

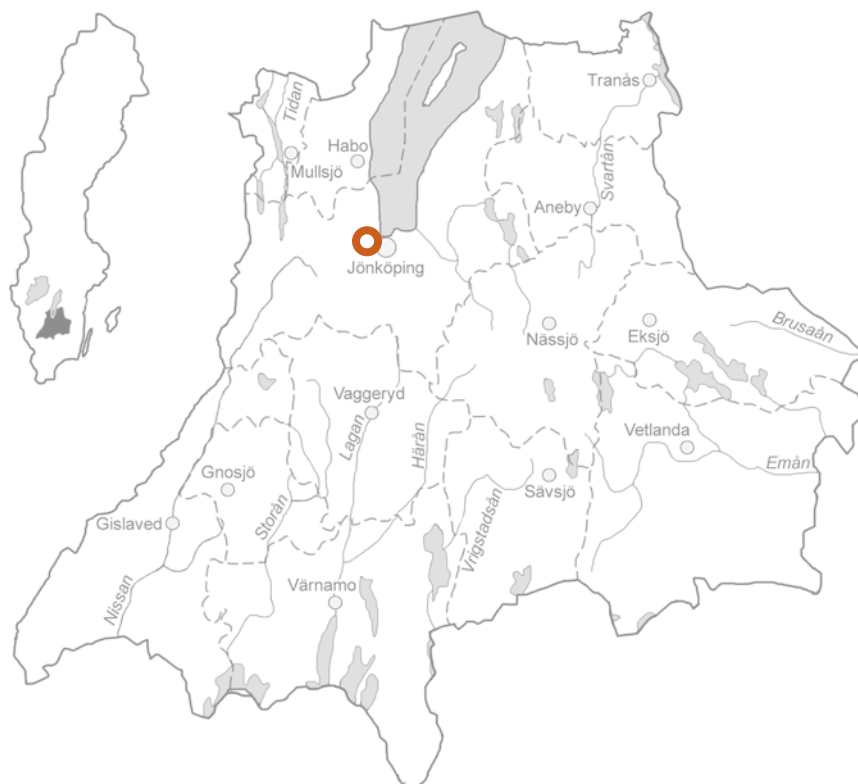
Boplatslämningar och ett slaggvarp

Arkeologisk undersökning av boplats RAÄ-nr 442, 445-447,
449, 457-458 och slaggförekomst RAÄ-nr 459, Sandseryd
socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län



Boplatslämningar och ett slaggvarp

Arkeologisk undersökning av boplats RAÄ-nr Sandseryd
442, 445–447, 449, 457–458 och slaggförekomst RAÄ-nr
Sandseryd 459, Sandseryd socken i Jönköpings kommun,
Jönköpings län



Jönköpings läns museums dnr: 36/2018
Länsstyrelsens dnr: 431-1302-2018

Rapport, foto och ritningar: Anna Ödeén
Grafisk mall: Anna Stålhammar
Tryck: TMG Tabergs, Jönköping

Jönköpings läns museum, Box 2133, 550 02 Jönköping
Tel: 036-30 18 00
E-post: info@jkpglm.se
www.jkpglm.se

Utdrag ur tryckta och ajourhållna ekonomiska kartor, Geografiska Grunddata samt Geodata (FUK)
är återgivna enligt tillstånd:
© Lantmäteriet. Ärende nr MS2007/04833, nr MS2012/03742 samt dnr i2012/1091.

ISSN: 1103-4076

© JÖNKÖPINGS LÄNS MUSEUM 2019

Innehåll

Sammanfattning och åtgärdsförslag.....	5
Inledning.....	7
Målsättning.....	7
Metod.....	7
Topografi.....	10
Fornlämnings- och kulturmiljö.....	10
Tidigare undersökningar.....	10
Resultat.....	11
Boplat RAÄ 458.....	11
Ensamliggande härdar RAÄ 445, 447 och 449.....	13
Ensamliggande härd RAÄ 442 och boplat RAÄ 457.....	14
Boplat RAÄ 446.....	19
Boplat/slaggförekomst RAÄ 459.....	20
Slaggvarp A4341.....	21
Järnframställning i blästugn, en kort genomgång.....	23
Järnframställning i närområdet.....	26
Fynd.....	27
Diskussion och reflektion.....	28
Boplatlämningarna.....	28
Slaggvarpet A4341.....	29
Höga manganhalter.....	30
Kolningsgropar.....	31
Vart gick det tillverkade järnet?.....	31
Administrativa uppgifter.....	33
Referenser.....	34
Arkiv.....	34
Otryckta källor.....	34
Tryckta källor och litteratur.....	34

Bilagor

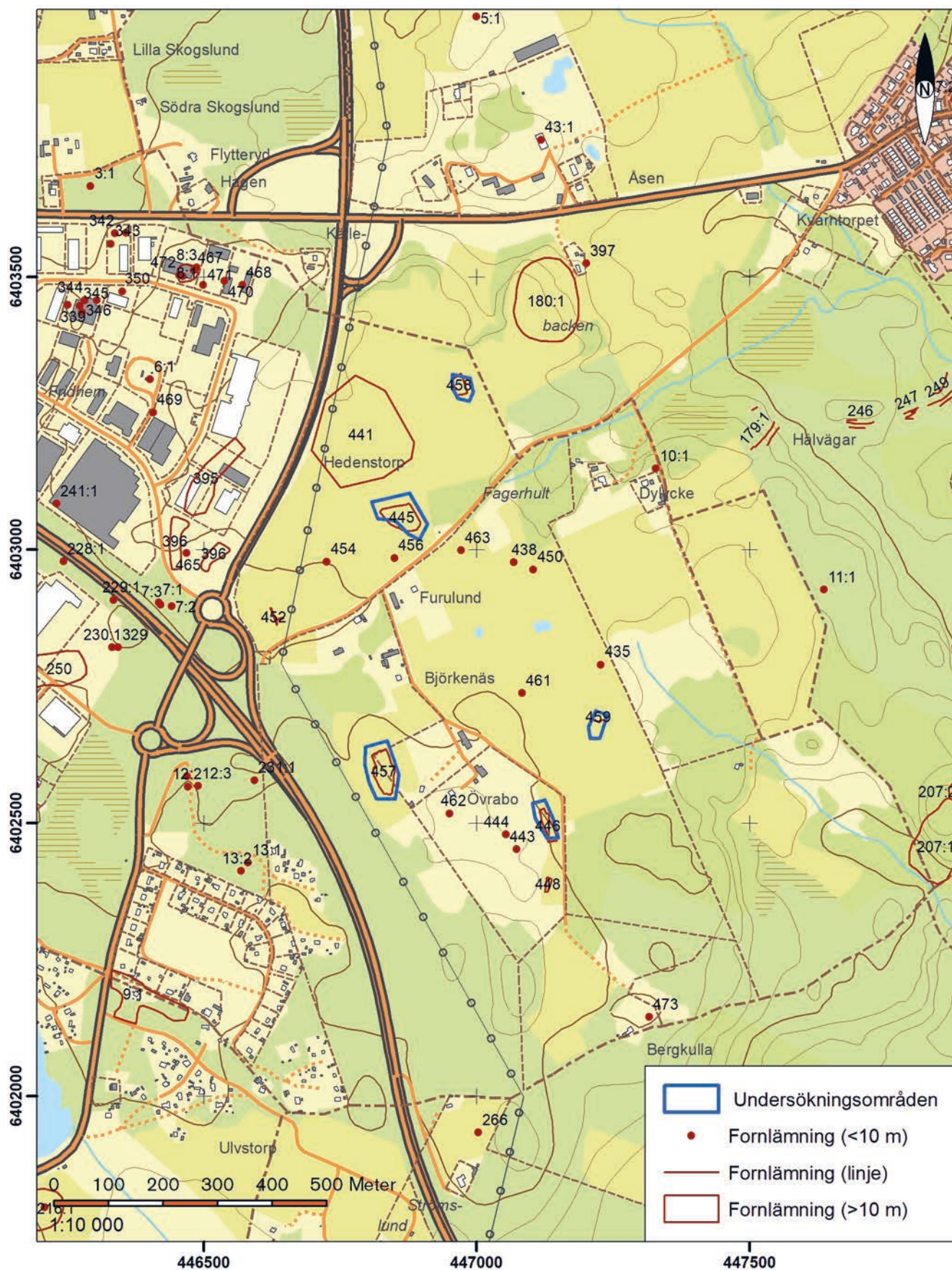
Bilaga 1. Vedartsanalys från Vedlab.....	37
Bilaga 2. Vedartsanalys från GAL.....	39
Bilaga 3. Analys makrofossil.....	41
Bilaga 4. Arkeometallurgisk analys.....	47
Bilaga 5. Anläggningstabell.....	101
Bilaga 6. ¹⁴ C-analys.....	107

Sammanfattning och åtgärdsförslag

Med anledning av Jönköping kommuns planer på att utvidga industriområdet Hedenstorp har Jönköpings läns museum genomfört en arkeologisk undersökning av fem olika områden; boplatser RAÄ-nr 445–446, 457–458 samt slaggförekomst RAÄ-nr 459, samtliga i Sandseryds socken.

Undersökningen av boplatserna visade att det är ett område med framförallt ensamliggande härdar. Trots idog handrensning kunde inte de fåtal stolphål som påträffades kopplas samman till huskonstruktioner. Boplatzanläggningarna i området har en tyngdpunkt i romersk järnålder, men det finns också ett antal anläggningar från bronsålder.

Slaggförekomsten RAÄ 459 visade sig vid närmare undersökning vara ett slagghvarp. I jämförelse med de tidigare undersökta blästplatserna i närområdet, var den något annorlunda placerad, i en sänka. I slagghvarpet fanns inga spår efter själva ugnskonstruktionen, förutom mindre delar av de lerklinade ugnsväggarna. De arkeometallurgiska analyser som gjorts av slagg och ugnsväggar visar på att det har stått en ugn på platsen som har en annan teknik än de tidigare undersökta, med en slagghrop under ugnen istället för slagghavtappning. Malmen kommer också från en annan täkt, då den visar avsevärt högre manganhalter och även kolet är annorlunda då det kommer från ask, ek och gran mot den mer vanliga tallen. Slagghvarpet har daterats till 1260–1390 e.kr. och är därmed samtida med andra blästplatser som är undersökta i Axamo - Hedenstorpområdet. I anläggningen har stål tillverkats.



Figur 1. Utdrag ur ekonomiska kartans blad 64E 0eS. Skala 1:10 000. De fem delområdena är blåmarkerade.

Inledning

Jönköpings kommun planerar att utvidga industriområdet Hedenstorp som är beläget strax väster om Jönköping. Detta arbetsföretag föranledde en arkeologisk undersökning av följande fornlämningar: RAÄ-nr Sandseryd 442, 445, 447, och 449 som var registrerade som ensamliggande härdar och RAÄ-nr Sandseryd 446, 457, 458 och 459 som var registrerade som boplatser. Inom RAÄ-nr 459 fanns också en slaggförekomst. Dessa lämningar låg utspridda inom fem olika delområden som sammanlagt gav en yta av 13 000 m² (figur 1).

Undersökningen genomfördes i maj 2018 med Jönköpings kommun, Tekniska kontoret som beställare och Jönköpings läns museum som utförare. Fält- och rapportansvarig var antikvarie Anna Ödeén.

Målsättning

Den huvudsakliga målsättningen i en arkeologisk undersökning är att ta bort en fornlämning, men att först noggrant dokumentera den, samla in relevanta analyser och eventuellt fyndmaterial. Vi arbetar efter vetenskapliga frågeställningar och i detta projekt var det två typer av fornlämningar som undersöktes; boplatslämningar och slaggförekomst. Då det finns en kunskapslucka i var de förhistoriska boplatserna har legat i området runt Hedenstorp var en av målsättningarna att försöka fylla den luckan och genom undersökningen få vetskap om var man valt att lägga sina boplatser. En frågeställning, om eventuella spår av förhistoriska hus skulle påträffas, var vilken typ av huskonstruktion man då valt, samt hur boplatserna var placerade i förhållande till blästplatserna och de tidigare undersökta gravarna i närområdet. Är lämningarna samtida eller härstammar de från olika perioder?

Vad gäller slaggförekomsten indikerade den metallhantering. Målsättningen med undersökningen av den var att få svar på följande frågeställningar: Vilket led i järnhanteringen har ägt rum på platsen, är det järnframställning eller smidesverksamhet? Vilken tidsperiod härstammar lämningarna från, är de samtida med de som undersökts tidigare i området och hur förhåller de sig tidsmässigt till närområdets boplatslämningar? Slaggförekomsten inom Hedenstorps gamla bytomt RAÄ 441, som undersöktes ungefär samtidigt, planerades också som ett bra jämförelseobjekt. Till sist; om det finns ugnrester bevarade i slaggförekomsten och det rör sig om en järnframställningsplats, kan man spåra malmernas ursprung och vart det tillverkade järnet har levererats?

Metod

De anläggningar som skulle undersökas tillsammans med omkringliggande ytor förundersöktes hösten 2017 och schakten låg fortfarande öppna när vi kom till platsen ett halvår senare. Därför



Figur 2. Arbetsbild. Janne schaktar inom RAÄ 445.

krävdes ingen lokalisering av anläggningarna. Vi började med att rensa fram de sedan tidigare registrerade härdarna och öppnade sedan med hjälp av grävmaskin upp ytor runt omkring dessa. När det



Figur 3. Arbetsbild. Anna mäter inom RAÄ 446.



Figur 4. Arbetsbild. Lotten undersöker en hård inom RAÄ 446.

handlade om härdar, kokgropar och slaggförekomst var detta inget problem. Däremot hade vi stora problem att återfinna stolphålen, framförallt inom ytan RAÄ 457. I området består undergrunden av ren sand och den hade yrt runt och sandat över alla anläggningar. Efter avbaning handrensade vi anläggningarna samt ytorna runt dem och vid RAÄ 457 lades extra tid på detta för att försöka fånga upp de som sandats över. I området fanns ett flertal stolphål och sökandet efter eventuella huskonstruktioner föranledde ytterligare handrensning. I övrigt användes metalldetektor vid avbaningen och även efter framrensningen av anläggningar.

Efter avslutad avbaning mättes de 50 nypåträffade anläggningarna in digitalt med hjälp av nätverks RTK, de från förundersökningen har fått behålla sina ursprungliga inmättningsnummer. 53 anläggningar dokumenterades också genom profilritning för hand på millimeterpapper, alltså även vissa av dem som kom fram under förundersökningen. Ett urval av anläggningarna fotograferades också. De anläggningar som undersöktes, även vissa som togs fram under förundersökningen, finns i bilaga 5. I den anläggningstabellen har jag också lagt de anläggningar från förundersökningen som daterades och som därmed ger en helhetsbild till de olika områdena.

Prover samlades in för vedart-, ^{14}C - och makrofossilanalys. För vedartsanalysen av del av kol ur slaggvärpen svarade Erik Danielsson vid Vedlab. Sofi Östman vid Miljöarkeologiskt laboratorium Umeå universitet, genomförde makrofossilanalysen. För ^{14}C -analysen svarade Göran Possnert vid Ångströmlaboratoriet, Uppsala Universitet. Materialet från slaggförekomsten sändes för analys till Lena Grandin vid Geoarkeologiskt laboratorium (GAL), Statens Historiska Museer vilka också genomförde del av vedartsbestämningen av kol från slaggen. Genom GAL har även Ole Stilborg genomfört en analys av ugnsväggarna, en så kallad termisk analys.

Topografi

Undersökningens delområden ligger väster om Jönköping på en nivå av omkring 220 meter över havet i en svagt kuperat landskap. Alla fem ytor var belägna i öppen åkermark bevuxen med säd eller vall.

Matjordslagret skiftade i tjocklek från 0,25 till 0,45 meter och det är troligt att sänkor i åkermarken avsiktligt eller genom bearbetningen av jorden har jämnats ut. Matjorden bestod av brun, sandig humus med en undergrund av sand och grovmo, i partierna längst i öster dock något mer siltigt och stenigt.

Bergrunden är Barnarpsgranit och andra förskiffrade graniter.

Fornlämnings- och kulturmiljö

Den här delen av Sandserys socken präglas i första hand av lämningar från järnålder. Gravar och gravfält, vilka i regel dateras till äldre eller mellersta järnåldern, Kr.f.–600 e.Kr. samt blästplatser från yngre järnålder och tidig medeltid 700–1300 e.Kr. Dessa lämningar ligger framförallt norr och väster om de i föreliggande rapport aktuella undersökningsområdena (se Tidigare undersökningar). Det finns också enstaka spår av odling i form av fossil åkermark och av kommunikation i form av ett system med hålvägar öster om det nu aktuella området.

Namnet Hedenstorp nämns första gången i det historiska materialet 1345 och skrivs då *Hidinstorp*. Förleden är mansnamnet *Hidhin* och efterleden *-torp* är i betydelsen nybygge (Agertz 2008). När Hedenstorp tas upp i de skriftliga källorna 1345 benämns det *curiam*, det vill säga huvudgård. Det tas också upp under tidigt 1400-tal i samband med pantsättningsaffärer, där en uppräknings av gårdens tillhörigheter sker som visar på att godset haft underliggande gårdar (torp) samt kvarnar och fisken (Nordman 2015). Första gången Hedenstorp karterades, 1647, bestod byn av två gårdar. Torpen som fanns under Hedenstorp ökade i antal successivt från 1700-talet mitt och framåt. De har funnits fram till för något år sedan men är nu öde och deras produktionsmark har lagts ner, exempel på detta är Övrabo och Bergkulla. Inga av de torp som redovisas i kartor eller mantalslängder kunde vid utredningen tolkas som varaktigt övergivna (Nordman 2015).

Tidigare undersökningar

Under 1990-talet undersöktes och togs ett gravfält (RAÄ 8:1) och en stensättning (RAÄ 6:1) bort inom Hedenstorps nuvarande industriområde. Gravarna daterades till folkvandringstid och i stensättningen RAÄ 6:1 påträffades länets äldsta runinskrift på en remändesbeslag i brons (Nordman 2017).

En drygt 200 meter lång rad av ett trettiotal stora härd- och kokgropar har undersökts i två omgångar i anslutning till den ovan nämnda stensättningen (RAÄ 6:1) och ett ej undersökt gravfält

(RAÄ 7:1). Den senaste undersökningen av härdraden genomfördes i juni 2018 och därför finns i nuläget inte alla analyssvar från det arbetet (Jansson 2019). De härdar som undersöktes 1990 och som däremot är daterade, är samtida med de närliggande gravarna och har tolkats som spår efter gravritualer i samband med begravingar eller vid återkommande rituella besök. Elden har en naturlig koppling till brandgravskick och denna typ av rituella platser finns dokumenterade på andra håll i Nordeuropa, då ofta daterade till bronsålder (Ameziane 2009).

Det har också undersökts flera blästplatser inom industriområdet (Ameziane 2009, Lorentzon 2008, 2012 och Nordman 2014). Dessa tillsammans med ett stort antal kolningsgropar i området kan sättas samman med lågteknisk järnframställning från framförallt vikingatid och tidig medeltid. Den här typen av anläggningar sträcker sig i ett område från Sandseryd i norr till Månsarp i söder. Kolningen i området har sedan fortsatt under historisk tid då Tabergs Bergslag behövde stora mängder kol till sina masugnar (Nordman 2014).

Resultat

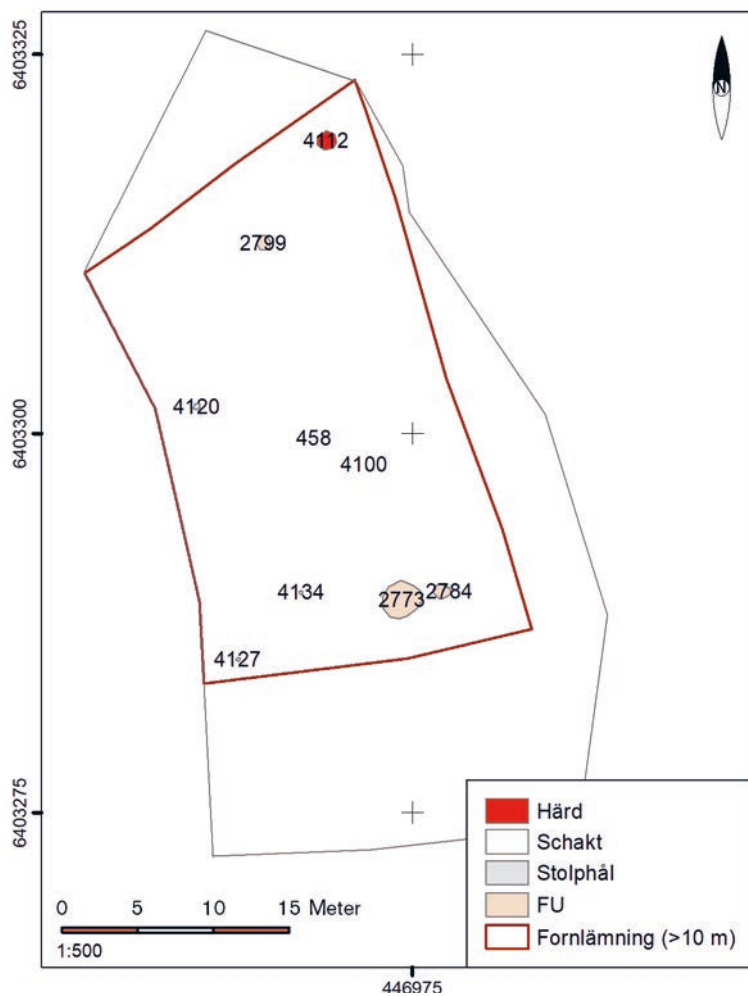
Boplats RAÄ 458

Lämningen ligger i krönläge i svagt kuperad åkermark. Matjordslagret består av brun humus med inslag av sand och är 0,3–0,4 meter tjockt. Undergrunden består av sandig, något grusig morän.

Under förundersökningen framkom tre härdar inom ytan som sedan registrerades som boplats. Vi utvidgade området och påträffade ytterligare en härd (A4112) samt tre tveksamma stolphål (A4120, A4127 och A4134). Anläggningarna är undersökta och härden A2773 från förundersökningen har daterats till romersk järnålder 80–260 AD (bilaga 5 och Nordman 2019b).



Figur 5. Översikt RAÄ 458. Foto från sydväst.



Figur 6-7. Ovan: Plan över RAÄ 458.
Nedan: Härd A2273 snittad. Foto från norr. En kvadrant grävdes ut under FU.

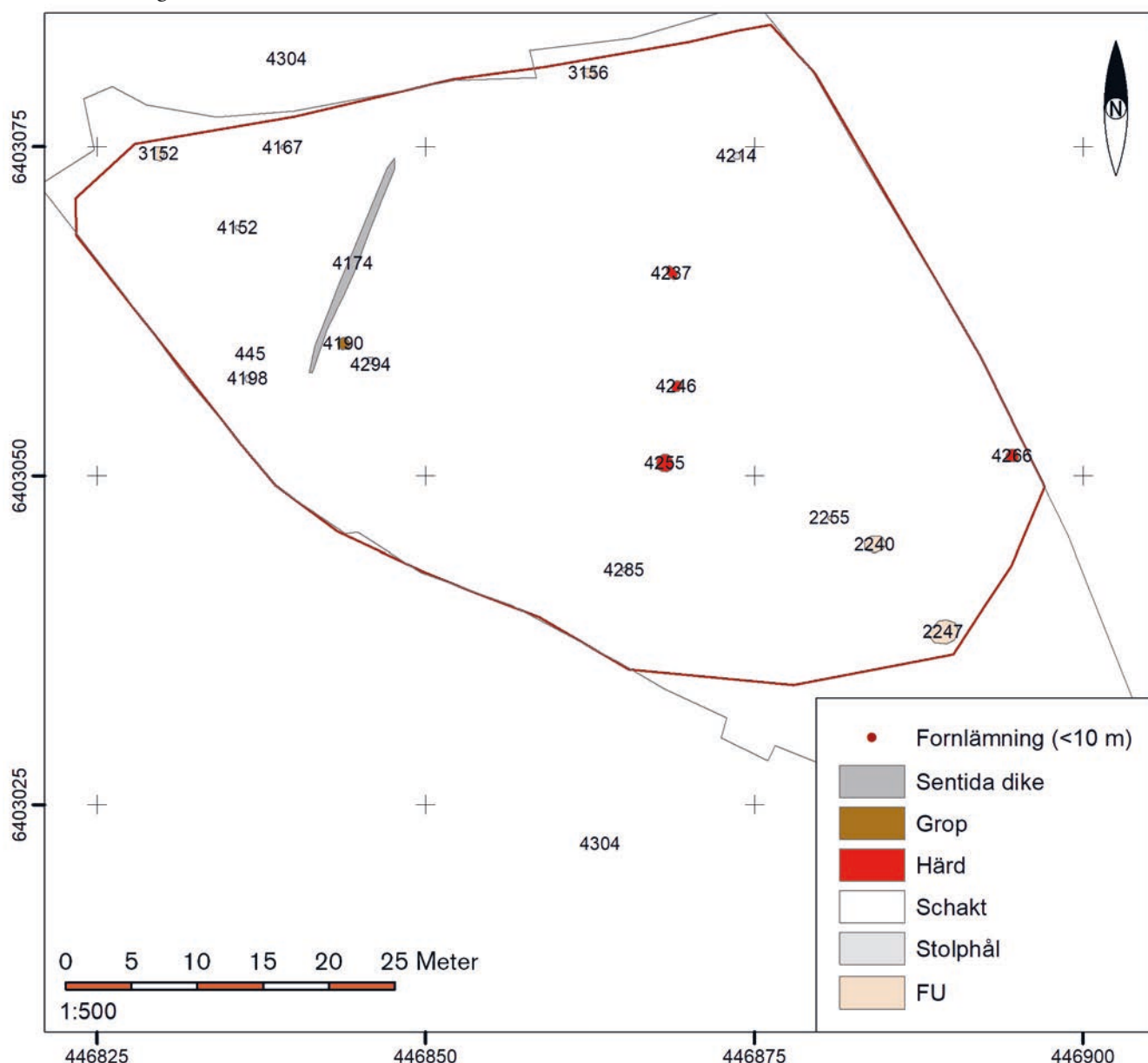
Ensamliggande härdar RAÄ 445, 447 och 449

Lämningarna låg i krönläge och i en svag nordöstlig sluttning i åkermark. I norra delen avgränsades området av ett dike och inom ytan intill detta dike var blöta förhållanden med spår av stillastående vatten. Det bruna humösa, sandiga matjordslagret var som djupast intill diket med 0,45 meter medan det upp på krönet endast var 0,25 meter djupt. Undergrunden bestod av sand, ställvis med grusigare inslag.

Vid förundersökningen framkom fem anläggningar inom ytan som tolkades som härdar och en mörkfärgning. Vid undersökningen och en utvidgning av området påträffades ytterligare tolv anläggningar: sex stolphål, 4 härdar, en grop och ett sentida dike.

I ett av stolphålen, A4294, framkom fragment av förhistorisk keramik, F2 (figur 23).

Figur 8. Plan över RAÄ 445, 447 och 449.





Figur 9. Översikt över RAÄ 445, 447 och 449. Foto från nordväst.

Anläggningarna är undersökta och vid förundersökningen daterades en härd, A3152, till romersk järnålder (bilaga 5 och Nordman 2019b).

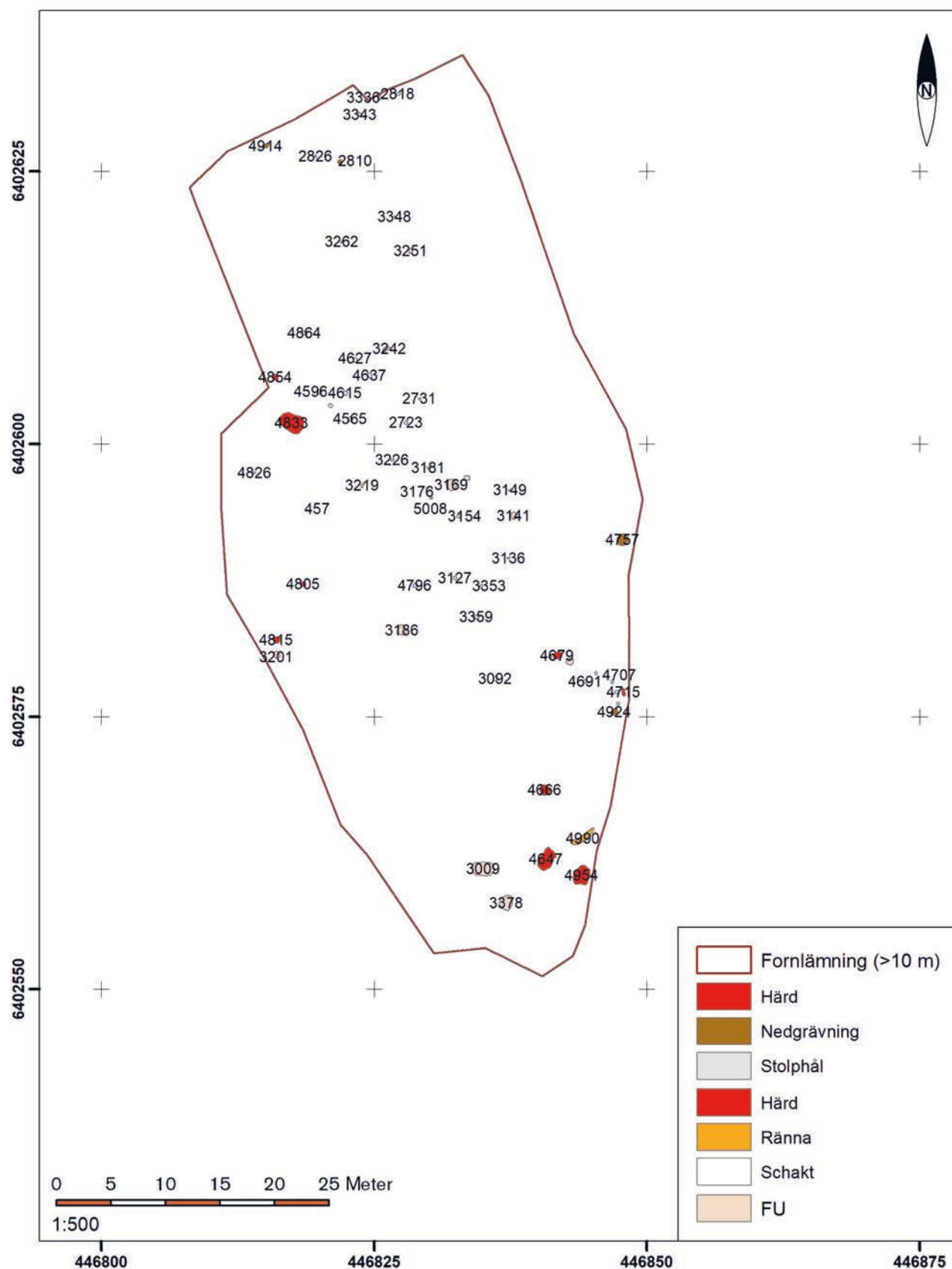
Efter undersökningen ändrades lämningstypen i fornminnesregistret från ensamliggande härdar RAÄ 445, 447 och 449 till boplatser och fick därmed ett och samma fornlämningsnummer: RAÄ 445.

Ensamliggande härd RAÄ 442 och boplatser RAÄ 457

Lämningen ligger i ett krönläge med något sluttande begränsningar i alla fyra väderstreck. På högsta punkten var matjordslagret av ljusbrun, sandig humus och 0,25 meter djupt, men blev något djupare vid sluttningarna och som mest 0,45 meter. Undergrunden bestod av ren sand, ljusbrun eller rödbrun till färgen och ställvis, framförallt i områdets sydvästra delar, fanns ytor med mer sten. Sanden orsakade problem när vi skulle söka efter de anläggningar som framkommit under förundersökningen och alla kunde inte återfinnas. Vissa ytor hade ett 0,1 meter tjockt lager av lätt, flyktig sand.

Under förundersökningen framkom 35 anläggningar; 7 stolphål, 5 härdar, 1 kokgrop och 22 anläggningar som inte tolkats utan som mäts in som "anläggning". Dessutom fanns i området 18 anläggningar som framkommit under utredningen; 11 stolphål, 4 härdar och 3 mörkfärgningar (Nordman 2015). Som tidigare har beskrivits kunde vi inte återfinna alla dessa anläggningar på grund av den flyktiga sanden och vi fick efter återupprepad handrensning på platsen släppa de tidigare insatsernas resultat och istället rikta in oss på det som faktiskt gick att se i fält och som vi kunde dokumentera och mäta in. Resultatet av nypåträffade anläggningar vid undersökningen var; 14 stolphål, 9 härdar, 3 gropar och 1 ränna.

Då en av undersökningens målsättningar var att söka boplatser och om möjligt finna spår av förhistoriska hus rensades de områden



Figur 10. Plan över RAÄ 442 och 457.

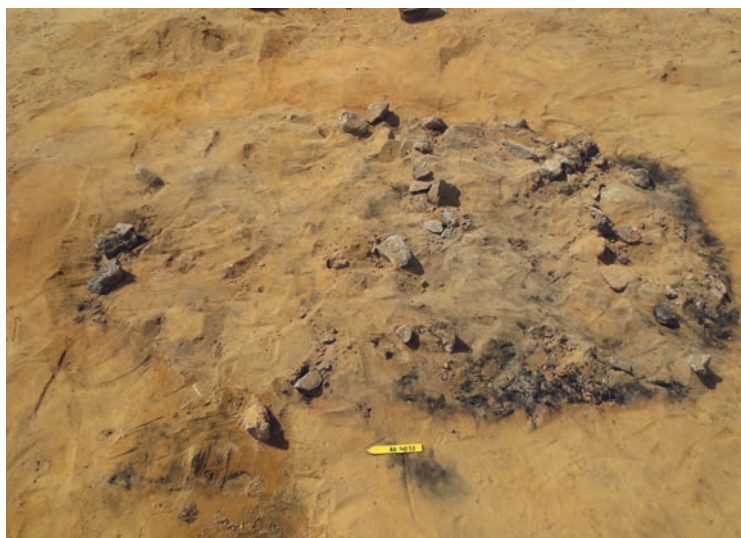
Figur 11. Översikt över RAÄ 442 och 457. Foto från nordöst.

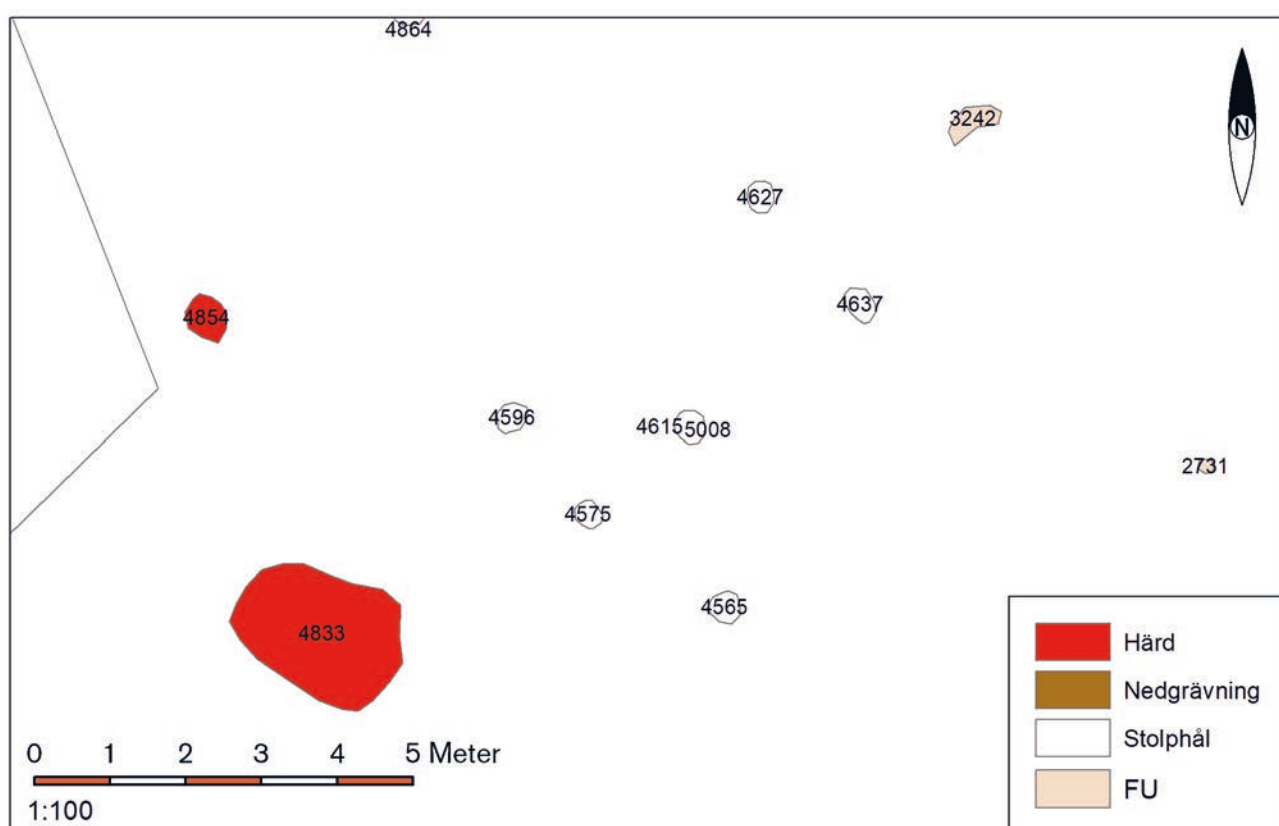
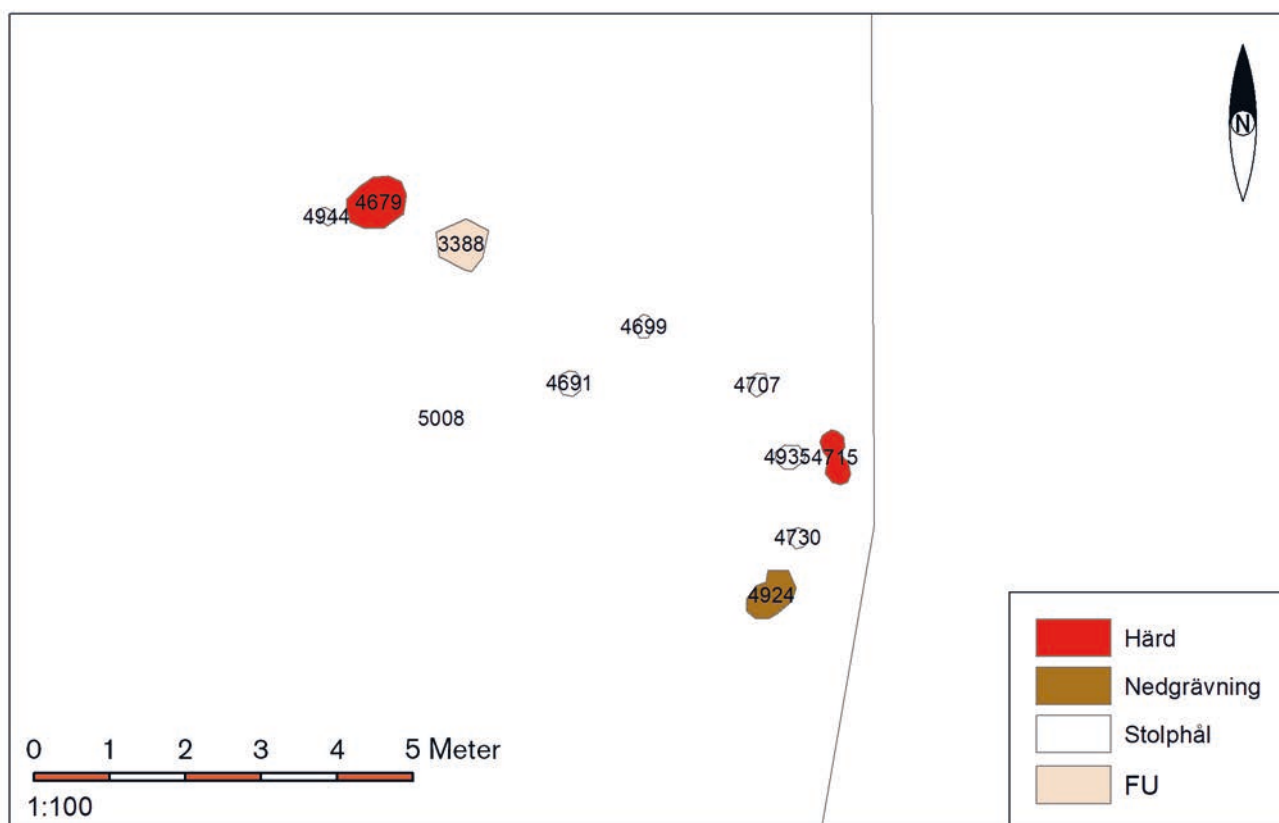


där stolphål framträdde med extra noggrannhet. Vi kunde genom detta arbete se två eventuella konstruktioner, dock med tvekan. Det rörde sig om ett hus och hydda, som vi först tolkade det (figur 13 och 14). Jordprover samlades in i fem av stolphålen för makrofossilanalys. Tyvärr gav analysen ett relativt knapert resultat. Det fanns spår av odling i form av ett fåtal cerealiafragment men förutom ett frö av smörblomma saknades åkerogräs eller andra arter som kunde säga något mer om närmiljön. Inget av materialet från makrofossilanalysen var tydligt boplatssindikerande. Det gav heller inga ledtrådar kring konstruktionernas användningsområde. Vi anser att konstruktionerna känns för vaga för att med säkerhet kunna benämnas hus och hydda och vi har därför valt att släppa dem utan vidare analyser.

Inom RAÄ 457 finns dock fyra dateringar från förundersökningen: en nedgrävning A2810 och ett stolphål A2731, från mellerta bronsåldern (bilaga 5 och Nordman 2019b) samt en kokgrop

Figur 12. Hård A4833 som låg inom RAÄ 457 efter framrensning. Foto från sydväst.

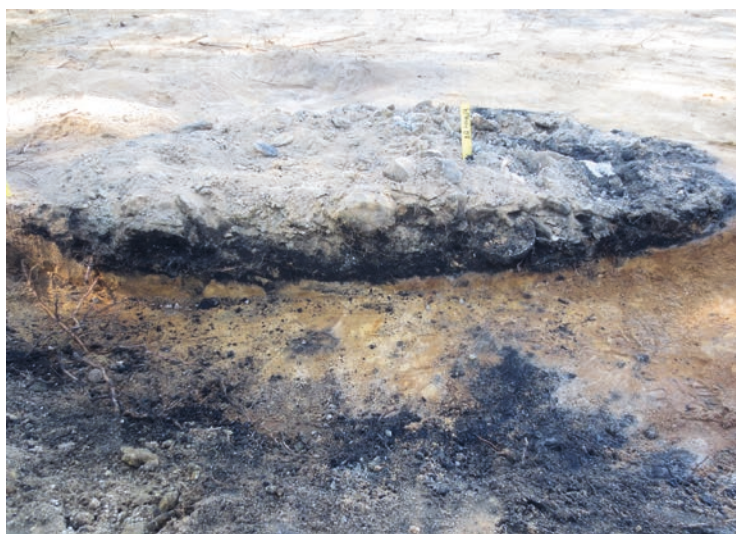
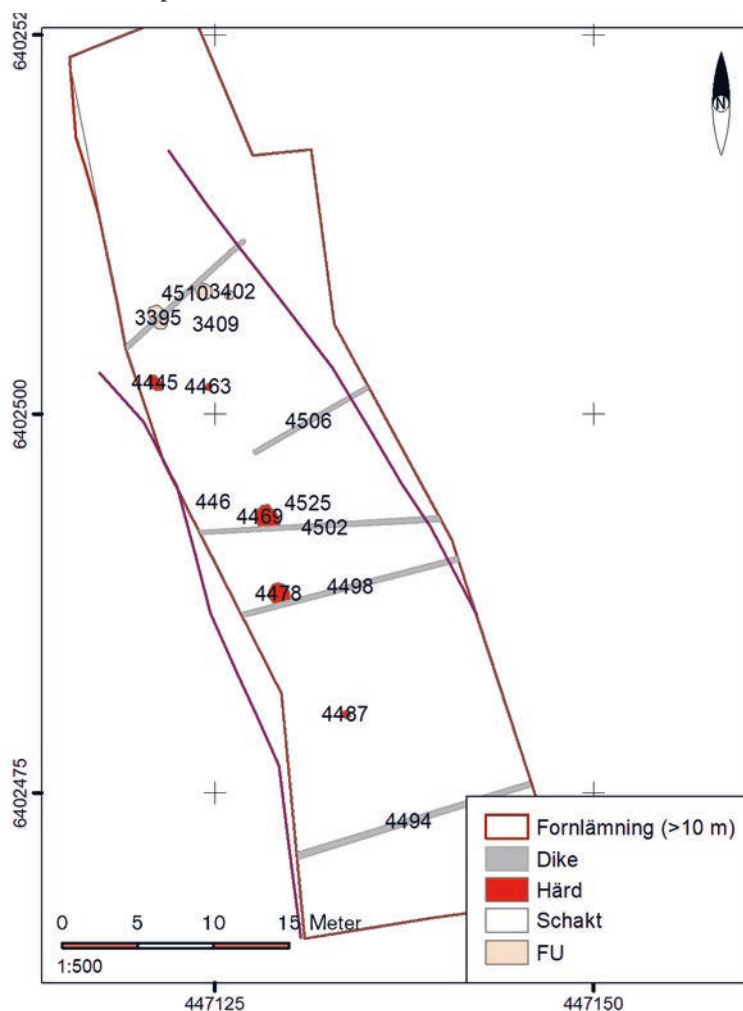




Figur 13-14. Ovan: Plan över eventuell hydda inom RAÄ 457. Nedan: Plan över eventuellt hus inom RAÄ 457.

A3009 och ett stolphål A2723 från romersk järnålder (bilaga 5 och Nordman 2019b).

Lämningarna RAÄ 442 och 457 har efter undersökningen sammanförts i fornminnesregistret och har nu samma fornlämningsnummer: boplatz RAÄ 457.



Figur 15-16: Ovan: Plan över RAÄ 446. Nedan: Härd A4469 som låg inom RAÄ 446, snittad. Foto från sydöst.

Boplats RAÄ 446

Området ligger i en svag östsluttning och avgränsas i västra delen av berg i dagen och i öster av sankare markförhållanden. I östra delen är området också mer stenigt, något av ett moras. Det var mellan den sankta marken och berget som går upp i dagen som anläggningarna påträffades. Under förundersökningen framkom två härdar och ett stolphål. Vid undersökningen framkom fyra härdar varav två tolkades som härdrester.

Inom ytan finns två daterade anläggningar från förundersökningen, en härd, A3395 och en mörkfärgning, A3409. Härden daterades till romersk järnålder medan mörkfärgningen fick en något äldre datering till mellersta bronsålder (bilaga 5 och Nordman 2019b).

Figur 17. Översikt över RAÄ 446. Foto från norr.

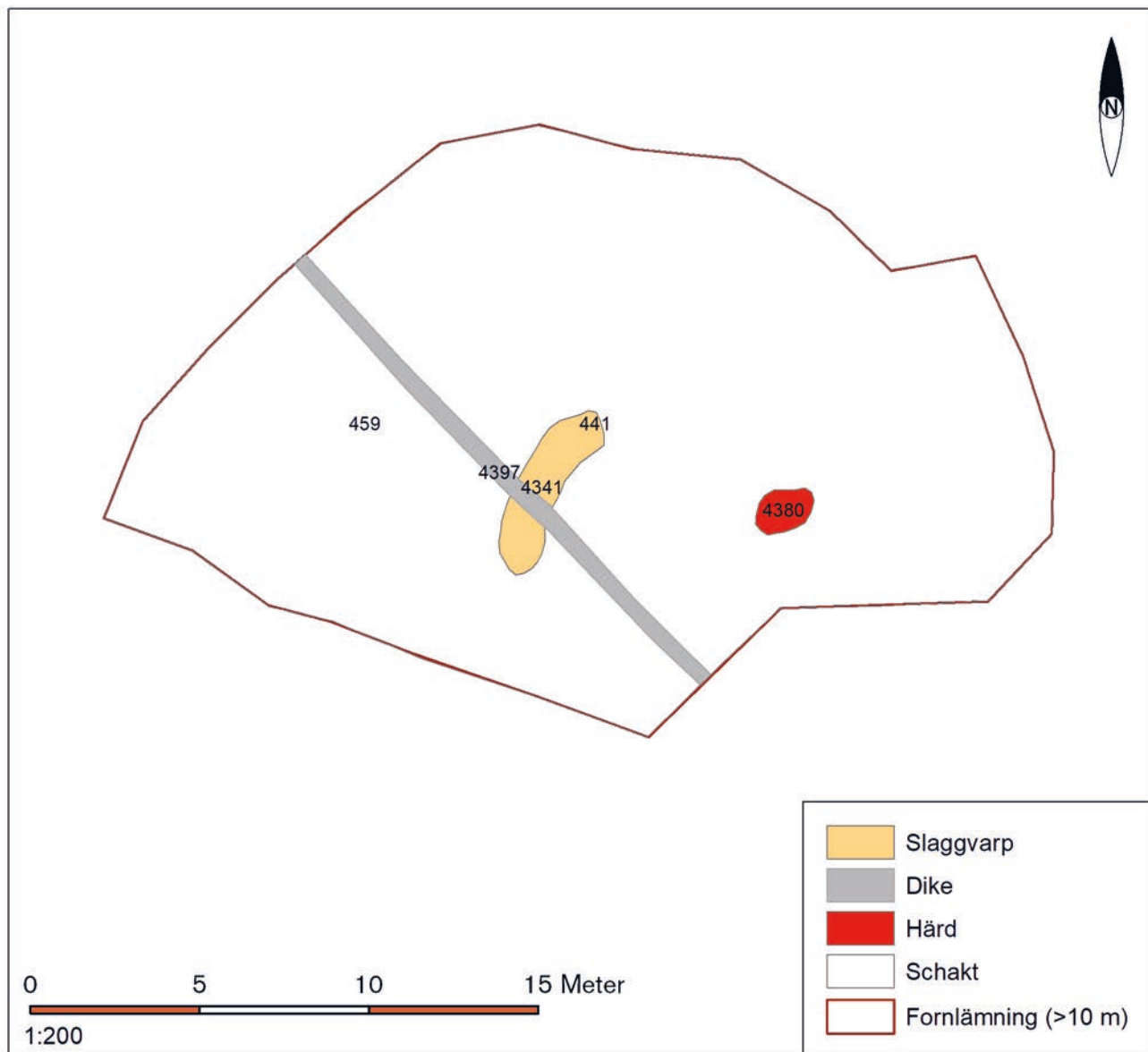


Boplats/slaggförekomst RAÄ 459

Området ligger i en sänka i ett svagt kuperat åkerlandskap och ett sentida dräneringsdike genom ytan tillsammans med ett stendike strax intill vittnar om de något sankna förhållandena som råder. Området är relativt stenigt och matjorden något mera lerig och siltig än i de övriga som undersökts inom detta projekt. Lagret med matjord är 0,2–0,3 meter djupt och undergrunden består av lera.

Vid förundersökningen påträffades vad som tolkades som en cirka 2 x 3 meter stor slaggförekomst, och som sedan vid undersökningen och efter mer handrensning på platsen visade sig vara ett slaggvarp, A4341. Vid undersökningen påträffades också en härd. Det finns inga dateringar från förundersökningen angående slaggvarpet.

Figur 18. Plan över RAÄ 459.





Slaggvarp A4341

Anläggningen var 4,9 x 1,3 meter i nordnordöstlig-sydsydvästlig riktning och hade en svagt böjd form med rundade kortsidor. Djupet på slaggvarpet var 0,15–0,2 meter. Ett sentida dike skar genom anläggningen (figur 18).

Figur 19-20. Ovan: Översikt över RAÄ 459. Foto från söder. Nedan: Slaggvarpet A4341 framrensat. Foto från norr.





Figur 21-22. Ovan: Slaggvarpet A4341 under utgrävning. Nedan: Koncentration av bränd lera inom A4341.

På den framrensade ytan låg ett drygt tiotal stenar, ställvis slagg och enstaka sotfläckar. Ytan var av hårt packad, gråbrun humus med ett rikligt inslag av bränd lera och slaggen bestod av flera olika typer. På en djupare nivå av anläggningen, 0,05–0,15 meter under toppen, framkom koncentrationer av lerklinad slagg, bränd lera, sot och ytterligare ett tiotal stenar 0,1–0,2 meter stora, ej skörbrända. Vissa slaggbitar var större, 0,1 meter, och tolkades som tillhöriga en ugn, men i övrigt fanns inget spår av någon ugnskonstruktion. Mot botten av slaggvarpet 0,15–0,2 meter under toppen, låg enstaka mindre bitar av slagg samt stenar spridda.

Slagg av olika typ samlades in för arkeometallurgisk analys hos GAL, Statens historiska museer. Planen var att även använda kol ur slaggen för datering av anläggningen, men vi samlade även in kol i fyllningen av anläggningen. Detta visade sig vara ett bra drag, då kolet i slaggen trots att det rörde sig om relativt stora bitar endast innehöll några mikrogram kol och därför inte kunde

användas för datering. Inom ramen för slagganalysen genomförde Ole Stilborg SKEA också en analys av ugnsväggarna, en så kallad termisk analys.

Platsen för slagghvarpet är annorlunda mot de som tidigare undersökts i närområdet och som ändå håller sig inom samma tidsperiod. Den här anläggningen ligger mer eller mindre i en sänka mot ett sankare område, de andra är anlagda på sandiga, flacka och välldränerade ytor. Man har i A4341 använt sig av ask, ek och gran som bränsle istället för tall som annars har varit det mest använda träslaget. Val av plats tillsammans med analysresultaten gör att den här anläggningen sticker ut som något annorlunda mot det som undersökts tidigare.

Det fanns inga ugnrester i slagghvarpet men analyserna visar att det rör sig som en blästugn med en slagguppsamlingsgop under, det vill säga en annan teknik än den som är vanlig i området med slaggtappning. Det gick också att se fragment av äldre ugnsväggar vilket tyder på att flera ugnar har avlöst varandra.

Analyserna av slaggharna visar också att manganrika limonitmalm har använts och därmed att det var stål som har tillverkats på platsen (se vidare under Diskussion och reflektion).

Järnframställning i blästugn, en kort genomgång

När man använder en blästugn är det en framställningsprocess som ger smidbart järn direkt i ugnen. Den här tekniken har funnits i Sverige sedan slutet av bronsåldern, redan kring 1000-800 f.Kr. vilket är lika tidigt som i andra delar av Europa. De äldsta spåren har påträffats i boplatsmiljöer och ofta i samband med bronshanterverk. Till en början tillverkade bronsgjutarna i viss mån samma föremålstyper i järn som i brons men järnet användes redan från början framförallt som en nyttometall och inte en lyxvara. Järnet var också mer lättillgängligt än brons, malmen förekommer naturligt i jordskorpan hos oss, återbildas snabbt och kunde därmed kommas åt relativt lätt även lokalt.

Det har ansetts att de första järnframställningsplatserna låg i anslutning till den fasta bebyggelsen och att tillverkningen var knuten till gården eller byns behov. Men senare forskning visar på att närheten till en boplats inte behöver vara liktydigt med småskalighet utan att det kan röra sig om flera mindre enheter som tillsammans producerade en betydande mängd järn. Platsens betydelse tas också upp där man framförallt poängterar vikten av närhet till råvarorna samt goda kommunikationsmöjligheter (Hjärtner-Holdar, Grandin, Sköld och Svensson 2018). Flera forskare menar att de första ugnarna byggdes på platser som sedan tidigare ägnat sig åt bronshantering och som hade en högre social- och ekonomisk rang än genomsnittet. Det finns också tankar om att den nya järntechnologin gjorde att fler människor fick tillgång till metall och att det därmed gav en breddning av välbåndet (Kristensson 2007 och

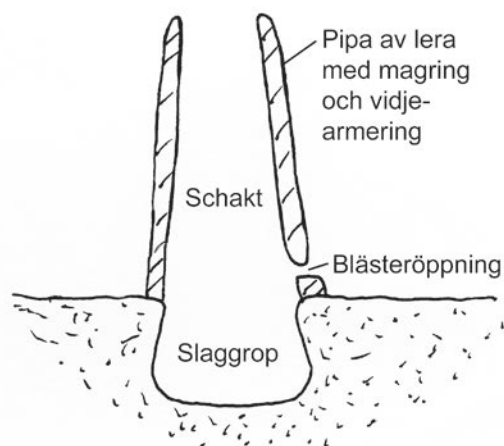
där anförd litteratur). Till en början bör det dock ha rört sig om en grupp av specialister; järnproducenterna. Den sociala statusen byggdes alltså inte bara upp av allianser och släktskap utan också av kunskap, skicklighet och erfarenhet.

Senare har man flyttat ut järnframställningsplatserna till utmarks- miljöer, där man uteslutande har ägnat sig åt just den produktionen och från romersk järnålder kan man se att järnhanteringen i Skan- dinavien ökar. Genom att flytta ut från gårdarna kom man också närmare de viktiga råvarorna – malm, ved och lera. Järnhanteringen innehåller flera arbetssteg; insamling av råvaror, järnframställning och förädling av järnet.

Den malmineral som användes av forntidens järnframställare kallas limonit. Framförallt har man använt sig av myr- malm och rödjord. Första steget var torkning av malmen, därefter rostades den för att få bort växtdelar och fukt. Det skedde också en kemisk för- ändring av malmen vid rostningen som gjordes över eld. Rosten var ofta placerad vid järnframställningsplatsen och intill malmtäkten. Förutom malm var ved och träkol viktiga råvaror. Temperaturen i ugnen måste ligga på 1200 grader, för att slaggen skulle smälta och man har strävat efter en hög och jämn värme. I de tidigaste järnframställningsugnarna tycks man ha använt ved och inte kol, men smidet fodrar kol för att komma upp i tillräckligt höga tem- peraturer. Till kol är lövträ som björk och ek bra material med högt bränslevärde. Den största arbetsinsatsen vid järnhanteringen var just kolning och huggning av ved till rostbäddar och blästerugnar (Kristensson 2007 och där anförd litteratur).

De flesta ugnarna har varit uppbyggda i sten och lera och det finns två grundtyper; grop- och schaktugn. Skillnaden ligger i hur hög ugnen är och hur luften tillförs. Gropugnarna är i marknivå och får luften uppiifrån längs gropens kant, de är relativt ovanliga. Schaktugnarna har haft en koniskt eller cylinderformad överbygg- nad och har fått luften nertill genom ett hål (figur 23). En blåsbälg anslöts till ugnen och runt ugnen fanns ofta en isolerande kapp- a av lera, sten och grus. Under schaktugnarna finns också en grop för uppsamling av slagg. Senare, omkring 500 e.Kr. börjar man använda slaggtappningsugnar där slaggen samlas upp i en grop utanför ugnen. Det finns dock en stor variation i vilken typ av ugn och form av slaggtappning man har använt under olika tider och inom olika områden, många gånger har flera olika modeller använts parallellt.

Leran har varit en viktig råvara vid uppbyggnaden av ugnen. Den användes både som infodring och som tätning mellan byggstenarna, därmed ökades hållfastheten och värmeförlusten minskade. När leran utsattes för värmen blev den som tegel och sprack vilket fick till följd att ugnen fick repareras. Under äldre järnålder blanda- des ofta växtdelar in i leran vilket var en form av armering. Men viktigare var effekten när fukten leddes ut ur infodringen genom



Figur 23. Skiss över schaktugn. Ur Kristenssons arti- kel "Tidig järnhantering i södra Vätterbygden" 2007:

kanalerna som de förbrända växtdelarna bildade. Det minskade risken för sprickbildning. Man har funnit halm, gräs, skalkorn och vilda växter som magring i ugnsväggsfragment (Kristensson 2007). Analyser visar också att de tidigaste ugnarna hade lera med sämre egenskaper än de med något senare dateringar. Man hade med andra ord lärt sig vilka leror man skulle välja för att få ett bättre motstånd mot hettan.

Efter allt arbete med malm som skulle samlas in, torkas och rostas, ved som skulle fällas och kolas och ugnen som skulle byggas var det dags för själva blåsningen. Ugnen förvärmades och fylldes sedan varvvis med malm och kol. Temperaturen höjdes genom att man blåste in luft med en bälg. När temperaturen når 1200 grader börjar slaggen rinna och malmen reduceras till järn. Järnet däremot kräver 1500 grader för att smälta och blev aldrig flytande. Ibland fyllde man på mer malm och kol i flera givor, ibland satte man till all malm på en gång. En bränning varade omkring 15-30 timmar och krävde två personer. All järnmalm blev inte järn, en hel del blev slagg eftersom man inte kom upp i tillräckligt höga temperaturer. I övrigt bestod slaggen av organiskt material. När en blåsning var klar fanns järnklumpen, eller smältan, i ugnen som därför ofta fick slås sönder för att få ut produkten. Slaggen som var en restprodukt hade olika form, storlek och struktur beroende på vilken malm och viken typ av ugn man använt, men också var i processen man var. Under den tidigaste järnhanteringen finns inga stora mängder slagg, men längre fram hittar vi slaggen i stora bottenskållor eller uppkastade i högar – det vi kallar slagghögar. När smältan tas ur ugnen och den fortfarande är varm, måste den behandlas vidare för att driva ur slagg och formas till ett sammanfogad järnstycke – en lupp. Det kallas för primärsmede och sker genom att smältan bearbetas med en träklubba på ett städ eller en sten. Sedan flyttas smältstycket till en smideshård och värms upp igen för att bearbetas vidare till ämnesjärn, tenar eller liknande. Detta kallas för sekundärsmede. Det är skillnad på slagg från reduktionen, det vill säga framställningen av järn i ugnen och slagg från primär- och sekundärsmede.

Under förhistorien var det framförallt rent järn, med lite kol och fosfor, som användes. Det är mjukt, segt och kan inte hårdas. Härdning av järn (upphettning och sedan hastig avkylning) görs för att få materialet hårdare. Detta görs av stål, som är järn med 0,35-2 % kol. Man kunde tillföra kol på konstgjord väg, men det får inte heller bli för mycket då järnet inte längre är smidbart. Stål användes främst till skärande redskap och ytor som skulle stå emot slitage. Ett annat sätt att producera hårdare järn var att använda sig av särskilt manganhaltiga malmer. Ett exempel på det från länet är i Öggestorp öster om Jönköping där en ugn från övergången bronsålder – järnålder undersöktes 2002. Analysen av slaggen från ugnen visade på höga manganhalter (Grandin och Willim 2004).

En hypotes är att en kniv som påträffades i en grav vid undersökningen i Öggestorp är tillverkad av järn som framställts i ugnen som beskrivs ovan (Kristensson 2007). En nyskriven artikel tar bland annat upp innehållet av mangan i förhistoriskt järn och ställer frågan om det var en fördel eller nackdel samt varför man använde sig av malm med hög manganhalt? Det visar sig att man redan under äldre järnålder har haft kontroll över detta och medvetet producerat stål genom att använda sig av rätt malm, det vill säga den med hög manganhalt (Hjärtner-Holdar, Grandin, Sköld och Svensson 2018). Vid en liten mängd fosfor blir järnet också hårt vilket kan vara bra vid till exempel tillverkning av knivar, men det blir också sprött, särskilt vid låga temperaturer. För att kunna smida knivar både sega och skarpa användes ofta en blandning av stål och rent järn. Kolstål har man kunnat framställa sedan förromersk järnålder (Kristensson 2007 och där anförd litteratur).

Järnframställning i närområdet

Fyndet av ett slagghvarp i området som var aktuellt vid vår undersökning var något oväntat. Det ligger, som tidigare angetts, i en miljö som skiljer sig från den relativt stora mängd järnframställningsplatser som tidigare undersökts i Sanderyds socken. Vegetationen i området består av lövträd och anläggningen låg i en sänka. Anläggningen har legat i brukad åkermark och är därmed kraftigt förstörd av plöjning. Vi kunde dock se att de delar som idag fanns kvar av den ursprungliga anläggningen låg in situ.

I slutet av 1980-talet undersöktes ett femtontal järnframställningsplatser vid Axamo (Nordman 1994). De daterades till vendetid-tidig medeltid och bestod av blästerugnar i par, slagghvarp och kolningsgropar. Där fanns också fällstenar vid flera av ugnarna och slagg som kan härröra från primärsmidet. Troligen är det rödjord eller myrmalm som använts som råvara vid dessa anläggningar.

2001 undersöktes en parugn i Hedenstorp, RAÄ 186:1. Den påminner om de från Axamoområdet och daterades till vikingatid-tidig medeltid (Lorentzon 2001). Runt blästplatsen låg ett flertal kolningsgropar.

Några år senare undersöktes ännu en blästplats med ett slagghvarp som innehöll en parugn. Runt denna påträffades förvånande nog inga kolningsgropar. Den har fornlämningsnummer RAÄ 338 och fick en datering i tidig medeltid (Lorentzon 2012).

Den senaste järnframställningsplatsen som undersökts i Hedenstorp var RAÄ 190:1, vilket gjordes sommaren 2017. Där fanns två slagghvarp, den ena med två blästugnar och den andra med rester av fyra ugnar, vilka dock inte varit i bruk samtidigt. Det visar också dateringarna där en av ugnarna får en datering i vikingatid-tidig medeltid medan två andra är något yngre (Nordman 2019a). Inom ytan fanns också en fällsten, rödjordsytor samt kolningsgropar. På platsen har en framställning av järnet samt en första hopslagning

av metallen skett. Analyser visar också att både mjukt järn och hårdare stål har framställts i ugnarna. Båda dessa svar visar på samma karaktär av framställning som de tidigare undersökta i området, däremot kan man se via analyser av spårämnen att malmer med något olika sammansättning har använts. Om det innebär att de kommer t.ex. från Dumme mosse men från olika delar av den eller att de kommer från helt skilda lokaler framgår inte (Grandin 2018).

Nämnas här ska också en dubbelugn, RAÄ 92:1, som påträffades i samband med att en vattenledning skulle grävas ned mellan Torsvik och Taberg. Slagg och ugnsväggar kom fram vid schaktningsarbetet tillsammans med stenkonstruktionen. Schaktet för vattenledningen flyttades och ugnen ligger kvar. Lämningen ligger omkring 8 kilometer söderut och ger en indikation på inom vilket området konstruktionen av dubbelugnar finns (Haltiner Nordström 2001).

Dessutom har två något äldre ugnar undersökts i området runt Torsvik i Barnarps socken: Dels en, RAÄ 147, som daterades till romersk järnålder, den har tolkats både som gropugn och schaktugn (Jansson 1997 och Kristensson 2007). Dels en, RAÄ 149, som var lämningarna efter en schaktugn som varit i bruk vid tiden runt Kristi födelse (Engman 2003).

En sista jämförelse görs som gäller en blästplats i Domnaryd Bankeryds socken, RAÄ 164. Den undersöktes 2016 inför en breddning av Rv 26/47. Den hade också en slagguppsamlingsgrop men var äldre än den som är aktuell i föreliggande rapport och daterades till romersk järnålder. Intressant i sammanhanget är dock att järnproducenterna i Domnaryd troligen har använt sig av samma malmområde som de i Axamo/Hedenstorp (Gustafsson 2018). Det finns på dessa platser endast slaggar med lägre manganhalter och båda ligger också relativt nära Dumme mosse. Ett undantag när det gäller Axamo/Hedenstorps området är alltså det slaggvarp som diskuteras här och som undersöktes inom ramen för föreliggande rapport.

Fynd

Det är sällan man finner några större mängder fynd när man undersöker boplatser och detta projekt var inget undantag. De framkomna fynden ses i tabellen nedan. De fynd som påträffades och som var av recent karaktär, som sentida spik, tegel, yngre rödgods och porslin har inte samlats in utan lagts tillbaka på undersökningssytan.

Figur 24. Fyndtabell.

Fynd nr	Material	Sakord	Vikt, gram	Antal	Anläggning	Anmärkning
1	Sandsten	Löpare	1010	1	Härd 2773	Eldpåverkad, sprucken. Låg i övre delen av härdens stenpackning
2	Lera	Keramik	8	4	Stolphål 4294	Anläggningen kan också tolkas som grop

Diskussion och reflektion

Boplatslämningarna

En av frågeställningarna inför föreliggande undersökning var frågan var man valt att lägga sina boplatser i Hedenstorpområdet under förhistorien. Det finns blästplatser och gravar undersökta väster om det nu aktuella området och en fråga var också om eventuella påträffade boplatser kunde vara samtida med dessa lämningar.

Men boplatserna gäcker oss i Hedenstorpområdet. Vi har en mängd påträffade anläggningar, framförallt i form av härdar, som har kommit fram under tre utredningar (Nordman 2015, Ödeén 2019). Men trots att vi sökschaktat stora områden finner vi inga sammanhängande förhistoriska boplatser, de härdar som vi påträffat är till synes ensamliggande.

Sammanlagt har 20 anläggningar daterats under dessa insatser och av dessa har 10 använts under romersk järnålder och 6 under bronsålder. Övriga 4 anläggningar sträcker sig mellan förromersk järnålder och historisk tid. Det finns med andra ord en tyngdpunkt av aktiviteter i området under bronsålder och romersk järnålder.

Till detta ska också en undersökning av en härdrad med omkringliggande anläggningar adderas. De omkringliggande anläggningarna har även de en tyngdpunkt i romersk järnålder medan härdraden är något yngre och har daterats till folkvandringstid (Ameziane 2009 och Jansson 2019).

Vid en undersökning inom Hedenstorps gamla bytomt som också genomfördes 2018 fick vi möjlighet att göra en sonderande pollenanalys i ett översandat kärr. Den pollenanalysen sträcker sig geografiskt över ett område som är ungefär 500 meter i diameter och tidsmässigt fram till Kristi födelse. Trots att det tidspannet inte helt stämmer överens med våra dateringar är analysen av intresse. Den visar nämligen på ett område med lite mänsklig påverkan och som fram till omkring Kristi födelse var beväxt med tät lövskog bestående av ek, lind, hassel och björk. Från 750 f.Kr. och fram till år 0 kan ett litet avtryck av betande djur ses. Men det är sannolikt ett skogsbete som bedrivs där gläntor och liknande platser utnyttjas, inte några sammanhängande betesmarker.

Pollenanalysen visar alltså på ett helt annat landskap än det vi ser i Hedenstorp i dag. Från Kristi födelse och framåt kan landskapet ha öppnats upp, vi har inga belägg från den tiden, men det är troligt. En tolkning av de många ensamliggande härdarna i området är att de har ett samband med den betesdrift som är synlig i pollenanalysen. Maria Petersson skriver i sin avhandling om betesdrift och djurhållning i västra Östergötland under bronsålder och äldre järnålder (Petersson 2006). I den tar hon också upp de ensamliggande härdar som vi ofta stöter på vid våra arkeologiska insatser och hon ser ett samband med just betesdriften. Hon kan också se ett

samband mellan dessa härdar och matlagning/värmehållning. De härdar som vi har fått fram under flera utredningar kan vara spår efter de herdar som vallade sina djur i markerna vid Hedenstorp.

Vi hade ett tiotal anläggningar som vi tolkat som härdrester, det är alltså endast botten kvar av anläggningen. En modern plog har ett plogdjup på minst 0,3 meter och de härdar som inte är nedgrävda förstörs genom plöjning. Dessa är troligen ytanlagda härdar där effekten av värme och ljus som strålar har varit det primära. Motsatsen är de omkring 15 stycken nedgrävda härdar som vi undersökt och där någon varit så djup som 0,2 meter. De tjänar ett annat syfte; värmen strålar inte ut, det går att få upp höga temperaturer med glöd i flera timmar. Bränsleåtgången är också mindre i de nedgrävda härdar än i de ytanlagda. Även de skörbrända stenar som ofta påträffas i de nedgrävda härdarna pekar på en form av ett värmemagasin. Experiment har gjorts där man lagt torv på upphettad skärvsten i en nedgrävd härd och där stenarna höll värmen i ett dygn (Petersson 2006).

Vi kunde inte se någon större sammanhängande boplatz och tyvärr inte heller några konstruktioner som visar på att det stått hus inom våra undersökningsområden. Det visar att de ytor vid Hedenstorp som vi har undersökt har inte använts för permanent boende under förhistorisk tid.

Slaggvarpet A4341

I Sanderyds socken finns ett 90-tal slaggvarp och omkring 500 kolningsgropar registrerade. Och sammanlagt i Sanderyds och Månsarps socknar finns 53 lokaler med blästbrukslämningar och blästplatser. Men mörkertalet är troligen stort vad gäller antalet försvunna järnframställningsplatser (Kallerskog 2009).

Det som från början såg ut att vara likartad de omkring femton blästplatser som tidigare undersökts i Axamo-Hedenstorps området visade sig dock vara avvikande och mycket intressant. En första reflektion gjordes redan i fält då slaggvarpet var placerad annorlunda i landskapet och låg i något av en sänka, ner mot ett sankare område. Övriga blästplatser som har undersökts har varit placerade i ett högre läge i flack, väl-dränerad sandmo. Den datering som gjordes av kol från anläggningen visade att den använts under medeltid eller 1260-1390 e.Kr. vilket gör att den trots allt är samtida med flera av de blästplatser som undersökts i närområdet (bilaga 6).

Analyserna visade dock på en annorlunda konstruktion där en slagguppsamlingsgrop har använts under schaktugnen istället för den vanliga slaggtappningen, där slaggen leds ut från ugnen. Detta har uppmärksamats vid äldre anläggningar i länet bland annat i Öggestorp socken och i Domnaryd i Bankeryds socken (Kristensson 2007 och Gustafsson 2018). De anläggningar som undersöktes där var från övergången bronsålder–äldre järnålder samt romersk

järnålder och med andra ord 1800–1300 år äldre än A4341. I andra delar av landet har tekniken med slagguppsamlingsgrop använts långt fram i historisk tid. Och så även sporadiskt i Sandseryd, som vi nu fått bevis på.

Även råvarorna var delvis annorlunda i slaggvarpet. Träkolet kom från ask, ek och gran mot den annars mest förekommande vedarten tall.

Höga manganhalter

Den till och med extremt höga manganhalten i malmen var en av de faktorer som gjorde anläggningen annorlunda från de som undersökts tidigare i närområdet och enligt analysen från GAL visar detta på att trots att järnframställningsplatserna ligger nära varandra så har inte samma malmtäkt använts. Varifrån malmen har hämtats till A4341 vet vi inte men mangan är något som är vanligt i limonitiska malmer och finns i sjömalm från bland annat Furen, Bolmen och Vidöstern. Har man verkligen fraktat malmen så långt? Det verkar mer praktiskt att lägga blästugnen närmare malmtäkten. Det är förstås fullt möjligt att det finns en täkt med större manganhalt i närheten som vi i nuläget inte vet om, men kunskapen fanns då, angående vilken täkt man skulle använda för att få järn till en viss typ av föremål. Tilläggas kan att bland slaggerna från Öggestorp fanns även någon slagg med förhöjda manganhalter, det går dock inte att jämnställa dessa båda material (bilaga 4).

Varför har man valt att använda sig av malmer med hög manganhalt? Senare studier visar på att det är ett medvetet val av järnframställarna - lägre halt av mangan gav ett mjukare järn, högre halter ett hårdare stål (Hjärtner-Holder m.fl. 2018). Det handlade i slutändan om vilken typ av redskap, verktyg eller föremål som skulle tillverkas. Skärande redskap och ytor som skulle stå emot slitage krävde ett hårdare järn. Man har däremot inte kunnat se en kronologi i hur man har använt sig av de manganrika malmerna, det bruket finns spritt genom hela järnåldern.

Även fosforhalten i slaggerna från A4341 visade sig vara betydligt lägre än i Öggestorp, Domnaryd och tidigare analyserade slaggar i Sandseryd. Fosfor ger ett hårdare järn medan segheten behålls, för höga halter ger dock en sämre kvalitet (bilaga 4).

Vad är det som gör att någon väljer att använda en teknik som avviker från den som använts i generationer i området? Och som använder sig av en annan malmtäkt? Har det med placeringen av blästplatsen att göra, som också var säregen? Det finns många intressanta frågor att forska vidare på utifrån det nyfunna slaggvarpet i Hedenstorp. I en artikel som behandlar förhistorisk järnframställning diskuteras *vem* som tillverkade järnet och *för vem* det tillverkades. Där vill författarna ge en nyanserad bild genom att särskilja de olika, men av varandra beronde, nivåerna i järnhanteringen: produktion, distribution och konsumtion. Författarna menar att

det fanns en flexibel marknad och ett nätverk med utrymme för utveckling, innovationer och entreprenörskap (Hjärtner-Holdar 2018). Är det detta som vi ser spår av i slagghvarpet?

Kolningsgropar

Något som förbryllar runt anläggningen A4341 är avsaknaden av kolningsgropar i närheten. Vid undersökningar av blästplatser finns i princip alltid kolningsgropar runt anläggningen, eftersom kolet är en av de avgörande faktorerna för järnframställning. Det har alltså inte påträffats några kolningsgropar i den direkta närheten. Däremot finns det dateringar från kolningsgropar som ligger runt blästplats RAÄ190:1 som stämmer överens med A4341. Och intressant i sammanhanget är att de kolningsgroparna hade två nivåer och därmed två skilda brukningsfaser. Den äldre brukningsfasten stämde överens i tid med blästplatsen i direkt anslutning från vikingatid medan den yngre brukningsfasen från medeltid inte kunde kopplas till någon anläggning (Nordman 2019). Det finns också kolningsgropar vid blästplats RAÄ 186:1 som har daterats till medeltid 1250-1440 e.Kr. medan dateringarna från slagghvarpet och ugnarna även där är äldre (Lorentzon 2008). Ett alternativ är att man har återanvänt äldre kolningsgropar för att i ett yngre skede tillverka kol till blästplatser, även om de som legat på något längre avstånd. Kallerskog tar också upp detta i sin uppsats, där hon lägger fram tanken att området runt Axamo-Hedenstorp har bidragit med kol till Jönköpings hantverkare (Kallerskog 2009).

Vart gick det tillverkade järnet?

En av frågeställningarna inför undersökningen var om vi kunde se vart det färdiga järnet har levererats. Det har dock inte gått att se utifrån analysen.

Däremot har diskussioner vid tidigare undersökningar pekat på sambandet mellan järnet från Axamo-Hedenstorp och centralorten Jönköping som handelsort för råjärnet (Nordman 1994). De analyser som har gjorts av järnslaggen vid Lundströms plats, med de smidesanläggningar som undersöktes där, visar på lokalt tillverkat järn. De visar också på slagger med hög manganhalt (Kallerskog 2009).



Figur 25-29. De fastigheter som nu är öde och som kommer att försvinna i och med industriutbyggnaden i området. Vänster från ovan: Björkenäs och ladugården vid Övrabro. Höger från ovan: Furulund, de två husen som hör till Övrabo.

Administrativa uppgifter

Länsstyrelsens dnr: 431-1302-2018
Länsstyrelsens beslutsdatum: 2018-04-16
Jönköpings läns museums dnr: 36/2018
Beställare: Jönköpings kommun, Tekniska
kontoret
Rapportgranskning: Ann-Marie Nordman
Fält- och rapportansvarig: Anna Ödeén
Fältpersonal: Lotten Haglund, Jan Zander och
Anna Ödeén
Fältarbetstid: 2018-05-16–2018-05-31
Län: Jönköpings län
Kommun: Jönköpings kommun
Socken: Sandseryd socken
Fastighetsbeteckning: Hedenstorp 1:2, 1:16, 1:17 och
1:22
Belägenhet: Ekonomiska kartans blad
..... 64E 0eS
Koordinater: N: 6402471 E: 447131
Koordinatsystem: Sweref 99 TM
Höjdsystem: RH 2000
Undersökningsyta: 14 500 m²
Fornlämningsnummer: 442, 445, 446, 447, 449, 457,
458 och 459
Fornlämningstyp: Härdar, boplatser och slaggvarp
Tidsperiod: Bronsålder, romersk järnålder
och medeltid
Fynd nr: 1-2
Tidigare undersökningar: 178/15, 238/17 (AU) och
..... 239/17 (FU)

Dokumentationsmaterialet förvaras i Jönköpings läns museums arkiv.

Referenser

Arkiv

Jönköpings läns museum (JLM)

F-Topo. Databas över ortnamn i Jönköpings län

Riksantikvarieämbetet, Stockholm (RAÄ)

Fornminnesregistret, FMIS, Forsök: <http://www.fmis.raa.se/cocoon/forsok/search.html>

Otryckta källor

Haglund, L. 2019. Rapportmanus över undersökning av boplatshärdad RAÄ 396 , dnr 32/2018. Jönköpings läns museum.

Kallerskog, L. 2009. *Jönköping och järnet*. C-uppsats i historisk arkeologi. Lunds Universitet.

Nordman, A-M. 2019a. Rapportmanus över undersökning av blästplats RAÄ 190:1, dnr 148/17. Jönköpings läns museum.

Nordman, A-M. 2019b. Rapportmanus över förundersökningen i Hedenstorp, dnr 239/17. Jönköpings läns museum.

Tryckta källor och litteratur

Agertz, J. 2008. *Om ortnamn i Jönköpings län. Småländska kulturbilder 2008*. Meddelanden från Jönköpings läns hembygdsförbund och stiftelsen Jönköpings läns museum LXXVII. Jönköping.

Ameziane, J. 2009. *Industri i Hedenstorp. Eldstäder på rad och en järnframställningsplats. Arkeologisk för- och slutundersökning. Sanderyds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2009:25. Jönköping.

Engman, F. 2003. Medeltida odling och äldre järnframställning inom fastigheten Källarp i Barnarps socken. *Tabergs Bergslag XX*.

Gustafsson, J. 2018. *Väg 26/47 Risbrodammen - Månseryd. Arkeologisk förundersökning av lägenhetsbebyggelse RAÄ-nr Bankeryd 42:1 samt nypåträffat gravfält RAÄ-nr Bankeryd 167, boplatslämningar RAÄ-nr Bankeryd 117:1, 165, 166 samt en blästbrukslämning RAÄ-nr Bankeryd 164 inför ombyggnation av Rv 26/47 Bankeryds socken, Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2018:46. Jönköping.

Grandin, L. 2008. *Järnsmide i Jönköping. Medeltida hantverk i stadens utkant. Småland, Jönköpings stad, Sofia församling, fornlämning 50, Lundströms plats*. UV Uppsala rapport 2008:26. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet, avdelningen för arkeologiska undersökningar. Geoarkeologiskt laboratorium. Uppsala.

- 2018. *Järnframställning i Sanderyd (RAÄ190). Analys av arkeometallurgiskt material. Jönköpings län, Småland, Jönköpings kommun, Sanderyds socken RAÄ 190.1, Hedenstorp 1:3. Dnr 515-2017-00320*. GAL rapport 2018:07. Geoarkeologisk undersökning. Statens historiska museer. Uppsala.

- Grandin, L. och Willim, A. 2004. *Järnframställning under äldre järnålder. Öggestorp sn, Jönköpings län, Småland*. Riksantikvarieämbetet UV GAL. Analysrapport 6:2004. Stockholm.
- Haltiner Nordström, S. 2001. *En dubbelugn. Arkeologisk utredning inför VA-ledning Torsvik- Taberg, intill fornlämning 92 Sandseeryds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2001:27. Jönköping.
- Hjärtner-Holdar, E., Grandin, L., Sköld, K och Svensson, A. 2018. By Who, for Whom? Landscape, Process and Economy in the Bloomery Iron Production AD 400-1000. *Journal of Archaeology an Ancient History*. Number 21. Uppsala.
- Jansson, K. 1997. En förhistorisk ugn i Torsvik - nya belägg för tidig järnframställning i norra Småland. *Tabergs Bergslag XVII*.
- Lorentzon, M. 2008. *Järn, slagg och snö vid fornlämning 186. Undersökning av järnframställningsplats inför byggnation inom Hedenstorp 1:3 m.fl. Sandseeryds socken, Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2008:23. Jönköping.
- 2012. *Järnframställning och kolning vid Axamo flygplats. Arkeologisk förundersökning och särskild undersökning av RAA 338, 190:1, 333 m.fl. inom del av Hedenstorp 1:3, Sandseeryds socken, Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2012:35. Jönköping.
- Kristensson, A. 2007. Tidig järnhantering i södra Vätterbygden. Red. Häggström, L. *Öggestorp & Rogberga. Vägar till småländsk förhistoria*. Jönköpings läns museum. Jönköping.
- Nordman, A-M. 1994. Dubbelugnar i Axamo, Småland. Red. Englund, L-E. *Aktuell järnforskning 1988-1992. Föredrag vid Jernkontorets Bergshistoriska utskotts symposium på Jernkontoret*. Stockholm.
- 2014. *Blästbruk på Axamo. Arkeologisk undersökning av Sandseeryd 171:1 m.fl. inom Axamo industriområde, Sandseeryds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2014:15. Jönköping.
- 2015. *Hedenstorp Nordvästra och Hedenstorp Östra. Arkeologisk utredning inför industrietablering inom Hedenstorp 1-2 m.fl., Sandseeryds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2015:43. Jönköping.
- 2017. *Järnåldersgravar i Hedenstorp. Arkeologisk undersökning av fornlämningarna Sanderyd 6 och Sandseeryd 8 inom Hedenstorp 1:3 m.fl., Sandseeryds socken, Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2017:04. Jönköping.
- Petersson, M. 2006. *Djurhållning och betesdrift. Djur människor och landskap i västra östergötland under yngre bronsålder och äldre järnålder*. Riksantikvarieämbetet. Uppsala Universitet. Avhandling.
- Ödeén, A. 2019. *Hedenstorp vid Bergkulla. Arkeologisk utredning inför utökat industriområde på fastigheten Hedenstorp 1:15 och 1:100 samt Tokarp 6:1 och 7:1, sandseeryds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2019:07. Jönköping.

- 2019. *Hedenstorp vid Furulund, Övrabo och Dylycke. Arkeologisk utredning inför utvidgning av industriområde, Sandseryds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län.* Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2019:08. Jönköping.
- 2019. *Vegetationsutvecklingen i Hedenstorp. Arkeologisk undersökning inom del av Hedenstorps gamla bytomt RAÄ-nr 441, Sandseryds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län.* Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2019:09. Jönköping.

Bilaga 1. Rapport vedartsanalys, Vedlab

VEDLAB

Vedanatomilabbet

Vedlab rapport 18119

**Vedartsanalyser på material från Jönköpings län,
Sanderyd sn. Raä 459, Hedenstorp.**

Adress:
Kattås
670 20 GLAVA

Telefon:
070 34 00 645
E-post: vedlab@telia.com

Bankgiro:
5713-0460
www.vedlab.se

Organisationsnr:
650613-6255



VEDLAB

Vedanatomilabbet

Vedlab rapport 18119

2018-12-17

Vedartsanalyser på material från Jönköpings län, Sandseryd sn. Raä 459, Hedenstorp.

Uppdragsgivare: Anna Ödeén/Jönköpings läns museum

Arbetet omfattar ett kolprov från undersökningar av ett slagghvarp.

Provet innehåller kol från ek och gran. Flera av kolbitarna från gran kommer från tunnare kvistar.

Både ek och gran kan ge hög egenålder. Det utplockade grankolet kommer från kvist och ger förhoppningsvis en mer tillförlitlig datering.

Analysresultat

Anl.	ID	Anläggnings- typ	Prov- mängd	Analyserad mängd	Trädslag	Utplockat för ¹⁴ C-dat.	Övrigt
4341		Slagghvarp	2,0g	0,4g 32 bitar	Gran 15 bitar Ek 17 bitar	Gran (kvist) 14mg	

Erik Danielsson/VEDLAB

Kattås

670 20 GLAVA

Tfn: 070 34 00 645

E-post: vedlab@telia.com

www.vedlab.se

De här trädslagen förekom i materialet

Art	Latín	Max ålder	Växtmiljö	Egenskaper och användning	Övrigt
Ek	<i>Quercus robur</i>	500-1000 år	Växer bäst på lerhaltiga mulljordar men klarar också mager och stenig mark. Vill ha ljus, skapar själv en ganska luftig miljö med rik undervegetation med tex hassel.	Hård och motståndskraftig mot väta. Båtbygge, stängselstolp, stolpar, plogar, fat. Energirik ved ger mycket glöd.	Ekollonen har använts som grisfoder. Trädet har ofta ansetts som heligt och kopplat till bla Tor. Man talar ofta om 1000-års ekar men de är sällan över 500 år.
Gran	<i>Picea abies</i>	350 år	Trivs på näringsrika jordar. Tål beskuggning bra och konkurrerar därför lätt ut andra arter	Lätt och lös men ganska seg ved. Ofta rakvuxen. Ganska motståndskraftig mot röta. Stolpar golvbrädor störar lieskaft, korgar	Bark till taktäckning. Granbarr till kreatursfoder

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

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

Bilaga 2. Rapport vedartsanalys, GAL

Id		Material	Träkol
AnalysID	451	Antal fragment	1
Provnummer	1	Art	Lövträd, möjligen ask.
Name		Kommentar	14C. Okänd egenålder.
Class		Material	
Detaljyta		Antal fragment	
Anl./Strat.obj.	4341	Art	
Status		Kommentar	
Notering		Material	
Typ		Antal Fragment	
Fragment ≥5mm	0	Art	
Analyserat antal	1	Kommentar	
		Material	
		Antal fragment	
		Art	
		Kommentar	
		Material	
		Antal fragment	
		Art	
		Kommentar	

Id		Material	Träkol
AnalysID	452	Antal fragment	+
Provnummer	2	Art	Sannolikt ask, fraxinus excelsior. Teoretisk maxålder 250 år.
Name		Kommentar	14C. Okänd egenålder.
Class		Material	
Detaljyta		Antal fragment	
Anl./Strat.obj.	4341	Art	
Status		Kommentar	
Notering		Material	
Typ		Antal Fragment	
Fragment ≥5mm	1	Art	
Analyserat antal	+	Kommentar	
		Material	
		Antal fragment	
		Art	
		Kommentar	
		Material	
		Antal fragment	
		Art	
		Kommentar	

Id		Material	Träkol
AnalysID	453	Antal fragment	+
Provnummer	4A	Art	Troligen ask, <i>fraxinus excelsior</i> . Teoretisk maxålder 250 år.
Name		Kommentar	14C. Okänd egenålder.
Class		Material	
Detaljyta		Antal fragment	
Anl./Strat.obj.	4341	Art	
Status		Kommentar	
Notering		Material	
Typ		Antal Fragment	
Fragment ≥5mm	3	Art	
Analyserat antal	+	Kommentar	
		Material	
		Antal fragment	
		Art	
		Kommentar	
		Material	
		Antal fragment	
		Art	
		Kommentar	

Bilaga 3. Rapport makrofossilanalys

MILJÖARKEOLOGISKA LABORATORIET

RAPPORT nr. 2018-024



Makrofossilanalys av prover från stolphål
inom Hedentorps Östra industriområde, RAÄ
Sanderyd 457, Jönköpings kommun

Sofi Östman & Ivanka Hristova

INSTITUTIONEN FÖR IDÉ – OCH SAMHÄLLSSTUDIER



Makrofossilanalys av prover från stolphål inom Hedentorps Östra industriområde, RAÄ 457, Sandseryd socken, Småland

Sofi Östman & Ivanka Hristova

Bakgrund

Den arkeobotaniska analysen är en del av sökandet efter boplatsspår i det väl undersökta området Hedentorp, där de tidigare kända lämningarna utgörs av gravar och järnframställningsplatser. De påträffade anläggningarna vid den aktuella undersökningen utgörs av stolphål, härdar, nedgrävningar och en ränna och för analys är prover från fem stolphål utvalda. Stolphålen hör till två hypotetiska konstruktioner benämnda hus och hydda.

Frågeställningarna för denna analys rör framförallt huruvida det går att koppla stolphålen till konstruktioner och om de innehåller ett material som kan knyta dem till en tidsperiod. Det är också av vidare intresse att studera konstruktionernas relation till tidigare påträffade anläggningar.

Uppdragsgivare är Jönköpings läns museum och kontaktperson har varit Anna Ödeén.

Provbehandling

Innan analys förvaras proverna i torkrum (+30°) tills all fukt försvunnit. Provernas volym mäts innan materialet vattensållas och flteras med sållar på 2 mm och 0,5 mm. Materialet genomsöks och förkolnade växtmaterial artbestäms under stereolupp med hjälp av referenslitteratur för sädesslag (Jacomet *et. al.* 2006) och växters frön (Cappers, Bekker, & Jans, 2006) samt laboratoriets referenssamling. Enbart förkolnat material tillvaratags och analyseras arkeobotaniskt. Övrigt makrofossilt material såsom träkol, ben och snäckor plockas ut och presenteras tillsammans med det botaniska materialet. Mängden träkol uppskattas efter en tregradig skala där X innebär obefintligt/ytterst lite träkol och XXX innebär att hela provet/mer än ca 75% består av träkol. Fullständig makrofossilanalys av Sofi Östman och utplock för ¹⁴C av Ivanka Hristova.

Resultat

För resultatlista, se tabell 1. För dateringsmaterial, se tabell 2. För kartor, se Bild 1 och 2.

”Hus”

Tre stolphålsprover är analyserade från den konstruktion som benämns ”hus” under arbetets gång. Två av proverna innehöll nästan bara träkol med enstaka obrända växtrester samt ett bränt frö av smörblomma. Ett prov, nr AS4627/PM4984 (MAL 18_0030_0002) gav några fler arter, såsom frö av krusskräppa och kämpar, ett skal av hasselnöt, ett möjligt cerealiafragment och en möjlig rotnöl av knylhavre. Anläggningen ligger en bit från de andra två (se bifogad bild 1) och kan vara en förklaring till skillnaden i material. Materialet var fragmenterat och litet, därav

de osäkra bestämningarna. De arter vi har här är vanliga och förekommer i hela landet och finnes framförallt på ruderata kulturmarker och i ängs- och betesmiljöer. Inget av materialet i proverna är tydligt boplotsindikerande eller ger ledtrådar kring konstruktionens användningsområde.

”Hydda”

Två stolphålsprover är analyserade från den konstruktion som benämns ”hydda” under arbetets gång. Båda proverna innehöll stora mängder träkol och enstaka cerealiafragment. I prov AS4691/PM5038 (MAL 18_0030_0004) kunde även två korn samt ett frö av smörblomma hittas. Artsammansättningen domineras här av ett odlat material och förutom ett frö av smörblomma saknas åkerogräs eller andra arter som kan säga något mer om närmiljön. Korn brukar vid god bevaring kunna bestämmas till två underarter, skalkorn eller naket korn men detta var ej möjligt här. De återfinns under hela vår odlingshistoria och kan därför inte ge några tidsmässiga indikationer, det behövs ^{14}C för att få mer kunskap. Sädeskornen är indikatorer på att det här funnits bosättningar och jordbruk men de små mängderna ger inga ledtrådar kring funktionen av den konstruktion till vilken stolphålen hör. Anläggningarnas placering och förhållande till varandra påverkar inte tolkningarna (se Bild 2).

Referenser

- Anderberg, A.-L., & Anderberg, A. (u.d.). *Den virtuella floran*. Hämtat från <http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html>
- Cappers, R. T., Bekker, R. M., & Jans, E. J. (2006). *Digitale Zadenatlas van Nederland - Digital seed atlas of the Netherlands*. Groningen: Barkhuis publishing & Groningen University Library.
- Jacomet, S. (2006). *Identification of cereal remains from archaeological sites*. IPAS, Basel University.
- Mossberg, B., Stenberg, L., & Ericsson, S. (1992). *Den nordiska floran*. Wahlström & Widstrand.

Bilagor

Tabell 1. Resultatlista

MAL nr	P.nr	A.nr	Kontext	Odlat			Övriga växter					Träkol	Volym före floter	Volym efter floter
				möjligt cerealiafragment	Cerealiafragment	<i>Hordeum vulgare</i> /Korn	<i>Ranunculus</i> sp. / Smörblomma	<i>Plantago</i> sp. / Kämpar	<i>Rumex crispus</i> /Kruskräppa	<i>Corylus avellana</i> /Hasselnöttskal	cf. <i>Arrhenaterum elatius</i> ssp. <i>Bulbosus</i> / möjlig rotknöl av Knylhavn			
18_0030_0001	PM4979	AS4596	"Hus"				1					XX	1,4 L	3 ml
18_0030_0002	PM4984	AS4627	"Hus"	1				1	1	1	1	XX	1,6 L	8 ml
18_0030_0003	PM4988	AS4575	"Hus"									XX	1,9 L	6 ml
18_0030_0004	PM5038	AS4691	"Hydda"		1	2	1					XX	1,4 L	5 ml
18_0030_0005	PM5040	AS4707	"Hydda"		1							XX	1,5 L	1 ml

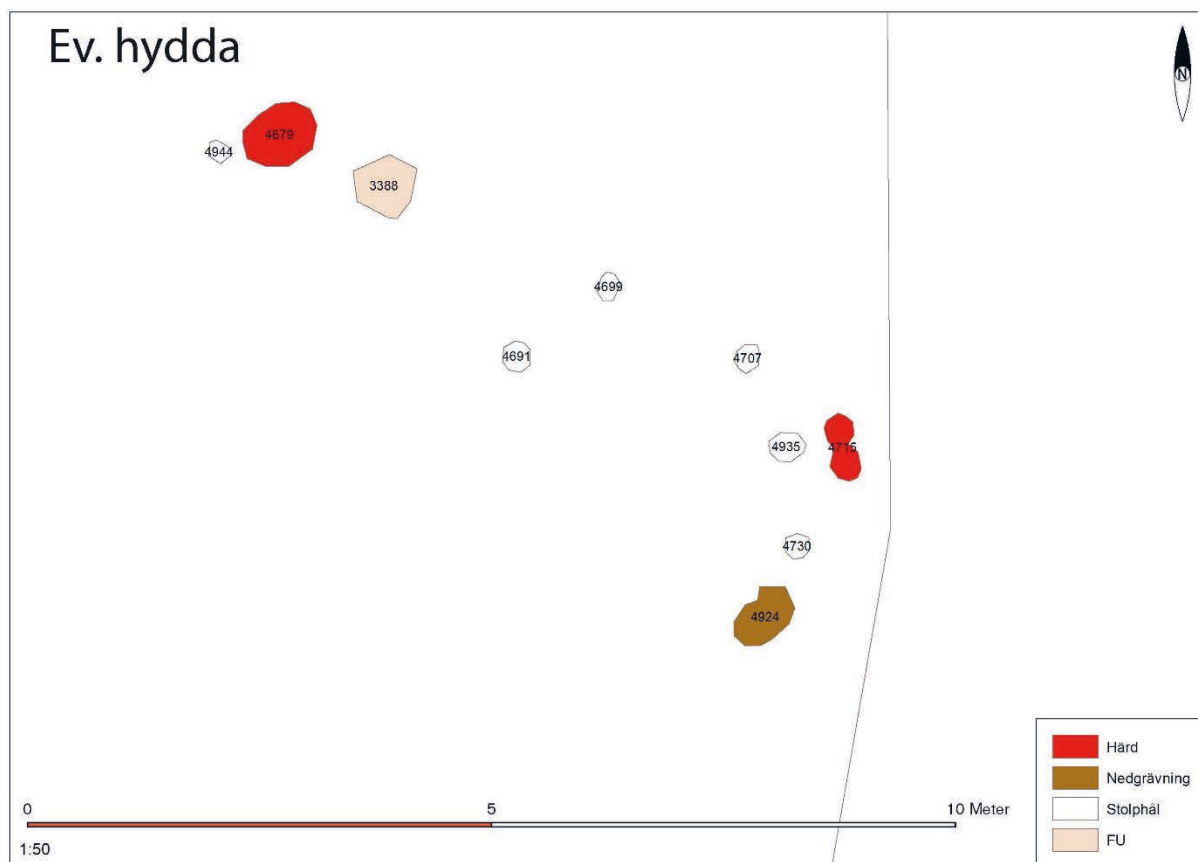
Tabell 2. Utplock ¹⁴C

MAL nr	P.nr	A.nr	Kontext	Material	Vikt
18_0030_0001	PM4979	AS4596	"Hus"	Träkol av hassel (<i>Corylus</i>)	9 mg
18_0030_0002	PM4984	AS4627	"Hus"	Träkol av björk (<i>Betula</i>)	29 mg
18_0030_0003	PM4988	AS4575	"Hus"	Träkol av al (<i>Alnus</i>)	66 mg
18_0030_0004	PM5038	AS4691	"Hydda"	Två korn (<i>Hordeum vulgare</i>)	13 mg
18_0030_0005	PM5040	AS4707	"Hydda"	Bara ek i prov, ej rekommenderat material	

Bild 1. Kartbild över undersökningsområde och anläggningar för "hus"



Bild 2. Kartbild över undersökningsområde och anläggningar för "hydda"



Bilaga 4. Arkeometallurgisk analys, GAL

GAL RAPPORT 2018:08

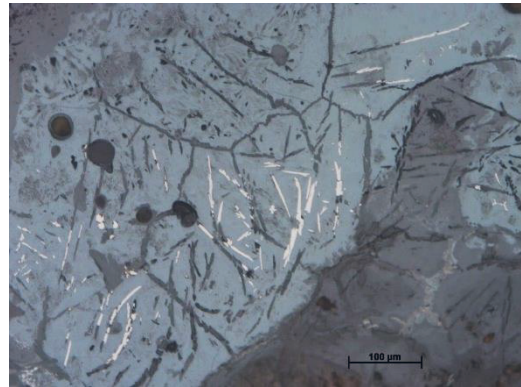
GEOARKEOLOGISK UNDERSÖKNING

Järnframställning i blästugn med slagguppsamlingsgrop

Analys av arkeometallurgiskt material

Jönköpings län, Småland, Jönköpings kommun,
Sanderyds socken RAÄ 459

Dnr 515-00712-2018

*Lena Grandin**med bidrag av Ole Stilborg och Erik Ogenhall*

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.come-post: foramn.efternamn@arkeologerna.comwww.shmm.se

Omslagsfoto: Till vänster slagg med flera tunna slaggsträngar; och ett kolstycke i vänstra delen. Till höger foto från mikroskopet på polerad yta av delvis korroderad metall. Texturen är karaktäristiskt för stål bestående av perlit med lameller av cementit (några i vitt är intakta). Foto: Lena Grandin

© 2018 STATENS HISTORISKA MUSEER

Arkeologerna

GAL Rapport 2018:08

Bildredigering och layout Lena Grandin*Tryck/utskrift* Uppsala 2018

Innehåll

Sammanfattning.....	5
Inledning	7
Bakgrund	7
Platsen.....	8
Uppdraget – frågeställningar	8
Material och provurval.....	8
Metoder.....	9
Okulär granskning av slagg, teknisk keramik och malm	9
Provtagning för datering	9
Provtagning slaggar.....	9
Provtagning järn	10
Petrografisk/metallografisk analys av slagg/järn i mikroskop.....	10
Totalkemisk analys av slagg.....	11
Keramiska analyser	12
Resultat.....	12
Resultatsammanfattning	12
Slagg	12
Metall	16
Material för datering.....	17
Vedartsanalys.....	17
Teknisk keramik – ugnsväggar	18
Kemiska analyser – resultat och en utblick.....	19
Några huvudämnen	20
Mangan och barium som fingeravtryck från malmen	20
Spårämnen.....	22
Varför manganhaltig malm?.....	23
Diskussion och reflektion	24
Referenser	25
Administrativa uppgifter	27
Bilagor.....	28
Bilaga 1. Översiktsplan som visar det undersökta slagghuset A4341	28
Bilaga 2. Rådata kemisk analys av slagg	30
Bilaga 3. Analys av slagg och metall i mikroskop.	31
Bilaga 4. Analys av ugnsväggar.....	44

IL Rapport 2018:08

Sammanfattning

Arkeometallurgiska analyser har gjorts av slagg, ugnsvägg och metall från en arkeologisk undersökning genomförd av Jönköpings läns museum inom Sandseryd RAÄ 459 i Jönköpings kommun. Vid undersökningen påträffades ett slaggvarp med slagger och ugnsvägg, men inte några rester efter någon ugn för järnframställning.

Platsen ligger strax öster om ett område med omfattande järnframställning i blästugn med slaggtappning under yngre järnålder-tidig medeltid. De nu genomförda analyserna visar att det aktuella materialet kommer från järnframställning i blästugn med slagguppsamlingsgrop, dvs. en annan teknik. Eftersom tekniken skiljer sig från den dominerande i området fanns hypoteser om att det nu kunde röra sig om en äldre framställning. En ¹⁴C-datering som gjordes efter denna rapports färdigställande på kol från slaggvarpet (ek och gran) gav dock oväntat en senare datering till medeltid.

Keramiska analyser visar att blästugnen var byggd av lera med god värmetålighet. Enligt vedartsanalyser av kol inneslutet i slaggen har ask använts som bränsle.

Ingen malm påträffades men analyser av slaggerna visar att malmerna som använts var manganrika limonitmalmer. Skillnader i slaggernas manganinnehåll antyder flera körningar i en eller flera ugnar. Det senare föreslås från analyserna av ugnsväggarna; i några finns fragment av äldre ugnsvägg som tyder på att flera ugnar har avlöst varandra på platsen, snarare än att ugnsväggarna har lagats.

Ingen metall är bevarad i det aktuella arkeometallurgiska materialet men metall som rostet selektivt visar att det ursprungligen var stål som producerades. Denna järnframställningsplats är därmed ytterligare en i raden där manganrik malm har använts och där stål har tillverkats.

Inledning

På uppdrag av Anna Ödeén, Jönköpings läns museum, har arkeometallurgiska analyser gjorts av slagg, ugnsvägg och metall från en arkeologisk undersökning inom Sandseryd RAÄ 459 i Jönköpings kommun. Jönköpings läns museum genomförde undersökningen under våren 2018. Den avsåg ursprungligen boplatslämningar men vid undersökningen påträffades ett slaggvarp med slagger och ugnsväggar, dock kunde inga rester efter någon ugn för järnframställning noteras inom den undersökta ytan. Det finns inga daterade anläggningar inom den nu aktuella RAÄ 459, men i närområdet (100–200 m) har, enligt uppdragsgivaren, en handfull boplatzanläggningar i form av hårdar och kokgropar daterats till bronsålder samt romersk järnålder. I uppdraget ingår därför att ur slaggerna plocka ut kolstycken för datering för att kunna tidsbestämma aktiviteten.

Huvuduppgiften med analysuppdraget är att kunna karaktärisera den järnframställning som lämnat spår; försöka avgöra vilken ugnstyp som har använts, hur denna varit konstruerad och av vilket material som ugnen var byggd. Dessutom finns frågeställningar om vilken malmtyp som har använts och om det är möjligt att spåra var råvaran hämtades. Om det finns metallrester i materialet ska det också analyseras för att se vilken kvalitet och materialegenskap det metalliska järnet har.

De keramiska analyserna och tolkning av dessa görs av Ole Stilborg (SKEA). Vedartsanalyser av utplockade kolstycken görs av Erik Ogenhall. Övriga analyser och tolkningar görs av Lena Grandin som också ansvarar för rapporten. Externa laboratorier som används för datering och kemiska analyser framgår av de administrativa uppgifterna.

Bakgrund

I Sandseryds socken har ett stort antal arkeologiska undersökningar genomförts av lämningar från järnframställning. Majoriteten av dessa lämningar uppvisar en mycket karaktäristisk struktur. På respektive järnframställningsplats, på sandig tallmo, finns som regel en nordsydlig placering av två blästugnar, i par, med slagg på varsin sida som skapat ett långsträckt slaggvarp, utbrett i nordsydlig riktning där ugnarna fått en central placering. Ugnarna är av typen schaktugn med slaggtappning. På många av platserna förekommer dessutom ytterligare anläggningar som hör till processen, t.ex. fällstenar för hopslagning och rensning av den framställda järnluppen. Även upplag av malm, i form av rostad rödjord är vanligt inom ytan för framställning, medan rostning av malmen antas ha skett närmare malmförekomsten – den närmast kända förekomsten är Dumme mosse strax väster om området. Även tillhörande kolningsgropar förekommer i anslutning till framställningsplatserna och är också mer utspridda i närområdet. Denna återkommande struktur är behandlad i flera sammanhang och har visat sig ha en utbredning i tid från yngre järnålder till medeltid (t.ex. Nordman 1989, 1994, 2014, Varenius 1987, 1990, Björck 1991, 1996, Lorentzon 2008, 2012).

Andra lokaler med järnframställning, eller slaggfynd, från äldre järnålder i området runt södra delarna av Vättern har sammanfattats av bland annat Kristensson (2007). Denna äldre järnframställning har skett i schaktugn med underliggande slagguppsamlingsgrop, dvs. en annan teknik än i de typiska slaggtappningsugnarna i Sandseryds socken. Inom ramen för denna rapport är det främst intressant att lyfta fram de platser varifrån jämförbara kemiska analyser har gjorts. Därför är ett område med järnframställning i Öggestorps socken i fokus. Där skedde järnframställning i övergången mellan yngsta bronsålder och äldsta järnålder. Ett urval av slaggar från järnframställningen där är analyserat (Grandin & Willim 2004). En mer nyligen undersökt lokal, sannolikt från romersk järnålder, med blästugn med slagguppsamlingsgrop varifrån slaggar har analyserats är i Domnaryd i Bankeryds socken (Englund & Grandin 2017).

Platsen

Den nu aktuella platsen förefaller preliminärt avvika från de så karaktäristiska järnframställningsplatserna i Sandseryds socken. Lokalen ligger i Sandseryds socken, men ca 1–2 km öster och sydöst om några av de tidigare undersökta järnframställningsplatserna (t.ex. RAÄ 186, 190 och 338). Istället för att vara placerad på en sandig tallmo ligger den på en fuktigare plats, i en mer lövskogsdominerad miljö, och omgivande lämningar har betydligt äldre dateringar; bronsålder samt romersk järnålder. Redan i fält kunde man dessutom konstatera att slaggen är av en annan typ än den så karaktäristiska tappslaggen. Med hjälp av det påträffade slaggharpets material finns därmed förutsättningar att studera järnframställning i en annan ugnstyp än den för området så typiska slaggtappningsugnen, och troligen också äldre.

Uppdraget – frågeställningar

Med utgångspunkt i materialet har uppdragsgivaren ställt upp några grundläggande frågeställningar kring det arkeometallurgiska materialet:

- Allmän karaktärisering av slaggen för att avgöra från vilket led i järnhanteringen de kommer
- Analyser av slaggar för att försöka spåra råvarans, dvs. malmens ursprung
- Karaktärisering av ugnsväggar för att se vilket material som använts för konstruktionen och om ugnarna lagats och återanvänts
- Eftersökning och utplockning av kolstycken ur slaggar för ¹⁴C-dateringar

Material och provurval

Det arkeometallurgiska material som sänts in för analys är ett urval gjort av uppdragsgivaren från slaggharpet A4341 (bilaga 1). Materialet utgörs av slaggar och ugnsväggsfragment.

Samtliga dessa har granskats okulärt (se metod). Ett urval har delats med såg för att man ska kunna studera ett tvärsnitt. Med utgångspunkt i

den okulära granskningen och de uppställda frågeställningarna valdes sedan prov för kemiska analyser och undersökning i mikroskop av polerade tunnslip av slagger, polerprov av metaller och för keramiska analyser (tunnslips- och termisk analys) av ugnsvägg. Dessutom gjordes ett urval för utplockning av kolprover för datering.

Det insända materialet är intaget med relation till slagggvarp A4341. Alla slagger och ugnsväggsbitar som behandlas mer i detalj har löpande numrerats prov 1 osv. I de fall som kolbitar har tagits ur en slagg som också beskrivs har slagg och kolprov fått samma nummer för att kunna relateras.

Metoder

Okulär granskning av slagg, teknisk keramik och malm

Slagger granskas inledningsvis okulärt och karaktäriseras med avseende på bland annat form och typ. Slagger karaktäriseras även med avseende på grad av magnetism. Ett urval delas och tvärsnittet undersöks för att få ytterligare information om sammansättning och om de är homogent eller heterogent uppbyggda. Den tekniska keramiken, dvs. i det här fallet ugnsväggsfragment, granskas på motsvarande sätt för att se uppbyggnad och eventuell kontakt med slagg och/eller metall.

Provtagning för datering

I slagg där träkol bedöms finnas, görs ytterligare delning för att inneslutna kolstycken som kan vara lämpliga för ¹⁴C-dateringar ska kunna plockas ut. Kolavtryck är vanligt i vissa typer av slagger men rester av kol är mer sällsynt. I vissa fall kan en del kolbitar ligga nära slaggens yta, men dessa plockas ut för datering enbart då de är tydligt omslutna av slagg som visar att kolstyckena är en del av processen och inte sekundärt fastkittade.

Provtagning slagger

Slagg från järnframställning 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 (se separat beskrivning).

Tunnslip tillverkas (externt av Axinit 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. Malmen har i sin tur fått sin sammansättning från den kemiska signatur som finns i den geologiska miljön där den är bildad. När det gäller reduktionsslagger är det därför viktigt att man endast analyserar material som är resultat av framställningsprocessen. Det innebär att andra komponenter såsom bränd lera från eventuella ugnsvägg 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. Motsvarande förbehandling görs även för smidesslagger.

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

Provtagning järn

Inga tydliga järnfynd fanns i detta material, däremot en del magnetiska klumpar eller magnetiska och rostiga klumpar på ugnsväggsbitar. Dessa delades på samma sätt som slaggar och det valda stycket sågades bort för ingjutning i plast.

Petrografisk/metallografisk analys av slaggh/järn i mikroskop

Slaggen (tunnslipet) undersöks i mikroskop för att man ska se hur den är uppbyggd bl.a. med avseende på dess mineralogiska sammansättning. Undersökning i mikroskop är också ett viktigt redskap för att särskilja järnframställningsslaggh från smidesslaggh då detta inte alltid är möjligt genom enbart okulär granskning. Slagghens utseende i mikroskala visar detaljer om slaggbildningen som kan avslöja under vilka temperatur- och syreförhållanden som den har stelnat. Detta i sin tur säger något om slaggen har bildats i eller utanför en ugn, eller i en hård, och om processen varit homogen eller heterogen.

Slaggh 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, mest masugn) 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 blästugnsslaggar och bildas vid reduktion av hematit och/eller magnetit, och reduceras själv till metalliskt järn. Om höga koncentrationer av wüstit förekommer är slagghens totala järnhalt vanligtvis också hög (och tvärt om). Glas utgör slagghernas "restsmälta" och kan därför variera kraftigt i sammansättning beroende på vilka mineral som tidigare kristalliserat, slagghernas totalsammansättning och avkylningsförlopp. Järnoxiden *magnetit*, Fe_3O_4 , kan förekomma i stället för wüstit om temperatur och/eller syretryck är tillräckligt högt och ibland förekommer ännu mer oxiderade järnfaser som *hematit/maghemit* (Fe_2O_3) på slagghens yta. Detta innebär att det är möjligt att särskilja slaggar som stelnat i eller utanför en ugn (bottenslaggh eller tappslaggh) eller avgöra om det är smidesslaggar. Även i masugnsslaggh är magnetit vanligt (där även pyroxen och wollastonit kan förekomma). Höga aluminiumhalter i kombination med höga kaliumhalter återfinns i

mineralet *leucit*, KAlSi_3O_8 , som i vissa slagger kan förekomma i stället för den vanliga glasfasen. Mineralens kornstorlekar är också betydelsefulla där finkorriga slagger visar snabb avkylning och grovkorriga långsam avkylning. Det senare visar vanligen på avsvaning inne i blästugnen.

Järnprov poleras och undersöks först med avseende på eventuellt slagginnehåll, därefter etsas järnet normalt 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 avsvaning 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 tjugoo 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 nitridämnen 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.

De petrografiska och metallografiska undersökningarna utförs i påfallande (planpolariserat) ljus för att identifiera materialets olika komponenter och texturella drag. Undersökningarna görs i ett Zeiss Axioskop 40A polarisationsmikroskop (upp till 500x förstoring) utrustat med integrerad datoransluten kamera (Zeiss AxioCam MRc5) för kontinuerlig digital dokumentation av analyserna.

Totalkemisk analys av slagg

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

I all slagg från järnframställning (reduktionsslagg) och smide dominerar järn och kisel och halterna är ett generellt mått på hur processen fungerat; lägre järnhalt innebär bättre utvinning ur malmen. Även innehållet av andra ämnen, t.ex. mangan, fosfor och flera spårämnen, vilka kan indikera malmens ursprung, är viktiga att analysera. När det gäller smidesslagg (sekundärsmide) kan hög järnhalt vara ett tecken på att metalliskt järn tillkommit till slaggen under smidet, medan 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.

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

Keramiska analyser

Provtagning och de analysmetoder som används för det keramiska materialet, omfattande mikroskopering av tunnslip och termisk analys, beskrivs utförligt i bilaga 4.

Resultat

Resultatsammanfattning

Hela det insända materialet har granskats okulärt. Det mesta, och de största bitarna, utgörs av ugnsvägsfragment medan resten är slagger i varierande storlek. Deras karaktäristiska drag sammanfattas här i kombination med resultat från de som har analyserats vidare.

De slagger och metallprover som har undersökts i mikroskop presenteras i detalj i bilaga 3. Resultaten från de kemiska analyserna (Bilaga 2) presenteras samlat för alla prover i eget avsnitt. Resultaten från de keramiska analyserna presenteras i bilaga 4.

Slagg

Slaggerna är i regel små (hela eller delar av större) men ett fåtal större slagger finns också. Bland de större (Fig. 1) finns delar av bottenslagger (prov 4 och 6); övriga mindre slagger är likartade i sin karaktär och är uppbyggda av mindre slaggsträngar (Fig. 2–3), eller i några fall också något större ansamlingar av slagg. Dessa former är karaktäristiska för slagger som har bildats i blästugn med ett underliggande slagguppsamlingsutrymme (slagguppsamlingsgrop). Det största noterade måttet, ca 10–12 cm i diameter är sannolikt betydligt mindre än den förväntade diametern för ugnen och slagguppsamlingsgropen. Denna bottenslagg har troligen inte fyllt upp gropen. Förekomsten av flera mindre slagger antyder att det är små mängder slagg som stelnat innan nästa slagg har runnit ner i gropen. På bottenytan på bottenslaggen ses flera små rännilar men högre upp i samma slagg finns större sammanhängande slaggvolym. Bottenytan på några av slaggerna har fastsmält grusigt material från slagguppsamlingsgropen vilket antyder hur denna sett ut.

Undersökningen i mikroskop (Bilaga 3) har visat ytterligare detaljer kring denna bildning i slagguppsamlingsgrop. I flera av slaggen, t.ex.

prov 1 (Fig. 4) ser man likheter i slaggsammansättning mellan de olika flödena, men skillnader i kornstorlek. Detta är karaktäristiskt då en större, flytande, slaggvolymer har runnit ner i små rännilar och där varje rännil har hunnit stelna innan nästa runnit fram över de föregående. Inledningsvis rinner små mängder slaggt ner i en grop. Där är det tillräckligt kallt för att slaggen ska stelna så fort att den blir finkornig i ytterkanten. I mer centrala delar behåller slaggen värmen något längre och kristalltillväxten fortgår och skapar en något grövre kornstorlek. Slaggen i prov 1 har dock inte växt till så mycket att en större bottenlagg har bildats. Det har dock skett i både prov 4 och 6, där också något större slaggvolymer finns. I prov 6 (Fig. 5) är det också en del skillnader i sammansättning mellan flödena; också det vanligt för denna typ av process.



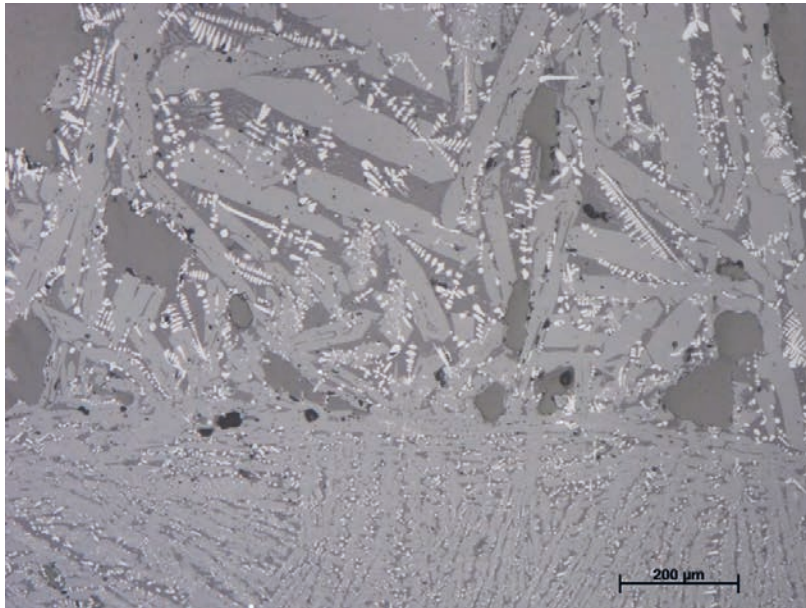
Figur 1. Bottenslagg (prov 6), något skålformad och med trögfluten, rostbrun överyta (se även bilaga 3).



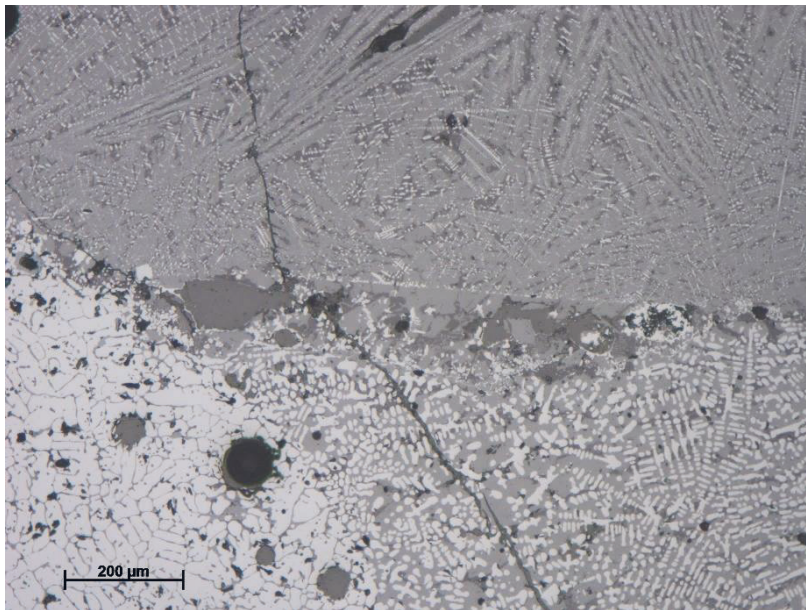
Figur 2. Prov 3, flera små slaggar uppbyggda av flera pålagrade slaggsträngar; och med flera kolavtryck (se även bilaga 3).



Figur 3. Prov 1, liten slagg med flera tunna slaggsträngar, i vänstra delen kolstycket som har provtagits för vedartsanalys och datering (se även bilaga 3).



Figur 4. Prov 1, foto från mikroskopet. Kontakt mellan två slaggsträngar med tydlig skillnad i kornstorlek. I både den finkornigare, nedre, och den något grovkornigare, övre, förekommer olivin (grå), wüstit (ljus grå) och en glasfas (mörkt grå). Jämför följande figur med skillnader i sammansättning.



Figur 5. Prov 6, foto från mikroskopet. Kontakt mellan tre slaggsträngar med tydlig skillnad i sammansättning. I den övre (finkornigare) och den nedre till höger förekommer olivin (grå), wüstit (ljus grå) och en glasfas (mörkt grå) men i olika proportioner. I slaggflödet nere till vänster dominerar dock den ljusa wüstiten. Jämför föregående figur med samma sammansättning men olika kornstorlek mellan slaggflödena.

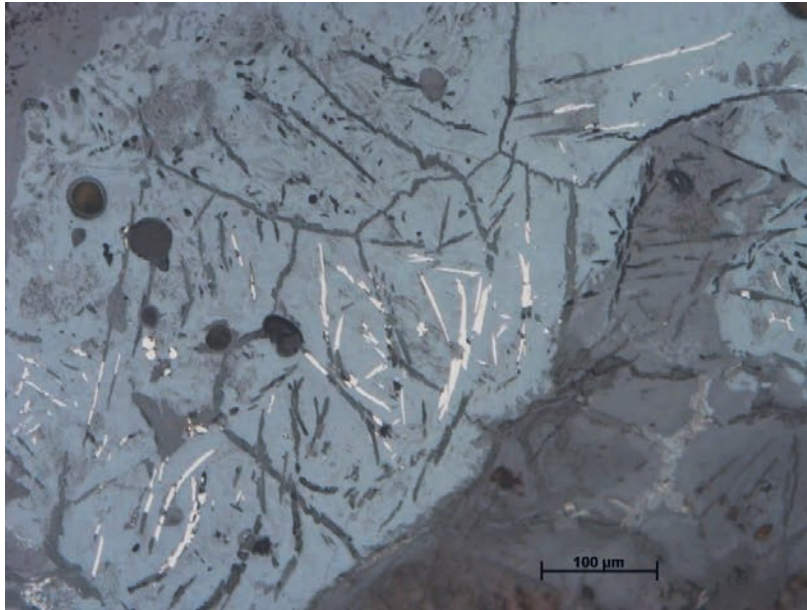
Metall

Vid genomgången av materialet noterades några kraftigt magnetiska, delvis rostfärgade, klumpar (Fig. 6), bl.a. på insidan av ugnsväggsbitar. Dessa valdes för analys då sådan kraftig magnetism normalt tyder på innehåll av metalliskt järn. Vid delning kunde dock ingen metall observeras med blotta ögat utan endast ett tämligen poröst, men bitvis rostigt material. Trots bristen på metall preparerades prover för metallografisk analys i mikroskop. Dessa analyser (Bilaga 3) visar att det som observerats okulärt mest är rost, men små mängder av metall kunde identifieras. Dessutom kunde en mycket karaktäristisk textur (Fig. 7) med mörkare grå lameller i en ljusare grå mellanmassa, noteras i det korroderade området. En del av lamellerna visade sig dessutom vara intakta. I den grå mellanmassan framträder dessutom vid hög förstoring en mycket finlamellär textur. Allt detta tyder på att det är perlit med cementitlameller, dvs. stål med en kolhalt på åtminstone 0,8 %, sannolikt upp mot 1 %.

Trots bristen på metall är det därmed möjligt att se att åtminstone stål har tillverkats i ugnen. I vilken omfattning dessa klumpar är representativa eller om även järn, utan kol, också har tillverkats är dock inte möjligt att avgöra.



Figur 6. Prov 2, delat snitt med huvudsakligen korroderat material. Den vänstra delen har provtagits för metallografisk analys. Kolstycket i nedre högra delen har provtagits för vedartsanalys och datering.



Figur 7. Prov 2. Foto från mikroskopet på polerad yta. Detalj som visar en textur med ljus grå bakgrund med mörkare grå lameller som bildar en korntextur. Detta är karaktäristiskt för stål bestående av perlit med cementitlameller i kornkontakterna. I några få lameller finns dessutom metall bevarat (vitt).

Material för datering

I samband med den okulära granskningen noterades flera kolavtryck. Även en del ytligt liggande kolstycken, som tydligt är omslutna av slagg och därmed hör till processen, observerades (Fig. 3). Efter delning kunde ytterligare träkolsbitar noteras; ibland flera stycken i samma slagg. Kolstyckena varierar något i storlek. Det största som har noterats är ca 30×25×>10 mm stort. Oftast är det svårt att avgöra deras utbredningar i tre riktningar. Det finns också kolstycken som är <10 mm stora.

Kolbitar har plockats ur slagg 1, 2, 3 och 4. Eftersom enskilda kolstycken kan särskiljas i slaggerna har de numrerats med A, B etc. när flera identifierbara prover valts ut. Samtliga är tydliga i slaggernas tvärsnitt, men mycket fragmentariska vid provtagning och spricker upp i tunna bitar vilket har påverkat vedartsanalysen.

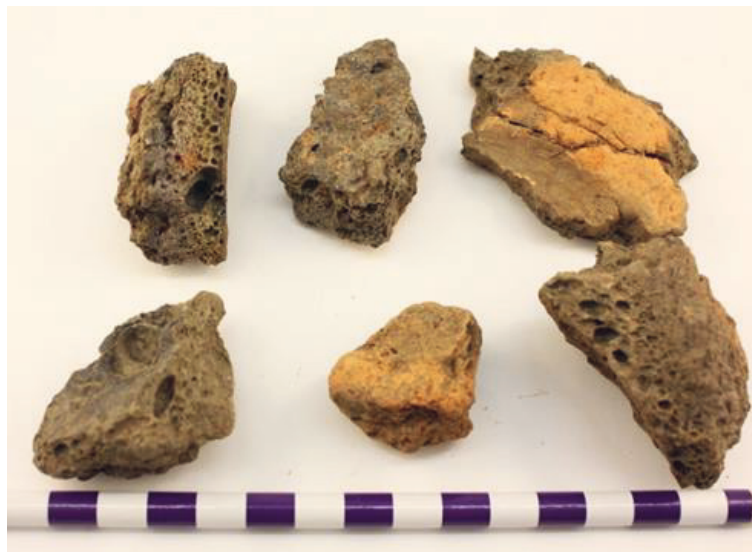
Vid dateringen visade sig dessa, förvånansvärt nog, inte innehålla mer än några mikrogram kol. Kolmängden i styckena var därmed så låg i respektive prov att det inte räckte för datering.

Vedartsanalys

Vedartsanalyser har gjorts av kolstycken från slaggar som också prioriterades för kemiska analyser. Eftersom samtliga kolprover är mycket tunna var det inte möjligt att avgöra deras egenålder. Samtliga undersökta prover är från lövträd. Prov 2 är sannolikt från ask; för de båda andra, prov 1 och 4A, är bedömningen något osäkrare, men troligen är också dessa ask.

Teknisk keramik – ugnsväggar

Ugnsvägsbitar dominerar i det arkeometallurgiska material som uppdragsgivaren valt ut för denna studie. Många av dem är i storleksordningen 1–2 dm med tjocklekar upp till ca 4–5 cm, medan andra är mindre. Ett gemensamt drag är att de är skiktvis uppbyggda med ett yttre skikt av rödbränd lera, följt av ett smält/förglasat skikt och vanligen ett skikt som är sammansmält med små mängder slagg. På någon finns också magnetiska klumpar på den sida som varit in mot ugnsschaktet. Vid delning visar sig dessa dock inte innehålla speciellt mycket metall. Enligt den makroskopiska bedömningen gjord av SKEA (bilaga 4), består godset i samtliga av en mellangrov, finsandig lera.



Figur 8. Fragment av ugnsvägg utvalda för analys Foto Ole Stilborg, SKEA.

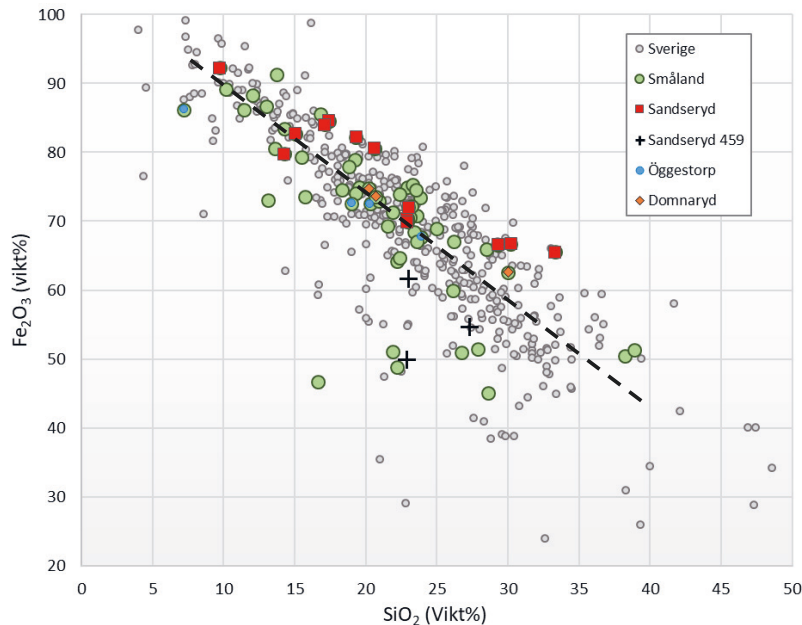
Ett provurval av sex mindre fragment (Fig. 8) studerades mer noggrant för att bedöma godset och väggens konstruktion (bilaga 4). De undersökta fragmenten uppvisar likheter som antyder att de härrör från likadant konstruerade ugnar. Inga spår efter lagningar har observerats och förglasningen av insidan är relativt tunn vilket tolkas som att ugnen har körts relativt få gånger. En intressant iakttagelse är att tre av de större fragmenten har bitar av äldre teknisk keramik som har utsatts för höga temperaturer – möjligen är dessa bitar från tidigare ugn(ar) (se figur 4 i bilaga 4).

På ett lågbränt fragment gjordes en termisk analys som visar att detta har nått en temperatur på 900–1000°C. Fortsatt upphettning visar att godset börjar smälta vid 1250°C är helt smält vid 1300°C, vilket är normalt för en lera av denna typ.

Två av de mindre fragmenten, med gods som makroskopiskt motsvarar godset även i de större ugnsvägsbitarna, valdes för tunnslipsanalyser (detaljer i bilaga 4). Analyserna visa att båda är en grov osorterad lera men med något olika sandinslag, eventuellt också med något olika värmepåverkan. Även om råmaterialet är likartat är tolkningen att de två bitarna kan komma från två olika ugnar.

Kemiska analyser – resultat och en utblick

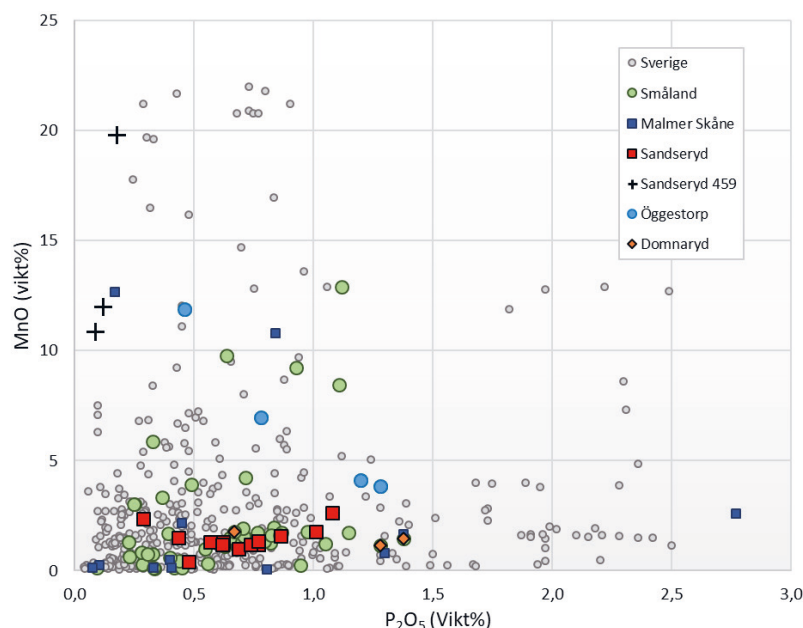
Resultaten från de totalkemiska analyserna återfinns i sin helhet i tabell i bilaga 2. Nedan presenteras resultaten för slagger från den nu undersökta järnframställningsplatsen med utgångspunkt i några utvalda huvudämnen och spårämnen. Tidigare analyser från närliggande järnframställningsplatser i samma socken, med utbredning i tid från yngre järnålder till medeltid, (som RAÄ 186, 190 och 338; Englund & Grandin 2002, Grandin 2009 och 2018) används också som jämförelse för att få en uppfattning om likheter och/eller skillnader inom närområdet. Analyser av slagger från två lokaler med äldre järnframställning, i blästugn med slagguppsamlingsgrop, ingår också som jämförelse för att bredda bilden. Den ena av dessa ligger längre österut i Öggestorps socken, den andra mot nordväst i Bankeryds socken (Grandin & Willim 2004, Englund & Grandin 2017). För att få ytterligare perspektiv på hur slagger från järnframställning kan variera, refereras också till slagger från andra lokaler i Småland samt från hela Sverige, oavsett om det är äldre eller yngre järnålder, eller medeltid. Ett fåtal malmer finns också för jämförelse. Referensdata är huvudsakligen hämtade från GALs databas.



Figur 9. Innehållet av kisel (som SiO_2) och järn (som Fe_2O_3) i slaggerna från Sandseryd RAÄ 459 jämfört med tidigare analyserade slagger från Sandseryds socken (RAÄ 186, 190 och 338), Öggestorps socken och Domnaryd i Bankeryds socken. Även andra analyserade reduktionsslagger från Småland och hela Sverige finns med som referens (Data från GALs databas). De nu aktuella slaggerna har lägre järnhalt än många andra slagger med samma kiselhalt (hamnar nedanför den schematiskt dragna linjen). Det beror på att de också innehåller mycket mangan (se följande figur).

Några huvudämnen

Järn och kisel är de ämnen som vanligen dominerar i slagger från blästjärnstillverkning och är generellt ett mått på utbytet av järn – ju lägre järnhalt i slaggen desto bättre utvinning. Alla tre analyserade slagger domineras av järn (50–62 %, angivet som Fe_2O_3 i tabell i bilaga 2; Fig. 9). I övrigt förekommer kisel (23–27 % SiO_2). De som har högre järnhalt är de som har lägre kiselhalt. Samtliga tre slagger har betydligt lägre innehåll av Fe_2O_3 än vad som är vanligt för denna slaggtyp (t.ex. slaggerna från Öggestorp och Domnaryd). Deras innehåll av SiO_2 är dock inte högre i motsvarande utsträckning. Skillnaden förklaras främst av deras ovanligt höga innehåll av mangan (11–20 % MnO ; tabell i bilaga 2).



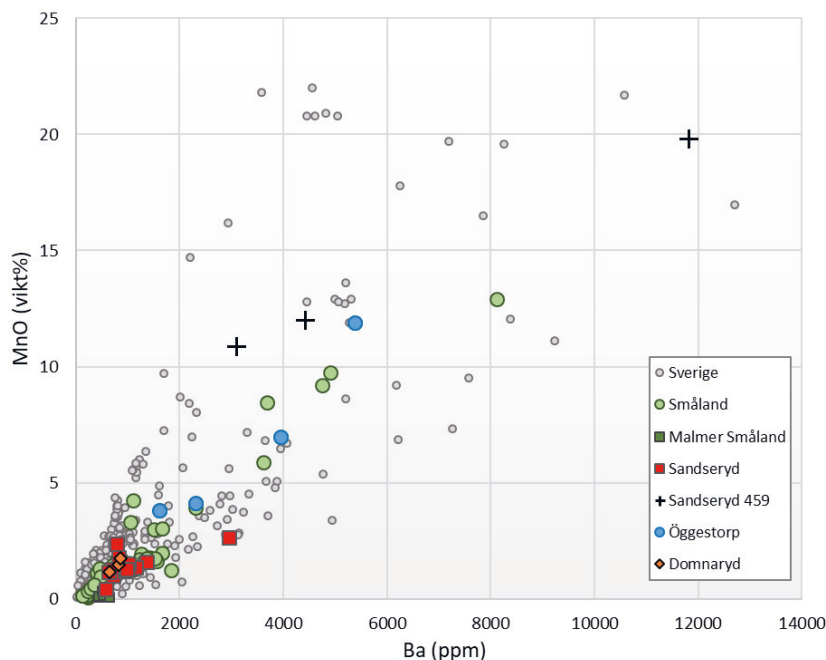
Figur 10. Innehållet av mangan (som MnO) och fosfor (som P_2O_5) i slaggerna från Sandseryd RAÄ 459 jämfört med tidigare analyserade slagger från Sandseryds socken (RAÄ 186, 190 och 338), Öggestorps socken och Domnaryd i Bankeryds socken. Även andra analyserade reduktionsslagger från Småland och hela Sverige finns med som referens (Data från GALs databas). De nu analyserade tillhör de med högst manganinnehåll.

Mangan och barium som fingeravtryck från malmen

Mangan är vanligt förekommande i limonitiska malmer, dvs. sjö- och myrmalmer; i Småland finns exempel på sjömalmer med tiotals viktsprocent MnO , bl.a. sjöarna Furen, Bolmen och Vidöstern i södra Småland, samtidigt som det finns andra exempel på manganfattiga malmer. Det innebär att också halterna kan förväntas variera kraftigt i slagger. Sådan variation kan ses i reduktionsslagger från blästugnar från stora delar av Sverige (Fig. 10) där halter på 5–10 % är tämligen vanligt, och enstaka exempel på ännu högre mangan förekommer. De tre nu analyserade slagger tillhör de som har högst manganhalt (11–20 %

MnO). Intressant nog har samtliga tidigare analyserade slaggar från Sandseryd betydligt lägre innehåll av mangan (mestadels <2,5 % MnO). Detsamma gäller för malm från dessa järnframställningsplatser. Slaggar från Öggestorp har varierade manganhalter, där en når upp till ca. 12 %, vilket är i nivå med de lägsta nu analyserade (Fig. 10). Samma slagga från Öggestorp avviker dock med betydligt högre innehåll av järn (Fig. 9).

Fosfor är också en vanlig komponent i många limonitiska malmer vilket också avspeglas i förekommande fall i slaggena. I de nu analyserade slaggena är dock fosforinnehållet genomgående lågt (0,1–0,2 % P_2O_5). Detta är också betydligt lägre än i andra slaggar från Sandseryd, och i de från Öggestorp och Domnaryd som når upp i halter i storleksordningen 1 % (Fig. 10). De nu analyserade slaggena skiljer sig därmed från dessa även i detta avseende.



Figur 11. Innehållet av mangan (som MnO) och barium (Ba) i slaggena från Sandseryd RAÄ 459 jämfört med tidigare analyserade slaggar från Sandseryds socken (RAÄ 186, 190 och 338), Öggestorps socken och Domnaryd i Bankeryds socken. Även andra analyserade reduktionsslaggar från Småland och hela Sverige finns med som referens (Data från GALs databas). Axlarna är något beskurna – ännu något högre halter av både MnO och Ba finns. De nu analyserade uppvisar högre MnO för högre Ba.

Med tanke på att manganhalterna skiljer sig åt inbördes mellan de nu analyserade slaggena är det intressant att diskutera om det är en variation som kan förväntas inom en malmtäkt. Detta kan belysas med hjälp av spårämnet barium. Det är ett ämne som vanligen är kopplat till mangan i rödjordar och sjö- och myrmalmer. Det innebär att ju högre innehåll malmen har av mangan desto högre bariuminnehåll förväntas

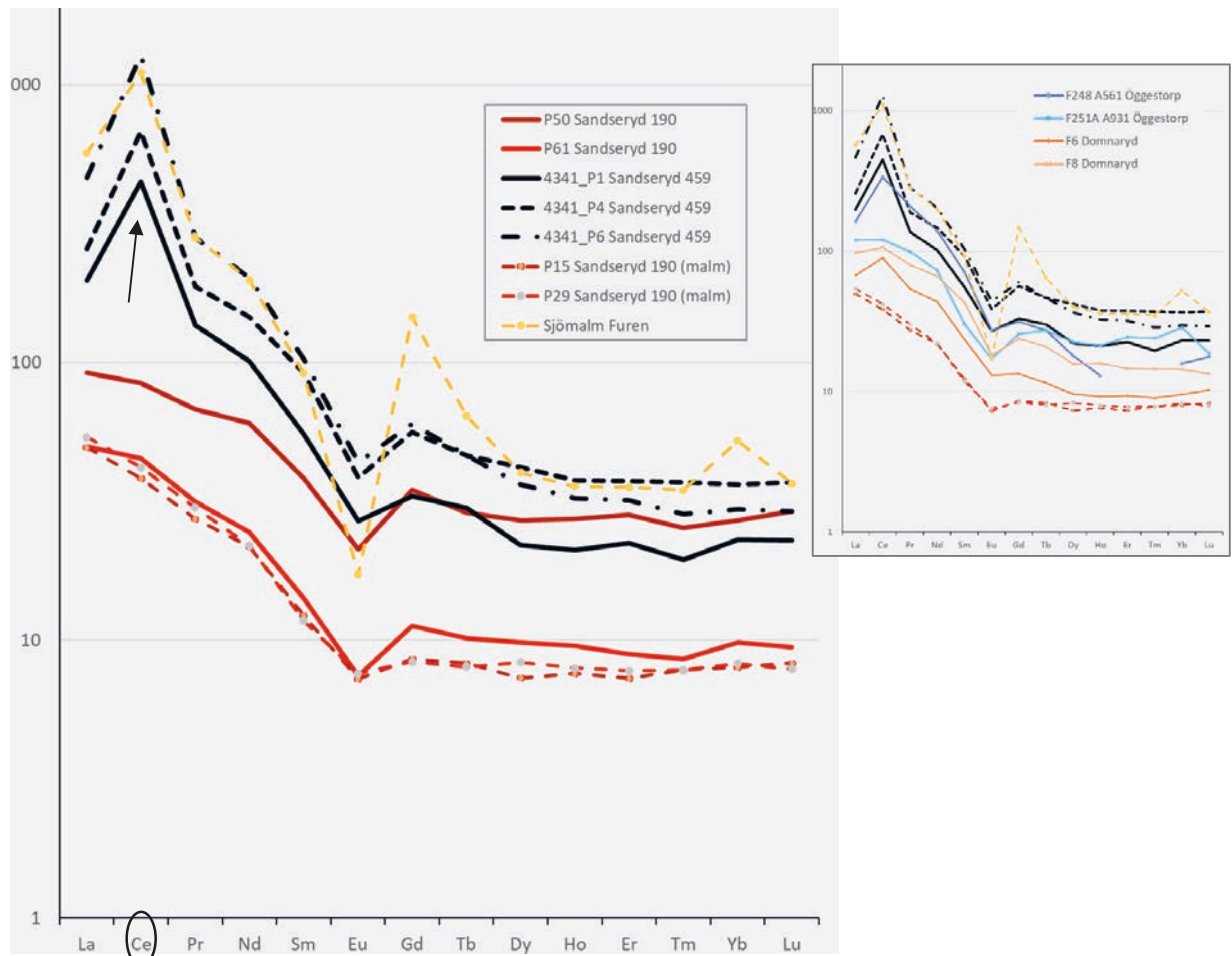
också; ett förhållande som i stora drag också är av den bildade slaggen (Fig. 11). Förhållandet mellan de båda kan dock vara olika i olika malmer, eller i olika regioner. För de tre nu analyserade slaggerna från RAÄ 459 ökar bariumphalten (från drygt 3000 till knappt 12000 ppm) med ökande mangan (från 11 till 20 % MnO). Slaggerna från de andra lokalerna i Sandseryd (mellan dessa finns också skillnader som behandlas mer utförligt av Grandin 2018), respektive Öggestorp uppvisar också en ökning, men med något olika proportioner mellan de båda ämnena vilket ytterligare antyder att det rör sig om olika malmtäkter som använts av de olika järnframställningsplatserna.

Spårämnen

Några spårämnen som är av betydelse för att kunna urskilja olika malmbildningsområden är de sällsynta jordartsmetallerna lantan (La) till lutetium (Lu) (REE – Rare Earth Elements). Proportionerna mellan dessa bevaras från bergarten varifrån malmen har bildats genom flera processer som vittring och utfällning, och ärvs så småningom av slaggen. Den signatur som dessa uppvisar är därmed en god indikation på släktskap mellan slaggar, respektive mellan slaggar och malmer. Dessa spårämnen kan dels behandlas som grupp där deras totala halter är intressanta, dels kan inbördes förhållanden mellan dem jämföras. Det generella mönster som framträder (Fig. 12) visar att de tre nu analyserade slaggerna har likartat mönster, men något varierande totala halter, precis som deras totala halter av mangan och barium varierar. Likheten i proportionerna mellan REE styrker antagandet om en malmtäkt med inbördes variationer.

Likheten mellan de tre slaggerna framträder ännu tydligare när man jämför med såväl slaggar som malmer från de andra undersökta lokalerna i Sandseryds socken (Fig. 12). Som exempel, för en nyligen undersökt och analyserad lokal (RAÄ 190) framträder inbördes samma mönster av REE för både slaggar och malmer, som visar deras släktskap (Fig. 12). Men, dessa avviker markant från de nu analyserade slaggerna. Även slaggerna från Domnaryd skiljer sig från de nu aktuella från Sandseryd RAÄ 459. Bland slaggerna från Öggestorp kan en variation noteras där en slagg, den med högst manganhalt, har en del likheter i REE med slaggerna från Sandseryd RAÄ 459. Som vi noterat tidigare skiljer den sig dock i många andra avseenden.

En malm i databasen uppvisar dock likheter i REE-sammansättning. Det är en sjömalms från sjön Furen, vilken också har höga manganhalter. Det innebär dock inte att vi ska göra tolkningen att järnframställningen har skett med användandet av denna malm, däremot kan vi förvänta oss att det varit en liknande malm. Det som är mest uppenbart är att trots att den nu undersökta järnframställningen i Sandseryd och de tidigare undersökta yngre järnframställningsplatserna i Sandseryd med slaggtappningsugnar, ligger geografiskt nära varandra har inte samma malmtäkt använts!



Figur 12. Sällsynta jordartsmetaller (REE) i de nu analyserade slaggerna (svarta linjer). Som jämförelse visas ett urval slagger (röda linjer) och malmer (streckade röda linjer) från Sanderyd RAÄ 190. Dessutom visas en malm från sjön Furen (streckat gult). Värdena är kondritnormaliserade och y-axeln är logaritmisk. Slaggerna från Sanderyd RAÄ 459 har högre totalhalter av REE än slagger och malmer från Sanderyd RAÄ 190 (olika nivå på kurvorna). De skiljer sig också från varandra vad gäller förekomst av cerium (Ce) i förhållande till övriga ämnen. I de från RAÄ 459 ses en kraftigare topp för cerium (positiv anomali, vid pilen) som saknas för de övriga. Endast sjömalmen från Furen visar likartad bild. I det infüllda diagrammet visas också ett urval av slagger från Öggestorp och Domnaryd, som också skiljer sig från de nu aktuella slaggerna.

Varför manganhaltig malm?

I det material av slagger och malmer som har analyserats från stora delar av Sverige kan man notera att det är vanligare med låga manganhalter än höga (Fig. 10–11). Men, höga manganhalter har visat sig förekomma på många platser med blästjärnstillverkning, och dessutom fördelat över landet. Beror det enbart på att det var den enda malm som fanns tillgänglig eller har det funnits andra anledningar? Frågan om varför manganrika järnmalmer har använts under stora delar av järnåldern har nyligen behandlats av Hjärthner-Holdar m. fl. (2018). Manganförekomst är generellt gynnsamt för ståltillverkning

eftersom en högre manganhalt underlättar kolupptaget i det metalliska järnet som utvinns. Efter en genomgång av flera lokaler, daterade alltifrån romersk järnålder till vikingatid i södra Sverige visade studien (Hjärthner-Holdar m. fl. 2018) att det fanns stål i metallavfall tillsammans med slaggar med höga manganhalter, ibland på samma nivå som de nu analyserade slaggerna. Dessutom visade det sig att många av platserna hade varierade manganhalter, och också rester av både kolfritt järn och stål. Det senare motiverade tolkningen att järnframställarna valde malm beroende på om ett mjukare järn eller hårdare stål skulle tillverkas (Hjärthner-Holdar m. fl. 2018).

Hur kan vi koppla denna studie till de nu analyserade slaggerna som genomgående har höga, men varierade, manganhalter? Vid genomgången av det samlade materialet noterades några kraftigt magnetiska, delvis rostfärgade, klumpar (Fig. 6). Förvånande nog kunde ingen metall observeras med blotta ögat men när proverna slipats och polerats framträdde en mycket karaktäristisk textur (Fig. 7) vid hög förstoring i mikroskopet; en textur som är typisk för perlit med cementitlameller, dvs. stål med en kolhalt på åtminstone 0,8 % sannolikt upp mot 1 %. Trots bristen på metall har det därmed varit möjligt att se att åtminstone stål har tillverkats i ugnen (eller ugnarna), dvs. i överensstämmelse med de höga manganhalterna.

Diskussion och reflektion

De nu genomförda analyserna visar att materialet kommer från järnframställning i blästugn med slagguppsamlingsgrop. Blästugnen var byggd av en mellangrov, finsandig lera med god värmetålighet. Fragment av äldre ugnsväggar finns i flera av de undersökta ugnsväggsbitarna och antyder, tillsammans med något olika gods, att flera ugnar har funnits. Möjligen har nya ugnsschakt ersatt äldre över samma slagguppsamlingsgrop snarare än att väggarna har lagats.

De analyserade reduktionsslaggerna är manganrika eller till och med extremt manganrika. Den skillnad som noterats mellan lägsta och högsta manganhalt antyder vidare att slaggerna kommer flera körningar, vilket därmed ger ytterligare stöd till observationen från ugnsväggarna om upprepad framställning.

Ingen metall är bevarad i det aktuella arkeometallurgiska materialet men metall som rostet selektivt visar att det ursprungligen var stål som producerades. Denna järnframställningsplats är därmed ytterligare en i raden i södra och mellersta Sverige där manganhaltig(rik) malm har använts och där stål har tillverkats.

Vedartsanalyser av kolstycken som är inneslutna i slaggerna visar att åtminstone träslaget ask har använts som bränsle. Vid dateringen visade sig dessa, förvånansvärt nog, inte innehålla mer än några mikrogram kol. Kolmängden i styckena var därmed så låg i respektive prov att det inte räckte för datering.

Uppdragsgivaren valde därför ut kol (ek och gran) från slaggvarpet för ytterligare ett försök till datering. Resultaten, som var klara efter färdigställandet av den arkeometallurgiska analysrapporten, visar en

senare datering än förväntat, till medeltid (Ua-61069: 690± 31 BP). I det närliggande området med slaggtappning finns dateringar in i medeltid och om båda teknikerna har använts samtidigt är det intressant ur mer övergripande perspektiv, t.ex. vad gäller organisation. Denna fråga diskuteras dock inte vidare inom ramen för denna rapport.

Resultaten från denna undersökning visar sammantaget att järnframställningsplatsen skiljer sig markant från den närliggande järnframställningen i samma socken. Olika ugnstyper och tekniker är använda, olika träslag är utnyttjat som bränsle och malm har tagits från skilda malmtäkter.

Referenser

- Björck, N. 1991. Den lågtekniska järnhanteringen i södra Vätterbygden. En studie av en regions vikingatida och tidig medeltida järnhantering. Umeå Universitet. Uppsats för C1 i arkeologi. Umeå universitet, Institutionen för arkeologi.
- Björck, N. 1996. Vad har bosättningsmönster under mellaneneolitikum och lågteknisk järnhantering gemensamt? Centrum och periferi – relativa begrepp som analytiska redskap. Kontaktstencil 39. Arkeologi i centrum och periferi. Fællesnordisk Råd for Arkæologistuderende, 65–89. Umeå.
- Englund, L-E. & Grandin, L. 2002. Järnframställning i parblästa. Hedenstorp, RAÄ 186, Sandseryds sn, Småland, Kronobergs län. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 1-2002*. Uppsala.
- Englund, M. & Grandin, L. 2017. En blästplats vid Domnaryd. Arkeometallurgiska analyser av järn och slagg. Jönköpings län, Småland, Jönköpings kommun, Bankeryds socken, Objekt Domnaryd BLO11. Rapport 2017:66. *Geoarkeologisk undersökning. Arkeologerna, Statens historiska museer*.
- Grandin, L. 2018. Järnframställning i Sanderyd (RAÄ 190). Analys av arkeometallurgiskt material. Jönköpings län, Småland, Jönköpings kommun, Sandseryds socken RAÄ 190:1, Hedenstorp 1:3 GAL RAPPORT 2018:07. *Geoarkeologisk undersökning. Statens historiska museer. Arkeologerna. Geoarkeologiskt Laboratorium*. Uppsala.
- Grandin, L. med bidrag av Stilborg, O. & Jonsson, E. 2009. Järn för avsalu. En järnframställningsplats bland många andra i en omfattande organiserad produktion i området kring Axamo och Dumme mosse – arkeometallurgiska analyser. Småland, Jönköpings län, Sandseryds socken, Hedenstorp 1:3, fornlämning 338. *UV Uppsala Rapport 2009:16. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. Avdelningen för arkeologiska undersökningar. Geoarkeologiskt Laboratorium*. Uppsala.
- Grandin, L. & Willim, A. 2004. Järnframställning under äldre järnålder. Öggestorps sn, Jönköpings län, Småland. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 6-2004*. Uppsala.

- Kristensson, A. 2007. Tidig järnhantering i södra Vätterbygden. I: Häggström, L. (red.). *Öggestorp och Rogberga. Vägar till Småländsk förhistoria*. Jönköpings läns museum, 255–300.
- 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.
- Lorentzon, M. 2008. Järn, slagg och snö vid fornlämning 186. Undersökning av fornlämning 186, järnframställningsplats, inför byggnation inom Hedenstorp 1:3 m.fl. Sandseryds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2008:23.
- Lorentzon, M. 2012. Järnframställning och kolning vid Axamo flygplats. Arkeologisk förundersökning och undersökning av RAÄ 403-411, inför byggnation och utvidgning av Axamo flygplats, Sandseryds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2011:20.
- Nordman, A-M. 1989. Arkeologisk rapport Jönköpings läns museum.
- Nordman, A-M. 1994. Dubbelugnar i Axamo. Jernkontorets Bergshistoriska Utskott, H 55, 69–77. Stockholm.
- Nordman, A-M. 2014. Blästbruk på Axamo. Arkeologisk undersökning av Sandseryd RAÄ 171 med fler inom Axamo industriområde, Sandseryds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2014:15.
- Varenius, B. 1987. Lågteknisk järnhantering i Tabergsområdet. Jönköpings läns historia. Småländska kulturbilder. Jönköping.
- Varenius, B. 1990. Lågteknisk järnhantering i södra Vätterbygden. Jernkontorets Bergshistoriska utskott, H 46, 3–13. Stockholm.

Administrativa uppgifter

SHMM:s dnr: 515-00712-2018.

Länsstyrelsens dnr: 431-1302-2018.

Jönköpings läns museums dnr: 36/2018

SHMM:s projektnr: 720614043.

Undersökningstid: höst 2018.

Projektgrupp: Lena Grandin och Erik Ogenhall (granskning, vedartsanalys).

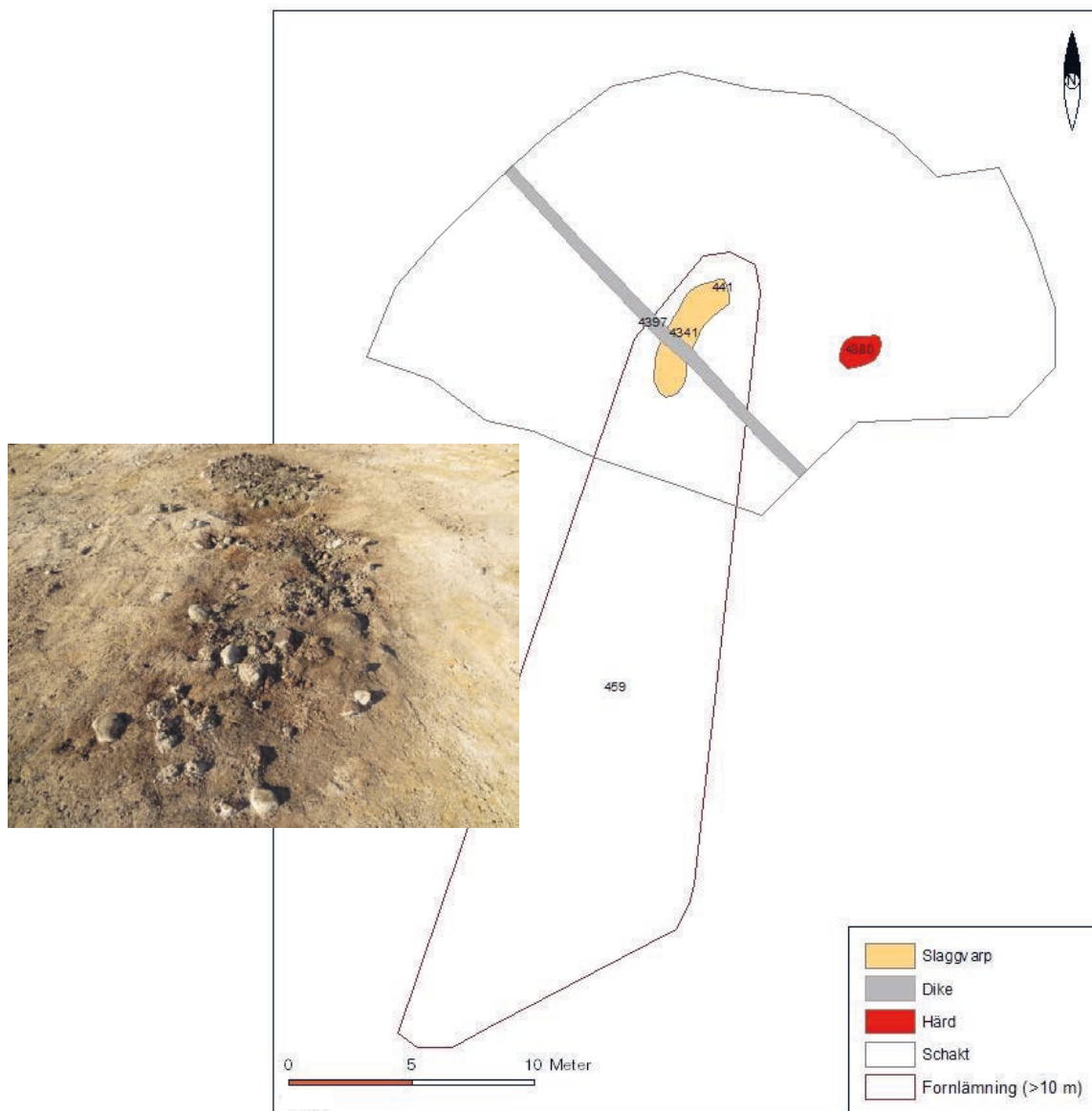
Underkonsulter: Axinit Bratislava (tunnslip), ALS minerals (kemi), SKEA (keramisk analys).

Foto: Lena Grandin, om inget annat anges.

Bilagor

Bilaga 1. Översiktsplan som visar det undersökta slagghvarpet A4341 från RAÄ 459, Sandserys socken, Jönköpings län. Infällt foto (från norr) visar slagghvarpet.

Tillhandahållen av uppdragsgivaren, Jönköpings läns museum.



Bilaga 2. Rådata kemisk analys av slagg

Plats		Sandseryd 459	Sandseryd 459	Sandseryd 459
Prov		4341_P1	4341_P4	4341_P6
SiO ₂	%	27,30	23,00	22,90
TiO ₂	%	0,09	0,06	0,07
Al ₂ O ₃	%	6,03	5,08	5,14
Fe ₂ O ₃	%	54,60	61,60	49,90
MnO	%	12,00	10,85	19,80
MgO	%	0,22	0,14	0,21
CaO	%	0,77	0,62	1,63
Na ₂ O	%	0,74	0,48	0,70
K ₂ O	%	1,44	0,87	1,42
Cr ₂ O ₃	%	0,007	0,011	0,010
P ₂ O ₅	%	0,12	0,09	0,18
SrO	%	0,04	<0,01	0,04
BaO	%	0,53	0,34	1,32
C	%	0,11	0,07	0,02
S	%	0,03	0,04	0,04
Loss	%	-5,23	-4,99	-4,98
Sum	%	98,66	98,15	98,34
Li	ppm	10	<10	20
Sc	ppm	3	4	2
V	ppm	48	104	41
Cr	ppm	<10	20	<10
Co	ppm	15	26	24
Ni	ppm	7	13	12
Cu	ppm	9	6	4
Zn	ppm	27	36	15
Ga	ppm	13,6	13,1	21
Ge	ppm	<5	<5	<5
As	ppm	0,6	0,6	0,5
Se	ppm	<0,2	0,2	0,3
Rb	ppm	40,2	25,8	37,6
Sr	ppm	100,5	82,1	154,5
Y	ppm	29,8	53,7	45,4
Zr	ppm	73	56	61
Nb	ppm	3,1	1,9	2,6
Mo	ppm	2	4	2
Ag	ppm	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	ppm	<0,5	<0,5	<0,5
In	ppm	0,005	<0,005	<0,005
Sn	ppm	1	1	1
Sb	ppm	0,06	0,05	<0,05
Te	ppm	0,09	<0,01	0,01
Cs	ppm	0,41	0,18	0,28
Ba	ppm	4430	3100	>10000
La	ppm	48,3	62,8	113,5
Ce	ppm	285	432	817
Pr	ppm	13,1	18,05	27,1
Nd	ppm	47,9	69,3	96
Sm	ppm	8,51	14,15	15,9
Eu	ppm	1,56	2,24	2,53
Gd	ppm	6,74	11,45	12,3
Tb	ppm	1,12	1,73	1,73
Dy	ppm	5,59	10,65	9,25
Ho	ppm	1,2	2,14	1,84
Er	ppm	3,71	6,22	5,3
Tm	ppm	0,5	0,95	0,73
Yb	ppm	3,81	6	4,9
Lu	ppm	0,58	0,94	0,74
Hf	ppm	1,7	1,1	1
Ta	ppm	0,2	0,1	<0,1
W	ppm	1	1	<1
Re	ppm	0,001	0,002	0,001
Hg	ppm	0,006	<0,005	<0,005
Tl	ppm	0,04	0,03	0,02
Pb	ppm	16	13	22
Bi	ppm	0,07	<0,01	<0,01
Th	ppm	3,34	4,33	3,19
U	ppm	1,36	1,85	1,54

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

Bilaga 3. Analys av slagg och metall i mikroskop.

Prov 1

Liten, oregelbunden slagg med ett fåtal tunna slaggsträngar i flera riktningar (Fig. 3:1). Även i delat tvärsnitt kan flera slaggsträngar och kontakterna mellan dem urskiljas. Slaggen varierar något i porositet men förefaller vara homogen i sammansättning (Fig. 3:2). I slaggens ytterkant, men tydligt omslutet av slaggen, finns ett kolstycke (Fig. 3:3). Detta har valts ut för vedartsanalys och datering.



Figur 3:1. Prov 1, liten slagg med flera tunna slaggsträngar.



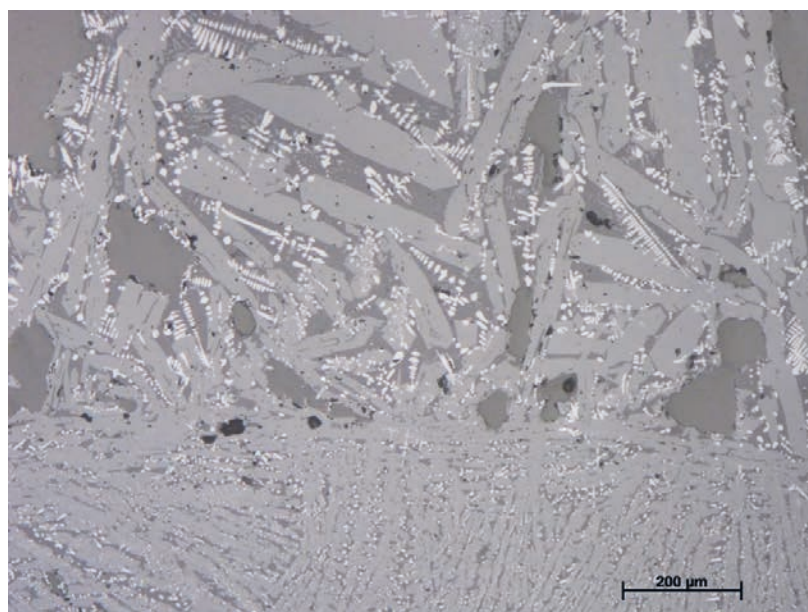
Figur 3:2. Prov 1, liten slagg med flera tunna slaggsträngar, delat snitt som har analyserats.



Figur 3:3. Prov 1, liten slagg med flera tunna slaggsträngar, i vänstra delen kolstycket som har provtagits för vedartsanalys och datering.

I mikroskop framträder också de olika slaggsträngarna tydligt, liksom kontakterna mellan dem. Kontakterna ses främst med hjälp av skillnader i kornstorlek. Varje slaggsträng har avtagande kornstorlek mot de yttre delarna; främst det som kan definieras som överyta på respektive slaggsträng. Sammansättningen är dock mycket likartad i alla slaggsträngar (Fig. 3:4). De innehåller olivin, wüstit och en glasfas samt enstaka små droppar av metalliskt järn.

Skillnaderna i kornstorlek, men likheterna i slaggsammansättning, tyder på att slagg från en större slaggvolymer har runnit fram i små rännilar där varje rännil har hunnit stelna innan nästa runnit fram över de föregående. Detta är karaktäristiskt för slaggar som bildas etappvis i en underliggande slagguppsamlingsgrop; inledningsvis rinner små mängder slagg ner i en grop. Där är det tillräckligt kallt för att slaggen ska stelna så fort att den blir finkornig i ytterkanten. I mer centrala delar behåller slaggen värmen något längre och kristalltillväxten fortgår och skapar en något grövre kornstorlek. Denna slagg har dock inte växt till så mycket att en större bottenlag har bildats.



Figur 3:4. Prov 1, foto från mikroskopet. Kontakt mellan två slaggsträngar med tydlig skillnad i kornstorlek. I både det finkornigare, nedre, och det något grovkornigare, övre, förekommer olivin (grå), wüstit (ljus grå) och en glasfas (mörkt grå).

Prov 2

Liten, oval, svagt magnetisk rostig klump med kolstycke i yttre delar (Fig. 3:5). Vid delning framträder främst ett korroderat snitt, något poröst med en del ljus grå ytor. Ingen metall kan observeras med blotta ögat. Kolstycke (Fig. 3:6) i ytterkanten har valts ut för vedartsanalys och datering.



Figur 3:5. Prov 2, oregelbundet oval, magnetisk klump.

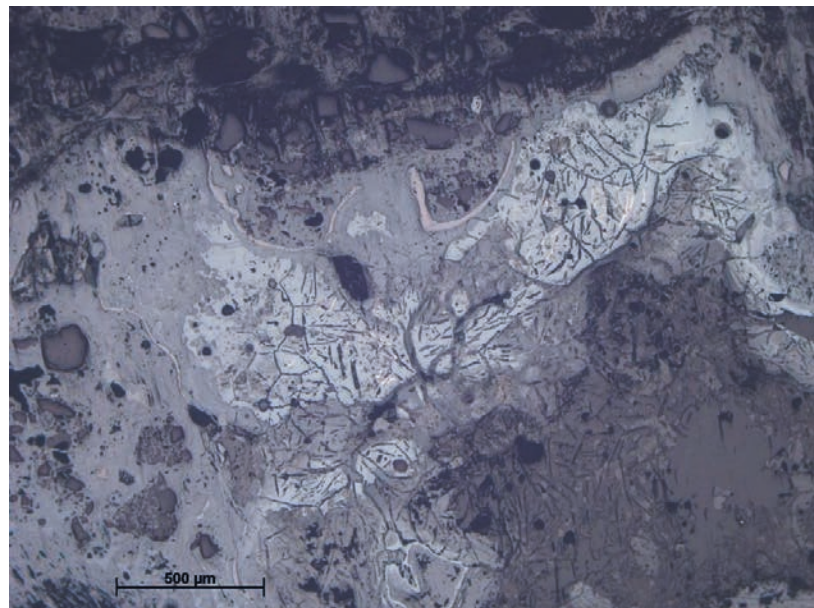


Figur 3:6. Prov 2, delat snitt med huvudsakligen korroderat material. Den vänstra delen har provtagits för metallografisk analys. Kolstycket i nedre högre delen har provtagits för vedartsanalys och datering.

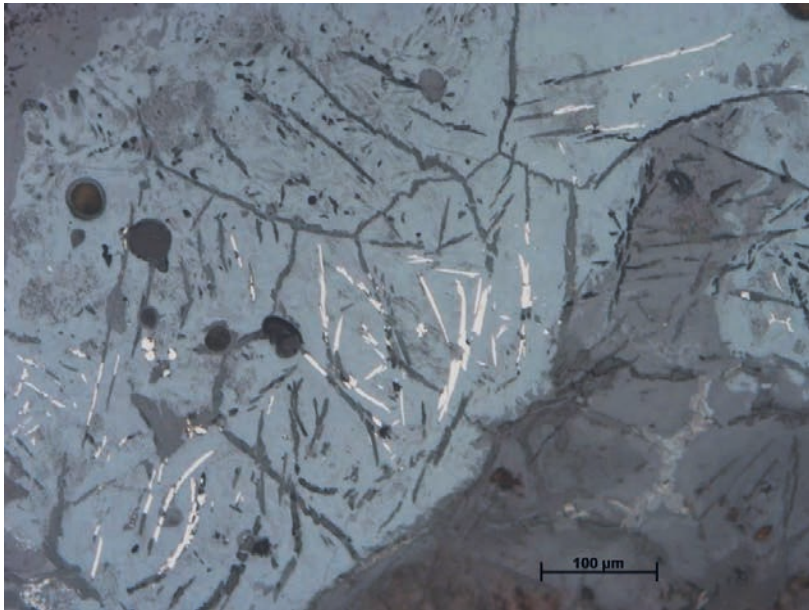
I mikroskop ses att stora delar av klumpen utgörs av korrosionsprodukter (Fig. 3:7). I ytterkanterna finns också en del fastkittat material (sand och kolstycken) och i centrala delar en del hålrum. Den korroderade delen uppvisar dock olika komponenter. I materialet ses bl.a. en textur med ljust grå bakgrund med mörkare grå lameller som bildar en korntextur (Fig. 3:7). Detta är karaktäristiskt för stål bestående av perlit med cementitlameller i kornkontaktarna. I några få lameller finns dessutom metall bevarat (Fig. 3:8) vilket ytterligare talar för att det rör sig om korroderad metall. I anslutning till den korroderade metallen finns dessutom områden med slagg som huvudsakligen består av olivin och en glasfas; en sammansättning som är vanlig i kombination med stål (dvs. utan wüstit). I centrala delar av klumpen finns en avvikande småkornig (10–30 mikrometer) textur med vad som sannolikt är järn(hydr)oxider som ställvis också ligger i kontakt med något kantigare former av metalliskt järn. Det är dock något osäkert om järn(hydr)oxiderna är rester från malmen eller sekundärt bildad rost.

Längs ytterkanter på de korroderade metallområdena finns också sporadiskt en tunn (ca 20–25 mikrometer) kant av järnoxider (Fig. 3:9) vilka antyder att klumpen har stelnat i oxiderande miljö.

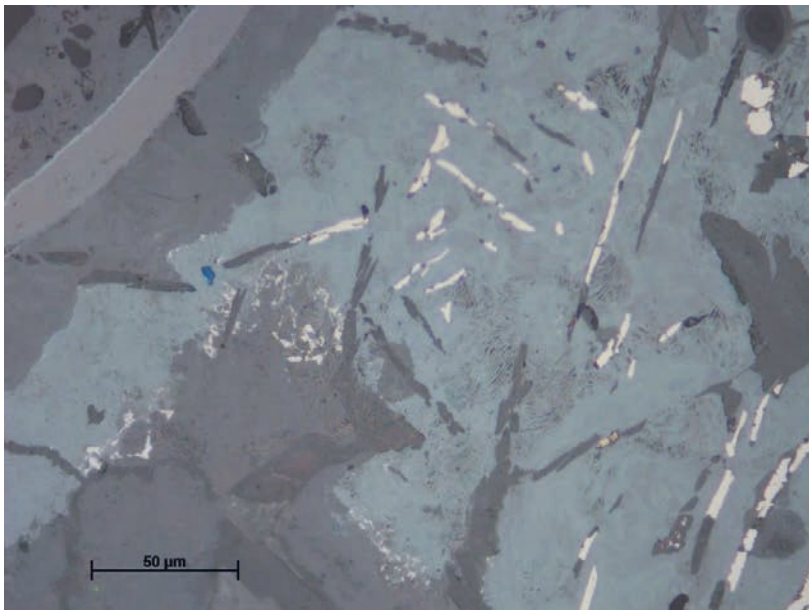
Klumpen är kraftigt magnetisk, men ingen metall kan ses med blotta ögat. Små mikroskopiska rester finns dock, men det mesta är korroderat. Texturen avslöjar att det har varit järn med hög kolhalt (>0,8 %), dvs. stål som funnits i klumpen. Trots bristen på metall är det därmed möjligt att se att, åtminstone, stål har tillverkats i ugnen.



Figur 3:7. Prov 2. Foto från mikroskopet på polerad yta. Översikt som visar att det mesta är korroderat material (olika grå nyanser). Den korniga textur som ses i stora delar av bilden, med mörkare grå linjer mot en ljusare grå bakgrund antyder att metallen är stål. Se detalj i nästa figur.



Figur 3:8. Prov 2. Foto från mikroskopet på polerad yta. Detalj från övre högra hörnet i föregående figur som visar en textur med ljus grå bakgrund med mörkare grå lameller som bildar en korntextur. Detta är karaktäristiskt för stål bestående av perlit med cementitlameller i kornkontakterna. I några få lameller finns dessutom cementit bevarat (vitt).



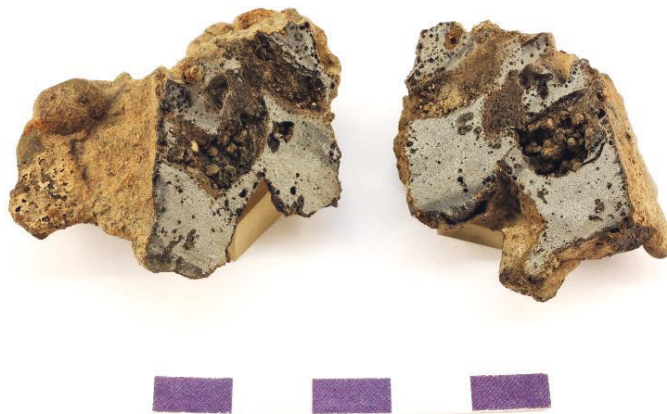
Figur 3:9. Prov 2. Foto från mikroskopet på polerad yta. Detalj på texturen med ljus grå bakgrund med mörkare grå lameller där några har ljus cementit bevarad. Uppe till vänster ett smalt grått band med tunn ljusare strimma av järnoxider.

Prov 3

Flera små stearinformade slaggar av likande typ (Fig. 3:10) har granskats okulärt och i delat snitt. Dessa visar principen för hur små slaggsträngar (med diameter från <5 mm till ca 10 mm) bildas och kontinuerligt bygger upp allt större slaggar där de större börjar få former som återkommer i ännu större slaggar (se prov 4 och 6). Kolavtryck är vanligt förekommande förutom i de allra minsta. Delade slaggar visar också att flera slaggsträngar kan urskiljas men att dessa är homogena i sammansättning (Fig. 3:11). Inget metalliskt järn kan urskiljas. Ett kolstycke har provtagits men inte prioriterats för vedartsanalys eller datering.



Figur 3:10. Prov 3, flera små slaggar uppbyggda av flera pålagrade slaggsträngar; och med flera kolavtryck.



Figur 3:11. Prov 3, en av slaggerna från föregående figur i delat tvärsnitt som visar en slagg med homogen sammansättning. I tvärsnittet ses flera kolstycken. Inget av dem har prioriterats för vedartsanalys eller datering.

Prov 4

Slagg, omagnetisk, som är oregelbunden i formen men med tydlig bottenyta med små rännilar av slagg (Fig. 3:12). Överytan (Fig. 3:13) är något mer trögfluten och något rostbrun i färgen. Storlek ca 10×8×5 cm, dock ej hel. Flera kolavtryck, som är långsträckta i olika riktningar ses i slaggen; det största avtrycket är ca 20×10 mm (tre riktningar är svåra att definiera). I några av avtrycken kan kolrester anas i kontakt med slaggen.



Figur 3:12. Prov 4, bottenytan på bottenslagg som är uppbyggd av flera pålagrade slaggsträngar.



Figur 3:13. Prov 4, överytan på bottenslaggen, mer trögfluten och med kolavtryck.

I tvärsnitt (Fig. 3:14) framträder en slagg som är homogen i sammansättning, men med något varierande porositet. Ett fåtal enskilda slaggsträngar kan urskiljas men främst är det en större slaggvolym som ses. Inget metalliskt järn kan observeras med blotta ögat på snittytan.

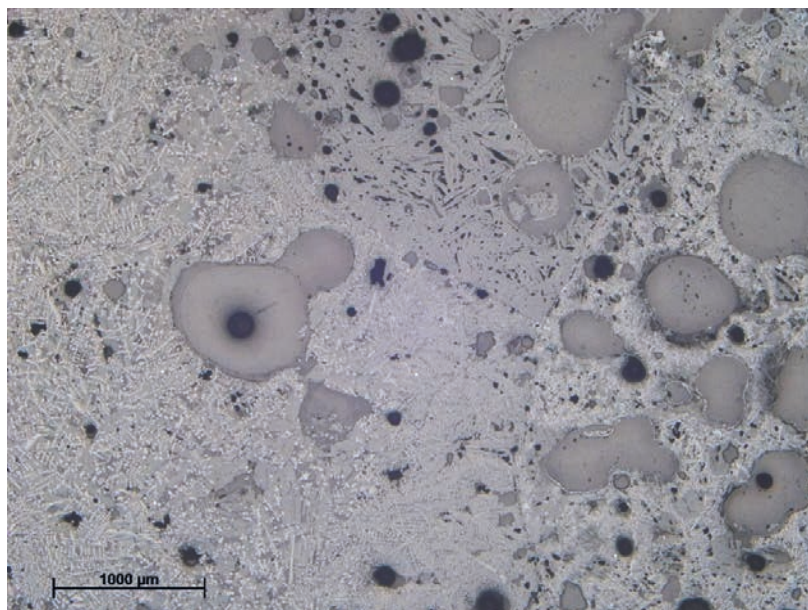
På den delade ytan ses också ett stort antal kolstycken. Flera av dessa har plockats ut, ett av proven har valts för vedartsanalys och datering (prov 4A).



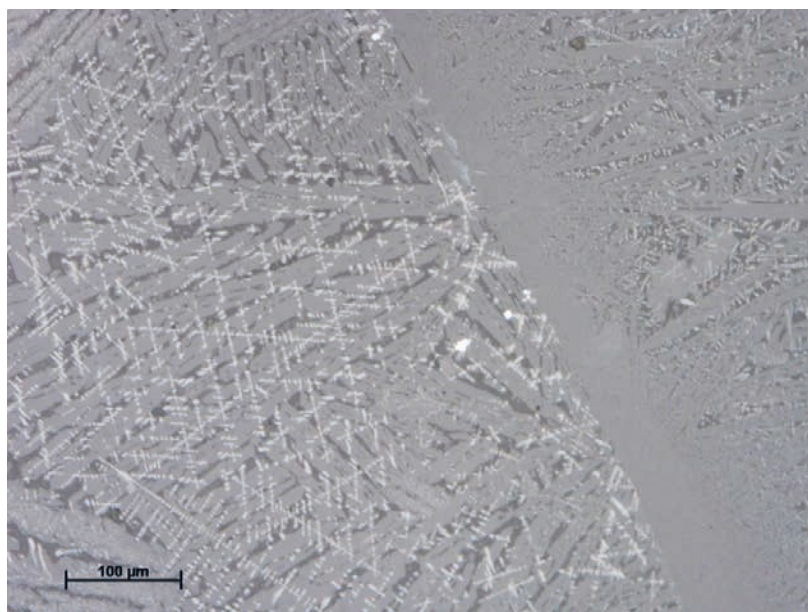
Figur 3:14. Prov 4, delat tvärsnitt av bottenlaggen som har analyserats kemiskt. Centralt ses ett stort hålrum med kolrester. Området till höger om detta är analyserat i mikroskop (tunnslip).

Den större slaggvolum som observerats okulärt i tvärsnittet ses också tydligt i mikroskop, men betydligt fler små slaggsträngar kan också urskiljas än okulärt. Generellt är de finkornigare ju tunnare de är, och allra finkornigast i respektive ytterkant där de kylts av tämligen fort (Fig. 3:15, 3:16). Några av slaggsträngarna har dock mindre kornstorleksskillnader. De flesta slaggsträngar innehåller olivin, wüstit och en glasfas. Men, proportionerna mellan dessa varierar något mellan slaggsträngarna (Fig. 3:15). Enstaka små droppar av metalliskt järn finns i flera av slaggsträngarna. Några av dem är sekundärt påverkade och delvis vittrade, i andra finns inneslutna små kolbitar.

Denna slagg är uppbyggd enligt samma princip som slaggen i prov 1, men med något varierande sammansättning mellan slaggsträngarna. I detta fall har också en något större bottenlag bildats och några slaggflöden har runnit tämligen tätt efter varandra utan mellanliggande avkylning.



Figur 3:15. Prov 4, foto från mikroskopet. Kontakt mellan flera slaggsträngar. I samtliga förekommer olivin (grå), wüstit (ljus grå) och en glasfas (mörkt grå), men i olika proportioner. I den ljusare delen till vänster finns mer wüstit än till höger (med mer hålrum); allra minst wüstit finns i den övre (mörkare) slaggen som går ner som en kil mellan de båda andra.



Figur 3:16. Prov 4, foto från mikroskopet. Kontakt mellan två slaggsträngar med tydlig skillnad i kornstorlek. I båda förekommer olivin (grå), wüstit (ljus grå) och en glasfas (mörkt grå), men i olika proportioner och kornstorlekar. I den vänstra ses också några få droppar (vita) av metalliskt järn.

Prov 5

Ugnsvägg med rödbränd lera ytterst (Fig. 3:17), därefter ett skikt av smält lera, möjligen med inblandning av slagg. Innerst finns en rostig påväxt (Fig. 3:18) som är magnetisk.

Fragmentet har delats genom den magnetiska delen och i snittet ses skiktningen tydligt (Fig. 3:19) men inget metalliskt järn kunde observeras utan endast korroderade ytor och en del hålrum. Några glasiga ljusgrå ytor förekommer också.

Den magnetiska delen valdes för metallografisk analys trots att metalliskt järn inte kunde observeras.



Figur 3:17. Prov 5, utsidan av ugnsväggsfragment med rödbränd lera



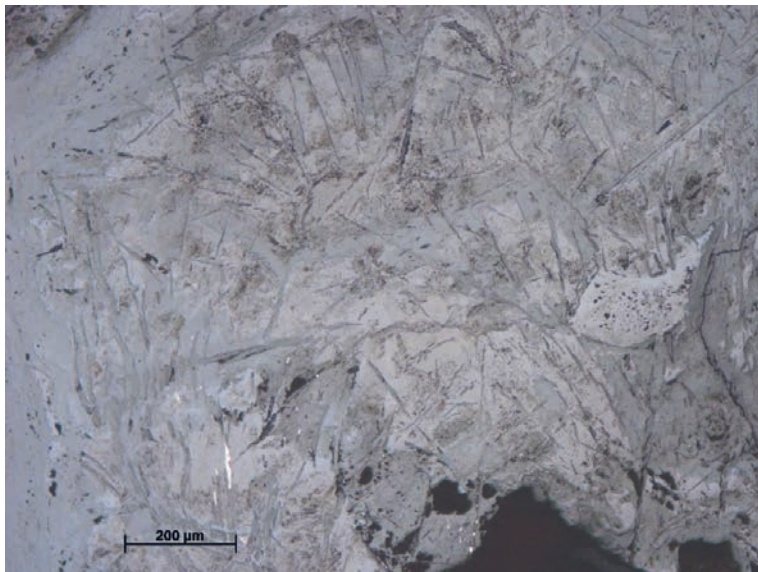
Figur 3:18. Prov 5, insidan av ugnsväggsfragment med smält lera och ett rostigt magnetiskt område överst.

I mikroskop framträder också mest korrosionsprodukter och en del silikatrikt material (sand/lera från kontakten med ugnsväggen). I det korroderade området ses dessutom en textur med ljusgrå bakgrund med mörkare grå lameller som bildar en korntextur (Fig. 3:20). Detta är karaktäristiskt för stål bestående av perlit med cementitlameller i kornkontakterna. I några få lameller finns dessutom metall bevarat vilket ytterligare talar för att det rör sig om korroderad metall. Slagg kan dock inte observeras.

Precis som i prov 2 är klumpen kraftigt magnetisk, men ingen metall kan ses med blotta ögat men små mikroskopiska rester finns. Den totala texturen avslöjar dessutom att det har varit järn med hög kolhalt ($>0,8\%$), dvs. stål som funnits.



Figur 3:19. Prov 5, ugnsväggsfragment i tvärsnitt. Skiktningen från rödbränd lera på ugnens utsida (nederst i bild) via ett skikt av smält lera eventuellt med slagginblandning i mitten, och innerst (överst i bild) ett magnetiskt rostbrunt skikt. Cirkeln markerar delen som har valts för metallografiska analyser (polerprov).



Figur 3:20 Prov 5. Foto från mikroskopet på polerad yta. Översikt som visar en textur med ljus grå bakgrund med mörkare grå lameller som bildar en korntextur. Detta är karaktäristiskt för stål bestående av perlit med cementitlameller i kornkontakterna. I några få lameller, i nedre vänstra hörnet, finns dessutom metall bevarat (vitt). Se även prov 2.

Prov 6

Slagg, som är något skålformad, oregelbundet oval i formen (Fig. 3:21) med en diameter på ca 10×12 cm, men har ursprungligen varit större. Tjockleken, som möjligen är ursprunglig är ca 2–5 cm.

På bottenytan ses små rännilar av grå slagg som stelnat mot ett grusigt underlag, och med ett fåtal kolstycken fastkittade i botten (Fig. 3:22). Överytan är något mer trögfluten, ojämn och med rostbruna partier som dock är omagnetiska. I delat tvärsnitt ses att slaggen är homogen i sammansättning. Några få enstaka rännilar av slagg kan urskiljas i botten; i övrigt är det större slaggvolymer. Slaggen är något skiktad med avseende på porer (Fig. 3:23). Inget metalliskt järn kan ses med blotta ögat.



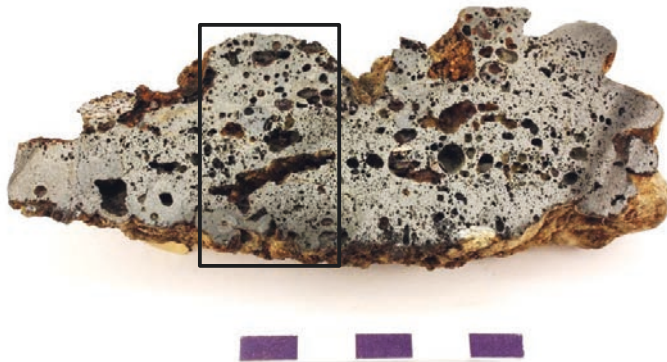
Figur 3:21. Prov 6, något skålformad bottenslagg med trögfluten, rostbrun överyta.



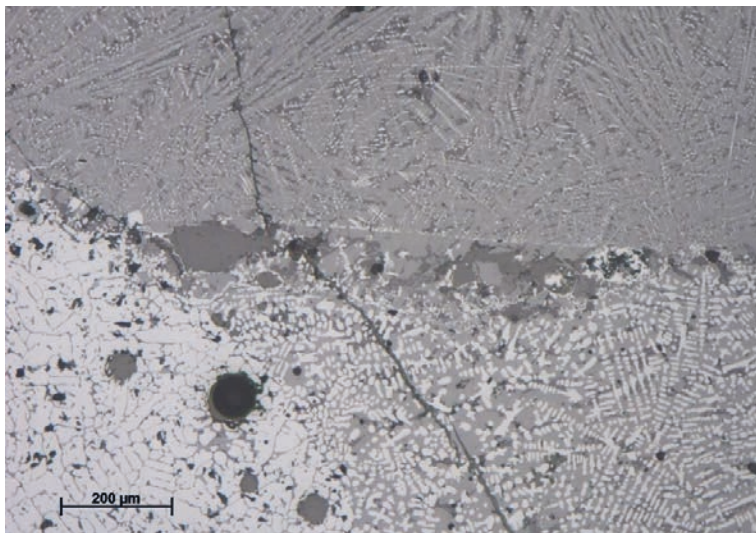
Figur 3:22. Prov 6, detalj från bottenytan på bottenslagg flera små slaggsträngar som stelnat mot grusigt underlag.

I mikroskop framträder en något heterogenare slagg än vad som noterats okulärt i tvärsnittet. Flera slaggsträngar kan urskiljas. De avgränsas delvis av skillnader i kornstorlek men framförallt med hjälp av skillnader i sammansättning (Fig. 3:24). I princip samtliga innehåller olivin, wüstit och en glasfas, men proportionerna varierar och i några flöden är wüstit dominerande. Enstaka droppar av metalliskt järn förekommer också i de flesta slaggsträngarna.

Denna slagg är uppbyggd enligt samma princip som slaggen i prov 1 och 4, men med betydligt större variation i sammansättning mellan slaggsträngarna. Precis som i prov 4 har också en något större bottenslagg bildats och några slaggflöden har runnit tämligen tätt efter varandra utan mellanliggande avkylning.



Figur 3:23. Prov 6, bottenslagg i det tvärsnitt som valts för analys. Här ses slaggens något varierande porositet. Rutan visar delen som har undersökts i mikroskop (tunnslip).



Figur 3:24. Prov 6, foto från mikroskopet. Kontakt mellan tre slaggsträngar med tydlig skillnad i sammansättning. I den övre (finkornigare) och den nedre till höger förekommer olivin (grå), wüstit (ljus grå) och en glasfas (mörkt grå) men i olika proportioner. I slaggflödet nere till vänster dominerar dock den ljusa wüstiten.

Bilaga 4. Analys av ugnsvägg

Ännu en ugn i Hedenstorp, Sandseryd socken (Ole Stilborg, SKEA)

Inledning

På uppdrag av GAL har SKEA studerat och analyserat prov av ugnsvägg från slagghvarpet RAÄ 459 i Hedenstorp, Sandseryd socken, Småland. Fornlämningen undersöktes av Jönköpings läns museum. Tidigare har SKEA analyserat ugnsvägg från två slaggtappningsugnar RAÄ Sandseryd 338 ca 1,5 km längre västerut (Stilborg 2009). Vid den tidigare analysen rörde frågeställningarna schaktens råmaterial, konstruktion och eventuella lagningar av ugnsväggarna. Bland analysens resultat kan nämnas ett möjligt lerlager som del av ugnens grundkonstruktion (på sand); variationer i ugnsväggens reduktion/oxidering beroende på ugnsväggsgrovernas placering i förhållande till tappningsöppningen och att samma grova, osorterade lera hade använts till båda ugnarna. Inga tydliga spår av lagningar observerades på det studerade urvalet av ugnsvägg. Ugnarna verkar ha uppförts och körts samtidigt på ett effektivt, koordinerat sätt och järnframställningen senare ha flyttats till en ny lokalitet så snart denna lösning var den mest optimala sett utifrån tillgången på kol och malm.

Slagghvarpet RAÄ Sandseryd 459 härrör sannolikt från en klart äldre blästbruksverksamhet och en central fråga till ugnsväggsgroverna blir således om det är möjligt att se en kontinuitet med de yngre ugnarna i valet av råmaterial och andra teknologiska lösningar. Det är även intressant att se om aktiviteten på RAÄ 459 hade en längre kontinuitet på platsen än vad som tycks ha varit fallet med RAÄ 338 dvs om vi kan se spår efter flera på varandra följande ugnskonstruktioner och/eller se spår av lagningar av schaktet.

Ytterligare en fråga rör ugnens funktionalitet som den ger sig uttryck i reduceringen av ugnsväggen idet vi utgår ifrån att en bredare reducerad zon i ugnsväggen betyder en bättre reduktion i schaktets inre.

Metoder

Analyserna omfattar mikroskopering av tunnslip och termiska analyser (TCT och sintringstest).

Mikroskopering av tunnslip i polarisationsmikroskop

Tunnslip är 0,03 mm tunna preparat av i detta fall keramik, som kan analyseras i ett polarisationsmikroskop. 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.

Termisk analys

Thermo Colour Test 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.

Den termiska analysen har utförts av A. Lindahl och resultaten har utvärderats av SKEA.

Material

Det saknas upplysningar om hur stor mängden ugnsväggar var i det utgrävda varpet. Sjutton prov har valts ut av Jönköpings Museum som representativa för analys.

Utifrån en makroskopisk bedömning består godset i samtliga prov av en mellangrov, finsandig lera med en maximal kornstorlek på 1,5 mm.

Provurvalet omfattar sex små fragment (fig.1) – 2 x 2 x 1,5 cm till 5,5 x 3 x 2,7 cm stora. Med ett enda undantag har de en förglasad insida och en blåsig zon innanför den. På fyra fragment är den blåsiga zonen 14 till 15 mm bred, följd av en ca 10 mm bred, sintrad, reducerad zon. Enbart på de tjockaste av dessa fragment finns det en övergång till en oxiderad zon. Det femte fragmentet – 5,5 x 4,5 x 1,5 cm – har en ca 5 mm bred, blåsig zon följd av en 5 mm bred, reducerad, sintrad zon som därefter övergår i en lägre bränd, oxiderad zon. En del av den oxiderade baksidan består av ett böjt avtryck som tolkas som kanten av en separat forma. Detta förklarar såväl den begränsade tjockleken av ugnsväggen på detta ställe som oxideringen och den relativt begränsade värmepåverkan. Luften som kanaliserats av formen har både kylt ner och fört med sig syre som oxiderat ugnsväggen på detta ställe. Det sista och minsta fragmentet är helt oxiderat och det lägst brända (detta fragment har valts till den termiska analysen).

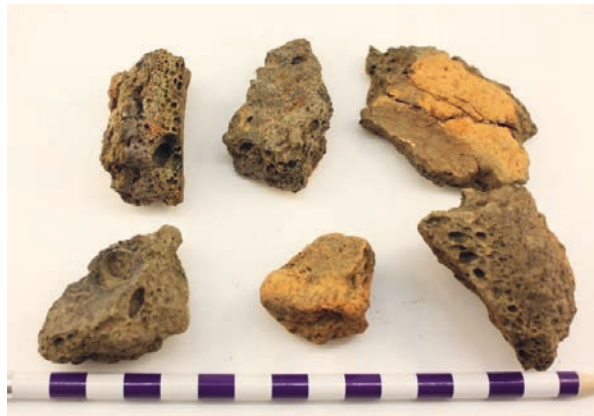


Fig. 1. Fragment av ugnsvägg utvalda för analys. Tre av dessa analyserades.

De 11 större fragmenten varierar i storlek från 8 x 9 x 4 cm till 14 x 14 x 6 cm och har med ett enda undantag en enkel värmegradient från den förglasade insidan till den lägre brända, oxiderade baksidan. Undantaget är det mindre av dessa fragment där en del av insidan har spjälkats av under en körning och vikts ner på en lägre del av insidan (fig.2). I övrigt har väggen här en tydlig värmegradient med en ca 22 mm bred blåsig, sintrad zon, följd av en upp till 17 mm bred sintrad,



Fig.2. Foto av insidan av ugnsvägg, där en del av insidan gått loss och vikts ner under körningen.

reducerad zon och en 1-3 mm bred oxiderad, lägre bränd zon. Variationen med hänsyn till bevarad tjocklek och de blåsiga och reducerade zonernas bredd i förhållande till värmegradienten på de mindre fragmenten kan rimligen förklaras med att de större fragmenten härrör från en del av ugnen som har utsatts för högre temperaturer alternativt har hållit en högre temperatur under en längre tid eftersom isoleringen har varit bättre. I båda fallen stämmer det bäst med lägre delar av schaktet där temperaturen varit som högst och schaktväggen som tjockast och därför mest isolerande. De mindre fragmenten härrör då rimligen från övre delar av schaktet om än inte delarna längst upp som möjligen inte alls nådde över temperaturen för att omvandlas till keramik.

Användningen av ugnen

Den makroskopiska överensstämmelsen i gods, struktur och värmegradient talar för att ugnsväggsfragmenten härrör från samma/likadana ugnsschakt. Inga spår efter lagningar av insidan har observerats. Förglasningen av insidan är relativt tunn vilket kan tolkas som relativt få körningar av ugnen. Förglasningen av ugnsväggen är beroende av lerans eldfasthet och graden av kontakt med järnet, men rent allmänt bör en bredare och mera komplex förglasad zon tolkas som en effekt av flera körningar av en ugn än en smal förglasad zon. Upprepade uppvärmningar av en redan förglasad, slaggförorenad yta förstärker flusseffekten. Avspjälkningen och nervikningen av en del av insidan som nämnts ovan (fig.2) måste ha skett vid den sista körningen. Därefter har schaktet rivits och ersatts.

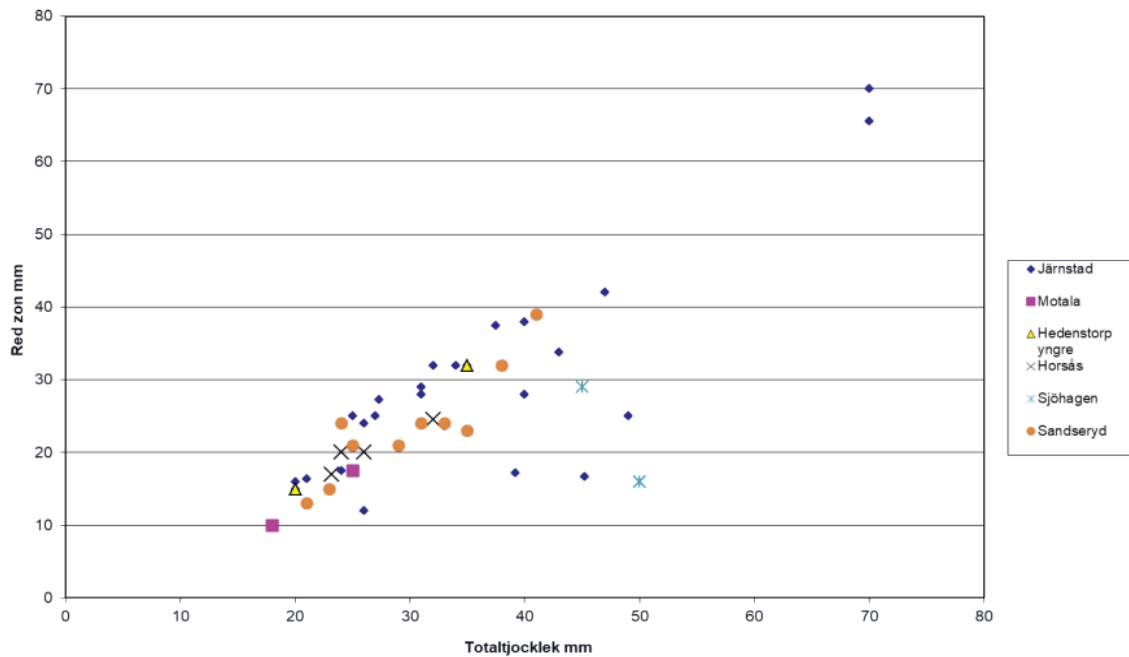


Fig.3. Diagram över värmegradienvariation uttryckt som relationen mellan den reducerade zonens bredd och den totala bevarade tjockleken.

Data för den reducerande effekten på ugnsväggen som framgår av variationen i värmegradienter kan jämföras med andra liknande resultat (fig.3). Statistiken visar bra överensstämmelse med huvudgruppen – inklusive data från de yngre Hedenstorpugnarna, vilket tyder på en normal, bra funktion av reduktionsprocessen.

En äldre ugn?

I den oxiderade, lägre brända baksidan på tre av de större fragmenten sitter någon bit av ett äldre sintrat lätt blåsigt gods (fig.4). Bitarna är från 0,8x0,8 cm till 2,5 x 1 cm stora. Dessa bitar härrör utan tvekan från äldre teknisk keramik som utsatts för höga temperaturer och det är mest närliggande att tänka på ett äldre ugnsschakt. Som en konsekvens bör det ha funnits minst två ugnsschakt efter varandra på platsen. Det kan mycket väl vara så att den nedre delen av ugnen varit densamma medan enbart schaktet har bytts ut.

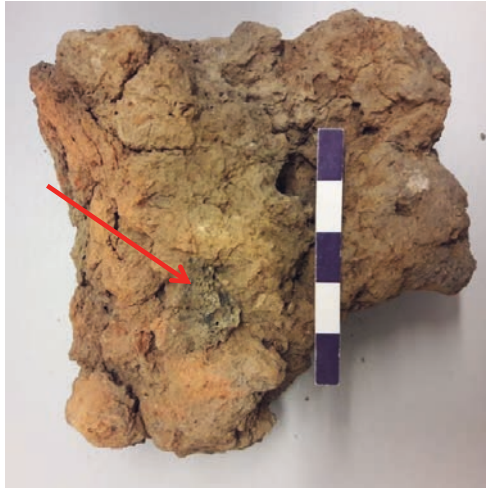


Fig. 4. Fragment av äldre, sintrad ugnsvägg inkorporerat i senare schakt.

Analys

Till termisk analys valdes ett mindre lågbränt fragment och till tunnslipsanalys två av de mindre ugnsväggsfragmenten med tydlig värmegradient.

Termisk analys

Den termiska analysen av det relativt lågbrända fragmentet visade att det har nått en temperatur på 900-1000 grader C. Godsets färgutveckling fortsatte upp till sintringens inträden vid 1050-1100 grader C. Sintringsintervallets faser består av mörkning och börjande deformering (inkl. blåsbildning) vid 1150-1200 grader, börjande smältning vid 1250 grader C och slutligen hel smältning vid 1300 grader. Det är en ganska normal refraktivitet hos en kvartär ytlera.

Analys av tunnslip under petrografiskt mikroskop

Två mindre bitar valdes ut för tunnslipsanalysen. Makroskopiskt motsvarar de godset i de större ugnsväggsbitarna och verkar också sinsemellan likartade. Resultaten presenteras i detalj på databladet.

I båda proven rör det sig om en grov, osorterad lera, där sandinslaget dock är något mindre i provet Ts2 än i provet Ts1. Leran är i båda fall järnoxidrik med en del järnoxidkoncentrationer. I båda finns det också en del zirkonkorn (flera korn något större än vanligt). Att de få korn av andra mörka mineral och enstaka muskovit-korn som ses i Ts1 inte har någon motsvarighet i Ts2 kan förklaras av att det senare provet är mera förglasat än det förra. Detta skulle också kunna vara anledningen till att det observerats en del diatomeer i Ts1 (fig.5) men inte i Ts2.

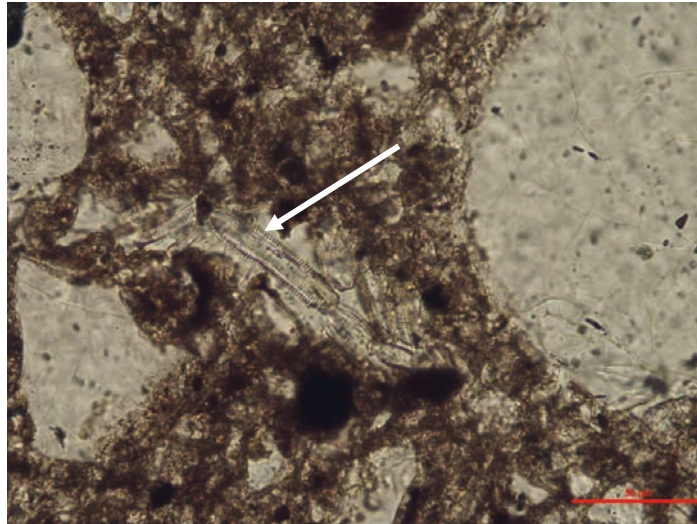


Fig.5. Mikroskopfoto av diatomeer i leran i provet Ts1.

Det finns emellertid en väsentlig skillnad i mineralogin som inte kan förklaras med olika värmepåverkan. Leran i Ts1 präglas av en hel del korn av mikroklin fältspat medan detta mineral inte alls har observerats i leran i Ts2.

Sammantaget får slutsatsen bli att det rör sig om två olika, om än besläktade råmaterial och därför möjligen om rester efter två olika schakt. Valet av lerkvalitet är detsamma och proven knyts ytterligare ihop av förekomsten av något enstaka korn av ett äldre gods motsvarande de större fragmenten som observerades makroskopiskt. I Ts1 är fragmentet drygt 7 mm stort och i Ts2 är det drygt 4 mm. Fragmenten karakteriseras av bristen på silt och mindre finsand i en glasmassa med en del större finsand och sandkorn. Återuppvärmningen kan förklara bristen på mindre korn. Det går inte att säga om det rör sig om samma gods i fragmenten.

Diskussion

Målet med studien av ugnsväggsfragmenten var att ta reda på varighet och kontinuitet i järnframställningsverksamheten på Sanderyd 459 och jämföra råmaterialval med den förmodat yngre ugnen Sanderyd 338. Innan dessa ämnen behandlas är det dock värt att diskutera de inkorporerade fragmenten av äldre gods.

Förorening av en slump?

De upp till 2,5 cm stora fragmenten, som har observerats, är alldeles för få för att man kan diskutera en chamottemagring av ugnsväggsgodset. Det kan vara frågan om förorening helt enkelt. På området där leran lagrades och förbereddes inför byggandet av schaktet låg små rester av minst ett äldre schakt och dessa inkorporerades i det nya godset helt slumpmässigt. Det måste dock påpekas att en sådan förorening är ytterst ovanlig i det ganska stora antalet ugnsväggsgods som först KFL och därefter SKEA hitintills har undersökt. Därför bör man också överväga en tredje tolkning. Från etnografisk keramikforskning är det väl känt att en krukmakare kan inkorporera någon enstaka krossad skärva från ett gammalt kokkärl i godset till det nya kärlet. Det rör sig inte om chamottemagring i teknisk mening men är istället en symbolisk överföring av det gamla kärlets goda egenskaper till det nya kärlet.

Flera ugnar

Den grova lerkvaliteten som valts till Sandserys-ugnen är bra för ändamålet med en tillräcklig plasticitet och en god värmetålighet.

Någon enstaka skada på insidan av ugnsväggen och förglasningen visar på att man kört samma ugn några gånger efter varandra. Det syns dock inga spår efter lagningar. De små gamla fragmenten och skillnaden i mineralogi i de två tunnslipade proven är vidare bevis för att det har byggts minst tre schakt på området, varav minst två är skilda i tid. Valet av lerkvalitet verkar ha varit detsamma eller åtminstone nära besläktat i alla tre fall och leran har tagits på närliggande områden/olika djup på samma ställe. Ugnsväggsfynden pekar på ett väletablerat hantverk på en bra teknisk nivå.

Jämförelse med RAÄ Sandseryd 338

Lerorna som använts till ugnarna på RAÄ Sandseryd 338 är rikare på sand vilket också ger sig uttryckt i klart större maximala kornstorlekar mellan 2,5 och 12 mm (Stilborg 2009). Generellt sett är det dock ett likartat val av lerkvalitet. Man har – som för Sandseryd 459 – valt en grov, osorterad lera med ett högt innehåll av kvarts som ger en bra stabilitet trots att leran – främst genom upprepade körningar – förglasar. I ugnarna på Sandseryd 338 ser vi dock ingen parallell till fenomenet med införlivandet av gamla fragment av ugnsvägg. Vi kan således konkludera att medan det teknologiska grundlaget och råmaterialvalet var det samma på de två platserna så finns det ingen tydlig traditionskontinuitet när det gäller organisationen.

Detta kan synas ett obetydligt resultat men i ett större perspektiv och i en vidare forskningshorisont kan det vara en viktig pusselbit för att förstå olika organisationer av järnframställningen på lokal och överregional nivå.

Litteratur

Hulthén, B. 1976. On Thermal Colour Test. *Norwegian Archaeological Review* 9:1.

Stilborg, O. 2009. RAÄ 338, Hedenstorp 1:3, Sandserys sn. *KFL rapport 09/0915*. Lunds Universitet.

Legend 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, **Bi** = biotit,
Iso = isotropiskt mineral

Gr = granit, **Nat** = naturlig magring

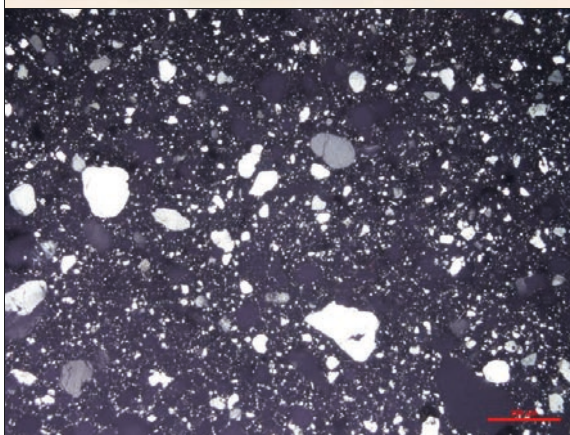
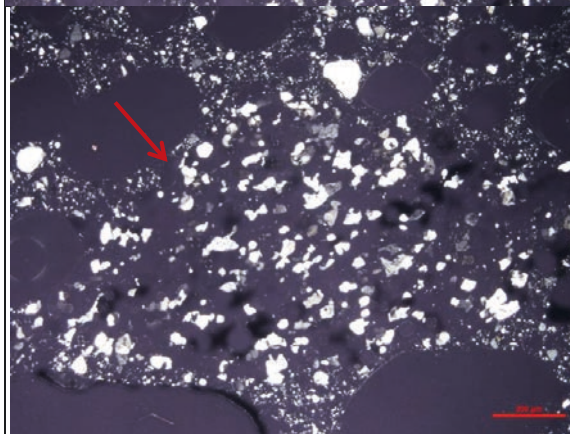
$\bar{X}$ = genomsnittligt största korn beräknad på de 5 näst största kornen.

Material	FyndId.	Provnr.	Omr	Kontext	Anl.typ	Provtyp	Analysmetod
Keramik		TS 1			slaggvarp	Tunnslip	Petrograf. mikr.

Mikroskopering TS1**Lera**

Grovlek	G
Sortering	O
Silt	++
Finsand	*
Sand	*
Kalkhalt	
Glimmer	?
Järnoxid	+
Acc. mineral	A/P, Z, Mu
Växtfrgm	
Diat/fossil	D*
Magring	
Typ	Nat
Mängd %	
Max. kstl.	1,3 mm
X max. kstl.	0,9 mm

Godsstruktur i TS:
Välhomogeniserad

Provbeskrivning.
Ugnsvägg*Foto av fyndet**Mikroskopfoto av TS 1.
Central del av
fragmentet
Krysspolariserad.**Mikroskopfoto av TS 1.
Drygt 7 mm stort
fragment av äldre gods
Krysspolariserad.*

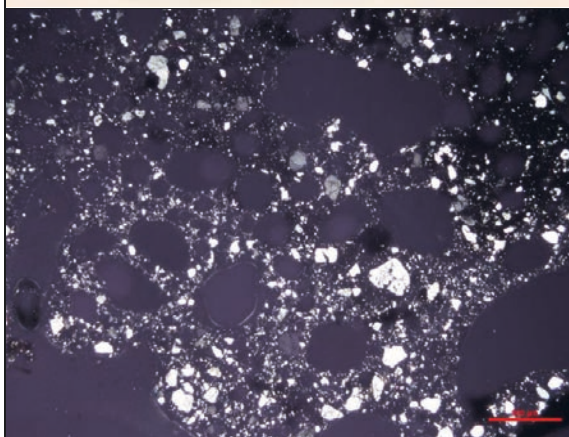
Material	FyndId.	Provnr.	Omr	Kontext	Anl.typ	Provtyp	Analysmetod
Keramik		TS 2			slaggvarp	Tunnslip	Petrograf. mikr.

Mikroskopering TS2	
Lera	
Grovlek	G
Sortering	O
Silt	++
Finsand	*
Sand	-
Kalkhalt	
Glimmer	?
Järnoxid	+
Acc. mineral	Z
Växtfrgm	
Diat/fossil	
Magring	
Typ	Nat
Mängd %	
Max. kstl.	0,8 mm
X max. kstl.	0,7 mm
Godsstruktur i TS: Välhomogeniserad	

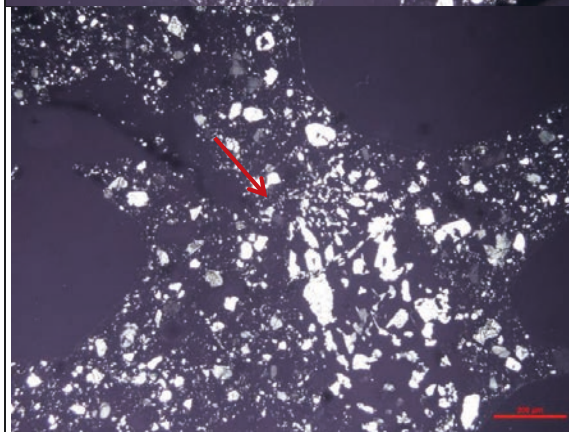
Provbeskrivning.
Ugnsvägg



Foto av fyndet



Mikroskopfoto av TS 2.
Central del av
fragmentet
Krysspolariserad.



Mikroskopfoto av TS 2.
Drygt 4 mm stort
fragment av äldre gods
(saknar siltfraktion)
Krysspolariserad.

Bilaga 5. Anläggningstabell

Anl nr	RAÄ	Typ	Beskrivning	N	E	Anmärkning
2247	445	Härd	Oregelbundet oval omkring 2 m stor med ett djup av 0,36 m. Oregelbunden bottenprofil. Fyllning av mörkgrå humös och sotig sand med stora kolbitar.	6403038,2	446889,5	Från FU. Dok vid UN, gav ett sentida intryck.
2255	445	Mörkfärgning	Rund i plan och 0,3 m i diam och med ett djup av 0,07 m. Fyllning av mörkgrå silt med grus och kolfisor.	6403046,8	446880,7	Från FU. Dok vid UN.
2723	457	Stolphål	Ovalt i plan 0,33 x 0,3 m (NÖ-SV) och 0,14 m djupt. Mörkbrun till svart fyllning. Inslag av kol.	6402601,9	446827,9	Från FU. Vedart: ek. ¹⁴ C: romersk järnålder 80-330 e.Kr. Fynd: keramik
2731	457	Stolphål	Runt i plan 0,2 m i diam och 0,15 m djupt. Mörkbrun till svart fyllning.	6402604,2	446829,2	Från FU. Vedart: ek. ¹⁴ C: bronsålder 1290-1050 f.Kr.
2773	458	Härd	Rund i plan 2,5 m i diam och 0,38 m djup. Fyllning av gråbrun sandig silt. Ställvis rikligt med kol i anl. undre halva. som hade en fyllning av mörkbrun sandig silt. Rikligt med skörbränd sten, 0,03-0,3 m stor, i hela anl.	6403289,0	446974,2	En kvadrant undersöktes vid FU. Resten vid UN. Vedart: tall. ¹⁴ C: romersk järnålder 80-260 e.Kr. Fynd: malsten (F1).
2810	457	Nedgrävning	Rund i plan ca 0,4 m i diam. Övrig beskrivning saknas.	6402625,8	446821,9	Från FU. Vedart: ek. ¹⁴ C: bronsålder 1000-830 f.Kr.
3009	457	Kokgrop	Oval i plan 1,8 x 1,3 m (Ö-V) och 0,45 m djup. Fyllningen i övre delen av anl. bestod av mörkbrun sand med inslag av kol och i botten av ett svart kollager. Ett tiotal stenar i utgrävd halva 0,05-0,25 m stora.	6402561,0	446834,9	Från FU. Vedart: al, björk och tall. ¹⁴ C: romersk järnålder 230-390 e.Kr.
3152	445	Härd	Oval i plan 1 x 0,8 m (N-S) och 0,14 m djup. Fyllning av flammig, delvis sotig och kolig grå sand. Enstaka skörbrända stenar 0,05-0,1 m stora. Djurgång i botten av anl.	6403074,5	446829,7	Från FU. Vedart: björk. ¹⁴ C: romersk järnålder 120-330 e.kr. Dok vid UN.
3186	457	Härd	Oregelbundet rund i plan 0,75 m i diam och 0,12 m djup. Fyllning av sotig sand med enstaka stenar.	6402582,8	446827,5	Från FU. Dok vid UN. Härdrest.
3169	457	Nedgrävning	Rund i plan 1 m i diam och 0,3 m djup. Fyllning av grå, torvig sand, flammig i olika toner.	6402596,3	446832,1	Från FU. Dok vid UN. Tolkades som sentida utifrån fynd av tyg och ståltråd.
3388	457	Härd	Oval i plan 0,75 x 0,65 m (Ö-V) och 0,08 m djup. Fyllning av sotig sand med rikligt med träkol.	6402580,1	446842,9	Från FU. Dok vid UN. Härdrest.
3395	446	Härd	Oval i plan 1,5 x 1 m (NV-SÖ) och 0,2 m djup. Fyllning av kol och sot. Skadad av ett sentida dike.	6402506,4	447121,2	Från FU. Vedart: al och tall. ¹⁴ C: romersk järnålder 250-430 e.Kr.
3409	446	Härd	Rund i plan 0,6 m i diam och 0,12 m djup. Fyllning av gråbrun sotblandad sand, ställvis med kol. Enstaka skörbrända stenar 0,05-0,1 m stora. Två större stenar i anläggningen 0,25 och 0,5 m stora.	6402507,8	447125,9	Från FU. Vedart: ek och tall. ¹⁴ C: bronsålder 1260-1040 f.Kr. Benämns med anl. nr 3469 i dok och nr 3409 i mätfilen.
4112	458	Härd	Rund i plan 1,4 m i diam och 0,36 m djup. Oregelbunden bottenprofil. Fyllning av gråbrun, sandig silt med kol och sot. Mot botten mer kol och sot.	6403319,3	446969,3	
4120	458	Stolphål	Runt i plan 0,4 m i diam.	6403301,8	446960,7	Ej undersökt.
4127	458	Stolphål	Ovalt i plan 0,3 x 0,2 m (NÖ-SV).	6403285,1	446963,5	Ej undersökt.
4134	458	Stolphål	Runt i plan 0,2 m i diam.	6403289,5	446967,6	Ej undersökt.
4152	445	Stolphål	Runt i plan 0,3 m i diam och 0,2 m djupt. Fyllning av brun, humös sand.	6403068,9	446835,7	
4167	445	Stolphål	Runt i plan 0,3 m i diam och 0,12 m djupt. Flammig, något diffus fyllning.	6403074,9	446839,1	Kan också tolkas som sotfläck.
4174	445	Dike	18 m långt och 0,5 m brett. Vid snittning visade det ett djup på 0,15 m. Fyllning av brun humös silt.	6403066,0	446844,5	Troligen sentida. Fynd av hästkosöm och tegel, ej separat.
4190	445	Grop	Rund i plan 0,9 m i diam och 0,48 m djup. Fyllning av rödbrunt till gråbrun sandig silt. Djurgångar i botten av anl.	6403060,0	446843,8	

Anl nr	RAÄ	Typ	Beskrivning	N	E	Anmärkning
4198	445	Stolphål	Något ovalt i plan 0,5 x 0,45 m och 0,2 m djupt. Fyllning av mellanbrun humös sand.	6403057,4	446836,5	
4214	445	Stolphål	Oregelbundet ovalt och 0,6 m stort med ett djup av 0,2 m. Fyllning av flammig brungrå till gul sand med enstaka kolbitar och partier med sot.	6403074,3	446873,6	Kan också tolkas som grop.
4237	445	Härd	Rund i plan 0,75 m i diam och 0,2 m djup. Fyllning av fet, sotig sand och rikligt med kol. Även rikligt med skörbränd sten 0,05-0,15 m stora.	6403065,4	446868,7	
4246	445	Härd	Oregelbunden och 0,6 m stor med ett djup på som mest 0,1 m. Flammig fyllning med ett fåtal skörbrända stenar 0,05-0,1 m stora.	6403056,8	446869,1	Trolig härdrest.
4255	445	Härd	Rundoval i plan 1,6 x 1,4 m (N-S) och 0,37 m djup. Fyllning av sotig, något humös sand. Mest sotigt mot botten. Rikligt med skörbränd sten i storleken 0,05-0,2 m.	6403050,9	446868,2	Tolkades som att stenarna lagts medvetet mot nedgrävningens kanter.
4266	445	Härd	Rund i plan, 1,2 m i diam och 0,16 m djup med oregelbunden bottenprofil. Fyllning av humös, sotig silt med inslag av grus. Enstaka skörbrända stenar 0,07 m stora.	6403051,5	446894,6	
4285	445	Stolphål	Runt i plan, 0,4 m i diam och 0,18 m djupt. Fyllning av mellanbrun något humös sand.	6403042,8	446865,1	
4294	445	Stolphål	Ovalt i plan 0,65 x 0,55 (N-S) och 0,2 m djupt. Fyllning av mellanbrun något humös silt med enstaka kolbitar. Enstaka skörbrända och ej värmepåverkade stenar 0,05-0,1 m stora.	6403058,7	446845,8	Fynd: keramik (F2). Kan också tolkas som grop. Hela anläggningen undersöktes.
4341	459	Slaggvarp	Svagt böjd form med rundade kortsidor i plan. 4,9 x 1,3 m (NNO-SSV) i plan och 0,15-0,2 m djup med relativt plan bottenprofil. Fyllning av gråbrun humus med slagg, bränd lera och stenar i storleken 0,1-0,2 m.	6403057,1	446865,1	Arkeometallurgisk analys: se rapporttext. ¹⁴ C: medeltid 1260-1390 e.Kr.
4380	459	Härd	Oval i plan 1,8 x 1,2 m (NÖ-SV), dock otydlig avgränsning med enstaka mindre sotfläckar och spridda kolfragment. Även enstaka skörbrända stenar i storleken 0,05-0,15 m och fragment av bränd lera.	6402691,4	447229,0	
4397	459	Dike	Beskrivning saknas.	6402692,5	447220,7	Tolkades som sentida.
4445	446	Härd	Oregelbunden i plan 0,7 x 0,4 m (N-S) och 0,1-0,2 m djup. På grund av brukning av åkern, fyllning dels av brun matjord och dels av flammig sand. Ställvis också svart av kol och sot. Innehöll skörbränd sten i storleken 0,05-0,15 m.	6402502,0	447121,0	Härdrest.
4463	446	Härd	Oregelbunden i plan. På en yta av omkring 1,2 x 0,6 m påträffades sot och kol samt ett fåtal skörbrända stenar i storleken 0,1-0,15 m.	6402501,8	447124,5	Härdrest.
4469	446	Härd	Troligen rund i plan 1,6 m i diam och 0,2 m djup med flack bottenprofil. Fyllning av sandblandad humus med inslag av kol och sot. Mot botten ett svart, fett lager av kol och sot. Innehöll rikligt med skörbränd sten i storleken 0,05-0,15 m.	6402493,2	447128,4	Skärs i S delen av ett sentida dike.
4478	446	Härd	Troligen rund i plan och 1,4 m i diam. Övrig beskrivning saknas.	6402488,1	447129,2	Skärs i S delen av ett sentida dike.
4487	446	Härd	Rund i plan och 0,5 m i diam. Ej snittad.	6402480,2	447133,6	Härdrest.
4494	446	Dike	Beskrivning saknas.	6402473,1	447137,8	Sentida.
4498	446	Dike	Beskrivning saknas.	6402488,6	447133,9	Sentida.
4502	446	Dike	Beskrivning saknas.	6402492,6	447132,3	Sentida.
4506	446	Dike	Beskrivning saknas.	6402499,5	447131,2	Sentida.
4510	446	Dike	Beskrivning saknas.	6402507,9	447123,0	Sentida.

Anl nr	RAÄ	Typ	Beskrivning	N	E	Anmärkning
4565	457	Stolphål	Runt i plan 0,4 m i diam och 0,24 m djupt. Fyllning av gråbrun sand med inslag av sot och kol. Några enstaka skörbrända stenar 0,05-0,07 m. Oregelbunden bottenprofil.	6402602,3	446822,8	
4575	457	Stolphål	Runt i plan och 0,3 m i diam och 0,15 m djupt. Fyllning av gråbrun sand med enstaka kolfläckar. Urlakad.	6402603,5	446820,9	
4596	457	Stolphål	Ovalt i plan 0,4 x 0,35 m (N-S) och 0,14 m djup. Fyllning av gråbrun sand. Urlakad.	6402604,8	446819,9	
4615	457	Stolphål	Ovalt i plan 0,43 x 0,35 m (N-S) och 0,17 m djupt. Fyllning av gråbrun sand, enstaka kolfläckar.	6402604,7	446822,3	
4627	457	Stolphål	Ovalt i plan 0,43 x 0,37 m (N-S) och 0,14 m djupt. Fyllning av gråbrun sand. Oregelbunden bottenprofil.	6402607,7	446823,3	
4637	457	Stolphål	Runt i plan 0,3 m i diam och 0,15 m djupt. Fyllning av gråbrun sand. Urlakad.	6402606,3	446824,6	Osäker anläggning.
4647	457	Härd	Oval i plan 2, 2 x 1,2 m (NNÖ-SSV) och 0,18 m djup. Fyllning av mörkbrun sandblandad, sotig humus. Mot botten ett fett koligt och sotigt lager. Rikligt med svart skörbränd sten i storleken 0,05-0,3 m.	6402561,9	446840,8	
4666	457	Härd	Oval i plan 1,1 x 0,9 m (NNV-SSÖ) och 0,18 m djup. Fyllning av mörkbrun sandig silt med rikligt med sot. Skörbränd sten i storleken 0,07-0,12 m.	6402568,3	446840,6	
4679	457	Härd	Något oval i plan 0,75 x 0,7 m (Ö-V). Fyllning av ljusbrun till gråbrun humös sand. Enstaka kolbitar. Tre stenar i borttagen del.	6402580,6	446841,8	
4691	457	Stolphål	Runt i plan 0,33 m i diam och 0,22 m djupt. Fyllning av grågul sand. Urlakad.	6402578,2	446844,3	
4699	457	Stolphål	Runt i plan 0,33 m i diam och 0,23 m djupt. Fyllning av gråbrun sand. Urlakad.	6402578,9	446844,3	
4707	457	Stolphål	Runt i plan 0,24 m i diam och 0,11 m djupt. Fyllning av gråbrun sand. Urlakad.	6402576,2	446846,8	
4715	457	Härd	Oregelbunden i plan 0,75 x 0,35 m (N-S) och 0,15 m djup. Fyllning av flammig gråbrun sand och mörkbrun sand. En sten.	6402577,2	446847,8	Härdrest.
4730	457	Stolphål	Runt i plan 0,27 m i diam och 0,16 m djupt. Fyllning av lucker något humös sand.	6402576,2	446847,4	
4757	457	Nedgrävning	Rund i plan 1,2 m i diam och 0,45 m djup. Fyllning av brungrå sand med enstaka kolinslag och mot toppen av anläggningen någon kolfläck.	6402591,2	446847,7	
4796	457	Stolphål	Runt i plan 0,6 m i diam och 0,2 m djupt. Fyllning av ljusbrun något humös sand med mer grå partier. Fyra stenar 0,08-0,15 m stora.	6402587,0	446828,7	Kan också tolkas som grop.
4805	457	Härd	Rund i plan 0,45 m i diam och 0,1 m djup med oregelbunden bottenprofil. Fyllning av mörkbrun till svart sotig, sandig humus med inslag av kol och en handfull skörbrända stenar 0,03-0,05 m stora.	6402587,1	446818,5	Härdrest.
4815	457	Härd	Rund i plan 0,65 m i diam och 0,1 m djup. Fyllning av mörkbrun till svart sand. Ett tiotal skörbrända stenar 0,03-0,08 m stora.	6402582,0	446816,5	Härdrest.
4826	457	Stolphål	Runt i plan 0,22 m i diam och 0,12 m djupt med oregelbunden bottenprofil. Flammig fyllning av mörkbrun och ljusbrun något humös sand.	6402597,4	446814,0	Osäker anläggning.

Anl nr	RAÄ	Typ	Beskrivning	N	E	Anmärkning
4833	457	Härd	Rektangulär form i plan 2,3 x 1,4 m (NÖ-SV) och som mest 0,25 m djup. Fyllning av svart, sotig sand och under detta rikligt med kol, ställvis stora stycken. Tätt lagda och kraftigt skörbrända stenar i storleken 0,05-0,25 m.	6402601,9	446817,5	
4854	457	Härd	I det närmaste rund i plan 0,43 m i diam och som mest 0,1 m djup med oregelbunden bottenprofil. Fyllning av mörkbrun till svart något humös sand med koligare partier. En skörbränd sten 0,05 m.	6402606,1	446815,9	Härdrest.
4864	457	Stolphål	Runt i plan 0,41 m i diam och 0,2 m djupt med oregelbunden bottenprofil. Fyllning av ljusbrun något humös sand med enstaka mindre kolbitar. Även mer flammiga, sandiga partier.	6402610,2	446818,6	
4914	457	Nedgrävning	Oval i plan 0,6 x 0,35 m (NNÖ-SSV) och 0,24 m djup. Fyllning av mörkbrun till brungrå sandig silt med kol och sot samt brungrå silt.	6402627,4	446815,0	
4924	457	Nedgrävning	Oval i plan 0,75 x 0,45 m (NÖ-SV) och 0,14 m djup. Fyllning av gråbrun sand med enstaka mindre kolbitar. Rejält urlakad.	6402575,4	446847,0	
4935	457	Stolphål	Runt i plan 0,35 m i diam och 0,1 m djupt. Fyllning av ljus gråbrun sand. Urlakat.	6402577,3	446847,3	
4944	457	Stolphål	Runt i plan 0,25 m i diam och 0,13 m djupt. Fyllning av gråbrun sand.	6402580,4	446841,1	
4954	457	Härd	Oval i plan 1,7 x 1,4 m (N-S) och 0,15 m djup. Fyllning av svart sotig sand och rikligt med kol. Enstaka skörbrända, söndervittrade stenar.	6402560,4	446844,0	
4990	457	Ränna	2,40 m lång och 0,3-0,55 m bred (NÖ-SV). Fyllning av gul till gråbrun sand. I övre delen med inslag av sot och enstaka kolbitar. Urlakat.	6402563,9	446844,1	

Bilaga 6. ^{14}C -analys

UPPSALA
UNIVERSITET

Ångströmlaboratoriet
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Rum 4143

Postadress:
Box 529
751 20 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 59

Telefax:
018 – 55 57 36

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

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

Uppsala 2019-02-26

Anna Ödeén
Jönköpings läns museum
Box 2133
550 02 JÖNKÖPING

Resultat av ^{14}C datering av träkol från RAÄ 459, Hedenstorp 1:17, Sandseryds socken, Jönköpings kommun, Småland. (p 2061)

Förbehandling av träkol och liknande material:

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

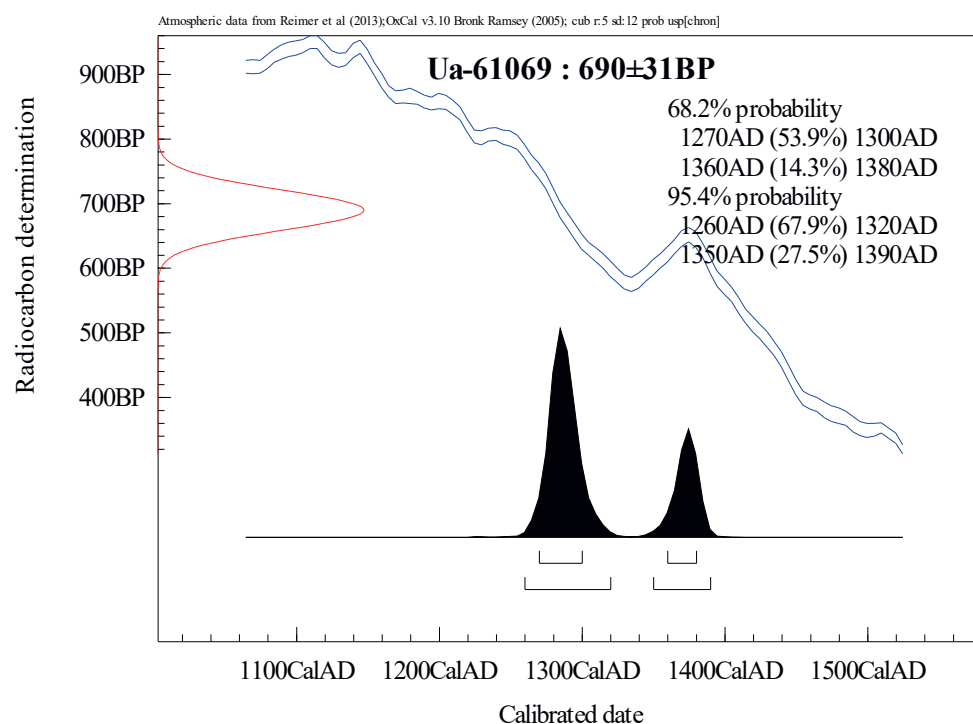
Före acceleratorbestämningen av ^{14}C -innehållet förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 4, till CO_2 -gas som i sin tur grafiteras genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

RESULTAT

Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}\text{‰ V-PDB}$	^{14}C age BP
Ua-61069	A4341	-24,7	690 ± 31

Med vänlig hälsning

Göran Possnert / Lars Beckel



I området runt Hedenstorp har det genomförts flera arkeologiska insatser under senare årtionden på grund av den industriablering som sker där.

Denna rapport innehåller resultaten av en undersökning som gjordes i maj 2018. Vi hoppades då att vi skulle få mer kunskap om de förhistoriska boplatserna. Det har dock visat sig att området innehåller mer utspridda, ensamliggande härdar än stora sammanhängande boplatser med hus.

Vi fick dock möjligheten att undersöka ett slagghvarp som visade sig vara helt annorlunda mot de som har provtagits i området tidigare och som är samtida. Slagghvarpet pekar mot en järnframställare som inte hade något emot att använda sig av en annan teknik, ett annat träslag och en annan malmtäkt än vad som var brukligt. Är det en entreprenör vi ser spåren av?

