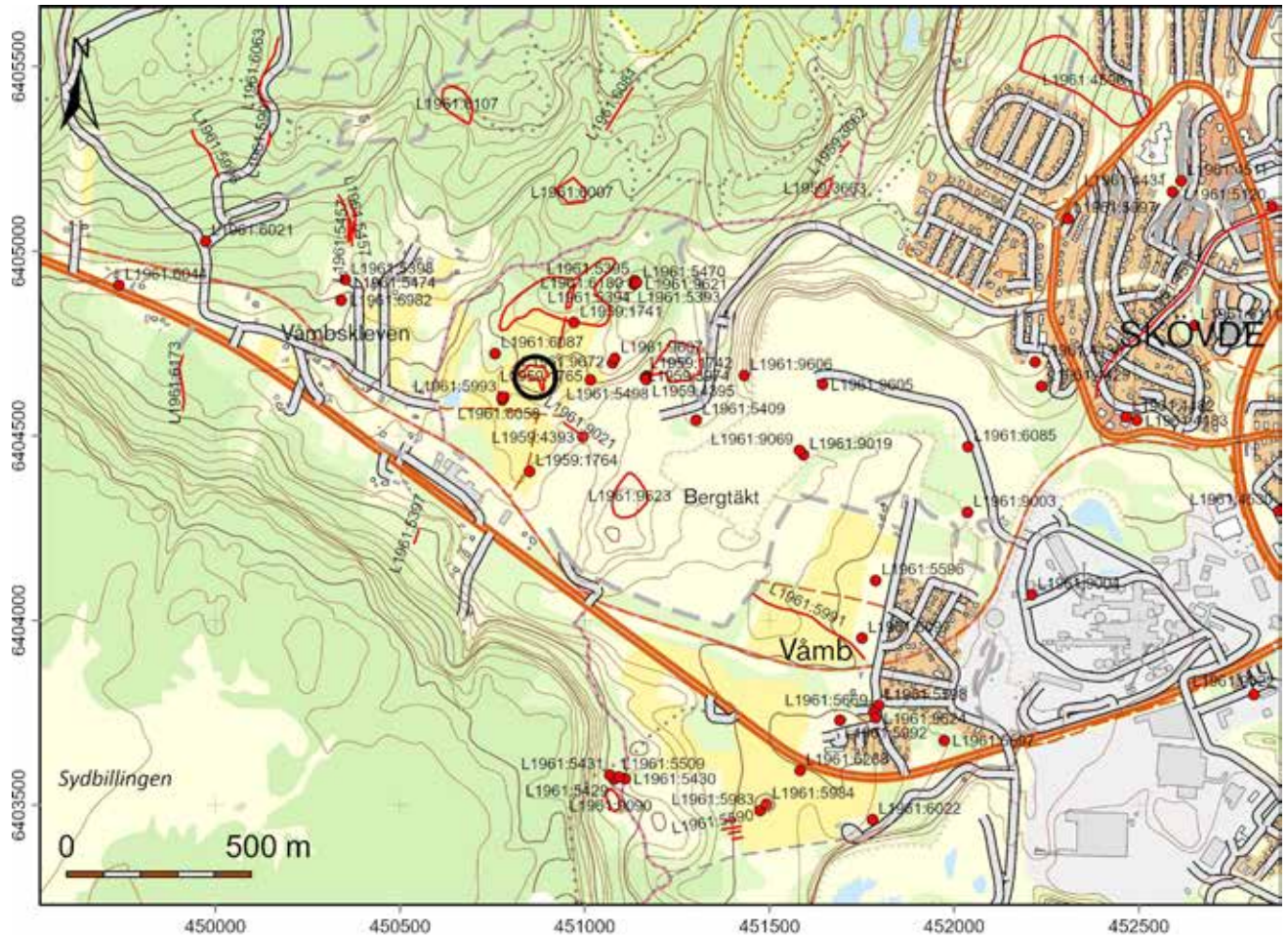




Figur 1. Karta över västra delar av Skövde. Våmb-lokalen (L1959:1765) har markerats med en ring. Observera den branta topografin samt Våmbskleven som löper åt nordväst mot Varnhem.

Våmb - en järnframställningsplats bland många

Eva Hjärthner-Holder, Ann-Marie Nordman, Ole Stilborg

Inledning

Hösten 2021 undersökte Jönköpings läns museum en nyupptäckt blästplats strax väster om Skövde i Våmb, Västergötland (L1959:1765). Platsen är en av många och inte ovanlig men ger ändå viktiga bidrag till förståelsen av ett viktigt hantverk.

Järnet har haft och har stor betydelse i Sverige. Järnframställningens rötter börjar i sen bronsålder och blästbruket utvecklades sedan under järnålder och vikingatid. Hela denna historia är representerat i Västergötland och bildar en rik bakgrund till platsen i Våmb.

Framtagning av järn från myr- och sjömalm samt rödjord var ett hantverk som krävde både grundläggande kunskapar och erfarenhet – inte bara om själva processen men även när det gällde framtagning och beredning av treenigheten av råmaterial – malm, kol och lera – som behövdes. Framtagningen av råmaterialen och konstruktionen av ugnen representerade en betydande investering av tid och möda samt förutsatte god planering. Man har rimligen

strävat efter ett så bra utbyte av denna investering som möjligt vilket har drivit en utveckling av hantverkskunnandet. Kunskapen om järnframställningen tycks ha varit ganska allmänt spridd men sannolikt var det ändå ett begränsat utsnitt av befolkningen som tog upp hanteringen som bisyssla och extra inkomstkälla. Med tanke på det senare masugnsbrukets kända bergsmanssläkter är det rimligt att tro att det även under järnåldern var enstaka familjer/släkter som traditionellt ägnade sig åt blästbruket och bytte eller sålde en väsentlig del av produktionen lokalt eller längre bort. Vi får tänka oss att kolning, malmupptagning, lergrävning, ugnsb bygge och körning av ugnen har varit samarbeten under olika delar av året som alla delar av familjen oavsett kön och ålder deltog i, under kortare eller längre tid.

På en väl dränerad sluttning inom dalen Våmsklevan i Västergötland pågick ett sådant arbete under åtskilliga generationer inom det vi kallar romersk järnålder och folkvandringstid. De kraftigt odlingsstörda resterna av ugnarna med deras innehåll av slagg från de sista körningarna undersöktes hösten 2021 av Jönköpings läns museum. Med sina 26 ugnar är denna järnframställningsplats varken minst eller störst och med sin datering mellan första och slutet av femte århundradet efter vår tideräkning början är den varken äldst eller yngst. I trakten runt Skövde finns flera andra undersökta platser där järn framställts; flera med dateringar inom samma tidsspann som Våmb-platsen. Denna är således en av många liknande platser runt omkring i Sverige varav många också är bättre bevarade. Varpen av slagg från tidigare användningar av ugnarna är ofta kvar medan de i Våmb sannolikt plockats bort tillsammans med marksten för att underlätta odlingen i senare tider.

Trots att Våmb's järnframställning i sig inte är sensationell har utgrävningen och de efterföljande analyserna av fyndmaterialet gett viktiga nya bidrag till förståelsen av hantverket och dess organisation som är väl värda att berätta om.

En kort bakgrund: Tidig järnframställning i Sverige och i synnerhet norra Västergötland

Lämningar av järnålderns blästplatser finns utspridda från Skåne i söder till nordligaste Norrland. Lokalerna finns koncentrerade i områden med lättillgängliga råvaror; myrmalm eller rödjord, ved till kolning och lera till uppbyggnaden av ugnen, men finns även där råmaterialutbudet är sämre. Myrmalm eller rödjord kan bildas i fuktiga, järnrika miljöer med humusrik och kalkfattig jord men även i sjöar som sjömalm (Sveriges Nationalatlas 2011:30). De allra äldsta kända spåren av järnframställning i Sverige härstammar från senare delen av bronsåldern – ungefär 1000–900 f.Kr. Den tidigaste produktionen verkar vara knuten till boplatser där man redan ägnade sig åt brons-hantverk (Hjärthner-Holdar 1993:38). Redan under senare delen av bronsåldern 800–700 f.Kr. har man

börjat flytta verksamheten bort från bosättningarna och närmare råvarukällorna; myr/sjömalm eller rödjord och lämplig skog som behövdes till kolframställning. Med tiden ökade produktionen i omfattning så att man kan börja tala om industriell verksamhet där huvudsyftet skiftade från lokal produktion i liten skala till större volymer där merparten av järnet var avsedd för avsalu (Hjärthner-Holdar et al 2018:5).

Det tidiga blästbruket finner vi bland annat i Bergslagens Röda jorden-området där ugnarna har daterats till perioden 700 f.Kr.–200 e.Kr. Andra tidiga lokaler har påträffats bland annat i Uppland, Småland, Östergötland, samt i Norrland (se bland annat Hjärthner-Holdar et al 2009: karta s 25). Snart nog har man börjat tillverka järn i blästugnar lite varstans i landet där lämplig malm fanns. Redan under romersk järnålder kan man tydligt se att produktionen är en överskottsproduktion och ugnarnas storlek ökar markant i vissa områden såsom Bergslagen och Gästrikland. Under sen järnålder (vikingatid) och tidig medeltid kan man tala om industriell verksamhet i stor skala i bland annat norra Skåne/södra Halland, Kalmar län, norra Jönköpings län, Bergslagen, Härjedalen och Jämtland. (Hjärthner-Holdar et al 2018:5). I själva verket fluktuerade produktionen både geografiskt och i tid (Magnusson 1986:225) – ibland beroende på varierande tillgång på träkol på grund av nedhuggning av skogen. I vissa områden högg man ner i princip all skog varför järnframställningen avstannade. Bland annat anser man att skogen i stora delar av västra Jylland, Danmark kan ha försvunnit under 500-talet e.Kr. på grund av den mycket omfattande järnframställningen i blästugnar – ugnarna i området kan räknas i flera tusental (Strömberg 2008:68ff).

De äldsta järnframställningsugnarna under yngsta bronsålder var ofta relativt små schaktugnar med slagguppsamlingsgrop under ugnen men även större ugnar förekom tidigt. Den inre diametern i de mindre ugnarnas schaktbotten brukar ligga på 0,3–0,4 meter och höjden på det lerbyggda ugnsschaktet har uppskattats till 0,6–1,0 meter. De flesta ugnarna har varit gediget byggda, ofta med stenramar och tjocka väggar av antingen stenar och/eller lera (Hjärthner-Holdar et al 2018:6; Stilborg 2023). Under järnåldern övergick man i Västergötland successivt till engångsugnar. Även dessa hade slagguppsamlingsgrop i botten men ugnsschaktet var av klenare konstruktion och det var i regel inte reparerad. Denna typ överlevde sedan länge i Västergötland (Hjärthner-Holdar et al 2018:7). Den dominerande typen av engångsugn i Skövde-trakten liknar engångsugnarna i västra Danmark, där de förekommer i tusental (Jensen 2004:746–7). En annan typ av ugn som är av intresse är de parvist liggande. Dels anar vi att vi har några sådana i Våmb, dels har fyra parvist liggande ugnar dokumenterats vid boplatsen L1960:7202 i Horsås (Ångeby&Forenius 2012:35). Parugnar eller dubbelugnar, som de också kallas, finns i stort antal bland annat i



Fig 2. Delar av ugnsschakt med slagguppsamlingsgrop och med öppning med portalstenar snett upp till vänster. Dansarberget, Torsåkers socken, Gästrikland. Foto Eva Hjärthner-Holdar.



Fig 3. Bottenslagg med tydliga avtryck av vedträn som slaggavskiljare. Slaggens vikt 240 kg. Datering 200-400 e.Kr. Dansarberget, Torsåkers socken, Gästrikland. Foto Eva Hjärthner-Holdar.

Tranemotrakten i sydöstra Västergötland och utanför Jönköping i nordvästra Småland (Englund 2002:45f, fif.140; Hjärthner-Holdar et al 2009:28, Nordman 2014:12f). Dessa flergångsugnar har dock en annan uppbyggnad och dateras till vikingatid-medeltid.

Inom nuvarande Västra Götalands län finns över 600 lämningar efter blästbruk registrerade (<https://app.raa.se/open/fornsok/>). Bland annat området norr och nordväst om Billingen utmärker sig, likaså Varaslätten mellan Vara, Vårgårda och Falköping. Ofta markeras platsen av väl synliga slaggvarp eller slaggförekomster i åkerjord. Många av de registrerade lokalerna som har daterats har visat sig vara från vikingatid och tidig medeltid (Magnusson & Millberg 1982). Skövdeområdets relation till järn har emellertid kända djupa rötter som går tillbaka till fyndet av ett kantbeslag i järn från bronsålderns period II–III i en grav i Ingelstorp, Skärv socken på andra sidan Billingen, drygt en mil från Våmb (Hjärthner-Holdar 1993:124). På lite närmare håll, i Varnhems socken, har flertalet slaggbitar påträffats i ett röse från yngre bronsålder (ibid:49) och inom nuvarande Cementas bergtäkt 1 km öster om aktuell blästplats har ett par järnringar påträffats i gravar som daterats till bronsålderns period VI, eller övergången till järnålderns period I (ibid:125f).

I och runt Skövde stad finns också en ansamling blästplatser som undersökts i samband med exploatering under de senaste sextio åren. Dessa i sin tur har varit osynliga ovan mark och oftast saknat tydliga slaggvarp. Oftast finns endast den nedre delen av en eller flera slagguppsamlingsgropar kvar. Dateringarna här hamnar i äldre till mellersta järnålder (se bland annat Berglund 2012b, Hjulström 2010). Även i Götene och Ledsjö väster om Billingen har liknande blästbrukslämningar undersökts under 2000-talet (se till exempel Forenius et al 2008).

Att framställa järn – en fråga om råvaror och organisation av flera arbetsmoment

Det finns sex förberedande huvudmoment vid framställning av järn i blästa. Det är att samla ved och kola, samla byggnadsmaterial till ugnen däribland en lämplig lera som en viktig del samt malm, vilka båda måste lokaliseras, rosta malmen och bygga ugnen. Detta sker inte vid samma tid, utan utspritt under året i samklang med det övriga arbetsåret. Det kan betyda att olika material transporterats vid olika tillfällen och från olika platser till lokalen där järnframställningen äger rum. Det material som far mest illa av långa transporter är kolet. Det slås sönder i de troligen tämligt skumpiga transporterna och under historisk tid anges 20 km som en maximal sträcka för transport av kolet. Det betyder att ju närmare nyttjandebar skog järnframställningsplatsen ligger desto bättre. Malmen är som orostad lite otymplig och tung (vattenbemängd). Därför kan torkning av malmen ha skett bredvid

rödjordsbildningen i myren/sjön, men också rostningen för att få så ren malm som möjligt med sig till järnframställningsplatsen. Det finns två huvudlägen för järnframställningsplatser nämligen intill eller på boplatserna eller i utmarken med flera av råvarorna runt själva järnframställningslokalen. Detta gör att vi troligen också får olika transportmönster för arbetet kring de olika lokaliseringarna. I Våmb bör vi räkna med att vi har med en bondebefolkning att göra och att det därmed är bondens år som styr när de aktiviteter som tillhör järnframställningen kan ske. Det skall också sägas att den nu undersökta järnframställningen inte är boplatssanknuten utan mest sannolikt knuten till utmarken där råvarorna fanns.

Den tidigaste utvinningen av järn i Norden anses ha skett ur någon form av limonitmalm, dvs sjö- och myrmalmer och lösa ockror (rödjor). I detta sammanhang bör också påpekas att ordet malm är en ekonomisk term och skall användas enbart när det är fråga om brytvärda förekomster. I detta avsnitt skall vi försöka beskriva processen från råvarorna (malmen, bränslet och leran/byggnadsmaterialet) till det färdiga järnet/luppen. Det första ledet är att veta vilken malm man skall välja och hur man finner den. Det andra viktiga ledet är framtagningen av bränslet. Det tredje är byggnationen av ugnen där framställningen av det råa järnet görs; följd av själva framställningsprocessen och avslutningsvis primära och sekundära smidesprocesser. I den här presentationen av material- och arbetsprocessen slutar vi vid det råa järnet/luppen eftersom ingen efterbearbetning har kunnat lokaliseras inom den nu undersökta järnframställningsplatsen.

När det gäller organisationen finns det ett sätt att räkna mandagar genom att se hur många bältpar som ugnen har. En ugn som är upp till 0,4 meter i innerdiameter kan köras med ett bältpar beroende på hur mycket luft och vilket tryck som bälgen kan åstadkomma. Ett bältpar betyder att minst fem personer behövs för att köra ugnen dvs köra bälgar och sätta upp kol och malm på ugnen. När innerdiameter på ugnen överstiger 0,4–0,5 meter behöver antalet bältpar ökas och en ugn med en innerdiameter på 0,6 meter behöver med all sannolikhet 3–4 bältpar. Dessa stora ugnar med djupa slagguppsamlingsgropar kan ha bottenlaggar på 200–300 kg (figur 2-3) vilket gör att ungefär den dubbla mängden malm har satts upp/chargerats på ugnen (charging eller uppsättning= påfyllning av kol och/eller malm). Då det bildas en lupp till varje bälge betyder flera bälgar även en uppdelning av en större metallmängd i hanterbara 25–35 kilos lupp (figur 4-5). (Englund 2002:245ff; Hjärthner-Holdar et.al. 2009; Hjärthner-Holdar et.al. 2013; Hjärthner-Holdar et.al. 2014; Forenius et. al. 2014) Dessa ugnar behöver således per skift minst åtta personer. Men här kör man dessutom ugnen i flera dygn vilket gör att det måste vara åtminstone två åtta-mannalag/dygn. På den nu undersökta järnframställningsplatsen är de flesta ugnarna under 0,5 meter vilket gör att



Figur 4 och 5. Lupp hel och delad, daterad till 600-tal e.Kr., vikt 25 kg. Från Torsåkers sn i Gästrikland. Luppen kommer således från samma socken som Dansarberget men har en senare datering.

det troligen behövs endast ett bälgpar/dubbelverkande bälg och att en bemanning på cirka fem personer åtgår till själva reduktionsprocessen. Det betyder att man kan tänka sig en familjekonstellation men man kan därmed inte utesluta att organisationen kan ligga på bynivå. Samma arbetsgrupp kan också ha skött vedframtagning, kolning och lerframtagning eftersom dessa aktiviteter sker vid annan tid än själva reduktionen/framställningen av järnet.

Malmbildningen

Bildningstiden

En fråga som har sysselsatt ett flertal forskare är när limoniter, dvs. sjö- och myrmalmsbildningarna och rödjord började uppstå. Flera menar att denna process inte kan ha påbörjats förrän i samband med ett fuktigare klimat i övergången mellan bronsålder och äldre järnålder och granens invandring (Arrhenius 1959:19, Hansson 1989:78) även om Naumann lägger in en brasklapp och tillägger att de inte kan vara äldre än från istidens slut (Naumann 1922:110f). Troligen har bildningen av dessa malmer börjat redan vid tiden för isens avsmältning. Idag föreligger dateringar gjorda på organiskt material som varit inbäddat i myrmalmskakor från bland annat Tåstarp socken i Skåne där dateringen blev 8080–7580 f.Kr. (U-a 418 8850+/-120 BP) (Hjärthner-Holdar & Kresten 1996). För övrigt är processen pågående, det vill säga att det nybildas malmer av denna typ just nu.

Sjömalm

Sjömalm uppstår på botten av sjöar med ett bildningsmaximum vid cirka 3–5 meters djup (Naumann 1922:43). Dessutom är malmbildningen knuten till gyttjelager. En normal malmbildning direkt på sand eller ler (kornstorleksbeteckning) är otänkbar (Naumann 1922:46). Man kan däremot finna den på torra land genom att sjöar växt igen eller utdikats. Det är således bildningssättet som givit malmen dess namn. Detta är viktigt när vi söker råvarukällan till den järnframställning som vi finner, ibland till synes utan rumslig kontakt med någon malmförekomst. Sjömalm förekommer i små stycken och betecknas efter sitt utseende som krut-, ärt-, bön-, penning- eller skraggmalm (Naumann 1922:4). Om man utnyttjat sjömalm i befintliga sjöar har man skrapat upp malmen från botten med hjälp av en kara med vidhängande behållare. Detta kan ske både vintertid från isen eller från båt under sommarhalvåret. Om man utnyttjat sjömalmer från uttorkade sjöar dvs. malm som befunnit sig på land måste dessa ha grävts upp.



Fig 6. Profil genom malmager/rödjordspacke i Röda Jorden, Västmanland. Foto Eva Hjärthner-Holdar.

Myrholm

Myrmalmen bildas i eller under fuktig eller så kallad översilad mark som till exempel en myr. Den förekommer nere i markprofilen oftast i form av stora kakor och kallas kant- och kakmalm (Naumann

1922:4). Kant- och kakmalmer kan uppträda redan på 0,1 meters djup i markprofilen och huvudhorisonten är oftast passerad vid cirka 0,5 meters djup (Naumann 1922:131f). För den ovane kan myrmalm ibland framstå som en slagg på grund av den knotttriga slaggartade ytstrukturen. Skillnaden är dock att myrmalmen går tämligen lätt att bryta itu vilket inte kan sägas vara fallet med slagg. Malmen grävs vanligen upp. Detta medför att malmen är lättast att ta upp vid lågt vattenstånd, vilket vanligtvis är under senare delen av sommarhalvåret.

Rödjord

Rödjorden är, vilket namnet antyder, en mycket finkornig malm som inte bildar klumpar eller kakor. Den bildas i markytan på översilad mark och bör, enligt Naumann, tillhöra kategorin lösa ockror som en undergrupp till myrmalmer. Samtidigt menar Naumann att dessa inte kan ha ett genetiskt samband med de verkliga myrmalmerna. Naumann var inte medveten om de stora rödjordsförekomsterna och han var delvis därför av den åsikten att dessa lösa ockror inte kunde vara av ekonomiskt värde det vill säga räknas som definitiva malmbildningar (Naumann 1922:4). I dagens läge vet vi att rödjordarna utnyttjades i mycket hög utsträckning och att de dessutom består av mycket högvärdig malm. Rödjorden bildas, som förut nämnts, på översilningsmarker. Malmen ligger vanligen som ett 0,1–0,2 meter tjockt lager på marken, idag ofta under torven. Det finns dock rödjordslager som kan vara upp till 1 meter tjocka (figur 6). Man kan lätt skilja rödjorden från det järnrika anrikningsskiktet i jordmånen podsol genom att rödjorden ligger ovanpå blekjordslagret. Anrikningsskiktet i podsolen ligger under blekjorden. Det är således en mycket lättåtkomlig malm som enkelt kan skottas upp. Detta kan ske i stort sett året runt även om den snöfria delen är att föredra.

Malmen

Hur kunde man finna och identifiera limonitförekomster och sedan veta om de var brytvärda? Där dessa typer av malmer förekommer finns oftast också en pågående nybildning som syns i vattendragen som endera en oljig film eller en grötig röd till rödbrun utfällning (figur 7). Detta underlättar prospekteringen. Förutsättningen är dock att man vet vad det är. Ockror är ingen nyhet för den förhistoriska människan eftersom man ända sedan tidig stenålder använt dessa som färgpigment. De olika malmtyperna, sjö-, myr- och ockror, består dessutom av var sina morfologiskt väl karakteriserbara typer. Detta medför att bara man hade kunskapen om var malm fanns så var det också möjligt att välja malmtyp. Kvaliteten kunde man avgöra genom att en sjö- eller myrmalm av god kvalitet är hård och fast och en rödjord av bra kvalitet kan man rulla till en kula mellan fingrarna och man väljer dessutom färg där en speciell röd



Figur 7. Myrmalmsbildning som ses som en "oljig" rödbrun utfällning i mindre bäck i Röda Jorden, Västmanland. Foto Eva Hjärthner-Holdar.

färg har bra och lagom järnhalt, cirka 60% Fe. Det går således bra att på empirisk väg avgöra om en limonit kan anses vara en malm det vill säga brytvärd.

Efter det att malmen tagits upp torkas den. Därefter bör malmen rostas. Rostning kan ske i en vanlig härd eller på lave. Rester av sådana, främst rektangulära, har påträffats vid arkeologiska undersökningar (se till exempel Forenius et. al. 2014). Rostningstemperaturen bör inte överstiga 700°C eftersom man inte vill driva reduktionen för långt och påbörja slaggbildningen. En del av malmen blir nu magnetisk och bildar vad som kallas maghemit (järnoxidföreningarna i limoniter är inte magnetiska i orostat tillstånd). Vid rostningen bortgår vatten och kristallvatten det vill säga det kemiskt bundna vattnet, samt organiska föreningar. Man anrikas således malmen och halten järnoxid blir därmed högre i den rostade malmen än i den orostade.

Har man sedan använt sig av en så kallad kakformig myrsmalm, vilken föreligger i stora stycken, måste man boka den det vill säga få ner den i lagom stora stycken på cirka 1–2 centimeter. Rödjorden däremot är mycket finkornig och behöver inte bokas. Eftersom ingen malm har hittats på den nu undersökta lokalen kan vi bara, via den kemiska analysen av slaggen, säga att det rör sig om limonit det vill säga någon av de ovan beskrivna limonitmalmerna. Dessutom kan man tydligt se att järnframställningen körts med flera olika malmtag. Det är nämligen så att det är bara en omgång upptagen omblandad limonitmalm som har samma kemiska sammansättning. Detta beror på att limoniter varierar kemiskt förhållandevis mycket (Jouttijärvi 2023).

Bränsle

Bränsle måste även till för att man skall kunna reducera järnmalmen till järn. De undersökta ugnarna inom exploateringsområdet visade att kol, av i första hand ek, har använts som bränsle (Danielsson 2024).

Det finns åtminstone en faktor att ta hänsyn till när det gäller bränslet, nämligen valet av träslag. I Sverige verkar valet av träslag delvis bero på skogstypen i området. I till exempel Mellansverige har man vanligen valt barrträd. Inte särskilt märkvärdigt kan tyckas, men om man tittar närmare på och jämför olika områden kan man upptäcka att det finns skillnader beroende på vilket barrträd som används och det är oftast det som är mest tillgängligt. Både gran och tall får anses ha gott brännvärde. I den här undersökningen i Våmb vid Skövde i Västergötland har man i första hand valt ek som har ett mycket gott brännvärde. Om man ser sig omkring i dagens skog i området är det mycket gran så uppenbarligen har här under äldre järnålder varit en annan skogstyp sannolikt en ädellövs-skog med ett stort inslag av ek. Det finns inslag av andra träslag i resterna av kol i ugnarna nämligen asp och al. Dessa båda

träslag har dåliga brännvärden och de kan istället ha använts både som slaggavskiljare i ugnens slagguppsamlingsgrop och som vidjor i lerschackets konstruktion (jmf ugn A387).

Valet av träslag verkar inte i någon större utsträckning vara tidsbundet utan snarare vara relaterat till kunskapen om olika träslags värde hos gruppen som framställde järnet och i förhållande till den lokala skogens sammansättning. Tillgängligheten kan även ha varit beroende av olika ägarstrukturer och därmed haft betydelse för valet av träslag.

Enligt resultaten från undersökningarna i Röda Jorden i Västmanland, där biotopen för samtliga järnframställningsgrupper är tallheden, har man där till största delen valt unga tallar, under 40 år (Hjärthner-Holdar 1998). När det gäller den nu undersökta järnframställningsplatsen har man använt ek troligen från yngre individer som bränsle.

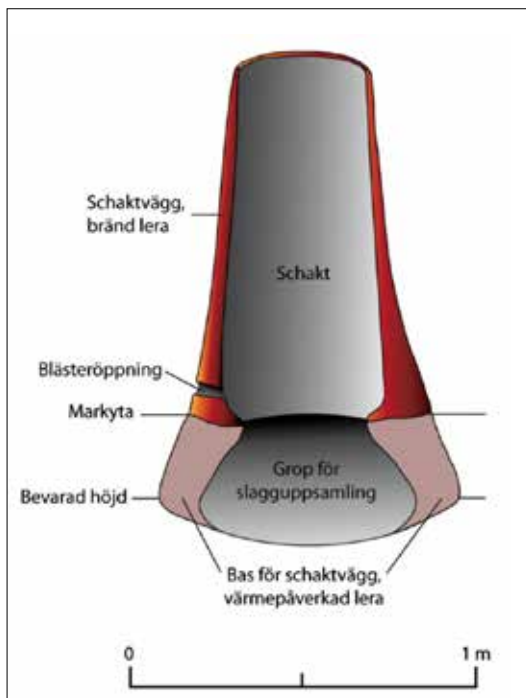
Under förhistorisk tid kolade man i grop, vad man hittills vet. Ett påstående som varit långlivat när det gäller bränsle till själva järnframställningen är att man körde ugnarna på ved. Man ansåg dessutom att kolningsgroparna till största delen borde ha legat på själva järnframställningsplatsen (Magnusson 1986). Kolningsgropar är emellertid sällsynta på järnframställningsplatserna men finns i mängd ofta i avsides områden (<https://app.raa.se/open/fornsok/>). De flesta dateringar som vi har är från yngre järnålder. I denna undersökning i Våmb kan vi se att man använt sig av kol i processen då vi ser tydliga kolavtryck i slaggen vilka skiljer sig klart från vedavtryck. Det saknas dock kända kolningsgropar i området. Frågan är då om man ändå kan tänka sig att kolningen kan ha skett lokalt på annan plats men att man vid inventeringen för ekonomiska kartan missat dessa lämningar eller att man har kolat på annat sätt vilket inte lämnat tillräckligt tydliga spår.

Malm- och kolupplag

Det är viktigt att se till att råvarorna hålls torra. På de flesta undersökta järnframställningslokalerna tycks dock rester efter konstruktioner så som till exempel tak saknas, vilket gäller även för den nu undersökta platsen. Rimligen har torkskydden varit så lätta konstruktioner att de inte lämnat några spår i marken.

Lera

För valet av lämplig lera gäller samma typ av basala krav som för bränslet. Där det senare ska ha bra brännvärde ska leran främst ha en tillräcklig värmetålighet så den klarar den högsta värmen i blästerzonen utan att deformeras eller spricka för mycket. I Sverige är den mesta leran av kvartärt ursprung och klarar temperaturer upp till 1300 °C. Det enda större problemet att undvika är innehåll av kalk som kan sänka denna temperaturgräns om halten är för hög. Denna kunskap har man haft sedan folk började göra keramikkärl.



Figur 8. Principskiss för schaktugn med underliggande slagguppsamlingsgrop. Teckning: Svante Forenius.

Utöver värmetålighet gör en lagom plasticitet det lättare att bygga schaktet. Vad som var lagom har berott på ugnstyp och konstruktörens hantverkstradition och varit relaterat till det lokala urvalet. Leror varierande från finkorniga feta till grova med mycket sand har använts på olika håll och i Våmb har man till och med använt två olika kvaliteter (Stilborg 2023b:13).

Ugnstyp

I ett europeiskt perspektiv är det ovanligt att studera resterna av ugnarnas konstruktion utöver eventuella markfasta rester av den enkla anledningen att mycket lite har bevarats (Pleiner 2000, 149 & 172; Stilborg 2023a). Det faktum att en hel del av de svenska järnframställningsplatserna ligger i skogsmark och därför är mindre skadade har betytt att det här finns ett större och mera varierat fyndmaterial. De ökade möjligheterna för insikt har gått hand i hand med en utveckling i forskningsfrågor och analysmetoder under de senaste tre decennierna (Stilborg 2023a med referenser).

När man skall välja lokal för en järnframställning måste en väl dränerad plats lokaliseras för byggnationen. Detta för att det inte skall vara fuktigt under ugnen. Huvudtypen av järnframställningsugn i Sverige är schaktugnen med underliggande slagguppsamlingsgrop med ett lerbyggt schakt ovan mark. I botten på slagguppsamlingsgropen stampar man in ett lager kolstybb som isolering mot marken/undergrunden. Schaktets höjd ovan blästerintaget är dubbla diametern på schaktet (figur 8). Ibland har schaktet armerats med sten och/eller med en stomme av vidjeflätning. På den nu aktuella undersökningen har spår efter vidjor setts i fragment av ugnsväggar. En variant på dessa ugnar är den så kallade stenramsugnen som har en stenram i botten av schaktet och ner i slagguppsamlingsgropen. Dessa två ugnsvarianter används oftast flera gånger, men det finns även exempel på helt lerbyggda ugnar som endast använts en gång (jämför till exempel platserna Ledsjö och Horsås). Analyser av ugnsvägg från en av Våmbugnarna visar lagning och därmed är sannolikheten för att dessa ugnar använts mer än en gång mest trolig (se nedan Ugnskonstruktionen). Schaktet byggs med en avsmalnande vägg tjocklek från till exempel upp till 0,2 meter längst ner till några få centimeter längst upp för att basen ska kunna bära tyngden av lerväggen längre upp. Insidan av ugnen måste dock vara cylindrisk, möjligen något oval, så att den nödvändiga aerodynamiken/luftströmningen i ugnen kan uppnås. Ingången för blästerörarna från de bälgar som ugnarna mest sannolikt har drivits med, bör ha placerats 0,2–0,3 meter ovan schaktets botten. I ett par av Våmbugnarna kan avståndet mellan blästeringång och botten ha varit något lägre. Därefter måste ugnen torka genom försiktig torkeldning. I sällsynta fall verkar ugnen ha bränts innan den togs i bruk.

Den speciella ugnstyp och framställningsmetod kallad parugnar har varit vanlig mellan 800 och 1350 e.Kr., det vill säga från vikingatidens början och ungefär fram till digerdöden. Kontinentala förebilder finns när det gäller denna typ av ugnar. En skillnad mot äldre typer av blästugnar föreslås vara att man i de små parugnarna lokalt kunde nå mycket höga temperaturer och att slaggen kunde tappas ur ugnen i stället för att man lät den samlas i en grop i ugnens botten. (Englund & Grandin 2002:6).

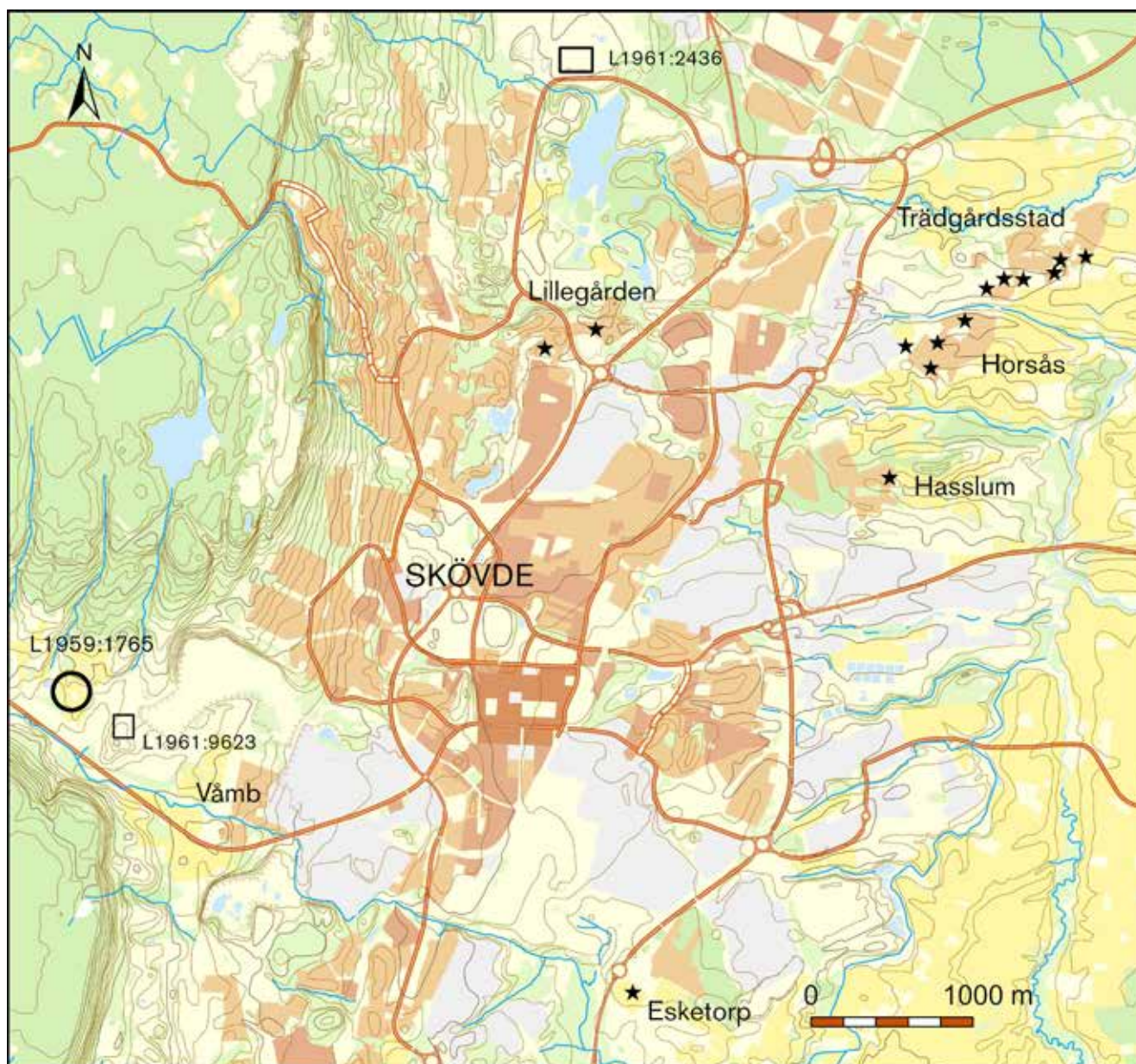
Reduktionsprocessen

När alla råvaror är iordninggjorda och ugnen är byggd kan själva processen att framställa järn inledas. Man börjar med att förvärma ugnen. Det går inte att sätta upp malm i en kall ugn. Man måste förvärma den och då går det åt mycket bränsle (kol). När ugnen är het sätts malmen upp. Sedan varvas kol och malm med jämna mellanrum tills all malm uppsatts. Man kan välja att sätta upp malm på hett bränsle. Då häftar malmen delvis fast vid bränslet och sjunker tillsammans med bränslet långsamt ner i schaktet och en reducering av malmen till järn kan ske. Kallt bränsle gör att malmen kan rasa igenom uppsättningen för fort vilket medför att malmen inte hinna reduceras utan delar av den faller ner i ugnsbotten oreducerad. En körning kan ta allt från 4–5 timmar upp till flera dagar delvis beroende på ugnens storlek och mängden uppsatt malm. Det finns gott om ugnar vars bottenslagger i slagguppsamlingsgropen väger mellan 150–350 kg (se figur 3). Detta betyder, utifrån analyser som gjorts bland annat på Geoarkeologiskt Laboratorium GAL att en bra svensk limonitmalm ger 1 kg slagg mot 1 kg järn, och att sådana körningar skulle ta 5–9 dygn, förutsatt att uppsättningen av malm sker cirka var 10:e minut (muntligt Eva Hjärthner-Holdar i projektet Blästa-Masugn Jernkontoret, vetenskapliga experiment).

När all malm är uppsatt blåser man ned blästugnen. Under nedblåsningen sätts ytterligare kol upp för att hjälpa järnet/luppen att konsolideras. När nästan allt bränsle är förbrukat och man kan ana järnet/ luppen (det utvunna järnet delvis blandat med slagg) alldeles under blästeringången är det hela klart och man endera öppnar en lucka i ugnens nedre del eller tar med långa tänger järnet upp ur schaktet.

Primärsmidet

Efter att luppen tagits till vara tar primärsmidet vid, för att i första hand få ut slagg ur luppen och kompaktera den. Det är tämligen troligt att någon form av primärsmide sker på själva järnframställningsplatsen. På den nu undersökta platsen har dock ingen efterbearbetning kunnat konstateras. Inga analyser, vare sig okulära, petrografiska eller kemiska, av slaggen har givit några tecken på att primärsmide förekommit (Jouttijärvi 2023).



Figur 9. I Skövdetrakten undersökta järnframställningslokaler. Längst i norr är den år 1968 undersökta, hittills största, lokalen med sina 227 ugnar (L1961:2436). Intill Våmb-lokalen finns den något äldre boplaten med tre järnframställningsugnar (L1961:9623). På de öst-väst orienterade moränåsarna och i mellanliggande raviner öster om staden finns en rad lokaler som är samtida med Våmb. För läsbarhetens skull har övriga L-numren utelämnats.

Andra järnframställningsplatser i Skövdeområdet

Järnframställning förefaller ha varit en ganska vanlig aktivitet runt Skövde under järnåldern. Sammanställningen av kända lokaler nedan baseras i huvudsak på ett tiotal avrapporterade undersökningar från Skövde stadsområdes östra och sydöstra delar utförda av Västergötlands museum, Arkeologikonsult och UV Väst under åren 2002–2015. För läsbarhetens skull används i första hand platsnamn. När flera platser ligger på samma fastighet – Horsås – används platsnamn ihop med en förkortning för undersökande institution: Horsås/UV för UV Västs (numera Arkeologerna) undersökning av boplaten L1960:7202 (Ängeby&Forenius 2012) och Horsås/AK för Arkeologikonsults undersökning av blästplatsen L1960:7075 (Hjulström, 2010).

Undersökningarna av järnframställningslokaler i och runt Skövde har varit många och omfattat allt från en ensam blästugn till 227 rester av blästugnar samt över 140 gropar med kol och skörbrända stenar på den största undersökta lokalen vid nuvarande Kärnsjukhuset (L1961:2436, Ryd RAÄ18). Undersökningen gjordes redan 1968. Det som fanns kvar av ugnarna var slagguppsamlingsgroparna under ugnarna, som var 0,5–2,5 meter stora och 0,1–0,85 meter djupa. Det fanns skillnader mellan hur små och stora ugnar var placerade på platsen. De större ugnarna låg mer utspridda en och en och innehöll förhållandevis små mängder slagg. De mindre bildade tydliga kluster och innehöll förhållandevis mycket slagg. (Särnvik 1976:109). Endast tre ¹⁴C-dateringar av ugnarna genomfördes och dessa hade en stor spridning från 400 f.Kr. till 1200 e.Kr. Analyser av ett tiotal slaggar visade att järnhalten var över 50 % vilket är normalt för slaggar i blästprocessen. Fynd av bränd lera i ugnarna nämns men diskuteras inte vidare. Även växtavtryck i slaggena nämns i artikeln (ibid 1976:112). Endast 350 meter öster om Våmb-lokalen har en boplats med blästugnar undersökts av Västergötlands museum (L1960:7093, Sjölin 2008). Förutom flera hus, inklusive ett långhus, påträffades tre slagggropar 0,4–0,7 meter i diameter och 0,1–0,2 meter djupa. Ugnarna och boplatsen daterades till perioden 400 f.Kr. till Kristi födelse med tyngdpunkt under de två sista århundraden.

Närmaste järnframställningslokaler som är samtida med Våmb finner vi öster och sydöst om Skövde. Här har ett antal arkeologiska undersökningar berört järnframställning både i mindre och större skala under de senaste tjugofem åren. Den geografiska närheten gör dessa av största intresse för jämförelser med Våmblokalen. Landskapet här är dock ett annat med sina svagt kuperade ändmoräner och mellanliggande bäckraviner i motsats till Våmb's sluttande kalkstensberg. Boplatserna ligger i regel på dessa moränryggar medan blästbrukslämningar förekommer både bland boplatslämningar på höjdryggarna och en bit ifrån dessa, neddragna i ravinnerna eller svackorna mellan höjderna (till exempel Horsås/UV, Ångeby&Forenius 2012 och Horsås/AK, Hjulström 2010) eller vid ett dödishål som i fallet Lillegården (L1960:8625, Berglund 2012). Praktiskt taget alla undersökningar har genomförts i åkermark vilket avspeglas i den dåliga bevaringsgraden av anläggningar.

Mängden ugnar vid de senast undersökta lokalerna i Skövde-trakten varierar från en enda till ett sextiototal vid Lillegården. Dessutom finns både vid Lillegården och Esketorp (L1961:5180) slaggfyllda gropar som inte tolkats som ugnrester utan kopplas till vidare bearbetning/slaggrensning av luppen (Berglund et al 2005). Vid UV Västs undersökning i Horsås dokumenterade man åtta parvis liggande slagggropar. Det framförs ingen förklaring till varför dessa ligger intill varandra längs en nord-sydlig axel (Ångeby&Forenius 2012:36, figur 27f). Övriga lämningar består av möjliga kolnings-

och rostningsgropar (till exempel på Lillegården, Trädgårdsstaden och Horsås/UV). Vid Arkeologikonsults undersökning av blästplatsen Horsås/AK, som låg nere i en ravin mindre än 100 meter norr om boplatsen Horsås/UV, har man dokumenterat två olika typer av ugnskonstruktioner samt slagglager, fällstenar, rostningsanläggningar och täktgropar för malm/rödjord (Hjulström 2010:18, 31). Det finns inga uppgifter om andra fynd än slag och ugnsdelar i anläggningar kopplade till blästbruk.

En översiktlig genomgång visar att ugnarna över lag har haft samma variation i dimensioner på de olika platserna. Bortsett från några undantag, så som Horsås/AK med sina något större ugnar (yttermått 0,75–1,7 meter i diameter) varav den största hade en stenram, har ugnstresterna framträtt som sot- och slaggfyllda mörkfärgningar 0,3–0,8 meter i diameter och 0,05–0,35 meter djupa. Formen på slagguppsamlingsgropen, om den beskrivits, har oftast varit rund, men även ovala former finns. Här får man dock inte glömma att inmätningarna av olika anläggningar kan skett vid olika stadier av undersökning: före och efter finrensning, utvalda ytor kan rensats flera gånger, med mera, vilket kan leda till att anläggningar ändrar form. Stenramsugnen på Horsås/AK (A134) var den största och äldsta på platsen med en datering till 200 f.Kr.– Kristi födelse mot övrigas 70 f.Kr. till 340 e.Kr. (Hjulström 2010:38). Den hade en arbetsgrop framför slagguppsamlingsgropen och utkastlager med ugnsväggar och slag. Intill ugnen fanns en fällsten med fällslaggruntomkring och fem meter längre bort låg ytterligare en fällsten (ibid 2010:18). Två av de övriga ugnarna hade rester av 0,15–0,20 meter höga ugnsväggar kvar in situ vilket gjorde det möjligt att mäta ugnarnas innermått till 0,30×0,35 meter (ugn A61) respektive 0,75 meter (ugn A30) (ibid:24 och 27).

Fyllningen i ugnarna har också varit ganska enhetlig. Förutom lokal silt- eller lerjord finns slaggstycken i varierande mängd, kol och sot samt ugnsdelar. När fyllningen har beskrivits mer detaljerat har ett kompakt lager kol ofta noterats i groparnas botten och runt kanterna (Hjulström 2010:23, Henriksson 2015: Bilaga 2 Anläggningstabell).

Förutom slagguppsamlingsgropar under ugnar förekommer på några lokaler något man kallar för gropar med slag, slaggröpar eller rensgröpar (till exempel Esketorp och Trädgårdsstaden). Vid Trädgårdsstaden fanns två sådana gropar varav den ena var sammanlänkad med den intilliggande blästugnen via en 0,25 meter lång kanal. I kanalen fanns bitar av ugnsväggar (L1961:4528, Berglund et al 2013:16). Dessa gropar var 0,4–0,5 meter i diameter och 0,18–0,30 meter djupa (ibid: Bilaga Anläggningstabell). På Esketorp fanns tio sådana gropar och här anser författarna att flertalet troligen är rester av blästerugnar men att det även finns gropar där man rensat luppen (Berglund et al 2005:88f). Man skriver också att de äldre blästugnarna från tiden strax före vår tideräkning börjar

återfanns utspridda en bit bort från bebyggelsen, medan groparna med enbart slagg från samma tid låg närmare husen (ibid: 93). De yngsta blästugnarna och groparna med slagg från 400–500-tal e.Kr. låg däremot samlade utan koppling till boplatsen. Dessa har tillkommit under en tid då bebyggelsen försvann varför en annan boplats bör ha funnits i närheten (ibid:95).

Större rektangulära härdar har funnits i närheten av slagggroparna på flera av lokalerna och de har ofta tolkats som rostningsanläggningar eller möjliga sådana (bland annat Lillegården, Trädgårdstaden och Horsås/UV). Härdarna har varit som mest 2 meter långa och 1,5 meter breda. Fyllningen bestod av hårt eldpåverkade stenar och kol (till exempel Berglund et al 2013:16, Ångeby&Forenius 2012:39). Någon malm har inte påträffats i dessa härdar varför tolkningen bör betraktas som osäker. Vid Horsås/AK förekom 4–5 flacka, oregelbundna anläggningar med röd sandig silt, små mängder kol och i några fall rödjord. Dessa tolkades som antingen rostningsanläggningar eller malmupplag vilket låter som en rimlig tolkning (Hjulström 2010:32).

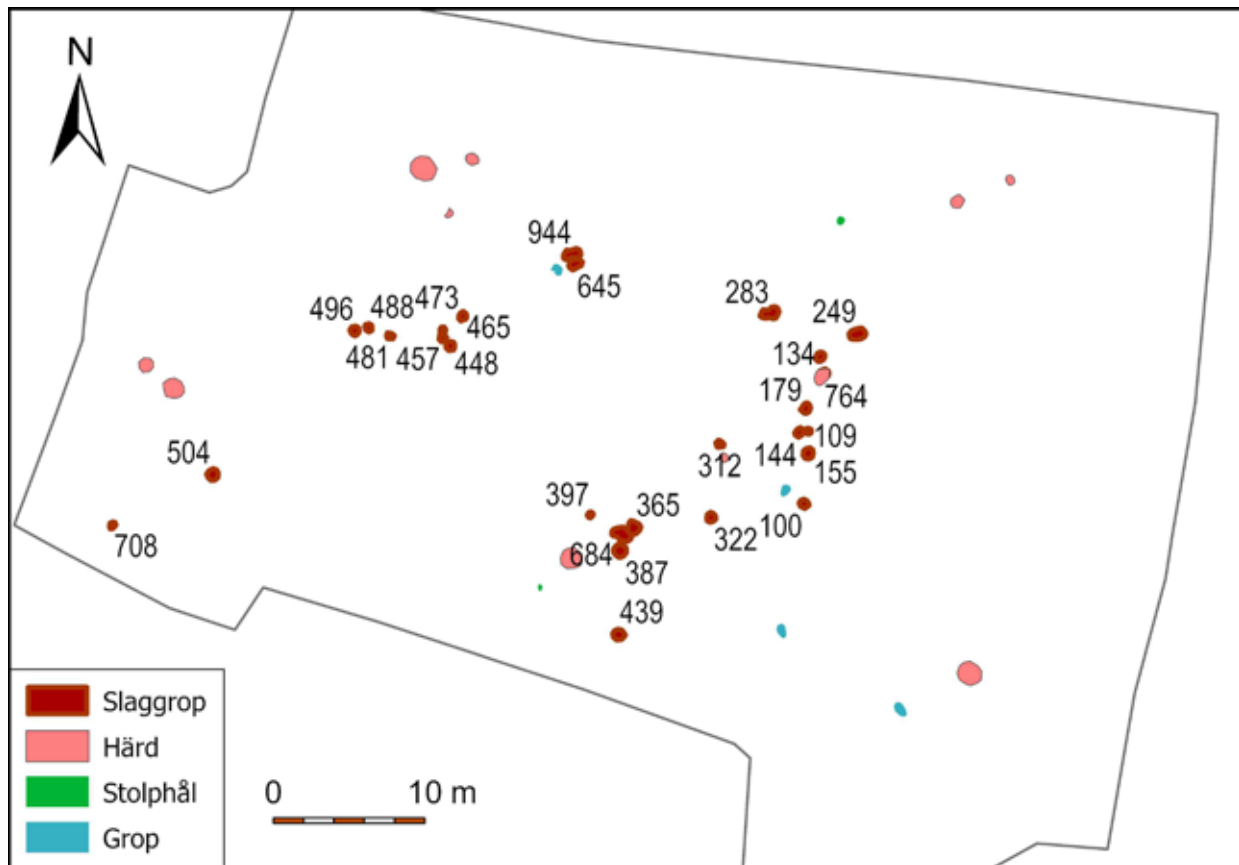
Vid Esketorp dokumenterades en härdliknande anläggning som tolkades som kolningsgrop (A43251). Den har inte beskrivits närmare och det är oklart hur den skiljer sig från övriga större härdar förutom att den verkar vara störst av alla. En profilritning finns i bilagan som visar att anläggningen var 3 meter lång och 0,5 meter djup och fyllningen bestod av kol, sot och skörbrända stenar (Berglund et al 2005: Bilaga Planer & profiler s 45).

På Horsås/AK dokumenterades 26 täktgropar för malm. Groparna låg i den lägst liggande, sankare delen av undersökningsområdet och de var oregelbundna till formen. Fyllningen bestod av grymig rödjord. Smala rännor i det låglänta området tolkades som möjliga sökschakt efter malm (Hjulström 2010:31).

På Horsås/UV dokumenterades en lerfylld anläggning 1,1 meter i diameter och 0,1 meter djup, som möjlig grop för lerbearbetning. Den låg i anslutning till ett par ugnar (Ångeby&Forenius 2012:32). Dateringarna av blästbruket på ovannämnda lokaler (bortsett från Kärnsjukhuset) spänner från 100-talet f.Kr. till 500-talet e.Kr.

Järnframställningsplatsen i Våmb

Undersökningsområdet ligger drygt 1 kilometer nordväst om Våmb kyrka på en sluttande kalkstensplatå på Nordbillings östsida i ett kuperat, relativt öppet odlingslandskap (figur 9). Våmb socken är beläget på östra sidan av platåberget Billingen i anslutning till en sprickdal som leder över berget mot Varnhem. Dalen kallas Våmbskleven eller Billingepasset och den delar berget i två delar: Nordbillingen och Sydbillingen. Våmbskleven har utgjort ett viktigt kommunikationsstråk under flera tusen år mellan orterna på ömse sidor om berget. Kleven har haft ett kommunikationsmässigt strategiskt, väl synligt läge ovanför Skövdetraktens slättbygder.



Figur 10. Översikt av undersökningsområdet.

Jordmänen i Kleven består av sandig och/eller lerig morän med inslag av kalksten och lerskiffer. Berggrunden består av kalksten.

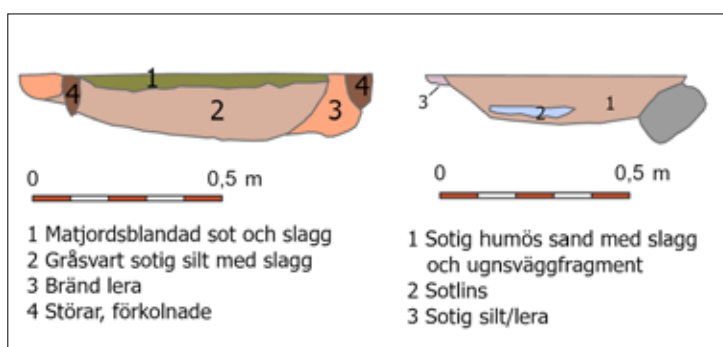
Slättbygden runt Skövde verkar ha varit tätt bebodd sannolikt med ett ständigt behov av järn till gårdarnas funktion. Detta behov ligger till grund för områdets blästplatser inklusive platsen i Våmbsklevan. Som redan nämnts har områdets relation till järn djupa rötter med flera fynd som tyder på att produktionen av järn tar sin början i yngre bronsålder (Hjärthner-Holder 1993:46ff & 124f).

Anläggningarna på blästplatsen i Våmb bestod av 26 slaggropar, 11 härdar, ett par stolphål samt ett tjugotal svårdefinierade gropar (Gustafsson et al. 2024). Inga andra typer av lämningar som ibland påträffas på järnframställningsplatser kunde identifieras; inga kolningsgropar, rostplatser eller smideslämningar/ässjor fanns och inte heller fällstenar, fast lämpliga stenblock fanns i riklig mängd. All vidarebearbetning bör ha skett någon annanstans.

På grund av senare tids odling fanns endast den nedre delen av slaggroparna bevarade utan några spår av ugnkonstruktionen in situ. Inom en cirka 50×30 meter stor yta från en plåtå i norr till en sluttning mot söder tycks slaggroparna ligga i två parallella rader i sydväst–nordostlig riktning. Men man kan också se det som 4–5 grupperingar med 2–7 slaggropar i varje (figur 10). Raderna ligger 15–20 meter ifrån varandra och är orienterade något diagonalt mot sluttningens riktning. Groparna är olika djupa (0,05–0,25 meter)



Figur 11 A645 och A944 intill varandra. Foto från öst.



Figur 13. Profiliritning A100 och A109. I alla ugnar är endast den nedersta delen av slagguppsamlingsgropen bevarad.

möjligen som ett resultat av hårdare plöjning i fältets västra del. Den varierande bevaringsgraden gör det svårt att jämföra till exempel mängden och typen av slagg och ugnrester i respektive grop mellan olika delar av platsen. Nio slagggropar var runda, övriga sjutton var svagt ovala eller till och med avlånga (avlång=längden är minst 1,5 gånger bredden). De avlånga, A249, A283, A645 och A944 var 0,95–1,2 x 0,6–0,7 meter stora (figur 11). Runda och svagt ovala gropar var 0,4–0,8 meter stora, fyra gropar hade en antydning till utbuktande form i profil (A134, 249, 322, 448) (figur 12). En del av groparna hade spår av lera eller lerig silt med inblandning av sot runt kanterna. Det var oklart om detta var rester av en fodring eller delar av alven som påverkats av järnframställningsprocessen (figur 13, A100). Fyllningen i groparnas övre halva bestod oftast av sotig, slaggbemängd jord. Mot botten minskade slaggmängden och ibland fanns ingen slagg alls utan enbart ett kompakt lager av kolstybb. I flera gropar fanns bottenslagger in situ centralt i gropen (figur 14). Dessa var i regel ganska platta, 3–5 centimeter tjocka med tydliga växtavtryck från slagggavskiljningsmaterial antingen på ovansidan eller på båda sidorna (figur 15). Även större, tjockare bottenslagger med växtavtryck på alla sidor förekom, bland annat i A764 (figur 16). I fyllningen fanns växtrester och fröer i varierande



Figur 12. Ugn A134 under utgrävning. .



Figur 14. I några ugnar låg bottenslagger kvar in situ som här i A944.



Figur 15. Rengjord stycke bottenslagg med växtavtryck från A944.



Figur 16. Rengjord stycke klumpformig slagg med växtavtryck på alla sidor, från A764.

grad. Anmärkningsvärt här var inslaget av råg eftersom detta sädeslag inte anses allmänt odlad i Sverige förrän på 700-talet e.Kr. Trots det utgjorde rågfrön hela 42% av all spannmål i sex av analyserade åtta ugnar (Ekblom&Shipp 2024:7). "Om råg användes som gröda i Våmb [...] är detta alltså en indikation på att rågen här är tidigare än den för närvarande vedertagna teorin antyder." (ibid:7). Jämförbara, samtida, fynd av spannmål inklusive råg i schaktugnar med slagguppsamlingsgrop känns bland annat från Drengsted, Danmark (Mikkelsen&Nørbach 2003:183).

Järnframställningen i Våmb har daterats till perioden 50 f.Kr. till 570 e.Kr. där medianvärdet för de flesta ugnar (70%) hamnade mellan 300 och 500 e.Kr. De samlade fynden av slagg uppgick till knappt 200 kg och av ugnsvägg/teknisk keramik insamlades drygt 9 kg. Som mest fanns det 33 kg slagg i en anläggning (A944) och 1,4 kg ugnsvägg (A387).

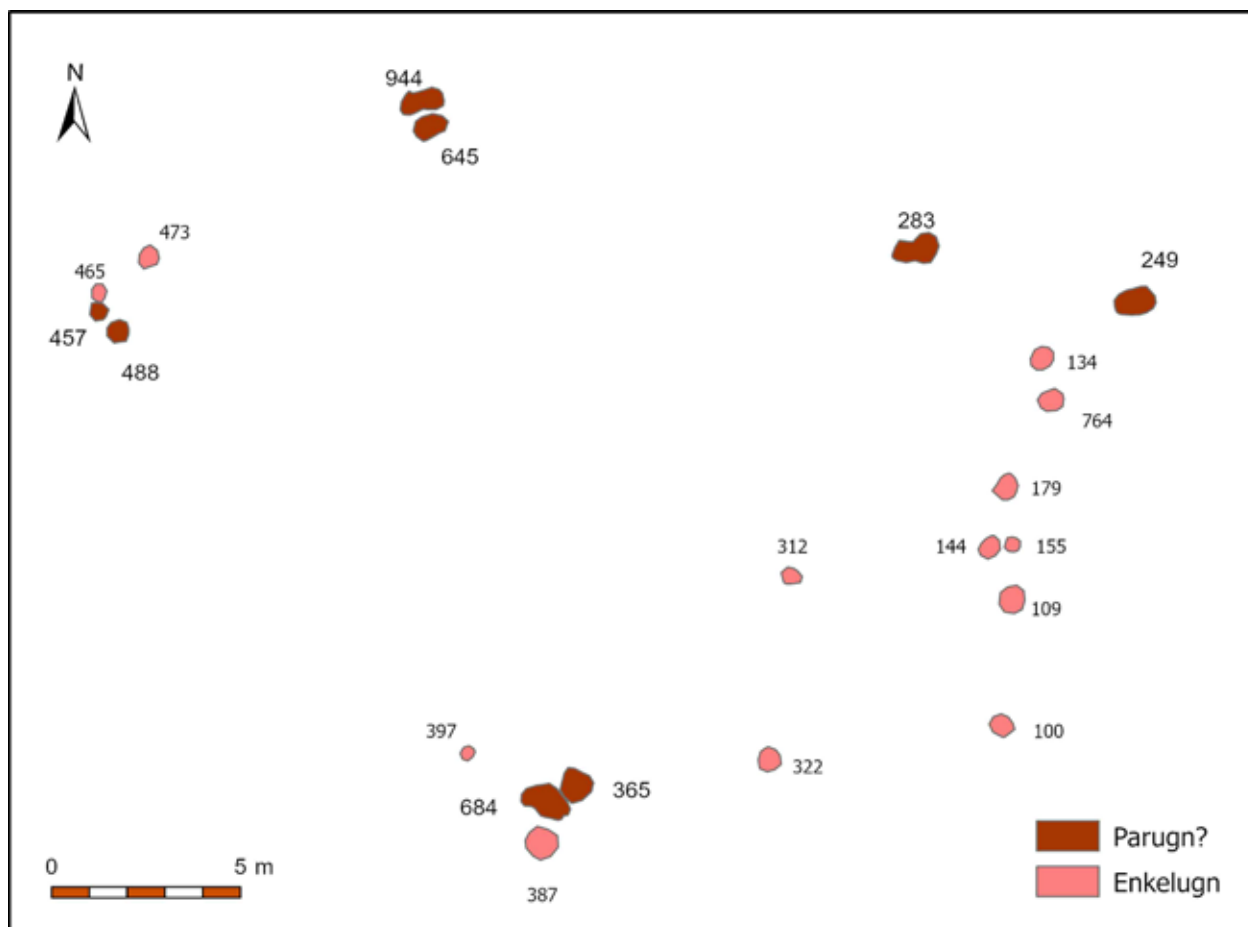
Råmaterial och arbetsmoment i Våmb

Malm

Det har inte påträffats några rester av malm på Våmbplatsen. Detta kan bland annat hänga ihop med att det inte heller har identifierats några anläggningar för rostning eller bokning av malm. Dessa viktiga moment bör därför ha ägt rum nära malmtaget varefter den beredda malmen har forslats till ugnsplatsen. Nära platsen finns våtmarker men det är osäkert om dessa har kunnat erbjuda malm eftersom den allmänna kalkhalten i dessa trakter kan hindra bildningen av myr- och sjömalmer. Det kan trots detta finnas avgränsade miljöer med malm här men de har antagligen inte varit lättlokaliserade. Någon kartering av förekomst av myrsmalm i området har inte ingått i studien men resultaten av de kemiska analyserna av ett urval av slaggfynd dokumenterar en del variation. Malmråvaran har således tagits vid flera olika tillfällen och eventuellt olika källor. Detta är dock inget ovanligt för järnframställningsplatser av en viss storlek. Dock skall sägas att i ugn A283Ö(stra) har en malm, av mer avvikande kemi, använts som kemiskt mer liknar malmer öster ut. Denna malm kan således ha hämtats längre ifrån än de för övrigt använda malmen (Jouttijärvi 2023).

Slagg

Utöver den ovannämnda spridningen i slaggen och därmed ursprungsmalmens kemiska sammansättning kunde analyserna också urskilja olika separata malmsatser med högre intern homogenitet. Det är i sig väl känt att varje separat malmtag genom sin unika blandning antar en signatur som skiljer sig även från andra insamlingstillfällen från samma myr. Men resultaten stödjer också tolkningen att ugnarna har använts vid ett flertal tillfällen med nya framtagna råmaterial. Slagganalyserna vittnar om en god processteknik. Det likartade innehållet av järnoxid och mangan



Figur 17. Fältplan med möjliga parugnar markerade.

visar att de olika ugnarna körts på ett likvärdigt sätt vilket också ger vid handen att järnframställarna har varit erfarna. Slaggernas struktur är tecken på en kraftigt reducerande miljö i ugnen med förhållandevis höga temperaturer. Samtidigt avslöjar lite förhöjda järnoxidvärden i slaggerna mot vad som är vanligt för tiden att utbytet av järn inte har varit helt optimalt (Jouttijärvi 2023).

Järn

På järnframställningsplatser påträffas relativt ofta små rester av järn som har fallit av luppen när den togs ur ugnen eller i samband med efterföljande sammanslagning av luppen (primärsmide). Enbart mycket lite järn hittades på Våmb-platsen. I två analyserade prover kunde konstateras att järnet hade ca 0,4 och 1,0% kol vilket betyder stål. Med tanke på att man här har haft en del mangan i malmen kan detta ha bidragit till framställningen av stål (Jouttijärvi 2023).

Ugnskonstruktionen

När det gäller ugnskonstruktion har det skett en utveckling i forskningsfrågor och analysmetoder under de senaste tre decennierna (Stilborg 2023 med referenser). Denna utveckling fortsätter och Våmb-platsen är således en av ett fåtal platser där man på senare

Tabell 1. Daterade samt metallurgiskt analyserade ugnar med övergripande analysresultat.

Anl nr	Datering träkol (95,4%)		Vikt kg		Beskrivning av slag	Petrografisk och kemisk analys	Metallografisk analys	Övergripande analysresultat	
	Art	Resultat / median	Slagg	Keramiskt material		Prov nr	Prov nr	Kemi	Metallografi
109	asp	AD 215-401 / 299	5	0,1	Brunsvarta olika typer av slag, växtavtryck. Tunna och tjocka stearinslagger, del av bottenslagg. Skrovliga ,mindre slagger med rostfärgade fläckar. 0,5 kg svagt magnetiskt	34	35	Reduktions-slagg	Delvis oreducerad malm resten slagg och små järndroppar
134	ek	AD 125-314 / 210	3,1	0,1	Porösa slagger. Enstaka svagt magnetiska	36, 37	36	Reduktions-slagg	Ej
249Ö	ek	AD 248-403 / 328	7,5	1,1	Östra gropan: slaggen "lätt", Gråsvart. små tunna vridna stearinslagger större oformliga kompakta slagger med rostfärgade partier. Småporig <10mm. Växtavtryck. 2 kg svagt magnetiskt.	41, 42, 44	43	Reduktions-slagg	Delvis oreducerad malm resten slagg och små järndroppar
249V	al	AD 263-536 / 417	12,2	1,4	Västra gropan: slaggen "lätt". Gråsvarta, kompakta slagger med runnen struktur och rostiga partier. Små vridna stearin-slagger. Gott om växtavtryck. 4 kg svagt magnetiskt	45, 46	47	Reduktions-slagg	Ugnsvägg
283Ö	ek	AD 132-337 / 245	7,8	0,1	Östra gropan: Gråsvart. Gott om små stearinslagger. Större oformliga kompakta slagger. Växtavtryck. 1 kg svagt magnetiskt	28, 29		Reduktions-slagg	
283V			11,4	0,07	Västra gropan: slaggen "lätt". Gråsvart, kompakta slagger med runnen struktur och rostiga partier. Små vridna stearinslagger. Gott om växtavtryck. 2,5 kg svagt magnetiskt.	30, 31, 32	33	Reduktions-slagg	Delvis oreducerad malm resten slagg
322	ek	AD 404-541 / 468	8,1	0,07	Gråbrun lättfluten slagg. Växtavtryck.	24, 25	27	Reduktions-slagg	Delvis oreducerad malm resten slagg och små järndroppar
365	ek	BC 39-AD120	2,9	0,03	Gråsvart. Gott om små slagger och stearinslagger. Strängartat. 1 bottenslagg. Få svagt magnetiska stycken.	14, 15	16	Reduktions-slagg	Slagg med magnetit
387	ek	AD 432-582 / 511	16	1,4	Gråbrunt. Tunga kompakta slagger. Lättflutna slagger med porer. Stearinslagger. Många svagt magnetiska.	17, 18, 19, 20	19, 20	Reduktions-slagg	Delvis oreducerad malm resten slagg och små järndroppar
397					Enstaka små slagfragment. Kasserat.				
448	ek	AD 216-427 / 380	2,3	0,14	Gråbrunta lättfluten slagg, små trögflytna stearinslagger, lite kolavtryck. Större platta stycken. Enstaka svagt magnetiska	1, 2	3, 4	Reduktions-slagg	Reduktionslagg med små järndroppar
457			1,8	0,1	Brunsvarta lättflutna slagg med rynkor/rippels	5, 6	5, 7	Reduktions-slagg	Kolstål i reduktionsslagg
504	tall	AD 216-359 / 296	3,7		Gråbruna små slagger. stearinslagg. Bottenslagg				
645	ek	AD258-432 / 384	21	0,3	Gråbruna kompakta, några m vittrad yta, gott om kolavtryck. En del m blåsor <60 mm. Växtavtryck. Flera sorters platta bottenslagger m växtavtryck på båda sidor. 3,5 kg svagt magnetiskt	8, 9	10	Reduktions-slagg	Slagg med korroderat järn

Anl nr	Datering träkol (95,,4%)		Vikt kg		Beskrivning av slagg	Petrografisk och kemisk analys	Metallografisk analys	Övergripande analysresultat	
	Art	Resultat / median	Slagg	Keramiskt material		Prov nr	Prov nr	Kemi	Metallografi
684	ek	AD 88–246 /186	5	0,07	Brunsvart. Stora klumpar slagg. Växtavtryck. 1,7 kg svagt magnetiskt	21, 23	22	Reduktions-slagg	Magnetit i slagg
708	asp	AD 254–418 /371	0,6		Rest av slaggröpa. Kasserat i fält.				
764	al	AD 428–566 /493	4	1,18	Gråbruna och gråddvita slaggar/vittrade. Vita i regel små stearinslagger varav flera starkt magnetiska. Övrigt varierande former, växtavtryck. Sammanlagt 1,7 kg magnetiska	38, 39	40	Reduktions-slagg	Delvis oreducerad malm resten slagg
	al	AD 433–584 /513							
944	ek	AD 255–416 /362	33,4	2,8	Gråsvarta, gråbruna. Varierande former. Stora något oformliga tunga slaggar m växtavtryck på alla sidor. Stearinslagger. Överlag kompakta m små blåsor. 5,1 kg svagt magnetiskt	11, 12	13	Reduktions-slagg	Delvis oreducerad malm resten slagg
	ek	AD 268–539 /437							

tid har specialregistrerat alla keramiska fynd från utgrävningen, vilket är en av anledningarna att Våmb just på detta område kan bidra med flera nya rön.

Ett lerbyggt schakt över en grävd slagguppsamlingsgrop är den grundtyp av ugn (se figur 8) som förenar Våmb's järnframställningsplats med åtskilliga andra platser av varierande storlek. Så snart vi tittar närmare på fyndmaterialet framkommer dock potentiellt unika drag (figur 17 och tabell 1 och 2).

Parugnar har tidigare undersökts på flera platser i Västsverige (Englund & Grandin 2002). De tycks vara särskilt förekommande inom tre områden. Ett ligger i Lerdala och Vättlösa socknar, ett annat med tyngdpunkten i Tranemo och Örsås socknar – alla i Västra Götaland. Det tredje området ligger i Jönköpings län med tyngdpunkten i Sandersyds och Månsarps socknar. Parugnstekniken finns även representerad i ytterligare några socknar i Småland, Halland och Västergötland. Under senare år har det också vid Horsås/UV (L1960:7202) i Skövde hittats parliggande slagguppsamlingsgropar till blästor som eventuellt skulle kunna vara rester efter parugnar vilka ävenledes har ungefär samma datering som de nu undersökta parliggande slagguppsamlingsgroparna (Forenius&Ogenhall, i manus).

På järnframställningsplatsen i Våmb finns också tendenser till parliggande ugnar. Av de som analyserats kemiskt och petrografiskt kan tio av slagguppsamlingsgroparna vara rester efter fem parugnar nämligen A249Ö-V, 283Ö-V, 365-684, 448-457 och 645-944. Dessa slagguppsamlingsgropar ligger oftast med ett avstånd på cirka 0,1 meter och den totala storleken för paren var i genomsnitt 0,7–1,2 meter. (figur 18 och 19). Precis som i Horsås där man också fann slagguppsamlingsgropar liggande i par dateras även de i Våmb till i huvudsak romersk järnålder (Forenius&Ogenhall i manus; Ängeby



Figur 18. Möjliga parugnen A687-365. Foto från öst.



Figur 19. Profil av möjliga parugnen A249.

Figur 20. Utsida (övre vänster) och insida (nedre vänster) av schaktfragment bestående av grovt gods i den nedre delen och fint, växtmagrad gods i den övre (tvärsnitt till höger, där den brutna linjen anger övergången). Ugn A645. Foto Ole Stilborg.



och Forenius 2012:26ff). Den kemiska analysen av slaggerna från dessa ugnars olika slagguppsamlingsgropar kan dock inte slutgiltigt bekräfta att dessa ugnar fungerat som parugnar genom att samma sats/omgång av malm reducerats i parugnarna samtidigt förutom möjligen i paret A645 och A944. Det finns totalt, utifrån de 46 gjorda kemiska analyserna, minst 10 olika grupper, vilket kan betyda att åtminstone 10 olika satser/omgångar av malm från olika täkter har använts i järnframställningen (Jouttijärvi 2023:2ff). Även om det finns stora osäkerheter med tolkningen av dessa ugnar som parugnar vill vi ändå uppmärksamma dessa anläggningar. I övrigt är det fråga om enkelugnar av, för tiden, vanlig typ.

Registreringen av keramiskt fyndmaterial från 15 kontexter (varav fyra kan hör till två parugnar) visade att sju av dessa 13 ugnar kan ha haft en nedre sockel/övre fodring av gropen bestående av en grövre lera än resten av schaktet har byggts av. Tydligast är det på ugnen A764 och parugnen A944-A645 där det i båda fallen även ingår mindre stenar i konstruktionen. Ett fragment från parugnen omfattar övergången mellan de två materialen (figur 20). Fragment från båda ugnarna inkluderar en blästeröppning som således har varit placerad längst ner i schaktet ovanför slaggropen.

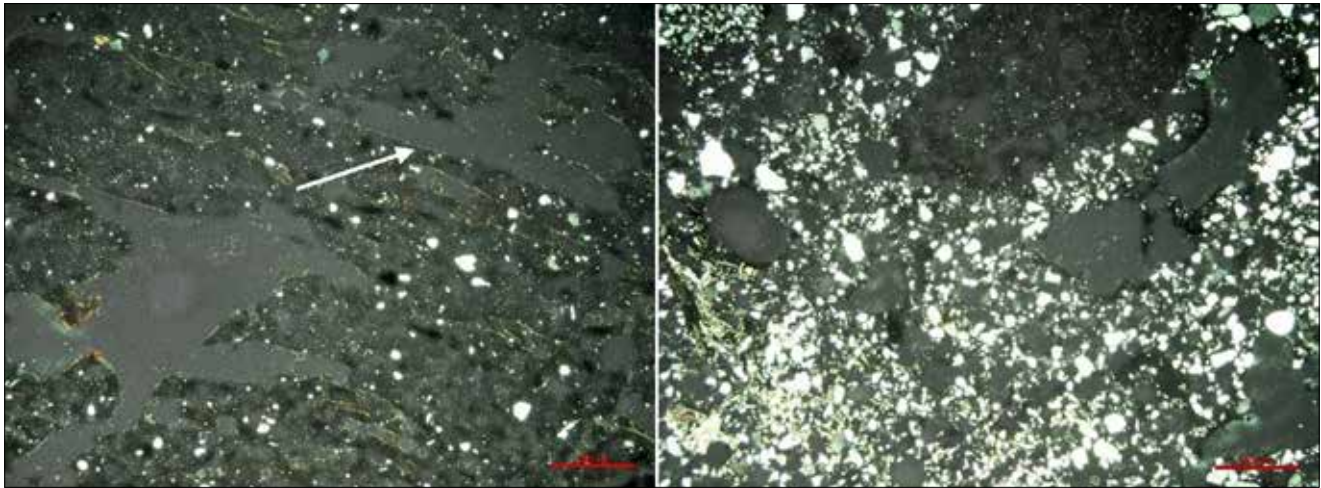
Rent logiskt skulle man tro att denna grova lera kom från ut-

Tabell 2. Sammanfattning av de viktigaste karakteristika för ugnsväggsresterna från de olika ugnarna. Prov från dessa kontexter har analyserats med olika metoder. Källa: Stilborg 2023b

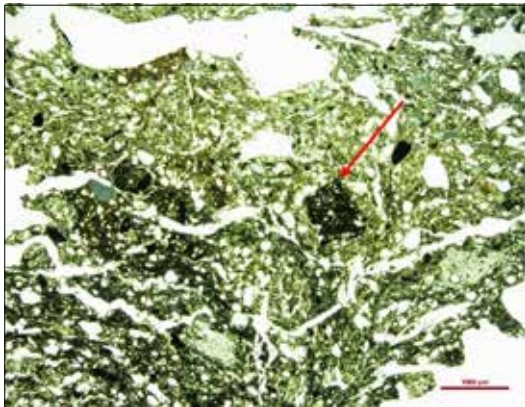
Ugns-kontext	Sintrad/förglasad gropvägg	Växtmagrad schakt	Breda avtryck	Vidje(?)-kärna	Bläster- "kant"	Övrigt
A109	X?					
A134	X	X				
A249	X	X	X		2	
A283		X				Schaktrest av annat gods?
A301 (?)		X				
A322		X?				
A365		X?				
A387		X		X		
A448		X				
A457	X	X				
A513		X				
A645	X	X				1 st grop+ schaktvägg
A684		X				
A764	X	X			1	
A944	X	X			1?	

grävningen av slaggruppen och i den mindre lerkarteringen som utfördes i området ingick därför ett prov från den leriga alven på järnframställningsplatsen. Efterföljande analyser med mikroskopering av tunnslip och kemisk analys med P-ED-XRF-metoden visade emellertid att medan grovleken var liknande så var lerprovet kalkhaltigt i motsats till leran i ugnarnas sockel (Stilborg 2023b). Kalkhaltig lera undveks normalt eftersom det har en lägre värmetålighet och därmed är mindre lämpligt att använda till en ugn. Det verkar således som om man har hämtat denna lera på annat håll. Det samma gällde utan tvekan den finare leran som resten av schakten i A764 och A944-A645 såväl som övriga ugnars schakt har byggts med. Denna lera bör ha haft en bättre plasticitet och har varit bättre att bygga med. Detta har gjort den värd att offra tid på att leta fram i området runt platsen men som lerkarteringen visar har det inte varit helt lätt.

Till den finare leran har man i långt de flesta fallen tillsatt organiskt material (hålrum efter växtdelar, se figur 21). I ugnen A322 har hålrummen tydlig stråform vilket skulle kunna ha ett samband med fynden av råg som nämnts ovan. Magring med organiskt material är en aspekt som återigen knyter ihop Våmb-ugnarna med många andra järnframställningsplatser. Liknande magring förekommer i hela södra Sverige (ännu inte i Norr) med en koncentration till västra Sverige (Stilborg 2023b). Ett annat magringsämne som avslöjades av tunnslips-mikroskopi (figur 22) är däremot än så länge unikt: Chamotte (krossad keramik). Schaktet till ugn A249 har gjorts av en lera som i grovlek ligger mellan "sockel"-leran och den finare, siltiga leran. Magringen består av en kombination av växtmaterial och upp till 3 millimeter stora chamotte-korn av samma lerkvalitet.



Figur 21. Till vänster foto av Ts-provet av den fina leran från A764. Vid pilen ses ett av växthålrummen. Till höger foto av den grövre leran i A944. Krysspolariserat. Foto Ole Stilborg.



Figur 22. Mikroskopfoto av Ts 1, A249. Vid pilen syns det tydligaste chamottekornet. Planpolariserat. Foto Ole Stilborg.



Figur 23. Insida av schaktfragment med parallella smala avtryck från ett vidjeflätverk. Ugn A387. Foto Ole Stilborg.

Det är inte ovanligt att hitta fragment av gammal ugnsvägg som råkat hamna i en senare schaktkonstruktion som förorening men i detta fall är det ett fint krossat material utan spår av smältning eller järnförorening som man annars skulle förvänta sig med ugnsväggsgreter. Mängden är liten (4–6 volymprocent) men väl fördelat (Stilborg 2023b). Chamotte-magrade ugnsväggar har inte tidigare observerats i analyser av svenska järnframställningsugnar men nämns i en stor översikt över europeiska ugnar som en vanlig typ av magring (Pleiner 2000:141f). Dokumentation av denna slutsats saknas dock och det verkar bygga på någon enstaka analys. Även kombinationen av olika magringstillsatser är mycket ovanlig. Ett exempel är dock känt i form av en analyserad ugnsvägg magrad med växtmaterial och krossad granit från Ledsjö cirka 1 mil mot nordväst (Forenius et al 2008:37f).

Samma ugn – A249 – är en av två där schaktfragmenten bär spår av andra konstruktionsdelar. Relativt breda, avlånga avtryck på flera schaktfragment tolkas som spår efter intill 3 centimeter tjocka runda pinnar som har utgjort ett skelett över vilket schaktet har byggts upp. Detta är en ofta förekommande konstruktion (Stilborg 2023b) särskilt i södra Sverige (samt i Danmark och Nordtyskland) så det är snarare förvånande att de andra ugnarna inte verkar ha haft ett liknande träskelett med förbehåll för att det i flera fall har bevarats ganska få fragment av ugnsväggar. Den andra ugnen med konstruktionsspår är ugn A387. Där förekommer i stället smala avlånga avtryck någon centimeter in i den smälta insidan (figur 23). Avtrycken är deformerade på grund av värmen men tycks sitta med ett relativt regelbundet avstånd på 1–2 centimeter. Ett rimligt tolkningsförslag är att det rör sig om en cylinder av vidjor på utsidan av vilken schaktet har byggts upp. Vid första användning av ugnen är vidjeskelettet brunnit upp. Närmaste parallellerna är flätverk på insidan av små schaktugnar från Ledsjö (Forenius et al 2008, 31f) och Horsås (Hjulström 2010, 24ff & fig. 27; Stilborg 2014) omedelbart NÖ om Skövde. Vi ser däremot ingen parallell

till en annan Horsåsugn (A134) som hade stenram (Hjulström 2010, 18ff). Stenramskonstruktionen är lite mindre vanlig i Västra Sverige men det förekommer flera exempel (Stilborg 2023b).

Just de mindre ugnarna från Ledsjö och Horsås förefaller bara ha använts för en enstaka körning likt många ugnar i bland annat Danmark (Forenius et al 2008:55). Annars är det vanligt att ugnarna har använts minst två gånger, vilket förglasade insidor på många schaktfragment vittnar om. Det finns också gott om exempel på reparationer av schakten. Från experiment vet vi att sprickor i utsidan behöver lagas kontinuerligt (Crew 2013) men denna del av schaktet har sällan bevarats. Däremot kan vi se att man ganska ofta har lagat delar av insidan där de höga temperaturerna och slaggens flussande effekt skapade sprickor och deformationer som kunde göra schaktet svagare och/eller störa processen i ugnen. Renoveringarna betydde att man sköt investeringen i ett nytt schakt på framtiden. Analysen av ett fragment från A249 visade att just detta schakt hade försetts med ett reparationslager på insidan (Stilborg 2023b) medan de andra ugnarna inte verkar ha lagats. Detta betyder inte att de andra ugnarna nödvändigtvis bara användes för några enstaka körningar och sen övergavs. Ett pågående blästugnsexperiment i Lapphyttan visar att schakten kan ha använts ganska många gånger (Eva Hjärthner-Holdar, muntlig uppgift).

Sammanfattning och diskussion

Om man ser till tekniken som sådan när det gäller att framställa järn kan man säga att järnframställarna här i Våmb har haft en bra teknik och ett gott kunnande. Vi har i denna undersökning inte kunnat lokalisera var järnframställarna tagit sin malm. Man ska här också tänka på att vi har med ett kalkrikt område att göra. Därför bör dessa järnframställare haft mycket goda kunskaper om sin omgivning för att finna god malm. Om man ser till process-teknik vad gäller, framställningen av järnet, kan man säga att den är god. Innehållet av järnoxid och mangan till exempel är mycket likartat och visar att ugnarna körts på ett likvärdigt sätt vilket också ger vid handen att järnframställarna har varit erfarna. En sak som är påfallande är att det är lite förhöjda järnoxidvärden i slaggerna mot vad som är vanligt för tiden vilket betyder att utbytet inte har varit helt optimalt. Slaggernas struktur visar samtidigt att det har varit en kraftigt reducerande miljö i ugnen med förhållandevis höga temperaturer. Tyvärr blev mycket lite järn funnet på platsen men i två prover kunde konstateras att järnet i dessa fall hade cirka 0,4 och 1,0% kol vilket betyder stål. Med tanke på att man här har haft en del mangan i malmen kan detta ha bidragit till framställningen av stål (Jouttijärvi 2023). Det skall sägas att stål framställs på många järnframställningsplatser i Sverige och är en viktig produkt i både vapen och redskap.

Det finns två huvudlägen för järnframställningsplatser nämligen intill/på boplatsen eller i utmarken där placeringen ofta kan ses att ha varit styrt av en nära tillgång till någon eller några av råvarorna. Detta gör att vi troligen också får olika transportmönster för arbetet kring de olika lokaliseringarna. Platsen i Våmb har inte någon uppenbar nära anknytning till någon av huvudresurserna utom möjligen skogen, det vill säga bränslet. Kanske är det därmed det svårtransporterade kolet som ligger till grund för lokaliseringen. I Våmb bör vi räkna med att vi har med en bondebefolkning att göra och att det därmed är bondens år som styr när de aktiviteter som tillhör järnframställningen kan ske. Malmbildningen i området är som bäst osäker och leran till bygget av ugnarna har inte kunnat utvinnas på plats samtidigt som det saknas karterade kolningsgropar i området. Platsen ligger inte heller inom eller i direkt anknytning till en boplats, men det finns svaga indikationer på bosättning ca 250 meter norrut (L1959:1744) och fyndet av rågkorn bör vara en indikation på att bosättning och odlade fält inte är långt borta. Den möjliga, än så länge odaterade, boplatsen består av en terrassering, kulturlager och fynd av keramik av järnålderstyp samt obestämd slag (eventuellt smidesslagg, Berger 2016:26f).

Man kan fundera på om placeringen av järnframställningen i Våmbsklevan har med kommunikation att göra. Platsen kan representera en neutral tillgänglig plats som kunde nås av olika grupper av järnframställare såväl från väst som öst, vilket skulle kunna stämma bra överens med variationen i malmråvaran och i ugnbygget.

Sammantaget visar registrering och analyser av resterna efter Våmbugnarna att det finns såväl lokala traditioner (till exempel i användningen av olika sorters lera i samma schakt) som regionala drag (invändigt flätverk) och ett närmast exotiskt inslag (chamottemagring). Det pekar på en organisation där ugnar av samma typ har uppförts av konstruktörer med samma traditionsgrund varav några med mycket snarlik schaktkonstruktion (A944-645 och A764) sannolikt uppförts med ett kort tidsavstånd. Vid andra tillfällen eller samtidigt uppträder dock också andra idéer som inte verkar ha varit experiment men utförda av folk som var vana att bygga på ett annat sätt. Tydligast är det med ugn A249 som gjorts med ett annorlunda lerval, en mycket ovanlig magring och ett ovanligt kraftigt vidjeskelett samt – som den enda ugnen – har lagats för att hålla för flera körningar. Det finns en lokal byggtradition men även andra med annorlunda ugnstraditioner har kunnat göra järn på Våmb-platsen.

Referenser

Nätresurs: <https://app.raa.se/open/fornsok/>

Muntlig uppgift Eva Hjärthner-Holdar:

1. angående förhållandet slagg/producerad järn
2. huruvida enkla schaktugnar kan ha använts flera gånger

Arrhenius, O., 1959. *Grundlagen unser älteren Eisenherstellung*. KVHAA Antikvariskt Arkiv 13. Stockholm.

Berger, Å. 2016. *Stensättningar och järnframställning. Arkeologisk utredning steg 2, inom fastigheten Våmb 30:10 i Våmbsocken, Skövde kommun, Västergötland, Västra Götalands län*. Rapporter från Arkeologikonsult 2016:2941.

Berglund, A. 2005. *Esketorp – en boplatsskomplex i Skövdes utkant. I Arkeologiska möten utmed väg 26 Borgunda–Skövde*. Skrifter från Västergötlands museum nr 33.

- 2012a. *Arkeologi i Horsås Trädgårdsstaden 2011. Förundersökningar av RAÄ 119, 168, 173, 174, 179, 180 och 184, Skövde socken och kommun*. Västergötlands museum. Arkeologisk rapport 2012:2
- 2012b. *Järnframställning vid Lillegården – återkomsten. Förundersökning av Skövde socken RAÄ 203, Skövde kommun, Västergötland*. Västergötlands museum. Arkeologisk rapport 2012:19

Berglund, A. & Axelsson, C. 2008. *Less på lera. Arkeologisk undersökning 2007 av fornlämning 148 och 149 i Ledsjö socken, Götene kommun, Västergötland*. Västergötlands museum rapport 2008:17.

Berglund, A., Axelsson, C. & Wretemark, M. 2005. *Esketorp – samhällen från äldre järnålder och tidig medeltid i Skövdes utkant. Arkeologisk undersökning 2002 inför ny sträckning av väg 26. Trafikplats Segerstorp, Skövde Sn RAÄ 43 & 148*. Arkeologisk rapport 2005:12 Västergötlands museum

Berglund, A., Gustafsson, E. & Henriksson, C. 2013. *Arkeologi i Trädgårdsstaden. Undersökningar av RAÄ 119, 174, 179, 180 Skövde socken, Skövde kommun*. Västergötlands museum. Arkeologisk rapport 2013:8

Crew, P. 2013. Twenty-five years of bloomery experiments: perspectives and prospects. In *Dungworth, D & Dooman, R.C.P. eds. Accidental and Experimental Archaeometallurgy*. HMS Occ. Publ. no 7, pp 25-50.

Danielsson, E., 2022. Vedartsanalyser på material från Västra Götalands län, Skövde, Våmb L1959:1765. Vedlab rapport 22022 samt 23069. I: Gustavsson, et al: *Järn och gravar i Våmb Arkeologisk undersökning av blästplats L1959:1765 samt stensättningarna L1961:5993 och L1961:6087 inom Våmb 30:10, Våmbsocken, Skövde kommun, Västra Götalands län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2024:07.

Ekblom, A. & Shipp, J. 2024. Arkeobotanik i Våmb. UAG rapporter 2023:1. I Gustafsson et al 2024. *Järn och gravar i Våmb. Arkeologisk undersökning av blästplats L1959:1765 samt stensättningarna L1961:5993 och L1961:6087 inom Våmb 30:10, Våmbsocken, Skövde kommun, Västra Götalands län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2024:07.

- Englund, L-E. 2002. *Blästbruk. Myrjärnhanteringens förändringar i ett långtidsperspektiv*. Jernkontorets Bergshistoriska Skriftserie nr 40. Stockholm.
- Forenius, S., Grandin, L. och Hjärthner-Holdar, E., 2014. *Blästbruk på Dansarberget Geoarkeologisk forskningsundersökning, Gästrikland, Hofors kommun, Torsåkers socken, Hofors Ho 3:3, fornlämning 336:1*. UV GAL Rapport 2014:25. Uppsala
- Forenius, S., Grandin L. & Stilborg, O. 2008. *Sjuttiofem blästugnar i Ledsjö. Romartida järnframställning i boplatSMiljö, Västergötland, Ledsjö socken, Kyrkebo 1:7, fornlämning 150*. Geoarkeologisk undersökning UV Uppsala rapport 2008:16
- Forenius, S. & Ogenhall, E. Manus. *Blästbruk vid Horsås. Romartida-folkvandringstida järnframställning vid en ensamgård. Västergötland, Skövde socken, Skövde 5:370, fornlämning Skövde 175*. UV GAL RAPPORT 2014:02. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet.
- Gustafsson, J. & Nordman, A-M. med bidrag av Hjärthner-Holdar, E. och Stilborg, O. 2024. *Järn och gravar i Våmb. Arkeologisk undersökning av blästplats L1959:1765 samt stensättningarna L1961:5993 och L1961:6087 inom Våmb 30:10, Våmb socken, Skövde kommun, Västra Götalands län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2024:07
- Hansson, P.1989. *Samhälle och järn i Sverige under järnåldern och äldre medeltiden. Exemplet Närke*. Aun 13. Uppsala
- Henriksson, C. 2015. *Järnframställningsplats RAÄ 200, Arkeologisk undersökning, Skövde socken, Skövde kommun. Västergötlands museum. Arkeologisk rapport 2015:5*.
- Hjulström, B. 2010. *Järnframställning under äldre järnålder i Horsås RAÄ 182, Skövde socken och kommun, Västergötland. Särskild arkeologisk undersökning*. Rapporter från Arkeologikonsult 2010:2291
- Hjärthner-Holdar, E., 1993. *Järnets och järnmetallurgins introduktion i Sverige*. Societas Archaeologica Upsaliensis. Uppsala
- 1998. *Datering av järnframställningslokaler i Röda Jorden och Grimsöområdet RAÄ 366, 370, 371, 372, 380 OCH 381 Ramsbergs socken RAÄ 314, Skinnskattebergs socken, Västmanland*. UV GAL rapport 7-1998. Uppsala.
 - 2009. The Earliest Production of Iron and Steel in Sweden. *The 58th International Sachsensymposium 1-5 september 2007. VITARK 7. Trondheim*. Pp 27-36.
- Hjärthner-Holdar, E., Forenius S. and A. Willim. 2014. A Roman Iron Age bloomery site in Gästrikland, Sweden. Evidence of a widespread trade. In: B. Cech & T. Rehren (eds). *Early Iron in Europe. Editions monique mergoil montagnac*. Pp 261-2
- Hjärthner-Holdar, E., Grandin, L. & Forenius, S. 2013. Blästbruk – finns det en systematik mellan tid, rum och typ? I: *Ovnstypologi og ovnskronologi i den nordiske Jernvinna. Jernvinna i Oppland. Symposium på Kittilbu, 16-18 jumi 2009*. red Rundberget, B., Larsen, J.H. og Borse Haraldsen, T.H. Oslo
- Hjärthner-Holdar, E., Grandin, L., Sköld, K. & Svensson, A. 2018. By Whom, for Whom? Landscape, Process and Economy in the Bloomery Iron Production AD 400-1000. *Journal of Archaeology and Ancient*

History, Number 21. Uppsala University

- Hjärthner-Holdar, E. & Kresten, P. 1996. *Malm och slaggg från Gånarp 6:1.* Analysrapport 5-1996, Geoarkeologiskt Laboratorium, UV Uppsala.
- Jensen, J. 2013. *Danmarks Oldtid. Fra stenalder til vikingetid.* København
- Johansson, L.G. 1984. *Våmb 4. Ett röse på Billings östsluttning. Fornlämning 4, Våmbs socken, Västergötland. Arkeologisk undersökning 1983.* Riksantikvarieämbetet och Statens Historiska Museer, rapport UV 1984:17. Stockholm.
- Jonsson, K., Magnusson, G. & Millberg, P-O. 2001. *Järnhantering i norra Västergötland. Arkeologiska undersökningar i Essunga, Främmestad, Istrum, Ledsjö, Lerdala, Vättlösa och Ålgårds socknar.* Jernkontorets Bergshistoriska Utskott H 71.
- Jouttijärvi, A., 2023. Analyse af slagger fra jernudvinding i Skövde, Vestre Götaland Län (Våmb fornlämn. L1959:1763 och L1959:1765)
I: Gustafsson et al 2024. *Järn och gravar i Våmb. Arkeologisk undersökning av blåstplats L1959:1765 samt stensättningarna L1961:5993 och L1961:6087 inom Våmb 30:10, Våmbs socken, Skövde kommun, Västra Götalands län.* Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2024:07
- Magnusson, G. 1986. *Lågteknisk järnframställning i Jämtlands län.* Jernkontorets Bergshistoriska skriftserie 22. Stockholm
- Magnusson, G. & Millberg, P-O. 1981. *Lågteknisk järnframställning i Skaraborgs län. Västergötlands fornminnesförenings tidskrift 1981–1982.* Skara
- Mikkelsen, P. & Nørbach, L., 2003. *Drengsted. Bebyggelse, jernproduktion og agerbrug i yngre romersk og ældre germansk jernalder.* Moesgård Museum/ Jysk Arkæologisk Selskab
- Naumann, E., 1922. *Södra och mellersta Sveriges sjö- och myrmalmer. Sveriges Geologiska undersökning C297.* Stockholm.
- Nordman, A-M. 2014. *Blästbruk på Axamo. Arkeologisk undersökning av Sanderyd RAÄ 171 med fler inom Axamo industriområde, Sanderyds socken i Jönköpings kommun, Jönköpings län.* Arkeologisk rapport 204:15 Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 204:15
- Norrman, M. 2001. *Förromersk boplats RAÄ nr 59, inom bergtäktområde för Cementa på fastigheten Våmb 30:10, Våmbs socken, Skövde kommun, Västergötland.* Arkeologisk rapport 2001:1 Västergötlands museum
- Pleiner, R. 2000. *Iron in Archaeology. The European Bloomery Smelters.* Archeologický Ústav av ČR. Praha.
- Silvén, U. 1957. *Gravrösen i Våmb. Preliminära resultat av Gullhögenundersökningen 1957. Särtryck ur Meddelanden från Skövdeortens Hembygds- och Fornminnesförening samt Skövde museum 1957.* Skövde.
- Sjölin, M. 2008. *Våmb 59 – en förromersk boplats i Våmbs socken, Skövde kommun, Västergötland.* Arkeologisk rapport 2008:38 Västergötlands museum
- Stilborg, O. 2014. *Västgötatraditionen.* SKEA-rapport. Bilaga i Forenius, S. & Ogenhall, E. manus.
- 2023a. The study of clay-built bloomery furnace shafts in Sweden – Ceramological analyses of an important part of iron production through 1500 years. *Journal of Archaeological Science: Reports Vol. 47.*

- 2023b. Analys av teknisk keramik – blästplatsen. Våmb's varierande ugnsschakt. I: Gustafsson et al 2024. *Järn och gravar i Våmb. Arkeologisk undersökning av blästplats L1959:1765 samt stensättningarna L1961:5993 och L1961:6087 inom Våmb 30:10, Våmb's socken, Skövde kommun, Västra Götalands län*. Jönköpings läns museum. Arkeologisk rapport 2024:07

Strömberg, B. 2008. *Det förlorade järnet. Dansk protoindustriell järnhantering*. Riksantikvarieämbetet

Sveriges Nationalatlas. 2011. Bergsbruk – gruvor och metallframställning. Red: af Geijerstam, J.& Nisser, M. Stockholm

Särlvik, I. 1975. Järnframställning i Ryd. *Västergötlands Fornminnesförenings Tidskrift 1975-1976*. Skara

Wedberg, V. 1984. Röda jorden – rapport från ett arkeologiskt forskningsprojekt. *Västmanlands fornminnesförening och Västmanlands läns museum Årsskrift 62*. Västerås.

Ängeby, G. & Forenius, O. 2012. *Järnframställning vid en ensamgård från romersk järnålder till folkvandringstid. Om undersökningen av blästugnar och en ensamgård vid Horsås, Västergötland, Skövde socken, Skövde 5:370, RAÄ Skövde 175*. UV rapport 2012:151