

## Bilagor

Bilaga 1. Små ord om gruvor och lite annat – ordlista	201
Bilaga 2. Kartor	207
Bilaga 3. Anläggningsbeskrivningar	215
Bilaga 4. Fyndlista	247
Bilaga 5. Metallurgiska analyser	251
Bilaga 6. <sup>14</sup> C-datering	361
Bilaga 7. Dendrokronologisk ananlys	385
Bilaga 8. Vedartsanalyser	387
Bilaga 9. Geokemiska analyser	391
Bilaga 10. Ritningar	413



## Små ord om gruvor och lite annat – ordlista

- Anrikning:** Bortsortering av gråberg etc. efter brytningen i gruvan för att komma åt malmen.
- Anrikningsverk:** Anläggning för separering av malm.
- Bergfäste:** Till skydd mot ras i gruvrummen. Kallas för band i vågrätt riktning och i lodrät riktning kallas det för pelare.
- Bergslag:** Ursprunglig beteckning på sammanlutning för bergsbruk på en plats eller inom ett visst område, senare samlingsnamn på gruv- och järnbruksområdet i mellersta Svealand men även på delar av denna. Ett bergslag är också ett arbetslag av bergsmän som hade rätt att bryta malm och framställa järn i ett område. För att bilda ett bergslag måste man ha tillstånd.
- Bergsman:** Delägare i gruva eller hytta med rätt att producera järn och därmed också bryta järnmalm. Ofta personer från bondeallmogen. Bergsmannen hade rätt att producera järn och ingick i ett bergslag.
- Blötmalm:** Kopparmalm med blandning av svavelkis och kopparkis. Förekommer i Gladhammar.
- Bokning:** Att krossa malmen i mindre stycken för vidare bearbetning och smältning. Från början bokade man för hand med släggor, men kom sedan att använda vattenkraft som drev en krosshammare. Bokverket kallades ibland för ”stamp”.
- Bokverk:** En vattendriven anläggning som med hjälp av järnskodda, vertikala stockar krossade malmen.
- Bottensulu:** Uppstod vid för hård rostning då en del av malmen smälte, rann ned i botten på rosten och samlades i en s.k. sulu av hopsmälta metallsulfider.
- Dagbrott:** Spår av gruvbrytning där man inte gått under jord. Brytning av en malm från bergets yta.
- Eldstake:** Långa stockar som ställdes utmed muren i kallrostens kanter. Med dessa reglerades luftväxlingen i rosten.
- Extraktion:** Den s.k. våta framställningsmetoden från 1860-talet, som ersatte den traditionella och dyrbara smältningen av kopparmalmen. Malmen maldes ner tillsammans med koksalt och rostades. Därefter urlakades de lättlösliga föreningarna med utspädd svavelsyra och saltsyra. Lösningen fick rinna över metalliskt järn, varvid s.k. cementkoppar bildades. För att få en ren koppar måste cementkopparen sedan gasas i flamugn.
- Famn:** Äldre längdmått. En famn är lika med 1,78 meter.
- Flussmedel:** Ämne som tillsätts vid smältningen för att slaggen skall bli mer lättflytande vilket underlättar metallutvinningen. För järn- eller kopparmalm användes kalk eller kvarts.
- Fältort:** Ort i malmens strykningsriktning och motsatsen till tvärort.
- Garning:** Den avslutande reningen av råkopparen genom oxidation i en härd eller ugn. Den renade kopparen kallas garkoppar.
- Gråbergsvarp:** Det obrukbara bergsavfallet från gruvbrytningen.
- Hopgörare:** Yrkesman som ansvarade för att tillreda en kallrost, d.v.s. fyllde den med ved och malm i rätt ordning och proportioner, den s.k. hopgöringen.
- Hult:** Rostved som bestod av lång, smalkluven ved, helst lika lång som rostens botten. Stora rostar krävde ofta två vedlängder.
- Hytta:** Benämning dels på ett större verkstadsområde (bruk eller verk), men även på själva anläggningen. Här fanns ofta bokverk, rostanläggningar, masugn och hammarsmedja.

**Hårdmalm:** En impregnationsmalm av koparkis i kvartsit. Vanligt förekommande i Gladhammar. Partier av malmkvartsit med tillräcklig hög halt av sulfidmineral för att vara ekonomiskt utvinningsbar.

**Hästvandring/hästvind:** Anläggning för att hissa upp malm m.m. ur gruvan.

**Järn:** Dels ett grundämne (Fe) men också namnet på en legering av järn och kol. I gjutjärn, råjärn och tackjärn är kolhalten så hög att järnet inte går att smida. Är kolhalten mindre är ca 2 % är järnet smidbart.

**Järnbruk:** Ett järnbruk är ett område där man framställde järn. På 1600-talet växte många järnbruk fram och konkurrerade med bergsmännens mindre hyttor. Järnbruken hade ofta stöd av kungen eftersom de också kunde producera vapen till militären. Ett bruk består oftast av produktionsanläggningen, hyttan, men också av arbetarbostäder, bostaden där ägaren (brukspatronen) bodde och jordbruksområden som försörjde de som arbetade på bruket. Järnbruken placerades vid vattendrag, nära skog för kol tillverkning och nära de gruvor där malmen fanns.

**Järnmalm:** mineral med tillräckligt hög halt av järn för att vara ekonomiskt brytvärd. De viktigaste järnmineralen är oxider; magnetit eller svartmalm ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) och hematit eller blodstensmalm ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

**Kalcinerugn:** Ugn där kalksten kalcineras till bränd kalk eller s.k. släckt kalk. Kalkstenen matas in ovanifrån och luft och bränsle underifrån. Kräver en temperatur omkring 800-1100 grader. Även andra ämnen kan genomgå kalcinering för att omvandlas, torkas eller reduceras.

**Kallrostning:** Ett första steg i kopparframställningen, vilken innebar att malmen rostades i svag värme för att befrias från en del av sitt svavelinnehåll och andra flyktiga ämnen, t.ex. arsenik, men också för att oxidera järnet och göra malmen skör. Den färdigrostade malmen kallades för kallrostbruk.

**Kilning:** En brytteknik där man med hjälp av slägga, kilar, korpar och brytspetsar bearbetade berget. Antingen gjordes detta efter att berget mjukgjorts genom upphettning, tillmakning, eller genom kallkilning.

**Klensmedja:** Smedja där man smidde bruksföremål för hand.

**Kobolt:** Svensken Georg Brandt var den första att identifiera detta grundämne år 1735. Förekommer i sulfid- och arsenidmineral, s.k. koboltglans och ofta tillsammans med järn, nickel och koppar. Smältpunkt vid 1 495 grader. Kobolt användes för tillverkning av koboltblått, ett färgpigment som användes för färgning av porslin, glas emalj m.m. Idag används kobolt främst i olika hårdmetallegeringar. Började utvinnas i Sverige på 1730-talet. Namnet härrör från grekiskans kobald som betyder troll eller elak ande och under alla år som man bröt järn och koppar runt om i världen där kobolt fanns med i malmen gick det troll i hanteringen. Smältningssprocessen gick fel och folk kunde även bli sjuka. Det var innan man förstod koboltens värde och att man kunde utvinna också den ur malmen.

**Koks:** Stenkol som torrdestillerats. Koks användes förr som bränsle och idag används det inom stålindustrin som reduktionsmedel, framför allt i masugnar (för omvandlingen av järnoxider till järn).

**Kol:** Kolnad ved, vanligen av gran och tall. Träkol tillverkas i en kolmila.

**Kolhus:** Träkol förvarades i stora, luftiga trähus s.k. kolhus.

**Kolstybb:** Vid kolning i kolmila täcks denna med granris och en blandning av jord och sand. När man plockar ned den färdiga kolmilan blir det kvar många små bitar kol på milans plats. Bitarna blandas med sand och jord och är inte rena. Kolstybben kunde ibland användas som bränsle när man skulle rosta malm i en rostugn.

**Konst:** Anläggning för uppföring av vatten ur gruvorna. Den kunde bestå av en enkel hissanordning för vattentunnor eller

ett pumpverk. Som kraftkälla användes handkraft, hästar, vind eller ångmaskiner. Men konstner kunde även malm, varp och andra transporter ned och upp ur gruvorna göras.

**Krutsprängning:** Krut är en blandning av salpeter, kol och svavel som bakas ihop till ett svart grovkornigt pulver och användes till sprängning fr. o.m. 1700-talet. För att använda krutet fick man borra hål i berget med borrh och slägga. Borrhålen fylldes med krut och täpptes till med lera samt antändes med en lång, svavlad bomulls-tråd. Under 1860-talet ersattes krutet av dynamit.

**Kvarts:** Kristallint kiseldioxid.

**Lave:** Byggnad för uppfodringsverk över ett gruvschakt. Med lavens hjälp skedde transporter av malm, material och arbetare upp och ner i gruvan. Först var de byggda av trä men från och med 1910-talet byggdes de även av betong.

**Lokomobil:** Ångmaskindrivet verk på hjul.

**Malm:** Metallhaltig mineralfyndighet som kan brytas med ekonomisk vinst.

**Malmfält:** Ett område med flera malmfyndigheter.

**Malmgång:** En spricka eller ett system av malmkroppar i ofyndigt berg.

**Masugn:** Schaktugn för framställning av järn. Masugnen var byggd i sten eller tegel. Masugnen består av en hög pipa som fylls med järnmalmen, med tillsats av träkol som bränsle och kalksten för slaggbildningen ovanifrån. I pipans nedre del finns ett hål där man tappar ut slagg och det flytande järnet. I den nedre delen blåses syre in för att höja temperaturen i ugnen med hjälp av blåsbälgar, oftast vattendrivna

**Mineral/mineralisering:** Ett naturligt bildat och fast oorganiskt ämne ofta med en bestämd kemisk sammansättning och vanligen med en bestämd kristallform. Naturlig anrikning i berg eller jord av ett eller flera ekonomiskt värdefulla mineral.

**Nas:** Avsatt stelnad slagg i blästerugnar eller på delar av kallare murverk i schaktugnar. Om nasen innehåller värdefulla metaller som koppar eller kobolt genomgick den anrikning på en nashärd.

**Ort:** Vågrät gruvgång som utgår från schakt eller brytningsrum under jord i en gruva.

**Pipstock:** Urborrade trästammar som sattes ihop till ledningar för vattenledning eller ventilation.

**Reducering:** Innebär att man avlägsnar syret så att bara metallen blir kvar. I masugnen görs detta genom att man låter syre förena sig med kol, som dessutom gör tackjärnet lättsmält.

**Rostning:** Förbränning av malm. Rostningen syftade till att luckra upp malmen så att den blev porös och lättkrossad. Även föroreningar i järnet, framför allt svavel, kunde minskas på detta sätt. Vid förbränningen bildades svaveldioxid vilken spreds över omgivningarna med roströken som även innehöll andra giftiga ämnen som t.ex. arsenik. Den första rostningen av malmen, i s.k. kallrostar, skedde ofta i direkt anslutning till gruvan. Spår av detta finns vid Holländarefältets gruvor. I den senare vändrostningen rostades skärstenen/malmen i en liten byggnad med flera bås vari malmen vändes och flyttades efter hand den rostades. I Gladhammar fanns resterna av ett sådant vändrosthus vid Hyttan.

**Rostugn:** Ugn för rostning av malm som introducerades på 1830-talet. När man ska rosta större mängder malm görs detta i en rostugn. I den varvas malm och bränsle (träkol eller kolstybb) som sedan bränns så att malmen är lättare att smälta. En rostugn ser nästan ut som en masugn men har en transportanordning till pipans överkant där malm och bränsle tippas i den djupa rostugnen.

**Råkoppar:** Förorenad koppar från smältningen av rostad skärsten i en råkopparug.

**Schakt:** Lodrät eller sned/lutande nedsänkning som anlagts för uppföring av malm, gråberg, vatten och arbetare från gruvans djupa delar.

**Sintring:** Upphettningsprocess av material så att smältning påbörjas och partiklar smälts samman. Man kan också tala om sintrad yta där en nästan förglasad yta bildats.

**Skrotning:** Nedtagande av löst berg i tak och väggar efter sprängning för att undvika ras. En säkerhetsåtgärd som förr skedde manuellt med hjälp av spett. I större gruvor används numera speciella skrotningsaggregat. Ibland sprutas också väggarna med betong för att säkra berget. Även stålnät eller expansionsbultar kan användas för detta ändamål.

**Skrädning:** Arbetet med att rensa, sovra och sortera malmstycken från ofyndigt berg. Även genom manuell krossning invid gruvorna.

**Skärpning:** Litet gruvförsök för undersökning av malmådern.

**Skärsten:** En smälta som man fick vid sulubruk och som innehåller svavelhaltig koppar och järn.

**Slagg:** Avfallsprodukt vid malmsmältning. Återstoden efter smältningen i form av en mer eller mindre glasartad och blåsig restprodukt. Masugnsslaggen är ofta glasad med blå, gröna och gråa färger. Slagg från sulusmältning kallas för bottennas eller suluslagg. Slagg bildas även vid primär och sekundärsmide och är då ofta lätt och blåsig. Man kunde även utföra slaggbruk där man återsmälte slaggen för vidare utvinning av koppar.

**Slaggvarp:** Hög/deponi av slagg.

**Smedja:** En smedja är ett hus där man bearbetar järn och stål i en eldhärd med glödande kol, en ässja. För att reglera temperaturen i ässjan har man bälgar för att blåsa in luft. Vid ässjan har man ett städ för att banka ut det varma järnet på med hjälp av slägga och hammare. Här finns också vattentråg för härdning. Smedjan ska vara mörk för att man ska kunna se vilken tem-

peratur metallen har. Ju ljusare metallen är, desto varmare är den.

**Sovring:** Sortering av malm och gråberg. Ofta förekom sovrebruk där man under flera tillfällen gick igenom varp och slagg för att om möjligt utvinna mer eller andra metaller.

**Spel:** Uppföringsanordning för brutet berg, material, personhissar etc. Drevs med enkla hand- och trampvinschar eller med hästar, vattenhjul eller ångmaskin.

**Stoll:** Vågrätt, svagt sluttande gruvgång som går ut i dagen. Kan endast användas om en fri bergvägg finns och gruvfältet höjer sig över den övriga terrängen. Genom att driva en stoll kunde gruvan dränerades från vatten ovanför stollens nivå och stollen var ofta lämplig för utfrakten av malm eller för urpumpning av vatten från lägre nivåer.

**Sulfidmalm:** Malm som består av mineral där svavel och metall bildar förening.

**Sulfidmineral:** Mineral som innehåller svavel.

**Sulubruk:** En första smältning av kopparmalmen i en suluugn efter att den först kallrostats. Därmed reducerades järnoxiderna som tillsammans med gångarten och flusens kiselsyra bildade slagg. Vid sulubruket erhöles skärsten.

**Sulunäs:** Stelnad blandning av järn, slagg, skärsten och koppar som samlas i botten av en suluugn.

**Suluugn:** Låg schaktugn där rostad kopparmalm smältes. Smältan fick stelna i ugnen och togs ut när framväggen rivits.

**Sänkschakt:** Vertikalt eller lutande schakt som drivs nedåt.

**Takbrytning/pallbrytning:** Malmen bryts uppåt genom att man successivt fyller igen brytrummet med gråberg och timmerbottnar, s.k. strossbrytning.

**Tillmakning:** Ett första steg i att göra berget sprött och poröst genom upphettning. Tillmakningsved travades upp mot brytväggen eller liggandes mot brytbotten och antändes för att brinna under en natt eller

ett dygn. Därefter kunde man med släggor, kilar och brytstänger få loss berget. Under 1700-talet blev krutsprängningen allt vanligare.

**Utmål:** Ett anvisat område där man erhållit tillstånd/ensamrätt för gruvdrift.

**Vaskbruk:** Vid smältning i schaktugn kunde man få en slagg med skärsten i som då krossades i ett bokverk och sedan slam-mades. Skärstenskornen separerades från övrigt sediment och kunde smältas om.

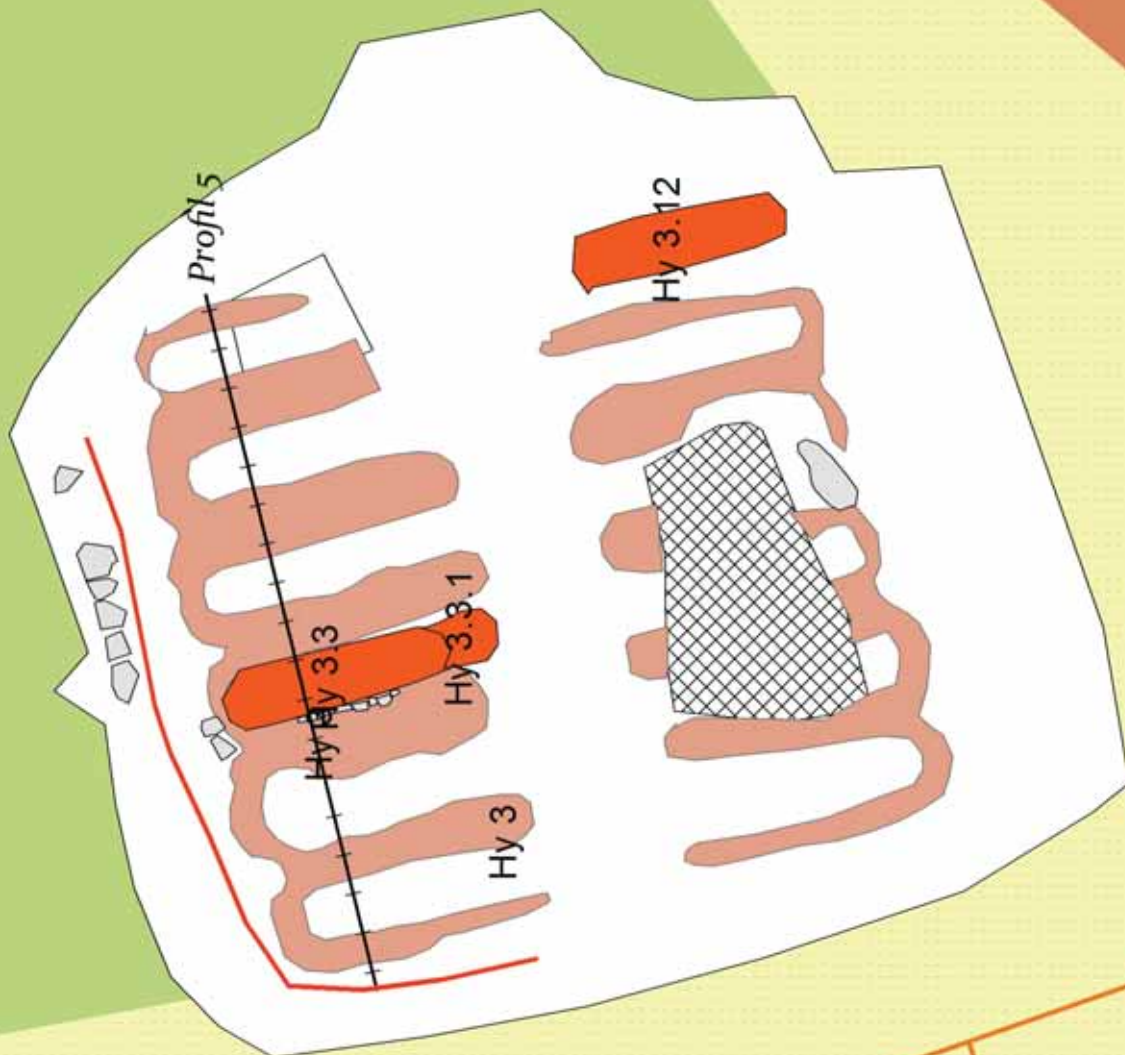
**Vattenkonst:** Pumpanläggning för att få upp vatten ur gruvorna.

**Varp:** Stenhög vid gruvan av lossbruten sten, ofyndigt berg, som bortsorterats på grund av för låg malmhalt. Ofta betraktat som värdelöst avfall. Sovrig i varpen har ofta skett för att utvinna mer malm.






**Vändrostning:** Sulubrukets skärsten befriades från svavel genom en förnyad rostning. Vändrostningen ägde rum i en särskild byggnad med 5-10 (eller flera) rostbås. Det fullbrända godset kallades för vändrostverk.


**<sup>14</sup>C-analys:** Åldersbestämning genom mätning av den radioaktiva kolisotopen <sup>14</sup>C.








**Hyttan**

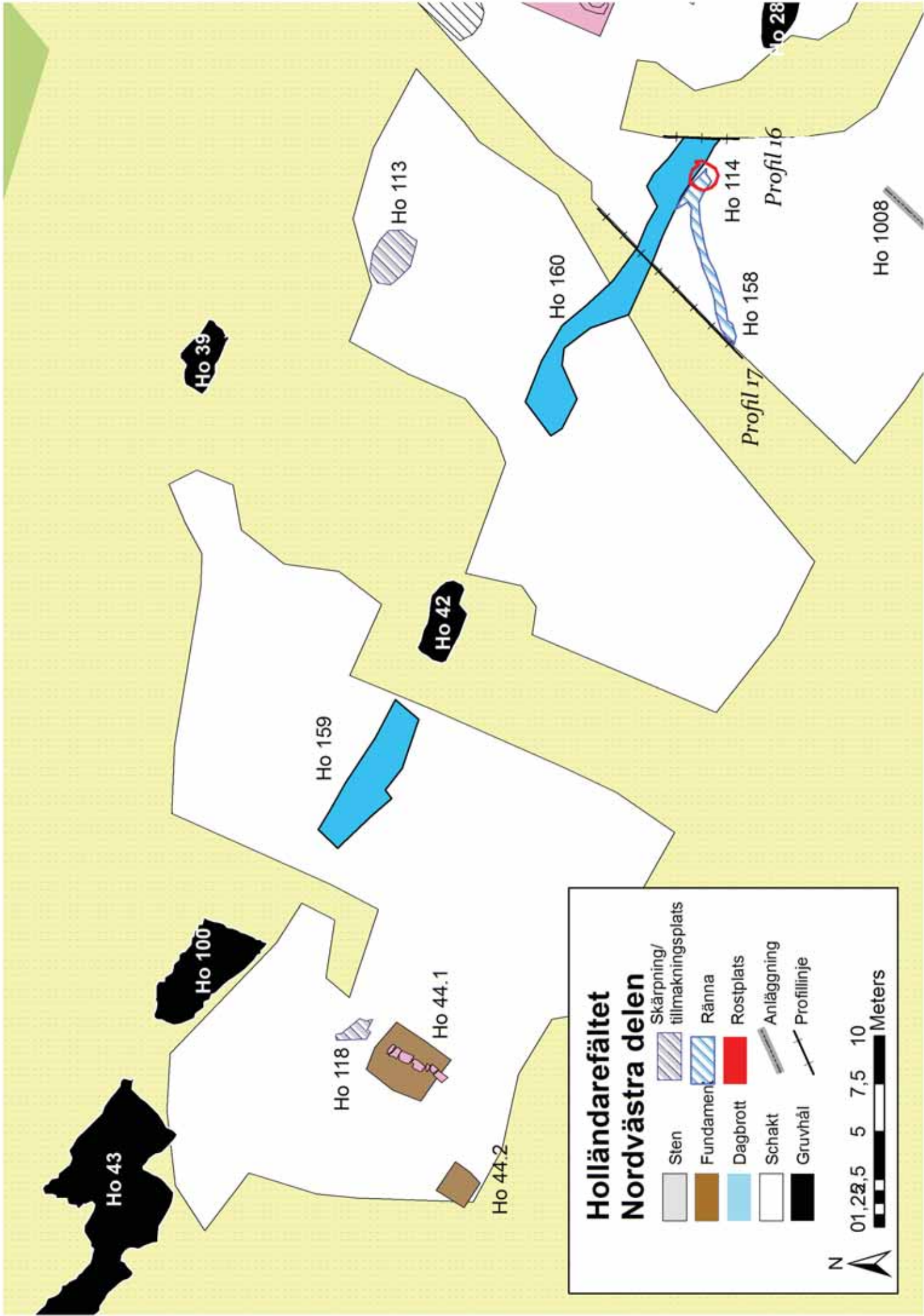
	Sten
	Rostbås
	Rostplats
	FU-schakt
	Schakt

 Gräns för rosthus

 Profilinje

N 

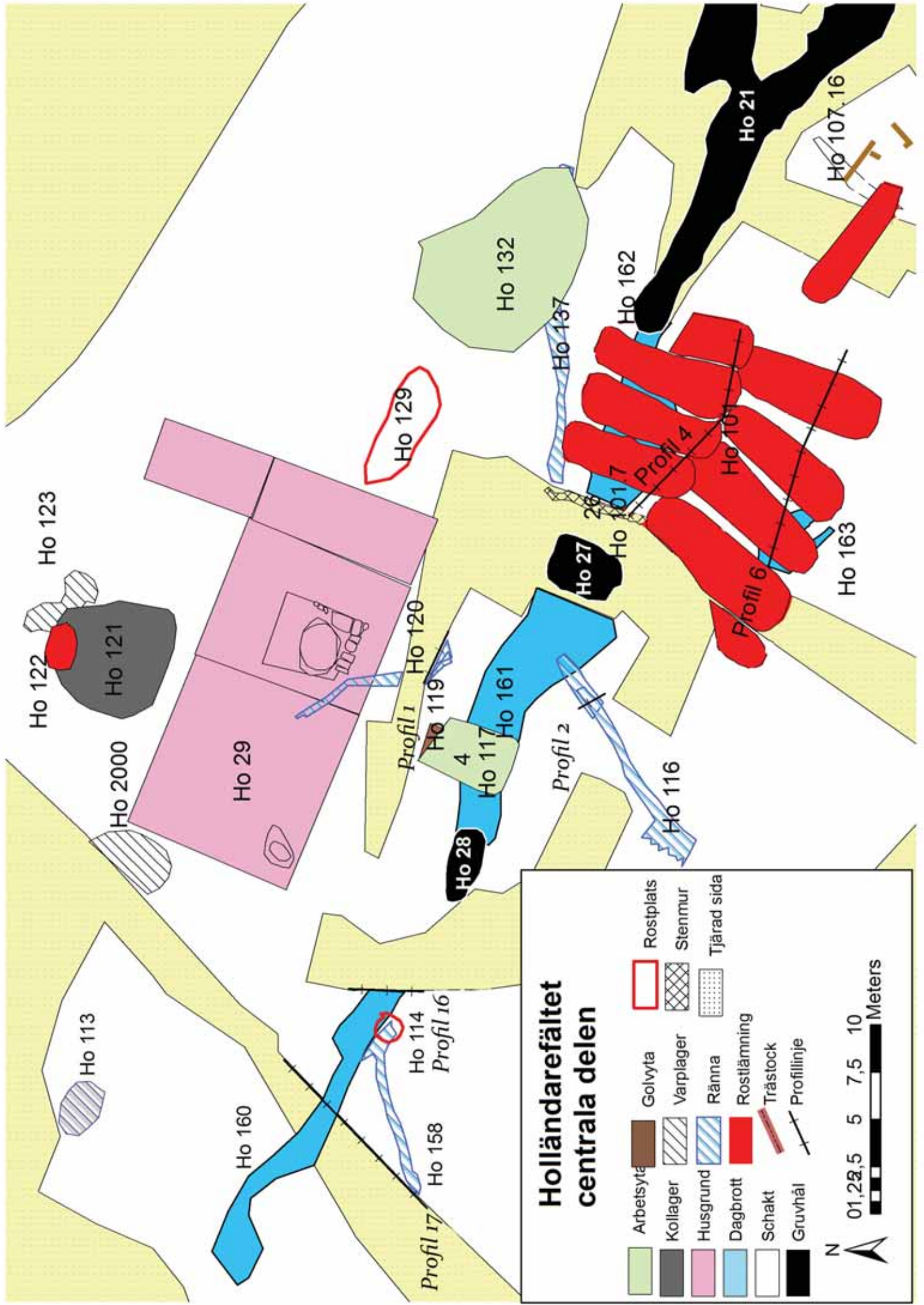
0 0,5 1 2 3 4  Meters

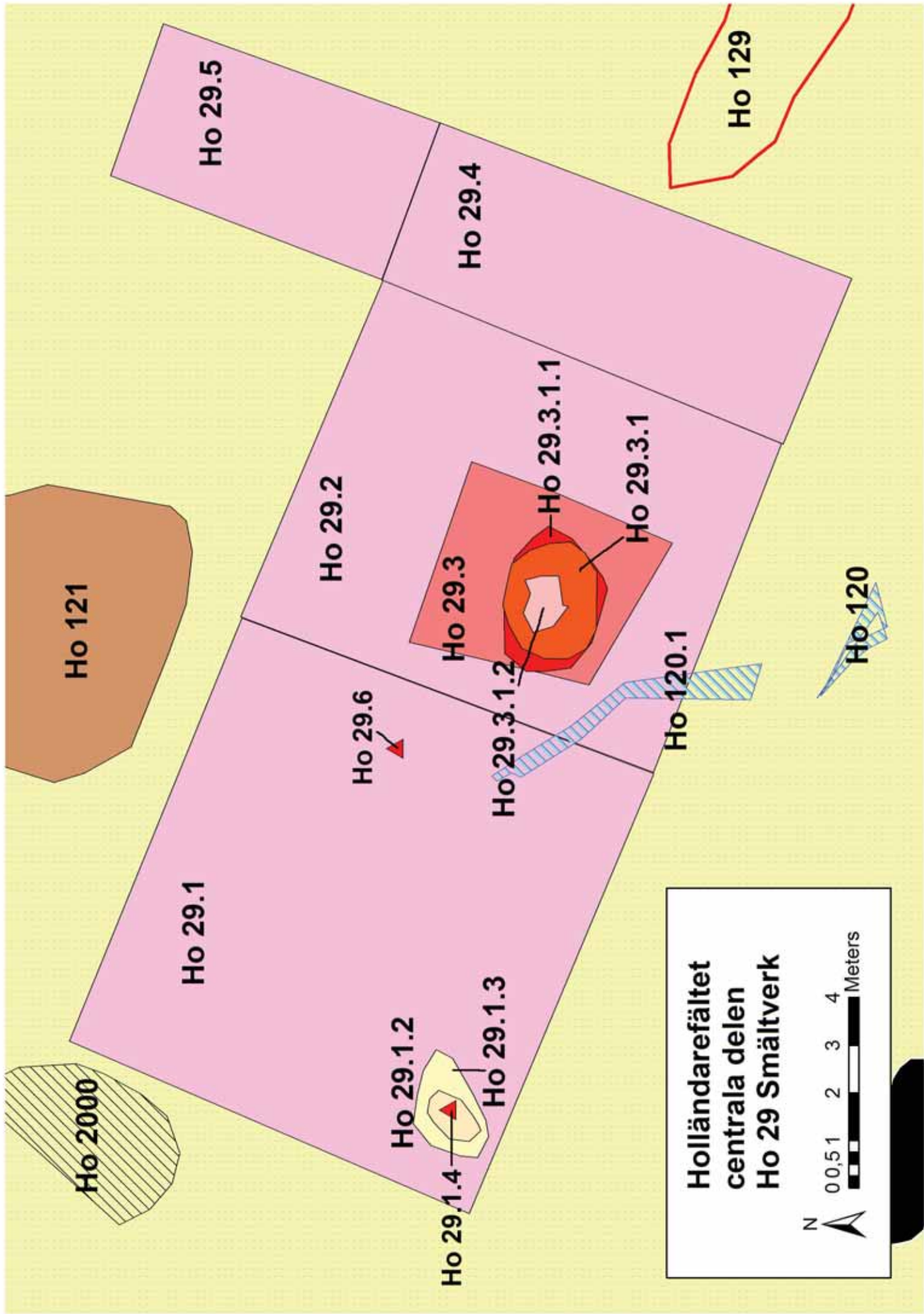


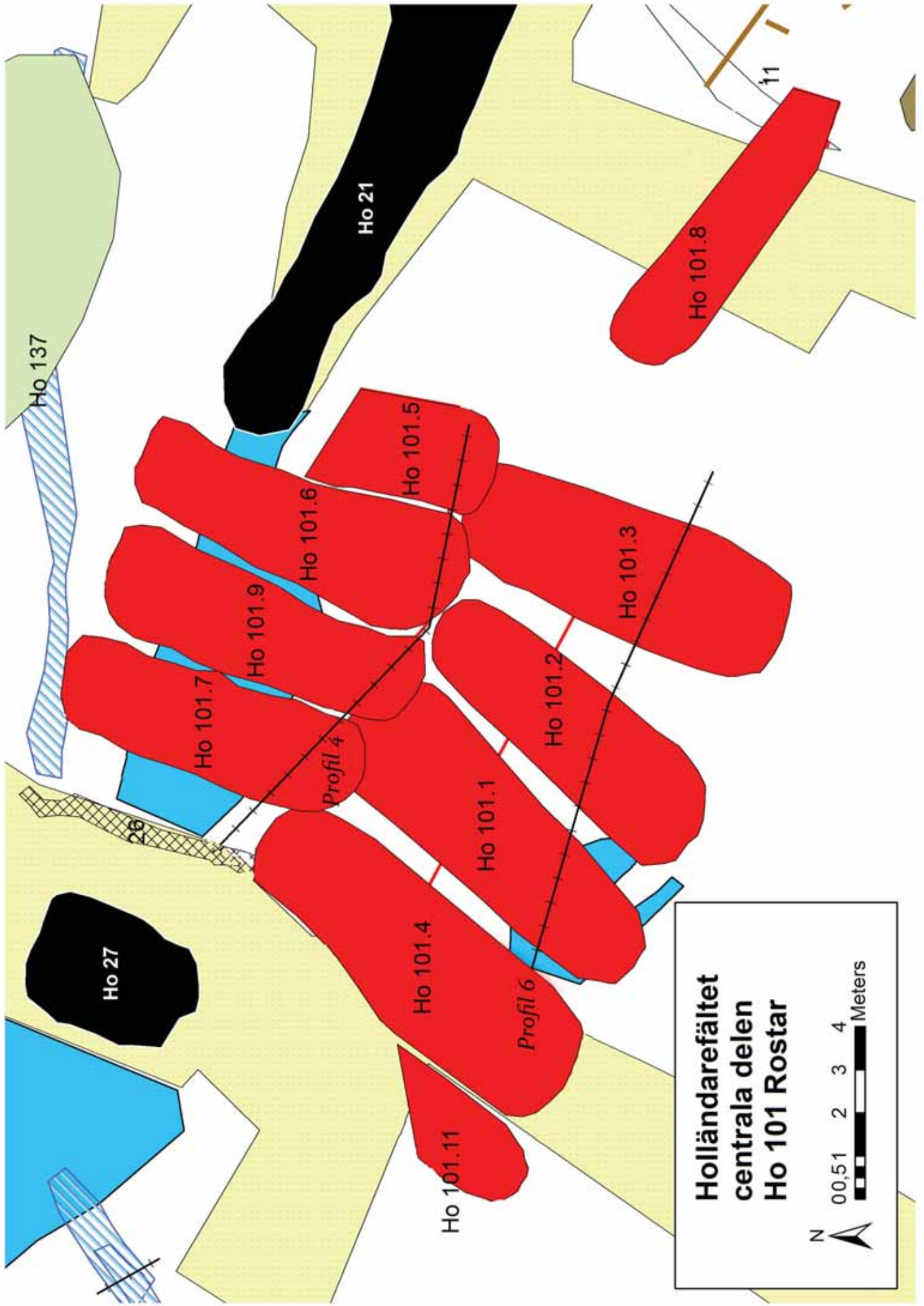
**Holländarefältet  
Nordvästra delen**

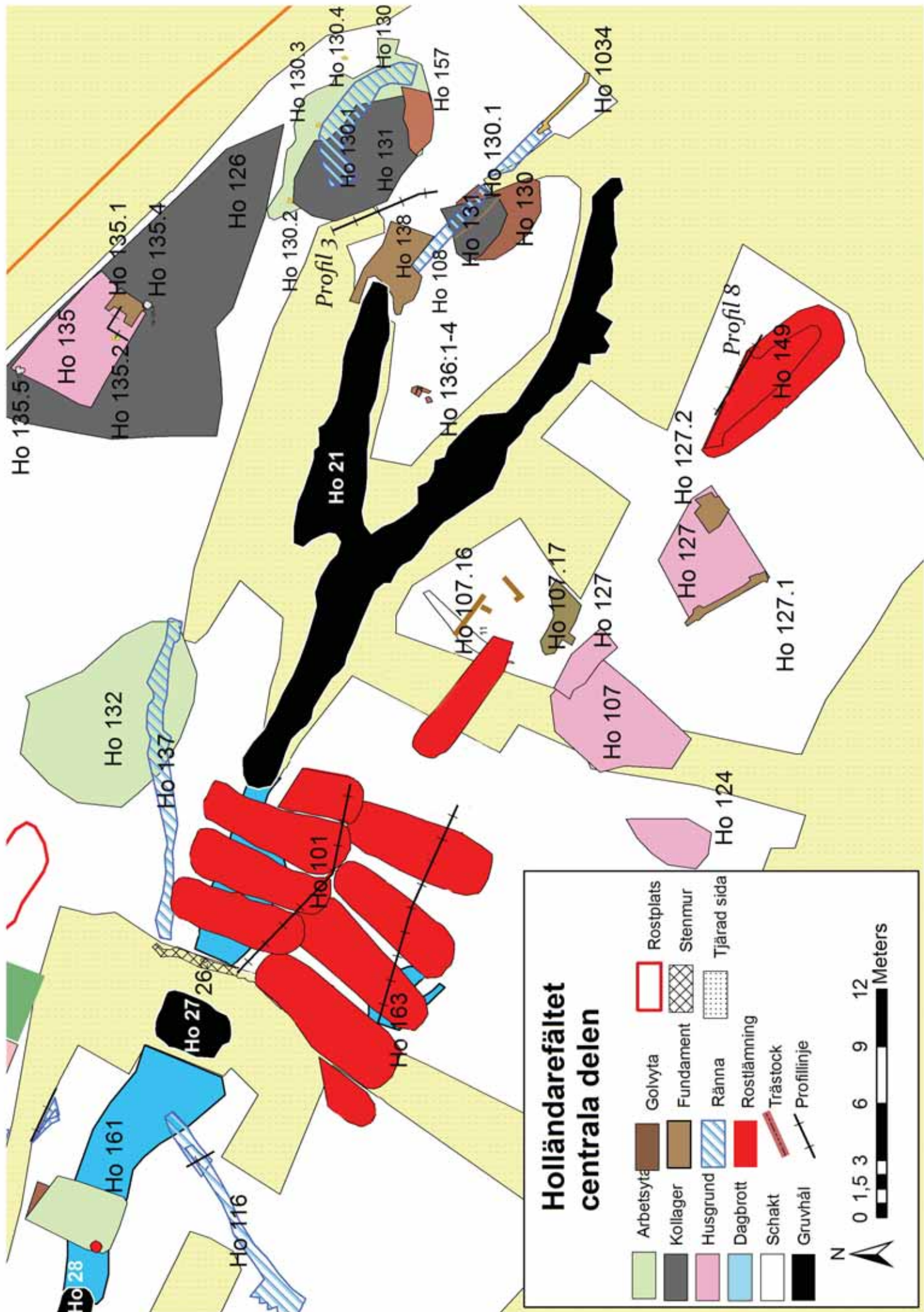
- Sten
- Fundament
- Dagbrott
- Schakt
- Gruvhål
- Skärping/  
tillmaktningplats
- Ränna
- Rosiplats
- Anläggning
- Profilinje





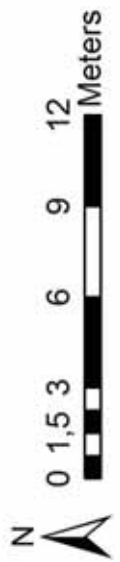


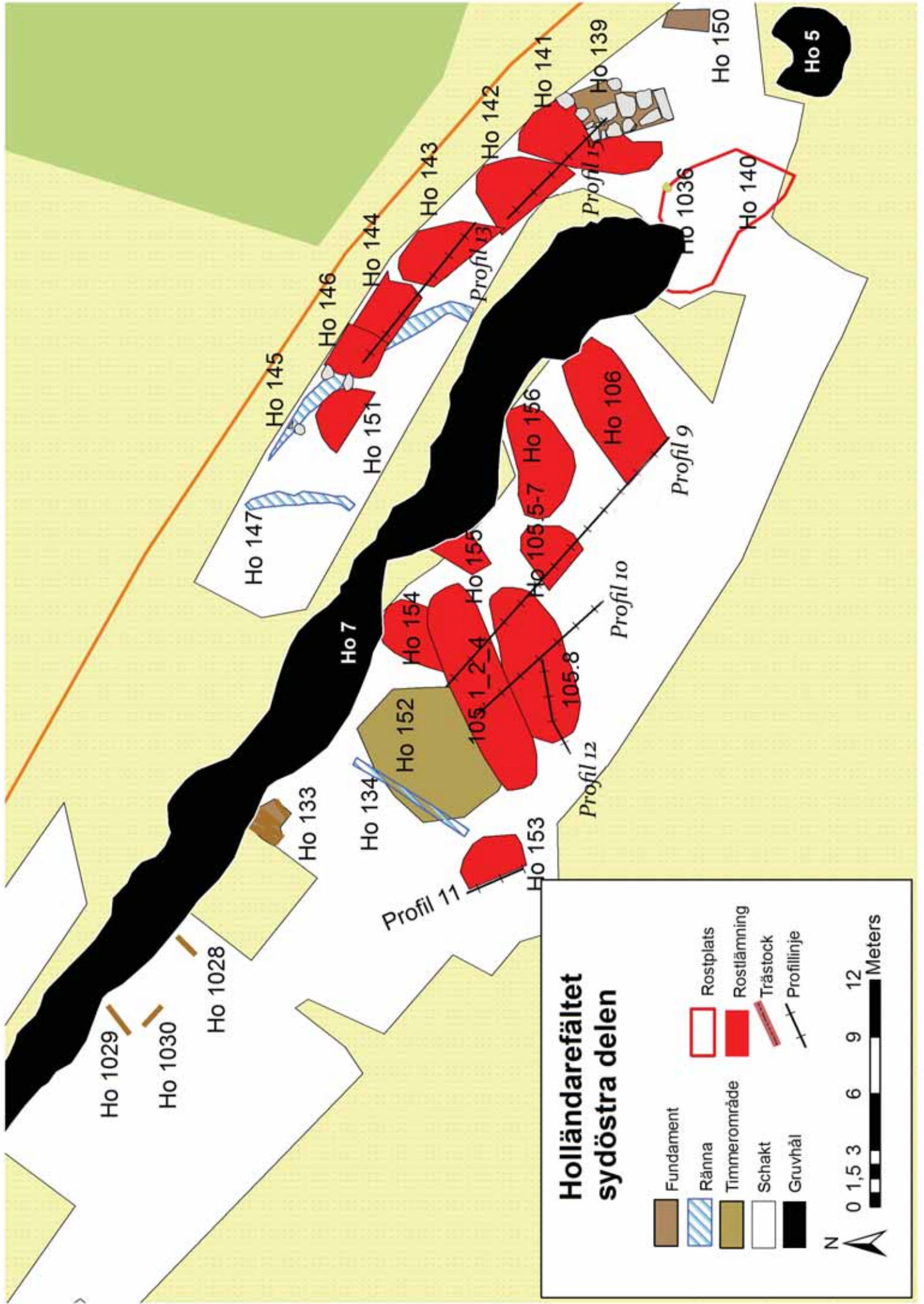


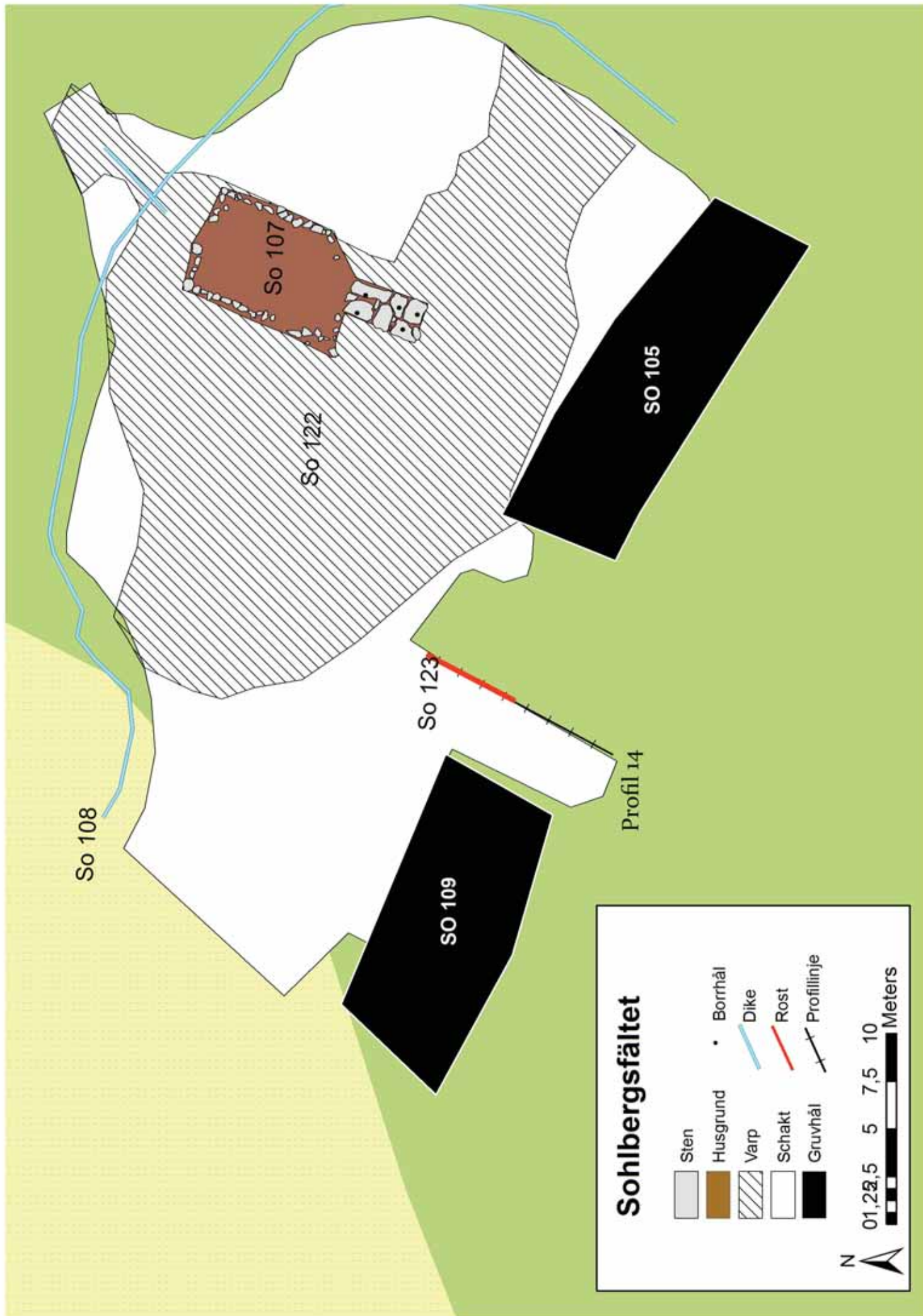


### Holländarefältet centrala delen

- |  |           |  |             |  |             |
|--|-----------|--|-------------|--|-------------|
|  | Arbetsyta |  | Golvtyta    |  | Rostplats   |
|  | Kollager  |  | Fundament   |  | Stenmur     |
|  | Husgrund  |  | Ränna       |  | Tjårad sida |
|  | Dagbrott  |  | Rostlämning |  | Trästock    |
|  | Schakt    |  | Profilinje  |  |             |
|  | Gruvhål   |  |             |  |             |







# Projekt Gladhammars gruvor

## Särskild arkeologisk undersökning 2010

Lst dnr: 431-9223-08

KLM dnr: 33-487-08

## Anläggningsbeskrivningar

Objekten har numrerats i löpande nummerföljd inom respektive område; Holländarefältet (Ho), Solbergfältet (So) och Hyttan (Hy). I listan finns samtliga karterade och undersökta anläggningar medtagna, men endast de som berördes av den särskilda undersökningen beskrivs i sin helhet och de lämningar som varit föremål för undersökning är fetmarkerade. För foto hänvisas endast till den särskilda undersökningens fotografier. För övriga objektbeskrivningar samt fotonhänvisningar se förundersökningsrapporten.

### Holländarefältet

Ho1 Försvar

Ho2 Väg

Ho3 Skärpning

Ho4 Väg

Ho5 Gruvschakt

*Bondegruvan.* Rektangulärt, lodrätt schakt, 4 x 3 m (NNV-SSÖ). Brytkanterna ser sprängda ut, långa borrhål i hörnen. Järnkrampor och rester efter stående timmer i schakthörnen. Fyra betongplintar omger schaktet, efter lave. Runt schaktet ligger finfördelat material och malmsylta. Gruvan finns med på 1636 års karta, men något osäkert vilken eller vilka av de tre dagöppningar med andra namn, Lichtloch, Nya schaktet och Tyska gruvan som avses och hur de ligger i förhållande till Holländaregruvan. På 1764 års karta består gruvan av två dagöppningar. På 1800-talet bröts det NV ihop med Holländaregruvan Ho7. Provbrytning skedde 1952-53. Enligt en källa från år 1655 ska Bondegruvan vara den första gruvan som bönderna bröt järnmalm, men att de blev skrämda av den höga kopparhalten.

*Ref: Lamke & Nilsson nr 15; Elfström s.32, 280; 1636, 1764, 1887 års kartor.*

Ho6 Slaggvarp

Ho7 Gruva

*Holländaregruvan.* Långt smalt schakt med stödjebryggor, ca 70 x 0,5-1,5 m (NÖ-SV), med synliga spår efter tillmakning, främst i västra delen. I gruvan ligger mycket sentida skrot. Gruvan är utritad på 1636 års karta (se även Ho5). Under slutet av 1700-talet eller 1800-talet utvidgades den åt SÖ och bröts ihop med Bondegruvans (Ho5) NV del.

*Foto: 284-285*

*Ref: Lamke & Nilsson nr 16; 1636, 1764, 1887 års kartor.*

Ho8 Varp

Ho9 Banvall

Ho10 Utmålsmarkering

Ho11 Slaggvarp

Ho12 Slaggvarp

Ho13 Husgrund

Ho14 Varp

Ho15 Skärpning

Ho16 Försvar?

Ho17 Skärpning

Ho18 Skärpning

Ho19 Utmålsmarkering

Ho20 Grund efter maskinhus

Ho21 Gruva

*Odelmarksgruvan/Svenskgruvan.* Bestående av två gruvor i SÖ som löper samman till en i NV. Den nordliga armen i NÖ, Odelmarksgruvan, är ca 30 m l med stenbrygga (VNV-ÖSÖ), ca 3 m bred och 15 m djup. I östra kanten ligger trävirke. Den södra, inklusive den gemensamma i NV, är ca 40 m l (NV-SÖ), 1,0-3,0 m br och mer än 30 m dj. I NV finns en tvärgående stock nedslagen mellan brottsidorna, stämpling. Många spår efter tillmakning i Svenskgruvans brottytor. Svenskgruvan fanns vid den första karteringen år 1636, då kallad Holländaregruvan. Odelmarksgruvan verkar vara upptagen under 1800-talet och får sitt stora genombrott när koboltmalm påträffas år 1872.

*Foto: 140-146, 153, 162-163, 495+ Gb: 71-75+ Gb: 79-81, 87-88*

*Ref: Lamke & Nilsson nr 17; 1636, 1764 och 1887 års kartor.*

Ho22 Fundament

Synliga delar är 2,0 x 1,5 m st (NNÖ-SSV) och 0,3 m h, bestående av en kallmur i N, möjligtvis även i V, av 0,1-0,4 m st stenar. I övrigt mer en stenansamling. Av de historiska kartorna att döma stod en större byggnad på platsen, ett gruvspel och en konstbyggnad från år 1875. Möjligen utgör fundamentet byggnadens NÖ hörn.

*Ref: Elfström s.232; 1887 års karta.*

Ho23 Platå

Platå med plan yta, ca 40 x 27 m (VNV-ÖSÖ) och 1 m h i N och 2 m h i S. Platån är täckt med ett lager av finkorning, lätt och porös, grå-svart slagg och kol. Detta ligger i sin tur på ett lager med större varpstenar, att döma hur det ser ut i västra kanten. På platån har det stått bebyggelse (se Ho24). Beväxt med främst tall- och lövskog. Av de historiska kartorna att döma kan platån ha anlagts under 1800-talet, troligen under den sista brytningsperioden från 1870-1890-tal. År 1875 uppfördes ett nytt gruvspel och konstbyggnad på platån som skulle befodra Svenskgruvan.

*Ref: Lamke & Nilsson s.12; Elfström s.232; 1887 års karta.*

Ho24 Gropar/Bebyggelseämningar

På platå Ho23 finns flera gropar i Ö och S delen samt en låg terrass i SÖ, vilka antyder bebyggelse. Av de historiska kartorna att döma stod en större byggnad på platsen, ett gruvspel och en konstbyggnad från år 1875, vilken betjänade Svenskgruvan.

*Ref: Lamke & Nilsson s.19; Elfström s.232; 1887 års karta.*

**Ho25 Diken /bebyggelseämningar**

I NÖ kanten av platå Ho23 och sammanhörande med Ho107 är två parallella diken, 4 x 1 m st (NNÖ-SSV) och 0,6 m dj, med sluttande sidor. Det inbördes avståndet är 5,8 m och de leder mot Svenskgruvans NV del. Sannolikt är dessa lämningar efter spel eller uppfodringsanordning. Av de historiska kartorna att döma kan dikena höra ihop med kraftöverföringen mellan gruvspel och Svenskgruvan från 1870-talet.

*Foto: 97-101, 105-106, 109-121, 132,*

*Ref: Elfström s.232*

**Ho26 Vägbank/hästvandring?**

En vägbank, ca 10 x 5 m st (NNV-SSÖ) och 1 m h, går i en lätt båge mellan Tyskgruvan (Ho27) och Holländaregruvan (Ho21). Själva vägbanan är 1,0-1,5 m br och belagd med finkorning, lätt och porös, grå-svart slagg och kol, av samma typ som på platån Ho23, samt jord. Därunder ligger finkornig varpsten. På kanten till Tyskgruvan finns under vägfyllningen en kallmur av 0,2-0,4 m st stenar. Vägen har förmodligen sammanbundit den N delen av gruvområdet och kanske smältverket Ho29 med platån Ho23, men kanske är den också en rest efter en hästvandring. På 1760- och 1770-talen uppförs flera uppfodringsvindar, bl.a. en hästvandring över Svenskgruvans NV del för uppfodringen av malm och gråberg samt en hästdriven vattenkonst för länsupumpning över Tyskgruvan. Vandringarna tangerade varandra i stråket för Ho26 och gick sedan över respektive gruvschakt på trädäck.

Ref: Lamke & Nilsson s.12; Elfström s.92, 176f; Tyskgruvan 1774 års karta.

**Ho27 Gruvschakt**

*Tyskgruvan*. Närmast rektangulärt, lodrätt schakt, 4 x 3 m st (NNÖ-SSV). Sannolikt finns den med på 1636 års karta, men med ett annat namn.

Foto:19-23, 58, 466, 485

Ref: Lamke & Nilsson nr 18; 1636, 1764 och 1887 års kartor.

**Ho28 Gruva**

*Tyskgruvan*. Ovalt schakt, 4 x 2 m st (VNV-ÖSÖ), med tillmakade sidor. Omges i SV-N-NÖ av slagg (Ho35). På kanten ligger dessutom en del mindre varpsten. Även mellan de två Tyskgruvorna ligger lavabeväxt varpsten. Sannolikt finns den med på 1636 års karta, men med ett annat namn.

Foto:59

Ref: Lamke & Nilsson nr 19; 1638, 1764 och 1887 års kartor.

**Ho29 Grund efter smältverk**

Rektangulär stengrund, 22 x 8 m st (VNV-ÖSÖ) och 0,1-0,6 m h, bestående av en stenram av huggen sten, 0,4-0,7 m st. Invändigt är grunden fylld med slamjord, lätt, porös, grå-svart småslag samt murtegelfragment. Från östra änden av norra långsidan går en vinkelrät utbyggnad åt NNÖ, 6 x 3,5 m st, bestående av en liknande stenram, med 0,3-0,5 m st stenar. Här låg ett smältverk för koppar och koboltframställning åren 1877-1879. Grunden undersöktes endast extensivt genom att en grävmaskin skalade av grundstenar och fyllning i skikt ner till underliggande berg under överseende av en arkeolog. Observerade konstruktioner eller karaktäristisk fyllning, detaljer etc. noterades och dokumenterades genom beskrivning och i vissa fall inmätning och foto. Grunden kunde indelas i 4 ”rum”, varav flygeln utgjorde ett. Rumsindelningen baserades på olikheter i fyllningsmaterialet och konstruktioner.

Längst i VNV låg ett 9 m l **rum (Ho29:1)** med ren sprängstensfyllning, 0,1-0,5 m dj av 0,1-0,5 m st blockformiga stenar, vanligen 0,2-0,4 m stora, somliga med borrhål. Stenen hade färgats gul av kraftiga svavelutfällningar. I NV hörnet fanns en svavelfärgad yta med en försänkning i berghällen under varpen och 2 m från Ö rumsbegränsningen låg ett svavelbemängt golvlager, bestående av sand och lera, ca 0,1 m tj. En tolkning är att en rostugn stått i NV hörnet som betjänades från Ö. I rostrummets Ö del, mitt i huset, låg ett block, 0,9 x 0,6 x 0,5 m stort, med ett centralt borrar hål, koniskt, ojämna sidor och rundad botten, 8 cm dj och ca 3,5 cm i diam. Blocket låg på varp och sand och hade ytterligare ett borrhål i ena kanten. Blocket med borrhål tolkades som en lagersten, möjligen för någon lyftanordning. Ö där om låg ett ca 7 m l **smältrum (Ho29:2)** med sandgolvt på underliggande varpsten. Centralt i smältrummet och mot S långväggen låg lämningarna efter en **smältugn (Ho29:3)**. Den bestod av en 4 x 4 m st kvadratisk stenram av flata stenar, 0,6-1,1 m l, 0,3-0,7 m br och 0,3-0,5 m tj med flatsidan uppåt. I stenramen fanns en rektangulär yta, 3,0 x 2,8 m st, med rödbränd sand, 0,2-0,3 m dj (Ho29:3:1:1). Under sanden kom berget som var kraftigt värmepåverkat, rödfärgat och urbränt (Ho29:3:1:2). Sannolikt har ugnens arbetsyta legat N om stenramen, där sandfyllningen var mer heterogen med inblandning av träflis, kol, några stenar. Längst i Ö låg sannolikt ett tredje **rum (Ho29:4)** ca 4 m l och med mindre och blockig varpsten, lite slagg och sand, 0,3-0,7 m tj. Här framkom en bit koks. **Flygeln** i NÖ (Ho29:5) hade en humös, sandig och sotig fyllning med finfördelad varp och slagg, 0,1-0,5 m tj. I fyllningen låg mycket trä, huggspån, störor, plankbitar samt föremål som gängade bultar med 6-kantshuvud, spett, fönsterglas, eldfast gulvitt tegel med stämpel E & M, nitar etc. I Ö kanten var en berghäll med kross- eller stötfördjupning, 0,1 m i diam och 0,02-0,03 m dj.

Foto: 79-80, 86, 122-131, 157-159, 191-195, 470 + G:1-12, 22-27, 32-44, 51-53, 77-87

Ingår: Ho109-111

Fynd: F1-15

Ref: Lamke & Nilsson nr 29; Elfström s.228, 235; 1887 års karta.

#### Ho30 Dikesliknande nedgrävning

Den var 10 x 3 m st (VNV-ÖSÖ) och 0,6 m dj, med plan botten och sluttande sidor. I schakt 23:s S ände påträffades en vattenränna (Ho108) (NV-SO) av plankor, sågat trä, och spik. Av de historiska kartorna att döma hör diket ihop med en större byggnad för ett lokomobildrivet gruvspel från år 1876, vilket betjänade Odelmarkgruvan. Spelet stod Ö om Ho20, men kraftöverföring och pumpränna gick i linje med diket.  
*Ref: Elfström s.233; 1887 års karta.*

#### Ho31 Försvar

#### Ho32 Understen till stamp?

#### Ho33 Fundament

#### **Ho34 Grund**

En syllstensrad, 4 m l (VNV-ÖSÖ) och 0,2 m h går från smältverket Ho29 NV hörn. Möjligen vinklar den av mot SSV ca 2 m, med tanke på några synliga stenar. Den således möjliga invändiga ytan har en slaggfyllning. Grunden kan var en del av smältverket, men kan också ha varit en fristående byggnad. Byggnaden finns dock inte med på någon av de historiska kartorna.

#### Ho35 Slaggvarp

Ca 40 x 30 m st (NÖ-SV), bestående av grå-svart-lila, storblåsigt, kompakt koppar-koboltslag. Vissa bitar vågformade och runna med skrovlig yta, andra relativt glasiga och lätta. Slaggen bestod huvudsakligen av mindre bitar varför de slagits sönder. Även inblandning med skärsten. Slaggen ligger som en marktäckande matta söder och SV om smältverk Ho29 och grund Ho34. Runt gruvschakt Ho28 ligger den i hästskeformad vall. Större delen av slaggvarpet SV om smältverket är urschaktat utom i SV, där varphögar fortfarande finns kvar. Slaggvarpet överlagrar yngre gråbergsvarp i SÖ, äldre varp i SSV samt äldre skrådesvarp i väster. Slaggen är en restprodukt från koppar- och koboltframställningen i smälthyttan Ho29.

*Ref: Lamke & Nilsson nr 20*

#### Ho36 Hög med skärsten?

Rund, 2,5 m i diam och 0,3 m h, innehållande skärsten, -0,4 m st, och blockformiga nasar, ca 0,3 x 0,15 x 0,1 m st.

#### Ho37 Skärpning

#### Ho38 Ramp

Rampen/uppfartsbron är 8 x 4 m st (NNÖ-SSV) och upptill 1,6 m h i SSV. Den är uppmurad av stora stenar och block i kallmur, 0,2-1,1 m st, i upptill tre varv i SSV och ett varv i NNÖ. Ovanpå kallmuren ligger småslag och mindre varpsten samt murtegelfragment. Själva vägbanan är 1,5-1,8 m br och täckt med slaggkross. Rampen hör sannolikt ihop med smältverket Ho29 och grunden Ho34, möjligen landfäste till bro upp till ugnskrans, men anläggningen finns ej med på 1887 års karta.

*Ref: Lamke & Nilsson nr 22*

#### Ho39 Gruva/skärpning

*Lilla Tyskgruvan.* Det är ett ovalt, 3,0 x 1,5 m st (VNV-SÖ) och mer än 1,8 m dj hål, brutet vertikalt i håll, med tillmakad yta i N sidan. Gruvan var vattenfylld, men tömdes. På 1,5-1,8 m dj ligger varpsten. S om ligger finfördelad varpsten och malmsylta, överväxt. Varpen är delvis överlagrad av fundament Ho41. På 1764 års karta står den angiven som en skärpning. På 1887 års karta som Lilla Tyskgruvan, öde.

*Ref: Lamke & Nilsson nr 25; 1764 och 1887 års kartor.*

#### Ho40 Skärpning

#### Ho41 Fundament

#### Ho42 Gruvschakt

*Tyskgruvan.* Ovalt till rektangulärt schakt, 3,0 x 1,5 m st (VNV-ÖSÖ), delvis tillmakat. I V och NV kanten är kallmurade kanter av tuktad granit, 1,2 m h i 7 skift. På kallmuren ligger en bevarad träsyll i NV, sannolikt efter en överbyggnad ovanpå schaktet, kanske från den takade lave med handvinda från 1620-talet. Schaktet omges av tjocka lager med stenflis och malmsylta. Sannolikt finns den med på 1636 års karta, men med ett annat namn.

*Foto:464,*

*Ref: Elfström s.55, 147; Lamke & Nilsson nr 28; 1636, 1764 och 1887 års kartor.*

#### Ho43 Gruva

*Gamla gruvan.* Schaktets dagöppning mäter 15 x 1,8-6,0 m (ÖSÖ-VNV), delvis tillmakat.

Benämns Gamla gruvan på kartor från åren 1764 och 1887. På den äldsta kartan från år 1636 är det sannolikt densamma som Arrendatorernas första gruva, då en utgången järngruva. År 1764 bryts gruvan igen.

*Ref: Lamke & Nilsson nr 31; 1636, 1764 och 1887 års kartor.*

#### Ho44 Grund efter krossverk

Rektangulär grund, 10 x 6,5 m st (NNÖ-SSV). Den syntes tydligast i SV delen. Där fanns rester av en stensyll, av 0,2-0,6 m st, huggna stenar med flatsidorna uppåt, längs SV sidan och S delen av den NV. Syllen var där 0,1 m h.

I NÖ hörnet fanns ett **stenfundament Ho44:1**, närmast kvadratisk och ca 3,5 x 3,2 m st (NÖ-SV), bestående av 0,3-1,2 x 0,3-0,6 m st stenar med flat ovansida. I den S delen, där stenarna dolts av torv, var de något mindre. Parallellt med den SÖ kanten, men ca 1 m innanför, låg en rad med stenar ovanpå fundamentet. Stenarna var 0,25-0,60 x 0,35 x 0,2-0,35 m st. Fundamentstenarna var ca 0,25-0,40 m tj. De verkade vara utlagda på befintlig skrotstensvarp och mellan stenarna fanns hålrum, dvs. inget fyllnadsmaterial. Ytan hade därför planats av med mindre och framförallt tunnare stenar. När stenarna plockades bort visade de sig vara tuktade. Ett borrhål observerades, varav ca 1/3 återstod. Borrhålet var 2 cm brett. Markytan under fundamentet var lite jordigare och grusigare, troligen beroende på att en del material trillat ner mellan stenarna.

Längs grundens VNV vägg, 2 m från SV hörnet, fanns ett **träfundament Ho 44:2**. Det var 1,8 x 1,5 m st (NÖ-SV) och bestod av tre 1,8 m l och ca 0,15 m tj stockar i NÖ-SV riktning. Ändarna var rakt avsågade. Stocken i mitten och den i V var relativt välbevarade, medan den Ö var fragmentarisk. Stockarna hade flera huggna urtag. Det fanns vidare rester av tvärgående stockar som varit timrade mot de längsgående. Över den Ö delen av konstruktionen låg ett ca 0,5 m br tunt moränlager. Ytan under konstruktionen var förmodligen avjämnad med några flata stenar 0,12-0,2 m stora. Därunder syntes varpsten.

Grunden låg mitt på platån Ho45. Enligt 1764 års karta låg här en hästvandring för uppfodring ur Knuts schakt och Gamla gruvan, men byggnaden bör vara efter ett krossvalsverk med tackjärnshjul av Owens konstruktion från år 1820.

*Foto: 1-2, 6-12*

*Fynd: F16*

*Ref: Lamke & Nilsson nr 29; Elfström s 215; 1764 års karta.*

#### Ho45 Platå

Platån är 25 x 15 m st (NV-SO) och upptill 1,2 m h i V. Platån är anlagd på en utplanad varp av mindre varpsten. Ytan är belagd med svart, porös slagg och svarta, små runda stenar. Enligt 1785 års karta låg här en hästvandring för spel och konst ur Knuts schakt och Gamla gruvan, men kanske har platån anlagts för det krossvalsverk som uppfördes år 1820 (Ho44).

*Ref: Elfström s.215; 1785 års karta.*

#### Ho46 Malmhög?

Oval, 3 x 2 m st (NNÖ-SSV) och 0,2 m h, bestående av ca 0,05 m st utsorterade, svart-bruna stenar.

#### Ho47 Malmhög?

Rund, 3 m i diam och 0,4 m h, bestående av 0,05-0,20 m st, sorterade, svart-brun magnetit. m stor (NNÖ-SSV) och 0,2 m h, bestående av ca 0,05 m st utsorterad, svart-brun magnetit.

#### Ho48 Malmhög?

Oval, 5 x 2 m st (NÖ-SV) och 0,2 m h. I övrigt som Ho46.

#### Ho49 Malmhög?

Rund, ca 3 m i diam och 0,2 m h. I övrigt som Ho46.

#### Ho50 Malm-/varphög

Oval, 4,0 x 2,5 m st (VNV-ÖSÖ) och 0,7 m h, bestående av mestadels 0,1 m st, grå till rödbruna stenar.

#### Ho51 Malm-/varphög

Triangulär med 2,5 m sidor och 0,4 m h, bestående av mestadels 0,1 m st, grå till rödbruna stenar, som Ho50.

Ho52 Malm-/varphög

Rund, 2,5 m i diam och 0,5 m h, bestående av mestadels 0,1 m st, grå till rödbruna stenar, som Ho50.

Ho53 Malsten

Ho54 Malsten

Ho55 Bokningssten

Ho56 Gruvschakt

*Nya gruvan.* Närmast trapetsoidformad dagöppning, 5 x 2 m (VNV-ÖSÖ), med tillmakade sidor. I Ö kanten sitter stämpeltimmer. Schaktet omges av krossad varp i SV och i V samt av äldre lavbeväxt varp i Ö. Benämns som Nya gruvan år 1764.

*Ref: Lamke & Nilsson nr 33; 1764 och 1887 års kartor.*

Ho57 Gruvschakt

*Nya gruvan.* Ovalt schakt, 2,5 x 1,5 m st (VNV-ÖSÖ), med tillmakade sidor. Ho56 och 57 är en och samma gruva, avskilda av en stenbrygga. Schaktet omges av krossad varp.

*Ref: Lamke & Nilsson nr 32*

Ho58 Jordrymning

Ho59 Skärstenshög

Oregelbunden, ca 1,8 m i diam.

Ho60 Husgrund

Ho61 Husgrund

Ho62 Grund

Ho63 Husgrund

Ho64 Grund

Ho65 Husgrund?

Ho66 Område med högar

Ho67 Husgrund?

Ho68 Husgrund?

Ho69 Husgrund

Ho70 Skärpning

Ho71 Transformatorstation

Ho72 Gruvkontor och arbetarbostad

Ho73 Jordkällare

Ho74 Uthuslänga

Ho75 Ravinbildning

Ho76 Skärpning

Ho77 Skärpning

Ho78 Skärpning

Ho79 Stoll

Ho80 Väg

Ho81 Grund

Ho82 Husgrund

Ho83 Bro

Ho84 Påle

Ho85-88 Påle

Ho89 Grund

Ho90 Trätunna

Ho91 Kvarnsten

Ho92 Träränna

Ho93 Odlingsyta

Ho94 Bokningssten

Ho95 Vägbank

Ho96 Dike/vattenränna

Ho97 Husgrund?

Ho98 Husgrund

Ho99 Husgrund

Ho100 Gruvhål

*Knuts schakt.* Närmast rombiskt, 6 x 1,6-3,6 m st (VNV-ÖSÖ), sprängt men också delvis tillmakat. Dagöppningen ned till Knuts sänke fullbordades år 1823. Från 1780-talet bröts koboltmalm vid Knuts sänke. *Ref: Lamke & Nilsson nr 30; Elfström s.148, 217; 1887 års karta.*

### **Ho101 Område med kallrostar**

Längs Odelmark- och Svenskgruvans respektive Tyskgruvans S sida framkom ett område med rostar vid förundersökningen 2009. Delar av denna rostbacke undersöktes och dokumenterades i förundersökningens schakt 6 samt framtoogs i plan. Lämningarna undersöktes i sin helhet vid undersökningarna 2010.

*Foto: G: 116-126, 142-160 + Gb: 82-86, 90-112 + Gc: 12-16*

#### ***Ho101:1 Kallrost***

Ca 8 m l (NO-SV), 2,4 m br och 0,65-0,70 m dj. Murbredden var 0,4 m, dubbelskiktad, med stenstorlek upp till 0,5 m, vanligen 0,3 m. Stenmaterialet var kantigt, därmed lättstaplat. Botten var inte helt jämn och låg i SV delen mot berg med bark och flis i botten, i NÖ delen över en äldre markhorisont. Rostgodset var ca 0,1 m dj, icke magnetiskt. Fyllningen var mycket homogen och bestod av magnetisk malmsylt, med en ytlig ”sticka”. Raserad rostmur i väster. Ho101:1 låg i plan mellan Ho101:2 i SÖ och Ho101:4 i NV och kan ha varit samtida med dessa och Ho101:3 samt möjligen Ho 101:11. Stratigrafiskt låg Ho 101:1– 4 (samt 101:11) i NÖ delen (se profil 4) över en äldre markhorisont som i sin tur låg över de norrut liggande kallrostarerna Ho 101:5–7 och 9.

*Profil: 6*

Foto: G:20-21 + Gb: 50-53

#### **Ho101:2 Kallrost**

Ca 8 m l (NO–SV) och 3 m br. Murbredden var ca 0,4 m och tvåskiktad. Malmsylt, (L2) magnetisk, både i Ö och V. Ej magnetiskt rostgods fanns i västra kanten (L4). Fyllningen bestod av heterogent, skivigt material, grå/gul/grön malmsylt, något magnetisk, med kolflis samt vedpinnar av ca 8–9 cm diam st rundvirke (slanor), delvis obrända. Östra muren var mer raserad än den västra. Botten av rosten låg i SV delen på berget, med ved längst ned, i NÖ delen över en äldre markhorisont (se profiler). Ho101:2 låg i plan mellan Ho101:1 i NV och Ho101:3 i SÖ och kan ha varit samtida med dessa och Ho101:4 samt eventuellt Ho 101:11. Stratigrafiskt låg Ho 101:1–4 (samt 101:11) i NÖ delen (vid profil 4) över en äldre markhorisont som i sin tur låg över de norrut liggande kallrostarna Ho 101:5–7 och 9.

Profil: 6

Prov:

Dendro

- 101:2:3 björk - ej daterad

- 101:2:4 tall - ej daterat

- 101:2:3:10 tall - ej daterad

Foto: G:20-21 + Gb: 50-55

#### **Ho101:3 Kallrost**

Längd okänd (NO-SV), ca 3 m br och 0,7-0,8 m dj. Raserad rostmur i väster. Ingen malmsylt inom rosten i profilen. Däremot delvis täckande rosten i norr. Magnetiskt material mot botten mot berget. Malmsylten svart pga. inblandning av sot och kol. Fyllningen var heterogen, delvis skivig, främst bestående av dumpade/återfyllda massor i profilen. Fläckvis småkol. Inga stickor eller synlig ved i profilen. Ho101:3 låg i plan SÖ om Ho101:2 och kan ha varit samtida med denna och Ho101:1, 2, 4 samt eventuellt Ho 101:11. Stratigrafiskt låg Ho 101:1–4 (samt 101:11) i NÖ delen (vid profil 4) över en äldre markhorisont som i sin tur låg över de norrut liggande kallrostarna Ho 101:5–7 och 9.

Profil: 6

Foto: G:20-21+ Gb: 50-55

#### **Ho101:4 Kallrost**

Ca 8 m l (NO-SV) och 2,5 m br, kapad i V kanten i profilen. Dess djup var 0,9 m. Mycket magnetiskt material. Inga pinnar/”stickor” eller synlig ved. Malmsylten var mycket magnetisk. Den skar rost Ho101:7. Ho101:4 låg i plan mellan Ho101:1 i SÖ och Ho101:11 i NV och kan ha varit samtida med dessa och Ho101:2 och 3. Stratigrafiskt låg Ho 101:1–4 (samt 101:11) över en äldre markhorisont som i sin tur låg över de norrut liggande kallrostarna Ho 101:5–7 och 9.

Profil: 4

Prov:

<sup>14</sup>C

- 101:4:3 (Ua-41292), 336 ± 30, 1500-tal

Foto: 175-178, 184-190, 303 + G:20-21+ Gb: 50-53, 76-77

#### **Ho101:5 Kallrost**

Längd okänd (NNO-SSV), ca 3 m br och 0,35 m dj. Det låg ”stickor” och ved och kolrester i Ö kanten. Rosten låg direkt på berget. Icke magnetiskt rostgods. Ho101:5 låg Ö om och parallellt med Ho101:6 och kan ha varit samtida. Ho101:5 låg under gammal markyta som i sin tur låg under Ho101:3.

Profil: 4

Foto: 175-178, 184-190, 303

#### **Ho101:6 Kallrost**

Längd okänd (NNO-SSV). Den yttre bredden var ca 2,8 m och den inre 1,65 m. Dess djup var 0,6 m. Grov, dubbel rostmur i väster. Rostgodset var, förutom enstaka bitar, inte magnetiskt. Däremot var malmsylten magnetisk. Ho101:6 låg i profilen under gammal markyta som i sin tur låg under den mot SV utsträckt Ho101:2. Ho101:6 låg V om och parallellt med Ho101:5 och kan ha varit samtida med denna. I den V kanten hade Ho101:6 skurit den Ö delen av Ho101:9 som alltså var äldre.

Profil: 4

Foto: 175-178, 184-190, 303

#### **Ho101:7 Kallrost**

Ca 8 m l (NNO–SSV), minst 2,5 m br och 0,75 m dj, östra kanten skadad. Kan ha delat rostmur (den västra muren) med Ho101:9. Malmsylten var magnetisk. Övervägande delen av fyllnadsmaterialet var ej magnetiskt. Förkolnad ved (L2). Skadad i övre östra kanten av fyllnadsmassor till den förstörda och igenfyllda Ho101:9. Rostmuren var uppbyggd av järnmalm och granit. Ho101:7 låg i profilen under gammal markyta som i sin tur låg under den mot SV utsträckta Ho101:1. Ho101:7 låg V om och parallellt med Ho101:9 som skar Ö delen av Ho 101:7 och därmed var yngre än denna.

*Profil: 4*

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 101:7:4 (Ua-41293), 324 ± 30, 1500-tal

*Foto: 175-178, 184-190, 303*

#### **Ho101:8 Kallrost**

Ca 7,7 m l (NV-SO) med en 1,7 m br yta med rödbränt material i mitten och orange längs kanterna. Materialet var grusigt och med upp till 0,2 m stora malmklumpar. Rosten låg direkt på berget. Materialet som syntes i profilen var gulare, 0,4 m tjockt. Den låg under rännan Ho107:16 och varp.

*Foto: 84-85 + G:18 + Gb: 78*

#### **Ho101:9 Kallrost**

Ca 8 m l (NNO-SSV), ca 2 m br och 0,80-0,85 m dj. Rosten var till stora delar utfylld med skivigt material. Den kan ha haft samma rostmur som östra muren i Ho101:7. Fyllningen bestod av tunt skivigt gods. I botten fanns en liten del rostgods kvar. Rostgodset var ej magnetiskt, endast två stycken svagt magnetiska. I västra kanten fanns ytligt förkolnad ved och kol. Ett tunt moränlager mot botten, ev rest av gammal markyta. Lagren sluttade från väster mot öster. Ho101:9 låg i profilen under gammal markyta som i sin tur låg under kallrostarna Ho101:1–4 (samt Ho101:11) som sträckte sig mot SV. Ho101:9 låg mellan och parallellt med Ho101:76 i V och Ho101:6 i Ö. Ho101:9 skar den Ö delen av Ho 101:7 och var därmed yngre än denna. Ho101:9 skars i den V delen av Ho101:6 och var därmed äldre än denna.

*Profil: 4*

*Foto: 175-178, 184-190, 303 + Gb: 50-53*

#### **Ho102 Kollager**

Ett kollager låg söder om Ho101. Det var 3 x 1,5 m st (NV-SÖ), bågformat liknande ett kommatecken. Kolansamling, halvt förbrända trästycken, omgivet av varpstenar 0,15–0,2 m.

*Foto: -*

#### **Ho103 Kollager**

Ett kollager, ca 7,5 x 5 m st, iaktogs S om Ho101 vid förundersökningen. Vid slutundersökningen visade det sig vara en del av ett kolrikt varp som låg direkt på berget. Mindre kolrika partier fanns också. De större stenarna var upp till 0,3 m stora, vanligen 0,1 m, endast delvis skiviga, blandade med smågrusigt lerigt material och träbitar.

*Foto: -*

#### **Ho104 Bräda - ersätts av Ho134**

#### **Ho105 Område med kallrostar**

I varpen längs Holländaregruvans S sida framkom ett område med rostar vid förundersökningen 2009. Delar av denna rostbacke undersöktes och dokumenterades i förundersökningens schakt 21. Förundersökningens schakt gick tvärs igenom rostbacken Ho105. Lämningarna undersöktes i sin helhet vid undersökningarna 2010. De var relativt svåra att begränsa i plan men syntes tydligare i profil. Rostarna ingående i **Ho105** kan närmast ses som olika lager, utgörande flera rostningar i samma anläggning. I små partier finns storblokkig varp eller natursten som rester efter rostmurar. Efter rostningen har rosten rensats ur och nya kollinser och tunna varpskikt har avsatts av senare rostningsomgångar. Det har dock inte kunnat klargöras helt hur dessa rostningar förhåller sig i tid till varandra eller till övriga rostar i området. Samtliga rostar i Ho105 är till stora delar raserade i den SÖ delen varpå senare varp avsatts och fyllt ut den sidan, innan en ny rost anlagt vid sidan om den första. Detta antyder att de äldsta rostarerna ligger i NV. I Ho105 kan man möjligen urskilja 3-4 rostar med upp till 3 rostningar vardera. Bilden kompliceras dock något av att rostarerna inte skurits rakt av förundersökningsschaktet, utan något snett.

*Profil: 9, 10, 12*

Rost 1 utgörs av **Ho105:1, 2 och 4** (se profil 9:1). Den uppskattas till ca 10 m l (NÖ-SV) och ca 3 m br. Bevarat djup 0,4-1,2 m. Dess SÖ kant avgrävd vid tömningen eller anläggandet av nya rostar. Anlagd på blandad varp (tillmakad) över ett lager innehållande kol och trä ovanpå en äldre makhorisont och morän. Något avgrävd i NV änden där den ansluter till ett område med timmer. Rosten överlagrar en timmerstock något i kanten. I anläggningen syntes tre rostomgångar (rostlager), sinsemellan avskilda av kol- och sotlager och tunnare varpskikt. En antydan till rostmur i NV. Rosten var anlagd på morän. Under rostens mittdel, direkt på den äldre markytan, fanns rester av ytterligare en rostning, troligen från en tidigare anläggning, **Ho105:3**. Denna rest, rost 3, 1,0 m l och 0,2 m tj, syntes som ett kompakt lager av röda porösa stenar och finkornigt material av vad som i fält tolkades som (värmepåverkad) rostad malm, samt kol och pinnved i anslutning till rostmursrester, ca 1,3 m ned i varpen. I den motsvarande profilen (profil 10:1) finns ett liknande lager bevarat i ca 2,2 m bredd, troligen från samma rost. Innehållet liknar det i det äldre skiktet av rostar, Ho154 m fl.

*Prov:*

*Vedart*

- 105:1:2 tall, tallbark, björknäver

- 105:2:2 tall

- 105:3:4 tall

<sup>14</sup>C

- 105:1:2 (Ua-41294), 314 ± 30, 1480-1650 (1520-1600)

- 105:5:1 (Ua41295) 310 ± 30, 1480-1650 (1520-1600)

Rost 2 utgörs av **Ho105:8** (se profil 10:1 och 12). Denna låg ytligt i stratigrafien och var delvis anlagd över rost 1, men kunde inte med säkerhet följas i den N profilen (profil 9), även om det här fanns en omrörd del innehållande samma material, dvs. roströd varp/malm, finkornigt material av samma typ, kol och enstaka vedpinnar. I den S profilen syntes rosten vara bevarad till ca 3 m br och 0,85 m dj, liggande något förskjutet i ÖNÖ-VSV riktning. Vid nedschaktningen framtoogs en längdprofil (NNÖ-SSV). Rostlagret var här bevarat i 1,25 m l och låg på ett lager av skivig sot- och kolblandad varp med inslag av rostmaterial. Detta låg i sin tur på en 4,6 m l och 0,3-0,7 m tj varpmatta med större stenar i botten. I SSV anslöt en stensamling som tolkades som en bottenrest av rostens nacke. Man hade utnyttjat en naturlig förhöjning i berget för rostens nacken. Rostlagret gick dock inte ända fram till denna, varför det är något osäkert om denna nacke har tillhört Ho105:8 eller en äldre rost.

Rost 4 utgörs av **Ho105:5-7** (se profil 9:2). Liksom i övriga rostar var endast den NV delen bevarad. I denna syntes tre rostlager åtskilda av kollinser och tunna varplager med småskivig kvartsistisk varp och svavelutfällningar. Denna var anlagd direkt på berget och kunde följas från 0,4 -1,6 m dj. Den bevarade delen var ca 2 m br, vilket antyder att rosten ursprungligen bör ha varit ca 3-3,5 m br. Den låg placerad i NÖ-SV riktning, men dess totala längd gick inte att uppskatta eftersom den var skadad i den sydvästra delen av sentida aktiviteter. Under den NV delen fanns rester av en rostmur anlagd av natursten och stora varpstycken. Över rosten finns ett tjockt lager av omrörd tillmakad varp i olika dumpningshorisonter som fortsätter ca 3,4 m åt sydöst. I detta finns också rester av vad som ser ut som material härrörande från rostar.

*Prov:*

*Vedart*

105:5:1 tall, halvt förkolnad, kapad med yxa

105:7:2 tall

<sup>14</sup>C

- 105:5:1 (Ua41295) 310 ± 30, 1480-1650 (1520-1600)

### **Ho106 Kallrost**

Ca 3 m SÖ om Ho105:5-7 påträffades rosten Ho106. Denna var bevarad i ca 8 m l (NO-SV) och 3-3,5 m br. Vid förundersökningen delundersöktes rosten och var därför något avgrävd i den SV delen, men dock inte synlig i den motstående profilväggen, vilket anger ett mått om ca 9-10 m ursprunglig längd. Även i den nordöstra delen var anläggningen något avgrävd i samband med gruvarbeten. Även denna kallrost var anlagd på morän och framkom under yngre påförd varp och finkross. I plan syntes anläggningen som en oval yta med rödorange och gråblå rostgods med kolbemängd skivig varp i kanterna. Fyllningen bestod av rött skivigt material med svavelutfällningar. I den SV delen (se profil 9:2) fanns tydliga rester efter rostmurar av 0,1-0,3 m stora stenar på bägge sidor. I en profil som grävdes närmare Holländaregruvan fanns rester av ytterligare en rost i en 0,5 m bred

remsa, vars rostlager sluttade åt V och NÖ. Denna låg mot Ho106 V sida och hade skadats markant vid gruvarbetet och anläggandet av Ho106.

*Prov:*

*Vedart*

- 106:1 gran, tall

- 106:2 tall

*Dendro - kunde ej analyseras*

*Profil: 9*

*Foto: 342-344, 346-369, 517-518, 531+ Gb: 118*

### **Ho107 Fundament/grund**

Samhörande med Ho25

Husgrund. Troligen ångmaskinfundament. Rektangulär grund av flata och fyrkantiga syllstenar, ca 7 x 4-5 m i SV-NÖ riktning. Något kraftigare syllstensrad i östra sidan och en avskiljare ungefär i den södra tredjedelen av anläggningen i form av en stock vilande från långsida till långsida och fästad med tre rejäla bultstag. Den södra tredjedelen utgjordes av en stenlagd yta och den norra delen var en plan yta bestående av ett tjockt finsmulat kokslager med inslag av större slaggliknande bitar. Flera metallobjekt påträffades i och omkring anläggningen, främst större bultar, men även fönsterglas i det SÖ-hörnet, tygrester mm. En bit ner i kokslagret påträffades en ca 0,1 m lång bit av ett glaströr, ca 0,015 m i diam. I NV-hörnet påträffades bultstag fästade i två stora block.

Anläggningen var nedgrävd i varplagret.

*Foto: 87 – 101, 109 – 119, 121 + G:28-31*

### **Ho108 Vattenränna**

Ränna med fyrkantigt tvärsnitt, ca 11,1 m l (NV-SO), ca 0,57 m br och 0,38 m h, bestående av botten och sidor. Den var konstruerad av sågade plankor, ca 0,13 x 2,48 x 0,025 m st, vilka lagts, resp. ställts fyra och fyra intill varandra och sammanfogats med tvärslåar med ca 1,1 m mellanrum. Tvärslåarna hade samma dimension som plankorna i rännans botten och sidor och var fäst med spik. Rännan ledde från Odelmarksgruvans SÖ utlöpare mot maskinhusgrund Ho20, men hade dock grävts av när maskinhusgrunden anlades. I N delen var den täckt av någon decimeter sand och sten samt beväxt med ljung. I S, mot stängslet, täcktes den av ett ca 0,4 m svartbrunt sten- och varpblandat skikt och med sandfyllning närmast rännan. Rännan är yngre än fundamentet med träplattform Ho138 och äldre än maskinhuset Ho1020.

*Foto: 152, 155, 231 – 251*

### **Ho109 Ugn**

Sannolikt samhörande med Ho129.

Rester av ugn i smältverk Ho29. I den N sidan av förundersökningens schakt Ho24 syntes eldpåverkat berg och Ö därom fanns raserade ugnsväggsstenar med vitt murbruk, kopparutfällningar, slagg och pimpstensliknande tegel. En grundsten hade borrhål med ca 3,1 cm i diameter. Området med påverkat berg och ugnrester var 3,5 m brett.

*Ingår i: Ho29*

### **Ho110 Rost**

I förundersökningens schakt Ho24:s södra schaktvägg syntes ett 4 m l eldpåverkat lager bestående av sand, grus och malm, troligen resterna av en rost. Lagret var skiktat och bestod av ett övre 0,4 m tj rödbränt lager, därunder fanns ett 0,1–0,15 m tj gråblått sandlager, sedan ett 0,05 m tj rött sandigt slaggkrosslager. Detta låg på berget. I västra delen hade utslagen slagg stelnat på berghällen, inom en 0,4 m br yta. De rödbrända lagrens östra kant slutade tvärt mot starkt sönderbrända stenar, murbruk och kopparutfällningar. På schaktets motsatta sida låg fyra grundstenar i ett sandlager 0,1 m under markytan. De hör förmodligen ihop med rosten.

*Ingår i: Ho29*

### **Ho111 Svavellager**

På berghällen direkt under slagglagret låg ett tunt svavelhaltigt finkornigt pulveraktigt lager 0,1-0,15 m tj. Det bestod av svavelhaltig vittrad sten, sand och svavel. Det gula lagret kunde följas 9 m åt Ö och hör förmodligen ihop med rosten Ho110. Det låg på ett varp med större kantig varpsten 0,15–0,4 m st, vanligen 0,2-0,3 m, sulfidmalm och sand.

*Ingår i: Ho29*

### **Ho112 Väg**

## Alla anläggningar från Ho113 och framåt påträffades vid den särskilda arkeologiska undersökningen 2010:

### Ho113 Skärpning

Oval försänkning i berget, 2,5 x 2,0 m i NV-SO riktning och 0,5 m dj, med skålformad botten. Den var djupast i SÖ delen. Försänkningen har skapats genom tillmakning, vilket syns i att berget släppt i runda flata skivor. I gropens sidor och i synnerhet i SÖ syns fyra trappstegsformade hak och på N sidan är berget tydligt värmepåverkat. Skärpningen var fylld med varpsten och sotig jord. Berget intill skärpningen är täckt av ett ca decimetertjockt varplager.

Foto: 13-18

### Ho114 Rostlämning

Närmast rund, 1,25 m i diam och 0,02-0,14 m dj, bestående av bränt, heterogent material, gult-brunrött-orange med kornstorlek från sand till småsten. I N kanten låg kol. Anläggningen låg på ett tunt men kompakt lager, bestående av humus, lite lerig med träpinnar och näver, vilket antagligen är en trampad marknivå. Anläggningen kan vara en rest av en rost, men i sådana fall liten sådan, utan struktur. Därför tolkas den till rostat material som man på platsen gått igenom. Anläggningen överlagrades av slagglager Ho35 och överlagrade den tunna marknivån, vilken i sin tur överlagrade ett 0,1-0,2 m tj lager med småskivig varpsten av sulfidmalmstyp. Därunder grövre varp.

Foto: 40-42

Prov:

<sup>14</sup>C

- 114:1(Ua-41296), 345±30, 1500-tal

### Ho115 Rostlämning

Rund, 0,8 m i diam och 0,2 m dj, bestående av bränt, heterogent material, med rostade rödlila stenar, grus, starkt magnetiskt svavelhaltigt material samt grön kopparutfällning på sönderbrända stenar. Endast lite kol. Ytterst kantades anläggningen av rödlila sand, grus och sten. Anläggningen kan vara en rest av en rost, men i sådana fall liten sådan, utan struktur. Därför tolkas den till rostat material som man på platsen gått igenom. Anläggningen låg i arbetsyta Ho117, under ett 0,6-0,7 m tj varplager och på varp av sulfidmalmstyp. Sannolikt finns ett funktionellt samband med Ho117.

Foto: 43-45, 47, 49-50, 52-53

### Ho116 Vattenränna

Huggen skåra i berget, lätt slingrande i NÖ-SV riktning, ca 9,8 m l, 0,8-1,0 m br och ned till 0,7 m dj. Sidorna är spruckna och närmast lodräta. Rännan är djupast i NÖ och grundar upp mot SV. Från rännans NÖ ände löper utmed med båda kanternas insidor längsgående trästockar på en sträcka av 3 m. Stockarnas begränsning mot V ligger 0,3 m SV om rännans pasströskel på nivån 89,06 m.ö.h. En tänkt förlängning av rännan mot NÖ passerar ca 2 m NV om ett av Tyskgruvans schakt, Ho27. En ränna med fyrkantigt tvärsnitt, ca 11,1 m lång och ca 0,57 m bred, konstruerad av plankor, ca 0,13 x 2,48 x 0,025 m stora, vilka lagts fyra och fyra intill varandra och sammanfogade med tvärsår.

Profil: 2

Foto: 54-57, 71-78, 482

Prov:

<sup>14</sup>C

- P2; 116:2 (Ua-41297), 370±34, 1400-1500-tal

### Ho117 Arbetsyta

Plan, ca 4 x 3 m stort (NO-SV) och några cm tj lager, bestående av träflis, sand, humus, sot och kol. Lagret skiljer sig markant från omgivande varplager. I lagret låg äldre fönsterglas. Lagret låg direkt på och söder om ett golv Ho119 och ska sannolikt sättas i samband med det, varför arbetsytan bedöms som ett avsatt kulturlager. I lagrets SV hörn låg rostlämningen Ho115 direkt på arbetsytan och sannolikt finns ett funktionellt samband.

Foto: 43-44, 49-50, 52-53

Fynd: F17 Planglas

### Ho 118 Värmepåverkad yta

En skreva i berget, ca 1 x 2 m stor, var värmepåverkad. Västra sidan var röd och guldfärgad, sprucken och berget delvis vittrat/sandigt. Det skulle kunna vara spår av tillmakning, eller att det stått någon form av ugn ovanpå.

Foto: 172

**Ho119 Golv**

Rektangulärt, ca 3 x 2 m stort (NO-SV), med spår efter nio plankor, ca 0,25 m br, bäst bevarade i NV hörnet. Det ovanpåliggande kulturlagret, arbetsytan Ho117, ska sannolikt sättas i samband med golvet och troligen har det ett funktionellt samband med rostlämningen Ho115.

Golvet låg direkt på ett tunt lager med malmsylta och därunder varp, 0,6-0,9 m tj, i NV direkt på berget.

*Foto: 47-48, 50-53*

**Ho120 Vattenränna**

Rännformad nedgrävning, 9,5 m l (NNV-SSO), 0,3-0,7 m br och 0,3-0,4 m dj. I SÖ delen låg flera parallella trästycken i rännans riktning. Trästyckena kan vara rester av plankor eller slanor och har en diameter mellan 0,05-0,20 m, med de grövre i mitten. Trävirket omgavs av ett rosarött lager bestående av siltig sand, vilket låg överst i en rännformad nedgrävning. I NV delen syntes fragmentariska trärester i rännans sträckning samt lite näver. Nedgrävningen var grävd genom sandig-grusig varp och malmsylt ned till berget och var fylld med grusig sand och malmsylt. I botten fanns en tunn kollins i NV delen av profilen. Rännans NÖ del gick genom en skreva i berget med lutning mot SV, dvs. ner mot ett av Tyskgruvans schakt Ho28. Det innebär att det här har krävts en uppbyggd träränna för att leda vattnet i SSO riktning. Möjligen hör rännan ihop med rännan Ho116 för att leda bort vatten från ovanliggande bergsskreva och har i sådana fall varit ihopkopplade genom en träkonstruktion. Rännan låg under varp och slagglager Ho35 i SO och under grund och bärlager till smältverket Ho29.

*Profil: 1*

*Foto: 61-62 + G: 65, 68*

*Prov:*

*Dendro*

*- 120:1 P1, 1580 ± 20*

**Ho121 Kollager**

5 x 3 m stort (NV-SO) och 0,15 m dj, bestående av kol och sot. Lagret låg på berget och under Ho122 och 123. Sannolikt ska kollagret sättas i samband med Ho29.

*Foto: 63*

**Ho122 Ugn**

Samhörande med Ho123.

Rund, 2 m i diam och 0,15 m dj. Botten var plan och bestod av hårdbränt och sintrat material av grusig, skarpkantat järnskrot. I SV delen var anläggningen fylld med vanligt murtegel, ugnsfast, gulvitt murtegel samt taktegel. Anläggningen har tolkats som en ugnsbotten. Ho122 överlagrade kollagret Ho121 och anslöt direkt mot Ho123 i SÖ. Sannolikt samtida med Ho29.

*Foto: 63-64, 69-70*

*Prov: slagg 122:1*

**Ho123 Depå med järnskrot**

Samhörande med Ho 122.

Oregelbunden i form av två rundlar eller som en fylld åtta, 4 x 2 m st (NV-SO) och 0,06 m dj. Varpen består av vasst skarpkantat järnskrot med kulor, spiraler, tenar, ett beslag m.m. Den NV rundeln ansluter direkt till Ho122 och har en hård förslaggad yta i botten. Varpen överlagrar delvis HO121. Sannolikt samtida med Ho29.

*Foto: 63, 65, 68*

*Prov: järnskrot 123:1*

**Ho 124 Grundrest**

Området med brunsvart grusig slagg var ca 2,5 x 4,5 m st Lagret var ca 0,03 m tj, slaggbitarna oftast under centimetern. I lagret låg tre plankor, två stack ut i schaktet och var avkapade. De två längre plankorna låg i NO-SV riktning och den kortaste i SO-NV. Den östra var 0,8 x 0,24 x 0,06 m, den västra 1,4 x 0,2 x 0,05 m och den mellersta 2,0 x 0,2 x 0,07 m. Centralt, i vinkeln mellan plankorna, fanns bränt material på ett ca 0,6 m i diam stort område. Vid bortschaktning syntes den i profilen som en grop, ca 0,6 m br och 0,25 m dj med röd slagg och rödgrått lerigt grus. Varpsten låg därunder. Av de historiska kartorna att döma kan platån ha anlagts under 1800-talet, troligen under den sista brytningsperioden från 1870-90-tal. År 1875 uppfördes ett nytt gruvspel och konstbyggnad på platån. De skulle befordra Svenskgruvan. Ho124 låg på platån Ho23 och bör vara rest av konstbyggnaden. Ho107 kan vara rest av samma konstbyggnad.

*Foto: 81-83*

*Fynd: F26-28*

*Ref: Elfström s 232; 1887 års karta.*

## Ho125 Rost = Ho101:8

### Ho126 Kolhus

Ett större sammanhängande kollager mellan Odelmarksgruvan och vägen, närmast triangulärt, ca 20 m l (NV-SO) och mer än 10 m br. Begränsas i V av uppresande berghäll. Lagret var förhållandevis plant och innehållösligt mycket lite sten. Dess sammansättning varierade från partier bestående av enbart packade kolfragment, till partier med inslag av fet grå-blå lera. Centralt i lagret framkom ett syll-liknande stenparti i ytan, liggande parallellt med vägen, med stockrester på stenarna. På samma plats framkom även ett stråk med mycket smidesslagg liggande i N-S riktning. Även V därom förekom slagg i lagret. Lagrets tjocklek varierade kraftigt då underlaget utgjordes av sprickrika hållar. Lagret tolkas som en rest av ett kolhus. Överlagrar smedja Ho135. Ligger troligen under hästvandringen Ho130 och fortsätter troligen under vägen. Samtida eller äldre än hästvandringen Ho130, yngre än smedja Ho135.

Foto: 168-170, 202

Prov: kol 126:1

### Ho127 Husgrund

Kan möjligen motsvara Ho22 Fundament.

Rektangulär syllstensgrund, ca 4,8 x 5,6 m st, av rektangulära, flata, och vällagda stenar, ca 0,7 x 0,3-0,4 x 0,25 m st. I de södra hörnen finns en extra sten lagd i vinkeln innanför de andra. I NÖ hörnet fanns en kraftig stenrektangel, ca 2,4 x 2 m st, med en stock vilande längs dess V sida. Troligen ett spisröse, Ho127:2, utanför vilket fragment av en kritpipa påträffades. Inne i konstruktionen fanns spår av en stenslagd yta av flata stenar. Kanske grund efter en gruvstuga. Vilar på, eller delvis i, markhorisonten synlig i profilerna intill.

Foto: 133, 135-137 + G: 69-73, 89-91

Prov:

<sup>14</sup>C

- 127:2 (Ua-41298), 144 ± 32, 1700-1800-tal

Fynd: F23

### Ho129 Ugnsbotten

Motsvarar Ho109 och sannolikt sammanhörande med Ho29.

Avtecknade sig som en avlång, närmast oval, 5,5 x 2,0 m st (NV-SO) bränd färgning. Den låg direkt på berget i mindre kraftigt värmepåverkad försänkning/svacka. Utmed kanterna låg svavelutfällningar och inuti fanns rester av rödbrända, fläckvis sotiga lager. Rosten grävdes i stort sett bort innan den observerades, men är identisk med förundersökningens Ho109. Vid förundersökningen noterades raserade ugnsväggsstenar med vitt murbruk, kopparutfällningar, slagg och pimpstensliknande tegel öster om det värmepåverkade berget. En grundsten hade borrhål med ca 3,1 cm i diameter. Området med påverkat berg och ugnrester var 3,5 m brett. Det tolkas som botten av en ugnsanläggning i smältverk Ho29, dock ej så kraftigt värmepåverkad som Ho29:3:1.

Profil: Förundersökning schakt 24, profil 1 och 2

Foto: 157-159

### Ho 130 Hästvandring

Sandig plan yta, som var ca 11 x 5 m st. Ytan har tidigare varit större, men en del grävdes bort vid förundersökningen. Den hade förmodligen även skadats av efterföljande konstruktioner. Sandlagret var 0,04-0,08 m tj och påfört i omgångar med tanke på färgskiftningarna. Där under fanns ett tunt lager brunt sandigt grus, eventuellt utgörande en tidigare markyta. Under det hade sten medvetet lagts ut för att plana av ytan, främst varpsten men även natursten, speciellt i södra delen, inom en ca 0,1 m st yta. På delar av ytan fanns ett kol- och slagglager (Ho131) mellan det bruna sandiga gruset och varpstenslagret. Ytan begränsades i N delvis av berg i dagen. En del av den sandiga ytan var brunare i färgen. Färgskiftningen syntes i form av en ¼ cirkel, 130:1. Den såg ut som en grund ränna. Formen var inte absolut cirkelformad utan troligen lite kantigt. Den var vanligen 1,5 m br, men smalnade av mot Ö och var där ca 0,6 m br. Det lösa materialet i V kan ev. förklaras av att där växt ett träd. Rännan var 0,1-0,2 m dj och bestod av brunt grusig lerig sand med varpsten 0,01-0,1 m st. Materialet var mjukare och såg omrört ut. Det kan förklaras av att något trampat där, t.ex. en häst. Längs nordöstra kanten av sandytan fanns rester av förankringar för tre stockar. Stock 130:2 var 0,65 m l, troligen med fyrkantigt tvärsnitt, 0,12 x 0,15 m och avbruten i övre änden. Den var fäst med rätvinklig järnsprint i berget. 130:3 var rest av stolpe, ca 0,3 m l och 0,22 m i diam. Stock 130:4 försvann vid schaktning men liknande 130:3. Ho130 låg ovanpå Ho131. Ho130 bör ha sträckt sig ca 5 m längre söder- och västerut, men förstörts vid uppförandet av senare uppfodringsanordningar till Odelmarksgruvan. Vandringen bör enligt 1764 års karta ha varit 12 m i diameter och byggd för uppfodring från Svenskgruvan.

Profil: 3

Prov:

*Dendro**- 130:1, tall - ej daterad**Foto: 147-151, 154, 156, 160, 161, 164-165**Ref: 1764 års karta***Ho131 Kol- och slagglager**

Ett 3 x 7 m st kolrikt område som sträckte sig från berg i dagen i norr söderut mot gruvorna. Lagret har varit bredare och grävdes delvis bort vid förundersökningen. Lagret bestod av kol och smidesslagg och var upp till 0,2 m tj. Slaggen var mer koncentrerad i ett två meter brett stråk i mitten, i SO-NV riktning. I mitten fanns flera slaggsköllor. Kolet tunnade ut åt öster. Ho131 låg under Ho130 och ovanpå skrotsten som fyllts på för att blida en avplanad yta. Ho131 kan vara del av konstruktionen för att åstadkomma den avplanade ytan för hästvandringen Ho130.

*Profil: 3**Foto: 164-167***Ho132 Arbetsyta?**

Oregelbundet lager, ca 10 x 7 m st, och bestod av ca 0,1 m svart, grusig, finkornig ”varp”. Lagret låg isolerat i en svacka intill gruvhål. N om gruvhål. Överlagrar vattenrännan Ho137.

*Foto: -***Ho133 Plattform**

På en 2,3 x 1,8 m (NNO-SSV) stor yta, låg sju stockar, 1,1-2,3 m l och 0,15-0,20 m i diam. Några av stockarna överlagrade andra. Stockarna låg i sandig, gul malmsylt, vilken även fortsatte som ett hårt packat lager med plan yta V om stockarna. Malmsyltlagret syntes i Ö profilen på förundersökningens schakt 21 som ett 2 m långt lager. Anläggningen tolkas som en plattform för uppfodring ur Holländaregruvan Ho7 och har då sannolikt varit täckt av slamjord. En alternativ tolkning är att trästockarna kan ha lagts på kanten för att stabilisera massorna, t.ex. uttjänt timmer från gruvan. Anläggningen låg under tillmakad varp och på större blockformig varp.

*Foto: 197-201**Prov:**Dendro**- 133:1, tall - ej daterad***Ho134 (e.g. Ho104) Vattenränna**

Ersätter tolkning vid FU. Vid förundersökningens profilgrävning längs Holländaregruvans södra kant antogs denna trästock utgöra en del av en uppfodringsanläggning och tilldelades anläggningsnummer Ho104. Vid närmare undersökning visade den sig utgöra resterna av en vattenränna, bevarad i ca 7,2 m l och 0,5 m br. Bestående av en urholkad trädstam vars sidor kollapsat in i rännan, som vid framrensning var sekundärt fylld med varp. Nuvarande djup 0,2-0,3 m men den hade ursprungligen 0,1-0,2 m högre kanter. Rännan låg i och på varp i NÖ-SV riktning in mot Holländaregruvan. Rännans ände slutade mindre än 1,0 m från schaktkanten. Rännan lutade mot SV vilket talar för att den kvarlåg mer eller mindre i ursprungligt läge, men inga tvärgående stöttande balkar påträffades under rännan. Det är oklart om rännan hör samman med timmerbrötet Ho152, men den hade ingen klar relation till detta mer än att dess NÖ ände överlagrade timret tillsammans med varp. Rännan var i övrigt relativt välbevarad.

*Foto: 213-217***Ho 135 Smedjegrund**

Grunden var 6,5 m l och troligen 4 m br (VNV-OSO), det nordöstra hörnet bör ha legat under vägbanken i norr. Det gick inte heller att se någon fortsättning norr om den förmodade hörnstenen Ho135:5. Smedjan låg direkt på berget, som dock inte var helt plant utan där fanns mindre skrevor. Grunden var täkt av ett kolstybbslager som troligen tillhört kolhus Ho126. Under detta fanns i Ö delen rester av en smideshärd, ässjefundamentet Ho135:1, V om denna fanns ett område med glödschal Ho135:2 och under det ett stolphål Ho135:3. Syllen längs NV kortsidan bestod i huvudsak av små kantiga stenar, 0,2 m stora, några upp till 0,5 m. De flesta låg direkt på berget. Längs SV långsidan var syllstensraden inte lika tydlig. I V delen var det mycket nära till berget. Där fanns spår av att en 1,6 m l stock/bräda legat innanför syllen. I mittdelen bestod syllen främst av 0,1 m st stenar. Vid fundamentet för ässjan Ho135:1 var det glest med sten och längs SÖ sidan syntes inga tydliga grundstenar. Begränsningen bör ha gått Ö om fundamentet. Grunden undersöktes till ca 50 %. I SÖ hörnet handgrävdes området kring konstruktionerna. En ca 2 m br yta makingrävdes i NÖ-SV riktning tvärs igenom smedjan. Det betydde att i V lämnades ett ca 2 m br område kvar med en 0,1-0,2 m tj fyllning av främst kolstybb, men med slagglumpar i. Materialet var skiktat och den övre delen tillhörde sannolikt kolhus Ho 126, men var gränsen gått var svårt att säga. Där fanns även lite glödschal och sprutslag. Under kollagren framkom

förslaggade ytor, tolkade som golv, på flera ställen. De områden som sintrat ordentligt blev kvar, andra försvann vid schaktningen. Berget gick också sönder på några ställen och golvet ovanför lossnade i stora kakor. Slaggytan sträckte sig från ässjefundamentet ca 2 m västerut, sen syntes den lite mer fläckvis. Närmast fundamentet hade slaggen inte sintrat och den gick upp mot stenarna. Området NÖ om ässjan var mindre kolrikt, mer sandigt och hårt. Där kan bälgarna ha stått. Det översta kollagret (L1) framför ässjan tillhörde troligen Ho 126. Det beige och steniga lagret under (L2) var troligen ett raseringslager tillkommet då ässjan tagits bort. Ett gråsvart lerigt lager med kol och glödskal (L4) var troligen smedjans golv.

**Smideshård/ässjefundament Ho135:1** var 1,45 x 1,80 m st (NNO-SSV) och byggt av flata stenar upp till 0,6 m stora. Det låg direkt på berget. Fundamentet låg i smedjans SÖ hörn med arbetsytan åt V. Det var U-format och där fanns ett intag på NV sidan, 0,4 m dj och 0,8 m br. De stenar som fanns kvar var i stor utsträckning grundstenar, 0,2-0,25 m h. Mellan stenarna syntes beige lite grusig lera. I leran låg mindre, skivformade, stenar som lagts ovanpå för att jämna ut. Där fanns också svart lerigt grus med kol som kan ha varit ässjefordring. Väster om ässjan framkom **glödskalskoncentrationen Ho135:2**. Det var ett ca 1,5 x 1,7 m st område med hög koncentration av glödskal, avgränsat i ytan med hjälp av magnet. Glödskal i mindre mängder fanns däremot över ett större område. Under glödskalslagret fanns ett slaggolv med ungefär samma utbredning och båda sammanfaller förmodligen med arbetsytan vid härden.

Centralt i arbetsytan fanns **stolphålet Ho135:3**. Det var 0,2 m i diam, 0,36 m dj från slaggolvet räknat. Bottnen låg 90,34 m.ö.h. En bergsskreda hade nyttjats för stolphålet. Det var inte klart om den var naturlig eller medvetet bruten. Det var lätt att göra en fördjupning i det sönderfallande berget. Hålet begränsades med tvärställda stenar på Ö sidan. Slaggolvet var påtagligt tjockare i anslutning till stolphålet och slagg hade också samlats i skrevan bredvid. SV om hålet mot väggen fanns ett kompakt glödskalslager (L9) ca 0,08 m tj. Hålet var fyllt med glödskal. Stolphålet var platsen för stabben som hållit fast städet.

**Grundsten Ho135:4**, låg i smedjans sydöstra hörn.

**Grundsten Ho135:5**, låg i smedjans nordvästra hörn.

Ett schakt grävdes parallellt med och ca 1 m utanför S väggen. I schaktväggen mot smedjan syntes ställvis samma typ av beige lera som i eldpallen 0,05-0,1 m från botten/berget. Ett litet schakt grävdes in mot ässjefundamentet. Där såg lagret ut att ha fungerat som utjämnare eller möjligen ett raseringslager.

Anläggningen låg på berget under Ho 126.

*Profil: 7*

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 135:1 (Ua-41299), 329±30, 1500-tal

- 135:2 (Ua-41300), 449±33, 1400-talets mitt

Foto: 202, 218-220, 259-269, 274-283, 286-289, 476, 487 + Gb: 45-49+ Gc: 7-11

### Ho136 Fundament

Mindre stenfundament ute på bergstungan vid Odelsmarksgruvan. Ett antal flata och stadiga stenar var lagda i avlång rektangulär form vinkelrätt mot tungans långsidor. Det kan ha tjänat som fundament eller mindre syllrad. Möjligen även som stenskonung då två ca 0,13 m br, tillspetsade, stolprester påträffades bland stenarna tillsammans med en stor mängd murkna träflisor och kol. Anläggningen låg ca 0,2-0,3 m ned i varpstenlagret som täckte tungan.

Foto: 205, 206

### Ho137 Vattenränna

Huggen i berget längs med Svenskgruvan Ho21 i riktning mot gruvschakt Ho27 och ränna Ho116.

Rännan var 17 m l (Ö-V) och 0,48-0,50 m br och lutade från Ö mot V. Dock förekom bredare partier där stenen gett vika. I Ö började rännan mitt ute på en häll, där den var grundast huggen, endast 0,1 m dj. Mot V ökade djupet. I mitten av rännans sträckning gick den över en korsande svacka i berget där rännan inte var särskilt djupt huggen för att partivis försvinna helt. Dock kunde rännan följas även här då en nedgrävning förekom i svackans grusfyllning. Rännans djup varierade med bergets trappstegskaraktär. Efter det vaga partiet i mitten var rännan 0,38 m dj och i dess västra ände ca 0,6 m dj och 0,5 m br. Rännan slutade intill Tyskgruvans SÖ schakt Ho27, där den föreföll igenfylld och överlagrades av kallmuren i gruvschaktets Ö-sida.

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 137:2 (Ua-41301), 346±30, 1500-tal

Foto: 180-182

### Ho138 Fundament med träplattform

Stenfundament med mindre träplattform i SV änden av Odelsmarksgruvan. Änden av gruvschaktet var kringbyggd av en U-formad, kallmurad stenrad vilken övergick i ett rektangulärt stenfundament. Stenarna varierade i storlek

från 1,08 x 0,3 x 0,3 m till 0,25 x 0,08 x 0,1 m. Stenarna var lagda så att de bildade en flat ovansida 1,7 x 1,8 m st, kallmuren kring schaktet inte inräknad. Närmast schaktöppningen låg ett större rektangulärt block, 1,0 x 0,6 x 0,35 m st, vilket även ingick i kallmuren. Strax söder om blocket fanns ytterligare en flat, stenlagd, yta vilken var något lägre liggande och ca 1,0 x 2,4 m st. På denna yta vilade rännan Ho108 vars mynning var belägen ca 0,45 m från kanten på stenytan och därmed även schaktkanten. Direkt bakom stenfundamentet återfanns en plan träkonstruktion, 2,2 x 1,3 m br, konstruerad av två fyrkantiga, ca 0,14 x 0,14 m br, stockar som låg parallellt med stenfundamentet. Stockarna hade sex synliga urtag. Den första och fjärde var urtagen från S räknat och hade hål för pluggar och den tredje från S löper inte över hela stocken utan är bara urtagen 0,1 m in och 0,13 m bred. Urtagen med hål var 0,15 m breda, de andra 0,13 m. Stocken närmast stenfundamentet saknade 0,15 m av sin S ände då den var snett avsågad för att ge plats åt Ränna Ho108. På N änden av stockarna vilade två bevarade plankor, ca 1,36 x 0,16 x 0,06 och 1,30 x 0,16 x 0,06 m st. De var rester av en planktäckt yta som täckt de båda stockarna. Den yttersta av plankorna hade ett synligt borrhål, ca 0,023 m diam, med spår av 1-2 urtag på mitten. Anläggningen låg kant i kant med såväl det intilliggande kollagret som sanden från hästvandringen, men det gick inte att avgöra om den var nedgrävd i dessa. N om anläggningen låg dock sandlagret på en något högre nivå. Vid schaktkanten låg anläggningen nära ytan. Den var här täckt av som mest någon decimeter sand och sten samt beväxt med ljung. Några meter åt SV, strax intill stängslet, täcktes den av ett ca 0,4 m svartbrunt sten- och varpblandat skikt. I profilbanken N om träkonstruktionen föreföll både sandlagret från hästvandringen och det underliggande kollagret tunna ut och försvinna in mot anläggningen. De föreföll således inte avgrävda. Är äldre än ränna Ho108 och kan vara nedgrävd genom hästvandringen Ho130.

*Foto:231-251*

### **Ho139 Maskinfundament**

Rektangulär grund, 4,8 x 1,8 m stor (NV-SO), bestående av 11 större granitstenar/block med flatsidan uppåt, 0,50-1,70 x 0,25-1,00 x 0,20-0,60 m st. Blocken bildade en relativt plan ovansida. Mellan blocken låg mindre varpsten, gusig grå-brun-svart malmsylt samt koksbitar. Mitt för grundens NÖ sida låg en granitsten, 0,7 x 0,6 x 0,4 m st, med ett centralt borrhål, 3 cm i diam och 2 cm djupt. I den rektangulära grundens stenar fanns 9 borrhål, 2,5-3,0 cm i diam, varav 3 i den stora tvärställda stenen närmast Bondegruvan Ho5. I fem av borrhålen satt järnbultar, 2,5 m i diam, med gängade ändor. Grunden tolkas som ett fundament för en ångmaskin som betjänat Bondegruvan Ho5 SÖ där om. Grunden låg ytligt under ett varplager och anlagd på en äldre varp med kallrostar. På grundens SV sida ligger kantig sulfidisk varp.

*Foto:270-273, 345*

### **Ho140 Rostlämning**

Rostat material på en avlång yta, ca 8 x 4 m (NV-SO) och 1,5 m dj. Det syntes vid avbaningen som rött-lila-gult rostat material i varpen, vilket kunde följas från 0,5 m under varpytan, ner till berget på 2,0 m dj. På berget avtecknade sig en avlång rödfärgning med ovan angivna mått. Ingen tydlig struktur som sammanhängande lager eller rostmur kunde upptäckas. Rosten verkar starkt omgrävd och skadad, dels av Ho139, dels skuren av SÖ änden av Holländaregruvan Ho7.

### **Ho141-142 Kallrost**

Avlång, möjligen 8 m l (N-S) och 3 m br, 0,2 m under markytan. Mycket oklar i ytan. Kan ha haft riktningen VNV-OSO. Låg i varp med rostmur av varpsten. Föreföll vara den östra kanten av en stor rost där Ho142 utgjorde den V. I profil (närmast NV-SÖ) framträdde stor ”balja” med rostmaterial i kanterna. Tidigare tolkad och inmätt som två rostar (Ho141 och 142) och med grå varpfyllning i mellan. Minst fyra rosthorisonten var synliga i profilen. I botten ett mörkrött rostlager vilket sträckte sig utmed hela baljans längd. I centrum var lagerdjupet ca 0,75 m. Östsidan hade en mycket kraftig mur av större varpblock, möjligen hela 1,4 m br. Denna bakvägg var invändigt 4-4,5 m br. Västsidan föreföll lika bred men i huvudsak konstruerad av större ”natur”-block. I botten av anläggningen fanns en svart kol-horisont, vilken återfanns under alla Ho141-151 rostar och var troligen spår av den ursprungliga, möjligen svedda, markytan. Fyllingen bestod av grå, ganska fint skivad, mindre varp blandad med kol och finare material. Materialet blev något grövre mot botten.

*Profil: 15*

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 141:4 (Ua-41302), 388 ± 30, 1400-1500-tal

*Foto: 325-341, 412-413, 415, 452, 454-457, 569-576*

### **Ho142 Kallrost**

Ingår som västkant i en stor rost där Ho141 utgör östkanten.

Se vidare Ho141.

### Ho143 Kallrost

Rostlämning liggande i N-S riktning. Västra delen bättre bevarad än den östra. Ca 2 m kvar, då den var skuren av Holländaregruvan i S. 3 m br med rundad bakvägg i N. Tangerade Ho142:s rostmur i SO. Anlagd på påfört moränmaterial. Profilen skar anläggningen i den S änden. I profilen var främst den V sidan bevarad tillsammans med rester av den stenkädda botten. Stenarna i kanten och botten är ljusrosa och mycket kraftigt eldpåverkade. I botten av anläggningen framkom ett kompakt mörkt rostbrunt lager, utblandat med endast spridda mindre stenar, 0,03-0,1 m i diam. Lagret föreföll ligga under anläggningens rostlager och var möjligen spår av tidigare äldre rostning eller spår av en äldre rost. Rosten låg ca 2,0-2,5 m Ö om rost Ho144, med påförd morän i mellan. I Ö var anläggningen sämre bevarad varför relationen till rost Ho142 är mer svårbedömd. Det ca 2 m br området är mycket blockrikt (stenar ca 0,3-0,7 m Ø), så det var inte omöjligt att de delat rostmur eller att 143:an delvis förstörts i samband med konstruktionen av 141-142. Troligen samtida med Ho144.

*Profil: 13*

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 143:1 (Ua-41303), 307 ± 30, 1500-tal

*Foto: 338, 383-390, 415, 416, 519-524,*

### Ho 144 Kallrost

Avlång i N-S riktning, ca 2 m synlig i schaktet och ca 3 m br, fortsatte in under vägen. Möjligen något skuren av Holländaregruvan i söder. Profilen skar anläggningen i dess S ända. Dess Ö kant avgränsades av större, flata och kantställda naturstenar, upp till 0,8 m stora, och påförd morän. Den V sidan utnyttjade resterna av den genomgrävda Ho146 och rostmuren bestod av rosafärgade, knytnävstora varpstenar. Liksom Ho141-151 vilade anläggningen delvis på ett påfört moränlager med en tydlig svedningshorisont. Materialet i rosten är rejält rostpåverkat, plommonlila upp till knytnävstora varpbitar blandat med större ihopsintrade materialklumpar. Rostväggar av natursten och varp. Samtida med Ho143. Sannolikt yngre än Ho146. Överlagrade ränna Ho145.

*Profil: 13*

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 144:1 (Ua-41304), 322 ± 30, 1500-tal

*Foto: 389-395, 417, 519*

### Ho145 Vattenränna, täckt

Ränna, ca 14 m lång, 0,8-0,9 m djup och ca 0,75 - 1,2 m bred. Rännan mynnade ut strax intill gruvschaktet till Holländaregruvan Ho7. Ca 1,5-2,0 m in från kanten svänger rännan från en NNV-SSÖ riktning till en mer västlig och löpte längs med vägen under vilken den tillslut försvinner. Anläggningen var vidare kantad med större stenar och med ca 3 m mellanrum förekom stora block på var sin sida av rännan och delvis instickande i den. Mittan av rännan föreföll ha dess högsta bottenmått, för att därifrån slutta brant ned mot gruvschaktet men även med en mindre lutning slutta norrut åt andra hållet. Rännan har varit täckt av ett "tak", konstruerat genom att ca 1,1-1,4 m långa, kluvna stockar och mindre stockar lagts från långsida till långsida över rännan och på dessa, parallellt med rännan, har sedan lagts allehanda virke, som slånor, mindre stockar, kluvna större stockar och grövre plankor. De större stenarna som kantade rännan hade använts som stöd för träkonstruktionen. Rester av denna konstruktion påträffades i hela rännan i såväl botten under fyllningen, som på ena eller andra sidan eller vilande upp mot stenarna. Allt efter hur de underliggande tvär-stockarna knäckts och fallit ned. Rännan hade olika fyllningar. De tre meterna närmast gruvschaktet var fyllda av större natursten, ca 0,4-0,5 m i diam st. Mellan stenarna fanns en fyllning av brunsvart grusig sand bemängd med tunna små stenskivor, ca 0,05 m stora. Övre delen av rännan var fylld med något grövre varp vilken kan vara rester av Rost Ho146. De NV delarna av rännan var inte homogent fyllda av stora stenar, utan av stenar i varierande storlek, dock med luft emellan. På vissa platser tycks flera lager förekomma. I botten av rännan förekom ett ca 0,1-0,2 m tj lager av rejält dyblandad sand och grus, med inslag av småsten. Under detta fanns ett tunnare lager brun grusig sand av sedimentär karaktär vilket vilade direkt på berget. Dessa två lager antyder att vatten förekommit i rännan. Rännan är yngre än rost Ho146.

*Profil: 13*

*Prov:*

*Dendro*

- 145:1 P13, stock, tall - ej daterad

- 145:2 P13, stock, tall - ej daterad

- 145:3 P13, stock, tall, 1626/1627

- 145:4 P13, stock, tall - ej daterad

*Foto: 525-528, 536-554 + Gc: 36*

*Fynd: F19*

**Ho146 Kallrost**

Ca 2 m lång, 0,4-0,5 m br del synlig, fortsätter under vägen. Låg 0,2 m under markytan. Endast V kanten av rosten är bevarad. I N gick en tydlig rostmur i båge, från SO-NNO, bestående av upp till 0,3 m stora skärvida varpstenar. Liksom Ho141-151 vilar anläggningen på ett påfört moränlager under vilket en sothorison är synlig, troligen den ursprungliga markytan. I fyllningen var minst två rosthorisoner synliga, skilda av ett tydligt lager grå-bruna fint skivade småbitar varp med inslag av kol. Anläggningen avgränsades i V av bevarade delar av rostmuren bestående av rejäla bitar varp, upp till 0,5 m stora, av gul och lila kulör. Ingen jord mellan stenarna. Rostmuren vilade delvis på rejäla moränblock i S. Möjligen utgjorde dessa rester av nacken. De utgjorde även till viss del de översta bitarna av rännan Ho145:s kantning. Anläggningen vilar även ovanpå den storstens- och varpbemängda fyllningen i rännan. Avgrävd av Ho144 i Ö, troligen även något avgrävd av Holländaregruvan Ho7 i S. Ho144 är nedgrävd genom Ho146, liksom rännan Ho145.

*Profil: 13*

*Foto: 519-524, 527, 528*

**Ho147 Ränna**

Dike eller ränna i närmast N-S riktning. Ca 5,4 m l, ca 1,2 m br och som mest ca 1,2 m dj. Något krökt med ändarna åt V. Rännan sträcker sig från under vägbanken till kanten av Holländaregruvan Ho7. Rännan var nedgrävd i morän och ca 4 m av den även nedhuggen i berget. Partiet vilket var nedhugget i berget var närmast trappstegsformat och djupast i S invid gruvschaktkanten, varefter den blev grundare ju mer den steg mot N. I N var den ca 0,2 m dj och ca 0,9 m br. I S var den 0,55 m dj och avsmalnande mot botten med måtten ca 0,8 m br i toppen och 0,5 m i botten. Där rännan löpte ut i gruvschaktet fanns ca 0,18 m in från kanten en närmast rektangulär, 0,48 x 0,3 x 0,22 m st, försänkning nedhuggen i rännan. Försänkningen var något avsmalnad i mitten. Strax Ö om rännan, intill schaktkanten, fanns vidare ett rejält järn nedsatt i berget. Rännan var fylld med mörkbrunt siltigt morängrus uppblandat med större stenar, kolbitar, varp och ett mindre inslag av slagg. I änden på rännan, intill gruvkanten, påträffades rester av en plant liggande plankbit, ca 0,38 x 0,18 x 0,014 m stor, med avsågade hörn i den enda välbevarade delen. Rännan fortsätter in under vägbanken. Rännans funktion är oklar. Den är yngre än övriga vattenrännor.

*Foto: 337, 338, 370-375, 377-380, 396*

**Ho148 Rostbotten**

Ett 3 m långt, 2,5 m brett och 0,02 m tj lager med rödbränt och grått grus utgjorde förmodligen botten av en rost. Ovanpå det var ett 0,15 m tj varplager med delvis rostade material. I ytan låg det trådspikar.

*Profil: 8*

*Foto: 286-289*

**Ho149 Kallrost**

Delar av rost och rostmur fanns bevarade. Rostens yttermått var 3,5 x 10 m (NV-SO) och den var ca 2 m br inuti, men smalnade av mot Ö. Muren var lite slarvigt lagd. Den var ca 1 m br och 0,6 m h. Den bestod av kantiga stenar, magnetitblock, ofta 0,2-0,3 x 0,1-0,2 m stora, men även upp till 0,5 m. I den S muren stack ved ut på flera ställen. Rostens botten bestod av mindre skärvor som bildade en avplanad yta, mellan dem kol och grus med rödaktig skiftning. Stenarna hade ofta lite glansig yta och var värmepåverkade. En del mindre trästickor syntes, troligen vedrester. Den N muren var ca 0,6 m h och den S var 0,3-0,4 m, möjligen kan den ha skadats något vid schaktningen. Då rostmuren smalnade av åt Ö steg botten uppåt. Det saknades stenar i SÖ änden, det kan bero på att varpet var stört, och inga stenar syntes där vid schaktningen. Längs SV väggen, 2 m från öppningen i NV, fanns en rest av en käpp/stock, ca 0,5 m l och 0,15 x 0,17 m i diam, snett avtagen i botten. Den har förmodligen använts för att reglera draget vid rostningen. 2,5 m längre österut fanns kolat krokigt trä ca 0,1 m i diam. Även det kan ha använts för att reglera draget. Rosten uppmärksammades först i det gamla förundersökningsschaktet. Rosten hade då inte hade några tydliga lager eller någon baljform men en rostmur var synlig. När den hade grävts ut i plan visade det sig att den var mycket snett skuren av förundersökningens schakt. Rosten verkade vara fylld i två omgångar där det övre lagret bestod av lite gulaktig sulfidmalm, troligen inte direkt rostad och det undre lagret bestod av sten i brunt grus och innehöll mer kol, rostverk, vedrester och träbitar. Rostmuren bör ursprungligen ha varit högre, men vid något tillfälle har varpet jämnats av och bara 0,6 m av muren hade blivit kvar. Under rosten fanns mest grått grusigt material med rostverk i och kol naturligtvis. Iakttagelsen att varpet i V bestod av mycket oljiga malmbitar, skivor, ibland lite större, 0,2 m st, vilka var en del av rostfyllningen.

Rosten låg under Ho148

*Profil: 8*

*Prov:*

*Dendro*

*- 149:1 P8, asp - ej daterad*

- 149:2 P8, tall - ej daterad

Foto: 286-289, 399-405+ Gb: 122-138

### Ho150 Kista till pump

Rektangulär, 2,50 x 1,25 m st (NNO-SSV) och 0,6 m h. Kistan låg i fin, yngre varp, strax ovanpå berg, 0,3-0,5 m under markytan. Träbotten bestod av 8 grovt spontade plank, 2,50 x 0,15 x 0,055-0,060 m st, varav en var bredare, 0,2 m br. I N änden vilade träbotten på en tvärgående syll, bestående av en likadan plank som i botten. Lådans sidor bestod av liggande spontade plank av samma dimension som i botten och i syllen. Gavelplankorna var infällda i långsidorna och i botten genom skårer. Skarven mellan botten och sidor var tätade med en list, 0,03 m br och 0,02 m tj, vilken på undersidan var bestruken med beck. Den var lagad /förstärkt med ytterligare en list. Ihopsättning av botten och sidor var förstärkt genom 10 gängade bultar med sexkantsmuttrar och kvadratiska brickor som gick genom botten och sidorna, två i respektive gavel och tre i respektive långsida. Lådans höjd uppgick till två plankbredder, dvs. 0,3 m, men av bultarnas längd att döma har det sannolikt varit ytterligare två plankor i sidorna. Om så är fallet har kistan ursprungligen haft ett innermått på 2,26 x 1,05 x 0,60-0,65 m. Den kan även ha haft ett lock fastsatt i bultarna. På kistans botten låg ett tunt slamlager med lilafärgad lera, främst mot kanterna. Mot kistbotten, i varpfillningen, påträffades tre järnrörstumpar, med en ytterdiam om ca 0,04 m och en innerdiam om ca 0,025 m, del av en sko med en sula av järnplåt och trä och med läderskodd tån, samt brunt buteljglas. Kistan låg i riktning mot och 2,2 m N om Bondegruvan Ho5. Med tanke på den välbyggda och täta konstruktionen tolkas kistan som del, en s.k. sump, i en pumpanläggning för vattenuppfodring ur gruvan från andra hälften av 1800-talet, kanske driven av ångmaskin Ho139.

Foto: 406-411

### Ho151 Kallrost

2,2 m bred och endast 1,5 m bevarad längd, då den skurits av Holländargruvan Ho7. Endast den bakre rostmuren bevarad, vilken var rundad och bestod av natur- och varpsten, 0,2-0,5 m st. Fyllningen bestod av rödbränd sten av sulfidmalmskaraktär. Möjligen tangerar rosten Ho146 i Ö.

Foto: 419-420

### Ho152 Timmerbröte

Yta med timmer, inom ett 8 x 8 m stort område m stort område framkom en mängd timmerstockar vid schaktning i varpen. Timret låg inom en begränsad yta och bestod av både bearbetade stockar från konstruktioner och obearbetade stockar med kvistar och bark (1 av björk) kvar, mer liknande grov ved. Stockarna var från 1-3 m l och 0,1-0,4 m i diam. Stockarna låg i alla riktningar utan synbar konstruktion, men en del verkade ligga staplade bredvid eller ovanpå varandra. Vissa låg även nedrasade i skarp vinkel uppåt/nedåt. Oklart om det rör sig om en trasig raserad konstruktion på plats eller ett upplag för delvis kasserat virke, t.ex. från förtimringar, stämp eller brokonstruktioner. Över, under och mellan timret fanns varp. 4 av stockarna, varav minst 2 bearbetade, gick in under rostarna i rostbacken Ho105:s västra kant. Där låg de vinklade från timmerbrötet in mot rostarnas botten i NNV-SSÖ riktning (se profil 9) och i SV-NÖ riktning. Timret låg också under rännen Ho134.

Prov:

*Dendro*

- 152:1 P9, tall, 1610 ± 20

- 152:2 P9, tall, 1626 ± 5

- 152:3, tall, 1619 ± 15

- 152:4, tall, 1624 ± 5

Foto: 429-152

### Ho153 Rost

Kallrost, rest av, >4 m l och >2,0-2,5 m br. Framkom vid schaktning i varpen SV om Holländaregruvans mittdel. Rostresten syntes i plan som ett lager av rött rostgods med stråk av svavelutfällningar. I lagrets V kant grävdes en profil med maskin. Där syntes ett 0,1 m tj kollager i en skålform i NV, vilket planade ut och försvann mot S. Detta syntes 0,3-0,5 m under rostlagrets yta. I NV var lagret kompakt och bestod närmast av en "kaka" av ihoptryckt kol, bark, näver, träflis och vedbitar, en del eldpåverkat och en del inte. Liknande skiljelager, om än tunnare, finns i rostarna längre mot NÖ. Lagret sluttar mot S-SÖ där det övergår i ett icke kompakt lager. Rosten grävdes skiktvis med maskin ned till detta lager och en profil grävdes också genom rostens mitt i NV-SÖ riktning (se profil 11). I rosten fanns varvat material av rött rostgods och varp med svavelutfällningar. På kollagret fanns även lager med oljiga malmstycken varvat med kol och trä. Rosten låg mot ett bergsparti som höjer sig något i SÖ-NV riktning och som på så sätt skapat en naturlig kant i rostens SÖ sida. På berget fanns här flera större stenar vilka bildande en låg rostmur i NV-SÖ riktning. På den norra sidan av denna lilla bergsförhöjning ligger rostområdet Ho105 m fl., där man också nyttjat berget som en naturlig bak kant eller

nacke på rostarna. I den aktuella rosten utgjorde det kompakta kol-/trälagret rostens nacke. Rostens V sida och SÖ del var avgrävda, liksom dess ursprungliga övre del, förmodligen under någon av gruvbrytningsperioderna. Rosten var sedan täckt med yngre varp.

*Profil: 11*

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 153:1 (Ua-41305), 336 ± 32, 1500-tal

*Foto: 436-441 + Gc: 22-26, 34*

### **Ho154 Rost**

Avlång yta, 5,0 x 2,0-2,4 m st (N-S) och ca 0,5 m dj. Fyllningen bestod av rostat material liknande rostarna Ho141-144, 146 och 151. Mot rostbotten låg ett kollager och därunder gul-grön moränsand, vilket tolkades som en äldre marknivå. Rostbåset är ingrävt i morän, med natursten som rostväggar. Rosten låg kant i kant med, och delvis under, rost 1 i Ho105 (Ho105:1,2 o 4) och hade grävts av vid utvidgningen av gruvan Ho7 i NÖ. Den var täckt av ett ca 0,2 m tjockt moränlager. Rosten bedöms som en av de äldsta kall rostarna på denna rostbacke.

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 154:1 (Ua-41306), 310 ± 30, 1500-tal

*Foto: 508-509*

### **Ho155 Rost**

Kallrost, rest av, oregelbunden yta, ca 2,0 x 1,5 m st (NNO-SSV), bestående av rostat, finkornigt, röd-lila sandigt-grusigt material, 0,02-0,10 m dj. Rostbåset var ingrävt i morän och en möjlig rostvägg fanns i NV, 0,4 m h. Rosten var avgrävd av Ho7 i NÖ och låg kant i kant med Ho105:3-4. Mellan Ho155 och 154 var morän. Rosten täcktes av ett ca 0,2 m tj påfört moränlager.

*Foto: 510-511*

### **Ho156 Rost**

Kallrost, avlång, 5,5 x 3,0 m synlig (NO-SV), men har sannolikt varit större då den verkade avgrävd genom gruvbrytning Ho7 i NO. I kanterna låg svavelbemängd, skivig varp samt större natursten. Invändigt fylld med rostgods och varpsten, bestående av röd-lila sand samt sten med kopparutfällningar. Tvärschakt grävdes igenom rosten (VNV-OSO). Rosten låg på morän, i SV direkt på berget. Den kan vara äldre än den Ö rosten i Ho105.

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 154:1 (Ua-41307), 244 ± 30, 1600-tal

*Foto: 512-516, 532-535*

### **Ho157 Fundament**

Halvcirkelformat fundament, byggt upp mot kant i berget. Ca 3 x 1,5 m st, konstruerat av större stenar, ca 0,3 - 0,5 m i diam, staplade i halvcirkel kring större block ställda i vinkel mot bergskanten. Inre fyllning av moränsten av varierande storlek blandat med kantig sten och varprester. Överlagrades av hästvandringen Ho130.

*Foto: 252-255, 257, 258.*

### **Ho158 Vattenänna**

Huggen i berget från dagbrott Ho160 i slutningen mot SV. Rännan var 8,4 m l (VSV-ONO), 0,9-1,2 m br och ned till 0,2 m dj. Både sidor och botten var relativt ojämnt huggna och fyllda med varp. Den fortsatte in i en profilbank i SV och kunde inte iaktas V om banken. Rännan verkar ha avvattnat dagbrottet i NO.

*Foto: 565-567*

### **Ho159 Dagbrott**

Brutet utmed mineralstråk i granitberg. Den synliga delen var 8 m l (VNV-OSO) och 1,6-2,2 m br samt 0,1-0,4 m dj. SÖ änden fortsatte in mot Tyskgruvans ena schakt, Ho42. Bergets kanter var tvära och berget hade släppt i stora skivor, dessutom sprucket. Det var svårt att upptäcka några brytspår. Mot brottets botten fanns flera sedimenterade, slammiga lager, som i Ho160 och 163. med sand samt humus. I ett brungrått-gråsvart-brunt och varvigt lager (se profil 16-17) låg små bitar magnetit inblandat. Bottnen bestod av fast berg, med ställvis gul-bruna vittrat material. Dagbrottet var överlagrat med varp och malmsylta.

*Foto: 596-597*

### **Ho160 Dagbrott**

Brutet utmed mineralstråk i granitberg, 14-15 m l (VNV-OSO) och 1,0-2,7 m br samt 0,1-0,9 m dj. Bergets kanter var tvära och spruckna, vilket gjorde det svårt att upptäcka några brytspår. Mot brottets botten fanns flera sedimenterade, slammiga och humösa lager, 0,1-0,3 m dj som i Ho159 och 163. Under sedimentlagren låg helt vittrat berg i form av gul-röd-brunt, ihopbrunnet sand-grus-stenlager som var heterogent, flammigt och hade magnetitskikt samt en del sten. Ställvis stack ovittrat berg upp. Under den arkeologiska förundersökningen togs ett <sup>14</sup>C-prov i V delen, vilket daterades till 1300-1400-tal. Brottet ansluter till Tyskgruvans ena schakt Ho28.

*Profil: 16-17*

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 160:4 (Ua-41308), 350 ± 33, 1500-tal

- 160:1 (Ua-41309), 308 ± 30, 1500- tidigt 1600-tal

- FU (Ua-38589), 517 ± 34, 1400-1440

*Foto: 577-588, 594-595*

### **Ho161 Dagbrott**

Brutet utmed mineralstråk i granitberg, 13 m l (VNV-OSO) och 1,3-2,0 m br samt 0,2-1,0 m dj. Bergets kanter var tvära och spruckna, vilket gjorde det svårt att upptäcka några brytspår. Mot brottets botten fanns flera sedimenterade, slammiga och humösa lager. Se beskrivning av Ho160. Brottet låg under varp, malmsylta, arbetsyta Ho117 och golv Ho119. Ansluter till Tyskgruvans schakt Ho27 och 28.

*Foto: 605-607*

### **Ho162 Dagbrott**

Brutet utmed mineralstråk i granitberg, 11 m l (VNV-OSO) och 1,3-3,0 m br samt 0,2-0,6 m dj. Se beskrivning av Ho160. Det vittrade, lösa berget i brottets botten är mer än meterdjupt. Brottet låg under varp, kallmur Ho26 och rostar Ho101. Ansluter till Tyskgruvans schakt Ho27 och Svenskgruvan Ho21.

*Foto: -*

### **Ho163 Dagbrott**

Brutet i mineralstråk, ca 4 m l (NV-SO) och 1,8-2,5 m br samt 0,1-0,7 m dj. Bergets kanter var tvära i SV och flacka i NO. I brottet låg större block. I brottet låg sedimenterat material med malmsylta och humus. Övre delen var grå-vit, undre brunaktig. Under detta lager fanns vittrat berg i NV och fast, sprucket berg SÖ därom. Brottet överlagrades av varp och rostar Ho101.

*Prov:*

<sup>14</sup>C

- 163:1 (Ua-41310), 312 ± 30, 1500-tal

*Foto: 598-604*

### **Ho1034 Rör**

Instuckna i Ränna 108, avgrävda av husgrunden SV där om. Yngre än Ränna 108, äldre än betonggrunden. Mindre cementrör, med ca 0,18 m Ø, ca 4,5 m långt i flera segment.

*Foto: 237, 238*

### **Anläggningar av mindre art**

1000. "Järnkrok", 3 st. ca 0,2 m långa, kantigt runda, ca 0,03 m i diam.
1001. Järnögla med märkla. Ögla ca 0,1 m lång, rund 0,03 m i diam.
1002. Borrhål. 0,025 m i diam. Halva bevarad.
1003. "Järnkrok". 0,15 m lång. 0,03 m i diam.
1004. Slagen järnspik i berg. Ögla och vajerfäste sitter på bevarad del av vajer. Spik 0,1 m l. 0,03 m i diam. Huvud 0,06 m. Ögla 0,1 x 0,07 m. Fäste 0,258 m lång 0,04 m i diam.
1005. Samma som 1004. Ingen vajer bevarad.
1006. Järnstag. 0,2 m långt och 0,025 i diam. Böjt i toppen 0,04 m. Parallell med marken.
1007. Järnstag med ögla. 0,34 m lång. Ögla 0,09 m i diam. Staget 0,025-0,03 m tjockt.
1008. Trästock, ca 10 m lång och 0,25 m bred.
1009. Ho29.6. Borrhål. Lager i Ho29.1. 0,04 m i diameter.
1010. Ho107.1. Bultstag i Ho107. Stående vertikalt genom stock. Ca 0,025 m i diam, med bult och bricka.
1011. 107.2. Se 1010. Ca 0,02 m i diam.
1012. 107.3. se 1010. I stort träblock.
1013. 107.4. se 1010. Uppstående ur kokslagret.

- 1014.** 107.5. se 1010. Genom två korslagda stockrester.
- 1015.** 107.12. Bastant stock liggande parallellt med gruvschaktet och rakt över speldiket. Minst två metallstag på var sin sida om stocken. Större stenar lagda parallellt med stocken. Dess ändar täckta av sten- och jordvallarna på ömse sidor om diket.
- 1016.** 107.13. Mindre stödstock i speldiket. Ligger parallellt med diket, något ovanför den större stocken (1015, 107.12).
- 1017.** 107.14. Mindre stödstock på jordvall strax öster om speldiket.
- 1018.** 107.16. Tjälager. Varierande tjocklek, ca 0,1-0,02 m. Tjären blandad med mindre stenar. Täcker branten ned mot speldiket och ut mot gruvschaktet.
- 1019.** 107.6. Järnstag i sten. Böjd 90°. Ca 0,025 m i diameter.
- 1020.** 107.7. se 1019.
- 1021.** 107.8. Järnstag i stock (1015, 107.12)
- 1022.** 107.9. Järnstag i stock (1015, 107.12)
- 1023.** 107.17. Nedgrävning? Oval mörkfärgning. Syntes relativt högt upp i varpen. Ca 3 x 1 m st.
- 1024.** 107.15. Trästock. Ca 0,3 x 0,15 m.
- 1025.** 107.10. Järnstag i sten. Krok 0,2 m lång, 0,1 m bred.
- 1026.** 107.11. Järnstag i sten. Krok 0,2 m lång, 0,1 m bred.
- 1027.** Järnstag.
- 1028.** Trästock 1,4 x 0,2 m ev förstärkning av varp intill gruvhål.
- 1029.** Trästock 1,9 x 0,16 m ev förstärkning av varp intill gruvhål.
- 1030.** Trästock 1,3 x 0,14 m ev förstärkning av varp intill gruvhål.
- 1031.** Öglejäm i flyttblock 1,5 m SV om gruvan. Öglan 0,07 m i diam .
- 1032.** Järnsprint 0,5 m SV om gruvan. Rätvinklig krok 0,13 m i diameter, stålvarer fäst i.
- 1033.** Ho136. Stenfundament.
- 1034.** Cementrör.
- 1035.** Ho141. stenfundament under hästvandring.
- 1036.** Solphål med rejäl stenskoning. Stolpen som sitter i var ca 0,16 m bred.
- 1037.** Stock, stående ca 0,2 m i diameter.
- 1038.** Stock, stående ca 0,2 m i diameter. OBS!! 1037 och 1038 är stubbar vars rötter börjar ca 0,3 m ned i varpen.
- 1039.** Borrhål. Ca 0,025 m i diameter i berghäll.
- 1040.** Fragment av järnstag i berg. Under Ho107.

## Sohlbergsfältet

So1 Fundament/grund

So2 Grop/Grund?

So3 Grop

So4 Jordrymning

So5 Jordrymning

So6 Skärpning + Varp

So7 Fundament

So8 Skärpning

So9 Skärpning + Jordrymning + Varp

So10 Fundament/arbetsyta?

So11 Grop

So12 Jordrymning

So13 Dike/ränna (skrådike)

So14 Jordrymning

So15 Fundament

So16 Försvar

So17 Jordrymning

So18 Grop

So19 Jordrymning

So20 Grop

So21 Jordrymning

So22 Jordrymning

So23 Kolningsanläggning; kolbotten för resmila

So24 Husgrund; kolarkoja

So25 Skärpning

So26 Skärpning

So27 Skärpning

So28 Skärpning

- So29 Skärpning
- So30 Skärpning
- So31 Jordrymning
- So32 Jordrymning
- So33 Grop
- So34 Grop
- So35 Jordrymning
- So36 Grop
- So37 Jordrymning
- So38 Försvar
- So39 Skärpning
- So40 Skärpning
- So41 Skärpning
- So42 Varp
- So43 Skärpning
- So44 Varp
- So45 Försvar
- So46 Jordrymning
- So47 Skärpning
- So48 Grop
- So49 Jordrymning
- So50 Plan yta
- So51 Varp
- So52 Grop
- So53 Varp
- So54 Dike
- So55 Varp
- So56 Gruvhål; ”Mindre grufvan”
- So57 Varp
- So58 Husgrund/fundament?

So59 Jordrymning

So60 Varp

So61 Varp (sentida)

So62 Husgrund (sentida betonggrund)

So63 Väg (sentida)

So64 Gruvhål; ”Prins Carls gruva”

So65 Skärpning

So66 Varp

So67 Gruvhål; stoll

So68 Dike

So69 Dike

So70 Varp

So71 Gruvhål; ”Mindre grufvan”

So72 Varp

So73 Jordrymning

So74 Varpområde

So75 Skärpning

So76 Försvar

So77 Skärpning

So78 Försvar

So79 Skärpning

So80 Jordrymning

So81 Skärpning

So82 Skärpning

So83 Väg

So84 Skärpning

So85 Jordrymning

So86 Jordrymning

So87 Gruvhål; ”Hoppet”

So88 Varp

So89 Varp

So90 Rymning/sovringsgrop i varp

So91 Gruvhål; ”Ostadigheten”

So92 Varp

So93 Jordrymning

So94 Varp

So95 Dike/ränna

So96 Väg

So97 Varp

So98 Gruvhål; ”Skillsmässan” alt. ”mindre grufva”

So99 Varp

So100 Dike/ränna

So101 Jordrymning

So102 Jordrymning

So103 Skärpning

So104 Dike

Dikessystem som gått genom stora delar av Solbergsfältet. Minst 700 m långt. Dikessystemet finns med på 1764 års karta. I SÖ övergick diket i en bäckravin som fortsätter mot SÖ för att mynna ut i en sjö. Vidare mot N var det ett mer eller mindre grävt dike även om det bitvis hittat naturliga vägar. Där det var grävt kantades diket av jordvall på någon av sidorna. Vid ”Solbergsgruvan” gjorde diket en ögla. I den V armen var det 2 m br och 0,7 m dj och omgärdades av vallar och hade flack övertorvad botten. I öglans V del hade diket dämats upp av en varphög (So106) och mynnade ut i en liten bassäng intill ”Solbergsgruvan”. Öglan har ursprungligen gått vid gruvschaktet So105 men förstörts vid anläggandet av gruvschaktet. Vid gruvschaktets SÖ ände gick ett nytt dike (ej 1764 års karta = efter) i en båge mot N.

*Ingår: So108, So115, So68*

*Ref: Lamke & Nilsson nr 72 (dikessystem); 1764 års karta*

So105 Gruvhål; ”Kärr” eller ”Kisgruvan”

20 m långt varav schaktets mått 11 x 4 m (VNV-ÖSÖ) med något bredare del i VNV. Vattenfyllt med timringskonstruktion synlig i vattenytan. Vid dess V sida var två jordhögar 1,6 m h avdelade med en grund 6 x 3,5 m st svacka. Strax V om var ytterligare en jordhög som möjligen utgjorde borttaget material från svackans plats, som kan ha fungerat som en tillfart för uppföring från gruvan. Den mindre jordhögen föreföll att överlagra varpen So106. De större jordhögar var troligen moränmaterial från gruvans upptagande. Schaktets kanter och jordhögar var helt överväxta och på högar stod även äldre tallar. På 1764 års karta finns varp utritad på schaktets NÖ och SV sida. I förundersökningens schakt 10 framträdde en profil med sand. Under det 0,5-1,2 m djupa sandlagret låg ett kol-/sotlager med lite humus på naturlig, grov sand (kol daterades till 535-610).

*Foto: 5, 13, 18, 25-28*

*Ref: Lamke & Nilsson nr 41 (gruvhål); 1764 års karta*

So106 Varp

10 x 5 m st och 1,6 m h. Bestående av finfördelad (skradd?) sulfidmalmsrik varp. Amfibolitvarp med magnetit och kopparkis. Lutade mot gruvschaktet So105 och överlagrade diket So104. Övermossad men ej så mycket ris.  
*Foto: Se So105 och 107.*

8 m NNV om gruvschakt So105 är:

### So107 Stengrund; uppforderingsanläggning

Stengrund för uppforderingsanläggning NV om Kärr-/Kisgruvan. Syntes vid FU som en plan, helt övertorvad yta med få delar av stenmur och stensättning synlig. Bestod av 2 delar. Nr 1 bestod av en rektangulär 2,2 x 4,2 m st stengrund (NV-SÖ), bestående av 6 st (>1,0 x 1,5-2,0 m st) huggna block lagda så att de bildade en plan stensatt yta. 4 av blocken hade borrhål mitt på. Mellan blocken var mindre stenar kilade. Efter avtorvning var grunden 0,2-0,3 m h. Runt grunden låg ett täcke av varp (So122) som påförts för att få en stabilare markyta än undergrundens mjuka finsand. Anslutande till grundens NÖ kortsida fanns en liten utbyggnad i form av en yta av varp omgärdad av en låg stenmur, se nr 2; Nr 2 bestod av en 6,0 x 8,0 m st yta omgärdad av en låg stenmur anlagd av 0,2-0,4 m st brutna gråbergsblock med små varpstenar intryckta emellan. Inne i grunden och strax utanför fanns ett tunt osammanhängande täcke av träkol och stenkol. Även skärvor av planglas, bitar av plåt och två större järnbultar varav en med gängor fanns i grunden. Diket (So108) som finns med på 1764 års karta har i NÖ lagts igen med varp (So122). Varpen har sedan spritts ut även mot V, troligen för att få en stabil markyta för transport av lokomobil eller liknande uppföringverk. Även träkol och koks tyder på lokomobil. Området mellan diket och grundens Ö sida var tom på varp. En yta med varp finns medtagen på 1764 års karta, men det är oklart hur grunden och plåtån förhåller sig till den varpen. Yngre än 1764? I samband med detta verkar dikesöglan (So104) på 1700-talskartan ha överlagrats i den N delen och en ny sträckning har lagts till i stället (So108).

Foto: 6-12, 14-17, 20

Ref: 1764 års karta

### So108 Dike

30 x 1,5-2,5 m (i Ö båge från N-S) och 0,9-1 m dj. Kantad av vallar av uppkastad jord. Rinner ihop med dikesöglan (So104) och gruvschaktet So105.

### So109 Gruvhål; "Sohlbergsgruvan"

12 x 1-2 m (VNV-ÖSÖ). Staketomgärdat och vattenfyllt gruvschakt. Uppdelat i två delar; en i V och en i Ö med en smal bergbrygga mellan. Den Ö delen är något bredare. Omges av gråbergsvarp. Övermossade och delvis överrisade kanter och varp. Vid vattensänkning kunde gruvans kanter ses, med spår av tillmakning. Lodning visade att stora delar av gruvan var igenfylld.

Foto: 3, 21-35

Ref: Lamke & Nilsson nr 39 (gruvhål); 1764 års karta

### So110 Varp och kallrost

Varpområde med tre samlingar och upp till 1,7 m h. Intill "Sohlbergsgruvans" NÖ kant. Mest gråbergsvarp om 0,05-0,3 m st stenar synliga men växtligheten i form av mossa och lav tyder även på sulfidmalmshaltig varp. Den stora högen i SÖ var kraftigt överväxt med mossa och lav och på varpet stod även tall. NV om finns mindre varphögar med finfördelad sulfidmalmsvarp. Varpen berördes av förundersökningen schakt 1 vari det framträdde en profil med ett stenlager med kantig, gul-vit varpsten överst och därunder ett finare varpstenslager ner mot schaktbotten med mindre sten och grus, röd-lila, sulfidmalmstyp, samt enstaka kol. Kvartsitvarp med rostlager och svavelkiskrystaller. Varp efter tillmakning med inslag av rostlager. I schaktets botten låg ett tunt humusskikt på sandig morän med uppstickande bergklackar. I förundersökningens schakt 2 framträdde en profil med ett varplager med kantig och skivig sten samt grus/sand, kol och träflis. Stenen var vit-gul-röd med kopparutfällningar av sulfidmalmstyp. Under varpet på, 1,4 m djup, låg ett kol/sotlager (daterades till 1315-1405) och i botten naturlig gul-brun sand. Kvartsitvarp med svavelkis och kopparkis. En rostanläggning, rest av, framkom i varphög So110, strax Ö om So119 Sohlbergsgruvan. Rosten syntes först vid profilgrävning i varphögen och bestod av flera tunna rost- och kollager. Rosten var > 3,5 m lång (avgrävd och nedrasad i N) och bestod av ett 0,2-0,3 m tj rostlager överst, innehållande varp, malmbitar, rostslam och kol. I profilens lagersekvens och underrostlagret finns 4 kollager varvat med varplager som möjligen kan utgöra skiljelager i rostningen (se profil 14).

Foto: Gc: 37-53

Profil: 14

Ref: 1764 års karta

### So111 Försvar

### So112 Skärpning

So113 Jordrymning/grop

So114 Dike

So115 Dike

15 x 0,8 m (NNO-SSV) och 0,4 m djupt. Går från diket So114 på andra sidan kraftledningsstoppen. I NNO vinklar det av och löper i VNV-SSO för att sedan ansluta till So104.

*Ref: Lamke & Nilsson nr 72 (dikessystem)*

So116 Skärpning

So117 Väg

So118 Utmålsmarkering?

So119 Dike

So120 Husgrund/fundament?

So121 Varp

1,8 m h. Intill "Kärr-/Kisgruvans" Ö kant precis Ö om dike. Mest gråbergsvarp om 0,05-0,3 m st stenar synlig Helt övermossad.

So122 Varp

Framkom under och intill So107. Yta med varp, oregelbunden ca 37 x 7-32 m st (NV-SÖ) och 0,1 m tj men mot Kärr-/Kisgruvan upp mot 0,5 m tj. Något uppblandat med finsand eller nedtryckt i sanden i den V delen. Ytan torvades först av med maskin och varputbredningen mättes in och fotades innan total avbaning. Troligen är varpmattan samtida med So106-So107 och har schaktats ut från närliggande varphögar för att skapa en mer stabil markyta för arbete, infart och grundläggning av SO106-107. Se även So106-107.

*Foto:4-5, 9, 11*

## Hyttan

Hy1 Lerkoncentration

Hy2 Kulturlager

### Hy3 Rosthusgrund

Vändrosthuset var 10 x 10 m st, endast botten bevarad, inga egentliga väggar. Det låg 0,3-0,5 m under markytan. Hela grunden frilades och ett profilschakt grävdes i ÖNÖ-VSV riktning genom rostbåsen i N delen. En 1,5-2 m bred gång gick tvärs igenom huset. På vardera sidan fanns 6 rostbås ca 0,7-0,8 m br och ca 3,0-3,5 m l. Murarna mellan båsen var ca 0,8 m br. Större delen av tre av båsen i S hade förstörts av ett schakt vid förundersökningen. Båsen i V delen innehöll flera lager som härrör från rostningen, medan båsen i Ö delen var mycket otydligare. Detta kan bero på att man i huvudsak använt båsen i V delen. En annan möjlig förklaring är att en större del av husgrundens Ö del schaktats bort pga senare verksamhet. Båsen har nummerats medsols från NV. Det betyder att bås 1 till 6 ligger på N sidan och 7 till 12 på den S. Men eftersom båset i SÖ inte uppmärksammades förrän mot slutet bryter det serien och har det fått nr 12.

Ytterväggarna var till stor del förstörda, de syntes främst i form av kolfyllning. Stenarna måste ha tagits bort. I SÖ bör väggstenarna ha legat direkt på berget. Längs bäcken och vägen var kollagret ca 0,6 m brett. Lagren mot vägen var delvis störda, rostbås 1 V kant verkar påverkad. Leriga lager uppblandade med bränd lera, gröna klumpar tegel och kol (L5) sträckte sig under rost 1 fram till rost 2. Det kan vara rester av en äldre anläggning. Mot S under matjordsslänten fanns ett lager med kvarstgrus och bruk. Detta avgränsades inte åt S.

Mittgång var ca 2 m br. Där fanns ett 0,08 m tj kollager och under det ett lager med huggspån samt utrakade rester från rostbåsen.

Rostmurarna var generellt dåligt bevarade, dvs. sönderbrända och borttagna. Muren mellan rostbås 1 och 2 och var den bäst bevarade. Den var 0,85 m br och kantades fortfarande delvis av mer eller mindre sönderbrända stenar 0,1-0-2 m st. Längs östra kanten mot rostbås 3 fanns minst sju stenar bevarade. Fyllingen inne i murarna bestod till stor del av sand och slagg. Murresterna var rödast mot kanterna och brunast i mitten. Slagg såg även ut att ha använts som båssidor i bås 4 och 6.

Rostbåsen var svagt skålformade i profil 0,6-0,9 m br, den rundade nacken var skålformad. Båsen var 3,0-3,4 m l, de flesta 3,1 m. Bås 6 och 12 såg kortare ut, men det berodde förmodligen på att det var så lite kvar av dem. Förutom att slaggen under hade fått röd färg av processen syntes i de sämst bevarade rostbåsen ett tunt lager grönblå sand med gröna klumpar. Under det fanns ofta ett rött grusigt lager. Båsens nackar hade ofta mörkröd, nästan svart färg. Rostbås 1 hade en betydligt mer komplicerad lagerföljd med vad det verkar tre skilda nivåer med blågrönt grus med gröna klumpar avskilt av lila eller gulrött sandigt grus. Det indikerar att det använts många gånger och "byggets om" minst en gång.

På delen närmast mittgången och en bit ut i gången fanns flacka högar, ca 0,6 x 0,7 x 0,08 m. Den består av slaggbitar och skärvig sten i brun sand med små röda klumpar och kol och var förmodligen utrakade från båsen. Enligt en historisk karta från senare delen av 1700-talet fanns ett 10 x 10 m stort rosthus på platsen.

Relation: Vändrosthuset låg på slagghvarp Hy4 och under husgrund Hy23

Foto: 1-13, 18-63 + G: 93-110, 127-141

Fynd: F29-30

Referens: Karta G24-35:1

Hy4 Slagghvarp

Slaggen täckte en yta av ca 65 x 90 m (Ö-V) i Ö delen av hyttområdet, begränsat av bäcken i N, fastighetsgräns i Ö, vägslänt i S. Det fortsatte 15 m V om väg. Den Ö delen var deponerad på en myr. I de centrala delarna var slagghvarpet 1,0-2,0 m tj. Slaggen bestod av kopparslagg. Hela varpet var lågt och smågropigt och täckt med ett tunt humuslager, vilket berodde på att det var avschaktat sedan tidigare och stora delar tjänade vid undersökningstillfället som trädgårdsmark. Sannolikt har där före slaggtäckten legat mycket stora mängder slagg. Dendrokronologiska prover togs från bearbetat trä på myren, direkt under varpet. Ett torp/bostadshus ligger delvis på varpet sedan lång tid. Enligt kartan från slutet av 1700-talet fortsatte varpet längre söderut, till södra sidan av riksvägen.

Prov:

Dendro

- FU Schakt 1, 1600-talets mitt

Fynd: F29-30

Referens: 1781 års karta

:

Hy5 Terrass/vall

Hy6 Slaggvarp

Hy7 Slaggvarp

Hy8 Terrass

Hy9 Terrass

Hy10 Kalcinerugn

Hy11 Brukningsväg

Hy12 Odlingsyta

Hy13 Kolhusgrund

Hy14 Stockbädd

Hy15 Ugn

Hy16 Konstruktion

Hy17 Fundament

Hy18 Damm

Hy19 Fundament/strömdelare

Hy20 Fundament

Hy21 Fundament

Hy22 Slaggvarp

### **Hy23 Husgrund**

Hy24 Bostadshus

Strax under grästorven framkom grundstenar till en eller möjligtvis flera byggnader. Grundstenarna låg i två urskiljbara rader med 2,5 m mellanrum, dock ej vinkelrätt mot varandra. Syllstensraderna var 4 m l (NV-SO) resp 3,5 m l (VSV-ONO). Stenarna var 0,3-0,75 m stora. Mellan raderna låg en mindre ansamling stenar. Sannolikt var grunden ordentligt söndergrävd av senare tiders aktiviteter varför det inte gick att få en bra bild över husets storlek och utformning. I fyllningen på samma nivå som grunden låg järnskrot, fönsterglas och hushållssopar. Grunden dateras till 1800-1900-tal.

*Fynd: F31-35*

*Foto: 9-17*

Kategori	Typ	Antal
Gruvbrytning	Dagbrott (brytning i dagen)	5
	Skärpning (försöksbrytning)	2
	Timmerbröte (koncentration av timmer)	1
Uppfodring	Vattenränna	8
	Fundament och grunder till spel och konster (för uppfodring av gråberg, malm och vatten)	6
	Hästvandring (hästdraget spel)	1
	Pumpanordning	1
Förädling	Krossverk	1
	Smältverk (för halvfabrikat av koppar och kobolt)	1
	Ugn (hör till smältverket)	3
	Kollager	1
	Järnskrotdepå	1
	Rostlämning (osäker funktion, men kopparmalm)	2
	Kallrost (första rostningen av kopparmalm)	27
Övrigt	Gruvstuga?	1
	Smedja	1
	Kolhus	1
	Husgrund, övrig	1
	Arbetsyta	2
	Fundament	1
	Ränna	1
	Varp	1
Kol- och slagglager		

**Gladhammars gruvor**  
**Särskild arkeologisk undersökning 2010**

**KLM dnr: 33-487-09**

**Lst dnr: 431-9223-08**

**KLM fyndnr: 44 709**

**Fyndlista**

Fynd nr	Sakord	Mtrl	Antal	Anmärkning	Anl. nr	Anl. typ	Föreslagen
1	Länsman	Järn	1		Ho 29:5	Smältverk	
2	Spadhandtag	Trä	1		Ho 29:5	Smältverk	
3	Träföremål	Trä	1		Ho 29:5	Smältverk	
4	Träplugg	Trä	1		Ho 29:5	Smältverk	
5	Träplugg	Trä	1		Ho 29:5	Smältverk	
6	Knivfragment	Järn	1	På påsen: Ho29:2 F1:1	Ho 29:2	Smältverk	
7	Mortel/stöt (?)	Keramik	1	Del av mortel/malverktyg (?) I rödgods eller tegel. På påsen: Ho29:2 F1:1	Ho 29:2	Smältverk	
8	Bleckfragment	Tenn(?)	1	Med dekor. På påsen: Ho29:3 F2.	Ho 29:3	Smältverk	
9	Planglas	Glas	5		Ho 29:5	Smältverk	
10	Tegelsten	Tegel	1	Med stämpel E&M	Ho 29:4	Smältverk	
11	Järnföremål	Järn	8	Div. järnföremål som bultar med gäng, spik m.m	Ho 29:5	Smältverk	
12	Bergskilar	Järn	3	1 plattjärn med ögla i ena änden, 1 rundjärn med vinkelböjd ände, 1 plattjärn med vinkelböjd ände	Ho 29:5	Smältverk	
13	Länk	Järn	1	35 cm lång järmpinne med en ögla i var	Ho 29:5	Smältverk	

14	Jämföremål	Järn	1	ände Plattjärn med fyrkantig kort tånge. I rödbränd sand i ugn till smälthyttan	Ho 29	Smältverk
15	Jämföremål	Järn	2	Plattjärn med fyrkantig kort tånge.	Ho 29	Smältverk
16	Spik	Järn	2		Ho 44:2	Grund
17	Planglas	Glas	1		Ho 117	Arbetsyta
18	Skedskaf	Tenn(?)	1	Bland stockarna i anl Ho145	Ho 145	Ränna
19	Fotogenlampa	Legering	1	Bland stockarna i anl Ho 145. Del av fotogenlampa med veke kvar	Ho 145	Ränna
20	Buteljglas	Glas	7	Skärvor till större butelj/krus. I varp S om Ho 29 och ovan Ho 120	Ho ?	Varp
21	Grytföt	Keramik	1	På påsen: Fynd 3.	Ho?	
22	Plast	Knapp	1	I spricka i hällen under Ho 107	Ho 107	Spelhusgrund
23	Kritpipa	Lergods	1	Skafffragment. På påsen: Fy 4	Ho?	
24	Jämföremål	Järn	4	Rensfynd i kollager ca 2,5 m N om stängselhörn vid hästvandringen invid Svenskgruvan	Ho?	
25	Kärl	Keramik	2	Rödgodsskärvor från kärl. Rensfynd i S hörnet av kollager vid hästvandringen invid Svenskgruvan	Ho?	
26	Föremål	Järn/läder	2	Fragment av tätning? Järn och läder sammankoroderat	Ho 124	Husgrund
27	Buteljglas	Glas	1	Fragment av butelj. Glassjuka	Ho 124	Husgrund
28	Spik	Järn	1		Ho 124	Husgrund
29	Kärl	Keramik	1	Mynningsbit av rödgodskärl. Fyllning över rosthus	Hy 3:12	
30	Kritpipa	Lergods	1	Skafffragment. I rostbås	Hy 3:4	
31	Kärl	Keramik	3	1 handtag och 2 skärvor av rödgodsfat med glasyr. Påträffade vid avbaning av majjord och parkeringsfyllning; kol och sandlager hörande till Hy 23	Hy 23	
32	Jämföremål	Järn	3	1 hästsko, 1 spets, dörrbeslag. Påträffade	Hy 23	

33	Kärl		Fajans/porslin	3		vid avbaning av matjord och parkeringsfyllning; kol och sandlager hörande till Hy 23 1 öra till kaffekopp, 2 skärvor till fat. Påträffade vid avbaning av matjord och parkeringsfyllning; kol och sandlager hörande till Hy 23	Hy 23	
34	Planglas		Glas	1		Påträffade vid avbaning av matjord och parkeringsfyllning; kol och sandlager hörande till Hy 23	Hy 23	
35	Kritpipa		Lergods	1		Del av piphuvud med klack dock med otydligt märke. Påträffade vid avbaning av matjord och parkeringsfyllning; kol och sandlager hörande till Hy 23	Hy 23	



## **BILAGA 5. METALLURGISKA ANALYSER – RAPPORT**

DENNA RAPPORT ÄR EN FÖRENKLAD VERSION UTAN ILLUSTRATIONER I RAPPORTDELEN.

RAPPORTEN GES ÄVEN UT I FULLSTÄNDIG FORM INOM RIKSANTIKVARIÉÄMBETETS AVDELNING FÖR ARKEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR UV GAL.

UV GAL RAPPORT 2011:03  
GEOARKEOLOGISK UNDERSÖKNING

A Willim, S Forenius, L Grandin, E Ogenhall och E Hjärthner-Holdar. 2011.  
Gladhammars gruvor - Arkeometallurgiska analyser av bergshistoriska lämningar och material från Gladhammars gruvområde, Småland, Gladhammar socken, Mörghult 1:5 m.fl. Fornlämning 155, 229 och 277.





Riksantikvarieämbetet  
Avdelningen för arkeologiska undersökningar

UV GAL RAPPORT 2011:03

GEOARKEOLOGISK UNDERSÖKNING

# Gladhammars gruvor

Arkeometallurgiska analyser av bergshistoriska lämningar och material från Gladhammars gruvområde

Småland, Gladhammar socken, Mörghult 1:5 m.fl.

Fornlämning 155, 229 och 277

*Annika Willim, Svante Forenius, Lena Grandin, Erik Ogenhall  
och Eva Hjärthner-Holdar*





## Gladhammars gruvor

Arkeometallurgiska analyser av bergshistoriska lämningar och material från Gladhammars gruvområde

Småland, Gladhammar socken, Mörghult 1:5 m.fl.

Fornlämning 155, 229 och 277

*Annika Willim, Svante Forenius, Lena Grandin, Erik Ogenhall  
och Eva Hjärthner-Holdar*



Riksantikvarieämbetet  
Avdelningen för arkeologiska undersökningar



**Riksantikvarieämbetet**  
**Arkeologiska uppdragsverksamheten**

UV Mitt

Portalgatan 2A

754 23 Uppsala

Växel: 010-480 80 30

Fax: 010-480 80 47

e-post: [uvupsala@raa.se](mailto:uvupsala@raa.se)

e-post: [fornamn.efternamn@raa.se](mailto:fornamn.efternamn@raa.se)

[www.arkeologiuv.se](http://www.arkeologiuv.se)

© 2011 Riksantikvarieämbetet

UV GAL Rapport 2011:03

ISSN 1654-7950

*Utskrift* Uppsala, 2011

# Innehåll

Sammanfattning .....	7
Inledning.....	9
Bakgrund.....	9
Syfte.....	9
Arkeometallurgiska undersökningar – förutsättningar och mål.....	9
Metod .....	10
Medverkan i fält.....	10
Provinsamling i fält.....	10
Provurval för analys .....	10
Analysmetoder .....	11
Från malm till koppar.....	12
Malmen .....	12
Processen .....	12
Kallrostningen .....	14
Kallrostarna.....	14
Hur gick rostningen till?.....	16
Tidsåtgång vid kallrostning .....	17
Sulubruket.....	17
Vändrostningen.....	19
Rostbruket.....	21
Gärningen .....	23
Resultat – material och lämningar .....	23
Malmen .....	23
Provtagning.....	23
Analysresultat .....	24
Kallrostarna.....	25
Fysiska lämningar .....	25
Provurval.....	27
Analysresultat .....	28
Reflektion.....	31
Vändrosten.....	31
Fysiska lämningar .....	32
Provurval.....	33
Analysresultat .....	34
Reflektion.....	36
Smedjan.....	36
Fysiska lämningar .....	36
Provurval.....	37
Analysresultat .....	37
Reflektion.....	38
Koboltsmältverket .....	38
Råvaror och produkter .....	38

Analysresultat .....	39
Reflektion .....	40
Diskussion och tolkning .....	40
Malmer, processer och utvinning .....	40
Vad är malm och inte? .....	42
Varför anlades kallrostar ovanpå malmstråket? .....	43
Kallrostarnas storlek och kapacitet.....	43
Var ägde järnframställningen rum, och när? .....	43
Referenser .....	45
Administrativa uppgifter .....	46
Tabellförteckning .....	46
Bilagor .....	46

## Sammanfattning

Vid Gladhammars gruvområde i Västerviks kommun, Kalmar län genomfördes under 2010 en arkeologisk undersökning av såväl gruvområdet, RAÄ 155 och 229, som den närliggande Hyttan RAÄ 277. Undersökningen genomfördes av Kalmar läns museum, Dalarnas museum och Västerviks museum. Geoarkeologiskt Laboratorium (GAL) deltog i fält i de delar som rörde malmer, metaller och processer. För att närmare kunna besvara specifika frågor kring detta utförde GAL också en rad arkeometallurgiska analyser på provmaterial, t.ex. malm, rostad malm, slagg och skärsten, som insamlades vid fältarbetet.

Enligt den historiska beskrivningen som finns för Gladhammars gruvområde och dess växlande verksamhet är det brytning av järnmalm för järnframställning som omtalas som den första aktiviteten under 1500-talet. Men, de arkeologiska undersökningarna och analyserna, visar att på Holländarefältet, på gruvområdet, är det kallrostning av kopparmalm, i ett stort antal kallrostar, som är den dominerande verksamheten under denna tidsperiod.

Men, processleden efter kallrostningen saknas här. För att kunna följa den fortsatta vidareförädlingen måste vi förflytta oss i både tid och rum – till 1700-talet och området vid Hyttan, vid Torsfallsån, där kopparsmältningen har lämnat kvar restmaterial i form av bl.a. skärstensfragment och slagg. Slaggen har i sin tur har ingått i konstruktionen av vändrostar, dvs. de rostar där skärstenen har bearbetats inför påföljande smältning. Från processer efter vändrostningen är spåren betydligt sparsammare. Här finns endast ett fåtal småstycken som skvallrar om fortsatt bearbetning. Av den slutgiltiga produkten finns dock, som förväntat, inga spår.



## Inledning

Geoarkeologiskt Laboratorium, GAL, Riksantikvarieämbetet har deltagit i fält samt genomfört arkeometallurgiska analyser inom projektet Gladhammars gruvområde RAÄ 155 och 229, samt Hyttan RAÄ 277, inom Mörghult 1:5 m.fl. i Gladhammars socken i Västerviks kommun, Kalmar län. Detta skedde med föranledning av en förfrågan från Kalmar Läns museum angående arkeometallurgisk expertmedverkan i projektet.

## Bakgrund

Under maj-augusti 2009 genomförde Kalmar Läns museum i samarbete med Dalarnas museum en arkeologisk förundersökning i Gladhammars gruvområde. Det huvudsakliga syftet med undersökningen var att beskriva, begränsa och tolka samt datera fornlämningen för att skapa ett kunskapsunderlag inför en eventuell slutundersökning. Resultaten av förundersökningen har presenterats i en rapport (Sandberg m.fl. 2009). En slutundersökning utfördes av Kalmar Läns museum i samarbete med Dalarnas museum under april-juni 2010. GAL medverkade som underkonsulter under delar av denna tid och var behjälpliga med undersökning av några anläggningar, insamling av arkeometallurgiska prover samt tolkning av lämningar.

## Syfte

Det övergripande syftet med den arkeologiska slutundersökningen i sin helhet kan delas in i ett antal forskningsfält. De övergripande frågorna att besvara inom dessa är:

*Starten på gruvbrytningen i Gladhammar och hur verksamheten påverkade det omgivande kulturlandskapet*

*Hur den äldre gruvverksamheten, medeltid – 1600-tal, organiserades och fungerade.*

*Hur olika tekniker och processer fungerade vid gruvan.*

*Hur rostanläggningen vid hyttan var konstruerad och hur den fungerade.*

Inom ramen för dessa frågeställningar har GAL uppdraget att bidra med arkeometallurgisk expertis.

### Arkeometallurgiska undersökningar – förutsättningar och mål

Gladhammars gruv- och hyttområde (RAÄ 155, 229 och 277) utgör en komplex miljö både vad gäller geologi och de malmer som utvunnits. Komplexiteten består dels i att tre olika metaller, järn, koppar och kobolt, har utvunnits, dels i att såväl brytning av malmer som vidareförädling av malmerna till metaller har skett inom gruvområdet, utspritt över flera hundra år.

GAL:s mål inför undersökningen var att få fram vilka tekniker som använts vid brytning och förädling av förekommande malmer, framförallt vad gäller de äldre delarna, samt om möjligt undersöka effektiviteten och utbytet i de olika verksamheterna och till dessa knutna processled. Det är därför av stor betydelse att fastställa vad olika lämningar, t.ex. avfall och konstruktioner representerar, dvs. från vilka processled de härrör. En viktig fråga är vilken teknik de äldsta lämningarna representerar. Detta skall på ett mer övergripande sätt jämföras med senare tekniker. Detta för att om möjligt utröna vad och med vilken effektivitet och utbyte man utvann i det äldsta skedet.

## Metod

### Medverkan i fält

I fält medverkade från GAL Eva Hjärthner-Holdar, Svante Forenius, Lena Grandin och Annika Willim vid olika tillfällen under perioden 100531–100623.

Perioden 100531–100604 deltog Eva Hjärthner-Holdar och Svante Forenius. Eva Hjärthner-Holdar deltog även 100607–100610 samt 100615–100618. Svante Forenius deltog även i fält under perioderna 100614–100618 samt 100621–100623. Lena Grandin var med i fält, främst som ansvarig för provtagning, 100531–100602 och 100621–100623. Vid det sistnämnda tillfället deltog även Annika Willim.

Vid fältarbetstillfällena var GAL med och undersökte gruvhål/dagbrott, varp med kallrostar på Holländarfältet (Ho) samt vändrostbås vid Hyttan (Hy) allt relaterat till kopparutvinning. Även spår från koboltsmältning undersöktes i form av material från smältverket. Undersökning och provtagning av en smedja (Ho) utfördes också.

### Provinsamling i fält

Prover för det arkeometallurgiska arbetet samlades in i fält, huvudsakligen av GAL, men även av Kalmar läns museum och Dalarnas museum. I inledningsskedet av undersökningen mättes proverna in i museernas dokumentationssystem och fick unika provnummer. Dessa har bevarats i provlistan men proverna har också relaterats till respektive anläggning. Vanligen samlades sedan prover in utan inmätning men med relation till aktuell anläggning. I de fall som profiler ritades finns också proverna markerade och numrerade på respektive profil. Samtliga insamlade prover finns samlade i en provlista (Tabell 1).

### Provurval för analys

Samtliga insamlade prover har genomgått en okulär granskning och en kortfattad beskrivning återfinns i provlistan (Tabell 1). Med utgångspunkt i granskningen och de olika materialtyper som kunde konstateras från de aktuella anläggningarna gjordes ett urval för fortsatta arkeometallurgiska analyser. Prover valdes i första hand från de anläggningar, eller grupper av anläggningar, som daterats.

Totalt har 52 prover analyserats utförligare, jämfört med de 50 som det planerades för inför undersökningen. De analyser som föreslogs var i huvudsak av två olika typer; petrografisk undersökning i mikroskop respektive kemisk analys. Petrografiska undersökningar görs, i allmänhet, på prover som har slipats och polerats. Proverna kan förberedas på olika sätt. Vi har valt polerade tunnslip och polerprov. Tunnslipen är mest lämpade för t.ex. malmer, inklusive omgivande berg, och slagger där det är av betydelse att kunna använda mikroskopets möjligheter att studera proverna i både genomfallande och påfallande belysning. Polerprov används med fördel på metaller men kan också vara gångbara för många malmer och malmineral där påfallande belysning används. Polerprov är också ett bra alternativ om materialet är poröst, t.ex. rostade malmer, eller finkornigt, eftersom provet gjuts in och stabiliseras i plast innan det slipas och poleras. En del prover är dock alltför finkorniga för att det ska vara relevant att studera dem i mikroskop och sådana prover analyseras därför enbart med totalkemisk analysmetod. Generellt har dock prover som har analyserats kemiskt också undersökts i mikroskop. I förekommande fall är de flesta kemiprover tagna från samma stycke som polerprov och/eller tunnslip.

För de kemiska analyserna har huvudsakligen två olika metoder använts. Den ena är en totalkemisk analysmetod (se nedan) där hela provets (malmens/slaggens/metallens) sammansättning fastställs. Denna metod ger dock ej information om hur de olika grundämnena är fördelade inom malmens/slaggens olika komponenter (t.ex. mineral). Därför har några prover analyserats med elektronmikrosond (se nedan) där det bland annat är möjligt att urskilja fördelningen mellan olika grundämnen, som koppar och kobolt, i provets olika komponenter. Några prover har analyserats både totalkemiskt och med mikrosond. Den kunskap om fördelning av ämnen som har växt fram från ett prov som har analyserats med mikrosond har kunnat tillämpas vid tolkning av andra likartade prover som enbart har analyserats med totalkemisk metod eller i mikroskop.

Med tanke på provmaterialets komplexitet har analysförfarandet därför varit en flerstegsprocess där vald(a) analysmetod(er) har berott på materialets karaktär. Urvalet har också gjorts med utgångspunkt i resultatet av analyserna. Sammantaget innebär det att det genomförda antalet analyser av en viss typ är något förändrat och omprioriterat jämfört med det som föreslogs inför undersökningen. Det medför att 40 prover valdes för totalkemisk analys, jämfört med de ursprungligen föreslagna 50, och att istället analyserna med elektronmikrosond utökades. Omprioriteringen gjordes för att kunna nå så optimala resultat som möjligt med tanke på materialets karaktär. Målet med urvalet har också varit att i möjligaste mån välja prov som visar vilket material och vilken process som använts. Vilka metoder som har använts för varje analyserat prov framgår av respektive analysdatablad.

## Analysmetoder

Provurvalet, som även behandlas mer utförligt tillsammans med analysresultaten, ledde till att 45 polerade prov tillverkades; 30 polerade

tunnslip av MINOPREP i Hunnebostrand och 15 polerprov av GAL i Uppsala. Petrografiska undersökningar av dessa prov utfördes i genomfallande och reflekterat planpolariserat ljus för att identifiera kristallina- och glasfaser samt texturella drag.

Mikroskopundersökningarna genomfördes av GAL i Uppsala med ett Zeiss Axioskop 40A polarisationsmikroskop utrustat med digitalkamera.

Vidare utfördes drygt 180 mikrosondanalyser av ingående faser på 30 prov med Jeolinstrumentet (JEOL JXA-8530F) vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, av Hans Harryson. Metoden (s.k. EDS) innebär att en elektronstråle fokuseras på önskad punkt (områden mindre än 1 µm i diameter kan analyseras, men även större ytor) varvid röntgenstrålning utsänds som kan relateras till ett referensprov med känd sammansättning. På detta sätt får man kvantitativa data över sammansättningen av de olika komponenterna i materialet.

Totalkemisk analys utfördes på 40 utvalda prov hos ALS Scandinavia AB, Luleå. Använda analysmetoder var ICP-AES, ICP-MS och ICP-QMS. Svavel, koppar och kobolt ingår inte i de rutinemässigt använda totalkemiska analysmetoderna p.g.a. att det ofta är relativt låga halter av dessa element i proven och att det medför en extra uppslutning av provmaterialet (upplösning i salpetersyra/saltsyra/fluorvätesyra). Då det aktuella provmaterialet delvis består av sulfidmineraliseringar, rika på både svavel och koppar, och vissa fall även kobolt, kompletterades de totalkemiska analyserna med bl.a. dessa element. Totalt analyserades 50 element i varje prov. Analysresultaten presenteras i sin helhet i Tabell 2, men återfinns också i den detaljerade beskrivningen för varje analyserat prov (analysdatablad).

## Från malm till koppar

### Malmen

Den malm som bröts och bearbetades för att utvinna koppar, från mineralet kopparkis och dess oxidationsprodukter, vid Gladhammar var huvudsakligen av två typer – s.k. *blötmalm* och *hårdmalm*. I den svavelrika blötmalmen sitter kopparkisen tillsammans med bl.a. pyrit i massiva magnetitstråk, medan den i den svavelfattiga hårdmalmen sitter impregnerad i kvartsit. Det förekommer också halvhårda malmer varför det kan vara svårt att dra en skarp gräns mellan de två malmtyperna. Vid Gladhammars gruvor bröts blötmalmen mestadels inom Holländarfältet medan hårdmalmen mestadels kom från Sohlbergsfältet (Elfström 2006:10). De två malmtyperna återkommer ofta i äldre beskrivningar av gruvbrytning och kopparhantering från andra platser, t.ex. från Falun och Åtvidaberg. Synen på blöt- respektive hårdmalmens egenskaper, värde, behandling och praktiska betydelse för kopparutvinningen tycks ha varierat under årens lopp.

### Processen

För att utvinna den koppar som fanns i malmen användes i Gladhammar, liksom i Falun, en rostnings-reduktionsprocess, varvid malmen först underkastades oxiderande rostning följt av reducerande smältning i ugn.

Framställning skedde enligt vad som kallas den torra metoden (Elfström 2006:56). Genom denna process kunde man skilja metallisk koppar från järn, svavel och gångart (sidoberg/varp). Processen från malm till koppar omfattade fem led: 1) Kallrostning, 2) Sulubruk eller skärstenssmältning, 3) Vändrostning, 4) Rostbruk eller råkopparsmältning, 5) Efter rostbruket följde sedan ytterligare ett led där råkopparn utsattes för en slutlig raffinering, den s.k. garningen. (Lindroth 1955, s. 10f). Beskrivningen nedan av de olika processleden bygger till övervägande del på uppgifter om hur kopparhanteringen bedrevs i Falun, med Lindroth 1955 som huvudsaklig källa. Förhållandena bör dock ha varit likartade i Gladhammar.

*Sammanställning över de fem processleden som används för att omvandla kopparmalmen till koppar. Strukturen är baserad på motsvarande uppställning presenterad av Elfström 2006:327. Olika namn figurerar för såväl process som produkt i olika sammanhang och flera av dessa finns med i uppställningen. I kolumnen för råvaror återges de som huvudsakligen innehåller koppar. Eventuell återsmältning av slagg, nas och bränsle är inte inkluderat. Värden för kopparhalter är hämtade från Elfström (2006) och baseras på skriftlig dokumentation. De råvaror, produkter och biprodukter som har analyserats i denna undersökning är huvudsakligen på material som är äldre än denna dokumentation varför kopparhalterna mycket väl kan förväntas ligga på andra nivåer.*

<b>Process</b>	<b>Råvara</b>	<b>Produkt</b>	<b>Biprodukt</b>
Kallrostning	Krossad malm (ca 2,5 % Cu)	Kallrostverk/Rostad malm (ca 3,5 % Cu)	Svaveldioxid (gas), svavel
Sulubruk/ Första smältning i suluugn	Rostad malm (ca 3,5 % Cu)	Skärsten Varierande uppgift om kopparhalt, 10 % eller 15-20 % Cu (gynnsamt)	Sulunas och slagg (ca 0,6 % Cu)
Vändrostning	Skärsten (10)15-20 % Cu)	Vändrostverk/Rostat gods (ca 50-60 % Cu)	Svaveldioxid (gas)
Rostbruk/ Andra smältning i råkopparugn	Rostat gods (ca 50-60 % Cu)	Råkoppar (90-95 % Cu)	Slagg (ca 3 % Cu)
Garning	Råkoppar (90-95 % Cu)	Ren koppar	Slagg

Vid kallrostningen av malmerna avgår svavel, men stora mängder finns kvar i kallrostverket bundet till koppar i sulfidmineral. En del av järnsulfiderna omvandlas emellertid till järnoxider. Vid den första smältningen, i suluugnens reducerande miljö, bildas skärsten som är en komplex sulfidsmälta, samt slagg som innehåller järnsilikat, järnoxid och sulfidroppar. Vid vändrostningen omvandlas sulfiderna i skärstenen till koppar- och järnoxider. Kopparoxiden reduceras i sin tur vid smältningen i råkopparugnen till metallisk koppar. Den slagg som bildas innehåller järnsilikat och järnoxid. Metallroppar kan också förekomma.

Processerna i varje processled motsvarar därmed en kombination av metaller och mineral. Genom att i detalj studera vårt provmaterial finns det förutsättningar att kunna urskilja de olika processleden.

Den arkeologiska undersökningen i Gladhammar omfattade lämningar efter kallrostning vid Holländarfältet (Ho) och vändrostning vid Hyttan (Hy).

### Kallrostningen

Det första ledet från malm till koppar var rostning av malmen i kallrostar. De skriftliga källorna, rörande Falun, ger en mångfacetterad bild beträffande hur kallrostarna såg ut, hur rostningen gick till och vad som rostades.

Kallrostningens huvudsyfte var, som nämnts, dels att driva bort malmens svavel och andra flyktiga ämnen t.ex. arsenik, dels att oxidera järnet inför den följande smältprocessen. Vid kallrostningen brändes merparten av svavlet i råmalmen bort och avgick som rök i form av svaveldioxid – ett för sin tid besvärande miljöproblem. Under kallrostningen ökade malmen kraftigt i volym. Den färdigrostade malmen kallades kallrostverk eller suluverk.

Uppgifterna om vad som rostades varierar. När det gäller malmen i Falun har vi nämnt de två huvudtyper man i regel talar om: blötmalm och hårdmalm. Även i Gladhammar användes blötmalm och hårdmalm. Visserligen är dessa inte identiska med motsvarande malmer i Falun men de har likartade egenskaper under processerna varför vi kan tillämpa kunskapen om rostning i Falun även i Gladhammar. Enligt Elfström (2006, s. 60) har man vid kallrostningen inte enbart rostat blötmalm utan man har blandat den med hårdmalm för att underlätta slaggbildningen.

Från 1540-talet finns en uppgift om att endast blötmalmen i Falun rostades och att denna sedan blandades med lika delar orostad hårdmalm vid det följande sulubruket. (Söderberg 1932, s. 125 och där anförd källa). Naucier nämner i sina avhandlingar från 1702 och 1703 att den mindre värdefulla malmen, med vilket han avser blötmalm, läggs i kallrosten (1941, s. 46 och 56f). Han skriver inte uttryckligen att endast blötmalm kallrostades. Andra källor från den tiden uppger att även hårdmalm rostades (Lindroth 1955, s.19ff). Från 1600-talets början finns en uppgift om åtskilda blötmalms-, hårdmalms- och sylterostar. Den praktiska anledningen torde ha varit att de skiftande malmtyperna krävde olika hård rostning/temperatur för önskvärt resultat (Lindroth 1955, s. 96). Detta har vi emellertid inte sett några spår av i Gladhammar.

### Kallrostarna

Kallrostningen ägde, åtminstone från sent 1600-tal, både i Falun och Gladhammar rum i avlånga båsliknande gropar som var öppna i den ena änden. Rostbåsen låg under bar himmel, helst i höglänta och därmed torra lägen. Det var vanligt att de grävdes in i kanten av varp. En fördel med denna placering var att det omgivande varpet behöll värmen och fungerade som isolering mot såväl fukt som kyla. I såväl Gladhammar som i Gruvrondellen i Falun var kallrostarna anlagda i varp. Lindroth hänvisar till *Relation 1716* där det sägs att om rosten anlades i ett

slaggvarp måste botten ”alltid beslås med sammanpackad våt jord eller lera” (Lindroth 1955, s. 17). Flera av de kallrostar som undersöktes i Gladhammar låg med botten i stort sett direkt på berg. I några fall kunde ett jordlager skönjas i botten.

De illustrationer av äldre kallrostmurar som finns tyder på att såväl form som proportioner och storlek kan ha varierat en hel del. Även byggnadssättet har varierat. Man måste också ha i åtanke att de teckningar på rostar som finns kanske ger en idealbild över hur en rost borde se ut (se fig. i rapportdelens kapitel Undersökningen). Troligen har byggnadssättet påverkats av lokala förhållanden och byggnadssätt/-material har valts därefter. Generellt har sidorna på kallrostmurar lutat så att vidden tilltog uppåt. Groparna var smalast i den öppna änden och vidgades ungefär i förhållandet 3:2 till den inre/bakre delen. Den bakre delen, nacken, var i plan rundad och här var muren/sidan ungefär dubbelt så hög som mot den öppna delen (Lindroth 1955, s. 17ff). En välbyggd kallrostmur kunde återanvändas år efter år. Enligt beskrivningar från Falun var de murar som vanligtvis omgärdade gropen uppbyggda av gråsten, eventuellt kalkblandad, och som bindemedel användes lera. (Söderberg, s. 124; Lindroth, s. 17ff). Några sådana konstruktioner påträffades inte i Gladhammar. De rostmurar som påträffades 2010 bestod i bästa fall av något större, utvalda staplade stenar. Det rasbenägna varpmaterialet försvårade framrensningen av rostmurarna. Även bland de ca trettio kallrostar som undersöktes i Falun 2004 hörde rester av tydliga stenmurar till undantagen. I till exempel de tre största och bäst bevarade anläggningarna i Falun fanns inga tecken på stenbyggda murar. Troligen var slaggvarpet som rostarna var ingrävda i tillräckligt stabilt för att i sig ge stadga åt rostarnas sidor.

Beträffande storleken skriver Olof Naucler 1703 i sin avhandling om kopparhantering att ”*Kallrosta är en mindre plats, omgärdad av jord och sten, 12, 16 eller 20 fot i längd och 8, 10, eller 12 fot bred. På en sida finnes en öppning.*” (Naucler 1941, s. 65). En jämförelse med andra beskrivningar från tiden strax före och efter år 1700 antyder att storleken skiftade kraftigt:

Period	Längd	Bredd	Källa
1690-talet	8,5 alnar	11 kvarter	Lindroth 1955, s. 17
1703	6–10 alnar	4–6 alnar	Naucler 1941, s. 65f
1730-talet	4 alnar	2 alnar	Schultze, enl. Lindroth 1955, s. 18

*1 aln = 59,4 cm, 1 fot = 29,7 cm, 1 kvarter = 14,8 cm*

De kallrostar som undersöktes i Gladhammar 2010 och i Gruvrondellen i Falun 2004 tycks i flera fall ha varit betydligt större än ovan angivna mått. Rostarna vid Ho101 i Gladhammar bör ursprungligen ha varit omkring 8–9 m långa och 2,8–3,1 m breda, vilket motsvarar ca 13½–15 respektive 4¾–5¼ alnar. I Gruvrondellen var bredden på de tre välbevarade rostarna som låg i den norra kanten av undersökningsschaktet ca 4,5 m (ca 7½ alnar). Något exakt längdmått gick inte att få fram i Gruvrondellen då endast delar av dessa rostar låg inom den undersökta exploateringsytan. Uppskattningsvis bör de ha varit upp mot 8 m långa. Djupet var ca 1,5 m i de bevarade delarna. Då ska man komma ihåg att rosten fylldes med råge och att en stor del av

malmen låg ovanför rostens murar/kanter, dvs. att den totala höjden var betydligt större. Måtten på de undersökta kallrostarna i Gladhammar och Gruvrandellen tyder på att dessa i båda fallen hade en mer avlång form jämfört med de äldre måttuppgifterna från Falun.

Mängden malm som rostades åt gången har naturligtvis varit beroende av rostarnas storlek. De äldsta något sånär pålitliga uppgifterna, från Falun, om malmmängd per rost är från 1600-talets början. Beräkningarna ligger på 60–87 lass per/rost. Något exakt mått på ett lass finns knappast. Omkring år 1700 räknade man med att ett lass vägde 2,5–3 skd eller ”så mycket som een Häst beqwämligen kan draga”. 1 skeppund motsvarade drygt 150 kg. Vid den tiden kunde en stor rost i Falun fyllas med ca 400 lass (ca 150–180 ton). Det fanns även större rostar som tog upp till 600 lass men att de var större än så var sällsynt. Det förekom också ”dvärgrostar” som rymde 40 lass = 18 ton. (Naucler 1941, s. 65f; Lindroth 1955, s. 17)

Med reservation för osäkerheten i alla mått- och viktuppgifter kan vi göra ett försök att beräkna hur mycket malm som kan ha rymts i kallrostarna i Gladhammar. En rost med måtten ca 6×3,6 m som fylls med 150–180 ton malm ger ett värde på ca 7–8,5 ton fördelat per kvadratmeter. Det skulle betyda att en 9×3 m stor rost kan ha rymt omkring 190–230 ton malm. Med tanke på att en större rost också bör ha varit högre är vikten troligen tilltagen i underkant.

#### **Hur gick rostningen till?**

I botten på kallrosten lade man först tvärstockar, s.k. vasar, med ungefär en alns mellanrum. På dessa lades rostveden, det s.k. hultet, som bestod av smalkluven lång ved. Helst skulle veden vara lika lång som rosten, men i stora rostar krävdes ibland två vedlängder. Veden måste täcka hela bottenytan och travades varvvis upp till ca en halv alns höjd. Genom att göra rosten smalare nedtill än upptill krävdes en mindre mängd ved för att täcka botten, vilket var ett sätt att minska bränsleförbrukningen. Från 1700-talet finns uppgifter om att både tall- och granved använts vid kallrostningen. I de fall även kol användes vid kallrostningen lades kolet utmed sidorna i rosten, där den mer svårantändliga hårdmalmen var placerad (Lindroth 1955, s. 18f). Peder Månsson tycks vara ensam i sin uppfattning att man lade ved i botten på rosten och sedan fyllde rosten varvtals med malm och ved (Söderberg 1932, s124).

När veden var inlagd fylldes rosten med malm. *Hopgöraren* såg till att malm av rätt typ och storlek hamnade på rätt plats i rosten. Det var viktigt bland annat för att skapa dragförhållanden så att rosten varken brann för fort eller för långsamt. Blötmalm, som krävde kraftig rostning, lades i mitten och hårdmalm, i den mån den rostades, lades ytterst. Innehöll rosten endast blötmalm fick man ofta låta den malm som låg ytterst gå med i en andra rostning för att nå önskad effekt. När all malm var på plats, dvs. rosten var fylld med råge, täckte man över malmen med malmsylt, ungefär som man täcker en kolmila med stybb. (Lindroth 1955, s. 19ff)

I rostens sidor satte man ned s.k. eldstakar (Se fig. i rapportdelens kapitlet Resultat), en baktill och ett par stycken på var sida. Eldstakarna

bestod av stockar som stack upp ett par alnar över rosten. Med hjälp av dessa kunde man ha en viss kontroll på luftväxlingen och man kunde även efter en tids rostning dra upp eldstakarna och se hur långt de förkolnat. Skilde det mellan de olika sidorna brann rosten ojämnt. Brann det för häftigt på en sida kunde man täppa till genom att lägga på mera malmsylt. En ojämn rostning kunde bero på att hopgöraren gjort ett dåligt arbete. Kraftig vind kunde också bidra till ojämn rostning. Ibland fick man därför ställa tillfälliga vindskydd vid rosten. (Lindroth 1955, s. 21f)

När processen var klar revs kallrosten och man kunde se resultatet. Svavelfattig hårdmalm krävde inte så hård rostning och skulle, i den mån den rostades, bli rödbränd. Den mer svavelrika blötmalmen behövde en kraftigare rostning och tecknet på att detta lyckats var att malmen var blåbränd. Blötmalm som endast blivit rödbränd hade fortfarande kvar för mycket svavel och var otjänlig att smälta i suluugnen. (Lindroth 1955, s. 22) Inte bara den rostade malmen blev rödbränd utan rostmuren påverkades också och färgades lika röd, något som tydligt avgränsar kallrosten även när den är riven och malmen utplockad.

### Tidsåtgång vid kallrostning

Rostningstiden påverkades av olika faktorer såsom rostens storlek, bränsle (ved/kol), väder och vind. Använde man kol vid kallrostningen gick processen fortare än om enbart ved nyttjades. Även fukt, t.ex. snö och vind lär ha snabbat på rostningen. Däremot gick det långsammare om man täckt rosten med för mycket *malmsylt* (Naucler 1941, s. 66).

År	Tidsåtgång	Källa
Ca 1600	6–8 dygn	(Lindroth 1955, s. 95)
1646	14 dagar å 1 månad	Fleming (Söderberg 1932, s. 124)
(1703)	2–6 veckor	Naucler 1941, s. 66

### Sulubruket

Det andra processledet, *sulubruket*, ägde rum vid hyttan i en öppen schaktugn kallad suluugn. Där smältes kallrostverk och fluss. Vanligtvis använde man vattendrivna bälgar till suluugnen och bränslet bestod av både ved och kol. Vid sulubruket erhöll man två produkter: *skärsten* som samlades i härdens nedre del och *slagg* som tappades av från härdens övre del. När härdens var i stort sett uppfylld med skärsten gjordes *utslag*. Efter att ugnen tömts på slagg tappades den flytande skärstenen ut i *sandmättet* intill ugnen (se nedan). Mängden skärsten som tappades ut vid varje utslag kallades löpning (Söderberg 1932, s. 125; Lindroth 1955, s. 36).

Inför en smältkampanj måste ugnen anpassas för sulubruket. Samma ugn kunde användas även för det fjärde processledet, men byggdes då om för detta ändamål. Vid uppförandet av suluugnar i Falun lade man först ut en kvadratisk grundval med ca 5 famnars sida (1 famn = 6 fot  $\approx$  1,78 m). På denna murade man för dräneringens skull en trumma. Över trumman lades en sten, *bottenhäll*, med ca 3–4 alnars sida och ca 2 alnar tjock. I brist på lämpliga bottenhällar att lägga över trumman kunde man i stället mura ett valv som täcktes med krossad slagg och mosand. På den iordningsställda botten ställde man två eldfasta stenhällar av samma

bredd. Den främre, *hårdstenen*, var något lägre än den bakre, *bål-, böl-, eller bördstenen*, som var ca 2 alnar hög. På en tredje sida ställdes *stybbestenen*, som var ca 1½ aln hög och minst 3 alnar lång, vilket motsvarade härdens längd. På den motsatta sidan ställdes två mindre stenar. Utrymmet mellan dessa, *stickhålet*, var ca ¾ aln brett och 1 aln högt. Genom stickhålet skulle det smälta godset tappas ur ugnen. Måttet på härdrummet mellan hållarna var med vissa variationer ca 3×2¼ alnar, med största avståndet mellan främre och bakre väggen.

Härdens sidor omgavs av kraftiga murar med ett intag på stickhålssidan. På härdväggarna murades ugnspipan, som smalnade av uppåt, varv på varv. Från bottenhällen upp till krönet var den bakre delen ca 5¼ alnar, medan sidomurarna var något lägre. (Lindroth 1955, s. 24ff)

När ugnen var uppbyggd återstod den s.k. redningen, vilket innebar att härden iordningställdes för smältning. För att skydda hårdstenarna mot smältgodset gjordes först den s.k. *sandstötningen*. Över härdens botten lades ett ¼ aln tjockt lager av fuktig lera och grov sand vilket som packades med hjälp av ett speciellt verktyg, formjärnet. Samma blandning packades även upp längs härdrummets väggar men i tunnare lager upp mot krönet. För att torka och hårdgöra blandningen eldade man sedan med ved i ugnen.

Nästa moment var *stybbestötningen*, då man från härdbotten och upp till brädden packade en blandning av lera, fin kolstybb och lite vatten. Blandningens proportioner anpassades efter olika malmtyper som krävde olika temperaturer. Hårdmalm var aggressiv mot redningen men med en ökad lerinblandning kunde stybbestötningens motståndskraft förbättras. Den egentliga smälthärden, *stybbeshärden*, skars ut i den packade stybben. Omkring år 1700 var stybbeshärden ungefär 1¼ aln bred och 1 aln lång, senare var den mindre. När även stybbeshärden torkats med hjälp av eld var redningen avslutad. *Forman*, genom vilken blåsbälgarnas tätter stacks in, lades in i ugnens bakmur. Utanför ugnens stickhål lade man en större berghäll, på en något lägre nivå än ugnens bottenhäll. På berghällen beredde man det skålformiga *sandmättet* av fin mosand. I sandmättet skulle senare den smälta skärstenen uppsamlas. (Lindroth 1955, s. 28ff)

Det sista som återstod innan den första uppsättningen kunde göras var att mura upp *bröstet* i ugnens framsida. Mellan sidopelarna lade man två *kindstenar* och över dessa den s.k. bröststenen. Bröstet placerades intill den utskurna smälthärdens främre kant. Det öppna utrymmet mellan kindstenarna kallades *öga*, ibland härd- eller slagghål. Ögat var främst avsett som utloppshål för slagg som via en ränna leddes ut i *slaggsumpen*, som bestod av en grop i sand eller stybb. Genom ögat kunde smältaren vid behov även föra in redskap i ugnen. (Lindroth 1955, s. 30)

När ugnbröstet murats upp fylldes ugnen med träkol som tändes och bälgarna sattes igång. Ugnen eldades med kol tills den var tillräckligt uppvärmd för den första egentliga *uppsättningen*, dvs. när det var dags att fylla ugnen med – i detta fall – kallrostverk (kallrostad malm), flussmedel och kol.

Malm varvades med fluss och kol enligt konstens alla regler. Förhållandet malm-fluss-bränsle styrdes av i vilket stadium smältningen

var och malmens beskaffenhet. För att skydda ugnen mot skador måste smältaren se till att kol inte hamnade för nära ugnsrummets sidor, då dessa kunde skadas av för stark hetta. Kopparslagg från den andra smältprocessen, rostbruket, kunde användes som fluss. Hårdmalm fyllde en liknande funktion, dvs. att underlätta slaggbildningen. (Lindroth 1955, s. 32)

En viktig detalj för att smältprocessen skulle fungera väl var att det bildades en *nas* (näsa), av hopgyttrad slag, över den del av forman som stack ut i ugnsrummet. Närmast forman satte man upp hårdmalm, då den ansågs ”nasa” bäst. När nasen bildats kunde man sätta upp mer blötmalm. Förutom att skydda forman mot hetta kunde smältaren genom att reglera nasens form och storlek även påverka blästerns styrka och riktning. Därmed kunde man styra så att processen inte gick så fort att malmen gick genom ugnen i osmält skick, med förlust som följd. (Lindroth 1955, s. 33f)

Smältningen kom igång ett par timmar efter den först uppsättningen. Efter ytterligare en tid och flera uppsättningar hade så mycket slag samlats att den började ta sig ut genom ögat. I bästa fall gick det, genom att vidga ögat, att låta slaggen rinna utan i sumpen utan vidare hjälp. (Lindroth 1955, s. 34ff)

När stybbeshärden var nästan full med skärsten, vilket tog ca två dygn, ibland mera, var tiden inne att göra *utslag*. Först rensades slaggen ut. Skärstenen skulle vid utslaget stå ”klaar som en spegel” innan den tappades ut i sandmättet utanför ugnen. Smältaren kunde när skärstenen rann ut i sandmättet se hur väl processen lyckats. ”En rik och god skärsten rann långsamt och var blodröd, en fattig var blekare röd och mera lättflytande.”, för att använda Lindroths beskrivning. Utslag gjordes sedan i medeltal vartannat dygn. (Lindroth 1955, s. 36ff).

Vid början av 1700-talet pågick sulubruket i Falun normalt 12–18 dygn, ibland ända upp till 30 dygn. Enligt Naucler fick man ut 2–5 lass vid varje utslag (Naucler 1941, s. 67). Andelen koppar i skärstenen var, enligt analyser från sent 1700-tal, 4,5–16 % och i början på 1800-talet i genomsnitt omkring 10 %. Lindroth menar att kopparhalten bör ha varit högre under 1500- och 1600-talen då malmen som då bröts var betydligt rikare (Lindroth 1955, s. 38). De uppgifter som finns om skärstenens sammansättning vid produktionen i Gladhammar nämner olika värden, i något fall 10 % koppar, i andra, som beskrivs som mer gynnsamma, återges 15–20 % koppar (Elfström 2006).

## Vändrostningen

Den skärsten som erhöles vid sulubruket gick efter att den svalnat och slagits till mindre stycken vidare till vändrostningen, som var nästa led i processen. I sin beskrivning av vändrostningen skriver Elfström (2006:326) att man kunde hoppa över de första två processleden – kallrostning och smältning i suluugn – om råmalmen var rik.

Enligt Lindroth (1955:169) låg vändrostarna alltid vid hyttan och varje hytta hade vanligen flera rosthus. Huset var närmast ett skjul med otäta brädväggar och enkelt tak för skydd mot regn och snö. Inne i huset låg flera bås på rad, åtskilda av murar. Antalet bås, eller ugnar som de ibland

kallades, varierade mellan tre och tolv. Det vändrosthus, Hy3, som undersöktes vid Hyttan i Gladhammar hade tolv bås.

I en vändrost skedde en upprepad rostning i olika verkande *eldar*. Lindroth beskriver rostningsprocessen ingående (1955:39ff). Beroende på skärstenens kvalitet kunde rostningens förlopp och antalet eldar som rostgodset utsattes för variera. Rostvändaren var den som kontrollerade skärstenen och ansvarade för hur rostningen skulle fortgå.

I den första elden användes ved som bränsle. Veden arrangerades på ungefär samma sätt som i en kallrost. I botten lades tvärvarsar och på dessa två eller tre lager långved, vilket kallades att hulta. På hultet lade man sedan de relativt grova styckena av skärsten som kommit från hyttan. I den första elden skedde ingen egentlig rostning utan skärstenen blev bara mörbränd. Tidsåtgången anges från tre timmar upp till högst ett dygn. När veden brunnit och det mörbrända godset svalnat krossades det till mindre stycken. En beskrivning anger storleken till två knytnävar (Lindroth 1955, s. 40).

I den andra elden användes också ved som bränsle och man hultade på samma sätt som i den första elden. Därefter *vändes* den krossade skärstenen över till det andra båset. Inte heller i eld två skedde någon egentlig rostning utan endast ytterligare uppluckring. Tidsåtgången för den andra elden anges från 6–7 timmar till två dygn. När godset svalnat krossades det till en knytnäves storlek (Lindroth 1955, s. 40).

I den tredje elden hultades på samma sätt som i de föregående. Nu skedde en verklig och långvarig rostning av skärstenen, som börja ryka och ge ifrån sig svavel. Hettan, som under vändrostningens gång ökade från eld till eld, var nu så stark att skärstenen delvis smälte. Man fick se till att det smälta materialet inte gick till bottensulu. Tiden anges från 2–6 dygn. Godset från den tredje elden krossades till ett gåsäggs storlek (Lindroth 1955, s. 40f).

I den fjärde elden användes finkluven ved lagd på låga tvärvarsar. Det gällde att hindra för kraftigt drag. Brann det för häftigt var risken stor att det framkallade bottensulu. Hettan i rostens övre del kunde dämpas genom att man lade ett lager fint verk eller malmsylta ungefär mitt i rosten, vilket kallades att häfta. Detta gjordes för att förhindra sulurinning. Det mesta av skärstenen skulle i detta led övergå till blåbränd materia. I tid varade den fjärde elden längst, 1½–3 veckor. Efter den fjärde elden krossades godset till ett hönsäggs storlek. Det kallades att *verkslå* och det krossade godset benämndes *verk*. I den fjärde elden ökade stenens volym, varför inte allt verk fick plats i den femte elden utan fick läggas åt sidan (Lindroth 1955, s. 41f).

Även i den femte elden hultades ungefär som tidigare. En skillnad var att man ofta dessutom lade kol utmed rostens sidor. Om svavlet till största delen drivits bort i föregående eld var det svårt att tända rosten med enbart ved. För att få rosten att brinna långsamt och jämn hände det att man häftade även i den femte elden, som vanligen brann ut på ca 8 dygn. När rosten revs efter den femte elden var verket lätt att slå sönder. Vändrostarens uppgift var nu att sortera de olika verkslagen. Den sten som legat på ställen där elden inte haft full verkan var utvändigt röd och invändigt grön. Den innehöll fortfarande mycket svavel och måste gå till

ytterligare bränning. Det färdigrostade och nästan helt svavelbefriade verket hade blåbränt yta och en ljusgrå kärna. Det kunde gå vidare direkt till råkopparugnen. Det fanns också blåbrända stenar som inuti skiftad i violett. Dessa kallades trottsstensbrända. Om de kom från en kopparrik skärsten hade de fått en fast kärna och ett lösare yttre. Detta verk borde brännas ytterligare för att befrias från oart. Kom det istället från en svagare skärsten fick de ett hårt skal med lösare inkrom. Om sådant verk rostades vidare gjorde det smältningen i ugnen tung. Fördes det däremot direkt till ugnen efter femte elden gjorde det nytta genom att bilda trottssten, som skyddade råkopparen från slaggen. Ytterligare en produkt var det kasbrända verket, som uppstod i rosten mitt där elden hade starkast verkan. ”Det var fullvänt men gick trögt i ugnen och brukade därför underkastas ny rostning” enligt Lindroth. (1955:42f).

Den sjätte elden hultades som vanligt. Det rödbrända, det kasbrända och det rika trottsstenverket lades i rosten och varvades med kol. Elden brann ut på 4–5 dagar. I bästa fall var allt verk blåaktigt och ”dödrostat eller fulltorkat” efter denna omgång och kunde gå till hyttan. Ibland kunde även en sjunde, åttonde och nionde eld tillgripas. För att tillåta så många vändningar krävdes ett särskilt kopparrikt verk (Lindroth 1955, s. 43f).

Vändrostningen var en tidskrävande process. Den kortaste tiden, beroende på antalet eldar, var 5–6 veckor men det kunde även ta betydligt längre tid (Lindroth 1955, s. 44 och 115). Varje eld krävde sin speciella behandling. Idealet var att öka hettan från omgång till omgång försiktigt för att så småningom ha bränt ut svavlet ur malmen.

## Rostbruket

Det fjärde processledet från malm till koppar – rostbruket – var framställning av råkoppar. Det kunde ske i samma ugn som sulubruket. En viktig skillnad var att man vid rostbruket ville ha ett betydligt mindre härdrum. Minskningen av härden åstadkoms genom att man satte in stenhällar eller mindre stenar som bands med lera. Ytan i härden var mindre än hälften av ytan vid sulubruket och djupet var betydligt mindre (Lindroth 1955, s. 45).

Redningen av härden gjordes på ungefär samma sätt som vid sulubruket. Härden botten täcktes med mosand, varpå man gjorde den första (sand-)stötningen då man fyllde på med sand och lera i lika delar till 1½ kvarter. Sedan eldade man på sandstötningen med vanligen tre eldar. Därefter slog man in ett tunt lager av kolstybb blandat med lera, den första stybbsstötningen. Vid rostbruket användes finare stybbskol än vid sulubruket. Finare kol stod bättre mot den högre temperatur som rådde vid rostbruket. Proportionerna i blandningen avgjordes av vändrostverkets kvalitet. Om verket var svagt krävdes en stark beskickning fluss, vars hetta frätte på redningen. Sand och lera blandades då 50/50. Hade man ett rikt verk halverades andelen lera. Direkt på den första stybbsstötningen gjordes stybbskransen (*andra stybbsstötningen*). I äldre tid fylldes härdrummet till brädden varpå man sedan skar ut stybbshärden. Under 1700-talet satte man in en trækubbe runt vilken stybbkransen formades, varpå kubben lyftes upp och härden

jämnades till. Härden torkades sedan med tre eldar. I en uppgift från 1716 anges härdens mått till  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$  aln. Tidigare uppgifter tyder på att härdarna då var större. Vid rostbruket gjordes även stickhål mindre, forman lades lägre och hade en något mindre mynning än vid sulubruket. (Lindroth 1955, s. 46)

Innan bröstet murades upp var det fördelaktigt om smältaren kunde sätta upp kol tillsammans med en kopparhaltig bottensats, *nas*, från tidigare rostbruk. Den sida som ursprungligen varit uppåt var mer lättsmält än den sandbemängda bottensidan och sattes därför vänd mot forman. Sedan murades bröstet upp ungefär som vid sulubruket. Måtten på bröstet var ungefär de samma som vid sulubruket, men anpassades i viss mån efter verkets egenskaper. Därefter sattes bälgarna igång och den insatta bottensidan hade då redan börjat smälta (Lindroth 1955, s. 46).

Uppsättningarna gjordes ungefär som vid sulubruket. Inledningsvis satte man upp kasbränt vändrostverk, som hade egenskapen att underlätta att en nas bildades över forman. När nasen blivit lagom lång, uppgifterna varierar från 2–4 tvärfingrar, gick smältaren över till att sätta upp mera lösvänt verk. Till ett fat verk sattes ett fat kol tills den insatta bottensidan blivit helt uppsmält. Därefter ändrades proportionerna så att man satte upp fyra fat verk och ett fat kol där två fat verk sattes under och två över kolen (Lindroth 1955, s. 47).

Beroende på vändrostverkets art fick smältaren sedan följa vissa regler. Bland annat måste han se till att undvika att segslag bildades och satte sig på den utvunna råkopparen. Ett sätt var att använda svagt trottsensbränt verk i de första uppsättningarna. Detta verk härdade stybbet så att det stod emot hettan bättre och bidrog därmed till att härden kunde hållas liten, vilket ledde till att temperaturen kunde höjas. Det tillsatta verket producerade också rikligt med trottssten, som metallurgiskt sett var en rik skärsten och bestod av en fortfarande svavelbunden koppar. Kopparhalten i denna tycks ha varierat, enligt en uppgift från 1820-talet innehöll trottsstenen i Falun då knappt 60 % koppar. Trottsstenen var tyngre än slaggen men lättare än koppar och lade sig därför som ett skikt mellan dessa vilket underlättade arbetet att skilja slaggen och kopparen (Lindroth 1955, s. 47).

Vid rostbruket använde man kvarts som flussmedel. Det bidrog till järnets förslagning och att lösa upp segslaggen. Om det bildades för lite trottssten fick man öka mängden fluss. Smältningen gick till på ungefär samma sätt som vid sulubruket, med den skillnaden att ugnen vid rostbruket var i gång kortare tid och ofta gjorde man bara två *löpningar*. En orsak var att slaggen, som hade en låg surhetsgrad, frätte starkt på ugnens infodring (Lindroth 1955, s. 48f).

Det första utslaget gjordes då råkopparen fyllt ut härden, vanligtvis efter  $1\frac{1}{2}$  till 2 dygn. Först drog man ut kvarvarande slaggen. Kopparen tappades sedan ut i det iordningställda sandmättet utanför ugnen. Om stybbesstötningen eller andra delar av ugnen inte hade tagit skada drevs ugnen vidare för en andra löpning, på samma redning, tills det var dags för det andra utslaget. I regel var ugnen vid rostbruk endast igång 4–5 dygn (Lindroth 1955, s. 48).

Renheten i den råkoppar man fick ut ur ugnen varierade bland annat beroende på malmslag och hur väl smältaren hanterat processen. Vid mitten av 1800-talet höll råkopparen i Falun en halt omkring 92–95 % koppar medan halten kring år 1700 antas ha legat omkring 90 % (Lindroth 1955, s. 49).

### Garningen

De föroreningar som fanns kvar i råkopparen bestod bland annat av järn, zink, bly och svavel. För att kunna användas i legeringar och till smide måste föroreningarna avlägsnas, vilket skedde genom *garning* av råkopparen. Vid garningen smältes råkopparen på nytt, vilket i äldre tider skedde i öppna garhårdar och senare i välvda flamugnar. Processen byggde på en kraftig oxidation som genom att föroreningarna hade större affinitet till syre än kopparen träffade föroreningarna som efter oxidationen antingen förflyktigades eller avgick som slagg. Eventuella ädelmetaller påverkades inte utan följde med slutprodukten. Den garade kopparen hade i äldre tid en kopparhalt på omkring 97–99 % och bestod alltså av näst intill kemiskt ren koppar. Garkopparen var en handelsvara som kunde användas till legeringar, t.ex. mässing. (Lindroth 1955, s. 330)

## Resultat – material och lämningar

### Malmen

Den malmförande zonen i Gladhammars gruvområde ligger som ett smalt, brant stående stråk i kvartsit (kvartssandsten metamorfoserad i s.k. amfibolitfacies) med glimmerrikare lager och lagerparallella amfiboliter. Mineraliseringarna uppträder som tunna och massiva magnetitstråk samt som impregnationer av sulfidmineral i magnetitstråken (s.k. blötmalm) eller de glimmerrika lagren, samt svagare impregnationer i omgivande kvartsit (s.k. hårdmalm).

Mineraliseringen kan i korthet beskrivas innehålla huvudsakligen magnetit, pyrit (svavelkis), kopparkis och koboltglans. I mindre omfattning har noterats blyglans, molybdenglans och zinkblände (Claesson 2009:164ff). Bejgarn (muntl. medd.) har i en specialstudie mer genomgående analyserat mineraliseringarna och bl.a. beskrivit vaestit, carrolit, tellurider, Pb-Bi-Cu sulfider samt metallisk koppar, vismut och guld. Detta är dock en kraftigt förenklad bild av en lokal där det finns en stor mängd mineral, de flesta tämligen exotiska. Gladhammar är typlokal för flera mineral (gladit, hammarit och lindströmit som är s.k. sulfosalter), dvs. det var i material härifrån de identifierades och beskrevs för första gången.

De mineral som vi fokuserat våra analyser på är de som är av intresse ur gruvdriftens perspektiv.

### Provtagning

Kanterna av malmineraliseringarna som en gång har brutits är det enda som har lämnats kvar efter avslutad brytning. Det innebär att vi inte kunde förvänta oss att hitta den malm som har brutits i fast klyft. Vi har inte heller provtagit på djupet i gruvhålen. Enligt förundersökningens

resultat påträffades en del högar där det observerades malmer och att dessa var sorterade utifrån olika malmtyper. Malmhögarna Ho46–Ho49 är omtalade som malmhögar med mindre och svartbruna stenar (magnetit), medan malmhögarna Ho50–Ho52 beskrivits som malmhögar med något större grå-brunnröda stenar (Sandberg m.fl. 2009:208ff) men ingen av dessa fanns längre bevarade vid GAL:s fältdeltagande i slutundersökningen och malmernas sammansättning kunde därmed inte undersökas närmare.

Eftersom malmerna är komplexa i Gladhammar och varierar i fråga om malmmineral är det viktigt att kunna avgöra så långt som möjligt hur och om de varierar mellan de olika gruvhålerna. Detta finns delvis beskrivet, och återgett av Elfström (2006) men inte för den tidigaste brytningen. I vilken grad det är möjligt att knyta en mineralisering till ett beskrivet gruvhål varierar dock säkert från fall till fall. För många av gruvhålerna är det också dokumenterat när de tas upp och börjar brytas, men det mesta i de skriftliga källorna om brytning behandlar tidpunkter som ligger senare än den som de undersökta kallrostarna i området representerar. Men, dateringsresultaten från <sup>14</sup>C-analyser för kallrostarna är samlade inom samma breda tidsintervall, varför det är vanskligt att utreda kronologiska aspekter i relation till gruvområdet.

Kunskap om fördelningen av malmer och mineral mellan de olika gruvhålerna är också relevant bakgrundkunskap och som referens när man ska jämföra med de eventuella malmrester som påträffades i det stora antalet kallrostar som täckte stora delar av slutundersökningsområdet. Redan i samband med förundersökningen daterades en del kallrostar till tidpunkter före de som finns i det skriftliga källmaterialet för gruvområdets användning. Därför är det också betydelsefullt att kunna se om det i rostarna finns några malmrester som kan avslöja ungefär vilka malmområden som brutits i tidiga skeden.

Vi ska ha i åtanke att proverna som samlades in var i utkanterna av de malmförande områden som har brutits. Vi får anta att kanterna är fattigare och har lämnats just av den anledningen. Därför är det inte möjligt att närmare avgöra hur rika malmerna har varit på de eftertraktade mineralen. Vi har dock möjlighet att se vilka mineraliseringar som förekommer, och kan jämföra med de möjliga malmrester som påträffades i rostarna i varphögarna.

### **Analysresultat**

Malmer som provtagits från fast klyft är från dagbrotten Ho160 och Ho161. Från Ho160 har vi också undersökt det omgivande sidoberget, den s.k. värdbergarten för malmmineraliseringen, som utgörs av kvartsit med mindre inslag av magnetit och hematit (Ho160 9). Intill sidoberget finns en järnmalm som domineras av hematit (Ho160 8). Även i prov Ho161 26 och Ho161 28 finns järnmalm men då i form av nästan uteslutande magnetit. I båda fallen är koppar- och kobolthalterna låga och sulfidmineral förekommer mycket sparsamt, då främst i form av pyrit, dvs. svavelkis. Vare sig koppar- eller koboltmineral finns i malmen från dessa dagbrott.

I de analyserade malmerna från t.ex. Ho161 framgår bland annat att magnetiten är mer eller mindre omvandlad (oxiderad) till hematit, vilket även är troligt för Ho160 8, som nästan helt består av hematit. I något stycke (Ho161 26) har pyrit också oxiderat men i ett annat (Ho161 28) är den inte omvandlad i samma utsträckning.

## Kallrostarna

Kallrostarna utgör ett markant inslag bland de aktiviteter som har ägt rum i Gladhammars gruvområde. I de utbredda varpen som täckte stora delar av det område som nu har undersökts framträdde kallrostarna i stort antal (se plan i rapportdelens kapitel Den arkeologiska undersökningen). I samband med förundersökningen (Sandberg m.fl. 2009) daterades en del av dem (Ho101 och Ho105) till 1300-talet, dvs. äldre än den kopparhantering som finns omtalad från 1600-talet i de skrivna källorna.

De kallrostar som undersöktes på Holländarfältet var ofta anlagda i stort sett, åtminstone delvis, direkt på berget och var omgivna av varp. En tunn markhorisont kunde skilja rostarnas bottnar från berget. Möjligen har man också fyllt ut svackor för att få en jämn botten i rostbåsen.

I denna rapport har vi lagt mest vikt vid ett väl definierat område med kallrostar (Ho101) väster om Svenskgruvan vad gäller såväl konstruktion som analyser (Se profil 4 och 6). Ett annat avgränsat område med flera kallrostar är Ho105, på Holländaregruvans sydvästra sida. Dessa är dokumenterade i profilerna 9, 10 och 12. Även här framgår en upprepad användning av rostområdet där rostar har konstruerats intill, och delvis i, tidigare använda rostar.

Ytterligare kallrostar dokumenterades också på båda sidorna om Holländargruvan. Till dessa rostar hör de, Ho141–Ho146, som påträffades längs med Holländaregruvans nordöstra kant och är genomskurna av gruvbrytningen. Av rostarerna Ho141–Ho146 var betydligt mindre bevarat än t.ex. Ho105 såväl i utbredning på ytan som på djupet. Längs profilen (13/15) utmed gruvans utbredning kunde dock ett antal kallrostar definieras och några prover togs för analys. Även från Ho153, strax väster om Ho105, och från Ho149 mellan Ho101 och Ho105, gjordes analyser på ett fåtal prover.

Kallrostningen var också den process som prioriterades för mer utförliga analyser vid Sohlbergsfältet. I varphögar av mindre dimension än vid Holländarefältet observerades likartade strukturer med omväxlande lager av roströda och sotiga lager. I dessa högar observerades dock betydligt mindre mängder material som skulle kunna vara malmförande eller rester av rostad malm. Huvudsakligen varpmaterial, av liknande typ som i Holländarefältet, noterades i den undersökta profilen (profil 14).

## Fysiska lämningar

Ho101

I området mellan och söder om Tyskgruvan (Ho27) i väster och Svenskgruvan (Ho21) i öster dokumenterades rester av tio kallrostar (Se bilaga 10) (Ho101:1–9 och Ho101:11). Samtliga rostar inom Ho101 var anlagda i äldre varp. Ho101:8 låg öster om och något åtskild från de

övriga och var orienterad i NV-SÖ, dvs. parallellt med Svenskgruvans schakt. De övriga låg i två samlade grupper.

Den norra gruppen, mellan gruvschakten, omfattade Ho101:5–7 och Ho101:9. De var orienterade i NNÖ-SSV. Rostarnas hade haft sin öppna sida mot norr och den innersta delen, nacken, i söder. Ho101:6 låg omedelbart väster om Svenskgruvans västra ände. Söder om gruvschaktets ände låg rester av Ho101:5, men den nådde inte fram till gruvschaktet. Troligen har en stor del av Ho101:5 avlägsnats i samband med en utvidgning av gruvan västerut. Det visar att rostarna i den norra gruppen är äldre än Svenskgruvan, åtminstone vad gäller gruvans västligaste del. Rostarna i den norra gruppen var täckta av en äldre markhorisont.

Den södra gruppen av rostar bestod av Ho101:1–Ho101:4 och Ho101:11. Den sistnämnda skadades delvis vid schaktning. Rostarna i denna grupp låg något vridna i förhållande till den norra gruppen och hade en mera NÖ-SV orientering. Stratigrafiskt låg de också över den markhorisont som täckte den norra gruppen. Rostarna i den södra gruppen hade haft sin öppning åt SV. I den norra änden, nacken, sträckte sig dessa rostar i plan över nackarna i den norra gruppen.

Stratigrafiskt sett var alltså den norra gruppen (Ho101:5–7 och Ho101:9) äldre än den södra (Ho101:1–4 och Ho101:11). Däremot är det oklart var Ho101:8 passar in i den inbördes kronologin, då denna låg öster om och något åtskild från de övriga och hade en avvikande riktning, jämfört med de övriga.

När det gäller den södra gruppen låg de inmätta anläggningarna mer eller mindre åtskilda från varandra. Botten låg antingen direkt på berg eller på en tunn äldre markhorisont, delvis bestående av bark och flis. Förmodligen har man velat fylla ut svackor i bergytan för att få en jämn botten i rostarna. I botten av rostbåset Ho101:2 fanns en del vedpinnar i form av rundvirke (slanor) ca 8–9 cm i diameter. Dessa var delvis obrända, men troligen var det rester av rostens bränsle som inte brunnit upp helt.

Det var svårt att fastställa rostmurarnas lägen och utseende. Murarna kan till stor del ha skadats redan i samband med att det färdigrostade godset revs ut. De eventuella rester av rostmurar som fanns kvar rasade vid minsta försök till noggrannare framrensning. Det innebär att vi inte kunde avgöra om rostarna hade avlöst varandra eller om de legat sida vid sida och varit i drift samtidigt. Troligen har murarna varit tämligen enkla i sin utformning och bestått av större, lämpliga stenar plockade från det omgivande varpet. Huvudsakligen verkar de ha varit uppbyggda av två parallella skikt sten. De ingående stenarna var mestadels kantiga och lättstaplade. Den totala bredden på murarna bör ha varit ca 0,4 m.

Den norra gruppen uppvisade en mera komplicerad inbördes bild. Flera rostmurar saknades eftersom några av rostarna där hade anlagts efter och delvis i varandra. Längst i öster låg den avkapade rosten Ho101:5. I de bevarade delarna var den parallell med Ho101:6. Den västra rostmuren i Ho101:5 kan samtidigt ha utgjort den östra muren i Ho101:6, dvs att de båda rostarna har delat en gemensam rostmur mellan sig. Det antyder att dessa kallrostar var samtida.

Mellan Ho101:6 och Ho101:9 rådde ett annat förhållande. Ho101:6 var anlagd senare än Ho101:9. Den västra muren i 101:6 var placerad i den östra halvan av Ho101:9. Ett likartat förhållande gällde även mellan Ho101:9 och 101:7, dvs. den västra muren i 101:9 skar genom den östra delen av 101:7. Möjligen kan de lägre delarna av den östra muren i Ho101:7 ha utnyttjats vid uppbyggnaden av den västra muren i Ho101:9. På grund av bergets form låg de två sistnämnda rostarna på en något lägre nivå än de övriga i gruppen. Det mest sannolika är att Ho101:7 var den första rosten i den norra gruppen. När den tjänat ut ersattes den av Ho101:9. Vid ett senare tillfälle anlades Ho101:5 och Ho101:6, som kan ha varit i drift parallellt.

I ett par av rostarna påträffades små tunna trästickor, ca 20 cm långa. Stickorna hade spetsade, fint täljda, ändar. I stort sett identiska stickor påträffades i stor mängd 2004 vid undersökning av ungefär samtida kallrostar i Gruvrandellen i Falun (Willim et al. 2005). I Falun föreföll stickorna att vara omsorgsfullt placerade, mestadels i rostens längdriktning. Stickornas funktion är inte känd.

I de fall det gick att mäta var rostarna som tillhörde Ho101 ca 8–9 m långa och 2,8–3,0 m breda i yttermått vilket motsvarar ca  $13\frac{1}{2}$ –15 resp.  $4\frac{3}{4}$ – $5\frac{1}{4}$  alnar (1 aln = 0,594 m). Det bevarade djupet varierade kraftigt mellan 0,35 och 0,9 m. När de var i drift var de dock uppbyggda till betydligt större höjd. De bevarade delarna av rostarna hade sluttande sidor. I rosten Ho149 vid Holländargruvan uppmättes en invändig längd på ca 8,5 m, trots att rostens nordvästra ände kapats något vid schaktning. Det innebär att anläggningens totala längd bör ha varit åtminstone 10 m.

Storleken avviker något, men kan jämföras med de kallrostar som undersöktes i Falun 2004. De undersökta rostarna både i Gladhammar och Gruvrandellen i Falun tycks alltså ha varit större än vad som anges i de skriftliga källorna från Falun. Även dateringarna av rostarna i Gladhammar är jämförbara med de från Gruvrandellen. Det är troligt att det fanns ett intensivt kunskapsutbyte mellan olika bergsbruksområden och att det var ”på modet” att man vid den tid då de undersökta anläggningarna var i bruk byggde stora anläggningar för kallrostningen.

### **Provrval**

På Holländarefältet, och i mindre omfattning på Sohlbergfältet, återfanns lämningar av kallrostar där orostad malm var utgångsmaterial och kallrostverk var produkt. Av naturliga skäl fanns få rester kvar i anläggningarna. Orostad malm återfanns endast sparsamt, och kan troligen delvis komma antingen från det varp vari rosten anlagts, eller från varp som rostarna senare fyllts med. Sålunda finns en viss osäkerhet i huruvida den verkliga representerar den typ av malm som rostats. Likaså är produkten, kallrostverket, osannolik att hitta, då denna gått vidare till nästa processteg (sulubruk). I ett fåtal anläggningar fanns representerat både sidoberg/lågvärdig malm, orostad högvärdig malm och malm som genomgått varierande grad av rostning (kallrostverk).

Prover insamlades redan vid tidigt skede av undersökningen, ofta ytligt. Denna insamling gjordes för säkerhets skull, om inget annat lämpligt material skulle komma fram senare. Efter hand, när kallrostarna

undersöktes i profil kunde prover med bättre kontext tas som dessutom kunde relateras till var i rosten de hörde hemma och samordnas med prover som var lämpliga för datering. De prover som samlades in inledningsvis blev därmed efterhand av underordnad betydelse. För de fortsatta analyserna har därför fokus lagts på prover med tydlig kontext och i relation till relevant frågeställning. Endast i undantagsfall har prover från ytliga delar av anläggningar övervägts för fortsatta analyser. I dessa fall beror det på att de är av material som inte påträffats i bättre kontexter och vi har bedömt att de har kunnat bidra med viktig information.

En del prover togs i fält på grund av de föreföll vara påverkade av förhöjda temperaturer, dvs. de kunde ha blivit rostade. Om det berodde på att de var en del av det varp som rosten byggdes i eller rester av den malm som hade rostats var inte möjligt att avgöra i fältsituationen. En del prover togs också från material i rostarna som kunde tolkas som sekundärt diltfört. Men, det föreföll innehålla en hel del mineraliseringar, dvs. vara malmförande, men eventuellt inte så rikt att det vid tillfället för brytningen ansågs tillräckligt för att ingå i en fortsatt process utan hamnat i varpet. Ett sådant material kan ändå ge en fingervisning om vilken typ av mineralisering som brutits under denna tidsperiod och leda till något eller några av gruvhålen och ge en koppling såväl tidsmässigt som geografiskt inom området.

De prover som bedömdes vara värmepåverkade är också av intresse att undersöka närmare för att se hur de har omvandlats under kallrostningen. Dessa kan också vara vägledande i de fall det rör sig om tveksamma rostlar och materialet är det enda som kan ge vägledning om det varit påverkat av rostningsprocessens temperaturer.

Vanligtvis har en hel grupp av kallrostar, snarare än varje enskild kallrost, bidragit med prov för att få med alla ingående komponenter. Fokus på analyserna har lagts på prover från Ho101 och Ho105. Från övriga kallrostar som undersöktes togs endast ett mindre antal prover och ett fåtal har analyserats ytterligare för att se om det finns likheter och/eller skillnader med de mer utförligt analyserade kallrostarerna.

## **Analysresultat**

### **Ho101**

Det analyserade materialet från några av kallrostarerna inom kallrostområdet Ho101 karaktäriseras av höga järnhalter. Undersökningar i mikroskop har visat att flera av proven är magnetitdominerade eller utgörs av kvartsit med magnetitinhåll, som ofta är tämligen högt (t.ex. prov från Ho101:4 och Ho101:5). I några fall utgörs järnoxiden inte av magnetit utan enbart av hematit, troligen sekundärt bildad genom oxidation av magnetit (t.ex. prov Ho101:1:1) och exempel där magnetit delvis har oxiderat till både hematit och järnhydroxider är vanligt förekommande. I enstaka fall, t.ex. från Ho101:2, finns också exempel på innehåll av både glimmermineral och zinkspinellen gahnit tillsammans med järnoxiderna.

I flera av dessa prov finns också sulfidmineral, men undersökningen i mikroskop visar att det mestadels är endast i små mängder. Det sulfidmineral som är vanligast förekommande är pyrit (som innehåller

järn och svavel). I mindre mängd finns också kopparkis. Även om kopparsulfider inte är speciellt frekventa så visar de totalkemiska analyserna att de flesta proverna innehåller koppar och svavel. Dessutom innehåller de t.ex. kobolt, arsenik och zink. Dock är halterna så pass låga att det inte är fråga om kopparmalm för kopparframställning (se diskussion nedan).

Ett analyserat prov, Ho101:7:1, har dock betydligt högre halter (se Tabell 2) av framförallt koppar (ca 19,7 %) och svavel. Analyser med elektronmikroskop visar tydligt dess komplexa sammansättning med såväl kopparsulfider som järnsulfider samt sulfider med innehåll av både koppar och järn. Dessutom förekommer magnetit samt järnhydroxid med kopparinnehåll. De mineral som förekommer uppvisar tydliga tecken på långtgående oxidation. Att denna omvandling delvis kan ske naturligt observeras bl.a. i prov från dagbrotten Ho160 och 161 (t.ex. Ho161 26 och 28) där magnetit oxiderat till hematit och pyrit i mindre omfattning oxiderat till järnhydroxid (rost), detta uppenbarligen utan att provet har rostats. Att pyrit oxiderar verkar dock generellt vara mindre förekommande och ofta snarare en indikation på att provet kan ha rostats.

Ytterligare prover togs ur kallrostarna i rostområde Ho101, men det var de ovanstående som bedömdes innehålla mest mineraliseringar. De provtogs ur olika lager i respektive kallrost (se profil 4 och 6). I många fall betraktades lagren som fyllnadslager där det mer eller mindre tydligt framgick att material, såväl varp som ved och annat, hade fyllt igen de tömda rostarna. I detta material eftersöktes sådant som såg så malmligt ut som möjligt. I enstaka fall gjordes bedömningen i fält att det fanns områden som verkade mer orörda och där det ursprungliga rostgodset eventuellt fanns kvar mer orört. Ett exempel på det finns närmast rostmuren i Ho101:2 i profil 6. Genom de analyser som har genomförts har vi kunnat konstatera att det är mycket likartat material i det som kan beskrivas som fyllning och det som kan antas vara rostgods. Provet med högst kopparhalt, Ho101:7:1, kommer från en position mer eller mindre i rostmuren varför vi i detta fall troligen har ett exempel på hur den använda malmen har sett ut. Möjligen har detta prov delvis upphettats.

I fält gjordes också iakttagelser om fläckvis förekomst av malmsylt. Ett av malmsyltproverna som har undersökts (finmaterial med kolfragment) kommer från Ho101:4. Likt många andra av de analyserade proverna utgörs denna av magnetit i kvartsit, visserligen med ett kopparinnehåll, men ett tämligen lågt sådant. Det förefaller därmed som om detta material inte är en rest från kopparmalm som rostats.

#### Ho105

De analyserade proverna är i flertalet fall ”malmer” av järnoxid, huvudsakligen magnetit, men även hematitdominerade prov förekommer. I något fall (t.ex. Ho105:5:4 och Ho105:8:9) är järnhalten lägre och det rör sig snarare om kvartsit med magnetit innehåll. Bland proverna förekommer också flera som förutom magnetit innehåller sulfider; bland annat flera kopparsulfider (t.ex. Ho105:5:4, Ho105:8:5 och Ho105:8:9). Kopparhalten är dock under 0,5 % i dessa. Ett prov har högre kopparhalt, drygt 5 %. Det är Ho105:8:12 från ett rostigt lager som snarast ligger

under den bäst definierade rosten i profilen. Även om kopparhalten är betydligt högre i detta prov än övriga från samma rostområde så är det betydligt lägre än i Ho101:7:1 (19,7 %) eller i Ho141:3 med hela 48,9 %, som är från en av rostarna på motsatt sida Holländaregruvan (se nedan).

Många av proverna har ett yttre som antyder att de har blivit rostade, eller åtminstone blivit påverkade av rostning. Vid delning framkommer dock vanligtvis att det endast är ett tunt yttre skikt som är påverkat. Innanför detta är bergarten mindre påverkad vilket ytterligare visar att mycket av materialet som fanns i kallrostarna endast är ofyndigt material som inte tagit aktiv del av kallrostningen. De mestadels låga kopparhalterna visar detsamma. Dock finns prov (Ho105:1:3 och Ho105:7:3) som troligen har varit passivt närvarande under rostningen. Att en ansenlig del av materialet är järnrikt är intressant, men det är inte en järnmalm ur den aspekten att det skulle användas för järnframställning. Här är det endast att betrakta som gråberg/varp ur ett kopparframställningsperspektiv.

Ho141, 143, 144, 146, 149 och 153

I stort sett finns samma typ av fördelning av material i dessa rostar som i Ho101 och Ho105. Det innebär att det finns exempel på kvartsit med järnoxid/-hydroxid (Ho146:4), kvarts- och glimmerrika prov med magnetit (Ho149:9), ”järnmalm” i form av magnetit (Ho153:4) samt hematit- och järnhydroxidrika prov (Ho143:3). Från kallrost Ho146 har dessutom ett finkornigt material, i samma lager som det undersökta provet Ho146:4, analyserats. I det finkorniga provet (Ho146:3) förefaller likartat material förekomma, om än med andra proportioner mellan de ingående ämnena, som i Ho146:4. I båda fallen rör det sig också om genomgående låga halter av koppar (några tiondels procent) och motsvarande gäller de övriga proven, även om enstaka kopparsulfider har observerats, t.ex. i Ho153:4. Delar av det finkorniga materialet (Fig. Ho146:3 03) uppvisar också likheter med Ho143:3 och kan antas ha deltagit passivt i rostningen (jämför även Ho105:1:3 och Ho105:7:3).

Men det finns ett undantag med betydligt högre kopparinnehåll. Prov Ho141:3 domineras av olika kopparmineral och den totala kopparhalten är nästan 49 %. Svavelinnehållet är därmed också högt, ca 20 %. Innehållet av andra ämnen är dock betydligt lägre (se Tabell 2). Bland annat är kobolthalten inte högre än i prover med låga kopparhalter (storleksordningen någon eller några tiondels procent). Provet kan därför klassas som en mycket rik kopparmalm, möjligen påverkad av upphettning/rostning i mindre grad då mineral i provet visar långtgående oxidation. Provet kommer från ett kompakt rött lager i anslutning till en stenansamling (se profil 15), en position som möjligen representerar rostmuren, vilket gör att vi i detta fall kan ha ytterligare ett exempel på hur den använda kopparmalmen har sett ut (jämför Ho101:7:1 och Ho105:8:12). Alternativt har detta stycke råkat följa med sidoberget när detta tippades ut på varphögen över kallrostarna.

I stora drag är det därmed samma bild som växer fram av materialet som påträffats i dessa rostar som i kallrostarna inom Ho101 och Ho105. Det innebär att det huvudsakligen rör sig om igenfyllnadsmaterial, dvs. sidoberg/varp och inte malm. Även om flera av proverna skulle kunna

definieras som järnmalm, så var det inte järn som var metallen av intresse utan koppar. Det innebär att ”järnmalmerna” kan betraktas som sidoberg/varp även de.

So110

Analys av två prov (So110:5 och So110:6) bekräftar iakttagelsen från fält att det huvudsakligen rör sig om sidoberg/gråberg i form av kvartsit. I proverna finns små mängder järnhydroxider, men innehållet av t.ex. koppar, svavel eller kobolt, är lågt eller mycket lågt. I detta varp noterades inte heller magnetiskt material i samma omfattning som i kallrostarna i varpen i Hollandarefältet. Denna skillnad kan ha flera olika orsaker. En är att det i samband med provtagningen skulle kunna vara svårt att skilja magnetiterna från sidoberg om allt har en sekundär ytbeläggning, men vanligen är detta inte något problem. De förmodade magnetitstyckena kan lätt kontrolleras med magnet i fält för bekräftelse. En troligare anledning är istället att den undersökta varphögen vid Sohlbergsfältet är uppbyggd av material från andra delar av gruvområdet än de varphögar där kallrostarna i Hollandarefältet är konstruerade, där även magnetitförande stråk har betraktats som ofyndigt sidoberg i den verksamhet som bedrivits för stunden.

### Reflektion

Ho

Varför ser vi så mycket järnmalm? Järnmalmen är uppenbarligen betraktad som ofyndig ur ett kopparperspektiv, dvs. att betrakta som gråberg/varp, men varför är den ens bruten? Den s.k. blötmalmen beskrivs som järnmalmstråk med sulfidimpregnationer i magnetit, varför det är möjligt (eller rent av troligt) att man eftersökt just denna för att komma åt koppar. Detta stöds av kopparinnehållet i viss analyserad järnmalmvarp. Eller är det järnmalmen som har varit av intresse? Att järnmalmen har rostats och inte kopparmalmen? Frågan är rimlig med tanke på att järnframställning har förekommit enligt källmaterialet men vid undersökningen fanns inga tecken på detta. Vi återkommer till denna diskussion lite senare.

So

Med tanke på att de analyserade proverna domineras av kvartsit saknas tydliga indikatormineral för eventuell påverkan av upphettning/rostning. Dock kan hålrum efter sannolikt omvandlad pyrit (oxiderad och ”bortrostad”) antyda att uppvärmning har skett. Denna oxidation har delvis också observerats (naturligt) i prover från fast klyft (se Ho160 och Ho161) varför det inte kan säkerställas att just dessa stycken har deltagit i rostningen. De tydligaste tecknen på kallrostar även i denna varphög är snarare de strukturer som kan observeras i fält, i plan och profil.

### Vändrosten

Vid området som kallas Hyttan undersöktes resterna av en vändrost (Hy3). Vändrosten, eller snarare vändrosthuset, låg längs Torsfallsån strax nedströms hyttan. Läget överensstämmer med ett av de rosthus som finns på Esaias Klints karta från 1781 (Elfström 2006:194). En <sup>14</sup>C-

datering från förundersökningen tyder på att det är samma hus som nu har undersökts (Sandberg et al 2009:237).

### **Fysiska lämningar**

Huset och rostbåsen var anlagda på ett slagglager, som mestadels bestod av upp till 10 cm stora slaggstycken. Rester av rosthusets vägglinjer kunde skönjas i form av en stenrad längs med den intilliggande ån.

Vid förundersökningen konstaterades att vändrosthuset hade varit minst 7×8 m och haft minst tio rostbås uppdelade på två rader (Sandberg et al 2009:157ff).

De mot varandra stående raderna av rostbås är intressant i jämförelse med Falun där Lindroth (1955:169) skriver att den typ av ”dubbla” vändrosthus, dvs. med två rader, som fanns på 1800-talet inte omtalas från äldre tid.

Slutundersökningen visade att anläggningen var ca 10×10 m. Det kunde också fastställas att vändrosten hade bestått av tolv båsar (se plan i bilaga 10 samt fig. bl.a. i rapportdelens kapitel Den arkeologiska undersökningen – metallurgiska analyser). Sex av båsen låg bredvid varandra mot den norra sidan och de övriga sex låg spegelvänt mot den södra sidan. Mellan raderna av båsar löpte en ca 1,5 m bred gång genom hela anläggningen. Båsen mot söder hade delvis skadats av förundersökningsschakt. Det östligaste båset i den södra raden låg direkt mot en bergknalle. Begränsningen i öst var otydlig och det troliga är att det uppskjutande berget utgjort båsens ena sida.

De båsar som låg mot norr var rent allmänt bättre bevarade. Båsen var omkring 3,60 m utvändigt och 3,10 m långt invändigt. Där bredden invändigt kunde mätas varierade måtten mellan 0,70 och 0,75 m. Det ger en storlek omkring 1¼×5 alnar, vilket i stort överensstämmer med de mindre mått Lindroth anger för rostbåsen. Ut mot gången var båsen öppna medan den innersta delen hade en rundad avslutning. De rostmurar som skilde båsen åt var ca 0,5–0,7 m breda. Möjligen har murarna lutat något utåt och kan därmed ha varit något tunnare på högre höjd.

Rester av rostmurar i form av kantställda stenar med en slät sida in mot båset fanns i Hy3:1–3. De var bäst bevarade i Hy3:3. I profilen och 1,2 m söderut längs den västra sidan fanns utvalda kantställda stenar, upp till 27 cm långa och 7 cm breda, som bildade en slät västsida i båset. De sex stenar som fanns kvar stod dikt an mot varandra. Spår av söndereldad (vittrad) sten förekom längs kanterna i båsens båda sidor. Främst förekom vittrad sten i båsens norra ände. I den östra sidan var stenarna mindre, upp till 12×7–8 cm. Avtryck fanns efter något större stenar. Den östra sidan gav ett mera oordnat intryck. Stenarna sträckte sig även här ca 1,2 m söder om profil. Upp mot stenarna och ibland över och mellan dem fanns finkornigt rostrött material, fläckvis mera lilafärgat. I den östra muren hade även slagglumpar använts som mur. I de något sämre bevarade tre östligaste båsen i den norra raden saknades stenar helt och där hade man istället använt slagglumpar i murarna.

I några av rostarna i den norra raden fanns mycket distinkta olikfärgade lager, som återkom i serier på varandra. (se plan i bilaga 10 samt fig. bl.a. i rapportdelens kapitel Den arkeologiska undersökningen –

metallurgiska analyser) De representerade troligen olika rostningsomgångar. Man skulle då alltså ha lämnat en del material i botten inför följande rostning. Möjligen kan man också tänka sig att lagerserierna uppstått då rostgods flyttats fram och tillbaka mellan de olika båsena under rostningens gång.

## **Provvurval**

### **Bakgrund**

I samband med förundersökningen av hyttområdet vid Torsfallsån gjordes bland annat en kartering av området med detaljerad inmätning av påträffade lämningar (Sandberg m. fl. 2009; 31ff). Resultat från tidigare inventering och det historiska kartmaterial som togs fram i samband med denna användes som underlag (Lamke & Nilsson 2004). För området kring Hyttan var detta en viktig bakgrundsinformation inför de arkeometallurgiska analyserna av flera olika anläggningar. Dels beskriver detta grundläggande arbete de verksamheter som enligt historiska källor har bedrivits i området, dels berättar det om placeringen av verksamheten. Det senare gäller i högsta grad de anläggningar, t.ex. hytta och rosthus med flera rostbåsar, där metallframställningens olika processer ägde rum. I samband med den arkeologiska slutundersökningen var det, som tidigare nämnts, endast området för rosthuset som undersöktes, men avfallsmaterial och delprodukter från flera verksamheter kunde förväntas på denna yta, speciellt som det redan vid förundersökningen konstaterades att rosthusets vändrostbåsar var anlagda på delar av ett slagghvarp (Sandberg m.fl. 2009; 157ff). Det innebär att man genom att studera slagger och annat restmaterial kan bygga upp en bild av fler processer än den som aktivt har ägt rum inom den undersökta ytan.

Eftersom det i förfrågningsunderlaget efterfrågades att särskild fokus skulle läggas på de anläggningar som finns i området och deras funktion samt göra processteknisk beskrivning utifrån de anläggningar som påträffades även vid förundersökningen medför det att material som hör till andra aktiviteter än enbart vändrostbåsen har stor betydelse för att beskriva så stora delar som möjligt av de processer som följer på varandra i metallframställningen. I detta sammanhang är det också betydelsefullt att ta hänsyn till kronologi. För metallhanteringen del är kartan över Torsfall från 1781 (G24-35:1), med hyttor, rostar, kolhus, slagghvarp, kvarn, knippsmedja, bruksarbetarbostäder och kryddgårdar, av stort intresse. Vändrostbåsen, benämnda Hy3, daterades i samband med förundersökningen till 1700-tal (Sandberg m.fl. 2009). Enligt kartan från 1781 är verksamheten lokaliserad till denna plats vilket kan tyda på att den dokumenterade rostningen också är den som har undersökts. Vändrostbåsen är anlagda på ett slagghvarp, vilket stratigrafiskt ligger på en lägre, tidigare nivå och är äldre än vändrostningen. Två träplankor av tall under slagghvarpet har dendrodaterats till mitten av 1600-talet (Sandberg m.fl. 2009; s. 237). Men, frågan är om de processtekniskt ligger före eller efter i processkedjan? Enligt kartan, och resultaten från förundersökningen, har en smälthytta (Hy15) funnits knappt 100 meter väster om vändrostbåsen och slaggen kan mycket väl härröra från denna. Den historiska dokumentationen uppger också att det har funnits en

garhytta i området, på andra sidan ån i ett område som dock inte ingick i förundersökningen.

Enligt kartan från 1781 ska det också ha funnits en knippsmedja i området, alldeles öster om smälthyttan. Lokaliseringen av denna sammanfaller med terrasser som undersöktes vid förundersökningen (Hy8 och Hy9) och bedömdes som huvudsakligen husgrunder. Enstaka slagger rapporterades från förundersökningen, men ingen ytterligare tolkning gjordes om dessa härrör från smide (Sandberg m.fl. 2009; s. 234) eller om de hörde till kopparframställningen.

Mer detaljer kring organisationen över området finns också i annan dokumentation (Sandberg m.fl. 2009:177), t.ex. bruksvärdering från 1742 med bland annat kopparhytta, garhytta, vändrosthus, kolhus och klensmedja (Elfström 2006:107ff). Två nya ugnar byggdes 1753 och från 1760 nämns privilegier för en knipphammare (Elfström 2006:143). Något senare, på 1770-talet, tillkommer en ny garhytta liksom två nya vändrosthus och två Åtvidabergsugnar i hyttan, ugnar som karaktäriseras av ett bättre kopparutbyte än de tidigare använda suluugnarna. Man utvann 25,4 % skärsten ur malmen mot tidigare 17,8 % (Elfström 2006:185ff). Bränsleåtgången var också lägre i dessa högre ugnar. Men, allt detta omfattar tiden före 1781 års karta.

#### Genomförande

All denna bakgrundsinformation är av vikt för strategierna kring provurvalet för att kunna definiera de olika processerna, produkterna och avfallet. Prover för granskning och för urval för kommande arkeometallurgiska analyser samlades därför in från flera verksamheter för att kunna följa så stor del som möjligt av den processkedja i metallhanteringen som har bedrivits på platsen. Frågan var om det är möjligt att knyta olika typer av avfallsmaterial, konstruktionsdetaljer och delprodukter till de historiskt dokumenterade verksamheterna, i så fall vilka, och om det finns tecken på att ytterligare verksamheter har bedrivits.

Enstaka prover insamlades ytligt i några av rostbåsen under ett tidigt skede av slutundersökningen, där det misstänktes att det fanns material som mer direkt hörde till processen. Prover togs också ur slagglagret, eller slagghvarpet, under rostbåsen. Från en stor, tung oregelbunden metall-/slagglump som låg sekundärt över rostbås Hy3:8 och Hy3:9 togs också ett mindre prov för att undersöka om detta är en del av en nas. Ytterligare två prov från vändrosthuset har analyserats. Dessa tillhör sådant material som vid rensningen av rostbåsen bedömdes kunna vara rester av det som en gång rostades. I båda fallen rör det sig om små prov. I tillägg samlades också några lösfynd in från området mellan Hy15 och Hy13, längs den nuvarande lilla vägen. Enligt uppgift framkom dessa i samband med förundersökningen i schakt 14.

#### Analysresultat

##### Slagg

Slaggerna i slagghvarpet under rosthusbåsen är mestadels flutna med relativt tydlig flytstruktur. De är vanligen täta, lokalt med enstaka större hålrum. De som är röda har dock enbart en röd beläggning (syns i delade

slagger). De flesta är svarta, eller svart-grå, i snitt, vanligen med några ytor som skimrar i regnbågens alla färger (färsk yta).

Två av dessa slagger (Hy3:4 och Hy3 33) undersöktes ytterligare i mikroskop och analyserades kemiskt. Den totalkemiska analysen visar att slaggen domineras av järn och kisel, men kopparhalten är låg, under 0,3 %. Slaggen domineras följaktligen av olivin och en glasfas, som man kan förvänta sig från kopparsmältning. I båda förekommer också små droppar av kopparsulfider av varierande sammansättning, som liknar den som skärsten, som produceras vid första smältningen, har. Men, i en av slaggerna (Hy3 33) förekommer även koppar i liten mängd, huvudsakligen i en koncentration i en skärstensliknande droppe. Kopparförekomsten, om än mycket begränsad, indikerar snarare den andra smältningen, av den rostade skärstenen, när metallisk koppar börjar bildas. Men, denna slagg innehåller också järnsulfider vilka inte borde finnas kvar i en så långt gången process. Den totalt sett låga kopparhalten på knappt 0,3 % överensstämmer också bättre med de halter på drygt det dubbla som rapporteras för slagger från den första smältningen, i suluugn, jämfört med tio gånger så hög kopparhalt i slagger från andra smältningen, i råkopparugn (Elfström 2006:325ff). Sammantaget tyder resultaten på att slaggen som påträffades under vändrostbåset inte bara är äldre stratigrafiskt och kronologiskt utan också processmässigt, dvs. slaggen är avfall från den första smältning av malmen, i suluugnen som samtidigt bildar skärsten.

#### Nas

Analysen gjordes också på den möjliga nasen (Hy3:10), som var långsmal och mätte nästan 1 m på långsidan. Dess tjocklek varierade och var som mest ca 0,25 m. Den detaljerade analysen av provet visar att det domineras av järn (till stora delar metalliskt), med ibland betydande koboltinnehåll. Det totala koboltinnehållet är dock lågt. Järnet uppträder också som oxid i hematit, silikat i oliviner och glasfas och i sulfider tillsammans med koppar. Kopparsulfider av flera sammansättningar förekommer tämligen rikligt, i sådan mängd att provstyckets totala kopparhalt är ca 6,5 %. Detta är därmed, som förväntat, lägre än i skärstenarna från platsen, som åtminstone under slutet av 1700-talet innehöll ca 18 % koppar (Elfström 2006; s. 186). Det rapporteras dock om olika sammansättningar på skärstenen alltifrån 10 % till 15–20 % (Elfström 2006) i bästa fall. En nas med detta innehåll kunde smältas om för ytterligare utvinning. Vi får också komma ihåg att det endast är en liten ytterkant av den stora klumpen som har analyserats.

#### Vändrostverk

De små stycken som i fält bedömdes kunna vara rester av det som en gång rostades har också undersökts mer detaljerat. Båda proven (Hy3 3 och Hy3 6) är komplext uppbyggda. Deras innehåll av slagg (Hy3 6) och dendritiskt formad koppar visar att materialet har varit smält. Denna kombination av metalliskt järn och koppar, järnoxider och järn- och kopparsulfider ger en mycket heterogen bild av processen som de skapats vid.

### Järnrikt material

Lösfynden från förundersökningens schakt 14 utgörs av en samling rostiga ”skällor med pip” där flera, bl.a. den provtagna, närmast liknar en cykelsadel. Ungefär 20 stycken skällor av något varierande storlek observerades. De har dock ett gemensamt drag. De är ovala i plan med en utskjutande strut från nedre delen. Deras botten är svagt skålformad, överytan planare. De är rostiga, tunga och magnetiska, vanligen med små ärggröna fläckar på ytan. Någon är oregelbunden i formen, någon saknar strut (men har två ovala skällor påbyggda på varandra). En utgörs av i princip enbart en lång strut ca 50 cm. Som exempel på storlekar finns en större som är 23×18 cm i plan på överytan, avsmalnande neråt. Den provtagna är 17 cm bred och totalt 25 cm lång varav struten utgör 13 cm. Där struten lämnar skällan är denna ca 9 cm bred, och smalnar av successivt.

Provet som analyserades (Hy3s) består av metaller, sulfider och slagg. Dess totalsammansättning har dock inte undersökts. Likt slaggen under rostbåsen består slaggkomponenten av glas och olivin. Bland de inneslutna dropparna finns sulfider med likartad komplex sammansättning som i många andra analyserade prover, dvs. varierande proportionerna av koppar, järn och svavel. Det som skiljer detta prov från många andra är den framträdande förekomsten av metalliskt järn. Ett exotiskt inslag är en inneslutning som är mycket rik på vismut, med små mängder koppar. Denna representerar den geologiska miljö som gör Gladhammar unikt med de tre mineral som har sin typlokal här. Dessa mineral (gladit, hammarit och lindströmit) är så kallade sulfosalter som innehåller just vismut, tillsammans med koppar, bly och svavel.

Eftersom dessa rostiga klumpar har yttre former som påminner om slaggskaällor från smide, och det har funnits smedjor i området, var det betydelsefullt att undersöka om de har bildats i smidet. Med analysernas hjälp och hur materialet är uppbyggt kan vi dock konstatera att de inte hör hemma i smidet utan även dessa är en del av kopparframställningsprocessen.

### Reflektion

Bland de dokumenterade verksamheterna som finns i källmaterialet har vi i denna undersökning sett direkta och indirekt spår efter några av dem. Den mest uppenbara är vändrostningen, med vändrosthuset och de många vändrostbåsen. Dessutom finns avfallsmaterial från den första smältningen i suluugn i det analyserade materialet (slag, nas, de järnrika bitarna). Möjligen är det också små rester från vändrostningen som har påträffats. Däremot har vi inte noterat något material från vare sig smältningen i råkopparugn, eller garnning. Inte heller smide eller någon verksamhet relaterad till kobolthanteringen kunde observeras vid Hyttan.

### Smedjan

#### Fysiska lämningar

Den smedja (Ho135) som påträffades på Holländarefältet öster om koboltsmältverket förefaller ej vara nämnd vare sig i de historiska dokumenten eller finnas med på kartor. Elfström (2006:102) nämner att

en smedja, en grovsmedja, uppfördes för tillverkning och reparation av gruvredskap. Men, detta var på södra gruvbacken intill Prins Carls gruva, dvs. inom Sohlbergsfältet. Uppförandet skedde också under den period då bröderna Sohlberg dominerade ägarskapet, i slutet av 1730-talet. Denna omnämnda grovsmedja kunde dock ej påvisas i samband med förundersökningen (Sandberg m.fl. 2009:106).

### **Provvurval**

För att kunna funktionsbestämma smedjan tydligare samlades material in för analys. Glödskal, dvs. små tunna magnetiska flagor är ett karaktäristiskt avfallsmaterial från smide och sådana fanns i rikliga mängder, framförallt i en ansamling nordväst om härden och norr om platsen för ett städ. Smidesskållor observerades i ett mindre antal inom anläggningen och några av dessa samlades in. Dessutom provtogs material från vad som närmast kan beskrivas vara en stor sammankittad slaggekaka (från smedjans golv) som täckte en större yta i anslutning till härden och intill städet (se plan och figurer i rapportdelens kapitel Den arkeologiska undersökningen – metallurgiska analyser samt Resultat – den äldsta tiden).

En smidesskålla (Ho135:7) och en del av det sammankittade slagggolvet (Ho135:6) har analyserats ytterligare, medan de lösa glödskalen endast har undersökts okulärt.

### **Analysresultat**

Glödskalen, som följaktligen är ett karaktäristiskt avfallsmaterial från smide, visar tydligt att smide av järn har ägt rum. De förekom inte enbart i rikliga mängder i väldefinierade områden i smedjan utan visade sig också ingå i de hopkittade massor som fanns i stor mängd (t.ex. Ho135:6). Glödskalen låg där tillsammans med bland annat slaggdroppar och kolstycken, allt sammanfogat av järnhydroxider. Dessa hopkittade massor med innehåll av avfall från smide är vanligt i liknande miljöer, där mycket material hamnar på golvytor tillsammans med järnrikt material som oxiderar. Ett inslag som dock är mindre vanligt i smidesmiljöer är förekomsten av sulfidmineral i form av pyritkristaller och kopparsulfidmineral. Dessa är dock sammankittade på samma sätt som glödskalen och kolstyckena. I detta sammanhang är de troligen endast bergartsfragment som blivit hopkittade som vilket grus eller sand som helst. Vi råkar bara vara i en miljö med lite ovanlig bergartssammansättning där det förekommer rikliga mängder av dessa mineral även i sidoberget, vilket vi ser i analyserna av prover från varp och kallrostar.

En slagg som provtogs från smedjan (Ho135:7) är uppbyggd som en typisk smidesskålla, ca 150 mm i diameter och 60 mm tjock, med konvex botten som stelnat mot sandigt underlag. Dess nedre halva utgörs av homogen slagg medan den övre delen, och delvis kanterna, innehåller silikatrikt material som delvis har smält. Antingen är detta del av infodringen eller material som har tillsatts under smidet. Undersökning i mikroskop visar att den innehåller järnsilikater och järnoxiden magnetit och metall droppar. Bland metall dropparna finns järn, men inte enbart,

vilket vi skulle kunna förvänta oss i en smedja. De innehåller även koppar. Det finns också en variation i sammansättningar med olika proportioner mellan järn och koppar i dropparna. Innehållet av koppar medför flera möjliga tolkningar. Antingen har man smidit föremål som domineras av järn men har någon del i koppar, eller så speglar slaggen smide av järnföremål som har tillverkats av en malm med innehåll av både järn och koppar. Liknande metallsammansättningar har tidigare dokumenterats från bland annat en medeltida gård vid Sommaränge skog i Uppland (Grandin m.fl. 2004) där smältor och droppar, dvs. avfall från gjuteri, innehöll flerfasiga legeringar med kopparinnehåll på ca 90 % i kombination med någon eller några procent järn, eller tvärtom. Ytterligare alternativa tolkningar är att smedjan har använts för reparation av järnredskap som har använts i något eller några av kopparutvinningens processled och att kopparrikt material har suttit fast på redskapet då detta värmdes upp i smideshärden.

Den stora ansamlingen av glödska är hursomhelst ett tydligt kännetecken för att det är smide av järnföremål, antingen tillverkning eller reparation, som har dominerat verksamheten i denna anläggning.

### **Reflektion**

För den undersökta smedjan, Ho135, kan man tänka sig en likartad funktion som för beskrivna smedjor i området, dvs. för tillverkning och reparation av redskap som behövdes i gruvbrytningen och i kopparframställningens olika processled. Datering av verksamheten är därmed också av stor betydelse. Två prov valdes för <sup>14</sup>C-datering. Det ena, ett kolprov från ett bottenlager, under ett hopkittat slagg-golv resulterade i ett stort intervall från sent 1400-tal till mitten på 1600-talet, dvs. inom samma intervall som de undersökta kallrostarna var aktiva. Dateringsresultatet överensstämmer med det stratigrafiska läget, under lager som visar att smedjan var aktiv innan smältverket. Ett annat prov, trä i form av huggspån, som togs under slaggolvet daterades till tidigare period, 1400-talet. Men om detta material hör till smedjans verksamhet eller är före den, kan möjligen diskuteras.

### **Koboltsmältverket**

Koboltsmältverket Ho29 hör till områdets senare aktiviteter, från slutet av 1800-talet, som enligt den uppställda kravspecifikationen skulle behandlas mindre detaljerat i slutundersökningens efterarbete. Därför har endast några få prover från smältverket och dess närhet analyserats (Ho29:1:2, Ho29:2 1 och Ho29a) för att undersöka vilken typ av process de representerar.

### **Råvaror och produkter**

Kobolt hade tagits tillvara tidigare vid Gladhammars gruvor men i samband med att en koboltrik malm påträffades, i Odelmarksgruvan, genomfördes också smältning av koboltmalmen i gruvområdet. Koboltmalmen, som länge varit till besvär i annan metallutvinning, hade visserligen redan tidigare blivit en tillgång men med smältverkets införande kunde man smälta såväl malmer med ca 2 % kobolt, den så

kallade smältmalmen, som mer rikhaltiga malmer. Uppgifterna kring dessa varierar men kobolthalter på upp till 12–15 % förekom. Under slutet av 1800-talet smältes dessa till skärsten och nas. Till skillnad från i kopparsmältningen där skärstenen är rikast och nasen fattigare på koppar är det tvärtom i koboltterminologin. De flesta produkterna från koboltsmältningen innehåller såväl kobolt som koppar. Bland annat har skärsten från kopparsmältningen i Gladhammar omnämnts med lite olika halter, ibland figurerar värden på 10 %, i bästa fall kring 15–20 % (Elfström 2006). Skärsten från koboltsmältningen under 1870-talet rapporteras dock ha högre halter av såväl kobolt som koppar där flera uppgifter (Elfström 2006) figurerar med kobolthalter kring 4–5 % i kombination med 13 % koppar från 1877, medan ännu högre kobolthalter på 6–7 % omnämns något senare. Om man i samband med koboltutvinningen samtidigt även anrikade kopparmalmen kunde man få en kopparskärsten med kopparhalt på 40 % som också innehöll kobolt på ca 1,5 %. Koboltnasen har genomgående högre kobolthalter än skärstenen från motsvarande period. Uppgifterna från 1870-talet uppger kobolthalter uppemot 20–21 %, medan 15 % nämns från något senare period (Elfström 2006). Officiella statistikuppgifter för den svenska bergshanteringen uppger dock för 1888 att det vid Gladhammars kopparverk har producerats koboltnas med ett koboltinnehåll på 22–42 % (1889), det vill säga ännu rikare produkter.

### **Analysresultat**

Ett fåtal prover insamlades i fält och ett mindre urval har analyserats för att klarlägga vilken typ av material det är och vilka processer det representerar och om det har någon motsvarighet i de rapporterade produkterna ovan. Bland de analyserade proverna finns ett malmstycke (Ho29:1:2) från smältverkets rostrum som likt många andra analyserade malmprover från gruvområdet domineras av järnoxid, i detta fall magnetit. Malmstycket innehåller också en del sulfidmineral, bland annat kopparkis som delvis har oxiderat. Dess utseende liknar därmed flera andra undersökta malmer och inga kobolthaltiga mineral observerades varför det inte förefaller höra hemma i koboltsmältningen.

Från smältverkets smältrum, Ho29:2, provtogs ett mindre, oregelbundet, stycke med i det närmaste metallisk yta (Ho29:2 1). I mikroskop framträder en komplex metall- eller snarare sulfidsmälta med flera faser innehållande koppar, svavel och järn i varierande halter. Dess utseende i mikroskala är karaktäristiskt för skärsten. Den totalkemiska analysen påvisar också höga halter av koppar (ca 10 %), svavel och järn. Men, den innehåller också kobolt, ca 1,5 %. Detta är dock lägre än vad som förväntas i skärstenen med 4–5, möjligen 6–7 % kobolt. Även kopparhalten i det analyserade stycket är lägre än i de kända produkterna.

I anslutning till smältverkets nordvästra hörn togs ett prov (Varp2000s, troligen från den anläggning som i förundersökningsrapporten (Sandberg m.fl. 2009) benämns Ho36, ”Hög med skärsten och blockformiga nasar”) ur en ansamling möjliga skärstenar. Analysresultaten visar att det innehåller flera faser med komplexa sammansättningar, såväl metaller som sulfider och oxider, vilket är normalt i skärstenar. Den totalkemiska

analysen visar ett koboltinnehåll på knappt 5 % och kopparhalt på drygt 3 %. Koboltinnehållet är därmed i nivå för det kända för skärstenar, men kopparhalten är betydligt lägre. Förutom järn, koppar och svavel finns här också arsenik (drygt 0,1 %).

Ett tredje prov från smältverket (Ho29a) kan snarast beskrivas som en slagg med små droppar av sulfider, vanligen flera faser tillsammans med varierande sammansättning. Förutom svavel innehåller de järn, koppar, kobolt, arsenik och nickel. En större droppe i provet som har analyserats i sin helhet med elektronmikroskop, motsvarande en totalkemisk analys, har t.ex. ett koboltinnehåll på 15 %, vilket är betydligt högre än i skärstensprovet med 1,5 %. Kobolthalter kring 15 % (Elfström 2006) motsvarar snarare den nas som bildades under processen med högre kobolthalt än skärstenen. Troligen är denna slagg, med koboltrika droppar, avfall från samma process.

### **Reflektion**

De undersökta och analyserade proverna från koboltsmältverket och dess närhet bör därmed, precis som antaget, härröra från den senare perioden av koboltutvinningen i Gladhammar när man smälte malmen till den koboltrikare nas och den något koboltfattigare skärstenen. Eftersom de analyserade proverna även innehåller arsenik rör det sig dessutom inte om den arsenikfattiga koboltmalm som bröts på 1700-talet (t.ex. Tegengren m.fl. 1924) utan en arsenikrikare – något som också satt sina spår i den höga arsenikhalten i vasksanden vid Tjursbosjön – och följaktligen också varit en orsak till att denna undersökning har genomförts som ett led i saneringsarbetet av Gladhammars gruvområde.

De analyserade proverna motsvarar dock inte någon av de kända produkterna från koboltsmältverket. De är genomgående fattigare på kobolt och/eller koppar än som är angivet i skriftliga källor. Vad är anledningen till denna skillnad? Är det för att det som är kvar är kasserat på grund av att det är för lågt metallinnehåll och det är därför en stor ansamling av material med koboltinnehåll på ca 5 % kan finnas kvar? Eller är uppgifterna i de skriftliga källorna något överdrivna, där de högsta halterna har presenterats för att marknadsföra produkterna?

## **Diskussion och tolkning**

### **Malmer, processer och utvinning**

Inledningsvis beskrevs förutsättningarna för den arkeometallurgiska undersökningen i Gladhammar med sin komplexa miljö. Komplexiteten gäller såväl malmer och metaller som har varit av intresse för utvinning, som alla de verksamheter med bl.a. malmbrytning och vidareförädling som har skett integrerat och avlöst varandra inom ett begränsat område. Det senare gäller t.ex. inom Hollandarefältet respektive det område som kallas Hyttan. Denna mångfaldighet har i allra högsta grad bekräftats i de genomförda analyserna. Förutom de redan kända aktiviteterna har några nya, t.ex. smide på Hollanderfältet, undersökts. Andra som förväntades, i form av järnframställning, har istället inte kunnat bekräftas. Snarare förefaller kopparförädling ha varit tyngdpunkten under den tidsperiod

som tidigare har omnämnts för brytning av järnmalm. Detta utfall, med annan fördelning av aktiviteter, har påverkat möjligheterna till att studera hela processkedjan. Det innebär att ingen järnframställning har kunnat beläggas och analyseras. Den aktivitet som hör hemma i järnhanteringen är smide, men det rör sig sannolikt inte om vidareförädling av lokalt framställt järn, utan snarare om en sidoaktivitet till annan gruvdrift.

Det är också intressant att notera att de många processleden som behövs för att utvinna koppar ur malm inte kan följas inom ett och samma område och inte heller inom samma tidsperiod. Att konstruktioner finns för vissa processled och material från andra har visserligen komplicerat tolkningarna men gjort utmaningen desto intressantare. Eftersom vi inte har kunnat följa hela processkedjan från ax till limpa inom ett och samma område har det inte varit möjligt att i detalj studera effektivitet och utvinning över tid, snarare har vi fått göra en samlad bedömning av kopparutvinningen i området. Vi kan åskådliggöra utvinningen av koppar genom malmbrytningen i Holländarefältets gruvor, via den stora mängden kallrostar som varit i bruk, i stora drag troligen under 1500-talet på Holländarefältet. Men, processerna efter kallrostningen saknas här. För att kunna följa den fortsatta processen måste vi förflytta oss i både tid och rum – till 1700-talet och området vid Hyttan, där kopparsmältningen har lämnat kvar restmaterial i form av bl.a. skärstensfragment och slagg. Slagg, som i sin tur har ingått i konstruktionen av vändrostar, dvs. de rostar där skärstenen har bearbetats inför påföljande smältning. Från processer efter vändrostningen är spåren betydligt sparsammare. Här finns endast ett fåtal småstycken som skvallrar om fortsatt bearbetning. Av den slutgiltiga produkten finns dock, som förväntat, inga spår.

Generellt är det mesta som har funnits kvar att analysera endast avfall. I denna undersökning har fokus huvudsakligen legat på tekniken kring de processer där malmen redan är bruten, t.ex. rostning och smältning av kopparmalm. Brytningstekniken, behandlas mer utförligt av de undersökande museerna. Exakt vilka malmtyper, hårdmalm och blötmalm (delvis järnrik), som användes under olika tidsperioder, eller deras kopparinnehåll har inte gått att fastställa. Kallrostarnas effektivitet under 1500-talet har följaktligen inte heller kunnat avgöras – materialet har inte haft sådan information.

För 1700-talets kopparframställning har förutsättningarna varit gynnsammare för bedömningar och här uppvisar det analyserade materialet lägre effektivitet än vad som återfinns i de historiska källorna. Om detta enbart beror på att det sämsta materialet är kvarlämnat eller att uppgifterna är överdrivet positiva kan vara intressant att resonera vidare kring. Motsvarande skillnader gäller även för koboltsmältningen där de kvarlämnade produkterna och biprodukterna, som vi har diskuterat mer utförligt ovan, har lägre kobolthalter än vad som har rapporterats i skriftliga källor.

En smedja, som inte var känd sedan tidigare, förefaller ha varit i bruk på Holländarefältet under samma period som det stora antalet kallrostar i området. Den stora mängd glödska som har hopats under brukningstiden i smedjan visar tydligt ett omfattande smide av järnföremål. Troligen har

smedjan haft en funktion i gruvbrytningen och i kopparframställningens olika processled för tillverkning och/eller reparation av de redskap som användes.

Smedjan var okänd sedan tidigare, men många andra konstruktioner och processer fanns det uppgifter kring, antingen i kartmaterial, skriftlig dokumentation eller genom tidigare inventering och arkeologisk förundersökning av platsen. De nu genomförda analyserna har kunnat förtydliga en del av de tidigare kända uppgifterna och det har vi diskuterat för respektive plats och process. Men, några resultat har också gett upphov till nya tolkningar som delvis förändrar bilden av produktionen i Gladhammar. De senare har vi valt att diskutera kring i det följande.

### Vad är malm och inte?

Det finns uppgifter att malmen som användes för kopparframställning i Gladhammars gruvområde, hade ett kopparinnehåll från 1 till 5 %, medan annan information ger värden på 2,5 % koppar (t.ex. Elfström 2006:327). Enligt den senare uppgiften steg kopparhalten till 3,5 % i den rostade malmen. Vi har redan tidigare diskuterat i vilken omfattning vi har påträffat malmer i rostarna och ifall malmerna har rostats. Vi kan också resonera kring hur varje stycke i rosten motsvarar den använda malmen sett över en större volym. Några prover som vi har analyserat har höga, eller mycket höga, kopparhalter. De tre med högst kopparinnehåll kommer från varsina kallrostar. Från Ho141 finns ett prov med nästan 49 % koppar, från Ho101 ett med knappt 20 % och från Ho105 ett med drygt 5 % koppar. De första två har följaktligen värden som är långt över ett medelvärde för malmen. Det sistnämnda skulle ur kopparhaltens synvinkel vara den som bäst representerar den använda malmen. De uppmätta halterna är naturligtvis beroende av hur stor bit vi analyserar och hur jämnt kopparmineralen är fördelade. Kopparhalten i prov Ho141:3 kan vara högre i det analyserade provet än i hela stycket som provtogs från kallrosten på grund av att vi har valt den del som har mest synliga kopparmineral i vår strävan efter att undersöka malmmineraliseringarna. I realiteten kanske hela stycket har en något lägre kopparhalt. Det motsatta, med något för låg kopparhalt i provet jämfört med i hela stycket, kan naturligtvis också förekomma, men troligen i mindre omfattning eftersom vi har delat styckena och man med blotta ögat vanligen kan urskilja sulfidmineral.

Med denna källkritiska utvärdering i åtanke kan vi återigen granska proverna från kallrostarna och från berget, för att se vilken storleksordning det är på kopparinnehållet. Det finns visserligen inga andra prover som når upp till kopparhalter över 1 %, men det finns några som ligger i storleksordningen 0,5 %. Högst bland dessa, 0,7 och 0,6 % finns i två prover från Ho101 (Ho101:6:1a och b). Trots likheten i kopparinnehåll skiljer de sig åt i övrigt. Prov Ho101:6:1a domineras av kvarts och järnhydroxider utan observerbara kopparmineral, medan prov 1b till stora delar utgörs av magnetit, men med påvisbara kopparsulfider. Dessutom förefaller prov Ho101:6:1a vara rostat.

Något lägre kopparhalter, drygt 0,4 %, finns i två prover från kallrosten Ho105. Prov Ho105:5:4 domineras av kvarts, klorit och magnetit med små mängder kopparsulfider, medan Ho105:8:9 huvudsakligen är kvartsit med såväl magnetit som kopparsulfider. Ytterligare något lägre kopparhalter, knappt 0,4 % finns från kallrosten Ho153 i prov Ho153:4, som domineras av magnetit. En liknande observation finns också från fast klyft, Ho160 8, med en kopparhalt snarlik den i Ho153:4. Även Ho160 8 domineras av järnoxid, men i detta fall mest hematit.

Inget av dessa stycken från kallrostarna, eller dagbrottet, har kopparhalter som har beskrivits för kopparmalmen från Gladhammar. Med tanke på urvalsproblematiken beskriven ovan kan vi ändå fundera kring om de är lågvärdig malm eller endast omgivande gråberg/varp.

### Varför anlades kallrostar ovanpå malmstråket?

Av Kallrostarna Ho141–146 fanns bara rester kvar. Det mesta var genomskuret av en senare brytning av malmen i Holländaregruvan. Det är märkligt att man vid en tidpunkt har valt att placera rostar, och varp, mer eller mindre direkt på berget över en malm, med tanke på den tydliga utbredning som malmen har i området. Varför har man gjort detta val? Möjligen är det närhet till den för tidpunkten brutna malmen och tillhörande bokning som har varit avgörande för lokaliseringen.

### Kallrostarnas storlek och kapacitet

De undersökta kallrostarna i Gladhammar uppvisar likheter med tidigare undersökta kallrostar vid koppargruvan i Falun. En intressant detalj som de har gemensamt är storleken. På båda platserna, under samma tidsperiod, är de stora i förhållande till vad som återges i de skriftliga källorna. Enligt en uppgift från 1703 var en stor rost upp emot 6 m lång och 3,5 m bred, medan höjden är okänd. En sådan rost kunde fyllas med 150–180 ton malm, vilket ger ett värde på ca 7–8,5 ton fördelat per kvadratmeter.

De undersökta kallrostarna i Gladhammar var omkring 8–9 m långa och ca 3 m breda, i Falun något bredare. De hade alltså i båda fallen en mer avlång form jämfört med de skriftliga uppgifterna. Om vi räknar på samma sätt som ovan och utgår från att de undersökta rostarna upptog en 9×3 m stor yta bör de ha rymt minst omkring 190–230 ton malm, troligen mer eftersom de även bör ha varit högre än de mindre rostarna.

### Var ägde järnframställningen rum, och när?

Enligt den historiska beskrivningen som finns för Gladhammars gruvområde och dess växlande verksamhet är det brytning av järnmalm för järnframställning som omtalas som den första aktiviteten under 1500-talet. I samband med förundersökningen kunde ännu tidigare verksamhet noteras i och med att två kallrostar för rostning av kopparmalm visade sig vara äldre och indikerade att kopparframställning ägde rum redan under 1300-talet eller åtminstone 1400-talet (Sandberg m.fl. 2009). Kallrostarna som undersöktes vidare i samband med denna undersökning, tillsammans

med ytterligare ett stort antal kallrostar, daterades dock huvudsakligen till 1500-tal. Det sammanfaller med tidsperioden för uppgifterna om järnet. Men, det har inte kommit fram några tecken på järnframställning i denna undersökning. Intressant nog finns det dock gott om järnrikt material (som sekundär men samtida fyllning med daterade kolprov) i kallrostarna. Materialet är så järnrikt att det i många fall skulle kunna klassificeras som järnmalm. I kallrostarna får vi snarare betrakta det som sidoberg/varp eftersom det var kopparmalm som var det eftertraktade för den utvinningen. Med tanke på rostarnas datering till 1500-tal och den stora mängden kasserad ”järnmalm” i dessa förefaller det som orimligt att någon järnframställning har ägt rum under denna period.

Att rostarna är fyllda med järnmalm kan naturligtvis leda tankarna till att det inte är rostar för kopparmalm utan för järnmalm och att malmen är på rätt plats. Men, vid rostning av järnmalmer som dessa bildas inte den tydliga röda krans som är karaktäristisk för rostning av kopparsulfidmalmer. Rostar för järn är dessutom, vad som är känt hittills, mindre än dessa stora dokumenterade rostar. De är vanligen mer fyrkantiga till formen. Ytterligare ett argument som talar mot rostning av järnmalm är lokaliseringen vid gruvan. För kopparmalmen fanns det regler som styrde lokaliseringen av rostningen till gruvområdet. Järnmalmen däremot rostades vid hyttan. En hytta kräver vattendrivna bälgar, vilket det inte funnits förutsättningar för inom gruvområdet.

När har då järnframställningen skett i Gladhammar? Är det snarare aktiviteter knutna till järnhanteringen som har daterats till 1300-/1400-tal? Det kan vi fundera kring vad gäller en av dateringarna från förundersökningen: ett kolprov för datering taget ytligt i det som senare, under slutundersökningen, benämndes Ho101:1. Intill det daterade kolet fanns en del järnmalmer, till och med rik järnmalm enligt analysresultaten. Möjligen kan detta röra sig om rester av material som verkligen har en äldre datering, och som har flyttats under senare tiders aktiviteter och representerar en tidigare aktivitet knuten till brytning och hantering av järnmalm för järnframställning. Detta är dock en mycket svag indikation, men en möjlighet vi bör ha i åtanke när det gäller gruvområdets tidigaste verksamheter.

## Referenser

- Elfström, E. 2006. *Bergsbruket vid Gladhammar – en fyrahundraårig historia*. Västervik.
- Grandin, L., Willim, A., Hjärthner-Holdar, E. & Stilborg, O. 2004. Metallhantering på en medeltida gård. RAÄ 211, Sommaränge skog, Viksta sn, Uppland. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 7-2004*. Uppsala.
- Lamke, L. & Nilsson, H. 2004. *Kulturhistorisk utredning av Gladhammars gruvområde*. Kalmar Läns Museum Projekt Gladhammar rapport 2004:09. Kalmar.
- Lindroth, S. 1955. *Gruvbrytning och kopparhantering vid Stora Kopparberget intill 1800-talets början. II. Kopparhanteringen*. Stora Kopparbergs Bergslags AB. Uppsala.
- Naucler, O. 1941. *Stora Kopparbergs gruva och kopparverk. Två akademiska avhandlingar vid Uppsala Universitet år 1702 och 1703*. Uppsala.
- Sandberg, F., Palm, V., Carlsson, E. & Nilsson, N. 2009. Gladhammars gruvor. Arkeologisk förundersökning 2009. Gladhammars gruvområde, RAÄ 155 och 229, samt hyttområde, RAÄ 227 Gladhammar socken, Västerviks kommun, Kalmar län. Kalmar Läns Museum. Arkeologisk rapport 2009:52
- Söderberg, T. 1932. *Stora Kopparberget under medeltiden och Gustav Vasa*. Stockholm.
- Tegengren, F.R. et al. 1924. *Sveriges ädlare malmer och bergverk*. Sveriges geologiska undersökningar, Ser Ca, No 17. Stockholm.
- Willim, A., Forenius, S., Grandin, L. & Andersson, D. 2005. Kallrostar och slagglager. Lämningar efter kopparhantering i Gruvrondellen. Undersökning i samband med ombyggnad av riksväg 50. Sanders Hemman – Gruvgatan, RAÄ 109, Falu stad, Dalarna. *Geoarkeologiskt Laboratorium, Analysrapport 22-2005*. Uppsala.
- Kommersekollegii underdåniga berättelse för år 1888. 1889. Bidrag till Sveriges officiella statistik. C) Bergshandteringen

Bejgarn, Therese. Personligt meddelande.  
Amcoff, Örjan. Konsultation vid mikroskopanalyser.

## **Administrativa uppgifter**

*Riksantikvarieämbetets dnr:* 424-00395-2010.

*Riksantikvarieämbetets projektnummer:* 11606.

*Projektgrupp:* Annika Willim, arkeolog och projektledare, Svante Forenius, arkeolog, Lena Grandin, mineralkemist, Erik Ogenhall, berggrundsgeolog och Eva Hjärthner-Holdar, laboratorieförstandare för GAL.

*Underkonsulter:* ALS Scandinavia AB, MINOPREP, Mikrosondlaboratoriet vid Institutionen för Geovetenskaper vid Uppsala Universitet.

*Digital dokumentation:* förvaras på UV GAL.

## **Tabellförteckning**

*Tabell 1. Provlista arkeometallurgiska prover.*

*Tabell 2. Kemiresultat*

## **Bilagor**

*Analysdatablad, inklusive förklaring*

*Ordlista: Terminologi rörande bergshanteringen vid Gladhammar*

Tabell 1. Provlista arkeometallurgiska prover.

Anl. nr	Anl. typ	Prov nr	Mtrl	Anmärkning	Ritning	Provbeskrivning
So110	Varp/Rost	110:4	Materialprov	Ur lila lager (L7)	Profil 14	Rostade stycken av sidoberg
So110	Varp/Rost	110:5	Materialprov	Ur röda lagret längst i norr, mot överyta (L5)	Profil 14	Rostade(?) stycken av sidoberg
So110	Varp/Rost	110:6	Materialprov	Ur röda lagret längre söderut än prov 5 (L5)	Profil 14	Rostade stycken av sidoberg samt ev. orostad varp/sidoberg
So110	Varp/Rost	110:7	Materialprov	Ur lila porösa lagret (L7)	Profil 14	Blå-lila rostade stycken av sidoberg
So110	Varp/Rost	110:8	Materialprov	Ur varp under rost i norra delen (L3)	Profil 14	Stycken av förskiffr. sidoberg, vissa ev. rostade
Hy3	Rosthus	3	Slagg	I rost		
Hy3	Rosthus	4	Trä?	I slagglager över kolskikt i rost		
Hy3	Rosthus	5	Slagg	I rost		Rostbrun yta Mörk, glasig, blåsig
Hy3	Rosthus	6	Slagg			
Hy3	Rosthus	7	Slagg			Mörk, glasig och blåsig.
Hy3	Rosthus	33	Slagg	Under anl., i slagghvarp		
Hy3	Lösfynd		Järn	Från området kring vägen mellan Hy3 och varp Hy, intill FU schakt 14		
Hy3:1	Rostbås	3:1:1	Lera	Grönfärgad lera i bottenlager	Profil 5	Grå lera (el. kalk?) ihopklumpad (m. qtz/sand), delvis med blågröna glasiga/porösa blåsor (slag?), kol
Hy3:1	Rostbås	3:1:2	Finkornigt	Från röda, sandiga bottenlagret	Profil 5	Delvis mag. mörknar ej vid rostning men "poppar" lite. Röd bränd lera?, qtz-korn, mag. malm.
Hy3:1	Rostbås	3:1:3	Fink/slagg	Ur svart, frasigt lager	Profil 5	Mag. svart m. Cu- gröna ytor på större bitar, röd bränd lera? qtz, slagg/smälta? Malmsylt? Lik 3:1:6
Hy3:1	Rostbås	3:1:4	Fink/slagg	Ur brunt, frasigt lager	Profil 5	Kol. Fink.mag. Blåsig fluten slagg m. grön Cu-yta.
Hy3:1	Rostbås	3:1:5	Finkornigt	Ur tunn röd kil i kanten	Profil 5	Delv. mag. Glasigt/blåsig, slagg?
Hy3:1	Rostbås	3:1:6	Finkornigt	Ur svart frasigt lager	Profil 5	Mag. svart m. Cu-gröna ytor, röd bränd lera? Lite qtz och kol. Sprött mtrl. slagg/smälta? Lik 3:1:3
Hy3:1	Rostbås	3:1:7	Finkornigt	Ur grön kil i kanten	Profil 5	Delv. mag. Grå-grönt (Cu?, ej glasigt), bränd lera, slagg? qtz, like kol. Lik 3:1:8...
Hy3:1	Rostbås	3:1:8	Finkornigt	Ur lila lagret	Profil 5	Delv. mag. Kol. qtz, bränd lera, gröna ytor. Lik 3:1:7 men mörkare och utan slagg?
Hy3:1	Rostbås	3:1:9	Finkornigt	Ur översta gröna lagret	Profil 5	Kolrikt, grå-grönt mag., bränd lera, slagg.
Hy3:1	Rostbås	3:1:10	Lera	Referenslera ur samma lager som prov 1, vid sidan om rosten.	Profil 5	Grå lera, kol, qtz. Ej grönt el. slagg. Olik 3:1:1, samma men obränd?
Hy3:3	Rostbås	3:3	Materialprov	Ur mörkt lager med gröna fläckar	Profil 5	Svagt mag. Svart-grönt poröst
Hy3:4	Rostbås	3:4	Slagg	Från slagghvarp under rostbås	Profil 5	
Hy3:10	Rostbås	3:10	Järn	Liten del av stor "nas" liggande över rostbås 8/9		

Anl. nr	Anl. typ	Prov nr	Mtrl	Anmärkning	Ritning	Provbeskrivning
Hy114		114:1	Fin mtrl	Naturligt?		Brun "jord" med småsten
Ho29	Smältverk	29a	Vägg/infodring	Vid ugnen. Omnummererat från 29		Glasig slagg med tegel
Ho29:1	Rostrum	29:1:1	Materialprov	Bergart (gulfärgat) Omnummererat från 29:1		Rostat? Gul svavel(?)yta
Ho29:1	Rostrum	29:1:2	Materialprov	Rostad malm? Omnummererat från 29:1		Rostat? Gul svavel(?)yta Lik 29:1:1
Ho29:1	Rostrum	2		Inmätt prov. Slagglager		
Ho29:2	Smältrum	1	Materialprov	Inmätt prov.		
Ho29:2	Smältrum	29:2:1	Rostad styckemalm?	Golvlager i NV Omnummererat från 29:2		
Ho29:2	Smältrum	29:2:2	Hyttaska?	Smältugnen Omnummererat från 29:2		
Ho29:2	Smältrum	29:2:3	Materialprov	NÖ delen, under golv mot berg Omnummererat från 29:2		
Ho29:2	Smältrum	29:2:4	?	NV delen i sanden Omnummererat från 29:2		
Ho29:5	Flygel	29:5	Slagg	Golvfüllning		
Ho35	Slaggvarp	14	Varpsten	Materialprov ur profilvägg.		Sidoberg, delv. rött. <u>Svagt mag malm</u> , grov Hem?
Ho35	Slaggvarp	15	Slagg	Materialprov ur profilvägg. Slagg från översta lagret. (över 14)		Glasig fluten slagg (likt replava)
Ho101	Rost		Materialprov		Tung klump vid rost Ho101	
Ho101:1	Rost	20	Materialprov	Inmätt prov. V om delyta A (daterad rost från FU)		Ljust "grus" av sidoberg, dock mag
Ho101:1	Rost	21	Materialprov	Inmätt prov. Från uppgrävt material i daterad rost från FU		Rostade malmstycken i bra skick, ej mag, Hematit?
Ho101:1	Rost	22	Materialprov	Inmätt prov. Från delyta B		Välrostade stycken, rödbruna och porösa, ej mag
Ho101:1	Rost	23	Materialprov	Inmätt prov. Finkornigt rött material från delyta B.		Rött finmtrl
Ho101:1	Rost	101:1:1	Materialprov	Lager 2	Profil 6	<u>Rostade malmstycken i bra skick</u> , ej mag
Ho101:1	Rost	101:1:2	Materialprov	Lager 2	Profil 6	Rostade stycken, porösa, ej mag
Ho101:2	Rost	101:2:1	Materialprov /malm	Lager 4	Profil 6	Rödgula välrostade stycken, porösa, ej mag
Ho101:2	Rost	101:2:1	Materialprov	Ev. 2 påsar ur samma prov som föregående	Profil 6	Varp av sidoberg, rostiga, ej mag
Ho101:2	Rost	101:2:2	Materialprov		Profil 6	<u>Sidoberg/malm</u> , mag och sulfider
Ho101:3	Rost	101:3:3	Materialprov /malm		Profil 6	Varp, ev. ej rostade (vägg?), sulfider och ev. Hem. Grön Cu- min
Ho101:4	Rost	16	Materialprov	I varp, V om FU:s Ho101. N om prov 17, i nivå med daterade Ho101 från FU		Stycken av sidoberg med lite sulfider, mag malm

Anl. nr	Anl. typ	Prov nr	Mtrl	Anmärkning	Ritning	Provbeskrivning
Ho101:4	Rost	17	Materialprov	Ytligt ur rost innan utgrävning		Stycken av rostat mtrl, ej mag, en stuff möjl. malm
Ho101:4	Rost	18	Materialprov	Inmätt prov, i varp V om Ho101		Varp av sidoberg, rostade stycken samt ev. slagg
Ho101:4	Rost	19	Materialprov	Inmätt prov. Ur delyta D		Sidoberg, mag malm och rostade stycken
Ho101:4	Rost	101:4	Malmsylt?	Magnetiskt material ovanpå Ho101:4		Mag svart finmtrl
Ho101:4	Rost	101:4:1	Materialprov		Profil 4	<u>Rostade stycken, mag malm och sidoberg i bra skick</u>
Ho101:4	Rost	101:4:2	Materialprov		Profil 4	Rostade mag stycken
<b>Ho101:5</b>	Rost	101:5:1	Materialprov		Profil 4	Rostade stycken med sulfider, ej mag
Ho101:5	Rost	101:5:2	Materialprov		Profil 4	Rostade stycken, sidoberg och <u>mag malm i bra skick</u>
<b>Ho101:6</b>	Rost	101:6:1	Materialprov		Profil 4	<u>Rostade stycken och malm</u>
Ho101:6	Rost	101:6:2	Materialprov		Profil 4	Rostad malm. Hem?, ”bandad” malm (grov) och ljusgrå fink, svagt mag stuff
<b>Ho101:7</b>	Rost	101:7:1	Materialprov		Profil 4	Rostade stycken, <u>malm med Cu-min</u> stycken
Ho101:7	Rost	101:7:2	Materialprov		Profil 4	<u>Rostade, svagt mag stycken</u>
<b>Ho101:8</b>	Rost	24	Materialprov	Stycke med metallglans, magnetisk, porös		<u>Rostad malm?</u> Porös med ev. slagg på ytan. Mag
Ho101:8	Rost	25	Materialprov	Malm? Gråberg?		Mag malm med rostig yta
<b>Ho101:10</b>	?	101:10:1	Materialprov	Rost under 101:7?	Profil 4	<u>Delvis(?) rostade stycken</u> , ej mag, biotit...
Ho101:10	?	101:10:2	Materialprov		Profil 4	
Ho101:10	?	101:10:4	Materialprov		Profil 4	
Ho101:10	?	101:10:5	Materialprov	Finkornigt ur röda skiktet ytligt	Profil 4	
Ho101:10	?	101:10:6	Materialprov	Ur röd-lila skiktet, ytligt	Profil 4	
Ho101:10	?	101:10:7	Materialprov	Magnetiskt ur röda skiktet, ytligt	Profil 4	
Ho101:10	?	101:10:8	Materialprov	Ur profil, svart magnetisk lodrätt bad	Profil 4	
Ho101:10	?	101:10:9	Materialprov	Finkornigt rött material intill 101:10:8	Profil 4	
Ho101:10	?	101:10:10	Materialprov	Porösa svagt magnetiska klumpar	Profil 4	<u>Ev. naturlig bildning av ”rostade” stycken?</u>
<b>Ho105</b>	Kallrost-område	105	Materialprov	(Material från rost, troligen taget tidigt innan flera rostar hade definierats)		
<b>Ho105:1</b>	Rost	105:1:1	Materialprov, finkornigt	Ur rostigt lager L13	Profil 9	<u>Rött rostat mtrl</u> i blandfraktion
Ho105:1	Rost	105:1:3	Materialprov, större stycken	Ur rostigt lager L13	Profil 9	Samma(?) <u>röda rostade mtrl</u> som 105:1:1 men större stycken
<b>Ho105:2</b>	Rost	105:2:1	Materialprov	Ur rostigt lager L13	Profil 9	Röda rostade stycken inkl. mag.

Anl. nr	Anl. typ	Prov nr	Mtrl	Anmärkning	Ritning	Provbeskrivning
Ho105:2	Rost	105:2:3	Materialprov , varp	Ur L14 med skivig sten	Profil 9	Skiffrikt <u>sidoberg</u> samt <u>mag.</u> <u>Malm med sulfider</u> . Ej rostat?
<b>Ho105:3</b>	Rost	105:3:1	Materialprov	Ur rostigt lager, L8	Profil 9	Rostat mtrl i blandfraktion ?
<b>Ho105:4</b>	Rost	105:4:1	Materialprov , varp	Fyllning i rost, 3 fyndpåsar	Profil 9	Rostat finmaterial + större stycken av sidoberg, med grön Cu-min. Mag. malm
Ho105:4	Rost	105:4:2	Materialprov	Intill rosten	Profil 9	Rostade stycken
<b>Ho105:5</b>	Rost	105:5:3	Materialprov , varp	Ur lager med skivig sten, L9	Profil 9	Förskiffrade stycken av sidoberg
Ho105:5	Rost	105:5:4	Materialprov	Ur rostigt lager, L8	Profil 9	Rostat mtrl med Cu-min., sidoberg samt rostad mag. malm
<b>Ho105:6</b>	Rost	105:6:2	Materialprov	Ur rostigt lager, L8	Profil 9	Rostat mtrl i blandfraktion, sidoberg, små mag. Malmstycken samt kolfragment ?
Ho105:6	Rost	105:6:3	Materialprov , varp	Ur lager med skivig sten, L9	Profil 9	Förskiffrade stycken av sidoberg
Ho105:6	Rost	105:6:5	Materialprov	Ur rostigt lager, L8	Profil 9	Rostade stycken
<b>Ho105:7</b>	Rost	105:7:3	Materialprov	Ur rostigt lager, L8	Profil 9	<u>Rostat mtrl</u> i blandfraktion samt stuff av sidoberg
<b>Ho105:8</b>	Rost	105:8:2	Malm?	Ur koligt/sotigt lager, L5	Profil 10	Porösa grå stycken, trol. Rostade men utan röd yta. Ej malm el. sidoberg
Ho105:8	Rost	105:8:3	Materialprov	Ur rostigt lager, L4	Profil 10	Rostade stycken
Ho105:8	Rost	105:8:5	Materialprov , varp	Ur rostigt lager, L4	Profil 10	<u>Mag. Malm med sulfider. ev.</u> <u>rostad!</u>
Ho105:8	Rost	105:8:8	Malm?	Ur lager 12 runtom kolprov 105:8:7	Profil 10	Sidoberg, <u>rostade</u> stycken varav en <u>mag. Malm</u> ”som klarat sig??”
Ho105:8	Rost	105:8:9	Materialprov	Rödgul färgning på varp i L8	Profil 10	<u>Sidoberg med svag malm min.</u> <u>och guloxiderad (Fe) yta</u>
Ho105:8	Rost	105:8:11	Materialprov	Ur rostigt, lager, L7. Finkornigt	Profil 10	Rostat(?) blandfraktion, <u>ej mag.</u> <u>Men sulfidrik</u>
Ho105:8	Rost	105:8:12	Materialprov	Större stycken ur L7	Profil 10	<u>Rostade malmstycken, svagt mag.</u> <u>med Fe-oxiderad(?) yta samt Cu-</u> <u>min. En stuff rostvägg?</u>
Ho105:8	Rost	105:8:13	Materialprov	Klumpar med grön beläggning ur L5	Profil 12, omnumrer ad från 105:8:1	Rostat(?) stycken av sidoberg(?) med Cu-min. (grön+blå)
Ho105:8	Rost	105:8:14	Materialprov	Större grönfärgade klumpar	Profil 12, omnumrer ad från 105:8:2	Rostat stycken (ej röda!) med Cu-min. (grön+blå)
<b>Ho126</b>	Kolhus	126	Slagg	Slagg? Centralt i Ho126. Ho126 ligger över Ho135.		
<b>Ho128</b>	Utgår?	31	Materialprov	Blandat material/malm från varp i schakt 6, längst i Ö		Sidoberg, kvartsit(?) samt mag malm med sulfider
Ho128	Utgår?	32	Materialprov	Blandat material från rostfärgad horisont, yttligt i schakt 6, nära schakt 7.	Intill Prov nr 31	Samma som Prov nr 31!
<b>Ho129</b>	Rost	29	Materialprov	Ö om Ho29:2 vid FU- profil		<u>Rostade</u> stycken, grå och röda, vissa <u>svagt mag.</u>
Ho129	Rost	129	Rostgods	Från botten av kallrost		Rostad, svagt mag. stuff. Ej röd.

Anl. nr	Anl. typ	Prov nr	Mtrl	Anmärkning	Ritning	Provbeskrivning
<b>Ho135</b>	Smedja	135:5	Glödskal	Omnummererat från 135:1 (GAL)		
Ho135	Smedja	135:6	Material, hopkittat	Från ”slag-golv” Omnummererat från 135:2 (GAL)		
Ho135	Smedja	135:7	Slagg	Skålla, allmänt från anläggningen Omnummererat från 135:3 (GAL)		
Ho135	Smedja	135:8	Slagg	Omnummererat från 135 (GAL)		Lik 135:6/10
Ho135	Smedja	135:9	Ässjefodring	Omnummererat från 135 (GAL)		
Ho135	Smedja	135:10	Golv	Omnummererat från 135 (GAL)		Lik 135:6/8
Ho135	Smedja	135:11	Slagg	Vid syll, S sidan Omnummererat från 135 (GAL)		Grå/ljus blåsig slagg med sulfid/glimmersten Lik 135:7
<b>Ho141</b>	Rost	141:3			Profil 15	<u>Rostad stuff med grön kopparmineraliserad yta</u>
<b>Ho143</b>	Rost	143:2	Materialprov	Ur orange lager, rostade klumpar	Profil 13	<u>Sprött rostat mtrl</u>
Ho143	Rost	143:3	Materialprov	Rött, rostat finkornigt och grövre material	Profil 13	<u>Sprött rött rostat mtrl</u>
<b>Ho144</b>	Rost	144:2	Materialprov	Lila, rostat material	Profil 13	Finkornigt/poröst mtrl, <u>rostad sten/malm?</u>
<b>Ho146</b>	Rost	146:2	Materialprov, finkornigt	Rött finkornigt material, rostat.	Profil 13	<u>Röda spröda småsten</u> med kolrester
Ho146	Rost	146:3	Materialprov, finkornigt	Röd-lila finkornigt rostat material	Profil 13	<u>Mörkrött finmtrl</u>
Ho146	Rost	146:4	Materialprov	Större stycken av samma material som i 146:3	Profil 13	<u>Mörkrött rostat mtrl</u> Jämför Ho160 8!
<b>Ho149</b>	Rost	149:6	Järn	Tidigare 149:1	Profil 8	
Ho149	Rost	149:7	?	Tidigare 149:2		Sidoberg, SVAGT mag
Ho149	Rost	149:8	Järn	Tidigare 149:3		Malm/sidoberg, mag och sulfider
Ho149	Rost	149:9	Materialprov varp	Tidigare 149:4		<u>Mag malm med sulfider</u>
Ho149	Rost	149:10	Slagg	Tidigare 149:5		Rostad malm med sulfider
Ho149	Rost	149:11	Slagg/järn	Tidigare 149:6		<u>Rostad malm med sulfider</u>
<b>Ho153</b>	Rost	153:3	Materialprov	Rostad malm?	Profil 11	Söndervittrad stuff, mag med sulfider
		153:4	Malm?		Profil 11	Rostiga varpstycken, mag med sulfider samt stycken med grön Cu-min
<b>Ho160</b>	Dagbrott	8	Malm?	Prov på fortsättning av malmåder V om profil från FU, S om provbrytning		Stycken av <u>sidoberg och lite malm</u> , svagt mag, grå <u>med rosa inslag (rodonit?)</u>
Ho160	Dagbrott	9	Berg	I berg intill profil, N om malmåder, nära mineralisering		<u>Sidoberg</u> , grå med sulfider och rött inslag. Kvarsit?
Ho160	Dagbrott	10	Materialprov	Finkornigt rött material ur L8 (dat vid FU)		Jord och småsten, trol. finfraktion av Prov nr 11. Ej malm
Ho160	Dagbrott	11	Materialprov	Varpsten? Flesta lätta, ej malmförande lager. Ur L5 (Dat vid FU)		Sidoberg, malm samt rostig, röd, vittrad stuff

Anl. nr	Anl. typ	Prov nr	Mtrl	Anmärkning	Ritning	Provbeskrivning
Ho160	Dagbrott	12	Berg	Prov från fast klyft N om malmåder som löper från profil i schakt 5 och österut till Ho27.		Sidoberg, grå kvartsit(?) med rött inslag och orange vittringsyta
Ho161	Dagbrott	26	Malm	Från fast klyft? Kolla var Ho161 är, jmf Ho117 och se anteckningar hos L.G.		<u>Fink. Grå-blå mag malm</u>
Ho161	Dagbrott	27	Materialprov	Finkornigt rostfärgat material (från zon i fast klyft?) Kolla var Ho117 är, jämför Ho161 och se anteckningar hos L.G.		Brun jord, ev. vittringsprod. av Prov nr 28
Ho161	Dagbrott	28		Malmförande? Från fast klyft. Kolla var Ho117 är, jämför Ho161 och se anteckningar hos L.G.		Fink. mag <u>malm</u> , rostad(?). Grå-brun och porös. Kobolt?
		Utan nr	Materialprov	Från koncentration av material med blå beläggning i varp norr om Ho21 (Svenskgruvan). Söder (sydväst?) om senare påträffat kolhus och smedja?		
<b>Varp 2000s</b>	Varp	Utan nr	Skärsten?	NV Ho29		Gjuten
		Utan nr	Materialprov			
		Utan nr	Slagg	Med ”koppar”		Ev lik ”Skärsten”
		Utan nr	Finkornigt material	V om Ho29		

*Kolumnen provbeskrivning innehåller information från den okulära granskningen. I många prov finns flera bitar och i de fall texten är understruken rör det det delprov som har behandlats i ytterligare analyser.*

Element/Oxid	TS wt%	So 110:5	So 110:6	Hy 3:10	Hy 3:33	Ho 28:2.1	Ho 101:1.21	Ho 101:1.1	Ho 101:2.2	Ho 101:4.17	Ho 101:4	Ho 101:4:1a	Ho 101:4:1b	Ho 101:4:1c	Ho 101:5:2
SiO <sub>2</sub> (Kisel)		83,8	98,3	Ej analyserat	33	0,97	1,55	9,2	21,5	61,5	12,5	33,1	10,1	24,7	3,25
TiO <sub>2</sub> (Titan)		0,0884	0,0394	925*	0,775	0,0027	0,0373	0,111	0,567	0,0475	0,108	0,118	0,0518	0,161	0,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Aluminium)		2	0,175	10400*	10,5	0,133	0,35	0,447	18,2	0,469	0,994	1,13	0,709	1,27	3,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Järn)		14,3	5,5	556000*	58,2	64,7	94,4	93,2	50,5	40	79,9	70	94,6	74	93
MnO (Mangan)		0,0477	0,0168	Ej analyserat	0,149	0,0147	0,0436	0,0471	0,162	0,0238	0,0764	0,0468	0,054	0,0399	0,0833
MgO (Magnesium)		<0,02	<0,02	443*	2,62	<0,02	<0,02	<0,02	4,47	<0,02	0,152	0,368	0,0369	0,0257	0,864
CaO (Kalcium)		<0,09	<0,09	953*	0,579	<0,09	<0,09	<0,09	0,153	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,05
Na <sub>2</sub> O (Natrium)		<0,05	<0,05	564*	0,168	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
K <sub>2</sub> O (Kalium)		<0,06	<0,06	3120*	0,576	0,215	<0,06	<0,06	0,229	0,113	0,0878	<0,06	<0,06	0,273	0,185
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Fosfor)		0,0428	0,0181	548*	0,173	0,0337	0,005	0,0044	0,0147	0,0185	0,0202	0,0265	0,0034	0,023	0,0687
LOI (Glödförlust)		-0,2	-0,1	Ej analyserat	-5	9,6	0,5	0,5	5	0,3	1,1	-0,7	-0,9	1,2	2,5
Summa		100,3	104	-	106,7	66,1	96,4	103	95,8	102,2	93,8	104,8	105,6	100,5	100,7
Be (Beryllium)	ppm	<0,6	<0,6	7,57	16,7	0,688	4,22	2,03	8,08	1,93	3	2,32	2,04	2,07	5,72
Sc (Scandium)		<1	<1	<2	<1	<1	<1	<1	4,46	<1	<1	1,93	<1	<1	<1
V (Vanadin)		12,4	17,3	39,7	91,7	36,7	19,3	23,5	39,9	12,6	42,2	34,1	21,7	23,6	111
Cr (Krom)		46,9	20,1	36,1	63,1	28,4	8,56	23,7	50,8	11,6	27,2	10,4	6,87	16,4	26,7
Co (Kobolt)		4,37	2,27	3,9	1450	14500	140	166	472	186	168	63,6	178	87,2	4360
Ni (Nickel)		24,4	8,29	4630	55,1	4420	30,3	32,4	107	27	55,5	39,9	41,4	28,2	108
Cu (Koppar)		691	22,5	64600	2810	101000	152	231	3570	866	707	670	85,4	1010	975
Zn (Zink)		6,03	<4	437	3940	353	21,4	45,1	381	241	118	45,6	48,9	40,4	531
Ga (Gallium)		20,8	8,5	27	25,3	2,6	3,96	5,19	21,5	2	7,63	15,3	3,81	9,18	18,8
Rb (Rubidium)		<2	2,9	<7	26,7	10,4	<2	<2	11	8,27	4,67	4,86	3,2	13,6	13,8
Sr (Strontium)		6,26	6,34	5,89	107	4,03	9,49	12,9	20,1	10,1	15,6	6,44	9,59	20,7	55,4
Y (Yttrium)		3,01	3,62	<2	51,5	<0,6	2,86	9,78	17,6	17,3	17,6	15,9	3,63	9,05	116
Zr (Zirkonium)		61,9	72,7	228	1160	<2	74,7	249	740	54,8	179	165	98,9	325	251
Nb (Niob)		2,01	1,18	4	16,4	0,306	1,24	1,89	11,7	0,794	2,1	1,98	1,79	2,04	5,8
Mo (Molybden)		17,9	<2	2970	4,32	<2	5,84	21,7	9,9	15,3	36	4,46	20,4	45,9	7,81
Ba (Barium)		6,98	9,33	58,5	101	13	4,36	14,5	34,7	3,27	22,6	9,49	12,2	73,7	15,1
La (Lantan)		7,44	12,8	<2	101	4,22	10,6	11,1	34,4	14,6	22,2	21,2	10,8	24,9	120
Ce (Cenium)		18,5	35,6	3,9	207	12,9	24,3	24,3	67,8	33	45,7	47,1	24	52,2	280
Pr (Praseodym)		<1	2,37	<1	23,4	<1	1,5	1,51	6,68	1,98	3,73	4,52	1,56	4,41	33,7
Nd (Neodym)		2,79	7,81	<3	82,6	0,64	4,78	4,71	24,2	6,51	12,6	17,8	4,97	13,1	125
Sm (Samarium)		0,586	1,55	<1	18,9	<0,4	1,03	0,924	4,99	1,37	2,73	4,2	0,765	2,11	32,3
Eu (Europium)		0,134	0,271	<0,5	2,95	<0,05	0,189	0,206	1,06	0,236	0,462	0,724	0,151	0,423	3,69
Gd (Gadolinium)		0,709	1,34	<1	17,6	<0,4	1	1,28	4,6	2,38	2,75	3,84	0,923	2,49	36,8
Tb (Terbium)		0,118	0,175	<0,5	2,33	<0,1	0,135	0,246	0,608	0,466	0,379	0,562	0,138	0,365	5,55
Dy (Dysprosium)		0,632	0,854	<1	10,9	<0,09	0,666	1,52	3	2,83	1,79	3,08	0,694	1,77	26,1
Ho (Holmium)		0,112	0,137	<0,5	1,88	<0,07	0,112	0,33	0,581	0,58	0,339	0,567	0,129	0,325	4,35
Er (Erbium)		0,291	0,341	<1	4,67	<0,1	0,275	0,991	1,68	1,46	0,826	1,45	0,314	0,83	10
Tm (Tulium)		<0,1	<0,1	<0,5	0,667	<0,1	<0,1	0,146	0,251	0,222	0,128	0,221	<0,1	0,123	1,34
Yb (Ytterbium)		0,301	<0,5	<0,5	0,265	<0,2	0,265	0,973	1,7	1,34	0,736	1,32	0,316	0,752	7,63
Lu (Lutetium)		0,0408	0,0486	<0,5	0,678	<0,04	0,0481	0,163	0,304	0,187	0,103	0,207	0,0519	0,125	1,05
Hf (Hafnium)		0,432	1,38	5,6	25,6	0,788	1,31	2,19	7,52	1,61	2,8	1,91	1,33	3,86	4,16
Ta (Tantal)		0,117	0,0927	<0,5	1,31	<0,06	0,104	0,202	1,02	0,0898	0,241	0,158	0,134	0,205	0,273
W (Volfram)		86,9	86,9	28	43,1	0,521	23,9	28,8	10,8	5,63	8,31	6,19	1,2	6,53	14,2
Th (Thorium)		1,22	1,92	<0,5	24,5	0,733	5,25	0,903	6,17	1,3	2,73	4,42	3,82	4,02	16,6
U (Uran)		6,26	1,97	2,5	18,1	0,0897	4,68	4,57	2,79	3,1	3,61	4,38	1,32	1,65	23,2
As (Arsenik)		5,65	1,59	1580	8,58	699	3,73	3,17	20,6	37,8	139	4,57	5,57	5,97	490
Cd (Kadmium)		<0,03	<0,02	<0,6	0,72	<0,03	<0,02	<0,03	0,299	0,0274	0,0427	0,0303	<0,03	<0,04	0,192
Hg (Kviksilver)		<0,03	<0,02	<0,2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,0373	<0,02	0,0674	0,0492	0,0304	0,0477	0,06
Mn (Mangan)		346	125	307	1000	126	259	317	835	179	632	361	447	281	628
Pb (Bly)		18	15,5	18,5	195	1740	86,3	110	234	318	452	169	42,9	118	858
S (Svavel)		142	<200	2320	12800	275000	355	227	6100	438	1890	1060	365	988	52000

\* = resultat i ppm och elementform

Element/Oxid	TS wt%	Ho 101:6:1a	Ho 101:6:1b	Ho 101:7:1	Ho 101:7:2	Ho 101:8:24	Ho 105:1:3	Ho 105:2:3	Ho 105:4:1	Ho 105:5:4	Ho 105:7:3	Ho 105:8:5	Ho 105:8:8	Ho 105:8:9	Ho 105:8:11
SiO2 (Kisel)		44,9	15,6	16,1	29,7	1,25	4,92	5,01	56,8	39,3	33,8	5,09	11,3	83,9	23,1
TiO2 (Titan)		0,358	0,372	0,406	0,294	0,071	0,511	0,247	0,172	0,903	2,07	0,159	0,861	0,285	1,47
Al2O3 (Aluminium)		2,12	12,9	5,43	3,16	0,735	3,6	5,23	2,34	8,47	28,6	3,87	11,7	2,46	20,2
Fe2O3 (Järn)		46,7	60,5	39,2	66,8	101	91,4	83,7	41,2	43,1	22,4	91,5	69,1	8,66	34,5
MnO (Mangan)		0,0161	0,134	0,0328	0,0656	0,0527	0,0759	0,0681	0,0345	0,325	0,0248	0,0588	0,105	0,0344	0,184
MgO (Magnesium)		0,0349	3,68	0,871	0,379	0,0439	0,409	1,33	0,533	3,35	0,89	0,943	4,95	0,952	7,96
CaO (Kalcium)		<0,1	0,397	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	1,56	0,368	<0,09	<0,09	<0,09	0,62	<0,1	<0,09
Na2O (Natrium)		<0,05	0,13	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,388	<0,05	<0,05	<0,05	0,0514	<0,05	<0,05
K2O (Kalium)		<0,06	0,844	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,135	0,35	<0,06	0,147	0,0605	0,396	0,224
P2O5 (Fosfor)		0,0396	0,0252	0,0318	0,0091	0,0717	0,202	0,862	0,382	0,782	0,216	0,0444	0,0935	0,0236	0,191
LOI (Glödörlöst)		5,9	3,3	9,1	-0,4	1,1	1,4	-0,3	0,1	3,6	11,7	3,2	3,2	1,8	9,4
Summa		94,2	94,6	62,1	100,4	103,2	100,7	98	102	95,9	88	101,8	98,8	96,7	87,8
Be (Beryllium)	ppm	3,06	8,52	3,18	2,5	3,29	3,47	320	9,85	4,44	5,44	3,28	62,1	2,94	16,5
Sc (Scandium)		<1	1,83	5,73	2,96	<1	2,28	<1	<1	6,2	1,6	<1	5,12	<1	6,47
V (Vanadin)		6,59	37,6	38,3	70	207	147	77,3	70,1	133	129	61,9	199	44,8	147
Cr (Krom)		8,41	47,2	23,4	16,1	17,8	25,6	47,6	25	54	121	28,8	119	34	119
Co (Kobolt)		536	415	1210	168	265	488	1680	864	1430	89,9	1840	577	591	3620
Ni (Nickel)		27,3	130	69,5	34,8	424	125	307	96,2	605	442	210	228	93,5	277
Cu (Koppar)		6620	6310	197000	897	1760	107	596	3460	4380	1250	2750	1210	4230	1560
Zn (Zink)		1130	271	4410	1540	51,7	561	1690	920	367	500	1580	612	222	2100
Ga (Gallium)		3,49	21,7	9,7	19,3	18,7	24	23,4	12,1	35,9	60,7	18,6	28	11,3	27,6
Rb (Rubidium)		<2	37,9	<2	5,5	<2	9,32	3,92	9,36	42	<2	2,73	6	26,3	18
Sr (Strontium)		46,2	60,7	16,6	5,92	7,64	162	27,5	43,2	42,5	145	70,3	121	6,96	165
Y (Yttrium)		31,9	25,5	40,3	13,4	17,9	37,7	47,2	32,4	67,7	154	51,3	108	39,9	187
Zr (Zirkonium)		511	745	700	277	166	449	567	301	1090	3340	247	1780	389	2550
Nb (Niob)		5,83	6,8	6,36	4,29	2,16	12,2	5,28	4,39	13,7	43,6	3,41	18,6	4,84	29,8
Mo (Molybden)		27,6	6,5	18,2	6,07	8,88	3,52	7,43	168	18,6	10,5	56,1	4,74	4,37	2,6
Ba (Barium)		7,04	143	4,44	4,66	8,32	42,6	10,2	23,6	16,8	59,3	8,49	25,7	19,6	33,3
La (Lantan)		44,2	39,8	27,1	19,3	18,9	119	94,8	89,8	71,1	136	79,7	54,4	27,6	273
Ce (Cenium)		78,3	69,7	66	43,1	2,99	22,8	214	222	182	274	170	108	64,3	596
Pr (Praseodym)		6,41	6,32	5,91	3,85	2,99	24,6	25,4	26,3	23,6	28,7	19,3	11,5	6,57	75,7
Nd (Neodym)		20,3	21,5	23,7	14,5	10,8	73,6	92,4	96	95,1	100	68,7	43,5	24,5	280
Sm (Samarium)		4,63	4,5	7,22	3,44	2,6	11,4	22,2	22,8	17,3	29,1	14,7	14,3	5	62,8
Eu (Europium)		1,03	0,883	1,43	0,638	0,445	1,88	2,52	2,95	3,05	5,42	1,77	3,29	0,753	9,42
Gd (Gadolinium)		5,89	4,6	8,39	3,62	3,48	16,9	19,3	17,3	17,3	35,7	14	23,7	5,07	54,3
Tb (Terbium)		1,04	0,769	1,38	0,504	0,627	2,04	2,36	1,97	2,58	5,59	2,08	3,93	0,912	7,55
Dy (Dysprosium)		5,7	4,23	7,27	2,6	3,46	8,31	10,4	8,03	13,6	28,3	10,4	21,1	5,91	36,2
Ho (Holmium)		1,1	0,865	1,4	0,472	0,618	1,3	1,76	1,29	2,5	5,31	1,79	3,83	1,38	6,53
Er (Erbium)		2,93	2,37	3,59	1,29	1,61	2,91	4,34	2,91	7,03	13,5	4,31	8,97	3,95	15,9
Tm (Tulium)		0,4	0,345	0,497	0,182	0,224	0,393	0,608	0,398	1,03	1,99	0,594	1,2	0,606	2,17
Yb (Ytterbium)		2,4	2,17	2,81	1,17	1,45	2,45	3,44	2,15	6,46	12,1	3,55	6,95	3,71	12,5
Lu (Lutetium)		0,37	0,362	0,435	0,191	0,229	0,395	0,557	0,319	0,976	1,98	0,525	1,1	0,574	2
Hf (Hafnium)		6,75	10,7	12,2	5,4	3,69	7,89	10,2	6,54	19,7	64,2	6,73	33,4	10,1	50,3
Ta (Tantal)		0,458	0,743	0,561	0,304	0,211	1,05	0,39	0,165	1,27	3,14	0,307	1,37	0,355	3,02
W (Volfram)		9,16	5,64	12,5	6,75	8,79	181	14,3	17,5	61,5	187	15,6	16	13,1	20,1
Th (Thorium)		8,65	5,32	12,3	7,45	5,43	25,3	16,9	11,7	30,3	97,2	8,02	30,3	10,5	109
U (Uran)		15	4,09	12,6	2,45	4,4	15,9	8,93	25,7	23,2	46,3	10,8	38,5	3,82	45,4
As (Arsenik)		51,8	4,63	59,4	34,7	491	28,3	196	54,3	181	12,4	149	12,4	137	557
Cd (Kadmium)		0,181	0,31	4,52	0,0929	0,0683	0,185	0,219	0,0816	<0,1	1,4	<0,08	0,646	1,16	0,0675
Hg (Kviksilver)		0,0522	0,0446	0,309	0,0937	0,034	0,0288	0,0344	0,0487	<0,03	<0,03	<0,03	<0,02	0,156	<0,03
Mn (Mangan)		105	932	196	442	499	562	547	238	2030	121	374	598	259	430
Pb (Bly)		774	95,3	320	320	487	1500	1570	1340	470	1030	399	470	1490	657
S (Svavel)		2080	5330	138000	474	2850	350	10700	10200	11300	818	18500	1830	13300	55500

Element/Oxid	T5	Ho 105:8:12	Ho 141:3	Ho 143:3	Ho 146:3	Ho 146:4	Ho 149:9	Ho 149:11	Ho 153:4	Ho 160:8	Ho 161:26	Ho 161:27	Ho 161:28	Varp 2000s
SiO2 (Kisel)	wt%	21,4	4,12	10,9	27,3	42,9	13,1	24,9	4,11	5,23	2,52	65,2	4,1	31,6
TiO2 (Titan)		1,79	0,185	0,665	0,485	1,01	1,05	0,801	0,253	0,477	0,0725	0,485	0,0863	0,775
Al2O3 (Aluminium)		22,1	2,77	10,7	8,76	12,8	12,7	5,94	3,33	3,66	2,05	6,23	0,616	13,9
Fe2O3 (Järn)		40,4	13,4	70,8	58,1	32,4	63,2	58,6	85,5	84,7	101	16,1	98,6	47,8
MnO (Mangan)		0,216	0,0163	0,0499	0,0721	0,0218	0,0979	0,0722	0,0801	0,1	0,0632	0,0657	0,0418	0,0333
MgO (Magnesium)		1,85	0,577	1,19	1,29	1,19	0,179	1,57	0,864	2,51	0,407	0,462	<0,02	0,342
CaO (Kalcium)		<0,1	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,117	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,815	<0,09	0,156
Na2O (Natrium)		<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1,07	<0,05	0,364
K2O (Kalium)		0,13	0,06	0,0881	0,0881	<0,06	0,271	0,139	<0,06	0,0869	0,0636	2,07	0,0848	1,08
P2O5 (Fosfor)		0,246	0,0675	0,267	0,464	1,11	0,161	0,0662	0,0711	0,0634	0,0067	0,399	0,0037	0,418
LOI (Glödörlust)		2,8	17,7	4,7	3,4	4,4	2,9	6,9	5,8	1,6	-1,8	4,7	-0,5	-5,3
Summa		88,1	21,1	94,6	96,5	90,4	93,6	92,1	106,2	96,8	106,2	92,9	103,5	96,5
Be (Beryllium)	ppm	31,9	0,786	4,98	3,12	5,75	14	3,19	2,07	5,38	2,8	3,73	2,59	3,61
Sc (Scandium)		3,82	2,61	6,41	7,06	12,7	6,34	2,85	1,63	1,57	<1	4,31	<1	9,78
V (Vanadin)		127	24,2	279	179	181	136	97,3	71,1	106	101	64,3	24,3	249
Cr (Krom)		165	8,22	92,5	54,4	77,4	119	71,8	37,8	28,8	3,29	64,6	7,08	206
Co (Kobolt)		2030	2720	257	375	68,3	1140	4650	4890	861	204	22,3	113	47900
Ni (Nickel)		230	57,5	190	149	132	144	553	222	564	64,5	31,9	32,5	4370
Cu (Koppar)		53000	489000	1150	1140	2280	1360	3670	3810	153	156	691	1080	33400
Zn (Zink)		2600	935	2120	2900	1810	8730	1690	1550	399	1150	59,9	250	650
Ga (Gallium)		32,9	7,92	38,8	32,8	37,4	18,2	17	18,7	41,8	7,34	13,6	6,53	52,8
Rb (Rubidium)		10,3	<2	<2	6	<2	14,1	9,18	<2	7,17	4,18	69,4	4,82	52,6
Sr (Strontium)		217	76,7	230	652	1740	282	64	40,5	4,28	10,7	146	12	48
Y (Yttrium)		161	19,7	80,5	99,3	171	123	84	49,4	17,9	2,76	27,9	1,03	23,6
Zr (Zirkonium)		2790	320	1120	860	1490	2480	1450	584	295	37,2	394	18,7	189
Nb (Niob)		51,9	5,14	13,7	12,9	11,6	7,36	15,7	5,81	6,36	0,921	7,35	1,63	14,8
Mo (Molybden)		8,23	39,5	8,27	8,82	33,4	<6	23,3	35,3	3,19	2,81	<6	4,62	<2
Ba (Barium)		37,4	14,1	38,2	92,9	161	58,2	28,3	12,4	17	11,7	40,5	13,3	242
La (Lantan)		285	63	296	463	1160	178	81,6	124	40,6	21,9	77,7	10,2	38,9
Ce (Cerium)		592	118	403	760	2180	327	192	266	89,7	57,5	169	24,3	78,7
Pr (Praseodym)		73,3	11	35,1	98,6	215	33,6	23,2	32,3	9,53	5,5	19,6	1,66	8
Nd (Neodym)		259	34,1	104	313	619	112	86,4	120	35	20,8	72,7	5,78	27,7
Sm (Samarium)		55,2	5,29	23,2	44	74,3	20,8	20,1	25,4	8	3,44	14,1	0,921	5,12
Eu (Europium)		6,89	0,803	4,44	6,44	8,85	3,95	3,1	3,22	1,24	0,498	2,18	0,144	1,07
Gd (Gadolinium)		53,3	3,99	26,9	38,1	46,1	24,1	20,5	20,8	7,48	2,12	11,2	0,658	4,77
Tb (Terbium)		7,43	0,616	3,78	4,85	6,15	4,24	3,03	2,57	0,907	0,184	1,32	<0,1	0,764
Dy (Dysprosium)		35,1	3,58	18,1	21,8	32,1	22,6	15,9	11,1	3,96	0,72	5,99	0,235	4,32
Ho (Holmium)		5,95	0,746	3,03	3,55	6,2	4,26	2,9	1,85	0,683	0,114	1,04	<0,07	0,88
Er (Erbium)		14,1	1,97	7,12	8,12	16,3	11,1	7,22	4,54	1,73	0,283	2,58	<0,1	2,39
Tm (Thulium)		1,94	0,275	0,952	1,08	2,24	1,6	0,983	0,609	0,258	<0,1	0,366	<0,1	0,374
Yb (Ytterbium)		12,1	1,72	5,39	6,28	12,8	9,91	6	3,53	1,53	<0,2	2,09	<0,2	2,2
Lu (Lutetium)		1,92	0,27	0,872	0,946	2,09	1,65	0,945	0,556	0,237	<0,04	0,33	<0,04	0,333
Hf (Hafnium)		51,8	9,17	20,4	18,8	28	37,3	12,4	12,4	8,04	1,86	6,28	0,545	3,55
Ta (Tantal)		3,21	0,332	1,24	1,05	1,44	1,33	1,22	0,468	0,456	0,111	0,869	0,155	1,08
W (Volfram)		10,5	4,3	55,9	66,1	21	23,6	36,5	10,2	94,3	1,29	6,89	4,14	27,3
Th (Thorium)		81,2	11,3	33,7	31	51	70,2	33,5	19,7	9,67	0,707	55,5	2,3	9,54
U (Uran)		78,1	14,5	40	31,7	59,4	28,6	14,2	9,62	3,9	4,12	4,12	0,861	3,3
As (Arsenik)		38,5	39	19,7	243	393	148	166	488	106	12,3	25	412	1370
Cd (Kadmium)		0,139	<0,1	0,143	0,163	0,405	0,882	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	0,109	<0,02	<0,04
Hg (Kviksilver)		0,047	0,0482	0,0911	0,129	0,311	<0,02	0,0859	<0,02	<0,02	0,0705	0,0732	0,0301	<0,02
Mn (Mangan)		618	128	303	436	49,1	495	457	577	669	485	480	325	223
Pb (Bly)		350	731	1170	1130	2770	481	282	485	167	169	916	176	399
S (Svavel)		36400	204000	1000	641	1430	17900	88300	93900	906	522	3560	847	70000



Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho29:1:2	Rostrum	Ho29:1	Malmstycke provtaget vid koboltsmältverkets rostrum.	-	Polerprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond

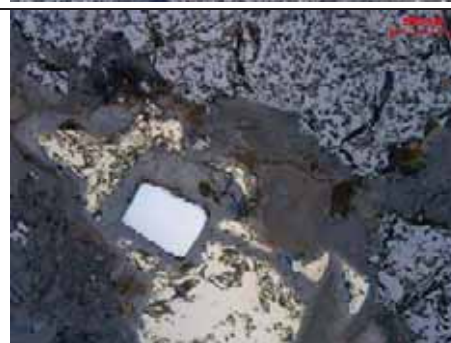
**Provbeskrivning:** Porig magnetitmalm med kopparkis, pyrit, sekundära kopparsulfider samt blyglans (lanarkit?). Silikatmineral uppträder sparsamt i sprickor. Lik 29:1:1.



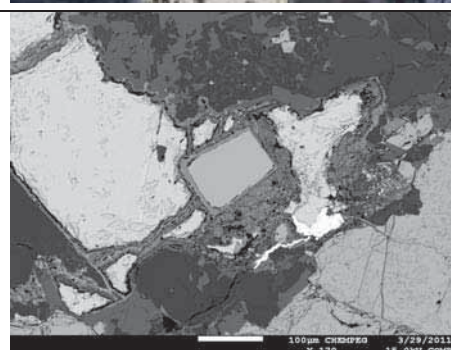
Ho29:1:2  
Det sågade provet som i huvudsak består av magnetit.



Ho29:1:2 01  
Den gråbruna magnetiten (Fe-72%, O-28%) är porig, möjligen p.g.a. oxidation, och är genomkorsad av mörka silikatfyllda sprickor. Gul kopparkis (S-36%, Cu-33%, Fe-31%) ses innesluta ett ljus pyritkorn.



Ho29:1:2 02  
Den gula kopparkisen ses i kanterna oxidera till bornit och vidare till blå varianter av kopparsulfiden kovellit (Cu-64%, S-34%, Fe 2%). Den ljusa pyritkristallen (S-55%, Fe-45%) uppvisar typisk euhedral form och har en bård av Fe-hydroxid (rost) (Fe-61%, O-35%, S-2%, Si-2%).



1A3 Mikrosondbild  
Blyglans (lanarkit?) (Pb-79%, O-11%, S-10%) framträder här som lysande vitt intill/nedanför den ljusgrå kopparkisen.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll. Provet är dock rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Inget koboltinnehåll är påvisat, varför det också är tveksamt att provet hört till kobolthanteringen.

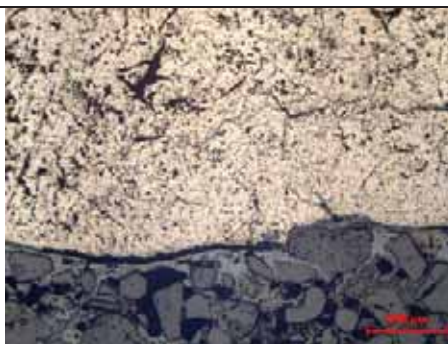
Provrnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho29:2 1	Smältrum	Ho29:2	Materialprov från koboltsmältverkets smältrum.	-	Polerprov Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikroskop Totalkemisk analys

Totalkemi av 24 g material		
Elem.	TS	Ho29:2 1
SiO <sub>2</sub>	wt%	0,970
TiO <sub>2</sub>		0,0027
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,133
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		64,7
MnO		0,0147
MgO		<0,02
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,215
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0337
LOI		9,6
S:a		66,1
Be	ppm	0,688
Sc		<1
V		36,7
Cr		28,4
Co		14500
Ni		4420
Cu		101000
Zn		353
Ga		2,60
Rb		10,4
Sr		4,03
Y		<0,6
Zr		<2
Nb		0,306
Mo		<2
Ba		13,0
La		4,22
Ce		12,9
Pr		<1
Nd		0,64
Sm		<0,4
Eu		<0,05
Gd		<0,4
Tb		<0,1
Dy		<0,09
Ho		<0,07
Er		<0,1
Tm		<0,1
Yb		<0,2
Lu		<0,04
Hf		0,788
Ta		<0,06
W		0,521
Th		0,733
U		0,0897
As		699
Cd		<0,03
Hg		<0,02
Pb		1740
S		275000

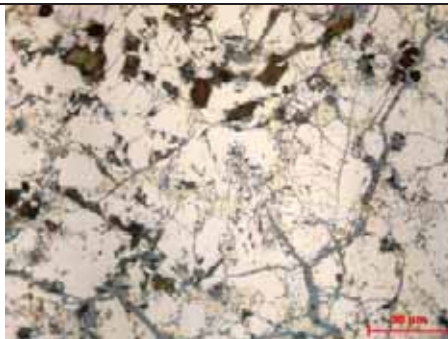
**Provbeskrivning:** Prov med metalliskt utseende och yta som är koppargrön eller täckt med Fe-hydroxid (rost), kvartskorn och enstaka kolfragment. Den metall-likade delen är porig med grå sprickfyllnad samt små blå-gula avblandningar. Den totalkemiska analysen är utförd på den ljusgula metall-likade delen av provet.



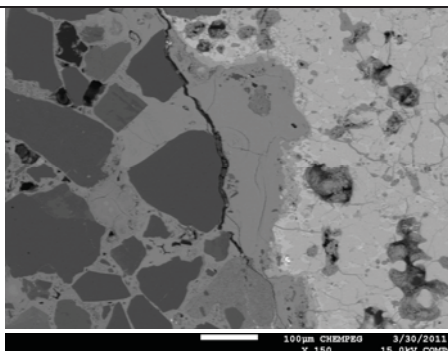
Ho29:2 1  
Provet har en metall-lik kärna (som varit en smälta) och ett yttre lager av sand (och kolfragment) fastkittat med Fe-hydroxid (rost).



Ho29:2 1 02  
Den ljusgula metall-likade delen visar sig vid ytanalys (100x100 µm) ha sammansättningen Fe-49%, S-32%, Cu-14% och O-5%, vilket avviker något från den totalkemiska analysen av densamma.  
I nedre delen ses grå kvartskorn, kolfragment samt ljusgrå Fe-hydroxid (rost).



Ho29:2 1 03  
I hög förstoring ses den ljusgula metall-likade delen av provet ha mikroskopiska avblandningar i blå-grå och gula nyanser och innehåller bl.a. magnetkis (Fe-62%, S-38%) samt faser med varierande sammansättning (t.ex. Cu-44%, S-33%, Fe-23% och Fe-67%, O-22%, S-11%).



2A2 Mikrosondbild  
Den metall-likade delen ses ljusgrå till höger i bild, mörkgrå korn till vänster är kvarts som är omgivet av arsenikhaltig grå Fe-hydroxid (rost) med sammansättningen Fe-53%, O-39%, As-5%, Al-1%, S-1% och Si-1%.

Skärstensliknande material (smälta) med över 10% koppar och ca 1,5% kobolt.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho29a	Smältverk	Ho29	Glasig slagg med infodring, provtagen vid ugnen i koboltsmältverket.	-	Polerprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond

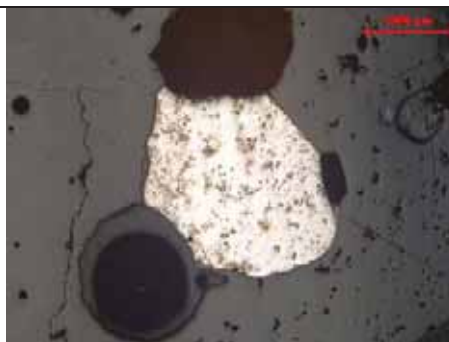
**Provbeskrivning:** Mörk glasig fas, delvis blåsig/kristallin mot ena sidan, med små gul/blå/rosa droppar. Silikater visar delvis uppsmältning i kontakt med glasfasen. I provet finns en stor metall-lik droppe med gul-blå-rosa inneslutningar samt flertalet små metall-rika droppar med varierande sammansättning.



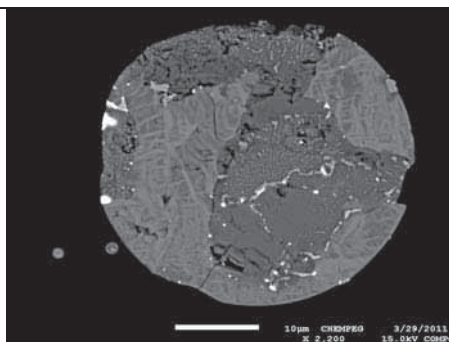
Ho29a  
Provbitar av den mörka glasiga slaggen med ljusa silikatrika delar av infodring.



Ho29a 02  
Gulaktig metall-lik droppe med gula och blå faser. Ytanalys (ca 30x30 µm) ger ett innehåll på S-37%, Fe-33%, Cu-28% och O-2%. Punktanalyser ger Cu-50%, S-32%, Fe-18% samt Fe-62%, S-38% (magnetkis). Mörkgrå kvarts (del av infodring) är delvis smält mot den ljusgrå glasfasen (Fe-37%, O-37%, Si-18%, Al-4%, Mg-2%, Mo-2%).



Ho29a 03  
Större metall-lik droppe med gul-blå-rosa inneslutningar visar sig vid ytanalys (ca 1x1 mm) bestå av Fe-74%, Co-15%, Cu-6%, S-4% och P-1%. Punktanalys visar ett flertal sammansättningar, bl.a. Fe-79%, Co-18%, Cu-3% och Fe-62%, S-38% (magnetkis) samt koppar med järninnehåll (Cu-96%, Fe-4%).



3A Mikrosondbild  
En liten metall-lik droppe där mörkare fält innehåller S-29%, Fe-24%, Co-20%, Ni-17% och As-10%. Ljusare fält, med tydliga lameller, består av Cu-61%, Fe-12% och S-27%, vilket ungefär motsvarar bornit.

Rest från koboltsmältningen, slagg fastsmält på infodring/ugnsväggens insida. Slaggen har sulfidrika droppar med skärstensliknande utseende och sammansättning innehållande bl.a. koppar, kobolt och arsenik.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetod
Ho101:1 21	Rost	Ho101:1	Inmätt malmprov från material i nivå med daterad rost från förundersökningen.	-	Kemiprov	Totalkemisk analys

Totalkemi av 209 g material		
Elem.	TS	Ho101:1 21
SiO2	wt%	1,55
TiO2		0,0373
Al2O3		0,350
<b>Fe2O3</b>		<b>94,4</b>
MnO		0,0436
MgO		<0,02
CaO		<0,09
Na2O		<0,05
K2O		<0,06
P2O5		0,005
<b>LOI</b>		<b>0,5</b>
<b>S:a</b>		<b>96,4</b>
Be	ppm	4,22
Sc		<1
V		19,3
Cr		8,56
<b>Co</b>		<b>140</b>
Ni		30,3
<b>Cu</b>		<b>152</b>
Zn		21,4
Ga		3,96
Rb		<2
Sr		9,49
Y		2,86
Zr		74,7
Nb		1,24
Mo		5,84
Ba		4,36
La		10,6
Ce		24,7
Pr		1,50
Nd		4,78
Sm		1,03
Eu		0,189
Gd		1,00
Tb		0,135
Dy		0,666
Ho		0,112
Er		0,275
Tm		<0,1
Yb		0,265
Lu		0,0481
Hf		1,31
Ta		0,104
W		23,9
Th		5,25
U		4,68
<b>As</b>		<b>3,73</b>
Cd		<0,02
Hg		<0,02
Pb		86,3
<b>S</b>		<b>355</b>

**Provbeskrivning:** Ickemagnetisk järnrikt prov, sannolikt hematit.



Ho101:1 21 1  
Provets utsida har en kraftigt rostig/oxiderad yta.



Ho101:1 21 2  
På nedre högra delen av provet ses mörk järnoxid (hematit) i den färskare ytan. Ljusgrått uppe till vänster är en bit av en kvartsåder som genomkorsar delar av provet.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. låg kopparhalt, möjligen rostad. Provet är mycket rikt på hematit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Hematiten kan vara oxiderad magnetit och orsakat av upphettning/rostning, även om processen kan ske naturligt. Även det låga svavelinnehållet kan indikera upphettning/rostning.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:1:1	Rost	Ho101:1	Materialprov ur undre halvan av Lager 2 i kallrost.	Profil 6	Polertunslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 23 g material		
Elem.	TS	Ho101:1:1
	wt%	
SiO <sub>2</sub>		9,20
TiO <sub>2</sub>		0,111
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,447
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		93,2
MnO		0,0471
MgO		<0,02
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0044
LOI		0,5
S:a		103
Be	ppm	2,03
Sc		<1
V		23,5
Cr		23,7
Co		166
Ni		32,4
Cu		231
Zn		45,1
Ga		5,19
Rb		<2
Sr		12,9
Y		9,78
Zr		249
Nb		1,89
Mo		21,7
Ba		14,5
La		11,1
Ce		24,3
Pr		1,51
Nd		4,71
Sm		0,924
Eu		0,206
Gd		1,28
Tb		0,246
Dy		1,52
Ho		0,33
Er		0,991
Tm		0,146
Yb		0,973
Lu		0,163
Hf		2,19
Ta		0,202
W		28,8
Th		0,903
U		4,57
As		31,7
Cd		<0,03
Hg		<0,03
Pb		110
S		227

**Provbeskrivning:** Provet domineras helt av hematit, möjligen med mindre inslag av Fe-hydroxider (rost), samt finkornig kvarts.



Ho101:1:1

Detta järnrika prov är ickemagnetiskt, vilket antyder frånvaro av magnetit, vilket kan bekräftas vid undersökning i mikroskop där hematit visar sig dominera.



Ho101:1:1 02

I mikroskop kan ljus porig hematit med stort inslag av mörkare kvarts ses.



Ho101:1:1 03

De s.k. tvillingbildningarna (ränderna) i den ljusgrå hematiten innehåller små mängder kvarts och möjligen Fe-hydroxider (rost), båda mörkare än hematiten.

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll, möjligen rostad.

Provet är mycket rikt på hematit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Hematiten kan vara oxiderad magnetit och orsakat av upphettning/rostning, även om processen kan ske naturligt. Även det låga svavelinnehållet kan indikera att provet varit utsatt för upphettning/rostning.

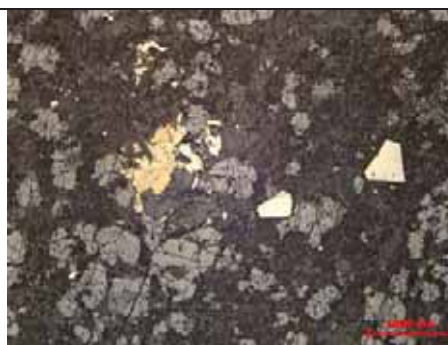
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:2:2	Rost	Ho101:2	Materialprov ur undre delen av Lager 6 i kallrost.	Profil 6	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 28 g material		
Elem.	TS	Ho101:2:2
SiO <sub>2</sub>	wt%	21,5
TiO <sub>2</sub>		0,567
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		18,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		50,5
MnO		0,162
MgO		4,47
CaO		0,153
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,229
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0147
LOI		5
S:a		95,8
Be	ppm	8,08
Sc		4,46
V		39,9
Cr		50,8
Co		472
Ni		107
Cu		3570
Zn		381
Ga		21,5
Rb		11,0
Sr		20,1
Y		17,6
Zr		740
Nb		11,7
Mo		9,90
Ba		34,7
La		34,4
Ce		67,8
Pr		6,68
Nd		24,2
Sm		4,99
Eu		1,06
Gd		4,60
Tb		0,608
Dy		3,00
Ho		0,581
Er		1,68
Tm		0,251
Yb		1,70
Lu		0,304
Hf		7,52
Ta		1,02
W		10,8
Th		6,17
U		2,79
As		20,6
Cd		0,299
Hg		0,0373
Pb		234
S		6100

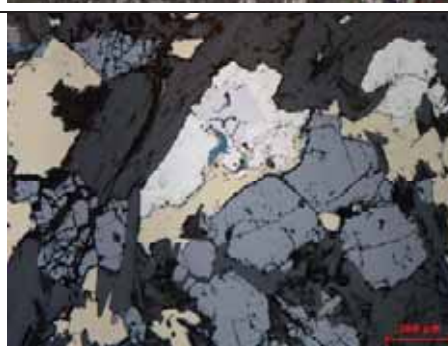
**Provbeskrivning:** Provets innehåll av malmmineral inkluderar magnetit, pyrit, kopparkis, kovellit samt enstaka linnaeitkristaller. Silikatmineralen består av biotit, som till stor del omvandlats till klorit, samt muskovit och finkornig kvarts. Även Zn-spinellen gahnit finns i provet.



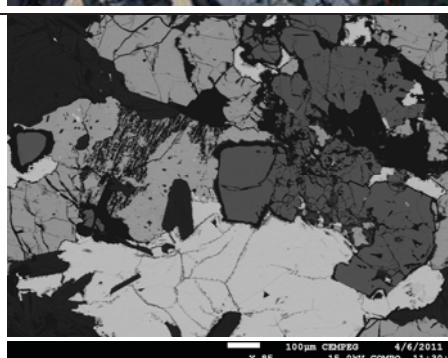
Ho101:2:2  
Provet, som har en rostbrun yta, uppvisar en ljusgrå insida. Dominerande mineral är klorit och magnetit, vilket även visas av den totalkemiska sammansättningen.



Ho101:2:2 03  
Mörka silikater domineras av biotit och klorit samt mindre inslag av kvarts, muskovit och enstaka gahnitkristaller. Grå "trasiga" korn är magnetit. Till höger ses två gulvita kantiga pyritkristaller. Gult i vänstra halvan av bilden är kopparkis samt ljusare pyrit som håller på att oxideras till grå-brun Fe-hydroxid (rost).



Ho101:2:2 04  
Detalj från ovan. Mörkgrå klorit, ljusgrå magnetit (Fe-74%, O-26%), gul kopparkis (S-36%, Cu-43%, Fe-30%), blå kovellit (Cu-65%, S-35%), samt ljus gulvit pyrit (S-55%, Fe-45%). I pyriten ses blek-grå kristaller (S-43%, Co-41%, Cu-16%) som troligen är en kopparrik variant av linnaeit (carrollite).



1A1 Mikrosondbild  
Mörkgrått i högra delen av bilden är zinkspinellen gahnit (O-35%, Al-30%, Zn-26%, Fe-8%, Mg-1%).

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.

Provet är relativt rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm troligen inte varit av intresse vid brytningen. Oxidationen av koppar- och järnmineral är begränsad och sannolikt naturlig och ej orsakad av upphettning/rostning, vilket även den höga svavelhalten kan indikera.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:4 17	Rost	Ho101:4	Ytligt ur rost innan utgrävning.	-	Kemiprov	Totalkemisk analys

Totalkemi av 52,3 g material		
Elem.	TS	Ho101:4 17
SiO <sub>2</sub>	wt%	61,5
TiO <sub>2</sub>		0,0475
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,469
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		40,0
MnO		0,0238
MgO		<0,02
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,113
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0185
LOI		0,3
S:a		102,2
Be	ppm	1,93
Sc		<1
V		12,6
Cr		11,6
Co		186
Ni		27,0
Cu		866
Zn		241
Ga		2,00
Rb		8,27
Sr		10,1
Y		17,3
Zr		54,8
Nb		0,794
Mo		15,3
Ba		3,27
La		14,6
Ce		33,0
Pr		1,98
Nd		6,51
Sm		1,37
Eu		0,236
Gd		2,38
Tb		0,466
Dy		2,83
Ho		0,58
Er		1,46
Tm		0,222
Yb		1,34
Lu		0,187
Hf		1,61
Ta		0,0898
W		5,63
Th		1,30
U		2,25
As		37,8
Cd		0,0274
Hg		<0,02
Pb		318
S		438

**Provbeskrivning:** Provbiter av rödfärgat, ej magnetiskt, material. Totalkemiskt innehåll antyder kvarts och hematit.



Ho101:4 17  
Det rödaktiga provet ses efter delning även ha en röd och porig insida.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll, möjligen rostat. Provet innehåller relativt mycket järnoxid, vilket visar att järnmalm troligen inte varit av intresse vid brytningen. Provets röda färg kan vara orsakad av kraftig oxidation av magnetit till hematit under upphettning/rostning, vilket också kan indikeras av provets låga svavelinnehåll.

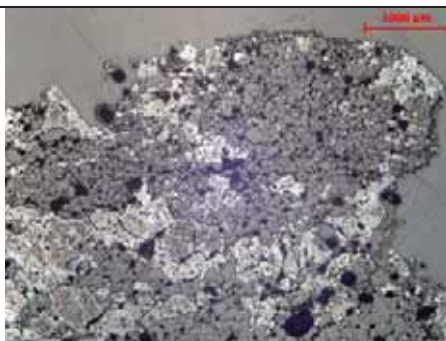
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:4	Rost	Ho101:4	Magnetiskt material ovanpå Ho101:4. Troligen överyta på Lager 5.	Profil 4	Polerprov Kemiprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 18 g material		
Elem.	TS	Ho101:4
SiO2	wt%	12,5
TiO2		0,108
Al2O3		0,994
Fe2O3		79,9
MnO		0,0764
MgO		0,152
CaO		<0,09
Na2O		<0,05
K2O		0,0878
P2O5		0,0202
LOI		1,1
S:a		93,8
Be	ppm	3,00
Sc		<1
V		42,2
Cr		27,2
Co		168
Ni		55,5
Cu		707
Zn		118
Ga		7,63
Rb		4,67
Sr		15,6
Y		9,21
Zr		179
Nb		2,10
Mo		36,0
Ba		22,6
La		22,2
Ce		45,7
Pr		3,73
Nd		12,6
Sm		2,73
Eu		0,462
Gd		2,75
Tb		0,379
Dy		1,79
Ho		0,339
Er		0,826
Tm		0,128
Yb		0,736
Lu		0,103
Hf		2,80
Ta		0,241
W		8,31
Th		2,73
U		3,61
As		139
Cd		0,0427
Hg		0,0674
Pb		452
S		1890

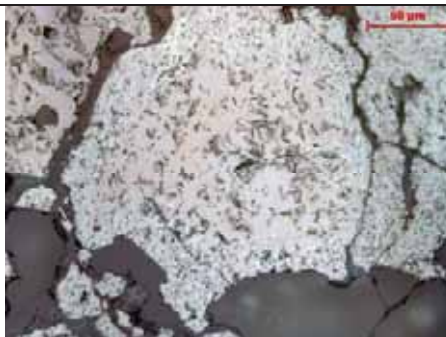
**Provbeskrivning:** Den polerade provbiten domineras av finkornig kvarts och porig, delvis oxiderad, magnetit. På provets yta finns enstaka kolfragment. Den del av provmaterialet som analyserades totalkemiskt visar på en dominans av magnetit.



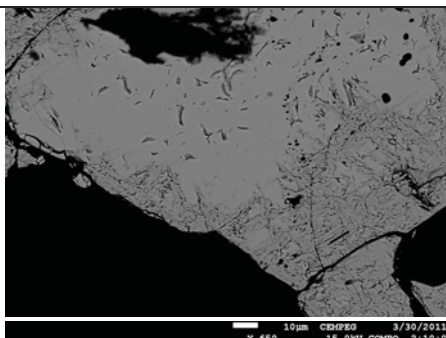
Ho101:4  
Det svarta, delvis magnetiska, finkorniga materialet ur vilket provet togs innehåller bl.a. en stor mängd kol (som inte ingick i den totalkemiska analysen). Materialet har i fält beskrivits som malmsyilt.



Ho101:4 01  
Finkornig grå kvarts ses tillsammans med porig ljusgrå magnetit.



Ho101:4  
Magnetiten ses ha en kärna som verkar mer grovkornig jämfört med dess grynigare ytterkant.



1A1 Mikrosondbild  
Ytanalys av magnetit (ca 10x10 µm) visar att de inre delarna av kristallerna (övre del av bilden) har sammansättningen Fe-73% och O-27% (magnetit), medan de yttre delarna (porig nedre/högre del av bilden) är mer oxiderade och består av Fe-71% och O-29% (hematit).

Finkornigt material dominerat av magnetit, kvarts och kolfragment. Möjligen använt som malmsyilt.

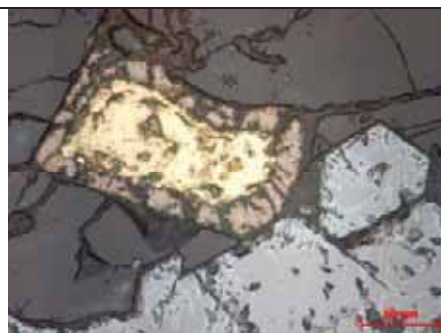
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:4:1a	Rost	Ho101:4	Materialprov ur Lager 4, ett lila lager med grövre material.	Profil 4	Polertunslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 41 g material		
Elem.	TS	Ho101:4:1a
SiO <sub>2</sub>	wt%	33,1
TiO <sub>2</sub>		0,118
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1,13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		70,0
MnO		0,0468
MgO		0,368
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0265
LOI		-0,7
S:a		104,8
Be	ppm	2,32
Sc		1,93
V		34,1
Cr		10,4
Co		63,6
Ni		39,9
Cu		670
Zn		45,6
Ga		15,3
Rb		4,86
Sr		6,44
Y		15,9
Zr		165
Nb		1,98
Mo		4,46
Ba		9,49
La		21,2
Ce		47,1
Pr		4,52
Nd		17,8
Sm		4,20
Eu		0,724
Gd		3,84
Tb		0,562
Dy		3,08
Ho		0,567
Er		1,45
Tm		0,221
Yb		1,32
Lu		0,207
Hf		1,91
Ta		0,158
W		6,19
Th		4,42
U		4,38
As		4,57
Cd		0,0303
Hg		0,0492
Pb		169
S		1060

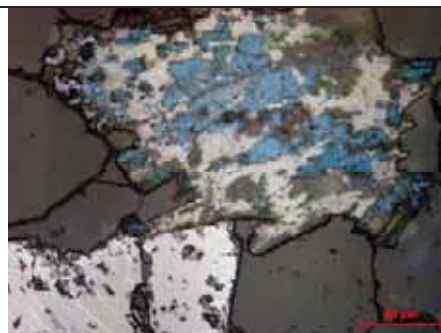
**Provbeskrivning:** Bandat magnetisk prov som domineras av magnetit med lameller av hematit (orsakat av oxidation), kloritfyllda sprickor, finkornig kvarts, samt små mängder mycket finkornig glimmer. Även små mängder pyrit samt kopparkis som oxiderat till bornit och kopparglans kan ses.



Ho101:4:1a  
Provets bandade karaktär syns tydligt med de mörka malmmineralen mot de ljusare silkatmineralen (mest kvarts).



Ho101:4:1a 04  
Gul kopparkis som i ytterkanten oxiderats till brun bornit. I bildens nedkant ses grå magnetit med ljusare grå-blå lameller av hematit som visar på martitisering (en s.k. oxidationsavblandning). Omgivande kvarts är mörkgrå.



Ho101:4:1a 05  
I den omgivande mörkgrå kvartsen ses ett korn bornit, sannolikt bildad av oxiderad kopparkis, som delvis oxiderats ytterligare till kovellit/kopparglans i olika blå nyanser. Nere i vänstra hörnet ses ljusgrå magnetit med ljusare hematitlameller.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.  
Provet är relativt rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm sannolikt inte varit av intresse vid brytningen. Oxidationen av koppar- och järnmineral är troligen naturlig och ej orsakad av upphettning/rostning.

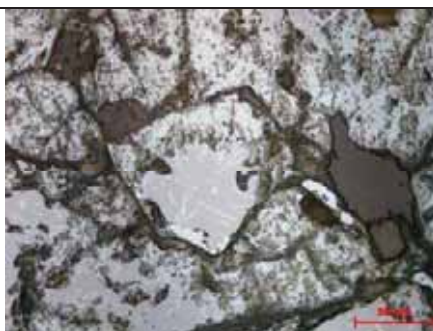
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:4:1b	Rost	Ho101:4	Materialprov ur Lager 4, ett lila lager med grövre material.	Profil 4	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 40 g material		
Elem.	TS	Ho101:4:1b
SiO <sub>2</sub>	wt%	10,1
TiO <sub>2</sub>		0,0518
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,709
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>		<b>94,6</b>
MnO		0,054
MgO		0,0369
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0034
<b>LOI</b>		<b>-0,9</b>
<b>S:a</b>		<b>105,6</b>
Be	ppm	2,04
Sc		<1
V		21,7
Cr		6,87
<b>Co</b>		<b>178</b>
Ni		41,4
<b>Cu</b>		<b>85,4</b>
Zn		48,9
Ga		3,81
Rb		3,20
Sr		9,59
Y		3,63
Zr		98,9
Nb		1,79
Mo		20,4
Ba		12,2
La		10,8
Ce		24,0
Pr		1,56
Nd		4,97
Sm		0,765
Eu		0,151
Gd		0,923
Tb		0,138
Dy		0,694
Ho		0,129
Er		0,314
Tm		<0,1
Yb		0,316
Lu		0,0519
Hf		1,33
Ta		0,134
W		1,20
Th		3,82
U		1,32
<b>As</b>		<b>5,57</b>
Cd		<0,03
Hg		0,0304
Pb		42,9
<b>S</b>		<b>365</b>

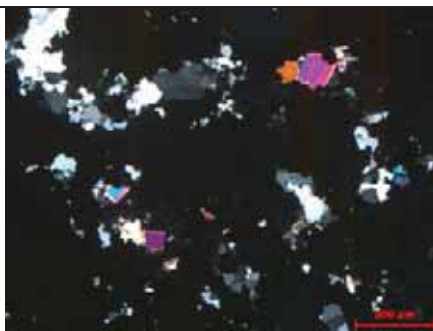
**Provbeskrivning:** Provet domineras av porig/oxiderad magnetit med lameller av hematit (och Fe-hydroxider?). Underordnade silikatmineral är kvarts samt mindre mängd muskovit. Endast små mängder gula kopparmineral kan observeras.



Ho101:4:1b  
Det magnetiska provet är eventuellt påverkat av rostning.



Ho101:4:1b 01  
Den grå magnetiten, med typiska ljusa lameller av hematit (orsakat av oxidation, s.k. martitisering) har ett porigt/grynigt utseende som troligen också är orsakat av oxidation (till Fe-hydroxider/rost?). Mörkgrå fält är kvarts.



Ho101:4:1b 02  
I genomfallande ljus är den dominerande magnetiten svart, kvartsen vit till gråsvart medan muskovit varierar i starka blå, gula och rödaktiga färger.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll, möjligen rostad. Provet är mycket rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Den kraftiga oxidationen av magnetit kan vara orsakad av upphettning/rostning, även om detta kan ske naturligt. Även det låga svavelinnehållet kan indikera upphettning/rostning.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:4:1c	Rost	Ho101:4	Materialprov ur Lager 4, ett lila lager med grövre material.	Profil 4	Polertunnslip Kemiproov	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 25 g material		
Elem.	TS	Ho101:4:1c
SiO <sub>2</sub>	wt%	24,7
TiO <sub>2</sub>		0,161
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		74,0
MnO		0,0399
MgO		0,0257
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,273
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,023
LOI		1,2
S:a		100,5
Be	ppm	2,07
Sc		<1
V		23,6
Cr		16,4
Co		87,2
Ni		28,2
Cu		1010
Zn		40,4
Ga		9,18
Rb		13,6
Sr		20,7
Y		9,05
Zr		325
Nb		2,04
Mo		45,9
Ba		73,7
La		24,9
Ce		52,2
Pr		4,41
Nd		13,1
Sm		2,11
Eu		0,423
Gd		2,49
Tb		0,365
Dy		1,77
Ho		0,325
Er		0,83
Tm		0,123
Yb		0,752
Lu		0,125
Hf		3,86
Ta		0,205
W		6,53
Th		4,02
U		1,65
As		597
Cd		<0,04
Hg		0,0477
Pb		118
S		988

**Provbeskrivning:** Det polerade provet domineras av kvarts och porig/oxiderad magnetit med lameller av hematit. Mindre mängd muskovit förekommer. Kantiga hålrum med Fe-hydroxider (rost) ses innehålla små mängder pyrit.



Ho101:4:1c  
Efter delning framgår att provet har en porös insida.



Ho101:4:1c 01  
Provet ses innehålla större kantiga hålrum som troligen är spår efter större pyritkristaller som försvunnit. Mörkgrå fält är kvarts eller hålrum, ljusare grå-spräckliga områden är magnetit som delvis oxiderat.



Ho101:4:1c 02  
Detalj från kantigt hålrum i bilden ovan visar liten gulvit pyritkärna omgiven av Fe-hydroxid (rost). Sannolikt har hela det kantiga hålrummet varit en pyritkristall som "rostat bort" nästan fullständigt.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll, möjligen rostat. Provet är rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm sannolikt inte varit av intresse vid brytningen. Oxidationen av magnetit samt rester av bortoxiderad pyrit är möjligen orsakat av upphettning/rostning, även om processen kan ske naturligt. Även provets låga svavelinnehåll kan indikera att det utsatts för upphettning/rostning. Provet liknar Ho101:6:1a.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:5:2	Rost	Ho101:5	Ur undre delen av Lager 5 med rött material.	Profil 4	Kemiproov	Totalkemisk analys

Totalkemi av 36 g material		
Elem.	TS	Ho101:5:2
SiO <sub>2</sub>	wt%	3,25
TiO <sub>2</sub>		0,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		3,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		93,0
MnO		0,0833
MgO		0,864
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,185
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0687
LOI		2,5
S:a		100,7
Be	ppm	5,72
Sc		<1
V		111
Cr		26,7
Co		4360
Ni		108
Cu		975
Zn		531
Ga		18,8
Rb		13,8
Sr		55,4
Y		116
Zr		251
Nb		4,58
Mo		7,81
Ba		15,1
La		120
Ce		280
Pr		33,7
Nd		125
Sm		32,3
Eu		3,69
Gd		36,8
Tb		5,55
Dy		26,1
Ho		4,35
Er		10,0
Tm		1,34
Yb		7,63
Lu		1,05
Hf		4,16
Ta		0,273
W		14,2
Th		16,6
U		23,2
As		490
Cd		0,192
Hg		0,06
Pb		858
S		52000

**Provbeskrivning:** Analysen visar att provet sannolikt består av magnetit med mindre mängd pyrit, klorit och/eller Fe-hydroxid (rost).



Ho101:5:2 1  
De magnetiska provbitarna uppvisar en rostbrun yta.



Ho101:5:2 3  
Delat prov där det ljusa inslaget i det mörka sannolikt är pyritimpregnering i magnetit, vilket stöds av det totalkemiska innehållet som visar på relativt stort innehåll av svavel, över 5%.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.  
Provet är mycket rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen, alternativt har den varit för sulfidrik för att kunna användas i järnframställning. Den ytliga rosten är sannolikt en naturlig oxidation.

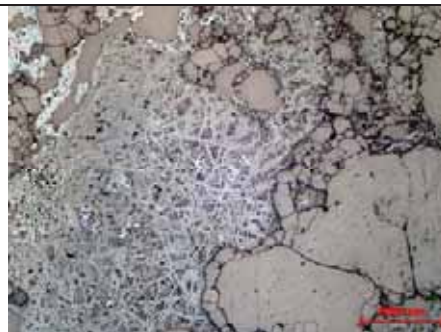
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:6:1a	Rost	Ho101:6	Materialprov ur undre del av Lager 5 med rött material.	Profil 4	Polertunnslip Kemiproov	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 23 g material		
Elem.	TS	Ho101:6:1a
SiO <sub>2</sub>	wt%	44,9
TiO <sub>2</sub>		0,358
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2,12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		46,7
MnO		0,0161
MgO		0,0349
CaO		<0,1
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0396
LOI		5,9
S:a		94,2
Be	ppm	3,06
Sc		<1
V		6,59
Cr		8,41
Co		536
Ni		27,3
Cu		6620
Zn		1130
Ga		3,49
Rb		<2
Sr		46,2
Y		31,9
Zr		511
Nb		5,83
Mo		27,6
Ba		7,04
La		44,2
Ce		78,3
Pr		6,41
Nd		20,3
Sm		4,63
Eu		1,03
Gd		5,89
Tb		1,04
Dy		5,70
Ho		1,10
Er		2,93
Tm		0,400
Yb		2,40
Lu		0,37
Hf		6,75
Ta		0,458
W		9,16
Th		8,65
U		15,0
As		51,8
Cd		0,181
Hg		0,0522
Pb		774
S		2080

**Provbeskrivning:** Provet domineras av ojämnkornig kvarts och Fe-hydroxider (rost) samt små mängder pyrit.



Ho101:6:1a  
Efter delning ses att även provets insida är poröst och rikt på hålrum. Färgskalan går från ljusrosa via orange till mörkt roströd.



Ho101:6:1a 02  
Större jämngrå områden är kvartskorn eller hålrum, medan ljusare gråspräckliga fält består av Fe-hydroxider (rost).



Ho101:6:1a 05  
Ljust gulvitt pyritkorn omslutet och omvandlat till Fe-hydroxid (rost).

Troligen rostgods, dock med relativt låg kopparhalt.  
Fe-hydroxider (rost) är sannolikt magnetit och pyrit som oxiderat p.g.a. upphettning/rostning, möjligen ofullständig då svavelhalten är relativt hög.  
Provet liknar Ho101:4:1c.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:6:1b	Rost	Ho101:6	Materialprov ur undre del av Lager 5 med rött material.	Profil 4	Polertunnslip Kemiproov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 19 g material		
Elem.	TS	Ho101:6:1b
SiO2	wt%	15,6
TiO2		0,372
Al2O3		12,9
Fe2O3		60,5
MnO		0,134
MgO		3,68
CaO		0,397
Na2O		0,13
K2O		0,844
P2O5		0,0252
LOI		3,3
S:a		94,6
Be	ppm	8,52
Sc		1,83
V		37,6
Cr		47,2
Co		415
Ni		130
Cu		6310
Zn		271
Ga		21,7
Rb		37,9
Sr		60,7
Y		25,5
Zr		745
Nb		6,80
Mo		6,50
Ba		143
La		39,8
Ce		69,7
Pr		6,32
Nd		21,5
Sm		4,50
Eu		0,883
Gd		4,60
Tb		0,769
Dy		4,23
Ho		0,865
Er		2,37
Tm		0,345
Yb		2,17
Lu		0,362
Hf		10,7
Ta		0,743
W		5,64
Th		5,32
U		4,09
As		4,63
Cd		0,31
Hg		0,0446
Pb		95,3
S		5330

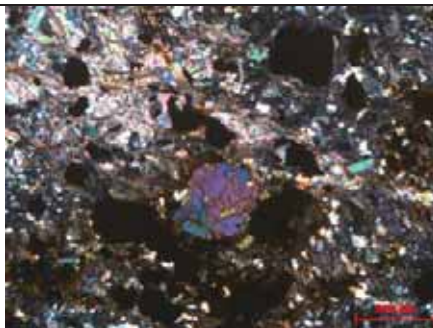
**Provbeskrivning:** Provet domineras av magnetit som delvis oxiderat till hematit, samt relativt stort inslag av finkornig glimmer, ofta omvandlad till klorit. Kopparkis ses i hög grad vara oxiderad till bornit/kopparglans, medan pyrit förefaller mindre påverkat av oxidation. Kvarts och gahnit (Zn-spinell) förekommer sparsamt.



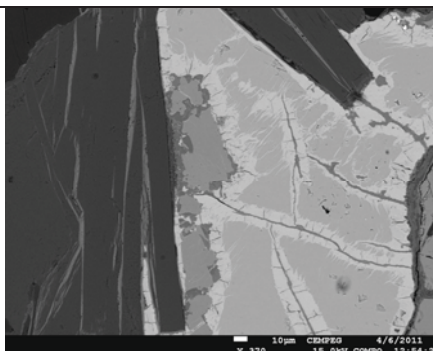
Ho101:6:1b  
Efter sågning ses att provets insida är ljusgrå.



Ho101:6:1b 06  
Till vänster ses grå magnetit (Fe-74%, O-26%) med ljusare omvandlingar (oxidation) mot hematitsammansättning (Fe-71%, O-29%). Gul kopparkis har en blå oxidationsbård i ytterkanterna. Ljust gulvita korn är pyrit. Omgivande mörkare grå är silikatmineral, främst glimmer.



Ho101:6:1b 07  
I genomfallande ljus ses de små ljusa glimrarna i olika färger, de svarta malmineralen (främst magnetit och kopparkis) samt i mitten en rund ca 0,5 mm stor kristall i blå-rosa färgskala, möjligen en amfibol.



1A1 Mikrosondbild  
Ljusgrå kopparkis (Cu-34%, Fe-30%, S-36%) ses ha en ljus oxidationsbård med kovellit/kopparglans i sammansättning (Cu-72%, S-26%, Fe-2%). Mellangrå korn är pyrit (Fe-45%, S-56%) med en tunn mörk oxidationskant. Mörkgrått är silikatmineral (här mest glimmer).

Varp av glimmerrik bergart, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll. Provet är relativt rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm troligen inte varit av intresse vid brytningen. Oxidation av järn- och kopparmineral är sannolikt naturlig.

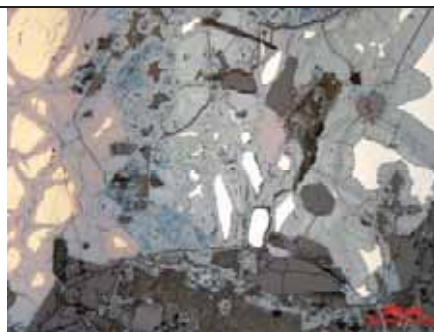
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:7:1	Rost	Ho101:7	Materialprov ur Lager 5, rött material, i anslutning till rostmur.	Profil 4	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 35 g material		
Elem.	TS	Ho101:7:1
SiO <sub>2</sub>	wt%	16,1
TiO <sub>2</sub>		0,406
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		5,43
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		39,2
MnO		0,0328
MgO		0,871
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0318
LOI		9,1
S:a		62,1
Be	ppm	3,18
Sc		5,73
V		38,3
Cr		23,4
Co		1210
Ni		69,5
Cu		197000
Zn		4410
Ga		9,70
Rb		<2
Sr		16,6
Y		40,3
Zr		700
Nb		6,36
Mo		18,2
Ba		4,44
La		27,1
Ce		66,0
Pr		5,91
Nd		23,7
Sm		7,22
Eu		1,43
Gd		8,39
Tb		1,38
Dy		7,27
Ho		1,40
Er		3,59
Tm		0,497
Yb		2,81
Lu		0,435
Hf		12,2
Ta		0,561
W		12,5
Th		12,3
U		12,6
As		59,4
Cd		4,52
Hg		0,309
Pb		730
S		138000

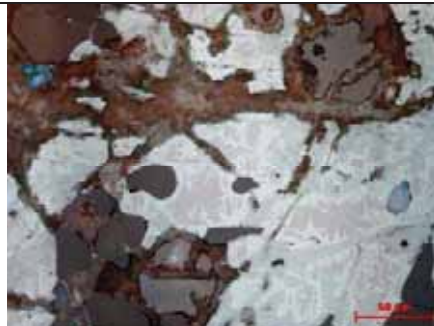
**Provbeskrivning:** Provet innehåller magnetit som delvis oxiderat till hematit (s.k. martitisering) och/eller till Fe-hydroxid (rost). Stort inslag av kopparkis har delvis oxiderat till bornit och kopparglans/kovellit. Pyrit har i hög grad oxiderat till Fe-hydroxid. Silikatmineral är mindre mängd kvarts och klorit.



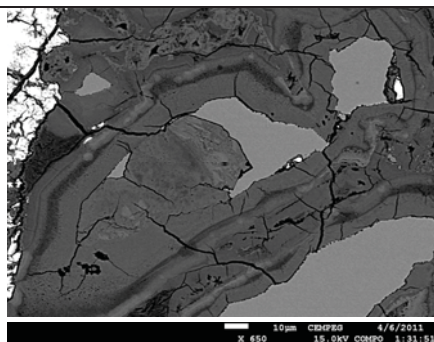
Ho101:7:1 2  
Provets utsida ses ha en blå-grön beläggning av sekundära kopparmineral (nere till höger) medan dess insida (sågat snitt mitt i bild) uppvisar en brun färg av Fe-hydroxider (rost) och magnetit. Provets stora innehåll av kopparsulfider kan anas som guld-gula inslag.



Ho101:7:1 03  
Till vänster ses gul kopparkis (Cu-34%, Fe-30%, S-36%) oxidera till brun-rosa bornit (Cu-64%, Fe-10%, S-26%) och vidare mot blå kovellit (Cu-64%, Fe-3%, S-32%). Ljust gulvit pyrit (Fe-45%, S-55%) ses kraftigt oxiderat till ljusgrå Fe-hydroxid (rost). Mörkgrå faser är silikatmineral



Ho101:7:1 06  
Grå magnetit med ljusare hematitavblandningar som visar på oxidation (s.k. martitisering) främst i kornens ytterkant, där också ytterligare oxidering till brun Fe-hydroxid (rost) kan ses. Mörkgrå faser är silikatmineral, blå är kopparglans eller kovellit.



1A5 Mikrosondbild  
Ytanalys (ca 10x10 µm) av den mörka Fe-hydroxiden (rosten) ger en sammansättning på Fe-62%, O-33%, Cu-3% och Si-2%.

Rik kopparmalm med stort inslag av magnetit.

Troligen svagt upphettad/rostad då oxidation av järn- och kopparmineral är omfattande men ej fullständig och svavelhalten är hög, möjligen kan denna oxidation ske naturligt. Fyndplats, i rostmur, kan förklara både ofullständig rostning och varför provet blivit kvarlämnat.

Jämför Ho105:8:12 och Ho 141:3.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:7:2	Rost	Ho101:7	Rött material i undre del av Lager 5, i kontakt med sotigt lager.	Profil 4	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 15 g material		
Elem.	TS	Ho101:7:2
SiO2	wt%	29,7
TiO2		0,294
Al2O3		3,16
Fe2O3		66,8
MnO		0,0656
MgO		0,379
CaO		<0,09
Na2O		<0,05
K2O		<0,06
P2O5		0,0091
LOI		-0,4
S:a		100,4
Be	ppm	2,5
Sc		2,96
V		70,0
Cr		16,1
Co		168
Ni		34,8
Cu		897
Zn		1540
Ga		19,3
Rb		<2
Sr		5,92
Y		13,4
Zr		277
Nb		4,29
Mo		6,07
Ba		4,66
La		19,3
Ce		43,1
Pr		3,85
Nd		14,5
Sm		3,44
Eu		0,638
Gd		3,62
Tb		0,504
Dy		2,60
Ho		0,472
Er		1,29
Tm		0,182
Yb		1,17
Lu		0,191
Hf		5,40
Ta		0,304
W		6,75
Th		7,45
U		2,45
As		34,7
Cd		0,0929
Hg		0,0937
Pb		320
S		474

**Provbeskrivning:** Det polerade provet domineras av kvarts och magnetit, som delvis är kraftigt oxiderad till Fe-hydroxid (rost) och uppvisar hematitlameller. Dessutom förekommer klorit och gahnit (Zn-spinell) relativt rikligt.



Ho101:7:2

Provet, som har en rostbrun utsida, visar vid sågning även delvis ha en rostig insida, vilket bekräftas i mikroskop (bild nedan).



Ho101:7:2 02

I mitten ses ett ljus magnetitkorn omgivet av Fe-hydroxider (rost - det spräckliga fältet). Jämngrå fält är silikater, främst kvarts, samt gahnit.



Ho101:7:2 01

I genomfallande ljus är magnetit och rost svart medan kvarts är vit till gråsvart. Kloriten är grön till brun medan gahniten är blågrön.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.

Provet är rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm sannolikt inte varit av intresse vid brytningen. Den kraftiga oxidationen av magnetit kan vara orsakat av upphettning/rostning, även om processen kan ske naturligt. Även det låga svavelinnehållet kan indikera att provet utsatts för upphettning/rostning.

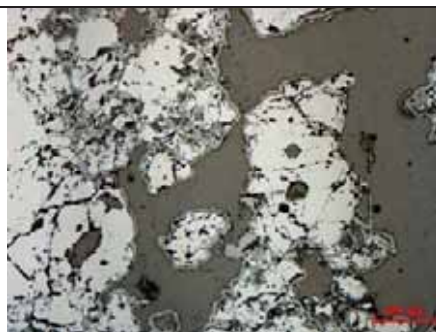
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:8 24	Rost	Ho101:8	Ytligt ur rost innan utgrävning.	-	Polertunslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 54 g material		
Elem.	TS	Ho101:8 24
SiO2	wt%	1,25
TiO2		0,071
Al2O3		0,735
<b>Fe2O3</b>		<b>101</b>
MnO		0,0527
MgO		0,0439
CaO		<0,09
Na2O		<0,05
K2O		<0,06
P2O5		0,0717
<b>LOI</b>		<b>1,1</b>
<b>S:a</b>		<b>103,2</b>
Be	ppm	3,29
Sc		<1
V		207
Cr		17,8
<b>Co</b>		<b>265</b>
Ni		424
<b>Cu</b>		<b>1760</b>
Zn		51,7
Ga		18,7
Rb		5,50
Sr		7,64
Y		17,9
Zr		166
Nb		2,16
Mo		8,88
Ba		8,32
La		18,9
Ce		35,5
Pr		2,99
Nd		10,8
Sm		2,60
Eu		0,445
Gd		3,48
Tb		0,627
Dy		3,46
Ho		0,618
Er		1,61
Tm		0,224
Yb		1,45
Lu		0,229
Hf		3,69
Ta		0,211
W		8,79
Th		5,43
U		4,4
<b>As</b>		<b>491</b>
Cd		0,0683
Hg		0,034
Pb		487
<b>S</b>		<b>2850</b>

**Provbeskrivning:** Provet domineras av magnetit (med sparsamma lameller av hematit) som i stor utsträckning oxiderat till Fe-hydroxid (rost). Endast små mängder kvarts, muskovit och kopparmineral kan observeras.



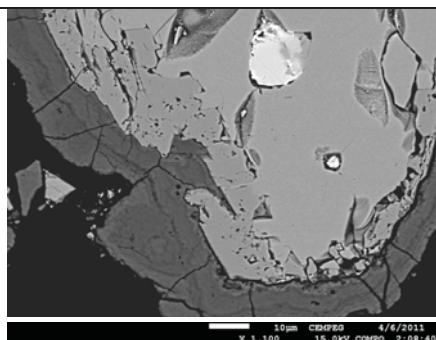
Ho101:8 24  
Efter sågning ses provet, som är magnetiskt och har en rostbrun utsida, vara poröst och ha rikligt med hålrum mellan de mörka magnetitkornen.



Ho101:8 24 05  
Ljusgrå magnetit ses i kanterna oxidera till grå Fe-hydroxid (rost). Mörkgrå fält är hålrum eller kvarts.



Ho101:8 24 06  
Magnetitkorn (förstorad detalj från ovan) omslutet av grå kant av Fe-hydroxid (rost) samt ett inneslutet gult korn av kopparkis. Magnetitkornet ses i övre samt högra kanten ha omvandlats (oxiderat) till ljusgrå hematit. Omgivande mörkgrå fält är hålrum.



1A3 Mikrosondbild  
Detalj från ovan. Det ljusa kornet av kopparkis har sammansättningen Cu-32%, Fe-33% och S-35%. Magnetiten innehåller Fe-74% och O-26% medan dess oxiderade kant innehåller Fe-71% och O-29% (hematit). Ytanalys (mindre än 10x10 μm) av den yttre, mörkgrå rostkanten ger Fe-61% och O-39%.

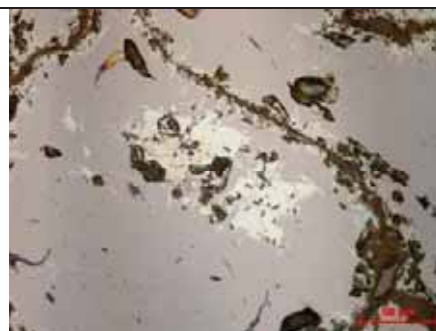
Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll. Provet är mycket rikt på järnoxid/-hydroxid, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Oxidationen av magnetit kan vara orsakat av upphettning/rostning, även om processen kan ske naturligt. Porositeten/hålrummen kan delvis vara spår av bortrostade sulfider.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:10:1	Rost?	Ho101:10	Eventuell äldre rost under rost 101:7.	Profil 4	Polertunnslip	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond

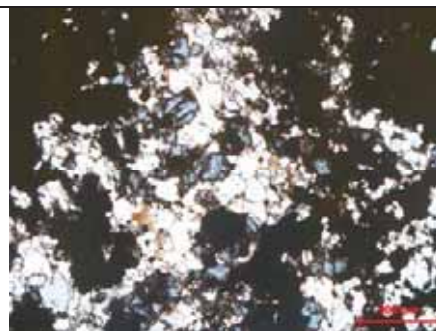
**Provbeskrivning:** Provet domineras av magnetit med hematitlameller (orsakat av oxidation, s.k. martitisering) samt Fe-hydroxid (rost) i korngränser och vissa större områden. Silikatmineralen representeras av kvarts och mindre mängd klorit. Även Zn-spinellen gahnit finns i provet.



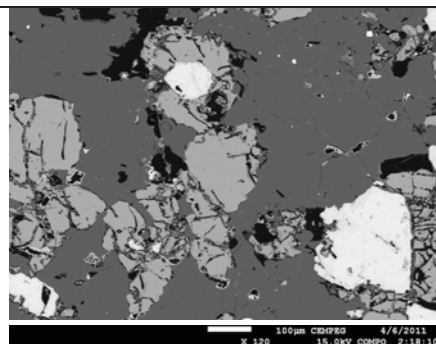
Ho 101:10:1  
Magnetiskt prov med rostbrun utsida som efter sågning uppvisar en mörk insida dominerad av magnetit.



Ho 101:10:1 03  
Ljust grå-vita hematitlameller i grå magnetit, s.k. martitisering. Bruna fläckar och stråk är Fe-hydroxider (rost).



Ho 101:10:1 04  
I genomfallande ljus är magnetiten opak (svart) och kvartsen vit till gul-grå. Blå-gröna kristaller är gahnit.



1A1 Mikrosondbild  
Ljusgrå kristaller är zinkspinellen gahnit, här med sammansättningen Mg-1%, Fe-7%, Zn-28%, Al 29% och O-35%.

Varp, möjligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll. Provet är rikt på järnoxid/-hydroxid, vilket visar att järnmalm troligen inte varit av intresse vid brytningen. Oxidationen av magnetit kan möjligen vara orsakad av viss upphettning/rostning, även om processen kan ske naturligt.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho101:10:10	Rost?	Ho101:10	Under rost Ho101:7.	Profil 4	Polertunnslip	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond

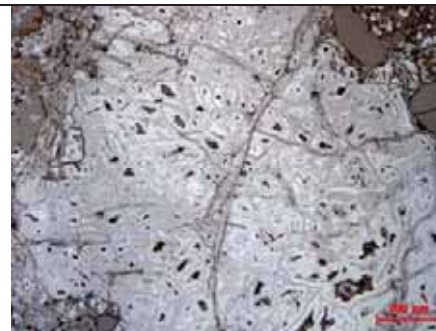
**Provbeskrivning:** Provet domineras av kvarts och Fe-hydroxid (rost). Enstaka korn av pyrit, kopparkis och blyglans finns inneslutna i kvarts. Även mindre mängd gahnit (Zn-spinell) och ickeoxiderad magnetit kan observeras.



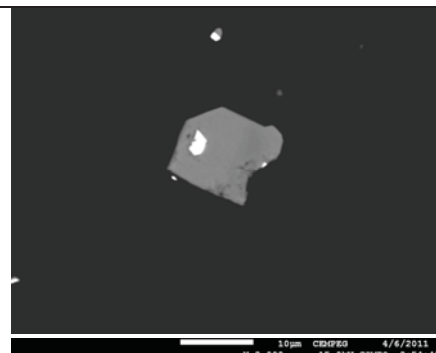
Ho101:10:10  
Provet är svagt magnetiskt, poröst och med en färgskala från ljusrosa via orange till mörkt roströd.



Ho101:10:10 01  
Ljust grå-vita spräckliga områden består av Fe-hydroxid (rost) och mindre mängd magnetit (Fe-74%, O 26%), medan mörkare grå fält är kvarts eller hålrum



Ho101:10:10 03  
Den spräckliga Fe-hydroxiden (rosten) är sannolikt oxiderad magnetit. Mörkgrått är kvarts eller hålrum.



2A2 Mikrosondbild  
Grått korn av kopparkis (Cu-34%, Fe-30%, S-36%) ses ha en ljus inneslutning av blyglans (Pb-87%, S-13%). Allt inneslutet i mörk kvarts.

Möjligt rostgods, annars varp.

Fe-hydroxider (rost) är troligen magnetit och ev. pyrit som oxiderat, möjligen p.g.a. upphettning/rostning, även om denna oxidation kan ske naturligt.

Porositet/hålrum kan delvis vara spår av bortrostade sulfider, möjligen pyrit.

Provet liknar Ho101:4:1c och Ho101:6:1a

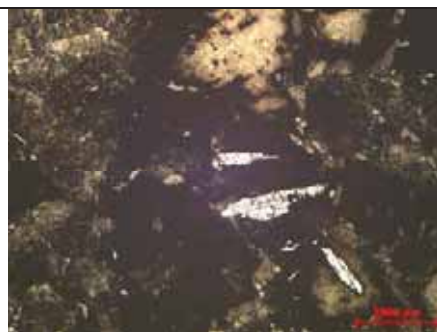
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:1:3	Rost	Ho105:1	Från Lager 13, rostigt.	Profil 9	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 22 g material		
Elem.	TS	Ho105:1:3
SiO <sub>2</sub>	wt%	4,92
TiO <sub>2</sub>		0,511
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		3,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		91,4
MnO		0,0759
MgO		0,0409
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,202
LOI		1,4
S:a		100,7
Be	ppm	3,47
Sc		2,28
V		147
Cr		25,6
Co		488
Ni		125
Cu		107
Zn		561
Ga		24,0
Rb		<2
Sr		162
Y		37,7
Zr		449
Nb		12,2
Mo		3,52
Ba		42,6
La		119
Ce		228
Pr		24,6
Nd		73,6
Sm		11,4
Eu		1,88
Gd		16,9
Tb		2,04
Dy		8,31
Ho		1,30
Er		2,91
Tm		0,393
Yb		2,45
Lu		0,395
Hf		7,89
Ta		1,05
W		181
Th		25,3
U		15,9
As		28,3
Cd		0,185
Hg		0,0288
Pb		1500
S		350

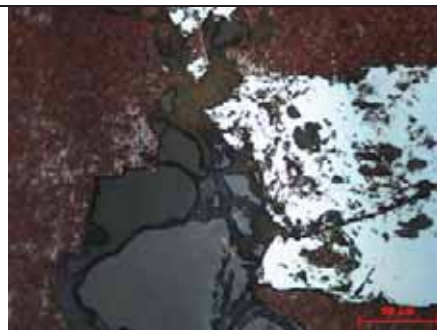
**Provbeskrivning:** Provet domineras av större korn (f.d. magnetit?) som helt omvandlats till en finkornig röd-brun massa med hematitsammansättning. Ljusa listformade kristaller är hematit (även dessa oxiderad magnetit?). Mindre mängd kvarts och gahnit (Zn-spinell) förekommer.



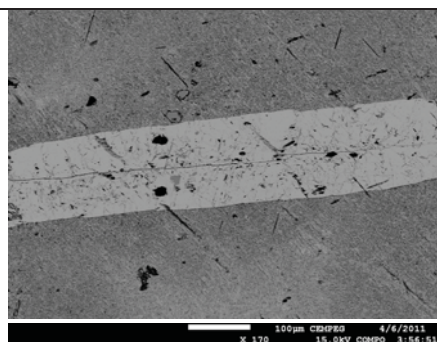
Ho105:1:3  
Provet, som har en kraftigt röd utsida, uppvisar efter sågning en lika röd insida.



Ho105:1:3 01  
Ljusa avlånga (listformade) kristaller är hematit som ses i en finkornig brunaktig massa.



Ho105:1:3 02  
Detalj visar ljus hematitkristall och grå kvarts i den finkorniga röd-bruna massan.



1A2 Mikrosondbild  
Punktanalys på de listformade hematitkristallerna gav sammansättningen Fe-71% och O-29%, medan en ytanalys (ca 30x30 µm) av den finkorniga massan gav Fe-69% och O-31%, vilket också motsvarar hematit.

Troligen rostgods, dock med mycket lågt kopparinnehåll.

Provet är mycket rikt på hematit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Hematiten har sannolikt varit magnetit som oxiderat p.g.a. upphettning/rostning, vilket kan ske naturligt men troligtvis inte i denna omfattning. Rostning kan även förklara det mycket låga svavelinnehållet. Provet liknar Ho146:3 och 143:3.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:2:3	Rost	Ho105	Ur Lager 14 med skivig sten.	Profil 9	Kemiprov	Totalkemisk analys

Totalkemi av 54,7 g material		
Elem.	TS	Ho105:2:3
SiO <sub>2</sub>	wt%	5,01
TiO <sub>2</sub>		0,247
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		5,23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		83,7
MnO		0,0681
MgO		1,33
CaO		1,56
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,862
LOI		-0,3
S:a		98
Be	ppm	320
Sc		<1
V		77,3
Cr		47,6
Co		1680
Ni		307
Cu		596
Zn		1690
Ga		23,4
Rb		3,92
Sr		27,5
Y		47,2
Zr		567
Nb		5,28
Mo		7,43
Ba		10,2
La		94,8
Ce		214
Pr		25,4
Nd		92,4
Sm		22,2
Eu		2,52
Gd		19,3
Tb		2,36
Dy		10,4
Ho		1,76
Er		4,34
Tm		0,608
Yb		3,44
Lu		0,557
Hf		10,2
Ta		0,39
W		14,3
Th		16,9
U		8,93
As		196
Cd		0,219
Hg		0,0344
Pb		1570
S		10700

**Provbeskrivning:** Magnetiskt prov med sulfider, sannolikt magnetit och pyrit.



Ho105:2:3 1  
De magnetiska provbitarna har en brun-svart utsida.



Ho105:2:3 2  
Efter sågning ses den svarta insidan som domineras av magnetit.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.

Provet är mycket rikt på magnetit vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Totalkemisk analys visar på hög halt svavel, troligen från pyrit.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:4:1	Rost	Ho105:4	Fyllning i rost (tre fyndpåsar).	Profil 9	Kemiprov	Totalkemisk analys

Totalkemi av 72,6 g material		
Elem.	TS	Ho105:4:1
SiO <sub>2</sub>	wt%	56,8
TiO <sub>2</sub>		0,172
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2,34
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		41,2
MnO		0,0345
MgO		0,533
CaO		0,368
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,135
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,382
LOI		0,1
S:a		102
Be	ppm	9,85
Sc		<1
V		70,1
Cr		25,0
Co		864
Ni		96,2
Cu		3460
Zn		920
Ga		12,1
Rb		9,36
Sr		43,2
Y		32,4
Zr		301
Nb		4,39
Mo		168
Ba		23,6
La		89,8
Ce		222
Pr		26,3
Nd		96,0
Sm		22,8
Eu		2,95
Gd		17,3
Tb		1,97
Dy		8,03
Ho		1,29
Er		2,91
Tm		0,398
Yb		2,15
Lu		0,319
Hf		6,54
Ta		0,165
W		17,5
Th		11,7
U		25,7
As		54,3
Cd		<0,1
Hg		0,0487
Pb		1340
S		10200

**Provbeskrivning:** Magnetisk malm med viss grön Cu-mineralisering.



Ho105:4:1 1  
Prov med svagt rostfärgad utsida, som efter sågning uppvisar en grå insida. Totalkemisk analys antyder att provet sannolikt innehåller rikligt med kvarts och magnetit, men också pyrit och kopparsulfider.



Ho105:4:1 2  
Ett annat prov från samma anläggning har röd både in- och utsida och uppvisar likheter med prov Ho105:1:3. Det kan inte uteslutas att detta prov genomgått upphettning eller rostning.

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll. Provet är relativt rikt på järn, vilket visar att järnmalm troligen inte varit av intresse vid brytningen. Högt svavelinnehållet indikerar att det analyserade provet inte upphettats eller rostats. Dock finns prov från fyndmaterialet som kan ha deltagit i rostningen, se Fig. Ho105:4:1 2.

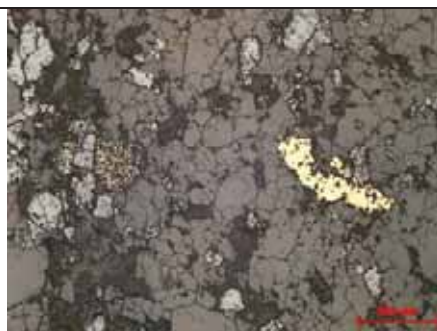
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:5:4	Rost	Ho105:5	Från Lager 8, rostigt.	Profil 9	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 33 g material		
Elem.	TS	Ho105:5:4
SiO <sub>2</sub>	wt%	39,3
TiO <sub>2</sub>		0,903
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		8,47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		43,1
MnO		0,325
MgO		3,35
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0782
LOI		3,6
S:a		95,9
Be	ppm	4,44
Sc		6,2
V		133
Cr		54,0
Co		1430
Ni		605
Cu		4380
Zn		367
Ga		35,9
Rb		42,0
Sr		42,5
Y		67,7
Zr		1090
Nb		13,7
Mo		18,6
Ba		16,8
La		71,1
Ce		182
Pr		23,6
Nd		95,1
Sm		21,6
Eu		3,05
Gd		17,3
Tb		2,58
Dy		13,6
Ho		2,50
Er		7,03
Tm		1,03
Yb		6,46
Lu		0,976
Hf		19,7
Ta		1,27
W		61,5
Th		30,9
U		23,2
As		181
Cd		0,0816
Hg		<0,03
Pb		130
S		11300

**Provbeskrivning:** Provet domineras av kvarts, klorit och magnetit. Kopparkis ses delvis oxiderad till bornit, medan pyrit är kraftigt oxiderad till Fe-hydroxid (rost). Ett fåtal zirkoner kan observeras i provet.



Ho105:5:4  
Provet har en svagt rostfärgad utsida.



Ho105:5:4 01  
Gul kopparkis (till höger) ses vara svagt oxiderad, medan spräckligt gulvit pyrit (till vänster) är kraftigare oxiderad. Ljusgrå korn är magnetit medan dominerande mellangrå korn är kvarts och de mörkgrå är klorit.



Ho105:5:4 02  
Ett kraftigt oxiderat pyritkorn (gulvit) som ses finkornigt omvandlat till bl.a. ljusgrå Fe-hydroxid (rost).

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll. Provet är relativt rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm troligen inte varit av intresse vid brytningen. Den partiella oxidationen av pyrit och kopparkis är sannolikt naturlig. Att provet troligen inte upphettats/rostats i högre grad kan även indikeras av den relativt höga svavelhalten.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:7:3	Rost	Ho105:7	Från Lager 8, rostigt.	Profil 9	Kemiprova	Totalkemisk analys

Totalkemi av 45,1 g material		
Elem.	TS	Ho105:7:3
SiO <sub>2</sub>	wt%	33,8
TiO <sub>2</sub>		2,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		28,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		22,4
MnO		0,0248
MgO		0,89
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,216
LOI		11,7
S:a		88
Be	ppm	5,44
Sc		1,6
V		129
Cr		121
Co		89,9
Ni		442
Cu		1250
Zn		500
Ga		60,7
Rb		<2
Sr		145
Y		154
Zr		3340
Nb		43,6
Mo		10,5
Ba		59,3
La		136
Ce		274
Pr		28,7
Nd		100
Sm		29,1
Eu		5,42
Gd		35,7
Tb		5,59
Dy		28,3
Ho		5,31
Er		13,5
Tm		1,99
Yb		12,1
Lu		1,98
Hf		64,2
Ta		3,14
W		187
Th		97,2
U		46,3
As		12,4
Cd		1,40
Hg		<0,03
Pb		1030
S		818

**Provbeskrivning:** Den totalkemiska sammansättningen av materialet skulle kunna förklaras med att bergarten huvudsakligen består av klorit och titanrika mineral, t.ex. järn-titanoxider eller ilmenit.



Ho105:7:3  
Provmaterialet består av omagnetiska, homogent röda bitar i varierande storlek.

Troligt rostgods, dock med lågt kopparinnehåll. Även den låga svavelhalten kan indikera att materialet har utsatts för upphettning/rostning.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:8:5	Rost	Ho105:8	Från Lager 4, rostigt.	Profil 10	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

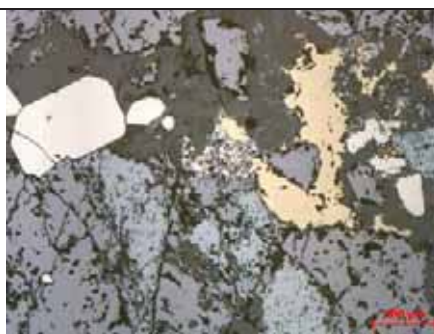
Totalkemi av 28 g material		
Elem.	TS	Ho105:8:5
SiO <sub>2</sub>	wt%	5,09
TiO <sub>2</sub>		0,159
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		3,87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		91,5
MnO		0,0588
MgO		0,943
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,147
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0444
LOI		-0,1
S:a		101,8
Be	ppm	3,28
Sc		<1
V		61,9
Cr		28,8
Co		1840
Ni		210
Cu		2750
Zn		1580
Ga		18,6
Rb		2,73
Sr		70,3
Y		51,3
Zr		247
Nb		3,41
Mo		56,1
Ba		8,49
La		79,7
Ce		170
Pr		19,3
Nd		68,7
Sm		14,7
Eu		1,77
Gd		14,0
Tb		2,08
Dy		10,4
Ho		1,79
Er		4,31
Tm		0,594
Yb		3,55
Lu		0,525
Hf		6,73
Ta		0,307
W		15,6
Th		8,02
U		10,8
As		149
Cd		<0,08
Hg		<0,03
Pb		399
S		18500

**Provbeskrivning:** Provet domineras av magnetit, som delvis oxiderat till hematit (s.k. martitisering), pyrit som är endast sparsamt oxiderad, samt kopparkis som oxiderat till bornit och kovellit/kopparglans. Silikatmineral är kvarts och klorit. Provet innehåller även rikligt med gahnit (Zn-spinell).



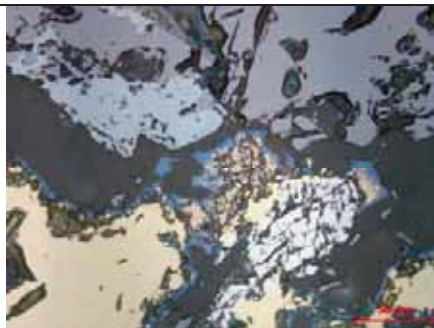
Ho105:8:5

Rostbruna provbitar ses i färsk yta (högra delen av den mindre biten) ha en mörkgrå insida av huvudsakligen magnetit. Ytan är sannolikt naturligt rostigt.



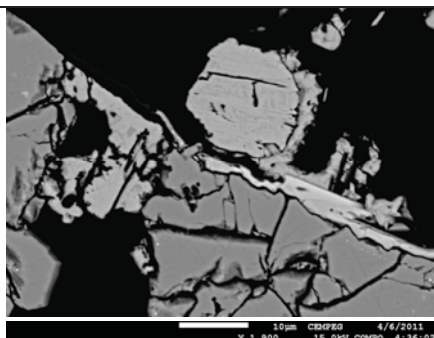
Ho105:8:5 01

Gulvita kristaller (till vänster) är pyrit (Fe-44%, S-56%) som inte oxiderat, medan den gulare kopparkisen till höger (Cu-33%, Fe-31%, S 36%) är mer påverkad av oxidation. Den grå magnetiten (nedre halvan) ses ha större ljusare fält av hematit. Mörkgrå fält är silikatmineral.



Ho105:8:5 02

Detalj ur bilden ovan. Den gula kopparkisen ses ha en blå bård av kovellit/kopparglans samt (i mitten av bilden) bruna lameller av bornit, allt orsakat av oxidation. Även de ljusgråblå hematitfälten (Fe-72%, O-28%) i magnetiten (Fe-74%, O-26%) (grått i övre delen av bilden) är en oxidationseffekt.



1A3 Mikrosondbild

Ljusgrå korn i övre delen av bilden är kopparsulfiden kovellit (Cu-65%, S-35%).

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.

Provet är mycket rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Den observerade oxidationen av magnetit och kopparkis är troligen naturligt. Det höga svavelinnehållet kan indikera att provet ej upphettats eller rostats.

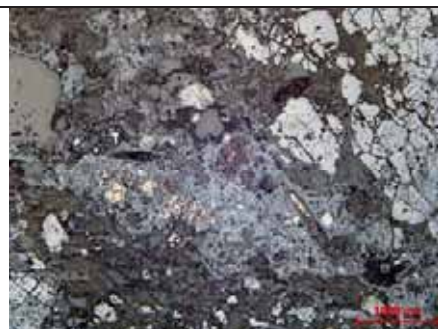
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:8:8	Rost	Ho105:8	Ur Lager 12, nära kolprov 105:8:7.	Profil 10	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 12 g material		
Elem.	TS	Ho105:8:8
SiO <sub>2</sub>	wt%	11,3
TiO <sub>2</sub>		0,861
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		11,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		69,1
MnO		0,105
MgO		4,95
CaO		0,62
Na <sub>2</sub> O		0,0514
K <sub>2</sub> O		0,0605
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0935
LOI		3,2
S:a		98,8
Be	ppm	62,1
Sc		5,12
V		199
Cr		119
Co		577
Ni		228
Cu		1210
Zn		612
Ga		28,0
Rb		6,00
Sr		121
Y		108
Zr		1780
Nb		18,6
Mo		4,74
Ba		25,7
La		54,4
Ce		108
Pr		11,5
Nd		43,5
Sm		14,3
Eu		3,29
Gd		23,7
Tb		3,93
Dy		21,1
Ho		3,83
Er		8,97
Tm		1,20
Yb		6,95
Lu		1,10
Hf		33,4
Ta		1,37
W		16,0
Th		30,3
U		38,5
As		12,4
Cd		0,646
Hg		<0,02
Pb		470
S		1830

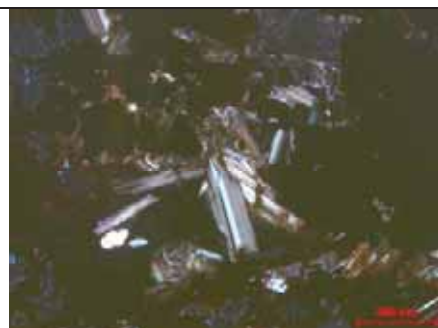
**Provsbeskrivning:** Provet domineras av magnetit som delvis är kraftigt oxiderad till Fe-hydroxid (rost). Även kopparkis är kraftigt oxiderad medan pyrit klarat sig bättre. Silikatmineralen domineras av klorit och kvarts. Gahnit (Zn-spinell) förekommer sparsamt.



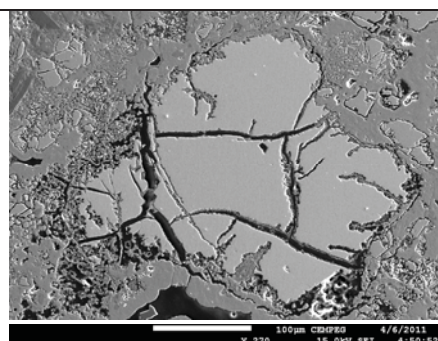
Ho105:8:8  
Det magnetiska provet har en mörkbrun både in- och utsida p.g.a. stort innehåll av både Fe-hydroxider (rost) och klorit.



Ho105:8:8 02  
Ljusgrå magnetit (uppe till höger), mörkgrå silikatmineral (främst klorit) samt rester av gulaktiga kopparmineral som oxiderat till grå-blå Fe-hydroxid (rost).



Ho105:8:8 01  
I genomfallande planpolariserat ljus ses kloritens karakteristiska blå-bruna färg och form.



1A1 Mikrosondbild  
I provet analyserades en icke identifierad Cu-Fe-sulfid med sammansättningen Cu-49%, Fe-13% och S-38%, som möjligen är en variant av bornit.

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll. Provet är rikt på järnoxider, vilket visar att järnmalm sannolikt inte varit av intresse vid brytningen. Magnetit och kopparkis kan vara oxiderad p.g.a. upphettning eller rostning, men i detta fallet troligen naturligt då pyrit inte oxiderat i större omfattning.

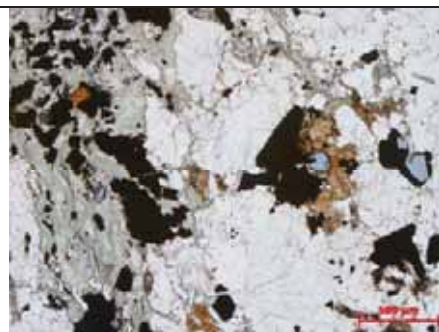
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:8:9	Rost	Ho105:8	Rödgel färgning på varp i Lager 8.	Profil 10	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 14 g material		
Elem.	TS	Ho105:8:9
SiO2	wt%	83,9
TiO2		0,285
Al2O3		2,46
Fe2O3		8,66
MnO		0,0344
MgO		0,952
CaO		<0,1
Na2O		<0,05
K2O		0,396
P2O5		0,0236
LOI		1,8
S:a		96,7
Be	ppm	2,54
Sc		<1
V		44,8
Cr		34,0
Co		591
Ni		93,5
Cu		4230
Zn		222
Ga		11,3
Rb		26,3
Sr		6,96
Y		39,9
Zr		389
Nb		4,84
Mo		4,37
Ba		19,6
La		27,6
Ce		64,3
Pr		6,57
Nd		24,5
Sm		5,00
Eu		0,753
Gd		5,07
Tb		0,912
Dy		5,91
Ho		1,38
Er		3,95
Tm		0,606
Yb		3,71
Lu		0,574
Hf		10,1
Ta		0,355
W		13,1
Th		10,5
U		3,82
As		137
Cd		1,16
Hg		0,156
Pb		1490
S		13300

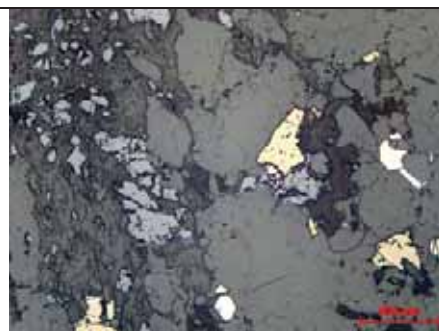
**Provbeskrivning:** Provet domineras helt av kvarts. Övriga silikater är klorit och muskovit. Malmmineral är magnetit, som i mindre utsträckning oxiderat till hematit (s.k. martitisering), samt pyrit och svagt oxiderad kopparkis. Även koboltpyrit och gahnit (Zn-spinell) har identifierats.



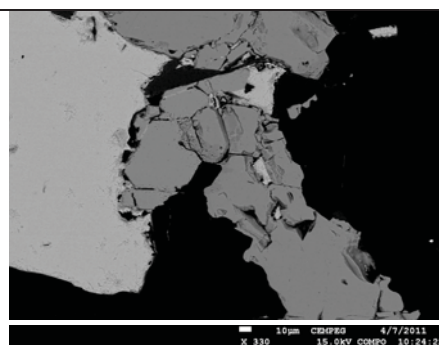
Ho105:8:9  
Provets rostbruna yta avviker från den ljusgrå insida som ses i det färsksa sågsnittet.



Ho105:8:9 01  
I genomfallande ljus är kvartsen vit, kloriten ljusgrön (Mg-12%, Fe-17%, Al-13%, Si-12%, O-46%), medan gahnitkristallerna är blågröna (Mg-1%, Fe-7%, Zn-28%, Al-29%, O-35%) och malmmineralen svarta.



Ho105:8:9 02  
Samma bild som ovan men med reflekterat ljus visar att malmmineralen består av ljusgrå magnetit (Fe-74%, O-26%), gulaktig kopparkis (Cu-34%, Fe-30%, S-36%) samt ljust gulvitt pyrit.



1A4 Mikrosondbild  
I kontakt med den ljusa kopparkisen till vänster ses strax till vänster om bildens mitt en grå kristall av koboltpyrit (Co-8%, Fe-38%, S-54%).

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.  
Provet är rikt på kvarts och har inget värde vid metallframställning. Oxidation av magnetit och kopparkis är sannolikt naturlig. Även det relativt höga svavelinnehållet kan indikera att provet ej varit utsatt för upphettning/rostning.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:8:11	Rost	Ho105:8	Finkornigt från Lager 7, rostigt. Intill Ho105:8:12.	Profil 10	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

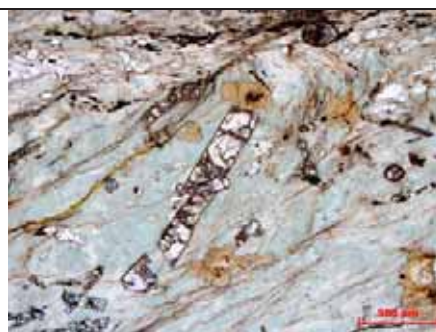
Totalkemi av 17 g material		
Elem.	TS	Ho105:8:11
SiO <sub>2</sub>	wt%	23,1
TiO <sub>2</sub>		1,47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		20,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		34,5
MnO		0,184
MgO		7,96
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,224
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,191
LOI		9,4
S:a		87,8
Be	ppm	16,5
Sc		6,47
V		147
Cr		119
Co		3620
Ni		277
Cu		1560
Zn		2100
Ga		27,6
Rb		18,0
Sr		165
Y		187
Zr		2550
Nb		29,8
Mo		2,60
Ba		33,3
La		273
Ce		596
Pr		75,7
Nd		280
Sm		62,8
Eu		9,42
Gd		54,3
Tb		7,55
Dy		36,2
Ho		6,53
Er		15,9
Tm		2,17
Yb		12,5
Lu		2,00
Hf		50,3
Ta		3,02
W		20,1
Th		109
U		45,4
As		557
Cd		0,0675
Hg		<0,03
Pb		657
S		55500

**Provbeskrivning:** Provets ena halva domineras helt av klorit (med bruna fläckar) samt kristaller av gahnit, kvarts, staurolit och zirkon. Provets andra halva innehåller rikligt med pyrit, delvis oxiderad till Fe-hydroxid (rost) samt magnetit som delvis oxiderat till hematit (s.k. martitisering)



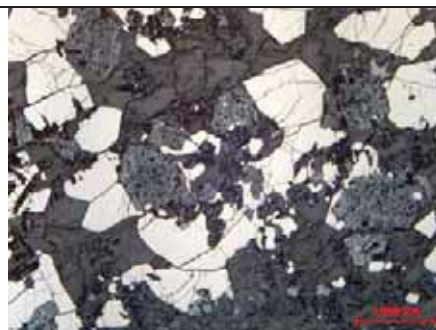
Ho105:8:11

På den grå (sågade) provytan är den övre delen kloritrik, medan man i den undre delen kan ana stora mörka korn av magnetit och ljusa korn av pyrit.



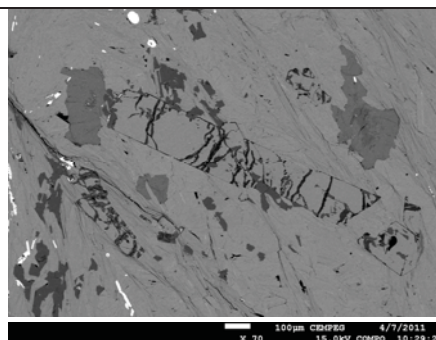
Ho105:8:11 02

I genomfallande ljus ses den gröna kloriten (Mg-9%, Fe-20%, Al-13%, Si-12%, O-46%) ha bruna fläckar av finkornig glimmer (K-7%, Mg-2%, Fe-4%, Al-16%, Si-23%, O-48%). En avlång kristall staurolit ses mitt i bild. Runda bruna kristaller i övre högra delen av bilden är zirkon (Zr-54%, Si-14%, O-32%).



Ho105:8:11 04

I de mörka silikaterna ses ljus gulvit pyrit samt grå magnetit, som delvis oxiderat till hematit (martitisering). Troligen innehåller pyriten delvis kobolt (se totalkemi).



1A1 Mikrosondbild

Stavformad kristall av staurolit med sammansättningen Mg-1%, Zn-4%, Fe-8%, Al-29%, Si-13% och O-45%. Staurolit är ett metamorft indikatormineral som är typiskt för s.k. pelitiska bergarter i amfibolitfacies.

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.

Provet är rikt på klorit och pyrit och har sannolikt inget värde vid metallframställning. Oxidationen av magnetit och pyrit är begränsad och troligen naturlig. Även den höga svavelhalten indikerar att ingen upphettning/rostning skett.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho105:8:12	Rost	Ho105:8	Större stycken ur Lager 7.	Profil 10	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

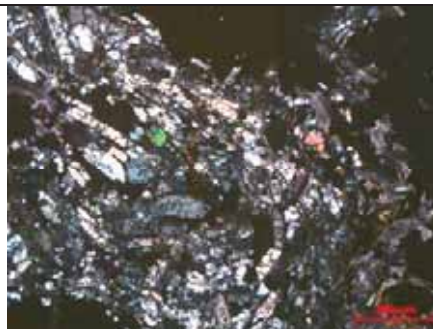
Totalkemi av 14 g material		
Elem.	TS	Ho105:8:12
SiO <sub>2</sub>	wt%	21,4
TiO <sub>2</sub>		1,79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		22,1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		40,4
MnO		0,216
MgO		1,85
CaO		<0,1
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,246
LOI		2,8
S:a		88,1
Be	ppm	31,9
Sc		3,82
V		127
Cr		165
Co		2030
Ni		230
Cu		53000
Zn		2600
Ga		32,9
Rb		10,3
Sr		217
Y		161
Zr		2790
Nb		51,9
Mo		8,23
Ba		37,4
La		285
Ce		592
Pr		73,3
Nd		259
Sm		55,2
Eu		6,89
Gd		53,3
Tb		7,43
Dy		35,1
Ho		5,95
Er		14,1
Tm		1,94
Yb		12,1
Lu		1,92
Hf		51,8
Ta		3,21
W		10,5
Th		81,2
U		78,1
As		38,5
Cd		0,139
Hg		0,047
Pb		350
S		36400

**Provbeskrivning:** Provet domineras av finkornig staurolit med visst inslag av klorit, zirkon och enstaka större kvartskorn. Malmmineralen består av magnetit, sparsamt martitiserad (oxiderad till hematit), pyrit samt kopparkis som oxiderat till bornit och blå kopparsulfid.

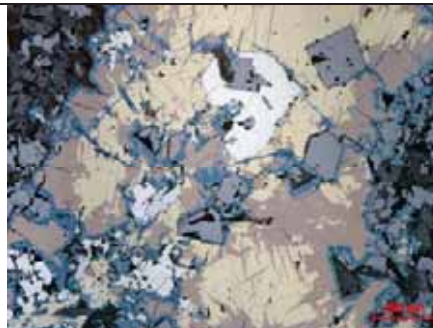


Ho105:8:12  
Delat (sågat) prov visar en grå insida medan utsidan är rostbrun med blå-gröna fläckar av sekundära kopparmineral.

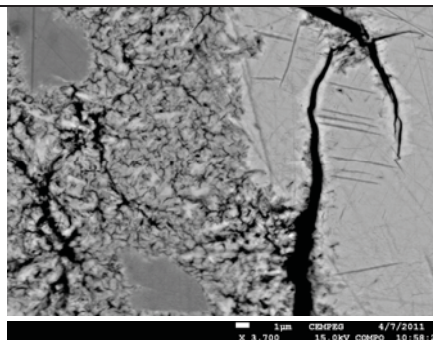
Provet domineras av mineralet staurolit, som är en indikator på att pelitiska bergarter ("lerstenar") genomgått metamorfos i amfibolitfacies. Jämför Ho105:8:11.



Ho105:8:12 01  
I genomfallande ljus ses de vit-grå-gula staurolitkristallerna (Mg-1%, Zn-5%, Fe-8%, Al-28%, Si-13%, O-45%) dominera provet. Zirkon (Zr-55%, Si-14%, O-31%) uppträder med kraftiga färger (grön-rosa) medan klorit (Mg-10%, Fe-21%, Al-12%, Si-11%, O-46%), i bildens högra del, har brun-blå färg.



Ho105:8:12 02  
Ljust gulvit pyrit (Fe-46%, S-54%) ses omgiven av gul kopparkis (Cu-33%, Fe-31%, S-36%) som oxiderat till brun bornit (Cu-61%, Fe-12%, S-27%) och med en blå bård av kopparsulfid. Ljusgrå kristaller är magnetit (Fe-74%, O-26%) medan mörkgrått är silikatmineral.



1A4 Mikrosondbild  
Analys visar att den blå bården av kopparsulfid (här gråspräcklig) även innehåller lite syre (Cu-66%, S-31%, O-3%).

Kopparmalm med stort inslag av staurolit.  
Oxidation av magnetit och kopparkis är sannolikt naturlig och ej orsakad av upphettning/rostning då svavelinnehållet är högt och pyrit opåverkad.  
Jämför Ho101:7:1 och Ho141:3.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho135:6	Smedja	Ho135	Från slagg-golv.	-	Polerprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond



Ho135:6  
Makrofoto av det hopkittade materialet från smedjans golv.

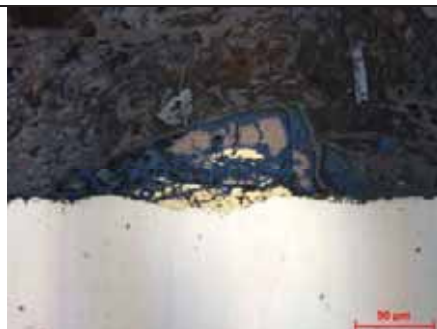
**Provbeskrivning:** Provet är magnetiskt, mörkt, poröst och förefaller heterogent lagrat eller bandat. Det innehåller mest kolstycken, Fe-hydroxider (rost), glödskal och gula kopparmineral. En glasig och blåsig slaggdroppe innehåller små droppar av metalliskt järn.



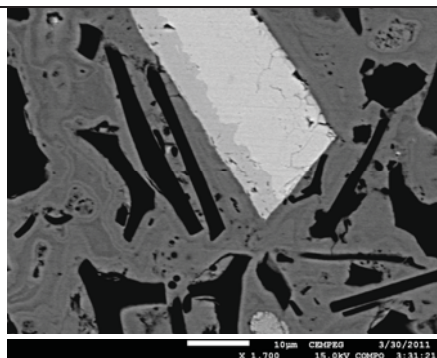
Ho135:6 02  
Vänstra delen av bilden domineras av kolfragment, glödskal och Fe-hydroxider (rost). Till höger ses en glasig slaggdroppe med hålrum och små metalldroppar, bl.a. järn (Fe-99%, P-1%). Ytanalys (ca 10x10 µm) av glasfasen gav sammansättningen O-43%, Si-28%, K-11%, Al-6%, Ca-5%, Fe-4%, Mg-2% och Na-1%.



Ho135:6 05  
Ljust gulaktig pyritkristall (Fe-45%, S-55%) inbäddad i rost tillsammans med kolfragment och glödskal (långsmala grå).  
Detaljbild nedan är från kristallens övre kant.



Ho135:6 06  
Detalj från bilden ovan där gul kopparkis (Cu-34%, Fe-30%, S-36%) oxiderat till blå kovellit (Cu-64%, Fe-2%, S-34%) och brunaktig kopparkis/bornit (Cu-54%, Fe-11%, S-35%).



2A3 Mikrosondbild  
Analys av ett glödskal visar att den ljusgrå delen består av wüstit (Fe-78%, O-22%), medan den mörkare kanten, som observeras på ena sidan, har en sammansättning motsvarande magnetit (Fe-74%, O-26%).

Material som kittats samman av järnhydroxider. I provet förekommer för smide typiska glödskal, tillsammans med kolstycken och slaggdroppar. Ett udda inslag är pyritkristallen och kopparsulfidmineralen. I det här sammanhanget kan de tolkas som bergartsfragment som också funnits i miljön i smedjan, dvs. de är ej knutna till kopparhantering. Liknande material (ej analyserat) finns i Ho135:8/10

Provrnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho135:7	Smedja	Ho135	Smidesskälla, allmänt från anläggningen.	-	Polerprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond

**Provbeskrivning:** Provet, en slagg, består i nedre delar av en mörk, hålrumsrik glasfas och ljusa pyroxen- (och möjligen olivin-) lameller, medan övre delar utgörs av en glasfas med kvartskorn. Små metalldroppar (mestadels järn men även koppar) samt dendritiskt växande magnetit förekommer i slaggen.



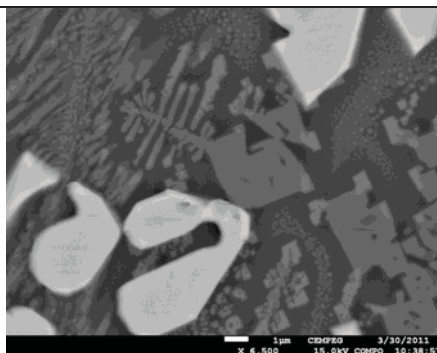
Ho135:7

Delat prov. I tvärsnitt en homogent uppbyggd slagg i nedre halvan, med inslag av kiselrikt material längs kant och överyta. Den senare typen dominerar i det undersökta provet. Längst till vänster sekundärt fastkittat material



Ho135:7 05

I den glasiga och blåsiga mörkgrå mellanmassan ses ljusa kantiga dendritiska magnetitkristaller samt grå dendritiska kristaller med pyroxensammansättning.



1A4 Mikrosondbild

Detalj från bilden ovan. De grå kristallerna har sammansättningen Ca-16%, Mg-5%, Fe-14%, Al-1%, Si-22% och O-42%, vilket motsvarar pyroxen. Mörkt glas innehåller O-44%, Si-27%, Fe-10%, Al-6%, K-6%, Ca-3%, Na-2% och P-1%. De ljusa magnetitkristallerna innehåller små mängder aluminium (Fe-72%, O-27%, Al-1%).



Ho135:7 03

Enstaka metalliska droppar i glasfasen ses vara avblandade (uppdelade) i röd-rosa koppar (Cu-98%, Fe-2%) och blå-grå järn (Fe-100%).

Droppar bestående av järn med lite koppar förekommer (Fe-98%, Cu-2%) i rikligare mängd (ej bild).

Smidesslagg som förutom de vanliga karaktäristiska dragen även innehåller metalldroppar av järn och koppar.

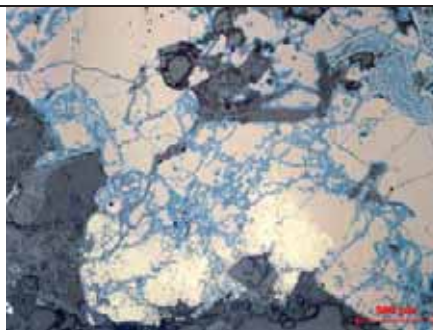
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho141:3	Rost	Ho141	Från kompakt rostrött lager intill stenansamling (eventuell rostmur?).	Profil 15	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 15 g material		
Elem.	TS	Ho141:3
SiO <sub>2</sub>	wt%	4,12
TiO <sub>2</sub>		0,185
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2,77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		13,4
MnO		0,0163
MgO		0,577
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0675
LOI		17,7
S:a		21,1
Be	ppm	0,786
Sc		2,61
V		24,2
Cr		8,22
Co		2720
Ni		57,5
Cu		489000
Zn		935
Ga		7,92
Rb		<2
Sr		76,7
Y		19,7
Zr		320
Nb		5,14
Mo		39,5
Ba		14,1
La		63,0
Ce		118
Pr		11,0
Nd		34,1
Sm		5,29
Eu		0,803
Gd		3,99
Tb		0,616
Dy		3,58
Ho		0,746
Er		1,97
Tm		0,275
Yb		1,72
Lu		0,27
Hf		9,17
Ta		0,332
W		4,30
Th		11,3
U		14,5
As		39,0
Cd		<0,1
Hg		0,0482
Pb		731
S		204000

**Provbeskrivning:** Förutom mindre mängd kvarts, klorit och zirkon så domineras provet helt av kopparmineral i olika oxidationsstadier, främst bornit och kovellit/kopparglans, men också kopparkis i mindre mängd. Även pyrit finns närvarande. Kolfragment kan ses på provets yta.



Ho141:3  
Provets utsida är rostbrunt med blågröna fläckar av sekundära kopparmineral, medan sågsnittet (i framkant) visar att insidan är mörkt brun-svart.



Ho141:3 01  
Rester av gul kopparkis ses i nedre kanten av bilden, i övrigt oxiderad till brun bornit, som dominerar provet, och blå kovellit/kopparglans. Mörkgrått är silikatmineral medan ljusare grått är Fe-hydroxider (rost).



Ho141:3 02  
Rester av ljus gulvit pyrit kan hittas. Mörkgrått är silikatmineral eller hålrum och ljusgrått är Fe-hydroxider (rost).

Mycket rik kopparmalm, möjligen rostad.  
Möjligen upphettad/rostad då oxidationen av kopparmineral är omfattande. Denna oxidation kan dock ske naturligt och närvaro av pyrit kan indikera att provet ej varit utsatt för kraftig upphettning/rostning. Trolig fyndplats, i (eller nära) rostmur, kan förklara både ofullständig rostning och varför provet blivit kvarlämnat.  
Jämför Ho101:7:1 och 105:8:12.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho143:3	Rost	Ho143	Rött, rostet finkornigt och grövre material.	Profil 13	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 14 g material		
Elem.	TS	Ho143:3
SiO <sub>2</sub>	wt%	10,9
TiO <sub>2</sub>		0,665
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		10,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		70,8
MnO		0,0499
MgO		1,19
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,267
LOI		4,7
S:a		94,6
Be	ppm	4,98
Sc		6,41
V		279
Cr		92,5
Co		257
Ni		190
Cu		1150
Zn		2120
Ga		38,8
Rb		<2
Sr		230
Y		80,5
Zr		1120
Nb		13,7
Mo		8,27
Ba		38,2
La		296
Ce		403
Pr		35,1
Nd		104
Sm		23,2
Eu		4,44
Gd		26,9
Tb		3,78
Dy		18,1
Ho		3,03
Er		7,12
Tm		0,952
Yb		5,39
Lu		0,872
Hf		20,4
Ta		1,24
W		55,9
Th		33,7
U		40,0
As		19,7
Cd		0,143
Hg		0,0911
Pb		1170
S		1000

**Provbeskrivning:** Provet domineras av Fe-hydroxider (rost) med ett mindre inslag av hematit, samt kvarts, klorit och zinkspinellen gahnit.



Ho143:3  
Både in- och utsida på det ickemagnetiska provet uppvisar en rödaktig färg.



Ho143:3 01  
Hematiten framträder tydligt grå-vit mot den mörkare grå bakgrunden som består av finkornig Fe-hydroxid (rost) och silikatmineral.



Ho143:3 02  
Samma bild som ovan men i reflekterat ljus visar hur Fe-hydroxid (rost) framträder i rödbrun färgskala.

Troligen rostgods, dock med lågt kopparinnehåll.

Provet är rikt på järnoxid/-hydroxid, vilket visar att järnmalm troligen inte varit av intresse vid brytningen. Den stora mängden järnhydroxider (rost) samt hematit kan vara magnetit som oxiderat kraftigt p.g.a. upphettning/rostning, även om processen kan ske naturligt. Även det låga svavelinnehållet kan indikera upphettning/rostning. Provet liknar Ho105:1:3 och Ho146:3.

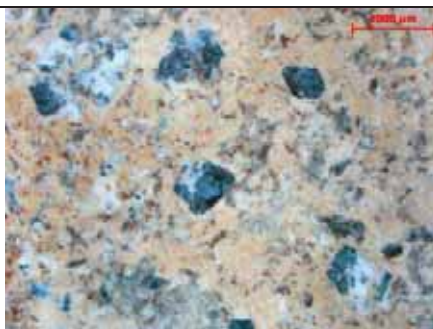
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho146:3	Rost	Ho146	Röd-lila finkornigt rostet material.	Profil 13	Polerprov Kemiprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 7 g material		
Elem.	TS	Ho146:3
SiO <sub>2</sub>	wt%	27,3
TiO <sub>2</sub>		0,485
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		8,76
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		58,1
MnO		0,0721
MgO		1,29
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,0681
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,464
LOI		3,4
S:a		96,5
Be	ppm	3,12
Sc		7,06
V		179
Cr		54,4
Co		375
Ni		149
Cu		1140
Zn		2900
Ga		32,8
Rb		6,00
Sr		652
Y		99,3
Zr		860
Nb		12,9
Mo		8,82
Ba		92,9
La		463
Ce		760
Pr		98,6
Nd		313
Sm		44,0
Eu		6,44
Gd		38,1
Tb		4,85
Dy		21,8
Ho		3,55
Er		8,12
Tm		1,08
Yb		6,28
Lu		0,946
Hf		18,8
Ta		1,05
W		66,1
Th		31,0
U		31,7
As		243
Cd		0,163
Hg		0,129
Pb		1130
S		641

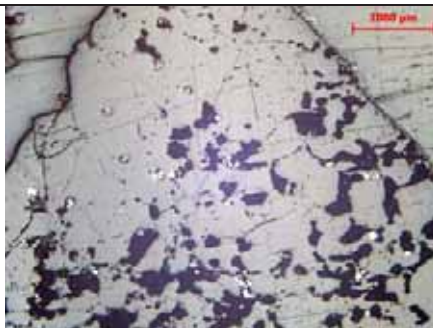
**Provbeskrivning:** Polerprovet består av olika bergartsfragment (korn) i cm-skala med inbördes olika sammansättning.



Ho146:3  
Exempel på hur provets sammansättning ser ut. Polerat prov är tagna från de största (cm-skala) bitarna, medan den totalkemiska analysen är gjord på finmaterialet.



Ho146:3 01  
I ett korn bestående av en grå-gul mellanmassa (ytanalys: O-57%, Al-21% och Si-21%) ses euhedra blå-gröna kristaller av zink-spinellen gahnit i upp till mm-skala med sammansättningen Mg-1%, Fe-5%, Zn-30%, Al-30%, O-34%.



Ho146:3 02  
Ett av kornen domineras av kvarts och är sannolikt en bit kvartsit. Små mängder järnoxid (ljusa kristaller) har en sammansättning nära hematit (Fe-71%, O-29%).



Ho146:3 03  
Ett av kornen domineras av en tegelröd finkornig massa och större kristaller med en sammansättning nära hematit (Fe-71%, O-29%).

Ett av kornen (Fig. Ho146:3 03) är troligen rest av rostgods av samma typ som Ho105:1:3 och Ho143:3.

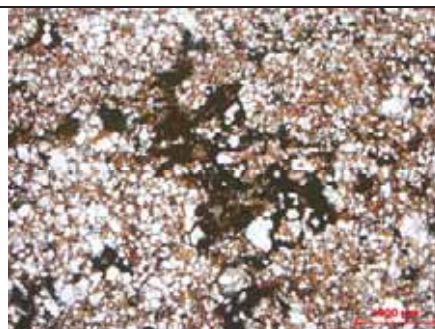
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho146:4	Rost	Ho146	Större stycken av samma material som i Ho146:3.	Profil 13	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 20 g material		
Elem.	TS	Ho146:4
SiO <sub>2</sub>	wt%	42,9
TiO <sub>2</sub>		1,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		12,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		32,4
MnO		0,0218
MgO		0,179
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		1,11
LOI		4,4
S:a		90,4
Be	ppm	5,75
Sc		12,7
V		181
Cr		77,4
Co		68,3
Ni		132
Cu		2280
Zn		1810
Ga		37,4
Rb		<2
Sr		1740
Y		171
Zr		1490
Nb		11,6
Mo		33,4
Ba		161
La		1160
Ce		2180
Pr		215
Nd		619
Sm		74,3
Eu		8,85
Gd		46,1
Tb		6,15
Dy		32,1
Ho		6,20
Er		16,3
Tm		2,24
Yb		13,5
Lu		2,09
Hf		28,0
Ta		1,44
W		21,0
Th		51,0
U		59,4
As		393
Cd		0,405
Hg		0,311
Pb		2770
S		1430

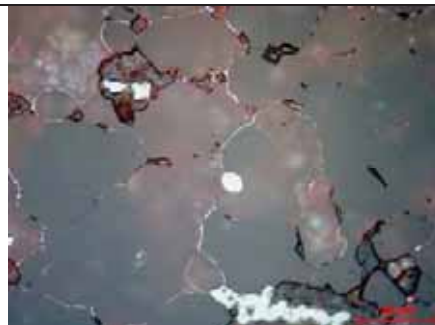
**Provbeskrivning:** Provet domineras i vissa delar av kvarts, med rostbrun infärgning i korngränserna och små mängder pyrit, medan andra delar domineras helt av Fe-hydroxider (rost). Zn-spinellen gahnit förekommer sparsamt.



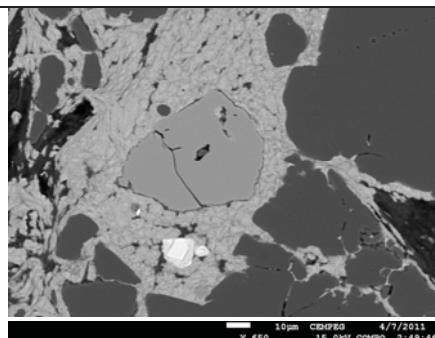
Ho146:4  
Den analyserade provbitens både in- och utsida uppvisar en blek-röd färgton.



Ho146:4 01  
I genomfallande ljus ses den ljusa kvartsen i de kvartsrika delarna av provet ha ett tydlig inslag av rödbruna Fe-hydroxider (rost) i korngränserna. De mörkare partierna består av enbart Fe-oxider eller Fe-hydroxider.



Ho146:4 03  
I den grå-genomskinliga kvartsen ses enstaka ljusa gul-vita pyritkristaller samt (här vita) Fe-oxider. Röd-brun rost anas i korngränserna.



1A3 Mikrosondbild  
Zinkspinellen gahnit (ljusgrått korn mitt i bilden) har i detta prov sammansättningen Mg-1%, Fe-5%, Zn-30%, Al-29% och O-35%.

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll, möjligen rostad. Provet är rikt på kvarts och har sannolikt inget värde vid metallframställning. Den stora mängden järnoxider/-hydroxider (rost) kan vara orsakat av upphettning/rostning, även om processen kan ske naturligt. Även det låga svavelinnehållet kan indikera viss upphettning/rostning.

Provrnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho149:9	Rost	Ho149	-	Profil 8	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

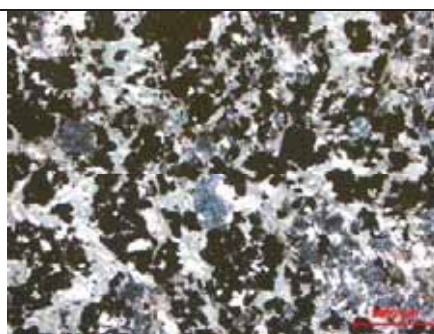
Totalkemi av 19 g material		
Elem.	TS	Ho149:9
SiO <sub>2</sub>	wt%	13,1
TiO <sub>2</sub>		1,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		12,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		63,2
MnO		0,0979
MgO		2,91
CaO		0,117
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,271
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,161
LOI		2,9
S:a		93,6
Be	ppm	14,0
Sc		6,34
V		136
Cr		119
Co		1140
Ni		144
Cu		1360
Zn		8730
Ga		18,2
Rb		14,1
Sr		282
Y		123
Zr		2480
Nb		7,36
Mo		<6
Ba		58,2
La		178
Ce		327
Pr		33,6
Nd		112
Sm		20,8
Eu		3,95
Gd		24,1
Tb		4,24
Dy		22,6
Ho		4,26
Er		11,1
Tm		1,60
Yb		9,91
Lu		1,65
Hf		37,3
Ta		1,33
W		23,6
Th		70,2
U		28,6
As		148
Cd		0,882
Hg		<0.02
Pb		481
S		17900

**Provbeskrivning:** Provet domineras av malmmineralen magnetit, som delvis har oxiderat till hematit (s.k. martitisering), samt pyrit. Silikatmineralen inkluderar kvarts, klorit, muskovit och zirkon. Zinkspinnellen gahnit förekommer rikligt.



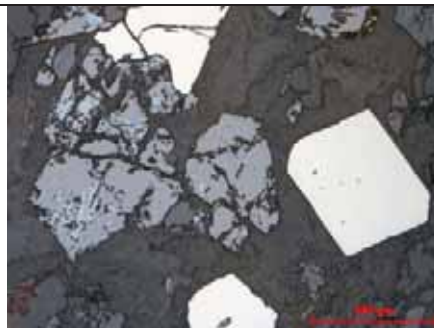
Ho149:9

Det magnetiska malmprovet har en rostbrun utsida, medan den färskare ytan är grå-svart och domineras av magnetit.



Ho149:9 01

I genomfallande ljus ses silikatmineralen (ljusa) domineras av grönaktig klorit och vit kvarts. Stor närvaro av blågröna gahnitkristaller (Mg-2%, Fe-10%, Zn-25%, Al-28% O-35%) ses även i det totalkemiska resultatet (Zn-0,9%). Malmmineralen är svarta.



Ho149:9 02

I reflekterat ljus ses malmmineralen bestå av ljust gulvit pyrit (Fe-44%, S-56%) samt grå magnetit (Fe-73%, O-27%) med mindre inslag av ljusare grå-blå lameller av hematit (Fe-71%, O-29%). Silikatmineralen är mörkgrå.

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.

Provet är rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm sannolikt inte varit av intresse vid brytningen. Svag oxidation och högt svavelinnehållet indikerar att provet ej varit utsatt för upphettning/rostning.

Provet liknar Ho149:11.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho149:11	Rost	Ho149	-	Profil 8	Polertunslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

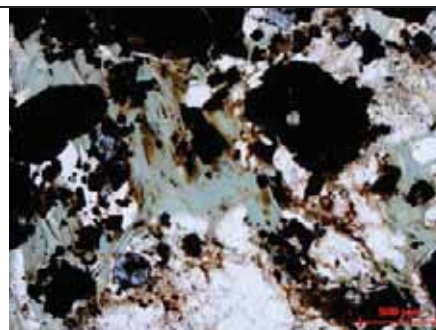
Totalkemi av 12 g material		
Elem.	TS	Ho149:11
SiO <sub>2</sub>	wt%	24,9
TiO <sub>2</sub>		0,801
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		5,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		58,6
MnO		0,0722
MgO		1,57
CaO		<0,1
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		0,139
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0662
LOI		6,9
S:a		92,1
Be	ppm	3,19
Sc		2,85
V		97,3
Cr		71,8
Co		4650
Ni		533
Cu		3670
Zn		1690
Ga		17,0
Rb		9,18
Sr		64,0
Y		84,0
Zr		1450
Nb		15,7
Mo		23,3
Ba		28,3
La		81,6
Ce		192
Pr		23,2
Nd		86,4
Sm		20,1
Eu		3,1
Gd		20,5
Tb		3,03
Dy		15,9
Ho		2,90
Er		7,22
Tm		0,983
Yb		6,00
Lu		0,945
Hf		27,4
Ta		1,22
W		36,5
Th		33,5
U		14,2
As		166
Cd		<0,05
Hg		0,0859
Pb		282
S		88300

**Provbeskrivning:** Malmmineralen, som dominerar provet, består av pyrit samt magnetit som delvis oxiderad till Fe-hydroxid (rost) i provets ytterkanter. Silikatmineralen inkluderar ojämnkornig kvarts, klorit och muskovit. Zinkspinnellen gahnit kan också observeras.



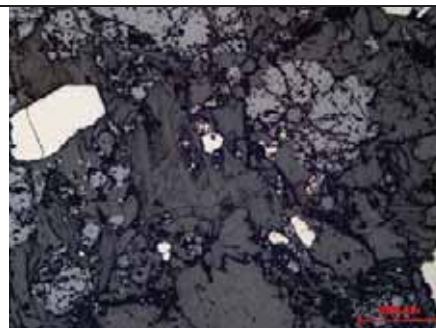
Ho149:11

Provet utsida (vänstra delen) uppvisar en kraftigt brunoxiderad yta av Fe-hydroxider (rost) som ibland har ett glasigt ("oljigt") utseende.



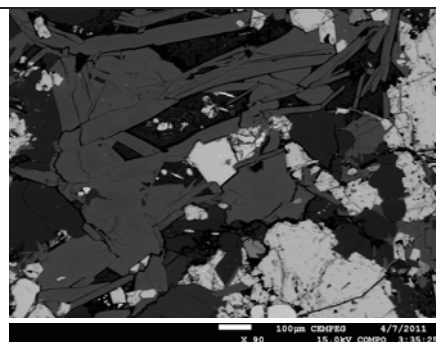
Ho149:11 01

I genomfallande ljus ses (de ljusa) silikatmineralen, bl.a. grön klorit (Mg-8%, Fe-23%, Al-13%, Si-11%, O-45%) samt vit kvarts och muskovit. Även blå-gröna gahnitkristaller (Mg-1%, Fe-8%, Zn-27%, Al-29%, O-35%) kan ses. Malmmineralen är svarta.



Ho149:11 02

Samma bild som ovan men med reflekterat ljus visar hur silikatmineralen är mörkgrå och att malmmineralen representeras av grå magnetit (Fe-73%, O-27%) och ljust gulvit pyrit (Fe-44, S-56%).



1A1 Mikrosondbild

I en komposit-mikrosondbild ses magnetit och pyrit som ljusgrå kristaller, medan kloriten är mörkgrå och kvarts nästan svart.

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.

Provet är relativt rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm troligen inte varit av intresse vid brytningen. Svag oxidation och högt svavelinnehållet indikerar att provet ej varit utsatt för upphettning/rostning.

Provet liknar Ho149:9.

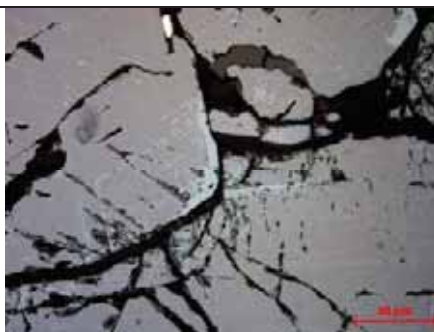
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho153:4	Rost	Ho153	Från koncentration av flera stycken av liknande material nära rostens nacke.	Profil 11	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 27 g material		
Elem.	TS	Ho153:4
SiO <sub>2</sub>	wt%	4,11
TiO <sub>2</sub>		0,253
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		3,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		85,5
MnO		0,0801
MgO		0,664
CaO		<0,1
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0711
LOI		5,8
S:a		94
Be	ppm	2,07
Sc		1,63
V		71,1
Cr		37,8
Co		4890
Ni		222
Cu		3810
Zn		1550
Ga		18,7
Rb		<2
Sr		40,5
Y		49,4
Zr		584
Nb		5,81
Mo		35,3
Ba		12,4
La		124
Ce		266
Pr		32,3
Nd		120
Sm		25,4
Eu		3,22
Gd		20,8
Tb		2,57
Dy		11,1
Ho		1,85
Er		4,54
Tm		0,609
Yb		3,53
Lu		0,556
Hf		12,4
Ta		0,468
W		10,2
Th		19,7
U		9,62
As		488
Cd		<0,06
Hg		<0,02
Pb		485
S		93900

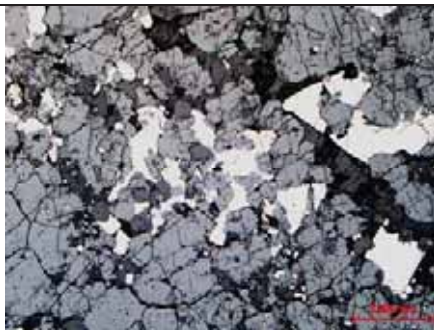
**Provsbeskrivning:** Provet domineras helt av magnetit som i mindre omfattning oxiderat till hematit (s.k. martitisering). Även pyrit förekommer rikligt och kan i ett fall observeras ha en bård av kopparkis. Silikatmineralen representeras av kvarts, klorit och zirkon. Zinkspinnellen gahnit förekommer sparsamt.



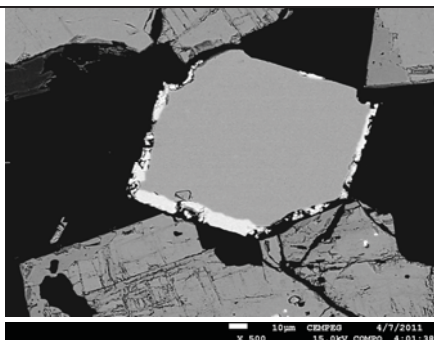
Ho153:4  
Provet sågade yta visar på en rik inblandning av ljus pyrit i den mörka magnetitdominerade malmen.



Ho153:4 01  
Den grå magnetiten (Fe-73%, O-27%) ses ha tunna lameller av ljusare grå-blå hematit (Fe-71%, O-29%), orsakade av s.k. martitisering, som är en oxidationsavblandning.



Ho153:4 02  
Provet representerar en rik magnetitjärnmalm med relativt stort inslag av ljus gul-vit pyrit och endast mindre inslag av silikatmineral (mörkt grå). Detta avspeglar sig också tydligt i den totalkemiska analysen.



1A5 Mikrosondbild  
En kantig pyritkristall (Fe-45%, S-55%) visade sig ha en ljus bård av kopparkis (Cu-32%, Fe-31%, S-37%).

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.  
Provet är rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Svag oxidation och mycket högt svavelinnehåll indikerar att provet ej varit utsatt för upphettning/rostning.

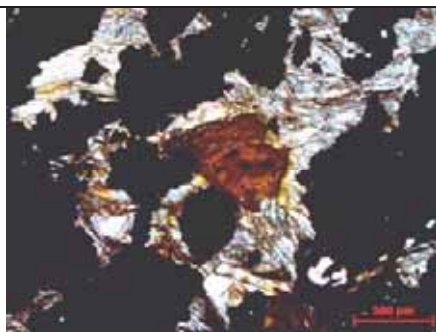
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
<b>Ho160 8</b>	Dagbrott	Ho160	Inmätt prov i dagbrott i malmåderns förlängning nordväst om Odelmarksgruvan/Svenskgruvan.	-	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 27,8 g material		
Elem.	TS	Ho160 8
SiO2	wt%	5,23
TiO2		0,477
Al2O3		3,66
Fe2O3		84,7
MnO		0,10
MgO		2,51
CaO		<0,1
Na2O		<0,05
K2O		0,0869
P2O5		0,0634
LOI		1,6
S:a		96,8
Be	ppm	5,38
Sc		1,57
V		106
Cr		28,8
Co		861
Ni		564
Cu		153
Zn		399
Ga		41,8
Rb		7,17
Sr		4,28
Y		17,9
Zr		295
Nb		6,36
Mo		3,19
Ba		17,0
La		40,6
Ce		89,7
Pr		9,53
Nd		35,0
Sm		8,00
Eu		1,24
Gd		7,48
Tb		0,907
Dy		3,96
Ho		0,683
Er		1,73
Tm		0,258
Yb		1,53
Lu		0,237
Hf		8,04
Ta		0,456
W		94,3
Th		9,67
U		3,90
As		106
Cd		<0,02
Hg		<0,02
Pb		167
S		906

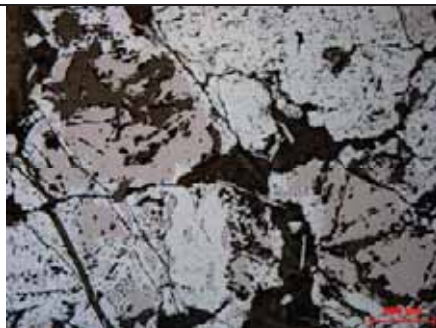
**Provbeskrivning:** Provets ena kant domineras av kvarts med stråk av klorit och muskovit. I resten av provet, som domineras av hematit och mindre mängd magnetit, representeras silikatmineralen av klorit, med mindre inslag av kvarts och muskovit. Den totalkemiska analysen är gjord på den hematitrika delen av provet.



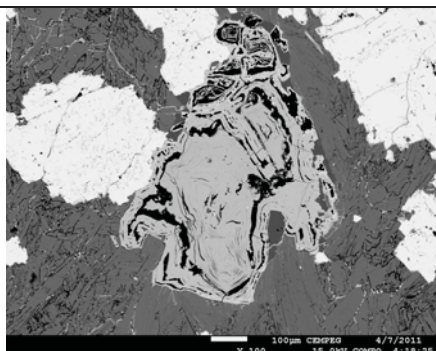
Ho160 8  
Den sågade ytan visar att provet innefattar gränsen mellan den mörkgrå malmen och en ljusare kvartsrik bergart, sannolikt kvartsit.



Ho160 8 01  
I genomfallande ljus ses här silikatmineralen domineras av klorit (Mg-11%, Fe-17%, Al-13%, Si-12%, O-48%) och mindre mängd vit kvarts samt en brun "rostfläck" (Fe-hydroxid). Malmmineralen är svarta.



Ho160 8 01  
I reflekterat ljus ses provet domineras av ljusgrå hematit och mindre mängd grå-brun magnetit. Troligen är hematiten bildad genom långtgående oxidation av magnetit. Silikatmineralen är mörkt grå-svarta.



1A1 Mikrosondbild  
Den bruna "rostfläcken" i bild ovan visade sig i de ljusa fälten innehålla Fe-57%, O-40%, Al-2% och S-1%.

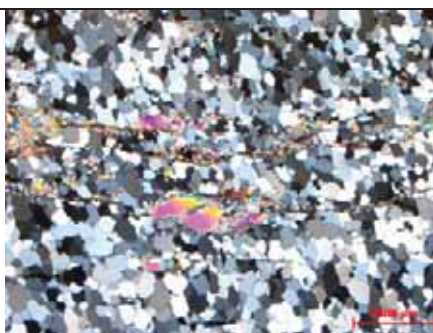
Järnmalm dominerad av hematit, som sannolikt är bildad genom naturlig oxidation av magnetit. Malmen är naturligt fattig på både koppar och svavel. Provet är bevisligen inte rostat.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho160 9	Dagbrott	Ho160	Inmätt prov i dagbrott i malmåderns förlängning nordväst om Odelmarksgruvan/Svenskgruvan.	-	Polertunnslip	Optisk mikroskopi

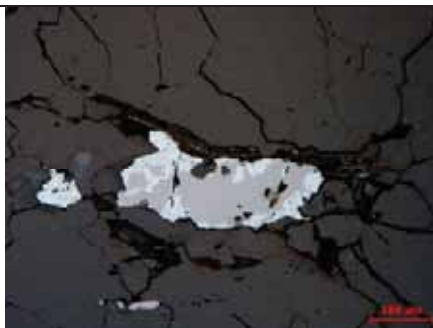
**Provbeskrivning:** Provet domineras fullständigt av finkornig kvarts. Tunna strimmor som definierar bergartens foliation består av muskovit (svagt omvandlad till klorit). Mindre inslag av malmmineral består av magnetit som delvis oxiderat till hematit.



Ho160 9  
Det sågade provet uppvisar en ljus kvartsrik bergart som bör definieras som kvartsit.



Ho160 9 01  
I genomfallande ljus ses den finkorniga kvartsiten ha tunna strimmor av muskovit, här i mestadels rosa-gula färger. Kvartsen går i vit-grå-blå-svart färgskala.



Ho160 9 02  
I reflekterat ljus framträder kvarts (och andra silikatmineral) som mörkgrå, medan sparsamt förekommande grå magnetit ses ha en ljus grå-blå kant av hematit (orsakad av oxidation, s.k. martitisering).

Oren kvartsit, i detta fall definierat som sidoberg (eller värdbergart) till malmmineraliseringen i Gladhammar.

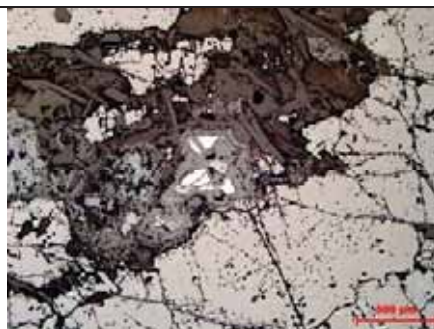
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho161 26	Dagbrott	Ho160	Inmätt prov i dagbrott i malmåderns förlängning nordväst om Odelmarksgruvan/Svenskgruvan.	-	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 25 g material		
Elem.	TS	Ho161 26
SiO2	wt%	2,52
TiO2		0,0725
Al2O3		2,05
Fe2O3		101
MnO		0,0632
MgO		0,407
CaO		<0,1
Na2O		<0,05
K2O		0,0636
P2O5		0,0067
LOI		-1,8
S:a		106,2
Be	ppm	2,8
Sc		<1
V		101
Cr		3,29
Co		204
Ni		64,5
Cu		156
Zn		1150
Ga		7,34
Rb		4,18
Sr		10,7
Y		2,76
Zr		37,2
Nb		0,921
Mo		2,81
Ba		11,7
La		21,9
Ce		57,5
Pr		5,50
Nd		20,8
Sm		3,44
Eu		0,498
Gd		2,12
Tb		0,184
Dy		0,72
Ho		0,114
Er		0,283
Tm		<0,1
Yb		<0,2
Lu		<0,04
Hf		1,56
Ta		0,111
W		1,29
Th		11,2
U		0,707
As		12,3
Cd		<0,03
Hg		0,0705
Pb		169
S		522

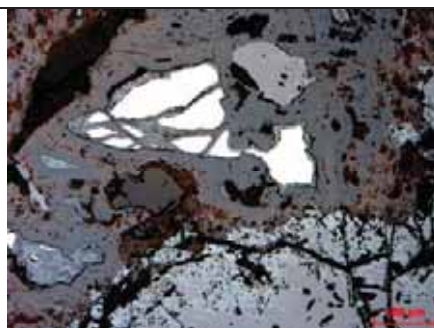
**Provbeskrivning:** Provet domineras fullständigt av magnetit, som endast svagt martitiserats (oxiderat) till hematit. Sparsamt med pyrit ses delvis ha oxiderat till Fe-hydroxid (rost). Silikatmineralen domineras av muskovit, som i mindre omfattning omvandlats till klorit, samt lite kvarts. Även zinkspinellen gahnit finns i provet.



Ho161 26  
Det magnetiska provet har en mörk magnetityta med endast små fläckar av brun rost, sannolikt oxiderad pyrit.



Ho160 26 01  
I reflekterat ljus ses den dominerande magnetiten som en grå, något porig, massa med inslag av mörka silikatmineral (här muskovit) samt ljusst gulvitt pyrit.



Ho160 26 02  
Detalj från bilden ovan visar hur den ljusst gulvita pyriten oxiderat till grå (och brun) Fe-hydroxid (rost). I bildens nederkant ses den grå magnetiten martitiserad (oxiderad) till ljusare grå hematitlameller i kanten.

Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll.

Provet är mycket rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Oxidationen av magnetit och pyrit är bevisligen naturlig, likaså det låga svavelinnehållet.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho161 27	Dagbrott	Ho161	Finkornigt rostfärgat material från dagbrott i malmäderns förlängning nordväst om Odelmarksgruvan/Svenskgruvan.	-	Kemiproov	Totalkemisk analys

Totalkemi av 17 g material		
Elem.	TS	Ho161 27
SiO <sub>2</sub>	wt%	65,2
TiO <sub>2</sub>		0,485
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		6,23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		16,1
MnO		0,0657
MgO		0,462
CaO		0,815
Na <sub>2</sub> O		1,07
K <sub>2</sub> O		2,07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,399
LOI		4,7
S:a		92,9
Be	ppm	3,73
Sc		4,31
V		64,3
Cr		64,6
Co		22,3
Ni		31,9
Cu		691
Zn		59,9
Ga		13,6
Rb		69,4
Sr		146
Y		27,9
Zr		394
Nb		7,35
Mo		<6
Ba		405
La		77,7
Ce		169
Pr		19,6
Nd		72,7
Sm		14,1
Eu		2,18
Gd		11,2
Tb		1,32
Dy		5,99
Ho		1,04
Er		2,58
Tm		0,366
Yb		2,09
Lu		0,33
Hf		6,28
Ta		0,869
W		6,89
Th		55,5
U		4,12
As		25,0
Cd		0,109
Hg		0,0732
Pb		916
S		3560

**Provbeskrivning:** Det totalkemiska resultatet visar att materialet troligen domineras av kvarts, men också järnoxider (delvis oxiderade), glimmer samt små mängder pyrit.



Ho161 27

Materialet består av en blandning av finmaterial och större bitar (> cm skala). De större bitarna förefaller oftast vara kvartsit.

Finkornigt blandmaterial som troligen mest består av kvartsit (sidoberg) och lågvärdig malm.

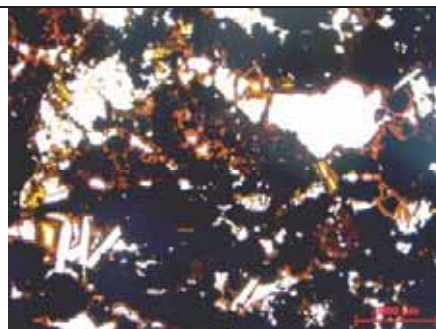
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Ho161 28	Dagbrott	Ho161	Inmätt prov i dagbrott i malmåderns förlängning nordväst om Odelmarksgruvan/Svenskgruvan.	-	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 30 g material		
Elem.	TS	Ho161 28
SiO2	wt%	4,10
TiO2		0,0863
Al2O3		0,616
<b>Fe2O3</b>		<b>98,6</b>
MnO		0,0418
MgO		<0,02
CaO		<0,09
Na2O		<0,05
K2O		0,0848
P2O5		0,0037
<b>LOI</b>		<b>-0,5</b>
<b>S:a</b>		<b>103,5</b>
Be	ppm	2,59
Sc		<1
V		24,3
Cr		7,08
<b>Co</b>		<b>113</b>
Ni		32,5
<b>Cu</b>		<b>1080</b>
Zn		250
Ga		6,53
Rb		4,82
Sr		12,0
Y		1,03
Zr		18,7
Nb		1,63
Mo		4,62
Ba		13,3
La		10,2
Ce		24,3
Pr		1,66
Nd		5,78
Sm		0,921
Eu		0,144
Gd		0,658
Tb		<0,1
Dy		0,235
Ho		<0,07
Er		<0,1
Tm		<0,1
Yb		<0,2
Lu		<0,04
Hf		0,545
Ta		0,155
W		4,14
Th		2,30
U		0,861
<b>As</b>		<b>412</b>
Cd		<0,02
Hg		0,0301
Pb		176
<b>S</b>		<b>847</b>

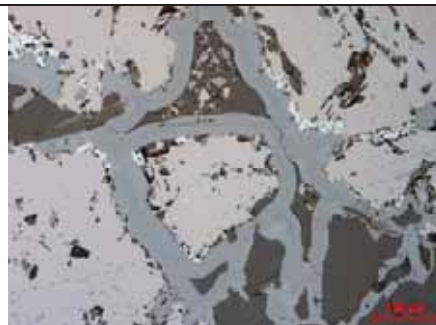
**Provbeskrivning:** Provet domineras av magnetit som i korngränser och mot hålrum är kraftigt oxiderat till Fe-hydroxid (rost). Mindre inslag av pyrit verkar ej oxiderad. Silikatmineral är kvarts och lite muskovit.



Ho161 28  
Både in- och utsida av provet är poröst och har rikligt med hålrum,



Ho161 28 01  
I genomfallande ljus ses Fe-hydroxid (rost) som röd-bruna stråkar. Malmmineralen, främst magnetit, är svarta medan silikatmineral och hålrum är vita.



Ho161 28 02  
I reflekterat ljus ses den grå-beige magnetiten i kanterna vara sparsamt oxiderad till ljusgrå hematit (s.k. martitisering) medan de flesta korngränser är kraftigt oxiderade till grå Fe-hydroxid (rost). Hålrum och silikatmineral är mörkgrå.

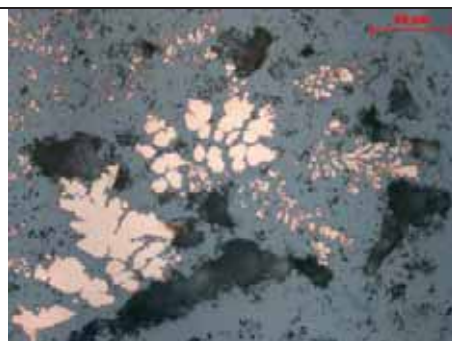
Varp, troligen avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll. Provet är mycket rikt på magnetit, vilket visar att järnmalm uppenbarligen inte varit av intresse vid brytningen. Oxidationen av magnetit (och porositeten) bevisligen naturlig, likaså det låga svavelinnehållet. OBS att pyrit ej oxiderat och att provet ej utsatts för upphettning/rostning!

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Hy3 3	Rosthus	Hy3	I rost 9.	-	Polerprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond

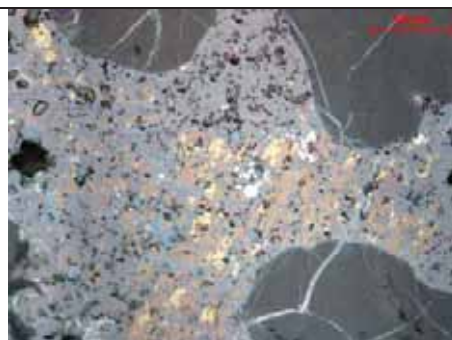
**Provbeskrivning:** Prov med en järnkärna omgiven av Fe-hydroxider (rost) samt metallisk (dendritisk) koppar längre ut. I järnet finns områden med finkorniga faser i blå/rosa/brun/gul/vita färger samt ren koppar.



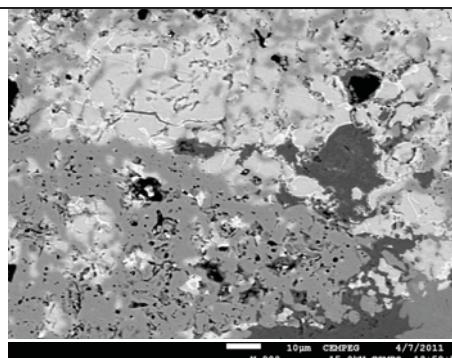
Hy3 3  
Det delade provet, som mest består av mörk porös rost, hade en inre liten metallisk kärna som endast finns kvar i polerprovet.



Hy3 3 09b  
Grå Fe-hydroxider (rost) har vid ytanalys (ca 300x500 µm) en sammansättning på Fe-47%, O-33%, Cu-15% och S-5%. Punktanalyser på dendritiskt (i rost) växande koppar visar ett varierande svavelinnehåll på 1 till 13%, vilket i vissa fall närmar sig kopparglanssammansättning.



Hy3 3 06  
Fält med finkorniga faser i varierande färger omgivet av rent metalliskt järn (mörkgrått). Ytanalys (ca 30x30 µm) av de finkorniga faserna ger en sammansättning på Fe-47%, S-25%, Cu-17% och O-11%. I järnet kan metallisk koppar, magnetkis (Fe-63%, S-37%) och andra sulfidfaser (t.ex. Cu-58%, Fe-16%, S-26%) observeras.



1A1 Mikrosondbild  
Bland de finkorniga faserna identifierades bl.a. magnetit (ljusgrå: Fe-74%, O-23%) och Fe-hydroxid (rost) (mörkgrå: Fe-61%, O-38%, Si-1%). Ljusa fält visade sig vara en sulfidfaser med sammansättningen Cu-24%, Fe-39% och S-37%.

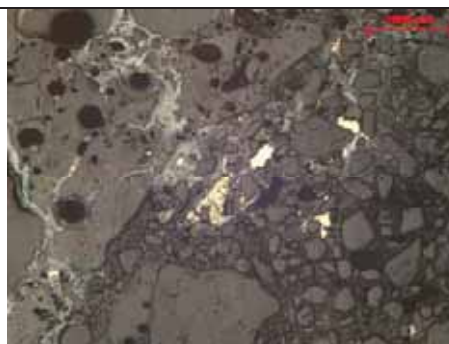
Komplex sammansatt prov. Förekomst av kombination av metaller, sulfider och oxider antyder att materialet har blivit rostat en andra gång, i vändrosten. Förekomst av metallisk koppar tyder på ytterligare smältning. Det är något osäkert från vilket processledet härrör, möjligen vändrostningen eller en andra smältning. Provet har vissa likheter med Hy3 6.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Hy3 6	Rosthus	Hy3	Vägg mellan rost 10-11.	-	Polerprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond

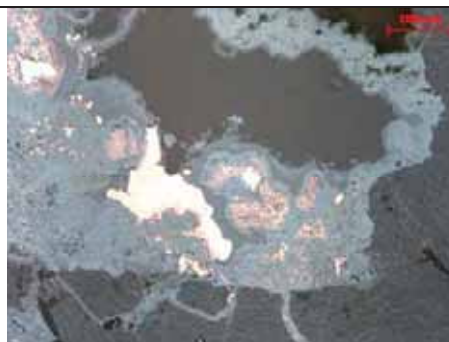
**Provbeskrivning:** Heterogent magnetiskt prov. En halva utgörs av slagg med glas och olivin samt större inneslutningar av metaller/sulfider med komplex sammansättning, järnhydroxider och små droppar av komplexa sulfider. I den andra halvan finns metallisk koppar i större mängd tillsammans med kvartskorn.



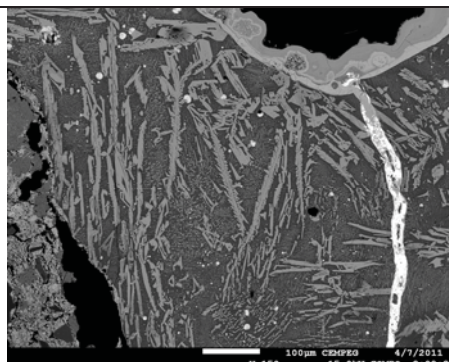
Hy3 6  
Provet är poröst med brun och grön yta.



Hy3 6 01  
Ljusa kristaller är koppar med ett svavelinnehåll på ca 14%, en sammansättning nära kopparglans. Gula kopparsulfider innehåller Cu-43%, Fe-22% och S-35%, vilket ligger mellan kopparkis och bornit i sammansättning. Ljusgrå Fe-hydroxider (rost) ses som strimmor medan kvartskorn och slagg är mörkgrå.



Hy3 6 05  
Svavelrik koppar (S-14%), här växande i grå Fe-hydroxid (rost), uppvisar ibland blå oxidationsfaser (Cu-78%, O-10%, Fe-5%, S-4%, Si-3%). Glasig mörk slagg (i nedre och högra delen av bilden) består av ljusa olivinlameller i en mörkare glasfas.



1A2 Mikrosondbild  
De ljusa olivinlamellerna visade sig ha en sammansättning nära ren fayalit (Fe-54%, Mg-1%, Si-14, O-31%) medan den mörka glasfasen innehöll O-39%, Si-30%, Fe-11%, Al-10%, K-5% och Ca-5%.

Provet är komplext uppbyggt. Dess slaggkomponent med droppar som har skärstensliknande sammansättning är karaktäristisk för smältning i suluugn, medan förekomsten av metall antyder ett senare processled, osäkert vilket. Provet har vissa likheter med Hy3 3.

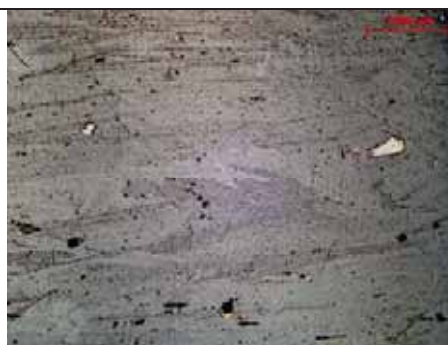
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Hy3 33	Rosthus	Hy3	Under rost, i slaggarvarp, östra väggen av rost 6.	-	Polerprov Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 75,1 g material		
Elem.	TS	Hy3 33
SiO <sub>2</sub>	wt%	33,0
TiO <sub>2</sub>		0,775
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		10,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		58,2
MnO		0,149
MgO		2,62
CaO		0,579
Na <sub>2</sub> O		0,168
K <sub>2</sub> O		0,576
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,173
LOI		-5
S:a		106,7
Be	ppm	16,7
Sc		<1
V		91,7
Cr		63,1
Co		1450
Ni		55,1
Cu		2810
Zn		3940
Ga		25,3
Rb		26,7
Sr		107
Y		51,5
Zr		1160
Nb		16,4
Mo		4,32
Ba		101
La		101
Ce		207
Pr		23,4
Nd		82,6
Sm		18,9
Eu		2,95
Gd		17,6
Tb		2,33
Dy		10,9
Ho		1,88
Er		4,67
Tm		0,667
Yb		4,11
Lu		0,678
Hf		25,6
Ta		1,31
W		43,1
Th		24,5
U		18,1
As		8,58
Cd		0,72
Hg		<0,02
Pb		195
S		12800

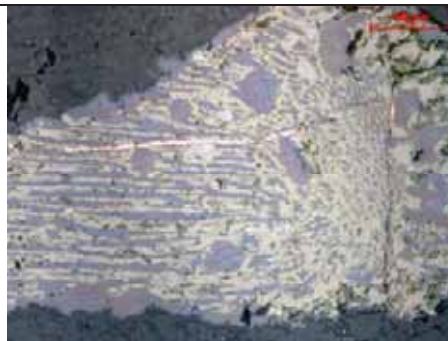
**Provbeskrivning:** Slagg med ljusgrå olivinlameller i en mörk glasfas. Även blåsor, blekgula droppar med avblandningar i blå, rosa och gula nyanser med sparsamt med metallisk koppar förekommer.



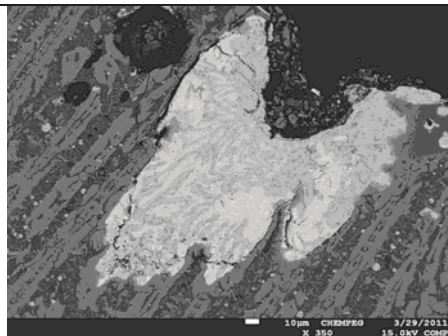
Hy3 33  
Provets sågade yta uppvisar en mörk och ställvis blåsig slagg.



Hy3 33 01  
Rikligt med ljusgrå olivinlameller med sammansättning nära ren fayalit (Fe-49%, Mg-4%, Si-13%, O-33%) ses i den mörkare glasfasen som innehåller O-44%, Si-26%, Fe-18%, Al-8%, Ca-2%, K-1% och S-1%.  
Ljus inneslutning till höger i bild förstörad nedan.



Hy3 33 03  
Detalj från ovan visar blå, rosa och gula faser. Ytanalys (ca 40x40 µm) gav innehållet Fe-40%, Cu-28%, S-28% och O-4%, medan punktanalyser påvisade magnetit (Fe-73%, O-27%), magnetkis (Fe-63%, S-37%) samt flera faser med sammansättning mellan kopparkis och bornit. I tunna sprickor finns metallisk koppar (Cu-96%, Fe-4%).



2A1 Mikrosondbild  
Ytanalys (ca 40x40 µm) av en annan ljus inneslutning visade att denna innehöll Fe-41%, S-30%, Cu-25% och O-3%. Punktanalyser påvisade pyrit (Fe-62%, Fe-38%), magnetit (Fe-73%, O-27%), bornit (Cu-60%, Fe-12%, S-28%) och faser med en sammansättning mellan kopparkis och bornit (t.ex. Cu-51%, Fe-18%, S-31%).

Slagg med droppar av kopparsulfider med komplex sammansättning liknande skärsten. Troligen slagg bildad under första smältningen, i suluugn. Provets utseende ger ingen uppenbar förklaring till den negativa glödförlusten (LOI). Möjligen finns stor andel extremt små metalldroppar som påverkar resultatet.

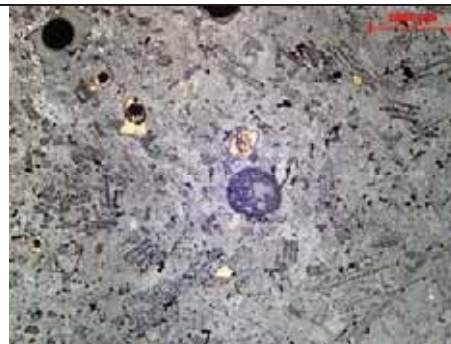
Provrnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetod
Hy3:4	Rostbås	Hy3:4	Från slaggvarp under rostbås.	Profil 5	Polerprov	Optisk mikroskopi

**Provbeskrivning:** Slagg med grå glasfas och ljusare olivinlameller. Inneslutningar av gulaktiga droppar innehåller blå/rosa avblandningar, sannolikt kopparkis i olika stadier av oxidation.



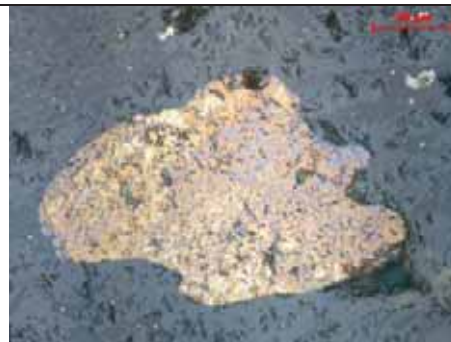
Hy3:4

Den mörka slaggen är blåsig och dess vittrade yta har ofta en rost-röd färg, något som också syns i blåsorna.



Hy3:4 01

Grå glasfas med rikligt av ljusa olivinlameller och blåsor. Gula droppformade inneslutningar förstörade i bild nedan.



Hy3:4 02

De gulaktiga inneslutningarna, som i förstoring ses innehålla även blå och brun-rosa avblandningar, består sannolikt av kopparsulfider med varierande sammansättning från kopparkis till bornit och kopparglans.

Slagg med droppar av kopparsulfider med komplex sammansättning liknande skärsten. Metalldroppar saknas. Slagg bildad under första smältningen, i suluugn.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Hy3:10	Rostbås	Hy3:10	Liten del av stort metallstycke liggande över rostbås 10.		Polerprov Kemiprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 110,9 g material		
Elem.	TS	Hy3:10
Al	ppm	10400
Ca		953
Fe		556000
K		3120
Mg		443
Na		564
P		548
Ti		925
Be		7,57
Sc		<2
V		39,7
Cr		36,1
Co		3,90
Ni		4630
Cu		64600
Zn		437
Ga		27,0
Rb		<7
Sr		5,89
Y		<2
Zr		228
Nb		4,00
Mo		2970
Ba		58,5
La		<2
Ce		3,90
Pr		<1
Nd		<3
Sm		<1
Eu		<0,5
Gd		<1
Tb		<0,5
Dy		<1
Ho		<0,5
Er		<1
Tm		<0,5
Yb		<0,5
Lu		<0,5
Hf		5,60
Ta		<0,5
W		28,0
Th		<0,5
U		2,50
As		1580
Cd		<0,6
Hg		<0,2
Mn		307
Pb		18,5
S		2320

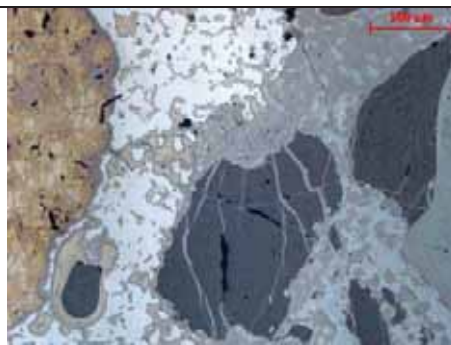
Ca 0,5 g prov upplöst i mikrovågsugn med HCl/HF. Analys har skett enligt EPA-metoder (modifierade) 200.7 (ICP-AES) och 200.8 (ICP-MS).

**Provbeskrivning:** Provet domineras av hålrumrikt metalliskt järn omgivet av slagg och med slagginneslutningar bestående av en grå glasfas och olivinlameller. Både järn och slagg har gula inneslutningar med blå/rosa avblandningar. Små mängder metallisk koppar finns också i provet.



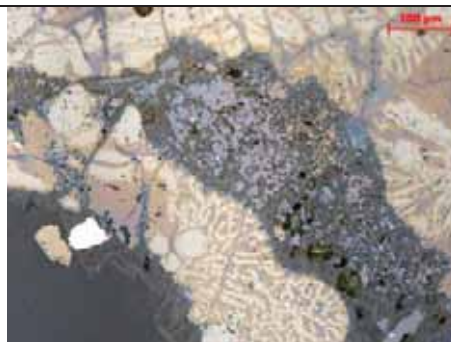
Hy3:10

Det metalliska provet har en utsida som är mörk av rost och slagg. Även i den sågade ytan kan man se mörka inneslutningar av slagg i den ljusa metallen.



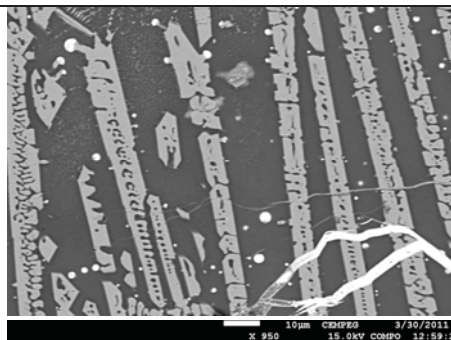
Hy3:10 02

Ljust metalliskt järn innehållande kobolt (Fe-90%, Co-10%), mörk glasfas med olivinlameller (se nedre bild), grå hematit (Fe-70%, O-30%), grå-blå kopparglans (Cu-79%, S-21%) samt en gulaktig fas med gul-blå-rosa avblandningar som ses förstörd i bild nedan. Ytanalys (ca 30x30 µm) av gulaktig fas gav Fe-38%, S-29%, Cu-28%, O-5%.



Hy3:10 03

Gul fas innehåller kopparkis (Cu-29%, Fe-36%, S-35%) medan blå-rosa faser har en sammansättning mellan kopparkis och bornit (t.ex. Cu-55%, Fe-17%, S-28%). Även magnetkis (Fe-61%, S-39%) finns i den gulaktiga fasen. Ljust metalliskt korn till vänster i bild är 100% koppar.



2A2 Mikrosondbild

Slaggens mörka glasfas innehåller O-46%, Si-28%, Fe-13%, Al-9%, K-2%, Ca-1% och Na-1%. De ljusa olivinlamellerna har huvudsakligen fayalitsammansättning (Fe-51%, Mg-3%, Si-14%, O-32%).

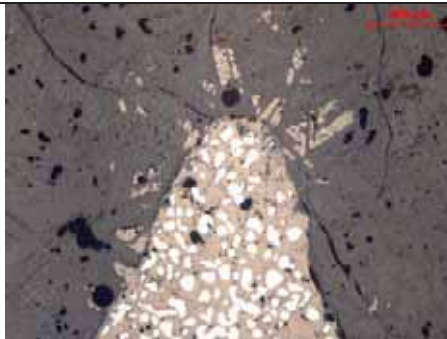
Troligen del av nas. Högt järn och kopparinnehåll tillsammans med slagg.

Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Hy3s	Lösfynd	Hy3	Från området kring vägen mellan Hy3 och varp Hy, intill FU schakt 14.	-	Polerprov	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond

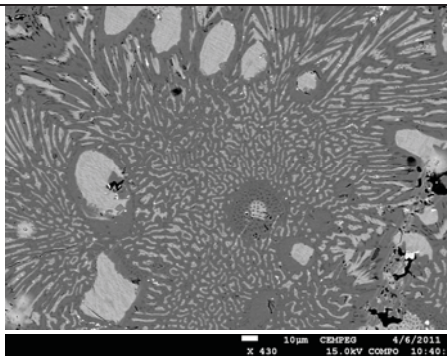
**Provbeskrivning:** Provet består av metalliskt järn som delvis växer dendritiskt i kopparsulfider (gul/blå/rosa faser). Omgivande slagg består av glas och olivinlameller.



Hy3s 007  
Lösfynd av rosttäcktt metallstycke med form och storlek liknande en cykelsadel.



Hy3s 02  
Vita droppar av metalliskt järn inneslutna i större droppe bestående av gul-blå-brun-rosa faser. Omgivande grå slagg består av en mörk blåsig glasfas och ljusare olivinlameller. Ett 1 µm stort korn i kontakten mellan slagg och inneslutning består av metallisk vismut (Bi-93%, Fe-4%, Cu-3%).



2A2 Mikrosondbild  
Ytanalys (ca 40x40 µm) av de gul-blå faserna från bilden ovan (här mörka) visade ett innehåll på Fe-51%, S-30%, Cu-16% och O-3%. De brun-rosa faserna från bilden ovan (här ljusa) visade sig vara bornit (Cu-60%, Fe-14%, S-26%).



Hy3s 04  
En mindre inneslutning i slaggen har i de inre bruna delarna en sammansättning mellan kopparkis och bornit (Cu-57%, Fe-15%, S-28%) medan dess yttre blå (mer oxiderade) kant har en sammansättning mellan bornit och kopparglans (Cu-73%, Fe-5%, S-22%).

Komplex sammansatt material bestående av slagg, järn och skärstensliknande droppar. Slaggen förefaller dominera i kanterna och järnet mer koncentrerat till centrala delar. Troligen avfall från kopparsmältning.

Provnr.	Anl.typ	Anl. nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
So110:5	Varp/Rost	So110	Ur röda lagret längst i norr, mot överyta (Lager 5).	Profil 14	Polertunnslip Kemipro	Optisk mikroskopi Totalkemisk analys

Totalkemi av 15 g material		
Elem.	TS	So110:5
SiO <sub>2</sub>	wt%	83,8
TiO <sub>2</sub>		0,0884
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		14,3
MnO		0,0477
MgO		<0,02
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0428
LOI		-0,2
S:a		100,3
Be	ppm	<0,6
Sc		<1
V		12,4
Cr		46,9
Co		4,37
Ni		24,4
Cu		691
Zn		6,03
Ga		20,8
Rb		<2
Sr		6,26
Y		3,01
Zr		61,9
Nb		2,01
Mo		17,9
Ba		6,98
La		7,44
Ce		18,5
Pr		<1
Nd		2,79
Sm		0,586
Eu		0,134
Gd		0,709
Tb		0,118
Dy		0,632
Ho		0,112
Er		0,291
Tm		<0,1
Yb		<0,2
Lu		0,0408
Hf		0,432
Ta		0,117
W		19,5
Th		1,22
U		6,26
As		5,65
Cd		<0,03
Hg		<0,03
Pb		18,0
S		142

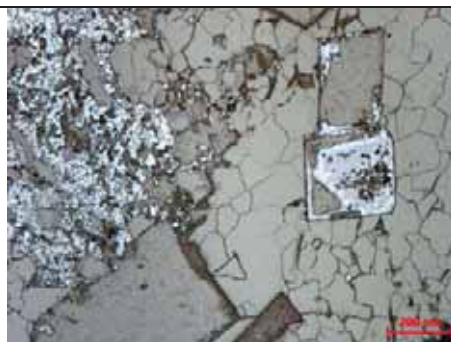
**Provbeskrivning:** Provet domineras helt av kvarts, med vissa smala stråk av klorit och Fe-hydroxid (rost) som definierar en bandning. Kantiga hålrum (delvis rostfyllda) har troligen varit pyrit. Enstaka kristaller av zinkspinnellen gånit kan observeras.



So110:5  
På provets sågade yta (höger i bild) ses i den ljusa kvartsen sparsamt med de mörka mineral som definierar bergartens bandning.



So110:5 01  
I genomfallande ljus ses den vita kvartsen helt dominera provet. Tunna bruna kloritstrimor visar bandning tillsammans med svart Fe-hydroxid (rost).



So110:5 02  
I den grå kvartsen ses Fe-hydroxid (rost) dels som ljusa spräckliga fält, troligen från oxiderad magnetit, samt i delvis fyllda kantiga hålrum som troligen är rester av pyrit som oxiderat och delvis försvunnit.

Varp, sannolikt avfärdad p.g.a. lågt kopparinnehåll, möjligen rostad. Ören kvartsit, i detta fall definierat som sidoberg (eller värdbergart) till malmineraliseringen. Kantiga hålrum, troligen efter pyrit, och mycket lågt svavelinnehåll indikerar att provet kan ha utsatts för upphettning/rostning. Provet har vissa likheter med Ho101:4:1c.

Provnr.	Anl. typ	Anl. nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
So110:6	Varp/Rost	So110	Ur röda lagret (Lager 5) längre söderut än prov So110:5.	Profil 14	Kemiprova	Totalkemisk analys

Totalkemi av 39,1 g material		
Elem.	TS	So110:6
SiO <sub>2</sub>	wt%	98,3
TiO <sub>2</sub>		0,0394
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,175
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		5,50
MnO		0,0168
MgO		<0,02
CaO		<0,09
Na <sub>2</sub> O		<0,05
K <sub>2</sub> O		<0,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,0181
LOI		-0,1
S:a		104
Be	ppm	<0,6
Sc		<1
V		17,3
Cr		20,1
Co		2,27
Ni		8,29
Cu		22,5
Zn		<4
Ga		8,50
Rb		2,90
Sr		6,34
Y		3,62
Zr		72,7
Nb		1,18
Mo		<2
Ba		9,33
La		12,8
Ce		35,6
Pr		2,37
Nd		7,81
Sm		1,55
Eu		0,271
Gd		1,34
Tb		0,175
Dy		0,854
Ho		0,137
Er		0,341
Tm		<0,1
Yb		0,301
Lu		0,0486
Hf		1,38
Ta		0,0927
W		86,9
Th		1,92
U		1,97
As		1,59
Cd		<0,02
Hg		<0,02
Pb		15,5
S		<200

**Provbeskrivning:** Totalkemisk analys och makroskopisk undersökning indikerar att provet är en relativt ren kvartsit med ett mindre innehåll av järnoxid.



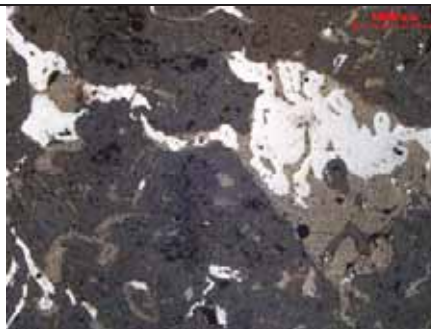
So110:6  
Provets rostfärgade utsida och dess ljusgrå insida (sågad yta).

Varp av kvartsit med lite järnoxid.  
Ofyndigt sidoberg som inte visar tecken på om det är påverkat av rostning eller ej.

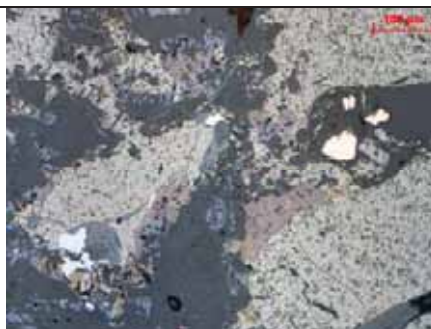
Provnr.	Anl.typ	Anl.nr	Lokalbeskrivning	Ritning	Provtyp	Analysmetoder
Varp2000s	Varp	Varp2000	Nordväst om koboltsmältverket Ho29, hög med skärsten och nasar.	-	Polerprov Kemipro	Optisk mikroskopi Elektronmikrosond Totalkemisk analys

Totalkemi av 37 g material		
Elem.	TS	Varp2000s
SiO2	wt%	31,6
TiO2		0,775
Al2O3		13,9
Fe2O3		47,8
MnO		0,0333
MgO		0,342
CaO		0,156
Na2O		0,364
K2O		1,08
P2O5		0,418
LOI		-5,3
S:a		96,5
Be	ppm	3,61
Sc		9,78
V		249
Cr		206
Co		47900
Ni		4370
Cu		33400
Zn		650
Ga		52,8
Rb		52,6
Sr		48,0
Y		23,6
Zr		189
Nb		14,8
Mo		<2
Ba		242
La		38,9
Ce		78,7
Pr		8,00
Nd		27,7
Sm		5,12
Eu		1,07
Gd		4,77
Tb		0,764
Dy		4,32
Ho		0,88
Er		2,39
Tm		0,374
Yb		2,20
Lu		0,333
Hf		3,55
Ta		1,08
W		27,3
Th		9,54
U		3,30
As		1370
Cd		<0,04
Hg		<0,02
Pb		399
S		70000

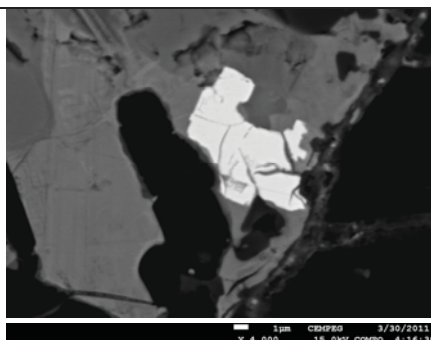
**Provbeskrivning:** Komplex prov med porigt utseende och sliror av bl.a. finkorniga grå-gula och blå/rosa sulfidfaser och vit järn-koboltmetall. Även små korn av ren koppar förekommer samt grå sprickfyllningar (troligen Fe-hydroxid eller Fe-oxid). Mörkgrå mellanmassa är troligen restsmälta.



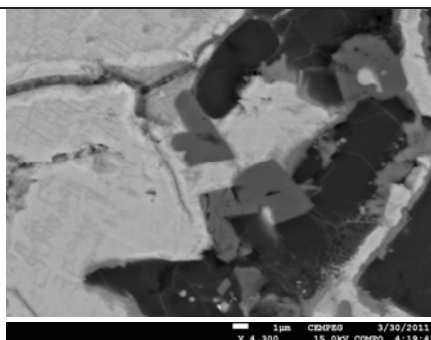
Varp2000s 01  
De ljusa metallslirorna består av järn och kobolt (Fe-81%, Co-19%), medan de gryniga brun-gula slirorna domineras av järn och svavel (Fe-61%, S-38%, Cu-1%). Den mörkgrå mellanmassan har en genomsnittlig sammansättning på O-48%, Si-29%, Al-14%, K-4%, Fe-3%, Ti-1% och Na-1% och ses innehålla bl.a. kvarts.



Varp2000s 02  
Ljust röd-gula korn (höger i bild) består av ren metallisk koppar. Brun-rosa faser består av Cu-54%, S-28% och Fe-18%, vilket ungefär motsvarar mineralet bornit. Ljusgrå metall med järn och kobolt har här proportionerna Fe-78%, Co-22%. Intilliggande grå fas (rost?) innehåller Fe-56%, O-29%, Co-11% och As-4%.



1A9 Mikrosondbild  
Ett ljus korn visade sig ha sammansättningen Pb-65%, Ni-24%, S-9% och Fe-2%.



1A10 Mikrosondbild  
Mycket små mängder av spinellmineral nära hercynitsammansättning (Fe-32%, S-1%, Si-2%, Al-29%, O-36%) ses som grå kantiga korn mitt i bild.

Troligen del av skärsten från koboltsmältningen.



UPPSALA  
UNIVERSITET

Uppsala 2011-03-18

Kalmar läns museum  
Veronica Palm  
Box 104  
391 21 KALMAR

Angströmlaboratoriet  
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:  
Angströmlaboratoriet  
Lägerhyddsvägen 1  
Rum 4143

Postadress:  
Box 529  
751 20 Uppsala

Telefon:  
018 – 471 30 59

Telefax:  
018 – 55 57 36

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

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

**Resultat av  $^{14}\text{C}$  datering trä och träkolsprover samt näver från Gladhammars gruvor, Västerviks kn, Kalmar län, SM.**

Förbehandling av träkol och liknande material:

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

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

**RESULTAT**

Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ VPDB	$^{14}\text{C}$ ålder BP
Ua-41292	Ho 101:4:3	-22,7	336 ± 30
Ua-41293	Ho 101:7:4	-27,0	324 ± 30
Ua-41294	Ho 105:1:2	-30,7	314 ± 30
Ua-41295	Ho 105:5:1	-26,2	310 ± 30
Ua-41296	Ho 114:1	-26,2	345 ± 30
Ua-41297	Ho 116:2	-21,9	370 ± 34
Ua-41298	Ho 127:2 *	-24,9	144 ± 32
Ua-41299	Ho 135:1	-25,6	329 ± 30
Ua-41300	Ho 135:2	-25,1	449 ± 33
Ua-41301	Ho 137:2	-26,8	346 ± 30
Ua-41302	Ho 141:4	-22,9	388 ± 30
Ua-41303	Ho 143:1	-26,1	307 ± 30
Ua-41304	Ho 144:1	-25,8	322 ± 30
Ua-41305	Ho 153:1	-26,4	336 ± 32
Ua-41306	Ho 154:1	-25,3	310 ± 30
Ua-41307	Ho 156:1	-25,2	244 ± 30
Ua-41308	Ho 160:4	-24,6	350 ± 33
Ua-41309	Ho 160:5	-27,4	308 ± 30
Ua-41310	Ho 163:1	-24,0	312 ± 30
Ua-41311	So 110:1	-26,2	301 ± 30
Ua-41312	So 110:4	-21,4	386 ± 37

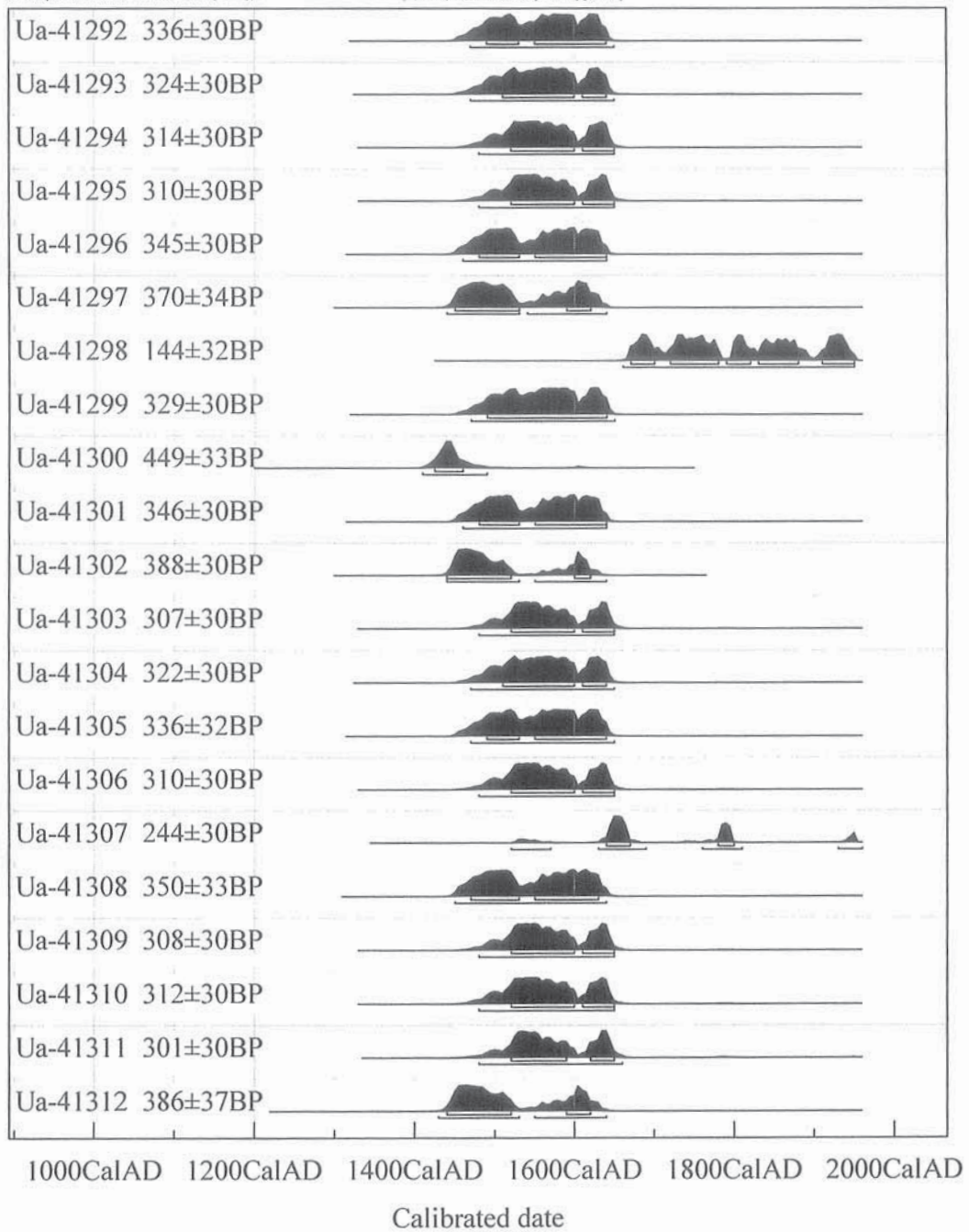
\* Fraktion SOL har daterats.

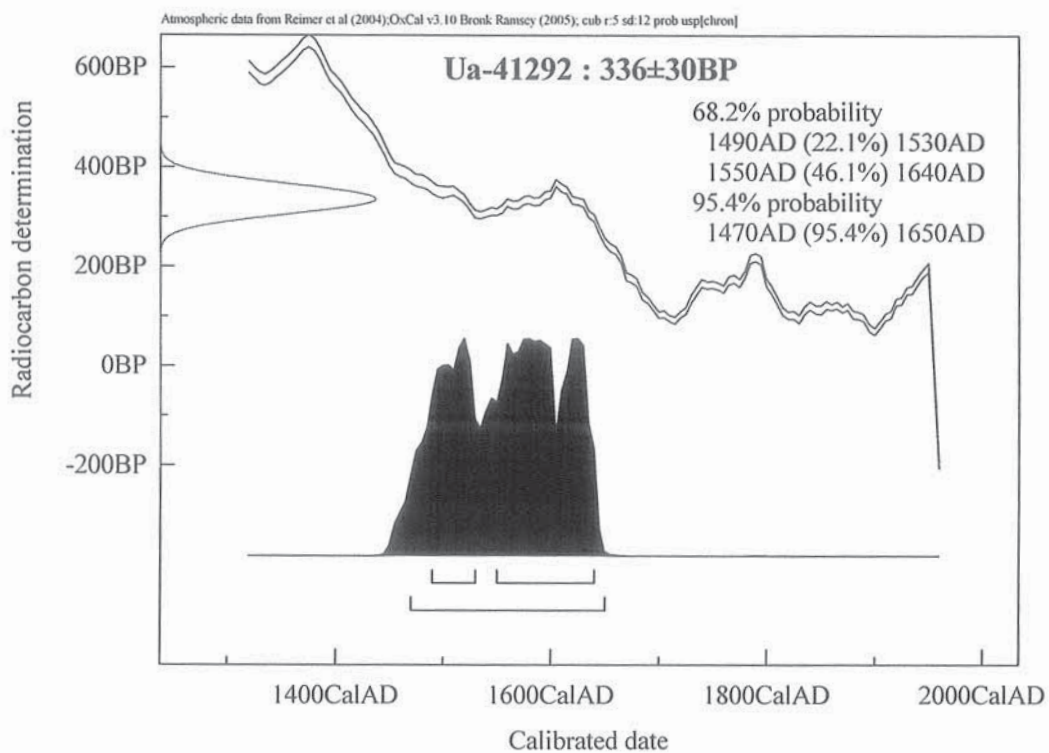
Med vänlig hälsning

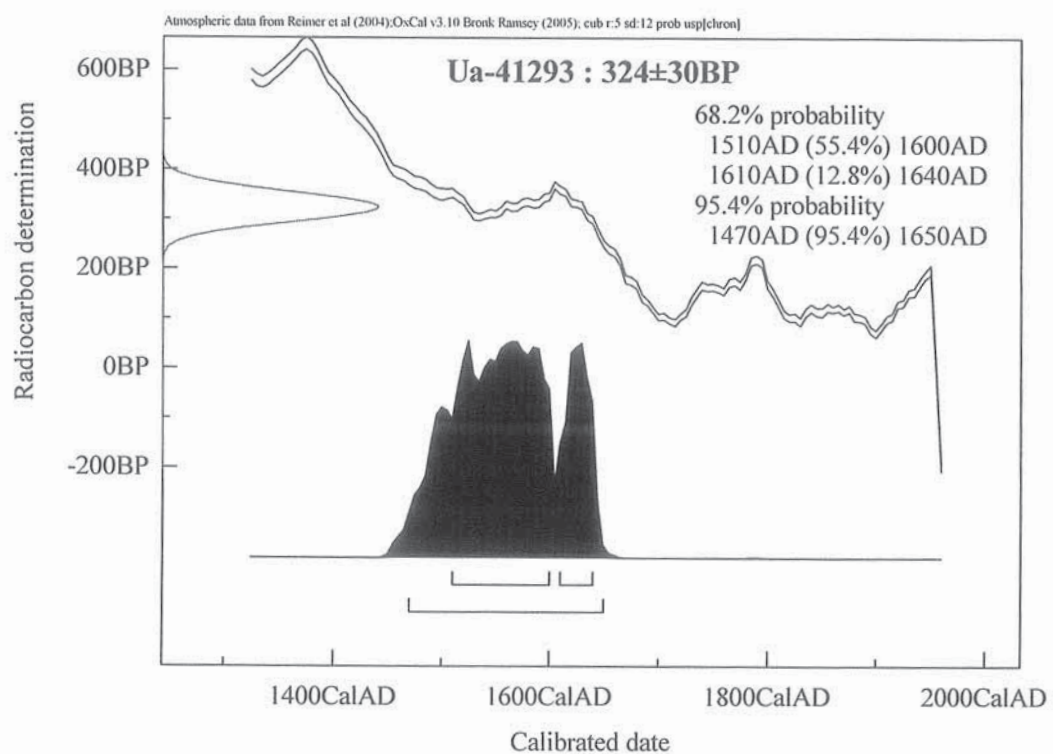
Göran Possnert/Ingela Sundström

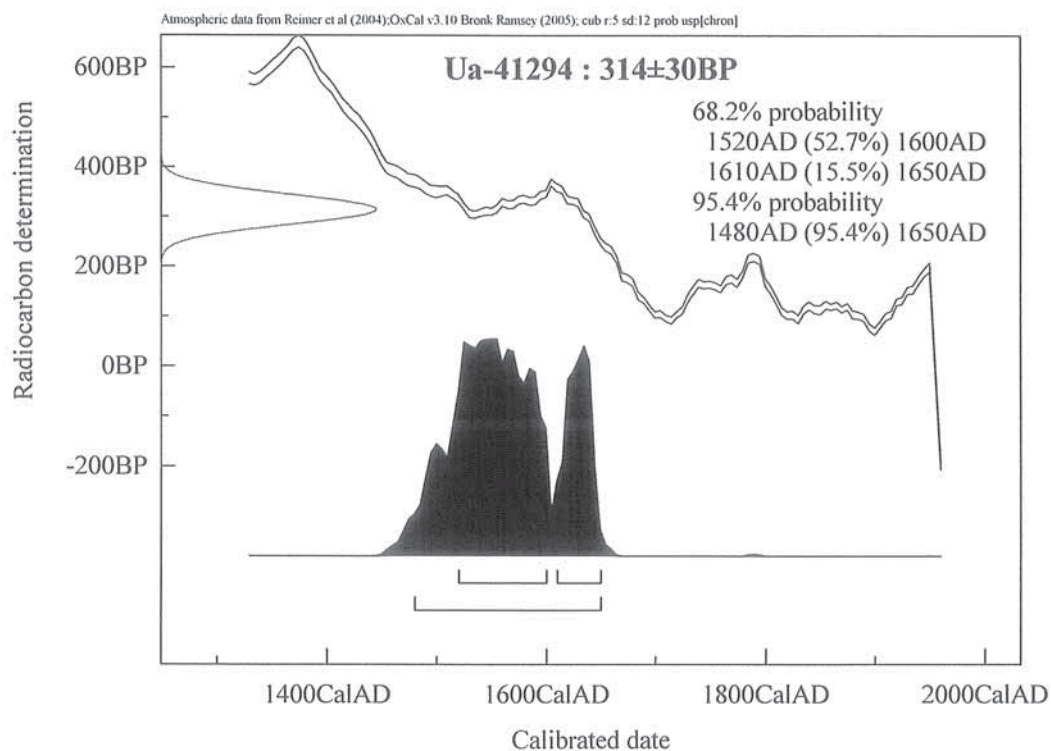


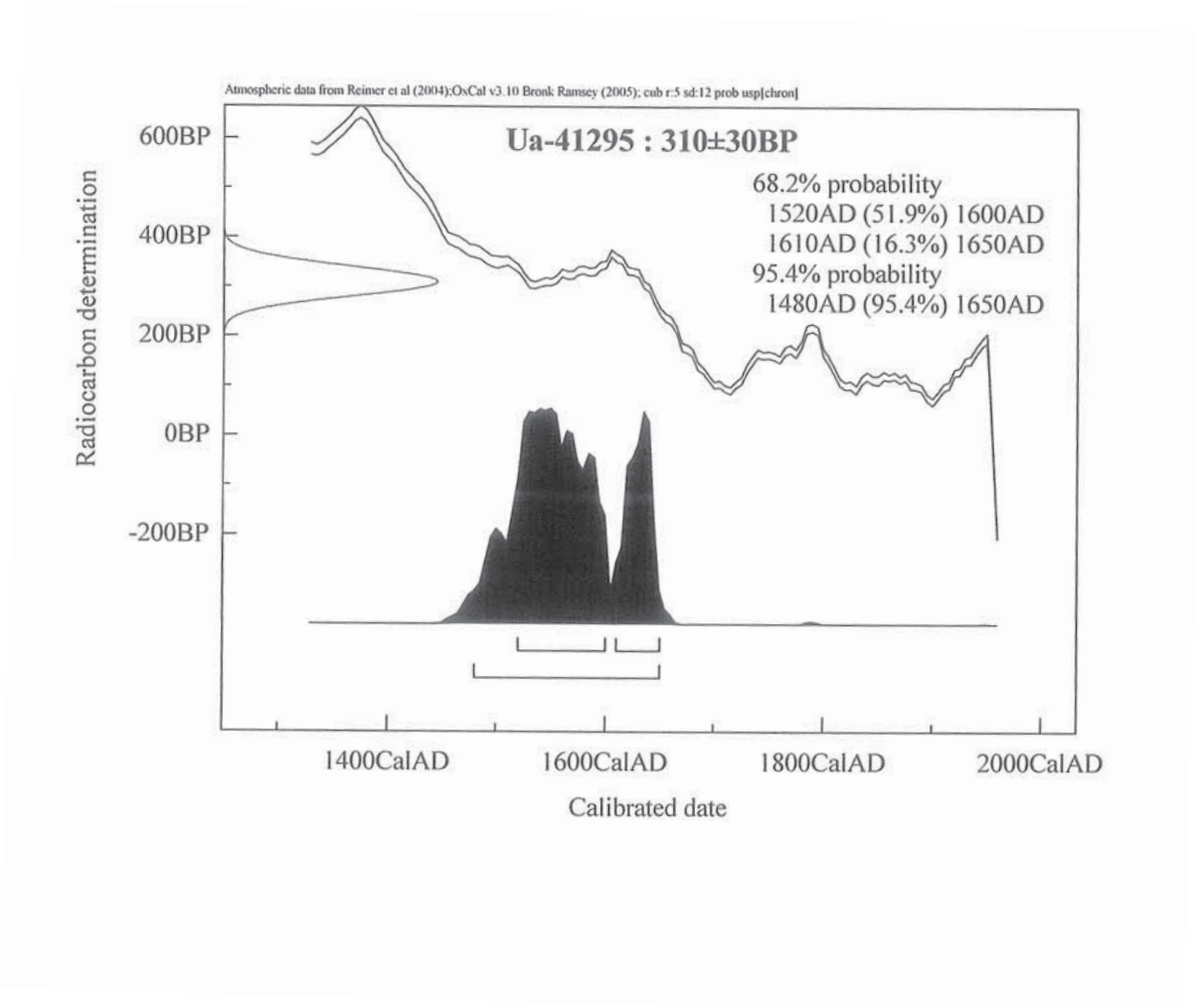
Atmospheric data from Reimer et al (2004), OxCal v3.10 Bronk Ramsey (2005); cub r:5 sd:12 prob usp[chron]

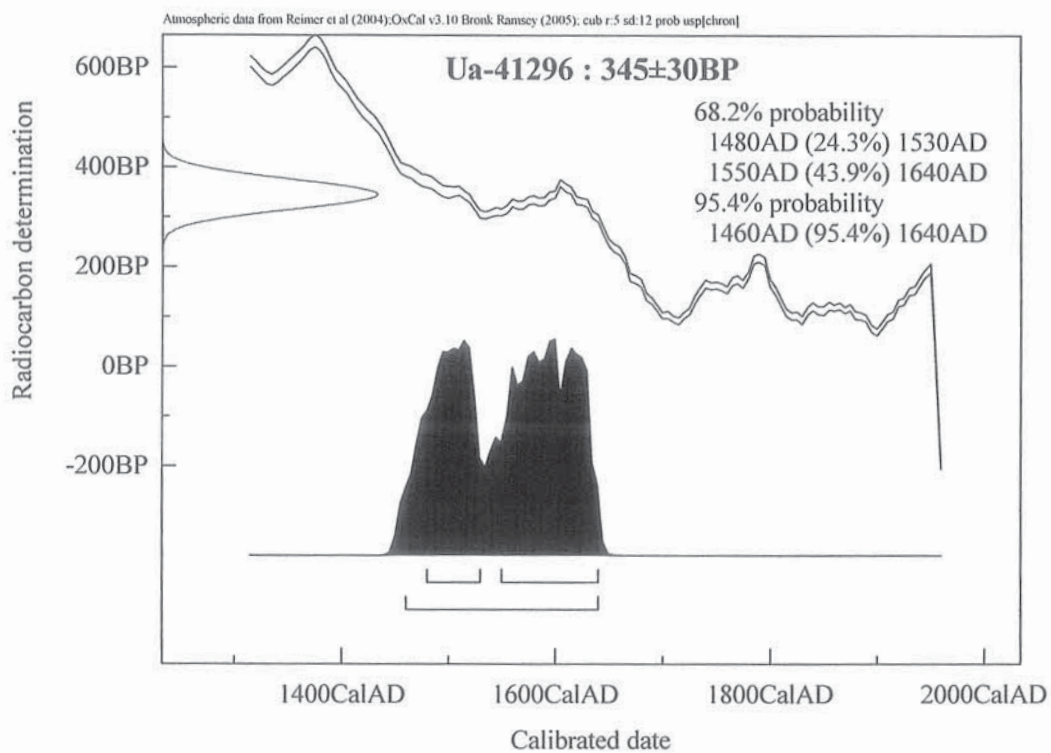


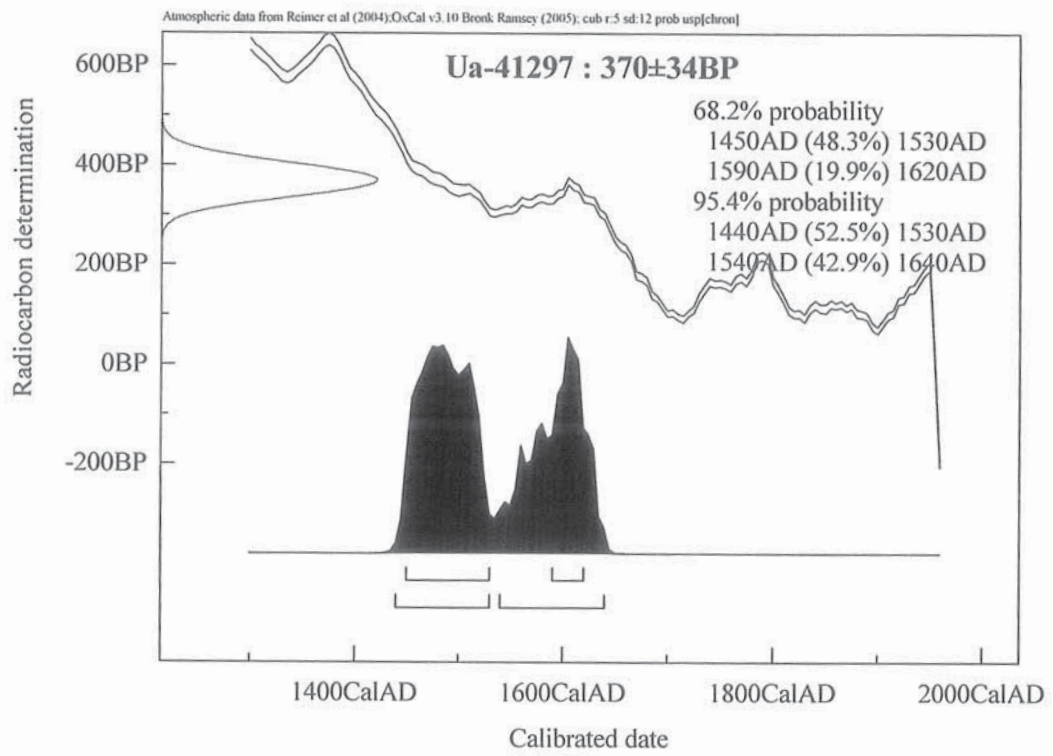


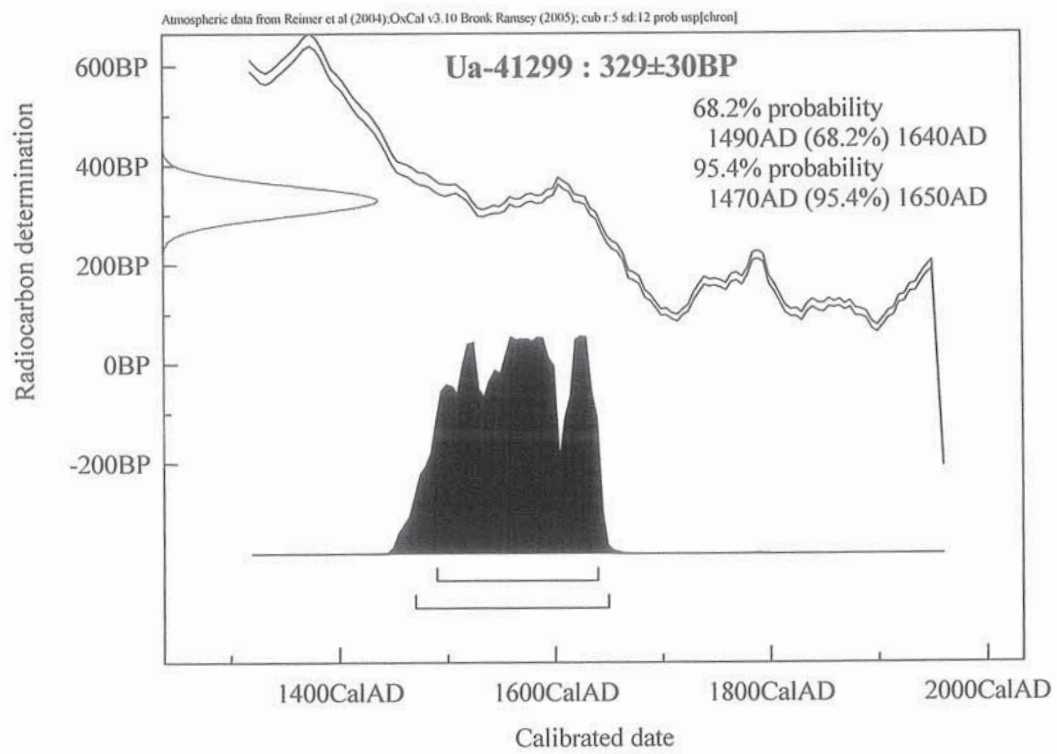


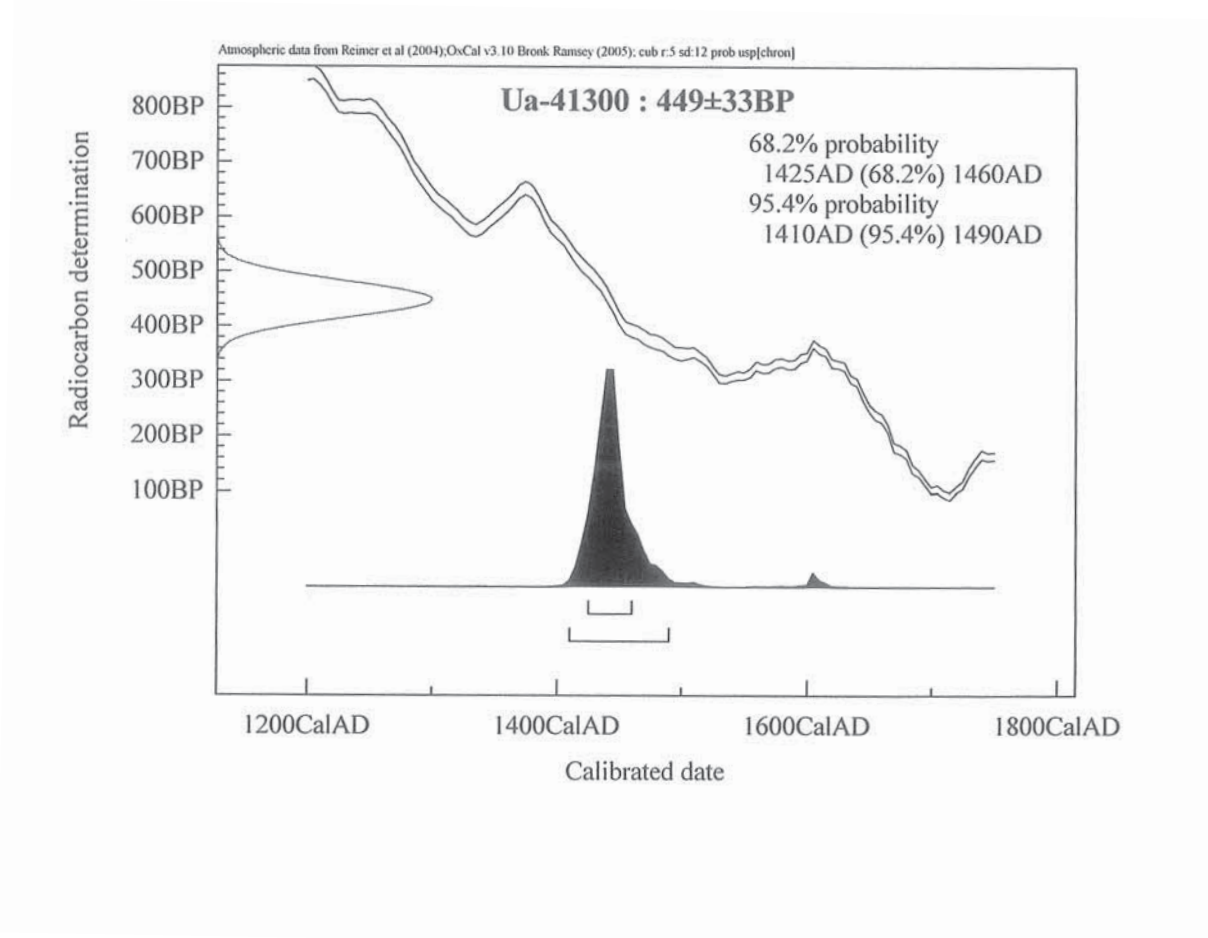


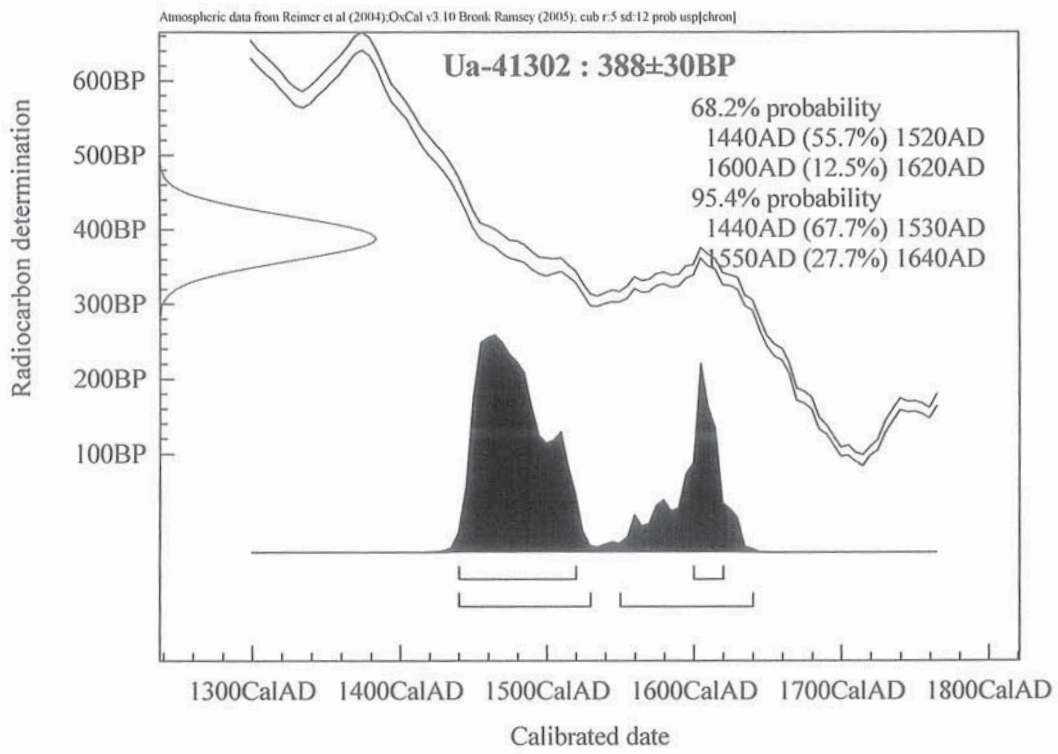


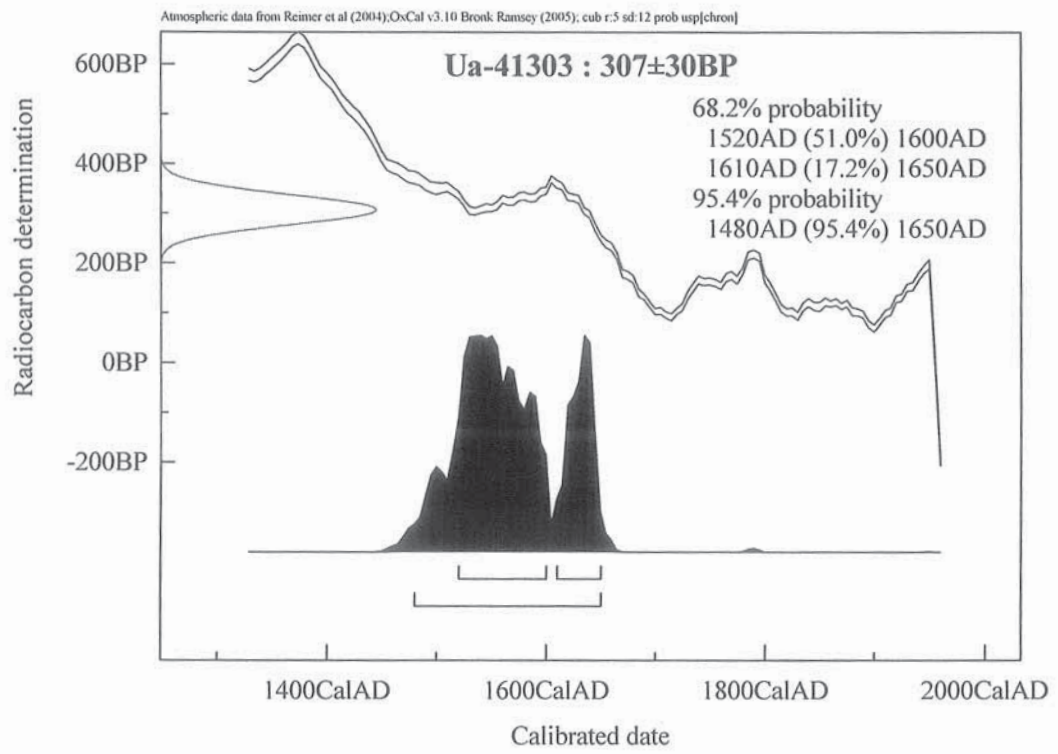


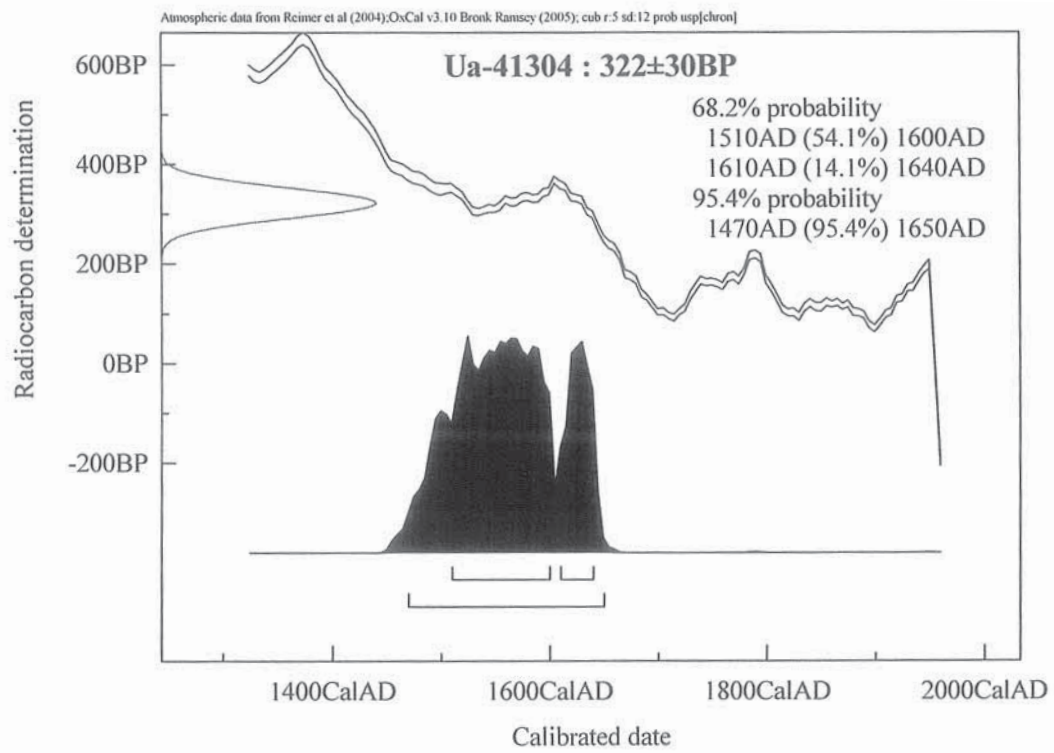


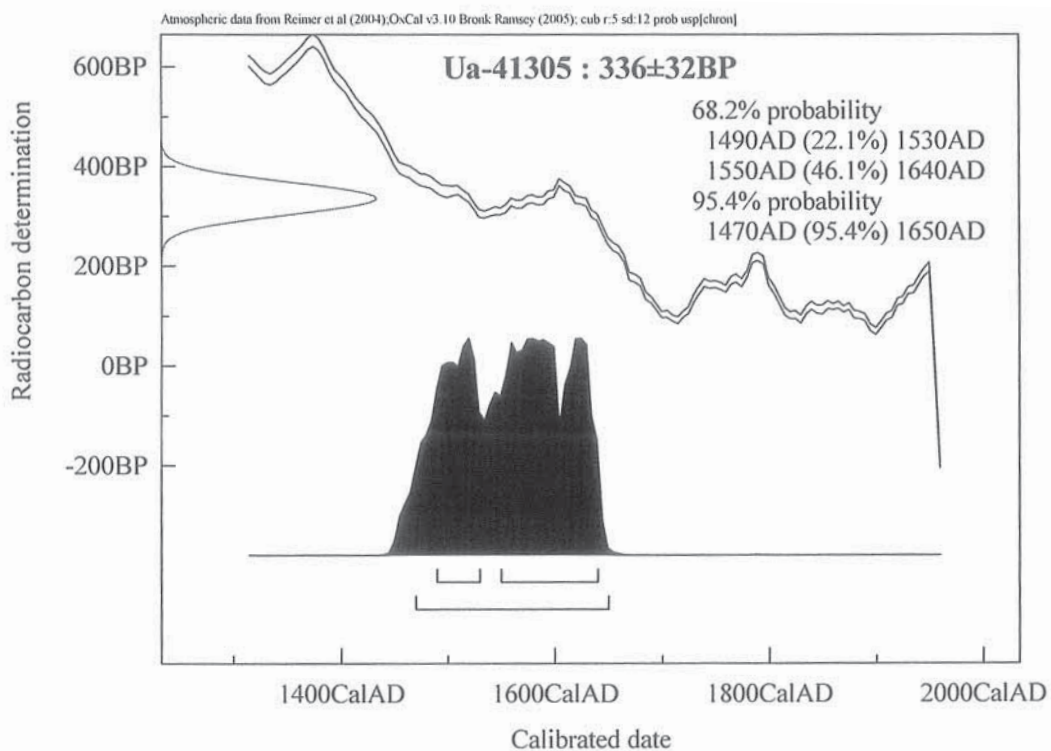


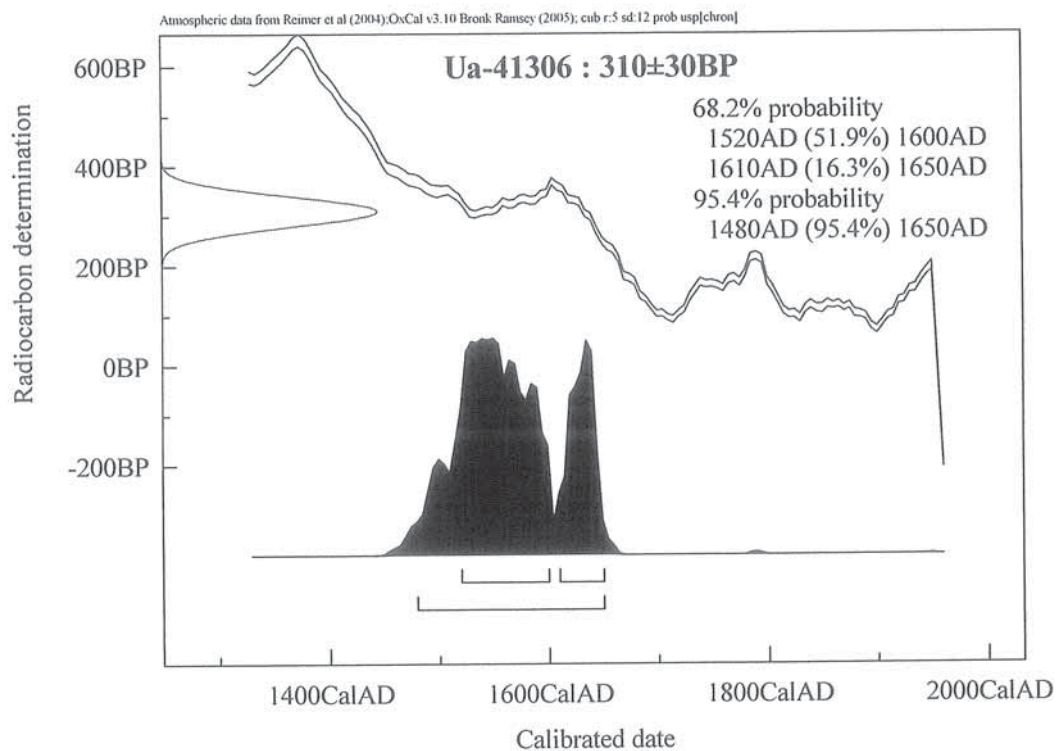


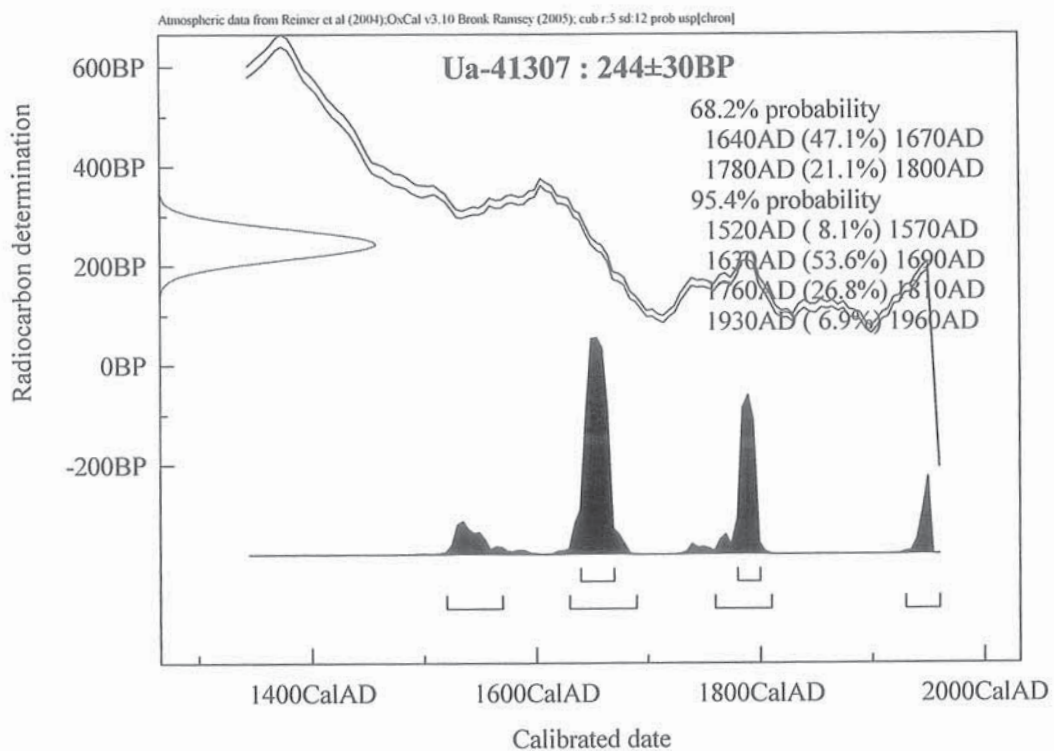


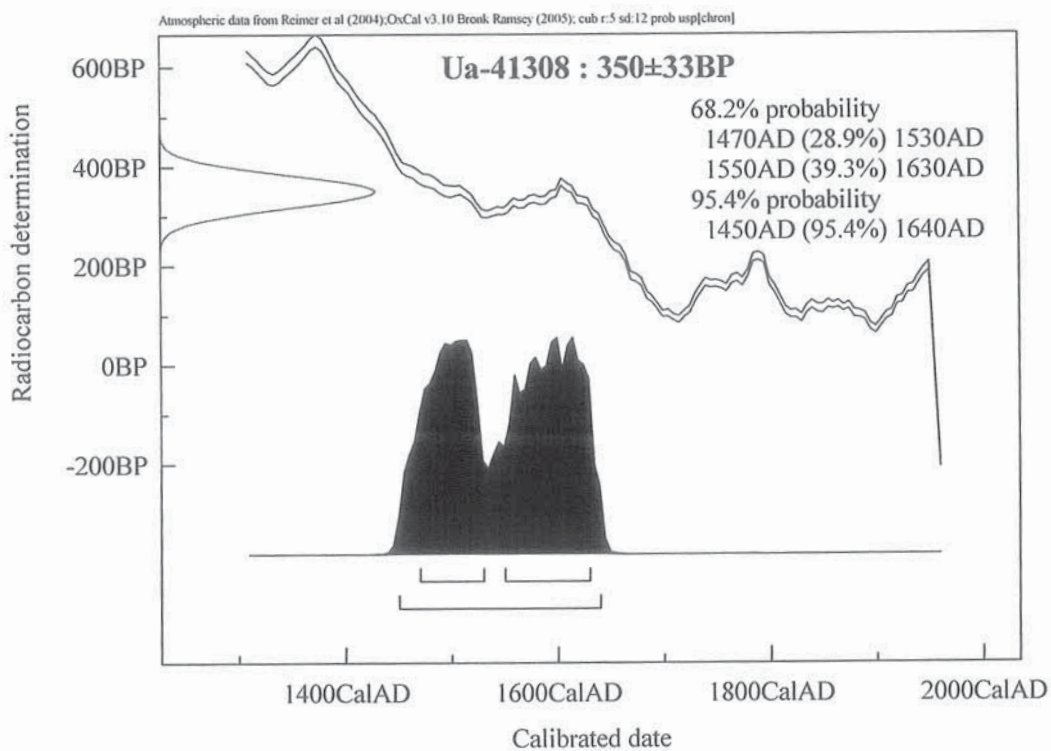


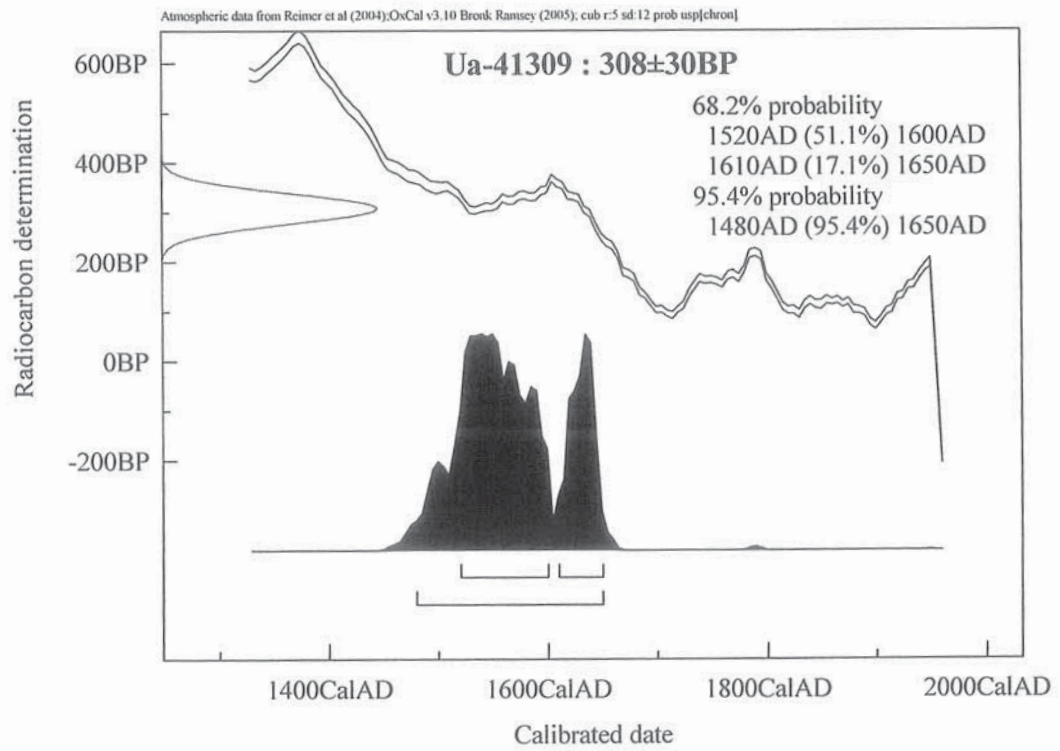


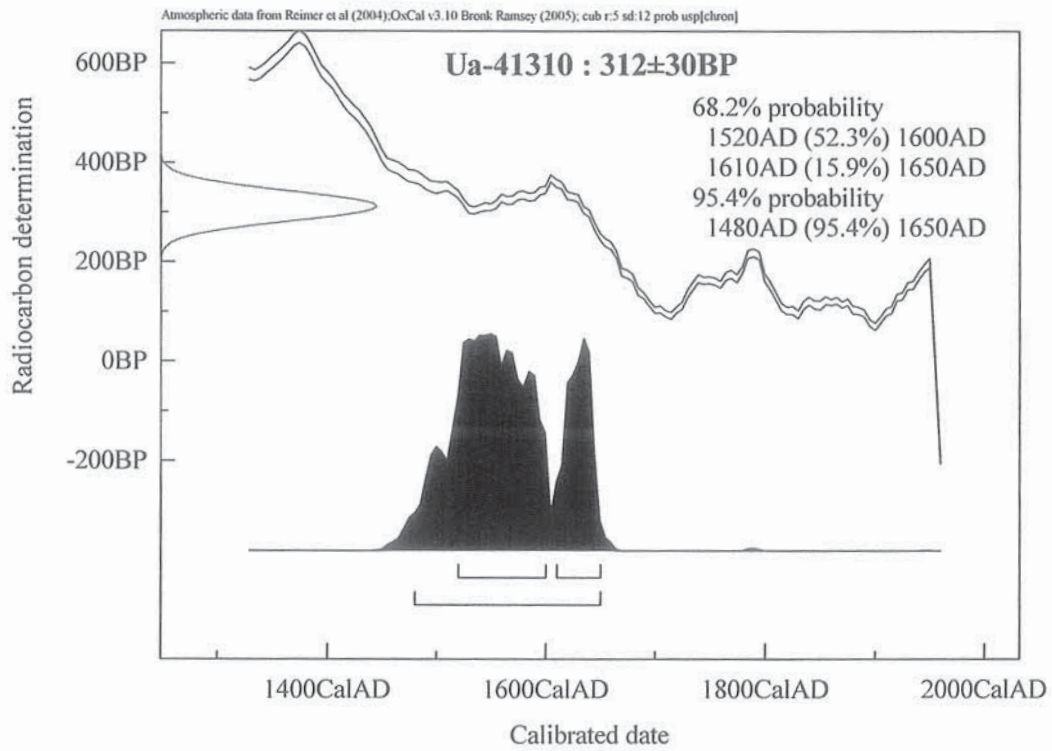


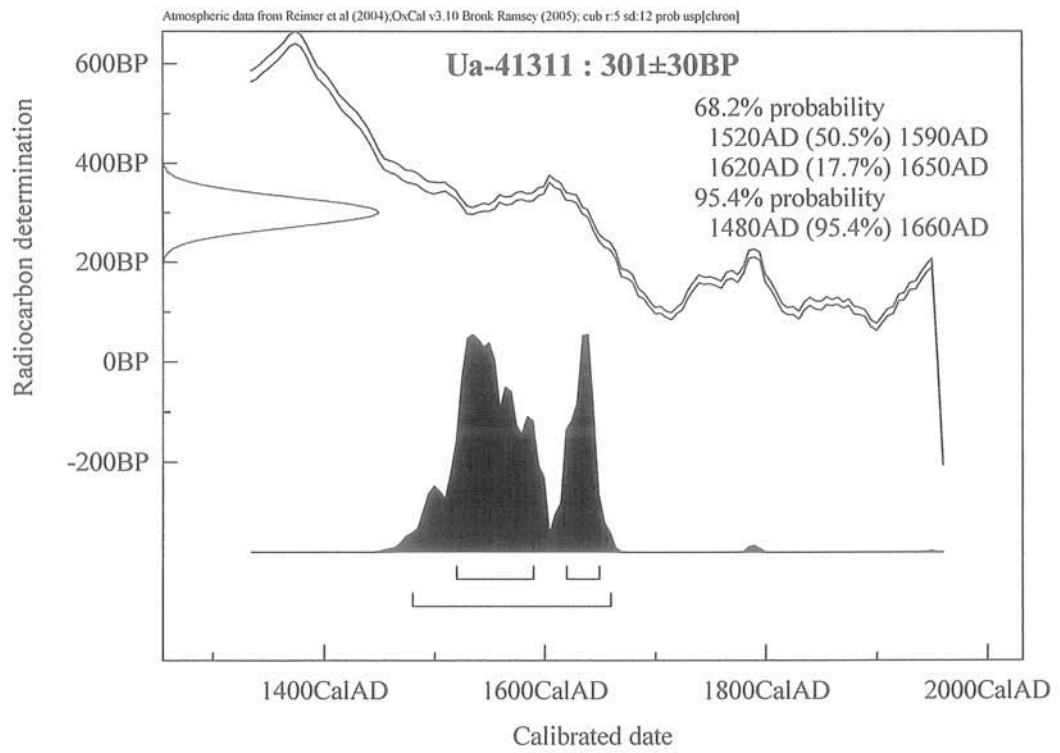


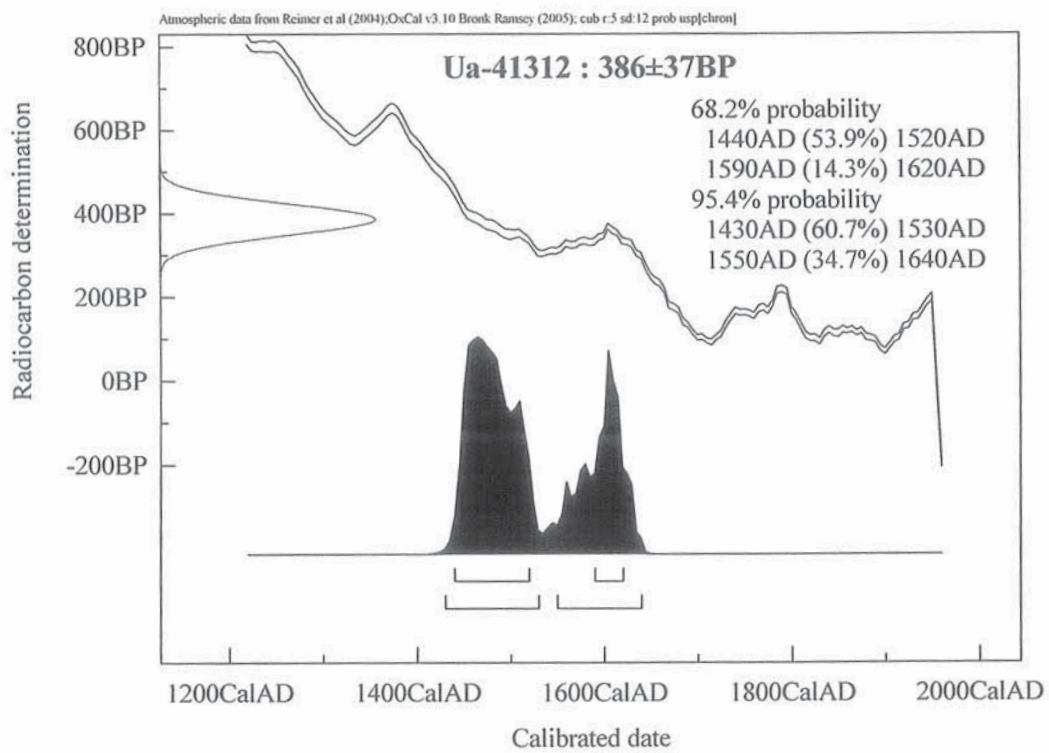














UPPSALA  
UNIVERSITET

Angströmlaboratoriet  
Tandemlaboratoriet

Göran Possnert

Besöksadress:  
Angströmlaboratoriet  
Lägerhyddsvägen 1 Rum 4143

Postadress:  
Box 529  
751 20 Uppsala

Telefon:  
018 — 471 30 59

Telefax:  
018— 55 57 36

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

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

Uppsala 2011-02-04

Ulf Segerström  
hist. för skogens ekologi och skötsel  
SLU  
901 83 UMEÅ

Resultat av  $^{14}\text{C}$  datering frystorkat sediment från Västervik.Småland.

Förbehandling av sedimentprover:

Begreppet sediment är naturligtvis inget väldefinierat begrepp utan kan utgöra allt från silt till gyttja etc. Följande kemischema kan ändå anses vara det normala vid samtliga provtyper.

1. Mekanisk borttagande av makrofossil, som många situationer i sig själva företrädesvis bör användas för dateringen.
2. 1 % HCl tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten)(karbonat bort).
3. 1 % NaOH tillsätts (8-10 timmar, under kokpunkten). Löslig del fälls med konc. HCl, tvättas och torkas och benämns fraktion SOL. Denna utgörs främst av humusmaterial. Olösliga delen tvättas, torkas och benämns fraktion INS.

Omlagring etc. som har med den geologiska contexten att göra måste diskuteras separat vid utvärderingen av erhållna  $^{14}\text{C}$ -resultat.

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

## RESULTAT

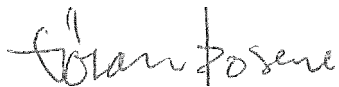
Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C}$ Yoo VPDB	$^{14}\text{C}$ ålder BP
Ua-41085	Hyttgölen 40-41	-30,6	1 936 ± 38
Ua-41086	Hyttgölen 55-56	-30,5	1 009 ± 33
Ua-41087	Hyttgölen 65-66	-30,6	1 215 ± 33
Ua-41088	Tjursbosjön 18-19	-29,8	532 ± 32
Ua-41089	Tjursbosjön 29-30	-29,1	897 ± 32
Ua-41090	Tjursbosjön 40-41	-29,3	1 178 ± 33

Med vänlig hälsning

Göran Possnert/Ingela Sundström

RESULTAT			
Labnummer	Prov	$\delta^{13}\text{C} \text{ ‰ VPDB}$	"C ålder BP
Ua-41888	Hyttgölen 36-37 (bark)	-26,4	133 ± 30
Ua-41889	Hyttgölen 3738 (mossa/trä)	-24,4	188 ± 30
11a-41890	Hyttgölen 45-46 (bark)	-25,5	185 ± 30
Ua-41891	Hyttgölen 52-53 (näckrosfrö)	-26,8	681 ± 30
Ua-41892	Hyttgölen 114-116 (sediment)	-31,0	2 043 ± 30
	71-33 (makro).		107,9 ± 0,4 1914
	29131 (makro)		110,4 ± 0,4 1914
	11a-41891 (makro)		110,4 ± 0,4 1914

Med vänlig hälsning



Göran Possnert/Ingela Sundström



LUND UNIVERSITY

 DEPARTMENT OF QUATERNARY GEOLOGY  
 KVARTÄRGEOLOGISKA AVDELNINGEN  
 HANS LINDERSON


29 April 2011

 Nationella Laboratoriet för Vedanatomi och Dendrokronologi, rapport nr 2011:19  
 Hans Linderson

**DENDROKRONOLOGISK ANALYS AV VIRKE FRÅN  
 MARKANLÄGGNINGAR VID GLADHAMMARS GRUVOR, KALMAR LÄN**
**Uppdragsgivare:** Kalmar Läns Museum, Veronika Palm, Box 104, 391 21 Kalmar

**Område:** Västervik Kn **Prov nr:** 61432-449 **Antal Sågprover:** 18-1

**Dendrokronologiskt objekt:** Gladhammars gruvor prover enligt provlista.
**Information:**

\* Prover som inte har debiterats (saknat förutsättningar för en lyckad dendrokronologisk datering)

\*\* Dendrokronologiska enhetsgrupper. Träden har sannolikt vuxit på samma ståndort.

**Resultat:** tabell 1

CATRAS Dendro nr:	Anl: Prov Ho	Träd slag	Antal år ; 2 radier om ej annat ang	Splint (Sp) Bark (B) Vank. (W)	Datering av yttersta årsring i provet	Beräknat Fällningsår E(Efter) V(vinterhalv-året)	Dendro-kronologisk Enhetsgrupp **
61432	101:A	Tall	*17	Ej W	Ej daterat	-	
61433	101:2:3	<b>Björk</b>	*26	B	Ej daterat	-	
61434	101:2:4	<b>Asp</b>	*kasserad	Ej W			
61435	101:2:3:10	Tall	43;1	Ej W	Ej daterat	-	
61436	106:2		Saknas				
61437	120:1	Tall	58;3	Nära sp	1517	<b>1580 ± 20</b>	
61438	130:1	Tall	*21	Nära W	Ej daterat	-	
61439	133:1	Tall	47	Nära W	Ej daterat	-	
61440	145:1	Tall	28	W	Ej daterat	-	
61441	145:2	Tall	82	Sp 62 nära W	Ej daterat	-	
61442	145:3	Tall	65;3	Sp 55, W	1626	<b>V 1626/27</b>	A
61443	145:4	Tall	*22	Nära W	Ej daterat	-	
61444	149:1	<b>Asp</b>	*kasserad	W			
61445	149:2	Tall	*21:1	ej W	Ej daterat		
61446	152:1	Tall	160;3	Sp 39, ej W	1578	<b>1610 ± 20</b>	A
61447	152:2	Tall	203	Sp 60, nära W	1621	<b>1626 ± 5</b>	A
61448	152:3	Tall	126	Sp 30, ej W	1603	<b>1619 ± 15</b>	A
61449	152:4	Tall	75;3	Sp 52 nära W	1619	<b>1624 ± 5</b>	A

## Kommentarer till den dendrokronologiska analysen

Anläggning 152, timmerbröte, dateras av alla fyra stockar (61446-61449) till **1621-29** om man antar att de är avverkade samtidigt. Detta stärks av att virket har vuxit på ett **gemensamt område**. Prov 61446 kan avvika så mycket att, det kan vara fällt så tidigt som 1590.

Anläggning 145, ränna, dateras med en stock av fyra till **vinterhalvåret 1626/27**. Denna är hämtad från samma område som virket i timmerbröten (anläggning 152). Om anläggningarna har ett samband är därför bästa förslaget till en avverkningssäsong för timmerbröten vinterhalvåret 1626/27.

Anläggning 120, ränna, får den äldsta dateringen i denna undersökning **1560-1600** mest sannolikt är virket avverkat på 1560- eller 1570-talen. Detta virke avviker något från det övriga daterade virket och kan därför ha en annan ståndort.

Anläggningar 101, 106, 130 och 133 har inte varit möjlig att datera, det viktigaste skälet är de fåtaliga årsringarna i proverna. Virket består av virke med mindre dimensioner och är snabbvuxet. Detta tyder på en virkesbrist i området (det finns inga tecken på långtransporterat virke).

---

Hans Linderson

Sölvegatan 12, S-223 62 Lund Tel. +46-46-2227891, 0738-448812

Fax +46-46-2224830

e-mail: [Hans.Linderson@geol.lu.se](mailto:Hans.Linderson@geol.lu.se)

# VEDLAB

*Vedanatomiabbet*

Vedlab rapport 1050

**Vedartsanalyser på material från Småland,  
Västervik kommun, Gladhammars gruvor  
SU 2010.**

# VEDLAB

*Vedanatomilabbet*

Vedlab rapport 1050

2010-12-15

## **Vedartsanalyser på material från Småland, Västervik kommun, Gladhammars gruvor SU 2010.**

### **Uppdragsgivare: Veronica Palm/Kalmar läns museum**

Arbetet omfattar 31 prover kol och trä från undersökningarna av rester efter gruv- och hytt drift vid Gladhammars gruvor i Västervik inför en miljösanering. Inom områdena fanns ett flertal lämningar med anknytning till gruvdrift och vidare bearbetning av malmen. Dateringarna förväntas hamna från 1500-talet och framåt. Vid tidigare gjord förundersökning gjordes också vedartsanalys av drygt 30 prover. Resultaten från den undersökningen finns redovisat i Vedlab rapport 0953.

De prover som analyserades nu vid slutundersökningen gav ett resultat som väl stämmer överens med det från förundersökningen. Tall och gran dominerar i materialet, björk förekommer sparsamt och ek och salix med någon enstaka bit.

De prover som är oförkolnade är alla av gran eller tall. Några innehåller även björknäver.

Två av proverna innehåller kol som är delvis amorft. Amorft kol uppstår vid mycket höga temperaturer som gör att strukturen smälter samman.

Endast ett av proverna visar spår av bearbetning. Det är träbiten från prov 105:5:1 som i ena änden verkar vara snett avkapad med yxa.

Ett av proverna 129:1 innehåller inget analyserbart material. Provet går troligtvis inte heller att datera.

I några prover är provbitarnas årsringar mycket tätvuxna, vilket beror på att tillväxten har varit långsam. T.ex. provbiten från 105:3:4 som har ca 65 årsringar på 3 cm vilket ger en årsringstjocklek på 0,5 mm. Tunna årsringar är vanliga på äldre träd, för tall, över 200 år.

Ur materialet har jag plockat det som jag ansett lämpa sig bäst för datering med tanke på egenålder. Eftersom många av proverna innehåller tall och gran så får man ändå räkna med att egenåldern kan ställa till en del problem vid tolkning av dateringsresultaten.

De prover som man kan förvänta sig ha låg egenålder är 101:7:4, 105:1:2, 114:1, 141.4, 143:1, 153:1 och 154:1.

*Hoppas ni är nöjda med arbetet!*

Erik Danielsson/VEDLAB  
Kattås  
670 20 GLAVA  
Tfn: 0570/420 29  
E-post: vedlab@telia.com  
www.vedlab.se

## Analysresultat Holländarefältet

Anl.	ID	Anläggnings- typ	Prov- mängd	Analyserad mängd	Trädslag	Utplockat för <sup>14</sup> C-dat.	Övrigt
101:4	101:4:3	Rost	19.4g	12 bitar	Gran 1 bit Tall 10 bitar	Gran 2.2g	Gran trä Tall kol (delvis amorft)
101:7	101:7:3	Rost	47.4g	41.5g 8 bitar	Tall 8 bitar	Tall 494mg	Kol
101:7	101:7:4	Rost	45.3g	39.2g 19 bitar	Björk 8 bitar Gran 2 bitar Tall 9 bitar	Björk 1.0g	Kol
105	105:1:2	Rost	18.2g	10.7g 9 bitar	Tall 1 bit Tallbark 5 bitar Björknäver 3 bitar	Björknäver 509mg	Trä
105	105:2:2	Rost	15.8g	7.4g 10 bitar	Tall 10 bitar	Tall 56mg	Kol
105	105:3:4	Rost	5.5g	5.4g 1 bit	Tall 1 bit	Tall 22mg Från ”yttre” delarna på biten	Kol tätvuxen 65 årsringar på ca 3 cm.
105	105:5:1	Rost	69.9g	69.9g 1 bit	Tall 1 bit	Tall 1.5g	Halvt förkolnad Kapad med yxa
105	105:7:2	Rost	9.7g	9.7g 1 bit	Tall 1 bit	Tall 1.8g	Trä
106	106:1	Rost	991g	543g 2 bitar	Gran 1 bit Tall 1 bit	Gran 1.0g	Trä Gran rundvirke 6- 8 cm
106	106:2	Rost	46.1g	4.5g 1 bit	Tall 1 bit	Tall 1.6g	Trä
114	114:1	Rost	9.9g	2.0g 6 bitar	Björk 1 bit Ek 2 bitar Tall 3 bitar	Björk 355mg	Kol
116	116:1	Ränna	163g	6.2g 1 bit	Tall 1 bit	Tall 5.5g	Trä
116	116:2	Ränna	132g	3.2g 1 bit	Gran 1 bit	Gran 3.2g	Trä
127	127:2	Husgrund	10.0g	2.6g 2 bitar	Tall 2 bitar	Tall 875mg	Trä
129	129:1	Rost	9.5g	-	-	-	Inget analyserbart
134	134:1	Vattenränna	166.9g	166.9g 1 bit	Tall 1 bit	Tall 3.6g	Trä
135	135:1	Smedja	26.9g	5.2g 6 bitar	Gran 6 bitar	Gran 783mg	Kol
135	135:2	Smedja	5.5g	4.2g 8 bitar	Tall 8 bitar	Tall 300mg	Trä
137	137:2	Ränna	55.1g	31.2g 5 bitar	Tall 5 bitar	Tall 957mg	Kol/Trä
141	141:2	Rost	15.4g	14.1g 5 bitar	Tall 5 bitar	Tall 4.0g	Kol/Trä
141	141:4	Rost	8.5g	8.1g 7 bitar	Tall 7 bitar	Tall 2.0g (gren)	Kol/Trä
143	143:1	Rost	0.7g	0.7g 2 bitar	Björk 1 bit Tall 1 bit	Björk 52mg	Kol
144	144:1	Rost	1.5g	0.3g 2 bitar	Tall 2 bitar	Tall 112mg	Kol
153	153:1	Rost	213.5g	102.9g 3 bitar	Tall 1 bit Björknäver 1 bit Tallbark 1 bit	Björknäver 1.5g	Kol/Trä
153	153:2	Rost	158g	158g 1 bit	Ek 1 bit	Ek 276mg	Trä
154	154:1	Rost	25.3g	6.6g 7 bitar	Tall 6 bitar Salix 1 bit	Salix (kvist) 170mg	Kol Delvis ”amorft”
156	156:1	Rost	28.2g	28.2g 1 bit	Tall 1 bit	Tall 3.6g	Trä
160	160:4	Dagbrott	145.4g	1.6g 4 bitar	Tall 4 bitar	Tall 137mg	Kol
160	160:5	Dagbrott	155.7g	4.7g 6 bitar	Gran 5 bitar Tall 1 bit	Gran 1.2g	Kol
163	163:1	Dagbrott	7.3g	7.3g 2 bitar	Tall 2 bitar	Tall 603mg	Kol

## Analysresultat Hyttan

Anl.	ID	Anläggnings- typ	Prov- mängd	Analyserad mängd	Trädslag	Utplockat för <sup>14</sup> C-dat.	Övrigt
3	3:2	Rosthus	57.1g	20.9g 5 bitar	Tall 5 bitar	Tall 835mg	Kol

## Analysresultat Solbergsfältet

Anl.	ID	Anläggnings- typ	Prov- mängd	Analyserad mängd	Trädslag	Utplockat för <sup>14</sup> C-dat.	Övrigt
110	110:1	Rost	29.9g	27.7g 3 bitar	Tall 3 bitar	Tall 644mg	Kol
110	110:4	Rost	94.0g	89.8g 12 bitar	Tall 12 bitar	Tall 1.3g (trä)	Kol/Trä

## De här trädslagen förekom i materialet

Art	Latin	Max ålder	Växtmiljö	Egenskaper och användning	Övrigt
<b>Björk</b> <b>Glasbjörk</b>  <b>Vårtbjörk</b>	<i>Betula sp.</i> <i>Betula pubescens</i> <i>Betula pendula</i>	300 år	Glasbjörken är knuten till fuktig mark gärna i närhet till vattendrag. Vårtbjörken är anspråkslös och trivs på torr näringsfattig mark. Båda arterna är ljuskrävande.	Stark och seg ved. Redskap, asklut, träkol. Ger mycket glöd.	Glasbjörk bildar även underarten Fjällbjörk. Förutom veden har nävern haft stor betydelse som råmaterial till slöjd.
<b>Ek</b>	<i>Quercus robur</i>	500-1000 år	Växer bäst på lerhaltiga muljordar men klarar också mager och stenig mark. Vill ha ljus, skapar själv en ganska luftig miljö med rik undervegetation med tex hassel.	Hård och motståndskraftig mot väta. Båtbygge, stängselstolp, stolpar, plogar, fat. Energirik ved ger mycket glöd.	Ekollonen har använts som grisfoder. Trädet har ofta ansetts som heligt och kopplat till bla Tor. Man talar ofta om 1000-års ekar men de är sällan över 500 år.
<b>Gran</b>	<i>Picea abies</i>	350 år	Trivs på näringsrika jordar. Tål beskuggning bra och konkurrerar därför lätt ut andra arter	Lätt och lös men ganska seg ved. Ofta rakvuxen. Ganska motståndskraftig mot röta. Stolpar golvbrädor störrar lieskaft, korgar	Bark till taktäckning. Granbarr till kreatursfoder
<b>Salix</b> <b>Stort släkte med sälgar, pilar och viden</b>	<i>Salix sp.</i>	60 år	Varierande anspråk vad gäller jordmån. De flesta arter är dock ljusälskande	Mjuk och lätt ved. Dåligt som bränsle och virke.	Barken har använts till garvning.
<b>Tall</b>	<i>Pinus silvestris</i>	400 år	Anspråkslös men trivs på näringsrika jordar. Den är dock ljuskrävande och blev snabbt utkonkurrerad från de godare jordarna när granen kom	Stark och hållbar. Konstruktionsvirke, stolpar, pålar, båtbygge, kärl (ej för mat) taksån, tjärbloss, träkol, tjärbränning	Underbarken till nödmjöl, årsskott kokades för C-vitaminerna. Även som kreatursfoder

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

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

SLUTRAPPORT 2011-04-29

## GEOKEMISKA OCH SKOGSHISTORISKA UNDERSÖKNINGAR VID GLADHAMMARS GRUVOR.

**Ulf Segerström**, Inst. för skogens ekologi och skötsel, SLU, S-901 83 Umeå. Tel. 090-7868313. [ulf.segerstrom@slu.se](mailto:ulf.segerstrom@slu.se)

**Jon Karlsson**, Inst. för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet, 901 87 Umeå.

**Anna Berg**, Inst. för skogens ekologi och skötsel, SLU, S-901 83 Umeå

**Richard Bindler**, Inst. för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet, 901 87 Umeå.

### *Målsättningen med projektet*

#### *Metoder*

*Fältarbetet*

*Pollenanalys samt analys av kolpartiklar*

*Geokemiska analyser*

*Principalkomponentanalys*

*Datering med <sup>14</sup>C-metoden*

#### *Resultat*

*Spåren efter bergsbruk, kolning och jordbruk talar sitt tydliga språk*

*<sup>14</sup>C-datering och modellering av djup-ålderkurvor*

*Gruvdriftens och jordbrukets etablering och utveckling vid Gladhammar*

#### *Sammanfattning*

*Odling från de första århundradena av vår tideräkning.*

*Odling och skogsbete från omkring 1000-talet*

*Bergsbruk från omkring 1000-talet*

### *Målsättningen med projektet*

I uppdragsunderlaget framhålls bl. a. att syftet med de skogshistoriska och geokemiska undersökningarna vid Gladhammars gruvor skall vara att ”undersöka de äldsta faserna av gruvdriften samt koppla den till aktiviteter i området”. Vi ska undersöka gruvdriftens etablering och utveckling på platsen, och undersöka t.ex. i vilken mån skogsbruk, kolning och olika agrara verksamheter såsom odling och skogsbete kan spåras och kopplas ihop med gruvverksamheterna. Ett ytterligare syfte, med relevans såväl för arkeologin som för miljövården, är att fastslå i vilken omfattning föroreningar från den äldre gruvdriften belastade miljön i närliggande sjöar och hur denna historiska belastning står i jämförelse med den moderna belastningen. Det är en viktig miljöaspekt för att studera och sätta in den moderna föroreningssituationen i ett historiskt perspektiv.

När de skriftliga källorna är begränsade eller saknas finns i huvudsak tre vägar att gå då man vill undersöka bergsbrukets historia, nämligen arkeologiska undersökningar, skogshistoriska studier med hjälp av pollenanalys, samt sedimentkemiska analyser som avslöjar föroreningar från verksamheten.

För att svara på frågorna om det tidigare resursutnyttjandet och den miljöbelastning det resulterat i, har vi genomfört pollenanalyser, geokemiska analyser (bl. a. tungmetaller och metaller), glödförlustanalys (för att tillsammans med geokemin mäta erosion), analys av

kolpartiklar, analys av magnetisk susceptibilitet samt ålderbestämning med  $^{14}\text{C}$ -analyser i sedimentlagerföljder från två sjöar i området i anslutning till gruvorna.

## **Metoder**

### *Fältarbetet*

Den 16 mars 2010, när isen låg stadig på sjöarna togs kompletta sedimentlagerföljder från Tjursbosjön och Hyttgölen. Geokemiskt ger Tjursbosjön och Hyttgölen svar på delvis olika frågekomplex. Tjursbosjön ligger med sin östra del alldeles nedanför sluttningen från delar av gruvområdet och sjön har varit direkt recipient till utsläpp och läckage från själva gruvområdet. Hyttgölen ligger ca 2 km öster om det stora gruvområdet och har ett mindre avrinningsområde än Tjursbosjön. Dessutom fanns en masugn åtminstone från 1500-talet vid inloppet till Hyttgölen. Resultatet av analyserna från Hyttgölen relaterar sig mera direkt till metallproduktionen samt bearbetningen i hyttorna och utgör därför ett viktigt komplement till analyserna från Tjursbosjön. På samma grunder speglar de två sjöarnas sedimentarkiv den agrara och skogshistoriska utvecklingen på något olika sätt; den mindre Hyttgölen avspeglar främst närområdet kring sjön och längs bäcken som rinner in till sjön; Tjursbosjön däremot ger oss till detta också en mera regional bild av hur skogarna och deras exploatering sett ut.

Tjursbosjön (51 m över havet) är en relativt stor sjö (c. 119 ha) med ett största vattendjup omkring 26 m. Vi valde att ta sedimentlagerföljden i den östra delen av sjön närmast nedanför gruvområdet och där vattendjupet är 17,4 m i en mindre bassäng som har en ackumulationsbotten. Det är framför allt två fördelar med valet av den platsen för provtagningen. Det lägre vattendjupet gjorde provtagningen mindre komplicerad och vi kunde därmed säkerställa ett bra resultat av själva provtagningen, och vidare, denna del av sjön ligger omedelbart nedanför gruvområdet, dvs. nära gruvan och vi förväntade oss att effekter på markens ytskikt såsom erosion samt eventuella utsläpp av föroreningar skulle ha avsatt spår i sjöns sediment. Sedimentprovtagningen gjordes med en så kallad "Rysk borrh" med 1 m lång och 8 cm bred kanna som vi med hjälp av förlängningsbara stänger manövrerade från isen<sup>1</sup>. På detta sätt togs en komplett serie av 4 sedimentproppar som sträckte sig från sedimentytan ända ner till 3,4 m sedimentdjup. Gränsen mellan det äldre havssedimentet och det som sedimenterat efter att sjön bildades ligger 2,95 m ner och därmed nådde vi ända ner i det i havssediment som avsattes innan sjön kom till genom isolering från det dåvarande havet för mer än 7000 år sedan. Dessutom togs en parallellserie av två sedimentproppar ner till 1,8 m djup. De halvcylindermåttade sedimentpropparna packades in i plastfolie och aluminiumfolie på bräder för transporten hem till laboratoriet för analyser. För att säkerställa en bra provtagning även av de översta, mycket vattenhaltiga och därför lösa sedimentskikten togs en sedimentpropp från ytan och 30 cm ner med en rörformig HTH sedimentprovtagare<sup>2</sup> för att redan i fält delas upp i 1 cm tjocka prover vardera.

Hyttgölen (28 m över havet) är en liten sjö (c. 7 ha) med ett största vattendjup på c. 2,15 m. I sjöns norra del togs med hjälp av "Rysk borrh" (se ovan) en komplett sedimentlagerföljd om 6 sedimentproppar, från sedimentytan och ner till 4,85 m djup i sedimentet där vi inte kunde komma längre då vi nådde det fasta underlaget. Vi kunde därför inte heller inte komma ner i eventuellt underliggande sediment som bildades då platsen låg under havsytan för c. 4000 år sedan. Emballering och hantering gjordes som ovan.

### *Pollenanalys samt analys av kolpartiklar*

<sup>1</sup> Jowsey, P.C. 1966. An improved peat sampler. *New Phytol.* 65: 245-248

<sup>2</sup> Renberg, I. & Hansson, H. 2008. The HTH sediment corer. *J. Paleolimnol.* 40: 655-659.

För pollenanalyserna i Hyttgölen skars prover ut varannan cm från 5 cm ner till 19 cm, varje cm fortlöpande vidare ner till 60 cm, därefter var femte cm ner till 150 cm djup.

Djupintervallet valdes med utgångspunkt från den nivå (115 cm) där granpollen börjar förekomma i sedimentet (översiktligt och med enkla medel identifierat initialt) vilket i tidigare pollenanalyser från regionen har visat sig motsvara tiden omkring Kr. födelse<sup>3</sup>. Av dessa prover har totalt 33 prover analyserats avseende pollen och kolpartiklar. Urvalet av prover till analys har bestämts fortlöpande med hänsyn till erhållna resultat, så att varje cm analyserats inom vissa partier medan det är glesare mellan analyserna i andra delar av sedimentstratigrafin.

För pollenanalysen i Tjursbosjön togs prover varje cm med början från 3 cm och ner till 50 cm djup och var 5e cm ner till 70 cm. På samma sätt som i Hyttgölen utgick vi från granpollenförekomsten som en lednivå i sedimentet (här ca 65 cm) för att avgränsa de senaste 2000 åren i sedimentet, som bedömdes vara mest intressanta för analys. Av dessa har 36 prover preparerats för analys av pollen och kolpartiklar och urvalet av prover har gjorts enligt samma princip som för Hyttgölen.

Prepareringen av sedimentproverna för pollenanalys har följt standardmetoder<sup>4</sup> med 5 % kaliumhydroxid och därefter acetolys. Proverna från de mera mineralkornsrika partierna av sedimentet har även behandlats med vätefluorsyra för att lösa upp silikaterna. De behandlade proverna, det koncentrerade pollenmaterialet, monterades på objektglas med saffraninfärgad glycerin. På varje preparat räknades minst 500 pollen och procentberäkningarna baserades på totalsumman av pollen från terrestra kärlväxterna. Vid identifieringen av pollentyperna användes särskilda bestämningsnycklar<sup>5</sup> samt en referenspollensamling.

Andelen kolpartiklar som räknats i samband med pollenanalyserna har delats upp i två storleksfraktioner: 50-150 mikrometer samt större än 150 mikrometer.

#### *Geokemiska analyser*

Med röntgenfluorescensspektrometri (XRF) har båda sjöarnas sediment analyserats avseende 26 olika element; i totalt 113 prover (olika djupnivåer i sedimentet) från Tjursbosjön och i 84 prover från Hyttgölen. Häri ingår grundämnen såsom metallerna järn, koppar, bly, zink, samt kalcium, kalium, magnesium och titan m.fl. I särskilda prover, omfattande mellan 70 och 80 prover per sjö, analyserades kvicksilver och glödförlust. Baserat på dessa resultat har ett 15-tal prover ur vardera sjön valts ut för analys av fördelningen av stabila blyisotoper.

#### *Principalkomponentanalys*

De sedimentkemiska analyserna ger upphov till mycket stora dataset med många element, många prover samt över långa tidsperioder. Principalkomponentanalys (PCA) är en metod för att reducera antalet dimensioner i sådana dataset. Metoden transformerar ett stort antal beroende variabler till ett mindre antal oberoende (dvs. icke korrelerade) variabler. I det här fallet använder vi PCA för att hitta viktiga samband mellan vissa ämnen (dvs. hur vissa ämnen grupperas inom en principalkomponent) och framförallt för att söka och sedan visualisera systematiska variationer i sedimentgeokemin över tiden. I PCA:n för respektive

<sup>3</sup> Giesecke, T. & Bennett, K.D. 2004. *J. Biogeogr.* 31: 1523-1548.

<sup>4</sup> Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinson, M.E. 1991. *Pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications. London.

<sup>5</sup> Moore, P.D. et al. 1991. Beug, H.-J. 1961. *Leitfaden der Pollenbestimmung*. Fisher Verlag. Stuttgart

sjö inkluderar vi resultaten för XRF (25 ämnen), kvicksilver och glödförlust – sammanlagt 27 variabler.

### *Datering med <sup>14</sup>C-metoden*

Ur båda sjöarnas sediment skars inledningsvis 3 nivåer vardera ut för <sup>14</sup>C-analys för åldersbestämning vid Ångströmlaboratoriet i Uppsala. Då sedimentet i båda sjöarna har en mycket finpartikulär karaktär och innehåller få makroskopiska växtdelar valde vi att sända in osorterade bulkprover (helprover) för datering. Valet av nivåer gjordes på basis av de resultat från såväl pollen- som XRF-analyserna som vi hade tillgång till i november 2010.

För Hyttgölen har <sup>14</sup>C-dateringarna efter modellering och utvärdering av kronologierna kompletterats med ytterligare 5 prover, av vilka 4 utgörs av makrofossil och ett är bulkprov, för <sup>14</sup>C-analys.

### **Resultat**

#### *Spåren efter bergsbruk, kolning och jordbruk talar sitt tydliga språk*

På samma sätt som människan har lämnat efter sig mera påtagliga spår såsom föremål och lämningar efter konstruktioner har olika aktiviteter också fört med sig att naturmiljön har förändrats; träd har avverkats, skogar har bränts och betats, nya skogstyper har ersatt de som försvunnit, gårdar med åkrar har anlagts, vägar har dragits, vattendrag har dämats och sjöar har sänkts för att nämna några effekter. Samtidigt har människans verksamheter också påverkat miljön på ett mera diffust sätt; markerosionen har ökat, näringsämnen har koncentrerats, föroreningar såsom kolpartiklar, tungmetaller, gifter och andra ämnen har spridits i miljön.

Den kanske främsta indikatorn på bergsbruk är utsläppen av föroreningar såsom metaller och tungmetaller som sprids via luften och vattendragen och ansamlas i sjöarnas bottensediment<sup>6</sup>. Där bildar de ett fortlöpande arkiv över hur föroreningar spridits på platsen genom tiderna.

Kolpartiklar som spridits med vinden eller via vattendragen är en viktig indikator för olika slag av mänskliga aktiviteter. De kan naturligtvis produceras i samband med skogsbränder, men då kolpartiklar plötsligt börjar förekomma i stora halter samtidigt som förändringar i pollenförekomst indikerar odling eller andra större skogsförändringar kan de vanligtvis sättas i samband med någon antropogen händelse. Kolpartiklar kan produceras vid betesbränningar, röjningar, eller odlingar där man också använt eld. Men på en plats som den nu studerade kanske det först och främst handlar om kolning<sup>7</sup>.

Genom pollenanalyserna kan vi få en bild av hur och när skogen lokalt förändrades då man utnyttjade skogsråvaran för olika ändamål i samband med metallproduktionen. Trä behövdes både till kolning och till tillmakning, samt naturligtvis som virke för olika byggnationer. Där skogen avverkades var det naturligt att anlägga odlings- och betesmarker för att täcka de behov som den växande befolkningen runt gruvverksamheten hade. Den agrara verksamheten

<sup>6</sup> Renberg, I., Brännvall, M.-L., Bindler, R., & Emteryd, O. 2002. Stable lead isotopes and lake sediments – a useful combination for the study of atmospheric lead pollution history. *The Science of the total environment* 292:45-54. Elsevier B.V. Amsterdam.

<sup>7</sup> Segerström, U., Berg, A., Pettersson Jensen, I.-M., Bindler, R. & Renberg, I. 2010. Det tidiga bergsbruket i Norberg – nu ännu tidigare. *Skogshistoria och föroreningshistoria kastar nytt ljus över utvecklingen. Med Hammare och Fackla XLI: 201-230. Sancte Örjens Gille.*

avspeglar sig i pollen från de växter som antingen odlades på platsen eller som gynnades av bete, tramp, ökat ljustinflöde och t.ex. ökad kväve- eller fosfatkoncentration i marken.

Glödförlustanalysen, som visar oss hur stor andel av sedimentmaterialet är organogent respektive minerogent, samt förekomsten av lithogena mineraler (jordmineraler) såsom titan och magnesium ger oss en bild av erosionen från fastmarken runt sjöarna och därmed en bild av hur mycket av verksamheterna som ägt rum i närområdet.

#### *<sup>14</sup>C-datering och modellering av djup-ålderkurvor*

Resultaten av <sup>14</sup>C dateringarna (11 st) är redovisade i Tabell 1 och modelleringen av sedimentåldern för Hyttgölen och Tjursbosjön är baserad på 7 respektive 3 dateringar i de två sjöarna och ett nyutvecklat modelleringsprogram<sup>8</sup> för tillämpning inom t.ex. paleolimnologi. Modellen bygger på en iterativ process som tar hänsyn till hela kalibreringsspännvidden för varje daterad nivå. I modellen får man en 'best fit' ålder för varje nivå och minimum- och maximumålder (dvs. osäkerheten med 95 % konfidensintervall). Med hjälp av modellerna kan vi skatta åldern på andra nivåer där andelen pollen och kolpartiklar, metallackumuleringen och tecken på erosion uppvisar sådana förändringar att de kan tolkas i termer av mänsklig aktivitet av något slag. Modellerna visar hur sedimentackumuleringen förändrats över tiden under de senaste 2000 åren i respektive sjö. Särskilt efter 1500-talet har sedimentationen i Hyttgölen ökat påtagligt som ett resultat av ökad erosion från markerna runt Hyttgölen.

I Hyttgölen börjar granpollen förekomma kontinuerligt vid djupet 115-110 cm ner i sedimentet (Figur 1) och i Tjursbosjöns sediment ligger motsvarande nivå på 70-65 cm. Tiden för grankurvans uppgång har i Hyttgölen daterats till omkring Kr. födelse och det är i god överensstämmelse med andra analyser från regionen. Denna nivå utgör därmed en viktig bekräftelse på att djup-åldermodellen är tillförlitlig och kan användas som lednivå för fastläggandet av en kronologi genom respektive sediment.

För nivån 41-40 cm har <sup>14</sup>C-dateringen från Hyttgölen gett resultatet 1936±38 år, dvs. omkring tiden för Kr. födelse. Baserat på resonemanget ovan är dateringen inte rimlig och bedöms därför som felaktig och har inte tagits med i djup-åldermodellen. Orsaken till att provet har fått en så hög ålder beror mest troligt på införsel av eroderat gammalt kol från fastmarken. Tidsmässigt representerar provet en period då aktiviteterna vid och omkring gruvan/hyttan var som störst (1600-1700 talen). Provet är taget ur ett sedimentavsnitt där inlagringen av kolpartiklar är som störst, andelen mineralkorn ökar, likaså ökar magnesium och titan som indikerar att erosionen till sjön påtagligt ökat i takt med det antropogena inflytandet.

I Tjursbosjön har djup-åldermodellen (Figur 2) baserats på tre nivåer som daterats med <sup>14</sup>C-analys. Djupnivån 19-18 cm dateras kalibrerad till AD 1320-1440, 30-29 cm dateras till AD 1040-1210 och slutligen 41-40 cm dateras till AD 770-970 (Tabell 1). Nivån 70-65 cm bör på basis av kurvan för granpollen motsvara tiden omkring Kr.

Vi vill dock här uppmärksamma att datering av bulkprover av sjösediment ibland kan ge upphov till en något för hög ålder som resultat (reservoireffekt/skenbar ålder)<sup>9</sup>. Det var därför

<sup>8</sup> Blaauw, M. 2010. Methods and code for "classical" age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology* 5:512-518.

<sup>9</sup> Possnert, G. 1995. Datering med acceleratörer. Kosmos 1995: 163-179. Svenska Fysikersamfundet.

viktigt att datera ett antal kompletterande prover som bestod av makrofossil som har terrestert ursprung och som kan stärka djup-ålder modellen för Hyttgölen. Men vi vill även påpeka att dateringarna av agrara och geokemiska händelser från de två sjöarna visar en hög grad av överensstämmelse vilket gör det mindre troligt att något av sedimenten skulle uppvisa ett systematiskt fel pga. reservoireffekt.

### *Gruvdriftens och jordbrukets etablering och utveckling vid Gladhammars gruvor*

#### **Hyttgölen**

Den första svaga ökningen av bly i Hyttgölens sediment sker redan vid 95 cm. Denna tid dateras genom skattning med hjälp av djup-ålderkurvan till ca AD 300 (Figur 3). Det finns emellertid inget som entydigt kan förklara uppgången, det mest troliga är att signalen speglar långdistansspridning av bly<sup>10</sup>. Jordbruket har emellertid varit väletablerat i närheten av Hyttgölen sedan vår tideräknings början, ca 2000 år. Redan vid samma tid som gran började finnas i området kan vi notera låga halter av pollen från sädesslag samt att pollen från växter som enbuske, syror/skräppor samt gräs ökar i andel (Figur 5). Dessa kan tolkas i agrara termer; det rör sig om småskalig odling och troligen skogsbete i området i anslutning till Hyttgölen. En liten minskning av andelen trädpollen under ett par hundra år indikerar att skogen blev lokalt glesare, ljusare och det skapades öppningar i ett tidigare slutet skogslandskap<sup>11</sup>.

I Hyttgölen ser vi de viktigaste förändringarna i pollen, halt av kolpartiklar, ackumulation av metaller och andra huvudelement mellan 60 och 50 cm ner i sedimentet. Det motsvarar tidsperioden AD 950 – 1150 (maximalt tidsspänn 880 – 1270). Det rör sig främst om koppar från 59 cm och zink med början vid 54 cm. Andelen kolpartiklar ökar snabbt från 54 cm och i pollendiagrammet ser vi att andelen sädesslag och ruderatväxter ökar, likaså börjar andelen en öka. Mellan ca 60-55 cm börjar andelen ädla lövträd såsom avenbok, alm, ek, lind samt hassel minska och likaså sker en liten minskning av gran. Andelen mineralkorn i sedimentet ökar snabbt med start omkring 55 cm och indikerar därmed en ökande erosion. Sammantaget är signalerna entydiga från 54 cm och dateras då till omkring AD 1050 (Figur 3). Den sammanlagda andelen skog minskar märkbart från c. 45 cm. I tid är vi då i perioden ca 1600-1700 (ca AD 1300 vid 50 cm).

De vertikala linjerna i sammanfattningsdiagrammet (Figur 3) visar: 1) Efter AD 950, första tecken på ackumulation av små mängder av bly med en isotopkvot (206/207) som är låg vilket är karakteristiskt för Bergslagensbly; troligtvis är detta bly lokalt producerat eftersom lufttransporten mestadels går norrut och vi förväntar oss inte att bly från norra Bergslagen (t.ex. Falun eller Norberg) ska transporteras söderut till Västervik; 2) Efter AD 1050 en väldigt tydligt lokal ökning av inte bara bly (med låg isotopkvot) men också koppar och en ökning av indikatorer på erosion (bl. a. Titan och Magnesium), följt av en ökning i träkolspartiklar; 3) Från 1600-talet, historisk fas i bergsbruk med exponentiell ökning i bly- och kopparhalter, en blykvot som visar att nästan allt bly är av Bergslagen ursprung, och minskning i trädpollen och ökning i odlade växter.

<sup>10</sup> Renberg, I., Brännvall, M.-L., Bindler, R., & Emteryd, O. 2000. Atmospheric lead pollution history during four millennia (2000 BC to 2000 AD) in Sweden. *Ambio* 29: 150-156. Royal Swedish Academy of Science, Allen Press.

<sup>11</sup> Emanuelsson, M. 2001. Settlement and land-use history in the central Swedish forest region. The use of pollen analysis in interdisciplinary studies. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 223. SLU. Umeå.

I Hyttgölen finns 5 signifikanta principalkomponenter (PC1–5) som tillsammans kan förklara 95 % av den totala variationen i geokemin. PC1 (52,6 % av den totala variationen) styrs främst av innehållet av minerogent material, dvs. erosion, plus en mindre del av innehållet av kvicksilver och zink. PC2 (19,9 %) styrs främst av spårmetaller såsom arsenik, bly, koppar och nickel plus en mindre del av zink och järn. PC3 (11,1 %) styrs också av innehållet av minerogent material, men inte samma minerogena ämnen som finns i PC1. PC4 (6,2 %) är relaterad mest till svavel och PC5 (4,9 %) till kisel. Fyra olika faser utkristalliseras i Hyttgölen i ett diagram av PC1 mot PC2 (Figur4). I pollendiagrammet (Figur 5) motsvaras dessa av perioderna 1-4.

1. Före 1050 e.Kr. Första fasen sträcker från sjöns första sedimentlager (450 cm djup) upp till 55 cm som är daterad till ca 1030-1070 e. Kr (i pollendiagrammet period 1). Variationer i sedimentgeokemin styrs mest av ackumulation av minerogent material. Sedimentet från 430 till 215 cm djup skiljer sig något från yngre sediment och beror på utvecklingen av landskapet kring sjön efter isolering av Hyttgölen från havet som innebär en ökad betydelse av vittring kontra erosion i avrinningsområdet. Mellan AD 950 och 1050 indikerar blyisotoperna att blynedfallet till allt större del härstammar från bergslagen, alltså en mer eller mindre lokal källa. Det lokala ursprunget bekräftas även av en ökande andel Titan som här indikerar en ökad transport av eroderat material till sjön.
2. 1050–1690 e.Kr. Andra fasen sträcker från mellan 1030 och 1070 e.Kr. till omkring 1690 e.Kr. och styrs delvis av en ökad införsel av minerogent material men också av en förändrad komposition mellan minerogena ämnen. En liten ökning i zink och koppar är också kopplad till den fasen.
3. 1690–1845 e.Kr. Tredje fasen börjar omkring 1690 och den innebär en kraftig förändring i sedimentgeokemin. I det här fallet handlar det främst om spårmetaller (arsenik, bly, koppar, zink och även kvicksilver). Införsel av minerogent material ökar också. Fasen fortsätter till ca 1850 e.Kr.
4. Efter omkring 1850 har metallhalten minskat och sedimentgeokemin styrs igen framförallt av den minerogena halten. Men det är tydligt att geokemin inte på något sätt motsvarar de naturliga förhållanden som fanns de första några tusen år i Hyttgölen.

Förändringarna i geokemi redan ca 950 e. Kr och pollensammansättning hundra år senare är av lokalt ursprung eftersom de kan kopplas samman med en förändring i blyisotopkvot, ökande markerosion samt vegetationsförändringar (Figur 5). De kan tolkas såsom början på en lokal gruv- och/eller hyttverksamhet samt en ökning av det lokala brukandet av skogsresurserna under en period från 1000-talet. Förutom metallutvinning kan det röra sig om røjning med hjälp av eld, men kanske först och främst en produktion och användning av träkol för metallproduktion<sup>12</sup>. Pollendiagrammet speglar en ökande agrar verksamhet; odling av sädeslag, inte minst råg, samt skogsbete och en ökande andel ruderatmarker i allmänhet.

<sup>12</sup> Bindler, R., Segerström, U., Pettersson Jensen, I.-M., Berg, A., Hansson, S., Holmström, H., Olsson, K. & Renberg, I. 2010. Early medieval origins of iron mining and settlement in central Sweden: multiproxy analysis of sediment and peat records from the Norberg mining district. *Journal of Archaeological Science* 38:291-300.

Etableringen och utvecklingen av de gruvrelaterade verksamheterna reflekteras även i den magnetiska susceptibiliteten i Hyttgölen sediment (ej redovisat här). Sedimentets förmåga till magnetisering kan ibland ses som ett indirekt mått på erosion som är kopplat till markanvändningen och hyttverksamheten, men i det här fallet är ökningen av magnesium och titan mycket bättre indikatorer för erosion.

Omkring AD 1050 sker nästa stora förändring både när det gäller ackumuleringen av metaller och pollen. Halterna av bly och koppar ökar märkbart liksom även nickel och arsenik. I det lokala jordbruket blir både odlingen av säd (råg samt mest troligt korn) viktigare och vi ser ett ökat inflytande av skogsbeta där inte minst enbusken och andelen gräs, syror (beteståliga) och flera andra ruderalväxter ökar (period 3 i figur 5). Detta infaller under den period då ackumuleringen av träkol i sedimentet är mycket hög.

Den riktigt stora ökningen i koppar och bly dateras till 1600-talets senare hälft med en topp kanske under 1700-talet (se även dateringen i Tjursbosjön nedan). I Hyttgölen visar just koppar en relativt kortvarig topp. Förändringarna i metallhalter under de senaste ca 300 åren förklaras i huvudsak av erosion vilket är ganska naturligt med tanke på att området runt sjön då har en starkt påverkad vegetation och från malmbrytningen har miljöpåverkan på markens ytskikt blivit omfattande.

### ***Tjursbosjön***

I Tjursbosjön (Figur 6) visar metaller såsom bly och koppar samma generella bild av starten och utvecklingen av gruvnäringen som analyserna från Hyttgölen. Skillnaderna i utslag mellan de två sjöarna kan förklaras med två påtagliga skillnader när det gäller sjöarna. Först och främst är sjöarna olika stora. Det regionala avtrycket i Tjursbosjön dämpar/överskuggar den lokala signalen, som är mycket stark i den mindre Hyttgölen. Dessutom handlar det om olika aktiviteter i anslutning till de två sjöarna; hyttor i direkt anslutning till Hyttgölen, medan det vid Tjursbosjön rör sig om brytning av malm under jord. Mycket förenklat kan vi säga att signalerna från själva gruvområdet vid Gladhammar blir i Tjursbosjöns sediment något utspädda och mindre distinkta än i den lilla sjön Hyttgölen som snarast präglas av de lokala verksamheterna.

I PCA:n för Tjursbosjön har vi inkluderat bara den delen av sedimentlagerföljden som är sjösediment (0–212 cm djup) och som motsvarar de sista ca 5000 åren. Vi har exkluderat de djupaste sedimentlagren (212–330 cm) för att de inkluderar också marina sediment. I Tjursbosjön (0–212 cm) finns 5 signifikanta principalkomponenter (PC1–5) som tillsammans kan förklara 88 % av den totala variationen i geokemin. PC1 (25,9 % av den totala variationen) styrs delvis av minerogent material och bly, kvicksilver och en mindre del av arsenik. PC2 (21,4 %) styrs också till en viss del av minerogent material men framförallt av svavel, koppar, zink och nickel. PC3 (15,8 %) styrs också av minerogent material, PC4 (14,6 %) av järn och mangan, och PC5 (10 %) av yttrium och kalium (minerogent material). För de ca 5000 sista åren kan vi dela Tjursbosjöns sediment i 4 faser (Figur 7). I pollendiagrammet (Figur 8) motsvaras dessa av perioderna 1-4.

1. Före 590 e.Kr. Sedimentgeokemin styrs av småvariationer i minerogena ämnen, t.ex. en mindre ökning i minerogena halten under 200–300-talet.
2. 590–1370 e.Kr. Sedimentgeokemin styrs fortfarande av mindre variationer i minerogena ämnen men det blir en förändring i genomsnittliga sammansättningen där en bidragande faktor är en liten ökning i både bly och koppar. Skillnaden mellan fas 1

- och 2 är inte stor, men i PCA diagrammet ser man att totalt sett är de olika i geokemiska egenskaper.
3. 1370–1600 e.Kr. Förändringar i geokemin styrs nu främst av en ökning i malmrelaterade ämnen som svavel, nickel, koppar, kvicksilver, zink, och i mindre omfattning också av arsenik.
  4. Efter 1600. Förändringarna efter AD 1600 överskrider alla tidigare variationer i geokemin i sedimentet och handlar i första hand om en ökning i malmrelaterade ämnen.

I Tjursbosjön börjar grankurvan 70-65 cm ner i sedimentet vilket daterar den nivån till omkring 2000 år före nutid. PCAn (Figur 7) för Tjursbosjön visar att det sker en första mycket liten men signifikant förändring i metallhalter omkring AD 590 och därefter, som främst kan förklaras med en ökad erosion. Denna är mest troligt relaterad till de jordbruksaktiviteter som finns i området, kanske i närheten av Hyttgölen.

De mera tydliga förändringarna i både metaller och jordbruksindikatorer (Figur 6) dateras till omkring 1000-talet (AD 910-1060), baserat på tre <sup>14</sup>C-dateringar (Tabell 1 och Figur 2). I Tjursbosjön är förändringarna mindre tydliga än i Hyttgölen, men det rör sig om en svag men signifikant ökning i halten bly och koppar i det första skedet. Likaså avspeglar sig jordbrukets utveckling på samma sätt. Pollen från råg och andra sädeslag samt svartkämpar indikerar åkerodling av säd (Figur 8). Ökningen av betesindikatorer såsom enbuske, syror, gräs samt andra ruderväxter visar även att skogsbetet samtidigt fick betydelse. Andelen kolpartiklar av båda fraktionerna ökar också. Någon riktigt stor sammanlagd påverkan på skogen kan trots det ännu inte ses, här till är det regionala avtrycket alltför starkt i förhållande till det lokala. Men ädellövträden ek, lind, alm och hassel minskar i andel.

De vertikala linjerna i figur 6 visar: 1) ca 750 e Kr, första tecken på ackumulation av små mängder av bly med en låg isotopkvot (206/207) som är karakteristisk för Bergslagens bly troligtvis lokalt ursprung (se resonemanget ovan om Hyttgölen); 2) ca 1100 e Kr, abrupt ökning i kopparhalt, blykvoten förutsätter en stor andel av Bergslagens bly; man kunde även lägga in en linje vid ca 1400 där vi har en exponentiell ökning i kopparhalten och minskning i trädpollen; 3) ca 1600 e Kr, fortsatt ökning i kopparhalten och exponentiell ökning i blyhalten med en blyisotopkvot som visar att nästan allt bly är av Bergslagen ursprung.

Pollen från odlade växter och det påtagliga inslaget av lithogena ämnen såsom titan och Magnesium bekräftar att det handlar om lokala verksamheter. Under senare delen av 1300-talet sker även en ökning av betesindikatorer, inte minst andelen en och syror. Odlingen avspeglas endast blygsamt vilket är förståeligt med tanke på att odlingen förmodat var begränsad till vissa bestämda lämpliga platser i närheten av bebyggelsen, medan den troligtvis ökande boskapsbesättningen kunde hållas på skogsbete på allt fler och större områden omkring sjön. Det förefaller därför naturligt att skogsbetet med sitt arealbehov i högre grad avsätter spår i en sjö som Tjursbosjön, medan åkerodlingen som är mera knuten till en avgränsad plats inte gör det. Från omkring 1600-talet kommer även sädeslagen att bli mera påtagliga under ett par hundra år. I PCAn ser vi en stark förskjutning i såväl PC1 som PC2 vilket betyder att både erosionen ökade och att koncentrationen av föroreningar såsom bly och koppar ökade i sedimentet.

## Sammanfattning

*Odling från de första århundradena av vår tideräkning.*

Odling av sädeslag kan vid Hyttgölen dateras till de första århundradena e. Kr. Denna aktivitet ser ut att avta efter 500-talet, men försvinner inte helt. I Tjursbosjön kan odling spåras från ca 800-talet.

*Odling och skogsbete från omkring 1000-talet*

Från omkring 1000-talet ökar odlingen och bli mera markant. Vid den tiden påverkas skogen även mera bestående av ett skogsbete. Skogen blir sannolikt öppnare och glesare från omkring 1200-talets senare hälft och denna förändring syns i både Hyttgölen och Tjursbosjön. I samband med detta ökar även andelen kolpartiklar kraftigt, vilket mest troligt kan kopplas till kolning och bergsbruk.

*Bergsbruk från omkring 1000-talet*

Från ca 1050 e.Kr. en påtagligt låg blyisotopkvot, en ökad erosion i Hyttgölen, men också av en förändrad komposition mellan minerogena ämnen samt en liten ökning i zink och koppar indikerar att metallproduktion i mindre omfattning har startat.

Under perioden 1050-1600-talet e.Kr. sker en kraftig förändring i sedimentgeokemin i Hyttgölen som pekar på en ökande betydelse av gruvnäringen. Det är främst spårmetaller som ökar (arsenik, bly, koppar, zink och även kvicksilver), men även inflödet av minerogent material ökar och den senare förändringen indikerar ökad erosion.

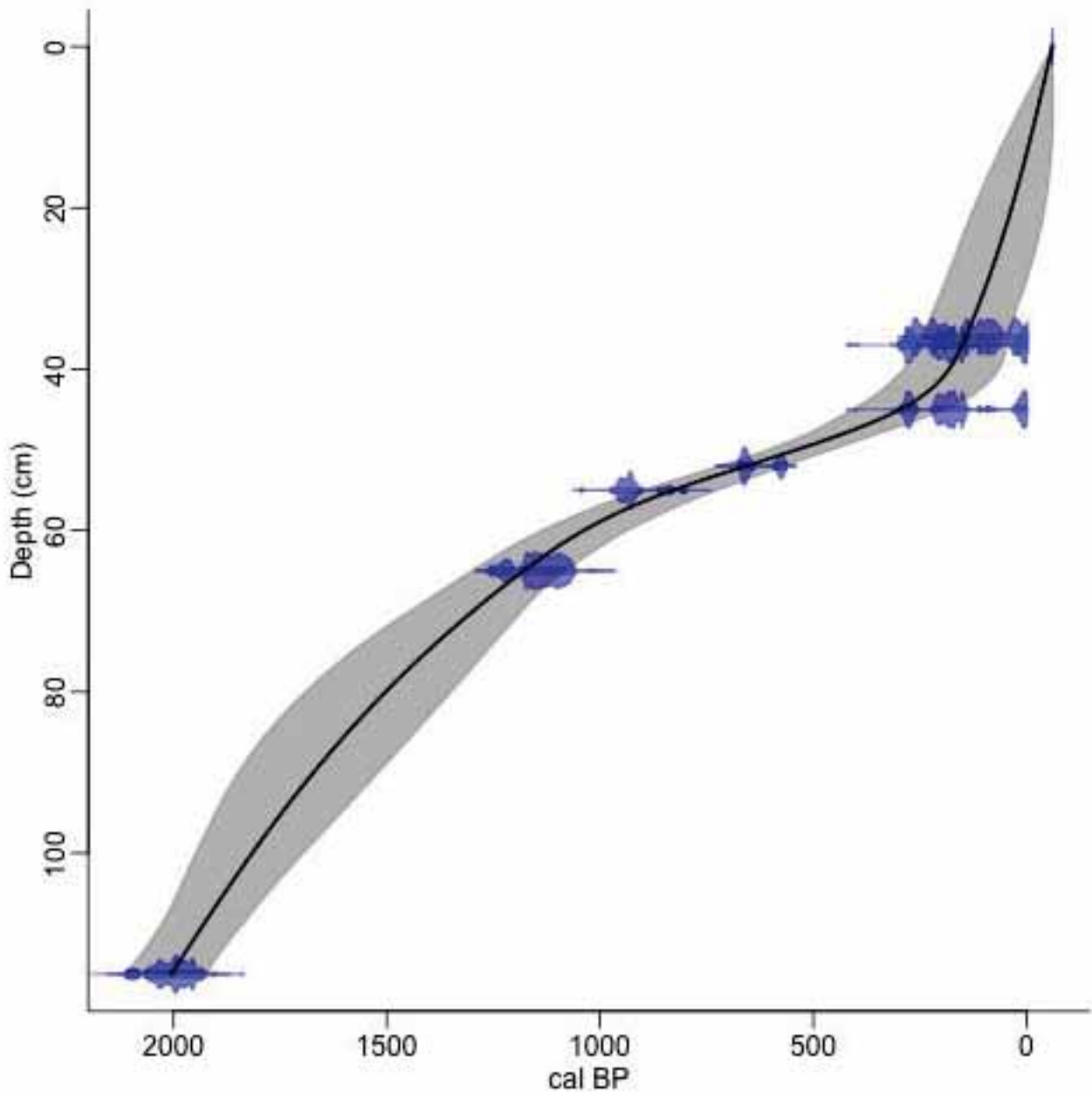
I Tjursbosjön sker mindre variationer i minerogena ämnen 590–1370 e.Kr., men det blir en förändring i genomsnittliga sammansättningen där en bidragande faktor är en liten ökning i både bly och koppar. Förändringarna är diffusa vilket kan förklaras av den utspädning som sker i en stor sjö som Tjursbosjön.

1370–1600 e.Kr. ökar främst malmrelaterade ämnen, jämför ovan med Hyttgölen.

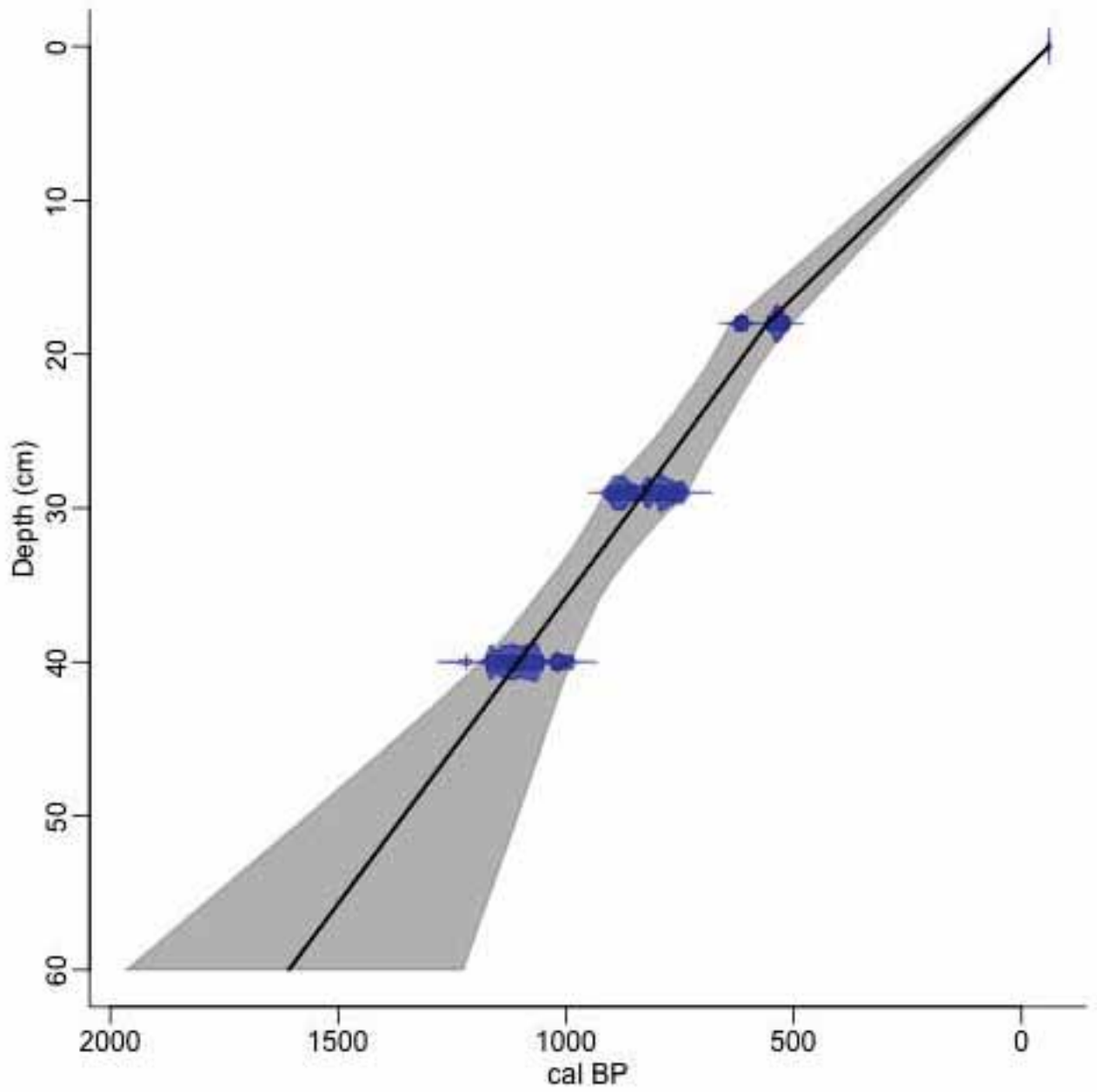
Sammantaget ger analyserna från de två sjöarna en samstämmig bild trots att de är olika stora och geografiskt är lokaliserade på sådant sätt i förhållande till gruvfälten att man kan förvänta sig en viss skillnad.

Tabell 1.  $^{14}\text{C}$ -dateringarna av sedimentprover från Hyttgölen och Tjursbosjön. Analyserna är gjorda vid Tandemlaboratoriet/Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet. Kalibreringen är gjord med programmet Calib Rev 6.0.0 (Stuiver & Reimer 1993). Med beteckningen Sedimentbulk menas att provet som daterats är ett osorterat sedimentprov. \*Provet har inte kalibrerats då resultatet av  $^{14}\text{C}$ -analysen bedömts såsom orimligt med hänsyn till övriga analysresultat. Dateringen har inte inkluderats i djup-åldermodellen för Hyttgölen.

Prov	Labnr	Material	$^{14}\text{C}$ -ålder	Kalibrerat $1\sigma$ (68,3%)	Kalibrerat $2\sigma$ (95,4%)
Hyttgölen 36-37	Ua-41888	Bark	133+/-30	AD 1681-1937	AD 1672-1942
Hyttgölen 37-38	Ua-41889	Mossa, ved	188+/-30	AD 1665-1951	AD 1649-1952
Hyttgölen 40-41*	Ua-41085	Sedimentbulk	1936 +/-38	*	*
Hyttgölen 45-46	Ua-41890	Bark	185+/-30	AD 1665-1951	AD 1650-1952
Hyttgölen 52-53	Ua-41891	Näckrosfrö	681+/-30	AD 1278-1381	AD 1270-1389
Hyttgölen 55-56	Ua-41086	Sedimentbulk	1009 +/-33	AD 988-1038	AD 972-1152
Hyttgölen 65-66	Ua-41087	Sedimentbulk	1215 +/-33	AD 773-875	AD 691-890
Hyttgölen 114-116	Ua-41892	Sedimentbulk	2043+/-30	BC 92-1 AD	BC 164-25 AD
Tjursbosjön 18-19	Ua-41088	Sedimentbulk	532 +/-32	AD 1332-1432	AD 1318-1440
Tjursbosjön 29-30	Ua-41089	Sedimentbulk	897 +/-32	AD 1047-1206	AD 1040-1213
Tjursbosjön 40-41	Ua-41090	Sedimentbulk	1178 +/-33	AD 780-890	AD 729-967

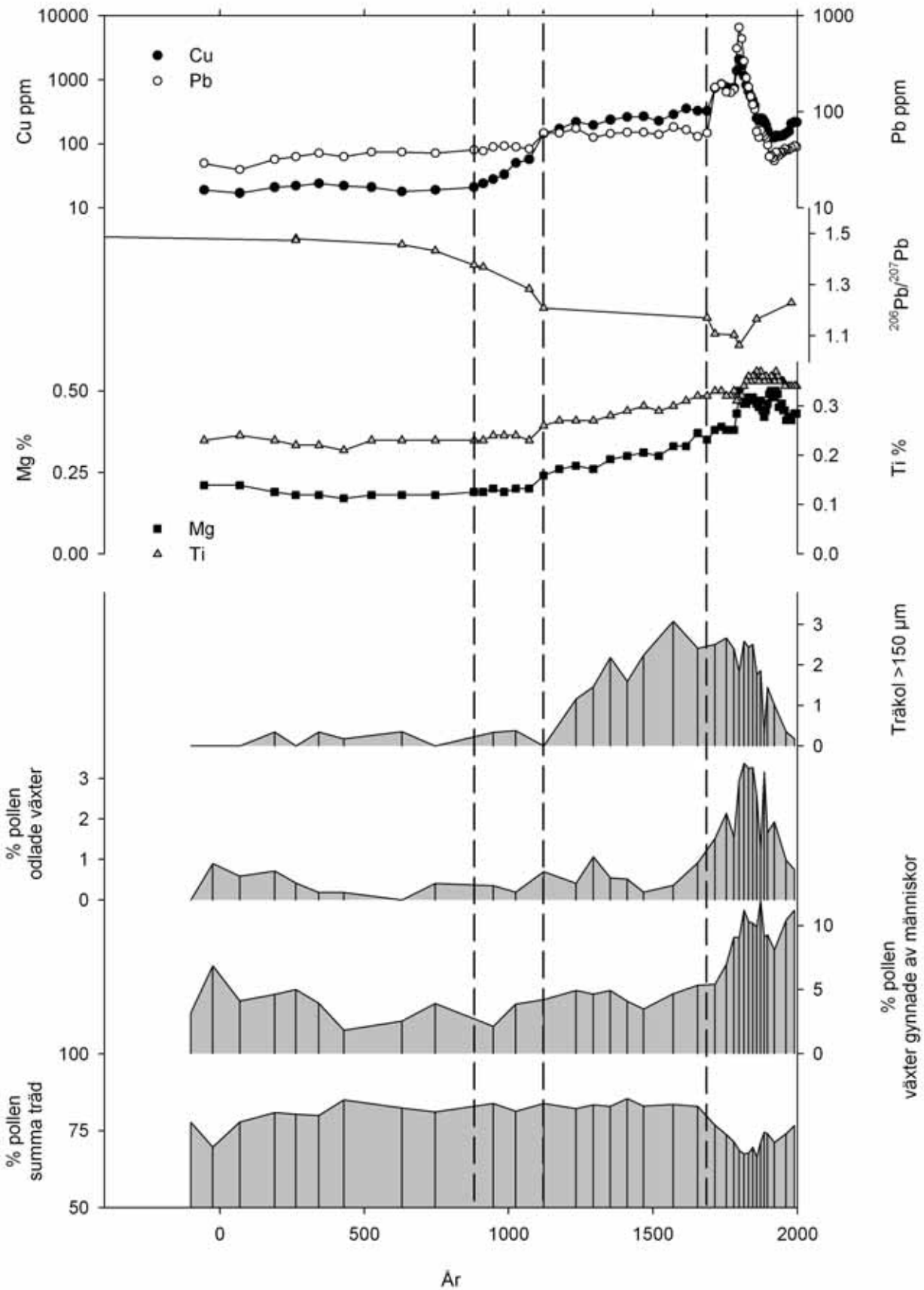


Figur 1. Djupålderdiagram för Hyttgölen. Modellen bygger på  $C^{14}$ dateringar och en iterativ process som tar hänsyn till hela kalibreringsspännvidden för varje daterad nivå. I modellen får man en 'best fit' ålder för varje nivå och minimum- och maximumålder (dvs. osäkerheten med 95 % konfidensintervall).

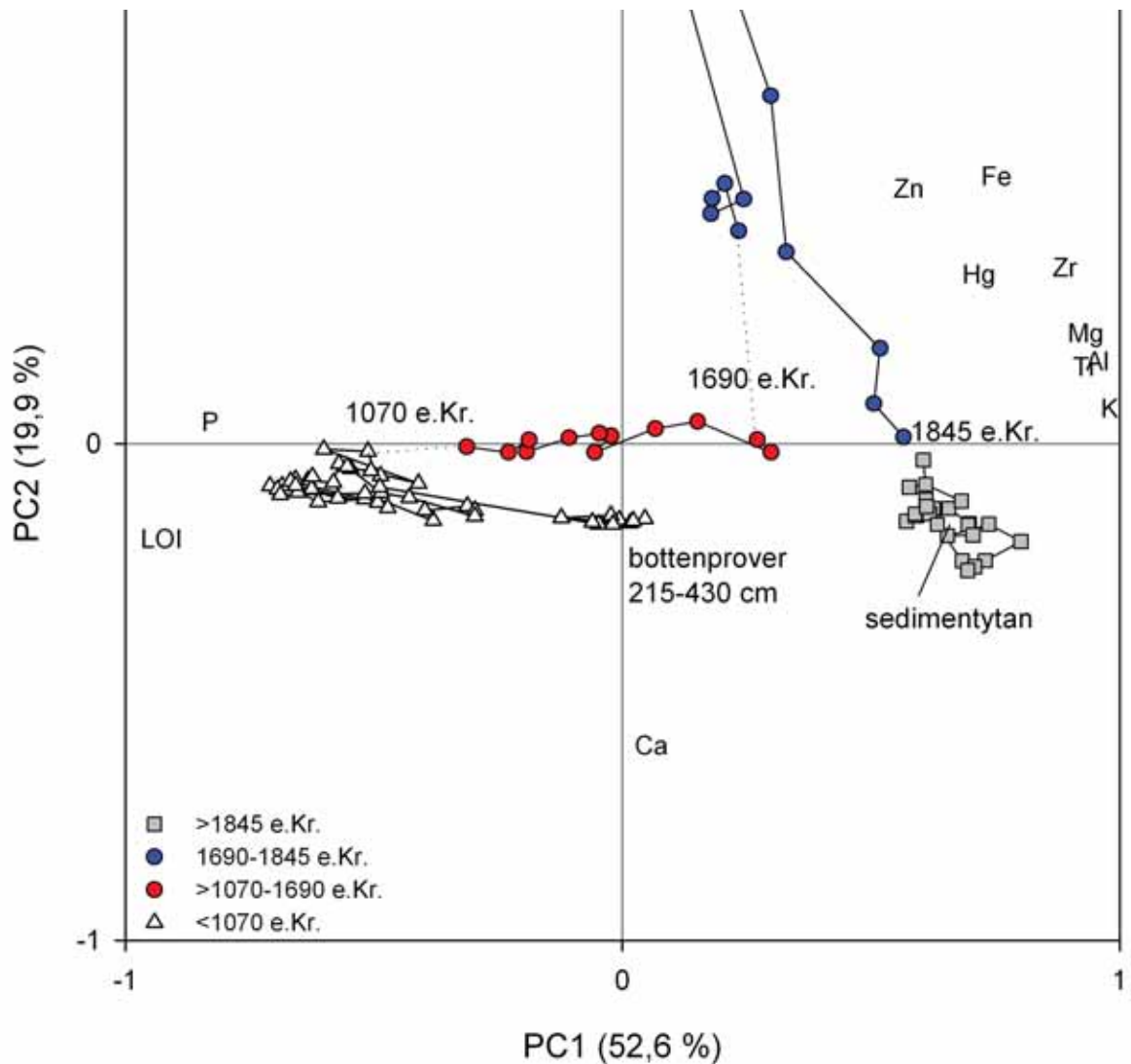


Figur 2. Djupålderdiagram för Tjursbosjön (för förklaring se Figur 1).

# Hyttgölen

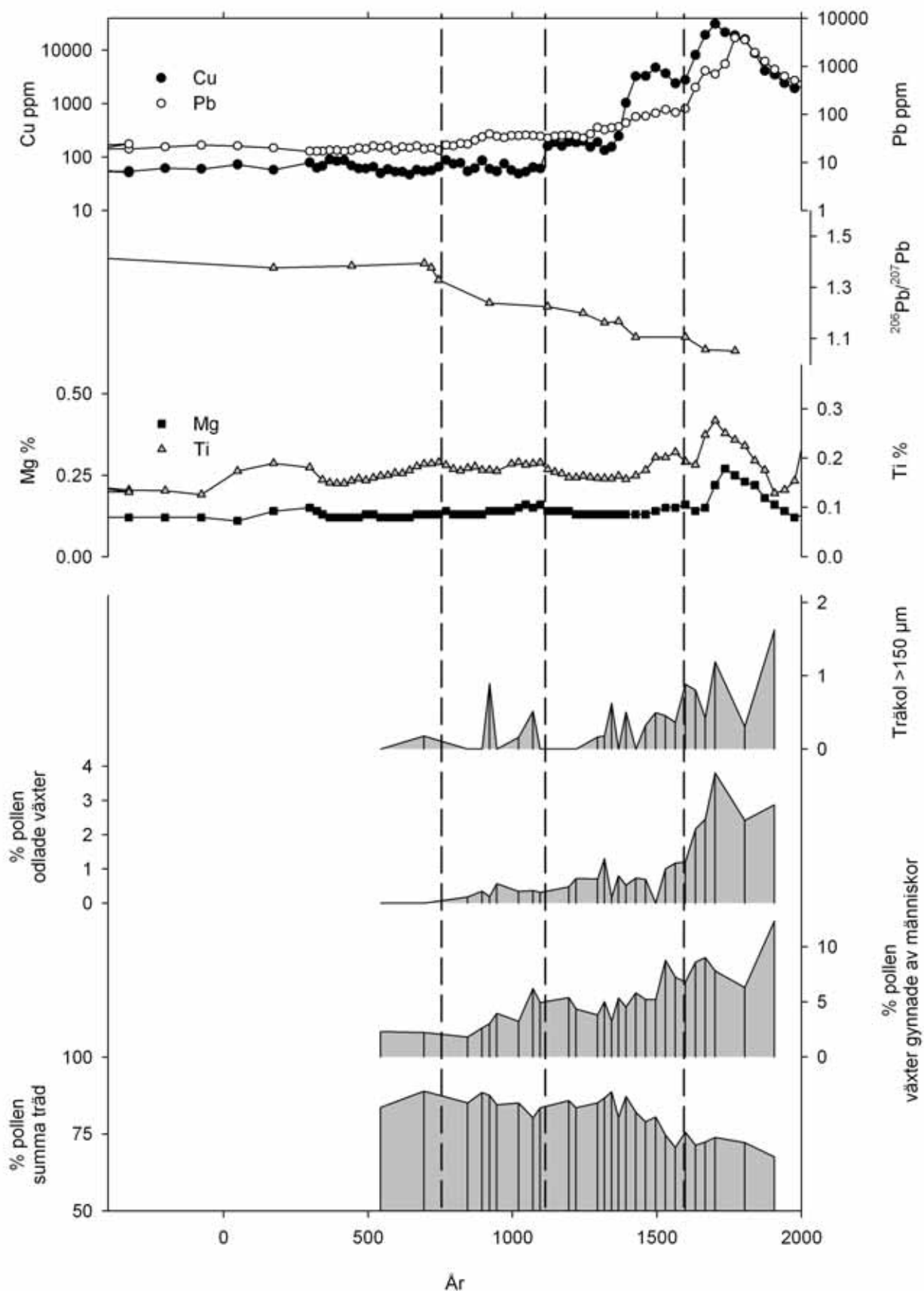


Figur 3. Sammanfattande diagram för Hyttgölen som visar halten av trädpollen, pollen från växter som gynnas av mänskliga aktiviteter (apofyter), pollen från odlade växter (antropokorer), andelen kolpartiklar större än 150 mikrometer, samt halterna av titan, magnesium, bly och koppar över drygt 2000 år. De tre streckade linjerna markerar de brytpunkter som utkristalliseras i PCAn.



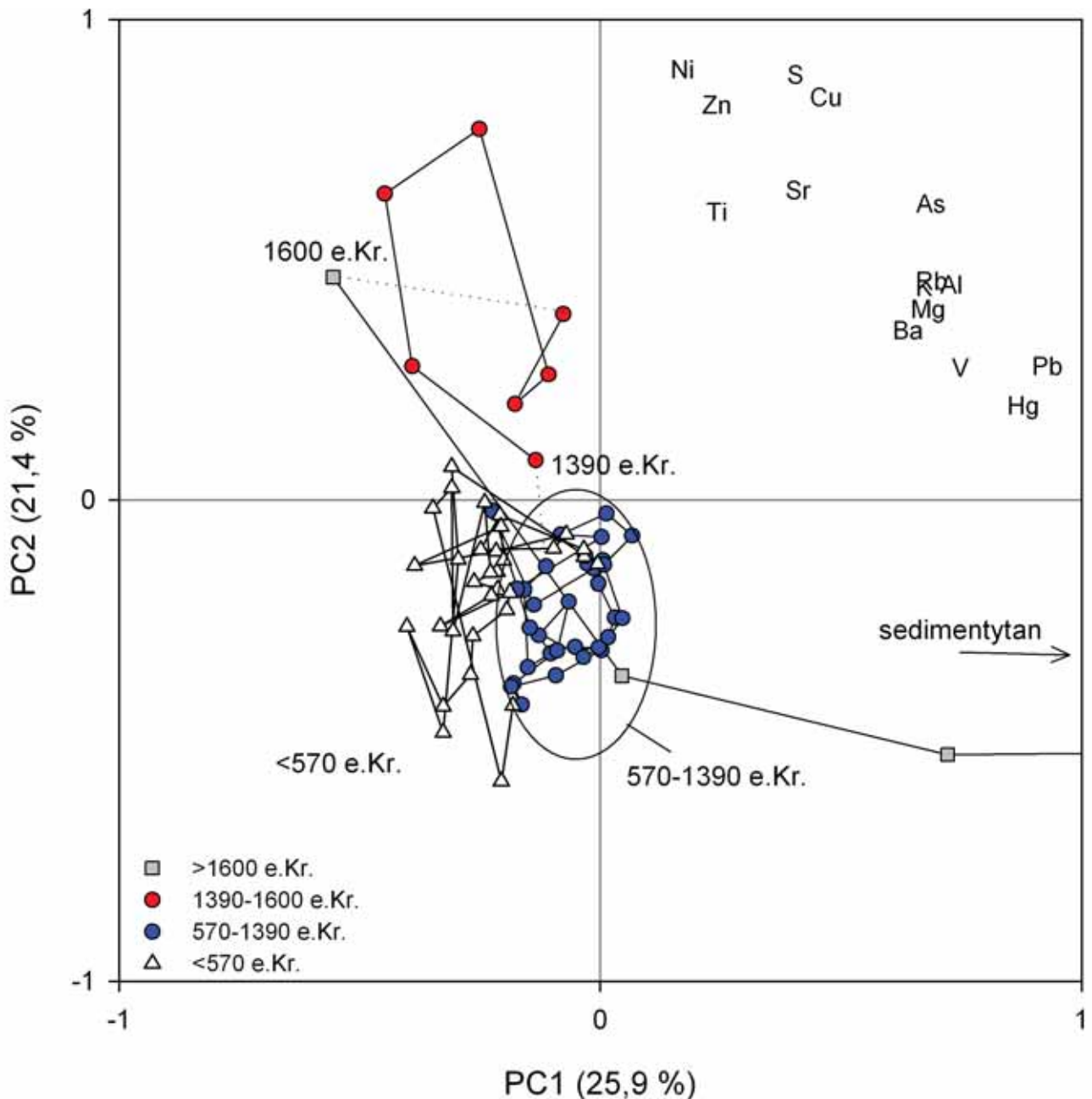
Figur 4. PCA (Principal component analysis) för XRF, kvicksilver och glödförlust i Hyttgölen. I diagrammet som omfattar utvecklingen i Hyttgölen ända sedan sjön bildades för mera än 4000 år förklaras PC1 i huvudsak av innehåll av minerogent material dvs. erosion medan PC2 förklarar förändringar i koncentration av spårmetaller såsom arsenik, nickel, bly och koppar. Fyra olika faser utkristalliseras: 1) Från tiden då sjön formades fram till ca AD 1070; här finns en svag men signifikant förändring omkring nivå 95 cm (ca AD 300) som hänförs till bly samt från ca AD 950 en förskjutning i blyisoptopkvoten mot en ökande andel bergslagsbly. 2) Från ca 1070 till ca 1690; förändringen här speglar ackumuleringen av ämnen som magnesium, titan och kol, dvs. huvudelement i berggrunden och har främst med erosion att göra. 3) Från ca 1690 till ca 1845 då bly och kopparhalterna ökar. 4) Från 1800-talet och framåt är det igen främst erosionen som förklarar ändringen.

## Tjurbosjön



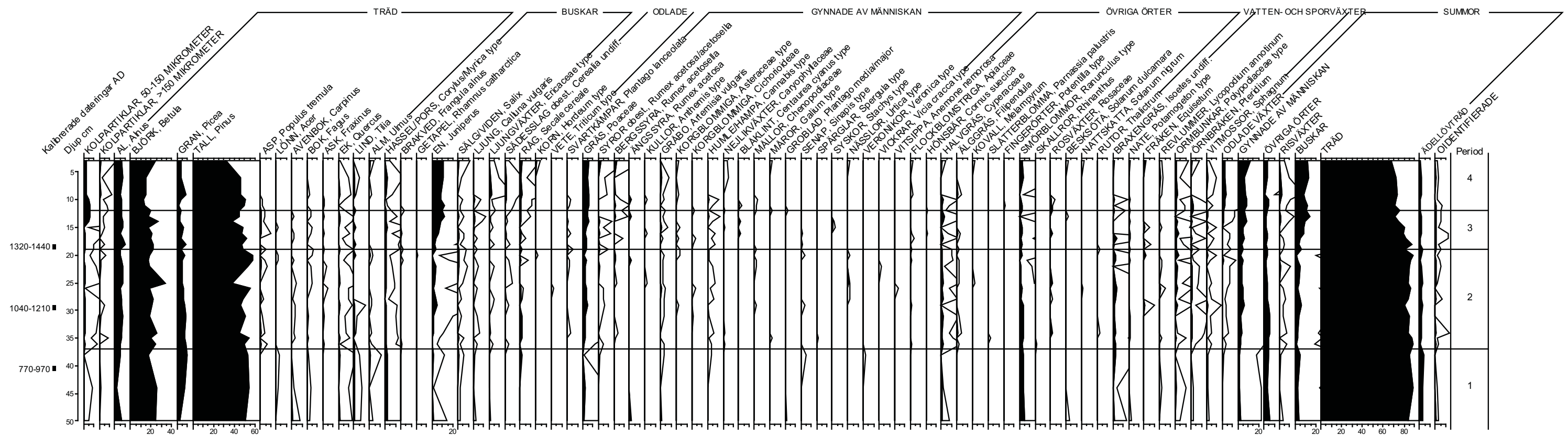
Figur 5. Sammanfattande diagram för Tjurbosjön som visar halten av trädpollen, pollen från växter som gynnas av mänskliga aktiviteter (apofyter), pollen från odlade växter (antropokorer), andelen kolpartiklar större än 150 mikrometer över en period om nästan 1500 år, samt halterna av titan, magnesium, bly och koppar över drygt 2000 år. De tre streckade linjerna markerar de brytpunkter som utkristalliseras i PCAn.

## Tjurbosjön

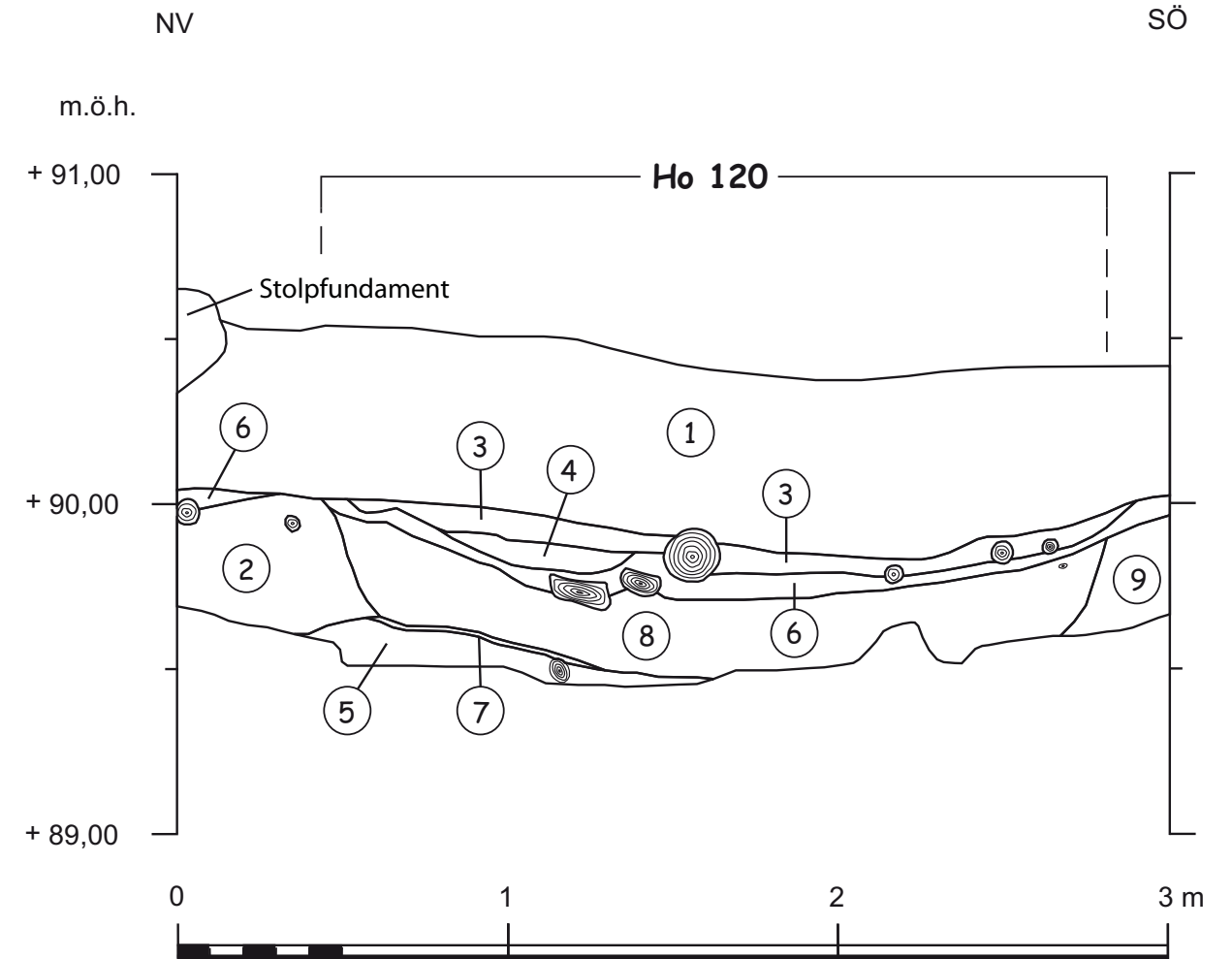


Figur 6. PCA (Principal component analysis) för XRF, kvicksilver och glödförlust i Tjurbosjön. I diagrammet som omfattar utvecklingen sedan ca 5000 år förklaras PC1 i huvudsak av innehåll av minerogent material dvs. erosion, medan PC2 förklarar förändringar i koncentration av spårmetaller såsom arsenik, nickel, bly och koppar. Fyra olika faser utkristalliseras: 1) Tiden före ca AD 590; här finns en svag men signifikant förändring i minerogen halt omkring ca AD 300). 2) Från ca 590 till ca 1370; förändringen här styrs fortfarande av ackumuleringen av lithogena ämnen som magnesium och titan, dvs. har främst med erosion att göra, men bidragande är också en liten ökning i både bly och koppar. 3) Från ca 1370 till ca 1600 är det främst malmrelaterade ämnen som svavel, nickel, koppar, kvicksilver, zink och arsenik som styr. 4) Från 1600-talet och framåt är det främst malmrelaterade ämnen som förklarar ändringen och variationen överskrider geokemin i tidigare sediment.



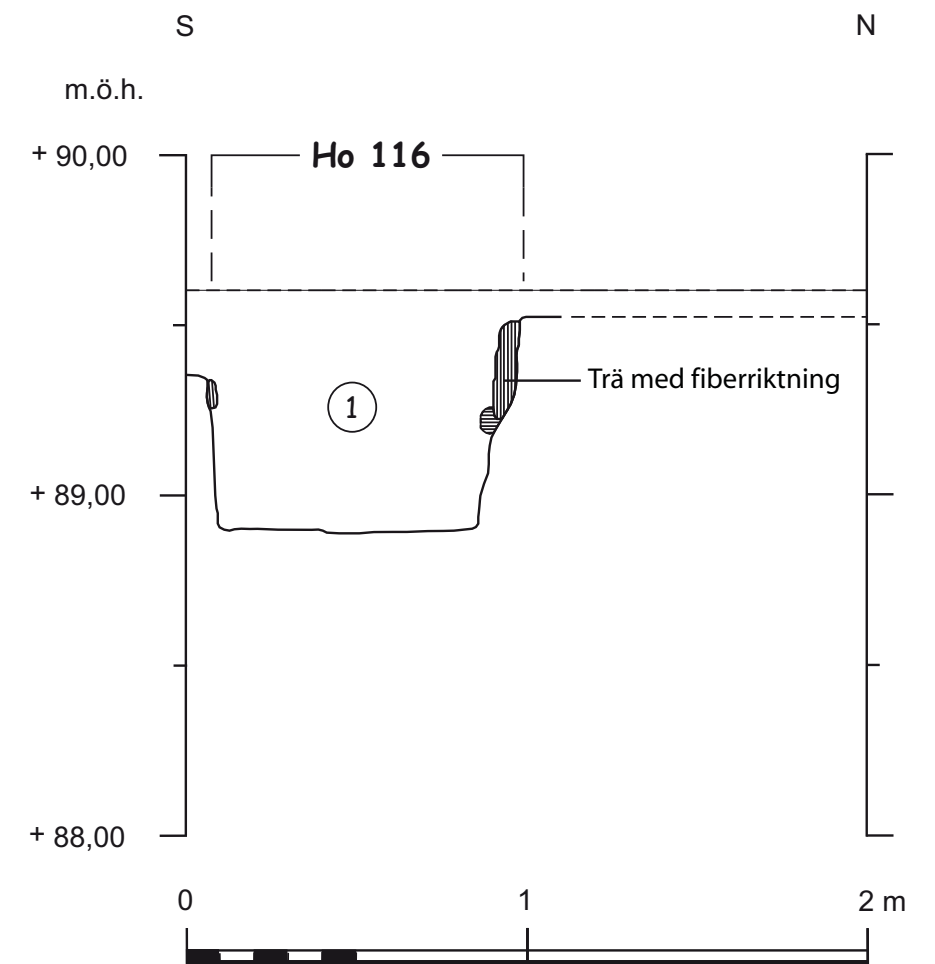


Figur 8. Pollendiagram från Hyttgölen. Från vänster: de 7 C<sup>14</sup>-daterade nivåerna angivna med datering e.Kr., därefter följer en djupskala för sedimentlagerföljden (cm) som följs av kurvorna för andelen kolpartiklar i två olika storleksfraktioner, samt procentdiagram för de viktigaste enskilda arterna eller pollentyperna. Till höger i diagrammet ges summakurvor för antropokorer (växter gynnade av människan), apofyter (odlade växter), övriga örter, risväxter, buskar träd, ädellövträd samt andelen pollen av obestämd art. De tre heldragna horisontella linjerna delar in diagrammet i 4 perioder som motsvaras av faserna I-4 i PCAn.



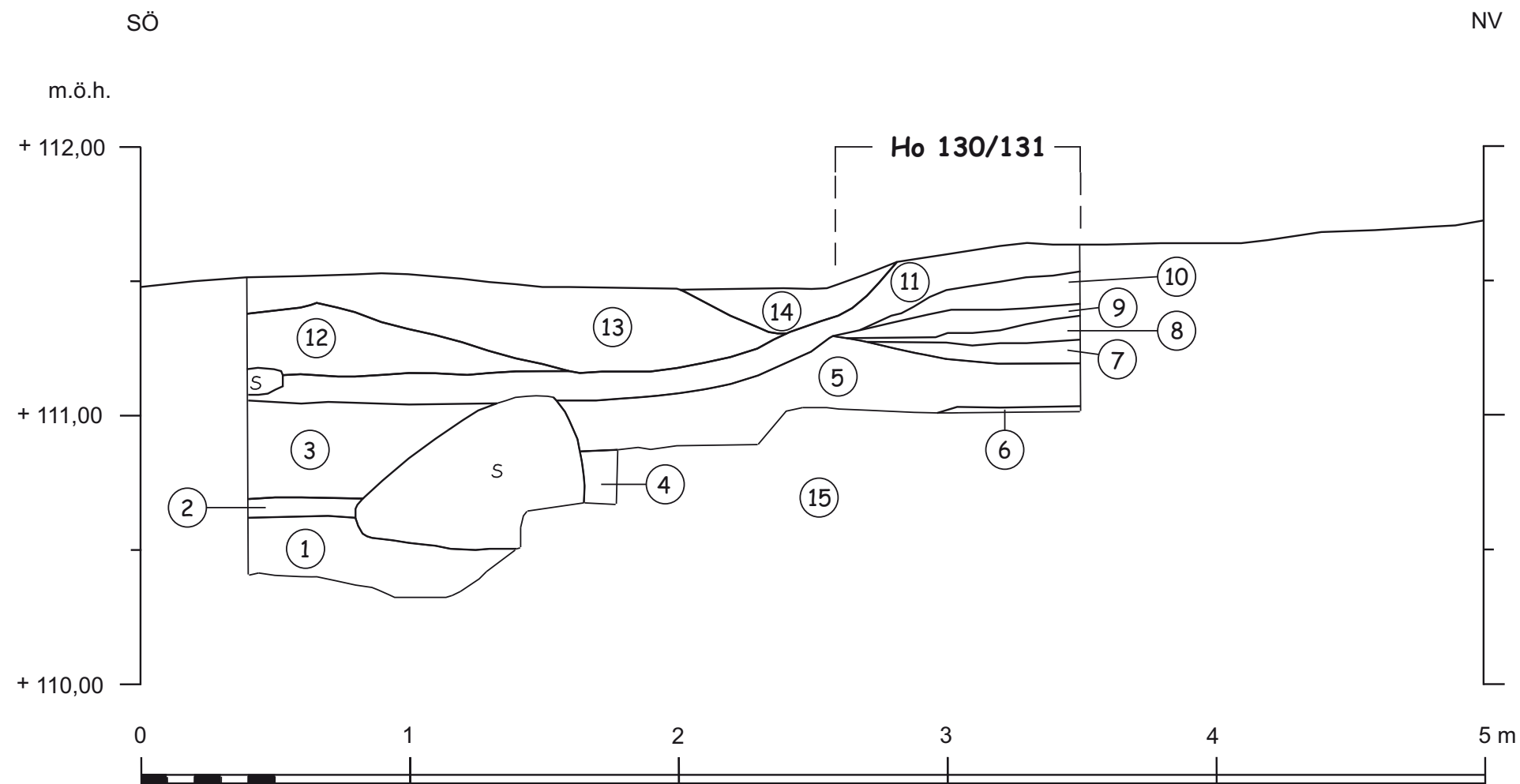
Profil I

- 1 Skrotstensvarp
- 2 Grusig sand, mörkbrun
- 3 Sandig silt, gul. Antydning till slammat
- 4 Malmsyilt, sandig brungrå
- 5 Grov sand, röd-gul
- 6 Siltig sand, rosaröd
- 7 Kol
- 8 Grusig, siltig sand med inslag av malmsyilt, brungrå
- 9 Grusig sand, orange



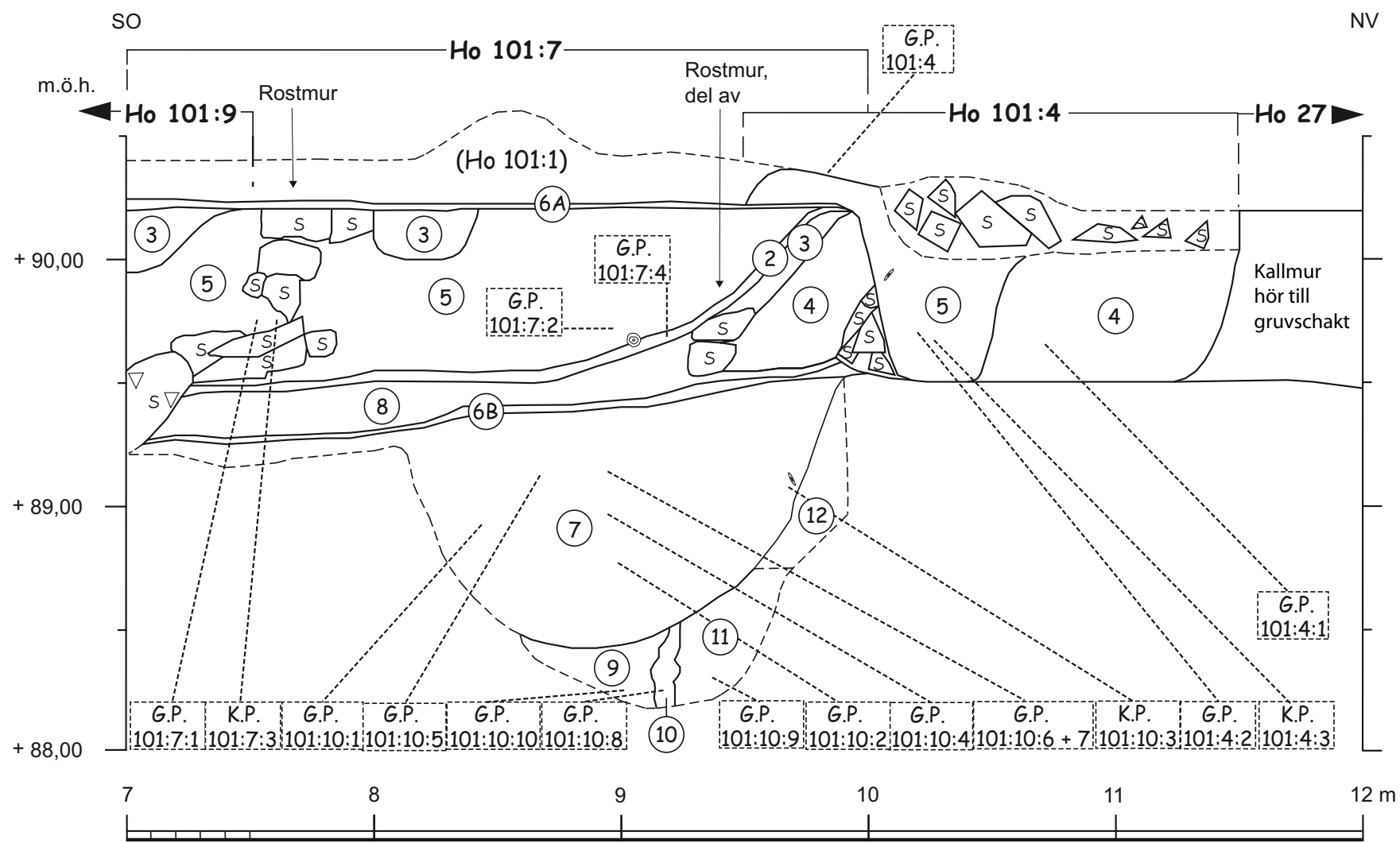
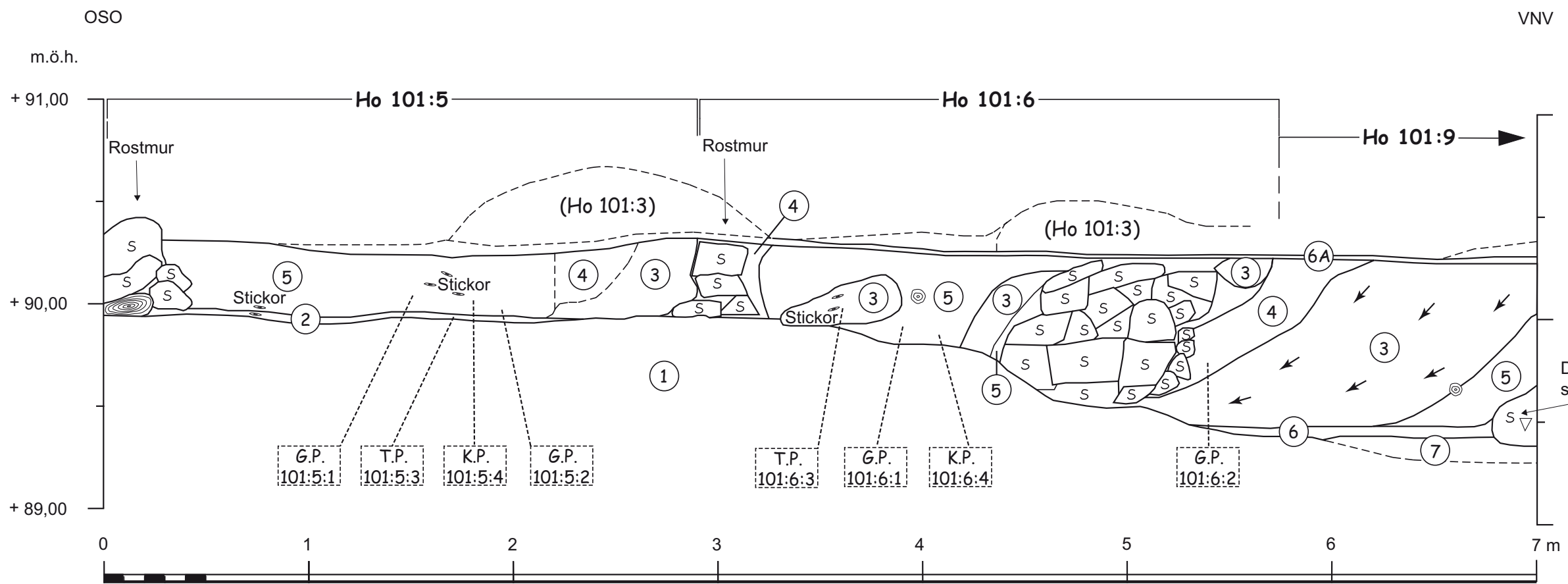
Profil 2

I Varpsten, kantiga 0,1-0,3 m stora



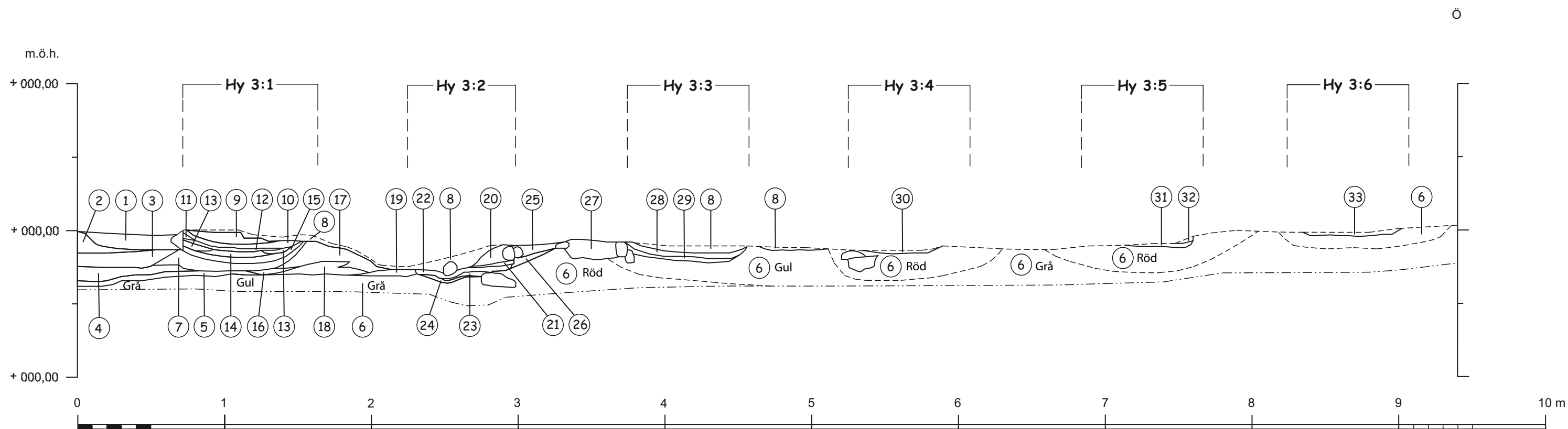
### Profil 3

- 1 Grusig, lerig sand med småsten slagg el malm, grått
- 2 Leraktigt, troligen förmultnat trä, kolbitar, brunt
- 3 Varp, skivig (huvudsakligen 0,01-0,10 m)
- 4 Sand och kol med varp- och natursten, närmast svart
- 5 Varp, troligen fortsättning på L3, mindre skivig
- 6 Kolrikt, lerigt lager, svart
- 7 Sand med kol och smidesslagg, svart, Ho 131
- 8 Möjligen samma som L7, men också varpsten, rödbränd lera, Ho 131
- 9 Sand med lite varpsten, natursten, kol, grus, mylla, brunt. Markyta?
- 10 Grusig sand, gul, lite mer beige överst, Ho 130
- 11 Humös sand natursten, brunt, i ytan skrotsten
- 12 Morän, mindre natur- och skrotsten, gul, brun och flammig, dvs. påförd
- 13 Humös sand med enstaka sten, brunt
- 14 Skrotsten (0,05-0,15 m)
- 15 Berg



Profil 4

- 1 Berg
- 2 Sot, träkol, trä/ved
- 3 Varp, skivig, gult, svavelhaltigt.
- 4 Varp, grövre, lilafärgat
- 5 Sand-småsten, vittrad röd sten
- 6 Äldre markyta
- 7 Moränmaterial
- 8 Aska, något blåaktig
- 9 Hårt, röd-brunt lager, med värmepåverkat och till stor del magnetiska klumpar - malmförande
- 10 Finkornigt, kraftigt magnetiskt och magnetitrik, svart
- 11 Finkornigt, lerigt, värmepåverkat, rödlila
- 12 Berg, sprucket och värmepåverkat

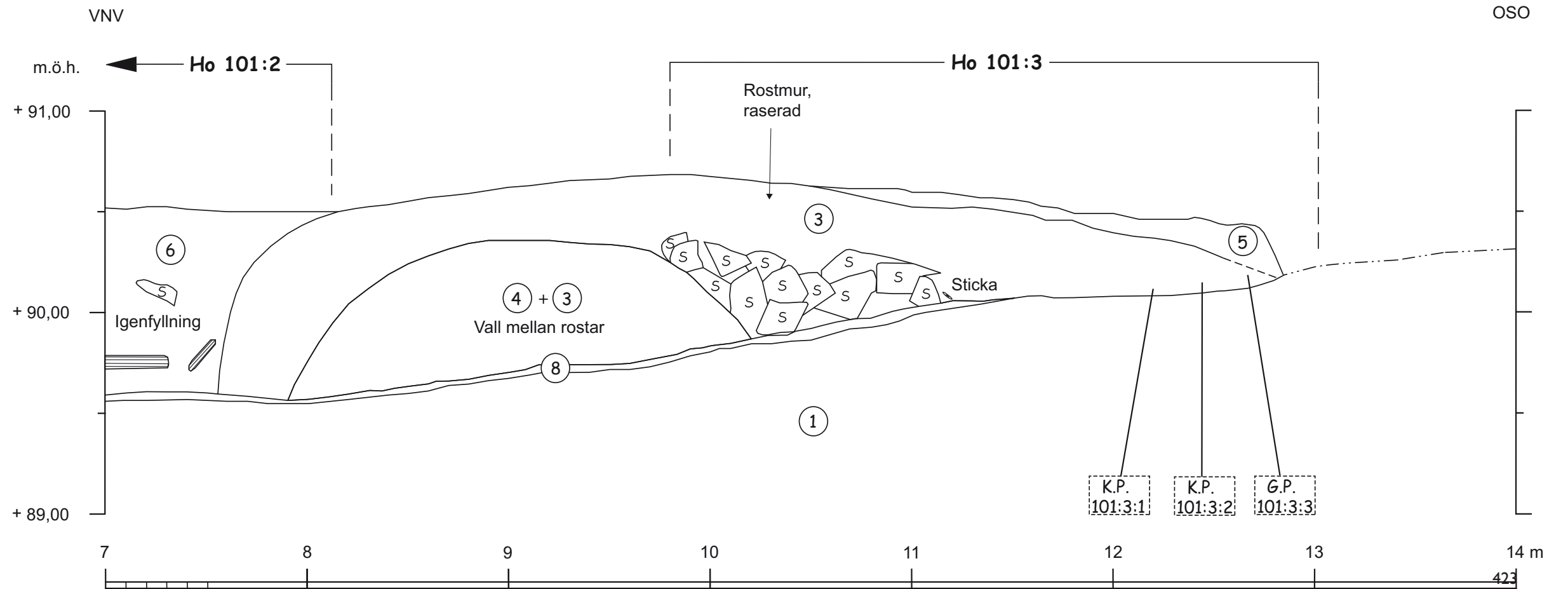
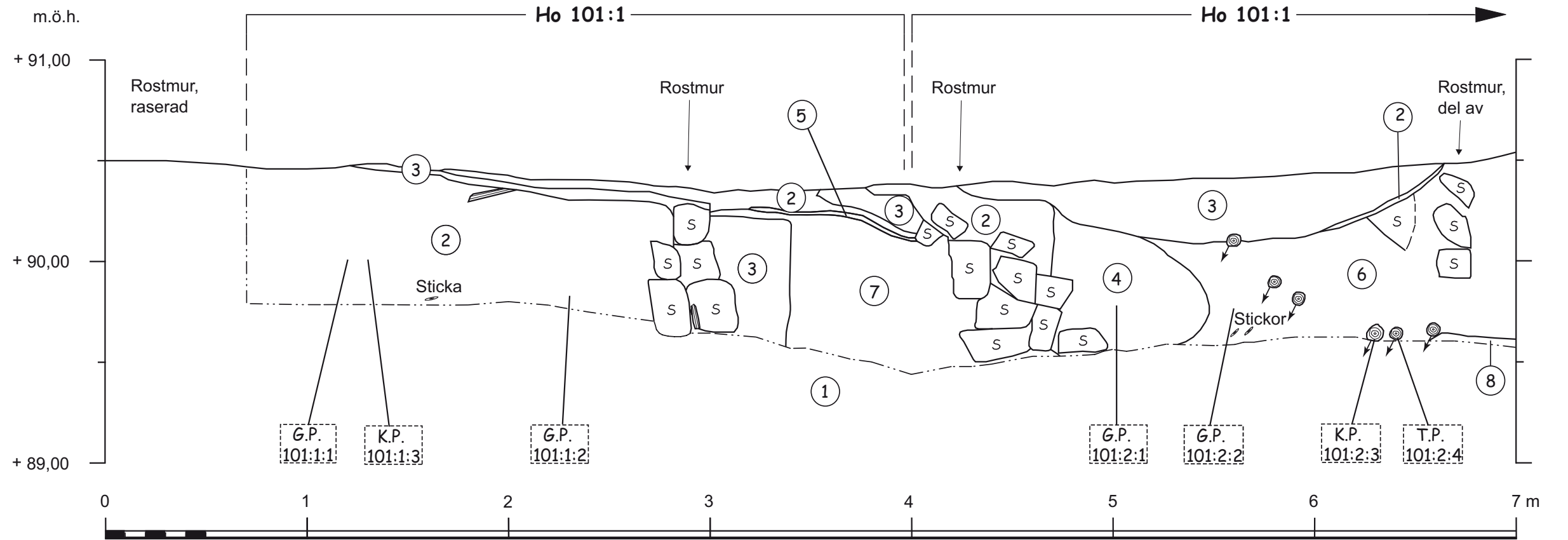


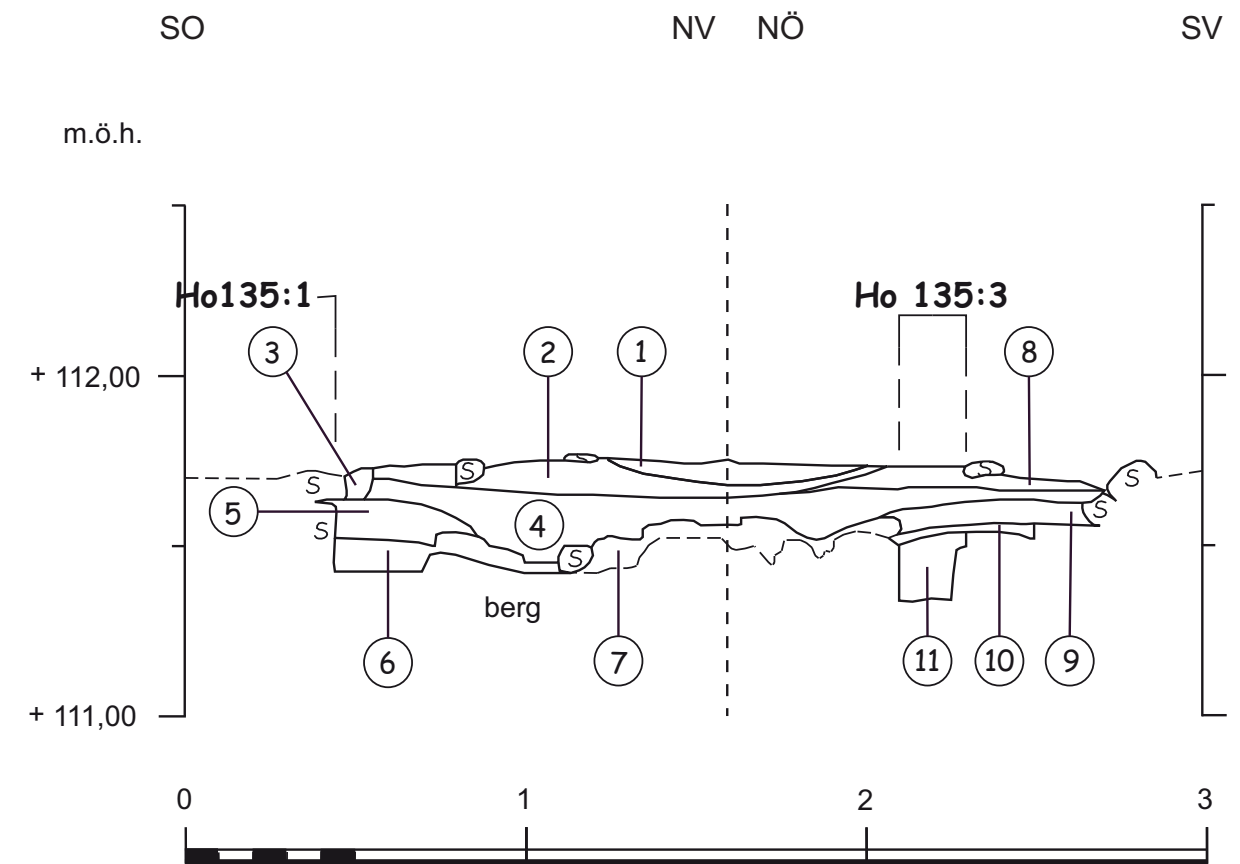
### Profil 5

- |   |   |
|---|---|
| <p>1 Slaggkross huvudsakligen (0,005-0,02 m), stenskärvor, kol, grus, brungrått, mot rostarna rött, orange sönderbränd sten</p> <p>2 Kolstybb</p> <p>3 Slaggkross (0,01-0,05 m), järn- och kopparutfällningar, kol, tegelkross, brunaktigt grus</p> <p>4 Lerigt grus, kol, lite smått slaggkross, svart</p> <p>5 Grusig lera, grå, med kol och klumpar rödbränt material, under rosten grönt med hård yta</p> <p>6 Slaggkross (vanligen 0,01-0,05 m) i grått lerigt grus, gulare under rosten</p> <p>7 Grus, rött, med småslagg. Slaggen liknar L3, svårt att avgränsa, under rosten sandigare och mindre med slagg</p> <p>8 Sandigt gruslager, brun, enstaka slaggkross och tegelfnas</p> <p>9 Sandigt grus, blågrönt med lila partier, kol, små gröna klumpar, rostverk?</p> <p>10 Sandigt grus, lila, kol enstaka småslagg</p> <p>11 Sand, grönt</p> <p>12 Sandigt grus, blålila, med gröna klumpar, rostverk?</p> <p>13 Sandigt grus med slagg, gulrött</p> <p>14 Sandigt grus med slaggkross, gråbrungrönt, kol, liknar L13 förutom färgen</p> <p>15 Grus, blågrönt och lite lila, med små gröna klumpar</p> | <p>16 Lera gul mjuk, klibbig</p> <p>17 Sandigt grus med slaggkross (-0,05 m), rödaktigt</p> <p>18 Sandigt gul, brun, grå, grönt med gröna klumpar, flammigt, tegel, kol, förmodligen samma som L4 och L5</p> <p>19 Sandigt grus med centimeterstor slaggkross, gulbrun</p> <p>20 Sandigt grus med lite slaggkross, brunt med gröna klumpar. Stenarna i öster, rest av vägg?</p> <p>21 Sandigt grus, blågrönt med gröna klumpar</p> <p>22 Sandigt grus, lila med gröna klumpar</p> <p>23 Sandigt grus med slaggkross, rödlila</p> <p>24 Grus, brungrönt, med gröna klumpar</p> <p>25 Slaggkross (-0,1 m) eldpåverkat, med grusig yta i rödgrönbrunt grus</p> <p>26 Sand med svavel, slaggkross med slät yta (0,01-0,02 m), rött och gult</p> <p>27 Sand, brun med röda inslag, slaggkross (0,01-0,03 m) vissa eldpåverkade</p> <p>28 Sandigt grus, mörkblått med blå och gröna klumpar</p> <p>29 Sandigt grus med rödfärgad grusig slagg, rött mörkt</p> <p>30 Sand, grönblå med gröna klumpar</p> <p>31 Sand, lila</p> <p>32 Sand, grönblå</p> <p>33 Sand, gråbrun, med kol och gröna fläckar</p> |
|---|---|

Profil 6

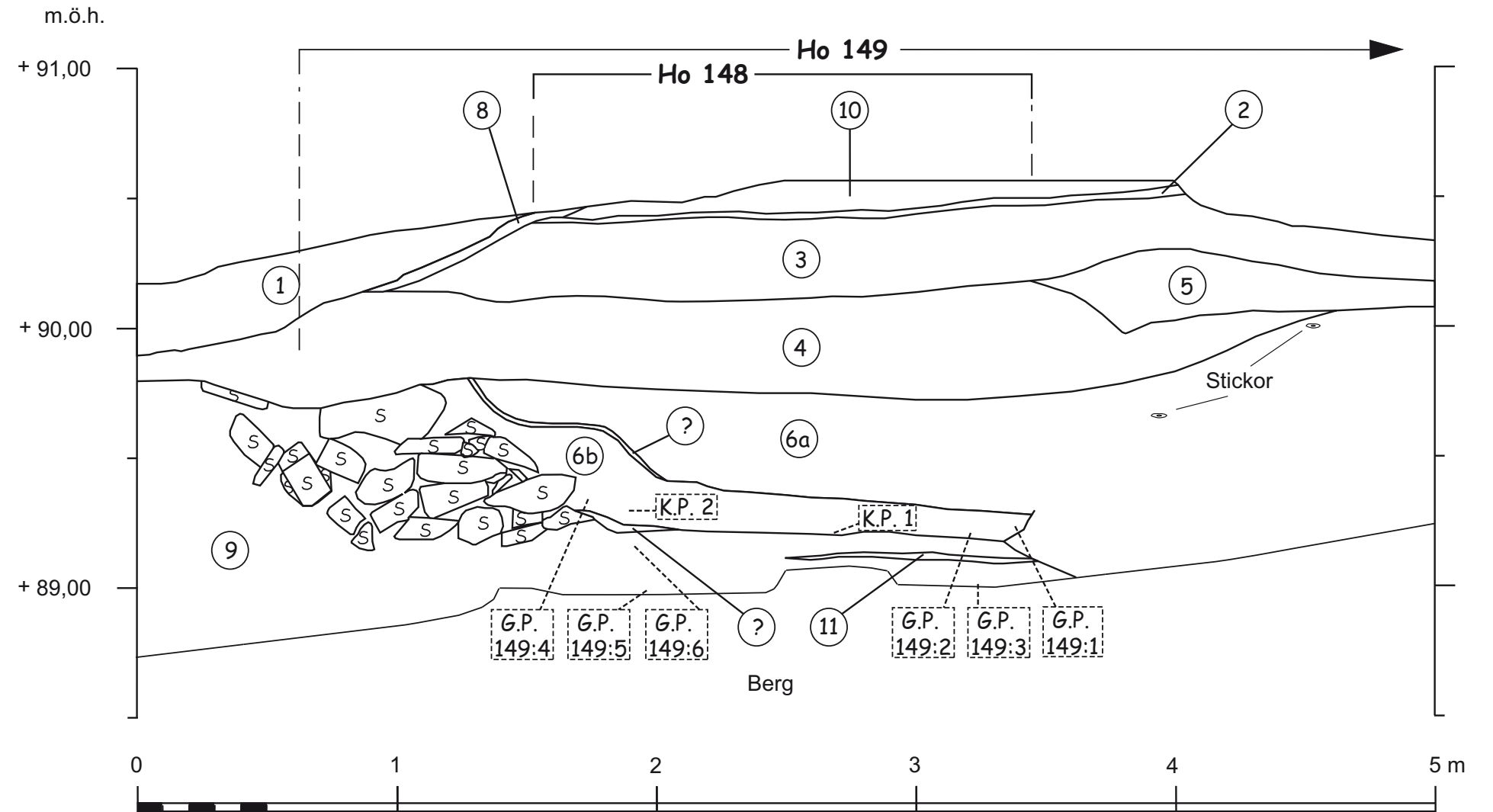
- 1 Berg
- 2 Varpsten, vanligen magnetisk, lila
- 3 Varpsten, skivig, svavelgul
- 4 Varpsten, vanligen magnetiskt, rött
- 5 Varpsten, småskivigt, med kol och sot
- 6 finkornigt material, gulgrönt
- 7 Varpsten, magnetisk, rödbrun
- 8 Bark och träflis





#### Profil 7

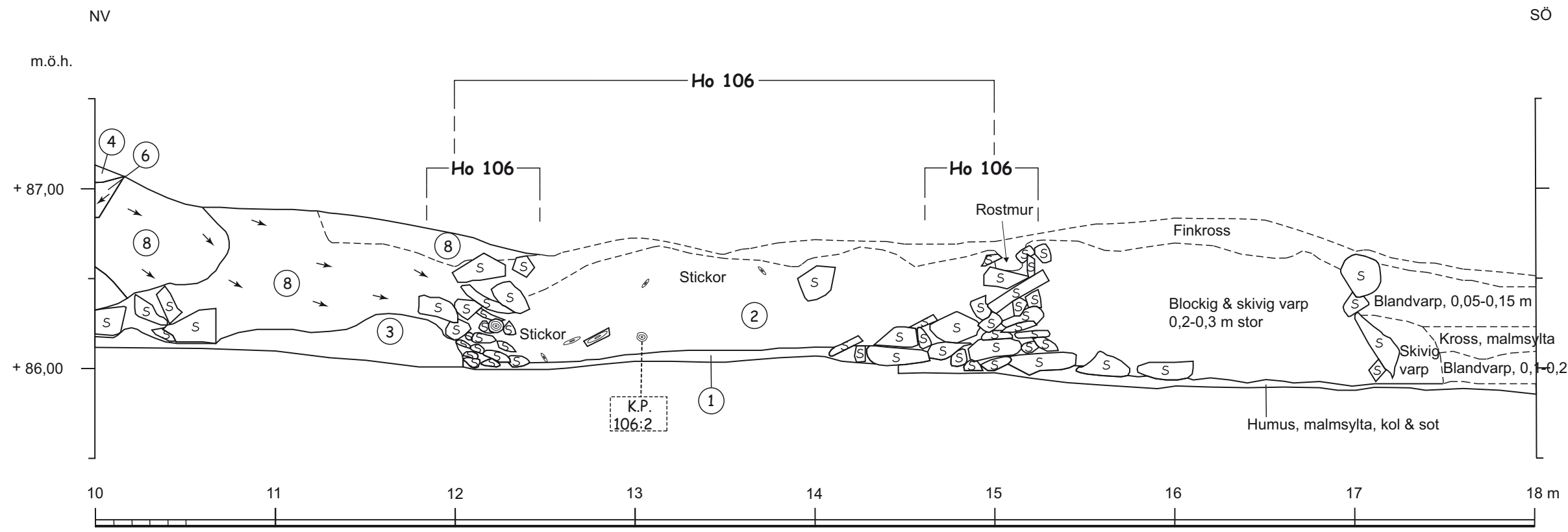
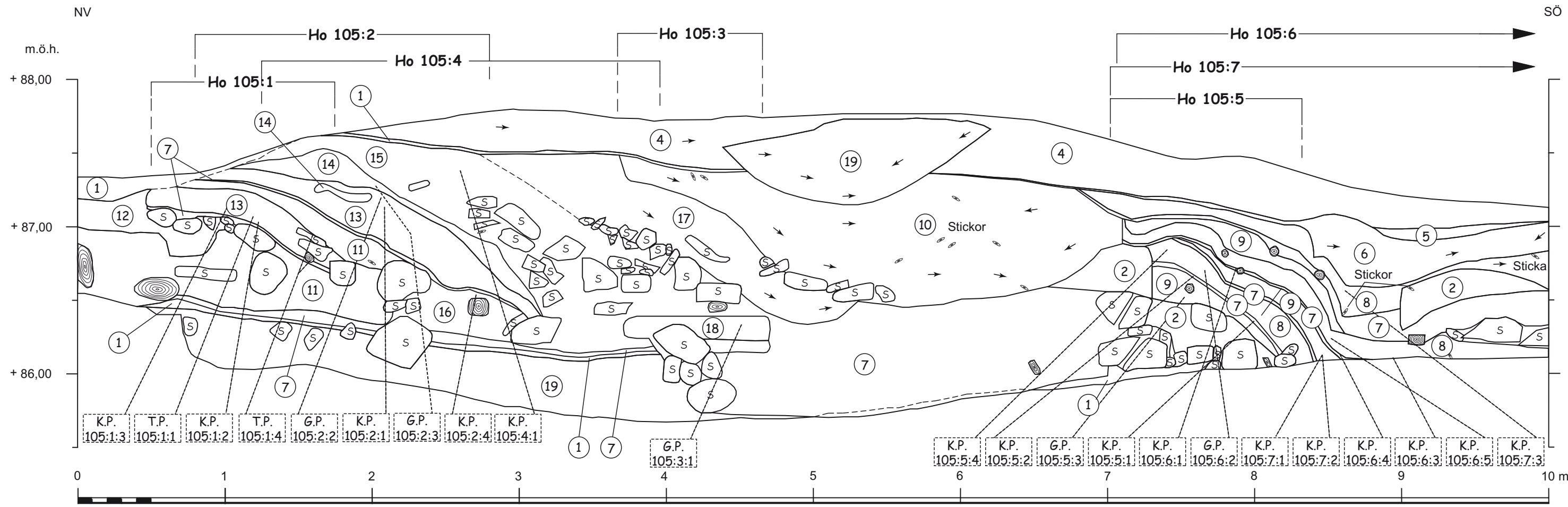
- 1 Kolstybb, lerig svart sand med mycket kol en del ugnsväggssmul och slagg Ho126
- 2 Grusig lera, beige med grå stråk, en hel del stenar i och på lagret, raseringslager
- 3 Kolrikt, ev. samma som L1
- 4 Lera med kol och glödska, gråsvart. Lagret är lite skiktat, hårt mot botten, kan innehålla golvytor, slagg förekommer
- 5 Slaggbitar som är dåligt hopsintrade
- 6 Kolbemängt och lerigt grus, svart
- 7 Slagg, hopsintrad, golv, hänger ihop med L5
- 8 Blandat lager, brungrått, lerigt grus, kol, sten
- 9 Glödska, grått
- 10 Lera, beige
- 11 Stenskarva stolphål med slagg längs kanterna framför



### Profil 8

- 1 Varpsten, påförd
- 2 Tunt skikt grusigt, brunt i ovkant rött under, Ho 148
- 3 Varp (0,1 m) samt grus, gulaktigt
- 4 Varp, skärvig, kol, brun sand, kan ha varit markyta ett tag
- 5 Varp, gråberg
- 6 Varp fyll rost Ho 149
- 6a Sulfidmalm, gulaktig
- 6b Varp i brunt grus, kol rostverk, vedrester och fyrstickor
- 7 Varp, mycket sulfidmalm, innehåller många oljiga bitar, rostverk, brunt grus
- 8 Grus, brunlila med varp, rostbotten?
- 9 Grus, gråare med varp, rostverk och kol
- 10 Varp med rostpåverkat material rött, troligen rostfyllning
- 11 Kol

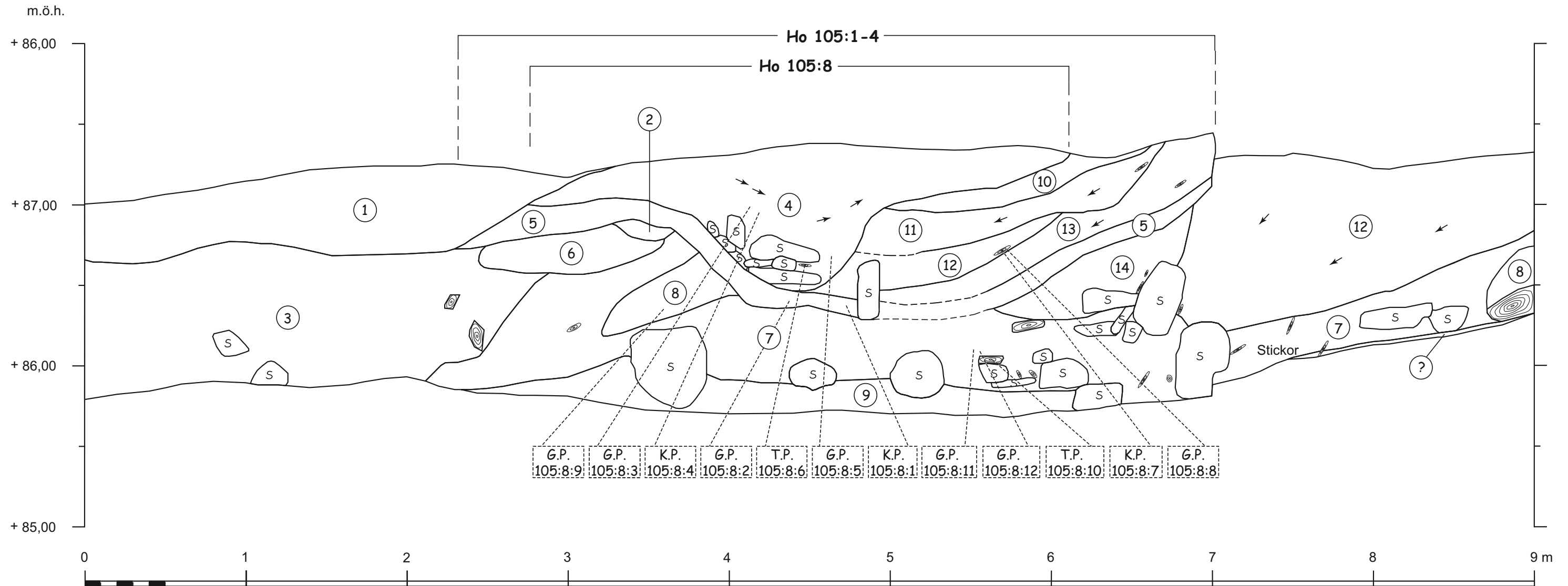
Åtminstone 6b och delar av 7 måste vara samma lager då det visar sig att rosten ligger mycket snett i förhållande till profilen  
Murstenar av i huvudsak magnetit.



- Profil 9**
- 1 Gammal markyta med inblandning av rostmaterial
  - 2 Varp, skivig
  - 3 Finkrossat material, malmsylt, kol och sot
  - 4 Gammal markyta med skivig varp och krossat material
  - 5 Rostgods, omrört, rött
  - 6 Malmsylt, kol och sot, skivig varp
  - 7 Kol och ved
  - 8 Rostlager
  - 9 Aska, förkolnad flis, med skivig, kvartsitisk varpsten
  - 10 Rostat material och skivig varp blandat, med trästickor
  - 11 Blandvarp, sulfidisk (0,01-0,015 m) krossat material och kol
  - 12 Blockig varp och moränsten (0,15-0,2 m)
  - 13 Rostlager, finkornigt, kross och bitar
  - 14 Varp, tunn, skivig, kol och kross (-0,05m)
  - 15 Rostlager, delvis avgrävd yta under äldre tid. Beväxt med mossor och ljung
  - 16 Varp och rostmaterial, krossat, i bitar, skivigt samt kol
  - 17 Varp, skivig (0,05-0,2 m) och kross (-0,05 m), röd
  - 18 Rostlager, kompakt, rött
  - 19 Varp, skivig varp med inslag av blockig
  - 20 Morän, torv/humus, finskiktat

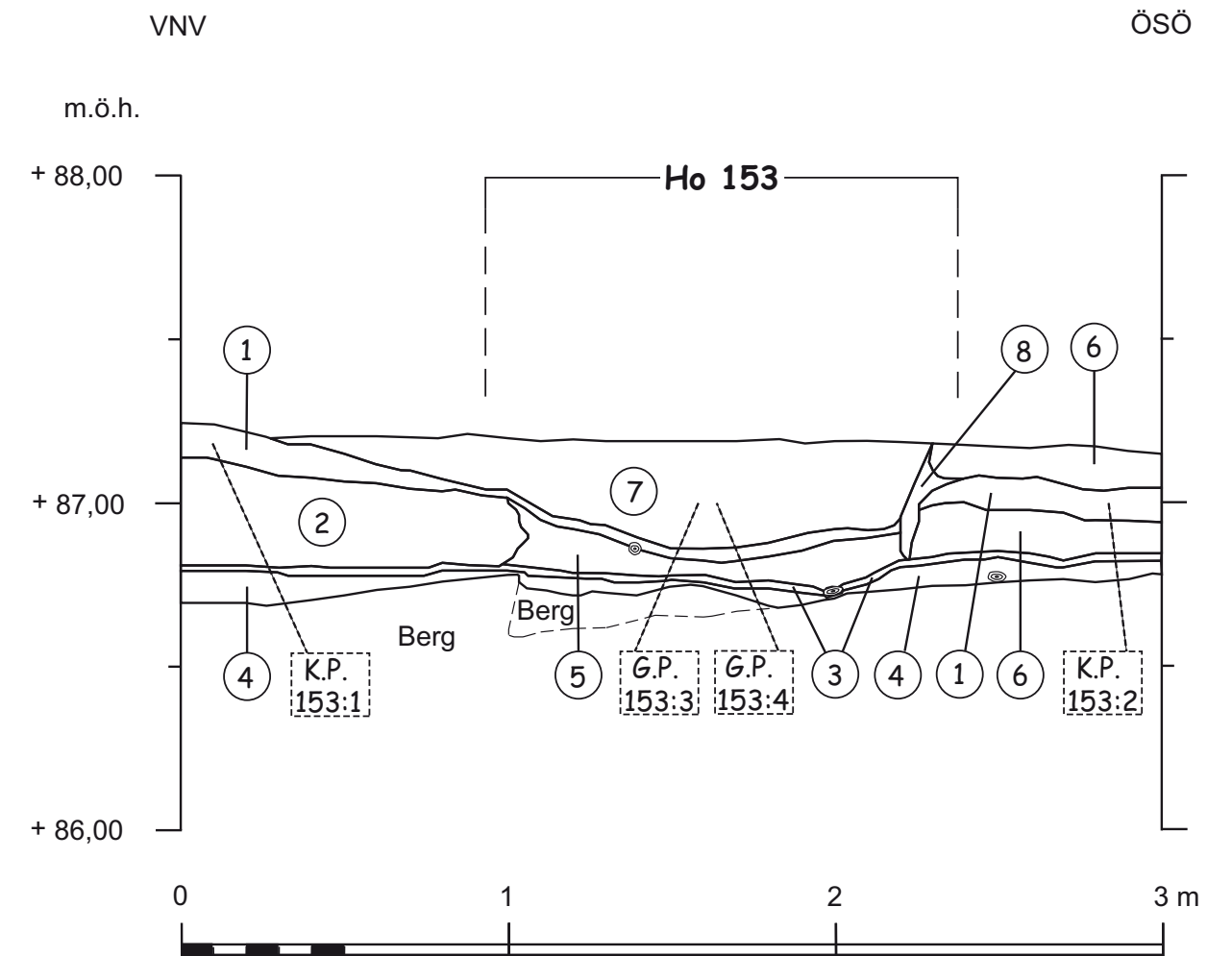
SÖ

NV



### Profil 10

- 1 Påförda massor vid undersökningen
- 2 Rostat, finkornigt material, rött
- 3 Varp (0,05-0,2m) med inslag av rostat material med kol och trä mot botten
- 4 Rostlager, kompakt och finkornigt med större klumpar och inslag av varp samt enstaka bitar kol = PI2, LI, 2, 4a-b
- 5 Kol och sotlager med inslag av skivig varp (0,01-0,05m) samt tunna linser av fint rostmaterial
- 6 Varp, till stor del finfördelat (0,5-0,2m), kolbitar
- 7 Rostlager, finkornigt med större klumpar och inslag av varp samt trä och kol, liknande L4. Lagret låg direkt på äldre markyta
- 8 Varp med gula, svavelbemängda utfällningar samt brunt krossat varp med trä och kol
- 9 Gammal markyta, med humus, sand, även morän. I ytan kol och sot
- 10 Varp (0,05-0,15m) med inslag av kol
- 11 Rostlager, finkornigt med inslag av varp (0,5m)
- 12 Varp (0,05-0,5m) med inslag av rostmaterial samt kol och ved
- 13 Varp (0,05-0,25m), mestadels större bitar (ca 0,15m)
- 14 Varp, större skiviga bitar (0,1-0,35m)

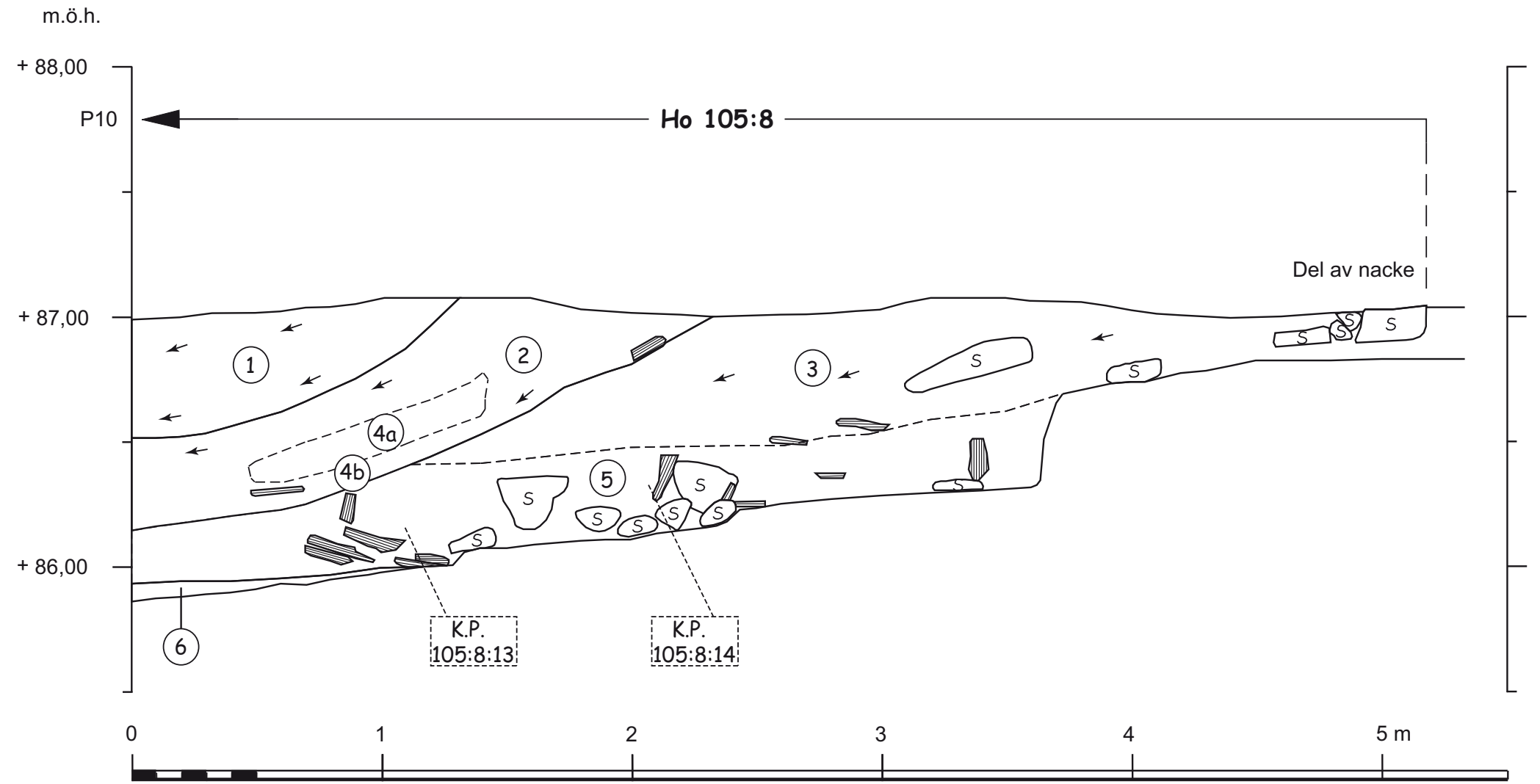


**Profil II**

- 1 Trä, kol, näver, bark, ved, kompakt
- 2 Varp, skivig, sulfidisk (0,05-0,15m)
- 3 Kol
- 4 Gammal markyta med torv, malmsyrt, kol och trä. Fläckvis åt Ö
- 5 Krossad varp, kol och trä
- 6 Rostlager
- 7 Malmstycken oljiga, varvat med kol och trä
- 8 Kol

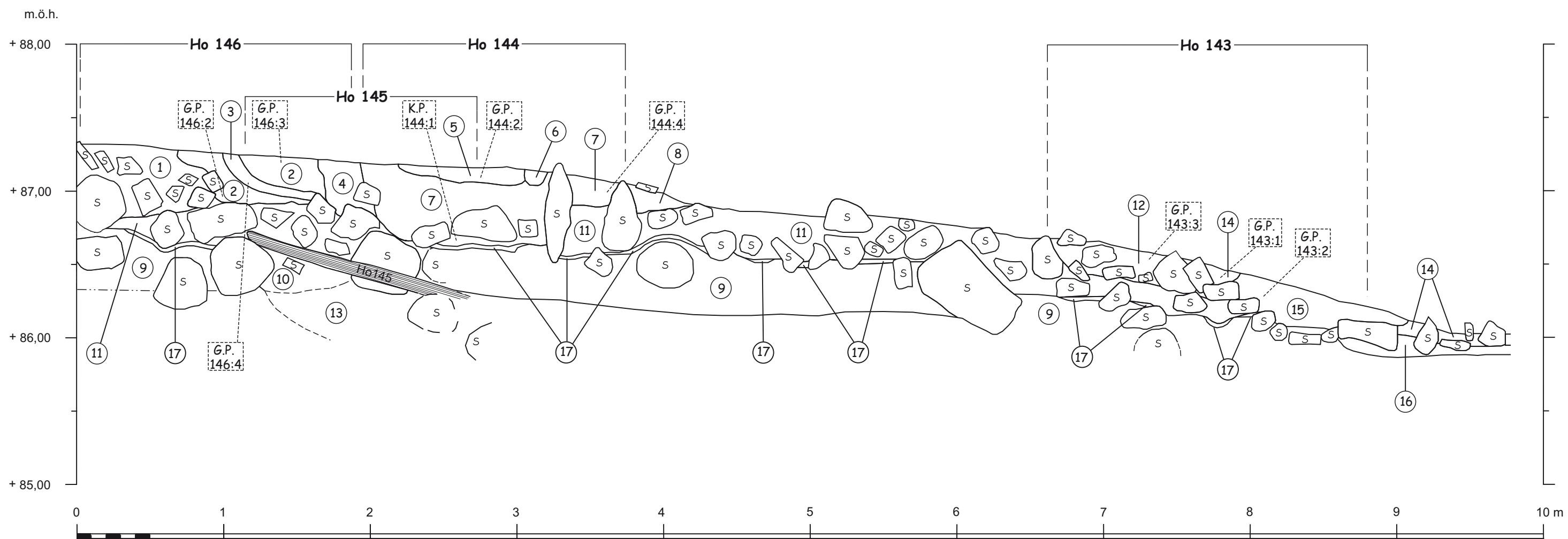
NNÖ

SSV



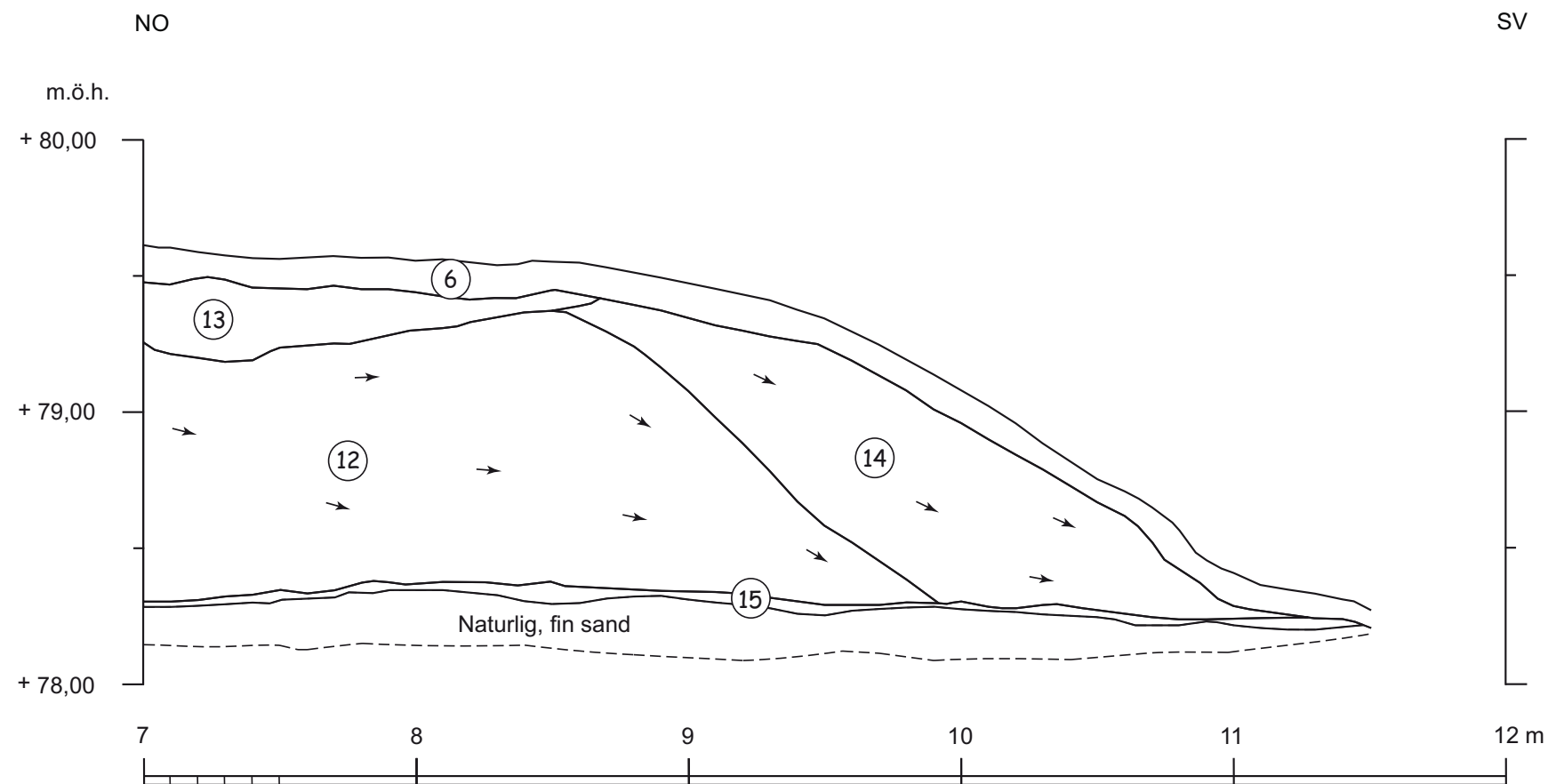
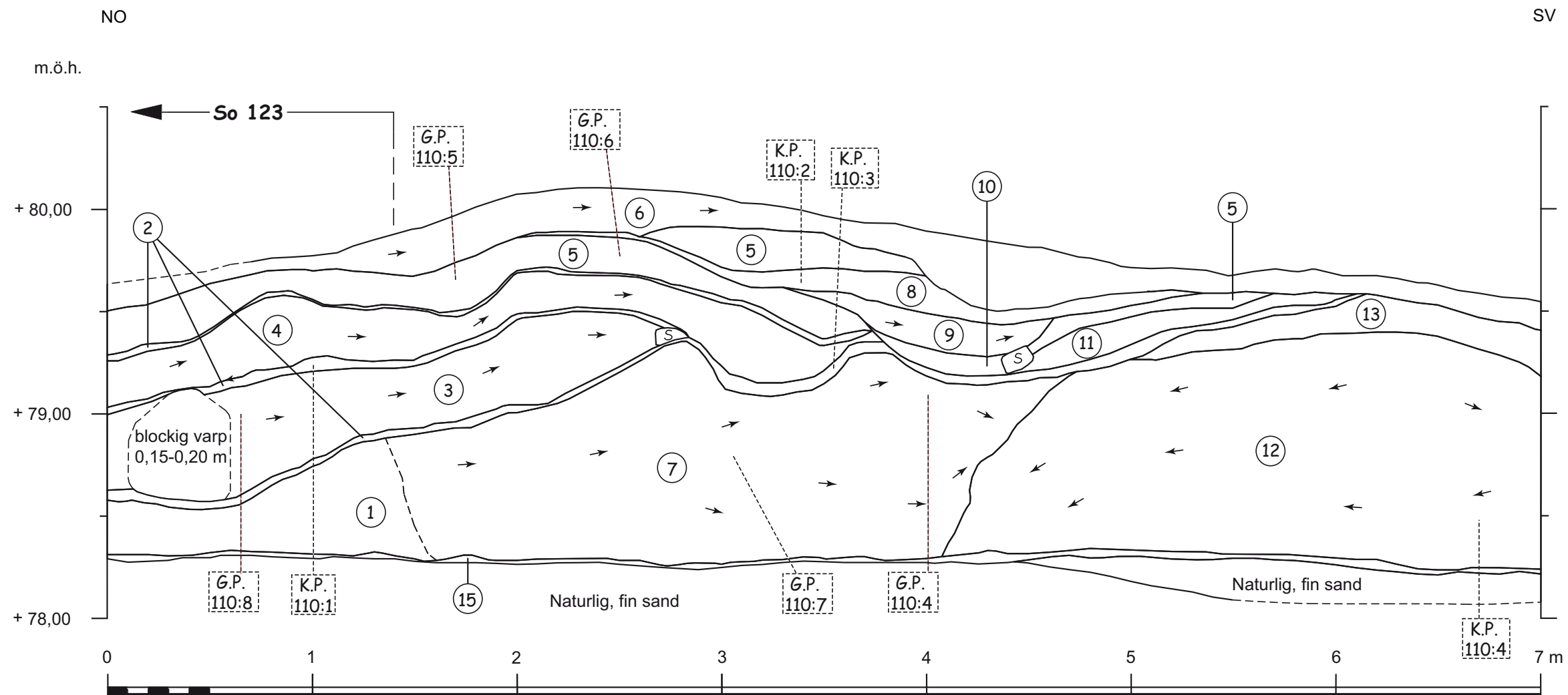
**Profil 12**

- 1 Rostlager, kompakt och finkornigt med större klumpar och inslag av skivig varp och grus (-0,15m) = P10, L4
- 2 Varp, skivig (0,1-0,15m), kol och sot = P10, L4
- 3 Varp, från grus till skivor och block
- 4a Varp, blockig (0,2-0,3m) = P10, L4
- 4b Varp, skivig, och rostmaterial, (grusstorlek-0,1m) = P10, L4
- 5 Varp, skivig med inblandad ved och näver. Mot botten var varpen blockformig (ca 0,2 m) och med inblandning av kol och sot. Vid 0,9m, 1,1m och 3,4m låg gröna klumpar invid grövre förkolnad ved.
- 6 Gammal markyta, med lite kol och sot



### Profil 13

- 1 Rostmur, bestående av varp, stora bitar, gula och lila.
- 2 Varp, blandat material, men även skivig, kol, rosa
- 3 Varp, små tunna, skiviga
- 4 Rostmur?, bestående av varp, knytnävstor, rosa-orange
- 5 Varp, mindre sten, med delvis förkolnad ved och större kantig sten, lila-orange. Förefaller omrört
- 6 Gulbrunt material
- 7 Större ihopkittade metallklumpar, mindre varpstena och moränsten mot botten
- 8 Varp, små och skiviga (-0,05m), kraftigt röd-orange, med fläckvis finkornigt blå-grönt material
- 9 Morän med inslag av större sten, brun-gul
- 10 Varp (0,05-0,4m) blandat med "fetare" grus. Ligger delvis i Ränna Ho 145
- 11 Morän med inslag av varp och delvis förkolnad ved. I botten större natursten. Lagret är påfört.
- 12 Grusigt lager med kraftigt bränd sten mot botten, rosa-orange
- 13 Sand, grus, "fet", svartbrun i Ränna Ho 145. I övrigt större natursten (0,4-0,5m) och små skivig varp.
- 14 Se L3
- 15 Varp (0,03-0,1m), sammankittad, röd-brunt, och med kraftigt sönderbränd sten mot botten, grön och blå
- 16 Grusigt med spridda stenar (0,03-0,1m), rostbrunt
- 17 Gammal markyta, humus, kol och sot

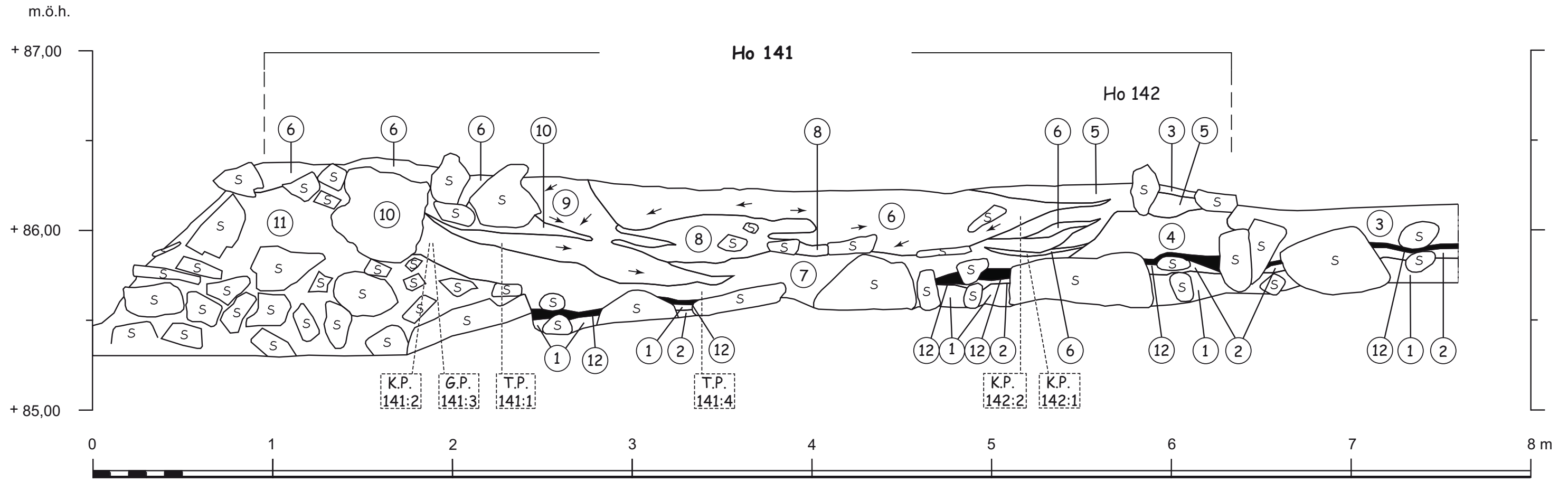


#### Profil 14

- 1 Sandig malmsylta, rödgrått, varvat med blockig-skivig varp (0,1-0,15m) och kol och sot
- 2 Kol och sot (≈0,01-0,05 m tj)
- 3 Varp, skiviga och blockformade (0,01-0,1 m), lite kol
- 4 Varp, krossad (0,05-0,1 m), malmsylta, mycket kol, lite skivig varp
- 5 Rostlager, malmstycken (0,1 m), malmsylta, kompakt. Fläckvis kol i botten
- 6 Varp, blockig-skivig (0,05-0,1 m), med inslag av humus och sand.
- 7 Varp, blockig, även skivig (0,05-0,15m), kross och kol. Mot botten låg dominerar de större stenarna, kvartsitisk
- 8 Kol, trä, aska och lite varpkross
- 9 Varp, skivig (0,05-0,1 m)
- 10 Som L7, men annan tippriktning
- 11 Varp, kross (0,01-0,05m), malmsylta
- 12 Varp, blockig (0,15-0,3m), i huvudsak kvartsitisk, med inblandning av kross, trä och kol
- 13 Varp, skivig (0,05-0,15m)
- 14 Varp, storblocig (0,1-0,4m)
- 15 Gammal markyta, fläckvis sot, kol, aska

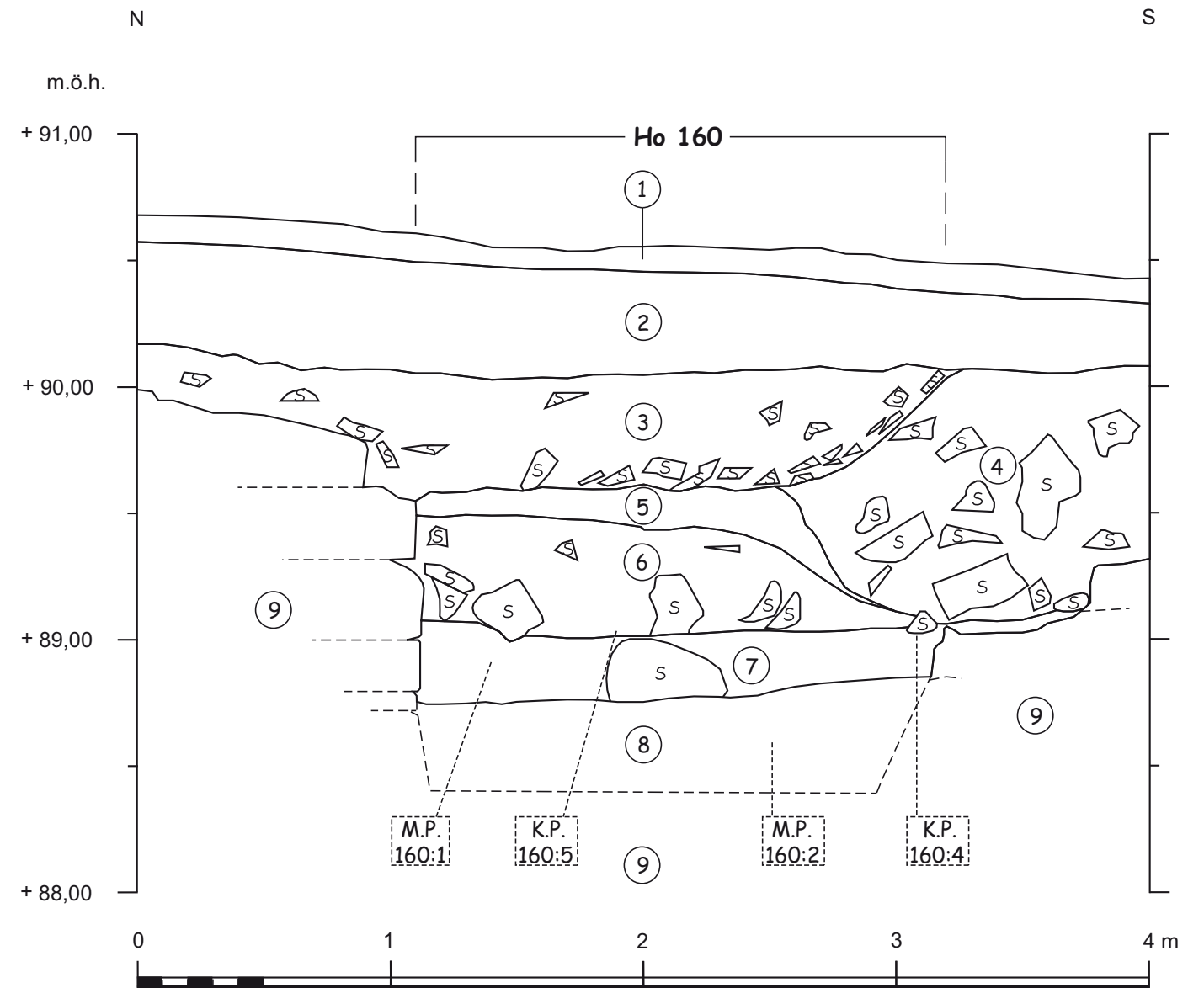
NV

SO



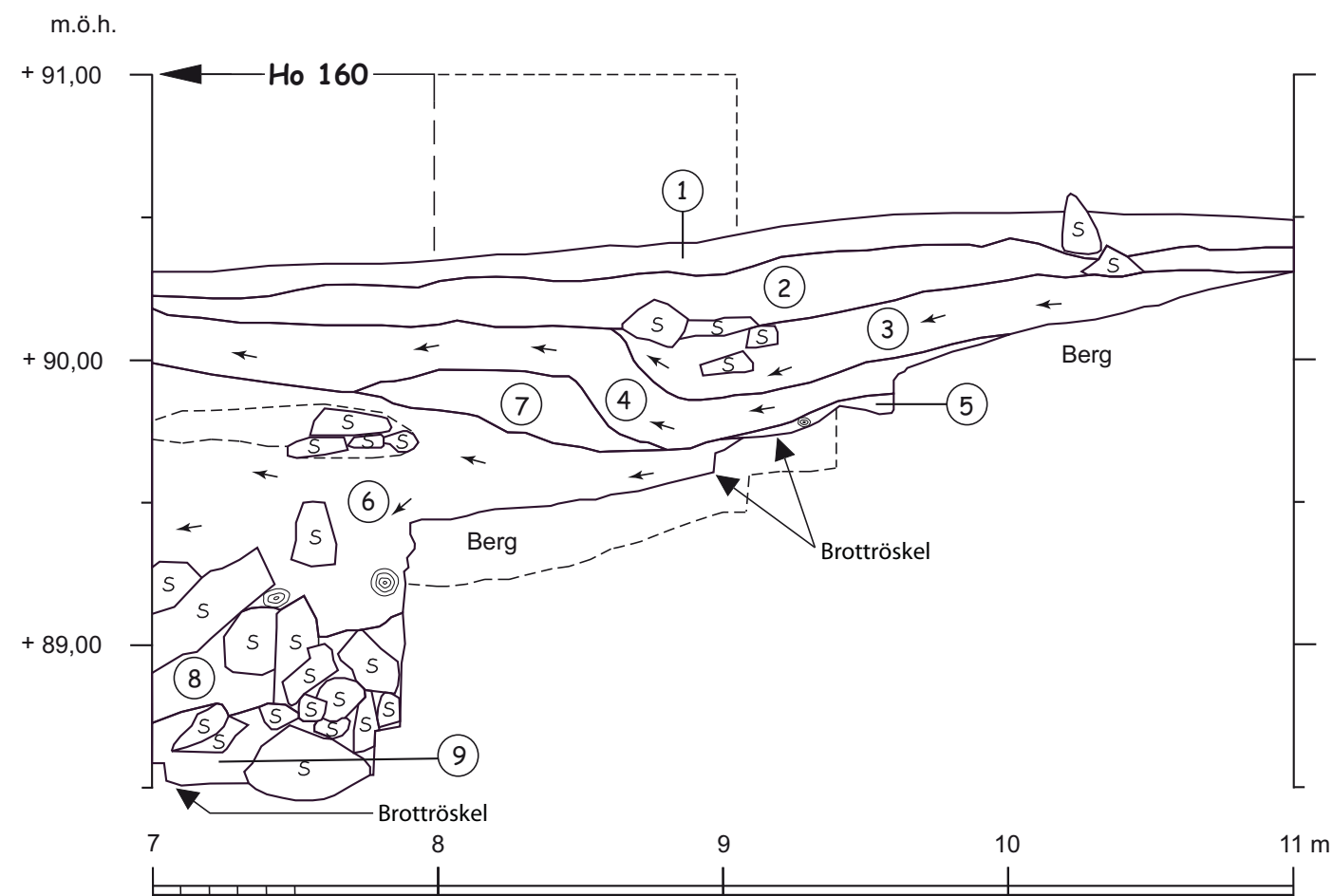
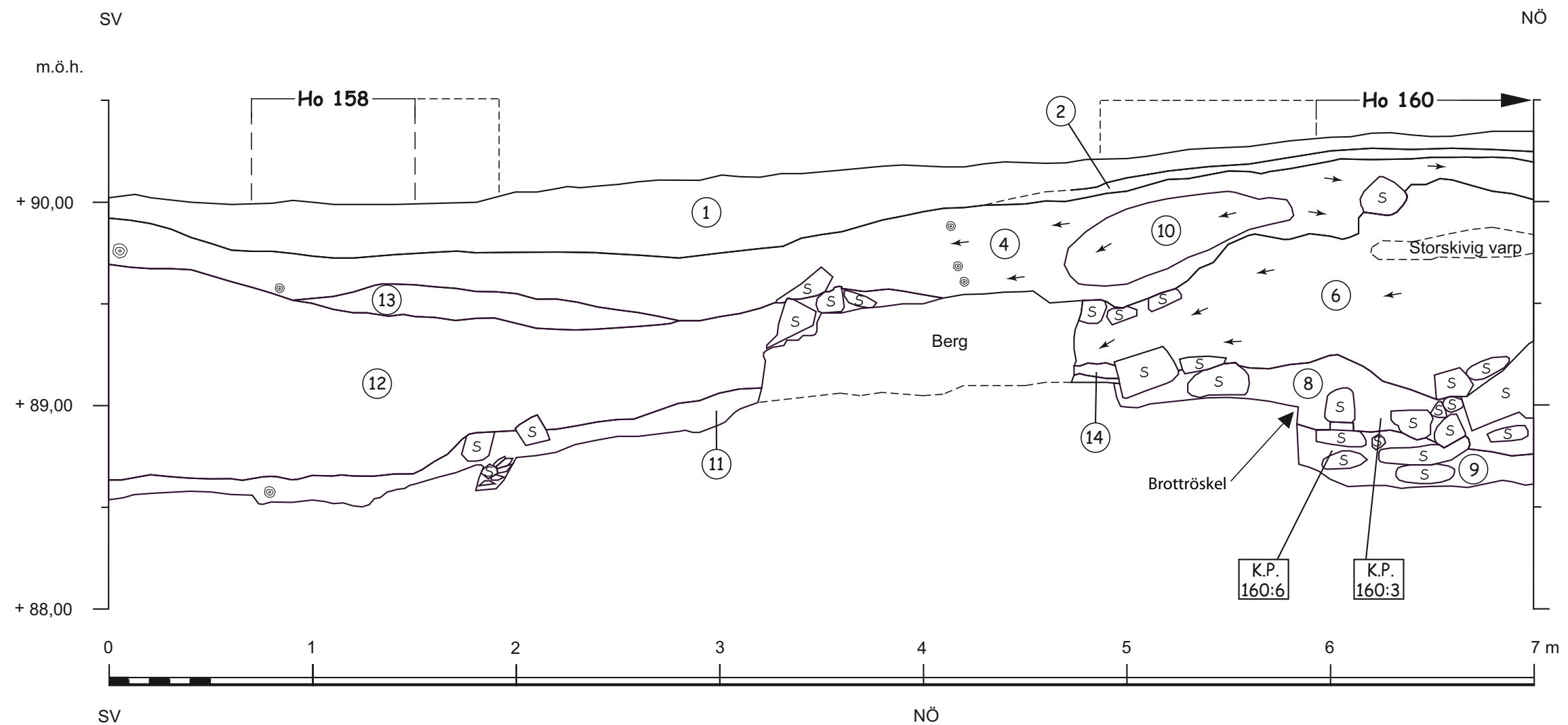
**Profil 15**

- 1 Morän med rikligt med sten, rödgul
- 2 Kalkrikt(?) morängrus, vitt
- 3 Morän, varpsten (-0,1m) och kol
- 4 Varp (0,1-0,3m), lite humus och grus, gult
- 5 Ihopbränd småsten (-0,05), rosa
- 6 Varp, skivig (0,01-0,05m), sand och kol, grått
- 7 Grusigt, kompakt med mindre sten, rostrött
- 8 Varp blandat med natursten (0,1m), brunt
- 9 Varp, skivig (0,1-0,2m), enstaka trä
- 10 Ihopbränd material, med vita partier av större kantig sten (-0,2m) och mindre närmast leraktiga klumpar
- 11 Sten (-0,5m), med inslag av brun sand – trolig rostnacke
- 12 Gammal markyta, kol, sot, humus



### Profil 16

- 1 Slagg och ljus sand (Ho35)
- 2 Malmsylta och finfördelad varp, sulfidisk, gult-rött-brunt
- 3 Varp, savavelbemängd, gul, och skivig, mestadels fin, kol
- 4 Varp, svavelbemängd, gul, och mestadels skivig, kol samt en del större sten (0,2-0,5m)
- 5 Sand, humus, bearbetat trä, kol och fin varp
- 6 Varp, svavelbemängd, gul, skivig och mestadels fin, kol, träflis, med några större skiviga varpstenar
- 7 Sandig malmsylta, humus, lite sot och enstaka småsten, strimmigt och mjukt/fett
- 8 Vittrat berg, bestående av ihopbränd sand-grus-småsten, gul-brun, och ställvis med magnetitbitar, grå-blå. – naturlig kemisk process(?)
- 9 Fast berg, med möjliga brottytor på sina ställen på kanterna. Men svårbedömt då berget har spruckigt i skikt



### Profil 17

- 1 Slagg och lite sand (Ho35)
- 2 Som L1, men mer finkrossad
- 3 Varp, mestadels skivig (0,05-0,15m), men även blockig (-0,25m), med inslag av av finkross och kol
- 4 Malmsylta och kol, med varp, mest skivig (0,01-0,15m) och sot, grått
- 5 Malmsylta, någon träbit och kol
- 6 Varp, kross-skivig-större bitar, med inslag av kol, brunorange
- 7 Varp (0,05-0,1m)
- 8 Varp, fint, men i övrigt som L6
- 9 Sandig malmsylta med humus, varvig, sot och enstaka sten, grönbrun-brunorange
- 10 Varp, blockformig (0,15-0,2m). Ligger i L4!
- 11 Varp, finkrossad och skivig (0,1m), kol, trä och malmsylta
- 12 Varp, skivig-blockig (0,05-0,4m), med nedrasad kross och kol från L13
- 13 Varp, kross, malmsylta och kol, brunorange
- 14 Kol och sot