlesien, Polen
2007/52	Opole, Schlesien, Polen
4871/1	Kiev, Ukraina
4879/2	Kiev, Ukraina

Tabell 1. De fynd av keramiska uppståndelseägg vilkas glasyr analyserats i olika studier och som jämförelserna här bygger på. – *The resurrection eggs included in the comparative study of glazing components.*

Varje glasyr på skärvorna analyserades i svepelektronmikroskop på tre punkter. Av vardera ägg togs med andra ord sex spektra. För varje glasyr är här ett medelvärde uträknat. (Tabell 2)

Analysen av de fyra äggen, hittade i Sigtuna, visar att samtliga åtta glasyrer innehåller de receptbildande ämnena kvarts SiO_2 (glasbildande), fosforoxid P_2O_5 (glasbildande med kalcium), kalciumoxid CaO (glasbildande med fosfor, flussande i sig själv som krita), blyoxid PbO (flussande och glasbildande), aluminiumoxid Al_2O_3 (stabiliserande, ingår i lera). Järnoxid FeO (färgande) ingår i alla glasyrer. Tennoxid SnO_2 (färgande) ingår i alla glasyrer utom i den brunsvarta på P4-2322. Ämnen med värden under 1% är Na_2O , MgO , K_2O , TiO_2 , ZnO och MnO är förmodligen sekundära och har inte tillsatts i glasyren med egen rätt utan ingått i något av glasyr-

materialen, till exempel tillsammans med Al_2O_3 i lera. En viss kontaminering från verkstadsmiljön är också möjlig.

Schlesien: En analys av sex keramiska uppståndelseägg påträffade i Opole och Wrocław i Schlesien, Polen, är publicerad av Siemianowska et al. (2023). Fyra av dessa ingår i vår jämförande studie För varje glasyr är här ett medelvärde uträknat (tabell 3, nästa sida).

Glasyranalysen av Schlesienäggen visar att samtliga innehåller de receptbildande ämnena blyoxid SiO_2 (glasbildande), PbO (flussande och glasbildande), aluminiumoxid Al_2O_3 (stabiliserande, ingår i lera). Järnoxid FeO (färgande) ingår i alla glasyrer. Tennoxid SnO_2 (färgande) ingår i båda gula glasyrerna men endast i en av de fyra svarta. Ämnen, förutom Fe_2O_3 , SnO_2 , med

SIGTUNA

Fynd	<i>Sigtuna P4-2322</i>		<i>Sigtuna P3-101</i>		<i>Sigtuna T-3390</i>		<i>Sigtuna T-527</i>	
	brun svart	gul	brun svart	gul	brun svart	gul	brun svart	gul
Oxid								
Na_2O	0,39	0,63	0,32	0,60	0,66	0,55	0	0,29
MgO	0,41	0,29	0,35	0,43	0,46	0,32	0	0,38
Al_2O_3	2,64	1,96	2,08	2,49	2,14	1,88	2,07	2,12
SiO_2	13,58	12,50	17,32	16,64	18,25	28,55	19,24	58,82
P_2O_5	12,48	10,66	13,97	13,50	12,02	9,34	16,38	4,40
K_2O	0,80	0,67	0,62	0,61	0,67	0,61	0,36	0,59
CaO	8,78	6,37	8,82	8,78	6,81	5,50	7,70	2,91
PbO	54,92	60,13	50,81	52,33	53,66	44,26	42,87	24,64
FeO	4,97	4,70	2,89	2,65	3,04	1,54	10,81	1,34
SnO_2	0	2,88	2,70	0,99	2,65	6,38	0,33	6,01
TiO_2	0	0	0	0	0	0	0,28	0,22
ZnO	0	0	0	0	0	0	0,47	0
MnO	0	0	0	0,29	0	0	0,27	0

Tabell 2. Resultat av mineralkemisk analys av glasyrer på fyra uppståndelseägg påträffade i Sigtuna. Tabellerna redovisar medelvärden i viktprocent utifrån flera analyspunkter på varje glasyr. Bearbetat av Christina Larsson efter analysprotokoll från Naturhistoriska riksmuseet (Edberg & Larsson 2024, bilaga 3). – Mean values of chemical analyses of glazes on four resurrection eggs found in Sigtuna. Adapted by the author from laboratory records.

Undersökningen gjordes vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm med ett FEI Quanta 650 (Thermo Scientific) fältelektronemissions svepelektronmikroskop (SEM) i lågvakuum. Den kemiska sammansättningen av glasyren bestämdes med en energidispersiv röntgendetektor (EDS) från Oxford Instruments (Edberg & Larsson 2024, bilaga 3).

SCHLESISIEN

Fynd	<i>Opole</i> 1198/60		<i>Wroclaw</i> 227A/2001		<i>Opole</i> 1987/52	<i>Opole</i> 2007/52
Färg	svart	gul	svart	gul	grönbrun	svart
Oxid						
Na ₂ O	0	0	0,16	0,06	0	0,03
MgO	0,09	0,04	0,11	0	0	0,03
Al ₂ O ₃	0,30	0,13	2,09	0,36	0,24	0,10
SiO ₂	25,42	27,25	17,94	16,49	21,71	24,61
P ₂ O ₅	0	0	0,07	0	0,07	0,04
K ₂ O	0,11	0,07	0,37	0,08	0,07	0,03
CaO	0,22	0,06	0,33	0,15	0,38	0,39
PbO	71,88	71,50	74,26	74,82	73,48	74,25
Fe ₂ O ₃	2,78	0,17	4,65	0,31	4,30	0,04
SnO ₂	0	1,44	0,05	7,95	0	0
CuO	0,18	0,21	0,01	0,16	0,15	0,33
TiO ₂	0	0	0,11	0,07	0,05	0
MnO	0	0,12	0,05	0,16	0,05	0
ZnO	0,14	0	0	0,16	0,10	0,13
BaO	0	0,13	0,05	0,07	0	0
Cr ₂ O ₃	0	0,04	0	0	0	0
As ₂ O ₅	0	0	0	0	0,10	0,07
SrO	0,12	0,15	0,14	0,19	0,03	0,07
CoO	0	0,06	0,03	0,06	0	0
NiO	0,06	0	0,11	0,13	0	0,11

Tabell 3. Resultat av mineralkemisk analys av glasyrer på uppståndelseägg från Schlesien. Tabellerna redovisar medelvärden i viktprocent utifrån flera analyspunkter på varje glasyr. Bearbetat av Christina Larsson efter data i Siemianowska et al 2023. – Mean values of chemical analyses of glazes on resurrection eggs found in Silesia. Adapted by the author from Siemianowska et al 2023.

Undersökningen gjordes vid Institutet för geokemi, mineralogi och petrologi vid Warszawa universitetets geologiska fakultet med JEOL JSM-6380LA svepelektronmikroskop med EDS-mikroprob. EPMA-analys med Cameca SX-100 med WDS spektrometrar. (Siemianowska et al 2023; Pankiewicz et al 2017: 19–21.)

värden under 1% är Na₂O, MgO, P₂O₅, K₂O, CaO, TiO₂, MnO, ZnO, CuO, BaO, Cr₂O₃, As₂O₅, SrO, CoO, NiO. De är troligen sekundära och har inte tillsatts i glasyren med egen rätt utan ingått i något av glasyrmaterialen, till exempel i lera. En viss kontaminering från verkstadsmiljön kan heller inte uteslutas.

Kiev: En analys av två keramiska uppståndelseägg påträffade i Kiev har publicerats av Susjko 2020. För varje glasyr är här ett medelvärde uträknat (tabell 4).

Analysen av äggen hittade i Kiev visar att samtliga fyra glasyrer innehåller de receptbildande ämnena kvarts SiO₂ (glasbildande), fosforoxid P₂O₅ (glasbildande med kalcium), kalciumoxid CaO (glasbildande med fosfor, flussande i sig självt som krita), blyoxid PbO (flussande och glasbildande), aluminiumoxid Al₂O₃ (stabiliserande, ingår i lera). Järnoxid Fe₂O₃ (färgande) ingår i alla glasyrer. Tennoxid SnO₂ (färgande) ingår i båda de gula glasyrerna men endast i den ena av de svartbruna. Ett lågt värde av CuO (färgande) förekommer i en av de brunsvarta glasyrer-

KIEV				
Fynd	<i>Kiev 4871/1</i>		<i>Kiev 4879/2</i>	
Färg	brun/svart	gul	brun/svart	gul
Oxid				
Na ₂ O	1,73	1,84	1,55	1,49
MgO	0,54	0,51	0,84	0,47
Al ₂ O ₃	5,95	3,16	5,50	2,40
SiO ₂	22,40	16,79	17,84	20,92
P ₂ O ₅	26,05	16,08	19,19	6,50
K ₂ O	2,23	1,40	1,84	1,13
CaO	24,30	9	16,91	4,52
PbO	12,51	46	31,87	54,46
FeO	2,67	1,07	3,09	2,15
SnO	0,55	2,01	0	2,09
CuO	0	0	0,40	0

Tabell 4. Resultat av mineralkemisk analys av glasyrer på två uppståndelseägg påträffade i Kiev. Tabellerna redovisar medelvärden i viktprocent utifrån flera analyspunkter på varje glasyr. Bearbetat av Christina Larsson efter data i Susjko 2020. – Mean values of chemical analyses of glazes on two resurrection eggs found in Kiev. Adapted by the author from Sushko 2020

Undersökningen gjordes vid Nanomedtech Electronic Microscope Laboratory i Kiev med ett Tescan Mira 3 LMU svepelektronmikroskop och Gatan Pecs 682 etsnings- och beläggningssystem (Susjko 2020).

na. NaO, MgO, K₂O och har troligen inte tillsetts i glasyren med egen rätt utan ingått i något av glasyrmaterialen, till exempel tillsammans i lera. En viss kontaminering från verkstadsmiljön kan heller inte uteslutas.

Karakterisering av glasyrerna

Hur går man till väga för att karakterisera glasyrerna från Sigtuna, Schlesien och Kiev? Ett första steg är att försöka förstå vilka ämnen och material som kan ha ingått i grundrecepten och hur materialen påverkar glasyrerna (Fredholm 2023).

Analyserna visar att följande ämnen kan ses som receptbildande komponenter i äggens glasyrer: kvarts, fosforoxid, kalciumoxid, blyoxid och aluminiumoxid.

Kvarts SiO₂ bryts i naturen och är den viktigaste ingrediensen i både lera och glas. I keramikglasyrer är kvarts den vanligaste och viktigaste glasbildaren men eftersom den har en så pass hög smälttemperatur som 1 700 grader behöver den både flussmedel för att smälta ut vid rätt temperatur och aluminium för att inte rinna av keramikföremålet. I glas

har kvartssand traditionellt varit källan till kvarts.

Fosfor P₂O₅ är ett av de vanligaste grundämnen i berggrunden men kan inte brytas i fri form på grund av sin höga kemiska reaktionsförmåga. Hos djur och människor ingår fosfor som mineralet apatit i skelettet och i tandemalj. Fosfor är ett livsviktigt grundämne för alla levande organismer, och för växter nödvändigt för fotosyntesen, blom- och frösättning samt för plantans allmänna uppbyggnad. I keramikglasyrer kan fosfor ingå som ett av flera ämnen i växtaskor och i benaska. Benaska består av fosforoxid och kalciumoxid. Askor från träd och mindre växter innehåller fosfor och kalcium tillsammans med andra ämnen som kiseloxid, aluminiumoxid, natriumoxid, magnesiumoxid, järnoxid mm.

Kalciumoxid CaO ingår i material som t.ex krita (CaCO₃) och wollastonit (CaO / SiO₂) som båda bryts i naturen, men ingår i lergodsglasyrerna på äggen troligast i form av benaska tillsammans med fosfor och/eller som ett av ämnena i växtaska.

Benaska $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ består av fosfor och kalcium och används som glasbildare i keramikglasyrer. Fosformineralet apatit bildas naturligt i skelett och tänder hos djur och människor. Tillsammans med skelettets kalcium bildas benaska vid förbränning. Vid större mängder benaska blir glasyr opak och matt. I blanka glasyrer ger benaskan glans. Fosforglaslet löser sig inte i kvartsglaslet utan ligger som små pärlor i glasyren.

Askor från träd och mindre växter innehåller fosfor och kalcium tillsammans med andra ämnen som kiseloxid, aluminiumoxid, natriumoxid, magnesiumoxid, järnoxid mm och användas som glasbildare i keramikglasyrer. Fosforglaslet löser sig inte i kvartsglaslet utan ligger som små pärlor i glasyren.

Blyoxid PbO fungerar som ett flussmedel i ler- godsglasyrer men är även glasbildande. Den bidrar i en oxiderande bränningsmiljö till en briljant glasyryta och kan i en starkt syrereducerad bränningsmiljö få en yta som upplevs som metallisk. De höga värdena av blyoxid tillsammans med kvarts i uppståndelseäggen glasyrer visar att äggen är lågbrända, gissningsvis under 1000 grader.

Aluminiumoxid Al_2O_3 ingår i alla naturligt bildade leror och behövs i glasyrer som stabilisator. Aluminium gör glaslet trögflytande och förebygger att glasyren rinner av föremålet när den smälter under bränningen. Att Al_2O_3 finns i analysresultaten signalerar att lera ingått som material. När lera tillsätts i glasyr följer också andra beståndsdelar med från berggrunden från vilken leran har vittrat, ofta natriumoxid (Na_2O), magnesiumoxid (MgO), kaliumoxid (K_2O) men också andra. Naturleran består av många olika komponenter beroende på var den bildats, men som exempel innehåller den alltid kvarts, och i röda och gula leror oftast järnoxid. En mindre del av värdena för kvarts och järnoxid i analysstabellerna lär ha tillförts glasyrerna i form av lera.

Färgsättning

Ett genomgående tema för färgsättning av uppståndelseäggen är tillsatser av järnoxid och tenn. Järnoxid färgar brunt eller gult beroende på mängd och bakgrundsfärg. I de mörka ytorna ger det glasyrerna en brun till svart ton. I de ljusa glasyrerna ger järnoxiden en gul ton. Tennoxid färgar vitt men gör också att glasyrer kan bli opaka/

semiopaka. En mörk glasyr blir alltså mera täckande genom tillsats av tenn. I en ljus glasyr fungerar tennoxiden som vitgörare och kan bidra till att glasyren blir ogenomskinlig. Möjligt är att vit lera använts i en del av de ljusa glasyrerna på uppståndelseäggen. Den skulle tillsammans med tennoxiden utgöra en verkligt vit bakgrund till en kontrollerad tillsats av järnoxid och bilda gult. Tvärtemot borde rödbrännande lera gynna en mörk glasyr. I de mörka glasyrytorna har järnoxiden färgat glasyren brun. Bland Sigtunafynden finns exempel på semiopaka glasyrer, där järnet tillsammans med gods-färgen i själva keramikägget påverkar färgupplevelsen av glasyren. En del av de färgande oxiderna utöver järnoxid och tennoxid kan bidra till färgsättning även vid väldigt låga värden. Kopparoxid (CuO) är en sådan. Att den ingår i glasyrrecepten kan man vid okulär besiktning se som inslag av grönt i ljusa glasyrer på äggen.

Kontaminering

En hel del udda ämnen med värden under 1% finns med i glasyranalyserna, framför allt i tabellerna över äggen från Schlesien. Så låga värden skapar osäkerhet kring vad som medvetet har tillsatts glasyrerna som ett verksamt ämne, och vad som sekundärt följt med i glasyrmaterialen, t.ex i leran, eller är kontaminering från verkstadsmiljön. Kontaminering är en viktig faktor att fundera kring. Eftersom glasyrämnerna maldes till fint pulver fanns det förmodligen en rik flora av ämnen i en medeltida verkstad där förståelsen av farliga ämnen var låg, och god verkstadshygien både betydde något annat än idag och rent tekniskt hade större begränsningar. Även i välstädade moderna keramikverkstäder kan låga värden av ämnen oavsiktligt hamna i en glasyr – från händer, arbetskläder, verktyg och pytsar/hinkar. Detta är störande men kanske också spännande i en arkeologisk kontext som denna eftersom det kan ge små antydningar om vad som utöver glasyrer till uppståndelseägg hanterades i verksamheten.

Övriga källkritiska aspekter

Analysrapporterna innehåller listor över oxider som anges i procent utifrån total vikt. Risk finns att punkter som avlästs i svepelektronmikroskop- en kan ligga i övergången mellan mörk och ljus glasyr där en blandzon uppstått vid mönsterdragningen. Siffrorna i tabellerna är medelvärden utifrån flera analyspunkter på varje glasyr. Det inne-

bär att de anger ungefärliga värden. Exaktheten i analystabellerna i förhållande till originalrecept kompliceras dessutom av osäkerheter kring hur instruktionerna i glasyrrecepten för ca 1000 år sedan angavs. Moderna glasyrrecept anges i viktprocent med i regel en decimal. Med all säkerhet användes under medeltiden ett grövre måttssystem än idag. Under tidig medeltid är det till och med möjligt att vissa glasyrmaterial angavs i viktmått och andra i rydmmått i ett och samma recept.

De diskuterade glasyranalyserna har utförts på olika laboratorier med olika teknisk utrustning. Exakt vilket instrument som använts nämns kortfattat i anslutning till respektive tabell. Att detta inverkar på jämförelserna av resultaten är givetvis möjligt. Hur och i vilken utsträckning kan inte bedömas här. Grundämnen är omräknade till oxider enligt så kallad stökiometrisk metod.

Slutsats

Sigtuna: Analysen visar att samtliga åtta glasyrer sannolikt har blandats av kvarts, benaska och/eller växtaskor (glasbildande), blyoxid (flussande), lera (stabiliserande genom aluminiumoxid). I benaska och växtaskor ingår fosforoxid och kalciumoxid i varierande mängder, men kalcium oftast i större mängd än fosfor. Det som utmärker glasyrerna på äggen funna i Sigtuna är högt innehåll av fosforoxid, med värden som överstiger värdena för kalcium i samtliga åtta fall. Mörk och ljus glasyr i ägg P4-2322 består troligen av samma grundglasyr. Också P3-101 har glasyrer som liknar varandra och består troligen av samma grund. De mörka glasyrerna i på ägg T-3290 och T-527 liknar varandra och kan vara blandade från samma grundrecept. De ljusa glasyrerna på T-3290 och T-527 skiljer sig avsevärt från äggens mörka glasyrer i den glasbildande gruppen av ämnen där kvartshalten är avsevärt högre på bekostnad av askorna. I T-527 där kvartshalten har ett värde på 58,82% är det även på bekostnad av blyoxiden. Troligt är, utifrån det relativt låga lerinnehållet i glasyrerna, att äggen hittade i Sigtuna skrojbränts före glasering. Det innebär att de bränts minst två gånger. De fyra skärvorna från Sigtuna har delikat utformade mönster som signalerar kvalitet. Bevarandegraden av glasyryrtorna för P3-101, T-3390 och T-527 är hög – ytorna är blanka och färgerna klara. Ägget P4-2322 hittades på en topografisk nivå i Sigtuna som låg under vatten vid deponeringstillfället och är vittrat/svallat i ytan.

Schlesien: Analysen visar att samtliga sex glasyrer huvudsakligen består av kvarts (glasbildande), blyoxid (flussande och glasbildande), lera (stabiliserande genom aluminiumoxid) och färgande oxider. Tre av de fyra mörka glasyrerna är tydligt färgsatta med järnoxid. Den fjärde, fynd 2007/52, har ett nästan obetydligt värde på 0,04%. Båda de gula glasyrerna innehåller tennoxid men ingen av de mörka. Glasyrerna karakteriseras av lågt lerinnehåll vilket blir synligt i och med värden för aluminiumoxid som understiger 1% i fem av glasyrerna. Endast fynd 227A/2001 har en lite högre halt på 2,09%. Fjorton övriga ämnen med värden under 1% är representerade i gruppen av ägg. Detta är betydligt fler ”udda” ämnen än i glasyrerna på äggen hittade i Sigtuna och Kiev. För fynd 1198/60 och fynd 227A/2001 är de två glasyrerna, mörk och ljus, på respektive ägg samstämmiga i kvartshalt och blyoxidhalt. Troligt är att samma grundglasyr har använts till respektive äggs glasyrer. Samtliga glasyrer från Schlesien visar en tydlig samstämmighet i halten av kvarts/blyoxid och i att inga andra material tycks ingå i grundglasyren förutom ytterst låga halter av ler. Gissningsvis är leran i gul glasyr, fynd 1198/60, en vit lera som tillsammans med 0,17% järnoxid och 0,21% kopparoxid färgats gulgrön. Fynd 1987/52 (grönbrun glasyr) och fynd 2007/52 (svart glasyr) är förvånansvärt lika i grundglasyrerna men skiljs åt av järnoxidhalten. Fynd 1987/52 har 4,3% järnoxid, fynd 2007/52 har 0,04%.

På en direkt fråga om vad hennes forsknings-team tänker kring skillnaden mellan analysresultaten av äggen från Kiev och äggen från Schlesien svarar Sylwia Siemianowska att de vid tiden för rapportarbetet antog att skillnaden kunde bero på olika analysmetoder och beräkningar av resultaten. I efterhand har teamet tänkt vidare och drar idag slutsatsen att Schlesienäggens grundglasyrer är gjorda av pulveriserat blyglas. Analysvärden i keramikglasyrerna beskrivs som så gott som identiska med analysvärden för regionalt tillverkade glaspärlor och glasringar (Siemianowska et al 2023; personlig kommunikation Sylwia Siemianowska och Rune Edberg 2024-02-04).

Detta besked gör att bilden av äggen från Schlesien klarnar. Den generella samstämmigheten i glasyrerna blir logisk men också häpnadsväckande. Kan det möjligen vara så att mängden ämnen med värden under 1% avspeglar miljön

i glasverkstaden snarare än i keramikverkstaden? Troligt är, utifrån det väldigt låga uppskattade lerinnehållet i glasyrerna, att äggen hittade i Schlesien skrojbrändes före glasering. Det innebär att de bränts minst två gånger.

Kiev: Analysen av äggen från Kiev visar att samtliga fyra glasyrer sannolikt har blandats av kvarts och benaska och/eller växtaskor (glasbildande), blyoxid (flussande), lera (stabiliserande genom aluminiumoxid). I benaska och växtaskor ingår fosforoxid och kalciumoxid i varierande mängder, men kalcium oftast i större mängd än fosfor. Värden för fosforoxid och kalciumoxid är lägre i de ljusa glasyrerna än i de mörka. Det som utmärker glasyrerna på äggen från Kiev är innehållet av fosforoxid med värden som överstiger värdena för kalcium i samtliga fyra fall. De fyra glasyrerna är tydligt blandade från olika grundrecept. Järnoxid finns i alla fyra glasyrerna. Tennoxid finns i båda ljusa glasyrer men bara i en av de mörka. Troligt är, utifrån det relativt låga lerinnehållet i glasyrerna, att äggen hittade i Kiev skrojbränts innan glasering. Det innebär att de bränts minst två gånger.

Ägg tillverkade i Kiev, ”okänd plats” och Schlesien
De proveniensbestämningar genom ICP av själva lergodset som uppnått i Torbjörn Brorssons undersökning (Edberg & Larsson 2024, bilaga 1) kan diskuteras ihop med slutsatserna av analysen av glasyrerna. Tre grupper kan urskiljas: ägg producerade i Kiev med omgivning, ägg producerade på okänd men samma plats eller område (möjligen Ukraina, men ej Kiev) och ägg producerade i Schlesien, Polen.

Äggen som har Kiev som gemensam proveniens är Sigtuna P4-2322, Kiev A4871/1 och Kiev A4879/2. Karakteristiskt för glasyrerna i denna grupp är att alla innehåller betydande värden av fosforoxid och kalciumoxid. Det antyder att benaska och/eller växtaskor ingår i recepten. Anmärkningsvärt är att värdena för fosfor överstiger värden för kalcium. Äggen i gruppen har glasyrer där glasbildande ämnen utgörs av kvarts, benaska och/eller växtaskor, och det flussande ämnet är blyoxid. Alla sex glasyrer är färgsatta med järnoxid. De tre ljusa glasyrerna innehåller även tennoxid. Glasyrerna på ägget Sigtuna P4-2322 ligger nära varandra i värden och skulle kunna vara blandade utifrån samma grundrecept. Kiev A4871/1 och A4879/2 har glasyrer som är tydligt

individuellt blandade från olika recept där framför allt kvartsinnehåll och blyinnehåll varierar stort mellan mörka och ljusa glasyrer.

Äggen med gemensam proveniens men från en oidentifierad plats eller område är Sigtuna P3-101, Sigtuna T-527 och Sigtuna T-3390 (också fyndet nr 13231 från kv. Trädgårdsmästaren 9-10 är enligt lergodsanalysen från samma plats men dess glasyr är inte undersökt). Karakteristiskt för gruppen är att alla glasyrer innehåller betydande värden av fosforoxid och kalciumoxid. Det antyder att benaska och/eller växtaskor ingår i recepten. Anmärkningsvärt är att värdena för fosfor överstiger värden för kalcium. Äggen i gruppen har glasyrer där glasbildande ämnen utgörs av kvarts, benaska och/eller växtaskor, och det flussande ämnet är blyoxid. Alla sex är färgsatta med järnoxid och tennoxid. Glasyrerna på ägget Sigtuna P3-101 liknar varandra och skulle kunna vara blandade utifrån samma grundrecept. De ljusa glasyrerna på T-527 och T-3390 har glasyrer som är tydligt gjorda från olika recept, medan äggens mörka glasyrer tycks komma från samma grundrecept. Mängden kvarts varierar stort mellan mörka och ljusa glasyrer.

Ägg med proveniens i Schlesien är Opole 1987/52 (Wroclaw) och Opole 2007/52 (Opole) Karakteristiskt för dem är att glasyrerna med hög sannolikhet är blandade av glaspulver från regional glasindustri. Glasyrernas grundinnehåll av kvarts och blyoxid ligger i linje med övriga glasyranalyserade ägg från Schlesien. Glasyren på fynd 1987/52 har ett ovanligt lågt järnoxidvärde, endast 0,04%. Kopparoxid ingår dock med 0,33% vilket kan ha färgat en aning men gissningsvis kommer glasyrens upplevda svarta färg av att äggets skärv speglas genom glasyrskiktet. Fynd 1987/52 däremot, har en järnoxidhalt av 4,3%. Aluminiumoxidhalten i båda äggen är förvånansvärt låg (0,24 och 0,1%) vilket betyder att ytterst lite lera ingår. Fjorton ämnen, utöver aluminiumoxiden, har värden som understiger 1%.

Likheter och olikheter mellan grupperna

Analyserna visar att äggen med proveniens i Kiev och äggen från en oidentifierad plats har ett tydligt släktskap med varandra utifrån betydande värden av fosforoxid och kalciumoxid i glasyrerna som antas komma från askor. Det som är överras-

kande och svårt att tolka är att är procentsatsen av fosforoxid är genomgående högre än av kalciumoxid, när det rimligen borde vara det motsatta. Benaska består av tre delar kalciumoxid, två delar fosforoxid. I växtaskor kan en ännu högre procent av kalciumoxid ingå. Det finns alltså ett betydligt fosforöverskott i analysresultaten som här förblir oförklarad (*tabell 5*). Man kan, utöver fosfor-kalciumbalansen, också säga att äggen från Kiev och en oidentifierad plats sammanbinds genom variationer i recepten av de receptbildande ämnenas värden. Komponenterna har sannolikt blandats från pulver av enskilda material enligt specifika recept.

Detta skiljer sig markant från äggen från Opole och Wrocław där analyserna ger en ytterst samstämmig och tydlig bild, både i valet av glasyrmaterial och fördelningen av ämnen i grundglasyrerna. Enligt Siemianowska och hennes forskargrupp (Siemianowska et al 2023; personlig kommunikation Sylwia Siemianowska och Rune Edberg 2024-02-04) blandades grundglasyrerna av pulveriserat glas från regional glasindustriell tillverkning av pärlor och ringar. Glaset bestod av kvarts (kvartssand) och blyoxid som smälts ihop i hög värme. Det kunde sedan krossas till glasyrpulver som blandat i vatten med en aning lera blev äggens grundglasyr. Upptäckten i Schlesien innebär att uppståndelseäggen glasyrer är gjorda av en produkt som kan jämföras med moderna så kallade blyfritt, blyoxid ihopsmält med kvarts som sedan pulveriserats, ett råmaterial som är lätthanterligt, jämnt i kvalitet, tidsbesparande. Det ska nämnas att sedan 1990-talet pågår en process i samhället med att fasa ut blyprodukter från jordytan. Materialet blyfritt under modern tid började tillverkas för att motverka blyförgiftning. Det är ett betydligt säkrare material än ren blyoxid utifrån förgiftningssynpunkt då blyoxiden i frittan är bunden till kvartsen och kan transporteras ut ur kroppen. Inte desto mindre är även frittan under utfasning idag. Kännedomen om frittans hälsofördelar var under tidig medeltid gissningsvis mycket begränsad, men inte desto mindre så skyddades människornas hälsa av denna i verkstäderna i Schlesien.

Glasyrer och ICP i samverkan

Den jämförande studien av glasyrerna på uppståndelseäggen visar en bild som tydligt sammanfaller med resultaten från ICP-analyserna presenterade i Bilaga 1. Glasyranalyserna visar dessut-

Fynd	<i>Sigtuna P4-2322</i>
Färg	brun/svart
Oxid	
Na ₂ O	0,39
MgO	0,41
Al ₂ O ₃	2,64
SiO ₂	13,58
P ₂ O ₅	6,102
K ₂ O	0,80
Ca ₃ (PO ₄) ₂	16,19
PbO	54,92
FeO	4,97
SnO ₂	0
TiO ₂	0
ZnO	0
MnO	0

Tabell 5. Exempel på maximal mängd benaska som kan ingå i receptet, baserat på mängden CaO och P₂O₅ i analysen, omräknat till Ca₃(PO₄)₂. Värden i viktprocent. Räkneexemplet gäller en glasyr från ett objekt (P4-2322 från Sigtuna).

– Estimated maximum amount of bone ash required in the glazing recipe for one egg (based on Sigtuna P4-2322).

om att äggen som tillverkats i Kiev har ett starkt släktskap till gruppen av ägg som tillverkats på en oidentifierad plats troligen i Ukraina. Möjligheterna som följer med att kombinera ICP-analys med ickeförstörande SEM-analys är fantastiska. Metoderna erbjuder ledtrådar till proveniensbestämning och möjligheter till studier av teknik och material på molekylnivå. Begränsningen med ICP är dock att en liten mängd material måste avskiljas från fynden i fråga. För uppståndelseäggen del betyder detta att analysmetoden endast kan utföras på material från skärvor - aldrig från hela ägg. Här kan, i framtiden, förhoppningsvis ickeförstörande analys av glasyrer i svepelektronmikroskop (SEM) användas som brobyggare till antaganden om proveniens.

Arbetets villkor

För krukmakare under förhistorisk tid och medeltiden var yrkeskunskapen i högre grad än idag en erfarenhetsbaserad process där trial and error drev utvecklingen framåt. Att tillverka ett så avancerat föremål som ett uppståndelseägg är tekniskt, kemiskt och termiskt komplicerat, framför allt i en tid då man hade avsevärt sämre förutsättningar att förstå keramikens kemiska och fysikaliska egenskaper än idag. Naturvetenskapliga analysmetoder är enastående men har sin begränsning till det mätbara. För att komma närmare tillverkningsprocesserna och människorna som tillverkade äggen kan fysiska experiment göras. Momenten som ingår i tillverkningen av ett uppståndelseägg – insamling av material till ägg, glasyr, och bränningar, samt själva utförandet av äggen – är ledtrådar till utformningen av hantverkarnas dagliga arbete, utrustning och utmaningar.

Man får anta att vid tiden för uppståndelseäggen samlades råmaterialen i så stor utsträckning som möjligt in från närområdet. Ekonomi var viktigt då som idag och långa transporter kunde nog vara både kostsamma och osäkra. Arbetsytor och utrustning var anpassade till produktionen

av glaserade föremål, och ugnarna spelade en avgörande roll för resultaten. När ugnar eldas med ved, ris eller kol uppstår en syrereducerande miljö i ugnsrummet. Viktigt är att vid bränning av just glaserade föremål kunna justera draget och syretillförseln till ugnsrummet – att skapa en syrebalans – för att önskad färg och glasyrytans blank/matthet ska framträda. Vid kraftig syre-reduktion blir glasyr och gods grått/gråbrunt/svart. En komplicerande faktor för äggtillverkarna var förmodligen också att årstid och väderlek påverkade bränningsprocessen i ugnarna.

Troligt är att många år inom yrket och ett erfaret arbetslag behövdes för att tillverka så delikata föremål som uppståndelseägg – inte bara vad gällde handens skicklighet med formning av äggen och applicering av glasyr och dekor, utan hela vägen från val av råmaterial till äggkropp, glasyrer och eldning, till att konstruera avancerade vedugnar där en oxiderande miljö och rätt temperatur kunde kontrolleras. En gissning är att tillverkning av ett perfekt uppståndelseägg var i paritet med ett mästarprov.

Referenser

- Edberg, R. & Larsson, Ch. 2024. Med bidrag av Torbjörn Brorsson. *Keramiska uppståndelseägg, funna i Sverige. En undersökning med utblickar mot slaviska kulturområden. Meddelanden och rapporter från Sigtuna Museum, 00. Sigtuna.*
- Fredholm, A. 2023. Glasyr. Andra reviderade upplagan. Kil.
- Pankiewicz, A., Siemianowska, S. & Sadowski, K. 2017. *Wczesnośredniowieczna biżuteria szklana z głównych ośrodków grodowych Śląska (Wrocław, Opole, Niemcza)*. In pago Silensi. Wrocławskie Studia Wczesnośredniowieczne 3. Wrocław.
- Siemianowska S., Pankiewicz, A., Sadowski, K. & Pawlicki J. K. 2023. W kwestii techniki wykonania i szklwienia wczesnośredniowiecznych pisanek-grzechotek ze śląska. *Przegląd archeologiczny*. Vol. 71, 2023, s. 243–270.
- Susjko, A. 2020 = Сушко, А.О. Технологія виготовлення керамічних полив'яних писанок за археологічним матеріалами Києва. *Археологія*, nr 4, 2020. s. 105–112.

Summary

Four ceramic resurrection eggs found in Sigtuna were examined with SEM-EDS technology with the purpose of defining the mineral compositions of their glazes. Bottom glazing and applied decorative glazing were analysed separately. All eight glazes were composed of SiO₂, P₂O₅, CaO, PbO and Al₂O₃. As for colouring agents, FeO appeared everywhere and SnO₂ appeared in all except one of the dark glazes. The results were compared with previously published analyses of the glazes on Ukrainian and Polish egg finds. The comparative study showed a strong relationship between the four Sigtuna eggs and eggs found in Kiev by their high content of P₂O₅ and CaO. ICP clay analyses showed that one of the Sigtuna eggs, along with the eggs found in Kiev, were manufactured in Kiev, while the other three Sigtuna eggs seem to be best attributed to a more generalized Kievan manufacture. The glazing of the eggs found in Poland, in Silesia, differed markedly by their content of mainly SiO₂ and PbO. A comparative study has shown that powdered glass from a regional glass industry was used in making these glazes, which conforms to the results of the ICP clay analyses, indicating Silesia as being the place of origin for those eggs. This study thus suggests that similarities and differences in the composition of glazes can serve as an indicator of places of origin and manufacture.

Bilaga 3

Bilaga 3

Vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm undersöktes glasyren på fyra keramiska uppståndelseägg, funna i Sigtuna.

Fyndet nr 101 från kv. Professorn 3	(P3-101)
Fyndet nr 527 från kv. Trädgårdsmästaren 9-10	(T-527)
Fyndet nr 2322 från kv. Professorn 4	(P4-2322)
Fyndet nr 3390 från kv. Trädgårdsmästaren 9-10	(T-3390)

Varje föremål undersöktes på sex punkter, tre på bottenglasyren och tre på dekoren vilket resulterade i sex spektra. Följande är ett utdrag ur analysen där mineralsammansättningen uträknad till oxider med stökiometrisk metod framgår. En kopia av hela analysprotokollet finns deponerat i Sigtuna Museums arkiv.

Teknisk utrustning och undersökningsmetod framgår av följebrevet från Naturhistoriska riksmuseet.

Metodbeskrivning till analyser av ”Uppståndelseägg”

Fyra skärivor av glaserad keramik, placerades i provkammaren i ett FEI Quanta 650 (Thermo Scientific) fältelektronemissions svepelektronmikroskop (SEM) beläget på Naturhistoriska Riksmuseet. Analyserna utfördes i lågvakuum (~ 0.9 mbar) i en atmosfär av vattenånga, accelerationsspänningen sattes till 20 kV och arbetsavståndet till proverna hölls kring 10 mm där föremålets geometri medgav. Lågvakuum möjliggör observation av icke-ledande material (isolatorer) utan att belägga dessa objektet med ett tunt lager ledande material (normalt sett grafit eller guld). För att upptäcka små kemiska skillnader mellan de olika nyanserna av glasyr så observerades föremålen medelst bakåtspridda elektroner (eng: Backscattered electrons, BSE), som möjliggör observation av subtila skillnader i ytans kemi (medelvärde av antalet elektroner i en given punkt), och på så vis agerar detta som fingervisning för vilka områden där man bör analysera den kemiska sammansättningen kvalitativt.

Den kemiska sammansättningen på glasyren bestämdes med hjälp av 80mm² X-Max^N (Oxford Instruments) energi-dispersiv röntgen detektor (EDS) som sitter i 45^o mot provets yta i svepelektronmikroskopet.

Strålströmmen kalibrerades emot Co-metall, som i sin tur är kalibrerat mot övriga grundämnen, däribland naturliga och syntetiska mineralstandarder samt gedigna metaller. Normalt sett kan man säga att detektionsnivåerna ligger runt 0.5 viktsprocent, men detta varierar mellan grundämnen och är kraftigt beroende på matris och geometri.

Datan återfinns i bifogat exceldokument.



Andreas Karlsson

Sigtuna P3-101

101														
Stoichiometric data (syre beräknat)														
13														
Svart/Brun														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				23,21		59,3				7,65	Anion	
Al	EDS	K series	0,17	0,87	0,00119	1,06	0,08	1,6	Al ₂ O ₃	1,99	0,15	0,21	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	0,89	0,99	0,00708	5,03	0,11	7,32	SiO ₂	10,76	0,23	0,94	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	1,87	1,53	0,01047	6,8	0,12	8,97	P ₂ O ₅	15,57	0,28	1,16	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,3	0,69	0,00258	2,38	0,14	2,75		0	0,14	0,35	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,07	0,86	0,00056	0,43	0,1	0,45	K ₂ O	0,52	0,11	0,06	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	1,24	0,89	0,01106	7,7	0,15	7,85	CaO	10,77	0,21	1,01	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,39	0,94	0,00394	2,32	0,16	1,7	FeO	2,99	0,2	0,22	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	8,24	0,9	0,07664	51,07	0,4	10,07	PbO	55,02	0,43	1,3	Cation	PbTe
Total						100		100				5,25 (Cation sum)		
14														
Gul														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				25,04		60,33				7,73	Anion	
Mg	EDS	K series	0,08	0,75	0,00053	0,36	0,06	0,57	MgO	0,6	0,1	0,07	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,35	0,87	0,00251	1,36	0,06	1,94	Al ₂ O ₃	2,57	0,12	0,25	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	2,17	0,98	0,01719	7,48	0,1	10,27	SiO ₂	16,01	0,21	1,32	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	2,71	1,47	0,01514	6,2	0,09	7,71	P ₂ O ₅	14,2	0,22	0,99	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,39	0,69	0,00344	1,92	0,1	2,09		0	0,1	0,27	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,16	0,86	0,00139	0,64	0,09	0,63	K ₂ O	0,77	0,11	0,08	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	1,61	0,89	0,01434	6,06	0,12	5,83	CaO	8,48	0,16	0,75	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,58	0,94	0,00581	2,09	0,11	1,44	FeO	2,69	0,15	0,19	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	0,16	0,69	0,00159	0,78	0,24	0,25	SnO ₂	0,99	0,31	0,03	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	12,51	0,88	0,11645	48,06	0,34	8,94	PbO	51,78	0,36	1,15	Cation	PbTe
Total						100		100				5,09 (Cation sum)		
15														
Svart/Brun														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				24,38		59,84				7,62	Anion	
Mg	EDS	K series	0,03	0,75	0,00023	0,25	0,07	0,41	MgO	0,42	0,12	0,05	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,15	0,87	0,0011	0,98	0,08	1,42	Al ₂ O ₃	1,85	0,15	0,18	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	1,39	0,98	0,01099	7,81	0,13	10,93	SiO ₂	16,72	0,28	1,39	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	1,49	1,47	0,00834	5,6	0,12	7,1	P ₂ O ₅	12,82	0,27	0,9	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,34	0,69	0,00295	2,69	0,14	2,98		0	0,14	0,38	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,1	0,86	0,00084	0,63	0,12	0,63	K ₂ O	0,76	0,15	0,08	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	0,9	0,9	0,00806	5,56	0,15	5,45	CaO	7,78	0,21	0,69	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,35	0,94	0,00353	2,08	0,15	1,46	FeO	2,67	0,2	0,19	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	0,27	0,69	0,00267	2,13	0,34	0,7	SnO ₂	2,7	0,43	0,09	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	7,65	0,88	0,07122	47,88	0,45	9,07	PbO	51,58	0,48	1,16	Cation	PbTe
Total						100		100				5,11 (Cation sum)		

Sigtuna P3-101

Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
16														
<i>Gul</i>														
O		K series				25,06		59,26				7,54	Anion	
Al	EDS	K series	0,14	0,87	0,00098	1,26	0,1	1,76	Al ₂ O ₃	2,38	0,18	0,22	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	1,06	0,98	0,00843	8,71	0,16	11,74	SiO ₂	18,64	0,34	1,49	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	0,97	1,46	0,00541	5,34	0,14	6,52	P ₂ O ₅	12,24	0,32	0,83	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,29	0,7	0,00258	3,41	0,17	3,64		0	0,17	0,46	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,05	0,86	0,00046	0,51	0,12	0,49	K ₂ O	0,61	0,15	0,06	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	0,74	0,89	0,00665	6,71	0,18	6,34	CaO	9,4	0,25	0,81	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,3	0,93	0,00302	2,61	0,21	1,77	FeO	3,36	0,26	0,22	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	5,05	0,88	0,04701	46,38	0,51	8,47	PbO	49,97	0,55	1,08	Cation	PbTe
Total						100		100		96,59		5,18 (Cation sum)		
17														
<i>Svart/Brun</i>														
O		K series				28,34		61,56				7,82	Anion	
Na	EDS	K series	0,08	0,85	0,00033	0,23	0,06	0,35	Na ₂ O	0,32	0,09	0,05	Cation	Albite
Mg	EDS	K series	0,05	0,76	0,00033	0,17	0,05	0,24	MgO	0,28	0,08	0,03	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,44	0,87	0,00313	1,28	0,05	1,64	Al ₂ O ₃	2,41	0,1	0,21	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	4,38	0,98	0,03467	11,44	0,1	14,15	SiO ₂	24,47	0,21	1,8	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	3,23	1,4	0,01807	5,9	0,08	6,62	P ₂ O ₅	13,51	0,18	0,84	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,39	0,7	0,00337	1,42	0,08	1,39		0	0,08	0,18	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,16	0,87	0,00136	0,47	0,06	0,42	K ₂ O	0,57	0,07	0,05	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	1,98	0,9	0,0177	5,65	0,09	4,9	CaO	7,9	0,12	0,62	Cation	Wollastonite
Mn	EDS	K series	0,08	0,88	0,00077	0,22	0,07	0,14	MnO	0,29	0,09	0,02	Cation	Mn
Fe	EDS	K series	0,84	0,92	0,00839	2,33	0,1	1,45	FeO	3	0,12	0,18	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	14,17	0,85	0,13186	42,55	0,28	7,14	PbO	45,84	0,3	0,91	Cation	PbTe
Total						100		100		98,58		4,88 (Cation sum)		
18														
<i>Gul</i>														
O		K series				24,21		60,27				7,72	Anion	
Mg	EDS	K series	0,08	0,76	0,00053	0,3	0,06	0,49	MgO	0,49	0,1	0,06	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,41	0,88	0,00296	1,33	0,06	1,97	Al ₂ O ₃	2,52	0,11	0,25	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	2,49	0,99	0,01976	7,14	0,09	10,12	SiO ₂	15,26	0,18	1,3	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	3,25	1,5	0,01815	6,13	0,08	7,89	P ₂ O ₅	14,05	0,19	1,01	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,47	0,68	0,00412	1,95	0,09	2,19		0	0,09	0,28	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,12	0,86	0,00099	0,39	0,06	0,39	K ₂ O	0,46	0,07	0,05	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	1,82	0,89	0,01629	5,8	0,09	5,76	CaO	8,11	0,13	0,74	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,49	0,94	0,00494	1,48	0,09	1,06	FeO	1,91	0,12	0,14	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	16,09	0,89	0,1497	51,28	0,28	9,86	PbO	55,24	0,3	1,26	Cation	PbTe
Total						100		100		98,05		5,09 (Cation sum)		

Sigtuna T-527

527														
Stoichiometric data (syre beräknat)														
1														
Svart/Brun														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				28,88		61,89				8	Anion	
Al	EDS	K series	0,55	0,82	0,00394	0,98	0,04	1,25	Al ₂ O ₃	1,86	0,07	0,16	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	2,62	0,93	0,02079	4,13	0,05	5,05	SiO ₂	8,85	0,11	0,65	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	10,64	1,44	0,05952	10,83	0,08	11,99	P ₂ O ₅	24,81	0,17	1,55	Cation	GaP
Ca	EDS	K series	5,26	0,93	0,04701	8,35	0,07	7,14	CaO	11,68	0,1	0,92	Cation	Wollastonite
Ti	EDS	K series	0,09	0,82	0,00095	0,17	0,04	0,12	TiO ₂	0,28	0,07	0,02	Cation	Ti
Mn	EDS	K series	0,13	0,88	0,00126	0,21	0,05	0,13	MnO	0,27	0,07	0,02	Cation	Mn
Fe	EDS	K series	6,42	0,92	0,06419	10,27	0,11	6,31	FeO	13,22	0,14	0,82	Cation	Fe
Zn	EDS	K series	0,24	0,92	0,00236	0,38	0,1	0,2	ZnO	0,47	0,12	0,03	Cation	Zn
Pb	EDS	M series	20,52	0,84	0,19097	35,8	0,21	5,92	PbO	38,56	0,23	0,77	Cation	PbTe
Total						100		100		100		4,93 (Cation sum)		
2														
Gul														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				38,08		64,26				7,95	Anion	
Na	EDS	K series	0,2	0,86	0,00084	0,28	0,04	0,33	Na ₂ O	0,38	0,05	0,04	Cation	Albite
Mg	EDS	K series	0,17	0,77	0,0011	0,27	0,03	0,3	MgO	0,44	0,05	0,04	Cation	MgO
Al	EDS	K series	1,09	0,88	0,00782	1,53	0,04	1,53	Al ₂ O ₃	2,89	0,07	0,19	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	19,87	0,96	0,15748	25,66	0,11	24,67	SiO ₂	54,9	0,23	3,05	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	2,01	1,16	0,01124	2,15	0,04	1,87	P ₂ O ₅	4,93	0,1	0,23	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,28	0,73	0,00249	0,48	0,04	0,37		0	0,04	0,05	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,47	0,9	0,00395	0,64	0,04	0,44	K ₂ O	0,77	0,05	0,05	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	1,78	0,92	0,01587	2,39	0,05	1,61	CaO	3,35	0,07	0,2	Cation	Wollastonite
Ti	EDS	K series	0,08	0,8	0,00084	0,13	0,03	0,07	TiO ₂	0,22	0,06	0,01	Cation	Ti
Fe	EDS	K series	0,86	0,88	0,00861	1,22	0,05	0,59	FeO	1,56	0,07	0,07	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	2,43	0,71	0,02427	4,22	0,13	0,96	SnO ₂	5,36	0,17	0,12	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	14,32	0,77	0,13325	22,94	0,2	2,99	PbO	24,71	0,21	0,37	Cation	PbTe
Total						100		100		99,52		4,42 (Cation sum)		
3														
Svart/Brun														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				27,46		61,7				7,93	Anion	
Al	EDS	K series	0,75	0,85	0,00539	1,39	0,04	1,85	Al ₂ O ₃	2,63	0,08	0,24	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	5,36	0,96	0,04245	8,81	0,07	11,28	SiO ₂	18,85	0,15	1,45	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	6,09	1,42	0,03404	6,76	0,06	7,85	P ₂ O ₅	15,49	0,15	1,01	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,25	0,7	0,00216	0,56	0,05	0,57		0	0,05	0,07	Anion	NaCl
Ca	EDS	K series	3,18	0,91	0,02841	5,52	0,07	4,95	CaO	7,72	0,09	0,64	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	4,03	0,93	0,04025	6,83	0,1	4,39	FeO	8,78	0,13	0,56	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	23,18	0,85	0,21573	42,68	0,21	7,41	PbO	45,98	0,23	0,95	Cation	PbTe
Total						100		100		99,44		4,92 (Cation sum)		

Sigtuna T-527

Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
4														
gul														
O		K series				38,5		64,7				7,96	Anion	
Na	EDS	K series	0,1	0,86	0,00042	0,16	0,04	0,18	Na2O	0,21	0,05	0,02	Cation	Albite
Mg	EDS	K series	0,11	0,77	0,0007	0,19	0,03	0,2	MgO	0,31	0,05	0,03	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,55	0,88	0,00394	0,85	0,03	0,84	Al2O3	1,6	0,06	0,1	Cation	Al2O3
Si	EDS	K series	19,25	0,97	0,15252	27,15	0,11	25,99	SiO2	58,09	0,25	3,2	Cation	SiO2
P	EDS	K series	1,57	1,15	0,00876	1,86	0,04	1,62	P2O5	4,27	0,1	0,2	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,23	0,73	0,00204	0,43	0,04	0,33		0	0,04	0,04	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,27	0,9	0,0023	0,41	0,05	0,28	K2O	0,5	0,05	0,03	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	1,39	0,92	0,01242	2,06	0,05	1,38	CaO	2,89	0,08	0,17	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,53	0,87	0,00534	0,83	0,06	0,4	FeO	1,07	0,07	0,05	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	2,6	0,71	0,02603	4,99	0,14	1,13	SnO2	6,34	0,18	0,14	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	12,72	0,77	0,11839	22,56	0,2	2,93	PbO	24,3	0,22	0,36	Cation	PbTe
Total						100		100		99,57		4,34 (Cation sum)		
5														
Svart/Brun														
O		K series				28,55		62,32				8	Anion	
Al	EDS	K series	0,35	0,84	0,00252	0,91	0,04	1,18	Al2O3	1,72	0,08	0,15	Cation	Al2O3
Si	EDS	K series	6,13	0,95	0,04855	14,03	0,1	17,44	SiO2	30,01	0,22	2,24	Cation	SiO2
P	EDS	K series	2,36	1,34	0,01321	3,85	0,06	4,34	P2O5	8,83	0,14	0,56	Cation	GaP
K	EDS	K series	0,12	0,88	0,00103	0,3	0,06	0,27	K2O	0,36	0,07	0,03	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	1,1	0,91	0,00982	2,65	0,07	2,31	CaO	3,7	0,1	0,3	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	3,4	0,93	0,03402	8,03	0,13	5,02	FeO	10,33	0,16	0,64	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	0,25	0,7	0,00249	0,78	0,17	0,23	SnO2	0,99	0,21	0,03	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	15,76	0,84	0,14666	40,91	0,26	6,9	PbO	44,07	0,28	0,89	Cation	PbTe
Total						100		100		100		4,84 (Cation sum)		
6														
gul														
O		K series				38,12		64,62				7,96	Anion	
Na	EDS	K series	0,08	0,86	0,00034	0,21	0,04	0,25	Na2O	0,29	0,06	0,03	Cation	Albite
Al	EDS	K series	0,37	0,88	0,00266	0,94	0,04	0,94	Al2O3	1,77	0,08	0,12	Cation	Al2O3
Si	EDS	K series	11,61	0,97	0,09204	26,86	0,15	25,94	SiO2	57,46	0,31	3,19	Cation	SiO2
P	EDS	K series	0,9	1,15	0,00503	1,75	0,05	1,53	P2O5	4	0,12	0,19	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,14	0,73	0,00123	0,43	0,05	0,33		0	0,05	0,04	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,17	0,9	0,00142	0,42	0,06	0,29	K2O	0,5	0,07	0,04	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	0,86	0,92	0,00765	2,08	0,07	1,41	CaO	2,91	0,1	0,17	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,42	0,88	0,00424	1,08	0,08	0,52	FeO	1,39	0,1	0,06	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	1,59	0,71	0,01588	4,99	0,18	1,14	SnO2	6,34	0,23	0,14	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	7,99	0,77	0,07436	23,13	0,26	3,03	PbO	24,91	0,28	0,37	Cation	PbTe
Total						100		100		99,57		4,36 (Cation sum)		

Sigtuna P4-2322

2322														
Stoichiometric data (syre beräknat)														
1														
Svart/Brun														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				23,33		59,59				7,84	Anion	
Na	EDS	K series	0,08	0,83	0,00035	0,29	0,06	0,51	Na ₂ O	0,39	0,09	0,07	Cation	Albite
Mg	EDS	K series	0,06	0,74	0,00043	0,25	0,05	0,42	MgO	0,41	0,08	0,05	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,45	0,86	0,00326	1,51	0,06	2,29	Al ₂ O ₃	2,85	0,1	0,3	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	2	0,97	0,01582	5,87	0,08	8,55	SiO ₂	12,57	0,17	1,12	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	3,01	1,5	0,01681	5,73	0,08	7,56	P ₂ O ₅	13,13	0,18	0,99	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,26	0,68	0,00226	1,08	0,08	1,25		0	0,08	0,16	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,2	0,86	0,00169	0,66	0,06	0,69	K ₂ O	0,8	0,07	0,09	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	1,98	0,89	0,01768	6,33	0,1	6,46	CaO	8,86	0,13	0,85	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	1,14	0,95	0,01139	3,45	0,11	2,52	FeO	4,43	0,15	0,33	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	16,06	0,89	0,14941	51,5	0,28	10,16	PbO	55,47	0,3	1,34	Cation	PbTe
Total						100		100		98,92		5,31 (Cation sum)		
2														
Gul														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				23,01		60,56				7,91	Anion	
Al	EDS	K series	0,19	0,85	0,00137	0,83	0,06	1,3	Al ₂ O ₃	1,57	0,11	0,17	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	1,78	0,97	0,01411	6,79	0,09	10,17	SiO ₂	14,52	0,2	1,33	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	2,17	1,49	0,01214	5,4	0,09	7,35	P ₂ O ₅	12,38	0,2	0,96	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,11	0,68	0,00096	0,6	0,09	0,72		0	0,09	0,09	Anion	NaCl
Ca	EDS	K series	1,09	0,9	0,00973	4,51	0,1	4,74	CaO	6,31	0,14	0,62	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	1,5	0,96	0,01498	5,82	0,15	4,39	FeO	7,49	0,19	0,57	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	12,75	0,89	0,11863	53,04	0,3	10,78	PbO	57,13	0,33	1,41	Cation	PbTe
Total						100		100		99,4		5,15 (Cation sum)		
3														
Svart/Brun														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				23,81		59,64				7,83	Anion	
Na	EDS	K series	0,11	0,83	0,00048	0,29	0,06	0,5	Na ₂ O	0,39	0,08	0,07	Cation	Albite
Mg	EDS	K series	0,09	0,74	0,00057	0,24	0,04	0,4	MgO	0,4	0,07	0,05	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,58	0,86	0,00419	1,42	0,05	2,11	Al ₂ O ₃	2,68	0,09	0,28	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	3,03	0,97	0,02399	6,5	0,07	9,28	SiO ₂	13,91	0,15	1,22	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	3,93	1,48	0,02197	5,52	0,07	7,14	P ₂ O ₅	12,64	0,16	0,94	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,39	0,69	0,00338	1,17	0,07	1,32		0	0,07	0,17	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,27	0,86	0,0023	0,65	0,05	0,67	K ₂ O	0,79	0,06	0,09	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	2,67	0,9	0,02389	6,21	0,08	6,21	CaO	8,69	0,11	0,82	Cation	Wollastonite
Ti	EDS	K series	0,07	0,81	0,00071	0,18	0,06	0,15	TiO ₂	0,3	0,09	0,02	Cation	Ti
Fe	EDS	K series	1,84	0,94	0,01845	4,07	0,1	2,92	FeO	5,24	0,13	0,38	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	21,27	0,89	0,19792	49,93	0,24	9,66	PbO	53,78	0,26	1,27	Cation	PbTe
Total						100		100		98,83		5,30 (Cation sum)		
4														

Sigtuna P4-2322

Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion
Gul													
O		K series				21,49		58,87				7,73	Anion
Na	EDS	K series	0,23	0,83	0,00098	0,47	0,05	0,89	Na2O	0,63	0,07	0,12	Cation
Mg	EDS	K series	0,08	0,74	0,0005	0,17	0,04	0,31	MgO	0,29	0,07	0,04	Cation
Al	EDS	K series	0,66	0,86	0,00473	1,28	0,04	2,09	Al2O3	2,43	0,08	0,27	Cation
Si	EDS	K series	3,32	0,98	0,02627	5,67	0,06	8,85	SiO2	12,14	0,13	1,16	Cation
P	EDS	K series	4,28	1,52	0,02391	4,71	0,06	6,67	P2O5	10,79	0,13	0,88	Cation
Cl	EDS	K series	0,68	0,68	0,00591	1,66	0,07	2,06		0	0,07	0,27	Anion
K	EDS	K series	0,32	0,86	0,00268	0,62	0,06	0,69	K2O	0,74	0,07	0,09	Cation
Ca	EDS	K series	2,79	0,89	0,02493	5,23	0,08	5,72	CaO	7,32	0,11	0,75	Cation
Fe	EDS	K series	1,14	0,96	0,01136	1,99	0,08	1,56	FeO	2,56	0,1	0,2	Cation
Sn	EDS	L series	0,78	0,69	0,00779	1,89	0,17	0,7	SnO2	2,4	0,22	0,09	Cation
Pb	EDS	M series	29,7	0,91	0,27636	54,8	0,23	11,59	PbO	59,04	0,25	1,52	Cation
Total						100		100		98,34		5,40 (Cation sum)	
5													
Svart/Brun													
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion
O		K series				23,12		59,58				7,82	Anion
Al	EDS	K series	0,14	0,86	0,00101	1,27	0,08	1,94	Al2O3	2,4	0,16	0,26	Cation
Si	EDS	K series	0,83	0,98	0,00661	6,66	0,13	9,78	SiO2	14,25	0,28	1,28	Cation
P	EDS	K series	0,98	1,49	0,00546	5,1	0,12	6,79	P2O5	11,68	0,28	0,89	Cation
Cl	EDS	K series	0,1	0,69	0,0009	1,17	0,13	1,36		0	0,13	0,18	Anion
K	EDS	K series	0,09	0,86	0,00074	0,79	0,1	0,84	K2O	0,96	0,12	0,11	Cation
Ca	EDS	K series	0,72	0,89	0,00643	6,27	0,16	6,45	CaO	8,78	0,22	0,85	Cation
Fe	EDS	K series	0,49	0,95	0,00495	4,07	0,22	3,01	FeO	5,24	0,28	0,39	Cation
Pb	EDS	M series	5,91	0,89	0,05499	51,53	0,45	10,25	PbO	55,51	0,49	1,35	Cation
Total						100		100		98,83		5,31 (Cation sum)	
6													
Gul													
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion
O		K series				19,49		59,16				7,85	Anion
Al	EDS	K series	0,07	0,85	0,00053	0,99	0,1	1,78	Al2O3	1,87	0,19	0,24	Cation
Si	EDS	K series	0,44	0,98	0,00348	5,08	0,15	8,78	SiO2	10,86	0,31	1,16	Cation
P	EDS	K series	0,52	1,55	0,00292	3,84	0,14	6,02	P2O5	8,8	0,31	0,8	Cation
Cl	EDS	K series	0,05	0,67	0,00044	0,85	0,17	1,16		0	0,17	0,15	Anion
K	EDS	K series	0,04	0,86	0,00031	0,48	0,15	0,6	K2O	0,58	0,19	0,08	Cation
Ca	EDS	K series	0,31	0,89	0,00275	3,92	0,19	4,74	CaO	5,48	0,27	0,63	Cation
Fe	EDS	K series	0,27	0,98	0,00267	3,11	0,24	2,7	FeO	4	0,3	0,36	Cation
Sn	EDS	L series	0,16	0,69	0,00161	2,64	0,44	1,08	SnO2	3,36	0,56	0,14	Cation
Pb	EDS	M series	4,86	0,93	0,04519	59,6	0,58	13,97	PbO	64,21	0,62	1,85	Cation
Total						100		100		99,15		5,42 (Cation sum)	

Sigruna T-3390

3390														
Stoichiometric-data (syre beräknat)														
1														
Svart/Brun														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				27,01		60,76				7,85	Anion	
Na	EDS	K series	0,35	0,84	0,00149	0,57	0,05	0,9	Na ₂ O	0,77	0,06	0,12	Cation	Albite
Mg	EDS	K series	0,17	0,75	0,0011	0,3	0,04	0,45	MgO	0,5	0,06	0,06	Cation	MgO
Al	EDS	K series	1,06	0,86	0,00758	1,67	0,04	2,22	Al ₂ O ₃	3,15	0,07	0,29	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	7,39	0,97	0,05858	10,43	0,07	13,37	SiO ₂	22,32	0,15	1,73	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	5,28	1,41	0,02954	5,11	0,05	5,94	P ₂ O ₅	11,72	0,12	0,77	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,6	0,69	0,00525	1,18	0,05	1,2		0	0,05	0,15	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,47	0,87	0,00398	0,74	0,04	0,68	K ₂ O	0,89	0,05	0,09	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	3,24	0,9	0,02899	4,94	0,06	4,44	CaO	6,91	0,08	0,57	Cation	Wollastonite
Ti	EDS	K series	0,09	0,81	0,00087	0,15	0,04	0,11	TiO ₂	0,24	0,07	0,01	Cation	Ti
Fe	EDS	K series	2,33	0,93	0,02328	3,43	0,08	2,21	FeO	4,41	0,1	0,29	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	28,02	0,86	0,26077	44,47	0,2	7,73	PbO	47,9	0,22	1	Cation	PbTe
Total						100		100		98,82		5,07 (Cation sum)		
2														
Gul														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				30,67		62,63				7,88	Anion	
Na	EDS	K series	0,37	0,84	0,00157	0,54	0,04	0,77	Na ₂ O	0,73	0,06	0,1	Cation	Albite
Mg	EDS	K series	0,14	0,75	0,00091	0,23	0,03	0,3	MgO	0,37	0,06	0,04	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,93	0,86	0,0067	1,33	0,04	1,61	Al ₂ O ₃	2,52	0,07	0,2	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	13,11	0,96	0,10389	16,82	0,09	19,57	SiO ₂	35,98	0,19	2,46	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	3,24	1,3	0,01811	3,07	0,04	3,24	P ₂ O ₅	7,03	0,1	0,41	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,59	0,71	0,00516	1,01	0,05	0,94		0	0,05	0,12	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,45	0,89	0,00379	0,62	0,05	0,52	K ₂ O	0,75	0,06	0,07	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	2,2	0,91	0,01967	2,97	0,06	2,42	CaO	4,15	0,08	0,3	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,98	0,91	0,00981	1,33	0,06	0,78	FeO	1,71	0,08	0,1	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	3,37	0,71	0,03373	5,88	0,15	1,62	SnO ₂	7,47	0,19	0,2	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	23,96	0,83	0,22298	35,53	0,2	5,6	PbO	38,28	0,22	0,71	Cation	PbTe
Total						100		100		98,99		4,70 (Cation sum)		
3														
Svart/Brun														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				26,39		60,87				7,79	Anion	
Na	EDS	K series	0,34	0,85	0,00142	0,56	0,05	0,9	Na ₂ O	0,76	0,07	0,12	Cation	Albite
Mg	EDS	K series	0,13	0,75	0,00088	0,25	0,04	0,38	MgO	0,42	0,06	0,05	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,77	0,87	0,0055	1,26	0,04	1,72	Al ₂ O ₃	2,37	0,07	0,22	Cation	Al ₂ O ₃
Si	EDS	K series	7,16	0,98	0,05672	10,44	0,07	13,72	SiO ₂	22,34	0,15	1,76	Cation	SiO ₂
P	EDS	K series	4,98	1,42	0,02788	4,99	0,06	5,94	P ₂ O ₅	11,43	0,13	0,76	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,78	0,69	0,00679	1,59	0,06	1,66		0	0,06	0,21	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,38	0,87	0,00324	0,63	0,05	0,59	K ₂ O	0,76	0,06	0,08	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	3,07	0,9	0,02739	4,87	0,07	4,48	CaO	6,81	0,1	0,57	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,97	0,93	0,00969	1,48	0,07	0,98	FeO	1,91	0,08	0,13	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	1,02	0,69	0,01017	2,09	0,15	0,65	SnO ₂	2,65	0,19	0,08	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	27,67	0,87	0,25747	45,46	0,22	8,1	PbO	48,97	0,23	1,04	Cation	PbTe
Total						100		100		98,41		5,01 (Cation sum)		

Sigruna T-3390

4														
Gul														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				25,86		61,13				7,78	Anion	
Na	EDS	K series	0,25	0,84	0,00107	0,43	0,05	0,7	Na2O	0,57	0,07	0,09	Cation	Albite
Mg	EDS	K series	0,09	0,75	0,00058	0,16	0,04	0,26	MgO	0,27	0,06	0,03	Cation	MgO
Al	EDS	K series	0,53	0,86	0,0038	0,86	0,04	1,21	Al2O3	1,63	0,07	0,15	Cation	Al2O3
Si	EDS	K series	6,85	0,98	0,0543	9,86	0,07	13,28	SiO2	21,1	0,15	1,69	Cation	SiO2
P	EDS	K series	5,31	1,44	0,02971	5,21	0,06	6,36	P2O5	11,94	0,13	0,81	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,8	0,7	0,00699	1,62	0,06	1,73		0	0,06	0,22	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,32	0,87	0,00269	0,51	0,05	0,5	K2O	0,62	0,06	0,06	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	3,1	0,9	0,02769	4,85	0,07	4,57	CaO	6,78	0,1	0,58	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,7	0,93	0,00696	1,05	0,06	0,71	FeO	1,35	0,08	0,09	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	1,8	0,7	0,01798	3,64	0,16	1,16	SnO2	4,62	0,2	0,15	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	28,44	0,87	0,2647	45,95	0,22	8,39	PbO	49,5	0,23	1,07	Cation	PbTe
Total						100		100		98,38		4,95 (Cation sum)		
5														
Svart/Brun														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				20,39		59,08				7,72	Anion	
Na	EDS	K series	0,17	0,84	0,00072	0,34	0,05	0,7	Na2O	0,46	0,07	0,09	Cation	Albite
Al	EDS	K series	0,24	0,87	0,00175	0,47	0,04	0,82	Al2O3	0,9	0,07	0,11	Cation	Al2O3
Si	EDS	K series	2,79	1	0,02213	4,71	0,05	7,78	SiO2	10,08	0,12	1,02	Cation	SiO2
P	EDS	K series	5,25	1,57	0,02935	5,64	0,06	8,44	P2O5	12,92	0,14	1,1	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,65	0,67	0,00571	1,65	0,07	2,16		0	0,07	0,28	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,15	0,85	0,00129	0,3	0,04	0,36	K2O	0,36	0,05	0,05	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	2,52	0,89	0,02254	4,8	0,07	5,55	CaO	6,72	0,09	0,73	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	1,25	0,97	0,01249	2,17	0,08	1,8	FeO	2,79	0,1	0,24	Cation	Fe
Pb	EDS	M series	32,45	0,92	0,30196	59,51	0,2	13,32	PbO	64,11	0,21	1,74	Cation	PbTe
Total						100		100		98,35		5,35 (Cation sum)		
6														
Gul														
Element	Signal Type	Line	Apparent Concentr.	Intensity Correction	k Ratio	Wt%	Wt% Sigma	Atomic %	Oxide	Oxide %	Oxide % Sigma	Number of Ions	Type of Ion	Standard Name
O		K series				27,83		62,4				7,88	Anion	
Na	EDS	K series	0,13	0,83	0,00055	0,25	0,04	0,39	Na2O	0,34	0,06	0,05	Cation	Albite
Al	EDS	K series	0,42	0,86	0,00303	0,78	0,04	1,04	Al2O3	1,48	0,07	0,13	Cation	Al2O3
Si	EDS	K series	8,11	0,97	0,06423	13,36	0,09	17,06	SiO2	28,57	0,18	2,15	Cation	SiO2
P	EDS	K series	3,38	1,37	0,01889	3,95	0,05	4,57	P2O5	9,04	0,12	0,58	Cation	GaP
Cl	EDS	K series	0,41	0,7	0,00355	0,92	0,06	0,93		0	0,06	0,12	Anion	NaCl
K	EDS	K series	0,21	0,88	0,0018	0,39	0,06	0,35	K2O	0,47	0,07	0,04	Cation	KBr
Ca	EDS	K series	2,26	0,91	0,02019	3,98	0,07	3,57	CaO	5,57	0,1	0,45	Cation	Wollastonite
Fe	EDS	K series	0,69	0,92	0,00694	1,2	0,07	0,77	FeO	1,55	0,09	0,1	Cation	Fe
Sn	EDS	L series	2,43	0,7	0,0243	5,55	0,17	1,68	SnO2	7,05	0,22	0,21	Cation	Sn
Pb	EDS	M series	22,29	0,85	0,20744	41,78	0,23	7,23	PbO	45,01	0,25	0,91	Cation	PbTe
Total						100		100		99,08		4,75 (Cation sum)		



Utgiven av Sigtuna museum
ISSN 1401-4645
ISBN 978-91-86292-39-3

