

BLAND KOL OCH SLAGG

EN JÄRNFRAMSTÄLLNINGSPLOTS FRÅN MELLERSTA JÄRNÅLDERN I CENTRALA NÄRKE

Arkeologisk förundersökning av blästplats L2021:6090 inom fastighet Grimstens
Häradsallmänning S:2, Viby socken, Hallsbergs kommun, Örebro län

JONNA SARÉN LUNDAHL



Rapporter från Arkeologikonsult 2023:3491

ARKEOLOGIKONSULT
Karins väg 5
194 61 Upplands Väsby
Tel: 08-590 840 41

www.arkeologikonsult.se

OMSLAGSBILD: Vy över förundersökningsområdet. Foto från sydöst.

ALLMÄNT KARTMATERIAL:
Fastighetskartan: © Lantmäteriet
Terrängkartan: Lantmäteriet (CC0)

© Arkeologikonsult 2023
Upphovsrätt, där inget annat anges, enligt Creative Commons licens CC BY.
Villkor finns tillgänglig på <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.sv>

BLAND KOL OCH SLAGG

EN JÄRNFRAMSTÄLLNINGSPLATS FRÅN MELLERSTA JÄRNÅLDERN I CENTRALA NÄRKE

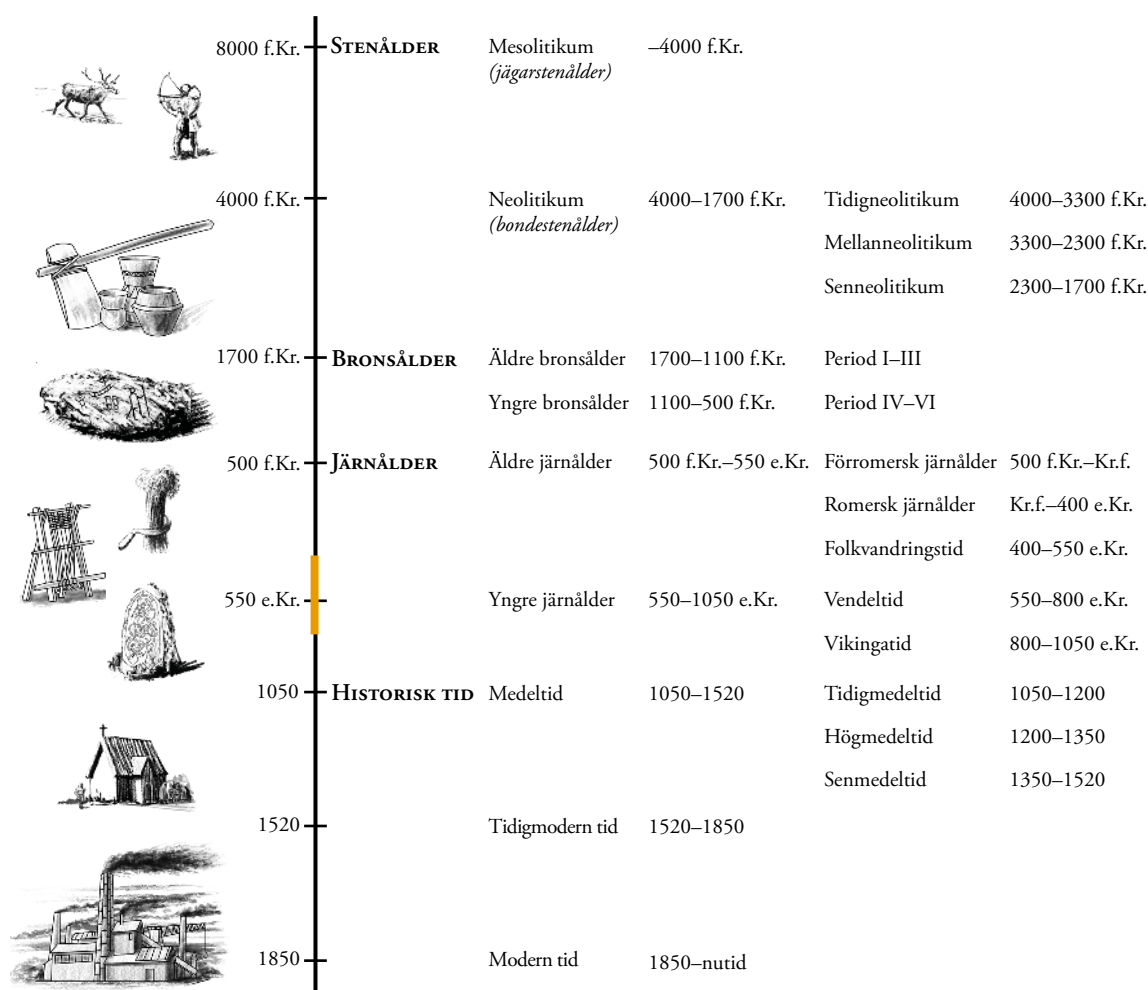
Arkeologisk förundersökning av blästplats L2021:6090 inom fastighet Grimstens
Häradsallmänning S:2, Viby socken, Hallsbergs kommun, Örebro län

JONNA SARÉN LUNDAHL

Rapporter från Arkeologikonsult 2023:3491



ARKEOLOGISK PERIODINDELNING



ANTIKVARISK BEDÖMNING

Antikvarisk bedömning anger hur man enligt kulturmiljölagen (1988:950), och till viss del även skogsvårdslagen (1979:429), bedömt lämningen och dess eventuella lagskydd vid registreringstillfället. Den slutgiltiga bedömningen görs alltid av Länsstyrelsen.

Fornlämning är en lämning som omfattas av skydd enligt kulturmiljölagen. För att en lämning ska kunna bedömas som fornlämning krävs att den tillkommit före 1850, är en lämning efter människors verksamhet under forna tider, som har tillkommit genom äldre tiders bruk och som är varaktigt övergiven. Det är förbjudet att utan tillstånd från Länsstyrelsen rubba, ta bort, gräva ut eller på annat sätt ändra eller skada en fast fornlämning.

Möjlig fornlämning innebär att man vid registreringstillfället inte kunnat ta ställning till om lämningen är en fornlämning

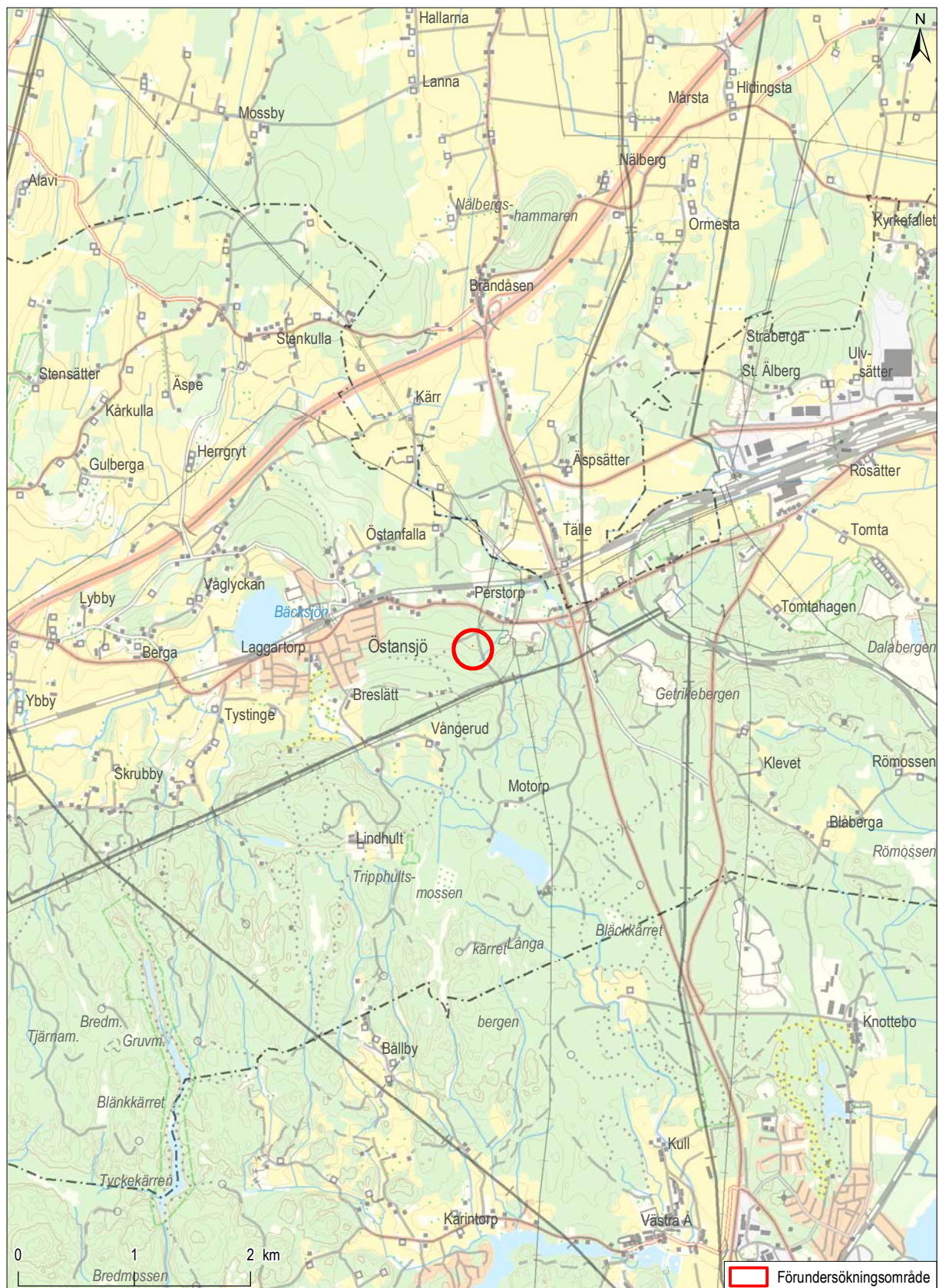
eller inte. Lämningen måste vara bekräftad i fält. Möjlig fornlämning kan även anges för en lämning som har undersökts i samband med en arkeologisk undersökning, men där man inte fastställt lämningens utbredning.

Övrig kulturhistorisk lämning används för kulturhistoriska lämningar som har tillkommit efter 1850, men som ändå anses ha ett antikvariskt värde. Bedömningen används även för vissa lämningar som inte uppvisar fysiska spår, till exempel fyndplats eller plats med tradition.

Ingen antikvarisk bedömning används för lämningar som blivit helt borttagna genom en arkeologisk undersökning eller förstörda. Inget skydd enligt kulturmiljölagen kvarstår. Lämningar som endast är kända via kartmaterial, skriftlig eller muntlig källa och inte har kunnat återfinnas i fält, kan inte heller ha en antikvarisk bedömning.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	7
INLEDNING	8
TOPOGRAFI OCH FORNLÄMNINGSMILJÖ.....	8
TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR	12
HISTORISK BAKGRUND	13
Grimstens häradsallmänning.....	13
Järnframställning	14
Blästplatser i centrala Närke	16
GENOMFÖRANDE	18
RESULTAT	20
Kolningsgropar	22
Blästugnar	25
Möjlig rost	27
SAMMANFATTANDE DISKUSSION.....	28
SLUTSATS.....	28
REFERENSER	28
Litteratur	28
Äldre kartor	28
SLUTSATS.....	30
REFERENSER	31
Litteratur	31
Äldre kartor	32
Digitala källor	32
ADMINISTRATIVA UPPGIFTER.....	33
BILAGOR	34
Bilaga 1. Schakttabell	34
Bilaga 2. Kontexttabell	35
Bilaga 3. Fyndtabell	37
Bilaga 4. Arkeobotanisk analys.....	39
Bilaga 5. ¹⁴ C-analys	41
Bilaga 6. Arkeometallurgisk analys	43



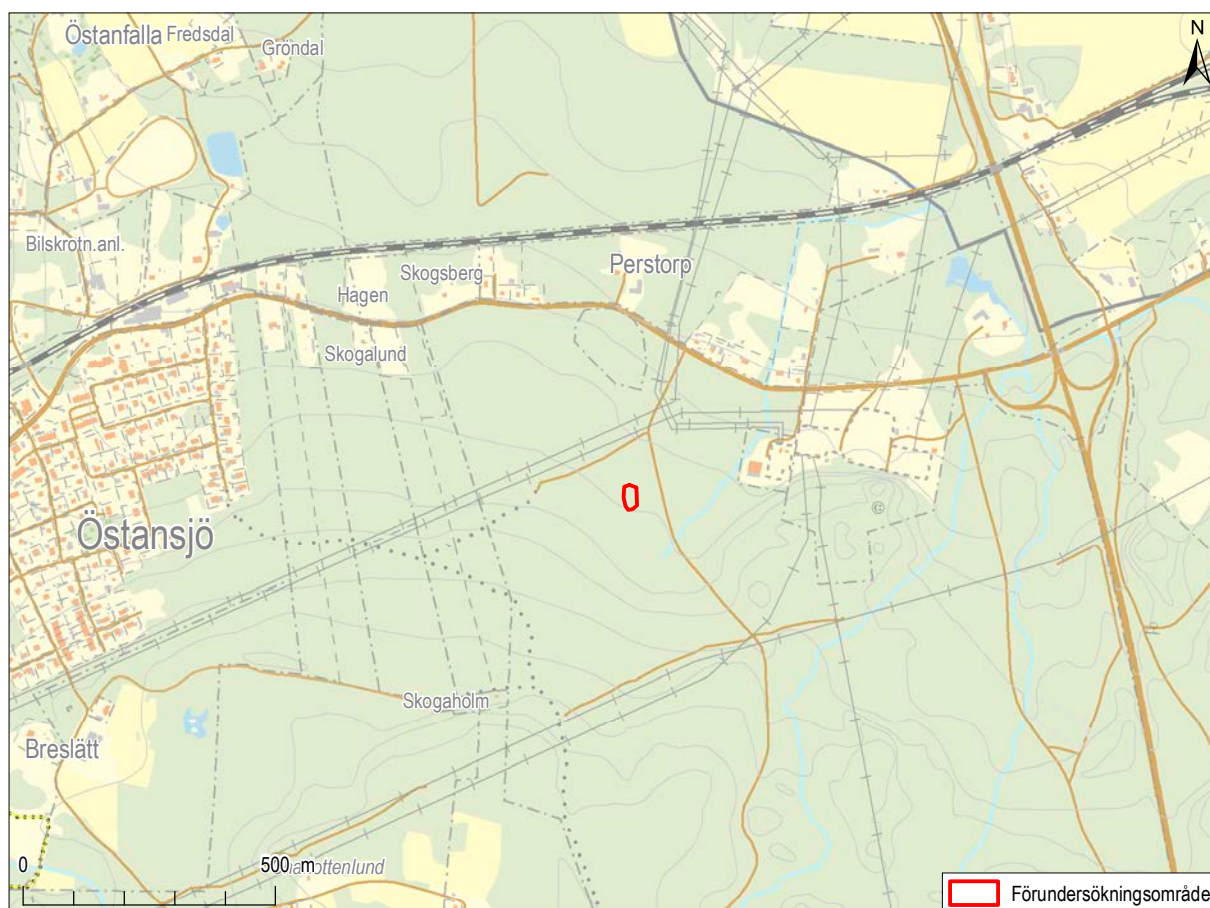
SAMMANFATTNING

Arkeologikonsult har på uppdrag av Länsstyrelsen i Örebro län utfört en arkeologisk förundersökning inom en del av fastigheten Grimstens häradsallmänning S:2 i Hallsbergs kommun. Förundersökningen berörde initialt två kolningsgropar (tidigare L1979:2996 och L1979:2998) men fler tillhörande anläggningar påträffades under arbetet; fyra blästugnar, en möjlig rost samt ett par lager. De tidigare kända kolningsgroparna inkluderades i den nya lämningen L2021:6090 Blästplats.

Lämningen daterades till folkvandringstid-ven-
deltid, det vill säga ungefär mellan 300–700 e.Kr.

Den metallurgiska analysen visade att blästugnarnas konstruktioner kombinerat flera kunskapstraditioner, vilket möjligen antyder att järnet framställdes av ambulerande specialister. Trots att lämningen delvis var kraftigt raserad så fanns det tecken på att hela processen att framställa järn har utförts på platsen - från framställning av kol, rostning av malm och konstruerandet av ugnar till efterföljande primärsmide av det framställda järnet.

Vid förundersökningen undersöktes samtliga lämningar och fornlämningen bedöms därmed som undersökt och borttagen.



Figur 2. Förundersökningsområdet markerat mot bakgrund av Fastighetskartan. Skala 1:15 000.

INLEDNING

Arkeologikonsult har på uppdrag av Länsstyrelsen i Örebro län (dnr 431-1748-2021) genomfört en arkeologisk förundersökning av och i området kring två kolningsgropar, L1979:2996 och L1979:2998 i utkanten av Grimstens häradsallmäning. Förundersökningsområdet låg ungefär 750 meter öster om Östansjö samhälle i Hallsbergs kommun och föranleddes av att Trafikverket planerar att bygga en ny järnväg mellan Hallsbergs samhälle i Hallsbergs kommun och Stenkumla i Askersunds kommun. Den planerade järnvägssträckningen med tillhörande

arbetsområde berör bland annat den rubricerade lämningen.

Vid en tidigare arkeologisk utredning hade det framkommit rikligt med slagg i markskador i närheten av de registrerade kolningsgroparna, vilket öppnade upp för en omtolkning av lämningarna till en blästplats (Sillén 2020, s. 26). Syftet med förundersökningen var därmed att fastställa lämningens karaktär, datering, utbredning och komplexitet.

TOPOGRAFI OCH FORNLÄMNINGSMILJÖ

Fornlämningen låg i Grimstens häradsallmänning norra del, i skiftet mellan två skarpt avgränsade landskapstyper. Strax söder om förundersökningsområdet markerar en förkastningsbrant skiftet mellan en vidsträckt slättbygd i norr och en utbredd

skogsbygd i söder. Den vidsträckta skogsbygden har i århundraden utgjorts av Grimstens häradsallmäning. Innan 1800-talets stora sjösänkings- och utdikningsprojekt fanns flera sankmarker, flacka sjöar och rinnande vattendrag på Närkeslätten, som

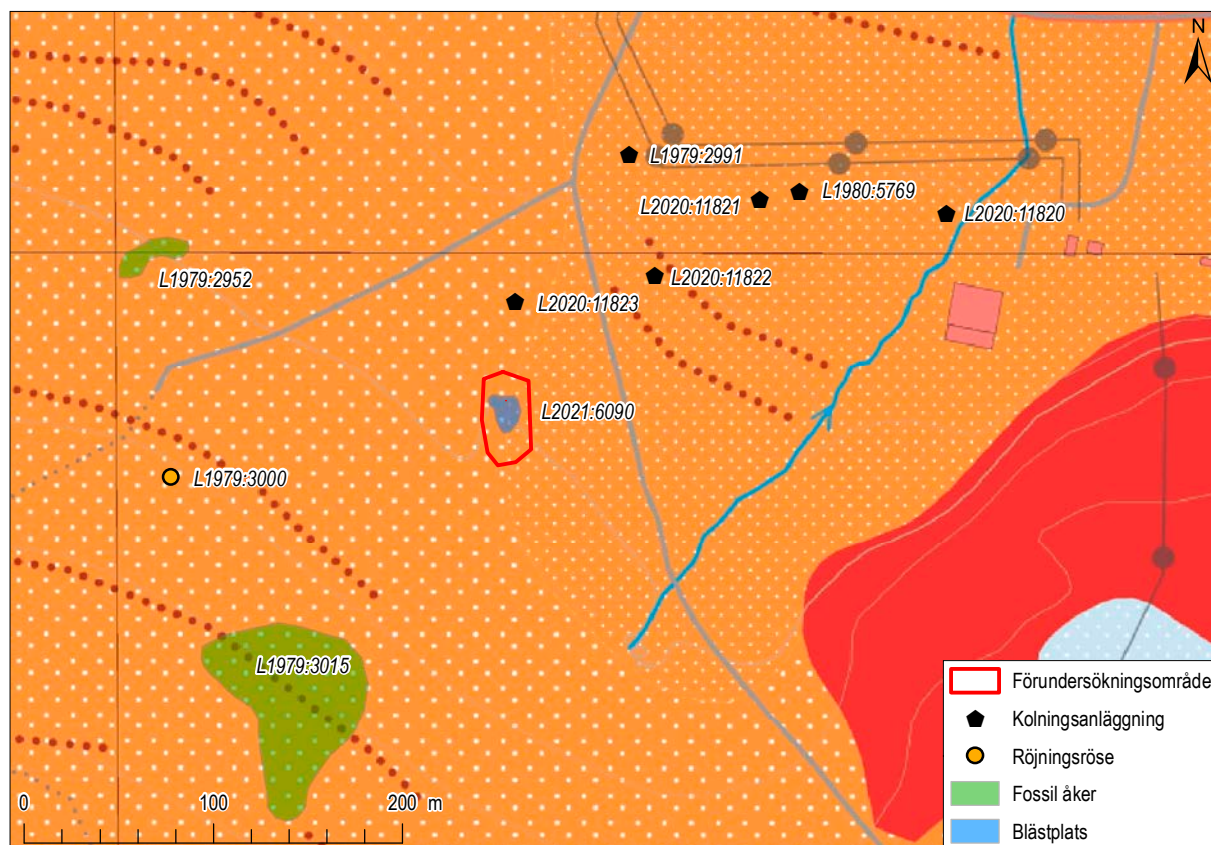


Figur 3. Vy över förundersökningsområdet. Foto från öst.

idag i stället utgör vidsträckta bördiga odlingsmarker (Lagerstedt 2008:158f). Dessa forna vattendrag var goda färdvägar genom förhistoriska landskapet, förenade med Mälaren och de kommunikationsleder som där tillkom.

I samband med att blästplatsen förundersöktes var även ett par områden med fossil åkermark föremål för en arkeologisk förundersökning, ungefär 100

meter sydväst om aktuell lämning (fossil åkermark L1979:3013 och L1979:2015; Berger u.å.). De fossila åkrarna låg invid förkastningsbrantens sluttning och höjdnivån skilde ett tjugotal meter från det mer låglänta området för blästbrukslämningen, som låg vid foten av branten. Områdets jordart bestod av postglacial sand som ramades in av grusigt svallsediment, förkastningen och strandvallar (figur 4).



Figur 4. Kartan visar jordarterna i det aktuella området. Fält med orange grund och mindre vita prickar motsvarar postglacial sand, medan fält med större vita prickar i stället utgörs av grusigt svallsediment. De bruna prickade linjerna motsvarar strandvallar och det röda fältet utgör urberg med förkastning. I skala 1:4 000. Källa: Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), Lantmäteriet.

Omkring 900 meter sydöst om lämningen ligger de så kallade Finnakällorna (figur 5, 6). Finnakällorna består av tre naturliga källor, tidigare fyra, som sammanflyter i Finnabäcken; Ögonakällan, Drickkällan och Hälsokällan. Inom folktron ansågs källorna ha helande krafter och var hälsosamt att dricka från. Att de rann i nordlig riktning förstärkte tron på deras

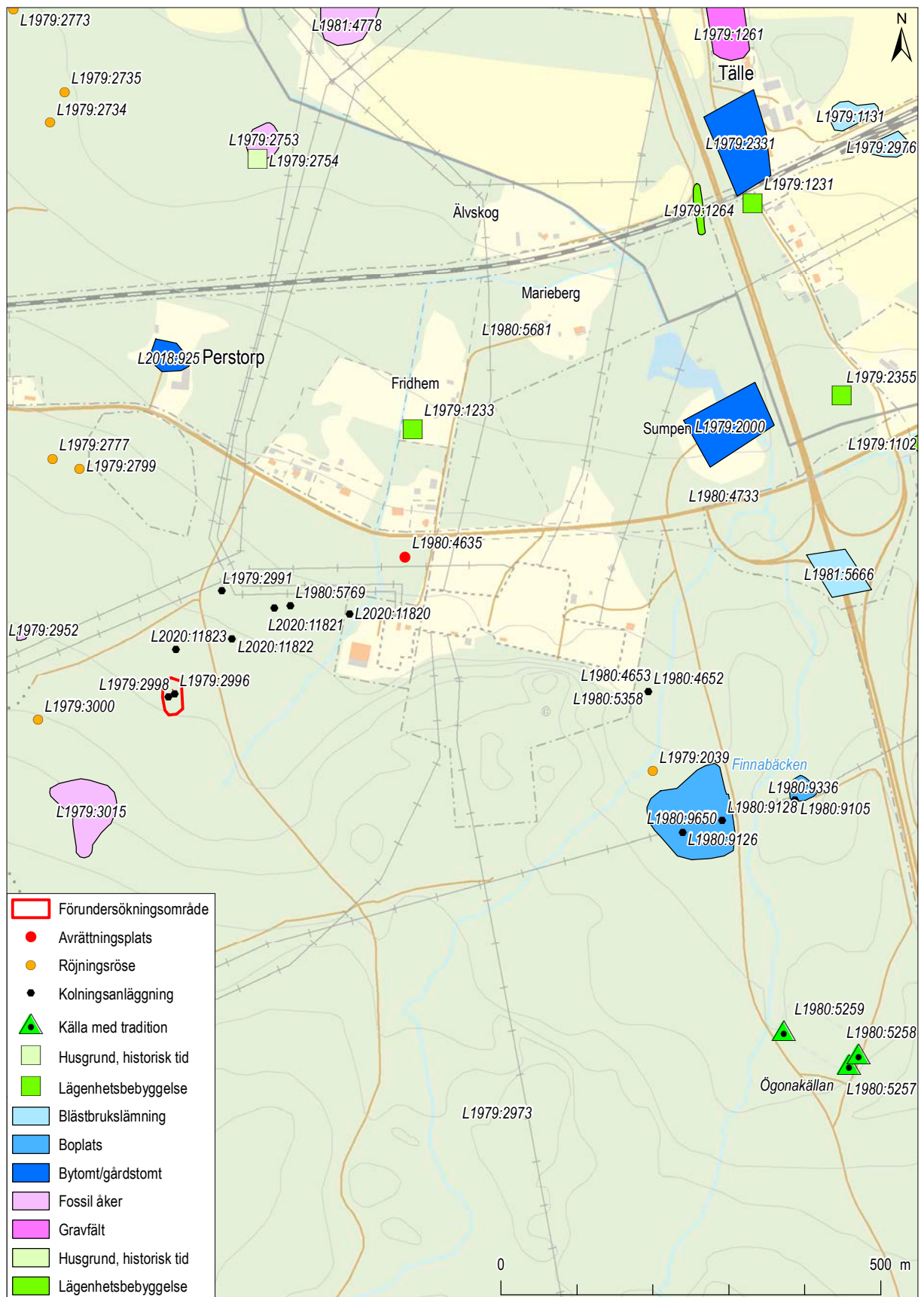
mytiska krafter, då man trodde att onskans hemvist var i norr och att källor som rann i den riktningen tog med sig det av ondo hem. En av källorna, Hälsokällan, ansågs extra hälsosam att dricka ur på grund av sitt järnhaltiga vatten med tydlig roströd fällning (Figur 5; Viby socken, s. 158).



Figur 5. Hälsokällan, knappt en kilometer från förundersökningsområdet. Foto från norr.

I övrigt domineras fornlämningsbilden av fossila åkermarker med röjningsrösen och kolningsanläggningar. Norr om skogsmarken med förkastningsbranten finns flertalet historiska by- och gårdstomter och husgrunder med enstaka förhistoriska boplatsområden och gravfält. Lite drygt 300 meter nordöst om den aktuella lämningen fanns socknens ena avrättningsplats (figur 6). Avrättningsplatsen låg på

gränsen mellan Viby och Hardemo socknar och användes för sista gången 1861, då Per Anderssons dödsdom verkställdes på platsen (Sarén Lundahl 2021, s. 10). Även ett antal blästplats och blästbrukslämningar finns i närheten, till vilken verksamhet man säkerligen kan koppla flera av de kända kolningsanläggningarna.



TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

Området har tidigare varit föremål för ett antal arkeologiska insatser inför planeringen av den nya järnvägssträckningen mellan Hallsberg och Stenkumla (figur 7). En kart- och arkivstudie utfördes 2016 över det stora område som initialt bedömdes komma att beröras av arbetsföretaget (Björklund 2016). Vid denna utredning etapp 1 bedömdes 175 antikvariskt intressanta objekt finnas inom arbetsområdet, varav 45 sedan tidigare var registrerade. Därtill tillkom drygt 80 indikationer på kolbottnar. Fem typer av fornlämningar bedömdes efter kart- och arkivstudien framför allt att förväntas i området; Agrara lämningar, blästbrukslämningar, skogsbrukslämningar, boplatslämningar och historisk bebyggelse (Björklund 2016, s. 31). 2018 efterföljde en utredning etapp 1 med fältinventering inom arbetsområdet för den planerade järnvägen. Efter denna insats var de antikvariskt intressanta lämningarna i området i stället sammanlagt 348 till antalet, vilket inkluderade fornlämningar, möjliga fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar där gravar, bergsbrukslämningar, kommunikationslämningar, jakt och fångstlämningar adderades till de sedan tidigare noterade lämningsslagkategorierna.

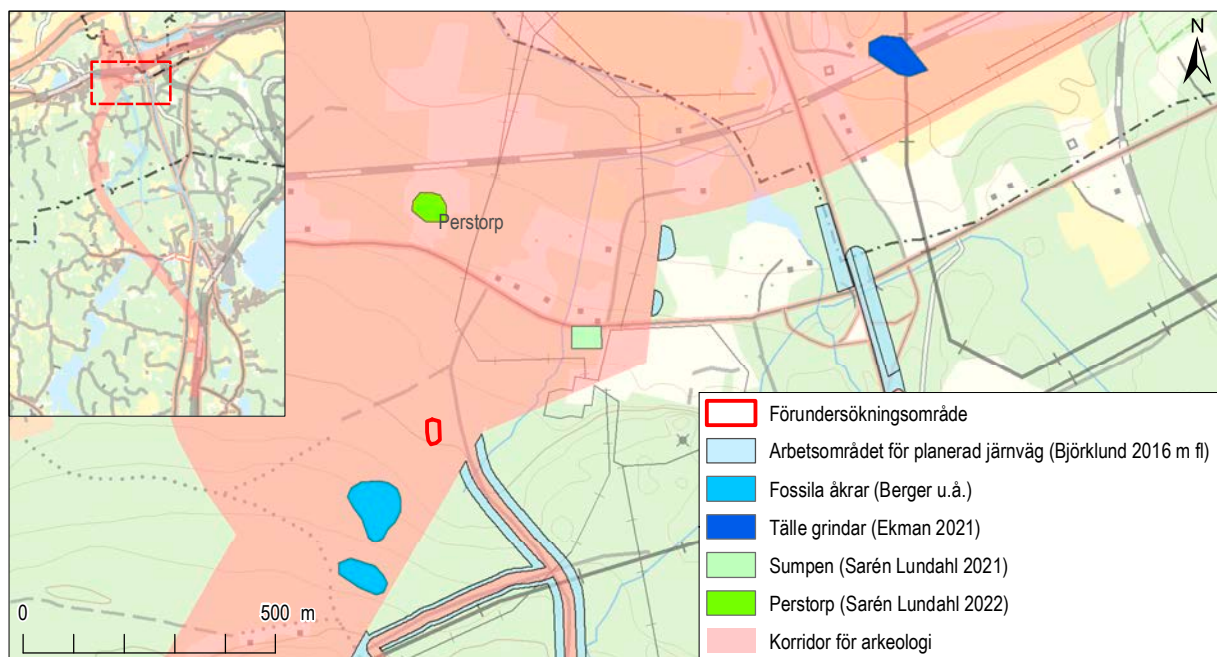
Nästkommande år vidtog utredningar i etapp 2 inom området, vilket delades upp mellan det stora antalet kolningsanläggningar och resterande lämningar

(Berger & Westrin 2020; Sillén 2020). Inom utredningen för kolningsanläggningarna delundersöktes 40 kolbottnar, där många daterades till tidsspannet 1600–1900-tal (Berger & Westrin 2020, s. 51).

Flera av de objekt som berördes av den andra utredningen etapp 2, förundersöktes senare under 2021. I den aktuella lämningens närhet var det framför allt gårdstomten Perstorp, avrättningsplatsen vid Sumpen och ett stort område med fossil åkermark som var föremål för efterföljande arkeologiska förundersökningar (Sarén Lundahl 2021, 2022 a och Berger u.å.). Vid samma tidpunkt förundersöktes även den aktuella lämningen (figur 7).

Inför att Svenska kraftnät avsåg anlägga en ny kraftledning mellan Lindbacka och Östansjö förundersöktes bland annat en blästplatslämning strax väster om Hallsberg, som delades i två separata områden av den befintliga järnvägen. Vid denna lämning kunde flertalet blästugnar, kolningsgropar, två rostningsplatser, två lergropar och ett slagghvarp identifieras och lämningen daterades till romersk järnålder-äldre folkvandringstid (Ekman 2021, s. 13, 16).

Ett antal andra blästplatslämningar har undersökts i närområdet inom både Viby och Hardemo socknar, se nedan under kapitlet Blästplatser i centrala Närke.



Figur 7. Tidigare undersökningar i närområdet markerade på Terrängkartan i skala 1:15 000, översikt i skala 1:230 000.

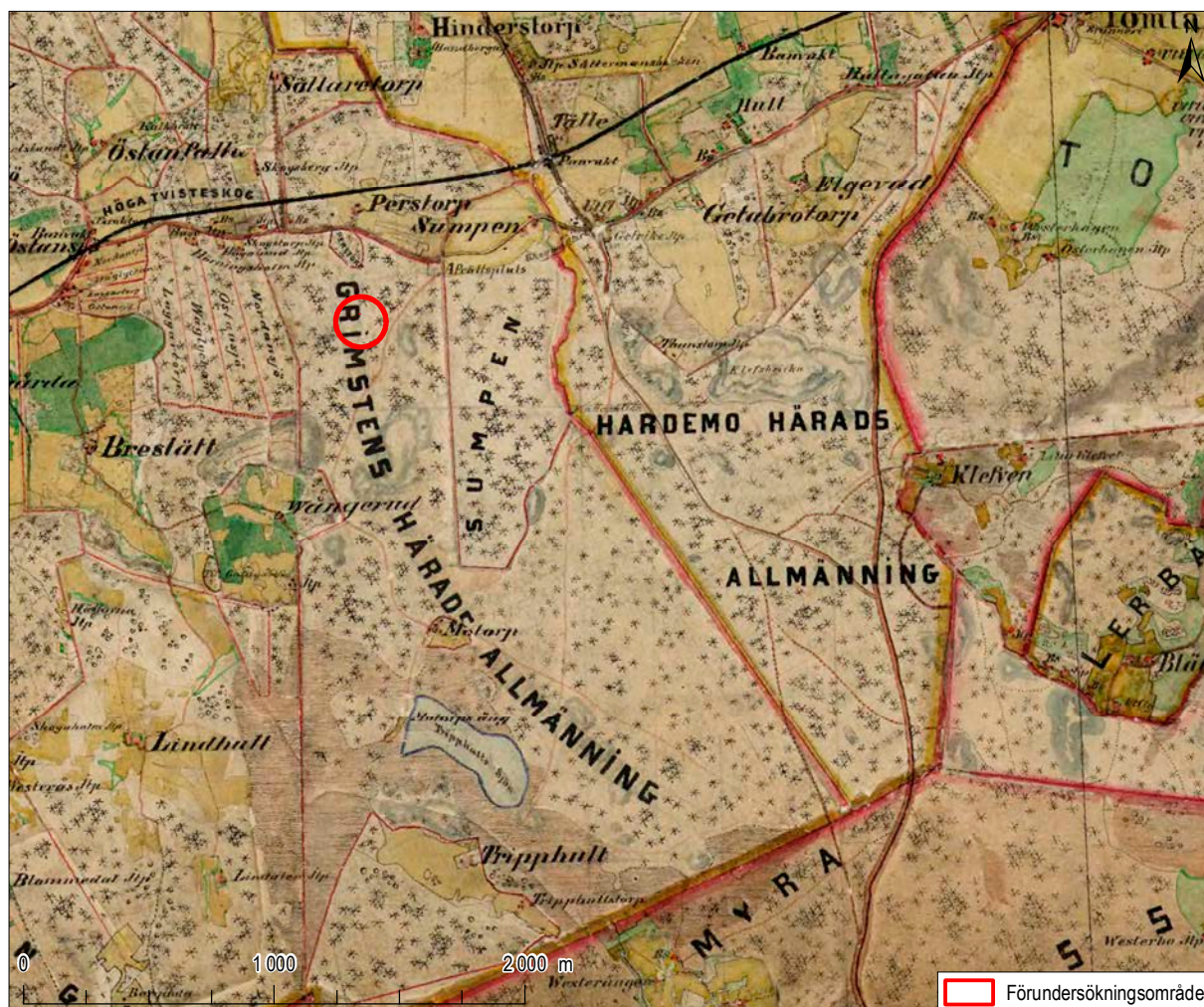
HISTORISK BAKGRUND

Grimstens häradsallmänning

Platsen för förundersökningen har under lång tid varit del av Grimstens häradsallmänning och är det än idag (figur 8). Häradsallmänningar är skogsfastigheter som ägs och förvaltas gemensamt av jordägarna inom ett härad. Utdelningen från en häradsallmänning baseras på fastighetens mantal. Stora fastigheter med mycket jordbruksmark kunde ha många mantal medan små fastigheter kunde ha endast bråkdelar av ett mantal. Mantal är en gammal taxeringsenhet, eller mått, som utgjorde grunden för beskattning i Sverige fram till att kommunalskatten infördes i början av 1900-talet. Måttet att räkna i mantal har levt kvar i häradsallmänningarna. Ju mer

mark man äger i häradet, ju större utdelning från den gemensamma häradsallmänningen får man (Sveriges häradsallmänningsförbund 2018).

Häradena är vår äldsta kända områdesindelning och förekommer i flera av de gamla landskapslagarna från 1100- och 1200-talen men språkforskare anser att indelningen skett senast under 1000-talet men troligen tillkommit ännu tidigare. Av de forna häradsallmänningarna finns det idag 60 kvar. Deras gemensamma skogsmarksareal är omkring 120 000 hektar, en yta som motsvarar nästan hela Öland. Grimstens häradsallmänning är 4 416 hektar stor och platsen för vår arkeologiska förundersökning ligger i dess nordöstra del (figur 8).



Figur 8. Förundersökningsområdet ungefärligt markerat på Häradsekonomiska kartan från 1864–67, i den norra delen av Grimstens häradsallmänning. Skala 1:20 000. Rikets allmänna kartverks arkiv: J112-64-15.

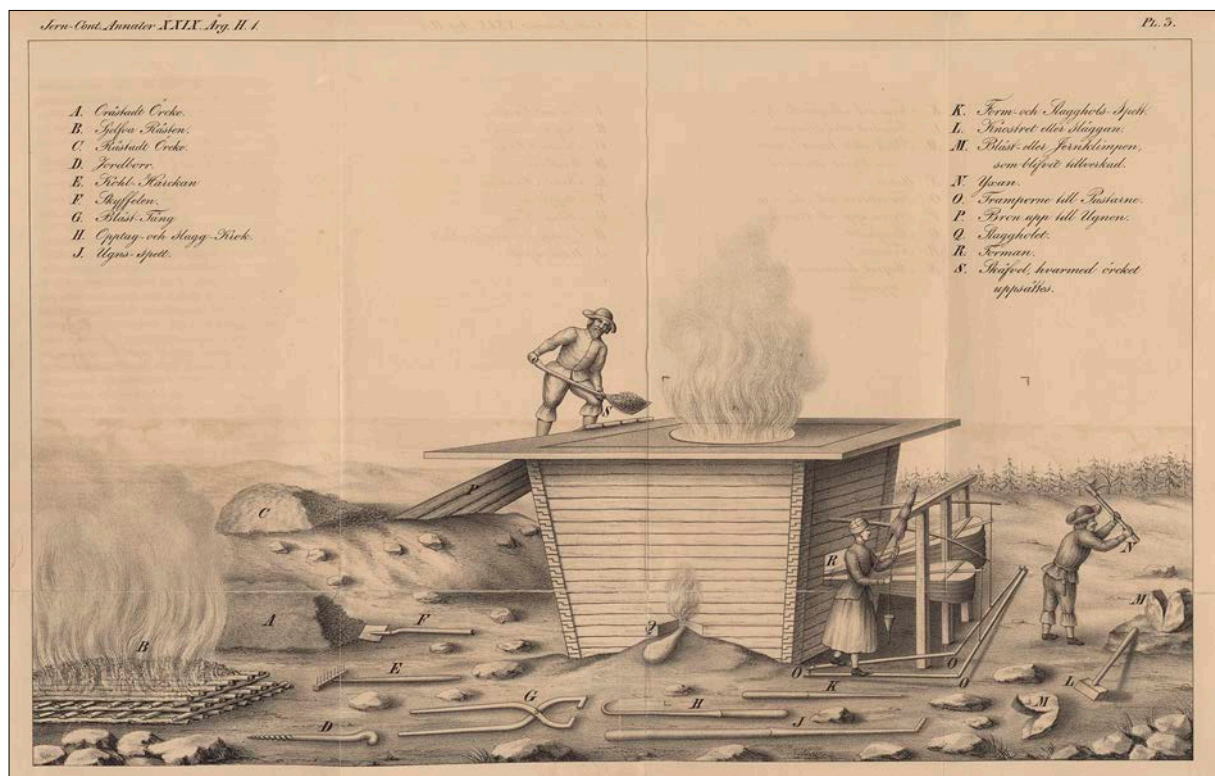
Järnframställning

Från mellersta bronsålder till tidig medeltid framställde man järn i så kallade blästugnar. De var mindre järnframställningsanordningar där man reducerade rödjord, sjö-, myr- eller bergmalm till smidbart järn. Innan malmen brändes i ugnarna rostades den på ett bål av trä. Vid rostningen oxiderade materialet till järnoxid, som sedan finkrossades. Processen gick sedan ut på att mata en förelad ugn med ömsom kol och ömsom malm medan man blåste in luft med hjälp av bälgar eller självdrag, för att öka förbränningen och temperaturen i ugnen (Englund 2002, s. 216; Jägstrand 2020, s. 3).

Det behövdes rikligt med kol, eller ved, för att producera förhållandevis små mängder järn. I takt med att kolet förbrändes och nivån i ugnen sjönk, matades nya satser med kol och malm på ovanifrån (figur 9). I processen förvandlades järnmalmen till järnsvamp, eller lupp, utan att smälta. Restprodukter, slagg, rann ned i en slaggavskiljare under ugnen. Slutligen kunde luppen tas upp från botten av anläggningen,

ovanpå den flytande slaggen. Efter att man avlägsnat luppen från blästugnen behövde smältan omformas till ett mer kompakt järn. Detta gjorde man genom att smälta ur slaggen och bearbeta massan med hammare, så kallat primärsmide. Efter detta kunde järnet smidas till ämnesjärn eller direkt till föremål, så kallat sekundärsmide (Jägstrand 2020, s. 3).

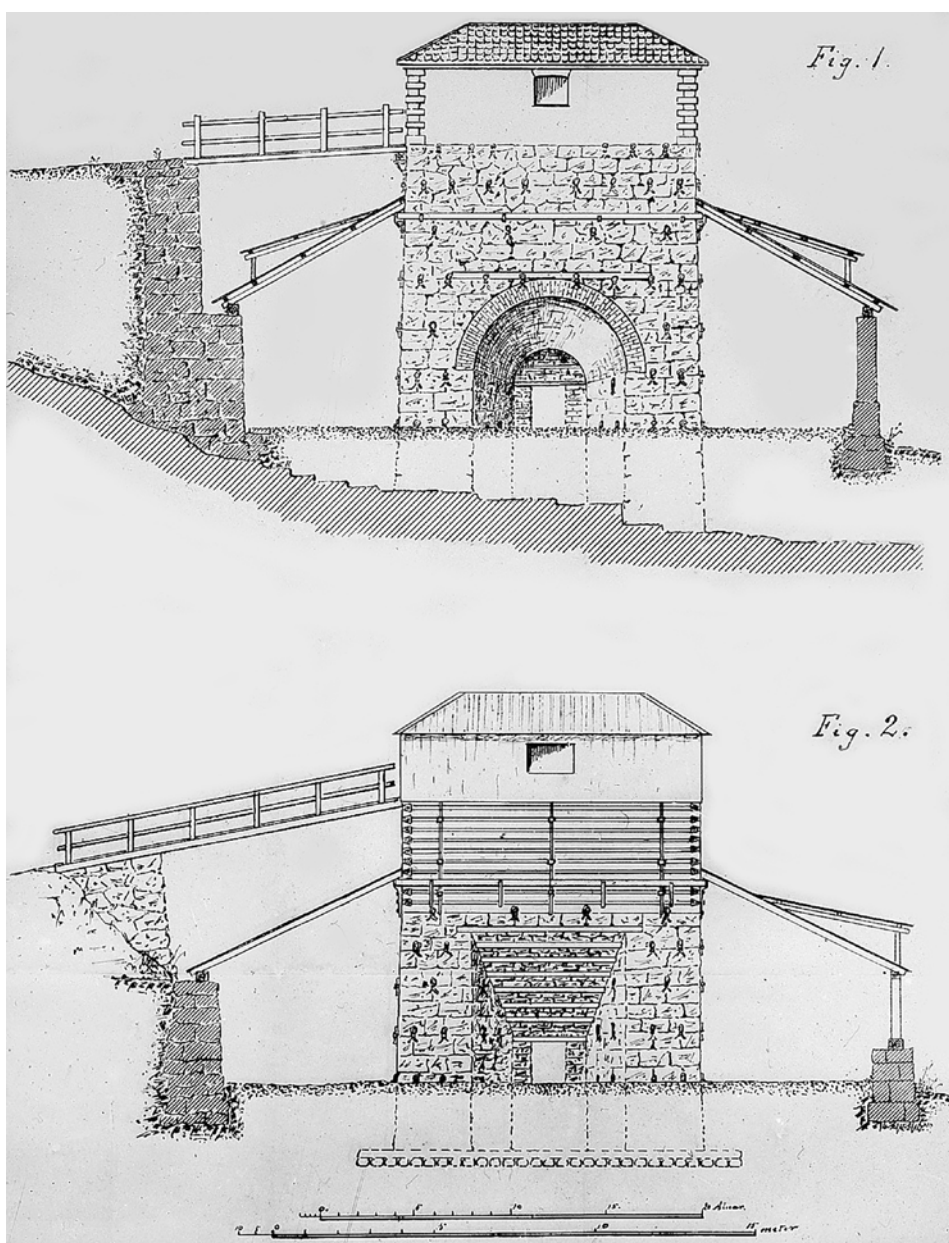
Metoden att framställa järn i blästugnar har ofta benämnts lågteknisk eller primitiv, vilket står i kontrast till den skicklighet och kunskap som behövdes för att framställa järn på detta sätt. För att särskilja metoden från den senare masugnsproduktionen används idag den mer neutrala termen blästbruk. Järnframställning i blästbruk var småskalig och var den vedertagna metoden att framställa järn fram till att masugnarna introducerades på 1100-talet (figur 10, Jägstrand 2020, s. 3). Även om masugnsbruk därefter dominerade produktionen av järn fortlevde blästbruket i mindre skala. I Dalarna var tekniken till exempel i gång till så sent som slutet av 1800-talet (figur 9, Englund 2002, s. 334).



Figur 9. En blästerugn från 1700-talet med tillhörande redskap för järnframställningen. Översatt till modern svenska går det att läsa: A. Orostad malm. B. Själva rosten. C. Rostad malm. D. Jordbör. E. Kolkratta (harka). F. Skyffel. G. Blästitång. H. Upp-tag- och slagghök. J. Ugnsspett. K. Form- och slagghålsspett. L. Knoster eller slägga. M. Bläst- eller järnklumpen som blivit tillverkad. N. Yxan. O. Tramporna till pusten (bälgen). P. Bro upp till ugnen. Q. Slagghålet. R. Forman (bälgens munstycke). S. Skovel (typ av spade) varmed malmen uppsättes. Källa: Uppsala universitetsbibliotek, ID: alvin-record: 100079. (PDM)

Med införandet av masugnen ökade produktionen av järn och blev mer storskalig. I en masugn fylldes kol, järnmalm och kalksten på uppifrån, och ugnen tändes underifrån. Den tillförda kalkstenen band det frigjorda svavlet och hjälpte slaggen att uppnå lämplig konsistens och nytt material matades på från toppen allt eftersom. Man blåste in luft genom bälgar i ugnens botten, där temperaturen steg upp mot 1 200 grader och tillät det smälta järnet att rinna ut från ugnens botten där det stelnade till tackjärn (figur 10).

Olikt järnet som framställdes i blästugnar var det ur masugnen framställda tackjärnet inte smidbart på en gång. Järnet behövde sekundärt hettas upp för att minska inslaget av kol till en smidbar nivå. Blästbrukets process var jämförelsevis omständlig och endast en mindre mängd järn kunde framställas i en ugn åt gången. De tidigaste masugnarna antas däremot ha kunnat tillverka omkring 200 kilo järn per dygn (Berger 2022, s. 19ff).

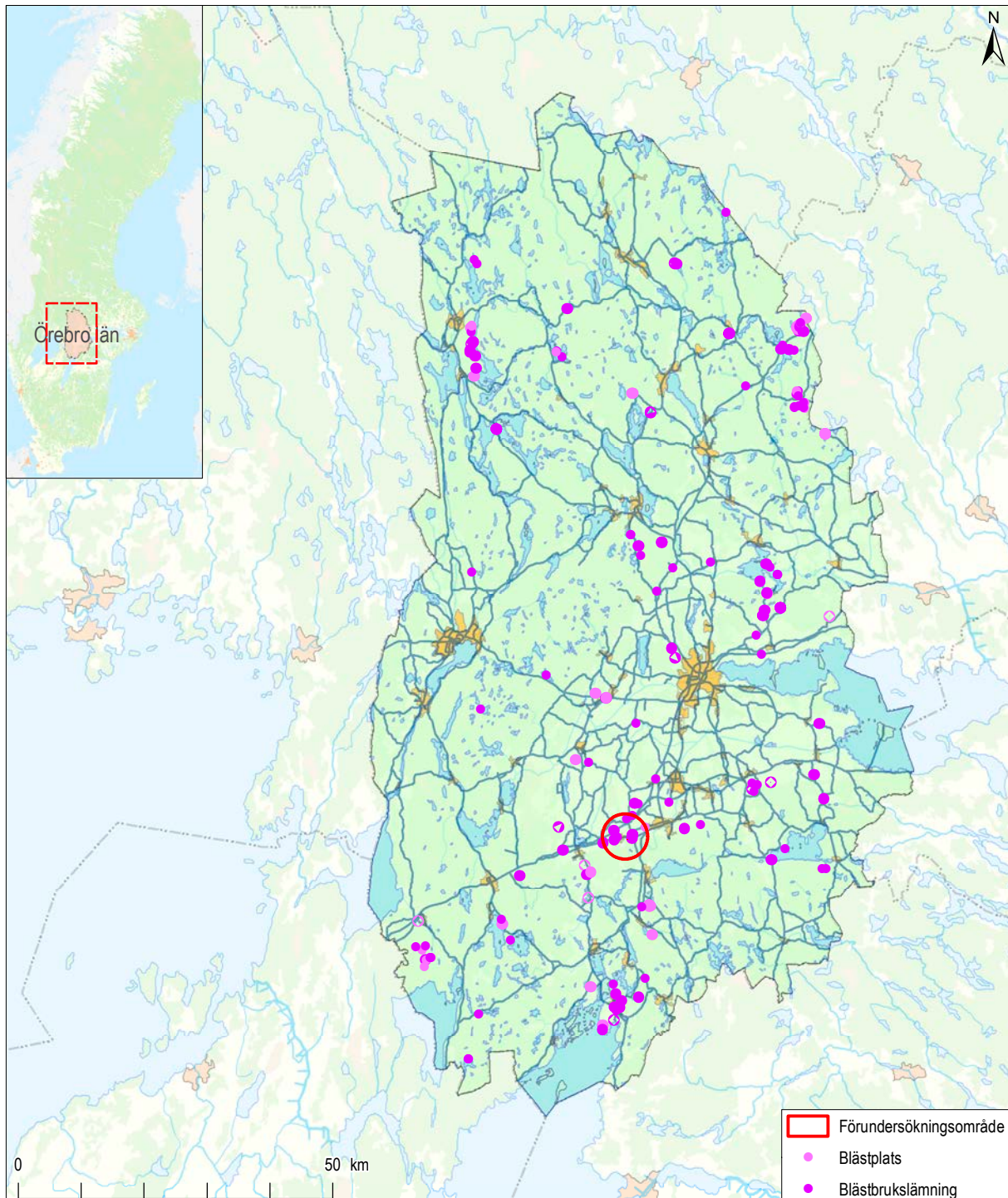


Figur 10. 1700-tals masugn, sedd från två sidor. 1904, av okänd plats. Källa: Jernkontoret. Tuschteckning av Garney, J. Bild-id: umax3121.

Blästplatser i centrala Närke

I förundersökningsområdet närhet finns ett antal varianter av blästbrukslämningar. Området i gränsen

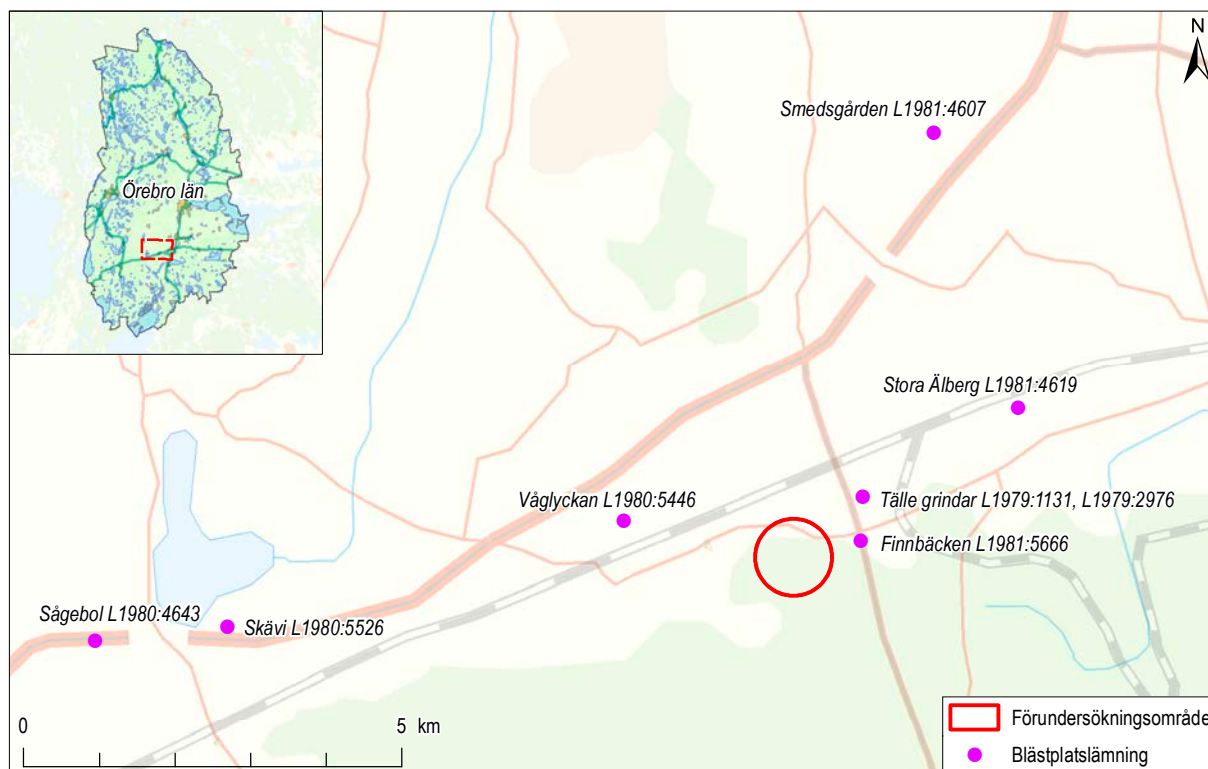
mellan höglandet i söder och Närke-slätten i norr har av olika anledningar varit gynnsamma för insamlandet av järnmalm, så det är också här som många av länets järnframställningsplatser återfinns (figur 11).



Figur 11. Blästplatser och blästbrukslämningar i Örebro län, så som de var registrerade i Kulturmiljöregistret vid tidpunkten för den aktuella förundersökningen. De registrerade lämningarna utgör med största sannolikhet inte samtliga blästbrukslämningar i länet då mörkertalet antas vara mycket stort. Mot bakgrund av Sverigekartan i skala 1:1 000 000, översikt i skala 1:20 000 000.

Den äldsta daterade järnframställningsplatsen i Närke ligger vid Sågebol, nordväst om Vretstorp, ungefär en mil väst om aktuellt förundersökningsområde (L1980:4643, figur 12). En av de fyra undersökta blästugnarna på platsen daterades till yngre bronsålder, 925–811 f.Kr. (Karlsson 2003, s. 365). Något

närmare aktuell lämning finns ytterligare sex daterade blästbrukslämningar, fördelade inom Viby och Hardemo socknar (figur 12, 13). Lämningarna har daterats mellan yngre bronsålder och vikingatid, med viss intensifiering runt förromersk järnålder (figur 13).



Figur 12. Blästplatslämningar i närheten av aktuell lämning. Förundersökningsområdet är ungefärligt markerat. Mot bakgrund av Sverigekartan i skala 1:100 000, översikt i skala 1: 4 000 000.

Lämnings-nr (KMR)	RAÄ-nr	Lokal	Typ	Datering	Referens
L1980:4643	Viby 214:1	Sågebol	Boplatslämning	925–811 f.Kr.	Kihlstedt 1998
L1980:5526	Viby 214:1	Skävi	Boplatsområde	Förromersk järnålder	Karlsson 2003
L1980:5446	Viby 188:1	Våglyckan	Fyndplats	770–1265 e.Kr. (94 %)	Hansson 1989
L1981:5666	Hardemo 110:1	Finnbäcken	Blästbrukslämning	360–210 f.Kr. (2σ), 400 f.Kr.–130 e.Kr. (94,3 %) 176 f.Kr.–168 e.Kr. (94,1 %)	Hansson 1989
L1981:4619	Hardemo 135:1	Stora Älberg	Blästplats	800–200 f.Kr.	Karlsson 2002
L1981:4607		Smedgården	Blästbrukslämning	590 f.Kr.–335 e.Kr. (91,2 %), 400 f.Kr.–85 e.Kr. (94,2 %) 790–350 e.Kr. (89,6 %), 675–1050 e.Kr. (88,6 %)	Hansson 1989
L1979:1131, L1979:2976		Tälle grindar	Blästbrukslämning	240–400 e.Kr. (2σ), 260–420 e.Kr. (2σ) 260–430 e.Kr. (2σ), 270–540 e.Kr. (2σ) 360–540 e.Kr. (2σ), 430–580 e.Kr. (2σ) 430–590 e.Kr. (2σ), 430–600 e.Kr. (2σ)	Ekman 2021

Figur 13. Tabellen visar de i figur 12 markerade platserna med blästbrukslämningar och ungefärliga dateringar.

Dessa undersökta lämningar ligger i en remsa längs den södra kanten av Närkeslätten. Placeringen är inte slumpartad utan en stor bidragande faktor har troligen varit de järnutfällningar som förts ut i våtmarker och vattendrag på slätten genom grundvattnet från de malmförande bergen i söder. Det var först med masugnarnas intåg som malm började brytas i berg och produktionen flyttade längre söderut till Lerbäcks socken, där bergmalmsförekomsten var bättre (Hansson 1989, s. 79).

Vid den närliggande blästbruksmiljön vid Tällegrindar (L1979:1131 och L1979:2976, figur 12) har bland annat rester efter 29 blästugnar, 25 kolningsgropar, två rostningsplatser och ett slagghvarp påträffats. Lämningarna speglar en större produktion av järn på samma plats under slutet av romersk järnålder

till folkvandringstid, där inte bara järnet utvanns från malmen utan även kolet för eldningen tillverkades och malmen rostades (Ekman 2021, s. 27).

Det är inte bara lämningarna efter själva ugnarna som kan påvisa en järnframställningsplats. Ugnarna kan vara kraftigt förstörda dels vid rivningen av anläggningen i sin samtid, dels efter senare aktiviteter på platsen som till exempel mångårig odling eller skogsbruk. Däremot finns det oftast rikligt med slagg kvar på platsen för blästbruket. Det hårda avfallet står starkt mot tidens tand även om nedgrävningar för ugnar och kolning blivit kraftigt förstörda. Det var bland annat genom förekomsten av slagg i markskador som den aktuella lämningen kunde tolkas som en blästplats.

GENOMFÖRANDE

Initialt sökschaktades området runt de redan kända lämningarna (L1979:2996 och L1979:2998). I samband med att området sökschaktades söktes det även av med metalldetektor, utan att några fynd påträffades (figur 14). Närområdet var plant till kuperat och den orörda undergrunden bestod av fin sand. Den kuperade terrängen skiljde som mest 2 meter i höjdnivå från den lägsta punkten till den högsta. Platsen för de tidigare registrerade kolningsgroparna låg på den högsta punkten på cirka 100 meter över havet.

Samtliga sökschakt saknade anläggningar och fornlämningen kunde begränsas till ett cirka 25 x 16 meter stort område runt de båda kolningsgroparna där en större sammanhängande yta banades av (figur 15). Totalt schaktades 690 m², varav 275 m² utgjordes av den större frilagda ytan.

När området banats av grävdes de båda kolningsgroparna till hälften med hjälp av grävmaskin, så att tvärgående sektioner upprättades. Övriga framkomna anläggningar undersöktes med handverktyg till

hälften, förutom lager som helt kom att tas bort med maskin efter att mindre delar handgrävts.

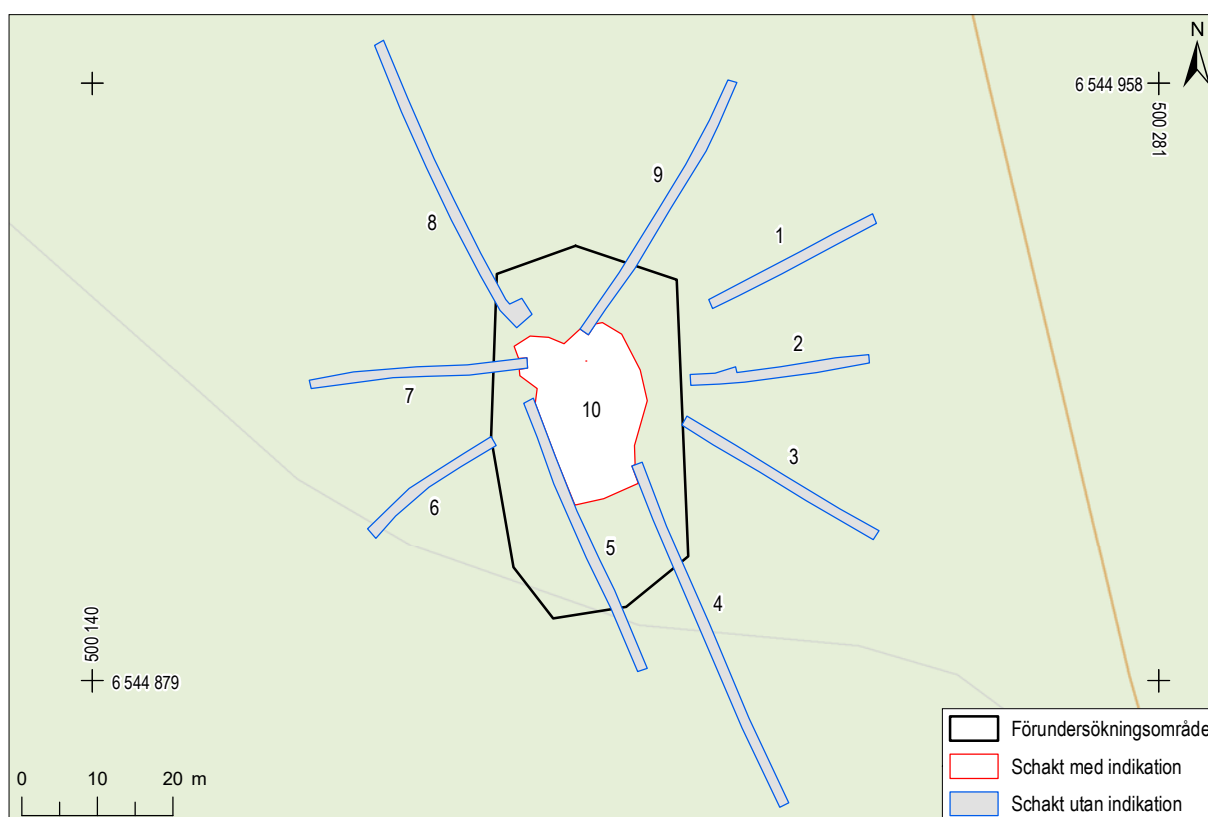
Området översiktsfotograferades med hjälp av drönare och handhållen kamera. Samtliga schakt, anläggningar, lager och prover mättes in med RTK-GPS. Anläggningarna och lagren dokumenterades skriftligt och överfördes till dokumentationsprogrammet Siteworks för vidare bearbetning.

Kolningsgroparna provtogs för vedart- och ¹⁴C-analys och slagg och bränd lera från övriga anläggningar och lager samlades in för metallurgisk analys.

Vedartsanalysen utfördes av Stefan Gustafsson, Arkeologikonsult. Det utplockade kolet skickades sedan till International Chemical Analysis Inc., i USA för ¹⁴C-datering. Det metallurgiska och keramiska materialet analyserades av Lena Grandin på Statens historiska museers geoarkeologiska laboratorium i samarbete med Ole Stilborg, SKEA.



Figur 14. Sökschakt och den centrala större avbanade ytan runt de framkomna lämningarna. Fotograferat med drönare från sydöst.



Figur 15. Samtliga schakt och avbanad yta. Det markerade förundersökningsområdet var ungefärlig. Mot bakgrund av fastighetskartan i skala 1000

RESULTAT

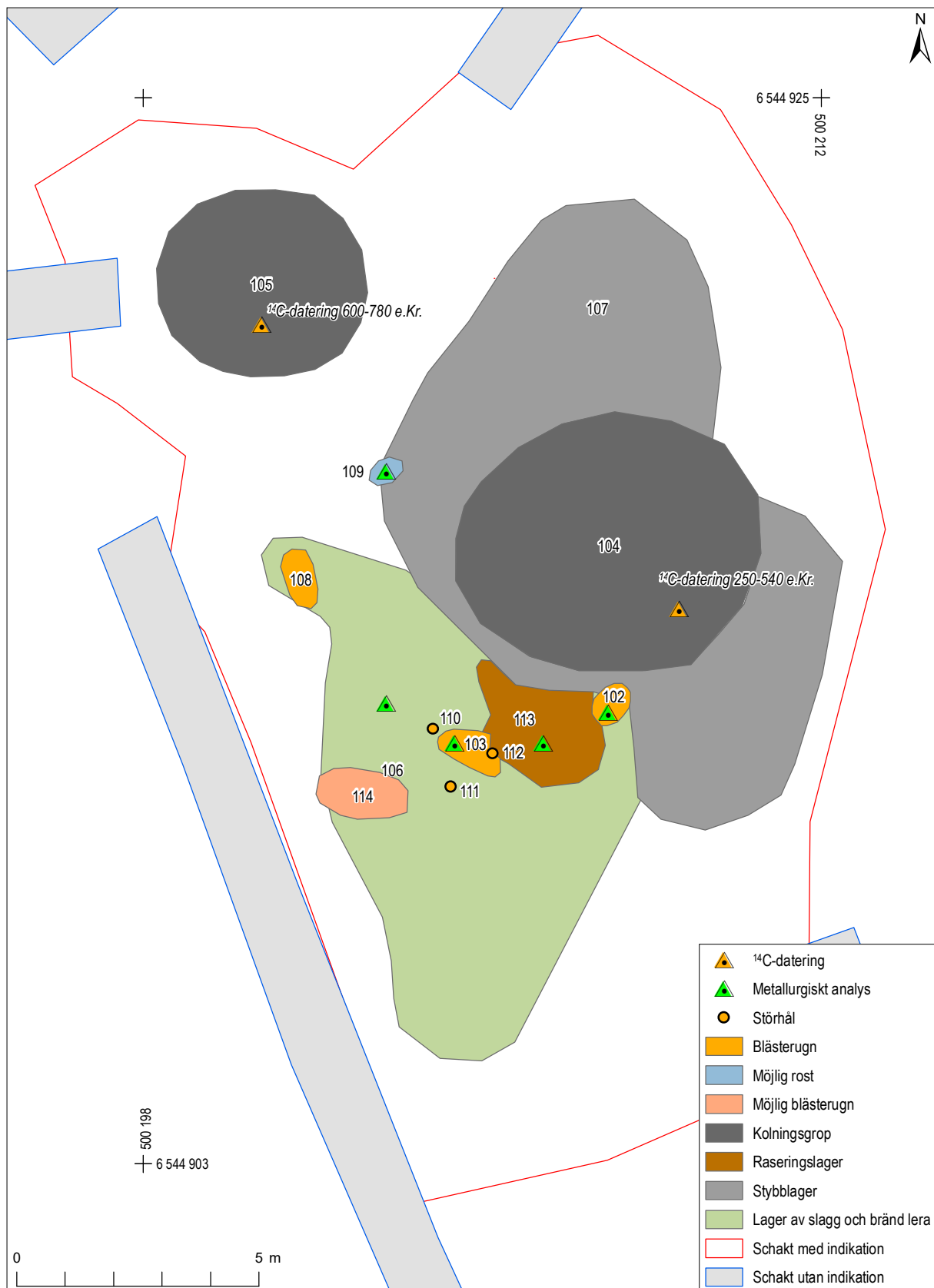
Vid förundersökningens början var de två kolningsgroparna redan kända. Lämningarna framträdde innan avbaning som två större, skålförmiga försänkningar i terrängen, knappt synliga genom undervegetationen (figur 16). Runt den ena kolningsgropen (104) anades en låg vall. När området runt de båda kolningsgroparna togs fram i en större sammanhängande yta framträdde även två större lager; ett kolinblandat stybblager (107) och ett underliggan-

de lager med ett rikligt innehåll av slagg och bränd lera (106). I det sistnämnda lagret förekom koncentrationer av slagg och sten, vilket visade sig vara tre blästugnar, en nedgrävning, en möjlig rost och ett raseringslager (figur 17).

De olika lämningstyperna kommer nedan att beskrivas översiktligt, se bilaga 2 för mer detaljerad information om de enskilda kontexterna.



Figur 16. Centralt i bild är en av de två undersökta kolningsgroparna innan avbaning. Gropen är knappt synlig på grund av den täta undervegetationen i gropen. Foto från öst.



Figur 17. Samtliga lämningar som påträffades vid aktuell förundersökning. På planen framgår även vilka kontexter som metallurgiskt analyserats samt daterats. I skala 1:120.

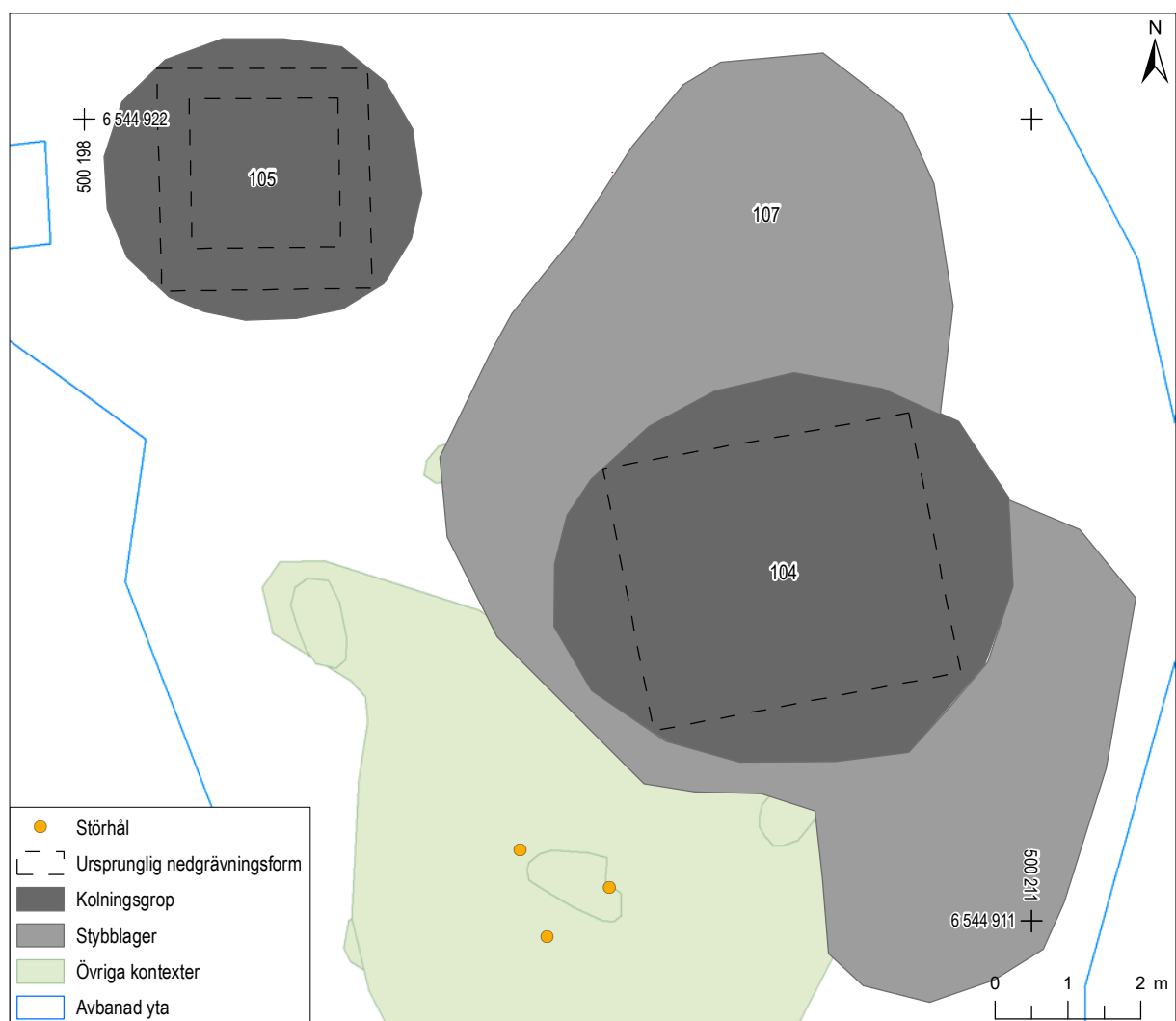
Kolningsgropar

Kolningsgroparna, tidigare L1979:2996 och L1979:2998, låg på den högsta punkten i närområdet. Den ena av kolningsanläggningarna, 104, var något större än den andra, 105 (figur 18). Den större gropen var även omgiven av ett stybblager (107), som närmast nedgrävningskanten utgjorde en låg vall. Vallen var mer framträdande innan vegetationen avlägsnades och var knappt märkbar därefter.

När en sektion upprättats tvärs genom kolningsgrop 104, framträdde en ursprunglig firsidig nedgräv-

ning med raka sidor och plan botten (figur 19). Den lösa omkringliggande sanden hade rasat in i sidorna och skapat den runda och skålformade försänkningen som var tydlig innan förundersökningens början. Nedgrävningen var ursprungligen 4 meter bred i botten och hade rikligt med kol och stybb bevarat i hörnen.

Vid undersökandet av själva kolningsgropen kunde inte fler brukningar med säkerhet urskiljas, men det vidsträckta omkringliggande stybblagret och vallen antyder att man återanvänt nedgrävningen för upprepade kolningar.



Figur 18. De två kolningsgroparna samt det större stybblagret. De ursprungliga nedgrävningsformerna är markerade. I skala 1:100.



Figur 19. Kolningsgrop 104 i sektion. Anläggningens firsidiga form framträder i sektionen. Foto från öst.

Den närliggande andra kolningsgropen skiljde sig aningen åt i dimensioner och utformning. Denna något mindre anläggning (105) saknade dessutom ett omkringliggande kolbemängt lager. När en sektion upprättats tvärs genom anläggningen framträdde nedgrävningens ursprungliga form. Likt 104, var även denna kolningsanläggning från början firsidig och hade rasat in. Dock kunde man i detta fall ana

åtminstone två brukningar. Den första brukningen motsvaras en djupare, smalare nedgrävning under en bredare, grundare sådan (figur 20). Den äldre och djupare gropen var cirka 2 meter bred i botten och den yngre, grundare gropen var drygt 3 meter bred. Botten och kanterna i de båda brukningsfaserna var täckta med kol och stybb.



Figur 20. Kolningsgrop 105 i sektion. Anläggningens två nedgrävningsfaser är synliga som avsatser i botten. Foto från öst.

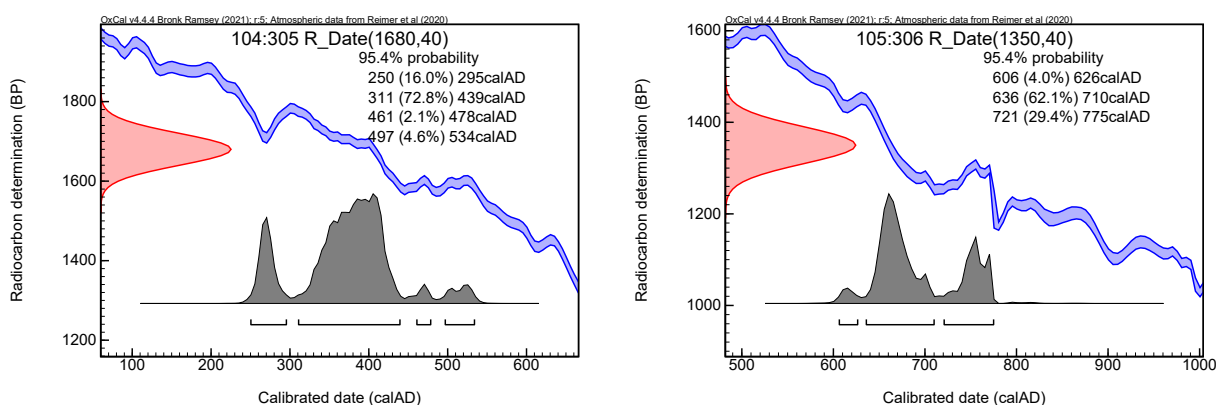
Båda kolningsgroparna provtogs för vedartsbestämning och ^{14}C -analys. I den större kolningsgropen (104) togs provet i ena hörnet, där minimal infiltration av rötter och djurgångar var synlig. I den mindre kolningsgropen (105) togs provet i den äldre brukningens botten, även här var avsaknaden av synlig infiltration noterbar. Vedartsanalysen visade att man kolat gran i båda anläggningarna (bilaga 3).

Då man sällan kan utläsa det förkolnade trädslagets egenålder måste man vid resultaten av en ^{14}C -analys tillgodoräkna trädslagets maximala ålder. Gran kan bli upp till 400 år gammal, i vissa fall till och med ännu äldre även om det är ytterst ovanligt. Egenåldern på de daterade kolbitarna från båda kolningsanläggningarna måste därför läggas på ^{14}C -analysens dateringar.

Den större anläggningen (104) daterades till 250–540 e.Kr., med en högre sannolikhet mellan 310–440 e.Kr. (figur 21; bilaga 5). Med reservation för att kolet kom från en gammal del av en gammal

gran får vi ta höjd för att den egentliga dateringen i stället finns inom spannet 250–940 e.Kr., eller med en större sannolikhet i spannet 310–840 e.Kr. Därtill bör det tilläggas att det troligen är kolningsanläggningens yngsta brukning som daterats. Som det omkringliggande stybblagret antyder har gropen troligen städats ur för ny brukning och att vi därmed har haft en kolningsverksamhet i samma grop tidigare än vad dateringen visar.

Den mindre anläggningen (105) daterades till 600–780 e.Kr., med en något större sannolikhet mellan 600–710 e.Kr. (figur 21; bilaga 5). Även här måste vi ta kolets högsta möjliga egenålder i beaktande. Kolets egentliga datering hamnar då i stället i spannet 600–1080 e.Kr., eller mer sannolikt i spannet 600–1010 e.Kr. Olikt den närliggande kolningsgropen får vi i detta fall tänka oss att det är en äldre brukning som daterats då provet togs från den äldre nedgrävningen. Det är tydligt att anläggningen har fortsatt att användas efteråt.



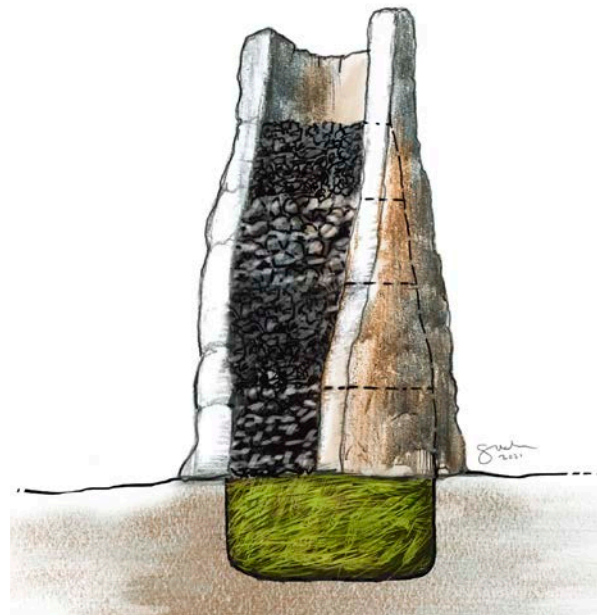
Figur 21. Graferna visar dateringarna från det analyserade kolet i kolningsgroparna. Dateringarna utfördes av International Chemical Analysis Inc. och graferna är upprättade med Oxcal version 4.4.4.

Blästugnar

När det närmast heltäckande lagret med slagg och bränd lera (106) varsamt togs bort med maskin framträdde ett antal nedgrävningar och koncentrationer med slagg, sten och bränd lera. Tre av dessa anläggningar visade sig vara raserade ugnar för järntillverkning. Det som fanns kvar av ugnarna var den underliggande slagguppsamlingsgropen, vari olika typer av slagg, sten, bränd lera och jord fyllts upp när ugnarna raserats (figur 22). Ugnarna låg i svag sydsluttning.

Två av ugnarna har metallurgiskt analyserats, tillsammans med två slaggförande lager och den möjliga rostplatsen (figur 24). Utifrån det analyserade materialet har man bland annat kunnat ana konstruktionens form trots att lämningarna i sig varit kraftigt raserade. En del av slaggerna uppvisade nämligen tydliga former och avtryck som visar hur ugnarna och slagguppsamlingsgroparna varit uppbyggda.

Själva slagguppsamlingsgropen, som varit placerad under ugnen, har utifrån slagg som stelnat mot plana stenytor, varit satta med stenhällar. Ovanpå den stensatta gropen har överbyggnaden bestått i ett schakt av lera. Analyserad teknisk keramik visar på



Figur 23. Blästerugn i genomsnitt. Illustration av Sverker Holmqvist, Arkeologikonsult.

att ugnsschakten haft en kurvatur och därmed varit runda, och inte firsidiga (figur 23; bilaga 4). Tilläggas bör även att den tekniska keramiken som påträffades omfattar rester efter minst fyra olika lerschakt, varav två tillhör de analyserade ugnarna (102 och



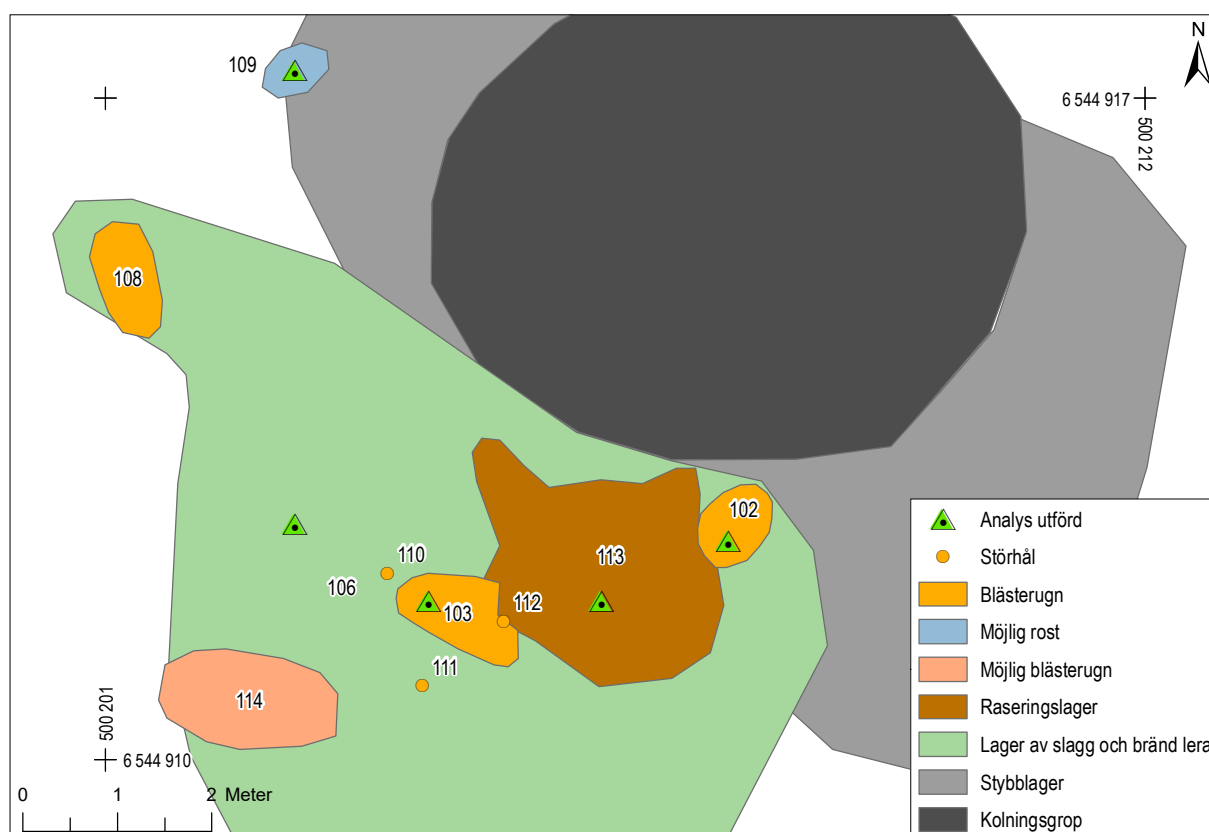
Figur 22. En av de undersökta blästerugnar (102) i sektion. Nedgrävningen hade två tydligt åtskilda fyllningar som möjligen utgör resterna efter två olika ugnar. Observera stenarna till höger i bild som möjligen utgör rester efter den stensatta slagguppsamlingsgropen. Foto från sydväst.

103). Möjligen utgör de övriga två överbyggnaderna av lerschakt till den resterande ugnen 108 och den möjliga ugnen 114 (figur 24). Fragmenten från ugnsschakten visar att samtliga överbyggnader varit byggda med samma lera som hade en tillräckligt god värmetålighet för verksamheten men som också har behövts ersättas efter ett antal körningar i ugnen, vilket också är tydligt utifrån avsaknaden av lagade lerschakt i materialet. Lerschakten var byggda av en fin, sandrik lera som magrats med mycket finfördelat organiskt material som möjligen var tröskrester (bilaga 4, s. 71).

Konstruktionen känns igen från andra undersökta och analyserade blästugnar i närheten, men ett par konstruktionsdetaljer sticker ut. Den ena skillnaden bestod av att bland det analyserade materialet fanns ett par tjockare ugnsväggsrester med förbränd utsida av ugnsschaktet i stället från den mer vanligt förekommande insidan. Insidan av lerschaktet där

ugnen varit blir av förklarliga skäl mer bränd än utsidan och bevaras därmed bättre. På utsidan av dessa fragment kan man se avtryck av vidjor och en träkonstruktion efter en yttre ram. Lerschaktet har alltså konstruerats med ett yttre skelett av trä som måste ha brunnit upp innan ugnen togs i bruk, vilket har lämnat avtryck i lerschaktet och orsakat att utsidan blivit förbränd. Den andra skillnaden som sticker ut utgörs av själva magringen i den tekniska keramiken, som är ovanlig.

Varken vid undersökningen eller bland de insamlade slaggerna har det påträffats några tecken på att smide utförts på platsen, däremot finns det i det keramiska materialet ett fragment som närmast kan tolkas vara kanten till en lerinfodring från en ässa, vilket då indikerar att eventuellt primärsmide utförts på platsen.



Figur 24. På planen är blästerugnarna, den möjliga rosten samt de olika lagren särskilt markerade. I skala 1:80.

Möjlig rost

Mellan de båda kolningsgroparna påträffades en mindre yta med ett finfördelat rödbränt material som fyllde upp en grund nedgrävning (figur 24). I ytan fanns ett fåtal skärviga stenar (figur 25). Vid undersökningen tolkades materialet preliminärt utgöra resterna efter en malmrost. Ett prov togs därför och skickades in för en metallurgisk bedömning. Vid analysen visade det sig att en liten del av det insamlade materialet var magnetiskt, vilket antyder att det fanns värmepåverkade järnoxider i materialet förenligt med rostad malm. Dock bestod majoriteten av provet av kvartskorn. Även om lämningen innehöll järnoxider var provmängden för liten för

att kunna utföra en kemisk analys att jämföra med de insamlade slaggerna. Det är därmed inte klarlagt om lämningen verkligen utgör en rost men att det hör hemma i en järnframställningsmiljö är tydligt.

Vid undersökningstillfället samlades jordprov in från den närliggande Hälsokällans botten, en av Finnakällorna. Hälsokällan har inom den lokala folktron ansetts inneha helande krafter på grund av sitt järnhaltiga vatten med roströd fällning. Jordprovet analyserades översiktligt i samband med den metallurgiska genomgången men inget uppenbart malmförande upptäcktes (bilaga 4, s. 64).



Figur 25. Den möjliga resten efter en rost (109). Foto från söder.

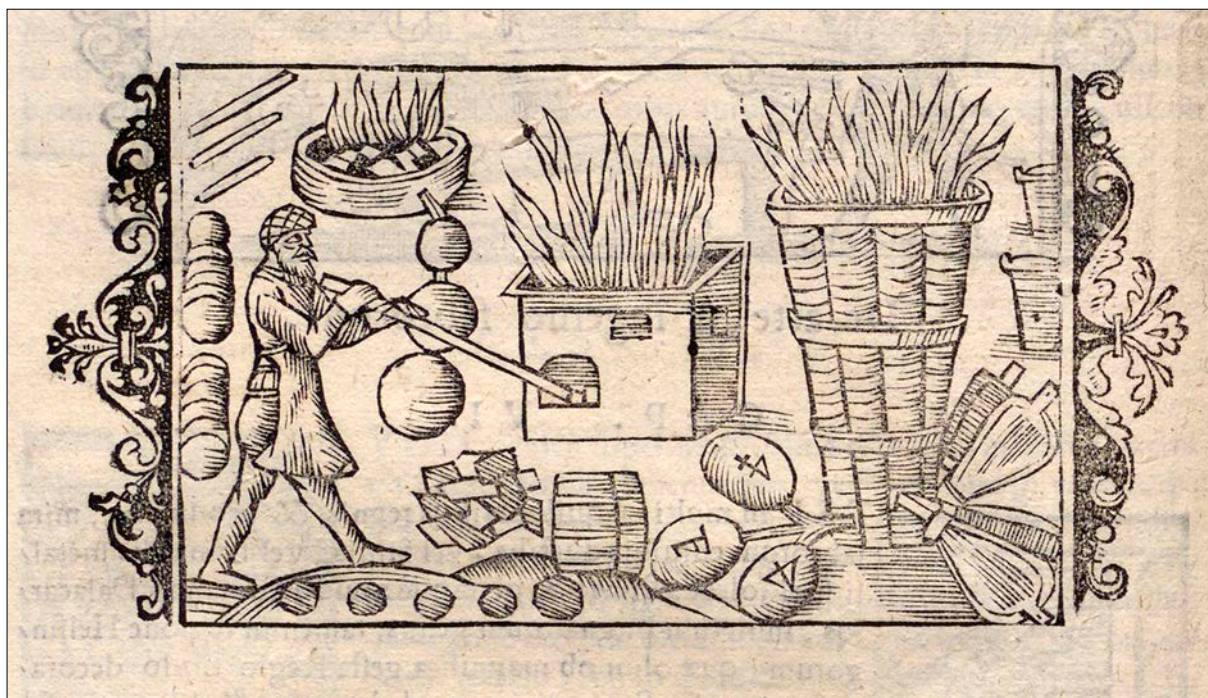
SAMMANFATTANDE DISKUSSION

Platsen som tidigare var känd för att inrymma två kolningsgropar visade sig utgöra en mer komplex blästbrukslämning, där man inte bara har utvunnit järn ur malm utan också kolat bränslet till den upprepade järnframställningsverksamheten. Troligen har man även rostet malmen på platsen så väl som utfört primärsmide av den framställda metallen.

Ugnarna var så kraftigt skadade att endast de raserade slagguppsamlingsgroparna fanns kvar men utifrån den analyserade slaggen och den tekniska keramiken som påträffades i anslutning har ugnarnas utformning kunnat rekonstrueras. Ugnarna hade stensatta slagguppsamlingsgropar som var överbyggda med rundade lerschakt. Åtminstone en av ugnarna hade vid anläggandet en träram runt lerschaktet, en ovanlig konstruktion som dock har några kända paralleller. En undersökt ugn i Stomskil norr om Örebro har möjligen haft en träram och daterades till

romersk järnålder (Westin 2003, s. 381). Träramar finns även bland det västgötska blästugns materialet (bilaga 4, s. 91). Den starkaste likheten gick dock att finna i en järnframställningsugn som undersöktes i Godegård, cirka 3 mil söder om aktuell lämning (Berger 2023; bilaga 4, s. 91). Godegårdsgn fick även en samstämmig datering till folkvandringstid och hade en likartad magring i själva lerschaktet – tröskrester.

Magring med tröskrester förefaller vara ovanligt, vilket ytterligare förstärker likheterna mellan blästugnarna. Växtmagring förekommer även i det västgötska materialet och tillfördes troligen i teknisk keramik för att öka isoleringen och minska värmeförlusten i ugnarna. Närvaron av tröskrester innebär dessutom att ugnen/ugnarna uppförts på hösten (Stilborg 2023, s. 68).



Figur 26. Blästbruk avbildat i Olaus Magnus bok *Historia om de nordiska folken* från 1555, sida 208. Källa: Uppsala universitetsbibliotek, ID: alvin-record: 182450. (PDM).

Under historisk tid har kolning i milor främst utförts under hösten, och helst i nära anslutning till platsen där kolet skulle brukas (Sarén Lundahl 2022 b, s. 18). Att det finns två kolningsgropar med spår efter upprepad brukning precis intill blästugnarna är därmed inte underligt. Det är högt sannolikt att bränslet till ugnarna tillverkats i de intilliggande groparna i närtid och att dateringarna därför är överförbara på hela järnframställningsaktiviteten. Möjligen har aktiviteterna på platsen utförts under årets senare del.

Även om virkets maximala egenålder behöver läggas på ^{14}C -dateringarna för att minimera felmarginalen så är det föga troligt att man fällt och kolat riktigt gamla träd i groparna. Med tanke på blästbrukslämnings placering inom den anrika Grimstens häradssallmanning, är det möjligt att platsen var skogrik även under den aktuella perioden och att man därmed hade ett någorlunda fritt val i avverkning av virke. För att hålla nere tiden då kolveden behövde torka samt hänsyn till så väl arbetsåtgång som virkets lämplighet, avverkades troligen inte de absolut äldsta träden.

Därtill bör ugnarnas likheter i konstruktion med andra undersökta blästugnar daterade till folkvandrings-tid tas i beaktande när tolkningen av ^{14}C -ana-

lyser görs. Det är i och med detta troligt att kolningsgroparna brukats under folkvandrings-tid och vendeltid, tillsammans med järnframställningen på platsen.

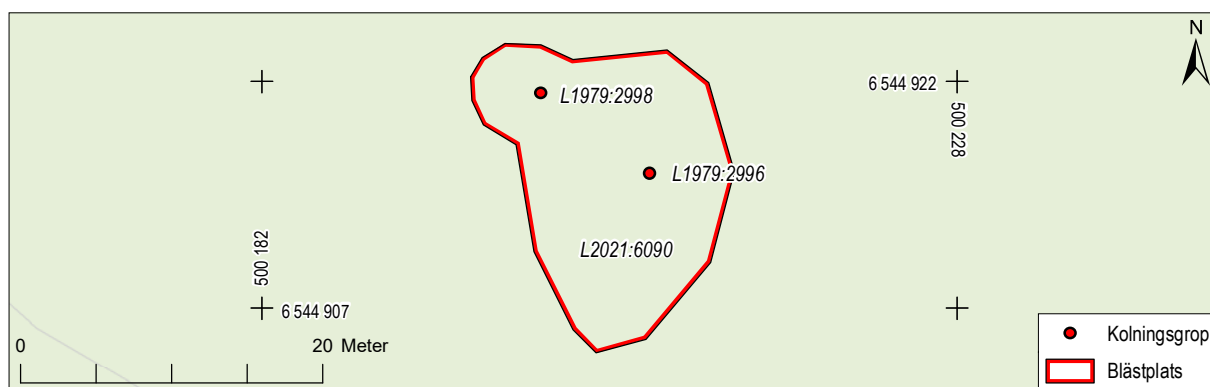
De aktuella ugnarna verkar förena drag från olika järnframställningstraditioner som delvis har olika geografiska tyngdpunkter, vilket påvisar en viss struktur i överförandet av järnframställningskunskaper. Att framställa järn ur malm i ugnar var knappast en allmänt rådande kunskap och tillhörde troligen ett fåtal i ett specialiserat hantverksutövande. De överlappande kunskapstraditionerna som de aktuella ugnarna uppvisar tyder på att det troligen funnits en viss rörlighet bland utövarna, där den tekniska kunskapen plockades upp på olika håll och kombinerades. Möjliga ambulerande hantverkare och specialister var inte en unik företeelse under järnåldern (se exempelvis Helgesson 2002, s. 22f och där anförd litteratur).

Blästplatsens placering utan närhet till en känd närliggande boplats, har troligen att göra med områdets tillgång på råmaterialen – så väl malmen som kolveden.

SLUTSATS

Innan förundersökningens början var endast de två kolningsgroparna registrerade i Kulturmiljöregistret. Fler anläggningar påträffades vid undersökningen som tillsammans med kolningsgroparna bildade en mer komplex lämning där hela processen att framställa järn fanns representerad. De två kolningsgroparna (L1979:2996 och L1979:2998) sammanfördes därmed till den nya lämningstypen Blästplats L2021:6090 (figur 27, 28).

Lämningens utbredning var begränsad till en mindre yta och kunde undersökas i sin helhet inom ramen för förundersökningen. Lämningen är därmed efter utförd förundersökning undersökt och borttagen och informationen har uppdaterats i Kulturmiljöregistret (figur 28).



Figur 27. Planen visar resultatet av förundersökningen och hur den nya lämningen registrerats i Kulturmiljöregistret. Mot bakgrund av Fastighetskartan skala 1:200.

Lämningsnr KMR	Lämningstyp	Antikvarisk bedömning	Undersökningsstatus	Beskrivning av lämning
L1979:2996	Kolningsanläggning (sammanslagen med L2021:6090)	Ingen antikvarisk bedömning	Helt undersökt	Kolningsgrop, rektangulär, 5x4 m (Ö-V) och 1 m dj. Utanför kanten var en låg vall, 1,5 m br och 0,2 m h, synlig i N och S. Större stybblager runt om. Undersökt och borttagen vid arkeologisk förundersökning 2021. ¹⁴ C-daterad till 250–540 e.Kr. Datering gjord på grankol.
L1979:2998	Kolningsanläggning (sammanslagen med L2021:6090)	Ingen antikvarisk bedömning	Helt undersökt	Kolningsgrop, kvadratisk form, med antydning till två nedgrävningar. Den äldsta 2x2 m (N-S) och 1,15 m dj och den yngre 3x3 m (N-V) och 1 m dj. Undersökt och borttagen vid arkeologisk förundersökning 2021. ¹⁴ C-daterad till 600–780 e.Kr. Datering gjord på grankol.
L2021:6090	Blästplats	Ingen antikvarisk bedömning	Helt undersökt	Blästplats, ca 21x15 m (N-S), bestående av 2 kolningsgropar, 4 möjliga blästerugnar, 2 lager och 1 möjligt rost. Kolningsgroparna, belägna i N delen, var fyrkantiga, 3 x 3 och 4 x 4 m st och 1–1,15 m dj, var igenrasade. Kol bevarat i hönen och flera brukningar synliga. Blästerugnar bestod av 3 säkra och 1 osäker; 0,9 m l (NÖ-SV), 0,7 m br; 1,5 m l (Ö-V), 0,8 m br; 1,25 m l (N-S), 0,7 m br; 1,8 m l (Ö-V), 1,15 m br. Endast slagguppsamlingsgroparna bevarade men raserade. Slaggen och den tekniska keramiken visade att slagguppsamlingsgroparna varit stensatta och hade rundat lerschakt. 1 lager, 12 m l (N-S), 9,5 m br och 0,2–0,4 m tj, bestod av kolstybb och belägen runt den Ö kolningsgropen (L1979:2996). 1 lager, 11,5 m l (N-S), 9,4 m br och 0,15 m tj, bestod av utjämnad varphög och raserad från ugnarna som täckte ugnarna. Innehöll slagg, ugnfragment och skarpkantade stenar. Den möjliga rosten, 0,7 m l (NÖ-SV), 0,55 m br och 0,1 m dj, låg mellan kolningsgroparna under stybblagret. Bestod av röd, magnetisk jord. Kolningsgroparna ¹⁴ C-daterade: 250–540 e.Kr. och 600–780 e.Kr. (kol från gran).

Figur 28. Tabell över de ändringar som gjorts i Kulturmiljöregistret, med lämningsbeskrivning och antikvarisk bedömning.

REFERENSER

Litteratur

BERGER, Å & WESTRIN, K. 2020. *I kolarens spår. Kompletterande arkeologisk utredning etapp 1 och arkeologisk utredning etapp 2 i Hardemo, Viby, Hallsbergs och Lerbäcks socken, Kumla, Hallsbergs och Askersunds kommun*. Rapporter från Arkeologikonsult 2020:3266.

BERGER, Å. 2022. *Dammens hytta. En bergsmanshytta i Lerbäcks bergslag. L1981:4328, Mariedamm 1:14, Trehörning 1:8, Södra Björnfall 2:13 och Önnabo 2:2, Lerbäcks socken, Askersund kommun, Örebro län*. Rapporter från Arkeologikonsult 2022:3349.

BERGER, Å. 2023. *Folkvandringstida järnframställning och medeltida metallhantverk i Godegård. Arkeologisk undersökning av L2008:5975, Godegårds socken, Motala kommun, Östergötland*. Rapporter från Arkeologikonsult 2023:3467.

BERGER, Å. *Fossila åkrar L1979:3013 och L1979:2015*. [Oppublicerat manuskript].

BJÖRKLUND, S. 2016. *Dubbelspår Stenkumla – Hallsberg, Hallsbergs, Hardemo, Lerbäcks och Viby socknar. Askersunds, Hallsbergs och Kumla kommuner. Örebro län, Närke*. Arkeologisk utredning etapp 1, kart- och arkivstudie. Rapporter från Arkeologikonsult 2016:2950.

BJÖRKLUND, S. 2018. *Dubbelspår Stenkumla – Hallsberg, Arkeologisk utredning etapp 1, Hallsbergs, Hardemo, Lerbäcks och Viby socknar. Askersunds, Hallsbergs och Kumla kommuner. Örebro län, Närke*. Rapporter från Arkeologikonsult 2018:3093.

EKMAN, T. 2021. *Blästbruk vid Tälle grindar. L1979:1131, L1979:2976. Tälle 3:1, Hardemo socken, Kumla kommun, Närke*. Arkeologisk förundersökning. Arkeologgruppen AB, rapport 2021:14.

ENGLUND, L-E. 2002. *Blästbruk. Myrjärnsanläggningens förändringar i ett långtidsperspektiv*. Diss. Stockholm: Univ.

GRANDIN, L & HJÄRTHNER-HOLDER, E. 2003. *Högteknologisk järnframställning. I: Karlenby, Leif (red.). Mittens rike: arkeologiska berättelser från Närke*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet. s. 391–424.

HANSSON, P. 1989. *Samhälle och järn i Sverige under järnåldern och äldre medeltid – exemplet Närke*. Diss. Uppsala: Univ.

HELGESSON, B. 2002. *Järnålderns Skåne – samhälle, centra och regioner*. Diss. Lund: univ., 2002

JÄGSTRAND, N. 2020. *Fosfor och blästjärn under svensk förhistoria och medeltid. Ett hantverksperspektiv på järnkvaliteter med fokus på fosforjärn*. (Masteruppsats) Stockholms univ.

KARLSSON, C. 2002. *Järnframställning vid Stora Älberg. Närke, Hardemo socken, Stora Älberg 1:3 och 1:45, RAÄ 131–137 och RAÄ 139–142*. Örebro: Riksantikvarieämbetet

KARLSSON, C. 2003. *Mellan brons och järn. I: Karlenby, Leif (red.). Mittens rike: arkeologiska berättelser från Närke*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet. s. 363–376.

KIHLSTEDT, B. 1998. *Boplats och järnframställningsplats vid Sågebol, E20, Närke, Viby socken, RAÄ 214, Dnr 3209/93, arkeologisk undersökning*. Hägersten: UV Mitt

LAGERSTEDT, A (RED.). 2008. *På väg genom Närke – ett landskap genom historien. Hyddor från tidigneolitikum, grophus från romersk järnålder, boplats och järnframställning från romersk järnålder, kultplats och gård från vikingatid, medeltida kolning, smide och odlingslämningar från järnålder – historisk tid. Särskilda arkeologiska undersökningar. Hidinge 105:1, Vintrosa 69:1, 85:1 och 92:1 och Vintrosa 96:1 och 63:1, Närke*. Rapporter från Arkeologikonsult 2008:2025

SARÉN LUNDAHL, J. 2021. *Sumpen – en avrättningsplats för Viby socken. Arkeologisk utredning av avrättningsplats L1980:4635 samt kolningsanläggning L2021:8147, inom fastigheten Grimstens Häradsallmanning S:2, Viby socken, Hallsbergs kommun, Örebro län. Rapporter från Arkeologikonsult 2021:3493.*

SARÉN LUNDAHL, J. 2022 A. *Perstorps gårdstomt. Arkeologisk förundersökning av gårdstomt L2018:925 inom fastighet Perstorp 1:1, Viby socken, Hallsbergs kommun, Örebro län. Rapporter från Arkeologikonsult 2022:3515.*

SARÉN LUNDAHL, J. 2022 B. *Kolning i mila och grop. Arkeologisk utredning, etapp 2, av flera kolningsanläggningar, områden med skogsbrukslämningar, en fossil åker, ett gränsmärke och en träindustri mellan Godegård och Anderstorp i Godegårds socken, Motala kommun, Östergötlands län. Rapporter från Arkeologikonsult 2022:3512.*

SILLÉN, P. 2020. *Järnframställningsplats och torplämningar. Arkeologisk utredning etapp 2 mellan Hallsberg och Stenkumla i Hardemo, Viby, Hallsbergs och Lerbäcks socken, Kumla, Hallsbergs och Askersunds kommun, Örebro län. Rapporter från Arkeologikonsult 2020:3282.*

STILBORG, O. 2023. *Resultat av specialregistrering och analyser av ugnsväggsfragment från Godegård (L2008:5975), ÖG. I: Berger, Åsa. Folkvandringstida järnframställning och medeltida metallhantverk i Godegård. Arkeologisk undersökning av L2008:5975, Godegårds socken, Motala kommun, Östergötland. Rapporter från Arkeologikonsult 2022:3467. s. 63-70.*

SVERIGES HÄRADSALLMÄNNINGSFÖRBUND. 2018. *Sveriges Häradsallmänningar. Långsiktigt brukade skogar med rötter i medeltiden. [Broschyr]. Örebro: Sveriges Häradsallmänningsförbund. https://häradsallmanningsforbundet.se/wp-content/uploads/2018/03/Broschyr_häradsallmanningar_180313.pdf [2022-02-07]*

VIBY SOCKEN. *Värdefulla kulturmiljöer i Hallsbergs kommun. Hallsbergs kommun. <https://www.hallsberg.se/download/18.a9fb3aa17ce4b6615c6cd8e/1637307551233/Viby%20socken%20-%20V%C3%A4rdefulla%20kulturmilj%C3%B6er%20i%20Hallsbergs%20kommun.pdf> [2022-07-06]*

WESTIN, Å. 2003. *Stomskil - En järnframställningsplats norr om Hjälmarén. I: Karlenby, Leif (red.). Mittens rike: arkeologiska berättelser från Närke. Stockholm: Riksantikvarieämbetet. s. 377–390.*

Äldre kartor

VIBY SOCKEN, 1688
Viby socken, Örebro län
Geografisk karta
Lantmätare: Gabriel Thoring
Lantmäteristyrelsens arkiv: S8:8

HÄRADSEKONOMISKA KARTAN 1864–67
Tomta, Värmlands län
Rikets allmänna kartverks arkiv: J112-64-15

Digitala källor

KULTURMILJÖREGISTRET (KMR)
Riksantikvarieämbetets söktjänst (Fornsök) med alla kända registrerade fornlämningar och övriga kulturhistoriska lämningar i Sverige
<https://app.raa.se/open/fornsok/>

ADMINISTRATIVA UPPGIFTER

Arkeologikonsults projektnr:	3491
Länsstyrelsens diarienummer:	431-1748-2021
Länsstyrelsens beslutsdatum:	2021-06-17
Uppdragsgivare:	Länsstyrelsen i Örebro län
Uppdragsnr i KMR:	202100830
Företagare:	Trafikverket
Län:	Örebro
Landskap:	Närke
Kommun:	Hallsberg
Socken:	Viby
Fastighetsbeteckning:	Grimstens Häradsallmänning S:2
Berörda lämningar, KMR:	L2021:6090 Blästbruk (tidigare L1979:2996 Kolningsanläggning och L1979:2998 Kolningsanläggning)
Typ av undersökning:	Arkeologisk förundersökning
Utförandetid, fältarbete:	16–20 augusti 2021
Inmätningssystem:	RTK-GPS
Koordinatsystem:	SWEREF99 TM
Höjdssystem:	RH2000
Projektledare:	Jonna Sarén Lundahl
Rapportansvarig:	Jonna Sarén Lundahl
Fältpersonal:	Daniel Matsenius, Jonna Sarén Lundahl
Planer och layout:	Sverker Holmqvist
Kvalitetsgranskning:	Åsa Berger
Arkeobotanisk analys:	Stefan Gustafsson, Arkeologikonsult
Osteologisk analys:	Tove Björk, Arkeologikonsult
¹⁴ C-analys:	International Chemical Analysis, Inc., Maryland, USA
Metallurgisk analys:	Lena Gradin, Geoarkeologiska laborato- riet, Arkeologerna, Statens historiska museer och Ole Stilborg, SKEA
Fynd:	Fynden förvaras hos Arkeologikonsult i väntan på fyndfördelning

BILAGA 1. SCHAKTTABELL

Schakt-nr	Typ	Djup (m)	Längd (m)	Bredd (m)	Area (m²)	Beskrivning
1	Schakt utan indikation	0,1–0,15	24,5	1,4	34,5	Undergrunden bestod av ljusbrun till vit sand, enstaka mörka fläckar efter rötter. Enstaka stenar, 0,15 m diam, förekom.
2	Schakt utan indikation	0,1–0,15	23,8	1,4–2,1	34,7	Undergrunden bestod mestadels av vit sand, partiellt brandgul sand med mörka fläckar efter rötter. Nivån 1 m högre i västra delen.
3	Schakt utan indikation	0,1–0,15	29,5	1,4	41	Undergrunden bestod mestadels av vit sand, partiellt brandgul sand med mörka fläckar efter rötter samt en rotbrand. Svag lutning åt sydöst.
4	Schakt utan indikation	0,1–0,15	49	1,4	68	Undergrunden bestod av vit sand, delvis brandgul sand och enstaka mörka fläckar efter rötter. Schaktet var ett tvärsnitt genom svagt kuperad terräng.
5	Schakt utan indikation	0,1–0,15	38,5	1,4	54,3	Undergrunden bestod av vit sand, partiellt brandgul sand och enstaka fläckar efter rötter. Tvärsnitt genom kuperad terräng med en nivåskillnad på 1 m från lägsta till högsta nivå.
6	Schakt utan indikation	0,1–0,15	20,5	1,4	28,6	Undergrunden bestod av mestadels vit sand med enstaka mörka fläckar efter rötter. Ett dike skar genom schaktets västra del, i nord-sydlig riktning. I den yttersta västra delen gick undergrunden över till grovkornig sand och större stenar (0,2–0,5 m st). Terrängen sluttade åt väst med en nivåskillnad på ca 2 m från högsta nivån i öst till lägsta i väst.
7	Schakt utan indikation	0,1–0,15	29	1,4	39	Undergrunden bestod av vit sand, partiellt brandgul i de högre nivåerna. Den östra delen av schaktet låg högst med en nivåskillnad på ca 1,5 m. Schaktet avslutades i stenfyllt dike i väst. Enstaka stenar (0,1–0,15 m st) förekom i schaktet.
8	Schakt utan indikation	0,1–0,15	42	1,4–3,4	63,3	Undergrunden bestod av vit sand med fläckar av brandgul sand. Något kuperad terräng åt norr med svag lutning. I södra delen fanns en trolig rotvälta, som togs fram i sin helhet.
9	Schakt utan indikation	0,1–0,15	38	1,4	53,5	Undergrunden bestod av vit sand med brandgula fläckar. Terrängen var högre i sydväst, ca 1,5 m högre än lägsta punkten. Terrängen var svagt kuperade i övriga schaktet.
10	Schakt med indikation	0,1–0,15	23,2	23,2–16,2	275,6	En större avbanad yta mellan de tomma schakten. Undergrunden bestod av ljusbrun till vit sand. På högsta punkten fanns två sedan tidigare kända kolningsgropar. Tre blästerugnar och en rost samt lager med slagg, bränd lera och stybb påträffades i schaktet.

BILAGA 2. KONTEXTTABELL

Kontext-nr	Objekt	Längd (m)	Bredd (m)	Diameter (m)	Djup (m)	Area (m²)	Beskrivning
102	Blästerugn	0,90	0,70		0,22	0,49	Oval nedgrävning som var skålformad i sektion men plan botten. Fyllningen bestod av fet och kompakt siltig sand. I ytan var fyllningen brun till färgen och därefter svartgrå med inslag av slagg samt bränd lera, men primärt slagg. Största biten slagg var 0,18x0,14x0,1 m st som hade delvis avtryck av bränd lera. Undergrunden var tydligt eldpåverkad och brandgul i färgen.
103	Blästerugn	1,50	0,80		0,50	0,81	I ytan fanns en sten, 0,3x0,15x0,1 m st. Eventuellt två nedgrävningar, där den undre var 0,35 m i botten och 0,7 m i toppen. Den hade ett runt schakt. Den hade två fyllningar, en nedre fyllning i botten och i sidorna som bestod av kol och brun sand och en övre fyllning av gul sand. Den yngre, grundare nedgrävningen var oval och skålformad i sektion, 1 m i. Den hade en nedre fyllning av kol och brun sand samt sten och slagg. Den var 0,25 m dj. Den övre fyllningen bestod av finkorning rödbrun järnhaltig och fet sandig silt.
104	Kolningsgrop	6,40	5,50		1,00	26,33	Innan undersökning synlig som en skålformad försänkning i terrängen. Avtorvad och grävd till hälften. Ursprunglig nedgrävning hade raka sidor och plan botten som sedan kavat in från sidorna. I norra delen stod en stubbe vid undersökningen. Botten av ursprunglig nedgrävning var 5 x 4 m bred. Kollager bevarat i hömen, upp till 0,5 m tj. Ett stybblager (107) var uppkastad runt kolningsgropen och bildade en låg vall.
105	Kolningsgrop	4,40	3,80		1,15	13,43	Innan undersökning synlig som en skålformad försänkning i terrängen. Avtorvad och grävd till hälften. Två nedgrävningar på samma plats. Båda nedgrävningarna var firsidiga och hade plan botten. Den äldre nedgrävningen var ca 2 x 2 meter stor och 1,15 meter djup och den yngre nedgrävningen var ca 3 x 3 meter stor och 1 meter djup. Botten och kanterna var täckta med kol och stybb.
106	Lager	11,50	9,40		0,05–0,15	48,72	Lager med slagg, bränd lera, stenar och kol blandat med brun till mörkbrun siltig sand, i ett större område söder om kolningsgroparna.
107	Lager	13,00	9,50		0,2–0,4	46,24	Stybblager som omgav kolningsgrop 104. Lagret bestod mestadels av stybb och i mindre mängd av mindre kolbitar. Lagret var tjockast norr om gropen. Lagret bildade en vall runt kolningsgropen som var mer framträdade innan avtorvning. Lagret täckte 109 och 102.
108	Blästerugn	1,26	0,67		0,30	0,68	Oval nedgrävning som var skålformad i sektion. Fyllningen bestod av brun siltig sand med inslag av kol och sot samt enstaka stenar i norra delen. Även smälta slaggbitar, bränd lera och slagg förekom sparsamt i fyllningen.
109	Rost?	0,70	0,55		0,10	0,29	Oval grund nedgrävning. Skålformad i sektion. Fyllningen bestod av rödbrunt järnrikt sand. Finkorning järnoxid efter malm. Skärviga stenar i ytan. Delvis täckt av stybblager 107.
110	Störhål			0,06	0,80	0,01	Spetsigt avtryck efter stör. Fyllningen bestod av mörkgrå silt med inslag av kol och bränd lera.
111	Störhål			0,05	0,50	0,01	Spetsigt avtryck efter stör. Fyllningen bestod av mörkgrå silt med inslag av kol och bränd lera.
112	Störhål			0,13	0,15	0,01	Spetsigt avtryck efter stör. Fyllningen bestod av mörkgrå silt med inslag av kol och bränd lera.

Bilaga 2. Kontexttabell, forts.

113	Lager	3,25	2,55	0,50	4,76	Oregelbunden, välvd. Bestod av siltig sand med slagg, kol, sten och bränd lera. I nordvästra hörnet framkom närmast ingen slagg eller kol utan endast ett skikt med bränd lera, under vilket ett påfört lager sand framkom. Under sanden framkom flammig rödbränd sand och sot. Rikligt med slagg som primärt låg i ytan av lagret, slaggen var upp till 0,2x0,17x0,07 m st. Under ytskiktet framkom slagg sporadiskt blandat med hårt packat bränd lera och sotig sand. Låg i anslutning till både blästerugn 102 och 103.
114	Blästerugn?	1,88	1,15	0,15	1,60	Grund oval nedgrävning i närheten av blästerugn 103. Fylld med större klumpar slagg samt en mängd mindre bitar slagg, bränd lera, smältor (slag), stenar och sand, kol och sot. I lager 106 fanns rikligt med bränd lera dikt an.

BILAGA 3. FYNDTABELL

Fyndnr	Objekt	Material	Storlek (mm)	Tjocklek (mm)	Vikt (g)	Antal	Beskrivning	X-värde	Y-värde	Z-värde	Gallrat
102:192:1	Slagg	Slagg	120x70	60	900	1	Oregelbunden form med flera tunna slaggstränger längs en kant som har stelhat mot en slät, plan yta (möjligen sten i vägg). I vinkel finns flera utflutna slaggstränger som inte har stelhat mot en yta. Analyserad och tunnslipad.	500207,76	6544912,4	99,63	
102:192:2	Slagg	Slagg	113x80	66	415	1	Oregelbunden form med tydliga vedavtryck, minst 60 mm l och 20 mm br. Även avtryck från en mindre tvärsnittsyta, 15x10 mm st och minst 50 mm l. Analyserad.	500207,76	6544912,4	99,63	
102:192:3	Slagg	Slagg	54x51	18	49	1	Oregelbunden, smal form som är uppbyggd av flera pålagda slaggstränger. Verkar ha stelhat mot en slät, något svängd yta.	500207,76	6544912,4	99,63	
102:192:4	Ugnsvägg	Keramik	100x95	45	270	6	Flera fragment av ugnsvägg med fin siltig/finsandig lera magrad med växtmaterial. I ett fragment syns rikliga intryck av växtmaterial, frö- eller spannmålsavtryck.	500207,76	6544912,4	99,63	
102:192:5	Ugnsvägg	Keramik	98x80	48	176	1	Ugnsvägsfragment med tydlig värmegradient. Insidan är förglasad och något bläsgt medan utsidan utgörs av en brottyta som är lägre, oxiderat bränd. Utsidan har avtryck av sten från stenamen. Analyserad och tunnslipad.	500207,76	6544912,4	99,63	
103:195:1	Slagg	Slagg	113x70	56	583	2	Slagg med några tunna slaggstränger. Den större slaggen har slaggsträngarna stelhat mot en slät, plan yta och vissa som stelhat utan begränsning. Det finns ett tydligt vedavtryck av okänd längd. På den mindre slaggen finns vedavtryck. Tunnslipade och analyserade.	500204,46	6544911,56	99,78	
103:195:2	Slagg	Slagg	50x38	33	65	1	Porös och ställvis svagt magnetiska. Delvis grönglansig slagg och små ansamlingar av metalliskt järn. Tunnslipad och analyserad.	500204,46	6544911,56	99,78	
103:195:3	Teknisk keramik	Keramik	71x58	46	157	3	Bläsig teknisk keramik, bitvis förglasad.	500204,46	6544911,56	99,78	X
103:195:4	Slagg	Slagg	70x53	40	120	1	Slagg nästan helt täckt av slaggstränger som stelhat utan begränsning. Delad och optiskt analyserad.	500204,46	6544911,56	99,78	X
103:195:5	Slagg	Slagg	100x70	63	638	4	Tre av fragmenten har vedavtryck. Samtliga har slaggstränger.	500204,46	6544911,56	99,78	X
106:237:1	Slagg	Slagg	190x150	135	3170	1	Stor bit slagg med många former och avtryck som varit vägledande i förståelsen om ugnens uppbyggnad. Avtryck av stenar och ved samt utrunna slaggstränger.	500202,91	6544911,04	99,95	
106:237:2	Slagg	Slagg	210x140	70	4076	11	Slagger med vedavtryck och slaggstränger. Ett fragment har ena sidan förglasad och andra sidan röd oxiderad lera.	500202,91	6544911,04	99,95	X
106:235:1	Ugnsvägg	Keramik	105x90	43	299	1	Möjlig ugnsvägg med bevarad utsida med parallella träavtryck och en tvärgående vidja. Värmegradient i övre delen där godset är sintrat, bläsgt och rödförgat.	500205,48	6544913,42	100,01	

*Fyndnumret består av tre delar (X:X:X), varav det första är numret på den kontext som fyndet tillhör. Det andra numret är det löpnummer som fyndet tilldelas vid inmätningen i fält och det tredje är det nummer som fyndet får vid fyndregistrering i vår databas SiteWorks. Dessa tre bildar tillsammans föremålets unika fyndnummer.

Bilaga 3. Fyndtabell, forts.

Fyndnr	Objekt	Material	Storlek (mm)	Tjocklek (mm)	Vikt (g)	Antal	Beskrivning	X-värde	Y-värde	Z-värde	Gallrat
106:235:2	Blästeröppning	Keramik	65x43	10	23	1	Möjlig form/blästeröppning. Tunn, konvex sida som är lögbränd och oxiderad med en svag anbydan till temperaturgradient på den motsatta sidan som är sintrad och delvis bläsigt. Avtryck efter vidja på utsidan.	500205,48	6544913,42	100,01	
106:235:3	Teknisk keramik	Keramik	88x49	44	780	25	Olika fragment av ugnsvägg. Vissa tunna och konvexa.	500205,48	6544913,42	100,01	X
113:236:1	Slagg	Slagg	120x110	100	1572	1	Slagg med tydliga slaggsträngar på ovsidan och undersidan. Strängarna har stelnat mot vågrätt liggande vedstycken. Vedavtrycken är ca 100 mm l och 40 mm br. Tunnslipad och analyserad.	500206,38	6544912,43	99,96	
113:236:2	Slagg	Slagg	140x100	84	790	1	Slagg med flera vedavtryck i flera riktningar, bland annat i vinkel mot varandra. Ett avtryck är minst 100 mm l och 30x30 mm i tvärsnitt.	500206,38	6544912,43	99,96	
113:236:3	Ugnsvägg	Keramik	100x96	70	300	1	Ugnsväggfragment med förglasade ytor och med bläsbildning.	500206,38	6544912,43	99,96	
113:236:4	Ässjefordring	Keramik	55x44	32	45	1	Möjligt fragment av ässjefordring med förglasad insida med förskjutna, formade kanter. En grovre lera har använts jämfört med övrig teknisk keramik.	500206,38	6544912,43	99,96	
113:236:5	Ugnsvägg	Keramik	136x85	42	570	5	Bläsigt och bitvis förglasad teknisk keramik, troligen ugnsvägg.	500206,38	6544912,43	99,96	X
113:236:6	Slagg	Slagg	180x160	97	2935	5	Slagg med vedavtryck. Måten avser det största fragmentet som väger nästan 2000 g. Ett fragment är förglasad, övriga har slaggsträngar.	500206,38	6544912,43	99,96	X

*Fyndnumret består av tre delar (X:X:X), varav det första är numret på den kontext som fyndet tillhör. Det andra numret är det löpnummer som fyndet tilldelas vid inmätningen i fält och det tredje är det nummer som fyndet får vid fyndregistrering i vår databas SiteWorks. Dessa tre bildar tillsammans föremålets unika fyndnummer.

BILAGA 4. ARKEOBOTANISK ANALYS

STEFAN GUSTAFSSON
ARKEOLOGIKONSULT

Inledning

Proverna samlades in i samband med att Arkeologikonsult utförde en arkeologisk förundersökning av fornlämning L2021:6090 (tidigare L1979:2996 och L1979:2998) på fastigheten Grimstens Häradsallmänning S:2, Hallsbergs kommun. Den arkeobotaniska analysen omfattade förkolnad växtmakrofossil samt vedartsbestämningar.

Metod

Proverna floterades i vatten och det använda sållet hade en maskstorlek av 0,2 millimeter. Det framfloterade materialet undersöktes under mikroskop med en förstoring av 4 till 600 gånger. Artbestämning gjordes med hjälp av referenslitteratur och referenssamling (Berggren 1969/1981, Digital Seed Atlas of the Netherlands, Jacomet 2006, Schweingruber 1978/1990, Mork 1946, www.woodanatomy.ch). Vid urval av träslag till 14C-analys bygger det på att man väljer den art som har den lägsta högsta egenåldern. Eftersom det sällan går att avgöra vilken egenålder en specifik kolbit har utgår man från hur gammalt respektive träslag kan bli (figur 1). Det finns källkritiska problem när det gäller date-

ring av träkol. Naturhändelser som skogsbränder, kulturrelaterade röjningsbränder och aktiviteter som matlagning och uppvärmning i olika syften genererar träkol. Eftersom träkol inte bryts ner på samma sätt som subfossila växtrester kan det lagras i marken under långa tidsperioder. Genom bioturbation och olika markpåverkande aktiviteter blandas jordlagren om och därmed kan kolbitar av olika ålder påträffas tillsammans.

Träslag	Livslängd (år)
Björk	300
Ek	500+
Gran	400
Tall	400

Figur 1. Den ungefärliga livslängden på olika träslag.

Resultat

I prov 102:168 påträffades en förkolnad kärna av skalkorn. I övrigt innehöll proverna enbart träkol från björk, ek, gran och tall. Gran och tall dominerade medan lövträden förekom mer sporadiskt.

Anl. nr/P.nr.	102:167	102:168	102.2:190	102.2:191	103.169	103.2:193	103.2:194	104:305	105:306	108.304	109:279
Växtmakrofossil											
Skalkorn		1									
Vedart											
Björk							5				
Ek						17	13				
Gran	30+	30+			30+			30+	30+		
Tall			30+	30+						30	13
Obestämt kol			3	11	8	6	17		3	5	9

Figur 2. Innehåll i analyserade kontexter.

Bilaga 4. Arkeobotanisk analys, forts.

Litteratur

BERGGREN, G. 1969. *Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species with morphological descriptions*. Part 2: Cyperaceae. Swedish natural Science Research Council, Stockholm.

BERGGREN, G. 1981. *Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species with morphological descriptions*. Part 3: Salicaceae-Cruciferae. Swedish Museum of natural History, Stockholm.

GUSTAFSSON, S. 2017. *Riter med rök och eld i Hjulsta. Arkeobotanisk analys av jordprover från arkeologisk undersökning inom Spånga 96:1, Stockholm kommun och socken, Uppland*. Makrorapport från Arkeologikonsult 2017:3086.

JACOMET, S. 2006. Identification of cereal remains from archaeological sites. Archaeobotany Lab, IPAS, Basel University. Opublicerat kompendium.

MORK, E. 1946. *Vedanatomy*.

SCHWEINGRUBER, F. H. 1978. *Microscopic Wood Anatomy. Structural variability of stems and twigs in recent and subfossil woods from Central Europe*. Zug, Switzerland.

Schweingruber, F. H. 1990. *Anatomy of European woods*. Paul Haupt förlag, Bern, Stuttgart, Wien.

Hemsidor:

DIGITAL SEED ATLAS OF THE NETHERLANDS: REPOSITORY (plantatlas.eu)

BILAGA 5. ¹⁴C-ANALYS

INTERNATIONAL CHEMICAL ANALYSIS, INC.

MARYLAND, USA

Resultat

Kontexter:

- 104 – Kolningsgrop
- 105 – Kolningsgrop

ICA ID	Submitter ID	Material Type	Pretreatment	Conventional Age	Calibrated Age
14C-6280	104:305	Charcoal	AAA	1680 +/- 40 BP	Cal 250 - 300 AD (16.0%) Cal 310 - 440 AD (72.8%) Cal 460 - 480 AD (2.1%) Cal 490 - 540 AD (4.6%)
14C-6281	105:306	Charcoal	AAA	1350 +/- 40 BP	Cal 600 - 710 AD (66.1%) Cal 720 - 780 AD (29.4%)

- Calibrated ages are attained using INTCAL20.
- Unless otherwise stated, 2 sigma calibration (95% probability) is used.
- Conventional ages are given in BP (BP=Before Present, 1950 AD), and have been corrected for fractionation using the delta C13.

BILAGA 6. ARKEOMETALLURGISK ANALYS

GEOARKEOLOGISK ANALYSRAPPORT 2022:10

Järnframställning i Stenkumla

Arkeometallurgisk analys av slaggar och ugnsväggar

Fornlämning L2021:6090

Hallsbergs kommun, Örebro län

Dnr 5.1.5-00204-2022

Lena Grandin och Ole Stilborg



STATENS HISTORISKA MUSEER
Arkeologerna

Kontoret i Hägersten:
Instrumentvägen 19
126 53 HÄGERSTEN

Kontoret i Uppsala:
Hållnäsgratan 11
752 28 UPPSALA

Tel.: 010-480 80 00

www.arkeologerna.com

e-post: foramn.efternamn@arkeologerna.com

www.shmm.se

Omslagsfoto:. Slagg 106.237 (1). Slagg med tydliga former och avtryck. Sedd ovanifrån med två vinkelräta plana ytor där slagg har runnit ut i hörnet. Foto: Lena Grandin.

© 2022 STATENS HISTORISKA MUSEER
Arkeologerna
Geoarkeologisk Analysrapport 2022:10

Bildredigering och layout Lena Grandin
Tryck/utskrift Uppsala 2022

Inledning

Uppdraget

På uppdrag av Jonna Sarén Lundahl vid Arkeologikonsult AB, har analyser gjorts av slagger och annat arkeometallurgiskt material från en undersökt blästplats i Stenkumla, Hallsberg, Närke. Vid den arkeologiska undersökningen identifierades rester efter tre blästugnar. Slagg och bränd lera från två av dessa samt från lager i anslutning till ugnarna har inkommit för analys. Dessutom finns prov av möjlig malm från en grop inom ugnsområdet, samt från en möjlig malmtäkt.

Frågeställning, potential och genomförande

Enligt uppdragsgivaren var blästugnarna mycket skadade och därmed svårtolkade vad gäller konstruktion och funktion. Det innebär att det tillvaratagna arkeometallurgiska materialet, i det här fallet främst slagger och ugnsväggar, är extra betydelsefullt för att få mer kunskap om ugnarnas uppbyggnad, t.ex. materialval, och hur de har fungerat i drift.

Form, storlek, uppbyggnad och avtryck (från konstruktion och/eller bränsle) i slagger och bränd lera (ugnsväggar) i det inlämnade materialet har bedömts ha potential för få en inblick i detta.

En översiktlig genomgång görs därför av hela det inlämnade materialet. Med utgångspunkt i den okulära granskningen görs urval för mer detaljerade analyser. För slaggerna innebär det geokemiska analyser, primärt för att jämföra slagger från de båda ugnarna (analys av en slagg från varje) för att se om framställningen har varit likartad eller varierat, t.ex. i fråga om använd malm(täkt) eller effektivitet i processen. De geokemiska analyserna kompletteras med analys av tunnslip i mikroskop av samma slagger för att få ytterligare stöd i tolkningen av ugnskonstruktion och funktion.

För den brända leran (ugnsväggar) görs mer detaljerade analyser av ett ugnsväggsurval för att karaktärisera leran, eventuell tillsatt magring, för att tydligare observera eventuella reparationer (ett prov från varje ugn), samt termiska analyser för att studera deras värmetålighet, kompletterat med kemiska analyser av lerans sammansättning (2 prover) bl.a. för att se om den innehåller något som påverkar värmetåligheten. Resultaten möjliggör en bedömning av skillnader mellan ugnarna och de rester av andra (äldre?) schakt som påträffades i lagren med slagg och ugnsvägg. Denna undersökning görs av Stilborg keramikanalys (SKEA) och presenteras detaljerat i egen bilaga (Bilaga 3).

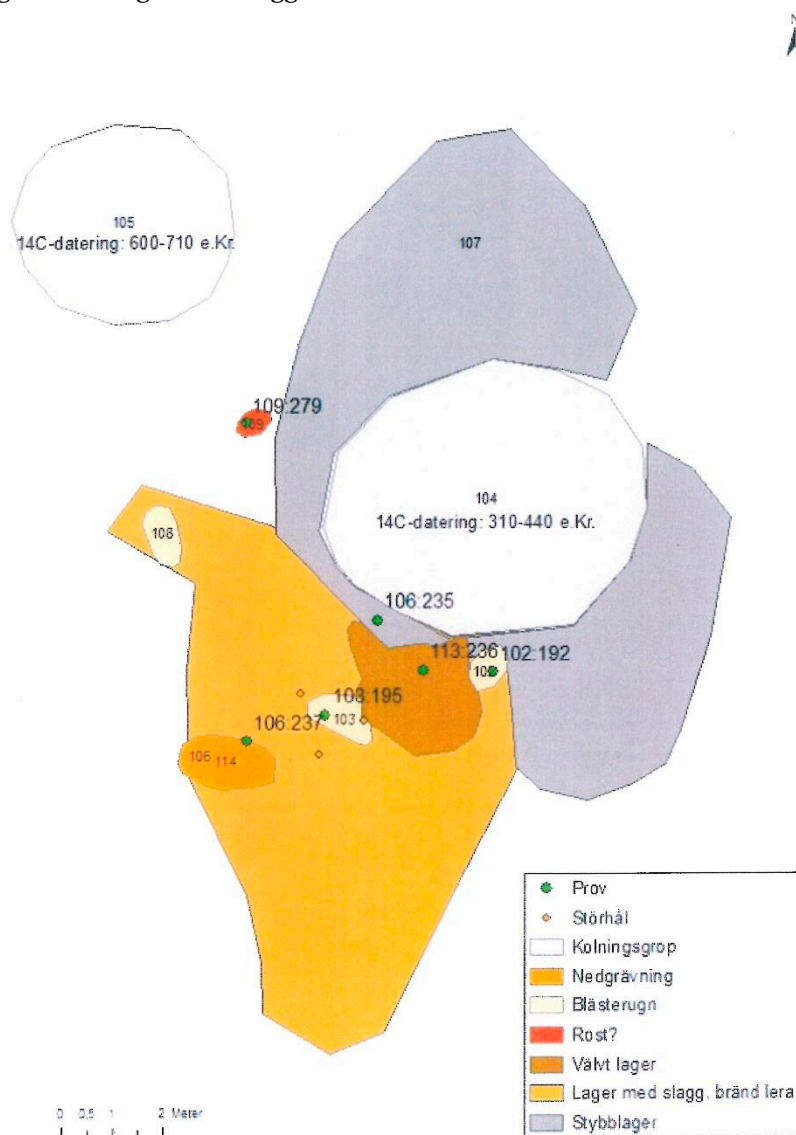
Ett eventuellt upplag av malm har också provtagits för att se om det är malm och om den i så fall kan knytas till framställningen.

Inledningsvis granskas detta prov okulärt. Om det bedöms vara malm görs en geokemisk analys för jämförelse med slaggerna. Om det visar sig att det inte är malm analyseras i stället en slagg ytterligare för att få bättre statistiskt underlag i den övergripande tolkningen.

Material och metod

Material

Materialet utgörs av slagg och ugnsvägggar från två av de tre ugnarna (102 och 103), samt från lager 106 respektive lager 113 (Fig. 1). Lager 106 överlagrade, enligt uppdragsgivaren, både ugn 102 och 103 och delvis också 113. Lager 113 var välvt och ca 0,5 m som tjockast i anslutning till ugn 102, men tunnare vid 103 och täckte de yttre delarna av båda ugnarna. Alldeles norr om lagren med slagg och blästugnsrester undersöktes två kolningsgropar. Kol från dessa har daterats till folkvandringstid och vendeltid. Inga dateringar finns dock från vare sig ugnar eller lager med slagg.



Metoder

De metoder som används inom denna undersökning är inledningsvis en okulär granskning av allt insänt material, dvs. huvudsakligen slagg och teknisk keramik. Därefter har det gjorts urval för olika typer av analyser, där olika materialtyper analyseras med olika metoder. Alla metoder, inklusive provpreparering och deras möjligheter, beskrivs i bilaga 1 för slaggar och metaller. De metoder som har använts för den tekniska keramiken beskrivs i bilaga 2, från SKEA.

Granskning

Granskningen är gjord på hela och, i vissa fall, delade bitar.

Observationer kring former, färger, storlekar, förekomst av avtryck eller grad av magnetism har noterats då detta bedömts kunna bidra med mer bakgrund till tolkningen i stort.

Analysmetoder

I undersökningen ingår flera olika analysmetoder för olika materialtyper. Metoderna presenteras i detalj i bilagorna 1–2, men återges i sammanfattning nedan:

Slaggar analyseras med totalkemiska analysmetoder (ICP) och på polerade tunnslip i polarisationsmikroskop för att se detaljer i process och uppbyggnad.

För *teknisk keramik* (ugnsvägg) görs tunnslipsanalyser, termisk analys och kemisk analys (P-ED-XRF).

Resultat – slag- och malprover

Nedan presenteras resultaten uppdelat för de olika kontexterna. Den okulära granskningen presenteras för varje fynd, med tillägg för observationer i delat tvärsnitt när detta finns. Resultaten från analyserna i mikroskop på utvalda slaggar presenteras i anslutning till respektive fynd, men de totalkemiska analyserna tas upp och diskuteras i ett eget stycke.

Ugn 102

Slaggerna från ugn 102 (prov 102.192) utgörs av två större slaggar och en mindre. Alla tre är stålgrå i färgen på ytan, omagnetiska och utgör fragment av ursprungligen större slaggar. De båda större styckena uppvisar samma drag med en kombination av en större homogen slaggvolym och stearinformade små slaggsträngar på flera ytor. Den mindre biten utgörs av endast tunnare slaggsträngar.

102.192 (1)

Den största slaggen väger 990 g, är oregelbunden i formen och ca. 120×70×60 mm stor. Längs en kant (Fig. 2) finns flera tunna slaggsträngar ca 10 mm breda som har stelnat mot en slät, plan yta (sten i vägg?). I vinkel mot denna yta finns en yta med flera utflutna slaggsträngar som inte har stelnat mot någon begränsningsyta och som sannolikt utgör överytan på slaggen. I övrigt ses en fragmenterad tvärsnittsytta som visar en större slaggvolym, mestadels homogen i sammansättning med en del större hålrum men i övrigt tämligen tät. Flera vedavtryck ses också, men är tydligare i den något mindre slaggen.

Denna slagg (1) har delats för provtagning och analys. I profil (Fig. 3), rakt genom den plana, släta ytan, kan de enskilda slaggsträngarna nära ytterkanten ses även i tvärsnittet men övergår i en större, homogen, grå, slagg med homogen sammansättning, med något varierande mängd och storlek på porerna. På motsatt sida är slaggen något blekare i färgen vilket tyder på ett högre innehåll av silikater. Denna slagg har analyserats.

Analys

I tunnslipet som har analyserats i mikroskop ses många slaggsträngar, såväl större, som flera mindre. Varje slaggsträng har en avtagande kornstorlek från kärnan och mot ytterkanten (Fig. 4). Det tyder på en snabb avkylning på ytan, där kristallerna inte har hunnit växa till och en långsammare avkylning i mer centrala delar, främst i grövre slaggsträngar som kunnat behålla värmen längre.

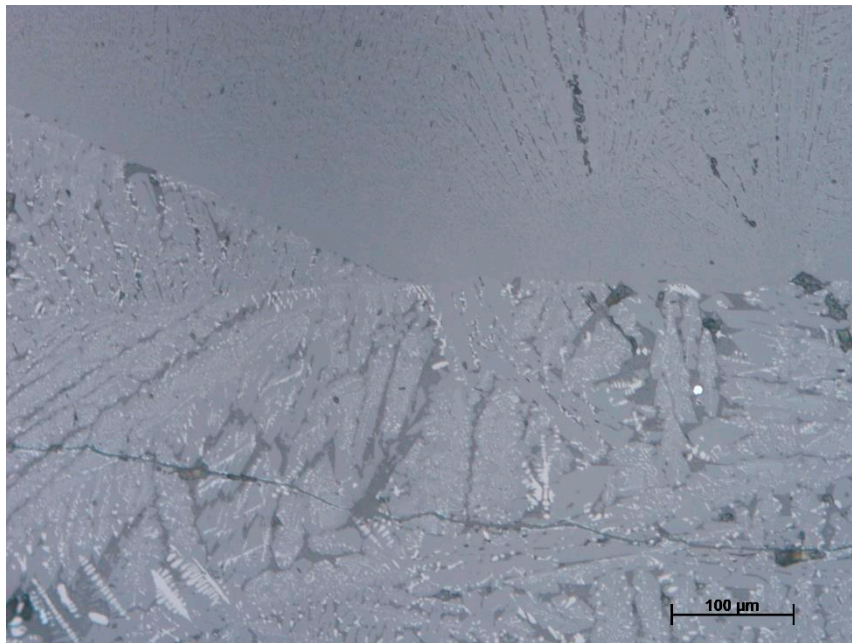
Slaggsträngarna skiljer sig något åt i sammansättning (Fig. 4). Alla innehåller olivin och en gläsfas. I de flesta, men inte alla, finns också järnoxiden wüstit. Små droppar av metalliskt järn förekommer också sporadiskt. Dessa marginella variationer är dock rimliga inom en och samma körning i en blästugn.



Figur 2. Slagg 102.192 (1). Längs kanten till höger ses flera tunna slaggsträngar ca 10 mm breda som har stelnat mot en slät, plan yta.



Figur 3. Slagg 102.192 (1) i delat tvärsnitt. Området närmast kanten med tunna slaggsträngar (i rutan) är utvalt för tunnslipsanalys.



Figur 4. Slagg 102.192 (1). Foto från mikroskopet. Översikt på kontakt mellan flera slaggsträngar som syns med hjälp av skillnader i kornstorlek och sammansättning. Två foton på samma utsnitt, till vänster i reflekterande och till höger i genomfallande belysning. Den nedre bilden visar detalj på kontakten (reflekterande belysning), där den nedre slaggsträngen är något grovkornigare, den övre finkornigare. I båda ses ljus grå långsmala kristaller av olivin och en mörkare grå glasfas. I den nedre delen finns också ljus dendritiskt formad wüstit, samt en vit droppe av metalliskt järn.

102.192 (2)

Den näststörsta slaggen väger 415 g. Den är oregelbunden i formen och har liknande karaktär som den större slaggen med tydligare vedavtryck (Fig. 5), minst 60 mm långa och 20 mm breda. Det förekommer också avtryck med mindre tvärsnittsyta, ca 15×10 mm som är minst 50 mm långt.



Figur 5. Slagg 102.192 (2). Slagg med flera långsmala avtryck, troligen ved.

102.192 (3)

Den minsta slaggen är endast ca 10 mm tjock och uppbyggd av flera pålagrade slaggstängar, likt de som finns längs ytterkanten i den största slaggen. Här förefaller de också ha stelnat mot en slät, men något svängd yta.

Ugn 103

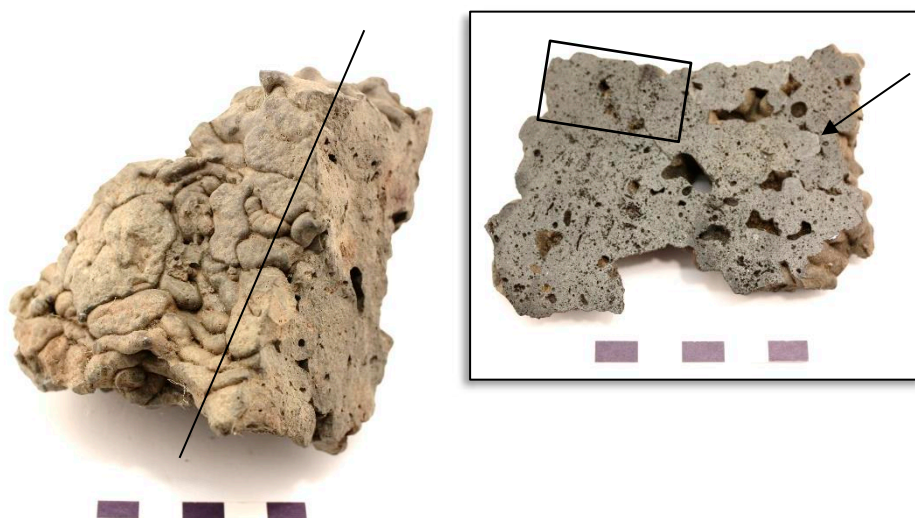
Bland materialet från ugn 103 (prov 103.195) ingår material av två typer, dels slaggar (103.195 (1)) av liknande karaktär som i 102.192, dels några porösare, svagt magnetiska klumpar (103.195 (2)).

103.195 (1)

I den första gruppen ingår sju slaggar av olika storlek. Den minsta väger 70 g, den största ca 700 g. De är alla omagnetiska, och de flesta med samma stålgrå färg på ytan och utgör fragment av ursprungligen större slaggar. Dessa är likartade till sin karaktär och liknar dessutom slaggerna från 102.192 även om inte alla slaggar har alla komponenter utan en eller några i kombination. I några finns t.ex. tunnare slaggstängar, i andra är större, och något porösare slagglöden mer framträdande, och i ytterligare andra är vedavtrycken mer markanta. I en slagg (Fig. 6) ses tunnare slaggstängar som har stelnat mot en slät, plan begränsningsyta (likt den i 102.192) men på en annan yta har likartat tunna slaggstängar formats utan begränsningsyta och på ytterligare en yta finns ett tydligt vedavtryck (okänd längd). Den större slaggen som har delats har också en skillnad i sammansättning där de

tunnare strängarna är blekare och den större slaggvolymen mörkare (Fig. 6). Här har den mörkare delen valts för (bulk)analys (för jämförelse med slaggen från ugn 102).

Vedavtrycken är i likartade dimension som har noterats i 102.192 (50 mm långa och 20 mm breda (minst) men även en del mindre dimensioner som sannolikt är från mindre kolbitar.

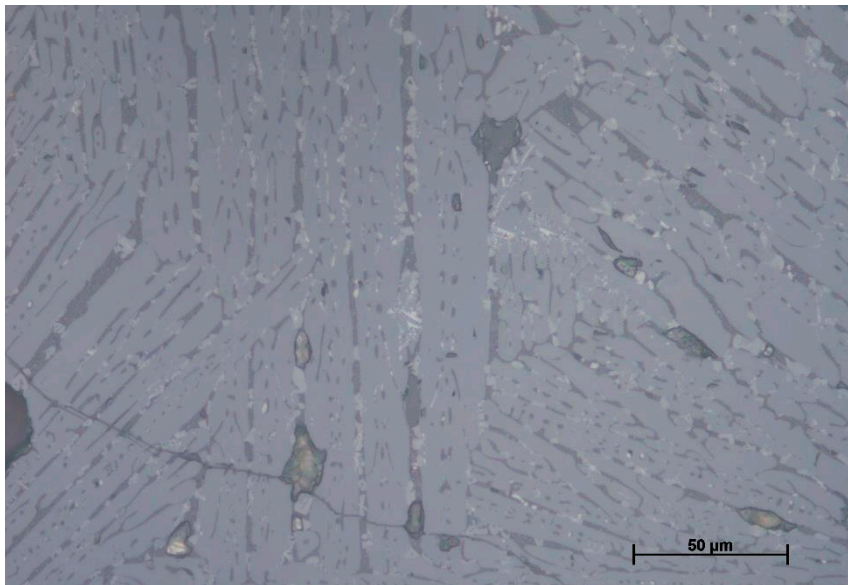
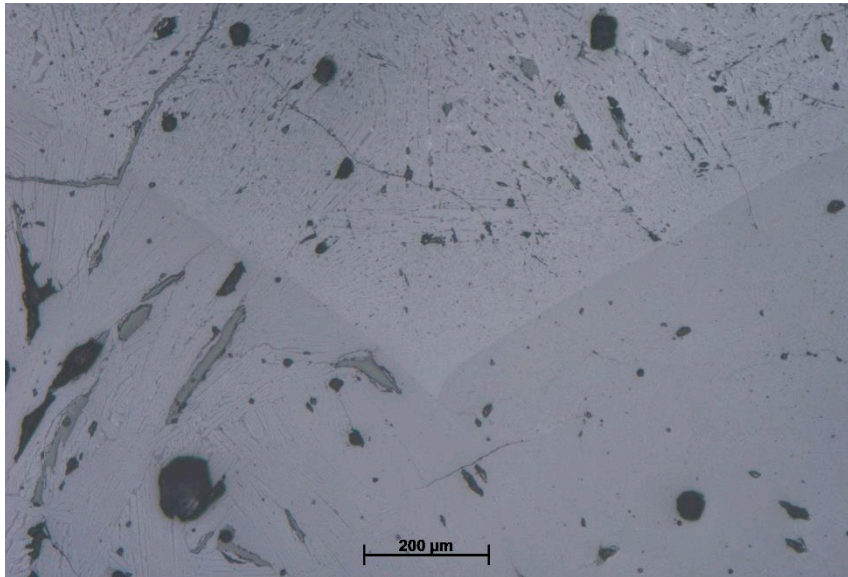


Figur 6. Slagg 103.195 (1). Längs ytan ses flera tunna slaggstängar som har stelnat mot en slät, plan yta. Den högra bilden visar det delade tvärsnittet (längs linjen). Längst till höger kan tunnare slaggstängar (exempel vid pilarna), med något varierande färg urskiljas. Längre till vänster finns en större volym med slagg som är mer homogen i sammansättning. Denna del har valts för analyserna; delen i rutan för analys i mikroskop.



Figur 7. Några mindre slaggar i 103.195 (1) som är uppbyggda av flera små slaggstängar, varav flera är ljusa. På slaggen i övre vänstra hörnet långsträckt vedavtryck. Slaggen i nedre högra hörnet är delad längs linjen. I tvärsnittet ses en grå slagg i nedre delen och en betydligt ljusare i den övre.

Slaggerna är främst stålgrå på ytan men några förefaller blekare, och har en porös yta även på tunnare slaggsträngar (sådana är vanligen släta på ytan). Några av dessa har delats och uppvisar en ovanligt ljus tvärsnittsyta vilket tyder på att slaggen är fattig på järn (totaljärn) och rikare på silikater än normalt. I ett stycke finns både mörkare (silikatfattigare) och blekare (silikatrikare) slaggsträngar (Fig. 7).



Figur 8. Slagg 103.195. Foto från mikroskopet, reflekterande belysning. Detalj på kontakt mellan flera slaggsträngar som syns med hjälp av skillnader i kornstorlek och sammansättning. Den övre slaggsträngen är något grovkornigare, medan båda nedre är mycket finkorniga. I samtliga ses ljus grå långsmala kristaller av olivin och en mörkare grå glasfas. I den övre delen anas också extremt finkorniga ljusa kristaller. Denna del ses i detalj i nedre bilden. Dessa ljusa kristaller är järnoxider med komplex sammansättning (se även nästa figur).

Analys

I tunnslipet som har analyserats i mikroskop ses många tunna små slaggsträngar. Varje slaggsträng har en avtagande kornstorlek från kärnan och mot ytterkanten (Fig. 8). Det tyder på en snabb avkylning på ytan, där kristallerna inte har hunnit växa till och en långsammare avkylning i mer centrala delar, främst i grövre slaggsträngar som kunnat behålla värmen längre. Några ytterkanter är extremt finkorniga och kristaller kan nätt och jämnt urskiljas med mikroskopets högsta förstoring.

Slaggsträngarna är snarlika i sammansättning. Alla innehåller olivin och en glasfas. I ett fåtal finns också järnoxiden wüstit. Droppar av metalliskt järn förekommer också sporadiskt. Dessutom förekommer extremt finkorniga kristaller av ytterligare järnoxid med komplex, zonerad sammansättning (Fig. 9).



Figur 9. Slagg 103.195. Foto från mikroskopet, reflekterande belysning. Detalj på en del som är något grovkornigare än i föregående figur. Här framträder de ljus grå olivinkristallerna tydligt liksom den mörkare grå glasfasen. De ljusa små kantiga järnoxidkristallerna ses i detalj i den infällda bilden. Där ses att de är komplexa i sin uppbyggnad med en mörkare kärna och ljusare kantzon.

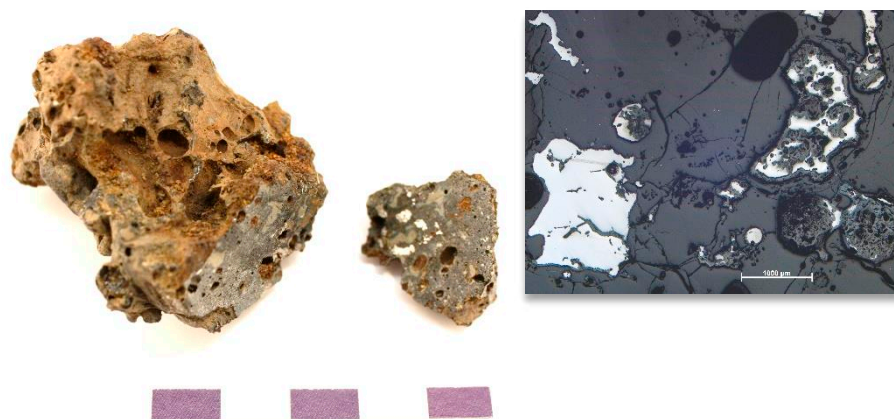
Denna skillnad i kornstorlek, men endast marginell skillnad i sammansättning som har noterats kan för dessa slaggar också relateras till färgskillnader (ju finkornigare desto ljusare). Detta ses också i några tunna slaggsträngar från 113.236 som har analyserats (se nedan). Dessa är markant mycket ljusare på ytan än i kärnan –dvs. de har samma mineralogi, men är extremt finkorniga längs ytskiktet. Återigen ses dessutom tydliga tecken på snabb avkylning.

103.195 (2)

I fyndet ingår också tre fragment av annan karaktär. Den minsta väger 5 g, den största 50 g. Dessa är bruna, oregelbundna i formen och saknar de små slaggsträngarnas karaktär. De är relativt porösa och ställvis svagt magnetiska. Vid delning visar de olika drag, där en av dem faller sönder och sannolikt mest utgörs av sekundärt hopkittat material. Den största utgörs av slagg, delvis grönglasig, med små ansamlingar av metalliskt järn. En bit (Fig. 10) av denna har analyserats vidare i mikroskop (103.195 (2)).

Den polerade snittytan visar i mikroskop små oregelbundna ansamlingar av metalliskt järn som är omgivna av en extremt finkornig/glasig slagg (Fig. 10). I slaggen finns också små (storleksordningen någon mikrometer) droppar av metalliskt järn. De större ansamlingarna av järn är ett mjukt järn (ferrit) som är tämligen grovkornigt och längs några kornkontakter finns små mängder cementit. Det senare visar att järnet visserligen inte är helt kolfritt, men kolhalten är mycket låg.

Detta stycke är sannolikt avfall från järnframställningen.



Figur 10. Svagt magnetisk slagg 103.195 (2) i delat tvärsnitt där små ansamlingar av metalliskt järn lyser blanka i den mörkare slaggen. Den infällda bilden är på polerad yta från mikroskopet (skalstocken är 1 mm). De ljusa ansamlingarna av järn är omgivna av grå slagg.

Lager 106

Lager 106, är ett lager med slagg, bränd lera, stenar och kol med utbredning över ett stort område (Fig. 1) söder om kolningsgroparna, och som överlagrar såväl ugnarna 102 och 103 som lager 113. I det provtagna materialet finns slaggar, både större och mindre, som har samma generella drag som noteras i slaggerna från ugnarna 102 och 103 samt från lager 113.

106.237 (1)

En av slaggerna från lager 106 har många former och avtryck (Fig. 11) som är vägledande för uppbyggnaden av ugnen och dess slagguppsamlingsgrop. Denna har studerats mer i detalj, men inte delats eller analyserats ytterligare.

Sedd ovanifrån bildar slaggen en fyrkant (Fig. 11) med ett hörn (rät vinkel) och två sidor som mäter 130 respektive 95 mm, men ursprunglig längd är oklar. På slaggens ovansida ses flera slaggsträngar som har flutit ut ovanpå varandra (Fig. 11), likt i många av de andra slaggerna. I profil ses lodräta, plana ytor (Fig. 11) där den längsta sidan har en höjd på ca 125 mm.

I hörnet ses en slaggekägla, som har runnit ut utanför den fyrkantiga begränsningen och till stora delar stelnat utan tydlig begränsningsyta. Slaggekäglan har dock nått fram till den ena lodräta väggens kortsida och stelnat mot denna och antyder en bredd på 50 mm på den plana sten som sannolikt ingått i konstruktionen.

På de fragmenterade profilsidorna av slaggen ses flera vedavtryck (Fig. 11) som lutar på diagonalen ned mot hörnet (med slaggekäglan).

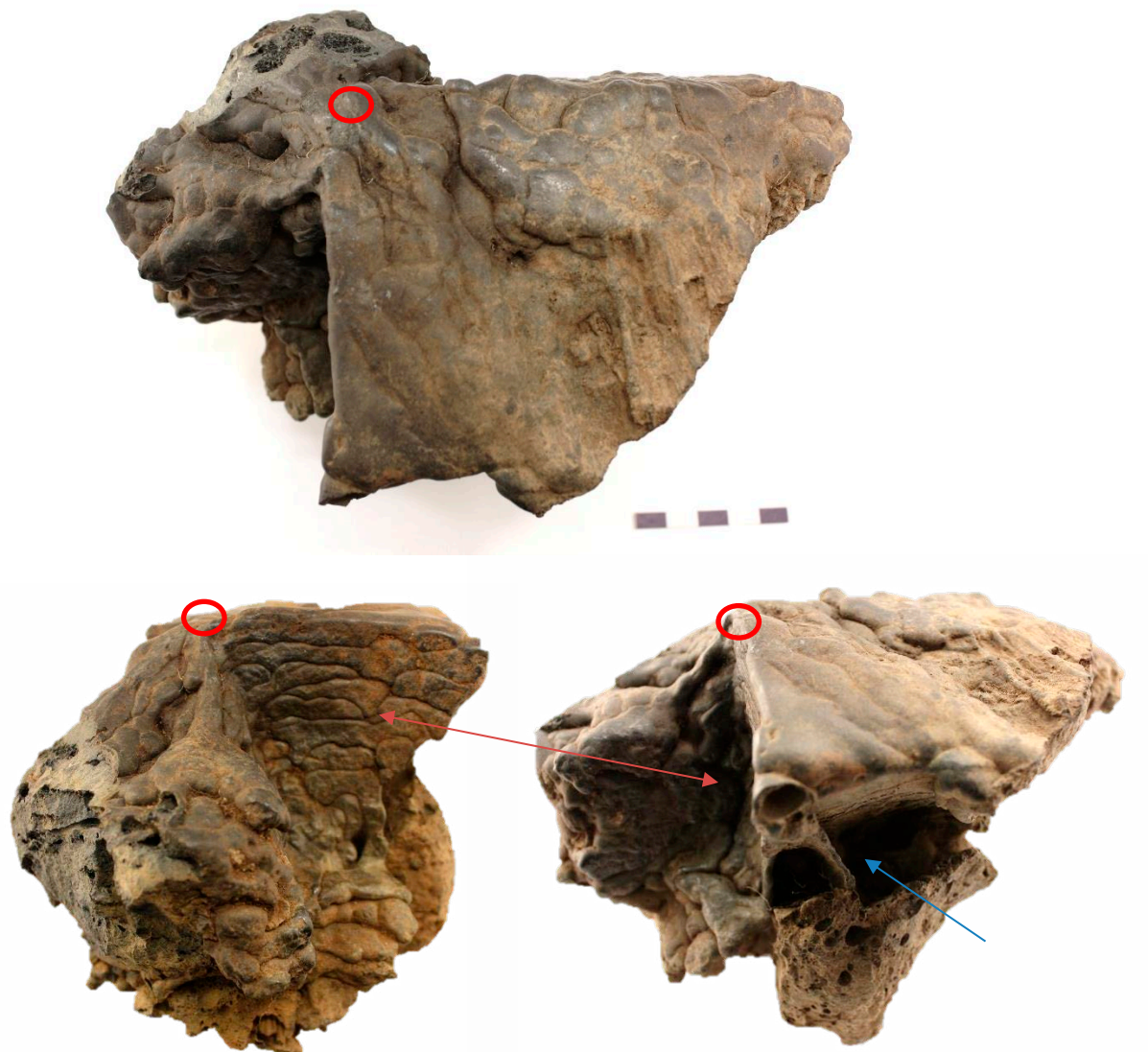
Reflektion

Observationerna för denna slagg antyder att slaggen har stelnat mot plana stenhållar ca. 50 mm tjocka. Dessa har varit minst 125 mm höga och minst 130 mm breda. Det är dock oklart hur stor andel av ursprunglig storlek som denna slagg visar.

Slagg har runnit ut i hörnet, mellan två stenar, men förefaller inte vara snabbare avkyld än slaggen i övrigt – det finns inga typiska skrynkliga slaggsikt som vid tappslaggar. Det saknas också magnetiska ytsikt, dvs. tecken på magnetitförekomst och därmed avkylning i syrerik miljö. Avsaknaden av magnetism kan dock möjligen vara missvisande eftersom slaggen förefaller vara fattig på järnoxid (se analysen av tre andra slaggar). Varken wüstit eller magnetit förekommer därför i någon större mängd.

Troligen har stenhållar format en stenram och varit nedgrävda i en grop – blästugnens slagguppsamlingsgrop – där de inte helt fyllt ut groputrymmet utan slagg har kunnat sippra ut (ej funktionellt avsiktligt).

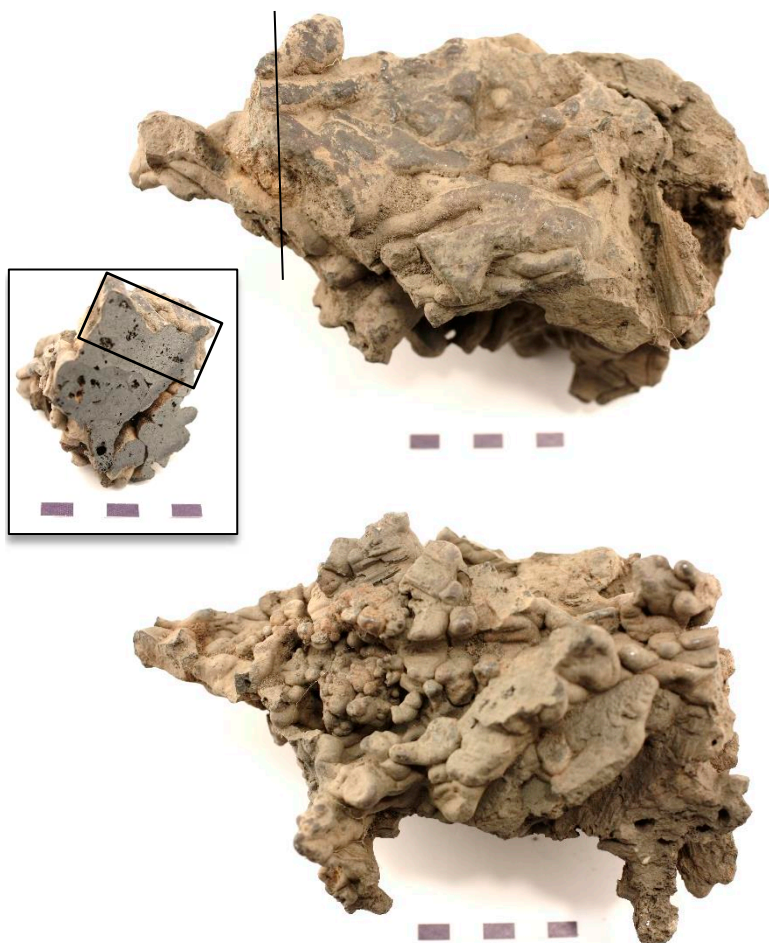
Ovanför stenhållarna har lera byggts på för att forma överbyggnaden. Det finns fragment med slagg och teknisk keramik som antyder en kurvatur som visar att det uppbyggda ugnsschaktet, i lera, inte varit fyrkantigt, utan runt som förväntat.



Figur 11. Slagg 106.237 (1). Slagg med tydliga former och avtryck. Överst ovansidan med, två vinkelräta plana ytor men där slagg har runnit ut i hörnet. Undre bilden till höger, snett uppifrån, där ovansidan och ena kanten ses, liksom slaggen som runnit ut i hörnet. Vid blå pilen ses också kortsidan på några vedavtryck. Bilden till vänster är roterad 90 grader och visar hur tunna slaggsträngar har stelnat mot en plan lodrät yta, i högra delen, men utan begräsning till vänster (hörnet; markerat med röd ring på alla tre bilderna).

Lager 113

Lager 113, mellan de båda ugnarna 102 och 103, innehåller fyra större och tre något mindre slaggar (fragment) (113.236) av samma karaktär som från de båda ugnarna, med mycket snarlik variation i utseende och förekomst av avtryck även om inte alla slaggar har alla komponenter utan en eller några av dem i kombination. De tre mindre bitarna är tunnare slaggsträngar, där flera av dem har avtryck av ved på någon sida, och en av dem är en likartad tunn variant som i 102.192(3). Några av de större slaggerna beskrivs mer detaljerat nedan.



Figur 12. Slagg 113.236 (1). Slagg med tydliga slaggsträngar på ovansidan och undersidan. Den infällda bilden visar det delade tvärsnittet (längs linjen). I nedre delen kan tunnare slaggsträngar, med något varierande färg urskiljas. I övre delen finns en större volym med slagg som är mer homogen i sammansättning. Denna del (i rutan) har valts för analyserna.

113.236 (1)

Denna slagg (Fig. 12) har en yta med slaggsträngar som har flutit ut och stelnat, vågrätt, utan begränsningsyta (slaggens överyta). På motsatt sida ses tunnare slaggsträngar, också dessa mestadels utan begränsningsytor som runnit och stelnat lodrätt, utan att nå slagguppsamlingsgropens botten. I flera fall har de dock formats runt vågrätt liggande vedstycken. Vedavtrycken är ca 100 mm långa och 40 mm breda.

Slaggen har delats och i tvärsnittet, främst de nedre delarna, kan de separata slaggsträngarna urskiljas (Fig. 12) vilket visar att var och en har stelnat något innan efterföljande slaggsträngar har flutit fram. Skillnader i färg ses mellan slaggsträngarna men också mellan ytterkant och kärna i varje slaggsträng.

Den övre delen, som innehåller en större slaggvolymer, har analyserats ytterligare (kemi och tunnslip). Tre tunna slaggsträngar i kontakt med varandra har också analyserats mer detaljerat för att se om de skiljer sig från varandra vad gäller sammansättning.

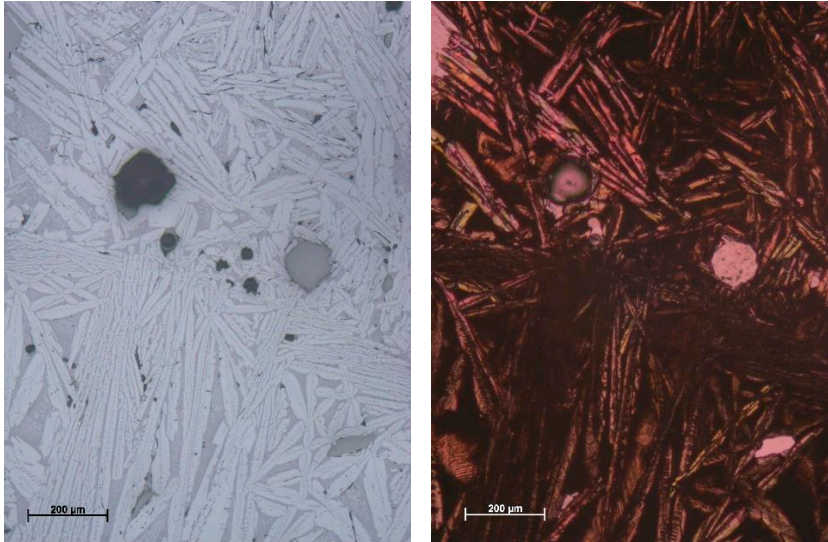
Analys

I tunnslipet som har analyserats i mikroskop ses flera slaggsträngar, såväl någon enstaka större, som flera mindre (Fig. 13–14). Dessa är likartade i sammansättning och innehåller långsmala olivinkristaller och en mellanliggande glasfas. I glasfasen ses också få, och extremt finkorniga kristaller av järnoxid, troligen med komplex sammansättning (Fig. 15). Ett fåtal droppar av metalliskt järn förekommer också. Dock förekommer inte vare sig magnetit eller hercynit i grövre kristaller.

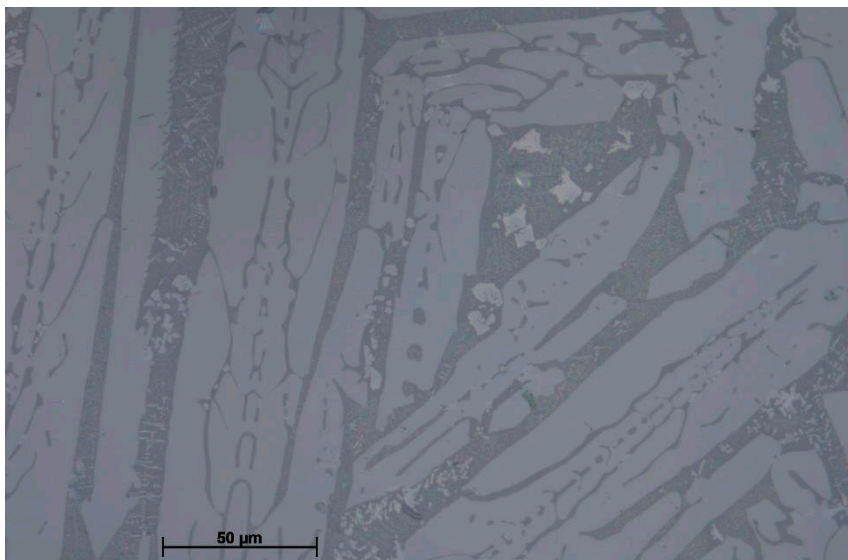
Varje slaggsträng har en avtagande kornstorlek från kärnan och mot ytterkanten (Fig. 13–14). Det tyder på en snabb avkylning på ytan, där kristallerna inte har hunnit växa till och en långsammare avkylning i mer centrala delar, främst i grövre slaggsträngar som kunnat behålla värmen längre.



Figur 13. Slagg 113.236 (1). Foto från mikroskopet, genomfallande belysning. Översikt på kontakt mellan flera slaggsträngar som främst syns med hjälp av skillnader i kornstorlek – ju mörkare desto finkornigare i ytterkanterna på respektive slaggsträng. Detaljer i följande figurer.



Figur 14. Slagg 113.236 (1). Foto från mikroskopet. Detalj från föregående bild på kontakt mellan två slaggsträngar. Två foton på samma utsnitt, till vänster i reflekterande och till höger i genomfallande belysning. Den nedre är grovkornigare, den övre finkornigare. I båda slaggsträngarna ses ljus grå långsmala kristaller av olivin och en mörkare grå glasfas.

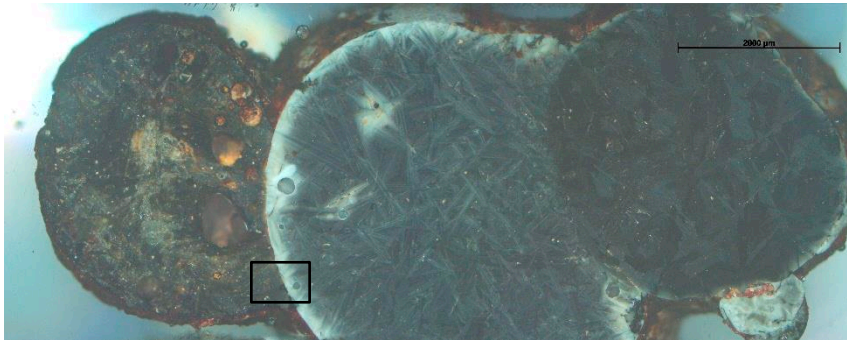


Figur 15. Slagg 113.236. Foto från mikroskopet, reflekterande belysning. Detalj som tydligt visar de ljus grå olivinkristallerna och den omgivande mörkare grå glasfasen. I glasfasen ses också ljusa små kantiga järnoxidkristaller som är komplexa i sin uppbyggnad med en mörkare kärna och ljusare kantzon (jämför figur 9).

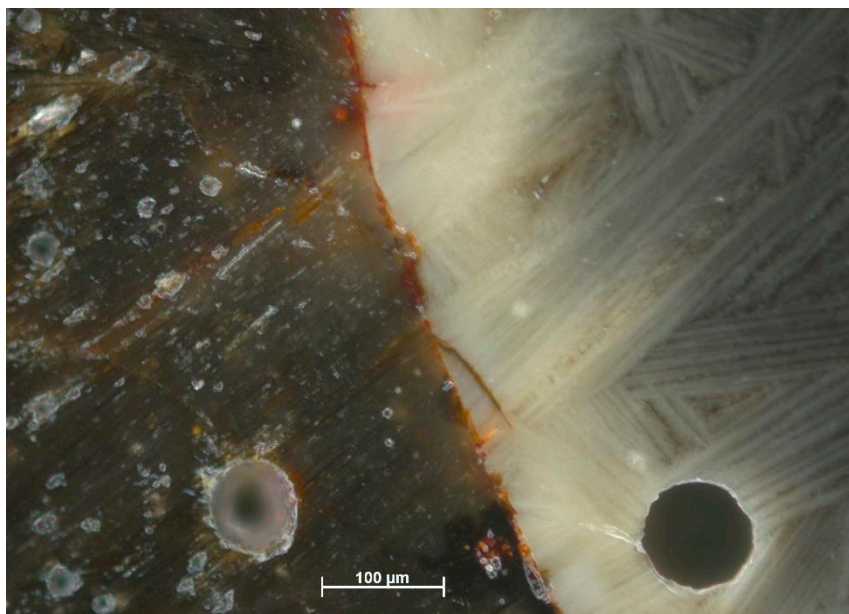
En detaljerad analys i mikroskop på tre små slaggsträngar från slaggen 113.236 som på ytan uppvisar skillnad i färg från ljus till mörkare grå visar att färgskillnaden främst är en skillnad i kornstorlek (Fig. 16–17). Ett mycket tunt ytskikt är ljus, och extremt finkornigt vilket tyder på snabb avkylning som gör att kristallerna inte hinner växa till. Längre in mot kärnan är respektive slaggsträng mörkare, och även

grovkornigare, vilket visar att de har stelnat långsammare och kristallerna har hunnit växa till sig mer. Sammansättningen är dock den samma (eller mycket likartad) – genomgående dominerar olivin och en glasfas som dominerande faser. Underordnat finns också finkorniga järnoxider.

Denna observation på de små slaggsträngarna, som visar samma innehåll som de grövre slaggsträngarna, medför att den observation som görs med blotta ögat om färgskillnader inom slaggerna snarare beror på avkylning än skillnad i sammansättning inom varje ugn (se också slagg 103.195 (2)).



Figur 16. Slagg 113.236 (1). Tre slaggsträngar i tvärsnitt. Foto från mikroskopet som visar skillnad i färg mellan de tre slaggsträngarna. I slaggen i mitten ses också att en tunn ytterkant är betydligt ljusare än resten av slaggen. Skälstreck i övre högra hörnet är 2 mm.



Figur 17. Slagg 113.236 (1). Detalj från mikroskopet i hög förstoring från rutan i föregående figur som visar kontakten (på diagonalen) mellan två slaggar. Den högra slaggen visar tydligt ökande kornstorlek från den ljusa kontakten och mot höger i bild med långsmala kristaller av olivin och mörkare grå områden av en glasfas (de runda fläckarna är porer).

113.236 (2)

Slagg (900 g) som utgörs av en större homogen volym där små slaggsträngar förekommer i mindre omfattning. Slaggen karaktäriseras av flera stora avtryck av ved i flera riktningar, bl.a. i rät vinkel mot varandra. Ett avtryck är minst 100 mm långt och med tvärsnitt på 30×30 mm. Ett annat avtryck är minst 75 mm långt med tvärsnitt som är ca 25 mm brett (Fig. 18). I delat tvärsnitt framträder en slagg som är homogen i sammansättning.



Figur 18. Slagg 113.236 (2). Slagg med flera vedavtryck, i flera riktningar.

113.236 (3)

En tredje slagg bland de större (1950 g) innehåller en större andel porös slagg jämfört med flera av de andra. Även denna har tydliga vedavtryck och en del mindre kolavtryck. Mot en kant ses också ett tunt skikt av rödbränd lera (schaktvägg/slaggropsvägg?).

Nedgrävning 109 (Rost?)

Nedgrävning 109, norr om ungar och slagglagren, är enligt uppgift oval i plan, grund och med en fyllning av rödbrun sand. På ytan noterades skärviga stenar och den överlagrades av ett stybblager. Från anläggningen, som preliminärt tolkats vara en rost, togs prov 109.279 för att se om det kan vara en malm, och om denna har rostats.

109.279

Provet domineras av sandigt material med en ljus brun nyans. En liten del av det är magnetiskt vilket antyder att det finns järnoxider och att dessa kan vara värmepåverkade, dvs. rostade. I stereolupp ses dock att provet domineras av kvartskorn, delvis med tunt ytskikt av extremt finkornigt ljusbrunt material (järnoxider eller ett tunt lerskikt?).

I provet finns ett ca 10 mm stort fragment av stearinslagg, dvs. liknande den slaggtyp som är typisk både från ugnarna 102 och 103 och från slagglagren 106 och 113.

I provet förekommer dessutom ett fåtal större, ljusbruna magnetiska klumpar, totalt ca 0,5 g. Dessa kan nätt och jämnt brytas itu och tvärsnittet uppvisar en mörkare grå nyans. En bit har polerats och undersökts i mikroskop. Den uppvisar en tätare ytterkant av järn(hydr)oxider och en porösare kärna med inslag av organiskt material, möjligen rötter som järnhydroxiderna har fällts ut på.

Även om dessa klumpar är malm är provmängden för liten för att det ska vara relevant med en kemisk analys för jämförelse med slaggen. Analys av hela provet med den stora andelen kvartskorn är inte heller motiverad eftersom det kan röra sig om sandinblandning från omgivningen och det analyserade järninnehållet därmed inte kommer att representera den använda malmen. Om det är platsen för en rost eller ej kan diskuteras. Eventuellt är det den allra nedersta delen av en rost, alternativt ett malmupplag. Med tanke på att det dessutom förekommer slagfragment i fyllning kan det också röra sig om fyllning. Totalt sett hör det dock hemma i en järnframställningsmiljö.

Jordprov från Finnkällan

Ett jordprov från Finnkällan, enligt uppdragsgivaren en hälsokälla som beskrivs som extra järnhaltig, ca 800 m från blästplatsen har också granskats för att eventuellt analyseras och jämföras med provet från 109 (den eventuella rosten). Provet innehåller material som är sandigt, och finkornigare. Det är rikt på kvarts och andra silikatmineral. Dessutom förekommer en del organiskt material, dock ej något som uppenbart är malmförande. Detta prov prioriteras inte ytterligare inom ramen för denna undersökning, dels på grund av dess sammansättning, dels för att provet från 109 inte heller analyseras.

Kemiska analyser – resultat och en utblick

Resultaten från de totalkemiska analyserna återfinns i sin helhet i tabell i bilaga 2. Nedan presenteras resultaten för slaggerna från den aktuella järnframställningsplatsen med utgångspunkt i några utvalda huvudämnen och spårämnen.

Tidigare analyser (hämtade från en intern databas) från närliggande järnframställningsplatser i Viby socken (Skävi, Sågebol och Vreten; se även t.ex. Grandin & Hjärthner-Holdar 2003) används också som jämförelse för att få en uppfattning om likheter och/eller skillnader inom närområdet. Även slagger från andra lokaler i Närke ingår i jämförelsen för att få en uppfattning om normal spridning (från intern databas och se även Englund & Larsson 1999, Hjärthner-Holdar m.fl. 1999, Grandin & Ogenhall 2017).

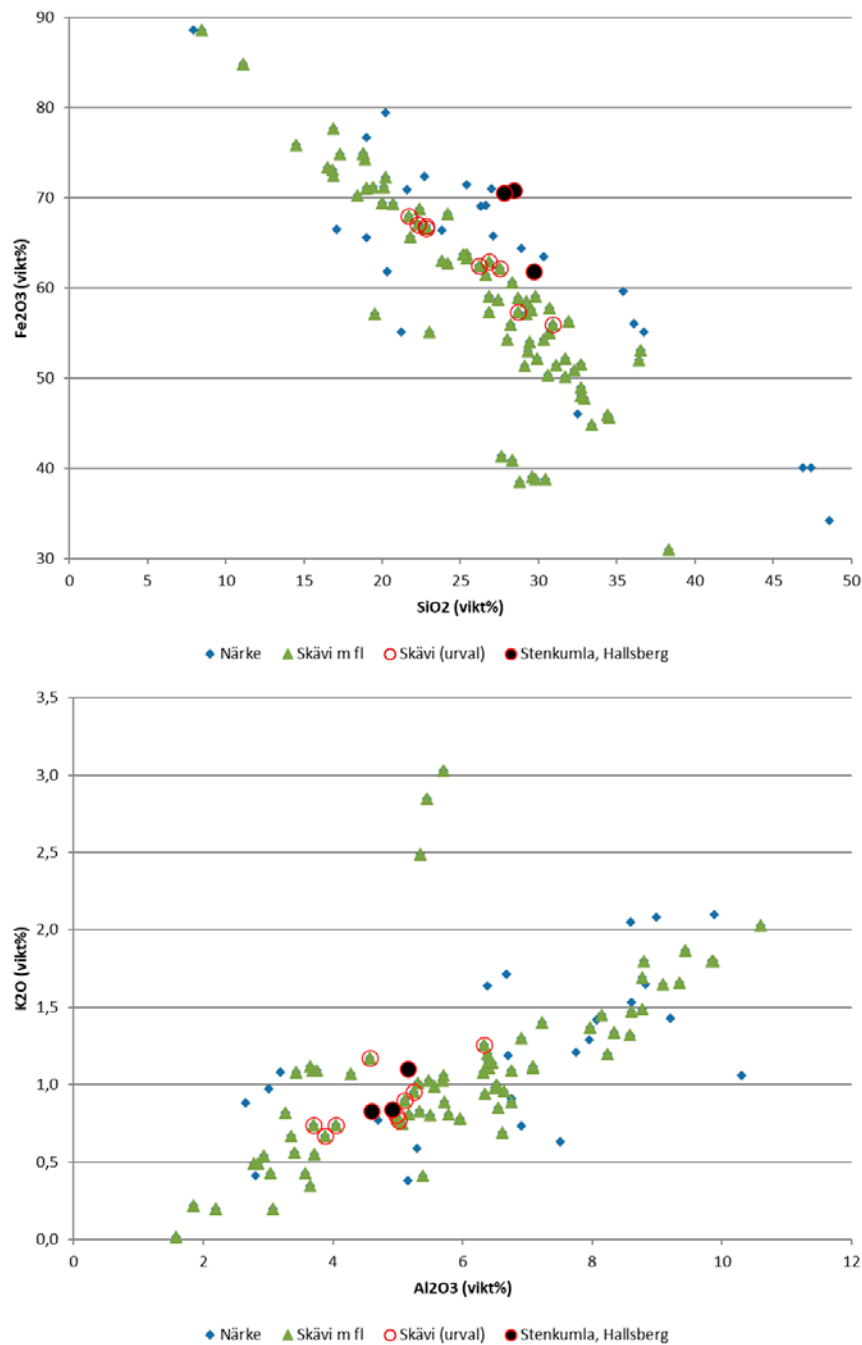
De tre slaggerna från Stenkumla uppvisar visserligen inbördes skillnader, men dessa är endast marginella. Detta ses tydligt i jämförelse med andra slagger, där dessa tre slagger från ugnar och slagglager framträder som enhetliga så väl vad gäller huvudämnen som spårämnen. Det tyder dels på att samma malm har använts vid körningen av de båda ugnarna, dels att framställningsprocessen har fungerat mycket likartat. Den begränsade variation som ses mellan slaggerna ligger snarare inom ramarna för vad som skulle kunna förväntas även inom en och samma körning av en ugn.

Några huvudämnen

Järn och kisel är de ämnen som vanligen dominerar i slagger från blästjärnstillverkning och generellt är ett mått på utbytet av järn – ju lägre järnhalt i slaggen desto bättre utvinning (se mer i bilaga 1). Alla tre analyserade slagger domineras av järn (i förening med kisel och syre – inte som metall). Slaggerna varierar mellan 62 och 71 % (angivet som Fe_2O_3 i tabell i bilaga 2; Fig. 19). I övrigt förekommer kisel (28–30 % SiO_2). Alla slagger har också ett innehåll av aluminium (ca 5 % som Al_2O_3 ; bilaga 2; Fig. 19). Bland övriga ämnen förekommer kalium och kalcium i snarlika halter kring 1 % (som K_2O och CaO). Fosfor, som är en vanlig komponent i många limonitiska malmer förekommer på samma nivå (0,4 % P_2O_5) i alla tre.

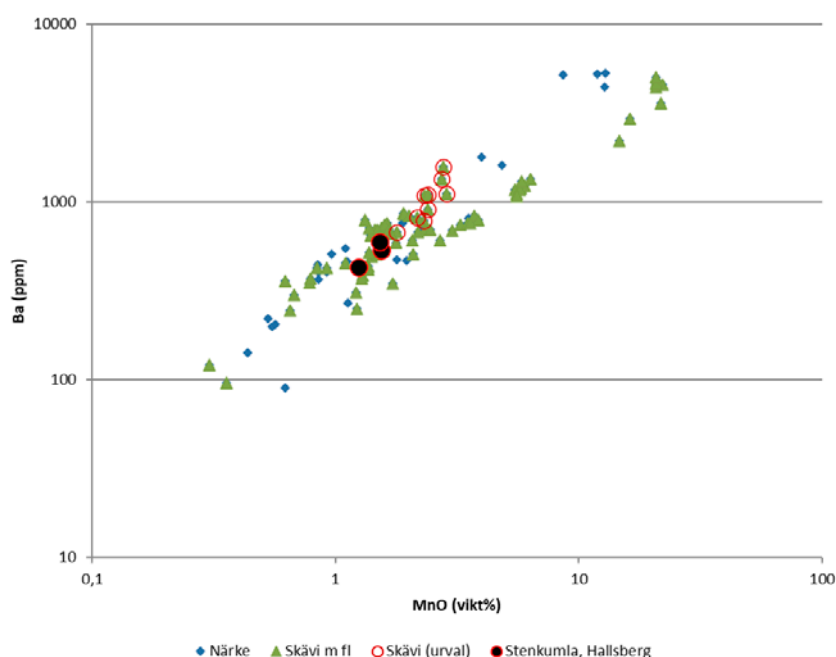
Mangan och barium

Mangan är ett ämne som är vanligt de i sjö- och myrmalmer som vanligen användes i järnframställning i blästugnar (se mer i bilaga 1). Manganhalter på flera, eller till och med tiotals viktprocent förekommer (t.ex. Hjärthner-Holdar m.fl. 2018 och referenser däri). Motsvarande stora spännvidd i mangan finns även bland slagger från järnframställning vid flera lokaler i Skävi i det närliggande Viby socken (Fig. 20) med datering från äldsta järnålder till vikingatid. De nu analyserade slaggerna från Stenkumla har inbördes mycket likartade halter på ca 1,3–1,6 % MnO . Samma nivå finns från flera av blästplatserna i bl.a Skävi, men långt ifrån alla.



Figur 19. Innehållet av kisel (som SiO_2) och järn (som Fe_2O_3) (övre diagrammet) och kalium (som K_2O) och aluminium (som Al_2O_3) (nedre diagrammet) i slaggerna från Stenkumla, Hallsberg jämfört med tidigare analyserade slaggar från Närke, bl.a. Skävi (Viby sn) och slaggar från Skävi i urval (se text). (Data från intern databas).

Ett ämne som är korrelerat med mangan är spårämnet barium, och ju högre manganhalter desto högre barium ses också, främst i sjö- och myrmalmer och slagger från järnframställning med dessa råvaror (se mer i bilaga 1). Även bariumhalten är mycket likartad i de tre slaggerna, 400–600 ppm Ba. Liknande nivåer är noterade i slagger från Skävi med likartade manganhalter, medan slagger från blästplatser med betydligt högre mangan också har högre Ba, dvs. det finns en korrelation mellan mangan och barium (Fig. 20). Slaggerna från Stenkumla faller inom ramarna för slaggerna från Skävi.



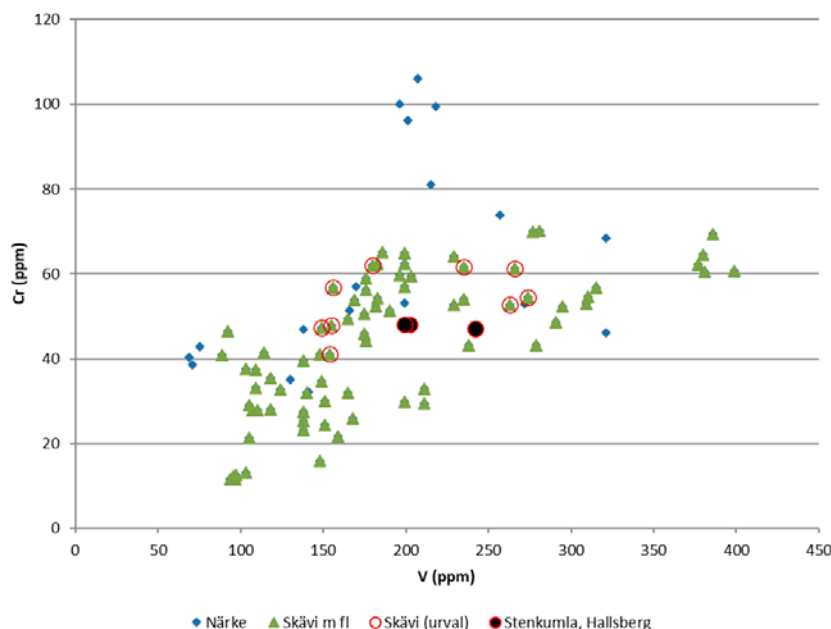
Figur 20. Innehållet av mangan (som MnO) och barium (Ba) i slaggerna från Stenkumla, Hallsberg jämfört med tidigare analyserade slagger från Närke, bl.a. Skävi (Viby sn) och slagger från Skävi i urval (se text). Axlarna är logaritmiska för att bättre urskilja såväl högre som lägre halter. (Data från intern databas).

Spårämnena

Bland spårämnena finns några som kan vara intressanta att lyfta fram och som speglar innehåll i använda malmer (se även bilaga 1). Exempel på dessa ämnen är vanadin (V), krom (Cr), kobolt (Co) och nickel (Ni). Dessa förekommer i olika nivåer i malmer och kan spegla lokala variationer i malmer (geologiskt och geografiskt kopplade).

Återigen ser vi att det är stor likhet bland de tre slaggerna (tabell i bilaga 2). Såväl Ni som Co förekommer i mycket låga halter (i nivå med vad som kan detekteras med analysmetoden). Krom (Cr) är uppmätt i halter på ca 50 ppm, vanadin (V) ca 150 ppm (Fig. 21). Tidigare analyserade slagger från Viby socken visar en större spridning, från lägre halter (< 20 ppm Cr och ca 100 ppm V) till högre halter med som mest ca 60 ppm Cr och 400 ppm V i slagger från en vendeltida

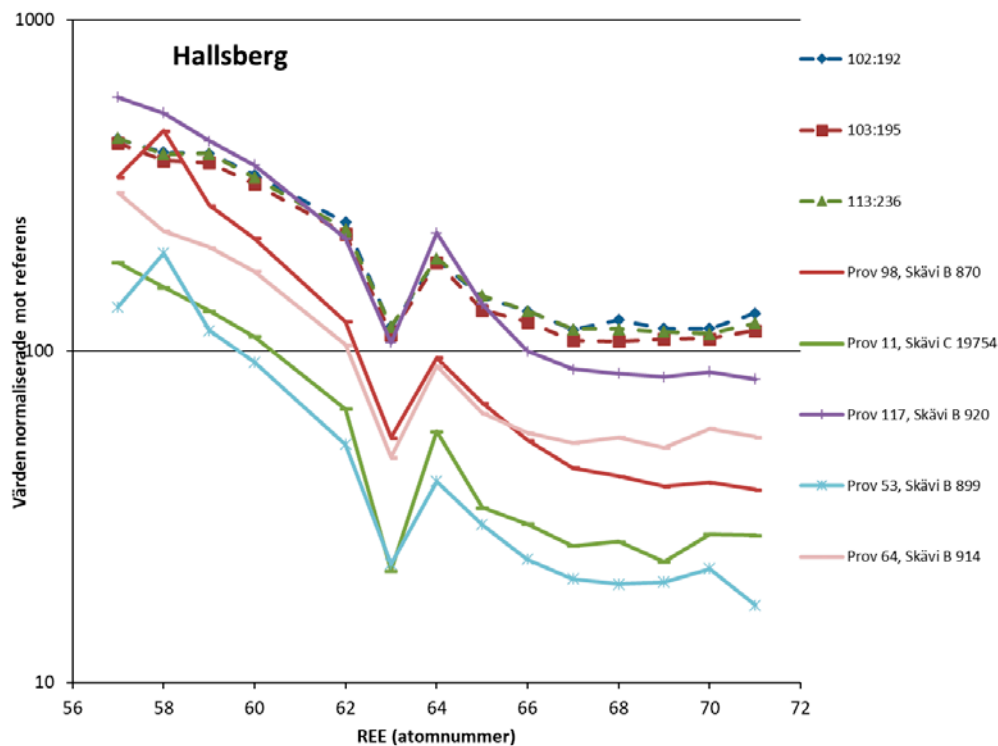
järnframställningsplats benämnd Skävi B 970. Men, det finns också andra blästplatser i Skävi som har likartade halter som de i Stenkumla (Skävi B 899 och 920 vilka inte är närmare daterade samt den vendeltida Skävi C 19754) vilka också har bl.a. manganhalter i samma storleksordning som slaggerna från Stenkumla.



Figur 21. Innehållet av vanadin (V) och krom (Cr) i slaggerna från Stenkumla, Hallsberg jämfört med tidigare analyserade slaggar från Närke, bl.a. Skävi (Viby sn) och slaggar från Skävi urval (se text). (Data från intern databas).

Andra spårämnen som är betydelsefulla för att särskilja slaggar av olika typ, och som dessutom speglar den använda malmens sammansättning är sällsynta jordartsmetaller (*Rare Earth Elements* (REE) från lantan (La) till lutetium (Lu)) (t.ex. Devos m.fl. 2000, Dillmann m.fl. 2017). De proportioner som finns mellan dessa i den geologiska miljön där malmen bildas, ärvs sedan i slaggen som bildas i järnframställningen. REE förväntas anrikas i slaggen jämfört med i malmen vilket innebär att vi kan förvänta oss högre halter (men samma ”mönster”) i slaggen jämfört med i malmen.

Även vad gäller REE-innehållet är de tre analyserade slaggerna mycket lika varandra (Fig. 22) och stärker tolkningen om gemensamt malmursprung och stora likheter i processen. De slaggar som har nämnts ovan från det närliggande Skävi och som har mangan (och barium) samt spårämnena vanadin och krom i samma storleksordning har dock inte samma tydliga överensstämmelse i de sällsynta jordartsmetallerna varför det inte är möjligt med en direkt koppling till användning av samma malm som för dessa. Å andra sidan finns det betydligt större variation i slaggar från många av blästplatserna inom Skävi B och Skävi C (se även Hjärthner-Holdar m.fl. 2018 och referenser däri) som visare på en ännu större bredd av malmanvändning.



Figur 22. Sällsynta jordartsmetaller (REE) i de nu analyserade slaggerna från Stenkumla, Hallsberg. Värdena är kondritnormaliserade (enligt standard) och y-axeln är logaritmisk. De tre slaggerna från Stenkumla uppvisar samma mönster på samma nivå. Som jämförelse visas några slaggar från Skävi med likartad manganhalt som de från Stenkumla. Dessa illustrerar den stora spridning som finns inom området. Tre av dem har samma mönster som slaggerna från Stenkumla men på olika nivå och möjlighet med likartad malm. Två andra har en avvikande signatur med en topp i ämnet Ce (nummer 58) som visar att dessa inte kan ha samma malm som råvara som i Stenkumla.

Sammanfattning och tolkning (Lena Grandin och Ole Stilborg)

Det arkeometallurgiska materialet från Stenkumla visar tydligt att järnframställning har skett i blästugn(ar) av den typ där slaggen separeras vertikalt från det framställda järnet och samlas upp i en underliggande slagguppsamlingsgrop. Detta är en teknik som är vanlig under stora delar av järnåldern, något som det finns exempel på under en lång tidsperiod inte minst i Viby socken, väster om den aktuella platsen.

Detaljerade analyser från flera blästplatser i Viby socken, väster om den aktuella platsen, har fungerat som ramverk för tolkningen av de nu genomförda kemiska analyserna. Referensslaggena visar tydligt en stor lokal variation i kemisk sammansättning, inom vilken slaggerna från Stenkumla kan inkluderas. De tre slaggerna från Stenkumla uppvisar endast marginella inbördes skillnader. Detta ses extra tydligt i ljuset av referensslaggena, där dessa tre slaggar från ugnar och slagglager framträder som enhetliga så väl vad gäller huvudämnen som spårämnen. Det tyder dels på att samma malm har använts vid körningen av de (minst) två ugnarna, dels att framställningsprocessen har fungerat mycket likartat. Den begränsade variation som ses mellan slaggerna ligger snarare inom ramarna för vad som skulle kunna förväntas även inom en och samma körning av en ugn. Det innebär också att det varken är möjligt eller relevant att avgöra om (den analyserade) slaggen från lager 113 ska knytas till ugn 102 eller 103, eller en ytterligare ugn.

Det är dock oklart vilken malm som har använts. Det prov som togs från Finnkällan och lämnades in för analys granskades och bedömdes inte vara malm. Inte heller provet från en förmodad rost är entydigt en malm. Även om det inte kan uteslutas att finns små malmklumpar så utgörs det mesta av provet av sand.

Även formmässigt visar slaggar från såväl de båda ugnstresterna som från slagglagren stora likheter, eller variation inom samma ramar. Slaggerna utgörs av större stycken som är delar av större bottenslaggar från slagguppsamlingsgropen såväl som stearinformade små strängar vilka i större eller mindre omfattning har byggt upp större slaggar.

Bland de större bottenslaggena finns fler stora långsmala avtryck efter ved. Veden har troligen placerats i slagguppsamlingsgropen för att underlätta separationen mellan slaggen och järnet, bildades ovanpå slaggen. Det har också diskuterats om veden haft funktion att skapa hålrum så att större bottenslaggar lättare skulle kunna slås sönder när de skulle tas ut ur gropen (se mer i Hjärthner-Holdar m.fl. 2018). Oavsett vilken tolkning som föredras har de högst sannolikt inte primärt använts som bränsle och reduktionsmedel, utan för det ändamålet har kol använts; även kolavtryck finns i slaggerna.

Bland slaggerna finns en större slagg med tydliga former och avtryck som är av betydelse för att förstå hur ugnen, och dess slagguppsamlingsgrop har varit uppbyggda. Observationerna för denna slagg, från lager 106, antyder att slaggen har stelnat mot plana stenhällar, ca. 50 mm tjocka. Dessa har varit minst 125 mm höga och

minst 130 mm breda. Slagg har runnit ut i hörnet, mellan två stenar, men förefaller inte vara snabbare avkyld än slaggen i övrigt eller ha tappats ut ur ugnen. Troligen har stenhällarna utgjort en stenram nedgrävd i en grop – blästugnens slagguppsamlingsgrop – men har inte helt fyllt ut groputrymmet utan slagg har oavsiktligt kunnat sippra ut. Detta har utgjort ett väsentligt problem om man ville rensa ugnen för slagg inför en ny körning.

Ovanför stenhällarna har ovanbyggnaden byggts i form av ett schakt i lera. Det finns fragment med slagg och teknisk keramik som antyder en kurvatur som visar att det uppbyggda ugnsschaktet, i lera, inte varit fyrkantigt, utan som förväntat, runt.

Det tekniskt keramiska fyndmaterialet från undersökningen vid Stenkumla omfattar rester efter minst fyra olika lerschakt varav två kan knytas till de identifierade ugnarna (Bilaga 3). Bland resterna finns både tunnare lägre brända fragment som sannolikt härrör från de övre delarna av schakten som tjockare, delvis förglasade delar från blästerzonen. Några av de tjockare fragmenten har mer eller mindre vinklade stenavtryck som tillsammans med formen på några av slaggerna pekar på förekomsten av en stenram, som lerschaktet har byggts ovanpå. Till lerschakten har valts en siltrik, finsandrik lera som i de flesta fall magrats med mellan 5 och 10 % (vol.) mycket finfördelat organiskt material (möjligen tröske). De olika analyserna visar att leran har varit den samma i alla ugnsschakt och att den har haft en tillräcklig värmetålighet som dock inte lämnat mycket utrymme för svängningar i temperaturen. Det finns inga spår efter lagningar på schaktresterna vilket tyder på att man ersatt hela schaktet efter ett antal körningar.

Ett par tjockare ugnsväggrester har bevarat utsidan istället för insidan (men med tillräckliga bruksspår för att kunna identifiera dem som schaktrester). I dessa fall finns avtryck av vidja och träkonstruktion på utsidan vilket tyder på att minst ett av schakten konstruerats på ett annorlunda sätt sannolikt med en yttre ram och en kraftigare förbränning av konstruktionen vilket har betytt bevarandet av utsidan och att detta yttre skelett måste ha brunnit upp innan ugnen togs i bruk. Ett liknande yttre skelett antas för en jämnårig järnframställningsugn vid Godegård ca 3 mil bort (Grandin & Ogenhall 2022; Stilborg 2022).

Bland slaggerna från ugn 103 finns en liten oregelbunden klump som består av små irreguljära ansamlingar av metalliskt järn som är omgivna av slagg. Denna järnförande klump med grovkornigt, mjukt järn (låg kolhalt) ojämnt fördelat i slagg är sannolikt avfall direkt från järnframställningen, dvs. den har inte genomgått något smide. Det är den enda metallen som är undersökt från platsen och det är svårt att dra slutsatser om vad som har tillverkats med utgångspunkt enbart i denna.

Bland slaggerna finns inte heller några tecken på smide. I det teknisk-keramiska materialet finns däremot ett fragment av teknisk keramik som bäst tolkas som en del av kanten till lerinfodringen från en ässja. Den avviker såväl i bränning som i råmaterial (grovkornigare lera) från ugnsväggsresterna.

Denna blästplats förefaller vara en av många med likartad struktur och funktion i området och därmed del av en större

järnframställningstradition. Stenkumla-ugnen tycks förena drag från olika traditioner med delvis olika geografiska tyngdpunkter. Denna typ av kombinationer är intressanta för förståelsen av järnframställningens kunskapsstruktur. Hur och av vem lär man sig de olika momenten i järnframställningen inklusive hur och av vad en fungerande ugn kan konstrueras? Är det en kunskap som tillhör en enskild mästare-järnframställare eller ett helt team med specialiserade roller? Kombinationer som Stenkumla-ugnen tyder på att det oavsett organisationen fanns en viss rörlighet bland personerna som satt inne med kunskap. Den närmaste parallellen inom metallhantverk, som vi känner till detaljer om, är klock- och grytgjutningen under senmedeltid och historisk tid. Därifrån vet vi att yrket fördes vidare inom släkter men att unga lärlingar i yrket även gjorde praktik på annat håll (Stilborg 2023) där de plockade upp varianter på den tekniska kunskapen som kunde tas upp i familjefirman om så behövdes eller var angeläget. Kan man kanske föreställa sig att järnframställningen (åtminstone så småningom) utövades inom ett liknande kunskapsnätverk, där stenram, växtmagring och kanske yttre träram hörde till en gemensam verktygslåda?

Referenser

- Devos, W., Senn-Luder, M., Moor, Ch. & Salter, Ch. 2000. Laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) for spatially resolved trace analysis of early-medieval archaeological iron finds. *Fresenius J Anal Chem* (2000) 366 :873–880. Springer-Verlag.
- Dillmann Ph., Schwab, R., Bauvais, S., Brauns, M., Disser, A., Leroy, S., Gassmann, G. & Fluzin, Ph. 2017. Circulation of iron products in the North-Alpine area during the end of the first Iron Age (6th-5th c. BC): A combination of chemical and isotopic approaches. *Journal of Archaeological Science* 87 (2017) 108–124. Elsevier.
- Englund, L.-E. & Larsson, L. 1999. Romartida järnframställning i Stomskil – en arkeologisk och analytisk studie. Lillkyrka sn, Raä 219, Närke. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 1-1999*. Uppsala.
- Grandin, L. & Hjärthner-Holdar, E. 2003. Högteknologisk järnframställning. Fanns det i Närke under järnåldern I: Karlenby, L. (red) *Mittens rike. Arkeologiska berättelser från Närke*. Riksantikvarieämbetet Arkeologiska undersökningar Skrifter 50. Stockholm, 391–424.
- Grandin, L. & Ogenhall, E. 2017. Järnframställning vid Väringen. Slagg och teknisk keramik från en järnframställningsplats. Örebro län, Närke, Örebro kommun, Ödeby socken, Ödeby-Berg 1:8, objekt 2. GAL RAPPORT 2017:03. *Geoarkeologisk undersökning. Statens historiska museer. Arkeologerna. Geoarkeologiskt Laboratorium*. Uppsala.
- Hjärthner-Holdar, E., Larsson, L., Englund, L.-E., Lamm, K. & Stilborg, O. 1999. Järn- och metallhantering vid en stormannagård under yngre järnålder och tidig medeltid. Husby, Glanshammars sn, Närke. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 2-1999*. Uppsala.
- Hjärthner-Holdar, E., Grandin, L., Sköld, K. & Svensson, A. 2018. By Who, for Whom? – Landscape, Process and Economy in the Bloomery Iron Production AD 400–1000. *Journal of Archaeology and Ancient History, Number 21*, 50 pp. Department of Archaeology and Ancient History, Uppsala University.
- Stilborg, O. 2022. *Resultat av specialregistrering och analyser av ugnsväggsfragment från Godegård (L2008:5975), ÖG. SKEA rapport*.
- Stilborg, O. 2023. I tryckning. Grytgjutning – en välmående hantverksindustri och mycket avfall. Nordström, M, m.fl. red. Medeltidsstaden Jönköping. Jönköpings Läns Museum

Administrativa uppgifter

SHMM:s dnr: 5.1.5-00204-2022.

SHMM:s projektnr: 720614909.

Undersökningstid: hösten 2022.

Underkonsulter: Stilborg keramikanalys (SKEA), Peter Sečkář Axinit
Bratislava (tunnslip), ALS minerals (totalkemi)

Foto: Lena Grandin, om inget annat anges.

Bilagor

Bilaga 1. Undersöknings- och analysmetoder för slagger och metaller (Lena Grandin och Erik Ogenhall)

Provtagning och analys

Slagger, t.ex. från järnframställning eller smide, provtas för kemisk analys genom att ett avsågat stycke skickas till ett kemilaboratorium (ALS minerals). Slaggen undersöks även i mikroskop (tunnslip) för att exakt se vad som analyserats kemiskt och hur den är uppbyggd.

Tunnslip tillverkas (externt i Bratislava) 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 slaggernas kemiska sammansättning vilken antyder vilken malm som har använts. För reduktions- respektive smidesslagger är det viktigt att man endast analyserar material som är resultat av framställnings- eller smidesprocessen. Det innebär att andra komponenter såsom bränd lera från eventuella ugn- eller ässjeväggar 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. Sådant material tas bort i provprepareringen så att endast slagghkomponenten ingår i proverna som analyseras kemiskt.

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. tappslagger, samt slagger från smide.

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

Kopparlegeringar provtogs med såg och den bortsågade biten har gjutits in i en plastpuck som slipats och polerats för analys i mikroskop.

Allmänt om använda analysmetoder

Petrografisk och metallografisk analys av slagg och järn

Analyserna 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 (Zeiss AxioCam MRc5) 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 (fayalit) men även mangan, magnesium (forsterit) och kalcium kan förekomma i mindre mängder. Olivinerna uppträder ofta som lamellformade kristaller. Järnoxiden *wüstit*, FeO , är också ett mycket vanligt inslag i framför allt blästugnsslagger och bildas

vid reduktion av hematit och/eller magnetit, och reduceras själv till metalliskt järn. Om höga koncentrationer av wüstit förekommer är slaggens totala järnhalt vanligtvis också hög (och tvärtom). Glas utgör slaggens ”restsmälta” och kan variera kraftigt i sammansättning. 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 slaggar som stelnat i eller utanför en ugn (bottenslagg eller tappslag). Magnetit är också vanligt i smidesslaggar. Höga aluminiumhalter i kombination med höga kaliumhalter återfinns i mineralet *leucit*, KAlSi_2O_6 , som i vissa slaggar kan förekomma i stället för den vanligare glasfasen. Mineralens kornstorlekar är också betydelsefulla där finkorniga slaggar visar snabb avkylning och grovkorniga långsam avkylning.

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 (Fe_3C , kallas även järnkarbid), 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. Det har tidigare ansetts att stål inte var den önskade produkten från blästugnar utan snarare ett tecken på en okontrollerad process. De senaste tjugo årens undersökningar visar dock att stål förekommer på ett stort antal platser också i den vidare bearbetningen av det tillverkade järnet.

Innehåll av bl.a. fosfor och nitridnålar i järnet kan också observeras i mikroskopet. Fosforinnehåll syns vanligen som en överpräglade dendritisk textur. Innehåll av kol och fosfor i järnet tyder på hög (och jämn) temperatur och goda reduktionsförhållanden i allmänhet. Fosfor (i låg halt) gör t.ex. ett kolfritt/lågkolhaltigt (ferritiskt) järn hårdare men ferritens seghet behålls. Höga halter av fosfor är dock negativt för järnets kvalité.

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 då bildade strukturen kallas *martensit*. Ett härdat stål kan också anlöpas (uppvärmning utan snabb avkylning) för att minska sprödheten och omforma martensiten. Glödgnings, uppvärmning utan snabb avkylning

av icke härdat stål, kan ses i form av cementit som antagit rundare former (sfäroidisering) och leder till ett mjukare och mindre sprött stål.

Totalkemisk analys av slagg

Totalkemiska analyser av slaggar utförs av ALS minerals. Använda analysmetoder är huvudsakligen ICP-AES för huvudämnen (oxider) och några metaller och ICP-MS för spårämnen inklusive s.k. sällsynta jordartsmetaller. Totalt analyseras 59 ämnen i varje prov. Hela resultatet presenteras i tabellform (Bilaga 2) där huvudämnen anges som oxider och övriga som rena ämnen, även om dessa egentligen förekommer i mer komplexa former.

Syftet med kemiska analyser av slaggar och malmer i allmänhet 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 i reduktionsslaggar är halterna ett generellt mått på hur processen fungerat; lägre järnhalt innebär bättre utvinning ur malmen. När det gäller smidesslagg (sekundärsmide) kan hög järnhalt vara ett tecken på att metalliskt järn tillkommit till slaggen under smidet (oxiderat till slagg) och spårämnen som kan förekomma i metallen följer med till slaggen. Hög kiselhalt kan betyda tillsättning av vällsand (kvarts, Si-rik). Det senare kan också leda till att den kemiska signaturen blir utspädd, d.v.s. att andra ingående ämnen minskar i koncentration. Ofta förefaller dock smidesslaggar ha en kemi relativt lik den hos reduktionsslaggar.

Även innehållet av andra ämnen, t.ex. mangan, fosfor och flera spårämnen, vilka kan indikera malmens ursprung, är viktiga att analysera. 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 delvis har sitt ursprung i järnet och vällsanden) vanligen har lägre halt 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 reduktionsslagg.

Smidesslaggar som bildas då (ämnes)järn som är rena och nästan utan slagginneslutningar, kan också förväntas vara rena i sin sammansättning, dvs. de ämnen som är vanliga i reduktionsslaggar och lever kvar i slagginneslutningar (som mangan, fosfor, aluminium, kalium) förväntas vara låga.

Notera att ytterkanter av material som hör till infodring eller inblandning av annat material från t.ex. härdens botten inte är inkluderat i analysen, utan endast slaggdelen ingår.

Ämnen som förekommer i betydligt lägre halter, s.k. spårämnen (nedre delen av analysstabellen) kan vara av betydelse för att jämföra slaggar med varandra (och med 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 manganinnehållet (Mn).

Några spårämnen som kan vara intressant att notera är vanadin (V), kobolt (Co) och nickel (Ni). De förekommer i olika nivåer i malmer och kan spegla lokala variationer i malmer (geologiskt och geografiskt kopplade). När de förekommer i malmerna som används fördelar de sig mellan slag och metall i samband med järnframställningen.

När de uppträder i det metalliska järnet kan de också anrikas lokalt på de metallytor som bearbetas; då järnet oxideras lättare kan de öka proportionellt – det är inte ovanligt att man ser förhöjda nickelhalter i vällfogar. Därmed kan dessa ämnen, i ytan på metallen, också följa med till slaggen i smideshärden. Förekomsten speglar därmed flera steg i processen och förutsätter att de finns i malmerna till att börja med och om de uppträder i smidesslagger kan de ha kommit dit på olika vägar.

Även gruppen av jordartsmetaller (Rare Earth Elements – REE) är värda att studera mer noggrant. Förekomsten av dessa är också beroende på förekomst i den malm som ursprungligen har använts. Under järnframställningen så anrikas dessa i slaggerna vilket betyder att järnet som bildas samtidigt generellt har en lägre halt av REE. När detta järn senare oxiderar, och i vissa fall utgör en stor del av efterföljande (smides)slaggar bidrar de med låg halt REE till den nya slaggen vilken därmed speglar en urlakning av REE jämfört med i reduktionsslaggen.

Bilaga 2. Kemisk analys av slagg

Kontext		Ugn	Ugn	Lager
Fynd		102:192	103:195	113:236
SiO ₂	vikt-%	28,4	29,7	27,8
TiO ₂	vikt-%	0,13	0,18	0,13
Al ₂ O ₃	vikt-%	4,60	5,16	4,91
Fe ₂ O ₃	vikt-%	70,8	61,8	70,6
MnO	vikt-%	1,55	1,52	1,24
MgO	vikt-%	0,21	0,25	0,16
CaO	vikt-%	1,10	1,09	1,10
Na ₂ O	vikt-%	0,45	0,42	0,46
K ₂ O	vikt-%	0,83	1,10	0,84
Cr ₂ O ₃	vikt-%	0,005	0,004	0,005
P ₂ O ₅	vikt-%	0,40	0,40	0,41
SrO	vikt-%	<0,01	<0,01	<0,01
BaO	vikt-%	0,06	0,07	0,05
C	vikt-%	0,02	0,07	0,07
S	vikt-%	0,03	0,04	0,04
Loss	vikt-%	-6,75	-6,3	-6,2
Sum	vikt-%	101,8	95,4	101,5
Li	ppm	<10	10	<10
Sc	ppm	8	9	9
V	ppm	202	199	242
Cr	ppm	48	48	47
Co	ppm	5	1	5
Ni	ppm	2	<1	<1
Cu	ppm	4	4	4
Zn	ppm	<2	<2	<2
Ga	ppm	4,1	5,2	3,9
Ge	ppm	0,6	0,5	0,8
As	ppm	<0,1	0,4	1,2
Se	ppm	<0,2	0,3	<0,2
Rb	ppm	29,6	42,8	30,6
Sr	ppm	57,4	63,6	52,5
Y	ppm	208	193	208
Zr	ppm	175	180	208
Nb	ppm	5,29	6,23	5,4
Mo	ppm	5	2	6
Ag	ppm	<0,2	<0,2	<0,2
Cd	ppm	<0,5	<0,5	<0,5
In	ppm	0,006	0,006	0,007
Sn	ppm	<0,5	<0,5	<0,5
Sb	ppm	0,07	0,06	0,05
Te	ppm	0,01	0,01	<0,01
Cs	ppm	1,22	2,67	0,99
Ba	ppm	538	596	428
La	ppm	107	104	107,5
Ce	ppm	254	240	251
Pr	ppm	37	34,7	37
Nd	ppm	161,5	151,5	158,5
Sm	ppm	37,7	34,8	36
Eu	ppm	6,86	6,49	6,87
Gd	ppm	38,5	37,9	39
Tb	ppm	5,43	4,98	5,51
Dy	ppm	33,6	31,1	33,6
Ho	ppm	6,6	6,13	6,64
Er	ppm	20,6	17,8	19,35
Tm	ppm	2,99	2,79	2,93
Yb	ppm	19,3	18	18,6
Lu	ppm	3,3	2,93	3,08
Hf	ppm	4,32	4,75	5,22
Ta	ppm	0,2	0,3	0,2
W	ppm	3,6	3,2	3
Re	ppm	0,002	0,001	0,002
Hg	ppm	0,009	0,007	0,005
Tl	ppm	0,02	0,03	<0,02
Pb	ppm	11	10	9
Bi	ppm	0,01	0,01	0,01
Th	ppm	9,09	9,25	9,4
U	ppm	17,45	16,8	15,9

Rådata, kemisk analys av slagger.

I övre delen huvudämnen, i nedre delen spårämnen, inklusive de sällsynta jordartsmetallerna (REE) i kursiv.

Några ämnen som behandlas mer utförligt i texten är fetmarkerade.

Data från ALS Scandinavia, PI22308927.

Teknisk keramik från Stenkumla, Hallsberg



Ole Stilborg

Teknisk keramik från Stenkumla, Hallsberg

Inledning och frågeställning

På uppdrag av Arkeologernas arkeometallurgiska expertis har SKEA specialregistrerat och analyserat ett urval av tekniskt keramiska fynd från blästplatsen L:2021:6090 vid Stenkumla, Hallsberg, Örebro län. Området har undersökts av Arkeologikonsult vilket resulterade i fynd av två kolningsgropar (daterade till folkvandringstid- vendeltid), tre rester av järnframställningsugnar och ett större lager med slagg och bränd lera.

Målet med specialregistrering och analyser är att få upplysningar om ugnarnas konstruktion och kunskap om materialval. Eventuella variationer i det senare belyser platsens funktionshistoria. Var det en kontinuerlig funktion eller utnyttjades platsen vid skilda tidpunkter av järn-makare med olika tillvägagångssätt vid konstruktionen av ugnen? Kan man i de teknisk keramiska resterna se andra metallurgiska aktiviteter på platsen (smide, gjutning?)? En jämförelse kommer också att göras med en nyligen undersökt folkvandringstida ugn på en blästplats vid Godegård ca tre mil söder om blästplatsen i Stenkumla (Grandin & Ogenhall 2022; Stilborg 2022).

Material

Tekniskt keramiska fynd framkom vid utgrävningen av två av ugnarna – kontexterna K 102 och K 103 – samt i lagren (kontexterna K 106 och K 113). Den samlade mängden små till mellanstora fragment uppgår till 35 stycken. Av dessa har 23 specialregistrerats och ytterligare ett fragment har fotodokumenterats.

Analysmetoder

Mikroskopering av tunnslip i polarisationsmikroskop. Tunnslip är 0,03 mm tunna preparat av i detta fall keramik, som kan analyseras i ett polarisationsmikroskop (Lindahl 2002, 47). Med denna metod kan man bedöma mängden, kornstorleksfördelningen och arten av naturligt grovmaterial (silt och sand). Vidare kan man urskilja samt bedöma mängden och kornstorleken på eventuell tillsatt magring. En mineralogisk bestämning av grovfraktionerna i leran kan göras. Lerans innehåll av bl.a. järnoxid, glimmer, malm och andra mineral kan uppskattas. Vid förstoringar på 600-1000 X studeras eventuella förekomster av exempelvis diatoméer (kiselalger) och kalkfossil. I tunnslipet kan även

Röntgenfluorescensanalys med portabel enhet (P-ED-XRF) är en minimalt destruktiv analysmetod för att bestämma ett materials kemiska sammansättning samt eventuella föroreningar från användning eller deponeringskontext (Helfert 2013). För den aktuella analysen har använts en Olympus Delta 50 portabel XRF-apparat. Metoden har en hög exakthet för huvudelementen (bl.a. Al och Si som är huvudbeståndsdelar i keramik). Osäkerheten är något större för spårelement, och natrium samt element lättare än Na kan inte mätas. I denna analys ingår följande element: Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ag, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, Sn, Sb, Ta, W, Hg, Pb, Bi, Th och U.

Målet med analysen är att göra en översiktlig kemisk analys av leran som använts till ugnsväggen. Data som används har korrigerats för halten av Light-Earth-Elements i analysen.

Termisk analys. Thermo Colour Test (TCT) innebär att bränna keramik eller lera i hundra graders steg upp till 1000°C och registrera färgutvecklingen med Munsell Soil Color Chart, varvid lerans färgutveckling och hållfasthet vid bränning och keramikens ursprungliga bränningstemperatur och vidare färgutveckling fastläggs (Hulthén 1976). Över 1000°C registreras sintringsförloppet fram till provets smältpunkt i 50°C intervall. Det senare är speciellt intressant för ett potentiellt råmaterial till ugnsväggar som utsätts för såväl höga temperaturer som flussmedel i form av metall.

TCT-analys och sintringstest har utförts av A. Lindahl, Archeoceramics Analysis, och resultaten har utvärderats av SKEA.

Resultat specialregistrering

För presentationen av resultaten har jag valt att redogöra för variationen inom Gods, Konstruktioner och dimensioner samt Funktionsspår. Till slut kommer jag att sammanfatta resultaten för de två ugnarna kontext K 102 och K 103 sett i relation till fynden i slagglagren kontext K 106 och K 113.

Gods

Fin siltig och ev finsandig lera magrad med växtmaterial. Samtliga 7 specialregistrerade fynden från ugnen K **102** (F192) tillhör denna grupp (fig. 1). Även de fyra registrerade ugnsväggsfragmenten från ugnen K **103** (F195) tillhör denna godsgrupp liksom två av 11 fragment från K **106** (F235).



Fig. 1. Fragment av ugnsvägg (K102:192) med rikliga intryck av växtmaterial. Vid pilen ett frö- eller spannmålsavtryck.

Fin siltig och ev finsandig lera eventuellt magrad med växtmaterial. Nio av de registrerade fragmenten från K **106** (F235) och fyra av fem fragment från K **113** (F236) tillhör denna godsgrupp där man kan se en viss porighet och ibland enstaka hålrum efter utbränt organiskt material. Det är möjligt att även detta gods är växtmagrat men i så fall med en mindre mängd än det som ses i fragmenten från ugnskontexterna.

Mellangrov, finsandig lera utan spår av tillsatt magring. Ett fragment (frgm B) i F236 från slagglager K **113** tillhör denna grupp.

Konstruktioner och dimensioner

Tunna ugnsväggsfragment(?). Dessa fragment är mellan 1,2 och 1,6 cm tjocka och de största är 7 x 6 cm i yta. De har plana till plano-konvexa, hårt brända (oxid/red) till sintrade insidor där man på de lägst brända styckena kan se spår av avstrykning som spår av formgivningen på den bevarade insidan (fig. 2). De har i övrigt inga konstruktionsspår. De har tolkats som rester av den övre delen av schakten och uppträder i ugnarna K **102** (3 st), K **103** (3 st) och slagglager K **106** (4 st).



Fig. 2. Fragment av ugnsvägg (K103:195) med spår av avstrykning på den sintrade insidan.

Mellanstora ugnsvägsfragment med tydlig värmegradient. Fyra fragment från ugn K **102** (2 st) och lager K **106** (2 st) varav de två största är 5,5 x 3,5 x 5,5 cm respektive 4 x 3 x 6 cm tillhör denna grupp. Insidorna är förglasade och något blåsiga medan utsidan utgörs av en brottyta som är lägre, oxiderat bränd.

Stora ugnsvägsfragment med svag värmegradient. Ett 9 x 8,5 x 4 cm stort fragment från ugnen K **102** består av ett mycket lätt skiffrigt gods med sintrad insida. Rimligen hör även detta fragment till en del av schaktet en bit bort från blästerzonen

Ugnsväggsfragment med stenavtryck. Fragmenten, varav det största är 10 x 8 x 6 cm, har tydlig värmegradient och möjligen slagginslag i den förglasade insidan. På två av fragmenten från K **102** respektive K **103** (fig. 3) är avtrycket på baksidan närmast vinkelrätt och härrör sannolikt från en stenramsdel.

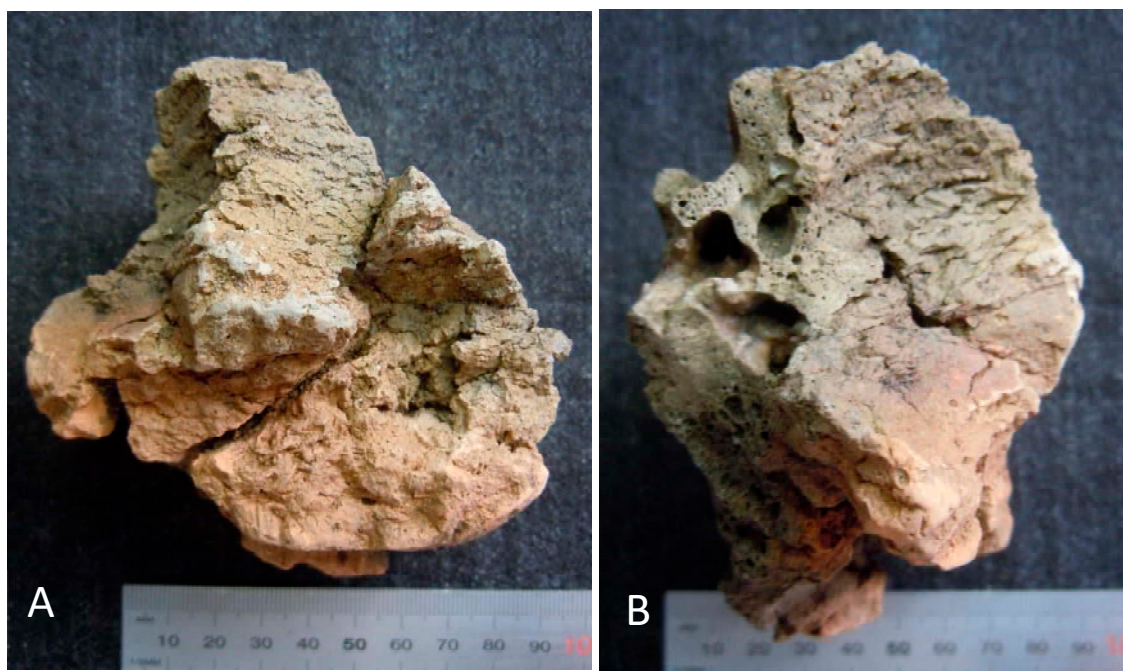


Fig. 3. Fragment av ugnsvägg (K102:192) A från baksidan där det lätt konvexa stenavtrycket från stenramen ses längst ner och B i profil där avtryckets vinkelform ses längst ner.

På stycket från K **103** är temperaturgradienten sned i förhållande till stenvstrycket men det verkar trots detta som om stycket har suttit på en kant av insidan på stenramens ovansida. Ett fragment från K 106:235 har också ett rakt avtryck (se fig. 4) men fragmentets ringa dimensioner gör det tveksamt om det är från en stenramssten. Det fjärde fragmentet – från lagret K **113** – har ett enkelt grunt, konkavt stenvstryck på baksidan. Detta senare skulle kunna tolkas som spår efter en annan typ av stenkonstruktion än stenramen av platta stenar som även antyds av former på en del av slaggerna (se fig. 11 i rapporten ovan).

Ugnsväggsfragment med rester av blästeröppning. Ett mindre (6,5 x 3,9 x 2,3 cm) fragment från lager K **106** och ett större (13,5 x 6 x 4 cm) fragment från lager K **113** har tydligt förglasade, delvis deformerade insidor och rester av en (K **113**) respektive två tätsittande (K **106**) blästeröppningar (fig. 4). Diametern har varit mellan 3 och 4 cm. Ett tredje fragment med en böjd form från K **106** är också en potentiell blästeröppning (fig. 5). Den beräknade diametern på 6-6,5 cm verkar dock i största laget men det kanske är en del av blästerkanalen som suttit längre ut i schaktväggen (och därför har en större diameter) och ändå har delvis förglasats på insidan.



Fig. 4. Fragment av ugnsvägg från lager K113:236 (A) sett från insidan med rest av blästeröppning vid pil. Fragment av ugnsvägg från lager K 106:235) sett från den mycket förglasade insidan (B) och från utsidan (C) där ett rät-vinklat avtryck (stenram?) ses längst ner och vid pilarna 1 eller 2 rester efter blästeröppningar.



Fig. 5. Fragment av möjlig forma/blästeröppning (K106:235).

Ugnsväggsfragment med bevarad utsida och konstruktionsavtryck. Två fragment från lagret K **106** – största 10,5 x 9 x 3,3 cm – har en plano-konvex, formad sida som är relativt lågbränd och oxiderad och en vag antydning till temperaturgradient på den motsatta brottytan är sintrad respektive delvis blåsig (fig. 6.). I det senare fallet ses det blåsiga området och en järnoxidfärgning omringa en mer eller mindre cirkelrund fördjupning. Här kan ha suttit en bit malm, slagg, järnrest som kommit in i ugnsväggen som förorening från aktivitetsområdet när just denna ugn byggdes. På utsidan av största fragmentet finns avtryck av en 6 mm bred vidja och (vinkelrät på denna) avtryck av vad som tycks vara två parallella plankor. Man kan inte helt utesluta att det rör sig om två klinelersbitar men leran är samma som i ugnsväggsfragmenten och det finns antydning av en växtmagring. Det är mycket ovanligt att utsidan av ugnsväggar bevaras eftersom värmen från processen inne i schaktet inte pågår vid så höga temperaturer att utsidan når de 500 grader C som behövs för att förvandla leran till keramik. En bevarad utsida tyder därför snarare på att man bränt hela schaktet före det togs i bruk med en större brasa. Detta skulle emellertid innebära att även den träkonstruktion som avtrycken vittnar om har bränt upp (se närmare under diskussion nedan).

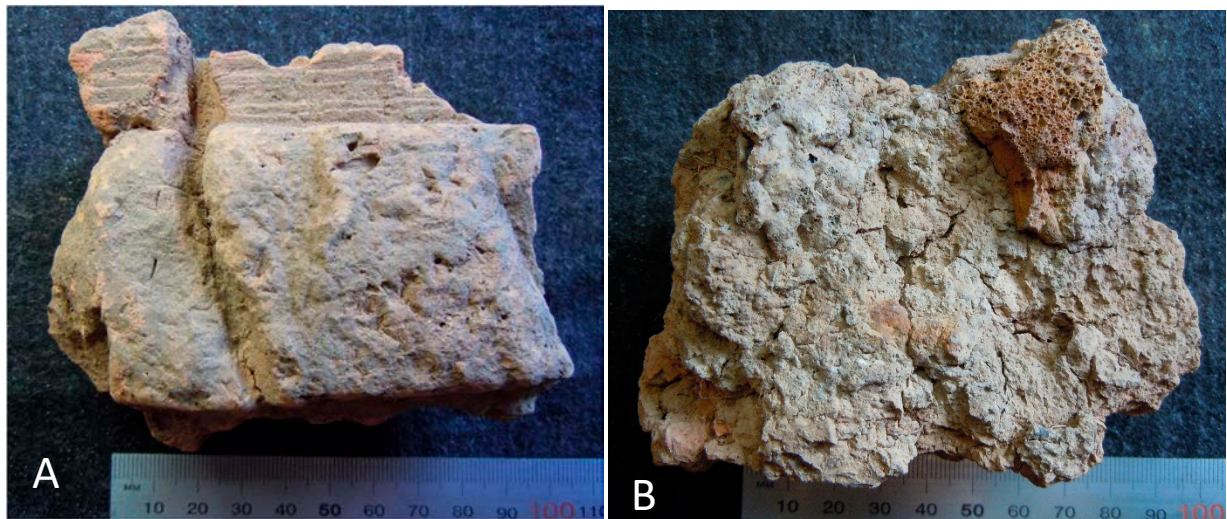


Fig. 6. Fragment av ugnsvägg(?) (K106:235) med bevarad utsida (A) med parallella träavtryck och en tvärgående vidja samt (B) styckets motstående brottyta som antas vända in mot schaktets insida. I övre höger kanten av stycket är godset sintrad, blåsigt samt rödfärgat vilket tolkats som efter en värmegradient och därmed som argument för att det är ett ugnsfragment.

Övriga ugnsväggsfragment? Ett fragment från lager K **106** (5 x 4,5 x 3,5 cm) och två från lager K **113** (största 7,3 x 6,5 x 4 cm) hör på grund av lerans kvalitet och att de helt eller delvis utsatts för höga temperaturer rimligen till ugnskonstruktioner. I två fall är temperaturgradienterna dock oklara och det finns förglasade brottytor som antyder att det rör sig om sekundärt brända fragment. Det tredje

fragmentet (K **113**) är helt förglasat och lätt blåsigt men har en ljus beige till brun färg. Det är oklart om detta bara är ett resultat av sekundär bränning av ett keramiskt material eller det finns en slaginblandning.

Ässjefodringsfragment. Fragmentet från lager K **103** mäter 4,7 x 4 x 2,8 cm och har som mest utmärkande drag en formad kant som verkar ha lagats med tillägg av en likadan på den förglasade insidan (fig. 7). Temperaturgradienten går från en förglasad del direkt till en tun zon med oxiderat, högt bränd lera, vilket oftast ses på ässjefodringar. Det har övervägts om stycket skulle kunna vara en del av en blästeröppning i ett ugnsschakt men det är inte möjligt att få fram en trovärdig orientering. Då stycket – som ovan nämnt – samtidigt skiljer sig från resten av de tekniskt keramiska fynden genom användningen av en grövre lera, finns det goda argument för att det härrör från annan konstruktion – och då mest sannolikt en smidesässa.

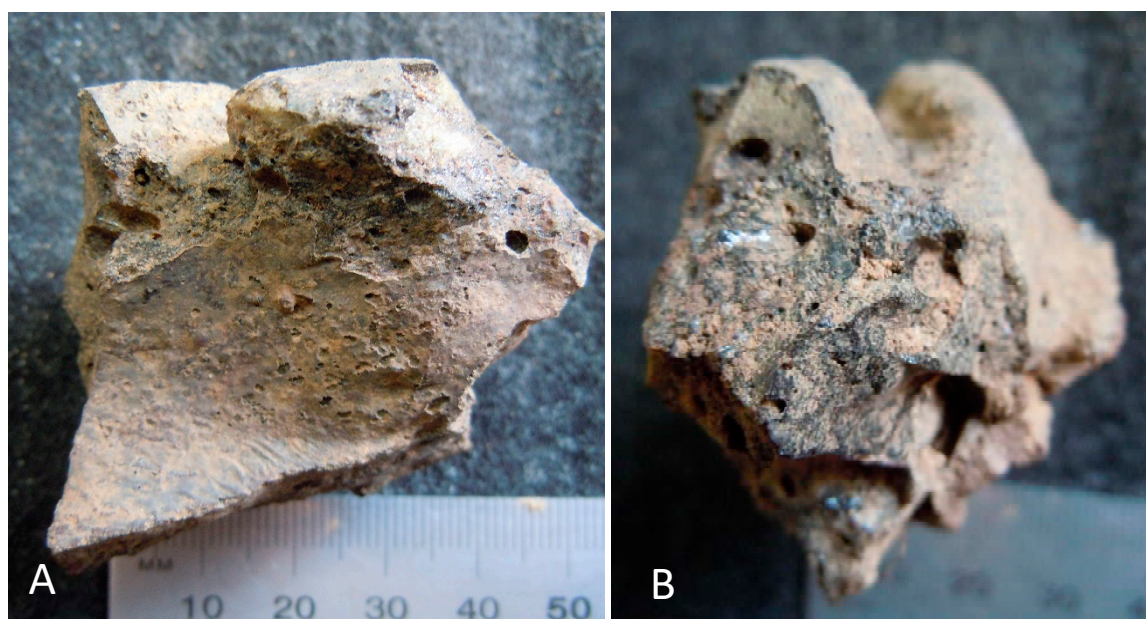


Fig. 7. Fragment av ässjefodring(?) (K113:236) från förglasad insida (A) med förskjutna, formade kanter längst upp och (B) samma sett i profil där formningen blir tydligare.

Funktionsspår

Sprickor och större skador. Flera fragment från både ugnarna och lagret visar på deformation av den förglasade insidan och ibland sprickor (vanligtvis i den yttre delen). På ett fragment från ugn K **102** finns en intill 5 mm bred spricka igenom hela den bevarade delen av ugnsväggen (fig.3) och sprickans sidor längst bort från insidan är mera oxiderade än omgivande material vilket kan betyda att denna spricka gick hela vägen igenom schaktväggen med ovälkommen tillförsel av syre till processen som följde. Ett fragment från lager K **113** som inte ingick i specialregistreringen har en rundad form samt runda strukturer i kärnan vilket kan vara spåren efter en kalvning av en övre del av schaktets insida ner på en lägre del under körning av ugnen (fig. 8).

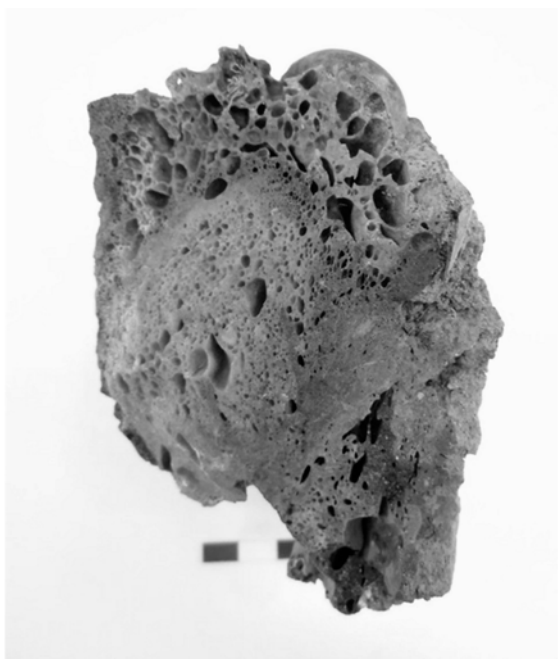


Fig. x8. Fragment av ugnsvägg (K113:236) sett i profil. En rundad struktur i kärnan och den kraftigare förglasningen och blåsbildningen koncentriskt runt kärnan tyder på att detta är resultat av en kalvning av delar av ugnsväggen ner på underliggande del.

Lagningar. Det har inte observerats några spår av lagningar på några av de specialregistrerade ugnsväggsresterna. Enda observerade sannolika lagning gäller ässjefodringskanten från lager K **113** där en ny kant verkar ha lagts till på insidan (fig.x7)

Resultat av analyser

Tunnslipsdata

Tunnslip (Ts 1 och 2) av ugnsväggsfragment från ugnsväggarna K **102** (K102:192) respektive K **103** (K103:195) har analyserats under ett petrografiskt mikroskop för att jämföra lerval och eventuell magringstillsats. Här sammanfattas resultaten medan detalj-data redovisas på dataark i slutet av rapporten.

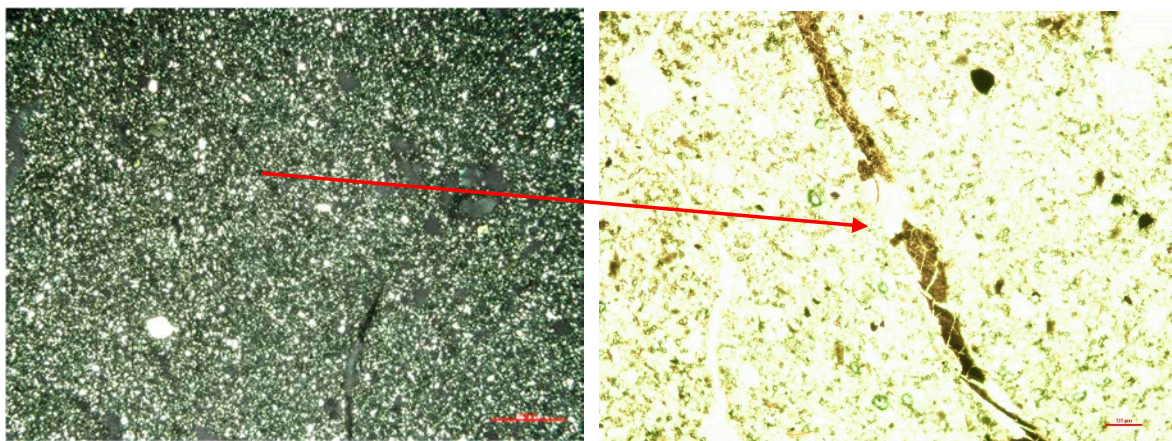


Fig. x9. Mikroskopfoto av godset i Ts 1 (till vänster) och av växtmagringsfragment (till höger). Xpl resp. Ppl.

I båda fallen har schaktet gjorts av en grov, mycket väl sorterad lera, mycket siltrik och rik på finsand med enstaka små sandkorn (fig. 9). Det finns enstaka små klumpar och sliror av finare lera. Det finns en liten skillnad i sorteringen mellan de två proven vilket ger sig tydligast uttryck i max kornstorlek på 0,6 (Ts 1) respektive 1,2 mm (Ts 2). Provet Ts 1 omfattar en lägre bränd del där det kan ses att leran

är järnoxidhaltig och sannolikt ganska glimmerfattig även om det finns enstaka, lite större biotitkorn. Finsandfraktionen är dominerad av kvarts med en mindre andel fältspat (bl.a. lite plagioklas och mikroklin) men innehåller också en hel del små korn av hornblende och enstaka andra mineral. Dessa kan inte längre identifieras i den sintrade delen av samma prov och det är antagligen också anledningen att ett liknande inslag inte kan observeras i det helt sintrade provet Ts 2. Leran i båda proven omfattar en del mindre järnoxidanhopningar som har smält med blåsbildningar på grund av flusseffekten i de delar som utsatts för högre värmepåverkan.

I Ts 1 (K **102**) finns flera avlånga hålrum, i vissa fall med bevarat organiskt material från tillsatt magring med strå (fig. 9). Hålrummen syns främst i den lägre brända delen av godset men det finns även exempel från de sintrade delarna. Dock betyder sintringen att det är mycket svårt att bedöma mängden material som tillsatts. Det största fragmentet i Ts 1 är 4,8 mm och mängden kan uppskattas till 5-10 %. Vissa fragment tycks dock makroskopiskt visa en högre halt. Även i Ts 2 (K **103**) finns enstaka hålrum och bevarade förkolnade fragment men det största är här bara 1,4 mm. Det uppskattas att mängden av tillsatt magring är mindre än i schaktet från K **102**.

Leran som makroskopiskt uppfattades som fin är enbart detta med hänsyn till den maximala kornstorleken medan den höga mängden icke-plastiska inklusioner betyder att den bör betecknas som grov. Detta är sorteringsmässigt mycket nära det ideella tekniskt keramiska råmaterialet i och med kombinationen av ett mycket högt kvartsinnehåll med en rimlig formbarhet på grund av de fina kornen med en smal omgivande kappa av lera som ger plasticitet.

Termisk analys

Termisk analys har utförts på lågbrända delar av två fragment från ugn K **103** (F195) respektive lager K **106** (F235). Det första provet ska visa på de termiska egenskaperna för den fina leran som genomgående har valts till ugnsväggarna och det senare provet ska fastslå bränningstemperaturen för den bevarade utsidan på några ugnsväggsfragment samt testa om det är en lera med samma bränningsegenskaper som de säkrare ugnsväggsfragmenten. Analyserna har utförts av A. Lindahl, Archaeoceramics Analysis och resultaten utvärderats av SKEA.

Analysresultaten bekräftar likheten mellan lerorna i de två proven genom snarlika färgutvecklingar (fig. 10) och ganska lika sintringsintervaller. Dock finns det en viss skillnad i refraktiviteten (värmeförmåga) där leran i det varpfunna ugnsvägsfragmentet smälter vid 1250-1300°C, medan fragmentet från ugnen visar smältningstendenser redan vid 1200-1250°C. Detta stämmer ganska bra överens med de, delvis kraftiga, deformationerna på schaktinsidan (se fig. 4). Med tanke på den höga halten av silt och finsand är den relativt låga refraktiviteten förvånande och kan jämföras med den såväl makroskopiskt som mikroskopiskt liknande leran i Godegårdsugnen (Stilborg 2022) som inte smälter för än vid temperaturer mellan 1300 och 1400°C. Förklaringen kan ligga i skillnader i lermineral-sammansättningen eller att en högre andel av silt/finsand fraktionerna i Stenkumlaleran består av fältspat med lägre smältpunkt. Detta kommer att analyseras närmare genom den kemiska analysen längre fram.

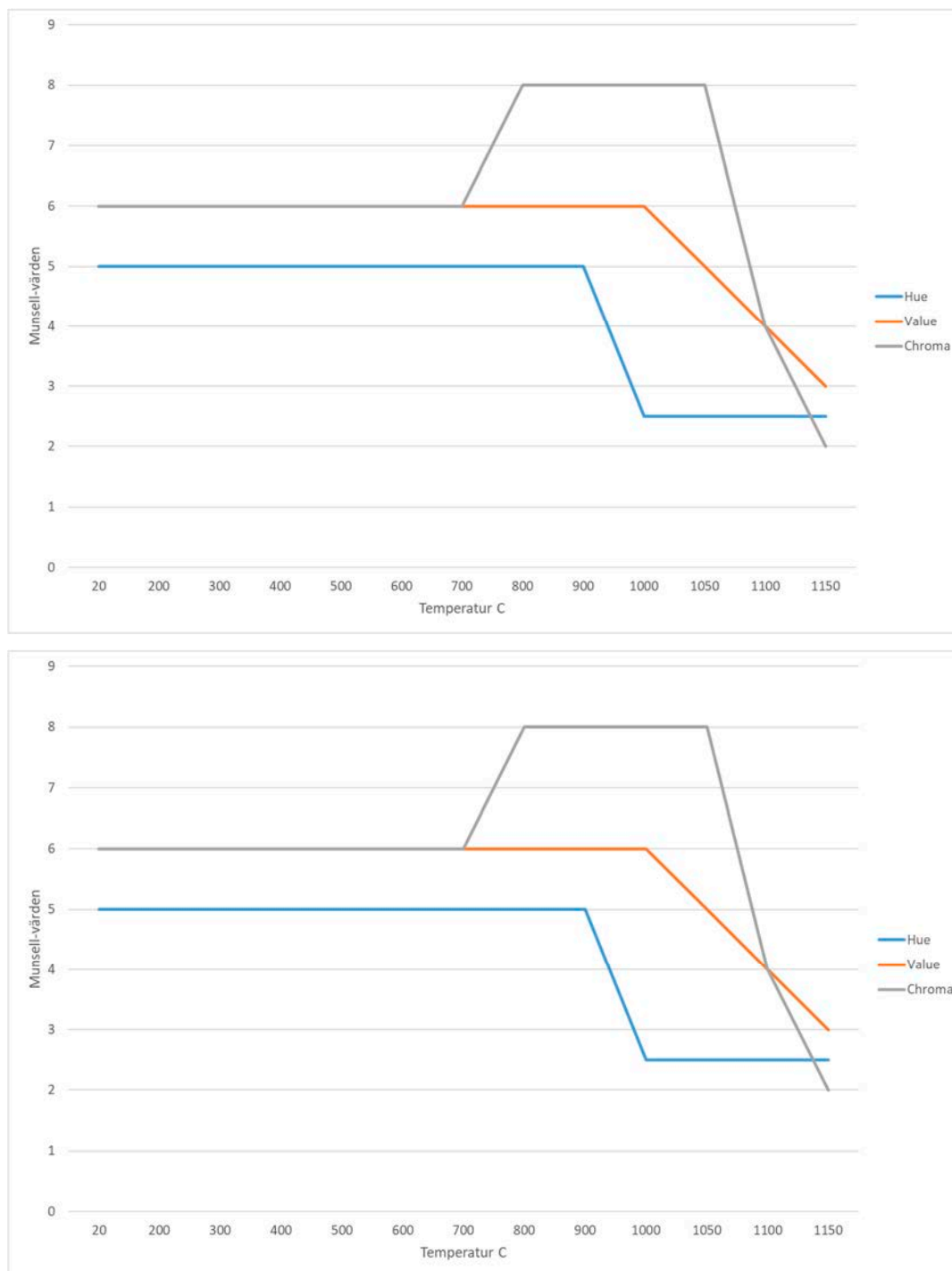


Fig. 10. Diagram över färgutvecklingen för ugnsväggsprov under TCT (enl. avläsningar med Munsell Soil Color Chart).

Kemiska data

Två prov – ett ugnsväggsfragment från ugnsresten K **102** och ett möjligt ugnsväggsfragment med bevarad utsida med träavtryck från lager K **106** (K106:235) – har analyserats kemiskt med hjälp av P-ED-XRF. Målet är att jämföra godset i fragmentet från K **106** med ett säkert ugnsväggsfragment för att avgöra om dessa har gjorts av samma lera. Resultaten visar övertygande på att det rör sig om samma lera med bland annat likhet i relationen Si-Al (fig. 11) samt K-Rb och med likartad kalkhalt. En jämförelse med P-ED-XRF-resultat för Godegårdsugns lera (Stilborg 2022) bidrar med upplysningen

att kisel-halten (Si) i den senare relativt sett är klart högre (nära 80 %) än i Stenkumla-leran (omkring 50 %). Skillnaden i refraktivitet, som framgick av de termiska analyserna, kan därmed mycket väl förklaras med en högre silicium-halt i leran som använts till Godegårdsugnen. Det kan både röra sig om en mindre mängd lermineral eller om att en större andel av silt- och finsandsfraktionerna i leran från Godegård består av kvarts. En relativt lägre järnhalt i leran till Godegårdsugnen kan också ha betydelse för en högre smälttemperatur.

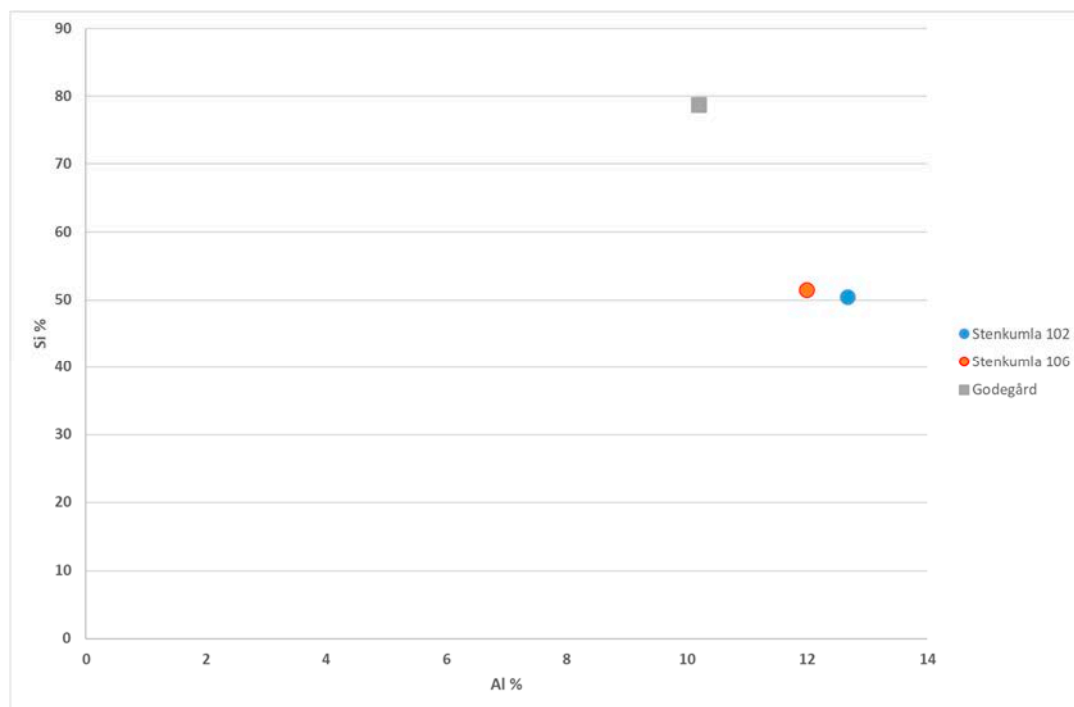


Fig. 11. Diagram över halten av kisel (Si) och aluminium (Al) i ugnsvägsrester från ugn 102, slaggar 106 och från Godegårdsugnen.

Ugnskonstruktioner och dimensioner

Ugnsdelarna från ugn K **102** och K **103** är gjorda av en grov mycket siltrik, finsandrik lera magrad med mellan 5 och 10 % mycket finfördelad organiskt material (möjligen tröske). Ugnsdelar från lagren K **106** och K **113** har gjorts av lera som makroskopiskt (och utifrån de kemiska analyserna) kommer från samma – antagligen lokala – råmaterial som leran i ugnarna K **102** och K **103**. Utifrån den makroskopiska bedömningen varierar mängden organiskt material dock mera bland dessa fragment än det är fallet med ugnsväggarna i K **102** och K **103**. Godset i ugnsväggsdelarna från slagglagren varierar från tydligt växtmagrat, som det i ugnarna, till gods med liten porighet men inga tydliga avtryck av växtfragment.

Urvalet av ugnsväggsfragment från ugnarna K **102** och K **103** tyder på att konstruktionen av de två ugnarna är likartad. De översta delarna av schakten representeras av 1,2 – 1,6 cm tjocka fragment med hårt bränd till sinträd insida med en struken yta. Därutöver finns större fragment med bevarad tjocklek upp till 6 cm, förglasad insida och i enstaka fall (från båda ugnarna) med vinklade stenavtryck på baksidan. De senare bör härröra från sammanfogningen med en stenram som även lämnat formspår på slaggen (se fig. 11 i rapporten ovan). Schaktets ursprungliga tjocklek vid basen bedöms till 10-12 cm. Den tydliga förglasningen av dessa fragment pekar på att blästeringången/ingångarna suttit nära basen av lerschaktet. I urvalet finns dock inga tydliga spår efter blästeröppningen.

Bland ugnsväggsfragmenten i lagren (K **106**, K **113**) finns exempel på liknande typer som har påträffats i ugnsuresterna, men även delvis avvikande bitar – till exempel med rester av blästeringång och med ett rundat stenavtryck (som kan vara från en annorlunda konstruerad stenram). De mest avvikande är dock fragmenten med bevarad utsida och i ett fall avtryck av en stödjande konstruktion bestående av vidjor och träplank vilket tyder på att hela schaktet har bränts innan denna ugn togs i användning. Detta medför att resterna i slaggarvarpet bör komma från minst två andra lerschakt än de som det påträffades rester efter i ugnarna K **102** och K **103**.

Diskussion

Det tekniskt keramiska fyndmaterialet från undersökningen vid Stenkumla omfattar rester efter minst 4 olika lerschakt varav två kan knytas till de identifierade ugnarna K **102** och K **103**. Dessa har ett antal likheter såväl i gods som konstruktion vilket pekar på att dessa sannolikt är ganska samtida medan ugnsväggsresterna i slagglagren (K **106** och **113**) hör till äldre och/eller yngre ugnar. Bland den tekniska keramiken från varpet finns också ett fragment av en *ässjefodringskant* gjord av en mera grovkornig lera än den som användes till ugnsschakten. Kanten som sannolikt har suttit intill blästret och som tycks ha lagats vittnar om att smide kan ha förekommit på platsen även om det inte har hittats smidesslagg bland det metallurgiska fyndmaterialet.

Nyligen har rester av en järnframställningsugn undersökts i Godegård, Östergötland ca tre mil söder om blästplatsen i Stenkumla (Grandin & Ogenhall 2022; Stilborg 2022). Även denna har daterats till folkvandringstid och har några intressanta likheter med ugnarna i Stenkumla även om det också finns åtminstone en tydlig skillnad. Den senare består i dimensionerna där Godegårdsgugnen ser ut att ha varit betydligt större och kan ha haft ett ovanligt stort antal blästeringångar. Leran som Godegårdsgugnen har byggts av har en klart högre refraktivitet vilket sannolikt beror på en högre kiselhalt (högre siltfraktion eller större andel kvarts i denna) trots att lerorna makroskopiskt ser ut och känns att ha samma kvalitet. Likheterna består i det växtmagrade godset och förekomsten av en yttre träram som stöd för schaktet. Fragmenten av schakt från Godegård visar flera runda avtryck från stockar (som har tolkats som delar av ett rambygge) medan det i Stenkumla-fallet bara rör sig om ett par fragment med intryck av trä-plank(?) kombinerat med någon enstaka vidja. Ovan har diskuterats det problematiska i att åtminstone detta ena Stenkumla-schakt (rester i kontext K **106**) verkar ha bränts innan att det togs i användning. Det skulle betyda en stor risk att träramen skulle fatta eld när den yttre delen av schaktet nådde de 500 grader C som behövs för att det omvandlades till keramik. Å andra sidan kan detta ha varit fullt kalkylerat – träramen fungerade bara som ett yttre stöd under konstruktionen och kunde senare skattas åt förgängelsen.

Även bland västgötska ugnar (bl.a. vid Ledsjö; Forenius et al 2008) finns exempel på mera komplexa trä/vidjeskelett som rimligen har brunnit upp under den första användningen av ugnen (alternativt en föregående bränning). Det är även på den västra sidan av Vättern att vi hittar de flesta exemplen på växtmagring (Bla. Ledsjö) av leran som använts för att bygga schakten. En stenram som Stenkumla-ugnen med stor sannolikhet haft är däremot inte vanligt förekommande västerut (jmf dock Fyllinge, Toreld & Wranning 2003, 43), men däremot längre norrut in i Bergslagen. Således tycks Stenkumla-ugnen förena drag från olika traditioner med delvis olika geografiska tyngdpunkter. Denna typ av kombinationer av olika drag påträffas med jämna mellanrum vilket är intressant för förståelsen av järnframställningens kunskapsstruktur. Hur och av vem lär man sig de olika momenten i järnframställningen inklusive hur och av vad en fungerande ugn kan konstrueras? Är det en kunskap som tillhör en enstaka mästare-järnframställare eller ett helt team med specialiserade roller? Att det finns sådana kombinationer som Stenkumla-ugnen representerar tyder på att det

oavsett organisationen fanns en viss rörlighet bland personerna som satt inne med kunskap. Den närmaste parallellen inom metallhantverk, som vi känner till detaljer om, är klock- och grytgjutningen under senmedeltid och historisk tid. Därifrån vet vi att yrket fördes vidare inom släkter men att unga lärlingar i yrket även gjorde praktik på annat håll (Stilborg 2023) där de plockade upp varianter på den tekniska kunskapen som kunde tas upp i familjefirman om så behövdes eller var angeläget. Kan man kanske föreställa sig att järnframställningen (åtminstone så småningom) utövades inom ett liknande kunskapsnätverk, där stenram, växtmagring och kanske yttre träram hörde till en gemensam verktygslåda?

Litteratur

- Forenius, S., Grandin, L. & Stilborg, O. 2008. Sjutiofem blästugnar i Ledsjö. Romartida järnframställning i boplatsmiljö. Västergötland, Ledsjö sn. Fornlämning 150. *UV-Uppsala rapport* 2008:16. Riksantikvarieämbetet.
- Grandin, L. & Ogenhall, E. 2022. Slagg från Godegård. Okulär granskning av slagg. Östergötlands län, Motala kommun, fornlämning L2008:5975. *Geoarkeologisk analysrapport* 2022:05. *Statens historiska museer. Arkeologerna*. Uppsala.
- Helfert, M. 2013. Die portable energiedispersive Röntgenfluoreszenzanalyse (P-ED-RFA) - Studie zu methodischen und analytischen Grundlagen ihrer Anwendung in der archäologischen Keramikforschung. I B. Ramming, O. Stilborg & M. Helfert eds. *Naturwissenschaftliche Analysen vor- und frühgeschichtlicher Keramik III: Methoden, Anwendungsbereiche, Auswertungsmöglichkeiten. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie* 238, pp.13-47 Bonn.
- Hulthén, B. 1976. On Thermal Colour Test. *Norwegian Archaeological Review* 9:1.
- Lindahl, A. 2002. Analysmetoder. I A. Lindahl, D. Olausson och A. Carlie (red) *Keramik i Sydsverige – en handbok för arkeologer*. Monographs on Ceramics 1. Keramiska Forskningslaboratoriet.
- Stilborg, O. 2022. *Resultat av specialregistrering och analyser av ugnsväggsfragment från Godegård (L2008:5975), ÖG. SKEA rapport*.
- Stilborg, O. 2023. I tryckning. Grytgjutning – en välmående hantverksindustri och mycket avfall. Nordström, M, m.fl. red. *Medeltidsstaden Jönköping*. Jönköpings Läns Museum
- Toreld, C. & Wranning, P. 2003. *Framgrävt förflutet från Fyllinge. Resultat från undersökningarna 2001-2002*. Hallands Museer. Landsantikvarien.

Legende till dataark

F = fin, **M** = mellangrov, **G** = grov

S = sorterad, **O** = osorterad

-- = mkt. få, - = sällsynt, * = allmänt, + = rikligt förekommande

M = malm, **A/P** = amfiboler/pyroxener (mörka mineral), **Z** = zirkon, **Mu** = muscovit, **Iso** = isotropiskt mineral, **Bi** = biotit

Gr = granit, **Sa** = sandsten, **Ch** = chamotte, **Växt** = växtmaterial, **Nat** = naturlig magring

X = genomsnittligt största korn beräknad på de 5 näst största kornen.

Material	Fyndnr.	Provnr.	Kontext	Anl.typ	Provtyp	Analysmetod
Ugnsvägg	F 192	TS 1	A102	Ugn	Tunnslip	Petrograf. mikr.

Mikroskopering TS1	
Lera	
Grovlek	G
Sortering	S
Silt	++
Finsand	+
Sand	--
Kalkhalt	
Glimmer	?
Järnoxid	*
Acc. mineral	M, A/P, Bi
Växtfrgm	
Diat/fossil	
Magring	
Typ	Växt
Mängd %	10
Max. kstl.	4,8 mm
X max. kstl	3 mm
Godsstruktur i TS: Mkt välhomogeniserad.	

Provbeskrivning
Ugnsvägg

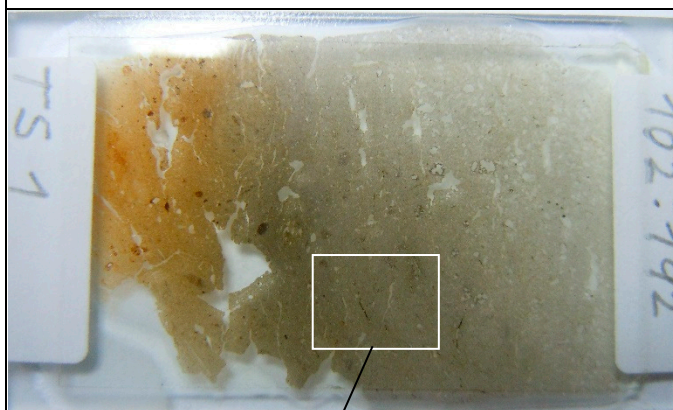
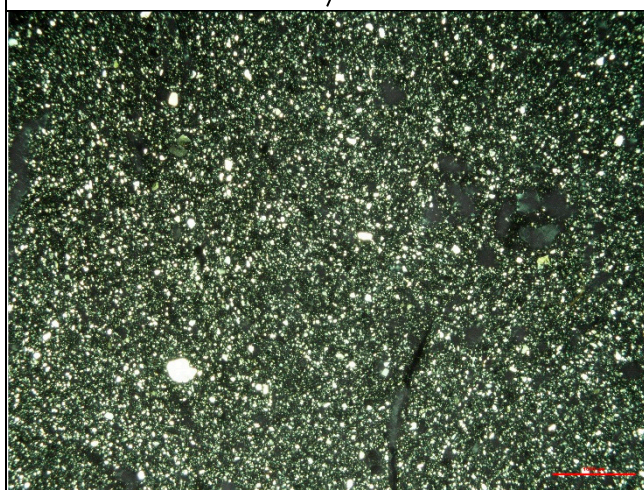
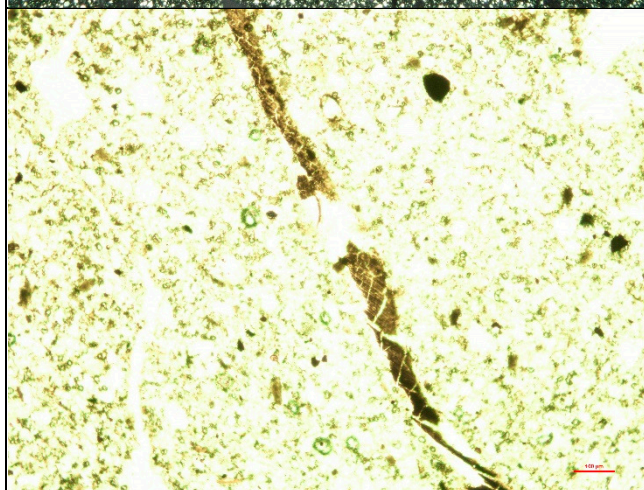


Foto av provet



*Mikroskopfoto av TS 1.
Krysspolariserad.*



*Mikroskopfoto av TS 1.
Detalj med förkolnat
växt-magrings-material.
Ppl.*

Material	Fyndnr.	Provnr.	Kontext	Anl.typ	Provtyp	Analysmetod
Ugnsvägg	F 195	TS 2	A103	Ugn	Tunnslip	Petrograf. mikr.

Mikroskopering TS2	
Lera	
Groblek	G
Sortering	S
Silt	++
Finsand	+
Sand	--
Kalkhalt	
Glimmer	?
Järnoxid	*
Acc. mineral	M, A/P?, Bi, Z
Växtfrgm	
Diat/fossil	
Magring	
Typ	Växt
Mängd %	<10
Max. kstl.	1,4 mm
X max. kstl	0,7 mm
Godsstruktur i TS: Mkt välhomogeniserad.	

Provbeskrivning

Ugnsvägg

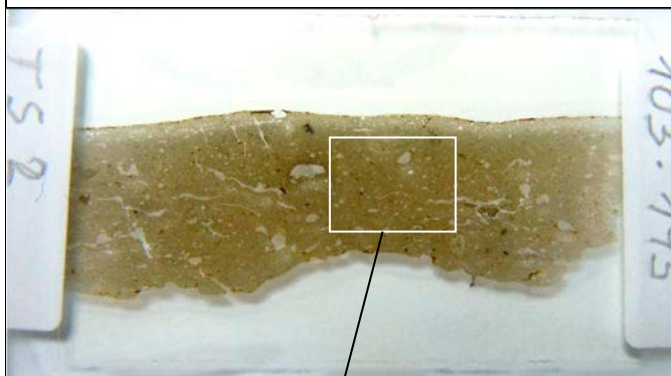
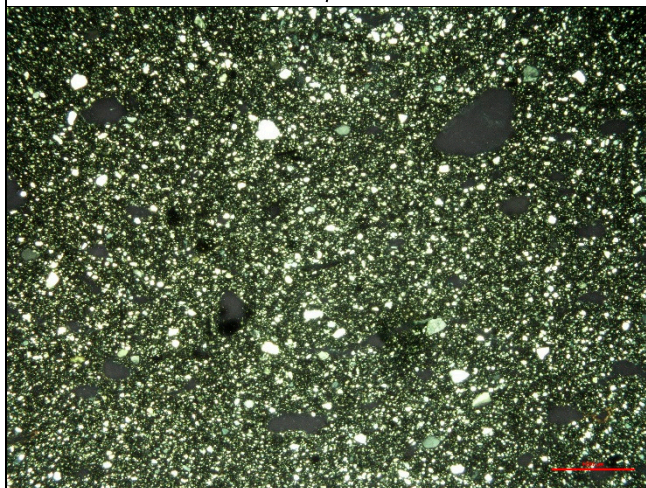
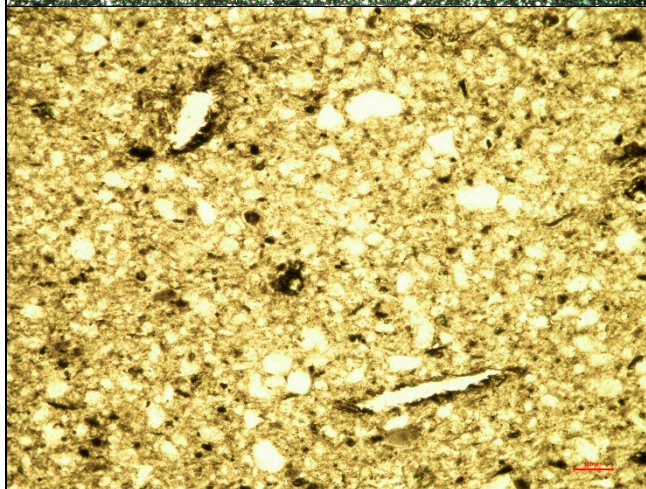


Foto av provet



*Mikroskopfoto av TS 2.
Krysspolariserad.*



*Mikroskopfoto av TS 2.
Detalj med två fragment
av förkolnat växt-
magrings-material.
Ppl.*



Rapporter från Arkeologikonsult 2023:3491