Rapport Länsmuseet Gävleborg 2026:31

SLAGG OCH MALM VID SPÅNGHOLMSDAMMEN

Arkeologisk förundersökning

L2022:643, L2022:646 och L2022:651
Vi 44:1 och 63:1
Hamrånge socken
Gävle kommun
Gästrikland

Andreas Widerberg



LÄNSMUSEET GÄVLEBORG

Slagg och malm vid Spångholmsdammen

Arkeologisk förundersökning

L2022:643, L2022:646 och L2022:651

Vi 44:1 och 63:1

Hamrånge socken

Gävle kommun

Gästrikland

Rapport 2026:31

Andreas Widerberg

LÄNSMUSEET GÄVLEBORG

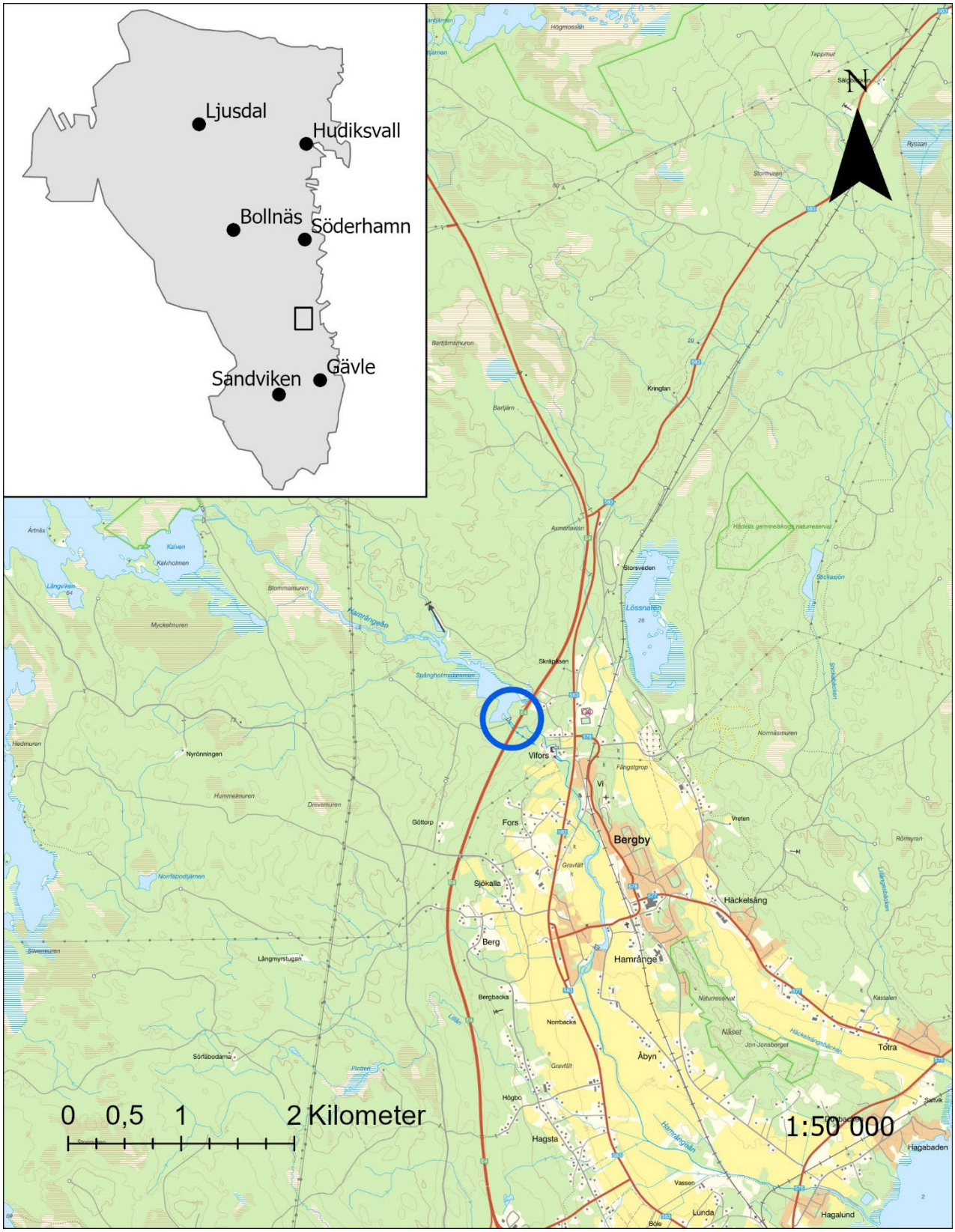
Länsmuseet Gävleborgs rapportserie
Rapportserien innefattar rapporter inom länsmuseets verksamhetsområden arkeologi, bebyggelsehistoria, byggnadsvård, kulturmiljövård, etnologi, konst- och kulturhistoria.
Du kan själv ladda hem rapporter i PDF-format från länsmuseets hemsida www.lansmuseetgavleborg.se
Rapporter, böcker och mycket annat kan du köpa/beställa i länsmuseets butik butiken@xlm.se

Utgivning och distribution:
Länsmuseet Gävleborg
Södra Strandgatan 20, 802 50 Gävle
www.lansmuseetgavleborg.se

© Länsmuseet Gävleborg 2026
Omslagsbild: Ida Åhlin blickar ut över Spångholmsdammen. Foto: Andreas Widerberg.
Länsmuseet Gävleborg medger spridning av dokumentationsmaterialet med Creative Commons licensen CC-BY, undantag kartmaterialet: © Lantmäteriet, dnr I2018/00110.
ISSN 0281–3181
Print: Trycktrean

Innehållsförteckning

Sammanfattning 5
Inledning 5
Syfte och metod 6
Topografi och fornlämningsmiljö 6
Vifors bruk 9
Tidigare arkeologiska insatser 9
Resultat 9
L2022:643 9
Analyser *10*
L2022:646 12
Analyser *16*
L2022:651 16
Analyser *20*
Kart- och arkivstudie 20
Historiska källor *20*
Kartor *21*
Diskussion 24
Förslag på vidare åtgärder 25
Administrativa uppgifter 26
Referenser 27
Historiska kartor 27
Bilaga 1. Schakttabell 29
Bilaga 2. Arkeometallurgisk undersökning 32
Bilaga 3. Vedartsanalys 72
Bilaga 4. ^{14}C-analys 75



Figur 1. Utdrag ur Lantmäteriets topografiska webbkarta med platsen för förundersökningen markerad med blå ring.

Sammanfattning

Länsmuseet Gävleborg har utfört en arkeologisk förundersökning av lämningarna L2022:643 (fyndplats för slagg), L2022:646 (slaggvarp) och L2022:651 (malmupplag) i närheten av Spångholmsdammen, inom del av fastigheterna Vi 44:1 och 63:1, Hamrånge socken, Gävle kommun. Vid L2022:643 och L2022:646 var marken inte tillgänglig eftersom träd inte fick avverkas. Det är därför troligt att båda lämningarna är större. Miljön kring samtliga lämningar har dessutom utsatts för stora markingrepp i samband med E4, Spångholmsdammen och de körvägar som går genom området.

L2022:643 utgörs av en fyndplats för slagg som har avgränsats till en yta av minst 20×13 meter och lämningstypen har ändrats till blästbrukslämning. Den arkeometallurgiska analysen tyder på att det kan röra sig om slagg från blästbruk även om det inte kan uteslutas att det härrör från färskning i samband med senare järnframställning. Lämningstypen har ändrats till blästbrukslämning och den antikvariska bedömningen till fornlämning.

L2022:646 utgörs av ett slaggvarp som har avgränsats till en yta av minst 4×3 meter och är minst 0,2 meter tjockt. Kol från två slaggstycken har ^{14}C-daterats till 1725–1811 respektive 1720–1784. Detta i kombination med den arkeometallurgiska analysen tyder på att slaggvarpet ska sättas i samband med Vifors bruk snarare än blästbruk. Slaggens kemiska sammansättning skiljer sig dock från typisk slagg från masugnar. Eventuellt kan denna slagg härröra från färskning av tackjärn. Lämningstypen har ändrats från blästbrukslämning (slaggvarp) till hyttlämning (färskningsplats/-härd).

L2022:651 utgörs av ett malmupplag och täcker en yta av cirka 21×10 meter. Malmen är framför allt koncentrerad till två högar men finns även spritt över ytan. Den arkeometallurgiska analysen visar att malmen utgörs av myrmalm och att den är orostad. Den kemiska analysen har inte heller kunnat koppla malmen till den analyserade slaggen från L2022:643 och L2022:646. Lämningen är att betrakta som undersökt och borttagen.

En jämförelse av historiska kartor och dagens topografi visar att undersökningsområdet genomgått stora förändringar. Under 1700- och 1800-talen utgörs området vid Spångholmsdammen av flera holmar omgivna av olika åfåror. Samtliga av de förundersökta lämningarna har varit belägna alldeles intill åns olika fåror.

Inledning

Länsmuseet Gävleborg har utfört en arkeologisk förundersökning av lämningarna L2022:643 (fyndplats för slagg), L2022:646 (slaggvarp) och L2022:651 (malmupplag) inom del av fastigheterna Vi 44:1 och Vi 63:1, Hamrånge socken, Gävle kommun. Arbetet utfördes mellan 2025-09-23 och 2025-10-01 av Maria Björck, Linus Eriksson, Andreas Widerberg, Ida Åhlin och Maja Hed (praktikant). Projekt- och rapportansvarig har varit Andreas Widerberg.

Arbetet har utförts efter beslut av Länsstyrelsen Gävleborg (dnr 3238-2025. 2025-06-16).

Syfte och metod

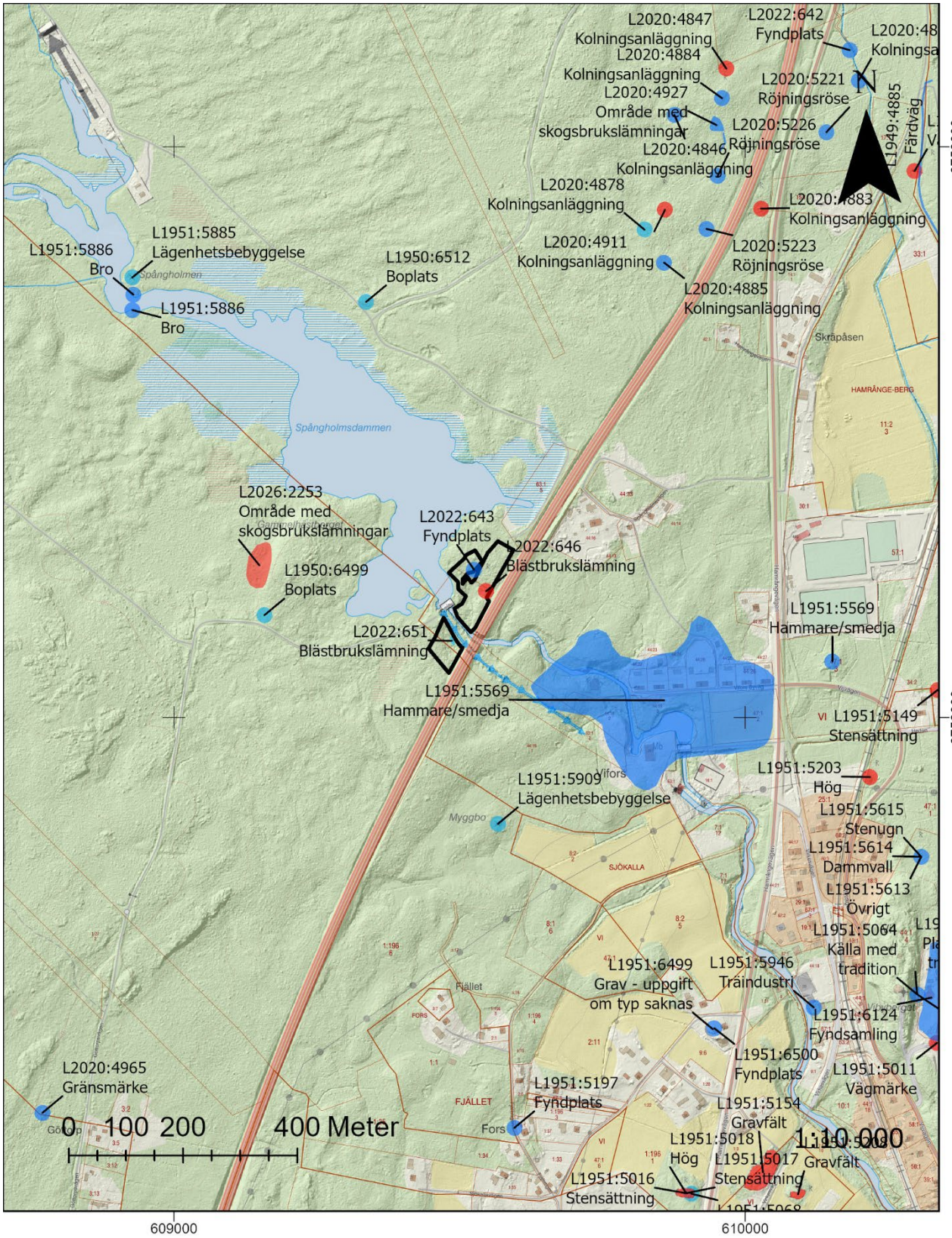
Syftet med den arkeologiska förundersökningen har varit att fastställa och dokumentera lämningarnas karaktär, ålder och utbredning samt komplexitet. Förundersökningen har även syftat till att avgöra huruvida fornlämningarna kan kopplas till blästbruk eller Vifors bruk.

Förundersökningen har utförts genom att uppta schakt och avbana ytor med traktorgrävare. Anläggningar har undersökts för hand genom att mindre sektioner upptagits. Såväl schakt som övriga ytor inom undersökningsområdet har avsökts med metalldetektor. Förundersökningen försvårades av att träd endast kunde avverkas kring L2022:651 vilket medförde att schakten vid L2022:543 och L2022:646 till största del upptogs efter den körväg som löpte genom undersökningsområdet.

Topografi och fornlämningsmiljö

Undersökningsområdet är beläget i utkanten av centralbygden i Hamrånge socken. Det utgörs av östsydöstsluttande skogsmark på ömse sidor av Spångholmsdammen och Hamrångeån. Spångholmsdammen hör samman med Vifors kraftverk vilket grundades 1920 (Blennå & Olsson 2018:68). Området är beläget precis väster om motorväg E4. Närheten till både motorvägen och dammen medför att marken utsatts för omfattande ingrepp. Fördämningen har medfört att en tidigare åfåra i anslutning till L2022:643 och L2022:646 numera är helt torrlagd (figur 3). I åfåran kunde det under fältarbetet noteras att marken är järnhaltig. Intill denna torrlagda åfåra löper dessutom en mindre körväg som utgörs av en uppbyggd vägbank.

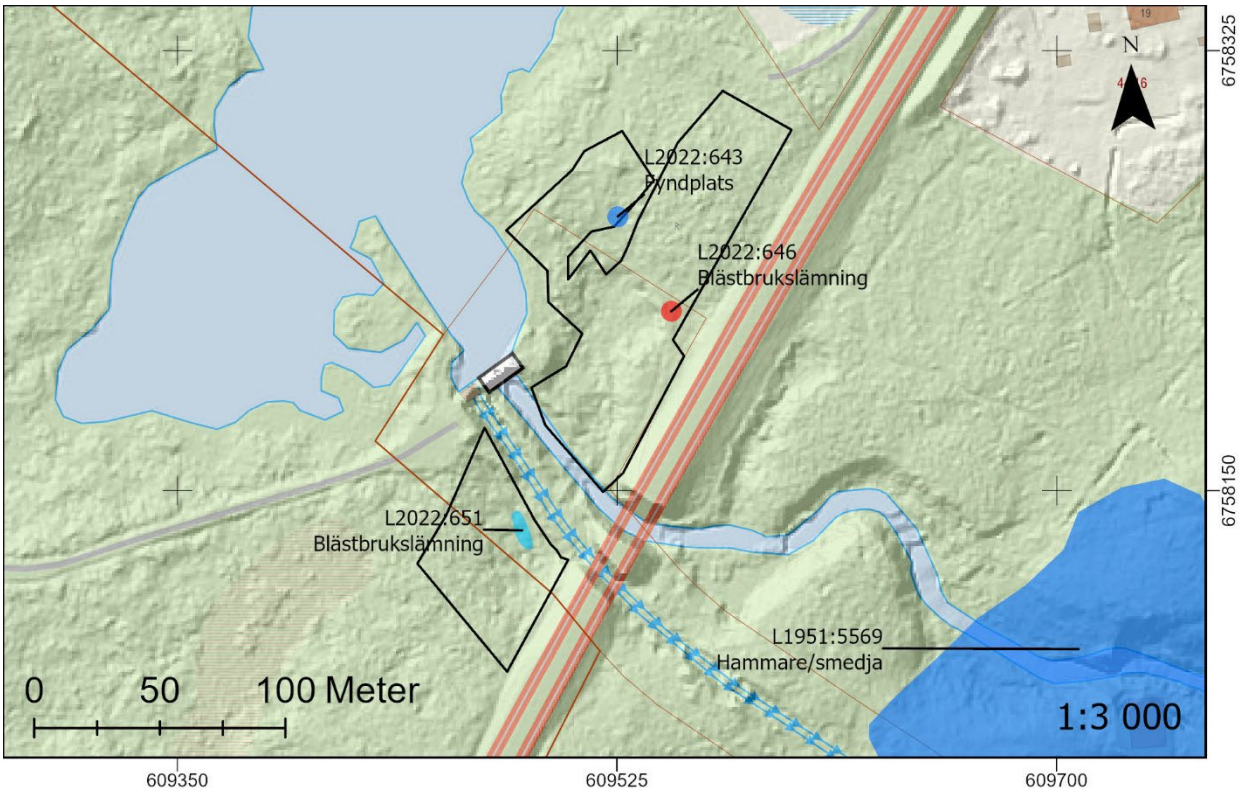
En av de närmsta lämningarna är L1951:5569 (hammare/smedja) vilken representerar Vifors bruk. I närheten finns också L1950:6499 (boplats), L1950:6512 (boplats) samt L1951:5909 (lägenhetsbebyggelse). I samband med fältarbetet noterades gropar i terrängskuggningen cirka 350 meter nordväst om L2022:651. Vid en besiktning visade det sig finnas fem kolningsgropar på platsen, vilka nu har registrerats som L2026:2253. I övrigt finns de närmast belägna kolningsgroparna och blästbrukslämningarna cirka 700 meter åt nordöst och en kilometer åt sydöst.



Figur 2. Utdrag ur Lantmäteriets topografiska webbkarta med fastighetsindelning och terrängskuggning. Undersökningsområdet markeras med svart linje. Lämningar registrerade i Kulturmiljöregistret (KMR) markeras med rött (fornlämning), ljusblått (möjlig fornlämning) och mörkblått (övrig kulturhistorisk lämning).



Figur 3. En del av den torrlagda åfåran som går på den västra sidan om L2022:643 och L2022:646. Foto: Andreas Widerberg.



Figur 4. Utdrag ur Lantmäteriets topografiska webbkarta med fastighetsindelning och terrängskuggning. Undersökningsområdet markeras med svart linje. Lämningar registrerade i KMR markeras med rött (fornlämning), ljusblått (möjlig fornlämning) och mörkblått (övrig kulturhistorisk lämning).

Vifors bruk

Vifors bruk fick sina privilegier 1694 och tog då sitt namn från de byar, Vi och Fors, vars mark det uppfördes på. Tillgången på kol blir tidigt en tvist mellan Vifors och Viksjö bruk på ena sidan och Axmar bruk på den andra. Bergskollegiet slog fast att Vifors och Viksjö bruk inte fick upphandla kol öster om Hamrångeån (i sitt övre lopp Gopaån) vid vilken de båda bruken var anlagda. Kolet inhämtades därför från egna hemman och från bönder väster om ån. Då bruket saknade hytta och behövde man därför köpa in tackjärn från Väster- och Österbergslagen. Under en kortare period på 1740-talet kom dock tackjärnet från Hilleviks masugn i grannsocknen Hille (Norberg 1959:194ff).

År 1784 hamnade Vifors bruk i grosshandlaren David Schinkels ägo, vilken sedan tidigare ägde Axmar bruk. I början av 1800-talet förvärvades även Viksjö bruk och tillsammans bildade de tre bruken de så kallade Hamrångeverken. Stångjärnsproduktionen lades ned vid Vifors och Viksjö bruk 1863. Som mest hade Vifors bruk fyra hammare och fyra härdar men trots detta dalade produktionen under de sista åren. Vid nedläggandet överfördes stångjärnssmidet till Axmar bruk där produktionen fortsatte i nära 30 år till (Norberg 1959:192ff, 200).

Tidigare arkeologiska insatser

Länsmuseet Gävleborg utförde en arkeologisk utredning år 1998 inför trafiksäkerhetsåtgärder längs E4. Ett mindre antal lämningar i form av bland annat kolbottnar registrerades. Trots att utredningsområdet passerade Spångholmsdammen registrerades inga lämningar (Liases et al. 2000).

Arkeologerna vid Statens historiska museer, utförde år 2020 och 2021 en arkeologisk utredning i samarbete med Länsmuseet Gävleborg inför Ostkustbanans nya sträckning. Lämningarna L2022:643, L2022:646 och L2022:651 påträffades i samband med detta (Björck 2021).

I närområdet har även två neolitiska boplatser (L1950:6499 och L1950:6512) registrerats inom Länsmuseet Gävleborgs projekt *Yngre stenålderns kustboplatser*, vilket bedrevs mellan 1995 och 1998 (Björck 2000).

Resultat

L2022:643

Lämningen utgjordes av en fyndplats för några få slaggbitar. Eftersom det inte gick att avverka träd upptogs mindre schakt med grävmaskin där det var möjligt. I sex av schakten påträffades slagg. Majoriteten utgjordes av mindre bitar som påträffades tack vare handsållning. Från schakt 11 togs även ett jordprov då sanden där var kraftigt rödfärgad (figur 6). Lämningen har avgränsats till en yta av minst 20×13 meter (Ö-V) och lämningstypen har ändrats från fyndplats till blästbrukslämning. Den antikvariska bedömningen har därför ändrats till fornlämning. Lämningen har inte helt

kunnat avgränsas åt någon riktning på grund av att träden inte fick avverkas. Det slagg som påträffades i schakt 17 visar att anläggandet av körvägen skadat lämningen.



Figur 5. Schakt 9. Foto: Andreas Widerberg.

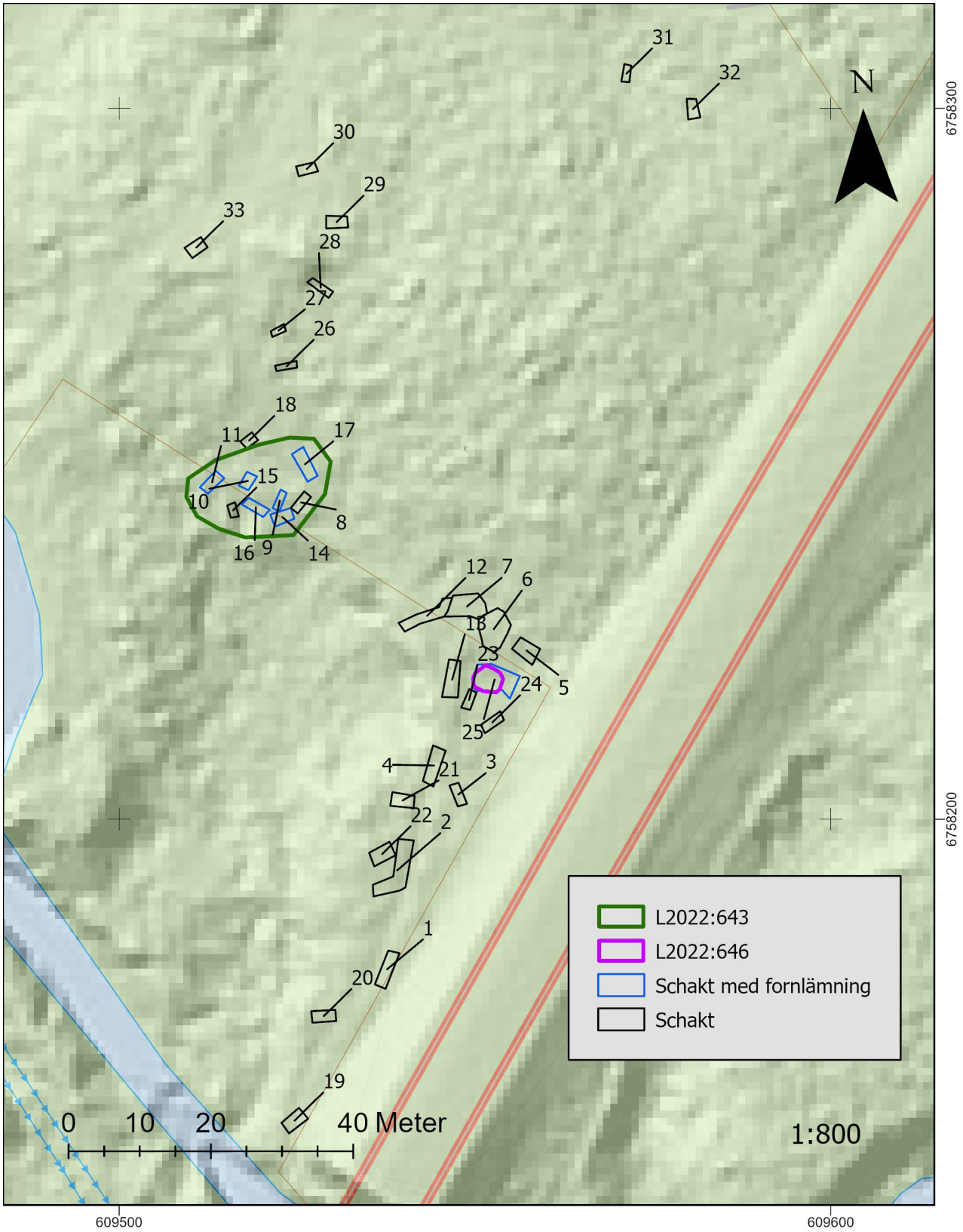


Figur 6. Schakt 11. Foto: Andreas Widerberg.

Analyser

Allt tillvarataget material från lämningen har analyserats av Lena Grandin hos Arkeologerna vid Statens historiska museer (bilaga 2). Materialet utgörs i huvudsak av slaggsträngar som har byggt på varandra och delvis formats runt träkol. Vissa slaggbitar utgör sannolikt delar av bottenslagger men inget stycke är större än sex centimeter. Slaggens form tyder på att de härrör från blästbruk, ingen bevarat kol kunde dock påträffas varför lämningen inte kunnat dateras. Det förekommer även slaggklumpar som utgörs av en blandning av slagg och järn. Detta tolkas som järnavfall från framställningen som inte har bearbetats vidare. Bland det analyserade materialet finns även ett par bitar av bränd och smält lera, vilka tolkas vara delar av ugnsväggar. Bitarna är dock för få för att man ska kunna dra några närmare slutsatser angående ugnskonstruktionen. Det rödfärgade jordprovet från schakt 11 visade sig utgöras av korn av kvarts samt fältspat och inte malm.

De kemiska analyserna visar att slaggen har halter av mangan och barium som är vanligare hos bergmalmer än myrmalmer. Det finns dock exempel från Västmanland där myrmalm med liknande halter använts för blästbruk. Den kemiska sammansättningen hos slaggen från L2022:643 tyder dock på att det eventuellt kan röra sig om slagg från färskning (bilaga 2).



Figur 7. Utdrag ur Lantmäteriets topografiska webbkarta med fastighetsindelning och terrängskuggning. Upptagna schakt visas med svart (ingen fornlämning) och blå linje (fornlämning). De nya ytorna för L2022:643 och L2022:646 markeras med grön respektive blå linje.

L2022:646

Lämningen utgörs av ett slaggvarp och har avgränsats till en yta av minst 4×3 meter (NNÖ-SSV). Större delen av slaggvarpet var endast täckt av ett tunt torvlager (figur 8 och 9). En 3,6 meter lång och 0,2–0,3 meter bred sektion handgrävdes genom lämningen. Sektionen grävdes ned till 0,2 meters djup men på grund av flera större stenar i botten gick det inte att utesluta att slaggvarpet är tjockare (figur 10 och 12). Dessa stenar ingår eventuellt i någon form av konstruktion. Det är troligt att slaggvarpet sträcker sig längre norr- och västerut men eftersom träd inte fick avverkas var det inte möjligt att kontrollera. Eftersom slaggvarpet ligger mellan körvägen och E4 är det mycket sannolikt att delar av lämningen förstörts. Detta gäller även relaterade lämningar som kan ha funnits intill. Slaggvarpet täcktes över med en markduk innan schaktet fylldes igen. Lämningstypen har baserat på analyserna ändrats från blästbrukslämning (slaggvarp) till hyttlämning (färskningsplats/-härd).



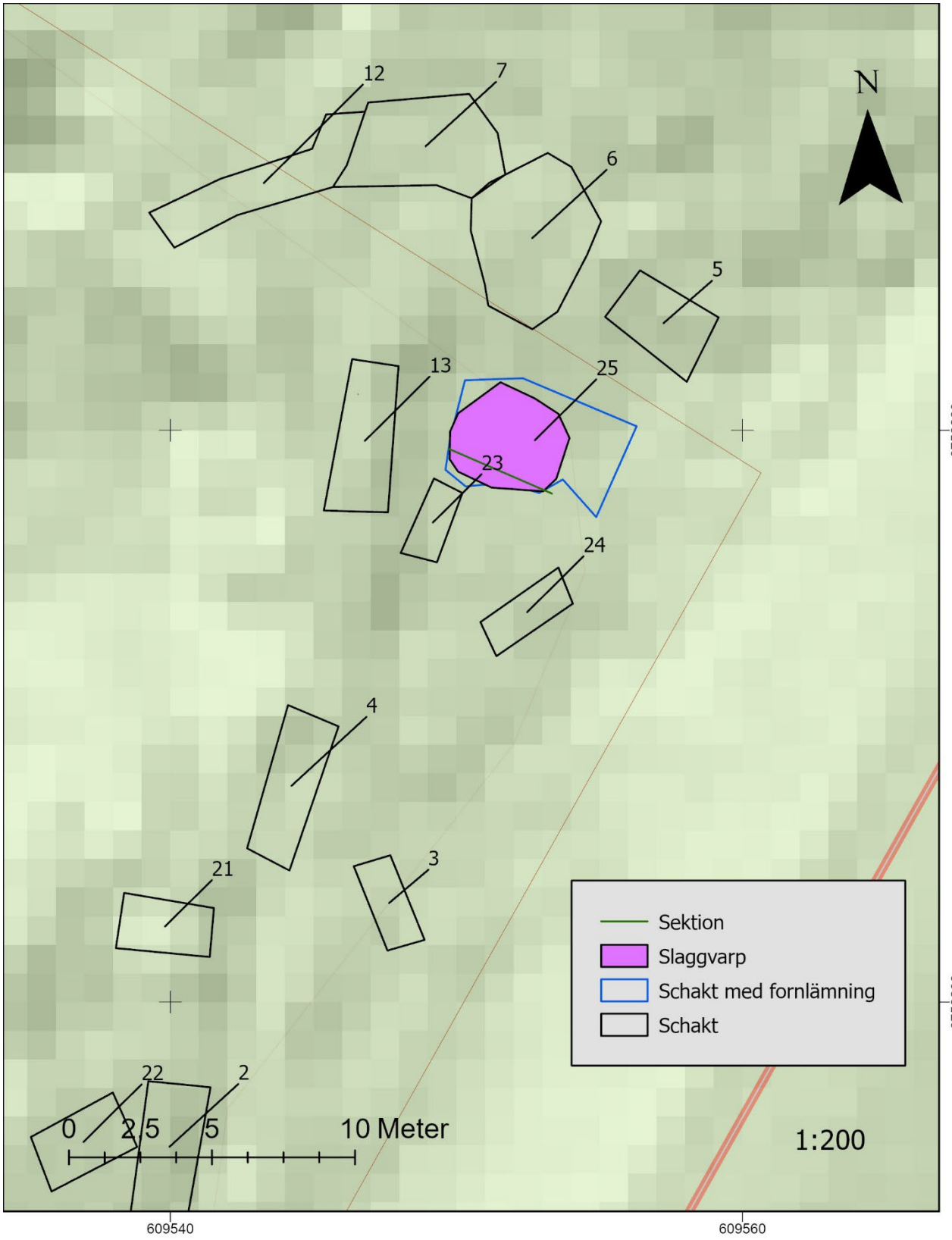
Figur 8. Maja Hed och Maria Björck avtorvar L2022:646. Foto: Andreas Widerberg.



Figur 9. Slaggvarpet L2022:646 efter avtorvning. Foto från öst: Andreas Widerberg.



Figur 10. Den undersökta sektionen i slaggvarp L2022:646. Foto från söder: Andreas Widerberg.



Figur 11. Utdrag ur Lantmäteriets topografiska webbkarta med fastighetsindelning och terrängskuggning. Upptagna schakt visas med svart (ingen fornlämning) och blå linje (fornlämning). Slaggvarpet L2022:646 visas med rosa yta och den undersökta sektionen med grön linje.



Figur 12. Del av den undersökta sektionen. Notera en cylindrisk slaggbit intill en större sten. Foto från söder: Andreas Widerberg.



Figur 13. Två av de cylindriska slaggstyckena som påträffades. Foto: Maria Björck.

Analyser

Det slagg som tillvaratagits har analyserats av Lena Grandin hos Arkeologerna vid Statens historiska museer (bilaga 2). Slaggerna uppvisar något varierande karaktär och har utifrån morfologi delats in i fem grupper. Grandin påpekar dock att det är sannolikt att samtliga härrör från samma typ av process eftersom vissa drag förekommer tillsammans i flera slaggstycken. Grupp 1 utgörs av stora, trögflutna slaggstycken med hålrum och inneslutna träkolsrester. Grupp 2 utgörs av små bitar som sannolikt är bitar av samma typ som grupp 1. Grupp 3 utgörs av slaggstycken av blandade storlekar som är mer lättflutna och tätare än grupp 1 och 2. Hos dessa finns släta ytor som tyder på att de stelnat mot en plan yta i en konstruktion. Grupp 4 innehåller små rännilar av fluten omagnetisk slagg med ovalt tvärsnitt. Grupp 5 utgörs av långsmala cylindrar eller konformade slaggstycken med ett rundat tvärsnitt (figur 13). Dessa jämförs med cylindriska slagger från Jönköping daterade till 1200-talet och från Närke daterade till 1400–1600-tal. Dessa kopplas tydligt till skållor och smide.

Flera kolprover tillvaratogs från slaggstycken i samband med den okulära analysen. Två av dessa genomgått en vedartsanalys av Erik Danielsson på Vedlab. Analysen visar att prov 1A var av björk medan prov 2E var av gran. Dessa arter har en maxålder på 300 respektive 350 år (bilaga 3). Proverna skickades därefter till Tandemlaboratoriet för ^{14}C-datering där de har analyserats av Maximilian Schmidt och Daniel Primetzhofer (bilaga 4). Prov 1A (Ua-91404) har daterats till 183 +/- 29 BP, med en kalibrerat spann till 1656–1949 (95,4% sannolikhet). Med 51,4% sannolikhet kan det dateras till 1725–1811. Prov 2E (Ua-91405) har daterats till 158 +/- 30 BP, med ett kalibrerat spann 1665–1949 (95,4% sannolikhet). Med 30,4% sannolikhet kan kolet dateras till 1720–1784. Det är därmed troligt att slaggvarpet tillkommit under 1700-talet.

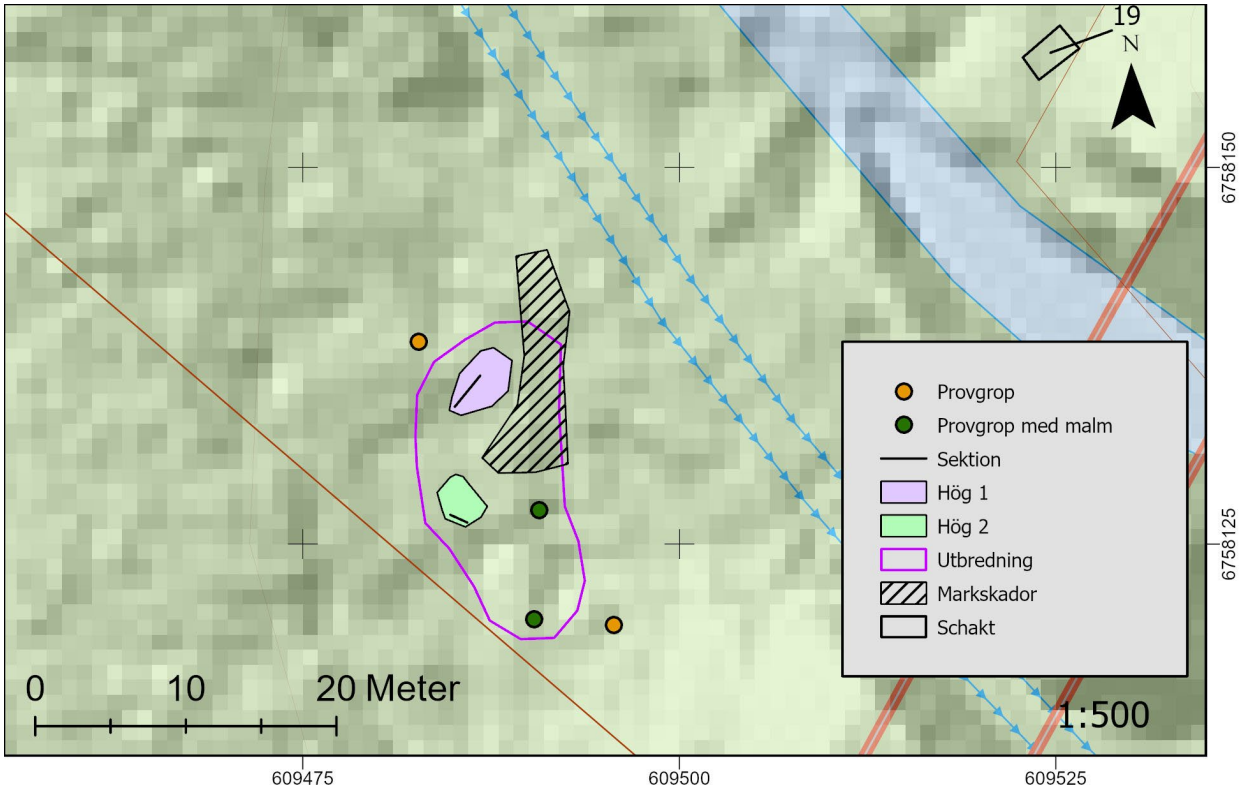
Den kemiska analysen (bilaga 2) kopplar dock inte entydigt den analyserade slaggen till hyttbruk från denna tid. Den har bland annat högre halter av järn och lägre halter av kisel än typiskt masugnsslagg, samtidigt som sammansättningen är mer komplex med flera andra huvudämnen (bland annat mangan och magnesium). Förhållandet mellan barium och mangan tyder dessutom på att man eventuellt använt myrmalm i stället för bergmalm. Huruvida den kemiskt analyserade slaggen likt de cylindriska slaggstyckena kan kopplas till smide är ovisst. Grandin föreslår som alternativ att slaggen snarare härrör från färskning av tackjärnet. Detta skulle kunna förklara den mer komplexa sammansättningen eftersom man vid färskning återanvänder slagg.

L2022:651

Lämningen var registrerad som ett malmupplag där man bland annat samlat malm i högar. I samband med att ytan avverkades inför förundersökningen fick lämningen markskador i form av djupa hjulspår (figur 15). Detta ledde till att endast mindre ytor kunde banas av med grävmaskin. De två största högarna (hädanefter kallade hög 1 och hög 2)

banades av och delundersöktes med handgrävda sektioner. För att vidare avgränsa lämningens utbredning upptogs även fyra provgropar varav det i två påträffades malm. Åt norr och väster avgränsas lämningen av storblockig terräng medan den mot nordöst och öster begränsas av en körväg som löper längs med vattentuberna från dammen. I söder var marken väldigt sank. Lämningen har avgränsats till 21×10 meter (N-S).

Hög 1 var 5×4 meter stor (NNÖ-SSV) och cirka 0,5 meter hög. Högen var uppbyggd av röd siltig sand innehållandes malm upplagt mot och på markfasta block. Det största blocket var 3×2 meter. Den undersökta sektionen var 3 meter lång och 0,4–0,5 meter djup. I sydsydväst grävdes den ned till 0,4 meter. På grund av ett par större stenar var det inte möjligt att gräva ned till den naturliga undergrunden. I nordnordöst övergick malmlagret till lerig morän vid 0,5 meters djup. Det markfasta block som sektionen grävdes mot är minst 0,5 meter högt (figur 17 och 18). Hög 2 var 4×3 meter stor (Ö-V) och 0,3–0,4 meter hög. Högen utgjordes av röd siltig sand innehållande malm upplagt mot markfasta block. Den undersökta sektionen var 1 meter lång och 0,4 meter djup. Malmlagret fortsatte ned till botten (figur 19). På grund av markskadorna från avverkningen kan man sannolikt inte få ut särskilt mycket mer information ur lämningen. Den antikvariska bedömningen har därför ändrats till undersökt och borttagen.



Figur 14. Utdrag ur Lantmäteriets topografiska webbkarta med fastighetsindelning och terrängskuggning. Utbredningen för L2022:651 markeras med lila linje, de delundersökta högarna med lila och grön yta, sektionerna med svart linje, provgroparna med grön (malm) och orangea punkter, samt den skadade ytan med svart skrafferade yta.



Figur 15. De markskador som uppkom i samband med att träden avverkades inför förundersökningen. Foto från söder: Andreas Widerberg.



Figur 16. De två malmhögarna efter avtorvning. Foto från norr: Andreas Widerberg.



Figur 17. Sektionen i hög 1. Foto från nordväst: Andreas Widerberg.



Figur 18. Del av sektionen i hög 1. Foto från nordväst: Andreas Widerberg.



Figur 19. Sektionen i hög 2. Foto från sydväst: Andreas Widerberg.

Analyser

Malm från hög 1, hög 2 och provgrop 2 har analyserats av Lena Grandin hos Arkeologerna vid Statens historiska museer (bilaga 2). Ett prov från hög 1 har även analyserats kemiskt. Den kemiska analysen visar att malmklumparna innehåller betydande andel sand och grus men att det också finns järnoxid. Halten av mangan i malmen antyder att det rör sig om myrmalm. Den är dock orostad och utgör därför ett naturligt material. Efter rostning visade det sig att det var magnetiskt i en liten omfattning. Den kemiska analysen kan inte koppla malmen till någon av de analyserade slaggerna från L2022:643 och L2022:646. Det går därför inte att belägga att den använts i någon järnframställning på platsen.

Kart- och arkivstudie

Historiska källor

Hamrånge socken har medeltida ursprung och omnämns för första gången 1302. I jordeboken 1541 finns tio byar upptagna där alla utom Axmar bildar en sammanhängande kärnbygd. De två byarna Vi och Fors, mellan vilka Vifors bruk senare uppförs, hade då fem respektive två gårdar. Vi omnämns första gången 1443 medan Fors omnämns först 1499. Av intresse är att båda byarna ålägger järnskatt vid mitten av 1500-talet (Rahmqvist 1998:33ff). Det fanns alltså en järnproduktion som ansågs värd att beskatta även innan Vifors bruk uppförs. Detta tyder på att man i området oavbrutet framställt järn från järnålderns blästbruk fram till att Vifors bruks produktion läggs ned 1863.

Kartor

Den äldsta sockenkartan över Hamrånge socken är odaterad men hör till 1600-talet före 1671 eftersom Axmar bruk saknas (V15-1:1). Det enda som finns utsatt i närheten av förundersökningsområdet är en kvarn i Hamrångeån ett stycke norr om byn Fors. Sannolikt har denna kvarn funnits nära den plats där man något senare uppför Vifors bruk.



Figur 20. Geometrisk avritning från 1696 (V15-1:2).

I en geometrisk avritning över socknen från 1696 (V15-1:2) finns det då nystartade Vifors bruk markerat och anges ha en hammare och två kniphammare. I närheten av Spångholmsdammen finns endast två gränsrösen kallade Holmsrör och Skogsmurrör utmärkta (figur 20). I en storskifteskarta från 1764 (21-ham-29) visas en tullkvarn strax uppströms Vifors bruk. De äldsta kartor som avbildar området kring Spångholmsdammen mer i detalj är från 1786 (21-ham-53) respektive 1787 (V15-4:2). I båda dessa syns hur ån har bildat olika förgreningar runt ett antal holmar. Ingen verksamhet finns markerad på platsen men det är däremot möjligt att identifiera den numera torrlagda åfåra som passerar intill L2022:643 och L2022:646 (figur 21 och 22).

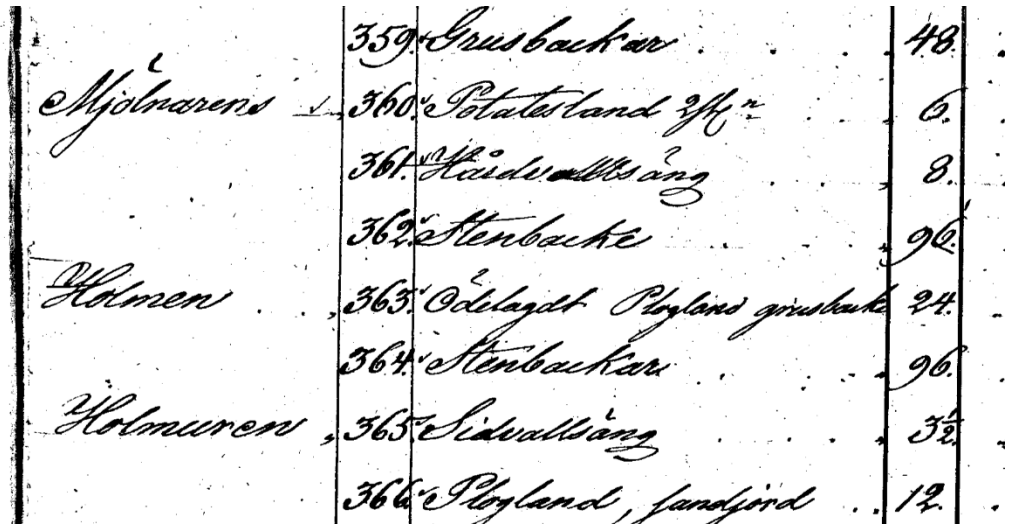


Figur 21. Karta från 1786 (21-ham 53). Till vänster syns de holmar som tidigare fanns vid förundersökningsområdet. Till höger syns Vifors bruk.

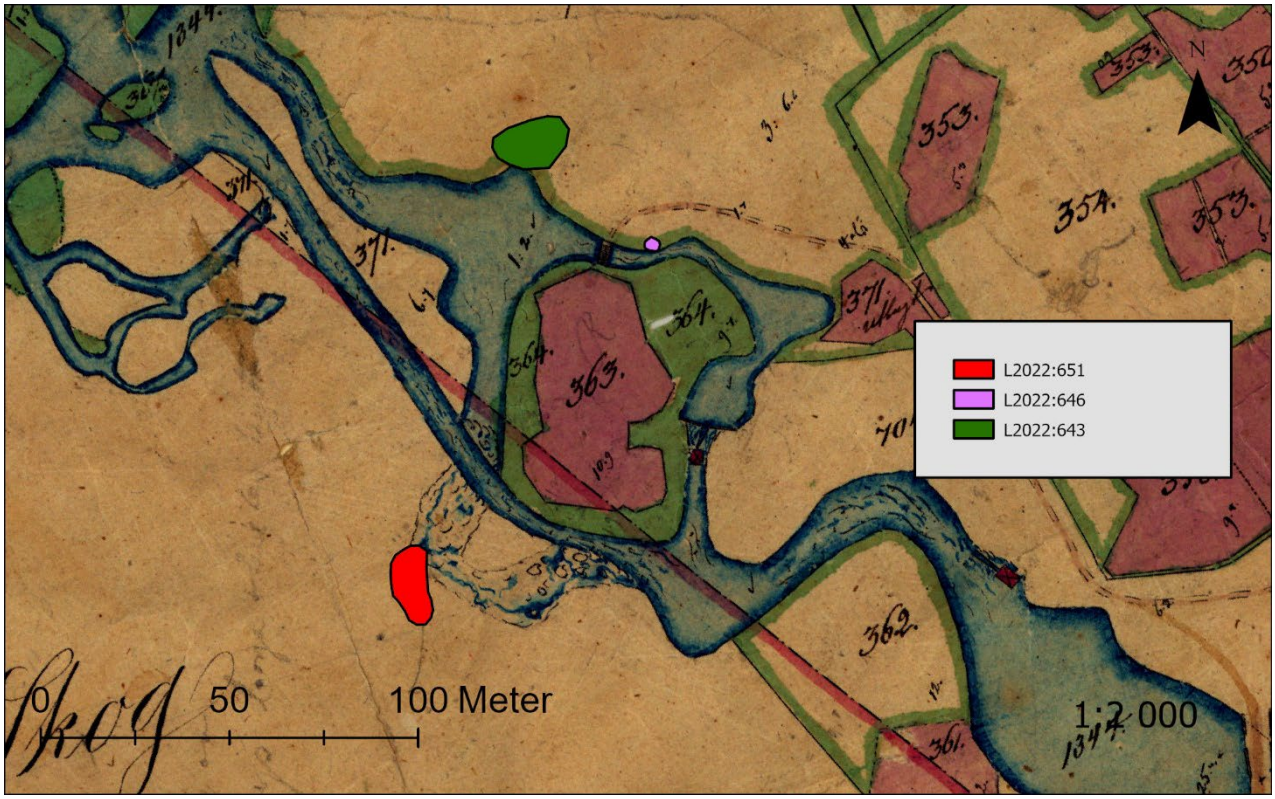


Figur 22. Karta från 1786 (V15-4:2). Till vänster syns de holmar som tidigare fanns vid förundersökningsområdet. Till höger syns Vifors bruk.

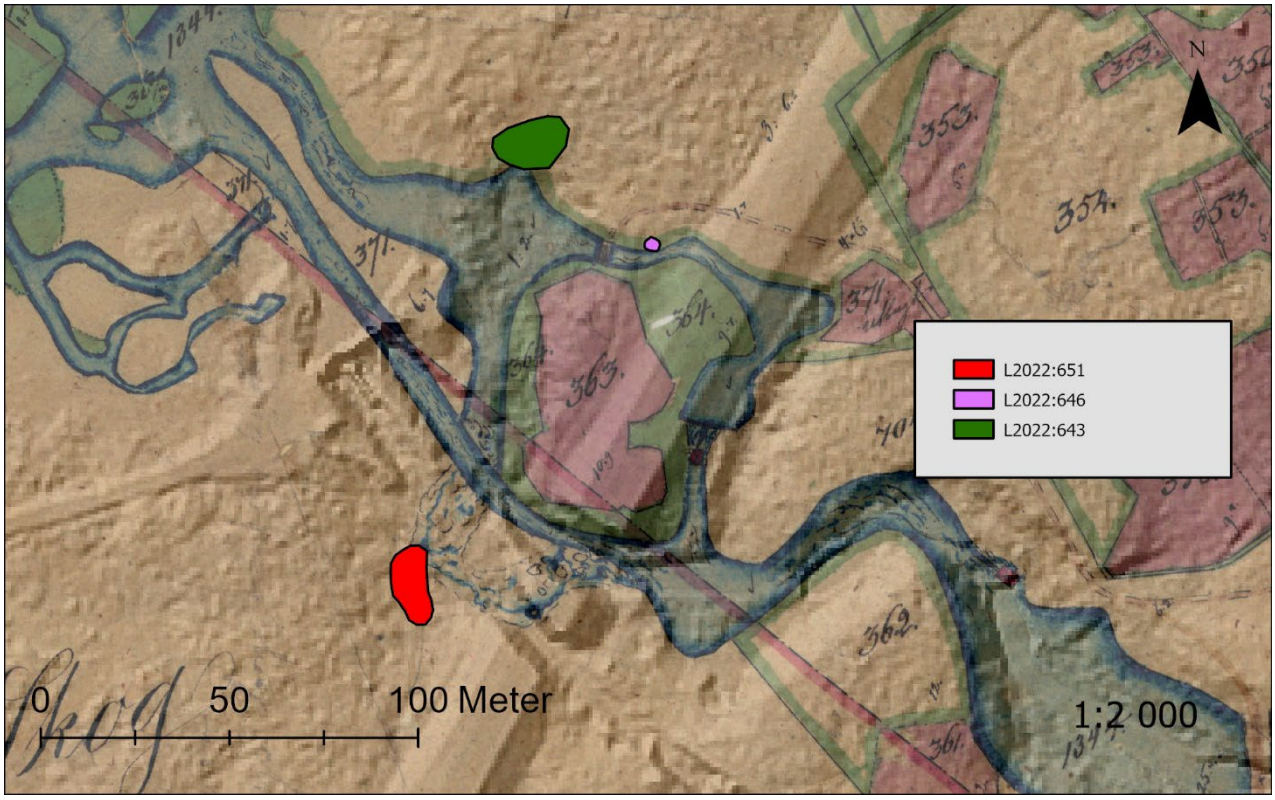
På en laga skifteskarta över byn Vis ägor från 1839 (21-ham-98) finns en bro över en sidofåra och nära där den ansluter till huvudfåran finns en byggnad markerad i forsen. Strax uppströms byggnaden kan en fördämning kan en fördämning anas. På holmen finns ägonumren 363 och 364 utsatt. Dessa finns uppsatta under ägonamnet Holmen. Nummer 363 beskrivs som ”ödelagdt plogland grusbacke” och 364 som ”stenbackar”. Strax öster om åfåran finns ägonummer 371 och 353 som beskrivs som ”bergsbacke och holme” respektive ”vret, grusjord”. Vilken sorts gröda man kan ha odlat på holmen är oklart men eftersom flera andra ägor beskrivs som ”potatesland” är det tänkbart att det rört sig om potatis. Att ploglandet beskrivs som ödelagt kan ha att göra med marken blivit obrukbar i samband med fördämningen. Det är också tänkbart att marken helt enkelt varit för dålig för odling (figur 23 och 24).



Figur 23. Utdrag ur laga skifteskartan från 1839 med ägobeskrivning av holmen (21-ham-98).



Figur 24. Rektifierad laga skifteskarta från 1839 (21-ham-98). De förundersökta lämningarna markeras med grön (L2022:643), rosa (L2022:646) respektive röd yta (L2022:651).



Figur 25. Rektifierad laga skifteskarta från 1839 (21-ham-98) över terrängskuggning. De förundersökta lämningarna markeras med grön (L2022:643), rosa (L2022:646) respektive röd yta (L2022:651).

Åfåran finns kvar ännu på en två laga skifteskartor från 1860 (21-ham-127 och V15-4:3). Den senare utgör en renritning av den föregående. Bron som fanns med i 1839 års laga skifteskarta finns kvar men byggnaden och dammvallen i forsen saknas. Eftersom Vifors kraftverk uppförs 1920 är det troligt att även Spångholmsdammen anläggs vid samma tid (Blennå & Olsson 2018:68).

Kartan från 1839 går att rektifiera med hög noggrannhet utifrån 1950-talets ekonomiska karta. Med hjälp av terrängskuggningen går det dessutom att identifiera de torrlagda sidofårorna (figur 25). Holmen ligger idag till större del under E4 och den vägbank som löper längs med denna. L2022:643 och L2022:646 är då belägna intill den fåra som löpt på holmens norra sida. Den senare är belägen i närheten av den bro som gått över till holmen. Åns lopp runt holmens östra sida kan fortfarande anas i terrängskuggningen vilket visar att byggnaden och dammvallen legat strax öster om dagens E4. Intill den fåra som följer dagens lopp från Spångholmsdammen har det funnits ytterligare en sidofåra som löpt nära malmupplaget L2022:651.

Diskussion

Förundersökningen visar att det vid Spångholmsdammen finns spår efter olika delar av aktiviteter och processer inom såväl blästbruk som hyttbruk. Svårigheterna med att tolka materialet framgår av den arkeometallurgiska analysen. Det analyserade materialets karaktär och komplexitet framgår av tabell 1 i bilaga 2.

Morfologin hos den analyserade slaggen från L2022:643 (fyndplats) tyder på att det hör till blästbruk medan den kemiska analysen snarare pekar mot att det eventuellt rör sig om bergmalm. Den analyserade slaggen från L2022:646 (slaggvarp) visar snarast på det omvända, det vill säga att den morfologiskt ser ut som masugnsslagg medan den kemiska sammansättningen tyder på myrmalm. Baserat på den arkeolometallurgiska analysen är det rimligt att slaggen i båda lämningarna härrör från färskning. L2022:646 kan genom ^{14}C-dateringen kopplas till Vifors bruk och en datering till 1700-talet är mest sannolik. Slaggvarpet hör därmed troligast ihop med färskning av tackjärn.

Eftersom inget daterbart material påträffades vid L2022:643 är det svårt att dra några slutsatser kring lämningens ålder. Uppenbarligen har det funnits goda förutsättningar för blästbruk med tanke på förekomsten av myrmalm. Att det finns en koncentration av fem kolningsgropar (L2026:2253) endast omkring 350 meter västerut visar dessutom på att man i närområdet har framställts järn i blästugn.

Huruvida malmupplaget L2022:651 överhuvudtaget kan sättas i samband med någon järnframställning på platsen är dock oklart. De kemiska analyserna visar att det är myrmalm och att den inte använts i de processer som resulterat i slaggen i L2022:643 och L2022:646. En möjlighet är att det rör sig om en naturlig ansamling av myrmalm. Eftersom närområdet är dåligt inventerat kan man dock anta att mörkertalet är stort vad det gäller såväl blästbrukslämningar som kolningsgropar. Det finns dock god

potential för dessa lämningstyper och det är inte otänkbart att blästbrukslämningar översvämmades när man anlade Spångholmsdammen. Det är likväl mycket möjligt att lämningar förstörts vid de omfattande markingrepp som gjorts i samband med E4. Den rimligaste tolkningen är därför att man samlat myrmalm i anslutning till ån för att använda vid järnframställning i blästugn. Det är mycket möjligt att det i framtiden kan påträffas slagg som kan kopplas samman med malmen utifrån den kemiska sammansättningen.

Det historiska kartmaterialet lämnar få ledtrådar till platsens utveckling men laga skifteskartan från 1839 visar dels att man försökt odla på den större holmen i forsen, dels på att det funnits en byggnad med tillhörande dammvall strax öster om E4. I närheten av slaggvarpet L2022:646 har det funnits en bro över till holmen. Det är tänkbart att denna bro gått över en dammvall varför det i så fall inte kan uteslutas att slaggvarpet ska sättas i samband med detta. Den vägbank som löper förbi lämningarna samt markarbeten i anslutning till E4 har dock orsakat så stora skador att miljön kring lämningarna är svår att rekonstruera.

Förslag på vidare åtgärder

Länsmuseet anser att en arkeologisk undersökning av lämningarna L2022:643 och L2022:646 bör göras inför exploatering. Vid en undersökning är det nödvändigt att avverka skogen så att en större yta går att bana av. Länsmuseet anser dock inte att L2022:651 behöver undersökas vidare. Med tanke på de markskador som uppkom i samband med avverkningen och de analyser som utförts av malmen kan man vid en undersökning sannolikt inte få ut särskilt mycket mer information från lämningen. Lämningen är därför att betrakta som undersökt och borttagen.

Administrativa uppgifter

Länsstyrelsens diarienummer: 3238-2025

Länsstyrelsens beslutdatum: 2025-06-16

Länsmuseet Gävleborgs diarienummer: 2025-184/320

Uppdragsnummer KMR: 202501102

Undersökningstid: 2025-09-23 – 2025-10-01

Projektledare: Andreas Widerberg

Biträdande projektledare: Maria Björck

Personal: Maria Björck, Linus Eriksson, Andreas Widerberg, Ida Åhlin, Maja Hed (praktikant)

Fastigheter: Vi 44:1 och Vi 63:1

Socken: Hamrånge

Kommun: Gävle

Koordinatsystem: Sweref 99 TM

Höjdsystem: RH 2000

Undersökt area: 230 kvadratmeter

Dokumentationshandlingar: Förvaras i Länsmuseets Gävleborg arkiv och servrar

Fynd: Inga fynd tillvaratogs

Referenser

Björck, Niclas. 2000. *Projektet "Yngre stenålderns kustboplatser"*. Inventering av neolitiska kustbosättningar i Gävleborgs län. Rapport Länsmuseet Gävleborg 2000:15.

Björck, Niclas. 2021. *Ett snitt genom stenålderns Gästrikland – nu järnväg, OKB mellan Gävle och Kringlan.* Arkeologisk utredning, etapp 1. Gävleborgs län, Gästrikland, Gävle kommun, Hille, Hamrånge och Gävle stad socknar. Rapport 2021:71, Arkeologerna, Statens historiska museer.

Blennå, Inga & Olsson, Ulrika. 2018. *Kulturmiljöinventering av småskalig vattenkraft Hälsingland och Gästrikland 2018*. Länsstyrelsen Gävleborg rapport 2019:8.

Norberg, Petrus. 1959. Gästriklands hyttor och hamrar. I: Hedblom, Folke. (red.). *Från Gästrikland 1959*, s.1–282. Gästriklands kulturhistoriska förening.

Liases, Katarina, Olsson, Robin & Sandberg, Bo. *E4 Gävle norra.* Arkeologisk utredning, Hille och Hamrånge socknar, Gävle kommun, Gästrikland. Rapport Länsmuseet Gävleborg 2000:4.

Rahmqvist, Sigurd. 1998. *Det medeltida Sverige: Band 11 Gästrikland.* Vitterhets-, historie- och antikvitetsakademin. Stockholm.

Webbsidor

Kulturmiljöregistret, Riksantikvarieämbetet:
https://app.raa.se/open/fornsok/

Historiska kartor

Akt	**Åtgärd**	**År**	**Arkiv**
V15-1:1	Geografisk avritning	Före 1671	Lantmäteristyrelsens arkiv
V15-1:2	Geometrisk avritning	1696	Lantmäteristyrelsens arkiv
21-ham-29	Storskifte	1764	Lantmäterimyndigheternas arkiv
21-ham-53	Delning	1786	Lantmäterimyndigheternas arkiv
V15-4:2	Delning	1787	Lantmäteristyrelsens arkiv
21-ham-98	Laga skifte	1839	Lantmäterimyndigheternas arkiv

21-ham-127	Laga skifte	1860	Lantmäterimyndigheternas arkiv
V15-4:3	Laga skifte	1860	Lantmäteristyrelsens arkiv
J133-14H1d56	Ekonomisk karta	1956	Rikets allmänna kartverks arkiv

Bilaga 1. Schakttabell

Schakt	Lämning	Yta (m^2)	Maxdjup (m)	Beskrivning
1	L2022:646	8,5	0,3	Sandig morän, omrört. Järnhaltig sand.
2	L2022:646	19,8	0,3	Sandig morän, omrört. Järnhaltig sand med mindre fläckar av kol.
3	L2022:646	4,2	0,3	Sandig morän.
4	L2022:646	9,3	1,2	0-1,2 m dj sandig morän. 1,2 m dj - blek sand.
5	L2022:646	7,7	0,6	0-0,3 m dj sand och grus. 0,3-0,6 m dj sandig morän.
6	L2022:646	18,9	0,3	0-0,1 blek matjord. 0,1 m - sandig morän.
7	L2022:646	15,5	0,3	0-0,1 m matjord. 0,1 m - sandig morän.
8	L2022:643	3,7	0,2	Sandig morän.
9	L2022:643	2,8	0,3	Rödgul sandig morän med slagg.
10	L2022:643	3,4	0,2	Sandig morän med slagg.
11	L2022:643	4,8	0,3	0-0,1 m dj påfört grus. 0,1 m dj - röd sand med slagg.
12	L2022:646	11,4	0,4	I sänt åt SV: sand och enstaka stenar. I vägbank: 0,2-0,3 m påfört grus, därunder steril sand. En slaggbit i det påförda gruset. Naturlig sänt pga erosion från ån.
13	L2022:646	10,2	1	I vägbank. Påfört grus och sten, minst 1 m tj.

14	L2022:643	5,1	0,2	Sand, fläckvis röd med spridda slaggbitar.
15	L2022:643	2,2	0,3	0,1-0,3 m dj matjord, kompostliknande. 0,3 m dj - rödgul sand.
16	L2022:643	4,5	0,3	Rödgul sand med rikligt med slagg. Matjord mot S/SV.
17	L2022:643	7,9	0,7	I vägbank. Påfört grus och sten ned till 0,5 m dj. Därunder sandig morän med slagg och ett möjligt bränt ben.
18	L2022:643	2,8	0,2	Röd sandig morän.
19	L2022:646	6,3	0,3	Grus och större stenar. Sannolikt påfört i samband med brobygge för E4.
20	L2022:646	5,4	0,3	Påfört grus och sten.
21	L2022:646	6,8	0,3	Röd sand, i botten markfast block mot N.
22	L2022:646	5,9	0,4	Sand, markfast block mot N
23	L2022:646	3,3	0,2	Sandig morän.
24	L2022:646	4,3	0,2	Sandig morän.
25	L2022:646	20,4	0,3	Slaggvarp direkt under torven, minst 0,1 m tj.
26	L2022:643	4,2	0,1	Morän.
27	L2022:643	2,5	0,1	Morän.
28	L2022:643	3,8	0,2	Morän, något sandigt.
29	L2022:643	5,1	0,3	Sand.

30	L2022:643	4,7	0,35	Påfört grus och sten, därefter sand.
31	L2022:643	3,6	0,2	Grusig sand.
32	L2022:643	2	0,2	Grusig sand, stenigt.
33	L2022:643	2,6	0,3	Påfört grus och sten.

Bilaga 2. Arkeometallurgisk undersökning

Slaggvarp och malmförekomster
– analys av slagg, järn och malm

Analysrapport 2026:02
Arkeometallurgisk undersökning

Gävleborgs län, Gästrikland, Gävle kommun, Hamrånge socken,
fornlämningarna L2022:643, L2022:646 och L2022:651

Lena Grandin

Arkeologerna

Arkeologerna
Statens historiska museer

Våra kontor
Linköping
Lund
Mölndal
Stockholm
Uppsala

Kontakt
010-480 80 00
info@arkeologerna.com
fornamn.efternamn@arkeologerna.com
www.arkeologerna.com

Arkeologerna
Statens historiska museer
Analysrapport 2026:02

Upphovsrätt, om inget annat anges, enligt Creative Commons licens CC BY
Villkor finns tillgängliga på http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.sv

Innehåll

Inledning 5
Bakgrund 5
Hyttor, smedjor och bergmalmer 5
Blästugnar och myrmalmer 6
Jämföra råvaror, processer och avfall 6
Uppdraget 7

Material och metod 7
Material 7
Metoder 8

Resultat 8
Malmupplag L2022:651 8
Slaggvarp L2022:646 9
Grupp 1 10
Grupp 2 10
Grupp 3 10
Grupp 4 11
Grupp 5 11
Slaggförekomst L2022:643 12
Slagger 12
Slagger med järn 13
Ugnsvägg 14
Jordprov 14
Analysresultat 15
Petrografisk och metallografisk analys i mikroskop 15
Slaggvarp L2022:646 15
Slaggförekomst L2022:643 18
Kemiska analyser – resultat och en utblick 23
Blästugnar och myrmalmer eller masugnar och bergmalmer 23
Sammanfattning och tolkning 31
Slaggvarp L2022:646 31
Slaggförekomst L2022:643 32
Malmupplag L2022:651 33

Referenser 34

Bilagor 36
Bilaga 1. Undersöknings- och analysmetoder för slagger och metaller (Lena Grandin och Erik Ogenhall) 36
Bilaga 2. Analys av slagger (tunnslip) (Lena Grandin) 39
Bilaga 3. Kemisk analys av slagg – resultat 40

Inledning

På uppdrag av Andreas Widerberg, Länsmuseet Gävleborg, har Arkeologernas geoarkeologiska laboratorieverksamhet granskat och analyserat slagger, malmer och annat arkeometallurgiskt material som påträffades vid arkeologiska undersökningar av fornlämningarna L2022:643, L2022:646 och L2022:651, samtliga i Hamrånge socken, Gävle kommun, Gävleborgs län, Gästrikland.

Bakgrund

Vid arkeologiska undersökningar av fornlämningarna L2022:643, L2022:646 och L2022:651 har arkeometallurgiskt material påträffats. Fornlämningarna har tidigare varit föremål för arkeologisk utredning etapp 2 (Björck & Björck 2022). Redan i samband med denna utredning påträffades slagger och malmer som också genomgick en enklare okulär granskning. De båda fornlämningarna L2022:643 och L2022:646 (tidigare benämnda objekt E249) tolkades då som fyndplats för slagg respektive slaggvarp (blästbrukslämning) medan fornlämning L2022:651 karaktäriserades som malmupplag (ev. blästbrukslämning).

De granskade slaggerna från L2022:643 och L2022:646 varierade i utseende där några bedömdes vara mer typiska blästslagger, medan andra var svårare att karaktärisera och det kunde inte uteslutas att de härrörde från en hytta (masugn). Malmerna som ingick i granskningen, såväl finkornigt material som större klumpar (delvis från högar), bedömdes efter provrostning i laboratoriet ha en bra kvalité. En annan slutsats var att de var naturliga malmer, som inte preparerats vidare för användning i ugnen, dvs. de var inte rostade (Björck & Björck 2022).

Hyttor, smedjor och bergmalmer

De tre fornlämningarna ligger inom ett begränsat område i sydöstra kanten av Spångholmsdammen, bara några hundra meter från Vifors bruk (L1951:5569), en bruksmiljö med bl.a. en hammarsmedja, vattenränna och dammvall (Strandvik 2001:320–321). Ingen hytta har funnits vid Vifors bruk, men smedjan har använt tackjärn bl.a. från hyttan vid Axmar bruk (L1951:5978) knappt 15 km mot nordost. Smedjan använde även tackjärn från Öster- och Västerbergslagen, förutom en kort period på 1740-talet då det kom från Hilleviks masugn (Norberg 1959). Vid Axmars bruk, med anor från 1670-talet, fanns förutom en hytta för smältning av järnmalm, också bl.a. rostugn och malmhus. På 1860-talet anlades ett helt nytt järnverk med masugn, rostugn och smideshärdar (Strandvik 2001:320–321). Hyttan blåstes ned i mitten av 1920-talet. Enligt Strandvik (2001:320–321) användes järnmalm från Utö gruvor söder om Stockholm, som skeppades in till den intilliggande hamnen. Det finns också uppgifter om att inledningsvis också malm från Dannemora i Uppland användes (Haggrén 2001). Axmar bruk har haft smide av det egenproducerade järnet, men det figurerar också uppgifter om att det kan ha varit av tackjärn tillverkat i andra hyttor.

Utö gruvor är kända från åtminstone början av 1600-talet (Nihlén 1927). Järnmalm från tre olika gruvor (Nyköpingsgruvan, Långgruvan och Finngruvan) smältes i såväl Södermanland, Norrland som Finland

men vid något tillfälle förefaller en uppdelning ha skett så att malm från Nyköpings- och Långgruvan skeppades till Södermanland och Norrland – möjligen är masugnen i Axmar en av de mottagande hyttorna.

De tre nu aktuella fornlämningarnas närhet till Vifors bruk med dess hammare och smedja medför att en hypotes om att slaggen från L2022:643 och/eller L2022:646 kommer från detta smide. Däremot bör inte slagger från framställning i masugn förväntas, med tanke på avståndet till närmaste hytta. En process som vi också bör ha i åtanke är färskningen av tackjärnet, dvs. för att sänka kolhalten i det producerade tackjärnet för att det skulle kunna smidas vidare. Det är oklart om färskning har skett i Vifors bruk; dvs. är det ett tackjärn eller färskat tackjärn som har införskaffats? Visserligen omnämns (Norberg, 1959), förutom stångjärnshammare och knipphammare, förekomst av härdar, men dessa är inte närmare specificerade.

Blästugnar och myrmalmer

Några av de slagger som granskades i samband med utredningen (Björck & Björck 2022) visade sig ha yttre drag som är karaktäristiska för slagger från tillverkning i blästugn, dvs. i en betydligt mindre ugnstyp än masugnen, och där det producerade järnet har lägre kolhalt. Vid de nu genomförda arkeologiska undersökningarna påträffades inga lämningar efter konstruktioner som kunde styrka en sådan tolkning, men enligt uppdragsgivaren finns blästbrukslämningar ca 1–1,5 km bort, i Hamrånges centrala jordbruksbygd och det är inte orimligt med blästugnar även inom det aktuella området. Fyndet av upplaget av vad som sannolikt är myrmalm (orostad) skapar också en förutsättning för lokal blästjärnsproduktion baserad på myrmalm.

Jämföra råvaror, processer och avfall

Med tanke på att hyttorna har använt bergmalm (importerad) och sannolikt inte har nyttjat någon lokal myrmalm, är det viktigt att försöka klargöra om malmklumparna från L2022:651 har kommit till användning, i blästugnar på platsen.

Inom ramen för denna arkeometallurgiska analys görs bl.a. totalkemiska analyser av ett urval av slagger och en malm.

Processen i en blästugn

Om slagger och malm hör till samma processkedja kan man förvänta sig att flera av de ämnen (t.ex. Mn, Mg, Ca, P och vissa spårämnen, utöver järn och kisel vilka dominerar) som finns i malmen också återfinns i slagger som har bildats i ugnen. Från det fortsatta smidet av järnet (som inte är lika komplext i sin sammansättning) kan renare slagger med nästan enbart järn och kisel förväntas.

Processen i en masugn

Om vi i stället följer processkedjan i masugnen, med en bergmalm som råvara får vi en delvis annan bild. Slaggen som formas är ofta fattigare på järn och rikare på kisel än från blästugnen, men komplexa i övrigt då de innehåller de ämnen som kan finnas i malmen tillsammans med järnet (Mn, Mg, Ca, P och vissa spårämnen). Men järnet som bildas i hyttan kan också innehålla lite Mn och Si. När det tillverkade järnet (oftast fritt från slagg) ska avkolas, dvs. färskas, är

slagger också en aktiv del av processen. Slagger som blir kvar kan också var tämligen rena i sammansättning.

Bergmalmer
Uppgifterna om malmer från Utö respektive Dannemora ger förutsättning att jämföra dessa med tanke på karaktäristiska kemiska drag, och om några av dessa kan spåras i slaggerna från L2022:643 och L2022:646. Vidare finns möjlighet att jämföra med myrmalmen från L2022:651, och om den på något sätt kan relateras till de analyserade slaggerna, för att på så sätt se om det finns någon koppling till blästjärnstillverkning.

Tidpunkt
I denna studie är också tidpunkt för aktiviteterna av betydelse; där blästbruket generellt är tidigare, och hyttorna är senare. Vi ska också komma ihåg att myrmalm kan användas även i masugnar – flera exempel på sjö- och myrmalm som råvara i masugnar finns från andra delar av landet, t.ex. i Småland.

Uppdraget
De tidigare utredda fornlämningarna har genomgått arkeologisk undersökning och material har tillvaratagits för mer detaljerade analyser för att försöka klarlägga om det är slagg från järnframställning, och i så fall i vilken typ av ugn (blästugn eller masugn) samt om malmen är av god kvalité och användbar för järnframställning (i blästugn). Studien omfattar en mer detaljerad okulär granskning och analyser av tunnslip av ett urval av slaggerna från L2022:643 och L2022:646. Dessutom görs totalkemiska analyser av malmen från L2022:651 och slagger från L2022:643 och L2022:646 för att se om det är denna malm (eller liknande) som kan ha använts i eventuell järnframställning.

Vidare finns ett jordprov från L2022:643 som möjligen skulle kunna vara malm; detta undersöks också. Från L2022:643 noterades dessutom formmässigt avvikande typ av slagg som i fält preliminärt bedömdes vara från smide. Dessa slagger granskas, och analyseras vid behov, för att försöka klargöra om även smide kan beläggas.

Ofta förekommer också järnavfall (som små klumpar) bland (magnetiska) slagger från (bläst)järnframställning. Om sådana påträffas undersöks de också för att kunna bedöma vilken typ av järn (eller stål som har tillverkats).

Som en del av uppdraget ingår också att söka efter och plocka ut träkol som kan finnas inkapslat i slaggen för datering med ^{14}C-metoden. Träkol plockades ut ur slagger från L2022:646. Från L2022:643 kunde inget träkol observeras. Dateringen sker dock utanför den nu presenterade arkeometallurgiska analysen.

Material och metod

Material
Materialet som har valts ut av uppdragsgivaren för analyser utgörs tre hinkar fyllda med slagger och malmklumpar av varierande storlek. Allt har granskats översiktligt för att få en helhetsbild av materialet. Ett

urval har granskats mer ingående och detta beskrivs mer detaljerat. Från de senare har ytterligare urval gjorts för de olika analyserna.

Metoder

Okulär granskning

Slaggerna har granskats okulärt och karaktäriserats med avseende på bland annat form och typ. Eventuella avtryck, t.ex. efter kol, observerades också, liksom om slaggen har stelnat mot sand och/eller lera som kan avslöja något om ugnens karaktär. Med en handhållen magnet kontrollerades om de är magnetiska, och i vilken omfattning.

Ett urval av slaggerna delades med stensåg med en diamantklinga. Tvärsnitten har granskats för att få ytterligare information om sammansättning och uppbyggnad och om metalliskt järn förekommer, framträder det också tydligt i delat material.

Snitten gjordes även för att kunna söka efter och tillvarata inkapslade träkolsbitar. Om det finns kol för vedartsanalys och datering tas prover för detta men analyserna sker utanför detta uppdrag.

Malmer studeras med stereolupp för att få en uppfattning om inblandning av annat material, t.ex. sand. En del av respektive malmprov rostas också med brännare på plåt för att se hur malmen förändras med ökad temperatur. Malmens färg och magnetism kontrolleras före och efter rostning vilket också ger en fingervisning om innehållet av järnoxid. En naturlig, färsk malm innehållande järnhydroxider är omagnetisk men övergår vid rostning till mörk magnetisk järnoxid (magnetit). Denna magnetism kvarstår och förhistoriskt rostade malmer är ännu idag magnetiska.

Fragment av bränd/smält lera som skulle kunna vara delar av ugnsväggen eller infodring av ugnsvägg eller slagguppsamlingsgrop har granskats på motsvarande sätt.

Analysmetoder

Utvalda slagger och malmer analyseras med totalkemiska analysmetoder (ICP). Dessutom analyseras polerade tunnslip av de kemiskt analyserade slaggerna i polarisationsmikroskop för att se detaljer i process och uppbyggnad. Prover av metalliskt järn, analyseras på planpolerat och etsat tvärsnitt. Analysmetoderna, inklusive provpreparering, som har använts beskrivs i bilaga 1 och 2. De fullständiga resultaten från den kemiska analysen redovisas i tabellform i bilaga 3.

Resultat

Malmupplag L2022:651

De tre proverna (från Hög 1, Hög 2 och Provgrop 2) innehåller material av huvudsakligen samma karaktär i form av oregelbundna, knöliga, rödbruna klumpar. Några är runda plankonvexa kakor (den största 90×80×40 mm, 175 g). I delat snitt ses i några av dem en svartglänsande tät yta, finkornigt rödbrunt material och sand. I vissa finns även stenar, tillsammans med de rödbruna, finare, fraktionerna (Fig. 1).

Efter rostning i labbet av det rostbruna finkorniga materialet från några klumpar, mörknar det något men är magnetiskt endast i liten omfattning. Ett rostat prov från Hög 1 valdes för totalkemisk analys.

Från Hög 1 finns också ett stenmaterial som utgörs av kantiga, tunna (platta) och relativt plana stenar (gnejs och skiffrigare). Eventuellt har dessa använts i någon konstruktion.



Figur 1. Exempel på mindre malmklumpar, från L2022:651, Hög 1. Övre bilden hela klumpar. Nedre bilden efter delning där den till vänster innehåller mycket sten och grus, medan den till höger är renare (provtagen till rostning och analys).

Slaggvarp L2022:646

Slaggerna från L2022:646 är något varierande i karaktär (Fig. 2). I det följande beskrivs de i 5 olika grupper utifrån yttre former, täthet och i vilken mån de är flutna. Med tanke på att en del av dragen förekommer tillsammans i flera av slaggerna är det sannolikt att samtliga härrör från samma typ av process.



Figur 2. Exempel på varierande utseende bland slaggerna från L2022:646. Längst till vänster: en trögfluten slagg, i mitten något mer fluten med kolavtryck på ytan, och till högre med mer lättfluten överyta.

Grupp 1
Grupp 1 utgörs av stora, trögflutna (botten)slagger ställvis med riklig förekomst av hålrum och kolavtryck, och även träkolsrester (Fig. 3). Den största slaggen är ca 170 mm i diameter (ej komplett) och har en tjocklek på ca 90 mm som sannolikt är den ursprungliga. Slaggen är mestadels omagnetisk men längs en rostfärgad ytterkant är den något magnetisk men metalliskt järn har inte kunnat observeras vid delning.



Figur 3. Exempel på trögfluten slagg (från grupp 1). Delat tvärsnitt där både stora hålrum och träkolsrester är tydliga (träkol utplockat för datering).

Grupp 2
I grupp 2 förekommer små bitar som är svårare att säkert karaktärisera men sannolikt är de mindre bitar av samma slaggtyp som slaggerna i grupp 1.

Grupp 3
Grupp 3 utgörs av större, och en del mindre, slagger som huvudsakligen är mer lättflutna och tätare än de grupp 1 och 2. De är vanligen tätast i sin nedre del och porösare i den övre (Fig. 4–5). Den största observerade tjockleken i dessa är ca 60 mm. Bland dem finns plana, släta ytor som antyder att slaggen har stelnat mot någon plan, väl definierad yta (sten?) i en konstruktion/ugn/härd (?).



Figur 4. Exempel på mer lättfluten slagg (grupp 3, se även figur 5 nere till vänster), i delat tvärsnitt, som är tätare i nedre halvan och porösare i den övre. Små träkolsrester (provtagna ses i den övre delen). Denna slagg är analyserad (prov 1A, kemi och tunnslip).

Grupp 4

Grupp 4 innehåller små rännilar av fluten omagnetisk slagg, med ovalt tvärsnitt. I delat tvärsnitt framträder en mestadels tät, ställvis småporig slagg (Fig. 5).

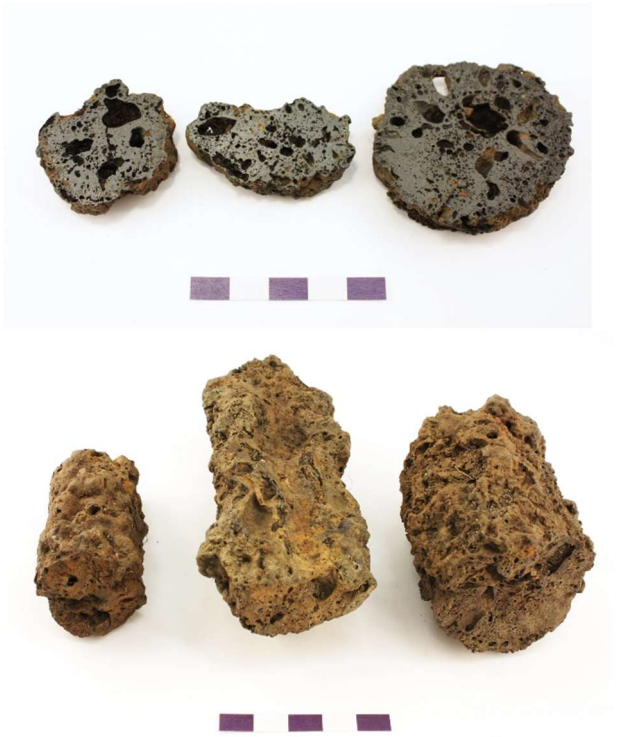


Figur 5. Tre exempel på fluten slagg (grupp 3 och 4), alltifrån små rännilar till något större slagger. Till vänster överytan, till höger undersidan. Infälld bild i mitten visar delat tvärsnitt på den övre högra slaggen.

Grupp 5

Grupp 5 omfattas av långsmala cylindrar eller konformade slagger med runt till något kantigt tvärsnitt. Den längsta är 125 mm, har tvärsnittsdiameter på ca 50 mm. En kortare (65 mm) har en diameter på ca 25–30 mm. Samtliga är avbrutna i båda kortändor och det är oklart hur långa de ursprungligen har varit. Det finns ingen kontakt mot större slaggvolymer (skållor eller liknande).

I (delat) tvärsnitt ses varierande täthet/porositet och en markant snabb avkylning i ytterkanterna till en något långsammare avkylning i centrala delar. Den nedre rundade delen har stelnat mot rännformad begränsningsyta medan den övre ytan har stelnat fritt.



Figur 6. Långsmala cylindriska slagger (grupp 5). Övre bilden visar dem i delat tvärsnitt. Den minsta slaggen, till vänster, är analyserad.

Slaggförekomst L2022:643

Materialet från L2022:643 är insamlat från flera schakt i den arkeologiska undersökningen. Allt material är granskat och slagger från de respektive schakten uppvisar stora likheter och är därför inte mer specifikt uppdelade i denna resultatsammanställning. Det mesta utgörs av slagger, men även ett fåtal fragment av bränd/smält lera, som sannolikt är del av ugnsvägg eller infodring förekommer, samt ett jordprov som insamlats för att undersöka om det kan vara malm.

Slagger

Slaggerna från L2022:643 utgörs mestadels av små slagger av likartad karaktär från flera av undersökningens schakt (Fig. 7–8). En stor andel utgörs av tunna slaggsträngar, antingen enstaka eller få som har byggt på varandra och delvis formats runt träkolsbitar. Inget bevarat träkol har dock observerats, inte heller i delade tvärsnitt, varför det inte fanns något träkol att provta för datering.

Några av slaggerna är sannolikt delar av ursprungligen större bottenslagger, men inga sådana förekommer – den största slaggen är endast ca 50–60 mm stor.

Även i delat tvärsnitt är det tydligt att det är flera små slaggsträngar som har byggt på varandra och format större slagger (Fig. 7–8).

Slaggerna är därmed formmässigt karaktäristiska för järnframställning i blästugn, där slaggen har runnit ner i en underliggande slagguppsamlingsgrop i små mängder och stelnat tämligen omedelbart (även runt kolstycken, vilket flera avtryck visar).



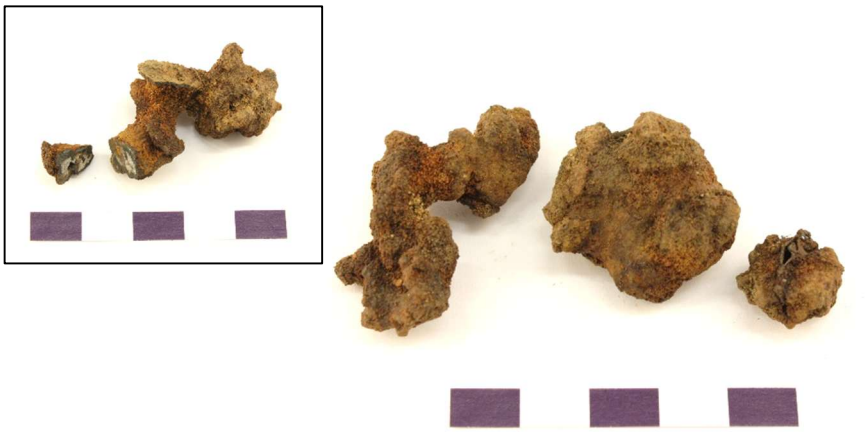
Figur 7. Exempel på karaktäristiska slagger från L2022:643 (schakt 16), med enstaka eller flera tunna slaggsträngar. De infällda bilderna visar två av dem i tvärsnitt där kontakten mellan slaggsträngarna framträder tydligt.



Figur 8. En annan av de karaktäristiska slaggerna från L2022: 643 (schakt 9), i delat tvärsnitt. Denna slagg har analyserats.

Slagger med järn

Små slaggklumpar som är mer trögflutna, rostbruna och ställvis magnetiska finns också, främst från schakt 9. I fält bedömdes de preliminärt kunna vara från smide Vid delning framträder en blandning av slagg och järn, dvs. det rör sig sannolikt om järnavfall från framställningen som inte har bearbetats ytterligare. En av dessa har analyserats mer detaljerat i mikroskop på polerad yta (Fig. 9).



Figur 9. Små magnetiska rostbruna slaggklumpar. Den infällda bilden visar den övre vänstra i delat tvärsnitt med innehåll av metalliskt järn, som är omgivet av slagg.

Ugnsvägg

I materialet finns också ett fåtal bitar av bränd och smält lera, vilket sannolikt är en del av ugnsväggen. Dessa har dock inte studerats mer detaljerat och dessa bitar är för få för att det ska vara möjligt att dra några mer långtgående slutsatser om ugnskonstruktionen.

Jordprov

Ett rödfärgat jordprov (från schakt 11) är insamlat för att undersöka om det kan vara malm. Provet är omagnetiskt, vilket inledningsvis antyder att det inte är rostad malm. Vid rostning i labbet torkar provet och bleknar och är fortsatt omagnetiskt. En granskning av provet i stereolupp visar att det främst utgörs av korn av kvarts och fältspat och är därmed inte en malm.

Analysresultat

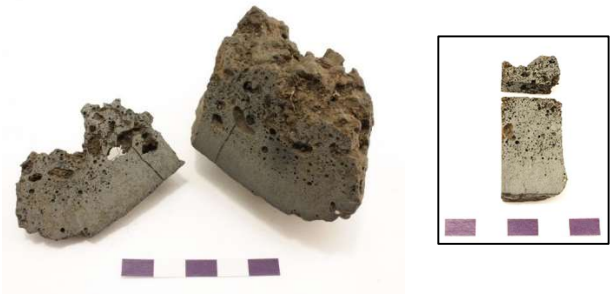
Detaljerade analyser på utvalda slagger, malmer och metaller presenteras nedan. Inledningsvis redovisas resultaten från undersökningar i polarisationsmikroskop på tunnslip och polerprover (se Bilaga 1 och 2 för metoder och termer). I efterföljande stycke presenteras resultaten från de totalkemiska analyserna, med jämförelse mellan de aktuella fornlämningarna. Dessutom görs utblickar till tidigare analysresultat från lokaler i Gästrikland med blästbruk varifrån det finns motsvarande data. En jämförelse görs också med malmer från Utö och Dannemora, dvs. gruvområden som har försett Axmar bruk med järnmalm (jämför inledning).

Petrografisk och metallografisk analys i mikroskop

Slaggvarp L2022:646

Slaggprov 1A, från grupp 3

En slagg från grupp 3, med lättfluten och mestadels tät slagg (Fig. 10) är analyserad i polarisationsmikroskop. Tunnslipet (Fig. 11) omfattar det mesta av slaggens tvärsnitt, förutom den allra översta delen. Den nedre delen av slaggen har en plan, slät väl definierad yta som möjligen skulle kunna vara från att slaggen har stelnat mot ett slätt/plant underlag (sten).

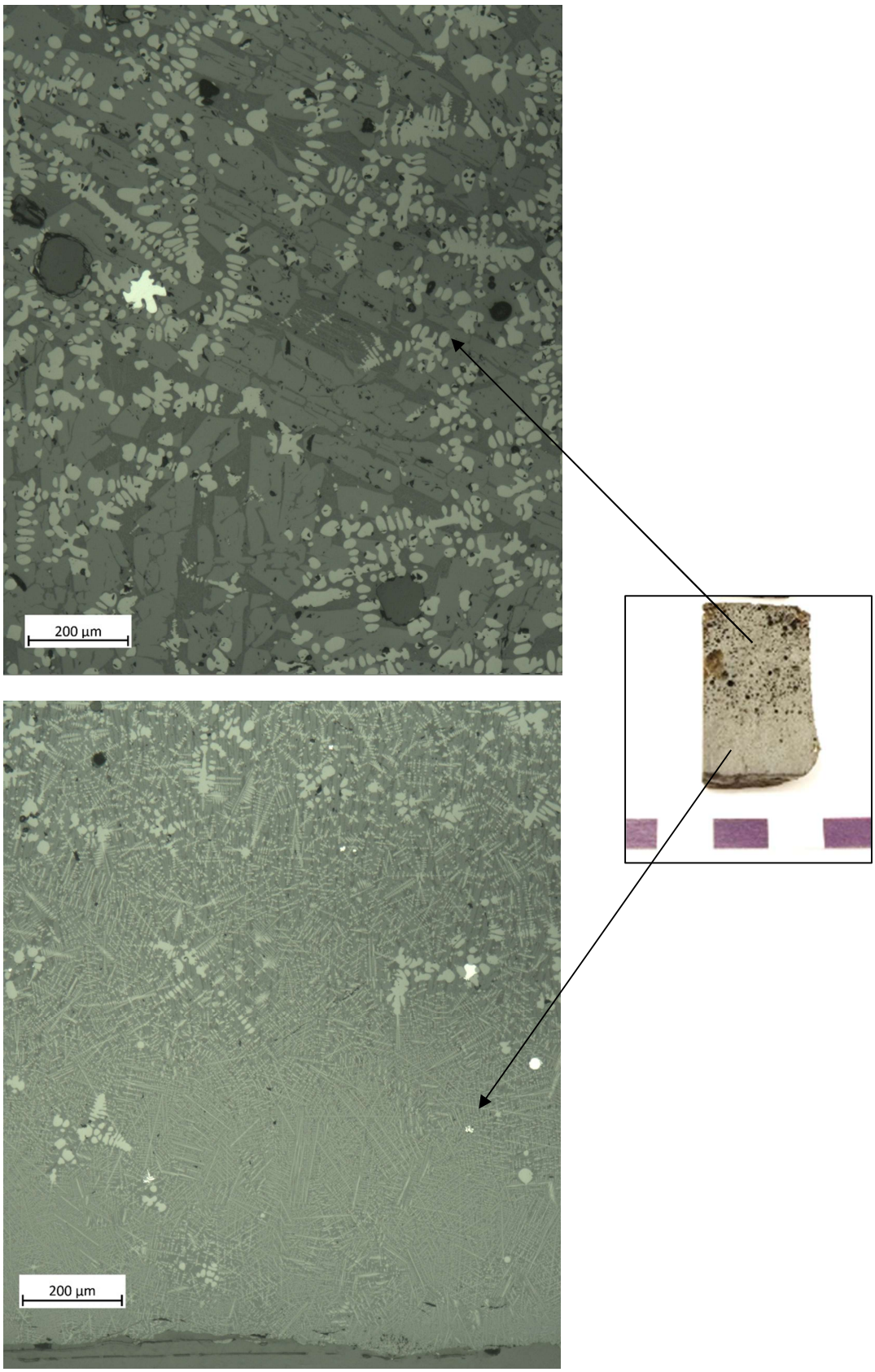


Figur 10. Från figur 4 som visar tvärsnittet varifrån prov är taget (grupp 3, prov 1A). Fotot till höger visar det snitt som ingår i tunnslipet (nedre delen).

Tunnslipsprovet (Fig. 11) utgörs av en större slaggvolym, med homogen sammansättning nerifrån och uppåt. Det finns inga tecken på att tunnare slaggsträngar har stelnat innan efterföljande har tillkommit, utan allt förefaller ha varit ett och samma slaggbad som dock har stelnat hastigast i nedre delen (extremt finkornigt) och långsammare i den övre delen. Kornstorleken ökar uppåt i slaggen, och i den övre delen finns även en del hålrum där luftbubblor blivit innestängda när slaggen har stelnat.

Slaggen innehåller dendritiskt formad wüstit, olivinkristaller och en mellanliggande glasfas. Droppar, eller oregelbundna tunna formationer av metalliskt järn förekommer i hela provet, men endast i små mängder.

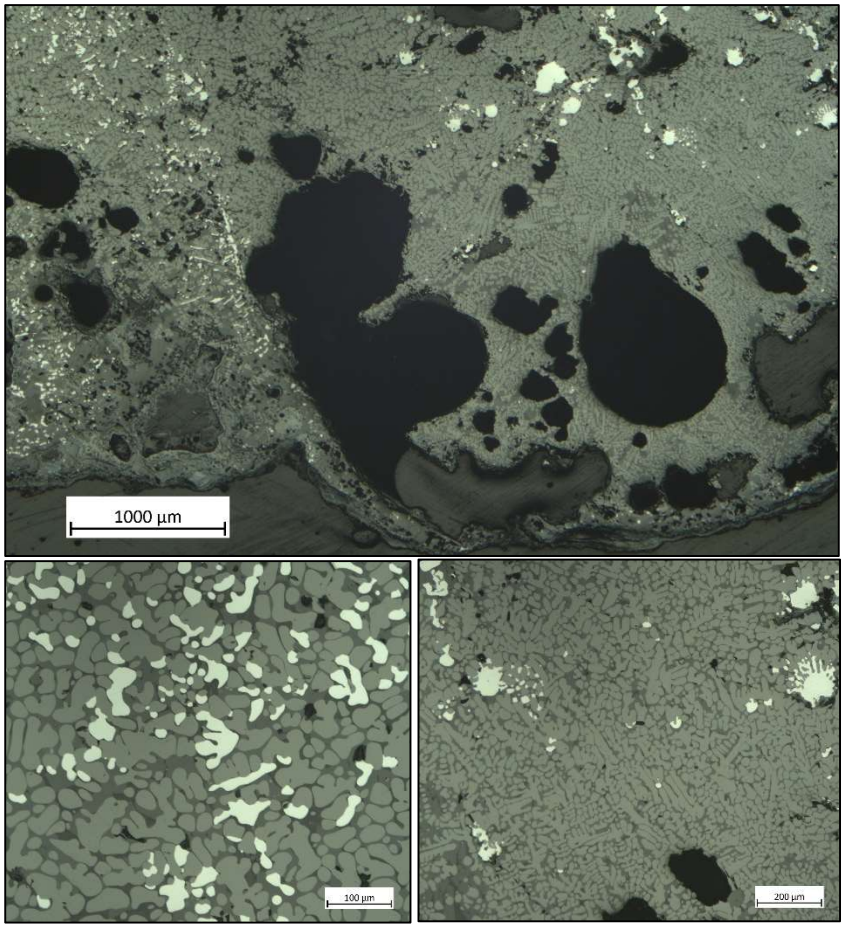
Den släta nedre del som observerades med blotta ögat på hela slaggstycket är den del som är finkornigast, och har stelnat mycket hastigt mot något kallt underlag. I tunnslipet finns inget annat än slagg (t.ex. vare sig lera eller sand som skulle kunna vara förväntade alternativ), men det är inte rimligt att avgöra om det varit en sten eller annat som har utgjort begränsningsytan.



Figur 11. Slaggprov 1A från slaggvarp L2022:646. Foton från mikroskopet från slaggens nedre finkorniga del, respektive övre grovkornigare område. Slaggen innehåller dendritiskt formad wüstit (ljus), olivinkristaller (ljust grå) och en mellanliggande glasfas (mörkare grå, syns främst i den övre delen). Droppar, av metalliskt järn (vita) förekommer i små mängder.



Figur 12. Från figur 6, tvärsnitt på långsmala cylindriska slagger (grupp 5). Den minsta slaggen, till vänster, är analyserad.



Figur 13. Slaggprov från slaggvarp L2022:646 från cylindrisk slagg. Foton från mikroskopet från slaggens ytterkant. Översikt (övre bilden) med stora hålrum (svarta) och grå slagg med oregelbundna droppar av järn (vita). De nedre bilderna är detaljer som visar slaggens uppbyggnad av dendritiskt formad wüstit (ljust grå), olivinkristaller (grå) och i liten omfattning en mellanliggande glasfas (mörkare grå), samt de ljusa dropparna av järn.

Slaggprov från grupp 5

Bland slaggerna finns några som är långsmala och cylindriskt formade. I (delat) tvärsnitt (Fig. 12) ses varierande täthet/porositet och en markant snabb avkylning i ytterkanterna till en något långsammare i avkylning centrala delar. Den nedre rundade delen har stelnat mot rännformad begränsningsyta medan den övre ytan har stelnat fritt. En av dem har analyserats i polarisationsmikroskop.

Slaggen domineras av grov dendritiskt formad wüstit, med mindre mängd olivinkristaller och en glasfas i liten omfattning (Fig. 13). Kornstorleken avtar något från centrum mot ytterkanterna, men är inte lika finkornig som i prov 1A, varför avkylningen inte varit lika hastig.

Närmast kanten, i stort sett runt hela slaggens tvärsnitt, förekommer ansamlingar av metalliskt järn, som dels följer wüstitens former, dels förekommer som oregelbundna droppar (Fig. 13).

Från smideslämningar från 1200-talet i Jönköping, på Lundströms plats (RAÄ 50), återfanns formmässigt liknande långsmala cylindriska slagger, som mest ca 150 mm långa och med tvärsnitt på som mest 25–30 mm. Dessutom fanns ett fåtal smidesskållor där man kunde se påbörjan till uttappning mot liknande former. Några av slaggcylindrarna analyserades och uppvisar variation i uppbyggnad från täta, snabbkylda med främst olivininnehåll, till porösare (relativt snabbkylda i ytterkant), med mer wüstit och få ansamlingar av metalliskt järn, i ytterkanten (Grandin 2008, se även Kallerskog 2009). För detta smide föreslogs att smideshärden haft en funktion med uttappning av slagg för att minska behovet av mekanisk utrensning av härden.

Även från en smedja i Närke, i Falla i Viby socken, troligen från 1400–1600-tal, finns liknande men klenare slaggcylindrar, som tydligt utgår från skållor, tillsammans med karaktäristiska plan-konvexa eller konkav-konvexa smidesskållor. Slaggerna från smedjan i Falla har lägre total järnhalt (mer olivin än wüstit) och betydligt mindre förekomst av metalliskt järn (opublicerade data från Geoarkeologiskt Laboratorium, 1997).

Slaggförekomst L2022:643

Slaggprov 9

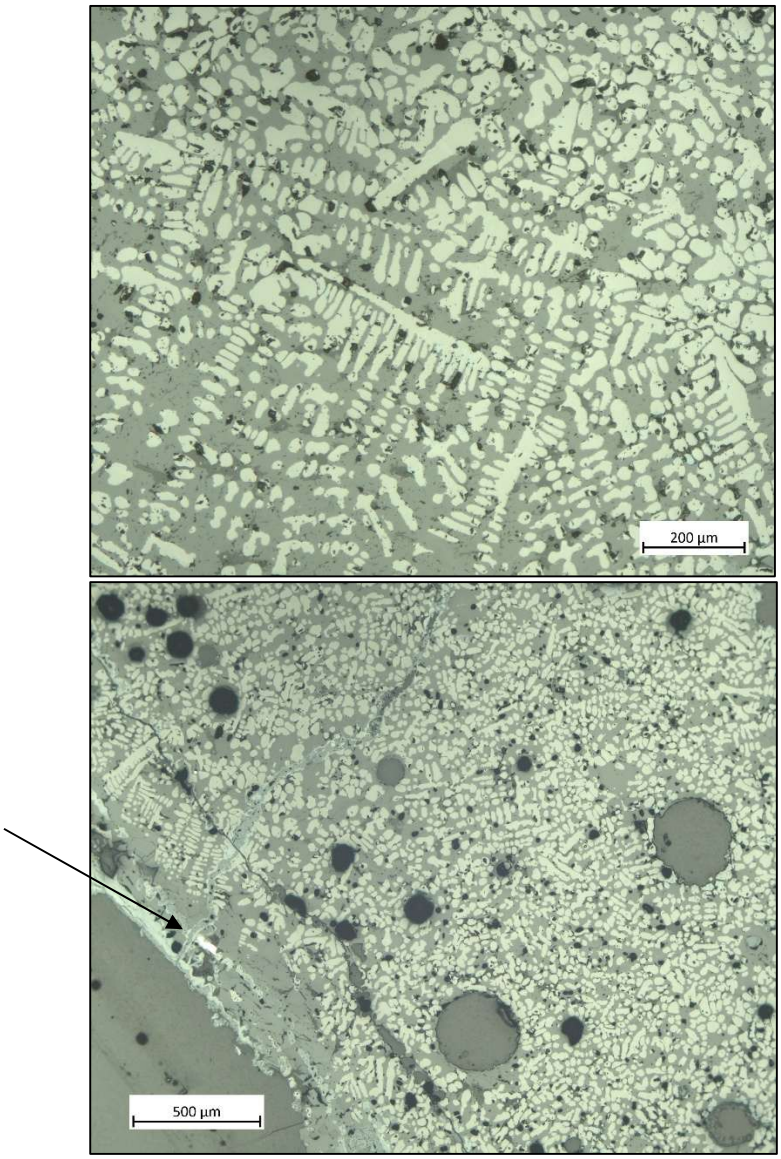
Slaggerna från L2022:643 utgörs mestadels av små slagger av likartad karaktär (Fig. 7–8). En stor andel utgörs av tunna slaggsträngar, antingen enstaka eller få som har byggt på varandra. En av dessa slagger (prov från schakt 9) har analyserats i mikroskop (Fig. 14) där tunnslipet omfattar stora delar av tvärsnittet.

Tunnslipsprovet utgörs av en större slaggvolym, med homogen sammansättning genom hela provet (Fig. 15). Slaggen domineras av en tämligen grovkornig wüstit, med mindre mängd olivin och en mellanliggande glasfas. Metalliskt järn förekommer ytterst begränsat, som små droppar samt längs kanten (Fig. 15) till hålrum (efter träkolsbitar?).

Dominansen av wüstit visar att denna slagg är betydligt rikare på järnoxid än den analyserade från L2022:646. Dess grövre kornstorlek antyder också att den har stelnat långsammare.



Figur 14. Från figur 8, L2022: 643 (schakt 9), tvärsnittet till vänster har analyserats i mikroskop.



Figur 15. Slaggprov från schakt 9 från slaggförekomst L2022:643. Foton från mikroskopet som båda visar att slaggen domineras av en tämligen grovkornig wüstit (ljus), med mindre mängd olivin (ljust grå) och en mellanliggande glasfas (mörkare grå). I nedre bilden ses lite metalliskt järn (vitt) nära kontakten mot ett hålrum (vid pilen).

Järnprov 9

En ansamling av metalliskt järn som observerats i en slagg från schakt 9 har analyserats (Fig. 16). Vid den okulära granskningen tolkades den vara järnavfall från framställningen som inte har bearbetats ytterligare.

I mikroskop på polerad tvärsnittsyta (Fig. 17–19) ses att det mesta är metalliskt järn i några täta ansamlingar. Ett större centralt hålrum förekommer, samt några få mindre vilket antyder att det inte är bearbetat och linje med tolkningen om avfall. Längs kanten ses rost/oxiderad metall, samt lite fastkittat material från omgivningen (sand och grus).

Ställvis finns också en bård av järnoxider, som är ca 100–200 mikrometer bred. Efter etsning av provet ses att bården är sammansatt med flera olika järnoxider (Fig. 18). Närmast metallen förekommer en zon med komplexa järnoxider (wüstit och magnetit), och ytterst förekommer rena järnoxider (troligen magnetit, möjligen också maghemit). Denna komplexa kant har samma typ av uppbyggnad som glödskal. Förekomsten tyder också på att klumpen är kvarlämnad utan vidarebearbetning för att avlägsna ytskiktet, men också att den har stelnat med tillgång på syre, dvs. utanför en ugn eller härd.

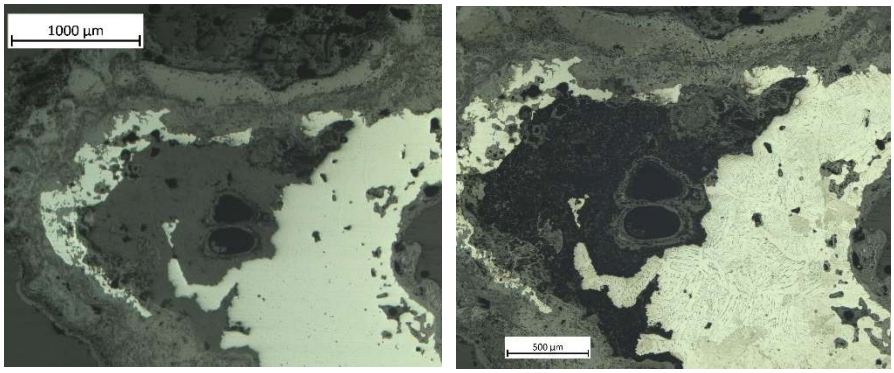
Mellan metallen och järnoxidbården förekommer ställvis också en zon med grovkornig slagg med olivinkristaller och en glasfas.

Slagg förekommer dessutom som ett fåtal små runda (sannolikt bildade i metall som har varit smält) slagginneslutningar, fördelade i metallen. De innehåller wüstit (komplext sammansatt med magnetit, Fig. 19–20) och olivin/glas (i vissa fall finkornigt och ej möjligt att särskilja). I ett område är järnet mycket kolfattigt och består av ferritkorn med cementit som kantar kornen (dvs. nästan kolfritt järn). Här finns också tunna nålar i ferritkornen, sannolikt järnnitrid. Ett annat område har något högre kolhalt, med grovkornig textur (efter ferrit) med perlit i kornen (Fig. 19–20).

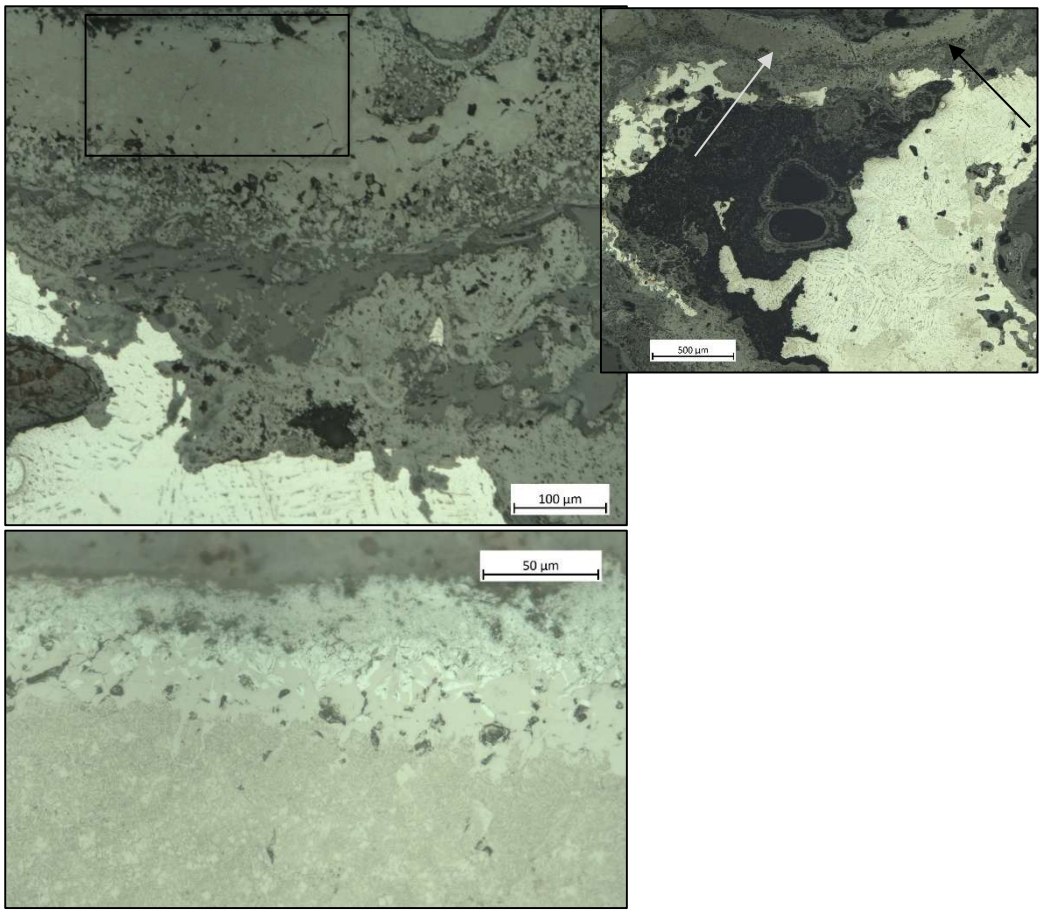
Runda inneslutningar av slagg antyder att de har formats vid smältning, vilket skulle innebära att det är gjutjärn från en masugn. Metallen har dock låg kolhalt, vilket i så fall förutsätter en avkolning, dvs. det är färskat. Slaggen från samma kontext är visserligen relativt rik på järnoxider, vilket skulle kunna förväntas av färskningsslagger, men formmässigt liknar stearinslagger från blästbruk, vilket talar för annan typ av process.



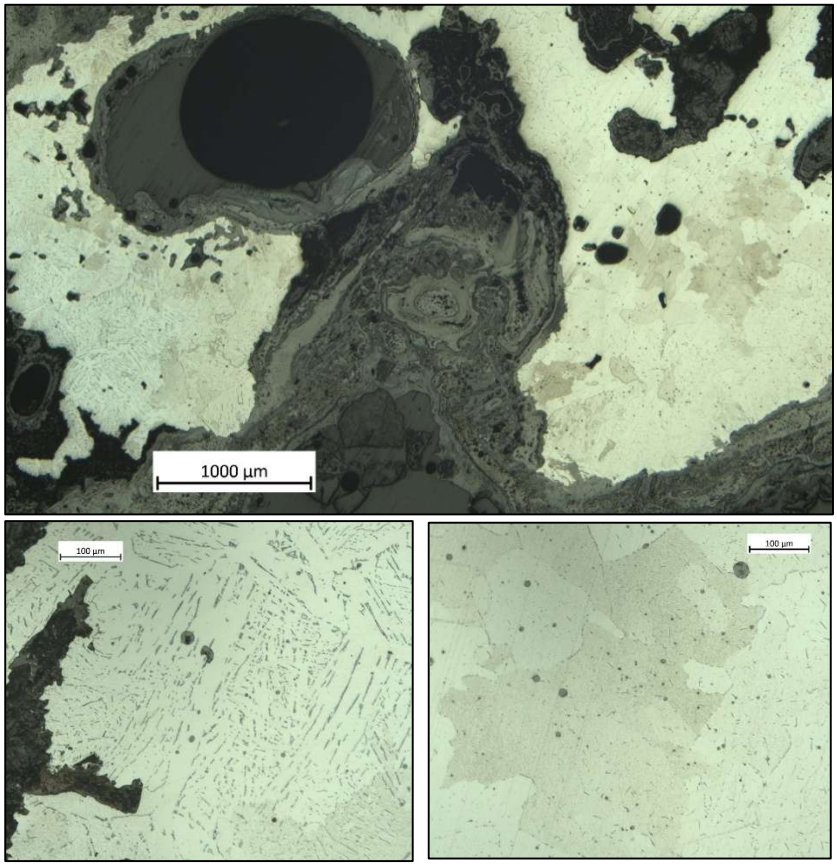
Figur 16. Från figur 9. En av de magnetiska slaggerna från schakt 9 (L2022:643), med innehåll av metalliskt järn. Tvärsnittet till vänster har analyserats.



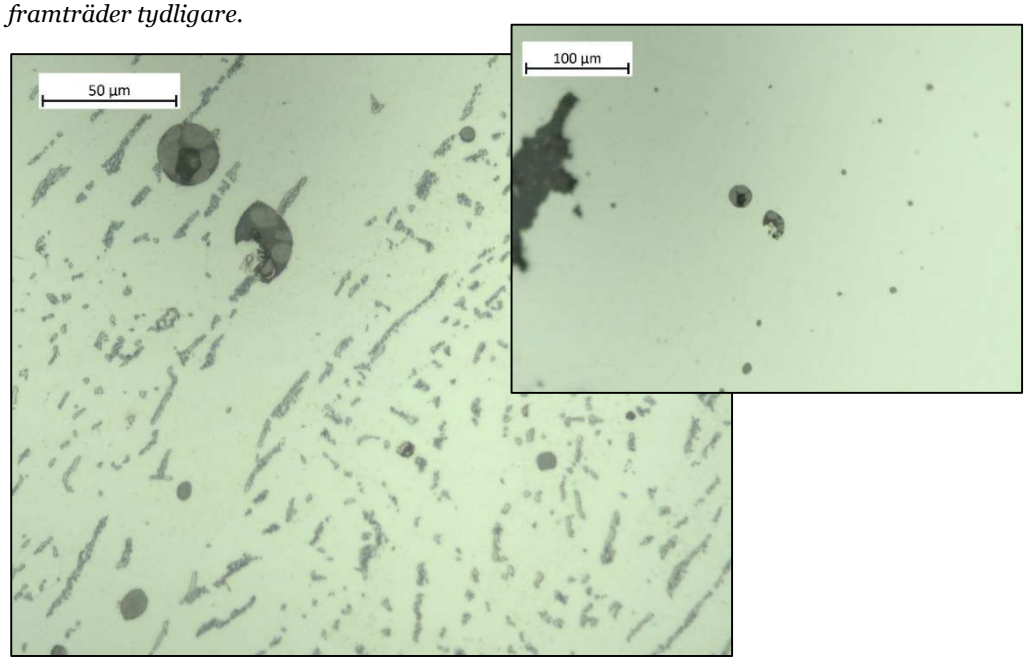
Figur 17. Järnprov 9. Foton från mikroskopet. Till vänster på polerat prov där det metalliska järnet är vitt, omgivet av slagg och rost (olika grå nyanser). Till höger nästan samma utsnitt efter etsning av provet där ett mönster framträder i metallen som visar dess sammansättning (kolhalt); se följande figurer för mer detaljer.



Figur 18. Järnprov 9. Foton från mikroskopet. Metallen kantas av en zon av järnoxider (se pilarna på översiktsbilden till höger på polerat och etsat prov). I detaljbilderna, ses att kanten är komplext uppbyggd med flera olika järnoxider (olika grå nyanser).



Figur 19. Järnprov 9. Foton från mikroskopet. Överst översikt på etsat prov. Järnet till vänster har högre kolhalt (perlit) än delen till höger (ferrit). Detaljer från respektive del ses i de båda nedre bilderna, där texturerna framträder tydligare.



Figur 20. Järnprov 9. Foton från mikroskopet. Metallen innehåller små runda, slagginneslutningar (översiktsbilden till höger på polerat prov. I detaljbilden, från etsat prov ses att dessa innehåller wüstit och olivin/glas.

Kemiska analyser – resultat och en utblick

Resultaten från den totalkemiska analysen redovisas i sin helhet i tabell i bilaga 3. Nedan presenteras resultaten för malm och slagg från de tre olika fornlämningarna i Hamrånge med utgångspunkt i några utvalda huvudämnen och spårämnen.

För att sätta in slagger och malm i ett större sammanhang görs inledningsvis utblickar till tidigare analysresultat från lokaler i Gästrikland med blästbruk varifrån det finns motsvarande data. Dock saknas data för mer närliggande områden. För att undersöka om slaggerna i stället kan relateras till mer sentida hyttbruk görs också en jämförelse med malmer från Utö och Dannemora (Nihlén 1927, Geijer & Magnusson 1944) dvs. gruvområden som enligt historiska uppgifter har försett Axmar bruk med järnmalm (jämför inledning).

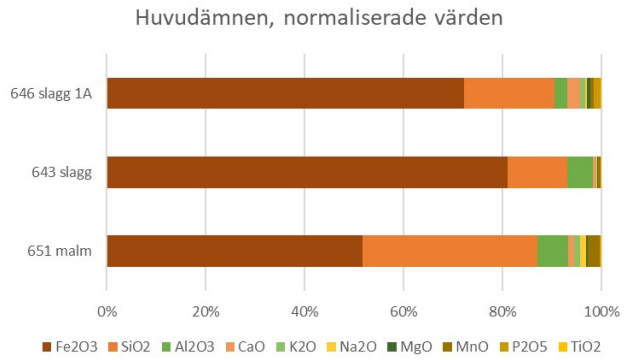
Blästugnar och myrmalmer eller masugnar och bergmalmer

Tidigare analyser av slaggerna från vendeltida järnframställning i Kungsbäck L1948:7565 (RAÄ 534), samt L1948:8974 (RAÄ 535) och L1948:3443 (RAÄ 466) alla tre inom Gävle stad används som jämförelse för att få en uppfattning om (kemiska) likheter och/eller skillnader inom länet, även om det inte är samtida metallhantering (Forenius & Grandin 2012, Grandin & Stilborg 2019). Ytterligare ett område med järnframställning med slagger från tre blästugnar, daterade till huvudsakligen romersk järnålder, från L1950:5200 (RAÄ 412) i Valbo socken ingår perifert också som jämförelseobjekt (Forenius m.fl. 2007). För att få ytterligare perspektiv på hur slagger från blästjärnsframställning kan variera refereras även till slagger från andra lokaler i närliggande landskap samt från hela Sverige, oavsett om det är äldre eller yngre järnålder, eller medeltid. I något fall lyfts slagger och malmer från Dalarna och Västmanland också fram. Dessa referensdata är hämtade från en intern databas.

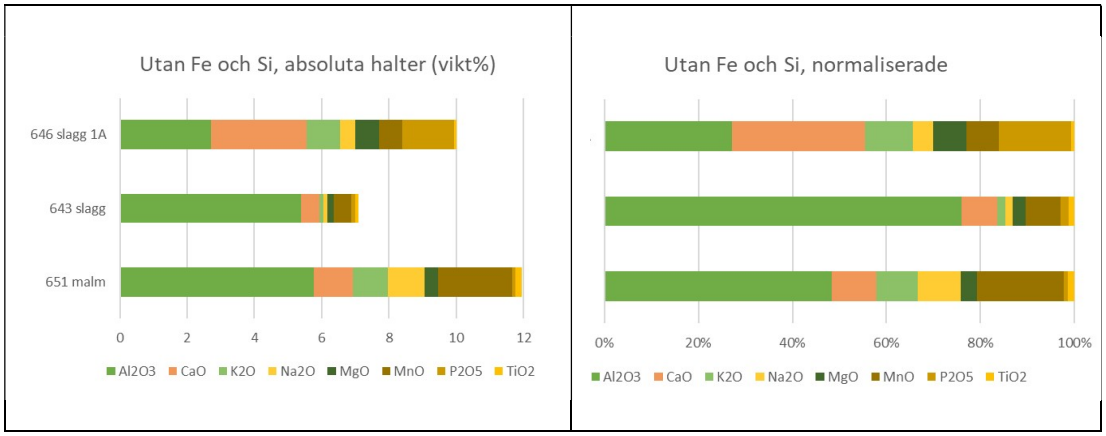
Några huvudämnen

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. Det senare gäller även för hyttslagger, från masugnen vilka vanligen är järnfattiga. De båda analyserade slaggerna domineras av järn (i förening med kisel och syre – inte som metall) med 77 % (L2022:646) resp. 84 % (L2022:643) Fe_2O_3 (Fig. 21 och 23). I övrigt förekommer kisel (19 resp. 13 % SiO_2). Innehållet av järn är därmed högre än i många tidigare analyserade blästslagger. Den relativt höga järnhalten avspeglas också i förekomsten av järnoxiden wüstit (se petrografiska analysen) med större förekomst i slaggen från L2022:643 med högst järnhalt.

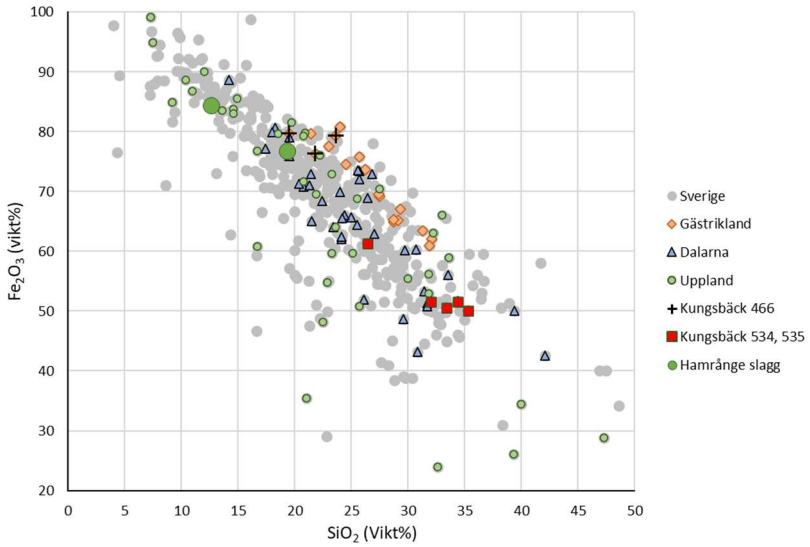
Slaggerna innehåller även aluminium, kalium, kalcium och fosfor i några viktprocent vardera (Fig. 22). Slaggen från L2022:646 (med högst kiselinnehåll) har lägst halt av aluminium, men högre halt av kalium, kalcium och fosfor, och slaggen från L2022:643 visar motsatt förhållande (Fig. 24–25). Det innebär att de skiljer sig påfallande från varandra. Detta blir extra tydligt i jämförelse med referensslaggerna som presenteras ovan. De senare uppvisar visserligen en spridning i dessa ämnen, men de båda nu analyserade slaggerna har halter som antingen är högre, eller lägre en den variation som slagger från olika platser uppvisar (Valbo och Gävle, och även från flera blästplatser i Dalarna).



Figur 21. Stapeldiagram som visar innehållet av huvudämnen med dominans av järn (som Fe_2O_3) och kisel (som SiO_2) i slaggerna och malmen från Hamrånge. Fördelningen mellan övriga ämnen framträder tydligare i nästa diagram.



Figur 22. Stapeldiagram som visar skillnaderna i innehåll (till vänster) och proportioner (till höger normaliserade till 100%) av huvudämnen förutom järn och kisel, i slaggerna och malmen från Hamrånge.

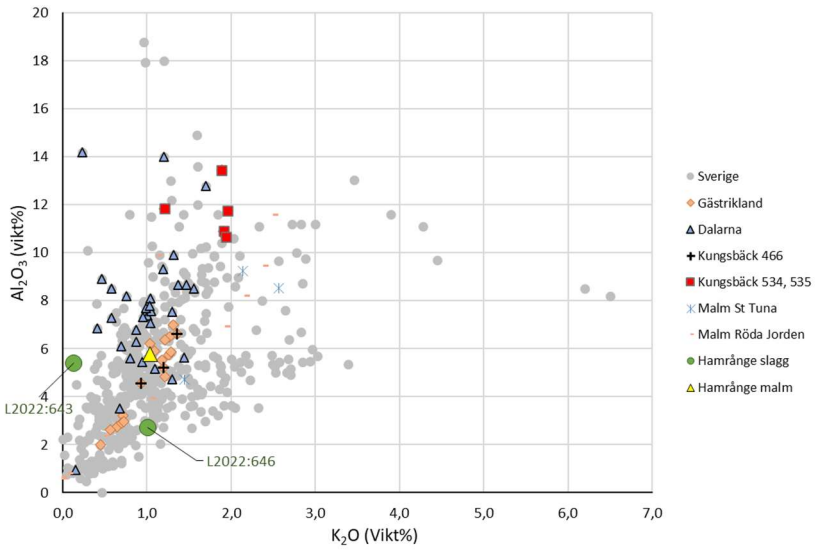


Figur 23. Innehållet av kisel (som SiO_2) och järn (som Fe_2O_3) i slaggerna från Hamrånge. Som jämförelse visas tidigare analyserade blästslagger från Kungsbäck L1948:7565 (RAÄ 534), L1948:8974 (RAÄ 535) och L1948:3443 (RAÄ 466) alla tre inom Gävle stad, samt slagger från närliggande landskap och hela Sverige för att få en uppfattning om spridning i blästslagger.

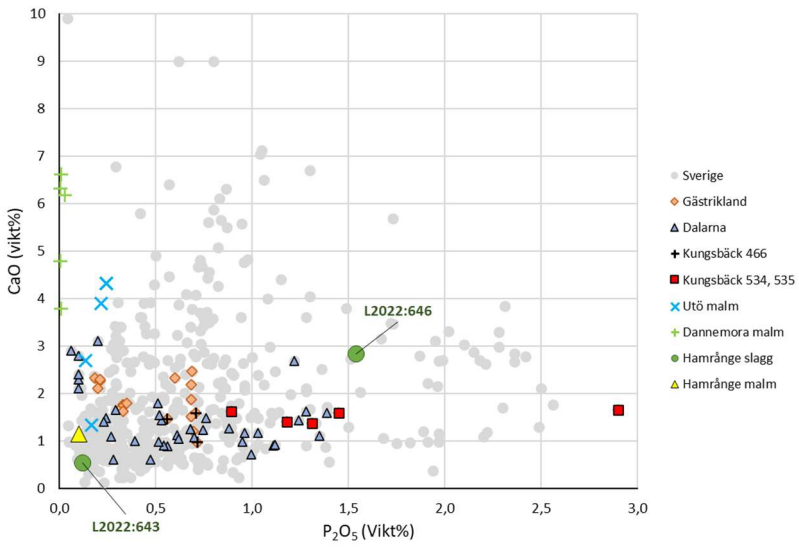
Denna skillnad i kemisk sammansättning mellan de båda slaggerna från Hamrånge, trots geografisk närhet, skulle kunna bero på att olika malmer (typer av malm) har använts, men möjligen också på att de kommer från olika typer av processer i järnframställningen. Hypotetiskt är det möjligt med blästugn respektive masugn (hytta) och där den senare skulle kunna vara körd på bergmalm (med tillsättning av kalkrikt material som fluss) i stället för myr- eller sjömalm). För slagg L2022:646 framträder en högre halt av kalcium som skulle kunna antyda detta (Fig. 25).

Alternativt är den järnrika slaggen en färskningsslagg, bildad när det kolrika (gjut)järnet (från en masugn) avkolades i en färskningshärd. En sådan slagg skulle kunna förväntas vara oxiderad metall och därmed ha låga halter av många av de ämnen som annars kan förekomma i reduktionsslagger från en blästugn. Slaggen L2022:643 har dock yttre former som snarast är karaktäristiska för slagger från blästugnar.

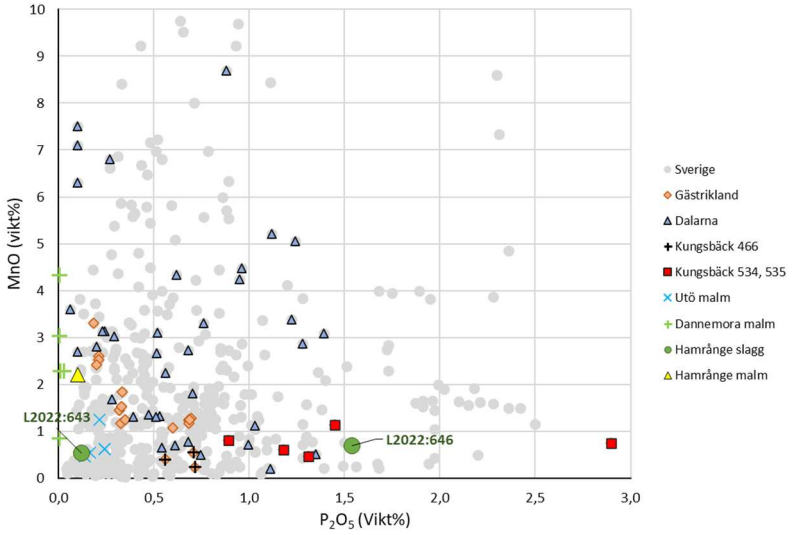
Malmprovet L2022:651 som har analyserats har lägre järnhalt än de båda slaggerna i kombination med högre kiselhalt (Bilaga 3 och Fig. 21). Okulärt kunde också ett ställvis stort inslag av kiselrika mineral ses. Även om provurvalet för analys gjordes för att undvika de större kornen förefaller kiselhalten ändå vara tämligen hög, men materialet kan sannolikt ändå ha varit användbart som malm. Precis som slaggerna innehåller malmen några viktprocent av aluminium, kalcium och kalium (Fig. 22). Den har låg fosforhalt (likt slagg L2022:643) men skiljer sig markant från slagg L2022:646 vilken har högre fosforhalt varför dessa båda inte är relaterade (se t.ex. spårämnena V och Cr nedan som också särskiljer malmen från slagg L2022:646).



Figur 24. Innehållet av aluminium (som Al_2O_3) och kalium (som K_2O) i slaggerna och malmen från Hamrånge. Som jämförelse visas tidigare analyserade blästslagger från Kungsbäck L1948:7565 (RAÄ 534), L1948:8974 (RAÄ 535) och L1948:3443 (RAÄ 466) alla tre inom Gävle stad, samt slagger från närliggande landskap och hela Sverige för att få en uppfattning om spridning i blästslagger.



Figur 25. Innehållet av kalcium (som CaO) och fosfor (som P_2O_5) i slaggerna och malmen från Hamrånge. Som jämförelse visas tidigare analyserade blästslagger från Kungsbäck L1948:7565 (RAÄ 534), L1948:8974 (RAÄ 535) och L1948:3443 (RAÄ 466) alla tre inom Gävle stad, slagger från närliggande landskap och hela Sverige för att få en uppfattning om spridning i blästslagger, samt malmer från Utö och Dannemora (se text).



Figur 26. Innehållet av mangan (som MnO) och fosfor (som P_2O_5) i slaggerna och malmen från Hamrånge. Som jämförelse visas tidigare analyserade blästslagger från Kungsbäck L1948:7565 (RAÄ 534), L1948:8974 (RAÄ 535) och L1948:3443 (RAÄ 466) alla tre inom Gävle stad, slagger från närliggande landskap och hela Sverige för att få en uppfattning om spridning i blästslagger, samt malmer från Utö och Dannemora (se text).

Mangan och barium

Mangan som är ett ämne som ofta förekommer i sjö- och myrmalmer och kan variera från någon tiondels till tiotals procent i såväl malmer som slagger. Denna variation kan ses i reduktionsslagger från blästugnar från stora delar av Sverige (se mer i bilaga 1 och t.ex. Hjärthner-Holdar m.fl. 2018) där halter på 5–10 % är tämligen vanligt, och enstaka exempel på ännu högre manganhalt förekommer.

De nu analyserade slaggerna, har dock genomgående låga halter; endast några tiondels % MnO. Intressant nog har malmen ett betydligt högre innehåll av mangan (2 % MnO) jämfört med de båda slaggerna (Fig. 26) som medför att de troligen inte hör samman.

För att ytterligare se om det är möjligt att malmförekomsten kan kopplas till slaggerna jämförs manganinnehållet med bariuminnehållet. Spårämnet barium är korrelerat med mangan. Det innebär att ju högre innehåll malmen har av mangan desto högre bariuminnehåll förväntas också; ett förhållande som i stora drag också ärvs av den bildade slaggen. Malmen från L2022:651 följer detta mönster (Fig. 27–28).

I bergmalmer ses vanligen inte motsvarande korrelation. Förhållandet mellan mangan och barium kan dock vara olika i olika malmer, eller i olika regioner (Fig. 27–28). Bergmalmer (med järnoxiderna magnetit eller hematit) kan också innehålla mangan, men vanligen en annan relation mellan Mn och Ba än den som ses hos myrmalmer. Därför är det relevant att utreda alternativet att bergmalm har använts som råvara i den process som slagg L2022:643 kan knytas till.

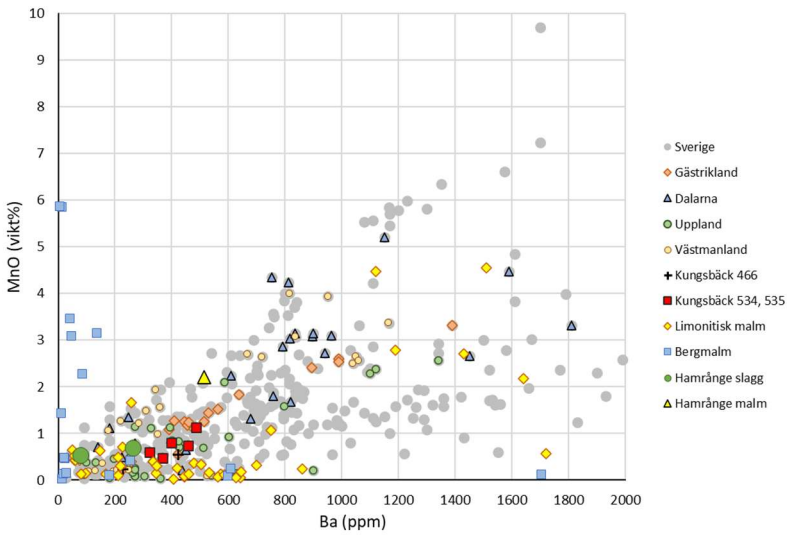
Med utgångspunkt enbart i den låga manganhalten är det inte entydigt om det är bergmalmer eller limonitiska malmer som har använts i järnframställningen. Båda slaggerna har låg mangananhalt, men malmen L2022:651 har högre manganinnehåll.

För slagg L2022:643 kan speciellt den låga bariumhalten i förhållande till mangan noteras. Visserligen förväntas bariumhalten var lägre när manganhalten är lägre, men för denna slagg är Ba markant lägre än förväntat jämfört med de flesta slagger från järntillverkning där myr- och sjömalmer eller rödjordar har använts.

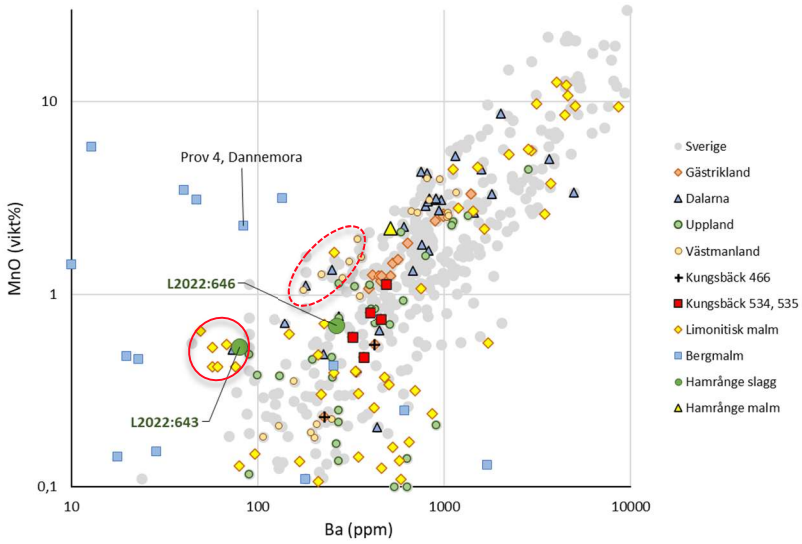
Det förekommer dock malmer från Röda Jorden-området i Ramsbergs och Skinnskattebergs socknar i Västmanland som har snarlika MnO-Ba proportion som slagg L2022:643 (Grandin m.fl. 2000). De analyserade malmerna från Röda Jorden (också använda i experimentell järnframställning) kan relateras till slagger från flera blästugnar i Röda Jorden-området, men inte till alla (Fig. 28). De slagger som har kemiska likheter med dessa malmer kan kopplas till ugnar inom några av blästplatserna i Ramsbergs socken (Fig. 28), medan andra ugnar i Ramsbergs socken, samt i Skinnskattebergs socken har andra MnO-Ba proportioner som sannolikt kan knytas till annan malm, som dock ej är identifierad i analyserna (Grandin m.fl. 2000).

Om vi tillämpar kunskapen från Röda Jorden om MnO-Ba-förhållande är det därmed teoretiskt möjligt att slaggen från L2022:643 hör till järnframställning baserad på sjö- eller myrmalm, men dock inte den från L2022:651 (som är analyserad).

Slaggen L2022:646 visar mer överensstämmelse med de MnO-Ba-proportioner som generellt ses i ett stort antal slagger från blästjärnstillverkning inom den variation som ses i slagger från flera järnframställningsplatser, även i Gästrikland.



Figur 27. Innehållet av mangan (som MnO) och barium (Ba) i slaggerna och malmen från Hamrånge. Som jämförelse visas tidigare analyserade blästslagger från Kungsbäck L1948:7565 (RAÄ 534), L1948:8974 (RAÄ 535) och L1948:3443 (RAÄ 466) alla tre inom Gävle stad, samt slagger från närliggande landskap och hela Sverige för att få en uppfattning om spridning i blästslagger. Myrmalmer (limonit) och bergmalmer visas också (jämför nästa diagram). OBS att skalan är beskuren; betydligt högre halter förekommer bland referensslaggerna.

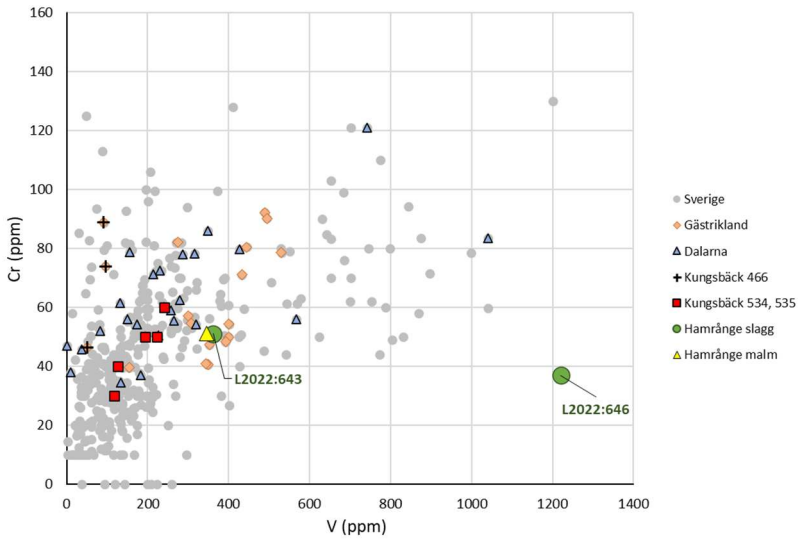


Figur 28. Innehållet av mangan (som MnO) och barium (Ba) som i föregående diagram med logaritmisk skala. Merparten av blästslaggerna och myrmalmerna följer likartad trend med ökning av både MnO och Ba. De flesta bergmalmerna avviker där hög MnO inte har samma förhöjda Ba (exempelvis en malm från Dannemora i Uppland). Röd heldragen cirkel visar malmer (rödjord/limonit) från Röda Jorden; slagger från samma område med liknande proportion mellan MnO och Ba i streckade cirkeln (se text för generell diskussion).

Spårämnen

Ytterligare andra ämnen kan ge mer indikationer kring om det finns samhörighet mellan slaggerna och/eller med malmen, eller tvärtom påvisa att de inte kan kopplas samman processmässigt.

Bland dessa ämnen finns spårämnena V, Cr, Co och Ni. Dessa kan förekomma i olika nivåer i malmer och kan spegla lokala variationer i malmer (geologiskt och geografiskt kopplade). Vi får dock ha i åtanke att slaggerna kan vara från ett första steg i processen, men alternativt även från ett senare skede t.ex. när metallen färskas (från hyttan) eller under smidet. Många ämnen går till slaggen under framställningen, medan andra främst anrikas i metallen. Om spårämnena förekommer i malmen kan de därmed fördelas mellan slagg och metall. Om de anrikas i metallen i ugnen är det dock möjligt att de i ett senare steg (omsmältning/färskning) går in i slaggen när det metalliska järnet oxiderar.



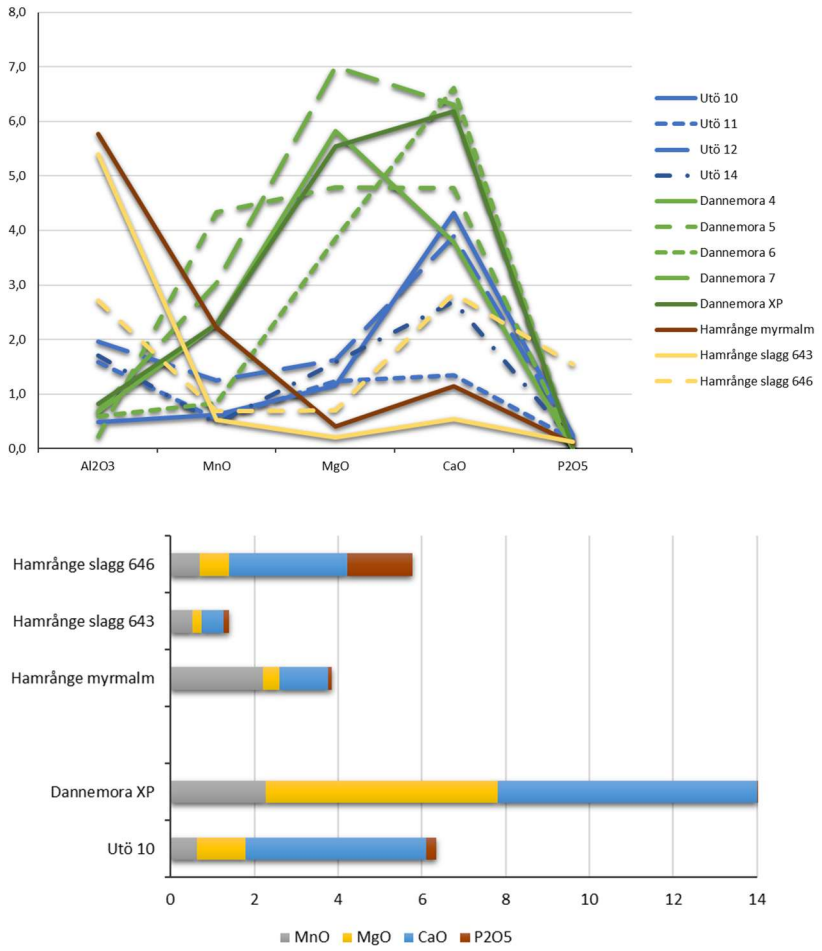
Figur 29. Innehållet av vanadin (V) och krom (Cr) i slaggerna och malmen från Hamrånge. Som jämförelse visas tidigare analyserade blästslagger från Kungsbäck L1948:7565 (RAÄ 534), L1948:8974 (RAÄ 535) och L1948:3443 (RAÄ 466) alla tre inom Gävle stad, samt slagger från närliggande landskap och hela Sverige för att få en uppfattning om spridning i blästslagger.

I de tre analyserade proverna framträder vanadin (V). Slagg L2022:643 och malm L2022:651 har vanadin och krom i likartad mängd (ca 350 resp. 50 ppm). Slaggen från L2022:646 har något lägre Cr (knappt 40 ppm) men markant högre V – 1220 ppm – halter som endast sällan är observerade; de flesta blästslagger från Gästrikland har halter <500 ppm. Något högre värden är noterade från ett fåtal järnframställningsplatser i Dalarna där myrmalm har använts (Fig. 29).

Enligt SGU:s geokemikartor (kartgenerator) finns förhöjda halter av vanadin i berggrunden längs kusten, öster om de aktuella fornlämningarna, men det är oklart om det förekommer mineraliseringar eller användbara malmer, vilket skulle kunna vara förutsättning för en lokalt använd (myr)malm.

Om vanadinhalten istället skulle vara ett tecken på att bergmalm har använts är det sannolikt inte malm från Dannemora (se inledning med historiska uppgifter om att användning vid Axmars bruk) eftersom den inte uppvisar förhöjda vanadinhalter (Fig. 30). De äldre analysresultat som finns för malmerna från Utö (Nihlén 1927) saknar uppgift om spårämnen varför det för närvarande är oklart om dessa ämnen förekommer. Som jämförelse kan noteras att ett högt

vanadininnehåll är karaktäristiskt för järnmalmen från Taberg, söder om Vättern. Den malmen innehåller också höga halter av titan varför den tydligt kan särskiljas från de flesta andra bergmalmer (se generell diskussion och jämförelse mellan olika malmer i Grandin & Ogenhall 2021) och är inte heller aktuell i detta fall.



Figur 30. Två varianter av diagram som visar kemisk sammansättning i de aktuella slaggerna och malmen från Hamrånge jämfört med bergmalmer från Utö och Dannemora. Övre diagrammet med flera prover från respektive malmområde. Nedre diagrammet med ett prov från varje som illustrerar skillnader i såväl absoluta halter som i proportioner. Skala i viktprocent.

Ett ämne som också utmärker sig i den analyserade myrmalmen är arsenik som förekommer i halter >250 ppm, medan det i slaggerna endast är halter i storleksordningen 10 ppm (Bilaga 3). Arsenik är flyktigt vid metallhantverkets temperaturer varför det är möjligt att arseniken delvis skulle förångas och inte gå in i slaggen som bildas och att vi därmed kan förvänta oss lägre halter i slaggen jämfört med i malmen. Men, återigen får vi ha i åtanke att det kan vara slagger från senare led i processen som inte är direkt kopplade till malmen. Alternativt är ett högre arsenikinnehåll i malmen något som har påverkat att den har lämnats kvar om man har gjort en erfarenhetsbaserad bedömning att något i malmen kan ha haft negativ inverkan på det järn/stål som skulle tillverkas.

Sammanfattning och tolkning

De tre undersökta fornlämningarna L2022:643, L2022:646 och L2022:651 har arkeometallurgiskt material av olika karaktär (Tabell 1). Med tanke på det korta avståndet mellan dem var det rimligt att jämföra materialet och se om och hur det är relaterat. När analysarbetet påbörjades var det dock oklart om de aktiviteter de härrör från är samtida, eller utspridda i tid. Med tanke på närheten till Vifors bruk, med en hammarsmedja, och Axmar bruk lite längre norrut, som försett Vifors bruk med tackjärn har även dessa bruk funnits med i bakgrunden i samband med tolkningen av analyserna. Speciellt eftersom det inte finns blästbrukslämningar kända sedan tidigare i den absoluta närheten. Trots de korta avstånden mellan förekomsterna förefaller det som om de representerar olika aktiviteter, och det finns indikationer på att de kan knytas till olika processled inom blästbruk respektive hyttbruk (Tabell 1).

Tabell 1. En schematisk översikt som illustrerar förväntade slagg- och malmtyper från blästbruk respektive hyttbruk och förekomst i det nu undersökta materialet från de tre aktuella fornlämningarna.

Aktivitet/ konstruktion	Material	L2022:646 Slaggvarp	L2022:643 Slaggförekomst	L2022:651 Malmupplag
Blästbruk				
Malmupplag	Sjö- och myrmalm			X
Blästugn	Reduktionsslagg		X	
Blästugn	Omsmältningsslagg			
Smideshärd	Smidesslagg	?		
Hyttbruk				
Malmupplag	Bergmalm			
Masugn	Hyttslagg			
Färskningshärd	Färskningsslagg	?	?	
Smideshärd/ hammare	Smidesslagg	?		

Slaggvarp L2022:646

I samband med provtagning för analyser plockades träkolsbitar ut ur slagg från slaggvarp L2022:646, men i slaggerna från L2022:643 påträffades inget kol. Slaggerna från L2022:646 varierar visserligen något i utseende men flera av formerna förekommer tillsammans i flera av slaggerna varför det är troligt att de flesta härrör från samma typ av process. Dateringsresultaten från L2022:646 rapporterades i samband med avslutningen av föreliggande analysarbete till 183 ± 29 BP respektive 158 ± 30 BP (Ua-91404, Ua-91405). Med tanke på att slaggernas yttre former i flera fall uppvisade ”modernare” utseende är resultatet inte förvånande. Resultaten, med stort tidsdjup som dessa visar, kan vara svårtolkade. Uppdragsgivaren gör tolkningen att en datering mellan ca 1650 och 1820 verkar mest trolig. Denna tolkning görs i kombination med uppgifter om att Vifors bruk får privilegier först 1694, varför en datering till 1700-talet kan vara allra mest sannolik. Det finns dock detaljer i den analyserade slaggens kemiska sammansättning som inte entydigt kopplar den till hyttbruk under denna tid. Slagger från masugnar är vanligen fattigare på järn

och rikare på kisel än vad denna slagg är. Den är dessutom mer komplex i sin uppbyggnad med innehåll av flera andra huvudämnen såsom mangan, fosfor, kalcium och magnesium. Flera av dessa skulle kunna förväntas i en hyttslagg om dessa ämnen fanns i den använda malmen eller i tillsatt flussmedel (även om fosfor vanligen inte eftersträvades eftersom det kunde ge negativ effekt på järnet). Slaggen har dessutom ett förhållande mellan barium och mangan som är mer vanligt i myrmalmer än i bergmalmer varför det är dubbeltydigt även vad gäller vilken råvara som har använts (och därmed vilken typ av ugn).

Bland slaggerna från L2022:646 förekommer också flera långsmala slagger med likartad mineralogi som den kemiskt analyserade slaggen. Snarlika slagger har tidigare återfunnits vid smedjor där smideshärden förefaller ha tappats på slagg, t.ex. smideslämningar från 1200-talet i Jönköping, och från en smedja i Falla i Närke som var i bruk under 1400–1600-tal (se ovan). Möjligen kan liknande företeelse gälla för slaggerna från L2000:646, men det är oklart om de kan knytas till Vifors bruk, eller om det har förekommit annat smide inom fornlämningen. Huruvida tolkningen om smide ska överföras till den större, kemiskt analyserade slaggen är därmed inte entydigt heller jämfört ur detta perspektiv. Ett ytterligare alternativ är att slaggen är från färskning av tackjärnet, innan det smiddes. Vid färskningen är slagg en aktiv del av processen och slagg (från tidigare genomförda processer) återanvänds varför vi i så fall kan förvänta oss en mer komplex sammansättning, och möjligen också en högre andel järnoxid jämfört med i slaggen från ugnen, dvs. något som gäller för denna slagg.

Slaggförekomst L2022:643

Från slaggförekomst L2022:643 föreligger för närvarande inga uppgifter om datering. Slaggerna har dock ett yttre som också återfinns hos många slagger från järnframställning blästugn. Den detaljerade analysen i mikroskop visar också ett utseende med hög andel järnoxid och en del järnsilikater, på samma sätt som i blästslagger. Denna slagg har lägre innehåll av många ämnen jämfört med slaggen från L2022:646. Den har också ett förhållande mellan mangan och barium som är vanligare i bergmalmer än myrmalmer, även om liknande förekommer i några tidigare analyserade myrmalmer (och relaterat till slagger från samma järnframställningsområde; se utvärderingen ovan med exempel från Röda Jorden i Västmanland).

Slaggen från L2022:643 som formmässigt och texturellt mer påminner om blästslagger, har dock en kemisk sammansättning som inte är helt i linje med en sådan tolkning. Återigen är färskning ett alternativ som bör övervägas. Det senare kan eventuellt var rimligt med tanke på den lilla långsmala järnklumpen som finns i det arkeometallurgiska materialet från L2022:643. Järnklumpen innehåller endast mycket små mängder innesluten slagg, men slaggen förekommer som små runda ansamlingar, dvs. former som antyder att metallen har varit smält, och därmed troligen är från en masugn snarare än från en blästugn. Det rör sig dock om ett kolfritt/kolfattigt järn vilket i så fall talar för att det har färskats, efter att det har framställts.

Malmupplag L2022:651

Den tredje fornlämningen L2022:651 saknar slagger men där finns ansamling av malm(liknande?) klumpar. Visserligen innehåller en del av dem tämligen stora mängder sand och grus, men det finns också bitar som är rikare på järn(oxider) varför det är rimligt att dessa utgör en råvara. De undersökta klumparna är dock naturligt material, dvs. de är inte rostade, vilket är en förberedelse i processen innan uppsättning i en ugn.

Den analyserade malmen innehåller mangan i halter som är vanliga i förhistoriskt använda myrmalmer, men den kan dock inte direkt kopplas samman med någon av de analyserade slaggerna. Det finns följaktligen inte belägg för att den har använts i någon järnframställning på platsen.

De tre fornlämningarna med arkeometallurgiskt material ligger visserligen inom ett begränsat område, men det förefaller som om de (processmässigt) inte är relaterade till varandra.

Referenser

Björck, M. 2022. Järnframställning i Kungsbäck. Arkeologisk undersökning, RAÄ 534/L1948:7565, Gävle stad, Gävle kommun, Gästrikland. Rapport Länsmuseet Gävleborg 2022:29.

Björck, N. och Björck, M. 2022. Ostkustbanan mellan Gävle och Kringlan. Arkeologin längs järnvägen. Rapport 2022:44. Arkeologisk utredning etapp 2. Gävleborgs län, Gästrikland, Gävle kommun, Hille och Hamrånge socknar

Forenius, S. & Grandin, L. 2005. Medeltida järnframställning på en gård i skogen. Arkeometallurgiska analyser. RAÄ 75, Markaryds sn, Småland. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport* 10-2005. Uppsala.

Forenius, S. & Grandin. L. 2012. Järnhantering vid Kungsbäck. Arkeometallurgisk analys av slagger och bränd lera. Gästrikland, Gävle, fornlämning Gävle stad 466. *UV GAL Rapport 2012:11. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. Arkeologiska uppdragsverksamheten. Geoarkeologiskt Laboratorium*. Uppsala.

Forenius, S., Willim, A., Andersson, D. & Grandin, L. med bidrag av Stilborg, O. 2007. Romartida Blästbruk och sentida bebyggelse i Valbo. RAÄ 412 och 413, Valbo sn, Gästrikland. Geoarkeologiskt Laboratorium, Analys-rapport 11-2007. Uppsala.

Forenius, S., Grandin, L. & Willim, A. med bidrag av Stilborg, O. & Englund. M. 2014. Tidigt blästbruk i Västuppland. En järnframställningsplats med början i sen bronsålder. Uppland, Enåker socken, Västerbo 1:7, fornlämning Enåker 137. *UV GAL Rapport 2014:14. Geoarkeologisk undersökning. Riksantikvarieämbetet. Avdelningen för arkeologiska undersökningar. Geoarkeologiskt Laboratorium*. Uppsala.

Geijer, P. & Magnusson, N.H. 1944. De mellansvenska järnmalmernas geologi. SGU ser C No 35. Stockholm.

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.

Grandin, L. & Ogenhall, E. 2017. Järnframställning vid Väringen. Slagg och teknisk keramik från en järnframställningsplats. Örebro län, Närke, Örebro kommun, Ödeby socken, Ödeby-Berg 1:8, objekt 2. GAL RAPPORT 2017:03. *Geoarkeologisk undersökning. Statens historiska museer. Arkeologerna. Geoarkeologiskt Laboratorium*. Uppsala.

Grandin, L. & Stilborg, O. 2019. Järnframställning i Kungsbäck. Analys av arkeometallurgiskt material. Gävleborgs län, Gästrikland, Gävle kommun, Gävle stad, RAÄ 534 och 535. Kungsbäck 2:24 och 2:10. GAL RAPPORT 2019:01. *Geoarkeologisk undersökning. Statens historiska museer. Arkeologerna*. Uppsala.

Grandin, L. & Ogenhall, E. 2021. Malm från Dammens hytta. Kemiska och petrografiska analyser. Örebro län, Askersunds kommun, Lerbäcks socken, Mariedamm 1:14, Trehörning 1:8, Södra Björnfall 2:13 och Önnabo 2:2, L1981:4328. GAL PM 2021:03.

Geoarkeologisk undersökning. Statens historiska museer. Arkeologerna. Uppsala.

Grandin, L., Hjärthner-Holdar, E. & Englund, L-E. 2000. Tidig järnframställning i Röda Jorden – en arkeometallurgisk undersökning. RAÄ 366, 370, 371, 372 och 380, Ramsbergs socken. RAÄ 314, Skinnskattebergs socken, Västmanland. Projektet ”Järnet – en lyckad innovation. Från brons till järn i Norden och Grekland”. Projektet ”Analyser av arkeologiskt material med anknytning till äldre järnframställning”. Geoarkeologiskt Laboratorium, Forskningsrapport R-9 2000. Uppsala.

Haggrén, G. 2001. Hammarsmeder, masugnsfolk och kolare: tidigindustriella yrkesarbetare vid provinsbruk i 1600-talets Sverige.

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.

Kallerskog, L. 2009. Jönköping och järnet. C-uppsats i Historisk arkeologi VT 2009. Lunds universitet, Institutionen för Arkeologi och antikens historia.

Nihlén, J. 1927. *Äldre järnhantering på Gotland*. Jernkontorets annaler. 1927. Uppsala.

Norberg, P. 1959. Gästriklands hyttor och hamrar. *I: Hedblom, F. (red.). Från Gästrikland 1959*, s.1–282.

Strandvik, S. 2001. *Gästrikeberg*. Atlas över Sveriges bergslag. Jernkontorets bergshistoriska utskott, serie H 113. Stockholm.

Bilagor

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

Provtagning och analys

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

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

Syftet med analysen är bland annat att få kännedom om slaggernas kemiska sammansättning vilken antyder vilken malm som har använts. För reduktions- respektive smidesslagger är det viktigt att man endast analyserar material som är resultat av framställnings- eller smidesprocessen. Det innebär att andra komponenter såsom bränd lera från eventuella ugns- eller ässjeväggar eller sandigt och grusigt material som smält fast från underlaget inte får ingå. Dessa material har inte aktivt deltagit i processen och har inte heller sitt ursprung i den malm som använts. Sådant material tas bort i provpreppareringen så att endast slaggkomponenten ingår i proverna som analyseras kemiskt.

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

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

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

Allmänt om använda analysmetoder

Petrografisk och metallografisk analys av slagg och järn

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

Slagg består huvudsakligen av mineralen *olivin* och *wüstit* samt av *glas*. Förekommande mineral är *också magnetit, leucit, hercynit, limonit* och ofta finns även en mindre mängd metalliskt järn närvarande. Olivin är ett silikatmineral med den allmänna formeln A_2SiO_4, där A oftast är järn (fayalit) men även mangan, magnesium (forsterit) och kalcium kan förekomma i mindre mängder. Olivinerna uppträder ofta som lamellformade kristaller. Järnoxiden *wüstit*, FeO, är också ett mycket vanligt inslag i framför allt blästugnsslagger och bildas vid reduktion av hematit och/eller magnetit, och reduceras själv till metalliskt järn. Om höga koncentrationer av wüstit förekommer är slaggens totala järnhalt vanligtvis också hög (och tvärtom). Glas utgör slaggernas ”restsmälta” och kan variera kraftigt i sammansättning. Järnoxiden *magnetit*, Fe_3O_4, kan förekomma i stället för wüstit om temperatur och/eller syretryck är tillräckligt högt och ibland förekommer ännu mer oxiderade järnfaser som *hematit/maghemit* (Fe_2O_3) på slaggens yta. Detta innebär att det är möjligt att särskilja slagger som stelnat i eller utanför en ugn (bottenslagg eller tappslagg). Magnetit är också vanligt i smidesslagger. Höga aluminiumhalter i kombination med höga kaliumhalter återfinns i mineralet *leucit*, $KAlSi_2O_6$, som i vissa slagger kan förekomma i stället för den vanligare glasfasen. Mineralens kornstorlekar är också betydelsefulla där finkorniga slagger visar snabb avkylning och grovkorniga långsam avkylning.

Järnprov poleras och undersöks först med avseende på eventuellt slagginnehåll, därefter etsas järnet med 2 % nitallösning. Denna påverkar metallen olika beroende på sammansättning och metoden används bl.a. för att bedöma kolinnehåll i järn; om det är ett mjukt kolfritt järn, stål (med upp till 2 % kol) eller gjutjärn, som innehåller över 2 % kol. Termer som används för att beskriva järn inkluderar *ferrit* som är

det mjuka (rena) järnet utan kol, *cementit* som är en förening av järn och kol (Fe_3C, kallas även järnkarbid), och *perlit* som är en struktur (textur) uppbyggd av lameller med omväxlande ferrit och cementit. I grått gjutjärn finns även bl.a. *grafitlameller* eller *grafitfjäll* som är tunna skivor av rent kol. En struktur som kan bildas vid avsvalning i vitt gjutjärn är *ledeburit,* som består av en blandning av cementit och perlit. Generellt medför en större mängd perlit en högre kolhalt och ett hårdare järn. Det har tidigare ansetts att stål inte var den önskade produkten från blästugnar utan snarare ett tecken på en okontrollerad process. De senaste tjugo årens undersökningar visar dock att stål förekommer på ett stort antal platser också i den vidare bearbetningen av det tillverkade järnet.

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

Det är också möjligt att se hur järnet har bearbetats, t.ex. om olika stycken har sammanfogats. En sådan vällning skapar ibland en söm, eller en fog som syns som en avvikande linje i provet och ibland också kantas av slagg.

Man kan också urskilja olika värmebehandlingar som härdning, dvs. en upphettning med påföljande snabb avkylning i t.ex. vatten. Den då bildade strukturen kallas *martensit*. Ett härdat stål kan också anlöpas (uppvärmning utan snabb avkylning) för att minska sprödheten och omforma martensiten. Glödgning, uppvärmning utan snabb avkylning av icke härdat stål, kan ses i form av cementit som antagit rundare former (sfäroidisering) och leder till ett mjukare och mindre sprött stål.

Totalkemisk analys av slagg

Totalkemiska analyser av 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 3) 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 och malmer i allmänhet är att få kännedom om ingående huvudämnen, t.ex. järn och kisel, men också ämnen som förekommer i lägre halt eller bara som spårämnen.

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

Även innehållet av andra ämnen, t.ex. mangan, fosfor och flera spårämnen, vilka kan indikera malmens ursprung, är viktiga att analysera. Om en malm innehåller exempelvis mangan (Mn), vilket är vanligt i sjö-, myrmalm och rödjord (dvs. limonitmalmer), så koncentreras denna i slaggen under järnframställningen medan endast små mängder följer med till järnet, vilket leder till att smidesslagg (som delvis har sitt ursprung i järnet och vällsanden) vanligen har lägre halt mangan. Dock kan slagg från järnframställning också ha mycket låga manganhalter om malmen från början varit manganfattig.

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

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

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

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

Ämnen som förekommer i betydligt lägre halter, s.k. spårämnen (nedre delen av analystabellen) kan vara av betydelse för att jämföra slagger med varandra (och med malmer) för att se om det finns ett gemensamt ursprung, och om detta kan kopplas till någon specifik geologisk/geografisk miljö. Bland dessa finns t.ex. barium (Ba) som ofta är korrelerat med manganinnehållet (Mn).

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

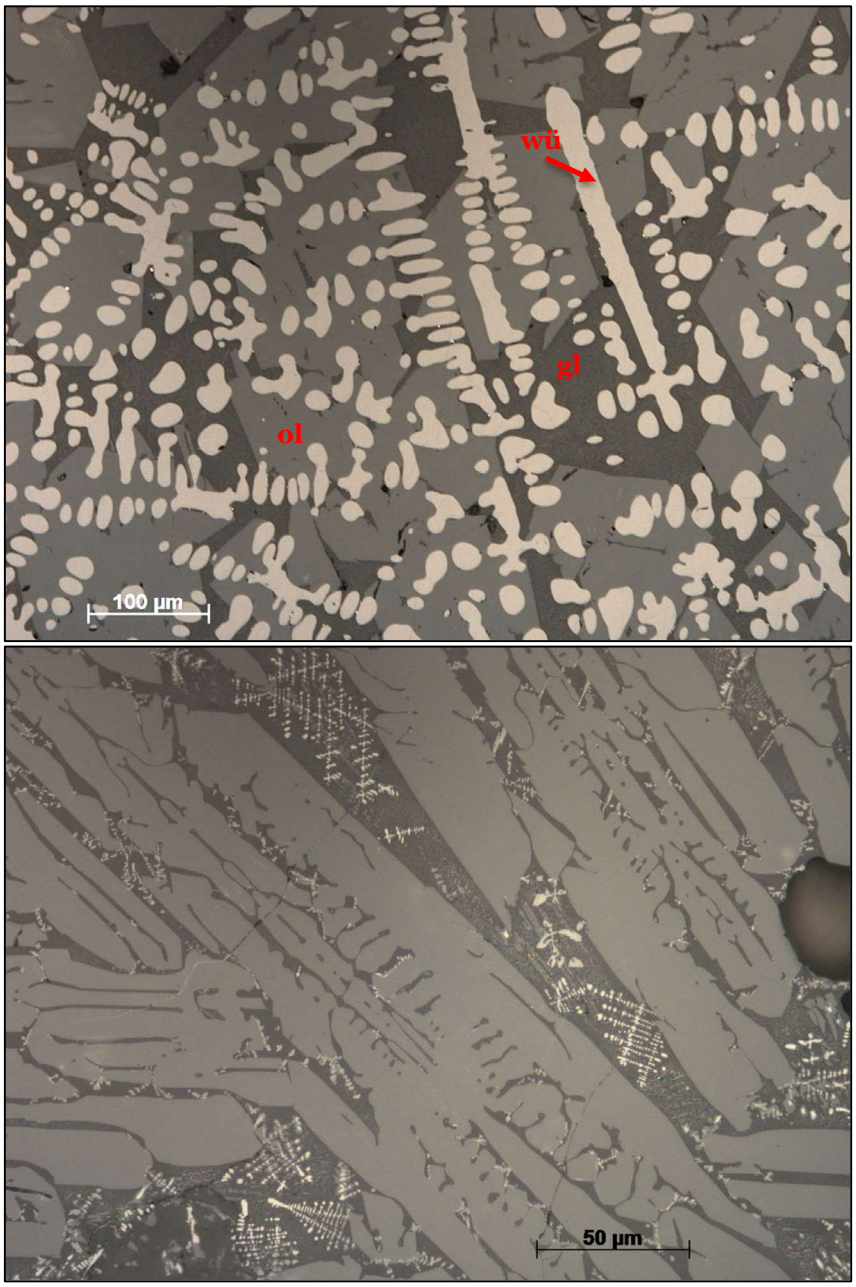
När de uppträder i det metalliska järnet kan de också anrikas lokalt på de metallytor som bearbetas; då järnet oxideras lättare kan de öka proportionellt – det är inte ovanligt att man ser förhöjda nickelhalter i vällfogar. Därmed kan dessa ämnen, i ytan på metallen, också följa med till slaggen i smideshärden.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

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

Bilaga 2. Analys av slagger (tunnslip) (Lena Grandin)

Tunnslipsanalyserna av slagg har gjorts i påfallande (planpolariserat) ljus för att identifiera materialets olika komponenter och texturella drag (Se metodtext). Undersökningarna görs i ett Zeiss Axioskop 40A polarisationsmikroskop (upp till 500x förstoring) utrustat med integrerad datoransluten kamera (Zeiss AxioCam 305 color) för kontinuerlig digital dokumentation av analyserna.

Nedan visas några allmänna foton med de karaktäristiska drag och de mineral som vanligtvis förekommer i slagger från blästugnar.



Figur 2:1. Foto från mikroskopet på två homogena slagger som visar de mineral/faser som vanligen förekommer i slagger. Olivin (ol) är ljust grå ofta långsträckta kristaller. Wüstit (wü) är ljusa, dendritiskt formade. Den mörkare grå glasfasen (gl) är den extremt finkorniga (glasiga) mellanmassan, mellan kristallerna. Övre bilden har större andel wüstit, nedre bilden lägre andel wüstit.

Bilaga 3. Kemisk analys av slagg – resultat

Rådata, kemisk analys av en malm och två slagger från Hamrånge. Data från ALS Scandinavia (PI25406931).

I vänstra tabellen redovisas huvudämnen (i viktprocent), i den högra redovisas spårämnen (i ppm), inklusive de sällsynta jordartsmetallerna (REE) i kursiv. Några ämnen som behandlas mer utförligt i texten är fetmarkerade.

Plats		L2022:651	L2022:643	L2022:646
Prov		651 malm	643 slagg	646 slagg 1A
SiO_2	vikt-%	**33,1**	**12,65**	**19,35**
TiO_2	vikt-%	0,18	0,09	0,08
Al_2O_3	vikt-%	5,77	5,39	2,71
Fe_2O_3	vikt-%	**48,2**	**84,3**	**76,7**
MnO	vikt-%	**2,21**	**0,53**	**0,69**
MgO	vikt-%	0,40	0,20	0,70
CaO	vikt-%	**1,15**	**0,54**	**2,84**
Na_2O	vikt-%	1,10	0,10	0,44
K_2O	vikt-%	1,04	0,13	1,01
Cr_2O_3	vikt-%	0,007	0,006	0,004
P_2O_5	vikt-%	**0,10**	**0,12**	**1,54**
SrO	vikt-%	0,01	<0,01	<0,01
BaO	vikt-%	0,06	0,01	0,03
C	vikt-%	0,89	0,08	0,08
S	vikt-%	0,02	0,05	0,01
Loss	vikt-%	7,15	-5,07	-6,53
Sum	vikt-%	100,5	99,0	99,6

Plats		L2022:651	L2022:643	L2022:646
Prov		651 malm	643 slagg	646 slagg 1A
Li	ppm	10	<10	<10
Sc	ppm	14	10	2
V	ppm	**345**	**362**	**1220**
Cr	ppm	**51**	**51**	**37**
Co	ppm	**16**	**2**	**1**
Ni	ppm	9	1	<1
Cu	ppm	9	6	6
Zn	ppm	16	2	3
Ga	ppm	6,2	2	46,9
Ge	ppm	3	0,9	<0,5
As	ppm	>250	1,6	15,2
Se	ppm	1,9	1,1	<0,2
Rb	ppm	62,9	4,1	25,5
Sr	ppm	73,7	18	95,2
Y	ppm	225	125	9,2
Zr	ppm	209	109	32
Nb	ppm	5	5,98	19,8
Mo	ppm	2	2	1
Ag	ppm	<0,2	<0,2	<0,2
Cd	ppm	0,7	0,7	0,9
In	ppm	0,065	<0,005	<0,005
Sn	ppm	1,5	<0,5	20,7
Sb	ppm	0,28	<0,05	0,06
Te	ppm	0,04	0,02	0,03
Cs	ppm	2,75	0,14	0,24
Ba	ppm	**514**	**80**	**264**
La	ppm	258	148,5	11,3
Ce	ppm	638	375	24,9
Pr	ppm	66,9	48,4	2,92
Nd	ppm	283	204	10,8
Sm	ppm	56,8	43,6	2,02
Eu	ppm	6,21	5,57	0,34
Gd	ppm	53,2	40,9	2,07
Tb	ppm	6,37	6	0,29
Dy	ppm	35,4	32	1,69
Ho	ppm	7,15	5,99	0,33
Er	ppm	20,5	15,15	0,94
Tm	ppm	2,78	2,15	0,13
Yb	ppm	18,2	12,4	0,85
Lu	ppm	2,89	1,93	0,13
Hf	ppm	5,09	3,27	0,88
Ta	ppm	0,3	0,4	0,8
W	ppm	3	1,7	178
Re	ppm	0,003	0,001	0,001
Hg	ppm	0,014	0,005	0,026
Tl	ppm	0,16	<0,02	0,02
Pb	ppm	8	4	6
Bi	ppm	0,07	<0,01	<0,01
Th	ppm	21	20,6	2
U	ppm	8,01	12,15	0,64

Bilaga 3. Vedartsanalys

VEDLAB

Vedanatomilabbet

Vedlab rapport 25105

Vedartsanalyser på material från Gävleborgs län, Gävle kommun L2022:646.

Adress:
Box 178
791 24 FALUN

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

Bankgiro:
5713-0460
www.vedlab.se

Organisationsnr:
650613-6255

VEDLAB

Vedanatomilabbet

Vedlab rapport 25105 2025-12-11

Vedartsanalyser på material från Gävleborgs län, Gävle kommun L2022:646.

Uppdragsgivare: Andreas Widerberg/Länsmuseet Gävleborg

Arbetet omfattar två kolprover från undersökningar av slaggvarp. Kolet kommer från slaggstenar.

Analysresultat

Anl.	ID	Anläggnings-typ	Prov-mängd	Analyserad mängd	Trädslag	Utplockat för ^{14}C-dat.	Övrigt
1A		Slaggvarp	<0,1g	<0,1g 1 bit	Björk 1 bit	Björk 1mg	
2E		Slaggvarp	<0,1g	<0,1g 1 bit	Gran 1 bit	Gran 17mg	

Erik Danielsson/VEDLAB
Box 178
791 24 FALUN
Tfn: 070 34 00 645
E-post: vedlab@vedlab.se
www.vedlab.se

De här trädslagen förekom i materialet

Art	*Latin*	Max ålder	Växtmiljö	Egenskaper och användning	Övrigt
Björk **Glasbjörk** **Vårtbjörk**	*Betula sp.* *Betula pubescens* *Betula pendula*	300 år	Glasbjörken är knuten till fuktig mark gärna i närhet till vattendrag. Vårtbjörken är anspråkslös och trivs på torr näringsfattig mark. Båda arterna är ljuskrävande.	Stark och seg ved. Redskap, asklut, träkol. Ger mycket glöd.	Glasbjörk bildar även underarten Fjällbjörk. Förutom veden har nävern haft stor betydelse som råmaterial till slöjd.
Gran	*Picea abies*	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 färska vedprover.

Bilaga 4. ^{14}C-analys

Uppsala 2026-02-06

UPPSALA UNIVERSITET

Ångströmlaboratoriet
Tandemlaboratoriet

Kol-14 gruppen

Besöksadress:
Ångström Laboratoriet
Regemenstvägen 10
752 37 Uppsala

Postadress:
Box 529
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 3124

Hemsida:
www.uu.se/centrum/tandemlab

E-post:
radiocarbon@physics.uu.se

Andreas Widerberg
Länsmuseet Gävleborg
Södra Strandgatan 20
Box 746
802 50 GÄVLE

Resultat av ^{14}C datering av träkol från Hamrånge, Gästrikland. (p 7285)

Förbehandling av träkol:

1. Synliga rottrådar borttages.
2. 1 % HCl tillsätts (10 h, under kokpunkten) (karbonat bort).
3. 1 % NaOH tillsätts (10 h, under kokpunkten). Detta steg upprepas tills den lösliga delen inte längre är mörkfärgad.

   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 mätningen av ^{14}C-innehållet i acceleratorn förbränns det tvättade och intorkade materialet, surgjort till pH 3, till CO_2-gas som i sin tur grafiteras genom en Fe-katalytisk reaktion. I den aktuella undersökningen har fraktionen INS daterats.

RESULTAT

Labbnummer	Prov	δ^{13}C‰ V-PDB	^{14}C ålder BP
Ua-91404	Prov 2E	−23,7	183 ± 29[1]
Ua-91405	Prov 1A	−24,7	158 ± 30[1]

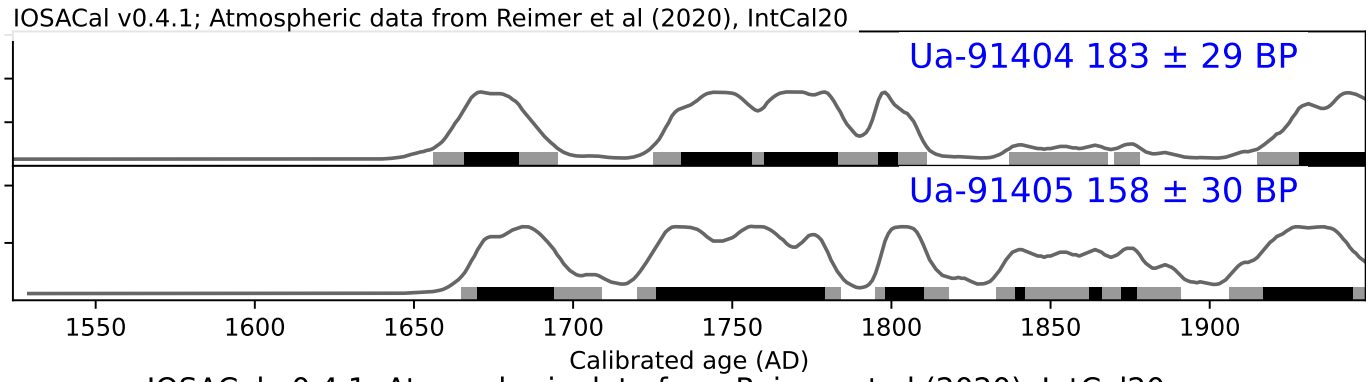
[1] Det uppmätta värdet ligger väldigt nära den nutida atmosfäriska koncentrationen av ^{14}C och har därför en viss sannolikhet att vara yngre än 1950.

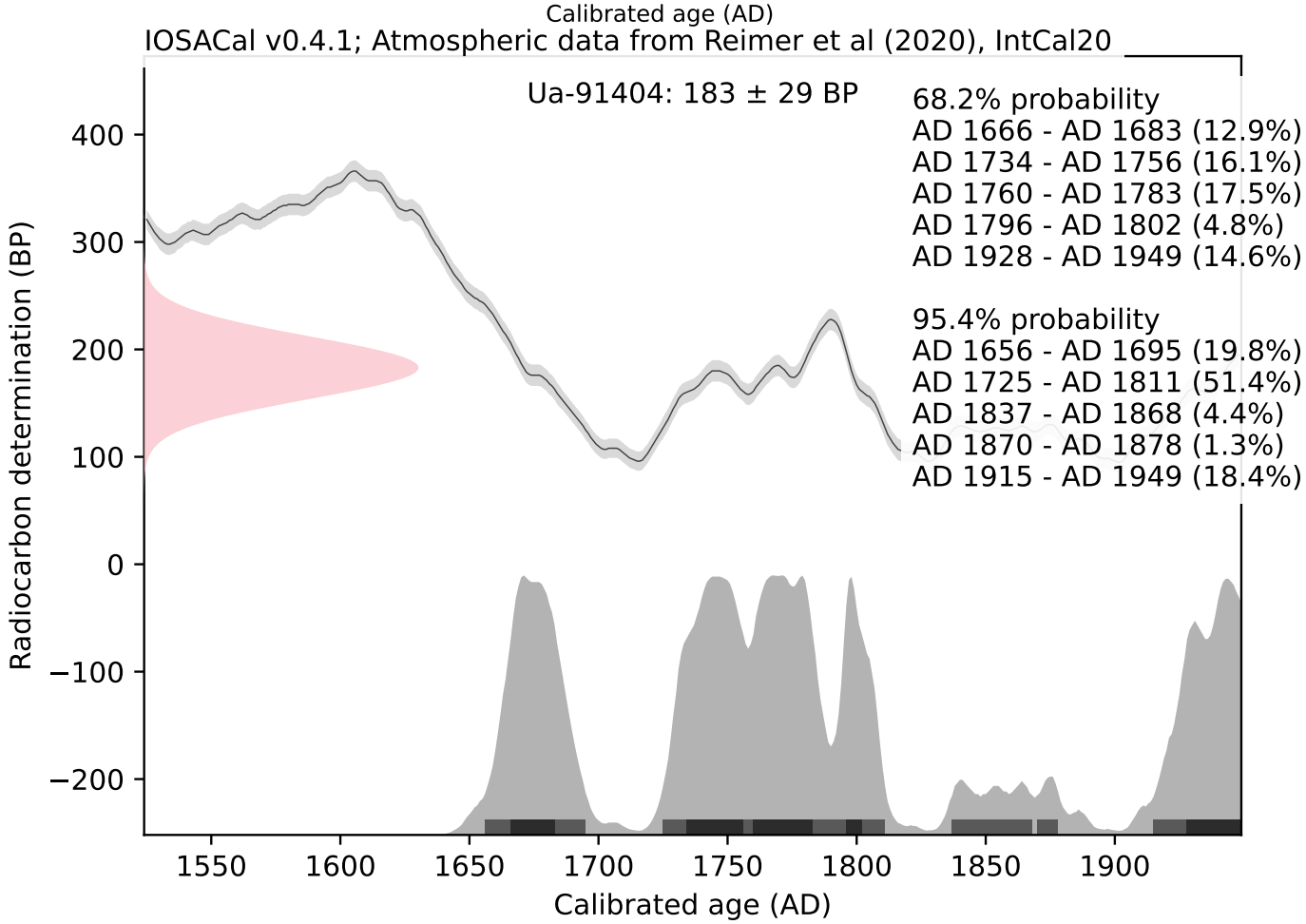
Bifogat finns graf(er) med kalibrering från BP-ålder till kalenderår.

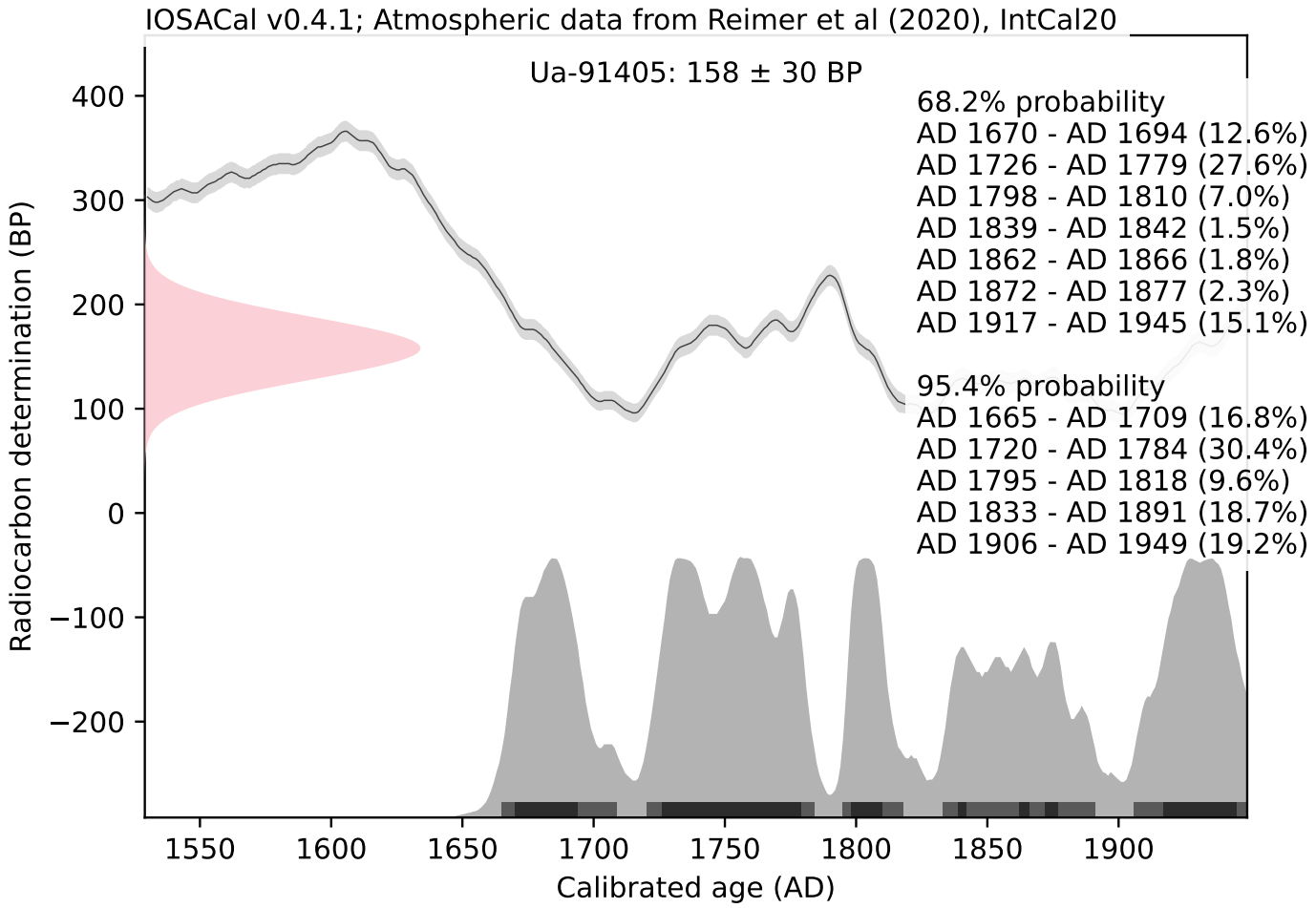
Med vänliga hälsningar

Maximilian Schmidt/Daniel Primetzhofer

Kalibreringskurvor






IOSACal v0.4.1; Atmospheric data from Reimer et al (2020), IntCal20
Ua-91405: 158 ± 30 BP
68.2% probability
AD 1670 - AD 1694 (12.6%)
AD 1726 - AD 1779 (27.6%)
AD 1798 - AD 1810 (7.0%)
AD 1839 - AD 1842 (1.5%)
AD 1862 - AD 1866 (1.8%)
AD 1872 - AD 1877 (2.3%)
AD 1917 - AD 1945 (15.1%)
95.4% probability
AD 1665 - AD 1709 (16.8%)
AD 1720 - AD 1784 (30.4%)
AD 1795 - AD 1818 (9.6%)
AD 1833 - AD 1891 (18.7%)
AD 1906 - AD 1949 (19.2%)
Radiocarbon determination (BP)
400
300
200
100
0
−100
−200
1550
1600
1650
1700
1750
1800
1850
1900
Calibrated age (AD)



Länsmuseet Gävleborg, Södra Strandgatan 20, 802 50 Gävle. lansmuseetgavleborg.se