



2017-09-29

Rolf Sjöblom, TEKEDO  
Erik Ogenhall &  
Eva Hjärthner-Holdar,  
the Archaeologists  
Carolyn Pearce, PNNL

## Pressmeddelande - utgrävning vid fornborgen Broborg Press release – excavation at the hillfort Broborg

---

### Utgrävning vid fornborgen Broborg

Arkeologerna i Uppsala, Geoarkeologiskt Laboratorium, Statens Historiska Museer kommer att utföra utgrävningar på den förglasade fornborgen Broborg, vilken är belägen ca 10 km öst-nordöst om Knivsta.

Syftet med utgrävningen är följande:

- Att söka bringa klarhet kring den gåtfulla storskaliga förglasningen av muren, d. v. s. hur och när den kommit till och vad det funnits för syfte.
- Att genom studier av hur fornborgsglaset förändrats under ca 1 500 år få underlag för hur prognoser kan göras beträffande beständighet för kärnavfallsglas under långa tider. Kärnavfallsglas tillverkas genom att vått kärnavfall smälts tillsammans med glasbildande ämnen till en homogen glaskropp.

I projektet ingår följande organisationer:

- Arkeologerna i Uppsala, Geoarkeologiskt Laboratorium
- Luleå Tekniska Universitet / Tekedo AB, Nyköping
- National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA
- Pacific Northwest National Laboratory, Richland, Washington State, USA
- Smithsonian Institution, Museum Conservation Institute, Maryland, USA
- United States Department of Energy, Office of River Protection, Richland, Washington State, USA
- Washington State University, School of Mechanical and Materials Engineering, Pullman, Washington State, USA.

Intresserade är välkomna att besöka utgrävningen, vilken planeras pågå under första hälften av oktober år 2017.

Ytterligare information kring utgrävningen kan erhållas från följande personer:  
Eva Hjärthner-Holdar, [eva.hjarthner-holdar@arkeologerna.com](mailto:eva.hjarthner-holdar@arkeologerna.com), 010-480 80 32.  
Erik Ogenhall, [erik.ogenhall@arkeologerna.com](mailto:erik.ogenhall@arkeologerna.com), 010-480 81 31  
Rolf Sjöblom, [rolf.sjoblom@tekedo.se](mailto:rolf.sjoblom@tekedo.se), 070-570 54 44 / 0155-210415

English version

---

### **Excavation at the hillfort Broborg**

Arkeologerna in Uppsala, Geoarkeologiskt laboratorium, Statens Historiska Museer, The Archaeologists (Geoarchaeological Laboratory (GAL), a part of the Swedish National Historical Museums), will carry out excavations at the ancient hillfort Broborg, located about 10 kilometers east by north-east of Knivsta (Between Stockholm and Uppsala in Sweden). The objectives of the excavations are as follows:

- To attempt to unveil what may be behind the mysterious large scale vitrification of the hillfort wall, i. e. how it came about and what the purpose of it might have been.
- To study how the ancient glass has changed during around 1 500 years and to obtain knowledge relevant for assessments of the long-term properties of nuclear waste glass. Such nuclear glass is manufactured by heating wet waste together with glass forming substances to form a homogeneous vitrified body.

The following organizations are participating in the project:

- Arkeologerna, Geoarkeologiskt laboratorium (GAL) i Uppsala, Statens Historiska Museer, (The Archaeologists in Uppsala, Sweden, Geoarchaeological Laboratory)
- Luleå Tekniska Universitet (Luleå University of Technology) / Tekedo AB, Nyköping, Sveden
- National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA
- Pacific Northwest National Laboratory, Richland, Washington State, USA
- Smithsonian Institution, Museum Conservation Institute, Maryland, USA
- United States Department of Energy, Office of River Protection, Richland, Washington State, USA
- Washington State University, School of Mechanical and Materials Engineering, Pullman, Washington State, USA.

Those interested are welcome to visit the excavation which is planned to take place during the first half of October, 2017.

For further information, contact any of the following persons:

Eva Hjärthner-Holder, [eva.hjarthner-holder@arkeologerna.com](mailto:eva.hjarthner-holder@arkeologerna.com), +46-10-480 80 32.

Erik Ogenhall, [Erik.Ogenhall@arkeologerna.com](mailto:Erik.Ogenhall@arkeologerna.com), +46-10-480 81 31

Rolf Sjöblom, [rolf.sjoblom@tekedo.se](mailto:rolf.sjoblom@tekedo.se), +46-70-570 54 44 / +46-155-210415

Carolyn Pearce, [carolyn.pearce@pnl.gov](mailto:carolyn.pearce@pnl.gov), +1-509-554 9220

Albert A. Kruger, [Albert\\_A\\_Kruger@orp.doe.gov](mailto:Albert_A_Kruger@orp.doe.gov), +1-509-373-1569

---

## **Bilaga A.**

### **Om Broborg och dess glas**

Arkeologer är överens om att fornborgar användes som försvarsanläggningar, men många bedömer att det också fanns andra användningsområden. Användningen av Broborg hänger antagligen samman med att borgen övervakar såväl en forntida vattenled till det inre av Uppland, som en forntida väg med tillhörande vadställe, se Figur A1.

Nästan hela den nuvarande murens omkrets har en förglasad överdel. Den består av stenmaterial som upphettats till att delvis smälta. När temperaturen sjönk stelnade denna smälta och bildade då ett slags glas. Ovanpå denna mur fanns det troligen ytterligare en mur bestående av stenar som hölls samman av stockar, som kan ha varit timrade. Det finns inga tecken på att några stenar skulle ha hållits samman med något slags murbruk.

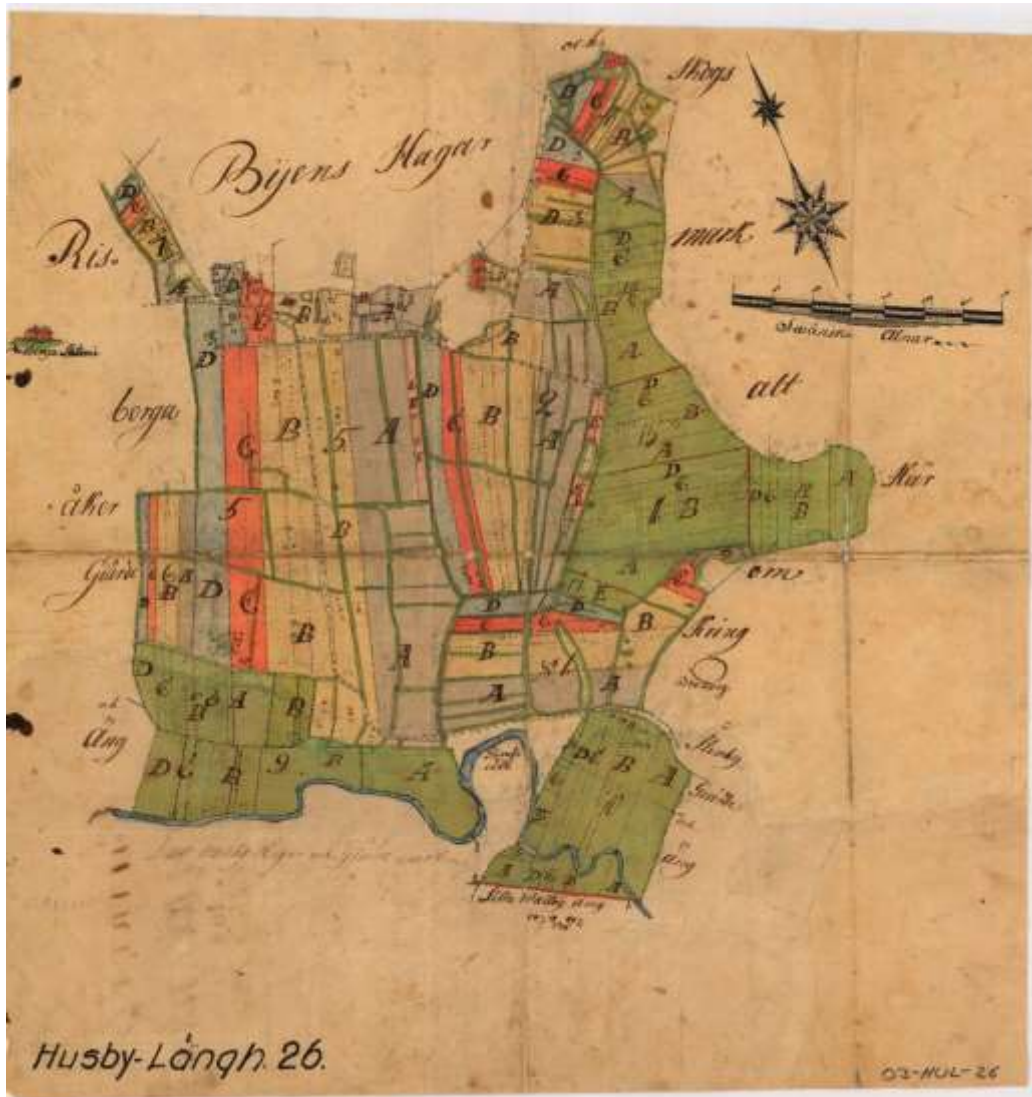
Förglasat stenmaterial förekommer i många fornborgar i Europa, men Broborg är ganska unik genom den omfattande utbredningen och den höga mekaniska hållfastheten. Därför finns det grundade misstankar om att den förglasade muren kan ha tillkommit med avsikten att bygga upp borgen. I Figur A2 visas hur ett par stenar fogats samman med förglasat material.

### **About Broborg and its glass**

Archaeologists agree with each other in that hillforts were used for defense purposes, but many also assert that they were used for other purposes as well. The use of Broborg was probably related to its location overseeing an ancient waterway (Långhundraleden) leading to the inner part of the County of Uppland, as well as an ancient road crossing the river at an associated ford, see Figure 1.

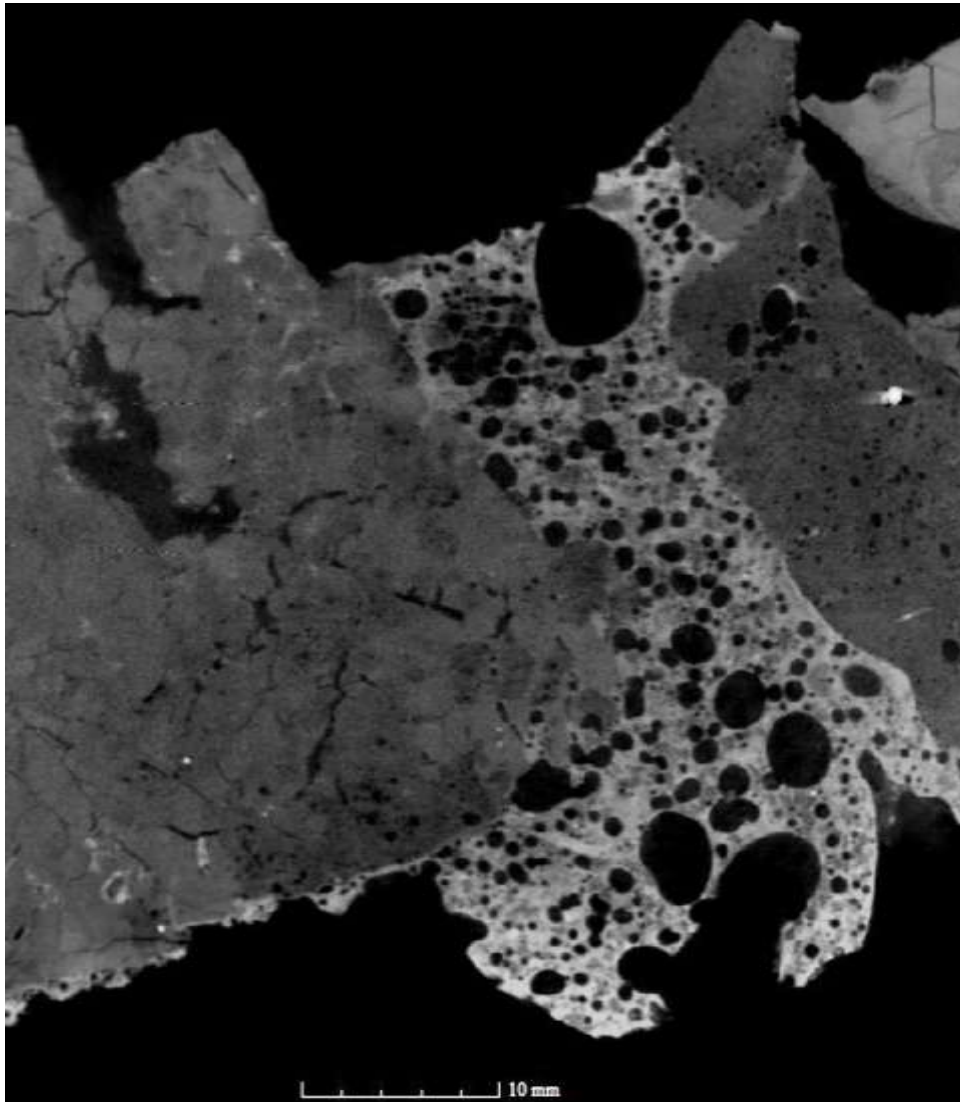
Almost the entire circumference of the present wall has a top that has been vitrified. It consists of rock material which has been heated to produce a molten intermediate phase which solidified on cooling to form a kind of glass. On top of the present wall, there was probably another wall consisting of stones and boulders held together by logs which might have been timbered (a common archaeological term is "kastenbau") or timber-laced. There are no signs of any mortar that might have held stones together.

Vitrified stone material can be found at many hillforts in Europe, but Broborg might be unique by the combination of wide extent in combination with a high mechanical strength. Consequently, there are reasons to suspect that the vitrified wall might have come into existence as a result of deliberate action with the purpose of erecting the fort. Figure 2 shows how a couple of stones have become joined together by vitrified material.



Figur A1. Karta över Broborg med omnejd från åren 1769 och 1804. Kartan visar Storåns tidigare sträckning med "Grimsa wad" (Grimsa vad) markerat. En forntida väg gick i nord-sydlig riktning och genom vadet. Kartan är hämtad från Lantmäteriets arkiv.

Figure A1. Map over the Broborg area from the years 1769 and 1804. The map shows the earlier location of Storån (the Grand River, or Rio Grande) with the Grimsa ford (Grimsa wad) labelled. There was an ancient road crossing Storån at the ford. The map is from the archives of the Swedish Lantmäteriet.



*Figur A2. Tvärsnitt av ett prov från den förglasade muren i Broborg. Två stenar är sammanfogade av förglasat material med håligheter. Bilden har upptagits med hjälp av röntgentomografi (som är icke-förstörande).*

*Figure A2. Cross section of a sample from the vitrified wall at Broborg. Two pieces of rock joined by the vesicular vitrified material. The image was obtained using x-ray tomography (which is nondestructive and nonintrusive).*

## Bilaga B.

### Om förglasat kärnavfall

Många avfall från kärntekniska anläggningar kräver stabilisering och immobilisering innan de kan slutdeponeras. En attraktiv metod för behandling av kärnavfall är för-glasning, d. v. s. man blandar avfallet med glasbildande ämnen, varefter det hela smälts samman till ett homogent glas, se Figurerna 3-6. Sådant glas kan vara mycket beständigt i slutförvarsmiljö. Det kan dock vara svårt att visa detta baserat enbart på teoretiska analyser samt laboratorieexperiment som pågår under bara några år. Här kan fornborgsglas utgöra ett värdefullt och unikt jämförelsematerial. Glaset i Broborg har ju funnits i sin miljö i omkring 1 500 år.

### About vitrified nuclear waste

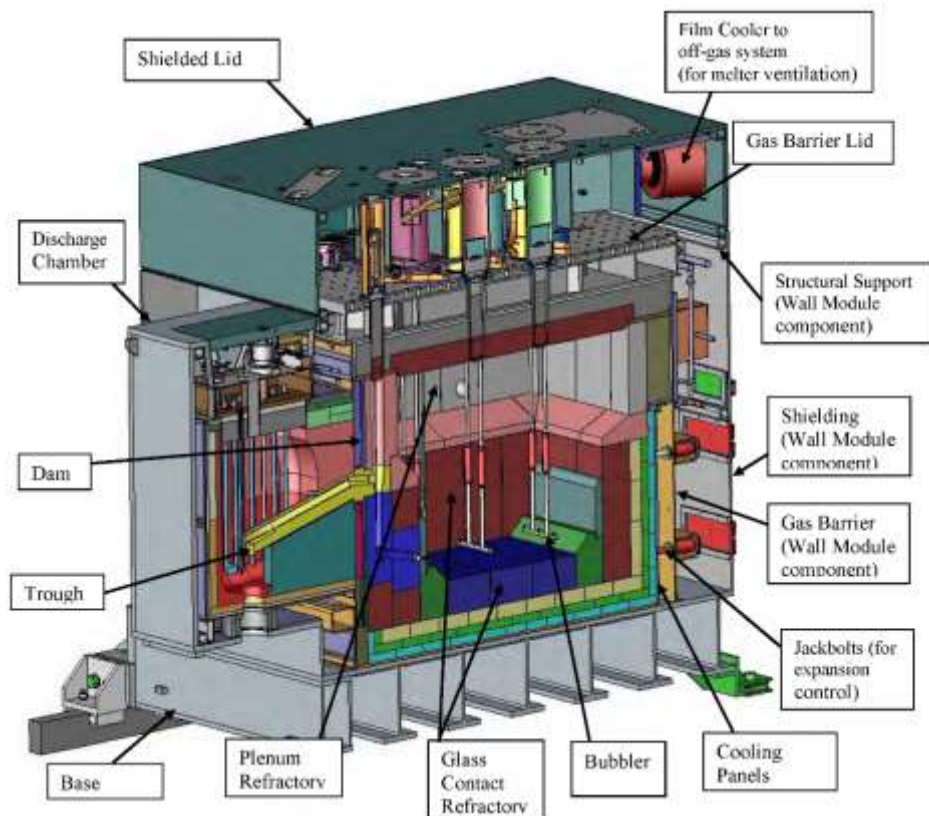
Many waste streams from nuclear facilities require stabilization and immobilization before they can be deposited in a final repository. One attractive method for treatment of nuclear waste is vitrification, i. e. glass forming chemicals are added to the waste where after the mixture is melted to form a homogeneous glass, see Figures B1-B4. Such glass can be very durable in a final repository environment. This can, however be difficult to prove based solely on theoretical analyses together with results from experiments which have been conducted during the course of only a few years. Thus, in this context, hillfort glass can constitute a valuable and unique material for making comparisons. After all, the glass at Broborg has been in its environment for around 1 500 years.



Figurerna B1-B2. Kärnavfall före behandling.



Figures B1-B2. Nuclear waste before treatment.



Figur B3. Principiell utformning av en anläggning för tillverkning av förglasat kärnavfall.

Figure B3. The principle outline of the equipment for vitrification of nuclear waste.



Figur B4. Så här kan det se ut när en anläggning för tillverkning av kärnavfallsglas är i drift.

Figure B4. This is what it might look like when a melter for nuclear waste glass is in operation.