

# Skojarbacken

## Förhistorisk järnframställning vid Gäddeholmsvägen

Arkeologisk förundersökning och särskild undersökning

Fornlämning Irsta 444:1  
Limsta 1:1  
Irsta socken  
Västerås kommun  
Västmanland

*Christian Gatti*



# **Skojarbacken**

## **Förhistorisk järnframställning vid Gäddeholmsvägen**

Arkeologisk förundersökning och särskild undersökning

Fornlämning Irsta 444:1

Limsta 1:1

Irsta socken

Västerås kommun

Västmanland

*Christian Gatti*

Utgivning och distribution:  
Stiftelsen Kulturmiljövård  
Stora gatan 41, 722 12 Västerås  
Tel: 021-80 62 80  
Fax: 021-14 52 20  
E-post: [info@kmmmd.se](mailto:info@kmmmd.se)

© Stiftelsen Kulturmiljövård 2016

Omslagsfoto: Järnframställningsugnen från nordost. Foto: Christian Gatti.

Kartor ur allmänt kartmaterial © Lantmäteriet. Ärende nr MS2012/02954.

ISBN: 978-91-7453-226-5

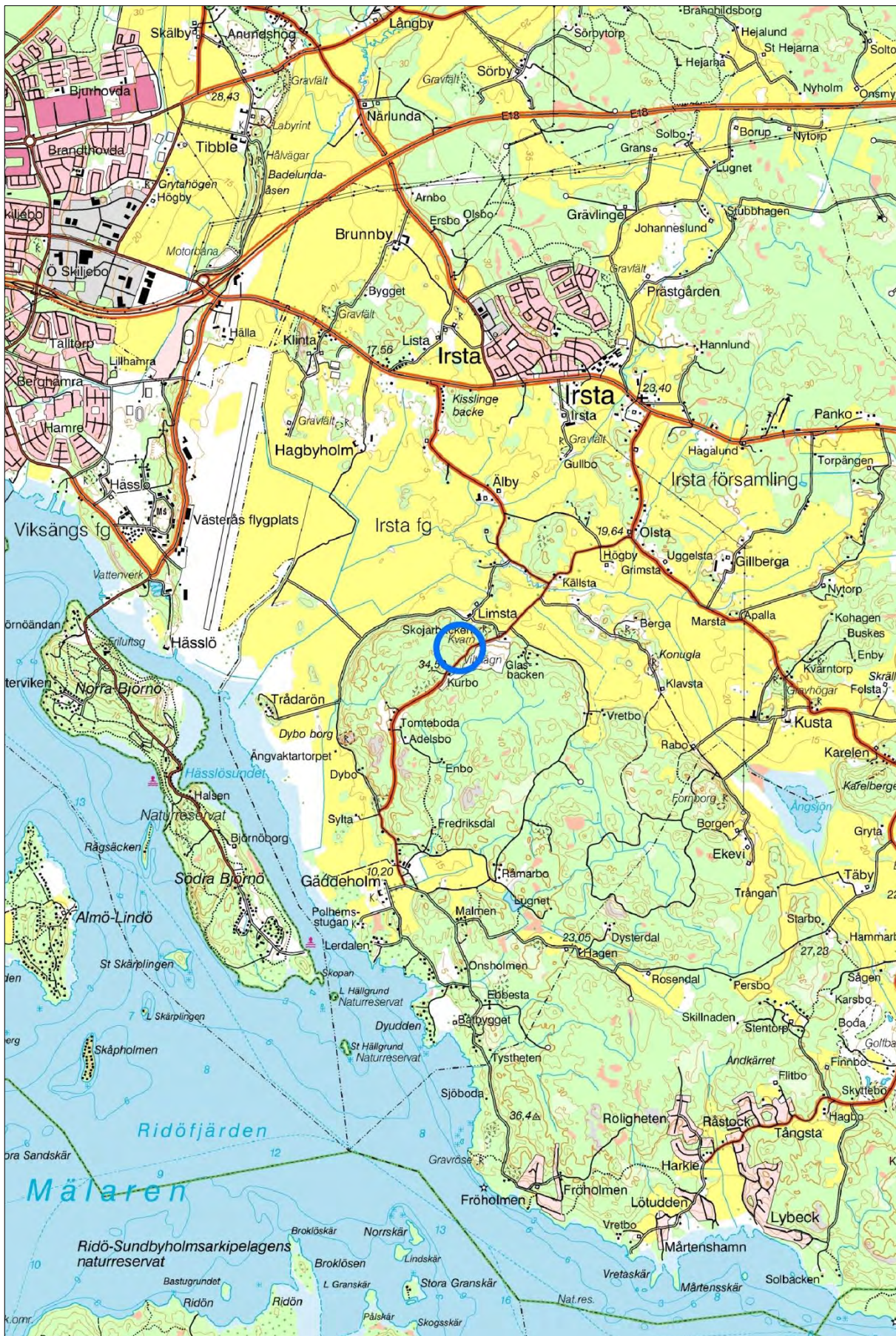
Tryck: Just Nu, Västerås 2016.

# Innehåll

Sammanfattning.....	5
Inledning.....	6
Topografi och fornlämningsmiljö.....	8
Förundersökningen.....	9
Målsättning .....	9
Metod och genomförande.....	9
Undersökningens resultat FU.....	10
Anläggningar .....	12
Fynd.....	14
Naturvetenskapliga analyser .....	15
Vedartsanalyser .....	15
<sup>14</sup> C-dateringar .....	15
Makrofossilanalys .....	16
Tolkning och utvärdering .....	16
Den särskilda undersökningen .....	17
Målsättning .....	17
Metod och genomförande.....	17
Undersökningens resultat.....	17
Anläggningar .....	19
Fynd.....	20
Naturvetenskapliga analyser .....	21
Vedartsanalyser .....	21
<sup>14</sup> C-dateringar .....	21
Diskussion och tolkning .....	22
Utvärdering .....	25
Förmedlingsinsatser.....	25
Referenser.....	26
Kart- och arkivmaterial.....	26
Muntliga uppgifter.....	26
Litteratur .....	26
Tekniska och administrativa uppgifter .....	28
Förundersökning .....	28
Särskild undersökning.....	28
Bilagor FU .....	29
Bilaga 1. Schakttabell, förundersökning.....	29
Bilaga 2. Anläggningstabell, förundersökning.....	29
Bilaga 3. Fyndtabell, förundersökning .....	30
Bilaga 4. Provrutor, förundersökning.....	30
Bilaga 5. Vedartsanalyser, förundersökning .....	31
Bilaga 6. <sup>14</sup> C-analyser, förundersökning.....	33
Bilaga 7. Makrofossilanalys .....	36
Bilagor SU .....	37
Bilaga 8. Anläggningstabell, särskild undersökning.....	37
Bilaga 9. Fyndtabell, särskild undersökning .....	38
Bilaga 10. Vedartsanalyser, särskild undersökning.....	39
Bilaga 11. <sup>14</sup> C-analyser, särskild undersökning.....	42
Bilaga 12. UV GAL rapport, geoarkeologisk undersökning.....	47







Figur 1. Utdrag ur digitala Gröna kartan för Västmanlands län. Undersökningsplatsen är markerad med en blå ring. Skala 1:50 000.



# Sammanfattning

Stiftelsen Kulturmiljövård (KM) har under perioden 2–9 augusti 2012 utfört en arkeologisk förundersökning inför planerad nybyggnation av Gäddeholmsvägen sydväst om Irsta, Västerås kommun (fig. 1). Uppdragsgivare var Fastighetskontoret, Västerås kommun.

Vid förundersökningen påträffades ett flertal anläggningar av boplatsskäraktar i form av härdar, stolphål och stenpackningar. Anmärkningsvärt var det stora antalet slaggstycken som framkom i ett av schakten. Fyndet pekar mot någon form av förhistoriskt järnhantverk eller järnframställning, en aktivitet som är mycket ovanlig i Västeråsregionen.

Utifrån förundersökningsresultaten togs beslut om särskild undersökning, vilken genomfördes under perioden 31 oktober–20 november 2012. Vid undersökningen anträffades ett flertal härdar och resterna efter en blästugn för järnframställning.

Skojarbacken har varit en plats för aktiviteter under olika perioder. Ingen bosättning har dock påträffats inom undersökningsområdet. Järnframställningen, som är daterad till perioden kring år 0, karaktäriseras som småskalig men viktig för närområdet. Järnframställningen vid Skojarbacken utgör en betydelsefull pusselbit för förståelsen av järnets betydelse under förhistorisk tid.

# Inledning

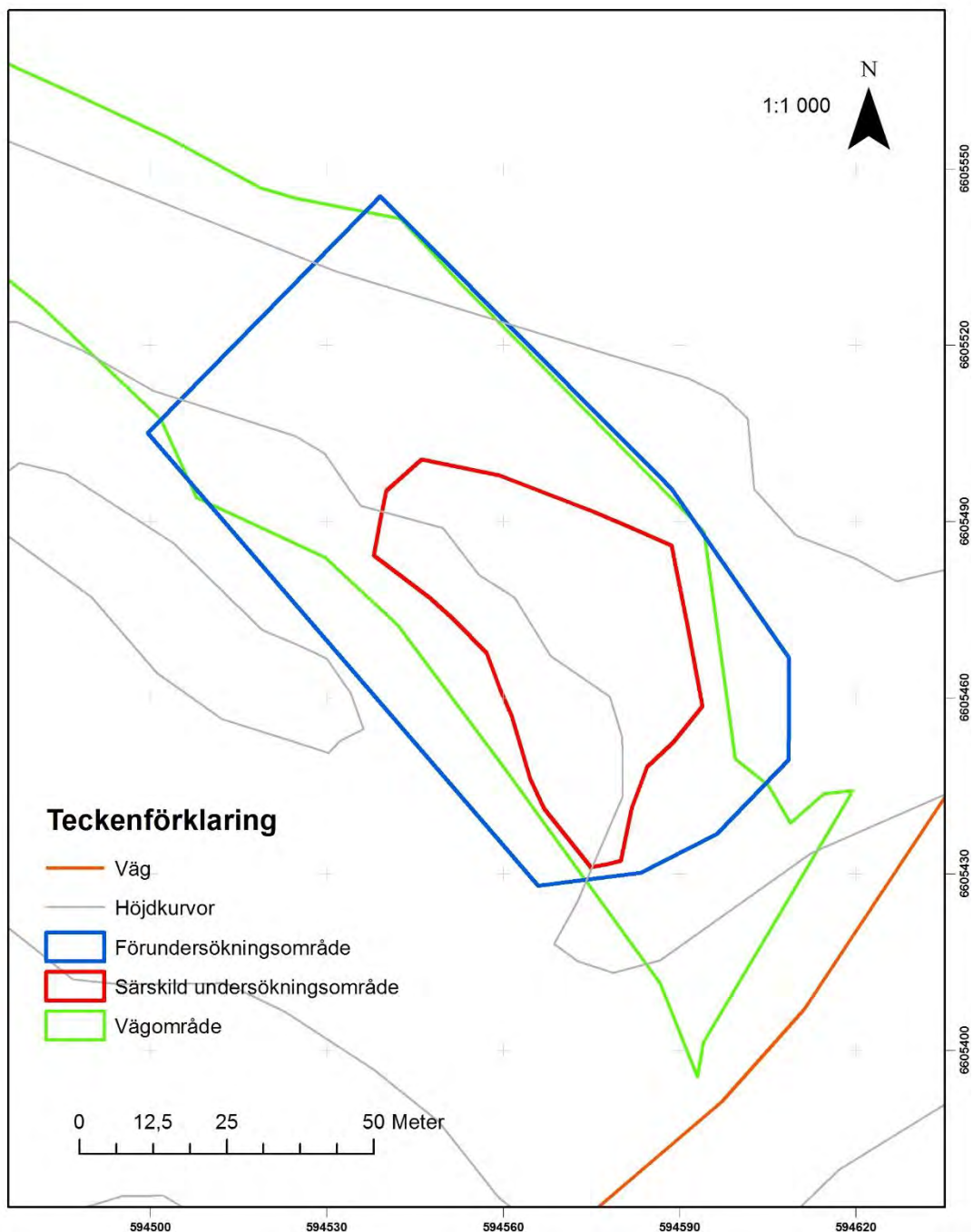
Stiftelsen Kulturmiljövård (KM) utförde under några dagar i augusti 2012 en förundersökning av fornlämning Irsta 444:1 (boplats) inom fastigheten Limsta 1:1, sydost om Irsta tätort i Västerås kommun. Syftet var att ta fram besluts- och planeringsunderlag genom att fastställa fornlämningens omfattning, karaktär och bevarandegrad. Inför byggnation av Gäddeholmsvägen beslutade Länsstyrelsen i Västmanlands län att en arkeologisk förundersökning skulle utföras av ovannämnda fornlämning (fig. 2 och 3). Fastighetskontoret, Västerås kommun var uppdragsgivare.



Figur 2. Utdrag ur digitala Fastighetskartan med förundersökningsområdet markerat med blå färg. Registrerade fornlämningar i FMIS är markerade med röd färg. Skala 1:5 000.

Förundersökningsområdet omfattade i första hand skogsmark inom vägsträckningen (fig. 2). Området var föremål för arkeologisk utredning etapp 1 och 2 under åren 2005 och 2006, då boplatslämningarna vid Skojarbacken påträffades. Inom en 20×20 m stor plan terrasserad yta framkom en härd, ett stolphål med rikligt med kol i ytan samt ett keramikfragment (Emanuelsson & Åhlström 2006).





Figur 3. Plan över det planerade vägområdet, förundersökning- och särskilda undersökningsområdet. Skala 1:1000.

Efter att förundersökningen genomförts beslutade Länsstyrelsen i Västmanlands län att även en särskild undersökning skulle utföras av fornlämning Irsta 444:1. Länsstyrelsen utsåg Stiftelsen Kulturmiljövård att utföra den arkeologiska särskilda undersökningen. Fastighetskontoret, Västerås kommun var uppdragsgivare. Den särskilda undersökningen omfattade omkring 2000 m<sup>2</sup> inom samma yta som förundersökningen ägde rum (fig. 3).

Resultatet från de arkeologiska insatserna skulle till en början avrapporteras var för sig, men slogs ihop efter samråd med länsstyrelsen. I rapporten redovisas först förundersökningen och därefter följer den särskilda undersökningen.

## Topografi och fornlämningsmiljö

Gäddeholmsvägen berör ett landskapsavsnitt som omfattar både ett småbrutet odlingslandskap och skogsmark. Skojarbacken berör i första hand skogsmark som ligger på nivåer mellan 25–35 meter över havet. Jordarten består av sandig morän medan den i de lägsta partierna, som gränsar till och/eller utgörs av odlingsmark, består av postglacial silt. Skogsmarken är blockrik och berggrunden ligger ställvis strax under vegetationsskiktet.

Skojarbacken ligger på en relativt stenfri yta som inledningsvis uppfattades som en terrassering belägen mellan två mot NV–NO sluttande partier, cirka 30 m ö.h. Senare visade det sig att terrassen var en naturlig avsats. Jordarten inom den delen bestod mestadels av grå lerig silt omgärdad av morän.

Inte långt från förundersökningsområdet återfinns ett fåtal fornlämningar (fig. 2). De största utgörs av två gravfält. Det ena, Irsta 58:1, ligger 200 meter mot ONO och består av ett 40-tal gravar. Dessa utgörs av 10 högar, 29 runda stensättningar samt en treudd. Det andra, Irsta 234:1, drygt 200 meter mot SSV, består av ett 15-tal runda övertorvade stensättningar. I övrigt finns en hög (Irsta 56:1), ett flertal ensamliggande stensättningar (Irsta 56:2, 59:1), en stensträng (Irsta 234:3) samt en stensättningsliknande bildning (Irsta 234:2). En äldre uppgift i Västmanlands fornminnesförenings årsskrift gör gällande att: *”Vid Limsta skall fordom ha funnits högar och stensättningar på och vid gårdstomterna. Dessa grafminnen äro nu utplånade, sedan byn blifvit raserad och gården ombyggd och förvandlad till plattgård under Gäddeholm. På en höjd, i gärdet nordvest om Limsta, säges ha varit tingsställe. Några resta stenar eller andra märken finnas der dock icke”* (Hofberg 1900 s. 18). Byn Limsta är belagd från medeltid (1292), vilket gör den till en av de äldsta byarna i området. Bebyggelsens etablering kan möjligtvis dateras till yngre järnålder trots att det fanns möjlighet att bosätta sig i området redan under stenålder (Anttila 2003 s. 13).

# Förundersökningen

## Målsättning

Syftet med den arkeologiska förundersökningen var att ta fram besluts- och planeringsunderlag genom att fastställa fornlämningens omfattning, karaktär och bevarandegrad. Följande punkter skulle klargöras i enlighet med länsstyrelsens kravspecifikation:

- Fornlämningens utbredning och omfattning inom arbetsområdet
- Fornlämningens karaktär, sammansättning och komplexitet
- Förekomst av anläggningar – utbredning, bedömning av typer och antal
- Förekomst av kulturlager – utbredning, tjocklek och innehåll
- Bedömning av fyndförekomst – mängd, bevarandegrad och karaktär
- Preliminär datering
- Preliminär tolkning av fornlämningen
- Bedömning av fornlämningens bevarandegrad
- Bedömning av fornlämningens kunskapsvärde

De intilliggande gravfälten indikerar järnåldersbebyggelse av permanent karaktär och vi kunde således förvänta oss att det i området fanns spår efter långhus med tillhörande hård- och/eller hantverksområden.

## Metod och genomförande

Förundersökningsområdet var cirka 6 700 m<sup>2</sup> och målet var att avbana omkring 12–15% av ytan, d.v.s. mellan 800 och 1 000 m<sup>2</sup>. Sammanlagt avbanades drygt 630 m<sup>2</sup> fördelat på nio mindre schakt med en varierande längd på mellan 7–18 meter samt två större schakt med en oregelbunden, sammanhängande yta på 228,5 respektive 151 m<sup>2</sup>. Schaktens djup varierade mellan cirka 0,15–0,3 meter. Anledningen till att ett något mindre område än planerat avbanades berodde på topografiska förhållanden då flera områden med många stenblock och rötter från avvercade träd försvårade arbetet. Detta ledde till att arbetstempot för schaktning sänktes och därför prioriterades den mest besvärliga delen av undersökningsområdet bort (främst i väst och sydväst).

Förundersökningen genomfördes som en sökschaktgrävning ned till opåverkad eller anläggningsnivå med hjälp av grävmaskin. Schakt, lager, lösfynd, anläggningar och topografiska objekt mättes in med GPRS (Trimble GEO XR) och överfördes till Intrasis. Anläggningar, fynd och prover registrerades efter fältarbetet i Intrasis för vidare bearbetning i GIS-miljö.

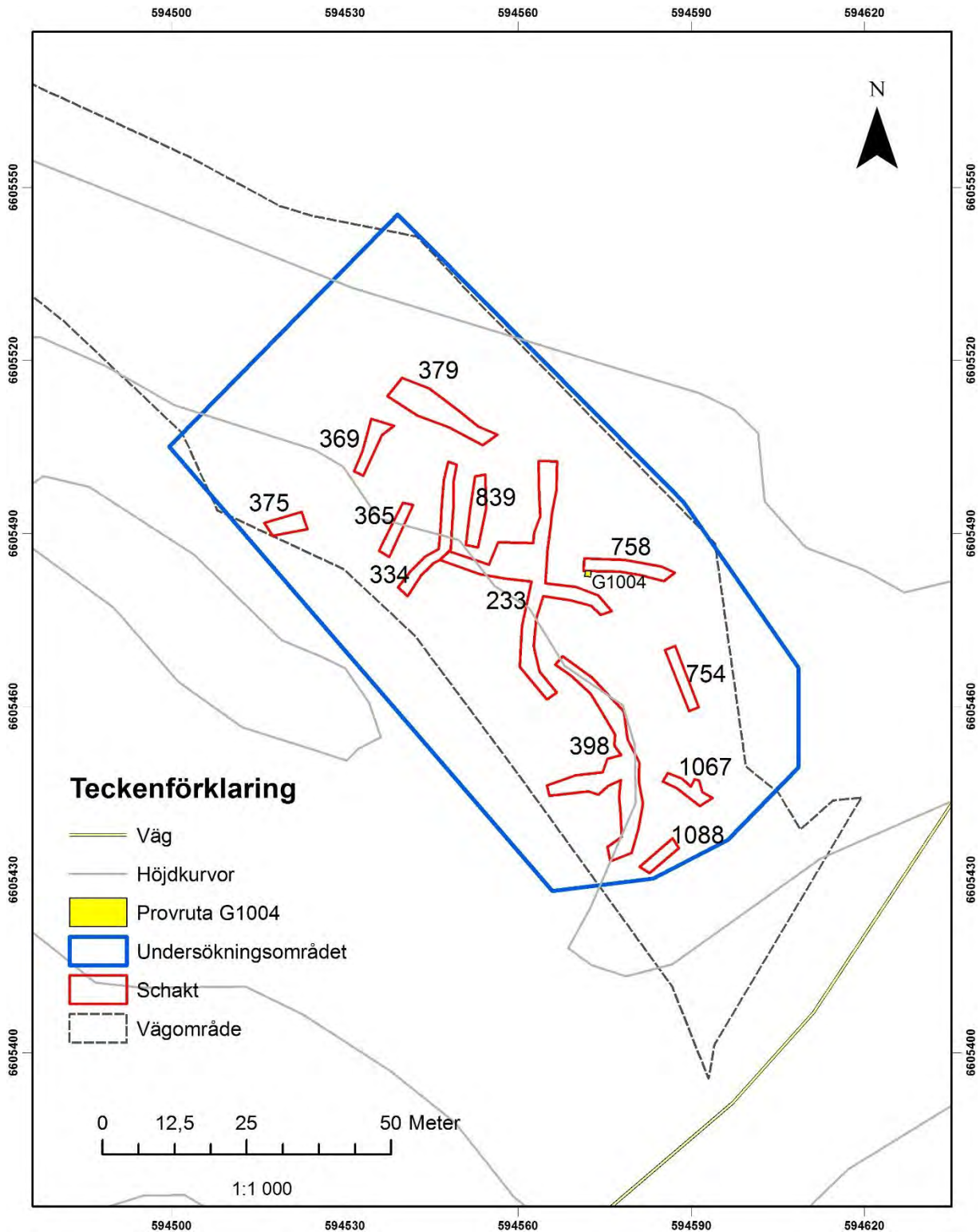
De framkomna anläggningarna rensades fram med handredskap och plandokumenterades genom GPRS inmätningar. Anläggningar undersöktes genom att halva anläggningen grävdes ut med skårslev och därefter dokumenterades sektionen med textbeskrivning och ritning i skala 1:20. Digitala fotografier togs löpande under arbetets gång. Ungefär hälften av de påträffade anläggningarna undersöktes i syfte att fastställa typ, funktion och bevarandegrad. Kulturlager mättes in i plan med GPRS. Vid undersökningen grävdes i ett av tre framkomna lager, en kvadratmeterstor ruta för att fastställa lagrets innehåll och tjocklek.

Fyra kolprover skickades för vedarts- och <sup>14</sup>C-analyser. Erik Danielsson på Vedlab utförde vedartsanalyserna (bilaga 5). <sup>14</sup>C-analyserna utfördes av Ångströmlaboratoriet i Uppsala (bilaga 6). För osteologisk rådgivning anlätades Agneta Ohlsson, Arkeosteologi.

I samråd med länsstyrelsen fylldes schakten inte igen efter den arkeologiska förundersökningen.

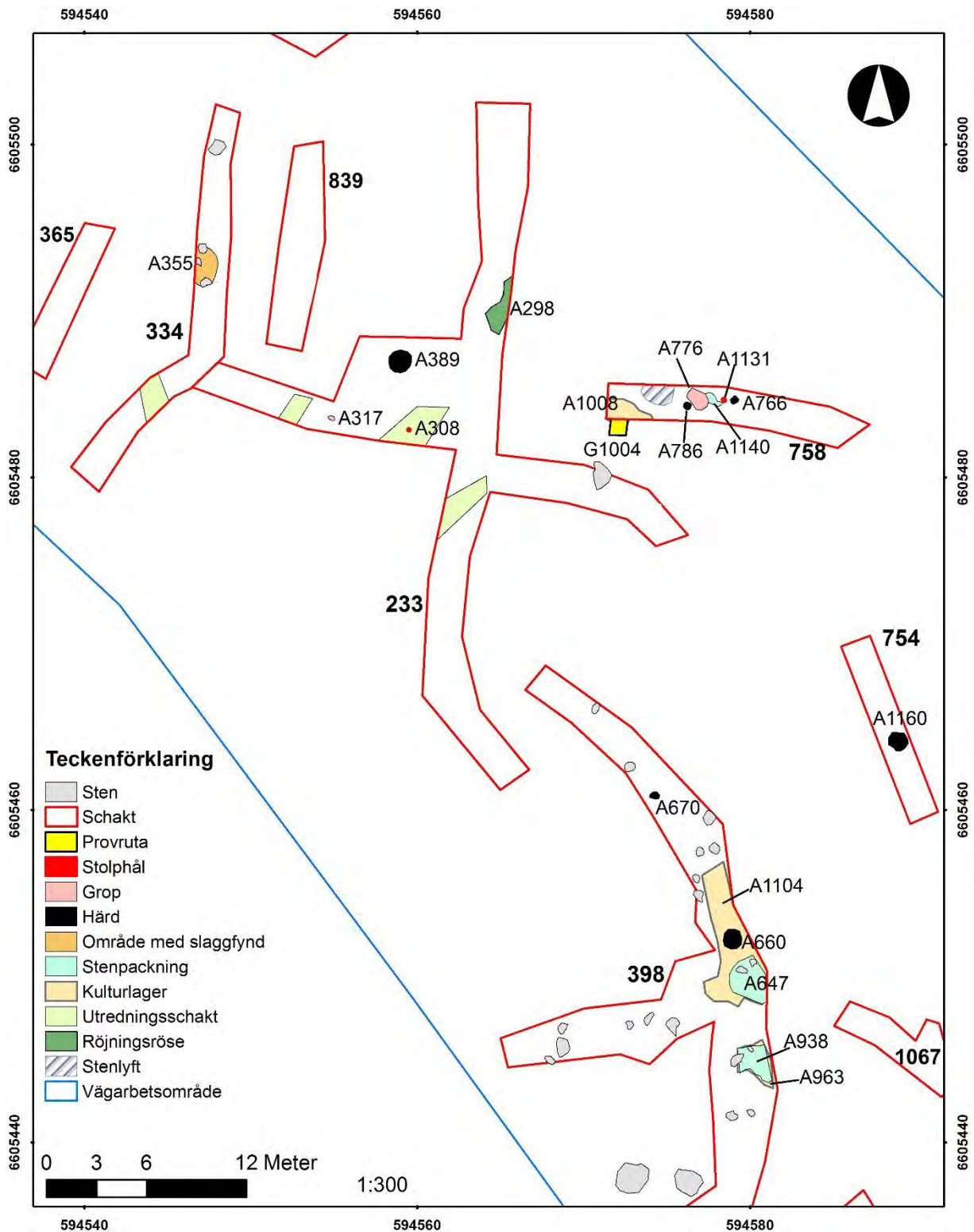
# Undersökningsresultat FU

Elva schakt med en sammanlagd yta på cirka 630 m<sup>2</sup> öppnades (fig. 4). Jordarten i de topografiskt högst belägna schakten utgjordes av morän medan de topografiskt lägre liggande schaktens jordart dominerades av silt med lerinslag.



Figur 4. Schaktplan. Skala 1:1 000.





Figur 5. Plan över anläggningar som framkom vid förundersökningen. Skala 1:300.

Sammanlagt har 18 arkeologiska objekt påträffats i Skojarbacken (fig. 5). 16 av dem har undersökts och dokumenterats. I fem av schakten (233, 334, 398, 754 och 758) påträffades anläggningar av boplatsskärakt. Dessa 16 anläggningar utgjordes av 2 stolphål, 2 gropar, 3 kulturlager, 3 stenpackningar och 6 härdar (tabell 1). De övriga anläggningarna utgjordes av ett röjningsröse och ett fyndområde med rester efter en möjlig blästerugn eller annan anläggning knuten till järnhantverk. Därutöver undersöktes sex eventuella anläggningar som utgick efter undersökning (bilaga 2). Anläggningarna låg huvudsakligen centralt och i den

södra delen av undersökningsområdet. Kulturlagens utbredning blev inte helt klarlagd eftersom de delvis fortsatte utanför schakten. Följande schakt var tomma på anläggningar: (365, 369, 375, 379, 839, 1067 och 1088).

Tabell 1. Anläggningstabell.

Typ	Antal
Stolphål	2
Grop	2
Kulturlager	3
Stenpackning	3
Härd	6
Summa	16

Vid rensning av anläggningar och schakt påträffades krukskärvor av förhistorisk karaktär, bränd lera och brända ben, en löpare och rikligt med blästslogg. I övrigt påträffades en mindre mängd metall av recent karaktär. I schakt 334 påträffades en mängd slaggstycken. Slaggerna består huvudsakligen av reduktionslogg och varierar något i utseende.

## Anläggningar

### *Stolphål*

I samband med schaktning av området med boplatzlämningar, påträffades flera av utredningsschakten från 2006. Två stolphål återfanns vid förundersökningen. Stolphål A308, i schakt 233, är sannolikt samma stolphål som framkom i schakt 150 under utredningsgrävningen 2006 (Emanuelsson & Åhlström 2006 s. 14 och bilaga 1). A308 var 0,2 m i diameter och 0,06 m djup. Anläggningen låg inom en ca 20×10 meter stor naturlig terrass. I den sydöstra delen av terrassen fanns en 6,5×6 meter stor stenröjd yta där undergrunden utgjordes av lerig silt (fig. 6). Undergrunden i de övriga dalarna av förundersökningsområdet utgjordes av morän. I schakt 758 påträffades stolphål A1131, anläggningen var 0,23×0,28 m och 0,06 m djup, skodd med mindre stenar, varav några skärviga.



Figur 6. Vy från väster över den stenfria ytan. Foto: Jenny Holm.

### *Härdar*

Sammanlagt har sex härdar påträffats vid förundersökningen (A389, A660, A670, A766, A786, A1160). Två av dessa undersöktes och dokumenterades, A389 var 1,5 m i diameter och 0,15 m djup och A786 var 0,5 m i diameter och 0,11 m djup. Härdarna var spridda över undersökningsytan och endast en, A660, låg i ett kulturpåverkat lager, A1104. Vid framschaktning av härd A1160 påträffades metallfynd av recent karaktär ytligt, när anläggningen handrensades påträffades träkol och ett fragment bränt ben.

### *Lager*

Tre lager påträffades och dokumenterades vid förundersökningen. Två av lagren, A963 och A1104, påträffades i schakt 398. Lagren kunde nästan helt avgränsas inom schaktet. Lager A963 är delvis undersökt, det bestod av humös, brun till gråbrun silt, med enstaka mindre skärvstenar, kolstänk och småbitar av träkol. Lagret innehöll även keramikskärvor och fragment av brända ben. I lagret påträffades en stenpackning, A938. Lager A1104 är också delvis undersökt och har samma karaktär som lager A963. I lager A1104 påträffades också en stenpackning, A647, samt spridda keramikskärvor. Tjockleken på lagren var 0,08 meter. Större delen av det tredje lagret, A1008, som framkom i schakt 758, fortsatte in under schaktkanten. Det sistnämnda lagret undersöktes genom en kvadratmeterstor provruta för att utreda lagrets sammansättning, tjocklek och innehåll. Provrutan togs upp utanför det befintliga schaktets sydvästra hörn. Rutans norra del visade sig innehålla mörkgrå mo (0,16–0,2 meter tjock) med spridda kolstänk och ställvis med bränd lera. Den södra delen innehöll grå mo (0,14 meter tjock) för att därefter övergå i ljusare undergrund. Övergången mellan den gråa och den mörkgråa mon var otydlig. En keramikskärva påträffades i botten av rutan på cirka två decimeters djup. Det är högst troligt att lager A1008 representerar någon form av förhistorisk kulturpåverkan.

### *Stenpackningar*

Tre stenpackningar påträffades vid förundersökningen, A647, A938 och A1140. A647 syntes i ytan som en ansamling av skärvig sten då det övre vegetationsskiktet schaktades bort med maskin. Efter handrensning framträdde en 2,2×3,0 meter stor packning bestående av tätt liggande stenar i storleken 0,05–0,2 m i diameter mellan spridda större stenar, 0,2–0,4 m i diameter. Stenpackningen låg i lager A1104.

Söder om stenpackning A647 påträffades keramik och ett litet fragment bränt ben i vad som tolkades som en möjlig kulturlagerrest. En provruta placerades där schaktfyndet hade framkommit. Mer keramik och brända ben hittades i rutan, fördelat på två mindre koncentrationer. Utöver de stenar som redan syntes i lagret framkom fler stenar. Stenarna varierade i storleken 0,1–0,3 meter i diameter och bildade en tät stenpackning, A938. Rutgrävningen övergavs och istället rensades stenpackningen fram i hela dess utbredning inom schaktet, storleken blev 1,7×2,2 meter. Inom stenpackning kunde en cirkulär stenformation urskiljas, A952. Konstruktionen bestod av stenar i storleken 0,15–0,2 meter i diameter som låg med flat sida uppåt. Anläggningen A952 och stenpackning A938 låg i lager A963. Fyndet av keramik och brända ben gjorde att misstanke uppstod om att anläggningarna kunde vara gravar. I väntan på osteologisk analys undersöktes därför stenpackningarna inte vidare.

Stenpackning A1140 påträffades i den östra delen av den undersökta gropen, A776. Stenpackningen var 0,55×0,9 meter stor, enskiktad och utgjordes av 0,08–0,16 meter stora, tätt liggande stenar.

### *Gropar*

I schakt 233 påträffades A317, en 0,4×0,28 meter stor flackt skålformad grop fylld med grå grusig mo. I schakt 758 påträffades A776, en 1,4×1 meter stor oval grop. A776 var fylld med grå mo med sten och ett 0,6×0,45 meter stort parti i östra delen innehöll brända lerbitar av rosaaktig bränd mo. Under den brända leran påträffades stenpackning A1140. I västra delen av anläggningen fanns en 0,12 meter djup nedgrävning i grusig morän. Fyllningen här bestod av grå mo med spridda stenar. Övergången mellan fyllningarna var diffus. Groparnas funktion kunde inte fastställas.

### *Övriga anläggningar*

Ett röjningsröse, A298, påträffades i schakt 233 och utgjordes av en 2,5×1,2 meter stor stenansamling längs med östra schaktkanten. Stenarna i röjningsröset var omkring 0,08–0,5 meter stora, varav flera låg löst i grå mo. Anläggningen var belägen intill den stenröjda ytan, och anslöt till ett parti med stenblock utanför



schaktet cirka 0,4 meter över avbanad yta, och tolkades som en naturlig moränkulle. Den bestod av grusig brunbeige morän, omgärdad av markfasta block 0,25–0,5 meter stora. Ovanpå moränen fanns grå mo med en del sten 0,08–0,2 meter stora. En del av dessa stenar kan komma från den stenfria ytan.

A355 är ett 2,5×1,6 meter stort fyndförande område i schakt 334, som innehöll cirka 6 kg slagg och bränd lera. Leran är förmodligen rester av fodring av ugnschakt eller vägg. Slaggerna varierar i storlek, form och färg. Fynden samlades in i samband med schaktning och rensning av området. A355 har delvis undersökts men inga konkreta anläggningar kunde urskiljas. Det gick inte att fastställa om de ojämnheter i undergrunden som observerats var naturliga eller om de var rester efter en eller flera anläggningar som kan knytas till järnframställning. Förutom slagger och bränd lera påträffades ett 0,3 meter långt och 0,1 meter brett bränt lerstycke som kan ha varit del av en vägg (fig. 7). Fyndtyp och mängd talar för att det skulle kunna röra sig om resterna av en anläggning t.ex. en blästugn eller liknande.



Figur 7. Detaljbild över område A355, med det brända lerstycket inringat. Bilden är tagen från norr. Foto: Svante Forenius, UV GAL. Digital bearbetning: Lisa Skanser, KM.

## Fynd

Den största delen fynd utgjordes av slagger som påträffades nordväst om Irsta 444. I övrigt tillvaratogs keramik, en löpare, några fragment brända ben och bränd lera (tabell 2). De flesta fynd påträffades vid schaktning, få hittades i anläggningar. Fyndmaterialet kan grovt delas in i två huvudkategorier: hushållsavfall och avfall från järnhantverk.

Tabell 2. Registrerade fynd, antal poster samt vikt.

Kategori	Antal poster	Vikt (g)
Keramik	3	160,6
Brända ben	2	1,2
Bränd lera	4	125,3
Löpare	1	1510
Slagg	1	6300

### Keramik

Vid undersökningen påträffades 128 fragment keramik vars sammanlagda vikt uppgick till 160,6 gram. Merparten av keramiken, 159 gram (127 fragment), påträffades i schakt 398, medan 1,7 gram (1 fragment) påträffades i schakt 758 (lager A1008). Keramikfynden i schakt 398 fördelade sig på två olika områden.



Lager A1104 innehöll 2,7 gram keramik och i schaktets västra del påträffades 156,2 gram. Keramiken är i dåligt skick, spjälkad och fragmenterad, den saknar ornamentik och andra igenkänningstecken. Den ser ut som typisk järnålderskeramik och bör vara lokalt tillverkad.

#### *Brända ben*

Ett fåtal benfragment med en sammanlagd vikt av 1,2 gram påträffades i två anläggningar, F1 i lager A963 och F2 i härd A1160. En osteologisk bedömning konstaterade att i båda fallen rörde det sig om djurben, en närmare identifiering var inte möjlig. F1 skickades för <sup>14</sup>C-datering (se avsnittet dateringar s.14).

#### *Bränd lera*

I lager A963 påträffades 29 fragment bränd lera med en sammanlagd vikt av 46,3 gram. Lerfragmenten var ljusst orangeröda, vilket kan tyda på hög förbränning eller sekundärbränning. De kan utgöra möjliga rester av en ugnsvägg eller liknande. I anläggning A776 påträffades 23 fragment av hårt bränd lera med en sammanlagd vikt av 73 gram. Fynden dokumenterades och kasserades därefter.

#### *Löpare*

Vid schaktning påträffades i undersökningsområdets södra del (schakt 398) en löpare av röd sandsten som vägde 1,51 kg. Stenen hittades i övergången från humus till moränen som utgjorde undersökningsområdets bottenskikt. Den kunde inte knytas till någon särskild kontext. Den närmaste anläggningen var lager A963, cirka 3,5 meter norr om fyndplatsen.

#### *Slagg*

I schakt 334 påträffades en mängd slagger. Området mättes in som ett fyndförande lager, A355. Cirka sex kg slagger samlades in för eventuella analyser. Slaggstyckena utgörs av reduktionsslagg som varierar något i färg men är homogena i sin form. En del är gråaktiga eller har ett metalliskt utseende och andra har en glasartad yta i olika färgtoner. Flera av slaggerna har runnit samman i strängar och skapat ett stearinliknande utseende. Några stycken har även avtryck efter pinnar eller ved. En del slaggstycken har delar av infodring eller ugnsvägg fastsmält.

## Naturvetenskapliga analyser

### Vedartsanalyser

Från förundersökningen skickades fyra kolprov från lika många anläggningar för vedartsbestämning inför <sup>14</sup>C-datering. Anläggningarna utgjordes av en stenpackning (647), ett stolphål (1131) och två härdar (A389, A1160). Kolprovet från stenpackningen skickades inte vidare för datering, det ersattes av ett bränt ben. Vedartsanalysen från stolphålet påvisade al och björk och från härdarna konstaterades förekomst av björk och al (bilaga 5).

### <sup>14</sup>C-dateringar

Fyra prov från förundersökningen skickades till Ångströmlaboratoriet i Uppsala för datering (tabell 3 samt bilaga 6). Proverna utgjordes av kolrester från björk (A389), al (A1130, A1160) samt bränt ben (A963). Resultatet från <sup>14</sup>C-analyserna håller sig väl samlade, samtliga kolprover hamnar inom samma period, förromersk järnålder. Fragmentet av bränt ben visade sig vara något äldre och dess datering ligger i yngre bronsålder.

Tabell 3. Sammanställning av analyserade <sup>14</sup>C-prover från förundersökningen.

Anl nr	Typ	Art	Lab nr	Datering BP	Kal.1 sigma	Kal.2 sigma
389	Härd	Björk	Ua-45798	2106±30	180-50 BC	210-40 BC
963	Lager	Bränt ben	Ua-45799	2503±51	780-540 BC	800-410 BC
1131	Stolphål	Al	Ua-45800	2361±40	510-380 BC	740-370 BC
1160	Härd	Al	Ua-45801	2255±30	390-230 BC	400-200 BC

## Makrofossilanalys

Fem jordprover har analyserats i syfte att bestämma förekomst av makrofossilt material (bilaga 7). Proverna samlades in från fyndområde A355, härd A389, kulturlager A1008, fyllning i stenpackning A938 som påträffades i kulturlager A963 och fyllning i stenpackning A647 som påträffades i kulturlager A1104 (i analysbilagan har A355 felaktigt benämnts som A0533). Tre av proverna (A355, A938 och A647) innehöll rikliga mängder med rester av färska rötter. Proverna representerar närmast förna och växtresterna utgör rester av den recenta vegetationen. I tre prover (A355, A647 och A1008) återfanns förkolnade frön av mjölon (*Arctostaphylos uva-ursi*). Växten är en art i familjen ljungväxter som trivs i öppen mark med väl-dränerad jord. I samband med arkeobotaniska analyser är mjölon ofta representerad i prover från röjningsröse miljöer. I provet från A1008 hittades en kärna av brödvete (*Triticum aestivocompactum*), tillsammans med fem frön av mjölon. Brödveteförekomsten indikerar odling eller hantering av spannmål.

Makrofossilanalysen är inte tillräckligt omfattande för att statistiskt säkerställa resultatet. Generellt kan dock sägas att det makrofossila materialet inte motsäger tolkningen av undersökningsplatsen. Det finns en stenröjd yta där mjölon passar in och i kulturlager A1108 påträffades brödvete, alldeles intill finns två härdar och ytterligare anläggningar (se figur 5, schakt 758), som skulle kunna kopplas till mathantering.

## Tolkning och utvärdering

Fornlämningen avgränsades genom schaktning i norr, söder och mot öster. Den västra delen av undersökningsområdet var inte lämpad för bebyggelse och prioriterades bort på grund av de topografiska förhållandena. Inga spår efter hus eller byggnader påträffades, trots att anläggningar av boplatsskarakter anträffades (stolphål, härdar, stenpackningar, kulturlager och gropar). De lämningar som framkom kan i stället kopplas till utmarksaktiviteter. Härdarna och slaggen tyder på någon form av metallhantverk, såsom smide eller järnframställning. Utöver slaggen påträffades en mindre mängd fragmenterad förhistorisk keramik. Fynd och anläggningar indikerar en datering till järnålder, vilket också understöds av <sup>14</sup>C-dateringar.

Järnhanteringen vid Skojarbacken tycks ha skett under en mycket kort period. Inte desto mindre är platsen viktig då järnframställning är förbehållet de norra delarna av länet. Den vetenskapliga potentialen hos denna lämning är flerfaldig. På lokal nivå, för att förstå hur närområdet har varit rumsligt organiserat. Järnhanteringen, som en utmarksaktivitet, avspeglar möjligen ett samspel mellan olika gårdar. Skojarbacken har också en stor potential inom ramen för kunskapsuppbyggnad kring järnhantering i länet. Eftersom få järnhanteringsplatser har undersökts innebär det att undersökningen bidrar med grundläggande kunskaper om t.ex. tillverkningsprocesser. På en regional nivå är Skojarbacken viktig för att belysa vissa aspekter kring sociala relationer och ekonomi under järnålder.

# Den särskilda undersökningen

## Målsättning

Genom den särskilda undersökningen skapar vi möjligheter att noggrant undersöka boplatsens kronologi, organisation och funktion. Dateringen är av stor betydelse för värderingen av lokalens läge och samtida kontext. Den rumsliga organisationen gör det möjligt att identifiera olika aktivitetsytor och konstruktioner och möjligen kan andra typer av verksamheter än järnframställning identifieras. En intressant aspekt är att förhållandet mellan järnhanteringsplatsen och bebyggelsen, då järnproduktionen generellt tycks ha bedrivits i utmarkerna och därmed inte ingått i en sammanhängande järnåldersmiljö. Skojarbacken ska sättas in i ett större sammanhang, både lokalt och regionalt och jämföras med andra platser i Västmanland där blästbruk förekommer. Följande frågeställningar ska försöka besvaras:

- Vad är det för slags bebyggelse på platsen? Hur var den organiserad? Vilka tidsperioder finns representerade?
- Vad är det för datering på järnframställningen?
- Hur många led i järnframställningsprocessen kan spåras? Hur stor har verksamheten varit?
- Vad kan man säga om typologi och morfologi beträffande fyndmaterialet?
- Vilken/a tillverkningsmetod/er har använts för att framställa järn?
- Var kommer malmen ifrån?
- Finns det någon koppling till liknande platser i länet?

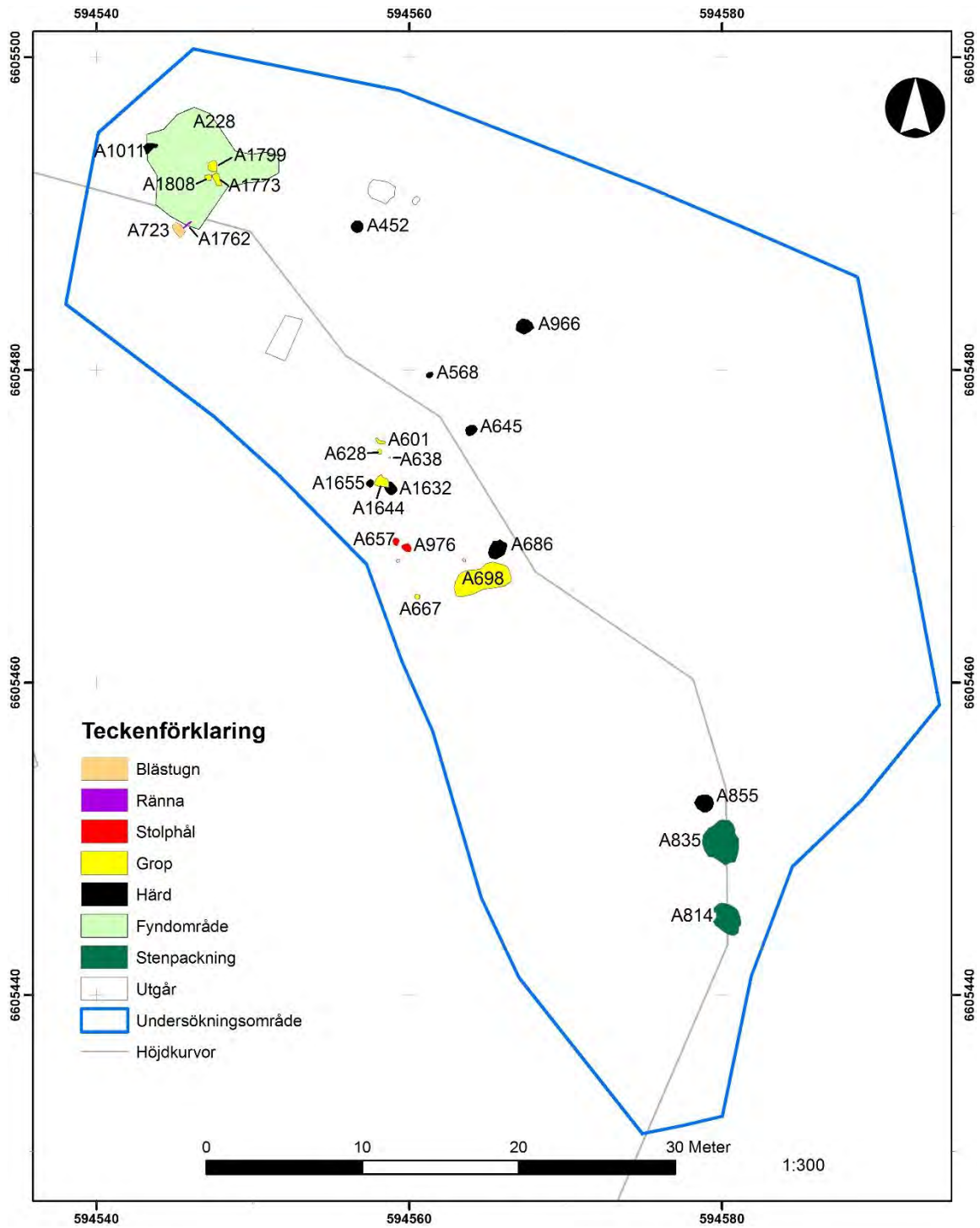
## Metod och genomförande

Den särskilda undersökningen inleddes med att den cirka 2000 m<sup>2</sup> stora undersökningsytan totalavbanades ned till opåverkad eller anläggningsnivå med hjälp av grävmaskin. Därefter rensades alla framschaktade arkeologiska objekt för hand, plandokumenterades med GPS-RTK (Trimble GEO XR) och överfördes till Intrasis. Anläggningar, fynd och prover registrerades efter fältarbetet i Intrasis för vidare bearbetning i GIS-miljö. De framrensade anläggningarna undersöktes genom att halva anläggningen grävdes ut med skärslev och därefter dokumenterades sektionen med textbeskrivning och ritning i skala 1:20. Digitala fotografier togs löpande under arbetets gång. Prover för vedartsbestämning och för datering togs i de anläggningar det var möjligt. Tio kolprover valdes ut för vedartbestämning, varav fem av dem skickades vidare för <sup>14</sup>C-datering. Erik Danielsson på Vedlab utförde vedartsanalyserna (bilaga 10) och Ångströmlaboratoriet i Uppsala utförde <sup>14</sup>C-analyserna (bilaga 11).

Geoarkeologiskt Laboratorium (GAL) i Uppsala anlätades för att utföra analyser som rör datering och karaktärisering av järnframställningen.

## Undersökningsresultat

Inom undersökningsområdet påträffades tjugofyra anläggningar och ett fyndområde. Anläggningarna utgjordes av två stolphål, två stenpackningar, nio gropar, nio härdar, en blästugn för järnframställning och en ränna som hör ihop med ugnen (fig.8 och tabell 4). Tre anläggningar var kända sedan förundersökningen (stenpackning A814 och A835 samt härd A855), men undersöktes inte då. Fyndområdet låg i anslutning till ugnen och innehöll bränd lera och slagg.



Figur 8. Plan över anläggningar som framkom vid den särskilda undersökningen. Skala 1:300.



## Anläggningar

Tabell 4. Anläggningstabell.

Typ	Antal
Blästugn	1
Ränna	1
Grop	9
Härd	9
Stenpackning	2
Stolphål	2
Summa	24

### Blästugn

Ugnen A723 låg på en svagt sluttande naturlig terrass, i relativt lättgrävd skogsmark. Det enda som syntes på platsen efter avbaning var ett cirka 8,7×7,2 meter stort område där slagg och bränd lera påträffades. Inom detta fyndförande område kunde, efter handrensning, en 1,5×2 meter stor rödbrun färgning av marken och ett flertal stenar, skönjas intill en stubbe. Området rensades fram ytterligare och det visade sig att stenarna utgjorde ugnens ram, som bestod av sex flata, vertikalt ställda stenar lagda i hästskoform. Stenarna var cirka 0,20×0,40 meter stora och 0,03–0,08 meter tjocka. Ugnen var nedgrävd i morän till ett djup av cirka 0,2 meter och i botten av anläggningen fanns några mindre moränstenar som markerade övergången till den naturliga leran. Anläggningen hade en cirka 0,4 meter bred öppning mot nordost (fig. 9). De två yttersta stenarna, (möjliga portalstenar, nr 1 och 6) hade en avfasning eller avsats som inte var naturlig, utan måste ha gjorts mekaniskt. Mellan portalstenarna bör det rimligtvis ha funnits någon form av lucka eller öppning tillverkad av lera som lätt kunde slås sönder för att snabbt få ut innehållet för vidare bearbetning. Ugnen saknade slaggtappning, vilket påvisas av bottenlaggen som fanns kvar i anläggningen. Ställvis innanför stenarna fanns 1–2 cm tjock lerfodring bevarad.



Figur 9. Blästugnen med bottenlagg (A). De numrerade stenarna (1-6) tillhör ugnen. Stenen framför sten nr 1 är inte in situ, den tillhör den yttre raden med stödstenar. Den gula pilen markerar ugnsfodring. Bilden tagen från NNO. Foto: Christian Gatti.

Hur ugnen en gång har sett ut är inte fastställt, men att döma av mängden bränd lera som låg inom en radie av cirka en meter, bör den ha haft en överbyggnad i form av ett schakt (skorsten) ovan marknivå. Överbyggnaden har antingen rasat eller slagits sönder. Det har inte varit möjligt att sätta ihop lerbitarna då de är starkt fragmenterade. Ugnschaktet bör ha haft ungefär samma höjd, eller något högre, som anläggningens diameter, d.v.s. cirka 0,4–0,5 meter (muntlig uppgift Forenius, UV GAL).

Ugnen låg i en större nedgrävning, i vilken finkornig sand hade lagts i ett lager mellan ugnens fundament och ett flertal stödjestenar.

Ett 7,2×8,7 meter stort oregelbundet område, huvudsakligen bestående av grå jordblandad silt, mättes in norr om blästugnen. Området fick benämningen A228 i tron att det rörde sig om ett fyndförande kulturlager. Något lager gick dock inte att urskilja vid undersökningen, utan det fick kvarstå som ett fyndförande område som hörde ihop med järnframställningen på platsen. Slagg och brända leror påträffades inom ett djup av 0,1 meter.

#### *Ränna*

Omedelbart framför ugnens öppning påträffades en ränna, A1762, som utgick från ugnens öppning i nordostlig riktning. Rännan var ungefär 0,1 meter bred och 0,8 meter lång och innehöll slagg och bränd lera. Intill och under rännan, cirka 0,55 meter från ugnen, framkom berggrund. Delar av hällen kan ha använts som en fallsten. Rännan har möjligtvis uppkommit vid tömning av ugnen, då man rakar ut innehållet för att komma åt järnluppen.

#### *Gropar*

Nio gropar påträffades vid slutundersökningen. De var 0,1–3,9 meter stora och 0,05–0,38 meter djupa. Funktion och ålder har inte kunnat bestämmas. Några innehöll sot eller kolfragment som skulle kunna vara kulturlagerrester. Inom fyndområde A228 fanns tre gropar som innehöll bränd lera och slagg. Möjligen kan de höra ihop med järnframställningen.

#### *Härdar*

Nio härdar påträffades, samtliga undersöktes och dokumenterades. De var 0,46–1,36 meter stora och 0,05–0,34 meter djupa. Formen i plan varierade mellan rund och oval till oregelbunden. I profil var anläggningarna skålformade eller oregelbundna. Inga fynd påträffades i härdarna. Samtliga härdar utom en (A1655) innehöll skörbränd eller skärvig sten. De flesta låg centralt på undersökningsytan. A855 påträffades redan vid förundersökningen (A660) och låg i ett kulturpåverkat lager.

#### *Stenpackningar*

Två stenpackningar påträffades vid förundersökningen men undersöktes inte då. Anledningen till detta var att keramik och brända ben hittades vid rensning på en av anläggningarna och man misstänkte att de kunde vara gravar. En osteologisk bedömning gjordes, vilken uteslöt människoben. Ett bränt ben daterades till yngre bronsålder (se tabell 1 och bilaga 6). Vid slutundersökningen undersöktes båda stenpackningarna, A814 och A835. De var mellan 1,7–2,9 meter stora och som djupast mellan 0,14–0,22 meter. Fyllningen i båda anläggningarna bestod av brungrå jordblandad morän och stenarna i packningen var i storleken cirka 0,04–0,4 meter. Det är möjligt att djurbenen och keramikskärvorna är rester efter matlagning eller hantering av döda djur.

#### *Stolphål*

Två stolphål påträffades och undersöktes, A657 och A976. Anläggningarna låg cirka 0,5 meter från varandra. A657 var 0,4 meter i diameter och 0,29 meter djup, A976 var 0,5×0,68 meter, 0,23 meter djup och hade stenskoning.

## Fynd

Inga större mängder fynd förväntades vid den särskilda undersökningen, bortsett från ytterligare slagger och bränd lera. Utöver de ovannämnda fyndkategorierna påträffades ben, keramik och en metallring.

#### *Bränd lera*

Det mesta av den brända leran hittades i anslutning till blästugnen A723 och utgör delar av ugnsschaktet, infodring samt ugnsvägsbitar. Den insamlade mängden (över 1450 fragment) täcker en yta på cirka 0,7×1,15 meter och väger drygt 9,5 kg. Det förekommer flera variationer vad gäller lerans färg och förbränningsgrad. En del stycken är rödbrända medan andra är bruna eller gråa. De rödbrända bitarna var

brända på endast en sida och en del av dem var förslaggade eller förglasade, vilket tyder på en hög förbränningstemperatur.

Nitton fragment bränd lera med en sammanlagd vikt av 19 gram påträffades vid schaktning i den sydvästra delen av undersökningsområdet. Fragmenten kasserades efter dokumentation.

#### *Slagger*

Det mesta av slaggen fanns huvudsakligen inom fyndområde A228. Längst ner i ugnen anträffades en stor slaggklump på 9 kg, som bröts sönder i flera delar när anläggningen tömdes. Den sammanlagda vikten av den insamlade slaggen var över 15 kg. Det mesta togs till vara, enstaka slagger lämnades kvar då den insamlade mängden var tillräcklig för de beställda analyserna (UV GAL rapport, bilaga 12).

#### *Keramik*

258 gram keramik fördelat på 41 fragment påträffades. Keramiken är av förhistorisk karaktär och troligtvis lokalt tillverkad. Den är i dåligt skick med en grov yta, saknar dekor och har magringskorn av glimmer och kvarts som är upp till 4 mm stora. Flera fragment har förkolnade organiska fragment på ena sidan. Detta ses som en indikation på att kärnen använts antingen som kokkärl eller förvaringskärl.

#### *Metall*

Vid schaktning av den sydvästra delen av undersökningsområdet påträffades en metallring i det översta humuslagret. Ringens diameter var cirka 2 centimeter och den vägde 3,3 gram. Ringen kasserades då den misstänktes vara recent.

## Naturvetenskapliga analyser

### Vedartsanalyser

Från slutundersökningen skickades tio kolprover från tio olika anläggningar för vedartsanalys (bilaga 10). Anläggningarna utgjordes av åtta härdar (A452, A568, A855/660, A670, A686, A966, A1011, A1655), ett stolphål (A657) och blästugnen (A723). Sex olika träarter kunde identifieras; al, asp, björk, hassel, lind och tall.

### <sup>14</sup>C-dateringar

Totalt sex prover från den särskilda undersökningen skickades till Ångströmlaboratoriet i Uppsala för <sup>14</sup>C-analyser (tabell 2 samt bilaga 11). Initialt skickades fem prover som utgjordes av kolrester från al (A1655), asp (A568, A966), björk (A660), och tall (A1011). Med anledning av de analyser som UV GAL skulle utföra skickades inte det insamlade kolprovet från A723, blästugnen. Analyserna innebar att prover skulle tas från slaggmaterialet, de inneslutna kolproverna skulle utgöra en säker kontext. Efter att ha utfört slagganalyser, skickade UV GAL tre prover för datering till Ångströmlaboratoriet. Resultatet blev att inget av de tre proverna kunde dateras, då de inte innehöll något organiskt material (se UV GAL rapport, bilaga 12). Efter att ha mottagit besked om detta misslyckande skickades det vedartsbestämda kolprovet (björk) från blästugnen A723 för <sup>14</sup>C-analys. Analyserna visar att fyra av fem prover hamnar inom perioden förromersk järnålder. Ett av proverna hamnar inom perioden romersk järnålder. Provet kommer från härd A1011. Provet tillhörande blästugnen hamnade i övergången mellan förromersk och romersk järnålder.

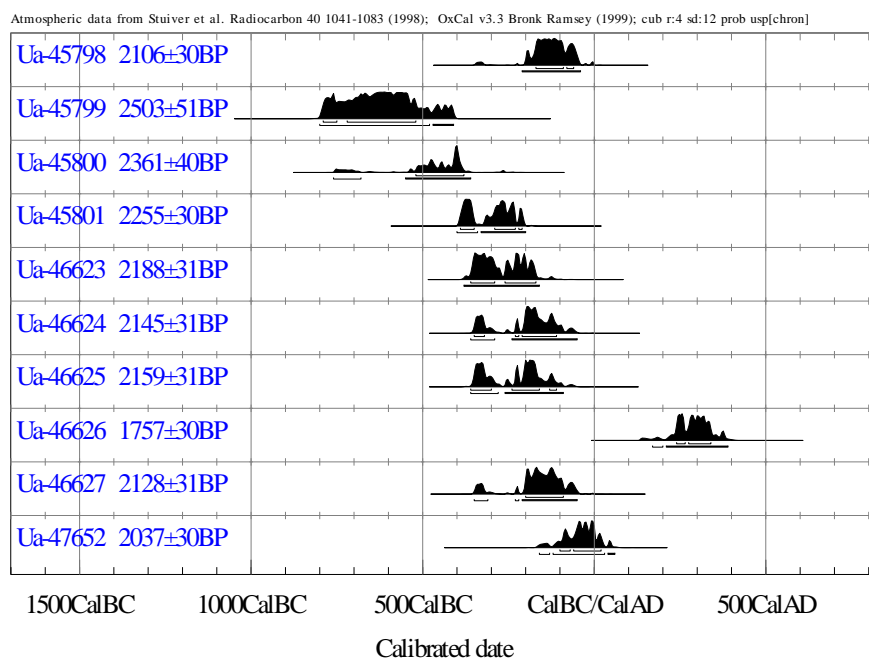
Tabell 5. Sammanställning av analyserade <sup>14</sup>C-prover från den särskilda undersökningen.

Anl nr	Typ	Art	Lab nr	Datering BP	Kal.1 sigma	Kal.2 sigma
568	Härd	Asp	Ua-46623	2188±31	360-190 BC	370-170 BC
855/660	Härd	Björk	Ua-46624	2145±31	350-110 BC	360-50 BC
966	Härd	Asp	Ua-46625	2159±31	360-160 BC	360-100 BC
1011	Härd	Tall	Ua-46626	1757±30	235-335 AD	170-390 AD
1655	Härd	Al	Ua-46627	2128±31	205-100 BC	350-50 BC
723	Blästugn	Björk	Ua-47652	2037±30	100BC-20AD	120BC-50AD

## Diskussion och tolkning

### Dateringar och bebyggelse

Den äldsta dateringen i Skojarbacken är från ett bränt ben som daterades till yngre bronsålder. De övriga dateringarna gjordes på kol från lövträd och de nio provresultaten hamnar inom äldre järnålder. Åtta av dessa prov hamnar inom perioden förromersk järnålder och ett prov hamnar inom perioden romersk järnålder (2 sigma kal.).



Figur 10. Diagram med samtliga <sup>14</sup>C-resultat.

Bilden av bebyggelse och markanvändning i Skojarbackens närområde är alltför bristfällig och fragmentarisk för att det ska kunna dras några långtgående slutsatser. Fornlämningarna från bronsåldern, vilka utgörs av skärvtenshögar och rösen, finns framför allt kring byarna Klavsta och Kusta, ett par kilometer öster om undersökningsområdet. För järnålderns del börjar en del av byggelsen att etableras i trakterna kring Råmarbo, ett par kilometer söder om Skojarbacken (Anttila 2003). En tidig etablering kan ha skett vid Limsta, dock saknas det arkeologiska belägg.



Figur 11. 20 m strandlinjen (lila) – bronsålder. 15 m strandlinjen (grått) – äldre järnålder. På kartan är några lämningar från bronsålder markerade med orangea stjärnor och från järnålder med gröna stjärnor. Skojarbacken ligger 28–30 m ö.b., d.v.s. även inom stenåldersnivåer (mörkrosa). Skala 1:50 000.

Gravfälten Raä Irsta 58:1 och 324:1 har inte undersökts arkeologiskt men har typologiskt daterats till yngre järnålder. En av gravarna i gravfältet Irsta 58:1 utgörs av en treudd, d.v.s. en tresidig konstruktion med insvängda sidor. Treuddar förekommer vanligtvis i Mälardalen på yngre gravfält av vikingatida karaktär, men har också påträffats i äldre miljöer tillsammans med gravar från yngre romersk järnålder och folkvandringstid (Bennet 1987 och där anf. litt.).

Ett par andra platser som är värda att nämna trots att de inte är samtida är Råmarbo, som utmärker sig genom sin vendeltida metallhantverk och ett flertal platåformiga husterrasser (Hallgren 2011) samt den inhägnade storgården från folkvandringstid/tidig vendeltid på Lindö utmark i Kärrbo socken (Olausson 2007).

### Järnframställning vid Skojarbacken

Järnhanteringen har inte spelat någon framträdande roll i Västmanland under förhistorisk tid. Det är inte förrän 1200–1300-tal som masugnstriften blir omfattande i Bergslagen och kan sättas i samband med bebyggelseexpansion i länet (Ros 2012). En anledning till att järnhanteringen inte har varit betydande är givetvis avsaknaden av geologiska förutsättningar för malmbildning. Det mest troliga är att myr- eller sjömalms har använts vid järnframställningen.



Utifrån produktionsmängd kan järnutvinningen karaktäriseras som småskalig och uppfattas som en bisyssla i utmarken, kanske under insyn av de närliggande gårdarna som var i behov av det producerade järnet. Ur en ekonomisk synvinkel kan järnframställningen, i förhållande till de stora järnframställningsplatserna i de angränsande norra länen, ses som en mikroekonomi i det rådande ekonomiska systemet. Överskottet av järnproduktionen kunde avsättas i de lokala marknaderna i stället för de regionala. På så sätt bidrar ett sådant handelsutbyte till den ekonomiska utvecklingen i närområdet.

## Ugnstyp

De förhistoriska svenska järnframställningsugnar klassificeras huvudsakligen i tre grupper: 1. Gropugn, 2. Schaktugn, 3. Kupolugn. De skillnader som finns mellan olika forskares typserier gäller främst undergrupper (jfr Martens 1978 och Serning 1987). De olika ugnstyperna förekommer jämsides inom samma områden, vilket gör att det svårt att urskilja några kronologiska sekvenser (Hjärthner-Holdar 1993). Ugnen i Skojarbacken tillhör troligtvis grupp 2 (schaktugn med utrymme för slagguppsamling i ugnens nedre del). Ugnstypen påträffas även i Uppland, Medelpad, Gästrikland, Dalarna, Jämtland och förekommer även i norska områden (Eriksson 1987, Forenius et al. 2007).

Blästugnens dimensioner och mängden påträffad slagg i området pekar på en småskalig produktion och bör ha varit beroende av en mindre arbetsorganisation (1–2 personer).

Ugnen är den enda anläggningen som kan knytas till järnframställning. De härdar som påträffades i närheten av ugnen har troligtvis varit i bruk samtidigt som ugnen, även om en närmare titt på <sup>14</sup>C-dateringar från härdarna kan få oss att tro att de är något äldre än ugnen. Men då får man tänka på att det är träden som dateras och som troligtvis hade växt under många år innan de höggs ner. Anläggningar som i övrigt förknippas med järnframställning är slaggvarpar, kolningsgropar eller milor och rostningsplatser. Dessa anläggningar ligger ofta invid eller i närheten av ugnarna. Inga sådana anläggningar påträffades, men det är möjligt att de finns utanför undersökningsområdet. En metod för att tillverka kol och som kan ha använts, men som inte märks i det arkeologiska materialet, är kolning av grenar och ris. Metoden är relativt enkel och kräver inte mer än en person. Rispålägg och risets bränning tar mellan 40–90 minuter. Hela processen tar omkring 5–6 timmar. Lämpligt råmaterial för denna typ av kolning är hassel och björk (Bergström 1947). Frånvaron av anläggningarna knutna till järnframställningen kan också vara en indikation på att malmen inte rostades på plats, utan det har gjorts någon annanstans och sedan transporterats till Skojarbacken, antingen via land eller via vatten. Avsaknaden av varp kan vara ett tecken på att ugnen endast användes en, eller ett fåtal gånger. I så fall har man bara låtit slaggen ligga kvar i närheten av ugnen då det inte förelåg något behov av att samla ihop slaggen till en hög. Leran som har använts för fodring och schakt har troligtvis tagits från lertäkt i närheten.

## Järnframställning i ett regionalt perspektiv

Ugnen vid Skojarbacken är av samma typ som de s.k. stenramsugnar i Röda Jorden, och de i Dunshamar, (Skinskattebergs socken respektive Västervåla socken). De västmanländska ugnarna passar in i den norrländska/norska typen som tycks dyka upp kring Kristi födelse, med tyngdpunkten av de daterade anläggningarna i romersk järnålder (Forenius et al. 2007). Ugnarna från Skinskatteberg har dateringar från yngre bronsålder–förromersk järnålder (Wedberg 1984) medan de i Dunshamar är daterade till folkvandringstid–vendeltid (Eriksson 1987). Långheden, som följer stora delar av Badelundaåsen, kännetecknas av stora områden med blästbruk. Inom området finns 47 kända järnframställningsplatser och 35 av dessa finns i Västerfärnebo socken. Inga arkeologiska undersökningar av ugnar har gjorts, men tre <sup>14</sup>C-analyser från blästplatser i norra delen av Västerfärnebo gav dateringar från sen romersk järnålder till tidig medeltid (Pettersson Jensen 2012).

Enligt fornlämningsregistret finns det omkring 170 platser i Västmanland som kan knytas till järnframställning, den närmaste lokalen ligger 28 kilometer från Skojarbacken. Det finns även enstaka slaggförekomster registrerade i FMIS, men många är inte det, mörkertalet för potentiella järnframställningsplatser är därmed stort. Undersökningen som vi har genomfört visar på att det finns mycket kvar att upptäcka i länet. Den vetenskapliga potentialen är betydande ur flera aspekter; teknologiska,

ekonomiska, sociala, m.m. Mängder av frågor väcks kring järnhanteringen: vilka var de som tillverkade järn? Var fick de sin kunskap ifrån? Var kom de ifrån? Åkte de runt som ambulerande järntillverkare? Vi får hoppas att resultaten från Skojarbacken kommer att vara ett viktigt bidrag i kunskapsbyggandet.

## Utvärdering

De arkeologiska undersökningarna har utförts i enlighet med undersökningsplanerna. Förundersökningen påvisade ett förhistoriskt aktivitetsområde på platsen. Inga spår efter hus eller andra konstruktioner hittades inom fornlämningen. Undersökningsområdet innehöll spår efter järnhantverk eller möjlig järnframställning, vilket översteg våra förväntningar, då förhistorisk järnframställning i denna del av Västmanland inte är känt sedan tidigare. De övriga anläggningar som framkom vid förundersökningen stärker bilden av ett avgränsat aktivitetsområde.

Resultatet från den särskilda undersökningen bekräftar det som kom fram vid förundersökningen, d.v.s. en i tid och rum avgränsad plats där järn har framställts. Ett fåtal anläggningar av boplatsskaraktär påträffades i området. Den stora överraskningen var resterna efter en blästugn, då få sådana anläggningar från förhistorisk tid är kända och undersökta i Mälardalen (jfr FMIS).

## Förmedlingsinsatser

### *Inriktning*

Förutom de allmänna resultaten från undersökningen har förmedlingsinsatserna fokuserat på järnhantering. Besökare och boende i området har fått titta närmare på fynd från järnframställningen.

### *Målgrupper*

Eftersom undersökningsområdet inte låg i direkt anslutning till bostadsområden, har de boende i närområdet tillsammans med den lokala hembygdsföreningen utgjort de primära målgrupperna för det publika arbetet.

### *Publika insatser under fältarbetsfasen*

- Media. Lokala nyhetskanaler kontaktades i samband med att blästugnen påträffades. Det resulterade i artiklar i VLT (12-11-23) och i Västerås Tidning (12-11-24), där nyheten också presenterades i en Nyårsspecial som månadsnyhet, november, nyhet (12-12-28). Sveriges radio P4 Västmanland gjorde en intervju på plats som sändes 17 november 2012.
- Visningar. Under fältarbetet visades undersökningsplatsen för den intresserade allmänheten vid flera tillfällen. En särskild visning hölls för en klass maskinförare från Edströmska, Västerås.

### *Publika insatser under rapportarbetsfasen*

- Media. VLT och andra lokala medier informerades om utgrävningens resultat och det resulterade i ytterligare en artikel (VLT 14-02-07).
- Ett föredrag, öppet för alla, om Skojarbacken och järnframställning hölls på Gäddeholms café (14-04-10).

# Referenser

## Kart- och arkivmaterial

Digitala fastighetskartan 11G 1j  
Digitala Gröna kartan för Västmanland.  
<http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html>

## Muntliga uppgifter

Svante Forenius, UV GAL.

## Litteratur

Anttila, K. 2003. *Gäddholmsområdet*. Arkeologisk utredning delområde, etapp1. Västmanlands läns museum, Kulturmiljöavdelningen rapport A 2003:A60.

Bennett, A. 1987. *Graven, religiös och social symbol. Strukturer i folkvandringstidens gravskick i Mälardalen*. Theses and papers in North-European archaeology.18. Tierp.

Bergström, H. 1947. Handbok för kolare. 4:e upplagan. Uppsala.

Emanuelsson, M. & Lihammer, A. 2006. *Gäddholmsprojektet – Hagbyholm*. Förundersökning för Gäddholmsvägen, norra delen. Kulturmiljövård Mälardalen rapport 2006:68.

Emanuelsson, M. & Ählström, J. 2006. *Gäddholmsområdet*. Arkeologisk utredning etapp 1 & 2, Kulturmiljövård Mälardalen rapport 2006:56.

Eriksson, T. 1987. *Dunshammar – en folkvandringstida/vendeltida järnframställningsplats*. Västmanlands fornminnesförening och Västmanlands läns museum. Årsskrift 65. Västerås.

Forenius, S., Willim, A., Andersson, D., Grandin, L. 2007. *Romartida blästbruk och sentida bebyggelse i Valbo*. RAÄ 412 och 413. Valbo sn, Gästrikland. Analysrapport 11-2007. RAÄ UV GAL.

Hallgren, A-L. 2011. *Arkeologiska undersökningar utefter en ny VA-ledning på Kärrbolandet – bland annat av en gårds lämning med vendeltida bronsgöteriverksamhet*. Irsta och Kärrbo socknar, Västerås kommun, Västmanlands län. Stiftelsen Kulturmiljövård Rapport 2011:21.

Hjärthner-Holder, E. 1993. *Järnet och järnmetallurgins introduktion i Sverige*. AUN 16. Societas Archaeologica Upsaliensis. Uppsala.

Hofberg, H. 1900. Västmanlands fornlemningar och minnesmärken. I: *Västmanlands läns museums och Västmanlandsfornminnesförenings årskrift IV*. Västerås.

Martens, I. 1978. Some reflections on the classification of Prehistoric and Medieval iron-smelting furnaces. Norwegian archaeology. Review 1978:1. Oslo.

Olausson, M. 2007. *En vallomgärdad storgård på Lindö utmark*. Kartering av en inhägnad storgård, RAÄ 42, en gårdsbebyggelse, RAÄ 75:2, två gravfält, RAÄ 43 och 75:1 samt delar av ett stensträngssystem RAÄ 115, Lindö och Nyby, Kärrbo socken, Västmanland. Rapporter från arkeologiska forskningslaboratoriet 10.

Pettersson Jensen, I-M. 2012. *Norberg och järnet. Bergsmännen och den medeltida industrialiseringen*. Jernkontorets bergshistoriska skriftserie 46. Stockholm.

Ros, J. 2012. *Härads hytta. Masugn, hyttbacke samt hus från medeltid och efterreformatorisk tid*. Arkeologiska särskilda undersökningar. Norberg 42:1 och 499, Gäsjö 6:1, Norbergs socken, Norbergs kommun, Västmanlands län. Stiftelsen Kulturmiljövård Rapport 2012:61.

Serning, I. 1987 (1979). *Malm, metall, föremål. Kompendium i arkeometallurgi*. Med bidrag av Ulf Qvarfort. Arkeometallurgiska Institutet. Stockholms universitet.

Wedberg, V. 1984. *Röda jorden. Rapport från ett arkeologiskt forskningsprojekt*. *Västmanlands fornminnesförening och Västmanlands Museum. Årsskrift 62*. Västerås.

# Tekniska och administrativa uppgifter

## Förundersökning

<i>KM projekt nr:</i>	KM12065
<i>Länsstyrelsen dnr, beslutsdatum:</i>	431-1564-2012, 2012-06-11
<i>Undersökningsperiod:</i>	2012-08-02–2012-08-09
<i>Exploateringsyta:</i>	630 m <sup>2</sup>
<i>Personal:</i>	Christian Gatti (projektledare), Jenny Holm (biträdande projektledare), Karin Berggren (arkeolog)
<i>Belägenhet:</i>	Limsta 1:1, Irsta sn, Västerås kommun, Västmanlands län, Västmanland
<i>Koordinatsystem:</i>	SWEREF99 TM
<i>Koordinater:</i>	X6605431 Y594582
<i>Höjdsystem:</i>	RH 2000
<i>Inmätningssmetod:</i>	GPRS
<i>Dokumentationshandlingar:</i>	Mätdata, 2 sektionsritningar och 15 digitala fotografier slutförvaras hos VLM
<i>Fynd:</i>	Fynden F1–6 samt 9–11 förvaras på KM's lokaler i väntan på beslut om fyndfördelning.

## Särskild undersökning

<i>KM projekt nr:</i>	KM12120
<i>Länsstyrelsen dnr, beslutsdatum:</i>	431-5010-2012, 2012-10-16
<i>Undersökningsperiod:</i>	2012-10-31–2012-11-20
<i>Exploateringsyta:</i>	2035 m <sup>2</sup>
<i>Personal:</i>	Christian Gatti (projektledare), Maud Emanuelsson (bitr. projektledare), Lotten Haglund, Jonas Ros, Erica Strengbom (arkeologer).
<i>Belägenhet:</i>	Limsta 1:1, Irsta sn, Västerås kommun, Västmanlands län, Västmanland
<i>Koordinatsystem:</i>	SWEREF99 TM
<i>Koordinater:</i>	X6605431 Y594582
<i>Höjdsystem:</i>	RH 2000
<i>Inmätningssmetod:</i>	GPRS
<i>Dokumentationshandlingar:</i>	Mätdata, 8 sektionsritningar och 20 digitala fotografier slutförvaras hos VLM
<i>Fynd:</i>	Fynden F1–5 samt F9–10 förvaras på KM's lokaler i väntan på beslut om fyndfördelning.



# Bilagor FU

## Bilaga 1. Schakttabell, förundersökning

Schakt	Längd, m	Djup, m	Area, m <sup>2</sup>	X-värde	Y-värde	Anläggningar	Underlag	Anmärkning
233	42,5	0,30	190,82	6605461,19	594564,98	(256), 298, 308, 317, (326), (351), 389, (810), (819)	Lerig silt i den centrala delen, i övrigt morän	Schakt 233 och 334 är sammanhängande
334	25,5	0,25	47,75	6605480,62	594539,20	(330), 355	Morän	A355 är egentligen ett område där slagg och bränd lera påträffades.
365	9,5	0,20	18,42	6605486,98	594535,88	-	Morän	
369	9,8	0,20	22,55	6605500,77	594531,58	-	Morän	
375	6,5	0,15	18,23	6605489,59	594517,47	-	Morän	
379	18,7	0,20	71,29	6605505,29	594553,86	-	Morän	
398	41,1	0,30	151,2	6605433,15	594575,95	647, 660, 670, 938, 952, 963, 1104, 1202	Morän	
754	11,4	0,25	21,05	6605459,15	594589,62	1160	Morän	
758	15,2	0,20	32,24	6605483,51	594571,34	766, 776, 786, 795, 1008, 1131, 1140	Morän	
839	12,3	1,50	28,87	6605488,04	594550,92	(999)	Morän	
1067	8,3	1,50	18,25	6605442,74	594591,47	-	Morän	
1088	7,1	0,20	13,98	6605432,19	594581,05	-	Morän	
Summa			634,65				Anläggningar inom parantes= störning el. utgår	

## Bilaga 2. Anläggningstabell, förundersökning

Anl. nr	Typ	Storlek, m	Djup, m	Fyllning	Undersökt i %	Anmärkning
256	Störning	1,80×4,00	-	-	-	Utredningsschakt/utgår
298	Röjningsröse	1,30×3,60	-	Sten, silt	50	
308	Stolphälsbotten	0,20×0,20	0,06	Svartgrå, sotig silt	50	Träkol insamlat från den södra delen
317	Grop	0,28×0,40	0,07	Grå silt med grus	50	Enstaka stenar
326	Störning	1,10×1,80	-	-	-	Utredningsschakt/utgår
330	Störning	1,60×2,10	-	-	-	Utredningsschakt/utgår
351	Störning	2,30×2,70	-	-	-	Utredningsschakt/utgår
355	Fyndområde	1,60×2,50	0,10	Grå och brunorange silt	10	Innehåller slaggstycken och bränd lera
389	Härd	1,50×1,50	0,15	Svart, sotig silt, skärvsten	50	Kolprov analyserat
647	Stenpackning	2,20×3,00	-	-	Ej undersökt	Påträffas i lager A1104
660	Härd	1,10×1,20	-	-	Ej undersökt	Påträffas i lager A1104. Kolprov analyserat
670	Härd	0,60×0,90	-	-	Ej undersökt	Kolprov analyserat
766	Härd	0,45×0,45	-	-	Ej undersökt	
776	Grop	1,00×1,40	0,12	Grå silt med sten	30	Stenpackning A1140 framkom delvis i anläggningen
786	Härd	0,5×0,50	0,11	Gråbrun silt, kolstänk	50	Sotskikt 0,06 m i SV, ca 3 l skärvsten i sydöstra halvan

Anl. nr	Typ	Storlek, m	Djup, m	Fyllning	Undersökt i %	Anmärkning
795	Stenlyft/utgå	1,10×1,90	0,12	Brun silt	25	
810	Störning/utgå	0,27×0,28	0,07	Brun silt	50	Recent grop
819	Störning/utgå	0,35×0,35	0,06	Brun silt	50	Recent grop
938	Stenpackning	1,70×2,20	-	-	Ej undersökt	Påträffas i lager A963
952	Utgår	0,60×0,70	-	-	Ej undersökt	Del av stenpackning A938
963	Kulturlager	2,10×2,80	0,08	Humös, brun till gråbrun silt med enstaka mindre skärvstenar samt kolstänk och träkolsfragment	10	I lagret påträffas A938 (stenpackning)
999	Grop/utgå	1,50×2,20	0,16	Grå finsilt, mycket sten	30	Bedömdes vara en naturlig svacka
1008	Kulturlager	1,90×2,80	0,20	Se bilaga 4, provrutor	20	En kvadratmeterstor ruta togs upp sydväst utanför schaktet men i direkt anslutning till det
1104	Kulturlager	3,08×8,09	0,08	Humös, brun till gråbrun silt med enstaka mindre skärvstenar samt kolstänk och träkolsfragment Grå-mörkgrå silt	10	I lagret påträffas A647 (stenpackning) och A660 (hård)
1131	Stolphål	0,23×0,28	0,06	Stenkott, med enstaka skärviga stenar	50	Innehöll kolstänk och bränd lera. Kolprov analyserat
1140	Stenpackning	0,55×0,90	-	-	40	Framkom under A776
1160	Hård	1,00×1,20	-	-	Ej undersökt	Kolprov analyserat
1202	Utgår	0,80×1,60	-	-	Ej undersökt	Ingår i stenpackning A647, består av skärvig sten

### Bilaga 3. Fyndtabell, förundersökning

Fyndnr	Sakord	Material	Vikt, g	Antal	Antal fragment	Kontext	Anmärkning
1	Bränt ben (djur)	Ben	1,20		1	A963	Påträffades i kulturlagret vid A938. <sup>14</sup> C daterat
2	Bränt ben (odef)	Ben	-		1	A1160	Påträffades i anläggningens övre del vid rensning
3	Löpare	Bergart	1 510	1		Schakt 398	Röd sandsten
4	Kärl	Keramik	156,20		125	Schakt 398	
5	Bränd lera	Bränd lera	25,70		19	A963	Påträffades i kulturlagret vid A938
6	Bränd lera	Bränd lera	20,60		10	A963	Spridda fragment över lagret
7	Bränd lera	Bränd lera	76		23	A776	Kasserad
8	Bränd lera	Bränd lera	3		1	A1104	Kasserad
9	Kärl	Keramik	1,70		1	A1008	
10	Kärl	Keramik	2,70		2	A1104	Påträffades i kulturlagret vid A647
11	Slagg	Slagg	6 300		Ej räknade	A355	Utspritt över ett ca 2×1 m stort område

### Bilaga 4. Provrutor, förundersökning

Ruta	Schakt	Lager	Area, m <sup>2</sup>	Tjocklek, m	Beskrivning
1004	I anslutning till schakt 758	1008	1	0,2	I rutans S del fanns grå silt ca 0,14 m, för att sedan övergå i ljusare undergrund. I rutans N del fanns mörkgrå silt med spridda kolstänk och enstaka stänk bränd lera, 0,16 – 0,2 m. Övergången mellan grå silt i S och mörkgrå silt i N är otvetydig.

## Bilaga 5. Vedartsanalyser, förundersökning

# VEDLAB

*Vedanatomilabbet*

**Vedlab rapport 1281**  
**Vedartsanalyser på material från Västmanland**  
**Irsta sn. Raä 444 Skojarbacken FU.**

---

Adress:  
Kattås  
670 20 GLAVA

Telefon:  
0570/420 29  
E-post: [vedlab@telia.com](mailto:vedlab@telia.com)

Bankgiro:  
5713-0460  
[www.vedlab.se](http://www.vedlab.se)

Organisationsnr:  
650613-6255

# VEDLAB

Vedanatomilabbet

Vedlab rapport 1281

2012-12-14

Vedartsanalyser på material från Västmanland Irsta sn. Raä 444 Skojarbacken FU.

Uppdragsgivare: Christian Gatti/Stiftelsen Kulturmiljövård

Arbetet omfattar fyra kolprover från en förundersökning inför nybyggnation av en väg utanför Västerås.

Proven innehåller kol från al, björk och tall. Stenpackningen innehåller kol av tall och kan ge hög egenålder vid datering. De övriga tre prover bör ge mer tillförlitliga dateringar. Härdarna är eldade med björk och al vilka har högt energivärde, brinner lugnt och ger mycket glöd. Glöd var ofta mer användbart än lågor.

## Analysresultat

Anl.	ID	Anläggnings- typ	Prov- mängd	Analyserad mängd	Trädslag	Utplockat för <sup>14</sup> C-dat.	Övrigt
389		Härd	3,9g	3,0g 13 bitar	Björk 13 bitar	Björk 128mg	
647		Stenpackning	0,8g	0,7g 10 bitar	Tall 10 bitar	Tall 47mg	
1131		Härd/Kokgrop?	3,9g	3,9g 8 bitar	Al 5 bitar Björk 2 bitar Bark 1 bit	Al 165mg	
1160		Grop	2,8g	2,1g 11 bitar	Al 11 bitar	Al 46mg	

Erik Danielsson/VEDLAB

Kattås

670 20 GLAVA

Tfn: 0570/420 29

E-post: vedlab@telia.com

www.vedlab.se

## De här trädslagen förekom i materialet

Art	Latin	Max ålder	Växtmiljö	Egenskaper och användning	Övrigt
Al Gråal Klibbal	<i>Alnus sp.</i> <i>Alnus incana</i> <i>Alnus glutinosa</i>	120 år	Klibbalen är starkt knuten till vattendrag. Gråalen är mer anpassningsbar	Motståndskraftigt mot fukt. Brinner lugnt och ger mycket glöd.	Klibbalen kom söderifrån ca 5000 f.Kr. Gråalen vandrar in norrifrån ett par tusen år senare
Björk Glasbjörk Vårtbjörk	<i>Betula sp.</i> <i>Betula pubescens</i> <i>Betula pendula</i>	300 år	Glasbjörken är knuten till fuktig mark gärna i närhet till vattendrag. Vårtbjörken är anspråkslös och trivs på torr näringsfattig mark. Båda arterna är ljuskrävande.	Stark och seg ved. Redskap, asklut, träkol. Ger mycket glöd.	Glasbjörk bildar även underarten Fjällbjörk. Förutom veden har nävern haft stor betydelse som råmaterial till slöjd.
Tall	<i>Pinus silvestris</i>	400 år	Anspråkslös men trivs på näringsrika jordar. Den är dock ljuskrävande och blev snabbt utkonkurerad från de godare jordarna när granen kom	Stark och hållbar. Konstruktionsvirke, stolpar, pålar, båtbygge, kärl (ej för mat) takspån, tjärblommor, tjärblommor, tjärbränning	Underbarken till nödmjöl, årsskott kokades för C-vitaminerna. Även som kreatursfoder

Uppgifter om maximal ålder, växtmiljö, användning mm är hämtade ur: Holmåsén, Ingmar Träd och buskar. Lund 1993. Gunnarsson, Allan Träden och människan. Kristianstad 1988. Mossberg, Bo m.fl. Den nordiska floran. Brepol, Turnhout 1

Vedartsanalysen görs genom att studera snitt- eller brottytor genom mikroskop. Jag har använt stereolupp Carl Zeiss Jena, Technival 2 och stereomikroskop Leitz Metalux II med upp till 625 gångers förstoring. Mikroskopfoton är tagna med Nikon Coolpix 4500. Referenslitteratur för vedartsbestämningen har i huvudsak varit Schweingruber F.H. Microscopic Wood Anatomy 3<sup>rd</sup> edition och Anatomy of European woods 1990 samt Mork E. Vedanatomi 1946. Dessutom har jag använt min egen referenssamling av förkolnade och färskas vedprover.

# Bilaga 6. $^{14}\text{C}$ -analyser, förundersökning



UPPSALA  
UNIVERSITET

Uppsala 2013-04-26

Christian Gatti  
Stiftelsen Kulturmiljövård  
Stora gatan 41  
722 12 VÄSTERÅS

Angströmlaboratoriet  
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:  
Ångströmlaboratoriet  
Lägerhyddsvägen 1  
Rum 4143

Postadress:  
Box 529  
751 20 Uppsala

Telefon:  
018 – 471 30 59

Telefax:  
018 – 55 57 36

Hemsida:  
<http://www.angstrom.uu.se>

E-post:  
Goran.Possnert@Angstrom.uu.se

## Resultat av $^{14}\text{C}$ datering av träkol och bränt ben från Skojarbacken, Irsta, Västmanland.

### Förbehandling av träkol och liknande material:

1. Synliga rottrådar borttages.
2. 1 % HCl tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten) (karbonat bort).
3. 1 % NaOH tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten). Löslig fraktion fälls genom tillsättning av konc. HCl. Fällningen som till största delen består av humusmaterial, tvättas, torkas och benämns fraktion SOL. Olöslig del, som benämns INS, består främst av det ursprungliga organiska materialet. Denna fraktion ger därför den mest relevanta åldern. Fraktionen SOL däremot ger information om eventuella föroreningars inverkan.

Före acceleratorbestämningen av  $^{14}\text{C}$ -innehållet förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 4, till  $\text{CO}_2$ -gas, som i sin tur konverteras till fast grafit genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

### Förbehandling av brända ben:

1. 1,5 % NaOCl tillsatt till det rengjorda och krossade benprovet och blandningen fick stå i rumstemperatur i 48 timmar.
2. Provet tvättat till neutral i avjoniserat vatten.
3. 1M HAc tillsatt till provet och blandningen i rumstemperatur i 24 timmar.
4. Provet tvättat till neutral i avjoniserat vatten och intorkat.
5. Lakning med 6 M HCl och den erhållna  $\text{CO}_2$ -gasen grafiteras därefter Fe-katalytiskt före acceleratormätningen av  $^{14}\text{C}$ -innehållet.

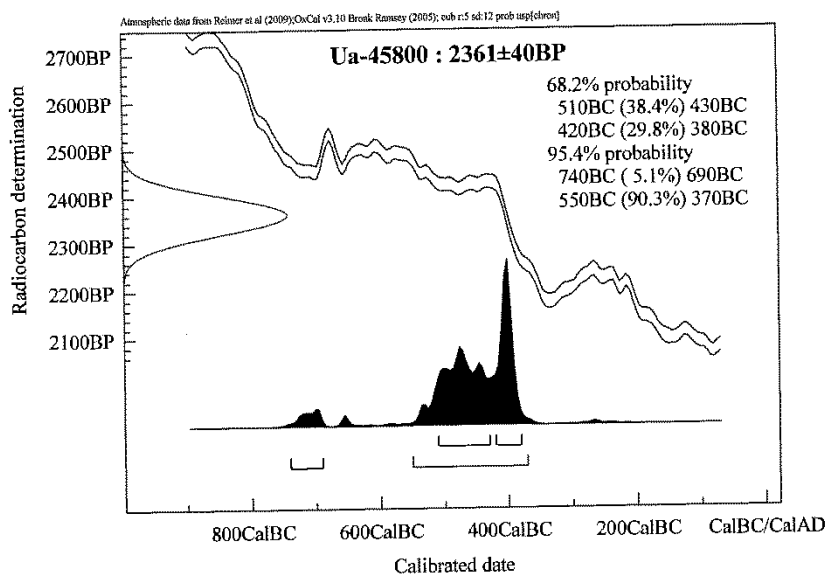
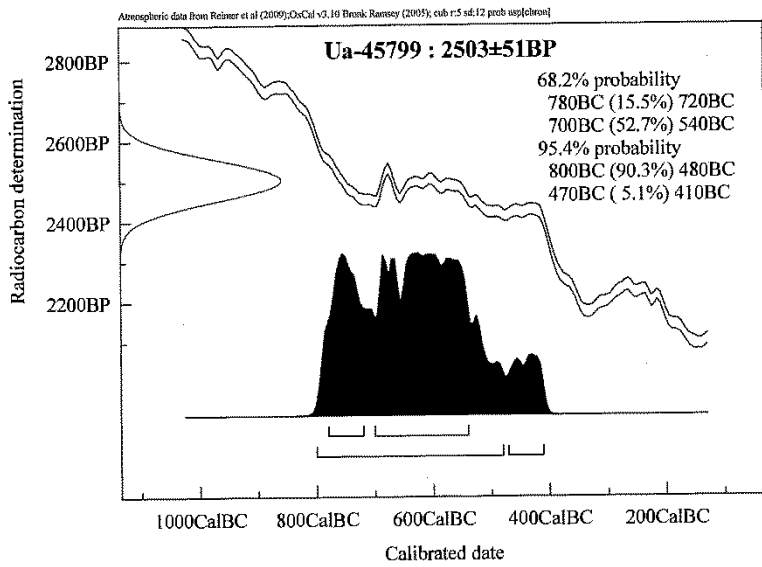
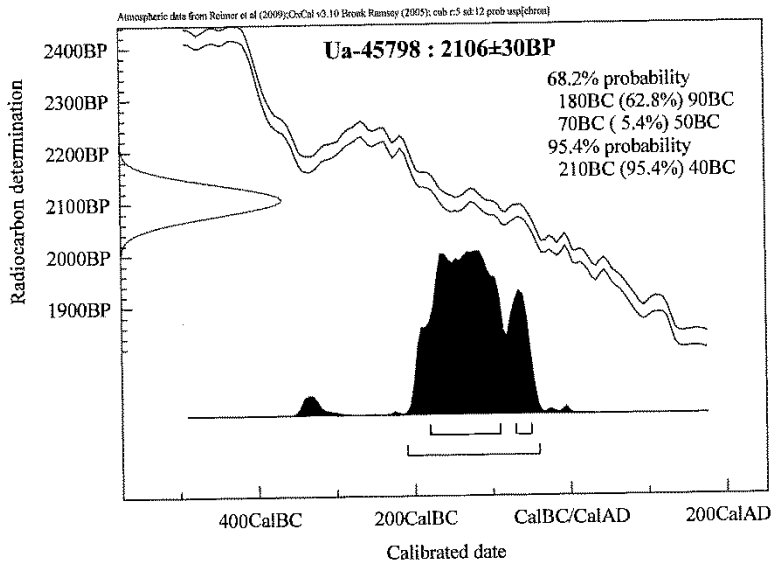
## RESULTAT

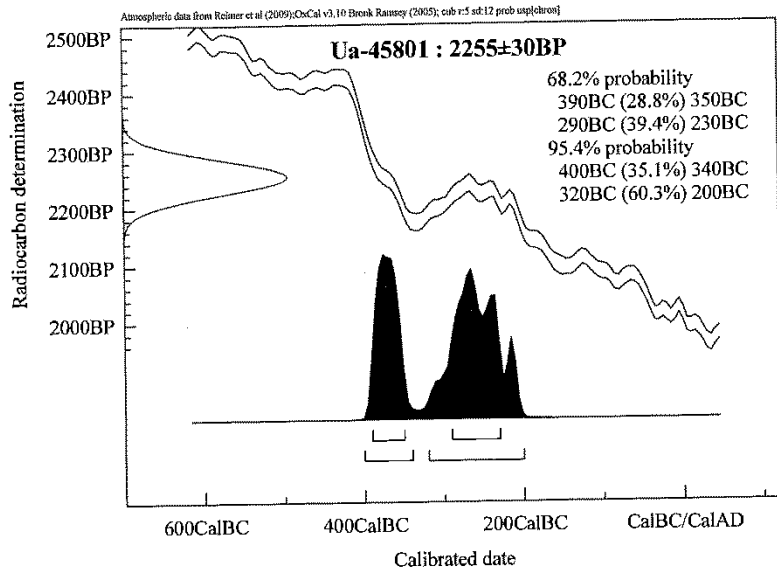
Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}\text{‰ VPDB}$	$^{14}\text{C}$ age BP
Ua-45798	Skojarbacken 389	-24,9	2106 ± 30
Ua-45799	Skojarbacken 988	-27,9	2503 ± 51
Ua-45800	Skojarbacken 1131	-27,8	2361 ± 40
Ua-45801	Skojarbacken 1160	-25,3	2255 ± 30

Med vänlig hälsning

Göran Possnert/ Ingela Sundström







# Bilaga 7. Makrofossilanalys



Stiftelsen Kulturmiljövård  
att: Christian Gatti  
Stora gatan 41  
722 12 Västerås

## ANALYSRAPPORT

### Analys av jordprover från Skojarbacken, FU.

#### Metod

De tillsända proverna volymbestämdes genom att den lufttorkade jorden hälldes i en graderad bägare och en känd volym vatten tillsattes. Provvolymer utgjorde alltså jordpartiklar minus luftvolymen mellan partiklarna. Proverna dispergerades under 1 timme med 5%-ig NaOH och preparerades därefter med en kombination av slammings- och flotationsteknik. Ingen särskild flotationsapparat utnyttjades. Sikt med 0,25 mm:s maskvidd användes. Det floterade materialet lufttorkades efter preparering och studerades under mikroskop i 6,7-40 gångers förstoring. Proverna innehöll rikligt med rötter samt färska frön, dagmaskkokonger och insekter som inte har noterats som fynd. Endast förkolnade eller brända fynd betraktas som fynd. De preparerade proverna och fynd förvaras på Institutionen för Naturgeografi och Kvartergeologi, men kan med kort varsel tillsändas uppdragsgivaren om så önskas.

#### Resultat

Tabell 1. Resultat av makrofossilanalys från Skojarbacken

Providentitet	Provvol. (l.)	Förkolnade frön		Färska frön				Träkol (ml)
		Brödvete ( <i>Triticum aestivocompactum</i> )	Mjölön ( <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> )	Bergslök ( <i>Melica nutans</i> )	Björk ( <i>Betula</i> sp.)	Hälön ( <i>Rubus idaeus</i> )	Mälla ( <i>Chenopodium</i> sp.)	
A0533	1,2	1				23		0,1
PM1130.1104, A647	1,2	1				11	2	40
PM947 i fylln.lager A963 i stensätt A938	0,6			1	19	6		0,2
A389	0,3							25
A1008, R1004, PM1020	0,5	1	5					22

### Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi

Postadress:  
Stockholms universitet  
Inst. för naturgeografi  
och kvartärgeologi  
106 91 Stockholm

Besöksadress:  
Geovetenskapens hus Telefon (Vx): 08-16 20 00  
Svante Arrhenius väg 8C Telefax: 08-16 48 18  
Frescati  
www.geo.su.se

# Bilagor SU

## Bilaga 8. Anläggningstabell, särskild undersökning

Anl. nr	Typ	Storlek, m	Djup, m	Fyllning	Undersökt i %	Anmärkning
228	Fyndområde	8,70×7,20	0,10	Grå humusblandad silt	20	Innehöll slagg och bränd lera
452	Härd	0,95×0,90	0,20	Mörkbrun silt, svart och sotig i botten	50	Rund i plan, skålformad i profil. Ett femtontal eldpåverkade stenar i storleksordningen 0,04–0,12 m påträffades i anläggningen. Kolprov analyserat
462	Utgår	–	–			Störning
555	Utgår	–	–			Schakt från utredningen 2006
559	Utgår	–	–			Störning
568	Härd	0,60×0,40	0,16	Kol och sot i östra delen. Brun omrörd lera i västra delen	50	Kolprov analyserat
601	Grop	0,16×0,50	0,09	Lera med sot och kolstänk	50	Intill stenblock
628	Grop	0,50×0,56	0,22	Gråbrun lerblandad morän	50	
638	Grop	0,13×0,10	0,05	Svart sotig silt	50	Intill stenblock
645	Härd	0,78×0,75	0,10	Mellangrå sandig silt	50	Skärvig sten synlig på ytan
657	Stolphål	0,68×0,50	0,29	Mörkbrun lerig silt	50	Oval i plan, oregelbunden i profil. Kolprov analyserat
667	Grop	0,60×0,60	0,10	Svart sot och kol med siltig lera och beige lera	50	Rund i plan, oregelbunden i profil. De översta 2 cm utgjordes av sot och kolbemängd siltig lera, de följande 10 cm utgjordes av beige lera
677	Utgår	0,20×0,20	0,02	Grusig humös siltig sand	100	Störning
686	Härd	0,90×1,60	0,25	Svart, sotig, grusig sand med ljusbruna sandfläckar i östra delen	50	Oval i plan, oregelbunden i profil. Innehöll ca 8 l skärvig sten och 2 l eldpåverkad sten. Kolprov analyserat
698	Grop	1,70×3,90	0,38	Brun silt blandad med morän	50	
715	Utgår	–	–	–	100	Del av rotsystem
723	Blästugn	0,45×0,50	0,20		100	Nedgrävd i en 1,8×1,3 m stor nedgrävning. Kolprov analyserat
814	Stenpackning	1,7×2,9	0,14	Brungrå siltblandad morän	50	
835	Stenpackning	2,2×2,7	0,22	Brungrå siltblandad morän	50	
855	Härd	1,20×1,10	0,15	Svart sandig silt, med inslag av humus	50	Innehöll ca 2 l skärvig och eldpåverkad sten
966	Härd	1,15×1,00	0,34	Svart humös, sandig silt	50	2 större stenar 0,5–0,6 m i södra kanten på anläggningen. Stor förekomst av skörbränd sten. Kolprov analyserat
976	Stolphål	0,40×0,40	0,23	Gråbrun, grusig, sandig silt	50	Rund i plan, raka inåtsluttande kanter. Stenskott
989	Ugnsvägg				100	Del av A723
1011	Härd	1,10×0,70	0,26	Svart sot och brungrå siltblandad morän	50	Sotiga lagret utgjordes av de 16 understa cm, övre lagret sekundärfyllt. Kolprov analyserat
1632	Härd	0,92×0,70	0,12	Svart, sotig, sandig silt och gråbrun siltig lera med grusinslag	50	Sitter ihop med A1644 och A1655
1644	Grop	1,00×0,70	0,14	Gråbrun siltig lera	50	Sitter ihop med A1632 och A1655
1655	Härd	0,46×0,50	0,05	Svart, sotig, humös silt	50	Sitter ihop med A1632 och A1644. Kolprov analyserat
1762	Ränna	0,10×0,80	0,10	Grå sandblandad silt med sot och kolinslag, bränd lera och slagg	100	Går från ugnen och över bergrund och ansluter till A228
1773	Grop	0,60×0,40	0,10	Grå humusblandad silt med bränd lera och slagg	100	Påträffades inom fyndområde A228
1799	Grop	0,50×0,40	0,10	Grå humusblandad silt med bränd lera	100	Påträffades inom fyndområde A228
1808	Grop	0,30×0,30	0,05	Grå humusblandad silt med bränd lera	100	Påträffades inom fyndområde A228

## Bilaga 9. Fyndtabell, särskild undersökning

Fyndnr	Sakord	Material	Vikt, g	Antal	Antal fragment	Kontext	Anmärkning
1	Kärl	Keramik	41		11	A100	Påträffades vid schaktning (A100=humus)
2	Kärl	Keramik	191		27	A100	Påträffades vid rensning
3	Kärl	Keramik	24		4	A100	Påträffades vid rensning
4	Bränt ben (odef)	Ben	1		1	A938	Påträffades i stenpackning vid inmätning
5	Slagg	Slagg	47		3	A100	Spridda fragment övre plåtån
6	Bränd lera	Bränd lera	28		1	A100	Kasserad
7	Bränd lera	Bränd lera	15		18	A100	Kasserad
8	Ring	Metall	3,3	1		A100	Kasserad. Påträffades ytligt vid schaktning. Ca 2 cm i diameter
9	Ugnsfragment	Bränd lera	9 500		1450	A228	Mindre fragment lämnades kvar på plats
10	Slagg	Slagg	15 000		Ej räknade	A228. A723	Alla fragment samlades inte in

## Bilaga 10. Vedartsanalyser, särskild undersökning

# VEDLAB

*Vedanatomilabbet*

Vedlab rapport 1310

**Vedartsanalyser på material från Västmanland,  
Irsta sn. Raä 444:1 Skojarbacken SU.**

---

Adress:  
Kattås  
670 20 GLAVA

Telefon:  
0570/420 29  
E-post: vedlab@telia.com

Bankgiro:  
5713-0460  
www.vedlab.se

Organisationsnr:  
650613-6255

# VEDLAB

Vedanatomilabbet

Vedlab rapport 1310

2013-02-05

**Vedartsanalyser på material från Västmanland, Irsta sn. Raä 444:1 Skojarbacken SU.**

**Uppdragsgivare: Christian Gatti/Stiftelsens Kulturmiljövård**

Arbetet omfattar tio kolprov från lämningar av boplats- och järnframställningsaktiviteter.

Proverna innehåller kol från al, asp, björk, hassel, lind och tall. Materialet i härdarna och blästugnen kommer från träslag med skiftande bränseegenskaper. Al och björk har högt energivärde, brinner lugnt och ger mycket glöd. Tall brinner snabbt, ger mycket ljus men också rök och lämnar lite glöd. Asp, hassel och lind har lös och lätt ved med lågt energivärde.

Stolphålet innehåller ofullständigt förkolnad tall. Det är mycket troligt att det är rester efter stolpen. Provet från stolphålet kan ge hög egenålder men övriga prover bör ge tillförlitliga dateringar.

## Analysresultat

Anl.	ID	Anläggnings- typ	Prov- mängd	Analyserad mängd	Trädslag	Utplockat för <sup>14</sup> C-dat.	Övrigt
452		Härd	<0,1g	<0,1g 5 bitar	Asp 5 bitar	Asp 6mg	
568		Härd	2,4g	2,4g 6 bitar	Asp 3 bitar Lind 2 bitar Tall 1 bit	Asp 48mg	
660		Härd	2,1g	2,1g 15 bitar	Björk 15 bitar	Björk 79mg	
670		Härd	1,5g	1,4g 2 bitar	Asp 2 bitar	Asp 162mg	
686		Härd	<0,1g	<0,1g 3 bitar	Hassel 3 bitar	Hassel 6mg	
966		Härd	1,8g	1,7g 5 bitar	Al 1 bit Asp 2 bitar Björk 2 bitar	Asp 72mg	
1011		Härd	4,6g	4,0g 2 bitar	Tall 2 bitar	Tall 30mg (kvist)	
1655		Härd	1,7g	1,5g 8 bitar	Al 8 bitar	Al 86mg	
657		Stolphål	0,5g	0,4g 4 bitar	Tall 4 bitar	Tall 99mg	Ofullständigt förkolnat
723		Blästugn	1,1g	0,9g 4 bitar	Björk 4 bitar	Björk 137mg	

*Hoppas ni är nöjda med arbetet!*

Erik Danielsson/VEDLAB

Kattås

670 20 GLAVA

Tfn: 0570/420 29E-post: vedlab@telia.com

www.vedlab.se



## De här trädslagen förekom i materialet

Art	Latin	Max ålder	Växtmiljö	Egenskaper och användning	Övrigt
<b>Al</b> <b>Gråal</b> <b>Klibbal</b>	<i>Alnus sp.</i> <i>Alnus incana</i> <i>Alnus glutinosa</i>	120 år	Klibbalen är starkt knuten till vattendrag. Gråalen är mer anpassningsbar	Motståndskraftigt mot fukt. Brinner lugnt och ger mycket glöd.	Klibbalen kom söderifrån ca 5000 f.Kr. Gråalen vandrar in norrifrån ett par tusen år senare
<b>Asp</b>	<i>Populus tremula</i>	120 år	Inte så kräsen vad gäller jordmån	Lätt och porös ved. Lätt att klyva. Tålig mot röta. Stängselstolpar, båtar takspån	För lövtäckt och barkbröd.
<b>Björk</b> <b>Glasbjörk</b>  <b>Vårtbjörk</b>	<i>Betula sp.</i> <i>Betula pubescens</i> <i>Betula pendula</i>	300 år	Glasbjörken är knuten till fuktig mark gärna i närhet till vattendrag. Vårtbjörken är anspråkslös och trivs på torr näringsfattig mark. Båda arterna är ljuskrävande.	Stark och seg ved. Redskap, asklut, träkol. Ger mycket glöd.	Glasbjörk bildar även underarten Fjällbjörk. Förutom veden har nävern haft stor betydelse som råmaterial till slöjd.
<b>Hassel</b>	<i>Corylus avellana</i>	60 år	Ganska krävande på jordmån. Vill gärna ha ljus men tål beskuggning tex i ekskog	Bildar lätt långa raka sega spön som använts till korgar och tunnband	Vanligt träd på lövängar
<b>Lind</b>	<i>Tilia cordata</i>	800 år	Näringsrika, väl dränerade, gärna steniga marker Skuggtålig.	Lätt och mjuk ved.	Innerbarken eller bastet användes till korgar och rep
<b>Tall</b>	<i>Pinus silvestris</i>	400 år	Anspråkslös men trivs på näringsrika jordar. Den är dock ljuskrävande och blev snabbt utkonkurrerad från de godare jordarna när granen kom	Stark och hållbar. Konstruktionsvirke, stolpar, pålar, båtbygge, kärl (ej för mat) takspån, tjärbloss, träkol, tjärbränning	Underbarken till nödmjöl, årsskott kokades för C-vitaminerna. Även som kreatursfoder

Uppgifter om maximal ålder, växtmiljö, användning mm är hämtade ur: Holmåsen, Ingmar Träd och buskar. Lund 1993. Gunnarsson, Allan Träden och människan. Kristianstad 1988. Mossberg, Bo m.fl. Den nordiska floran. Brepol, Turnhout 1992.

Vedartsanalysen görs genom att studera snitt- eller brottytor genom mikroskop. Jag har använt stereolupp Carl Zeiss Jena, Technival 2 och stereomikroskop Leitz Metalux II med upp till 625 gångers förstoring. Mikroskopfoton är tagna med Nikon Coolpix 4500. Referenslitteratur för vedartsbestämningen har i huvudsak varit Schweingruber F.H. Microscopic Wood Anatomy 3<sup>rd</sup> edition och Anatomy of European woods 1990 samt Mork E. Vedanatomi 1946. Dessutom har jag använt min egen referenssamling av förkolnade och färskas vedprover.

# Bilaga 11. $^{14}\text{C}$ -analyser, särskild undersökning



UPPSALA  
UNIVERSITET

ANKOM  
2013-08-30  
Amo

Uppsala 2013-08-30

Christian Gatti  
Stiftelsen Kulturmiljövård  
Stora gatan 41  
722 12 VÄSTERÅS

Angströmlaboratoriet  
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:  
Ångströmlaboratoriet  
Lägerhyddsvägen 1  
Rum 4143

Postadress:  
Box 529  
751 20 Uppsala

Telefon:  
018 - 471 30 59

Telefax:  
018 - 55 57 36

Hemsida:  
<http://www.angstrom.uu.se>

E-post:  
[Goran.Possnert@Angstrom.uu.se](mailto:Goran.Possnert@Angstrom.uu.se)

## Resultat av $^{14}\text{C}$ datering av träkol från Skojarbacken, Västmanland.

Förbehandling av träkol och liknande material:

1. Synliga rotträdar borttages.
2. 1 % HCl tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten) (karbonat bort).
3. 1 % NaOH tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten). Löslig fraktion fälls genom tillsättning av konc. HCl. Fällningen som till största delen består av humusmaterial, tvättas, torkas och benämns fraktion SOL. Olöslig del, som benämns INS, består främst av det ursprungliga organiska materialet. Denna fraktion ger därför den mest relevanta åldern. Fraktionen SOL däremot ger information om eventuella föroreningars inverkan.

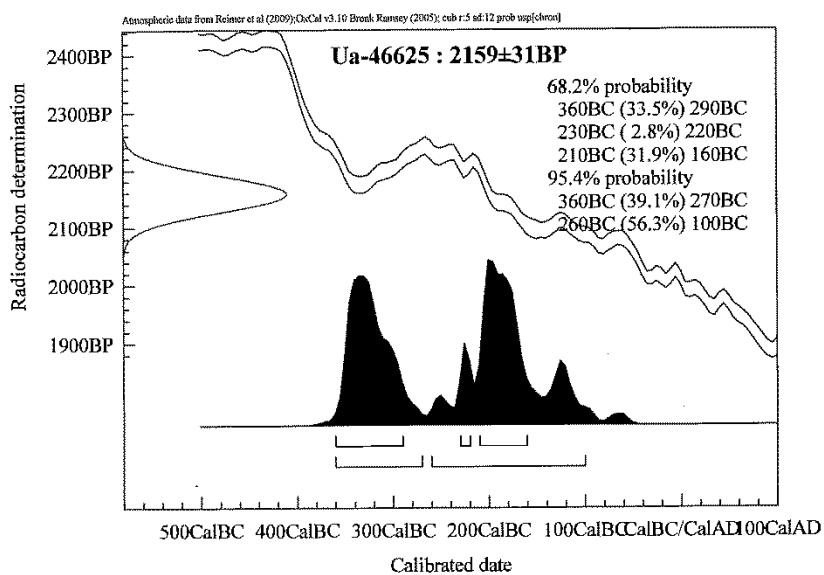
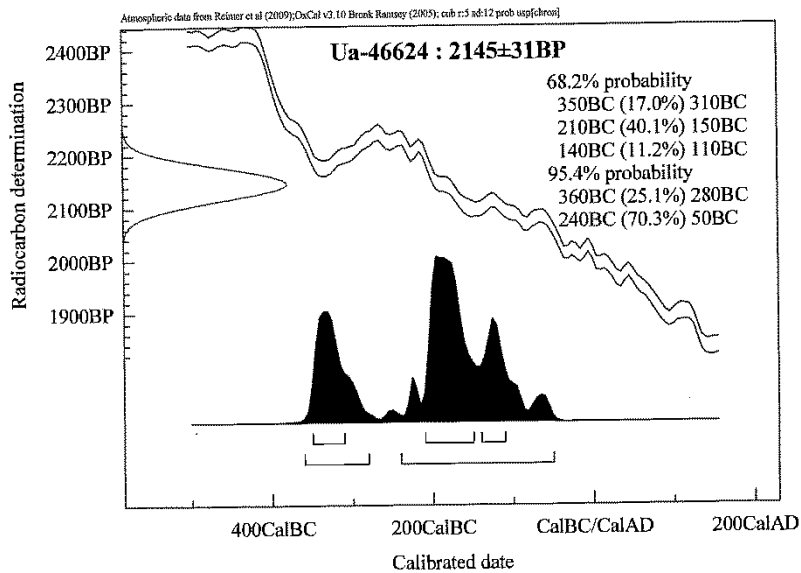
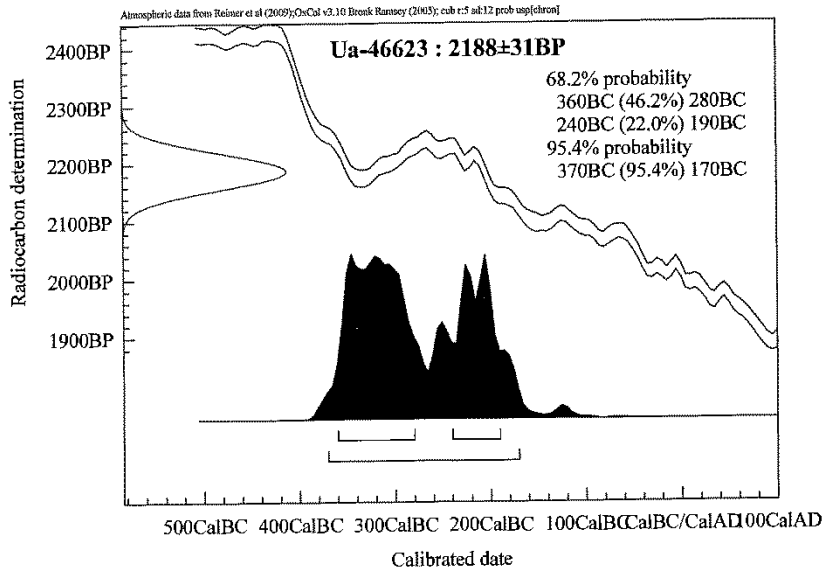
Före acceleratorbestämningen av  $^{14}\text{C}$ -innehållet förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 4, till  $\text{CO}_2$ -gas, som i sin tur konverteras till fast grafit genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

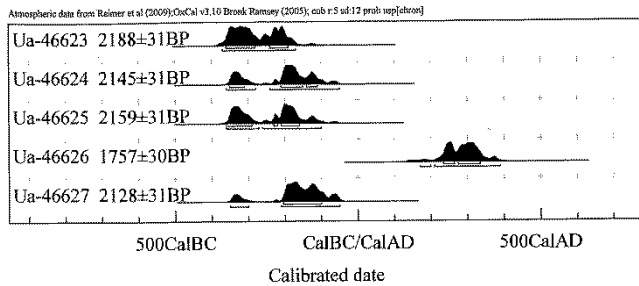
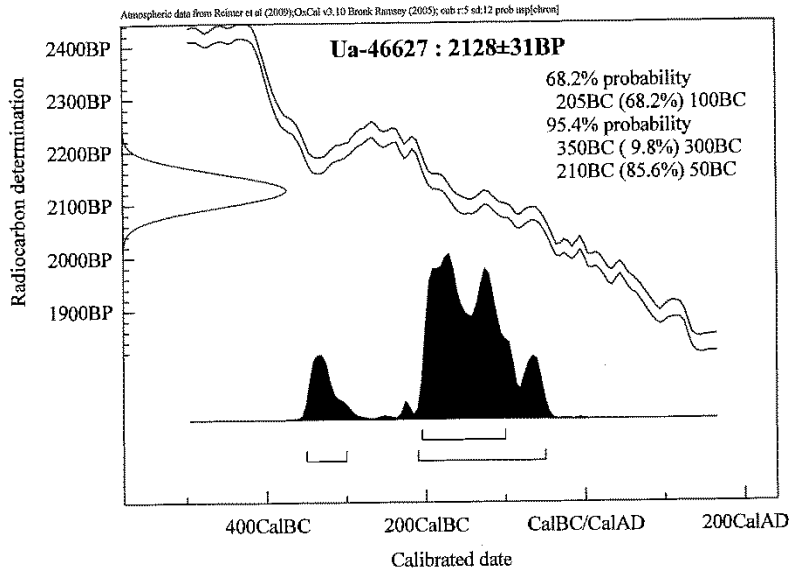
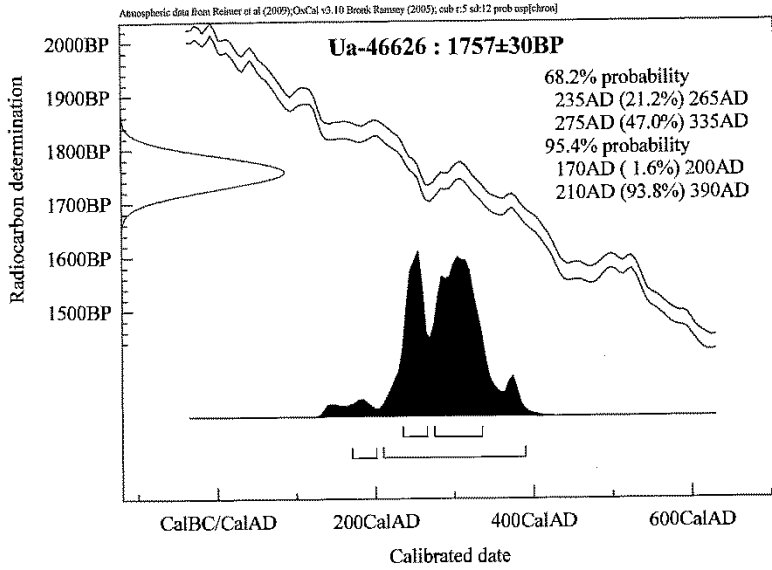
## RESULTAT

Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}\%$ VPDB	$^{14}\text{C}$ age BP
Ua-46623	Skojarbacken 568	-21,9	2 188 ± 31
Ua-46624	Skojarbacken 660	-23,7	2 145 ± 31
Ua-46625	Skojarbacken 966	-23,5	2 159 ± 31
Ua-46626	Skojarbacken 1011	-20,9	1 757 ± 30
Ua-46627	Skojarbacken 1655	-25,5	2 128 ± 31

Med vänlig hälsning

Göran Possnert/ Elisabet Pettersson







UPPSALA  
UNIVERSITET

Uppsala 2014-01-17

Christian Gatti  
Stiftelsen Kulturmiljövård  
Stora gatan 41  
722 12 VÄSTERÅS

Angströmlaboratoriet  
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:  
Angströmlaboratoriet  
Lagerhyddsvägen 1  
Rum 4143

Postadress:  
Box 529  
751 20 Uppsala

Telefon:  
018 - 471 30 59

Telefax:  
018 - 55 57 36

Hemsida:  
<http://www.angstrom.uu.se>

E-post:  
[Goran.Possnert@Angstrom.uu.se](mailto:Goran.Possnert@Angstrom.uu.se)

### Resultat av $^{14}\text{C}$ datering av träkol från Skojarbacken, Irsta socken, Västmanland.

Förbehandling av träkol och liknande material:

1. Synliga rottrådar borttages.
2. 1 % HCl tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten) (karbonat bort).
3. 1 % NaOH tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten). Löslig fraktion fälls genom tillsättning av konc. HCl. Fällningen som till största delen består av humusmaterial, tvättas, torkas och benämns fraktion SOL. Olöslig del, som benämns INS, består främst av det ursprungliga organiska materialet. Denna fraktion ger därför den mest relevanta åldern. Fraktionen SOL däremot ger information om eventuella föroreningars inverkan.

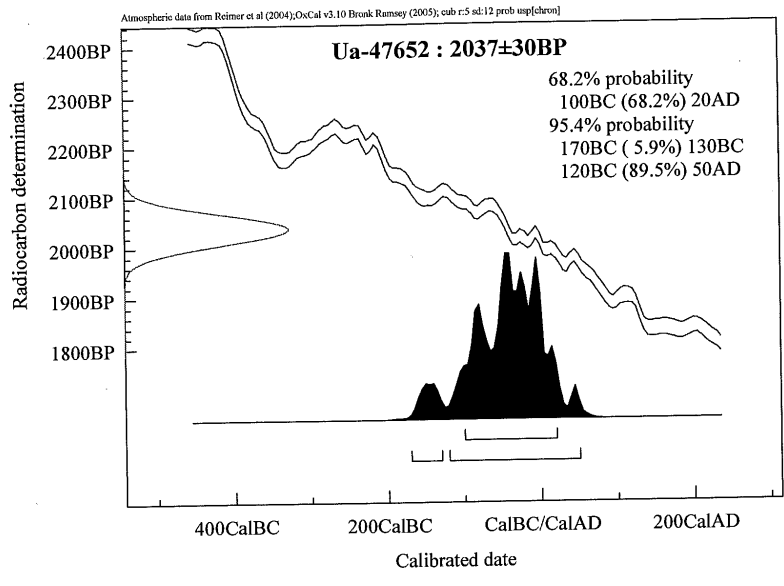
Före acceleratorbestämningen av  $^{14}\text{C}$ -innehållet förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 4, till  $\text{CO}_2$ -gas, som i sin tur konverteras till fast grafit genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

### RESULTAT

Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}\text{‰ VPDB}$	$^{14}\text{C}$ age BP
Ua-47652	A723	-26,2	2 037 ± 30

Med vänlig hälsning

Göran Possnert/ Elisabet Pettersson



# Bilaga 12. UV GAL rapport, gearkeologisk undersökning



UV GAL RAPPORT 2014:04

GEOARKEOLOGISK UNDERSÖKNING

## Blästbruk vid Skojarbacken

Geoarkeologisk undersökning av slagg och teknisk keramik från en blästplats vid Skojarbacken

Västmanland, Irsta socken, Limsta 1:1, fornlämning Irsta 444:1

Dnr 424-03556-2012

*Svante Forenius och Lena Grandin*







UV GAL RAPPORT 2014:04

GEOARKEOLOGISK UNDERSÖKNING

## Blästbruk vid Skojarbacken

Geoarkeologisk undersökning av slagg och teknisk keramik  
från en blästplats vid Skojarbacken

Västmanland, Irsta socken, Limsta 1:1, fornlämning Irsta 444:1

Dnr 424-03556-2012

*Svante Forenius och Lena Grandin*

Riksantikvarieämbetet,  
arkeologiska uppdragsverksamheten (UV GAL)  
Hållnäsgränd 11  
752 28 Uppsala  
Tel.: 010-480 00 00

e-post: [uvgal@raa.se](mailto:uvgal@raa.se)  
e-post: [fornamn.efternamn@raa.se](mailto:fornamn.efternamn@raa.se)  
[www.arkeologiuv.se](http://www.arkeologiuv.se)

© 2014 Riksantikvarieämbetet  
UV GAL Rapport 2014:04  
ISSN 1654-7950

*Bildredigering* Svante Forenius och Lena Grandin

*Layout* Svante Forenius

*Omslag*

Framsida: Blästugnen vid Skojarbacken och den största slaggbiten från ugnen. Foto: GAL.

*Tryck/utskrift*: Uppsala 2014.

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	5
<b>Abstract</b>	6
<b>Inledning</b>	7
<b>Undersökningens förutsättningar</b>	7
<b>Metod</b>	7
Material	7
Provtagning för vedartsanalys och <sup>14</sup> C-analys	8
Granskning av slagger	8
Provtagning slagger och järn	8
Analyser	9
Petrografisk analys av slagg och järn i mikroskop	9
Totalkemi slagger	10
<b>Resultat</b>	11
Analysresultat	11
Slagg nr 5	11
Slagg nr 6	13
Slagg nr 7	13
Järn ur slagg nr 2	16
Slaggernas kemiska sammansättning	16
Vedartsanalys	22
<sup>14</sup> C-analys	22
<b>Diskussion och tolkning</b>	22
Järnhantering i Mälardalen och Bergslagen	23
Blästugnar/ Ugnstyper	24
Järnhanteringen vid Skojarbacken	25
Blästugnen	25
Slagg	28
<b>Slutord</b>	32
<b>Referenser</b>	34
<b>Administrativa uppgifter</b>	36
<b>Bilagor</b>	37
Bilaga 1. Vedartsanalys. Protokoll	37
<b>Figurförteckning</b>	41
<b>Tabellförteckning</b>	41



## Sammanfattning

Geoarkeologiskt Laboratorium (GAL) har utfört en arkeometallurgisk undersökning på slagg och teknisk keramik från en blästplats, daterad till äldre järnålder, vid Skojarbacken i Irsta socken, Västmanland. Samtliga slagger härrör från järnhanteringens första processled. Blästugnen som använts var en stenramsugn – en typ av schaktugn med underliggande grop för slagguppsamling. Materialet omfattar bottenlagg som samlats nederst i ugnen samt trögflytande slaggsträngar, s.k. stearinslagger, som runnit ned i slagggropen och stelnat utan ha samlats till större klumpar. De analyserade slaggerna är i det närmaste identiska, men överensstämmer inte med slagger från närliggande områden eller omgivande landskap. Inte heller de fåtal malmer som finns analyserade från närliggande områden kan pekats ut som använd. Sannolikt har man använt en limonitisk malm, dvs. en sjö- eller myrsmalm. Processen i ugnen förefaller att ha fungerat väl med tanke på att slaggernas totala järnhalt inte är anmärkningsvärt hög. Flera av de undersökta slaggerna har tydliga avtryck av ved. Vedens funktion har sannolikt varit att dels hindra ugnens beskickning från att rasa ned i ett tomt rum, dels underlätta slaggens separation från järnet. De hålrum veden skapade genom slaggen bör ha underlättat arbetet att bryta upp bottenlaggen i mindre stycken vid rensning av ugnen. Den tekniska keramiken består dels av infodring från slagguppsamlingsgropen, dels av bitar från ugnsschaktet. Materialet domineras av tunna, släta skivformade bitar, som bör ha tjänat som infodring i slagggropen. Från en högre ugnsnivå kommer bitar, som består av helt eller delvis smält/förglasad lera. De hårdast brända bitarna härstammar sannolikt från området runt blästerhålet. Det finns inga bitar som visar på att infodringen i slagguppsamlingsgropen eller ugnsväggarna reparerats och heller inga tecken på att flätverk av vidjor ingått i ugnskonstruktionen. Ett fåtal bitar har avtryck som tyder på att leran, åtminstone i delar av ugnen, kan ha magrats med växtmaterial.

## **Abstract**

On commission by Christian Gatti, Stiftelsen Kulturmiljövård in Västerås, Geoarchaeological Laboratory (GAL) has made an archaeometallurgic analysis on slag samples. During an archaeological excavation of a settlement site, Irsta 444:1, at Skojarbacken, Irsta parish, in the southern part of Västmanland county, slag and remains of a slag pit to a bloomery furnace were found. Charcoal from the bottom of the furnace has been radiocarbon dated to late Pre-Roman Iron Age or early Roman Iron Age. The furnace was a type of shaft furnaces with an underlying slag pit surrounded by a frame of stone slabs with clay lining on the sides of the pit. As there are no known ore deposit in this part of the county the discovery of the furnace was unexpected. The three analysed slag samples from the reduction process were almost identical in the chemical composition but did not correspond to other slags from the nearby region. Probably limonite ore from a bog or lake was used. The process seems to have been successful considering that the total iron content in the analysed slags is not remarkably high.



## Inledning

På uppdrag av Christian Gatti, Stiftelsen Kulturmiljövård (KM), Västerås har Geoarkeologiskt Laboratorium (GAL), vid Riksantikvarieämbetet, Arkeologiska uppdragsverksamheten utfört en arkeometallurgisk undersökning av material från fornlämning Irsta 444:1, Irsta socken, Västerås kommun, Västmanland. Platsen, Skojarbacken, undersöktes av KM hösten 2012. Svante Forenius, GAL, deltog i fältarbetet under en arbetsdag (2012-11-08) och besökte platsen vid ytterligare ett tillfälle (2012-11-16). Det undersökta området utgjordes av en aktivitetsyta med härdar och lämningar efter en mer specifik verksamhet – blästbruk. Dateringarna från platsen spänner över perioden förromersk–romersk järnålder med en tyngdpunkt i den äldre delen. Det material som lämnats till GAL för okulär granskning, datering och analys omfattar slagg och teknisk keramik kopplad till blästbruk.

## Undersökningens förutsättningar

Vid en arkeologisk undersökning av fornlämning Irsta 444:1, som Stiftelsen Kulturmiljövård genomförde hösten 2012 påträffades slagg som bedömdes härröra från blästbruk. GAL besökte utgrävningsplatsen vid ett tillfälle och kunde då inom det slaggförande området peka ut den sannolika platsen för en blästugn. Vid den fortsatta utgrävningen framkom rester av en blästugn av typen schaktugn med underliggande grop för slagguppsamling. Det som återstod var slaggropen med slaggen från den sista körningen till stora delar liggande kvar. Det material som ingår i uppdraget består främst av slagg från reduktionsprocessen. En mindre andel utgörs av bränd lera (teknisk keramik) från ugnskonstruktionen.

## Metod

I uppdraget ingår att karaktärisera och datera järnhanteringen vid Skojarbacken. Prover för <sup>14</sup>C-analys har plockats ur tre slaggar från blästugnen. De prover som tagits var dels kol som hamnat på slaggens yta medan den ännu var flytande, dels kol som fanns inne i slaggerna och som framkom när slaggerna delades.

## Material

Flera slaggstycken från materialet som tillvaratagits i slagguppsamlingsgropen granskades och delades för att göra urval för undersökning i mikroskop och kemiska analyser. Slaggmaterialet är överlag enhetligt även om mindre variationer förekommer. Dessa återfinns såväl inom slaggfragment som mellan dem och rör främst yttre former och förekomst av hålrum där täta slaggområden förekommer växelvis med mer porösa delar. Längs det som är slagguppsamlingsgropens ytterkanter kan flera tunnare slaggsträngar urskiljas där slaggen har stelnat tämligen hastigt, jämfört med slagg från mer

centrala delar i slaggruppen där större slaggvolymer har stelnat långsammare. Oavsett om det är större eller mindre slaggvolymer eller om det är tätare eller porösare former, förefaller slaggens sammansättning vara likartad. Slagger för fortsatta analyser valdes därför för att täcka in såväl tätare som porösare delar i samma prov, liksom ytterkanter och mer centrala delar. Slaggen som valdes för analys har provnummer 4–6.

I ett fåtal slagger som delades kunde inneslutningar av metalliskt järn observeras. Överlag är dock förekomsten av metalliskt järn låg, vilket förväntas i denna typ av slagger. Från en slag (nr 2, ur vilken kolprov togs för vedarts- och  $^{14}\text{C}$ -analys), provtogs en ca 10 mm stor järnneslutning för metallografisk analys för att undersöka järnets sammansättning.

### Provtagning för vedartsanalys och $^{14}\text{C}$ -analys

Prover för vedartsanalys och  $^{14}\text{C}$ -analys har tagits ur delade slagger som påträffades i blästugnen.

### Granskning av slagger

Slaggen har granskats okulärt med avseende på morfologi: bottenlagger; stearinslagger, slaggstycken med eller utan begränsningsytor. Även olika typer av avtryck efter träkol (bränsle) och ved (slaggvaskiljare) har granskats.

### Provtagning slagger och järn

Slagg från järnframställning provtas för kemisk analys genom att ett avsågat stycke skickas till ett kemilaboratorium (ALS i Luleå) medan smidesslagg endast i undantagsfall analyseras kemiskt. Slaggen undersöks även i mikroskop (tunnslip) för att exakt se vad som analyserats kemiskt och hur den är uppbyggd (se separat beskrivning).

Tunnslip tillverkas (externt av MINOPREP i Hunnebostrand) av en bortsågad skiva av slaggen som limmas på ett objektglas och slipas/poleras ned till ett mikroskopiskt tunt prov (ca 0,03 mm). Sågsnittet placeras och orienteras vanligen så att tunnslipet kommer att innehålla både slaggens yta samt dess inre så att alla ingående delar representeras.

Syftet med analysen är bland annat att få kännedom om slaggenas kemiska sammansättning vilken antyder vilken malm som har använts. Malmen har i sin tur fått sin sammansättning från den kemiska signatur som finns i den geologiska miljön där den är bildad. När det gäller reduktionsslagger är det därför viktigt att man analyserar material som är resultat av framställningsprocessen. Det innebär att andra komponenter som bränd lera från eventuella ugnsväggar eller sandigt och grusigt material som smält fast från underlaget inte får ingå. Dessa material har inte aktivt deltagit i processen och har inte heller sitt ursprung i den malm som använts på området. Därför har allt sådant tagits bort i provhanteringen så att endast slagghalten har ingått i proverna som analyseras kemiskt. Motsvarande förbehandling görs för smidesslagger.

Rutinmässigt undersöks kemiskt analyserade slagger också i mikroskop för att exakt veta vad som har analyserats och för att kunna se hur slaggen är uppbyggd. Det är också möjligt att särskilja slagger som stelnat innanför blästugnens väggar från dem som runnit ut och stelnat utanför, s.k. tappslag-ger, samt slagger från smide.

Järnprov gjuts in i en plastpuck som slipas, poleras, etsas och analyseras i mikroskop (se separat beskrivning).

## Analyser

### Petrografisk analys av slagg och järn i mikroskop

Slagg och järn undersökts i mikroskop för att visa hur de är uppbyggda. Utseendet i mikroskala visar bl.a. detaljer om slaggbildning som avslöjar under vilka temperatur- och syreförhållanden som slaggen har stelnat. Detta i sin tur säger något om slaggen har bildats i eller utanför en ugn, eller i en härd, och om processen varit homogen eller heterogen. Även järnets ingående komponenter kan i stor utsträckning identifieras i mikroskopet.

De petrografiska undersökningarna utförs i påfallande (planpolariserat) ljus för att identifiera materialets olika komponenter och texturella drag. Undersökningarna görs i ett Zeiss Axioskop 40A polarisationsmikroskop (upp till 500x förstoring) utrustat med integrerad datoransluten kamera för kontinuerlig digital dokumentation av analyserna.

Slagg består huvudsakligen av mineralen *olivin* och *wüstit* samt av *glas*. Förekommande mineral är *också magnetit*, *leucit*, *hercynit*, *limonit* och ofta finns även en mindre mängd metalliskt järn närvarande. Olivin är ett silikatmineral med den allmänna formeln  $A_2SiO_4$ , där A oftast är järn (s.k. fayalitisk sammansättning) men även mangan, magnesium och kalcium kan förekomma i mindre mängder. Järnoxiden *wüstit*,  $FeO$ , är också ett mycket vanligt inslag i slagger. Om höga koncentrationer av wüstit förekommer är slaggens totala järnhalt vanligtvis också hög. Glas utgör slaggernas ”restsmälta” och kan därför variera kraftigt i sammansättning beroende på vilka mineral som tidigare kristalliserat, slaggernas totalsammansättning och avkylningsförlopp. Järnoxiden *magnetit*,  $Fe_3O_4$ , kan förekomma i stället för wüstit om temperatur och/eller syretryck är tillräckligt högt och ibland förekommer ännu mer oxiderade järnfaser som *hematit/maghemit* ( $Fe_2O_3$ ) på slaggens yta. Detta innebär att det är möjligt att särskilja slagger som stelnat i eller utanför en ugn (bottenslagg eller tappslagg) eller avgöra om det är smidesslagger. Höga aluminiumhalter i kombination med höga kaliumhalter återfinns i mineralet *leucit*,  $KAlSi_3O_8$ , som i vissa slagger kan förekomma i stället för den vanligare glasfasen. Mineralens kornstorlekar är också betydelsefulla där finkorniga slagger visar snabb avkylning och grovkorniga långsam avkylning. Det senare visar vanligen på avsvälning inne i blästugnen.

Järnprov poleras och undersöks först med avseende på eventuellt slagginnehåll, därefter etsas järnet med 2 % nitallösning. Denna påverkar metallen olika beroende på sammansättning och metoden används bl.a. för att bedöma kolinnehåll i järn; om det är ett mjukt kolfritt järn, stål (med upp

till 2 kol) eller gjutjärn, som innehåller över 2 % kol. Termer som används för att beskriva järn inkluderar *ferrit* som är det mjuka (rena) järnet utan kol, *cementit* som är en förening av järn och kol ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ), och *perlit* som är en struktur (textur) uppbyggd av lameller med omväxlande ferrit och cementit. I grått gjutjärn finns även bl.a. *grafitlameller* eller *grafitfjäll* som är tunna skivor av rent kol. En struktur som kan bildas vid avsvälning i vitt gjutjärn är *ledeburit*, som består av en blandning av cementit och perlit. Generellt medför en större mängd perlit en högre kolhalt och ett hårdare järn. Innehåll av bl.a. fosfor och nitridnålar i järnet kan också observeras i mikroskopet.

Det är också möjligt att se hur järnet har bearbetats t.ex. om olika stycken har sammanfogats. En sådan vällning skapar ibland en söm, eller en fog som syns som en avvikande linje i provet och ibland också kantas av slagg. Man kan också urskilja olika värmebehandlingar som härdning, dvs. en upphettning med påföljande snabb avkylning i t.ex. vatten. Den bildade strukturen kallas *martensit*. Ett härdat stål kan också anlöpas, för att minska sprödheten och martensiten omformas. Uppvärmning i form av glödgning, utan snabb avkylning, kan även ses i form av cementit som antagit rundare former, så kallad sfäroidisering.

### **Totalkemi slagger**

Totalkemiska analyser av slagger och malmer utförs hos ALS Scandinavia, Luleå. Använda analysmetoder är ICP-AES\* för huvudämnen och ICP-QMS\*\* för spårämnen. Totalt analyseras 43 ämnen i varje prov. Hela resultatet presenteras i tabell 1 där huvudämnen anges som oxider och övriga som rena ämnen, även om dessa förekommer i mer komplexa former.

Syftet med kemiska analyser av slagger och malmer är att få kännedom om ingående huvudämnen t.ex. järn och kisel, men också ämnen som förekommer i lägre halt eller bara som spårämnen.

I all slagg från järnframställning (reduktionsslagg) och smide dominerar järn och kisel och halterna är ett generellt mått på hur processen fungerat; lägre järnhalt innebär bättre utvinning ur malmen. När det gäller smidesslagg (sekundärsmide) är hög järnhalt ett tecken på att metalliskt järn tillkommit till slaggen under smidet, medan hög kiselhalt kan betyda tillsättning av vällsand (kvarts, Si-rik).

När det gäller malm är syftet med den totalkemiska analysen bl.a. att fastställa järninnehållet, vilket avgör materialets kvalité som malm (en god malm ska ha så högt järninnehåll som möjligt), men också innehållet av andra ämnen, t.ex. mangan, fosfor och flera spårämnen, vilka kan indikera malmens ursprung. Om en malm innehåller exempelvis mangan (Mn), vilket är vanligt i sjö-, myrmalm och rödjord (dvs. limonitmalmer), så koncentreras denna i slaggen under järnframställningen medan endast små mängder följer med till järnet, vilket leder till att smidesslagg (som huvudsakligen har sitt ursprung i järnet och vällsanden) knappast kan ha signifikanta mängder mangan. Dock kan slagg från järnframställning också ha mycket låga manganhalter om malmen från början varit manganfattig.

Kalium (K) i slaggen kan komma från bränslet (träkol) men också från lera i infodringen. Den senare kan även bidra med aluminium (Al).

Slagg från primärsmide har huvudsakligen en sammansättning som motsvarar den hos reduktionsslag.

\* Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy

\*\* Inductively Coupled Plasma Quadruple Mass Spectrometry

## Resultat

Den undersökta blästugnen har varit en schaktugn med underliggande grop för slagguppsamling. Gropen var runt om stabiliserad med flata stenar resta på hökant, av fotografier att döma troligen åtminstone delvis av glimmerskiffer. På insidan av stenarna fanns rester av lerinfodring kvar. Hela konstruktionen stod i en grävd grop i morän med påförd sand längs kanterna. Mot nordöst begränsades gropen av en berghäll.

Bland de inlämnade bitarna av teknisk keramik finns olika hårt brända tunna skivformade bitar. Form och bränningsgrad tyder på att dessa kommer från slagguppsamlingsgropens infodring. Dessutom förekommer grövre, delvis hårdare brända bitar som sannolikt haft en högre placering, uppe i schaktets väggar, där temperaturen varit betydligt högre. De delar av ugnsväggarna som funnits närmast blästerhålet har utsatts för högst temperatur.

Slaggerna uppvisar många olika yttre former. Flera bitar med oregelbundna yta har hålrum och avtryck av ved, som bör ha med slaggens avskiljande från det tillverkade järnet att göra. Vidare finns avtryck av det träkol som användes som bränsle i reduktionsprocessen. Ett av de största styckena från den ursprungligen sammanhängande bottenslaggen i ugnen uppvisar en drygt 0,3 m lång och ca 0,1 m hög sida som stelnat mot slagguppsamlingsgropens vägg. Stycket har byggts upp av flera olika slaggflöden som mot väggen samlats till en tät slagg. Kurvaturen på avtrycket av väggen tyder på att slagguppsamlingsgropen inte varit helt rund utan att väggen i ett parti, troligen ut mot ugnens öppna sida, haft en mindre skarp krökning. På en del slaggstycken finns fastsmält bränd lera som släppt från slagguppsamlingsgropens infodring. Både i och utanför ugnen påträffades smala stearinliknande strängar av slagg som stelnat innan de hunnit rinna ned till och förena sig med den stora bottenslaggen.

## Analysresultat

### Slagg nr 5

Slaggen är uppbyggd av flera små stearinformade slaggsträngar som längs en sida har stelnat mot en yttre begränsning, en tämligen plan vägg, där varje stearinsträng tydligt kan urskiljas (fig. 1). På motsatt sida är slaggen mer oregelbundet formad och enskilda strängar svårare att urskilja. Vi delning av slaggen framträder en tät slagg, dvs. med liten porositet, främst nära väggytan där slaggen har stelnat tämligen fort. Bort från väggen ökar porstorleken och här finns också ett fåtal inneslutna kolstycken. I hela den delade ytan förefaller dock slaggen vara homogen i sin sammansättning.



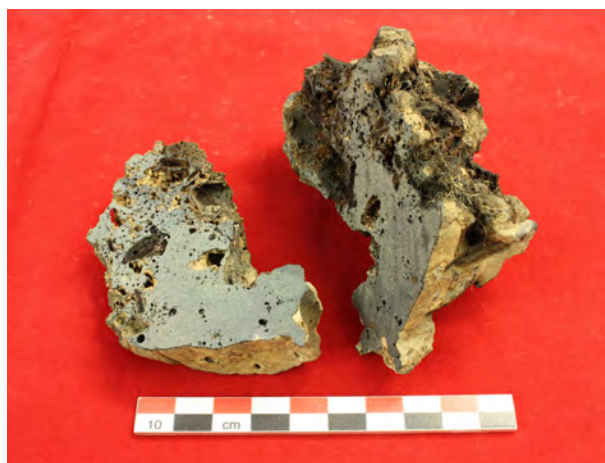


Fig. 1. Slagg nr 5, delad.

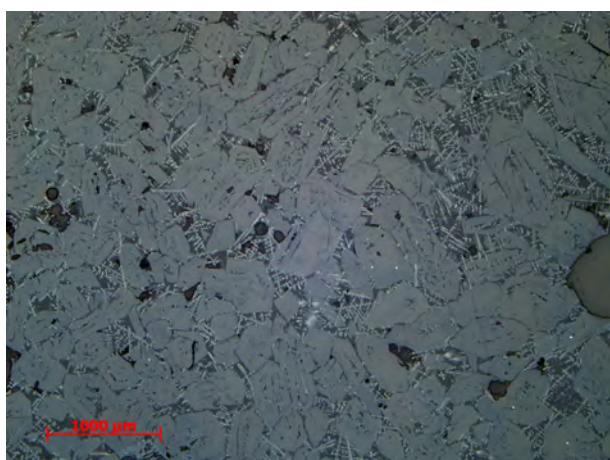


Fig. 2. Foto från mikroskopet på slagg nr 5. Bilden visar ett utsnitt av den större, homogena och tämligen grovkorniga, slaggvolym som överväger i provet. Slaggen domineras av olivin (ljus grå) med wüstit (ljus) och glas (mörkare grå) i mindre mängd. Oregelbundet runda grå ytor är hålrum.



Fig. 4. Foto från mikroskopet på slagg nr 5. Mitt i bilden finns ett inneslutet kolstycke, kantat av en tunn ljus strimma (se nästa figur).

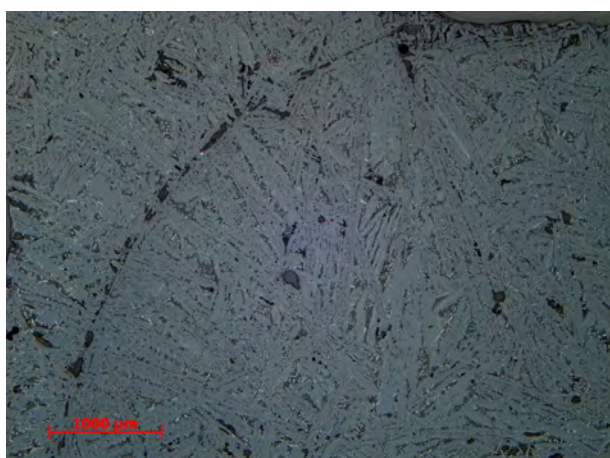


Fig. 3. Foto från mikroskopet på slagg nr 5. Bilden visar den bågformade kontakten mellan ett undre och ett övre slaggflöde. Båda slaggflödena är något finkornigare än i slaggen i föregående figur, men innehåller samma faser.

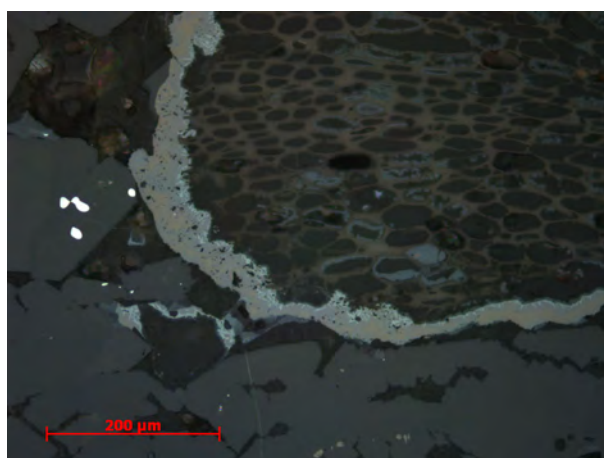


Fig. 5. Detalj ur föregående figur på ett inneslutet kolstycke. Den ljusa strimman utgörs av flera järnoxider. Till vänster framträder ett antal små vita droppar av metalliskt järn mot en mörkare bakgrund av olivin.

I mikroskop framträder en homogen slagg. Merparten av provet domineras av en större slaggvolym som är tämligen grovkornig (fig. 2). Mot den okulärt noterade ytterkanten avtar kornstorleken något och kontakter mot tunnare slaggsträngar kan observeras (fig. 3). Dessa är generellt något finkornigare än den dominerande delen, men inte så finkorniga som slagger som har stelnat hastigt utanför en ugn är. Här rör det sig om avsvälning inne i ugnens slagguppsamlingsutrymme. Slaggen domineras av olivin med mindre mängder dendritisk wüstit och en glasfas, vilken lokalt förekommer tillsammans med leucit. Hercynit förekommer i liten mängd, främst i anslutning till wüstit i oregelbundna former men ställvis även som tydliga kristaller. I de centrala delarna är olivinkristallerna jämnstora i alla riktningar medan de mot ytterkanterna blir mer lamellformade och långsmala. Metalliskt järn förekommer sporadiskt som små droppar. Längs kontaktytan mellan ett större inneslutet kolstycke (fig. 4), och runt hålrum, troligen efter kolstycken, finns tunna strimmor av järnoxid(er) (fig. 5) och lokalt även metalliskt järn, vilket tyder på en lokal reducering till metall i kolets närhet.

Slaggens utseende är karaktäristiskt för slagger som har stelnat i underliggande slagguppsamlingsutrymmen i en blästugn.

#### **Slagg nr 6**

Slagg nr 6 från slagguppsamlingsgropen är mestadels oregelbundet formad, där ytterkanterna uppvisar en trögfluten yta, men ställvis kan tunnare stearinformade slaggsträngar urskiljas (fig. 6.). På slaggens yta finns ca 50x 50 mm breda avtryck av ved.

Den delade slaggen är mestadels småporig till tät men ett fåtal större porer kan också urskiljas. Hela snittytan förefaller vara homogen i sin sammansättning.

I mikroskop framträder en slagg som är homogen i sammansättning i hela det undersökta tunnslipet (fig. 7.). Slaggen domineras av olivin med dendritisk wüstit och en glasfas i mindre mängder. Lokalt finns också leucit tillsammans med glasfasen och hercynit (fig. 8.) i anslutning till wüstit. Metalliskt järn förekommer sporadiskt som små droppar. Kornform och storlek varierar dock något från grövre i mer centrala delar av slaggen till något finkornigare och mot slaggens ytterkant (fig. 7.). Även olivinernas form ändras till mer långsmala lamelliknande former nära kanten. Längs en del större hålrum finns tunna strimmor av järnoxid(er).

Slaggens utseende är karaktäristiskt för slagger som har stelnat i underliggande slagguppsamlingsutrymmen i en blästugn.

#### **Slagg nr 7**

Slagg nr 7 har ett oregelbundet yttre, utan tydliga begränsningsytor mot vägg eller underlag. Däremot finns ca 45x35 mm stora vedavtryck på tre sidor. Dessa visar att ved har legat tätt åtminstone i en del av slagguppsamlingsgropen. Stearinformade slaggsträngar förekommer men mestadels förefaller större slaggolymer ha bildats.

I delat tvärsnitt framträder en mestadels småporig slagg med homogen uppbyggnad (fig. 9.).





Fig. 6. Slagg nr 6, delad.

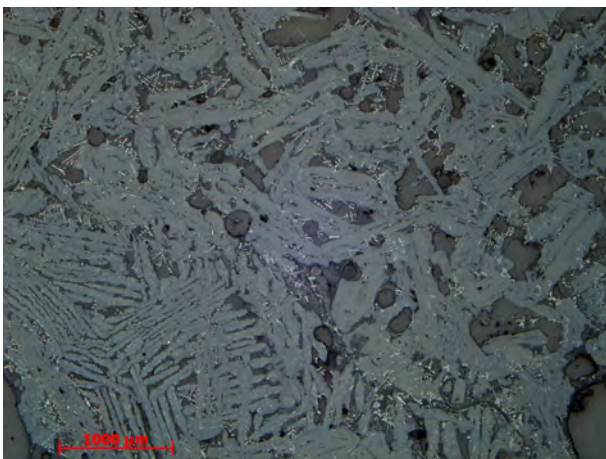


Fig. 7. Foto från mikroskopet av slagg nr 6. Översikt som visar variation i kornformer från mindre och tunnare i nedre vänstra hörnet till grövre uppåt och till höger. Denna diffusa skillnad markerar kontakten mellan två olika slaggflöden. Båda flödena innehåller olivin (ljus grå), wüstit (ljus) och en glasfas (mörkt grå). Oregelbundet runda grå ytor är hålrum.

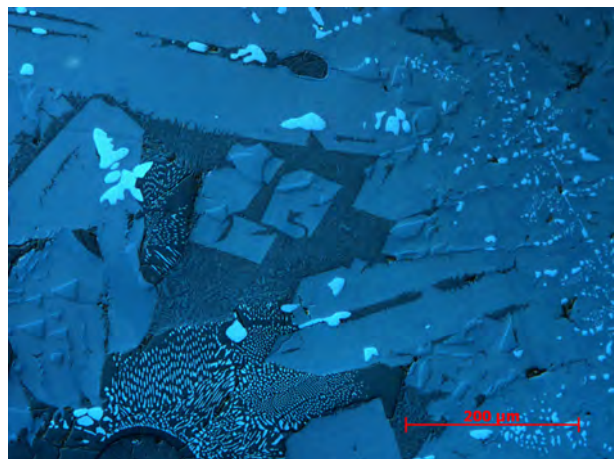


Fig. 8. Foto från mikroskopet av slagg nr 6. Bilden är manipulerad för att få en topografisk effekt. Med hjälp av topografiska skillnader kan man i den ljus grå olivinen, som dominerar, urskilja en likaledes ljus grå hercynit (pilformade kristaller till vänster och mer oregelbundna former centralt och till höger). Nederst i bilden finns den ljusa wüstiten tillsammans med mörkt grå leucit och ovanför den en gråspräcklig glasfas.

I mikroskop framträder fler slaggsträngar än vad som kan ses okulärt. Kontaktytorna mellan dem framträder tydligt med hjälp av små skillnader i kornstorlek där ytterkanten på ett äldre slaggflöde är något finkornigare än det angränsande yngre (fig. 10.). I vissa är kornen orienterade med längsta sidan vinkelrätt mot kontaktytan. Dessutom finns en del, marginella men tydligt urskiljbara, variationer i sammansättning mellan de olika slaggflödena. Alla slaggflöden domineras av olivinkristaller, men med något olika former. I alla flöden förekommer också en glasfas i mindre mängd, lokalt tillsammans med leucit. Wüstit förekommer i de flesta flöden, men saknas i några eller förekommer endast i mycket små mängder (fig. 11.). Även hercynit, ett järnoxidmineral med innehåll av aluminium, förekommer i



Fig. 9. Slagg nr 7, delad.

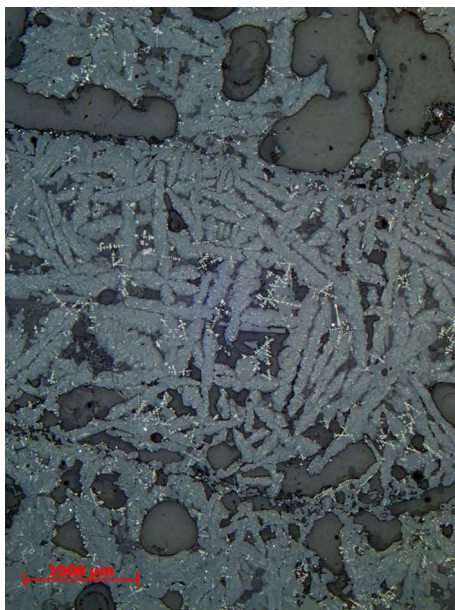


Fig. 10. Foto från mikroskopet på slagg nr 7. Översikt som visar tre separata slaggflöden och kontaktern mellan dem som framträder med hjälp av diffusa skillnader i kornstorlek, kornformer och små variationer i mineralproportioner (jämför även nästa figur).

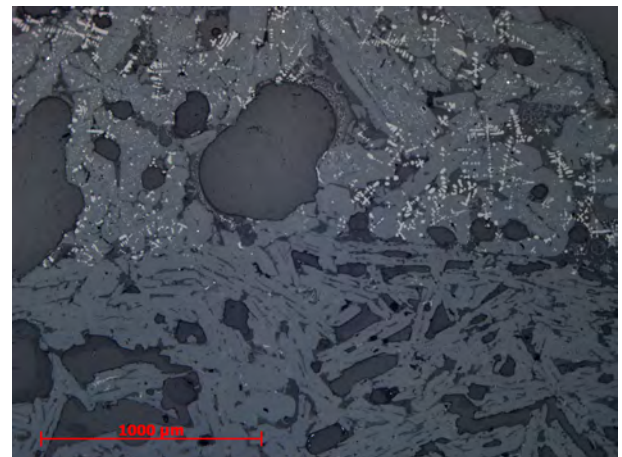


Fig. 11. Foto från mikroskopet på slagg nr 7. Bilden visar kontakten mellan två slaggflöden. Båda flödena domineras av grå olivinkristaller. I mindre mängd finns också en mörkare grå glasfas. I det övre slaggflödet förekommer också wüstit (ljus), men saknas nästan helt i det undre flödet. I det undre flödet kan också små kantiga kristaller av hercynit urskiljas från olvinkristallerna (något ljusare än olivin).

slaggen, främst i de flöden där wüstit är mindre vanlig, men även i de andra. Det innebär att proportionerna mellan de förekommande faserna varierar genom slaggen. I de flesta slaggflödena finns också metalliskt järn sporadiskt i form av små droppar.

Denna slagg är ett tydligt exempel på den slaggtyp som dominerar det undersökta slaggmaterialet, dvs. den åskådliggör hur flera små slaggflöden, eller slaggsträngar bildas successivt i ugnen och rinner ner mot botten och slagguppsamlingsutrymmet. Slaggflödena kan variera något i sammansättning beroende på små variationer i processen. Strängarna hinner stelna delvis innan påföljande strängar bygger upp en större slaggvolymer som med blotta ögat kan se homogen ut och som också kan bilda större homogena volymer

om slaggen är så varm att den inte hunnit stelna mellan varje slaggsträng. Störst avkylning kan man se effekten av i botten eller längs kanterna, medan mer centrala delar av slaggen har stelnat långsammare. De små skillnader som finns i sammansättning återspeglas också i endast små variationer i slaggernas kemiska sammansättning som behandlas utförligt på annan plats i denna rapport.

### **Järn ur slagg nr 2**

I mikroskopet framträder en metallisk yta med flera hålrum. Slagginneslutningar saknas dock. Texturen är tämligen homogen med tämligen riklig förekomst av grafitlameller.

Järnet är ett gjutjärn, dvs. ett järn med en hög kolhalt. Denna typ av järn bildas normalt inte i en blästugn. Denna lilla järnneslutning är dock sannolikt bildad i slagguppsamlingsgropen, dvs. under den nivå där järnluppen, eller järnsmältan, har bildats. Gjutjärnet har sannolikt bildats tämligen sent i processen och i nära anslutning till de kolstycken som har lämnat rikliga avtryck i slaggruppen. Dessa kolstycken har skapat en reducerande miljö i gropen vilken har medfört att järnet, lokalt, har kunnat ta upp mycket kol. Liknande företeelse har också observerats i flera av slaggerna där inneslutna kolstycken har en tunn strimma av järnoxider, och ställvis järn, i kontakt med slaggen (se till exempel slagg nr 5). Det påträffade gjutjärnet, från slagguppsamlingsutrymmet, bör följaktligen i detta fall inte representera det järn som har tillverkats i ugnen i större skala.

### **Slaggernas kemiska sammansättning**

Resultaten från de totalkemiska analyserna av slaggerna återges i sin helhet i tabellform (tabell 1). Huvudämnen presenteras som oxider i viktprocent medan spårämnen presenteras som element i mg/kg. För att jämföra halterna av de ämnen som förekommer har ett urval av diagram också gjorts där huvud- och/eller spårämnen jämförs parvis.

### ***Slaggernas geokemi i allmänhet***

Bland huvudämnena är det vanligen järn och kisel som förekommer i högst halter (tabell 1) i slaggen från järnframställning i blästugn. Dessa ämnen utgör i stora drag ett indirekt mått på järnframställningens effektivitet och teoretiskt resulterar detta generellt i en högre halt av kisel i slaggen ju mer järn som har utvunnits som metall för en och samma järnhalt i en malm. Andra huvudelement, t.ex. aluminium, kalcium och kalium kan förekomma såväl i malmer som i ugnsväggar och bränsle och bidra med komponenter till slaggen. Bidraget från annat än malm bedöms ofta som marginellt men ska inte underskattas. Andra ämnen som dock kan vara betydligt intressantare att knyta till malmen är t.ex. mangan, fosfor, titan och magnesium. De kan förekomma från någon tiondels viktprocent upp till några procent, eller som för mangan till och med tiotals viktprocent (som MnO). Fosfor är också ett ämne som är vanligt förekommande i malmer och ett hjälpmedel för att särskilja olika malmområden. Fosfor har också en effekt, mestadels positiv, på det tillverkade järnet genom att bidra till både ett hårdare och segare järn



än det fosforfria järnet. Fosfor fördelar sig under framställningsprocessen mellan metall och slagg varför en förhöjd fosforhalt i slaggen delvis signalerar att fosforjärn kan ha tillverkats.

Ämnen som förekommer i betydligt lägre halter, s.k. spårämnen (nedre delen av tabell 1) kan vara av betydelse för att jämföra slagger med varandra och malmer för att se om det finns ett gemensamt ursprung, och om detta kan kopplas till någon specifik geologisk/geografisk miljö. Bland dessa finns t.ex. barium (Ba) som ofta är korrelerat med manganinnehåll. Andra ämnen som kan vara viktiga att jämföra är nickel (Ni), vanadin (V), kobolt (Co) och krom (Cr), liksom gruppen sällsynta jordartsmetaller (Rare Earth Elements – REE).

### **Resultat**

De tre analyserade slaggerna domineras, som förväntat, av järn (68–72 % presenterat i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) och kisel (25–27 %  $\text{SiO}_2$ ), vilket är vanligt för slagger från blästugn (fig. 12.). Järnhalten kan vid en närmare anblick förefalla hög, eftersom det är järnet som ska utvinnas från malmen, men slagger från blästugnar har vanligtvis järnhalter på denna nivå, lokalt även ännu högre. Att järnhalten inte är anmärkningsvärt hög kan också ses i slaggens mineralsammansättning (se de detaljerade slaggbeskrivningarna) där olivin (med både järn och kisel) är betydligt vanligare än den järnrikare wüstiten.

Alla tre slagger är tämligen lika i sin sammansättning vilket också ses i förekomsten av mangan (storleksordningen 2,5 %  $\text{MnO}$ ), som huvudsakligen kan knytas till malmen. Även halterna av aluminium (ca 4,5 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), kalcium (drygt 1 %  $\text{CaO}$ ), kalium (ca 1 %  $\text{K}_2\text{O}$ ) och fosfor (knappt 0,5 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) är mycket likartade i de tre slaggerna. Oavsett i vilken omfattning som dessa kommer från malmen, ugnsväggen eller bränslet så har det skett mycket likartat inom en och samma körning. Vad gäller spårämnen (nedre delen av tabell 1) är halterna av dessa också mycket likartade.

De analyserade slaggerna är valda dels från vägnära delar i slagguppsamlingsgropen (nr 5), dels från vad som bedöms vara mer centrala delar (nr 6 och 7) och skulle teoretiskt kunna ha bildats under olika tidpunkter under en och samma körning eftersom slaggen bildas kontinuerligt och rinner ner i gropen i mindre eller större slaggsträngar. De tre analyserade slaggerna, med stora kemiska likheter, antyder följaktligen att malmen bör ha varit tämligen homogen i sin sammansättning i hela uppsättningen. Någon malm kunde dock enligt uppdragsgivaren inte observeras på platsen.

En jämförelse kan också göras med slagger (reduktionsslagger från blästugn) som finns i GAL:s analysdatabas där såväl huvud- som spårämnen är analyserade. Mest intressant är att jämföra med slagger från geografiskt närliggande lokaler, likaväl som slagger med motsvarande datering. Från Västmanland är dock materialet relativt litet. Härifrån finns främst slagger från järnframställningsområdet Röda Jorden, i Skinnskattebergs och Ramsbergs socknar, flera mil åt nordväst. Dessa slagger, från äldre järnålder, är tämligen homogena som grupp, även om en del variationer finns (Grandin *et al* 2000). Som grupp skiljer de sig från slaggerna från Skojarbacken, t.ex. med lägre innehåll av såväl mangan som fosfor bland huvudämnena

(fig. 13). Bland några av spårämnen kan vi notera att slaggerna från Röda Jordan generellt också har lägre halter av vanadin och krom (fig. 14.) än slaggerna från Skojarbacken, även om något enstaka undantag finns. Bland spårämnen finns också de sällsynta jordartsmetallerna (REE) (se ovan). De tre analyserade slaggerna från blästugnen på Skojarbacken i Irsta har i det närmaste identiska värden för denna grupp av ämnen vilket ytterligare visar homogeniteten på den malm som har använts i ugnen, även om proportionerna mellan några av huvudämnen varierar något. Om man jämför REE-halterna för Skojarbackens slaggar med ett urval av slaggerna från Röda Jordan-området ser vi att de senare visserligen varierar en del men att ingen av dem omfattar de nivåer, eller proportioner, som finns i slaggerna från Skojarbacken (fig. 15.). Från Röda Jordan-området finns även en del malmer – rödjord – analyserade. Inte heller några av dessa uppvisar likheter i REE-innehållet med slaggerna från Skojarbacken. Att det skulle röra sig om malm från så pass långt avstånd är inte heller rimligt, utan resultaten visar snarare att det finns en variation inom landskapet.

Om man utvidgar jämförelsen till omkringliggande landskap ser vi större spridning i halterna av såväl huvud- som spårämnen. Som exempel kan vi notera att det finns en stor sammansättningsvariation i slaggar från såväl Närke som Dalarna – i diagrammen representerade av flera järnframställningsplatser. Några av dessa, bl.a. från Stora Tuna socken i Dalarna, uppvisar likheter i förekomsten av flera spårämnen med slaggerna från Skojarbacken, också inkluderande REE (fig. 15). Dessa resultat betyder dock inte att järnframställningen i Stora Tuna socken och den i Irsta socken är kemiskt besläktad. De illustrerar snarare att likheter kan förekomma även på dessa avstånd.

En järnframställningsplats som ligger närmare den nu undersökta på Skojarbacken är den i Hällby, i Litslena socken öster om Enköping. Platsen är daterad till äldre bronsålder – äldre järnålder. Ett urval av slaggerna från slagguppsamlingsgruppen är analyserade (Hjärthner-Holdar 1993), men enbart huvudämnen och ett fåtal spårämnen ingår i analyserna. Bland dessa ser vi huvudsakligen lägre halter av bland annat fosfor, mangan (fig. 13.) och barium. De analyserade slaggerna från Hällby varierar dock markant i proportionerna mellan järn, kisel och aluminium, där det sistnämnda är ovanligt högt (många har >10 %  $Al_2O_3$ ) och också skiljer sig från slaggerna från Skojarbacken i Irsta socken. Både vanadin och krom (fig. 14) har ingått i analyserna av slaggerna från Hällby men dessa värden varierar från mycket låga till ovanligt höga, varför dessa extremvärden förefaller något osäkra (ej med i fig. 14). Flera av slaggerna från Hällby har dock vanadinhalter i nivå med Irsta-slaggernas i storleksordningen 300 mg/kg. Med hjälp av denna jämförelse kan vi notera att det finns en skillnad i sammansättning på slaggar från järnframställning också i öst-västlig riktning i regionen, även om framställningstekniken är likartad.

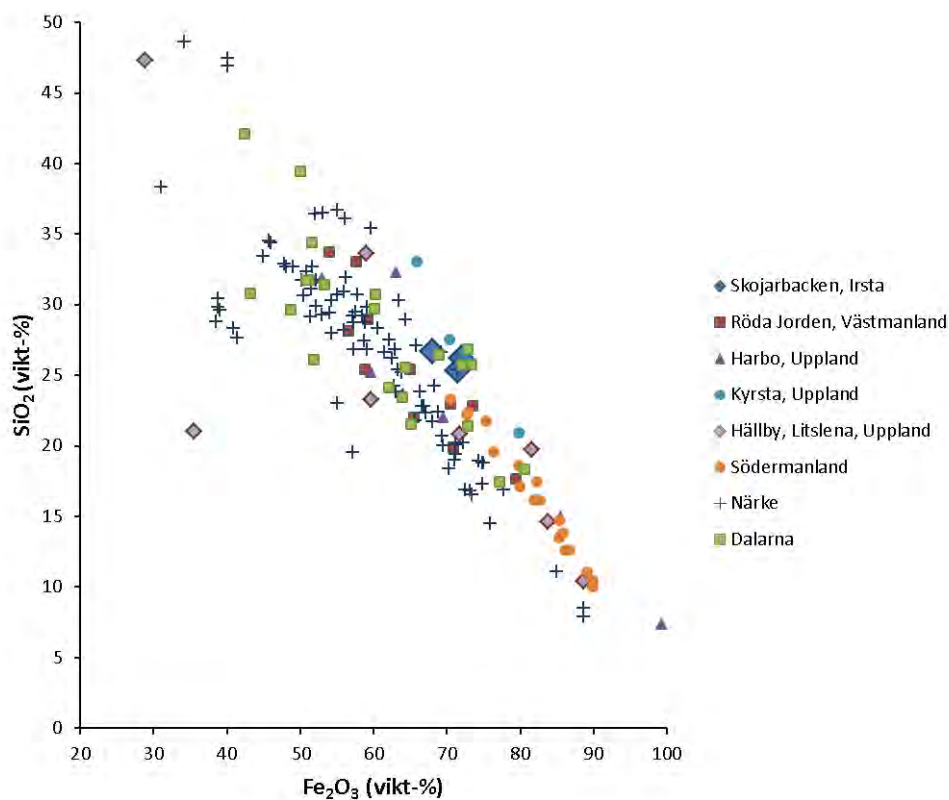


Fig 12. Jämförelse av innehållet av kisel (som  $\text{SiO}_2$  i vikt-%) och järn (som  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i vikt-%) i de tre slaggerna från Skojarbacken jämfört med slagger från närliggande landskap (se text för referenser) som illustrerar den variation som finns bland reduktionslagger. De aktuella slaggerna från Skojarbacken har inte anmärkningsvärt höga järnhalter jämfört med många andra slagger från blästugnar.

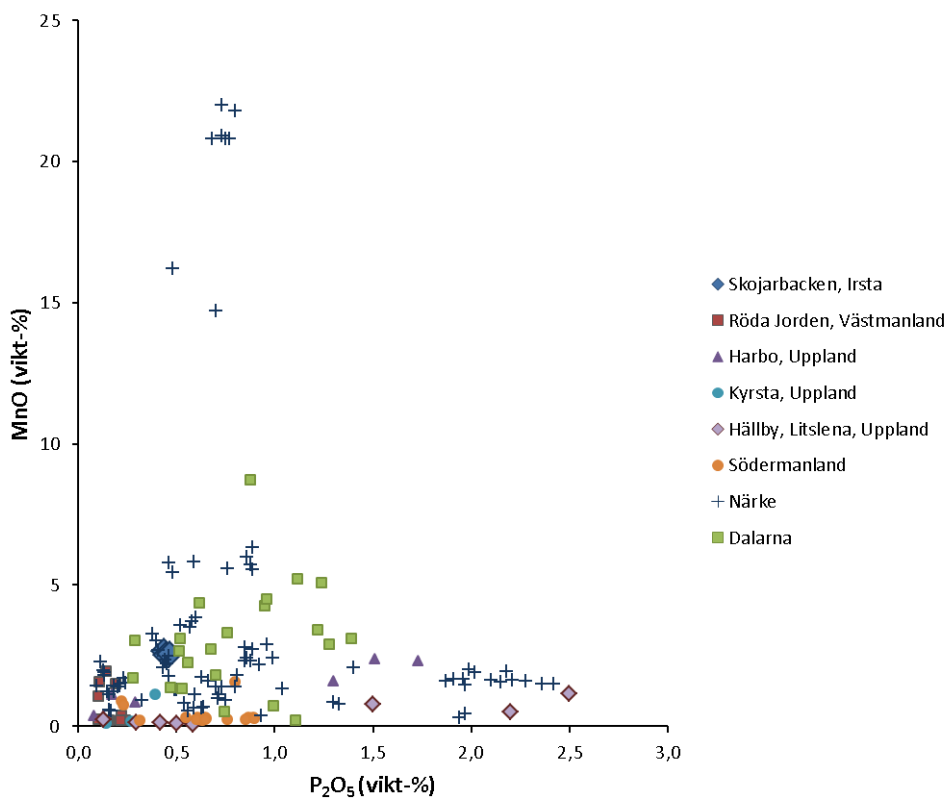


Fig. 13. Jämförelse av innehållet av mangan (som  $\text{MnO}$  i vikt-%) och fosfor (som  $\text{P}_2\text{O}_5$  i vikt-%) i de tre slaggerna från Skojarbacken jämfört med slagger från närliggande landskap (se text för referenser) som illustrerar den variation som finns bland reduktionslagger. Slaggerna från Skojarbacken har högre halter än slagger från det stora järnframställningsområdet i Röda Jordanen, men betydligt högre halter finns bland slagger från t.ex. Dalarna och Närke.

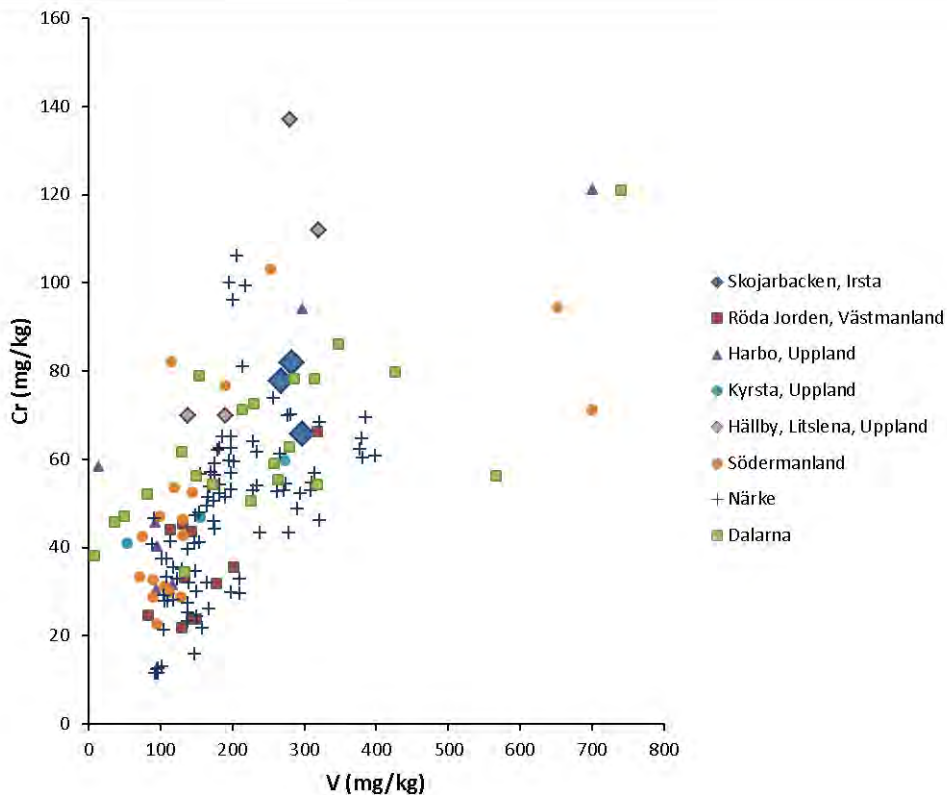


Fig. 14. Jämförelse av innehållet av krom (Cr) och vanadin (V) i de tre slaggerna från Skojarbacken jämfört med slagger från närliggande landskap (se text för referenser) som illustrerar den variation som finns bland reduktions-slagger. Slaggerna från Skojarbacken tillhör de som har högst halt av såväl krom som vanadin.

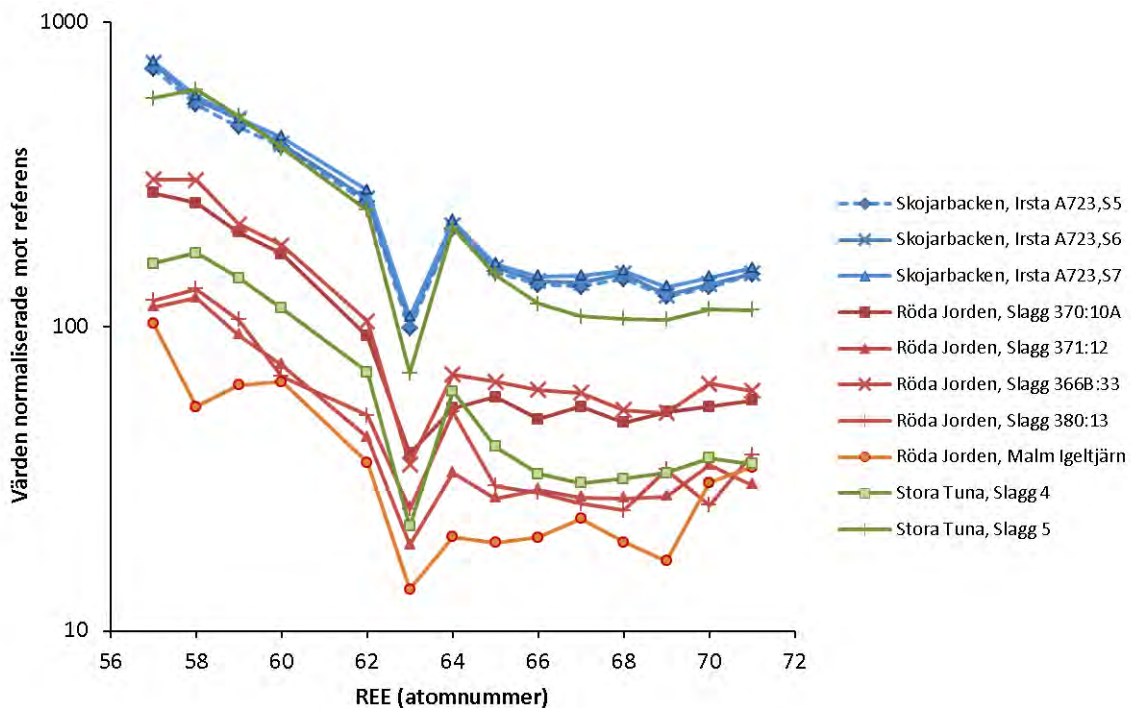


Fig. 15. Diagram som visar sällsynta jordartsmetaller (REE) normaliserade mot kondrit-referens på konventionellt sätt. Slaggerna från Skojarbacken är mycket lika varandra. Som jämförelse visas några slagger och en malm från Röda Jorden som alla avviker, men på olika sätt. Två slagger från Stora Tuna sn i Dalarna visas också som jämförelse, där den ena har REE-halter på samma nivå men andra proportioner av REE (olika mönster på kurvorna).

Tabell 1. Totalkemisk analys av malm och slagg. Den övre delen av tabellen presenterar halter av huvudelementen i viktprocent medan nedre delen presenterar halter av spårelement i mg/kg. Analyserna är genomförda av ALS Scandinavia AB, analys nr L1322462.

Anläggning Prov	A723 Slagg 5	A723 Slagg 6	A723 Slagg 7
SiO <sub>2</sub>	26,7	26,2	25,3
TiO <sub>2</sub>	0,185	0,186	0,195
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,27	4,49	4,36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	68,0	72,0	71,5
MnO	2,65	2,50	2,56
MgO	0,618	0,553	0,519
CaO	1,25	1,37	1,32
Na <sub>2</sub> O	0,307	0,315	0,310
K <sub>2</sub> O	1,02	1,06	0,977
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,436	0,447	0,464
Glödförlust	-6,0	-5,9	-5,9
Summa	99,4	103	102
Be	10,3	9,67	10,1
Sc	9,28	9,32	9,32
V	268	283	297
Cr	77,8	81,9	65,7
Co	<5	<5	<5
Ni	15,9	15,6	<10
Ga	4,51	4,20	4,16
Rb	37,1	38,0	37,5
Sr	51,6	52,6	51,2
Y	236	241	254
Zr	216	229	242
Nb	8,92	9,16	9,50
Mo	<5	<5	<5
Ba	1050	1040	1060
La	172	179	181
Ce	341	353	363
Pr	42,4	44,9	45,2
Nd	184	188	198
Sm	39,3	40,4	43,0
Eu	5,71	6,01	6,21
Gd	42,6	43,8	45,4
Tb	5,66	5,84	6,00
Dy	34,8	35,7	37,1
Ho	7,70	7,92	8,33
Er	23,8	24,7	25,2
Tm	3,20	3,24	3,44
Yb	22,2	22,7	23,9
Lu	3,75	3,78	3,94
Hf	4,81	5,03	5,34
Ta	0,424	0,385	0,417
W	8,05	8,73	8,62
Th	16,5	16,9	17,8
U	14,8	15,5	16,5



## Vedartsanalys

Sammanlagt 18 vedartsanalyser gjordes på prover tagna ur tre slagger påträffade i blästugnen. Prover tagna ur slagger betraktas som en säker kontext. I tolv analyser fastställdes träslaget till ek, i ett av dessa fanns även ett ej artbestämt lövträd. Ytterligare tre av proverna var av obestämt lövträd, medan tre prover bestod av bark.

## <sup>14</sup>C-analys

Tre prover lämnades in till Ångströmlaboratoriet i Uppsala för datering. Tyvärr innehöll samtliga prover, trots att vedartsbestämning i de flesta fall kunde göras, för liten mängd organiskt material för att kunna dateras. Eftersom dateringen av blästugnen var en av de viktiga frågorna vid undersökningen lämnade uppdragsgivaren (KM) då in ytterligare ett prov för datering. Provet togs ur material från botten av slagguppsamlingsgropen. Provet (Ua-47652) fick en datering till  $2037 \pm 30$  VBP, kalibrerat med 1 sigma = 100BC–20AD och 2 sigma = 120BC–50AD (Gatti manus, bilaga 2b). Dateringen förefaller rimlig för en ugn av den aktuella typen.

## Diskussion och tolkning

Blästplatsen vid Skojarbacken är unik för trakten runt Västerås (fig. 16). Ser vi till Mälardalen i stort finns ett fåtal kända platser där blästbruk bedrivits. Den främsta anledningen torde vara att förutsättningar för malmbildning i stort sett saknas. Kunskapen om Mälardalens järnhantering är begränsad till en tidigare undersökt boplatz/verkstadsplats med blästbrukslämningar: fornlämning 237 vid Hällby i Litslena socken, Uppland (Hjärthner-Holdar 1993).



*Fig. 16. Blästplatsen vid Skojarbacken. Ugnen låg mellan hinken och stubben i bildens mitt. Foto: GAL.*

## Järnhantering i Mälardalen och Bergslagen

Järnframställningen i Sverige har en mycket lång historia, som tog sin början redan i mitten av bronsåldern, omkring 1000 år BC (Hjärthner-Holdar *et al* 2013, s. 24). Ett av landets äldsta belegg för järnhantering har tidigare påträffats i den etablerade bronsåldersbygden i Mälardalen. Åren 1980–81 undersökte Eva Hjärthner-Holdar ovan nämnda blästbrukslämningar vid Hällby öster om Enköping. Platsen är daterad till äldre bronsålder–äldre järnålder (Hjärthner-Holdar 1993, s. 80ff). I och under ett kulturlager fanns, förutom härdar och stolphål, rester av fem blästugnar och en trolig smideshård med en städ-/fällsten. Det äldsta slaggförande lagret i skärvstenshögarna har daterats till 1213–930 BC kal och ett yngre till 1004–827 BC kal. Den förmodade smideshården daterades till 1500–1261 BC kal (Hjärthner-Holdar 1993, s. 81).

Redan under bronsåldern spreds järnhanteringen till mer perifera områden utanför de etablerade bygderna vid Mälaren. Man kan här se en begynnande medveten prospektering och exploatering av råvarukällorna för den ”nya” metallen. Röda Jorden utanför Riddarhyttan i Skinnskattebergs och Ramsbergs socknar är det mest kända exemplet. Där började järnframställningen i slutet av bronsåldern och pågick under en mycket lång period, för att upphöra först under äldre romersk järnålder (Hjärthner-Holdar 1998b). Även i Uppland har på senare år järnhantering daterad till yngre bronsålder–äldre järnålder konstaterats vid förundersökningar av fornlämning 267 i Harbo socken och fornlämning 137 i Enåkers socken (Evanni *et al* 2012; Willim *et al* 2010 ). Den sistnämnda platsen slutundersöktes under senhösten 2013.

Inom Västmanland finns ca 140 blästbrukslämningar/blästplatser registrerade i FMIS, varav de flesta ligger i de delar av landskapet som vanligtvis räknas till Bergslagen. För att finna de, från Skojarbacken, närmaste sedan tidigare registrerade blästbrukslämningarna i Västmanland får vi söka oss några mil åt norr och nordväst, till Kumla, Kila och Fläckebo. I större antal uppträder denna typ av lämningar ytterligare norrut, med ett trettiotal i Västerfärnebo socken och då huvudsakligen längs Badelundaåsen. Ett fåtal <sup>14</sup>C-dateringar från detta område, gjorda i samband med fornminnesinventeringen, ligger i tid från senromersk järnålder till tidig medeltid (Petterson Jensen 2012, s. 84ff).

Längre västerut, i Västervåla socken, har en järnframställningsplats med dateringar till yngre romersk järnålder–äldre vikingatid undersökts (Eriksson 1987, s. 121ff). Den största koncentrationen av blästbrukslämningar i Västmanland finns i socknarna Ramsberg (28) och Skinnskatteberg (11). Arton av dessa lokaler ligger i eller i närheten av Röda Jorden. Knappt hälften av dessa är daterade – till perioden yngre bronsålder–förromersk järnålder (Wedberg 1984; Hjärthner-Holdar 1998a och b).

## Blästugnar/ Ugnstyper

Det har tidigare gjorts flera försök, delvis efter utländska förebilder, att dela in skandinaviska blästugnar i olika typer (t.ex. Martens 1978; Ser-ning 1979 och Magnusson 1986). En benämning som då ofta använts är *gropugn*. Begreppet *gropugn* har använts på vad som oftast sannolikt endast är ett utrymme för slagguppsamling som legat under det schakt där reduktionsprocessen ägde rum. Idag är det nog ingen inom nordisk järnforskning som ifrågasätter påståendet att i stort sett alla våra blästugnar är *schaktugnar*. Ugnstypen finns i en mängd olika varianter, men kan delas upp i två grundtyper: *slagguppsamlingsugnar* och *slaggtappningsugnar*. De ugnar som använts i vårt land är olika varianter av schaktugnar, oftast med ett underliggande utrymme för slagguppsamling. I Sverige är det mycket ovanligt med ugnar från förhistorisk tid där slaggen tappats ut ur ugnen. Det beror på att de malmer som har använts här, även vid höga temperaturer, ger sega och därmed svårtappade slagger (Hjärthner-Holdar *et al* 2013, s. 26f). Schaktugnar kan vara byggda för att användas endast en gång eller för upprepad användning. Ett problem vid tolkningen av ugnsanläggningar är att det ofta endast är utrymmet under ugnsschaktet eller delar av detsamma som bevarats. Det innebär att det sällan går att säga något säkert om hur tillförseln av blästerluften skett, bland annat avseende nivå och antal blästeringångar.

En intressant iakttagelse när det gäller undersökningar av blästplatser i Mälardalen och Bergslagen, med dateringar till förromersk järnålder och ned i bronsålder, är att man inte har följt en standardmodell när det gäller ugnarna, utan storlek, konstruktion och byggnadsmaterial varierar.

De äldsta ugnslämningarna, vid Hällby i Uppland, bestod av små slagguppsamlingsgropar med väggar byggda av ca. 0,1–0,15 m stora stenar, som fogats samman med lera. Groparnas innermått var endast omkring 0,3–0,4 m. Hårt bränd lera ovanpå groparna tyder på att det funnits ett lågt schakt över groparna. De bottenlagger som påträffades översteg inte 0,2 m. (Hjärthner-Holdar 1993, s. 80ff och 99f)

Under sen bronsålder uppträder också *stenramsugnar*, som är större än ugnarna var i Hällby. Runt slagguppsamlingsutrymmet är väggarna uppbyggda av resta stenhällar. En del av dessa ugnar har en stor häll på tre sidor, medan den fjärde sidan, där slagg och järnlupp tas ut, har en tillfällig vägg som byggs upp inför varje körning. Stenramarna kan också bestå av mindre, resta hällar eller stenar, ställda sida vid sida runt slagguppsamlingsutrymmet. I båda varianterna är insidan klädd med lera, som formar ett runt eller ovalt rum för slaggen. Stenramen stabiliserar gropen samtidigt som den tjänar som underlag för ugnsschaktet. Stenramsugnarerna är huvudsakligen en mellansvensk företeelse med spridning i Närke, Västmanland och Uppland och används under hela äldre järnåldern (Hansson 1989; Wedberg 1984; Forenius 1986 och 1990; Englund 2002).

Undersökta stenramsugnar vid Röda Jordanen har haft ett innermått på ca 0,5× 0,8 m. Innanför ramen har det funnits en lerbodring. En del av dessa ugnar har varit ingrävda i slänter (Wedberg 1984, s. 158; Hjärthner-Holdar



Fig. 17. Slagg med möjligt avtryck av blästerrör. Foto: GAL.

1998a). Större sammanhängande slaggklumpar, som utgjorde avtryck av slagguppsamlingsgroparnas botten visade att ugnarna ofta inte var helt runda i plan utan hade en mer oval form (Wedberg 194, s. 159). En välbevarad ugn som undersökts vid Stalbosjön i Harbo socken hade en tydligt oval slagguppsamlingsgrop. Stenramen i denna ugn var på utsidan omgiven av en uppbyggd kulle av lera (Forenius 1986 och 1990, s. 73ff).

Eftersom det ytterst sällan påträffas ugnar som bevarats upp till den nivå där blästerluften fördes in i ugnen är kunskapen bristfällig när det gäller hur detta var arrangerat. Däremot påträffas ibland avtryck av blästerrör i avfallsmaterial från en ugn. Vanligen rör det sig om slagg som runnit ned på och stelnat kring den del av blästerröret som stuckit in genom ugnsväggen. Vi får då en viss uppfattning om blästerrörets dimension. En mindre slaggbit från Skojarbacken uppvisar möjligen ett avtryck av ett blästerrör (fig.17). Om så är fallet beräknas rörets ytterdiameter ha varit 50–55 mm. Biten är liten och det kan röra sig om någon annan form av avtryck. Den uppskattade diametern överensstämmer med liknande fynd från yngre (medeltida) blästplaster, till exempel i Markaryds socken i Småland och Bredabäck i Skånes Fagerhults socken i Skåne. Eftersom avtrycket oftast bara visar utsidan av blästerröret får vi inte annat än i undantagsfall reda på hålets diameter. (Forenius *et al* 2005, s. 25f; Forenius & Grandin 2005, s. 11f).

## Järnhanteringen vid Skojarbacken

### Blästugnen

Blästugnen vid Skojarbacken var en stenramsgugn av ovan beskrivna typ, dvs. en typ av schaktugn med underliggande grop för slagguppsamling (fig. 18). Det som bevarats av ugnen var den grop för slagguppsamling som låg under ugnsschaktet, där reduktionsprocessen ägde rum.

De bevarade delarna låg redan när ugnen var i drift, under den dåvarande markytan. Slagguppsamlingsgropen förefaller att ha varit välbyggd. Av sektionsritningen att döma har man i undergrunden, som bestod av morän, skapat en grop med påförd sand längs sidorna (fig. 19). Gropens väggar



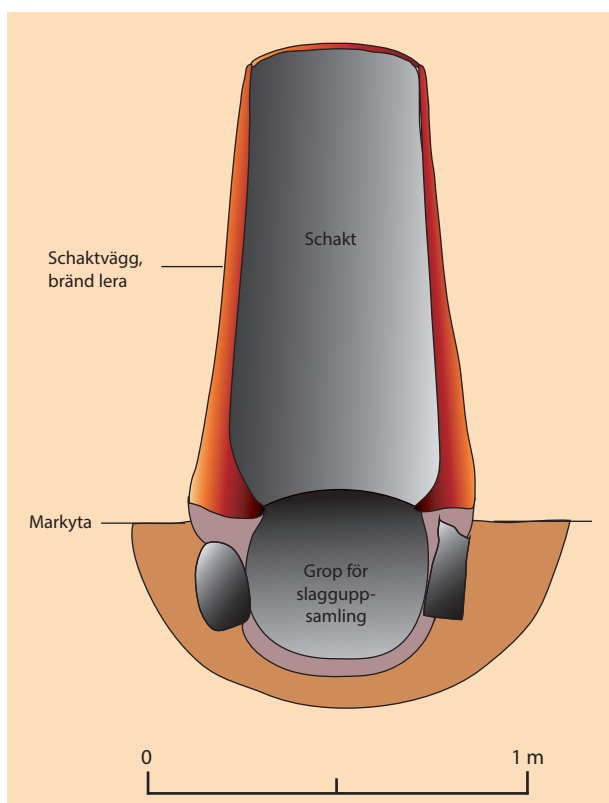
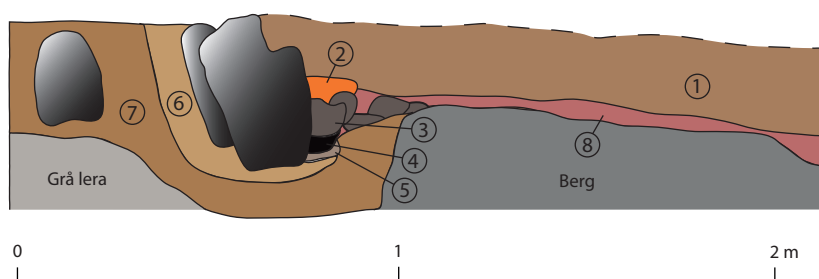


Fig. 18. Rekonstruktionsförslag över hur blästugnen vid Skojarbacken kan ha sett ut i genomskärning. Illustration: GAL. Skala 1:20.

stabiliserades av en hästskoformad krans eller ram av stenar och lera, med en öppen sida mot nordöst. De stenar som valts för ändamålet stod uppresta längs gropens kanter med den flataste sidan vänd in mot slagggropen (fig. 20). Stenarna var sammanfogade med lera. Utanför de mestadels flata, kantställda stenarna fanns ytterligare, mer rundade stenar. Förutom att stabilisera gropens väggar har stenramen också tjänat som fundament för ugnsschaktet. Stenramens yttre diameter anges ha varit ca 0,6–0,7 m.

Innanför de uppresta stenarna hade man med hjälp av lera skapat ett rundat något ovalt utrymme med släta väggar för slagguppsamling (fig. 21). Ugnen uppges invändigt ha haft en diameter omkring 0,40×0,45 m. Enligt sektionsritningen var de uppresta stenarna upp emot 0,40 m höga, vilket i stort sett bör motsvara slagguppsamlingsgropens djup. Leran i gropväggarna var värmepåverkad men inte särskilt hårt bränd. Även gropens botten var klädd med ett några centimeter tjockt lager av värmepåverkad lera. Slagguppsamlingsgropar av en något avvikande konstruktion har tidigare undersökts, bland annat i Valbo socken i Gästrikland. Där var leran i botten i något fall helt obränd, medan den högst upp i gropen var hårt bränd och delvis förglasad (Forenius *et al* 2007 s. 20ff).

Vid undersökningar av blästugnar med slagguppsamlingsgrop finner man ofta så kallade *portalstenar* på ömse sidor om ugnens öppningen (fig. 22). Genom öppningen har man kunnat dra ut slagg som samlats i botten. Sannolikt har man samma väg även tagit ut det producerade järnet som samlades i en lupp ovanför slaggen. Portalstenarna hade en dubbel funktion, dels stöttade de ändarna på den stenram som omgav slagggropen och även fungerade



#### Lagerbeskrivning

1. Mo med siltinslag, innehöll bränd lera och slagger.
2. Orange moig silt, innehöll brända lerfragment.
3. Botteslagg.
4. Kol- och sotlager.
5. Värmepåverkad lera.
6. Fin ljusgul sand.
7. Morän.
8. Ränna längs med berg, innehöll bränd lera och slag.

Fig. 19. Sektion genom ugnsanläggningen, bearbetning av GAL efter KM:s fältritning. Skala 1:20.

som fundament för ugnsschaktet, dels byggde man mot dessa stenar upp den vägg, av mera tillfällig art, som var nödvändig då ugnen kördes. Vid utrensning av den slagg som samlats i gropen revs väggen för att åter byggas upp inför nästa körning (Forenius *et al* 2007, s. 11f).

När det gäller ugnen vid Skojarbacken kan troligen åtminstone en del av de resta stenarna ha rubbats något ur sina ursprungliga lägen. Av den delvis bevarade lerinfodringen att döma har dock ingen större deformation skett. Svårast att tolka är ugnens öppna sida, där lerinfodring saknades. I öppningens västra sida stod en större upprest sten, ca 0,25×0,30 m stor (fig. 23). Stenen var söndersprucken i flera delar och knappt en fjärdedel av den övre delen ut från ugnen saknades. Eftersom fler av de resta stenarna uppvisade sprickor är det troligt att de sprängts av värmen då ugnen var i bruk. Stenen i öppningen kan mycket väl ha utgjort ugnens ena portalsten, även om den varken genom form eller storlek utmärkte sig från övriga stenar i konstruktionen. I ugnöppningens östra sida fanns ingen motsvarande sten *in situ* som entydigt skulle kunna tolkas som portalsten.

Det fanns ingenting kvar *in situ* av ugnsschaktet som stått över slagguppsamlingsgropen. Den tillvaratagna tekniska keramiken avslöjar endast att lera ingått i konstruktionen. Däremot vet vi inte om sten ingått i schaktväggarna. I den tekniska keramiken har det inte påträffats några avtryck som skulle kunna tyda på att det funnits någon flätverkskonstruktion som armering i schaktväggarna.

En fråga som ibland diskuteras är hur många blästeringångar en ugn haft. I en ugn av den storlek som undersökts vid Skojarbacken har det sannolikt räckt med en blästeringång, vilken bör ha funnits på ugnens öppna sida. Vi vet inte på vilken höjd blästerluften tillfördes. För att en blästugn ska fungera krävs en viss höjd på schaktet, dvs. det utrymme där reduktionsprocessen äger rum. Vi räknar idag med att höjden på schaktet över blästerintagets nivå, bör vara minst dubbelt så stor som schaktets diameter i



Fig. 20. Stenramen efter att slagg och infodring avlägnats. Foto: KM.

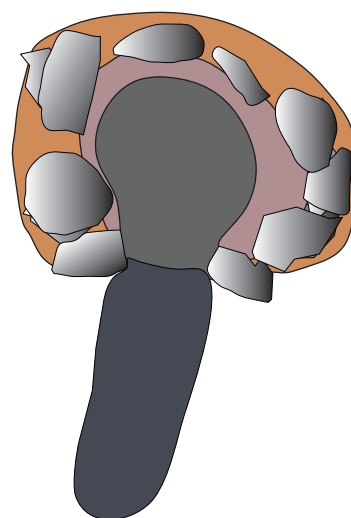


Fig. 21. Lodfoto över den delvis utgrävda slagguppsamlingsgropen. Rekonstruktion över ugnens nedre del i plan utifrån KM:s inmätningar, fotografier och granskning av bottenlagg. Foto: KM; illustration: GAL.

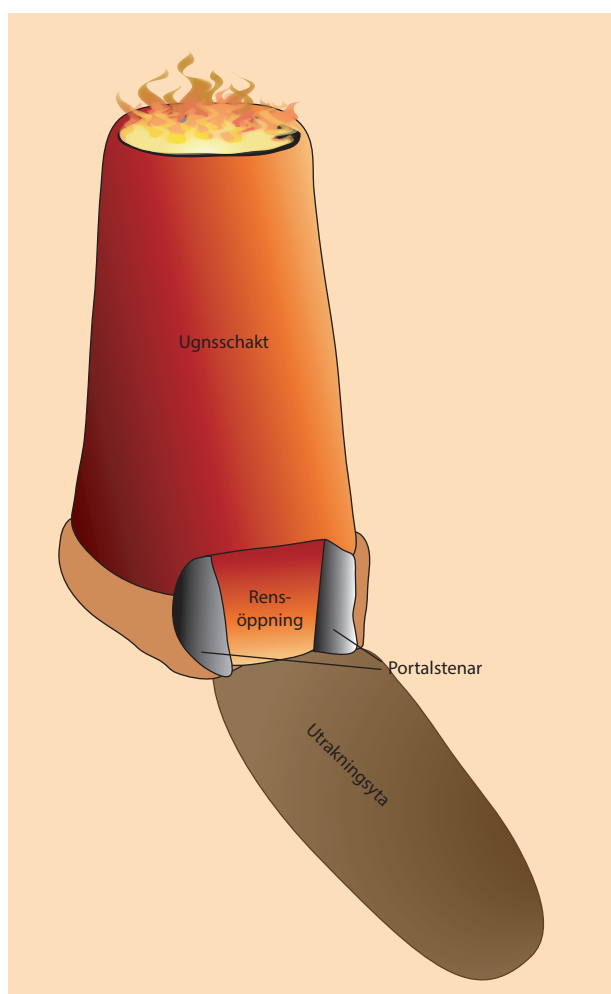


Fig. 22. Rekonstruktionsbild över hur blästugnen vid Skojarbacken kan ha sett ut i perspektiv. Troligen har det även legat en horisontell sten på portalstenarna i rensöppningens överkant. Illustration: GAL. Skala ca. 1:20.



Fig. 23. Stenramen med den möjliga sönderspruckna portalstenen till höger. Foto: KM.

blästerhöjd. Utifrån de ovan angivna måtten kan vi uppskatta att ugnen haft en schakthöjd omkring 1 m och en total höjd av knappt 1,5 m, från slagguppsamlingsgropens botten.

Blästugnen vid Skojarbacken har sannolikt använts flera gånger. För detta talar att det i den undersökta ugnen på platsen dels fanns en kvarlämnad bottenlagg samtidigt som slagg förekom även i området runt ugnen. Någon ytterligare ugnslämning har inte upptäckts i undersökningsområdet.

### Slagg

Samtliga slaggar från Skojarbacken härrör från järnhanteringsens första processled – järnframställning i blästugn. Det insamlade materialet omfattar bottenlagg som samlats nederst i ugnen. Bottenslagg har bildats av flera slagglöden som runnit ned och mer eller mindre flutit samman till en stor klump. På de begränsningsytor som stelnat mot slagggropens vägg syns tydligt att slaggen byggts upp av flera strängar. Det finns även en mängd smala, trögflytande slaggstängar, s.k. stearinslaggar, som runnit ned i slagggropen och stelnat utan ha samlats till större klumpar.

De analyserade slaggen från Skojarbacken är i det närmaste identiska men har inte någon god överensstämmelse med slaggar från närliggande områden eller omgivande landskap och som finns tillgängliga i databaser för jämförelse. Inte heller de fåtal malmer som finns analyserade från närliggande områden kan pekas ut som använd. Frågan om möjlighet med proveniensbestämning i regionen har tidigare behandlats i en undersökning av smidesslaggar från Smedjegatan i Västerås (Grandin 2010), där såväl huvudämnen som spårämnen användes för att försöka urskilja några lokala eller regionala likheter och skillnader. För Skojarbackens del är det i nuläget inget material i databasen som överensstämmer med de analyserade slaggen. I databasen finns dock inget material i Skojarbackens absoluta närhet och det är kanske snarare lokalt vi ska anta att malmen har hämtats. Sannolikt har denna malm varit en limonitisk malm, dvs. en sjö- eller myrmalm. Eftersom ingen malm har påträffats är det inte möjligt att göra några beräkningar på effektiviteten i processen, dvs. hur mycket järn som har utvunnits. Processen förefaller dock att ha fungerat tämligen väl med tanke på att slaggenas



totala järnhalt inte är anmärkningsvärt hög – det finns många lokaler med betydligt högre järnhalt i slaggen. I slaggernas kemiska sammansättning finns det inga tecken som talar för att bränslet har påverkat deras sammansättning. Inte heller från ugnsväggen, eller infodringen, kan någon omfattande påverkan beläggas.

I den undersökta ugnen låg, som nämnts, en stor bottenslagg kvar i uppsamlingsgropen. Det är värt att notera att ugnslämningar som undersöks endast ger en bild av sista körningen av ugnen innan den övergavs. Varför har man då lämnat slaggen kvar i ugnen? Det kan ha funnits flera anledningar till att man inte rensade ugnsbotten från slagg och övrigt avfallsmaterial för att kunna göra ugnen redo för en ny körning. Det är naturligtvis tänkbart att man redan på förhand bestämt sig för att ugnen skulle användas för sista gången. En annan möjlig förklaring är att ugnen vid öppnandet sista gången skadades så svårt att man valde att överge den och därför inte brydde sig om att ta ut slaggen. För att, utan att skada ugnskonstruktionen, få ut en bottenslagg som är större än öppningen mellan portalstenarna krävs att slaggen kan brytas upp i mindre stycken. En anledning till att bottenslaggen låg kvar kan ha varit att man inte lyckats med detta.

Flera av det undersökta slaggerna har tydliga avtryck av ved. Veden har sannolikt haft flera funktioner. Förutom att hindra att ugnens beskickning – malm och bränsle i form av träkol – rasade ned i ett tomt rum underlättade veden också slaggens separation från järnet. Järnet, som inte nådde smälttemperatur, samlades i en lupp på en nivå mellan slaggen och strax under blästeringången. Den flytande slaggen kunde däremot rinna ned mellan den horisontellt placerade veden, som alltså fungerade som slaggavskiljare.

Vid undersökningen av tre stora ugnar i Valbo socken i Gästrikland, daterade till romersk järnålder, konstaterades att en sannolikt avsiktlig effekt av att låta slaggen rinna ned mellan vedstycken var att åstadkomma hålrum genom slaggen. Hålrummen bör ha underlättat arbetet att bryta upp bottenslagger på över 200 kg i mindre stycken, som sedan kunde lyftas eller dras ut genom öppningen mellan ugnens portalstenar (Forenius *et al* 2007, s. 24ff och 76f).

### ***Bottenslaggen***

Den stora bottenslaggen som låg kvar i ugnen vid Skojarbacken kunde vid undersökningen inte tas upp i ett stycke. Främst på de större bitarna, finns tydliga avtryck av längre vedstycken som visar att man troligen även här vidtagit åtgärder som skulle underlätta slaggutrensningen. Det är möjligt att det kol- och sotlager som låg mellan slaggropens lerklädda botten och den stora bottenslaggen kan ha varit rester av en ”vedbädd” av ovannämnda typ.

Den totala vikten på bottenslagg i ugnen uppgick till 27 kg. Vid upp-tagandet sprack slaggen sönder i ett femtontal bitar av varierande storlek. Den största biten vägde 8,7 kg var 330×260 mm stor och 190 mm hög (fig. 24). Undersidan på de bitar som stelnat mot botten visar att gropens botten var svagt konkav, men något ojämn. Några av de större bitarna hade stelnat mot den släta infodringen i slaggropens vägg. Den böjda utsidan på den största av dessa bitar har en kurvatur som inte är helt regelbunden, vilket



antyder att slaggruppen inte varit helt runt utan haft en mera utdragen, oval form (fig. 25).

I några av slaggstyckena finns stora och huvudsakligen horisontella vedavtryck. De tydliga avtrycken tyder på att man för ovan nämnda ändamålet använt kluven ved. Avtrycken var som störst 150 mm långa och 50 mm breda.

### *Övrig slagg*

I slaggruppen fanns även slagg som inte direkt hörde ihop med den stora bottenlaggen. Sju mindre bitar, sammanlagt 545 g, hade tydliga vedavtryck (fig. 26). Avtrycken är 55–90 mm lång och 30 – 65 mm breda på de 20–55 tjocka slaggbitar. Ett drygt tjugotal bitar, 2335 g, består av småporig slagg som i flera fall ser ut att ha stelnat mot en sandig yta. Den största av dessa



*Fig. 24. Ovansidan på den största delen av bottenlaggen med tydliga vedavtryck.  
Foto: GAL.*



*Fig. 25. Den näst största delen av bottenlaggen. Vänstra bilden visar hur olika slagglöden samlats och stelnat mot slagguppsamlingsgropens vägg. Högra bilden, tagen rakt uppifrån, visar hur kurvaturen på slagguppsamlingsgropens vägg planar ut åt vänster. Foto: GAL.*

bitar är 90 mm lång. I slaggruppen insamlades också ca 200 bitar stearinslagg (fig. 27), med en längd av 5–70 mm.. På en del av dessa finns avtryck av kol.

Runt ugnen tillvaratogs 11,8 kg slagg, fördelat på 3,97 kg kompakta tunga bitar, varav några stelnat mot gropvägg, 1,9 kg stearinslagg, 380 g lätt, småporig slagg och 5,32 kg bestående av en mängd små oformliga klumpar med brottytor. Ett mindre antal bitar, totalt 258 g, var magnetiska.

### *Teknisk keramik*

I ugnen tillvaratogs tio bitar, 126 g, teknisk keramik. De flesta var ljus röda och inte särskilt hårt brända. En mera beige bit var hårdare bränd och hade täta små blåsor i ytan som vette in mot ugnen.

Merparten av den tekniska keramiken, drygt 4 kg, tillvaratogs i lager L228 i området väster om ugnen. Helt dominerande i detta material är ett



*Fig. 26. Små delar av bottenlagg med vedavtryck. Foto: GAL.*



*Fig. 27. Exempel på stearinslagger. Foto: GAL.*

knappt femtiotal tunna, släta skivformade bitar, totalt 2,25 kg, som mestadels är 18–25 mm tjocka och upp till knappt 100 mm stora. De flesta av dessa är inte hårt brända, med undantag av insidan som ofta har ett tunt smält skikt, ibland med små blåsor (fig. 28). Dessa bitar bör ha tjänat som infodring i slaggruppen. Sannolikt har den tunna, hårt brända zonen uppstått då het slaggen runnit ned och flutit ut mot den relativt svala infodringen i gropväggen. Nere i slaggruppen är temperaturen betydligt lägre än uppe i schaktet, där reduktionsprocessen äger rum. Det förekommer att lera som påträffas som infodring under en bottenlagg är helt opåverkad av värme (Forenius et al 2007, s. 24).

På några bottenlaggbitar finns partier av fastsmält lera från uppsamlingsgropens infodring. På motsvarande sätt saknas det hårdbrända skiktet delvis på en del av de tunna kakorna från infodringen. Detta tyder på att det uppstått skador på infodringen då denna delvis smält ihop med slaggen och följt med då slaggen rensades ur ugnen (fig. 29).

Från en högre ugnsnivå kommer knappt 0,7 kg, fördelat på tretton bitar, består av helt eller delvis smält/förglasad lera (fig. 30). I regel har bitarna en 5–10 mm tjock, nästan svart smält zon, som relativt tvärt övergår i rödbränd lera. Tjockare bitar med upp till 50 mm tjock smältzon förekommer. Dessa hårt bränd bitar härstammar sannolikt från området runt blästerhålet, där temperaturen är högst.

Några avtryck eller andra tecken som skulle tyda på att flätverk av vidjor ingått i ugnskonstruktionen har som nämnts inte upptäckts. Ett fåtal ugnsväggsbitar har avtryck som tyder på att leran, åtminstone i delar av ugnen, kan ha magrats med växtmaterial, förslagsvis tröskavfall (fig. 31).

Det finns inga bitar som visar på att infodringen i slagguppsamlingsgropen eller ugnsväggarna reparerats, vilket annars är ett av de tydligaste tecknen på att en ugn använts flera gånger.

För att en ugn ska fungera optimalt krävs att det inte uppstår turbulens på grund av ojämnheter i ugnsväggarna. Den tekniska keramiken från blästerbruket vid Skojarbacken tyder på att ugnsväggarna var noga att med få en så jämn yta som möjligt då de strök lera på ugnens insida (fig. 32).

## Slutord

Blästplatsen vid Skojarbacken är unik. Det finns inga andra kända järnframställningsplatser i denna del av Västmanland. Beläggen för förhistorisk järnframställning i Mälabygden är även i angränsande landskap ytterst få. Undersökningen har visat att man på platsen framställde järn i en blästugn, sannolikt vid tiden omkring Kristi födelse. Utgrävningen av ugnen och den geoarkeologiska undersökningen har tillfört ny kunskap om den västmanländska järnhanteringen under äldre järnålder. Den undersökta blästugnen, som var en så kallad stenramsugn, förefaller att ha varit välbyggd. De analyserade slaggerna från platsen är i stort sett identiska. Slaggernas totala järnhalt är inte anmärkningsvärt hög i jämförelse med slagger från andra lokaler. Det tyder på att blästsmederna vid Skojarbacken lyckats framställa järn med en tämligen väl fungerande process.





Fig. 28. Infodring från slagguppsamlingsgropen, med hårt bränd yta. Foto: GAL.



Fig. 29. Slagg med fastmält infodring (vänster). Infodring där det hårdbrända skiktet delvis släppt. Foto: GAL.

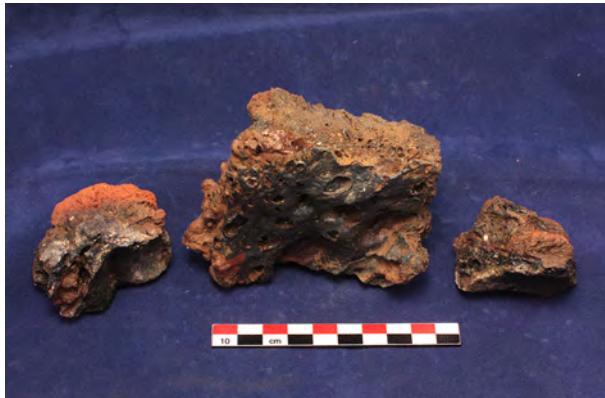


Fig. 30. Exempel på olika hårt brända bitar från schaktväggens insida. Foto: GAL.



Fig. 31. Spjälkad schaktvägg med möjliga avtryck av växtmagring. Foto: GAL.



Fig. 32. Ugnsvägg med ränder efter utstrykning av leran. Foto: GAL.

## Referenser

- Uppgifter ur GAL:s databas med totalkemiska analyser av slagger och malmer. En stor del av de data som refereras till har tidigare presenterats i rapporter från Geoarkeologiskt Laboratorium.
- Englund, L-E. 2002: Blästbruk. Myrjärnshanteringens förändringar i ett långtidsperspektiv. *Jernkontorets bergshistoriska Skriftserie nr 40*. Jernkontoret Stockholm.
- Eriksson, T. 1987. Dunshammar – en folkvandringstida/vendeltida järnframställningsplats. Västmanlands fornminnesförening och Västmanlands Läns Museum. Årsskrift 65. Västerås.
- Evanni, L., Englund, M. och Forenius S. 2012. Järnåldersboplats vid Resta, mesolitisk boplats och blästplats vid Järpenstorp. UV GAL Rapport 2012:2. Arkeologisk förundersökning. Riksantikvarieämbetet. Avdelningen för arkeologiska undersökningar. Geoarkeologiskt Laboratorium. Uppsala.
- Forenius, S. 1986. Delundersökning av en järnframställningsugn vid Stalbosjön, Harbo sn, Västmanland. AMI rapport nr 22/86.
- Forenius, S. 1990. Stalbo – En tidig järnframställningsplats i Uppland. Förhistorisk och tidig medeltida metallutvinning. Jernkontorets bergshistoriska utskott H46. Stockholm.
- Forenius, S. och L. Grandin 2005: Medeltida järnframställning på en gård i skogen. Arkeometallurgiska analyser. RAÄ 75, Markaryds sn, Småland. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 10-2005*. Uppsala
- Forenius, S., A. Willim och L. Grandin 2005. Medeltida blästbruk vid Bredabäck. E4-projektet i Skåne, område E4:31. RAÄ 125, Vårsjö 3:10, Skånes Fagerhults sn, Skåne. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 12-2005*. Uppsala.
- Forenius, S., Willim, A., Andersson, D. & Grandin, L. 2007. Romartida blästbruk och sentida bebyggelse i Valbo. RAÄ 412 och 413. Valbo sn. Gästrikland. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 11-2007*. Uppsala.
- Gatti, Christian. Manus. Skojarbacken - förhistorisk järnframställning vid Gäddeholmsvägen. Kulturmiljövård Mälardalen. Rapport 2013:2.
- Grandin, L. med bidrag av Strucke, U. 2009. Smidet vid Smedjegatan. Analyser av slagger och <sup>14</sup>C-datering av smidet. Västmanland, Västerås stad, Vasagatan. *UV Uppsala Rapport 2009:17. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. Avdelningen för arkeologiska undersökningar. Geoarkeologiskt Laboratorium*. Uppsala.
- Grandin, L., Hjärthner-Holdar, E. & Englund, L-E. 2000. Tidig järnframställning i Röda Jorden – en arkeometallurgisk undersökning. RAÄ 366, 371, 372 och 380, Skinnskattebergs socken, Västmanland. Projektet ”Järnet – en lyckad innovation. Från brons till järn i Norden och Grekland”. Projektet ”Analyser av arkeologiskt material med anknytning till äldre järnframställning”. Riksantikvarieämbetet, Geoarkeologiskt Laboratorium, Forskningsrapport R0009. Uppsala.

- Hjärthner-Holdar, E. 1993. Järnets och järmetallurgins introduktion i Sverige. Med bidrag av Peter Kresten och Anders Lindahl. Aun 16. Uppsala.
- Hjärthner-Holdar, E. 1998a. Datering av järnframställningslokaler i Röda Jordan och Grimssöområdet. RAÄ 366, 371, 372, 380 och 381 Ramsbergs socken, 314 Skinnskattebergs socken, Västmanland. Riksantikvarieämbetet, Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 7-1998. Uppsala.
- Hjärthner-Holdar, E. 1998b. <sup>14</sup>C-analyser av kolprover från Röda Jordan område. RAÄ 366, 371, 372 och 380 i Ramsbergs socken, RAÄ 314 Skinnskattebergs socken, Västmanland. Riksantikvarieämbetet, Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 23-1998. Uppsala.
- Hjärthner-Holdar, E., Grandin, L. & Forenius, S. 2013. Blästbruk – finns det systematik mellan tid, rum och typ? I: *Ovnstypologi og ovnskronologi i den nordiske jernvinna*. Jernvinna i Oppland. Symposium på Kittilbu, 16.–18. juni 2009. Red. Bernt Rundberget, Jan Henning Larsen og Tom H. Borse Haraldsen.
- Magnusson, G: 1986. Lågteknisk järnhantering i Jämtlands län. Jernkonorets Bergshistoriska Skriftserie, N:r 22. Stockholm.
- Martens, I. 1978. Some Reflections on the Classification of Prehistoric and Medieval Iron-smelting furnaces. Norwegian Archaeological Review (NAR. Vol 11 no 1. Oslo.
- Serning, I. 1979. Prehistoric Iron Production. Iron and Man in Prehistoric Sweden. Red H Clarke. Jernkontoret. Stockholm.
- Wedberg, V. 1984. Röda jorden – rapport från ett arkeologiskt forskningsprojekt. Västmanlands fornminnesförening och Västmanlands Läns Museum. Årsskrift 62. Västerås.
- Willim, A., Forenius, S. & Ogenhall, E. 2010. Bergshistoria längs Riksväg 56. Arkeologi för delen Stingtorpet – Tärnsjö. Lämningar efter järnframställning, gruvdrift, smide, prospektering och stenbrytning. Uppland, Enåker och Huddunge socknar, Västerbo 1:7, Söråmyra 1:4 och 1:16 fornlämning 137, 208, 212, 214 och 223. UV GAL Rapport 2010:13. Uppsala.

## **Administrativa uppgifter**

*Riksantikvarieämbetets 424-03556-2012*

*Länsstyrelsens dnr: 431-5010-2012.*

*Riksantikvarieämbetets projektnr: 12384.*

*Projektgrupp: Svante Forenius och Lena Grandin.*

*Underkonsulter: Ulf Strucke, UV Mitt (vedartsanalys), Ångströmlaboratoriet (<sup>14</sup>C-datering), MINOPREP (tillverkning av tunnslip), ALS Scandinavia (kemisk analys)*

*Digital dokumentation: förvaras på UV Mitt, Uppsala.*

## Bilagor

### Bilaga 1. Vedartsanalys. Protokoll

**Landskap:** Västmanland  
**Fastighet:** Limsta 1:1  
**Kategori:** Metallframställningsplats

**Socken:** Irsta  
**RAÄ nr:** 444:1

<b>AnalysId:</b>	11303	<b>Provnr:</b>	P 1_1 Prio
<b>Anläggning:</b>	723 Blästugn	<b>Analyserad vikt (g):</b>	0,1
<b>Vikt (g):</b>	0,1	<b>Analyserat antal:</b>	3
<b>Fragment:</b>	3	<b>Antal:</b>	3
<b>Art:</b>	Ek		
<b>Material:</b>	Träkol		
<b>Kommentar:</b>	Ej daterbar mängd.		

<b>AnalysId:</b>	11301	<b>Provnr:</b>	P1_1 Prio
<b>Anläggning:</b>	723 Blästugn	<b>Analyserad vikt (g):</b>	0,1
<b>Vikt (g):</b>	0,1	<b>Analyserat antal:</b>	10
<b>Fragment:</b>	10	<b>Antal:</b>	10
<b>Art:</b>	Ek		
<b>Material:</b>	Träkol		
<b>Kommentar:</b>			

<b>AnalysId:</b>	11289	<b>Provnr:</b>	P1_1
<b>Anläggning:</b>	723 Blästugn	<b>Analyserad vikt (g):</b>	0,1
<b>Vikt (g):</b>	0,1	<b>Analyserat antal:</b>	6
<b>Fragment:</b>	6	<b>Antal:</b>	3
<b>Art:</b>	Ek		
<b>Material:</b>	Träkol		
<b>Kommentar:</b>			
<b>Art:</b>	Lövträd	<b>Antal:</b>	3
<b>Material:</b>	Träkol		
<b>Kommentar:</b>	Ej ek		

<b>AnalysId:</b>	11290	<b>Provnr:</b>	P1_2
<b>Anläggning:</b>	723 Blästugn	<b>Analyserad vikt (g):</b>	0,1
<b>Vikt (g):</b>	0,1	<b>Analyserat antal:</b>	2
<b>Fragment:</b>	2	<b>Antal:</b>	2
<b>Art:</b>	Bark		
<b>Material:</b>	Förkolnad		
<b>Kommentar:</b>			



**AnalysId:** 11304  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 6  
**Art:** Lövträd  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:** cf Quercus sp

**Provnr:** P1\_2 Prio  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 6  
**Antal:** 6

**AnalysId:** 11291  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 13  
**Art:** Ek  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:**

**Provnr:** P1\_3  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 13  
**Antal:** 13

**AnalysId:** 11292  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 14  
**Art:** Ek  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:**

**Provnr:** P1\_4  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 14  
**Antal:** 14

**AnalysId:** 11293  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 4  
**Art:** Bark  
**Material:** Förkolnad  
**Kommentar:**

**Provnr:** P2\_1  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 4  
**Antal:** 4

**AnalysId:** 11306  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 6  
**Art:** Bark  
**Material:** Förkolnad  
**Kommentar:**

**Provnr:** P 2\_1 Prio  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 6  
**Antal:** 6

**AnalysId:** 11302  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 1  
**Art:** Ek  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:** Ej daterbar mängd.

**Provnr:** P2\_1 Prio  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 1  
**Antal:** 1

**AnalysId:** 11305  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 7  
**Art:** Lövträd  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:** cf Quercus sp

**Provnr:** P2\_1 Prio  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 7  
**Antal:** 7

**AnalysId:** 11294  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 4  
**Art:** Lövträd  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:** Ej ek. Ej daterbar mängd.

**Provnr:** P2\_2  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 4  
**Antal:** 4

**AnalysId:** 11295  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 5  
**Art:** Ek  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:**

**Provnr:** P2\_3  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 5  
**Antal:** 5

**AnalysId:** 11296  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 4  
**Art:** Ek  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:**

**Provnr:** P2\_4  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 4  
**Antal:** 4

**AnalysId:** 11297  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 6  
**Art:** Ek  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:**

**Provnr:** P3\_1  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 6  
**Antal:** 6

**AnalysId:** 11298  
**Anläggning:** 723 Blästugn  
**Vikt (g):** 0,1  
**Fragment:** 4  
**Art:** Ek  
**Material:** Träkol  
**Kommentar:**

**Provnr:** P3\_2  
**Analyserad vikt (g):** 0,1  
**Analyserat antal:** 4  
**Antal:** 4

<b>AnalysId:</b>	11299	<b>Provnr:</b>	P3_3
<b>Anläggning:</b>	723 Blästugn	<b>Analyserad vikt (g):</b>	0,1
<b>Vikt (g):</b>	0,1	<b>Analyserat antal:</b>	13
<b>Fragment:</b>	13	<b>Antal:</b>	13
<b>Art:</b>	Ek		
<b>Material:</b>	Träkol		
<b>Kommentar:</b>			

<b>AnalysId:</b>	11300	<b>Provnr:</b>	P3_4
<b>Anläggning:</b>	723 Blästugn	<b>Analyserad vikt (g):</b>	0,1
<b>Vikt (g):</b>	0,1	<b>Analyserat antal:</b>	6
<b>Fragment:</b>	6	<b>Antal:</b>	6
<b>Art:</b>	Ek		
<b>Material:</b>	Träkol		
<b>Kommentar:</b>			

## Figurförteckning

Fig. 1. Slagg nr 5, delad.....	12
Fig. 2. Foto från mikroskopet på slagg nr 5. ....	12
Fig. 3. Foto från mikroskopet på slagg nr 5. ....	12
Fig. 4. Foto från mikroskopet på slagg nr 5. ....	12
Fig. 5. Detalj ur föregående figur på ett inneslutet kolstycke.....	12
Fig. 6. Slagg nr 6, delad.....	14
Fig.7. Foto från mikroskopet av slagg nr 6. ....	14
Fig.8. Foto från mikroskopet av slagg nr 6.....	14
Fig. 9. Slagg nr 7, delad. ....	15
Fig. 10. Foto från mikroskopet på slagg nr 7. ....	15
Fig. 11. Foto från mikroskopet på slagg nr 7. ....	15
Fig 12. Jämförelse av innehållet av kisel (som SiO <sub>2</sub> i vikt-%) och järn (som Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> i vikt-%) i de tre slaggerna från Skojarbacken jämfört med slaggar från närliggande landskap (se text för referenser) som illustrerar den variation som finns bland reduktionslaggar. ....	19
Fig. 13. Jämförelse av innehållet av mangan (som MnO i vikt-%) och fosfor (som P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> i vikt-%) i de tre slaggerna från Skojarbacken jämfört med slaggar från närliggande landskap. ....	19
Fig. 14. Jämförelse av innehållet av krom (Cr) och vanadin (V) i de tre slaggerna från Skojarbacken jämfört med slaggar från närliggande landskap. ....	20
Fig. 15. Diagram som visar sällsynta jordartsmetaller (REE) normaliserade mot kondrit-referens på konventionellt sätt. ....	20
Fig. 16. Blästplatsen vid Skojarbacken. ....	22
Fig. 17. Slagg med möjligt avtryck av blästerrör. ....	25
Fig. 18. Rekonstruktionsförslag över hur blästugnen vid Skojarbacken kan ha sett. ....	26
Fig. 19. Sektion genom ugnsanläggningen.....	26
Fig. 20. Stenramen efter att slagg och infodring avlägnats. Foto.....	27
Fig. 21. Lodfoto över den delvis utgrävda slagguppsamlingsgropen. Rekonstruktion över ugnens nedre del i plan. Foto; illustration.....	27
Fig. 22. Rekonstruktionsbild över hur blästugnen vid Skojarbacken kan ha sett ut i perspektiv.....	28
Fig. 23. Stenramen med den möjliga sönderspruckna portalstenen till höger. Foto.....	28
Fig. 24. Ovensidan på den största delen av bottenlaggen med tydliga vedavtryck. Foto. ....	30
Fig. 25. Den näst största delen av bottenlaggen. Foton.....	30
Fig. 26. Små delar av bottenlaggen med vedavtryck. Foto.....	31
Fig. 27. Exempel på stearinlaggar. Foto. ....	31
Fig. 28. Infodring från slagguppsamlingsgropen, med hårt bränd yta. Foto.....	33
Fig. 29. Slagg med fastmält infodring. Infodring där det hårdbrända skiktet delvis släppt. Foto. ....	33
Fig. 30. Exempel på olika hårt brända bitar från schaktväggens insida. Foto.....	33
Fig. 31. Spjälkad schaktvägg med möjliga avtryck av växtmagring. Foto.....	33
Fig. 32. Ugnsvägg med ränder efter utstrykning av leran. Foto. ....	33

## Tabellförteckning

<b>T abell 1.</b> Totalkemisk analys av malm och slagg. Den övre delen av tabellen presenterar halter av huvudelementen i viktprocent medan nedre delen presenterar halter av spårelement i mg/kg. Analyserna är genomförda av ALS Scandinavia AB, analys nr L1322462. ....	21
---	----

