

Arbetsgruppen Långhundraleden



Husby-Långhundra
hembygdsförening

BLÅ WINGEN
Den 26 april 2018

***Den gåtfulla förglasade muren i
fornborgen Broborg***

***Hur forskning kring den kan
hjälpa oss att förstå***

- vår förhistoria, och***
- hur kärnavfall kan konverteras
till en långtidsstabil form***



Eva
Hjärthner-
Holdar



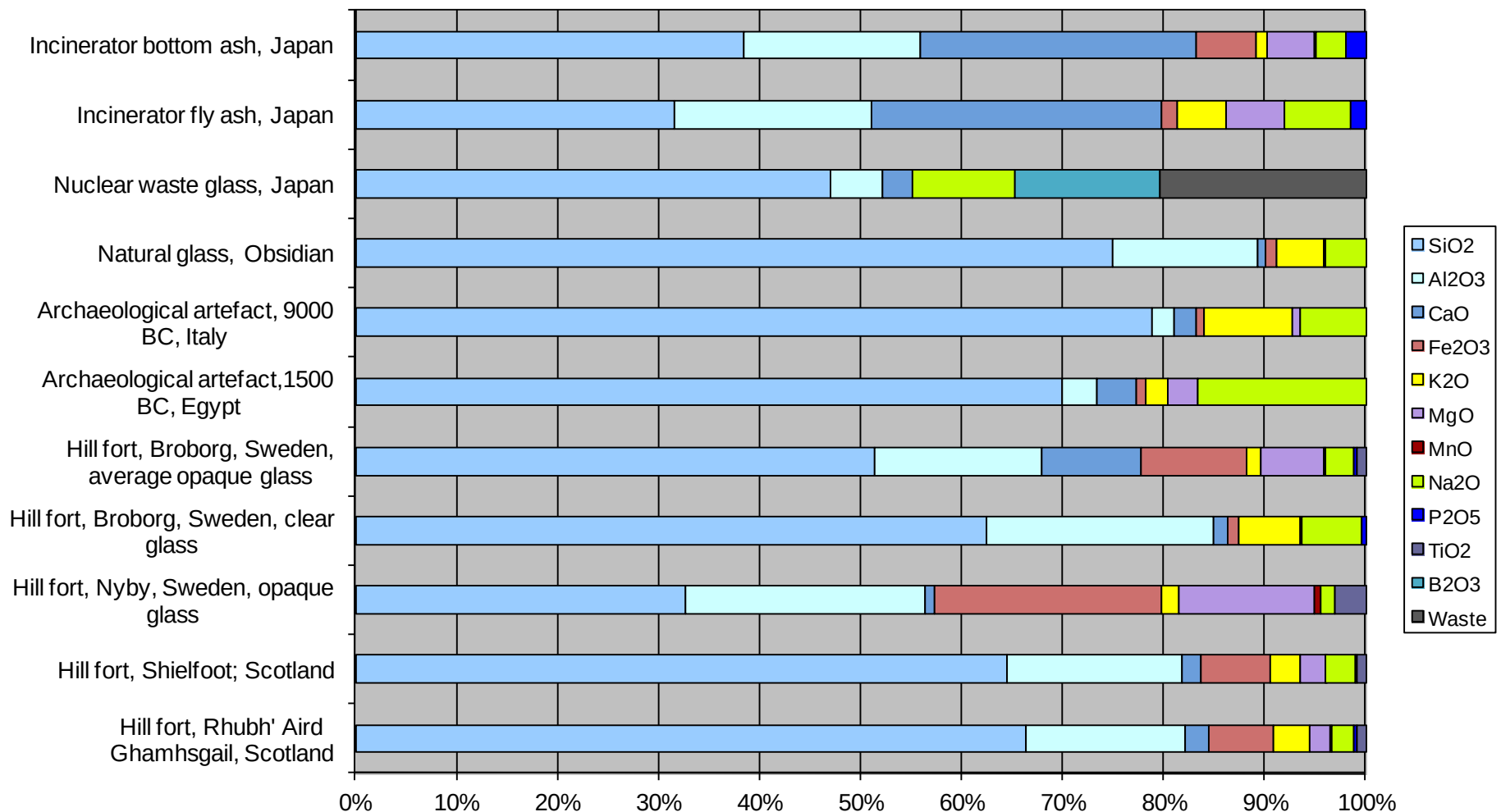
Rolf
Sjöblom

Varför har vi grävt i Broborg?

- Man behöver studera material som funnits länge för att kunna göra prognoser för hur förglasat kärnavfall uppträder under lång tid
- Studierna behöver innefatta den miljö ett material befunnit sig i
- Hittills har man studerat följande:
 - Antika glas i bruksföremål
 - Naturliga glas

Erfarenheter från tidigare studier

- Antika glas från bruksföremål
 - Avviker i kemisk sammansättning
 - Vittrar/korroderar/bryts ner snabbare än kärnavfallsglas
- Naturliga glas
 - Stora variationer i kemisk sammansättning
 - Vissa korroderar för snabbt, och finns därför inte längre
 - Andra korroderar för långsamt, och då är det svårt att veta hur gamla de är och i vilken miljö de har funnits



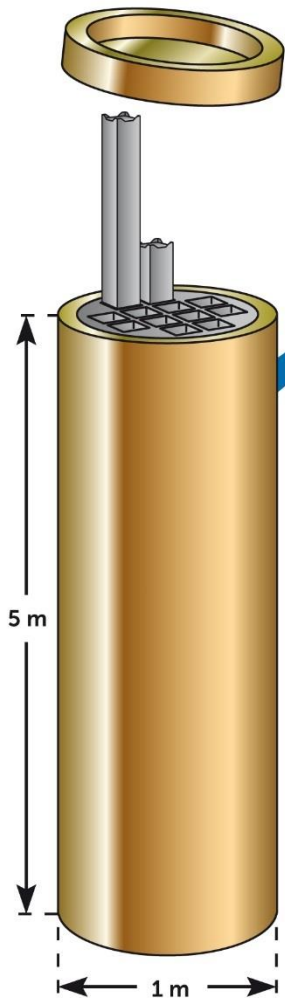
Glas från fornborgar uppvisar stora variationer dels mellan olika borgar, dels mellan olika punkter i en viss borg.

Var & hur uppkommer kärnavfallsglas?

- Inte i Sverige
- Men bl a i USA
 - Använt kärnbränsle löses upp kemiskt
 - Långlivade radionuklider som man inte kan använda separeras och hamnar i en uppslamning
 - Till uppslamningen sätts glasbildande ämnen varefter blandningen smälts till ett glas
 - Kemisk sammansättning samt processens utformning har valts så att glaset blir mycket beständigt

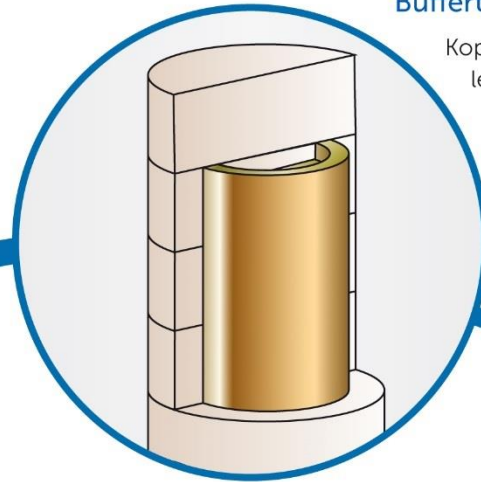
SKB:s metod, KBS-3

Tre barriärer – kapseln, bufferten och berget – ska tillsammans hindra de radioaktiva ämnena i det använda kärnbränslet från att ta sig upp till markytan.



Kapsel

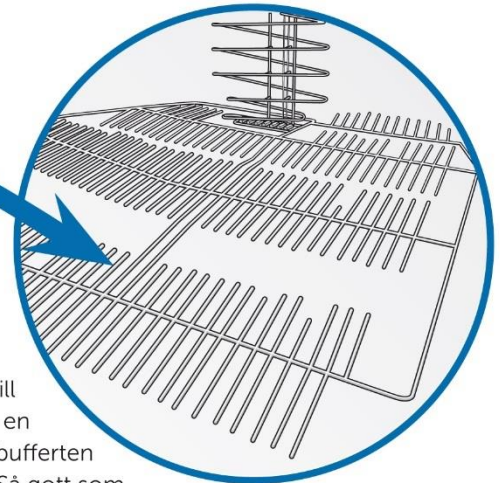
Den första barriären består av en kopparkapsel. Kapselns uppgift är att isolera det använda bränslet. Ytterhöljet består av fem centimeter tjock koppar. Inuti finns en insats av segjärn (ett slags gjutjärn) för att ge tillräcklig hållfasthet. Kapseln väger mellan 25 och 27 ton när den är fylld med använt kärnbränsle. Ungefär två ton av totalvikten utgörs av det använda kärnbränslet.



Buffert

Kopparkapslarna omges av 30 centimeter tjocka ringar och block av bentonitlera. Leran är den andra barriären och ska fungera som en buffert mellan deponeringshålets väggar och kapseln. Detta är möjligt på grund av lerans egenskap att svälla när den kommer i kontakt med vatten.

Skulle en kapsel bli otät är det bentonitbuffertens uppgift att fånga in och fördröja spridningen av radioaktiva ämnen. Den ska också hindra skadliga ämnen i grundvattnet från att korrodera kapseln samt skydda den från små rörelser i berget.



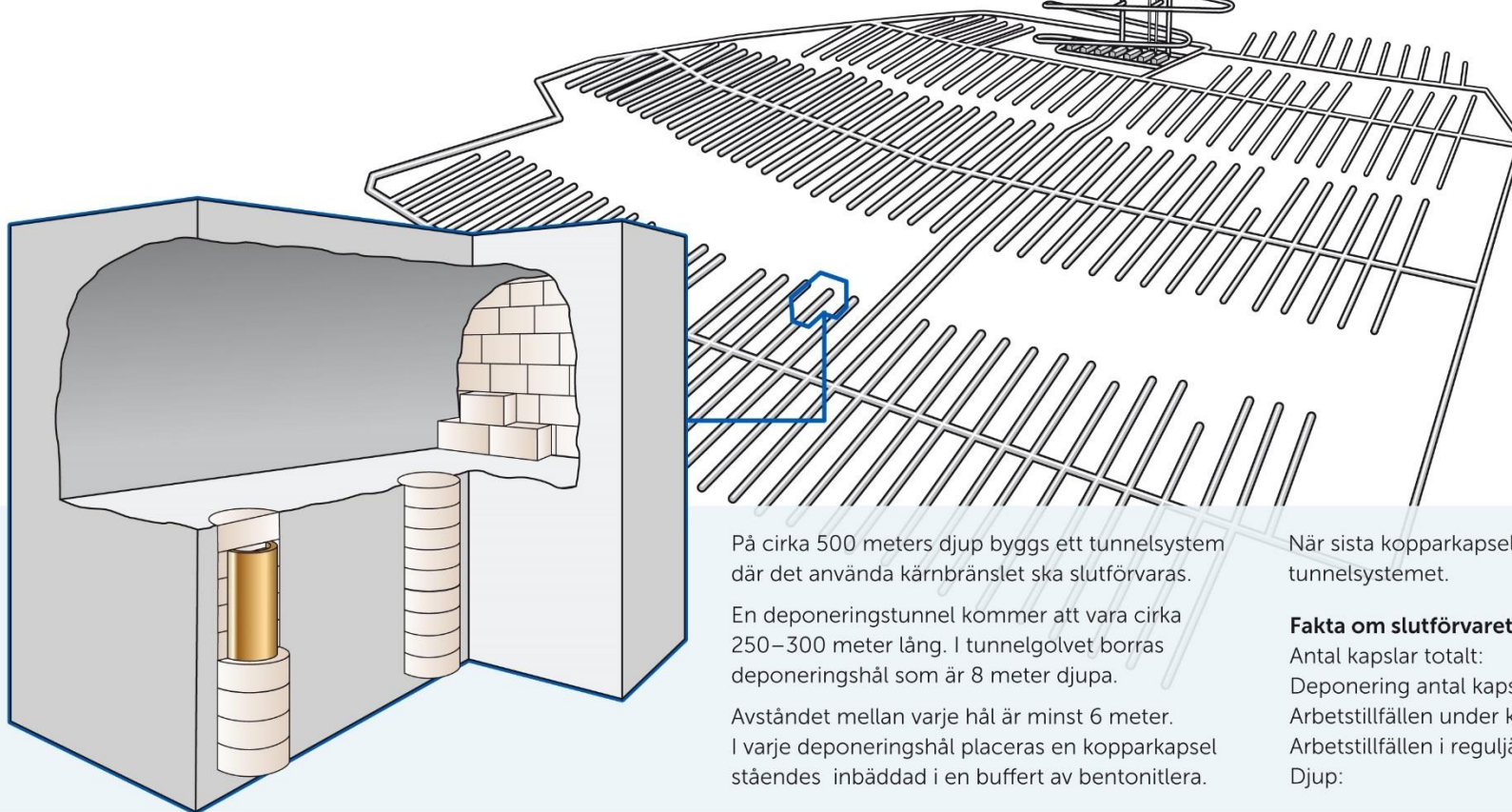
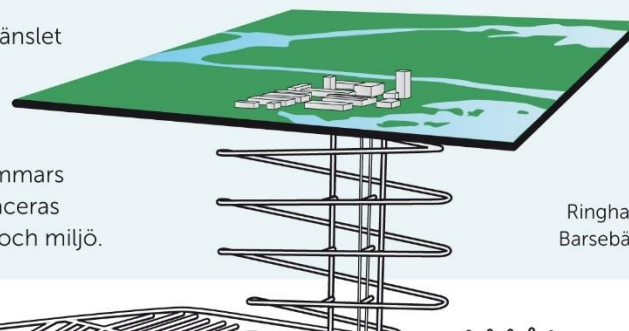
Berg

Den tredje barriären som hindrar de radioaktiva ämnena från att ta sig upp till ytan är berget självt. Berget bidrar med en naturlig miljö som gör att kapseln och bufferten behåller sina funktioner mycket länge. Så gott som alla radioaktiva ämnen kan fastna på bergets sprickmineral och inne i bergets mikroporer. Berget ska också isolera avfallet från sådant som händer på markytan.

Slutförvar för använt kärnbränsle

I dag mellanlagras det använda kärnbränslet i Oskarshamn. Det använda kärnbränslet är farligt för människa och miljö under lång tid, därför behövs ett slutförvar för använt kärnbränsle. Denna typ av avfall är det mest svårhanterliga och det måste isoleras i minst 100 000 år.

SKB har efter en lång och noggrann lokaliseringsprocess valt Forsmark i Östhammars kommun som plats för det planerade slutförvaret. Det använda kärnbränslet placeras i kopparkapslar i berget på cirka 500 meters djup för att isoleras från människa och miljö.



På cirka 500 meters djup byggs ett tunnelsystem där det använda kärnbränslet ska slutförvaras.

En deponeringstunnel kommer att vara cirka 250–300 meter lång. I tunnelgolvet borrar deponeringshål som är 8 meter djupa.

Avståndet mellan varje hål är minst 6 meter.

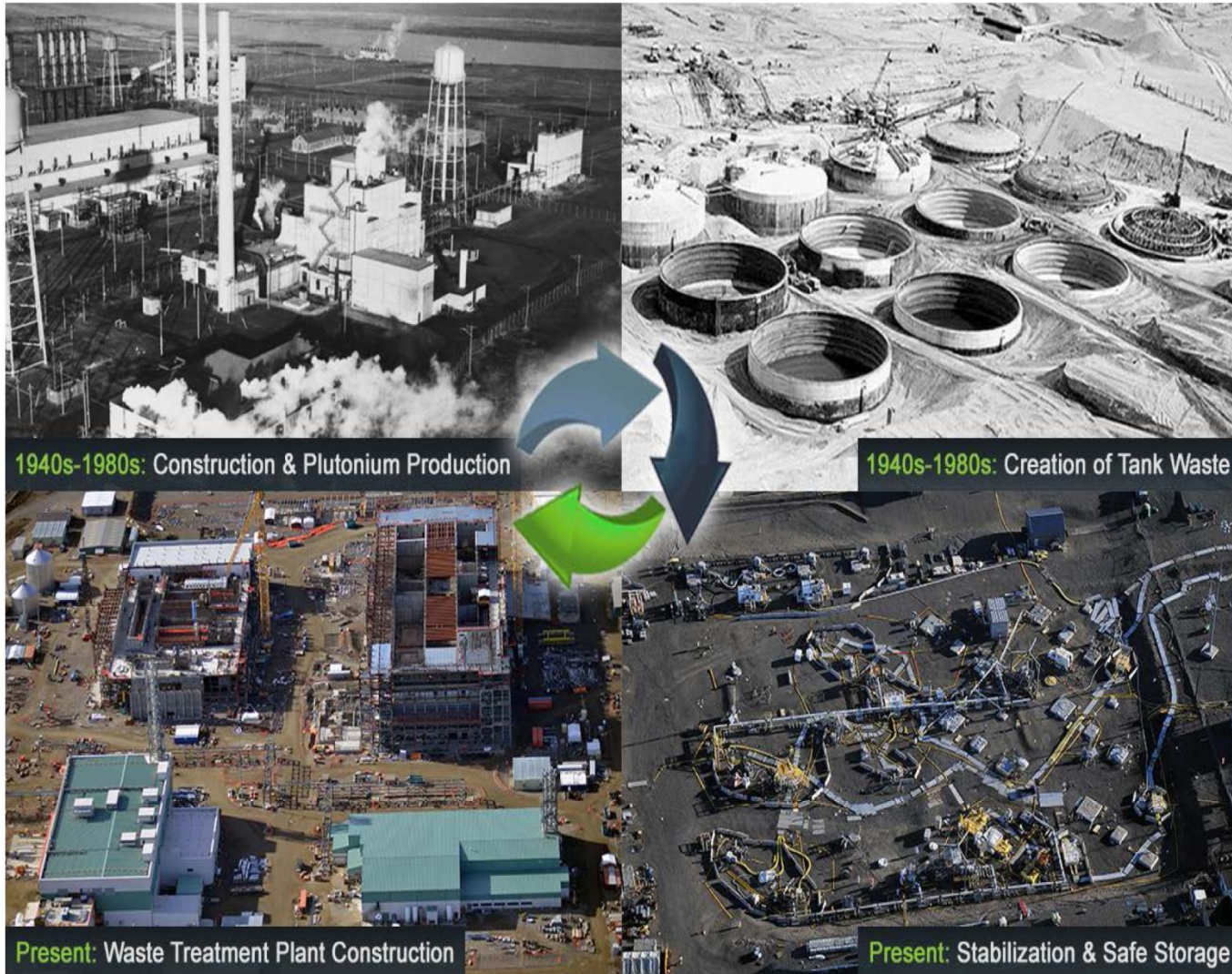
I varje deponeringshål placeras en kopparkapsel ståendes inbäddad i en buffert av bentonitlera.

När sista kopparkapseln är på plats återfylls hela tunnelsystemet.

Fakta om slutförvaret

Antal kapslar totalt:	6 000
Deponering antal kapslar/år:	150
Arbetsstillfällen under konstruktion:	300–400
Arbetsstillfällen i reguljär drift:	cirka 250
Djup:	cirka 500 m

Historical Overview, Current Status, and Path Forward



Crystallization: Potential Impacts on Melter Processing

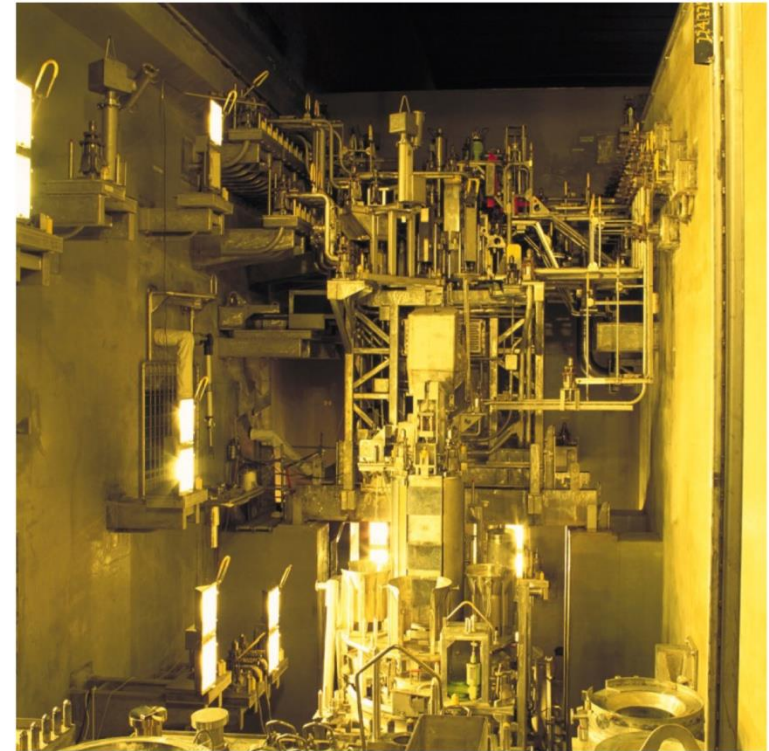
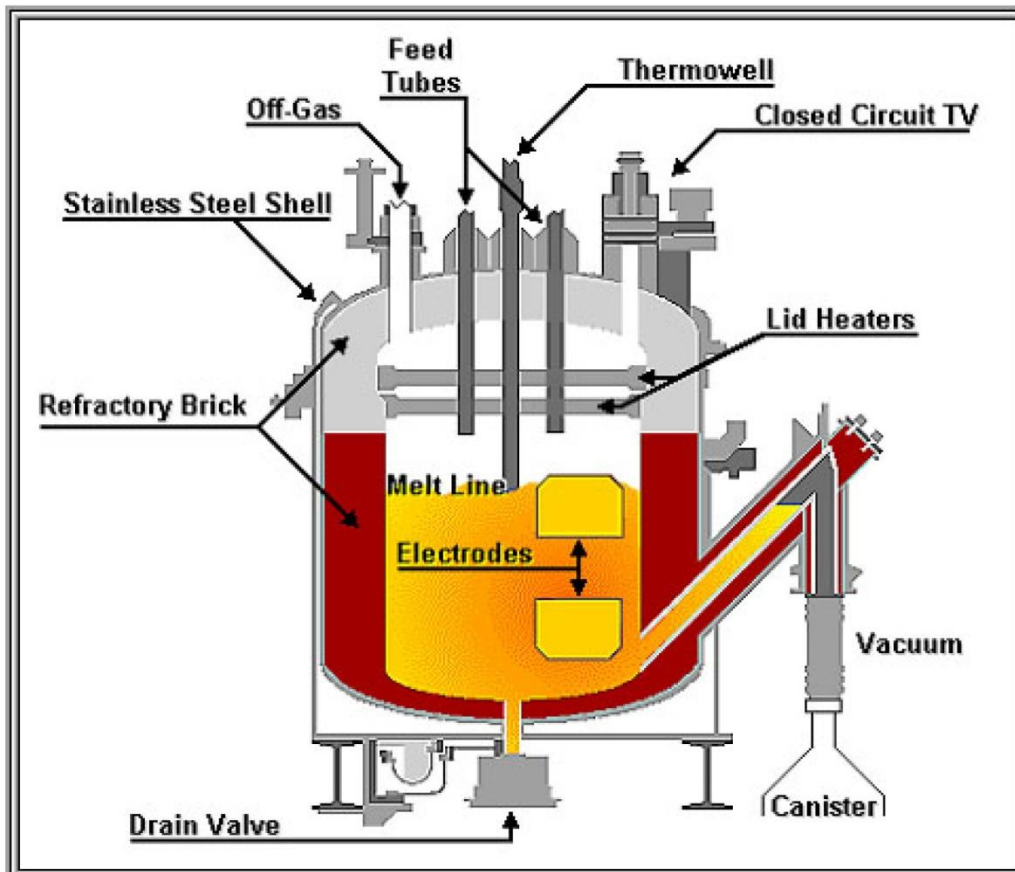
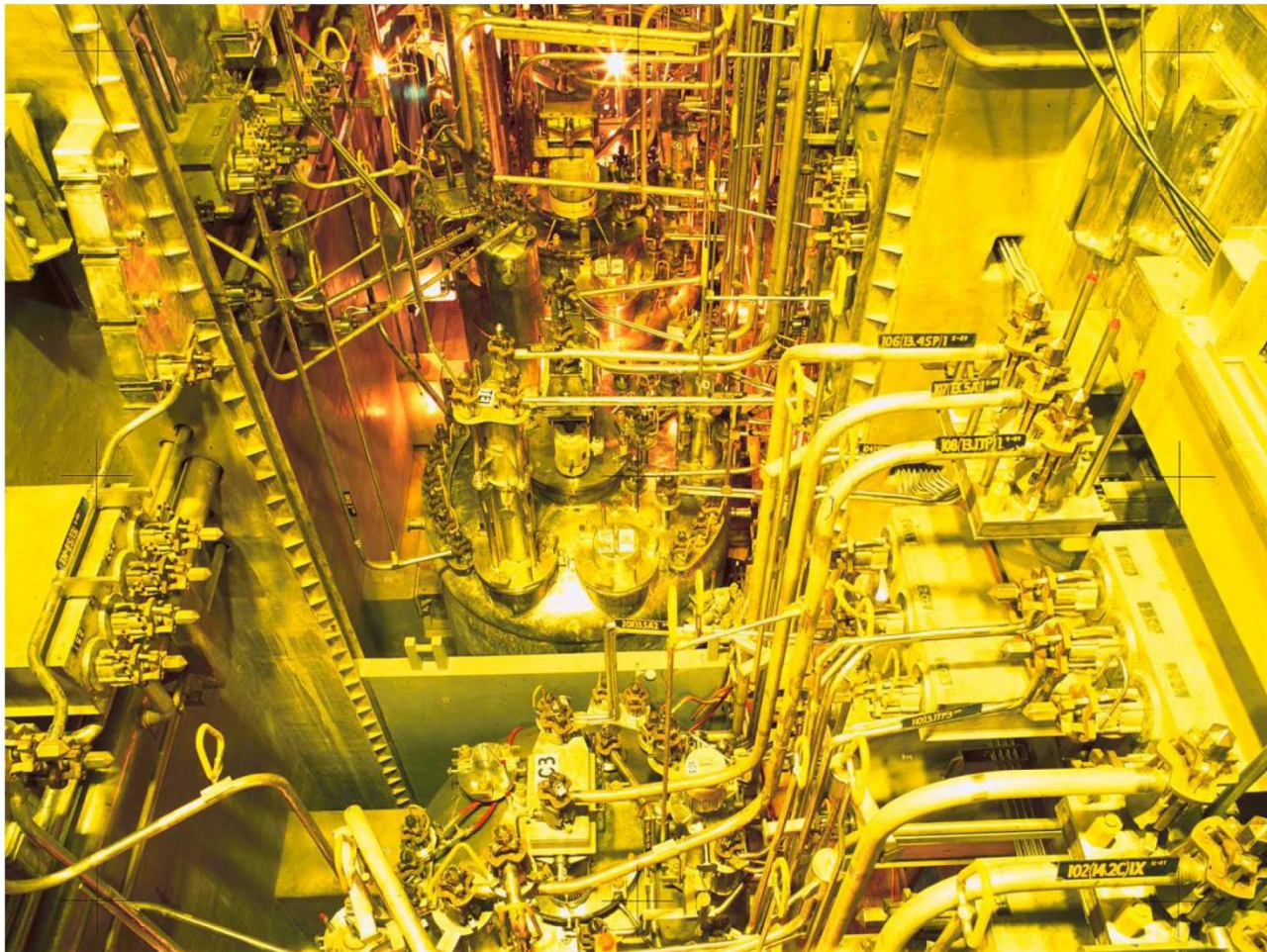
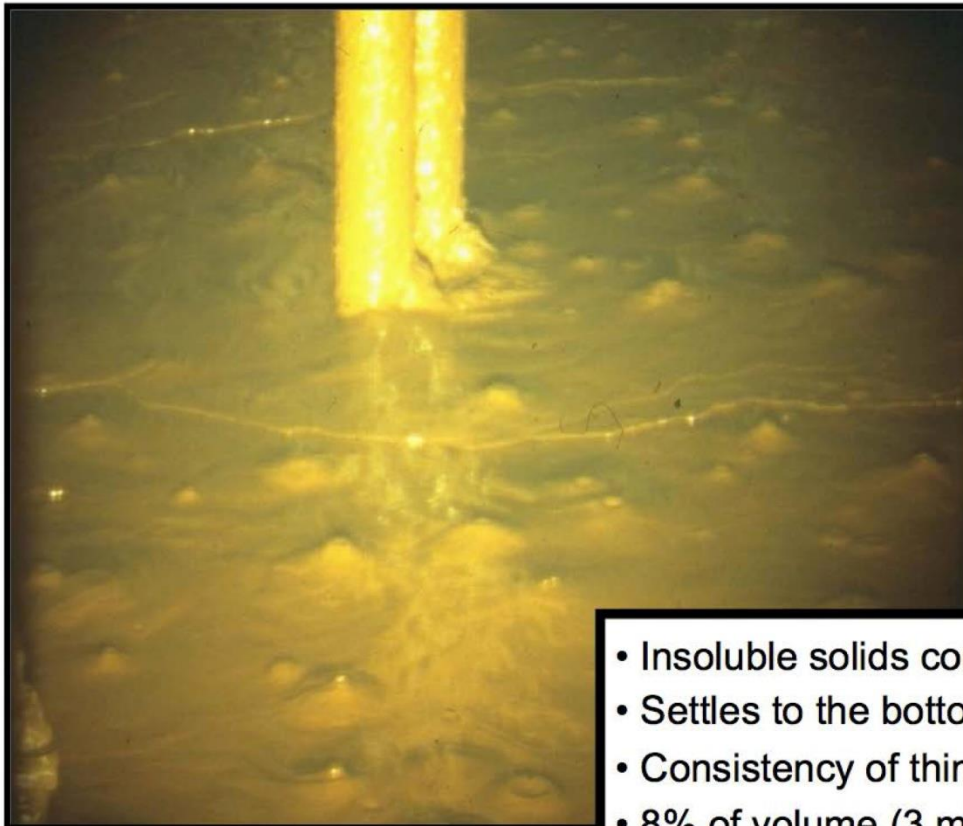


Diagram and photo of DWPF melter

Complexity of HLW Vitrification Process



Complexity of Waste: Physical Forms (sludge)



- Insoluble solids contained in the waste
- Settles to the bottom of the tank
- Consistency of thin peanut butter
- 8% of volume (3 million gallons)
- 55% of radioactivity (220 million curies)

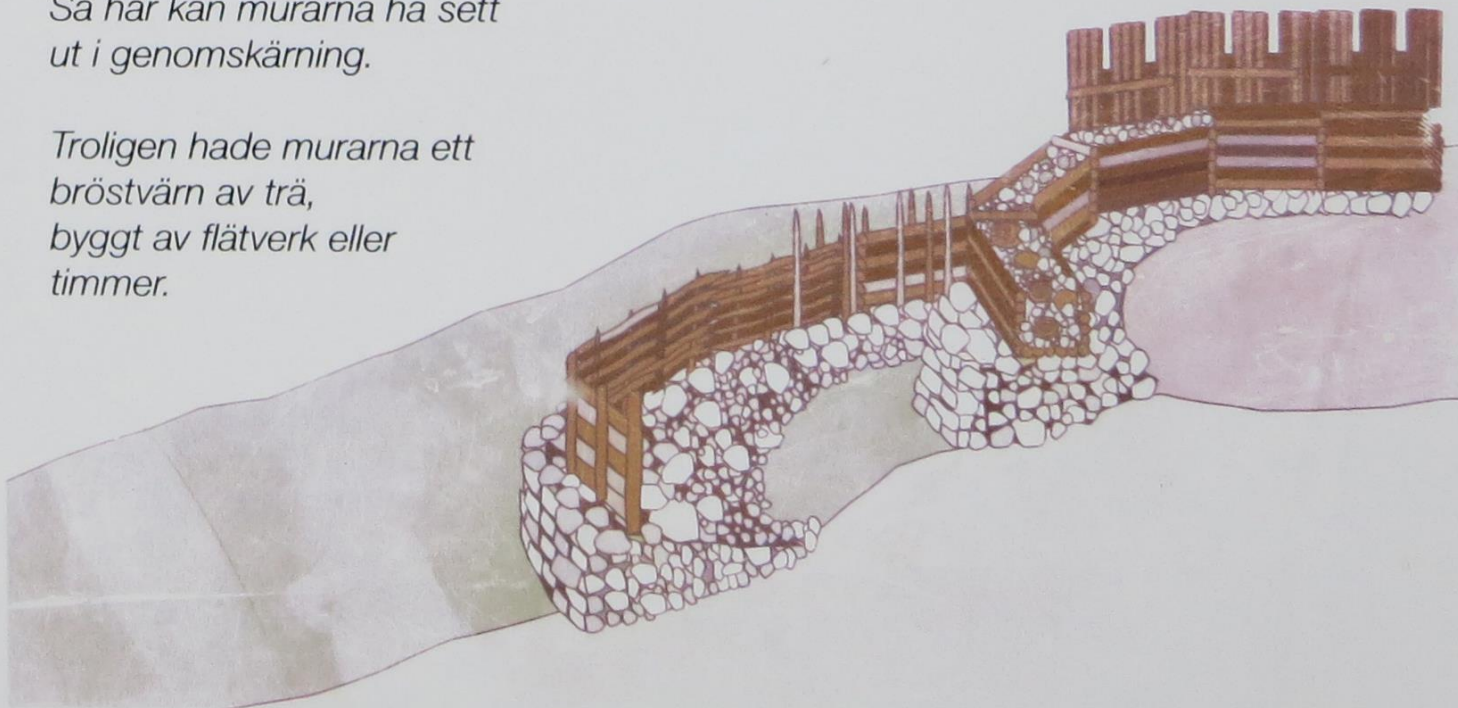
Volumes and radioactivity for SRS waste only



Flygfoto över Broborg taget på 1990-talet

Så här kan murarna ha sett ut i genomskärning.

Troligen hade murarna ett bröstvärn av trä, byggt av flätverk eller timmer.



Den inre vällen kan ha konstruerats med stenkistor av trä som fylldes med utvalda stenar, bl. a. en sort som innehåller amfibolit.

Stenen har sedan förglasats i samband med en kraftig brand. Träkonstruktionerna har brunnit upp och bildat håligheter.

Förglasningen i muren

Den förglasade delen av muren ligger under stenkistorna men över en kallmurskonstruktion. Stenkistkonstruktionen är borta och stenarna som var i den är spridda. Förglasningsdelen är ca 0,8 – 1 meter bred och 0,3 – 0,4 meter hög. Den består av 0,1 – 0,2 meter stora stenar som fogats samman med smält glas

Behov för forskningen i USA m m

- Kunskap om proverna och hur de förändrats
- Kunskap om miljön som de varit med om

MEN: kan man bara komma och gräva? NEJ!

- Man måste kunna visa på en nytta som överväger skadan
- Man måste rädda kunskap om platsen samt föremål som påträffas
- Man måste lämna information till intresserade
- Man måste ha tillstånd

Behov för forskningen m m, forts.

- Men forskningen i USA kan ge kunskap om Broborg och öka vårt kulturarv

=> Två syften med vårt projekt

- Att öka säkerheten med slutförvaringen av avfall i USA, och särskilt tillförlitligheten
- Att öka kunskapen kring Broborg

Vad innebär detta?

	Inne i muren	Utanför muren
Initialt	Hur förglasningen kom till och varför	Broborgs roll
Över tid	Den lokala kemin, och i synnerhet med den påverkan som kan tänkas komma från skörbrända stenar	Miljöns utveckling: landhöjning, jordbruk, avskogning, klimatförändring inklusive fimbulvintrar

Ovanstående svarar mot en säkerhetsanalys för ett kärnavfallsförvar, men sträcker sig bakåt i tiden. Analysen kan därför ses som en "bakåtriktad säkerhetsanalys".

Oskar I:s valspråk[†]

Bjöd så i Tule ‡ en konungased
son vid sin faders grav att svärja:

*"Allfader, hör min konungaed
Land vill jag taga, oväns land härja,
eget land större jag göra vill,
eller sätte jag livet till"*

Kom så en konung i sena led
löfte vid död kungs grav att svärja:

*"Allfader, hör min konungaed!
Land vill jag skydda, land vill jag värja.
sanning och **rätt** jag främja vill,
eller sätte jag livet till!"*

Författare: Gunnar
Wennerberg
1817 – 1901

Sången skrevs år 1844,
samma år som Oskar I
kröntes.

[†] Valspråk:
*"**rätt** och **sanning**"*

[‡] Thule var grekernas
och romarnas namn
på "ön" norr om det
europeiska fastlandet,
d v s antagligen
skandinaviska halvön

Sveriges historia (förenklad)

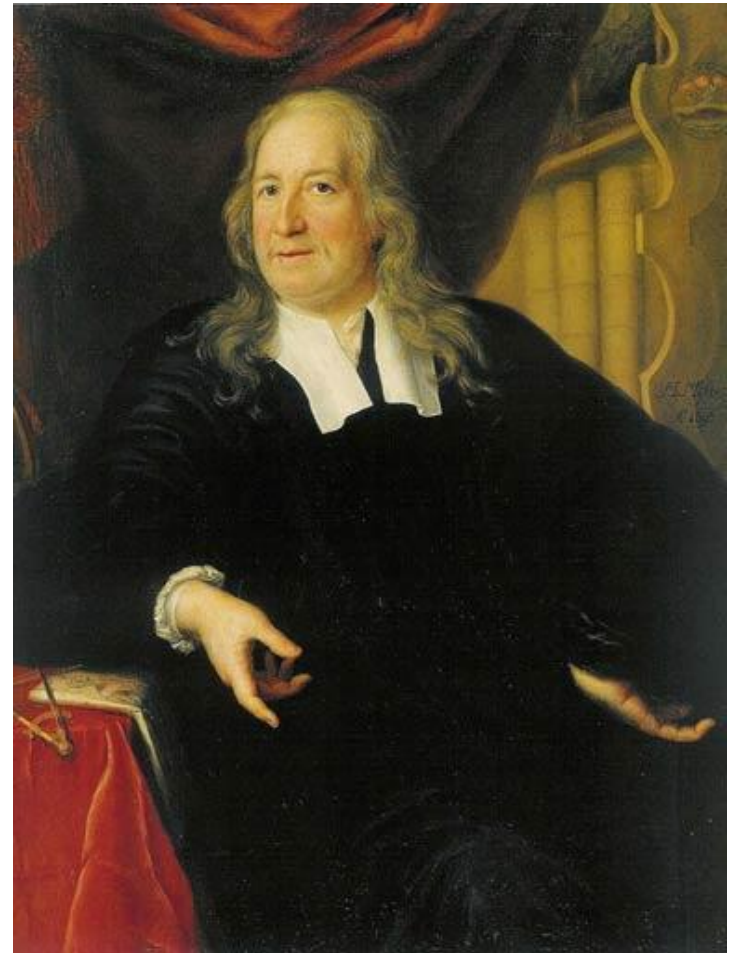
gult = förhistorisk tid / få skriftliga källor

blågrått = historisk tid / skriftliga källor

13000 – 1700 fKr	Stenålder		
1700 – 500 fKr	Bronsålder		
500 fKr – 1050 eKr	Järnålder	500 fKr – 1 eKr 1 - 375 375 – 550 550 - 800 800 – 1050	Förrommersk järnålder Romersk järnålder Folkvandringstiden (Broborg) Vendeltiden Vikingatiden
1050 - 1520	Medeltiden		
1520 - present	Nya tiden		

Olof Rudbeck 1660 - 1740

- Framstående naturforskare m bl a Anatomiska Teatern i Uppsala
- Fornforskare som ansåg att Sverige var det forna Atlantis
- Folk tvingades tro på detta, utom ...
- Anders Celsius som hånade med: Adam = av damm och Eva = eh va!



Olof Rudbeck 1660 - 1740

- Starkt misstänkt för att ha ändrat i självaste silverbibeln
- Så att den syftade på Uppsala
- Detta kommer inte bara så att säga från modersmjölken jag fått i Västergötland
- Utan har skrivits av uppsalaprofessorn i idé- och lärdomshistoria, Sten Lindroth.
- Källa: Svensk lärdomshistoria, Stormaktstiden, sidan 295-296.

- TV-serie Sveariket vagga - en historia i gungning som sändes mellan 1981 och 1982
- *"Radionämnden anser emellertid att olika påståenden framfördes på så sätt att det förblev oklart vad som var rena gissningar, vad som var sakligt underbyggda antaganden och vad som var - även av den etablerade - vetenskapen allmänt accepterade uppfattningar. Programmen blev härigenom på flera punkter vilseledande".*

DAG STÅLSJÖ

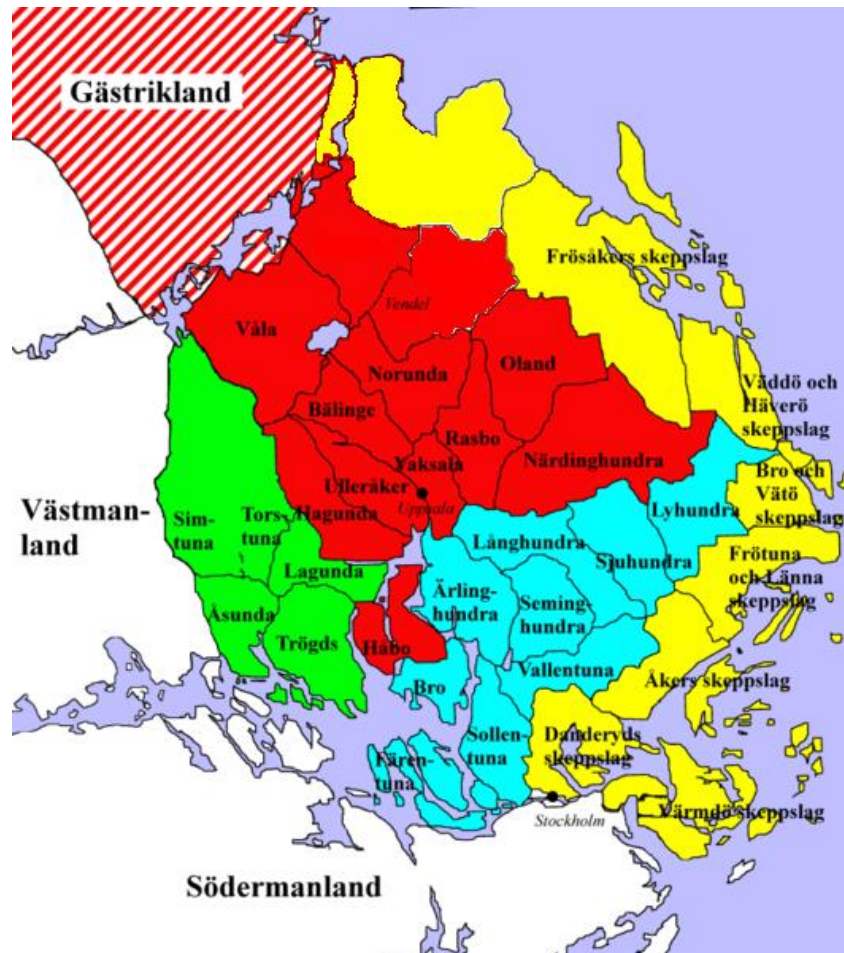


Svearikets
Vagga

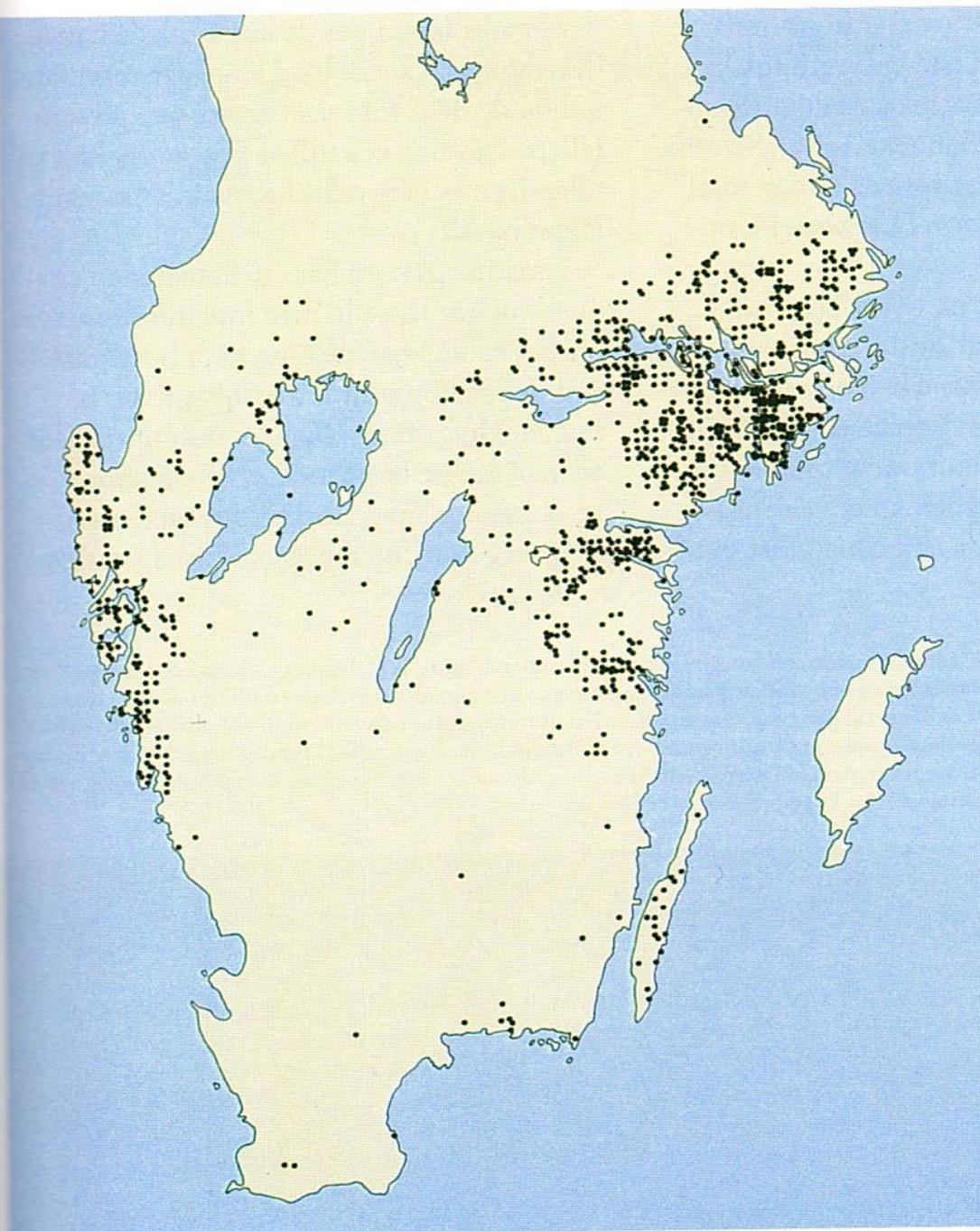
Från SVT-dokumentären
"Vikingarnas tid
Bonusmaterial: Vallar vi mött"

- *"Det var slut på småkungarna i götalandskapen – nu skulle de vara underställda sveakungen"*
- Finns på SVT-play
<https://www.svtplay.se/klipp/16537162/bonusmaterial-vallar-vi-mott?start=auto>,

Vadå "småkungar" och vadå "underställda"?



- Det fanns väl i så fall troligen en "småkung" också i Attundaland som styrde enligt egen lag
- Och "småkungarna" var väl inte mer "underställda" än att kungen/de måste följa lagen i varje landskap
- Landskapslagarna pekar på att vi hade en konfederation/union
- = allmän modern syn
- (jfr "Thule" i dikten & krig och fred har skiftat under historisk tid)

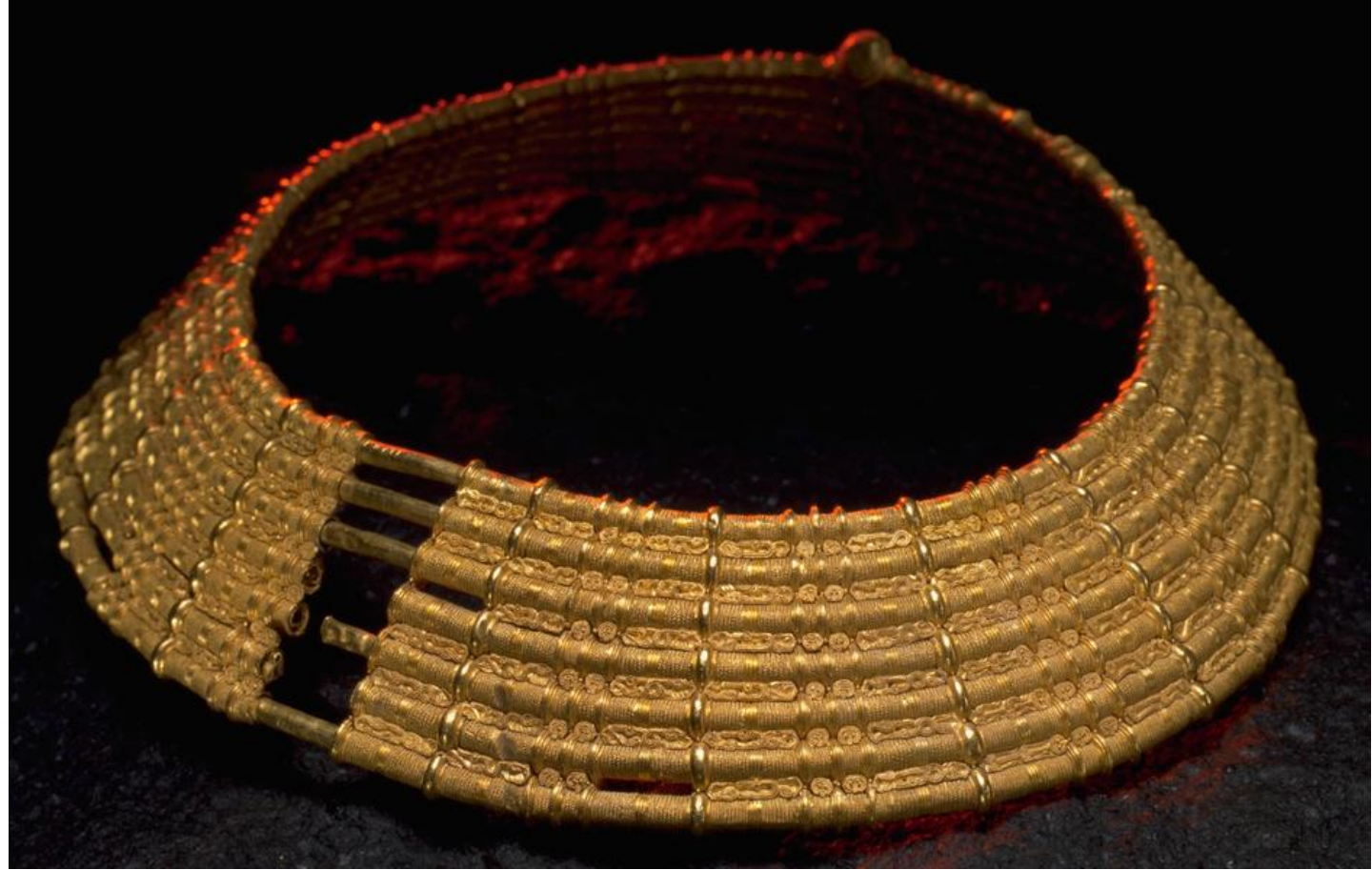


Fornborgarnas läge – hur tolka?

- Mäktigt Svearike?
- Stridbara Svear?
- Obetydligt Götarike?
- Mesiga götar?
- Faktum: fornborgarna övergavs senast under sen järnålder

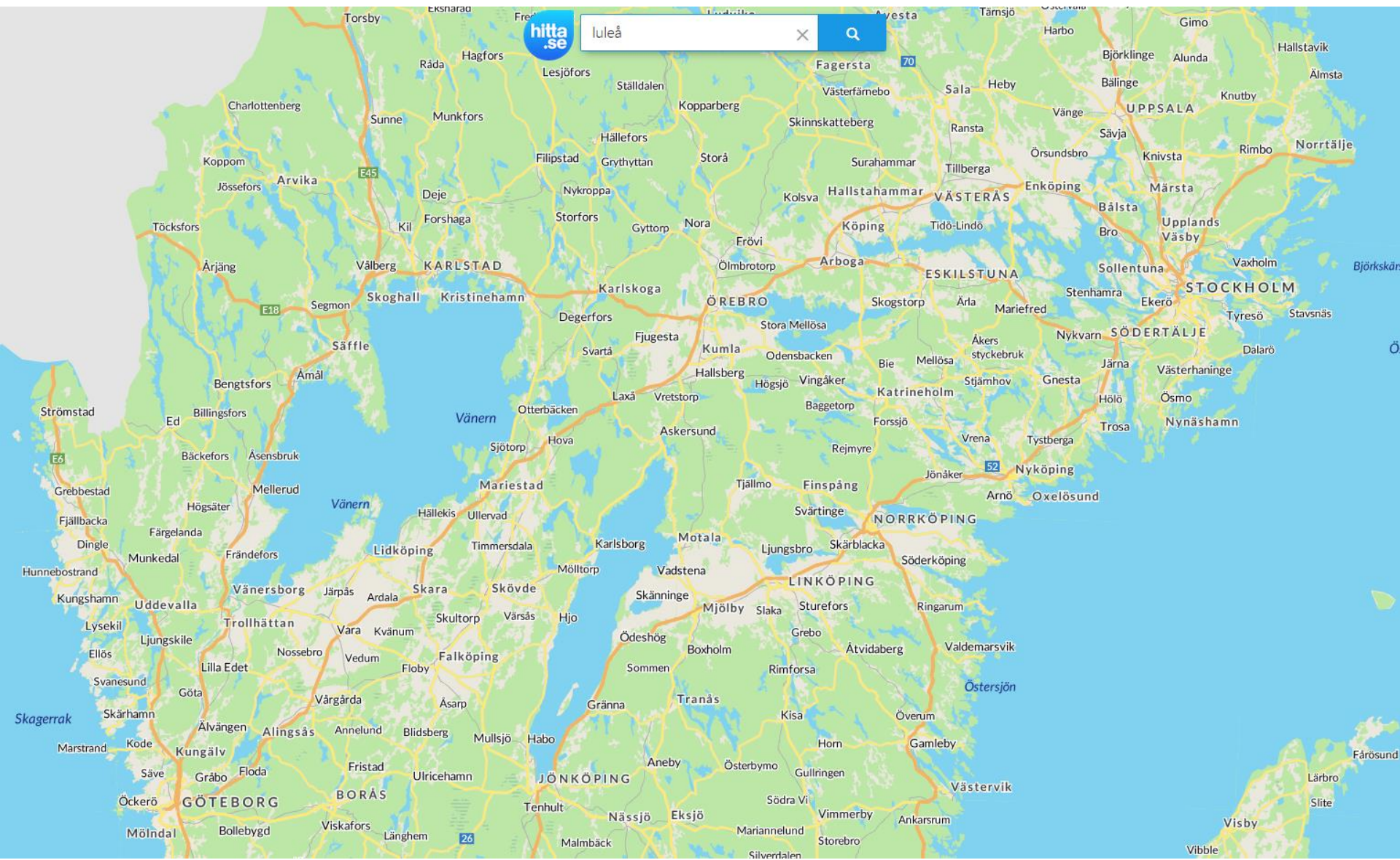
196. Fördelningen av fornborgar i Sverige utom Gotland. Kartan är baserad på första gångsinventeringen. Jfr fig 61. Efter Hyenstrand 1979.

Var
fanns
guldet?



- **En** halskrage har upphittats på Öland
- **Två** i Västergötland
- **Ingen** i Sverige i övrigt
- Källa Statens Historiska Museum

Inte lätt att förstå hur det var



Inte lätt att förstå hur det var

Karta från tiden 1645 - 1664



Jämförelse Götaland - Svealand

Hur fantastiskt det än är i Västergötland

- Med bl a
"Edens
Lustgård" på
Kinnekulle
- Och
entusiastiska
amatörer

Så har vi ändå inte någon Arbetsgrupp Långhundraleden

- Där amatörer och professionella
arbetar tillsammans
- Där man samarbetar mellan ett antal
olika relevanta discipliner
- Där man deltagit i olika
forskningsprojekt
- Där man dokumenterat i två
fantastiska böcker
- Och jag tillägger genast
att min far var från Svealand
- Och att här har jag också bott större
delen av mitt liv

**Från Mats G. Larsson:
"Färder till Sveriges
födelse", sidan 125:**

*"... till skillnad
från de tidiga
Mälarstäderna" ...
"hade Skara
ingen anknytning
till betydande
vattenleder som
skulle kunna
förklara varför det
kom att hamna
där det gjorde"*

**Rop om hjälp! Här behövs en
Arbetsgrupp Långhundraleden!**

Som undersöker och förklarar läget
för Skara, Varnhem, Gudhem och
Husaby. Det regnar ju också i
Västergötland! Jag har inte hittat
någon utförlig publikation om detta.



Ett par slutsatser

- Det är genuint svårt att tänka sig in i och förstå hur forntida folk levde
 - Amatörer kan tänka fritt men ibland inte vara tillräckligt sakkunniga
 - Forskare kan vara kunniga och skickliga inom sina områden, men ibland ha svårt att tänka utanför sin "box"
- Man ska ha mycket stor respekt för kunnandet hos de forntida folken



Rolf Sjöblom

Mia
Englund

Eva
Hjärthner-
Holdar

Jack
Clarke

Torbjörn
Jakobsson
Holback

Albert
Kruger

Carolyn
Pearce

John
McCloy

Erik
Ogenhall

The photo
was taken by
Fredrik
Larsson

Gänget som deltog i samband med utgrävningen
vid Broborg i oktober 2017

Ordet går vidare till Arkeolog Eva Hjärthner-Holdar

Som berättar om utgrävningen

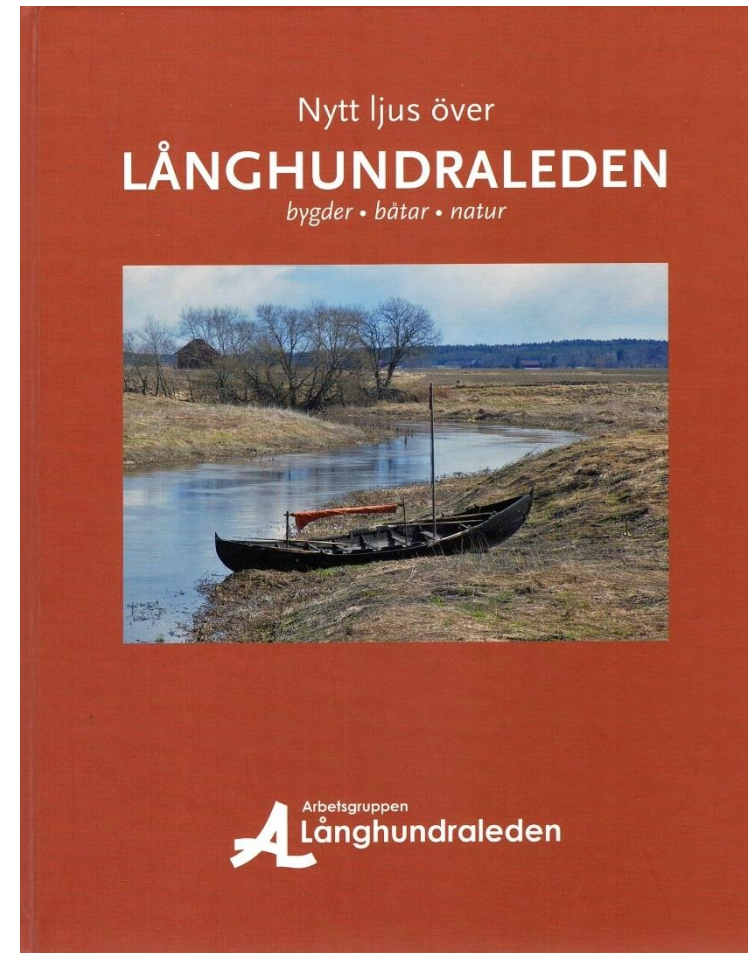
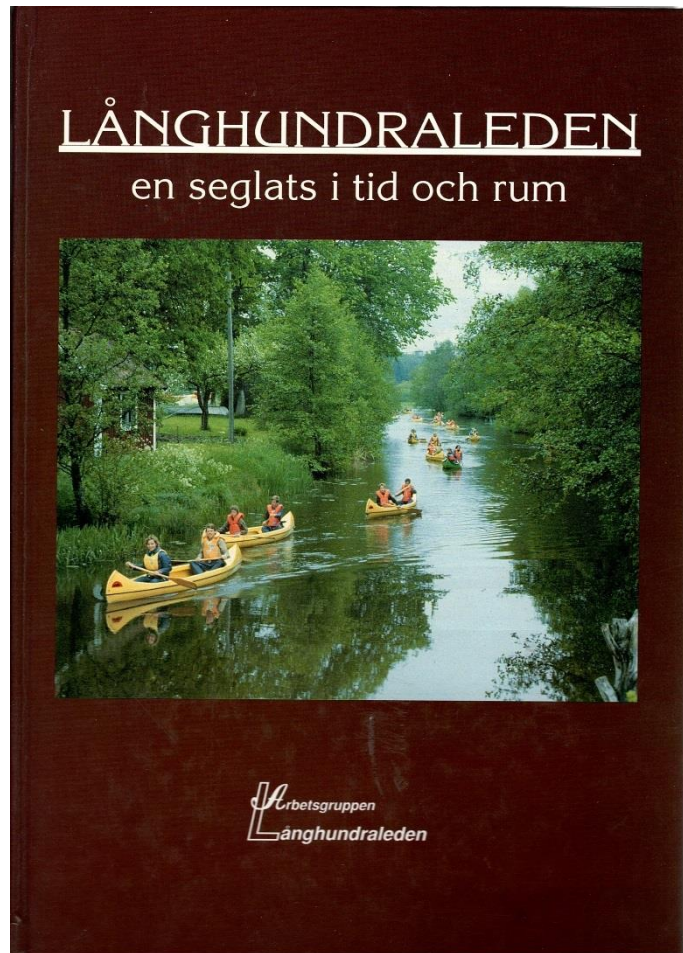
Helhetssynen

Arbetsgruppen Långhundraleden

- Allmän informationssökning
- Utvecklingen över tid generellt
- Landhöjning och strandförskjutning
- Långhundraledens topografi
- Vattenavledning och dikning
- Båtar och sjöfart
- Forntida bebyggelse
- Landskapsutvecklingen

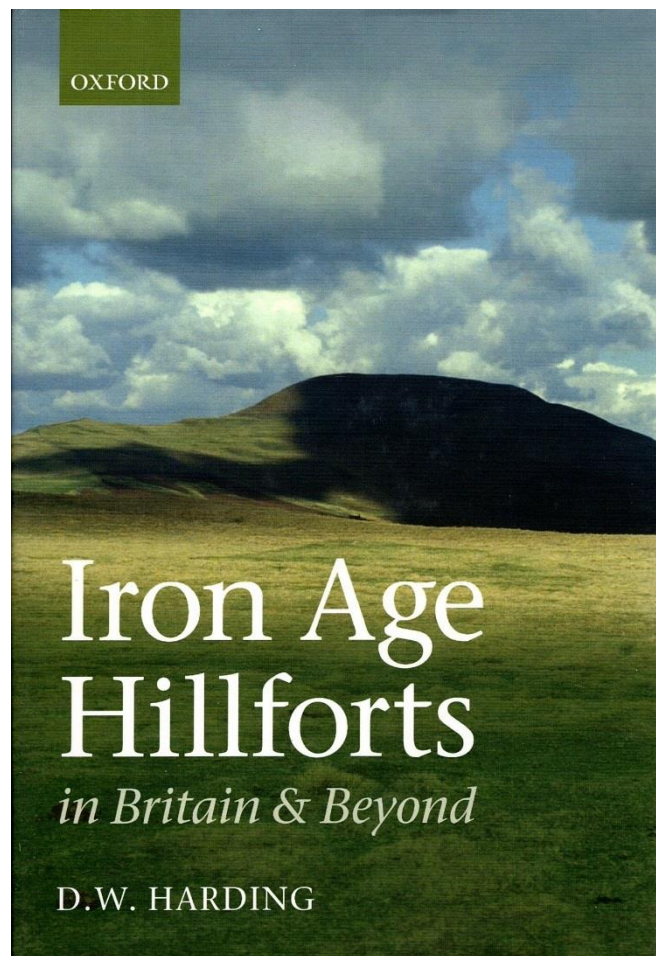
Alla dessa är värda
var sitt föredrag
& läs föreningens
böcker

Så här ser böckerna ut



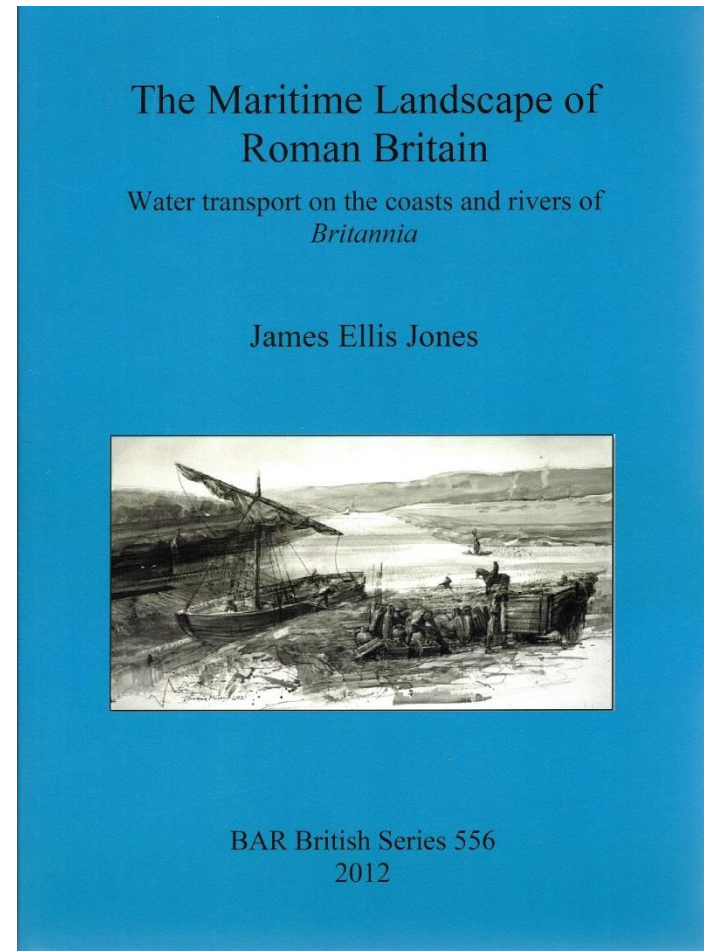
Referensverk om fornborgar

- Utmärkt bok, kan rekommenderas
- Men författaren verkar tro att det går lika bra att färdas på land som på vattenleder
- Och skriver inte heller något särskilt om borgar med "vattenledsläge"



Men det finns andra källor ...

- Följande uppgift finns om kostnaden för transporter:
 - På land var det 4,9 gånger dyrare än på vattenled
 - På land var det 28 – 56 gånger dyrare än till sjöss
- Diverse källor indikerar att transport går ungefär lika fort på land som på vatten (rodd), men att hästar utan last kan springa fort en kort stund

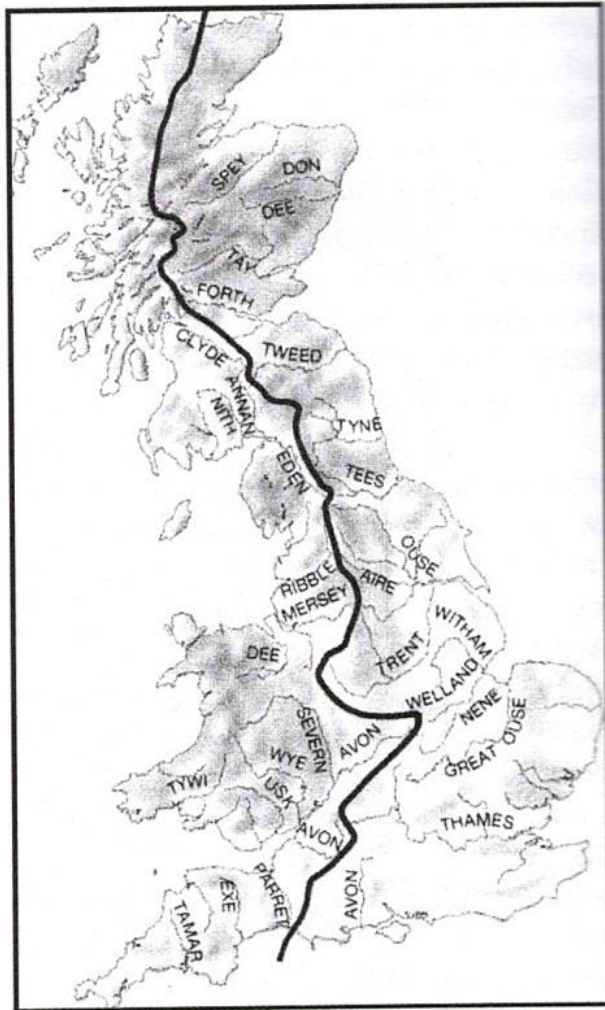




Replik och fynd av
båt för vattenled



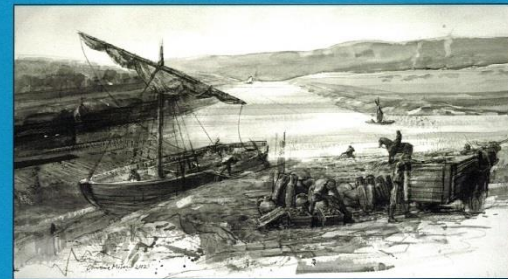
Den brittiska huvudön var tudelad efter vattendelaren



The Maritime Landscape of Roman Britain

Water transport on the coasts and rivers of
Britannia

James Ellis Jones

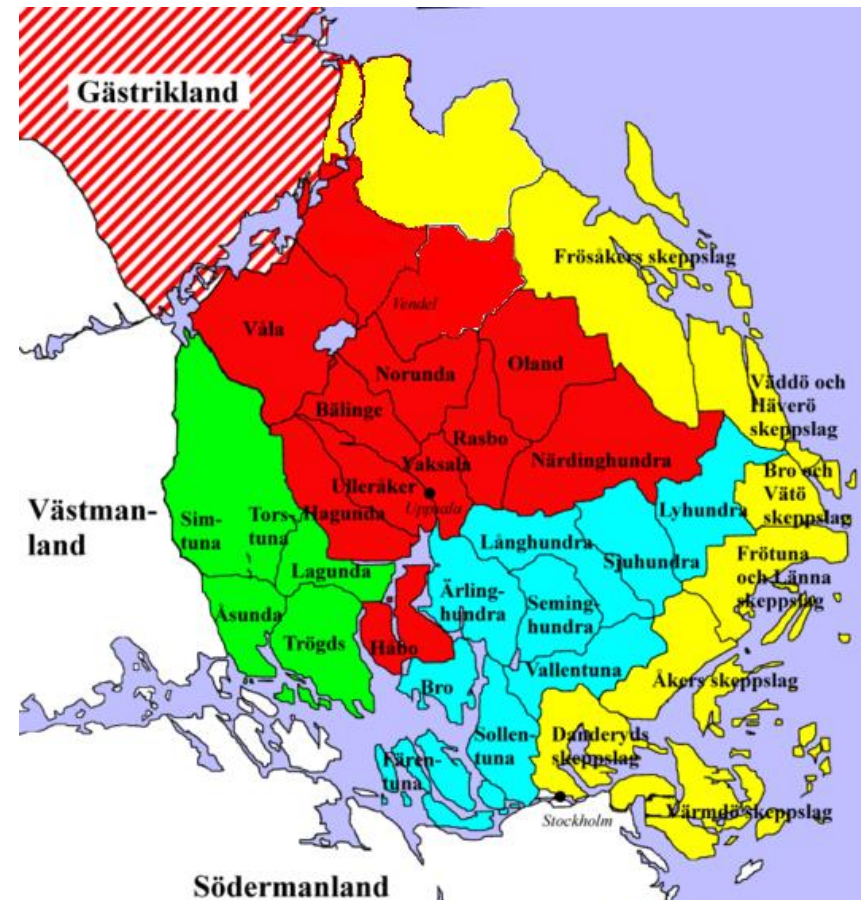


BAR British Series 556
2012

... vilket reser frågan hur det kan ha varit i nuvarande Uppland



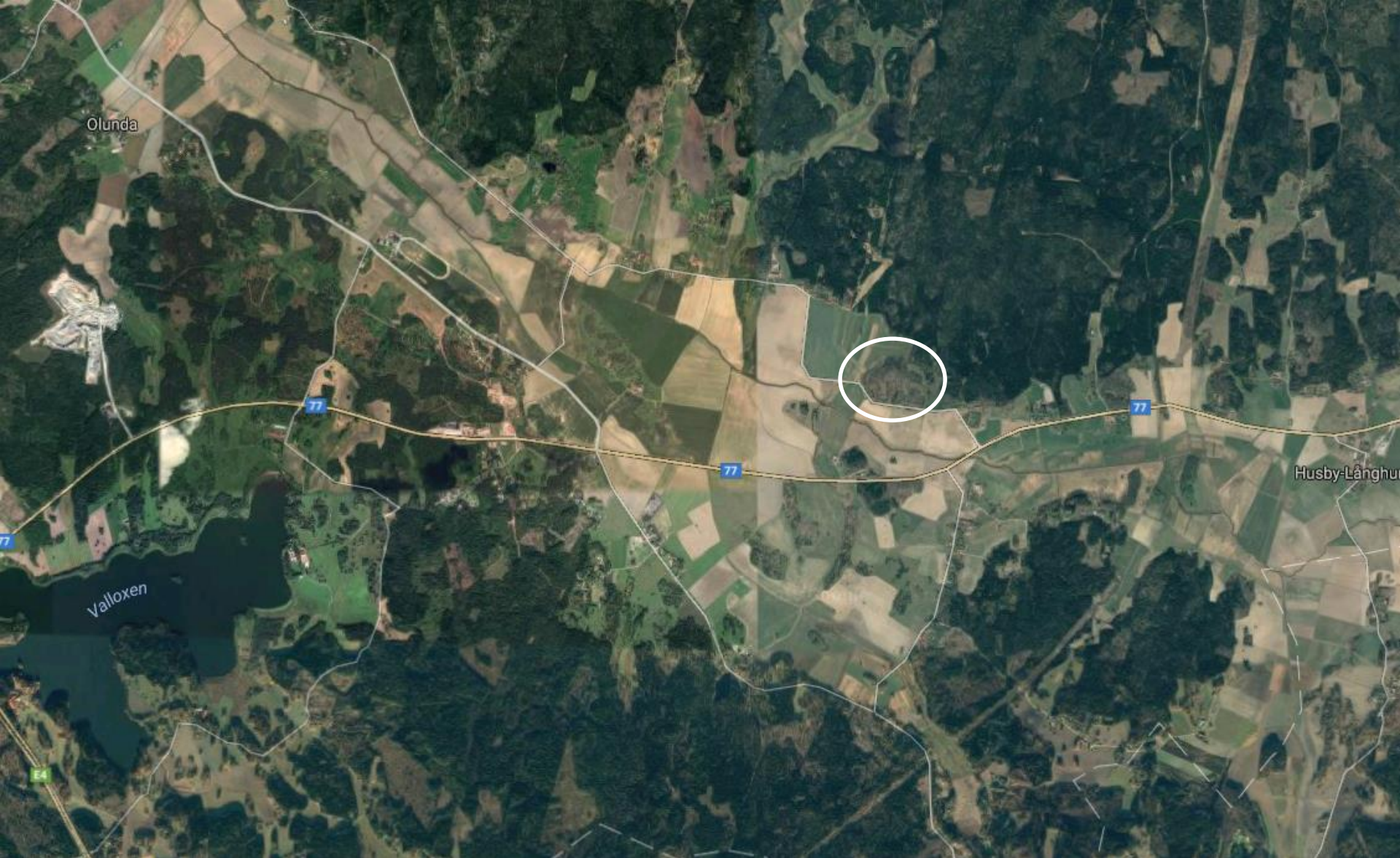
8



Hursomhelst så ligger fornborgen Broborg på gränsen mellan Attundaland och Tiundaland

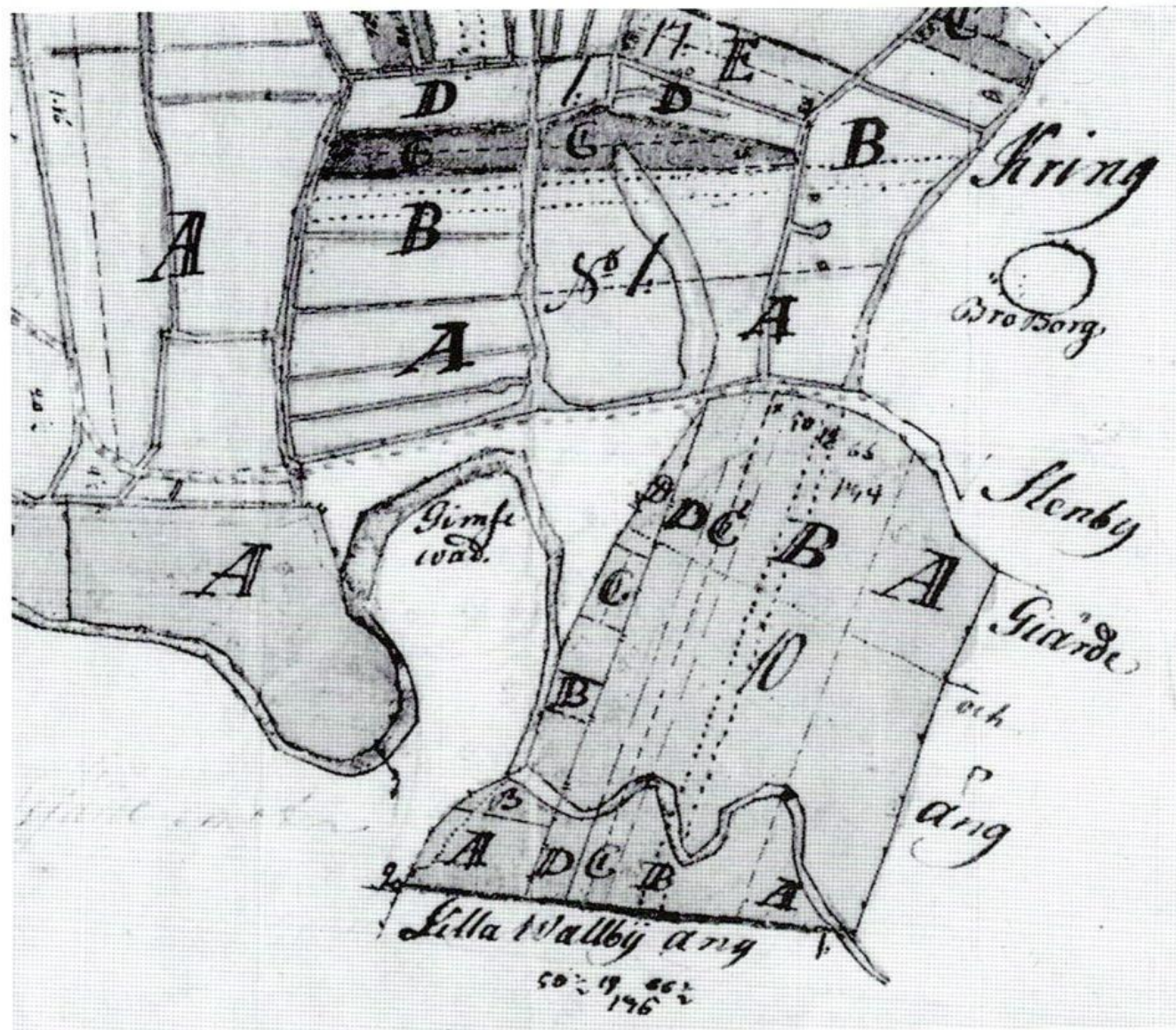








Fornborgen Broborg finns i mitten och övre delen av bilden



Figur 10. Området kring "Wadet" nära Broborg i Husby-Långhundra – utdrag ur storskifteskartan över Lundby by år 1782. Den stora slingan hos ån uppstod troligen vid ett vattengenombrott i Vallbyåsen som korsar ån på detta ställe.

Karta över Broborg med omnejd från år 1782.
Proportionerna är inte helt korrekta.



Flygfoto över Broborg taget på 1990-talet

Broborgs roll

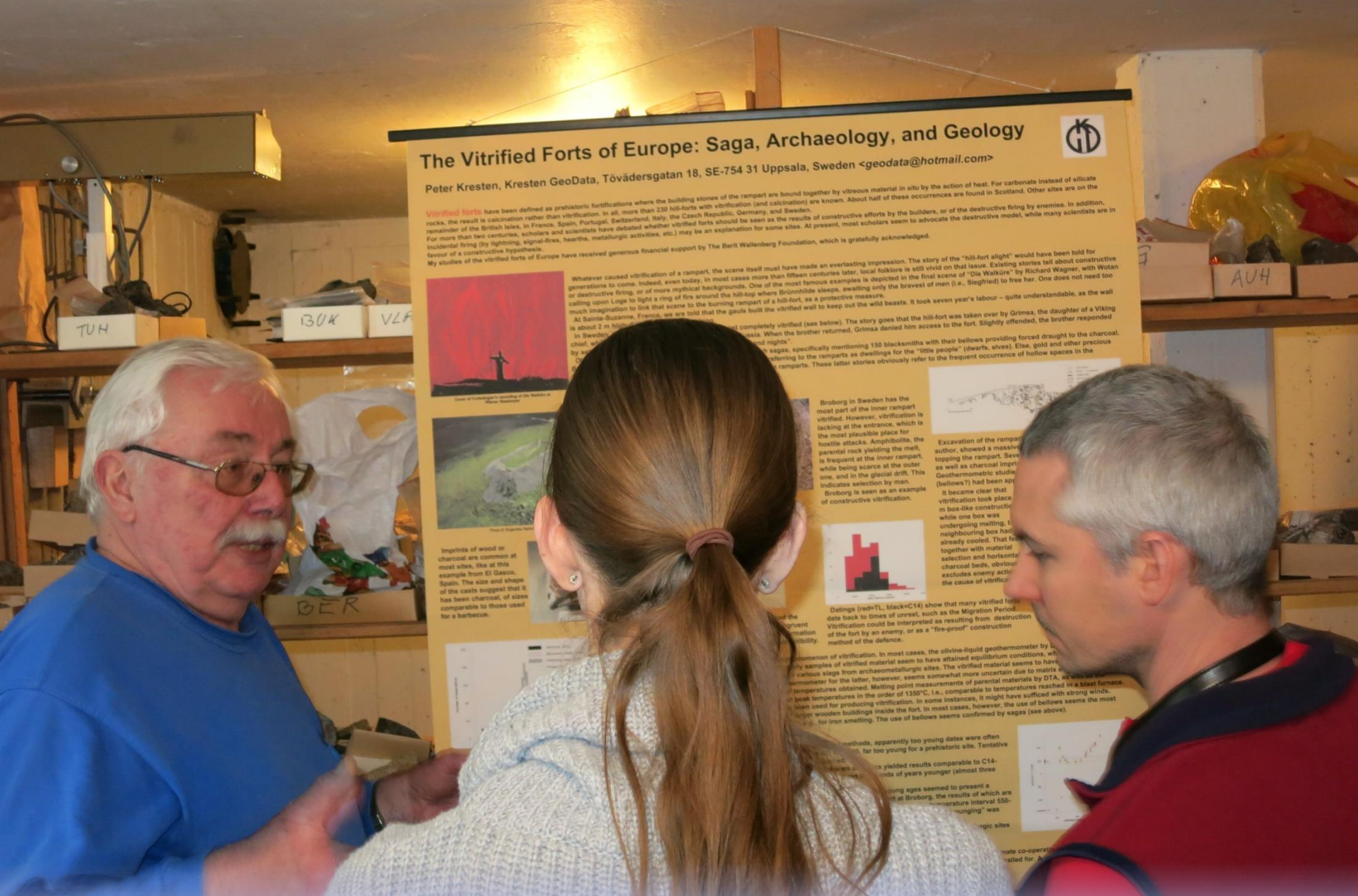
- Fornborgar hade sannolikt flera olika syften, men alla hade nog en militär och en "polisiär" funktion
- För Broborgs del helt uppenbart att borgen övervakade vattenleden och vägen
- Vi vet inte hur länge borgen var i drift, men troligt att den använts i såväl krigs- som fredstid, d v s
 - Stödja "ordningen" så att tull kunde tas upp
 - Skydda mot inkräktare

Förglasade fornborgsmurar

- Förglasat murmaterial upptäcktes för ca 200 år sedan
- Och sedan dess har "dialogens" vågor gått, om möjligt, ännu högre än den om Svearikets Vagga
- Var på European Archaeologist Association's (EAA:s) konferens i fjol där det fanns en session om fornborgar och förglasning
- Alla var rörande överens om orsakerna: vådabrand och fiender som förstörde

Peter Krestens arbete med förglasningen i Broborg

- Har samarbetat med bl. a. Eva Hjärthner-Holder
- Har utfört ingående undersökningar om bl a
 - Muren
 - Petrologin (grundämnen och mineral)
 - Magnetiska mätningar
 - Samt deltagit i tidigare utgrävningar
- Har dragit den tydliga slutsatsen att förglasningen var avsiktlig och att syftet var att förstärka muren



The Vitrified Forts of Europe: Saga, Archaeology, and Geology

Peter Kresten, Kresten GeoData, Tövädersgatan 18, SE-754 31 Uppsala, Sweden <geodata@hotmail.com>

Vitrified forts have been defined as prehistoric fortifications where the building stones of the rampart are bound together by vitreous material *in situ* by the action of heat. For carbonate instead of silicate rocks, the result is calcination rather than vitrification. In all, more than 230 hill-forts with vitrification (and calcination) are known. About half of these occurrences are found in Scotland. Other sites are on the remainder of the British Isles, in France, Spain, Portugal, Switzerland, Italy, the Czech Republic, Germany, and Sweden. For more than two centuries, scholars and scientists have debated whether vitrified forts should be seen as the results of constructive efforts by the builders, or of the destructive firing by enemies. In addition, incidental firing (by lightning, signal-fires, hearths, metallurgical activities, etc.) may be an explanation for some sites. At present, most scholars seem to advocate the destructive model, while many scientists are in favour of a constructive hypothesis.

My studies of the vitrified forts of Europe have received generous financial support by The Berit Wallenberg Foundation, which is gratefully acknowledged.



Imprints of wood or charcoal are common at most sites, like at this example from El Gaseo, Spain. The size and shape of the casts suggest that it has been charcoal, of sizes comparable to those used for a barbecue.

Whatever caused vitrification of a rampart, the scene itself must have made an everlasting impression. The story of the "hill-fort alight" would have been told for generations to come. Indeed, even today, in most cases more than fifteen centuries later, local folklore is still vivid on that issue. Existing stories tell about constructive or destructive firing, or of more mythical backgrounds. One of the most famous examples is depicted in the final scene of "Die Walküre" by Richard Wagner, with Wotan calling upon Loge to light a ring of fire around the hill-top where Brünnhilde sleeps, awaiting only the bravest of men (i.e., Siegfried) to free her. One does not need too much imagination to link that scene to the burning rampart of a hill-fort, as a protective measure.

At Sainte-Suzanne, France, we are told that the Gauls built the vitrified wall to keep out the wild beasts. It took seven year's labour - quite understandable, as the wall is about 2 m high.

In Sweden, a completely vitrified (see below). The story goes that the hill-fort was taken over by Grimaa, the daughter of a Viking chief, who was married to a local chieftain. When the brother returned, Grimaa denied him access to the fort. Slightly offended, the brother responded by setting the fort on fire.

Other sagas, specifically mentioning 150 blacksmiths with their bellows providing forced draught to the charcoal, by referring to the ramparts as dwellings for the "little people" (dwarfs, elves). Else, gold and other precious metals were mined in the vicinity of the ramparts. These latter stories obviously refer to the frequent occurrence of hollow spaces in the

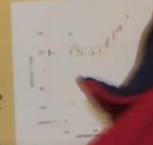
Broborg in Sweden has the most part of the inner rampart vitrified. However, vitrification is lacking at the entrance, which is the most plausible place for hostile attacks. Amphibolite, the parental rock yielding the melt, is frequent at the inner rampart, while being scarce at the outer one, and in the glacial drift. This indicates selection by man. Broborg is seen as an example of constructive vitrification.

Excavation of the rampart, showed a massive wall, topped the rampart. Several as well as charcoal imprints. Geothermometric studies (below) had been applied. It became clear that vitrification took place in box-like construction while one box was undergoing melting, the neighbouring box had already cooled. That together with material selection and horizontal charcoal beds, obviously excludes enemy action as the cause of vitrification.



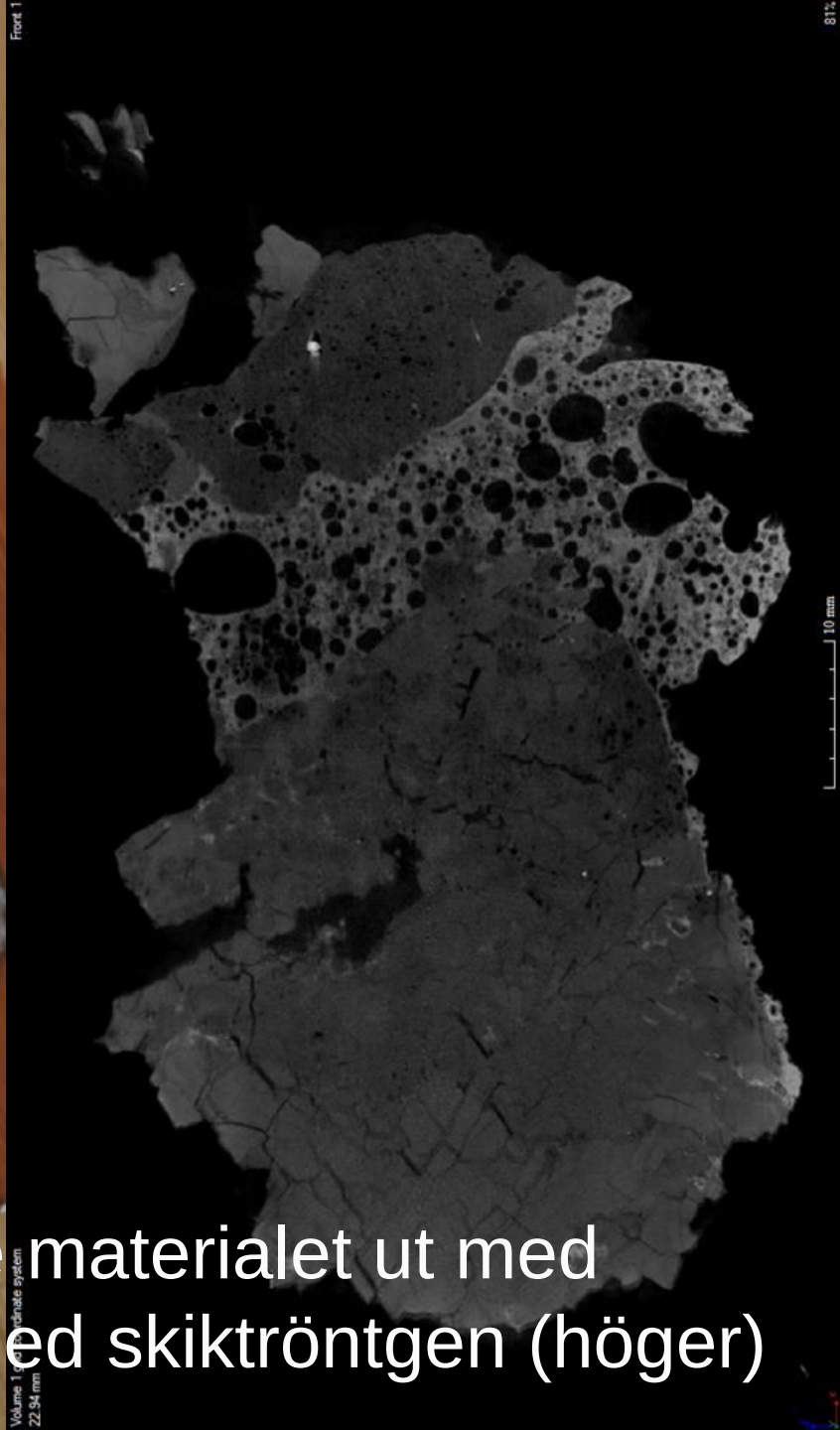
Datings (red=TL, black=C14) show that many vitrified forts date back to times of unrest, such as the Migration Period. Vitrification could be interpreted as resulting from destruction of the fort by an enemy, or as a "fire-proof" construction method of the defence.

Phenomenon of vitrification. In most cases, the olive-liquid geothermometer by Leleux, which is based on the melting point of various samples of vitrified material seem to have attained equilibrium conditions, while the geothermometer for the latter, however, seems somewhat more uncertain due to matrix effects. Various temperatures obtained. Melting point measurements of parental materials by DTA, in some cases, reached in a blast furnace. Peak temperatures in the order of 1350°C, i.e., comparable to temperatures reached in a blast furnace used for producing vitrification. In some instances, it might have sufficed with strong winds. The use of bellows seems confirmed by sagas (see above).



mate co-operation called for.

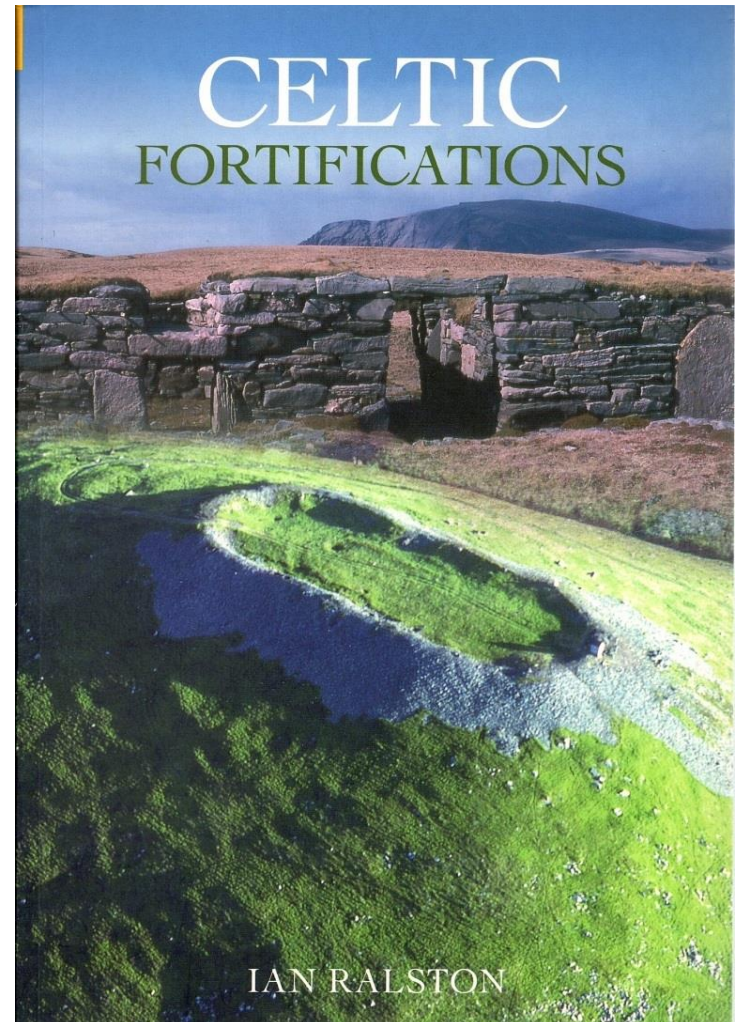
Peter Kresten, här med Jamie Weaver och John McCloy, har varit mycket behjälplig med kunskap och provmaterial



Så här ser det förglasade materialet ut med vanlig kamera (vänster) och med skiktröntgen (höger)

Ian Ralstones bok (också en referensbok)

- Utmärkt bok, kan rekommenderas
- Gör en utmärkt resumé över Peter Krestens arbete och Broborg
- Men drar sedan ändå slutsatsen att det antagligen var någon som brände ner borgen
- Projektet håller kontakt med Prof Ralstone

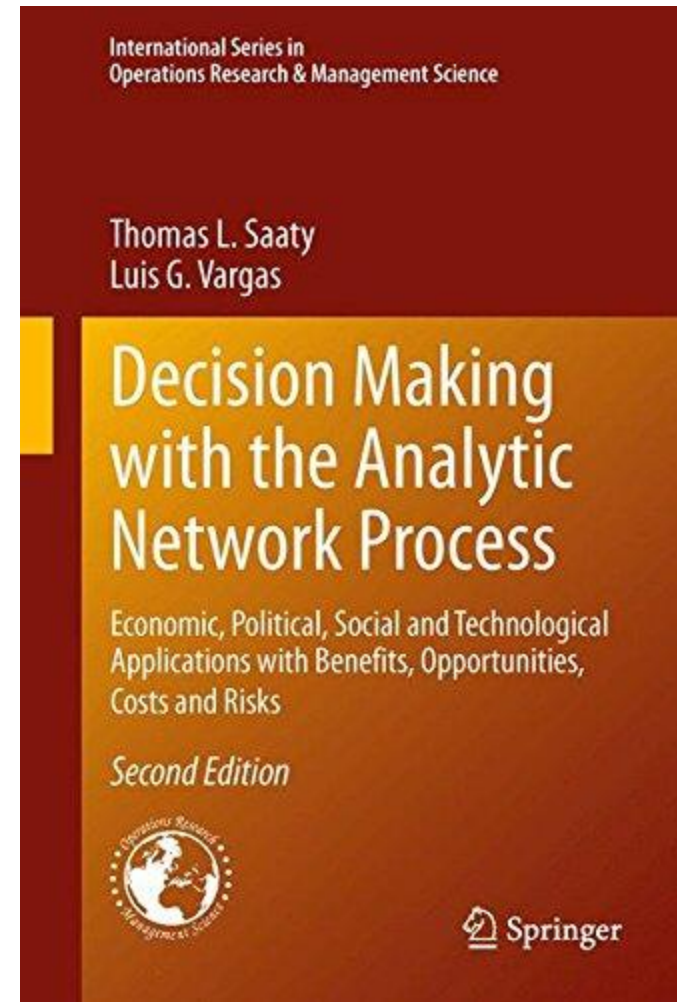


Nuläget beträffande förglasningen

- Vi har inte fått fram något som motsäger tidigare resultat från Peter Kresten m fl
- Vi ser att det finns olika kvaliteter av amfibolit (den bergart som samlats in och smälts till glas) och misstänker att man i forntiden inte bara valde typ av sten utan också förekomst
- Vi ser att ett antal indicier sammantaget pekar på avsiktlig förglasning med syfte att förstärka murverket
- Men ...

Vår ansats är delvis ny

- Att använda beslutsteori för att väga alternativa tolkningar mot varandra
- Ger ökad transparens
- Mina kollegor och jag kommer att lägga fram detta vid EAA 2018
- Blir kanske väl så spännande att se hur detta kan gå



Våra arbetsområden

	Inne i muren	Utanför muren
Initialt	Hur förglasningen kom till och varför	Broborgs roll
Över tid	Den lokala kemin, och i synnerhet med den påverkan som kan tänkas komma från skörbrända stenar	Miljöns utveckling: landhöjning, jordbruk, avskogning, klimatförändring inklusive fimbulvintrar

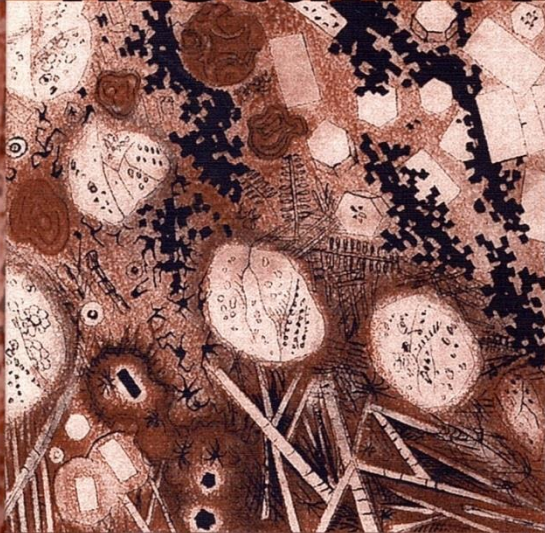
Går nu vidare till att berätta om "över tid" (gulmarkerat)

Sten och finkornigt material rödfärgat genom skörbränning (förändring p g a värmen)



Rodney Grapes

Pyro- metamorphism



Vi upptäckte att vatten som kontaktats med värmepåverkat finkornigt material fick betydligt högre pH-värde (= blev mer alkaliskt) än för motsvarande kontakt med "vanlig" jord.

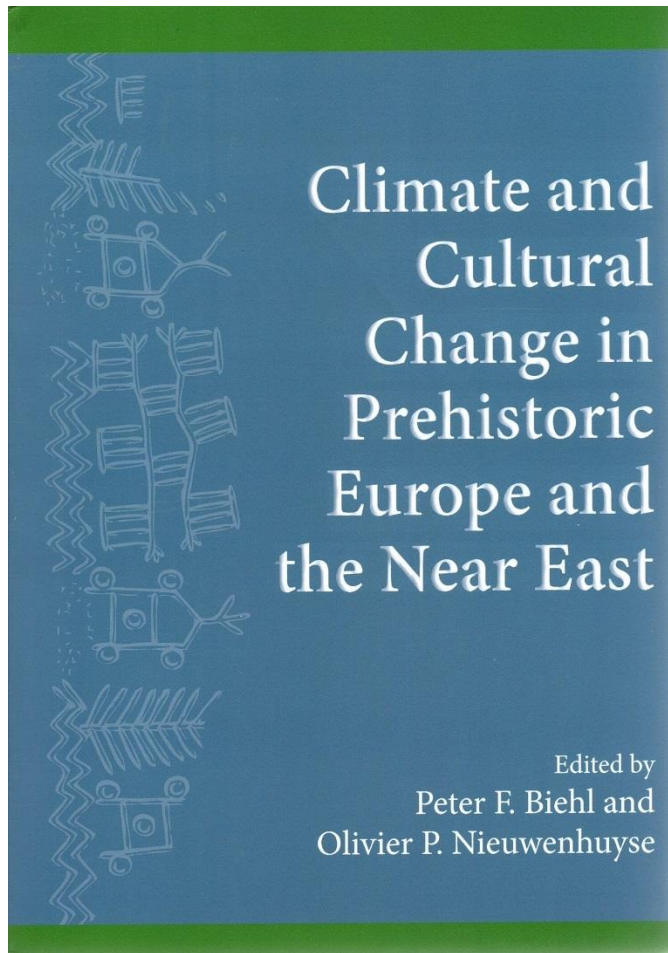
Kristallint berg som upphettas förändras på två sätt:

1. Det spricker upp så att ytan blir större, och
2. Vissa mineral genomgår viss kemisk omvandling

Fenomenet med skörbränning kallas pyrometamorfism på geologernas fikonspråk.

Det finns en ganska sparsam internationell litteratur. Vi informationssöker och testar.

Platsens utveckling över tid



- Vi räknar med att hitta de uppgifter vi behöver i litteraturen
- Detta inkluderar pollenanalyser
- Inga nya undersökningar planeras
- Intressant och positivt att platsen troligen varit övergiven i > 1000 år

Resultat och slutsatser

- Planeras presenteras (tillsammans med bakomliggande arbete) i en kommande utgåva av "*Proceedings from the MCI Workshop Series*" utgiven av Smithsonian Institution Scholarly Press.
MCI = Museum Conservation Institute
- Kommer förhoppningsvis att finnas tryckt under år 2020
- Vi håller just på att planera och strukturera
- Samt naturligtvis ta fram material

Resultat och slutsatser, fortsättning

- Presenteras också efterhand i form av konferensbidrag och tidskriftspublikationer
- Någon gång i tidningar och populära tidskrifter, t ex Kemivärlden / Biotec / Kemisk Tidskrift
- Samt på svenska i översiktlig form på <http://www.broborg.org/>

Kort sammanfattning

- Broborg ligger i en viktig knutpunkt mellan forntida vattenvägar i nuvarande Uppland
- Borgens hade en betydelsefull roll som innebar att bidra
 - till ordningen i fredstid och
 - till försvaret i krigstid
- I överensstämmelse med detta lade man ner stor omsorg på konstruktionen av murverket
- Det är troligt att man utvecklade en avancerad teknik med förglasning för att skapa en stabil grund för en kallmur med timmerförstärkning

Kort sammanfattning, fortsättning

- Borgen har varit övergiven i > 1000, vilket innebär att det går ovanligt bra att bedöma miljön för glaset
- Dock måste man ta hänsyn till den justering av markkemin som uppkommit till följd av värmen
- Fornborgsglaset utgör en mycket lämplig antropogen analog till kärnavfallsglas p g a:
 - Likheter i kemisk uppbyggnad
 - Likheter i miljö samt
 - möjligheter att bestämma den
- Detta innebär (1) ökad kunskap om vår förhistoria, och (2) tillförlitligare förvaring av kärnavfall i USA

Stort tack för Er uppmärksamhet!

