



HARHYTTAN I SILVBERGS SOCKEN, DALARNA

Viking Wedberg

Arkeologi

Nils Björkenstam

Metallurgi och Historia

Peter Kresten

Kemi

H 35

JERNKONTORETS BERGSHISTORISKA UTSKOTT

JERNKONTORETS FORSKNING

Serie H	Nr. 35	Datum april 1985	Forskningsuppgift nr. EK91
------------	-----------	---------------------	-------------------------------

HARHYTTAN I SILVBERGS SOCKEN, DALARNA

Viking Wedberg
Arkeologi

Nils Björkenstam
Metallurgi och Historia

Peter Kresten
Kemi

Redigerad av Inga Serning

INNEHÅLL

INGA SERNING

INLEDNING.....	1
----------------	---

VIKING WEDBERG

MALMFÖREKOMSTER OCH GRUVOR.....	2
Långalenstråket.....	2
Bondhyttefältet.....	2
Östanbergsfältet.....	2
Kittbergsgruvan.....	2
Gässbergs gruvor.....	3
Bråfallsfältet.....	3
OMRÅDETS HYTTOR, EN ÖVERSIKT.....	3
Fornlämning nr 47, Gullgården.....	3
Fornlämning nr 48, Jutbo hytta.....	4
HARHYTTAN, DE ARKEOLOGISKA UNDERSÖKNINGARNA.....	5
Lägesangivelse och områdesbeskrivning.....	5
Metodik.....	7
Anläggningarna.....	7
A 1 Reduktionsugn.....	7
A 2 Slaggvarp.....	7
A 3 Slaggvarp.....	7
A 4 och A 5 Två slaggvarp.....	10
A 6 och A 7 Två slaggvarp.....	10
A 8 Kanal.....	10
A 9 Fossil väg.....	10
A 10 Kølupplag.....	11
A 11 och A 12 Två stenrösen.....	11
A 1 Reduktionsugn.....	12
Ugnspipan.....	12
Ugnsbottnen.....	17
Utslagsbröstit.....	18
Formbröstit.....	20
Grundmurarna.....	22
FYND.....	25
SAMMANFATTNING AV DE ARKEOLOGISKA UNDERSÖKNINGARNA.....	26

FIGUR 17 - 30.....	27
DE TEKNISKA UNDERSÖKNINGARNA.....	31
Malm.....	31
Provförteckning.....	31
Mikroskopering.....	31
Kemiska analyser.....	31
Slagg.....	33
Provförteckning.....	33
Kemiska analyser.....	33
Strukturundersökningar.....	35
Järn.....	41
Provförteckning.....	41
Kemisk analys.....	41
Kulformade gjutjärnsstycken.....	41
Undersökning av lera.....	42
FORNLÄMNING NR 47 GULLGÅRDEN, DE TEKNISKA UNDERSÖKNINGARNA.....	44
Slagg.....	44
Provförteckning.....	44
Kemiska analyser och strukturundersökningar.....	44

NILS BJÖRKENSTAM

DISKUSSION AV RESULTATEN AV DE TEKNISKA UNDERSÖKNINGARNA...	48
HARHYTTAN.....	48
HISTORIK.....	52

APPENDIX

PETER KRESTEN

TOLKNING AV SLAGGANALYSERNA.....	61
LITTERATURFÖRTECKNING.....	66
BILDMATERIAL.....	67
<i>English summary</i>	68

INLEDNING

År 1979 påbörjades undersökningar av en reduktionsugn för järnframställning i Harhyttan, Silvbergs sn, Dalarna. Avsikten var, att undersökningarna då också skulle slutföras, men dåligt väder och bristande ekonomiska resurser omöjliggjorde detta.

Anledningen till undersökningarna var en diskussion med divergerande åsikter om ugnstypen, där å ena sidan hävdades, att den var en styckeugn (Tholander 1973 och 1978), å den andra att den var en masugn (Björkenstam 1975 och 1978). Diskussionen hade föregåtts av en år 1972 av bergsingenjör Tholander genomförd undersökning, varvid man under två dagar rensat ugnen från rasmassor samt tagit upp några av de på ugnsbotten liggande hållarna (Tholander, rapport till Raä Dnr 005931, 1972 09 15). Vid denna undersökning tyckte man sig iakttaga konstruktionsdetaljer, som tidigare icke varit kända i samband med masugnar.

När därför undersökningarna återupptogs år 1979 och 1981 var målsättningen klart angiven: Att fastställa, till vilken ugnstyp ugnen i Harhyttan hörde och hur ugnen var konstruerad. Undersökningarna utfördes i regi av Arkeometallurgiska institutet, Håksberg, I Håksberg-institutet förvaras provmaterial, originalritningar etc. Som platsledare fungerade år 1979 antikvarie Lena Thålin-Bergman, Statens historiska museer, och år 1981 fil.kand. Viking Wedberg. I undersökningarna deltog under en del av perioderna i sin egenskap av metallurg bergsingenjör Nils Björkenstam.

Arbetet i fält har bekostats av Kopparbergs länsarbetsnämnd. Några av uppmätningarna i fält samt renritningar av fältritningarna har bekostats av Svenskt Stål AB, Grängesberg, som ställt gruvmätaren och kartritaren Bengt Orre till förfogande. Den engelska översättningen av sammanfattningen har utförts av docent Peter Kresten, Uppsala. Till samtliga går vårt varma tack för stöd och hjälp.

Inga Serning
Arkeometallurgiska institutet
Håksberg

MALMFÖREKOMSTER OCH GRUVOR

Utan att ta upp aspekter på brytvärdhet torde man kunna påstå, att Silvbergsområdet är rikt mineraliserat. Flera gruvor ligger inom en mils radie från Harhyttan. Flertalet av gruvorna håller dock för järnframställning oanvändbara malmer, mestadels svavel- och kopparkis samt blyglans, zinkblände och magnetkis. Nedan följer en redogörelse för de närmast Harhyttan belägna järnmalmsförekomsterna samt de däri liggande gruvorna. Redogörelsen är till största delen hämtad ur Per Geijer och Nils H. Magnusson 1944.

LÅNGALENSTRÅKET, i vilket Harhyttan ligger, är fattigt på järnmalmer. Det håller endast en kvartsig svartmalm-blodstensförekomst, det s.k. Gullgårdsdalsfältet. Malmfyndigheten lär först under andra världskriget ha blivit föremål för brytning i liten skala. Fältet stryker i ONO-VSV. Björngruvan ligger i dess sydligaste del, Bruntbogruvan ca 1 km NV Långalens mitt, Sval-och Sparvgruvorna ligger i fältets nordligaste del. Områdets kvartsiga blodstenar karakteriseras av att de vanligen ej är kvartsrandiga, utan kvartsen har en mera likformig fördelning i malmmassan. Malmen synes dock vara fosforfattigare än som är vanligt i kvartsrandiga blodstenar.

BONDHYTTEFÄLTET 3 km N Harhyttan håller manganfattiga, magnesia-rika skarnjärnmalmer. Högre upp i synklinalen, över de manganfattiga skarnjärnmalmera i fältet uppträder manganförande, karbonat-och skarnjärnmalmer i kalibetonade till intermediära leptiter. Inom fältet skall endast brytning på försök i obetydlig skala ha förekommit.

ÖSTANBERGSFÄLTET 5 km SO Harhyttan har varit föremål för en relativt omfattande brytning. Fältet håller manganfattiga, kalkiga skarnjärnmalmer.

KITTBERGSGRUVAN ligger i en öst-sluttning av Kittberget 4 km ö om Harhyttan. Malmen som är manganfattig, magnesiarik, visar en bandad struktur, i det att band av grovkristallin, lös magnetit

växlar med band av ljus grågrön tremolit. Malmen torde därför härstamma från en skarnrandig järnmalm.

GÄSSBERGS GRUVOR ligger inom Norrbärke socken och knappa 10 km sydväst om Harhyttan. De för en pyroxenhaltig svartmalm, uppblandad med brun granat. "Gessberg" omtalas på 1440-talet som huvudort även för nedan nämnda. Bråfalls järnmalmsgruvor och bildade vid 1500-talets början egen bergslag under Tuna utan bron, men upphörde som särskild redovisningsenhet under 1560-talet.

BRÅFALLSFÄLTET ligger drygt 10 km väster om Harhyttan och inom samma söderifrån, från Norrbärke, inkommande leptitstråk som Gässbergsgruvorna. Fältet innehåller skarnjärnmalmtillgångar och har brutits på direkt användbar styckemalm med en medeljärnhalt av 55%. Malmen är en mycket finkornig magnetitmalm.

OMRÅDETS HYTTOR, EN ÖVERSIKT

I Silvbergs sn finns rester efter ett flertal hyttor. Nedan ges en kort översikt över hyttlämningar belägna inom 1 km från Harhyttan. För ytterligare information om Silvbergs hyttor se bl.a. Hillerström 1973.

FORNLÄMNING NR 47, Gullgården. 300 m söder om Harhytte-anläggningarna och ca 70 m norr om sjön Långalen, invid och öster om Harhyttebäcken, ligger ett 50 m långt och 25 m brett slagghvarp. Varpets höjd är nu obetydlig. Det har tidigare till synes haft något större utbredning, det har av allt att döma använts som täkt för fyllnadsmaterial. Omedelbart norr om slagghvarpet finns rester av en dammbyggnad. Var själva ugnen legat går idag inte att avgöra utan en närmare undersökning. I slagghvarpets södra kant, nära bäcken, ligger några stora block av glimmerskiffer och i en kolstybb-jordblandad hög finns en del bitar av rödbränd lera. Slaggen är av den typ som vanligen återfinns vid kopparhyttor, brun till brunlila, trögt fluidal och spröd. Platsen tycks ej vara omnämnd i skrivna källor. Två C14-dateringar på träkol från slagghvarpet föreligger:

Analysnummer	Datering	
St 8445	BP 515±100	AD 1435
St 8446	BP 335±100	AD 1595

Analyserna har utförts vid Laboratoriet för isotopgeologi, Stockholm.

Kemiska analyser och fasundersökningar har utförts på två slaggprover, se s 44 ff. Resultaten presenteras här i stort sett utan kommentarer i avvaktan på arkeologiska undersökningar av platsen.

FORNLÄMNING NR 48, Jutbo hytta. 1 km söder om anläggningarna vid Harhyttan och 40 m öster om Långalen invid Jutbobäcken finns resterna efter Jutbo hytta. Hyttpipan kvarstår till en höjd av 3 m. Hyttans placering är ovanlig enär marken är tämligen sluttande och avståndet mellan bäcken och hyttpipan är litet. Mellan hyttruinen och sjön, mestadels på bäckens södra sida finns ett oregelbundet intill 3 m högt slagghvarp.

HARHYTTAN

DE ARKEOLOGISKA UNDERSÖKNINGARNA

LÄGESANGIVELSE OCH OMRÅDESBESKRIVNING

Harhyttan är belägen 18 km sydväst om Säter, fig 1, s 6. Koordinaterna för hyttplatsen är enligt rikets nät X 66844 Y 14855. Topografiska fältkartan har beteckningen 12 F Ludvika NO. I fornlämningsregistret för ekonomiska kartan har hyttan nr 45.

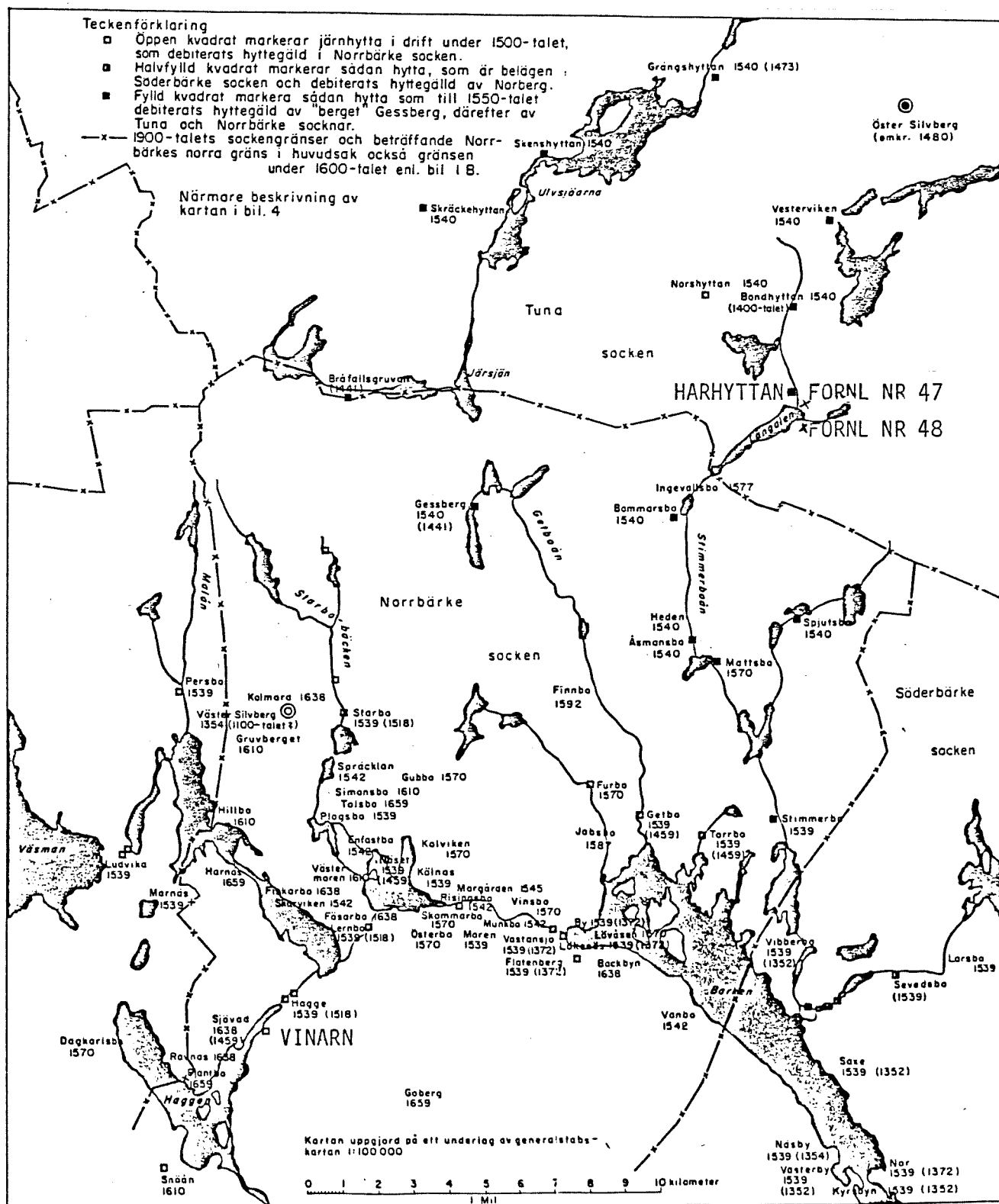
Hyttområdet ligger omedelbart nordöst om Jutbovägen och ca 200 m sydöst om denna vägs korsning med vägen Säter-Smedjebacken. Genom området rinner Harhyttebäcken, som förbinder de två sjöarna Dammsjön och Långalen. Dessa har en h.ö.h. av 192 m resp. 160,5 m. Terrängen består av relativt blockrik, sandig morän. Omgivningen har en yppig vegetation med under försommaren ett rikligt inslag av bl.a. daldocka. Den högre vegetationen består mestadels av björk och al, en del av området har under senare tid varit föremål för granplantering.

Norr och nordväst om hyttområdet finns rester efter bebyggelse samt med gran och tall igenplanterade åkersystem. Vid tiden för första världskrigets utbrott bodde det så mycket folk i Harhyttan att man hade egen skola. Av denna återstår nu endast grunden och källaren. Nu finns på Harhytte-täkten endast ett torp med tillhörande uthus kvar.

Ca 150 m uppströms hyttområdet finns rester efter en mindre dammanläggning. Denna skall enligt Hillerström (1973, s 55) ha anlagts för en vattendriven kvarn som var igång ännu under 1800-talet.

Även vid Harhyttebäckens utlopp ur Dammsjön kan rester efter en dammanläggning svagt skönjas.

Markägare är Stora Kopparbergs Bergslags AB.



METODIK

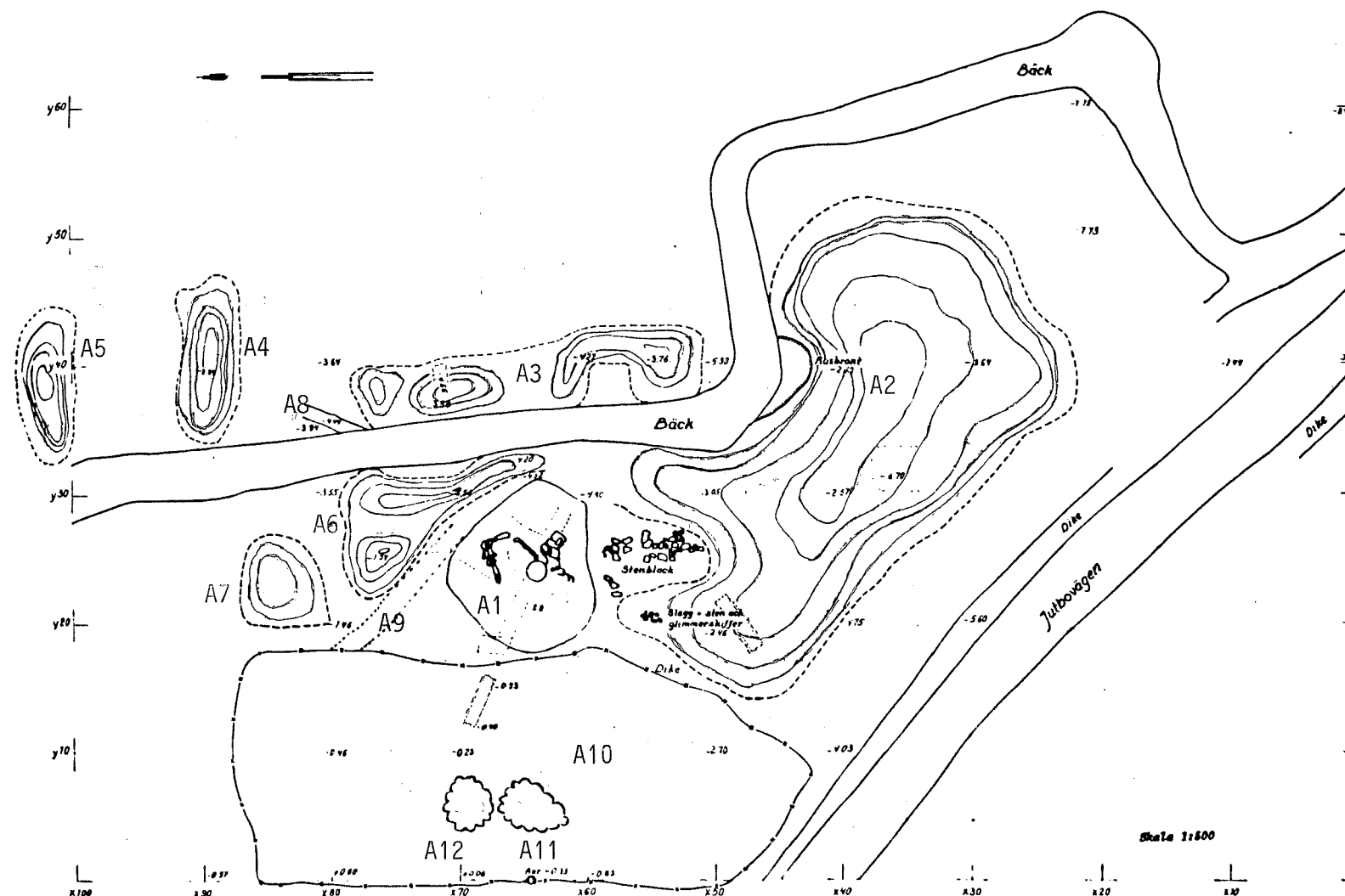
Undersökningarna begränsades av målsättningen, att fastställa ugnens konstruktion, men då ytterligare information om anläggningarna var önskvärd utvidgades undersökningarna något som framgår nedan.

Efter omfattande rökning av området utlades ett koordinatsystem med baslinjen i nord-syd och en rutstorlek av 10 x 10 m. Koordinatsystemet täckte ett 50 x 100 m stort område, fig 2, s 8. Som fixpunkt utvaldes en stor jordfast sten på Jutbovägens västra sida. Fixpunkten som ligger 21,55 m väster om baslinjen, utmärktes med ett vitt kors. På baslinjen rakt öster om fixpunkten nedslogs ett vitmålat järnrör. Fixpunktens höjd utgör 0-plan. Det visade sig, att även hyttpipans översta del låg på denna nivå.

ANLÄGGNINGARNA

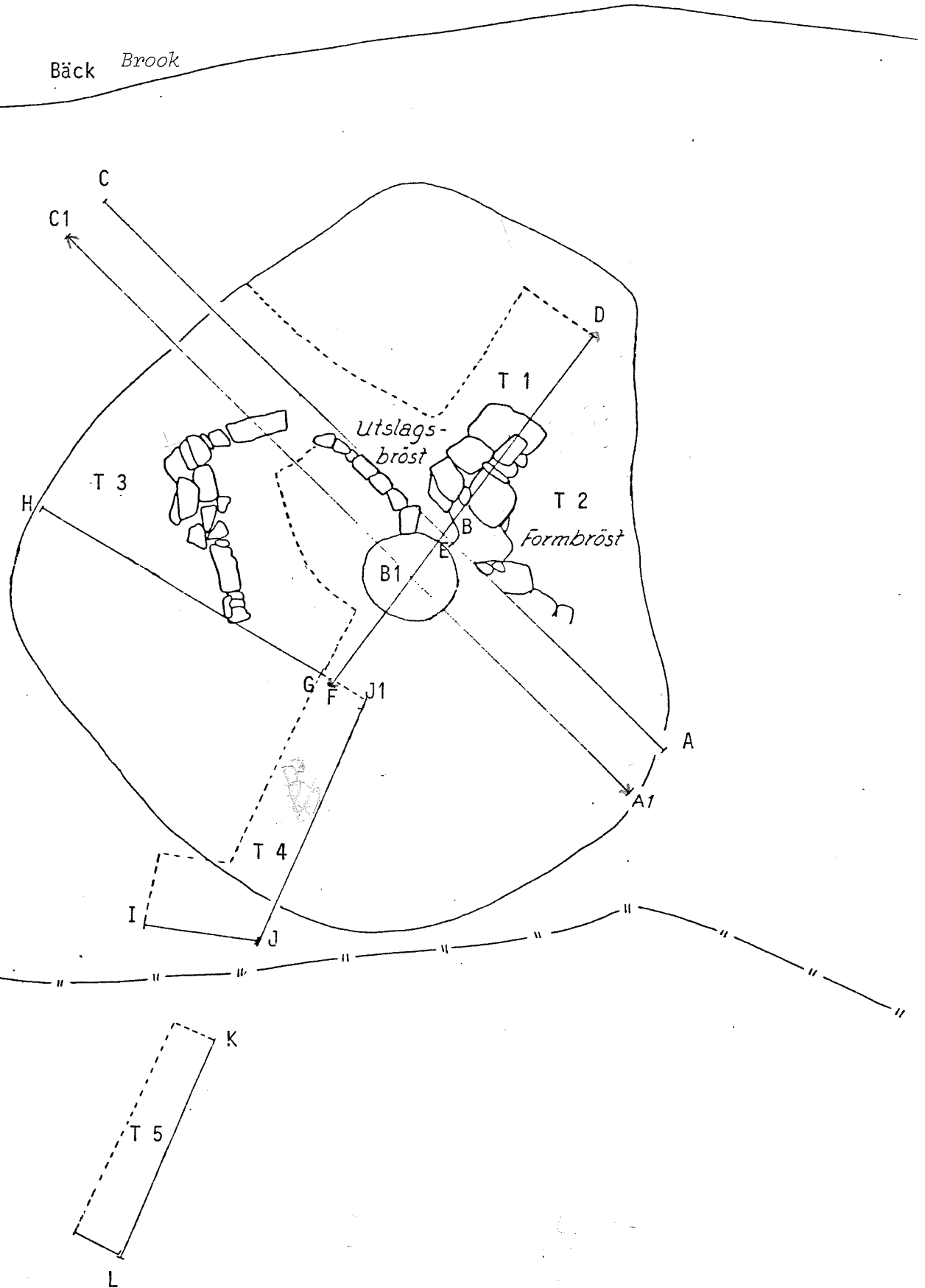
- A 1 Reduktionsugn, se sid 12.
- A 2 Slaggvarp, beläget strax söder om A 1, endast delvis övertorvat samt bevuxet med björk och al. Storlek 40 x 25 m, höjd ca 4 m. Slaggen är mestadels fluidal, huvudsakligen grå men med inslag av grön och blå emaljslagg. Inom ruta X 30, Y 30 hade slagg bortförts, antagligen för fyllnadsändamål. Den rasbrant som därmed hade bildats rensades ned till anläggningens botten. Rensningen som gjordes med hjälp av maskin hade till ändamål, att förbättra provtagningsmöjligheterna på olika nivåer.
- A 3 Slaggvarp, beläget på bäckens östra sida mitt emot A 1. Varpet sträcker sig längs med bäcken och är 22 m långt, största bredd 6 m, höjd i norr 1 m och i söder 1,5 m. I varpet finns ett hak eller urtag, storlek 2,5 x 2,5 m. Att döma av terrängens utseende har bäcken tidigare, åtminstone till en del, haft en östligare riktning. Det långsträckta varpet har sannolikt lagts upp för att styra bäcken som nu har en sydlig strömriktning. Ett mindre

A1. The remnants of the furnace in a mound of debris
A2-A7. Slag heaps
A8. Channel.
A9. Traces of old road.
A10. Char coal supply.
A11, A12. Two heaps of stones.



FIGUR 3. Schaktplan. T = tranché.

Plan of the furnace-area investigated.



Skala 1:100

schakt togs upp i den norra delen av anläggningen. Varpet innehåller liknande slagg som det föregående men är starkt jordblandat. Anläggningens botten visade sig ligga på samma nivå, -4,66, som bäckens vattenstånd vid tiden för undersökningarna. På våren och under regniga perioder är vattenståndet naturligtvis högre. Därmed torde stå klart att slaggvarpet upplagts i syfte att styra bäckfåran i en för vattenhjulet nödvändig riktning. Haket eller urtaget i varpets södra del har sannolikt utgjort utrymme för stöd till hjulaxeln.

- A 4 Två slaggvarp. A 4 ligger 10 m norr om A3 och A 5 7-8 m
A 5 norr om A 4. Varpens exakta storlek kan inte avgöras utan avtorvning. De innehåller stybblandad, mörk, ofta starkt magnetisk slagg samt mindre bitar av rödbränd lera. Slaggen torde härröra från anläggningar för färskning av tackjärn. Vid hyttplatser, vilkas anläggningstid ligger före stångjärnshamrarnas, återfinns i allmänhet liknande anläggningar som A 4 och A 5, enl. förf:s iakttagelser i Leke- Nora och Linde bergslager då ofta belägna uppströms själva hyttan.
- A 6 Två slaggvarp. A 6 beläget 2 m norr om A 1, storlek 8 x 7,5
A 7 m, höjd 0,9 m. A 7 beläget 2 m norr om A 6, storlek 6,5 x 7 m, höjd obetydlig. Båda slaggvarpen innehåller samma typ av slagg som A 2.
- A 8 Kanal, anlagd på Harhyttebäckens östra sida och mynnande i denna 1 m norr om A 3. Längd 4 m, bredd 1 m, djup 0,5 m. Kanalen går i nordnordöstlig-sydsydvästlig riktning och mynnar snett ut i bäcken, som har en sydlig strömriktning. Kanalens botten är plan, sidorna tvära, dess djup är konstant till ca 3 m från bäcken, där djupet succesivt avtager och slutligen försvinner i höjd med markytan ca 4 m från bäcken. Funktionen är oklar.
- A 9 En fossil väg kan iakttagas öster om A 1. Den leder in i en granplantering nordväst om A 1.

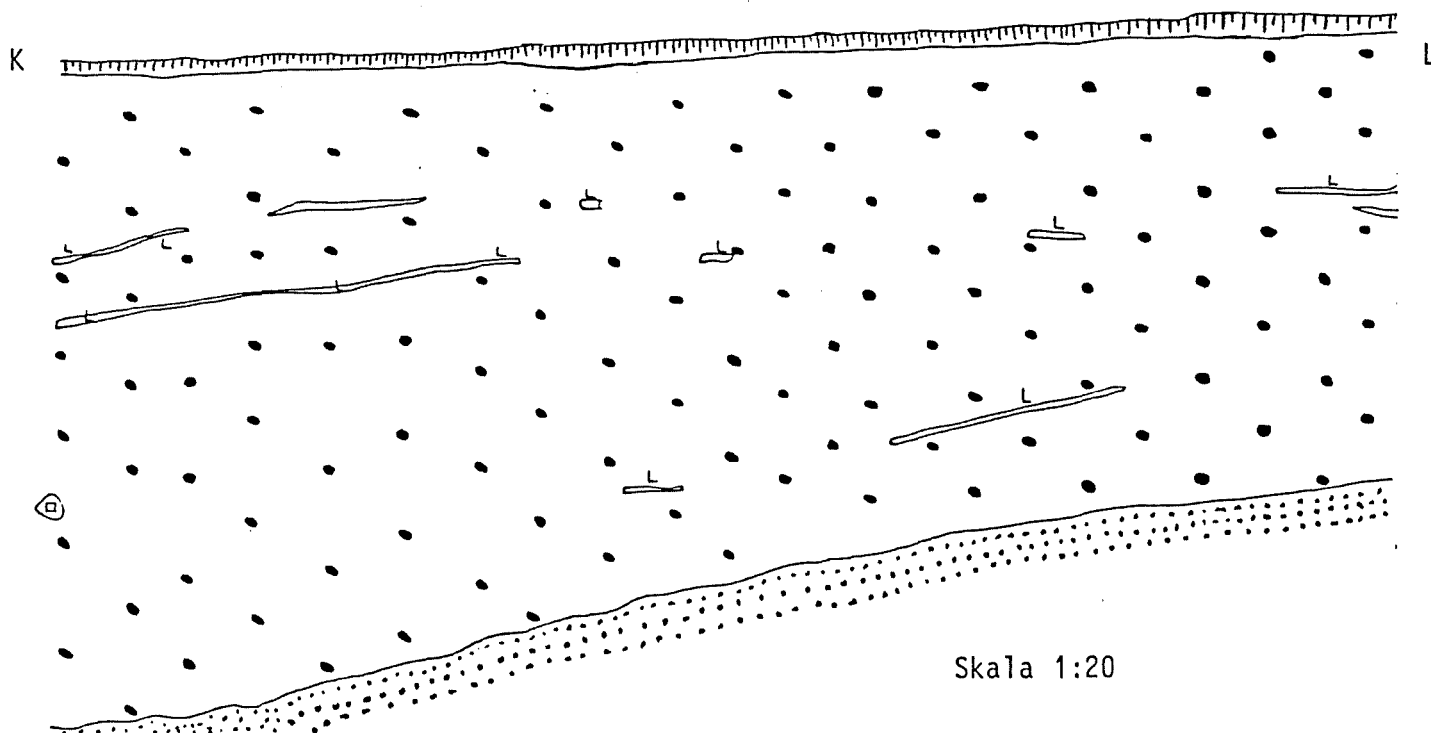
A 10 Kolupplag. Omedelbart väster om A 1 vidtar en 50 x 70 m, nästan jämn, granskogsbevuxen platå med nord-sydlig utbredning. Granarna är ca 15 år gamla och planterade. Under platåns ca 40 mm tjocka torvlager finns träkol och stybbe. På platån upptogs, ca 3 m väster om A 1, ett 3,5 m långt och 0,8 m brett schakt. Kol-stybblagret hade sin största mäktighet i den östra delen och avtog västerut i takt med markens stigning. Inblandning av lera fanns på olika nivåer som strängar av upp till 50 mm tjocklek, fig 4 nedan.

A 11 Två stenrösen. Dessa ligger ungefär mitt på platån och

A 12 4 m från kol-stybblagrets gräns. Det största röset har en storlek av 5,5 x 3 m, höjd ca 0,8 m. Under rösena fanns icke någon kol eller stybbe vilket tyder på, att rösena lagts upp före lagrets tillkomst.

FIGUR 4 Anläggning 10, sektion K-L. Symboler se s 23.

Construction 10. Char-coal store. Section K-L. Symbols cf. p.23.



A 1 REDUKTIONSUGN

Ugnen är placerad i en slänt 9 m väster om Harhyttebäcken. Den omges av en kulle av rasmassor. Ruinkullen är nästan rund och har en diameter av 11-13,5 m, fig 2, s 8, fig 5 och 6, s 13.

UGNSPIPAN

Ugnspipan var bevarad till en höjd av 4,9 m över den nuvarande ugnsbottens centrum. 1,8 m ovanför botten fanns en stor rasöppning i pipmurens sydsydöstra del. Öppningens bredd motsvarade vid pipans översta del ca 1/3 av dess diameter.

Pipväggarna var på insidan klädda med ett 20-130 mm tjockt, mörkt och i vissa partier kraftigt magnetiskt, järnhaltigt slagglager. På en del ställen hade slagglagret lossnat så att den ursprungliga pipväggen framträdde. Pipmuren var 0,45 m tjock och murad av skifferblock, mestadels kvarts och glimmerhaltig sandstensskiffer men även av glimmerskiffer, ett material som lätt spjälkas och smulas sönder. Bindemedlet mellan blocken bestod av lera, nu rödbränd, som likaledes lätt smulas sönder. Fig 7, s 14.

Slagg/järnmanteln på pipväggen var i sin nedre del starkt söndertrasad. Dess nedersta del började vid nivå -4,57. Fig 17, s 27.

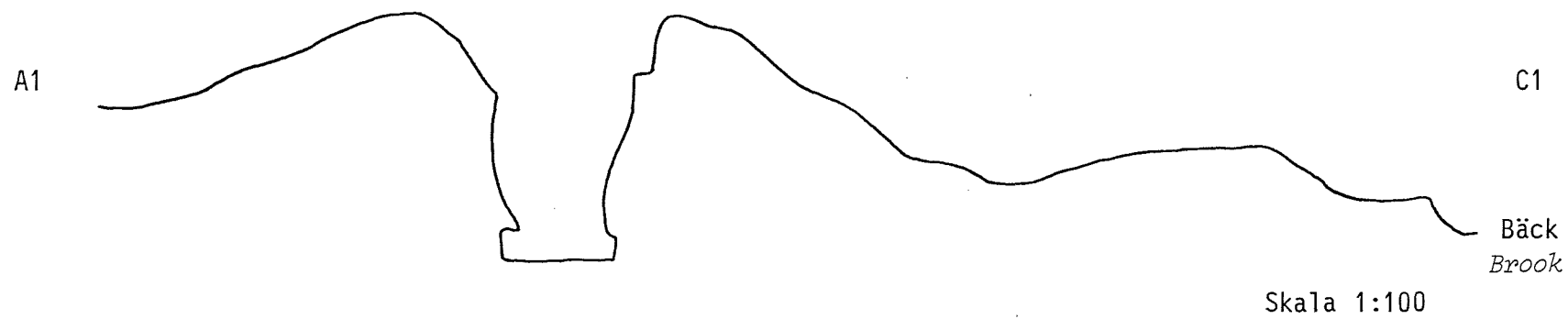
Nedre delen av den slaggbeklädda ugnspipan hade följande inre mått, se även fig 8, s 14.

Nivå	-4,57	diam	1,38 m	Nivå	-3,97	diam	1,48 m
"	-4,37	"	1,32 m	"	-3,77	"	1,60 m
"	-4,17	"	1,44 m	"	-3,57	"	1,78 m

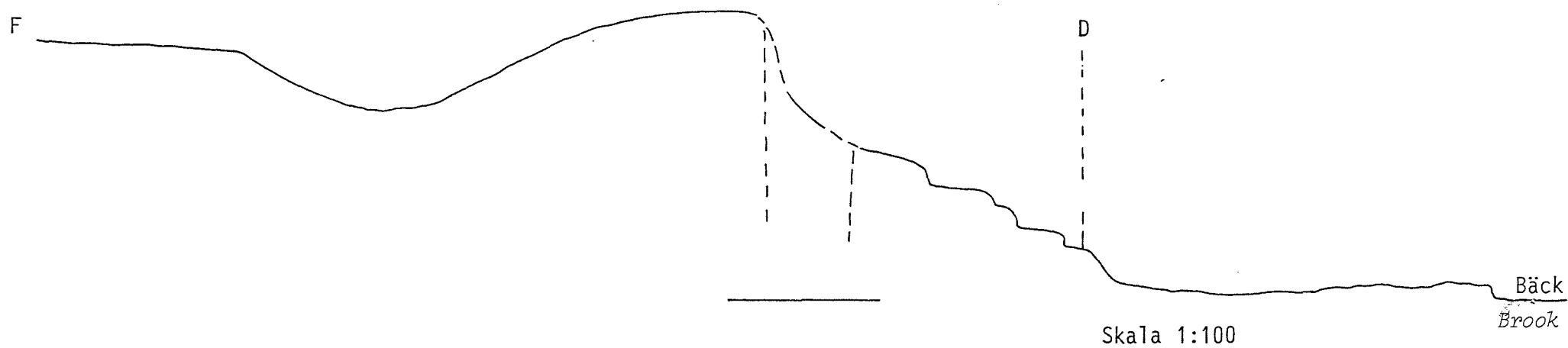
De två nedersta måtten är något osäkra på grund av att endast halva väggen fanns kvar här.

Vid nivå -1,5 m uppmättes pipans största diameter till 2,7 m. Därefter avsmalnade pipan uppåt. Vid sin översta del var pipan ca 2 m i diameter. Fig 9, s 15.

FIGUR 5. Profil A1-C1. Se fig. 3.



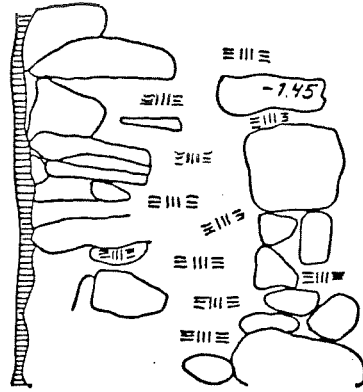
FIGUR 6. Profil F-D. Se fig. 3.



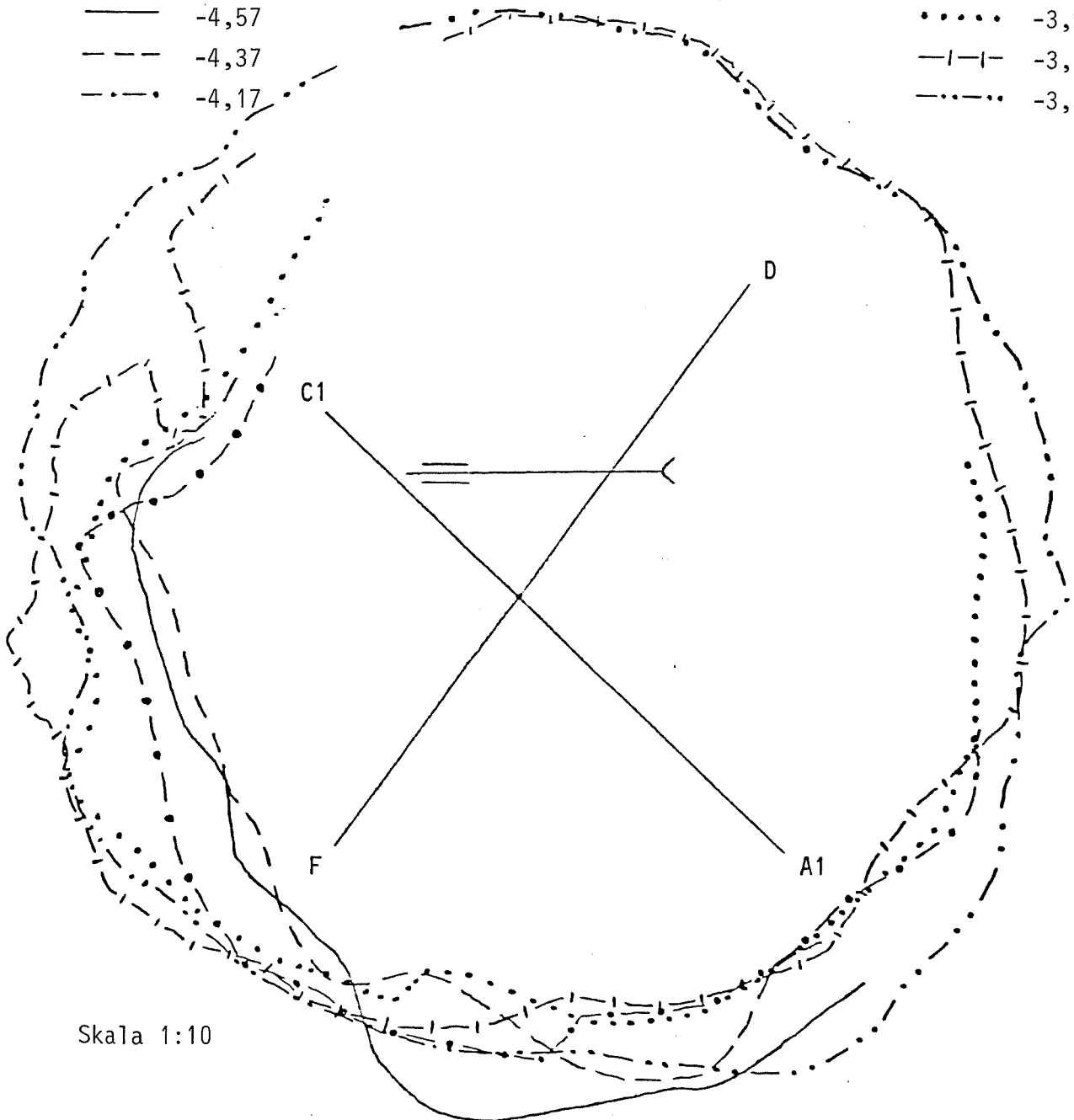
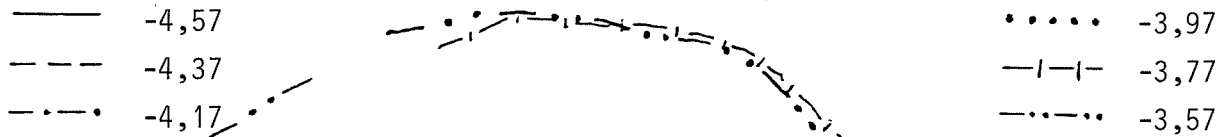
FIGUR 7. Sektion av pipmuren.

Section through the inner wall of the stack.

Skala 1:10



FIGUR 8. Ugnspipans diameter vid olika nivåer.

Diameters of the furnace at various levels.

Skala 1:10

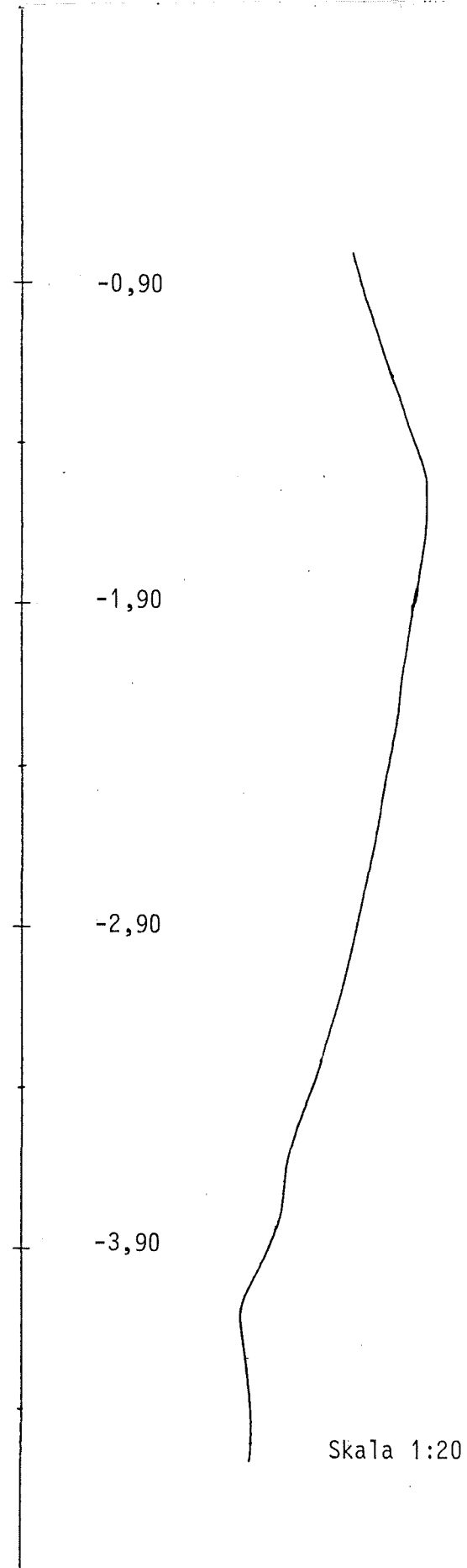
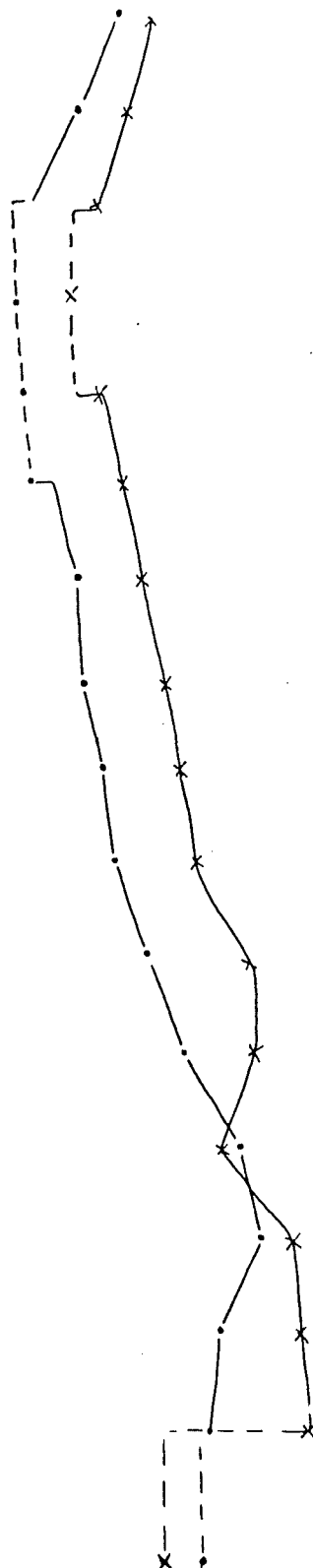
FIGUR 9. Profiler av ugnens inre till ca 4 m:s höjd.

Sectional elevations of the inner cavity of the furnace.

Linje A1-C1 x-x-x-

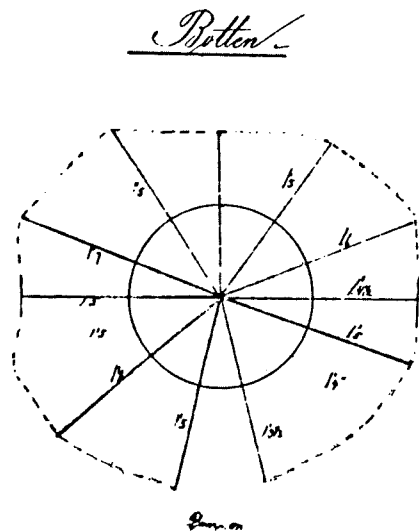
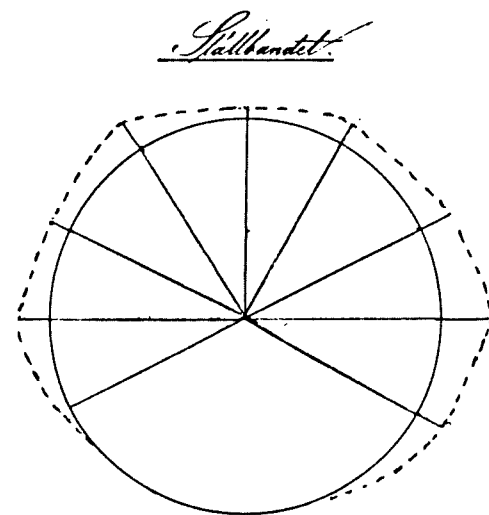
Linje D-F .-.-.-.

Medeltal t.h. ———



FIGUR 10. Hällsjö masugn, pipans och ställets storleks och formförändring efter 141 dygns tackjärnsframställning år 1877. Efter ritning förvarad i Hällsjöns arkiv.

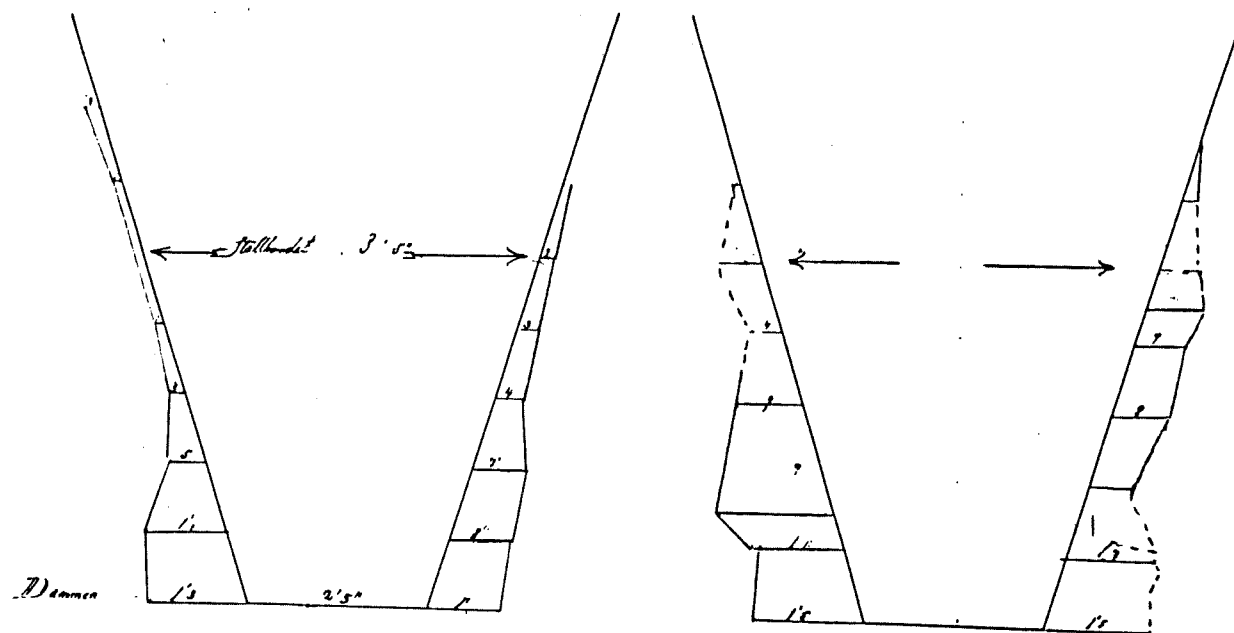
Hällsjö blast furnace. Changes in size and shape of stack and hearth as a consequence of 141 days of pig iron production in 1877.



Interiör af Hällsjö Masugnspipa

1877

efter 141 dygns Tackjärnsframställning



Av gjorda uppmätningar att döma synes pipan och stället ha haft ett närmast runt tvärsnitt. En vidgning av innerdiametern bör dock ha skett på grund av att ställstenen smält av hetta och skurits ut av skärande slagger. Garney (1816, II s 236) anger, att "smältningsrummet som vanligtvis erhåller en aflång, rätvinklig figur, omskapas förr eller sednare av hettan och närmar sig alltmer och mer till den ovala formen." Fig 10, s 16, visar den förändring, som skett i ställe och pipa i Hällsjö masugn efter 141 dygns tackjärnsframställning år 1877. Ställets storlek och form förändrades också väsentligt vid dess rensning och när hyttklotet bröts loss från stället och togs ur ugnen.

Ugnsväggarnas insida hade det för en nedblåst masugn normala utseendet med slaggrusor och ojämnheter. På pipväggens östra sida hängde decimetertjocka knölar av starkt magnetisk slagg, som klibbat fast vid väggen under pågående blåsning.

Hyttpipan har ursprungligen varit högre. Den slaggbeklädda pipmuren nådde ända upp till pipans nuvarande översta del och en mängd slaggbeklädda ugnsfagment låg i rasmassorna runt ugnen. Jämförelser med kända 1600-talsugnar gör troligt, att pipan varit minst 2 m högre. De uppmätta diametrarna överensstämmer i huvudsak med dem, som anges i litteraturen (Jfr Björkenstam 1981, s 26).

UGNSBOTTNEN

Ugnsbotten bestod enligt rapport över undersökningarna 1972 av "plana stenhällar i två lager vilande på en bädd av stenskärv och krossad bränd lera". På västra sidan borttogs hällarna (Tholander, rapport till Raä, Dnr 005931, 1972 09 15). Vid undersökningarna 1979 borttogs även hällarna i den östra delen. Dessas översida hade en ungefärlig nivå av -4,70. Under hällarna vidtog ett lager grus med inblandning av mindre stenskärv och bitar av bränd lera. Detta lager undersöktes ned till nivå -4,90, som utgör den nuvarande bottennivån. Mellan denna och den nedre delen av slaggmanteln fanns en hålighet, som sträckte sig längs hela pipans omkrets. Håligheten hade horisontellt ett största djup av 0,4 m. Fig 5, s 13, fig 17, s 27. Den hade ingen förbindelse med ugnens yttre.

Rakt öster om ugnspipan befanns bäckens botten ligga på nivå -4,90, vilket medför, att grundvatten tränger in i ugnen.

Även under torra perioder står vattnet högre än -4,80 inne i ugnen. Uppenbarligen har ugnen lagts så lågt för att grundvattnet skulle kyla bottenhällarna på det sätt som beskrivs av Garney (1816, II, s. 230 f).

UTSLAGSBRÖSTET

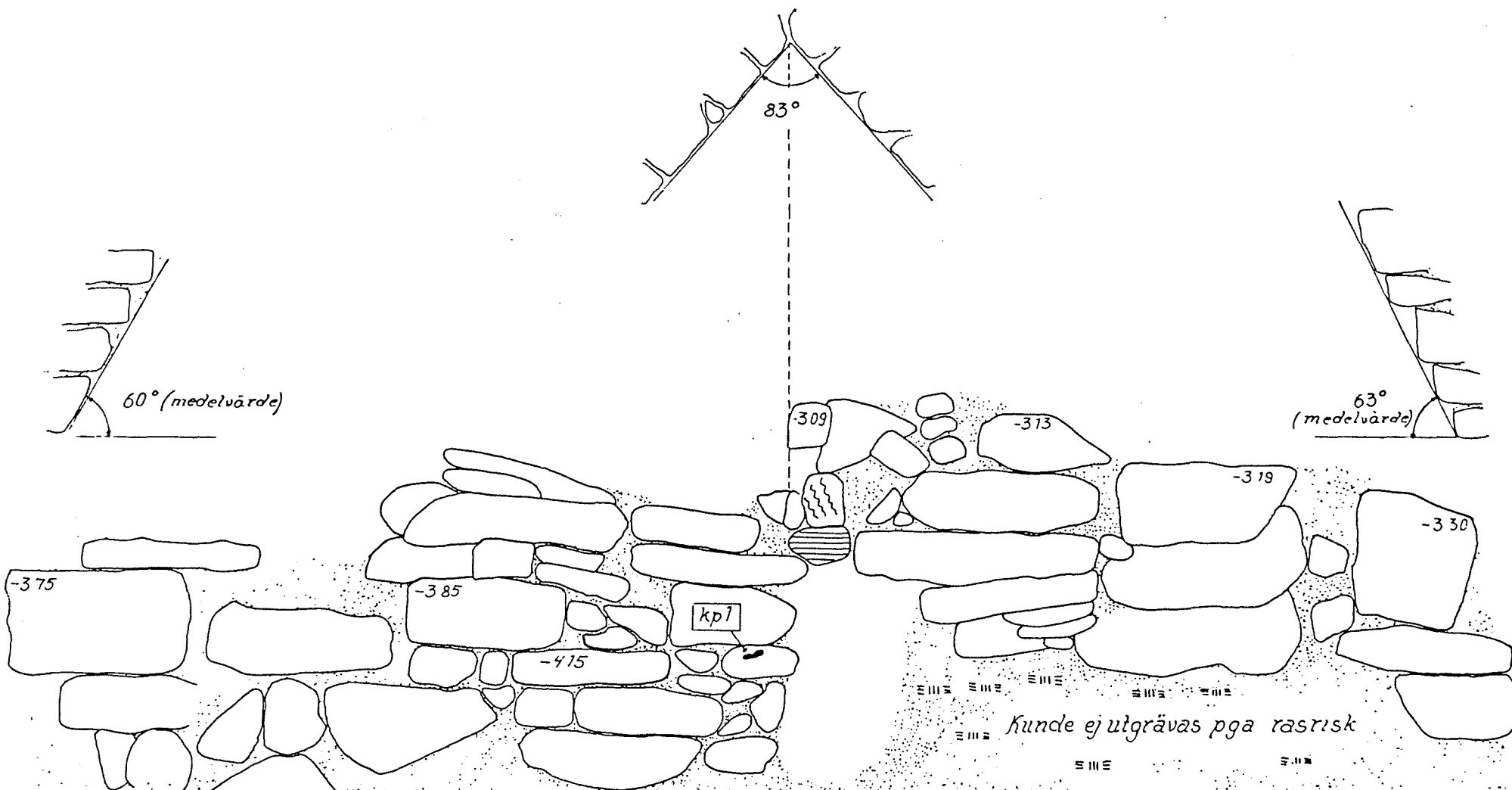
På ugnspipans östra nedre del, under nivå -3,77, fanns icke någon ugnsinfodring. Här iaktogs från pipans insida en stenpackning, som antydde en tillsluten öppning. För att fastställa stenpackningens funktion borttogs de schaktmassor som vid undersökningen 1972 upplagts på ugnens östra sida. Därefter upptogs tranché 1 i rassmassorna utanför ugnspipan. Den fick formen av ett V längs sektionerna B-C och D-E, fig 3, s 9. Ned till nivå -4,44 bestod rassmassorna av grus med inblandning av bitar av bränd lera. Dessutom påträffades några upp till 0,6 m stora hällar samt ett antal på en sida slaggbeklädda ugnfragment av glimmerskiffer. Vid nivå -4,44 vidtog ett mörkt, brunt gruslager som innehöll småslagger samt ett flertal 10-50 mm stora rundade mestadels kulförmiga järnstycken. Under nivå -4,54 var gruset ljusare och fyndtomt.

De nordvästra och sydvästra sidorna i tranché 1 begränsades av kallmurade väggar bestående av upp till 1 m stora stenblock mestadels av glimmerskiffer men även andra bergarter. Väggarna lutade inåt och var uppförda så, att de ovanifrån sett, bildade ett V med den spetsiga vinkeln 83° vid pipmuren. Den nordvästra väggen var 2,8 m lång och lutningen inåt i förhållande till plan mark var 63° . Den sydvästra väggen var 2,5 m lång och vinkeln 60° . Fig 11, s 19.

Den från ugnens insida iakttagna stenpackningen bestod av grus och upp till 0,3 m stora stenflisor. Några av stenflisorna hade fastsittande bränd lera på den sida som var vänd mot ugnsschaktet. Den öppning som bildades i vinkeln mellan nordvästra och sydvästra väggar då stenpackningen borttogs var ca 0,7 m hög och 0,5 m bred vid nivå -3,93, fig 11, s 19. Öppningen grävdes ned till nivå -4,65. Materialet under nivå -4,54 bestod enbart av grus. Mellan stenblocken ovanför öppningen låg ett ugnfragment inkilat med den slaggbeklädda

FIGUR 11. Utslagsbröst. Symboler se s 23.
The tapping arch. Symbols cf. p. 23.

Skala 1:20



sidan vänd från ugnen. Ovanpå detta iakttogs slagg som med all tydlighet, under pågående blåsning, runnit ut genom en spricka i ugnsväggen, fig 11, s 19.

De kallmurade väggarna har utgjort en för en masugn vanlig konstruktion vid de s.k. brösten. Den nordvästra väggen har utgjort sidopelare och den sydvästra väggen var ena sidan av ett fundament en s.k. mellanpelare. De slagg-och järnstycken som påträffades visar att konstruktionen har varit utslagsbröst, där slagg och järn tappats ur ugnen.

Då grävningarna i tranché 1 avslutats inträffade ett ras. Detta medförde, att samtliga ovanför nivå -3,85 liggande stenblock föll ned i den upptagna tranchén. För att undvika ytterligare ras lades denna därefter igen.

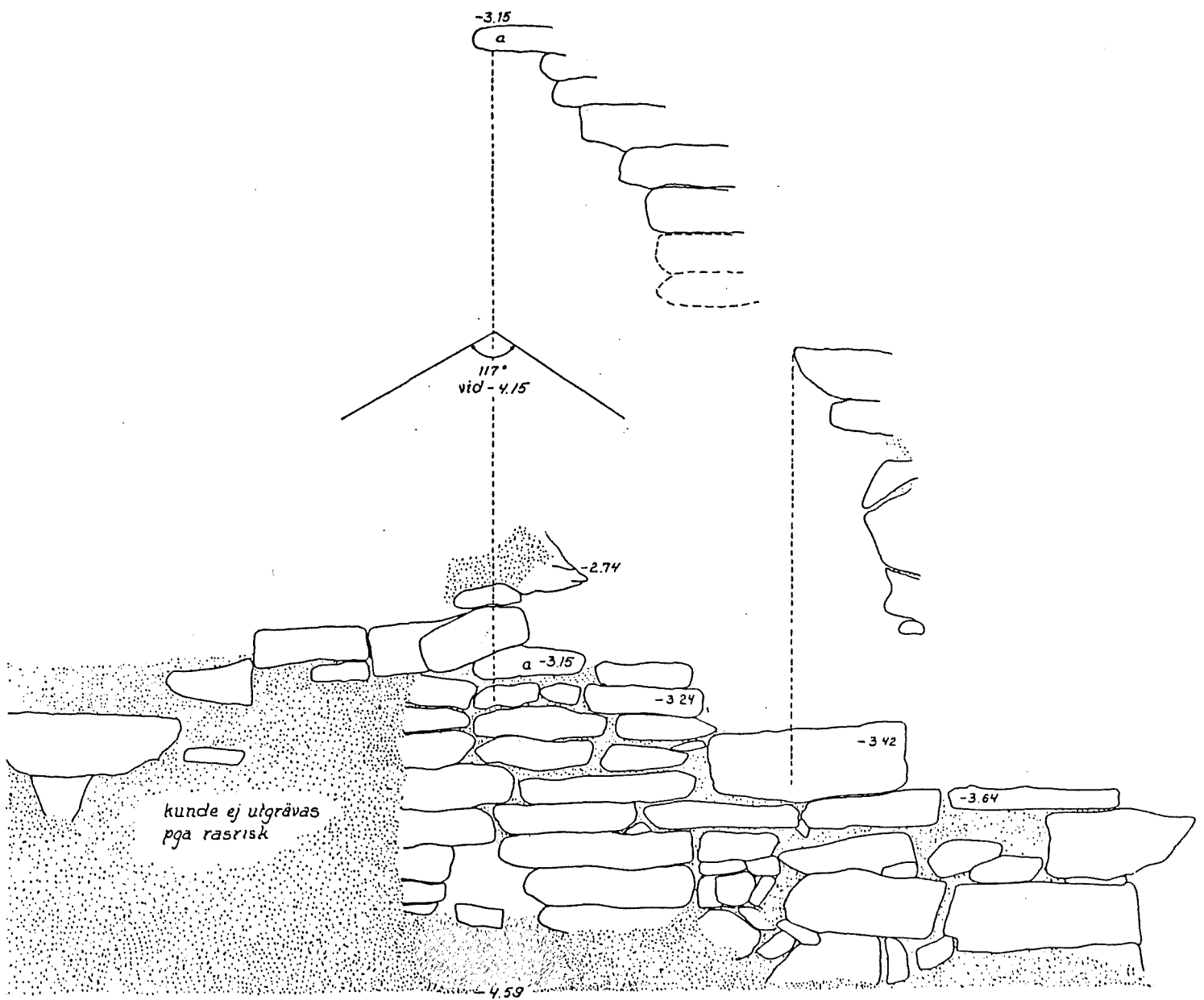
FORMBRÖSTET

Omedelbart söder om ugnsruiinen fanns väldiga mängder av rasmassor bestående av bl.a. upp till 1 m stora stenblock. Här upptogs tranché 2 längs sektionerna A-B och D-E, fig 3, s 9. En maskin anlätades för borttagande av det grövsta materialet. Rasmassorna innehöll samma typ av material som i tranché 1. Vid nivå -4,54 påträffades en mindre ansamling träkol och på nivå -4,59 påträffades den orörda markytan som bestod av ljus, relativt finkornig sand.

Den upptagna tranchén begränsades också här av tvenne väggar, en i nordväst och en i nordost. Dessa var i allt väsentligt av samma typ som de vid utslagsbröset, fig 12, s 21. Den nordöstra väggen utgjorde motsatta sidan av den ovan omtalade mellanpelaren, som var 1,2 m bred.

Den nordvästra väggen kunde på grund av rasrisk icke friläggas. Undersökningarna begränsades till, att söka fastställa om det även här fanns en öppning in i ugnen. Vinkeln mellan de båda väggarna var vid pipmuren 117° . Då rasmassorna i vinkeln borttogs framkom en upp till 0,45 m bred, närmast triangulär öppning, fig 12, s 21. Dennas höjd var svår att bestämma då dess botten, som utgjordes av grus, ej hade någon klar begränsning. Vid nivå -4,19 påträffades dock en 0,22 m stor stenhäll vilken möjligen

FIGUR 12. Formbröst.

The tuyere opening.

Skala ca 1:30

låg i ursprungligt läge. Öppningens höjd har då varit ca 0,3 m. Nivåskillnaden mellan hällens överkant och ugnsbottnens läge vid undersökningarna var 0,51 m.

Bröstkonstruktionen har varit ett s.k. formbröst varifrån luft tillförts ugnen via bälgar och blästermunstycke s.k. forma. Markytan söder om ugnen, mellan bäcken och formbröstet var relativt plan och lämplig att anbringa en hjulaxel över. Denna har varit ca 10 m lång vilket icke är orimligt. Vid Luleå silververk hade man år 1682 en 9,2 m lång hjulstock, (Awebro 1983, s 284. Se även Rinman 1794, § 122).

GRUNDMURARNA

På ugnens östra sida upptogs tranché 3. Utanför synliga konstruktioner grävdes ned till orörd mark, som bestod av ljus finkornig sand. De lösa rasmassorna på själva ruinkullen borttogs ned till en nivå, där ett mycket hårt sammanpackat gruslager började. Det hårda lagret antogs härröra från den ursprungliga fyllningen utanför ugnspipan. Rasmassorna bestod av jord, grus, mindre stenar och bitar av bränd lera samt styckemalm och mullad malm. En mängd på en sida förslaggade ugnfragment påträffades också liksom fragment av delvis kolat trä.

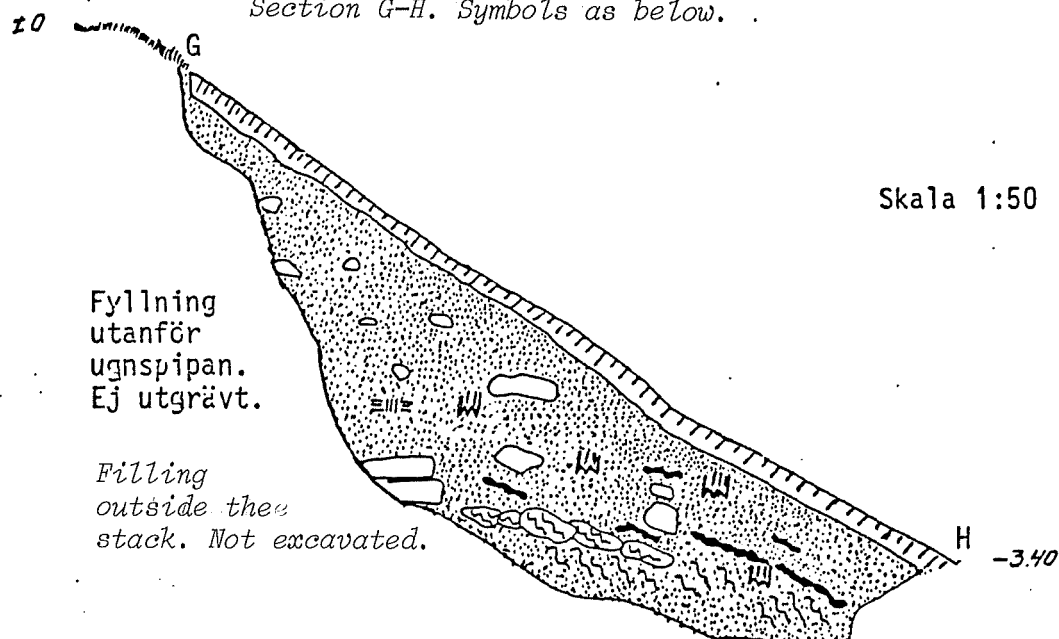
Östra ugnssidan begränsades, från utslagsbröstets sidopelare, av en grundmur med längdriktningen i nord-syd. Muren var kallmurad och uppförd av upp till 1 m stora stenblock. Dess längd var 2 m och höjden 1,2 m. Från denna, östra murens norra del och i rät vinkel västerut löpte ytterligare en mur som här kallas norra grundmuren. Dennas höjd avtog i takt med markens stigning. Vid murens mitt låg den orörda markytan 1,6 m högre än ugnsbotten. Fig 21, s 29.

I rasmassorna förekom rester av förmultnade och förkolnade stockar. De flesta av dem låg orienterade i den norra grundmurens längdriktning och var resterna av en utrasad mulltimring. Fig 13, s 23.

Tranché 4 upptogs mot grundmurarnas nordvästra hörn. Det översta 0,3 m tjocka lagret bestod av träkol och stybbe. I detta

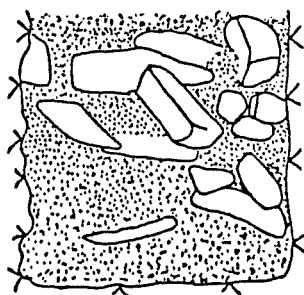
FIGUR 13. Sektion G-H. Symboler se nedan.

Section G-H. Symbols as below.



FIGUR 14. Del av raserat hörnfundament vid X 65,8, Y 19,9.

Part of demolished corner foundation at X 65.8, Y 19.9.



Skala ca 1:20

SYMBOLFÖRTECKNING

SYMBOLS

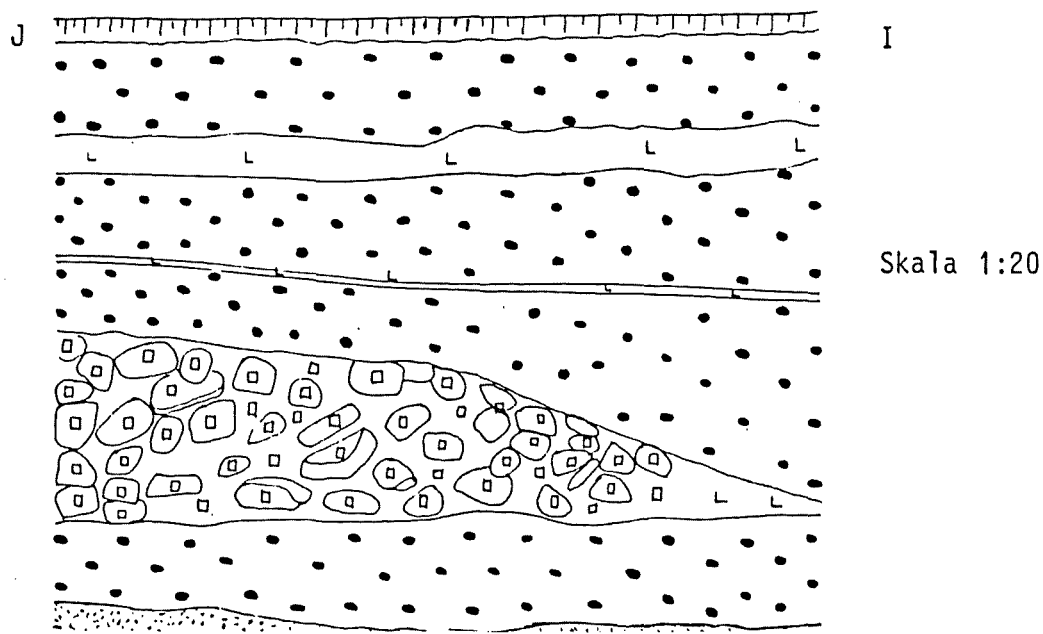
	sten	stone		slagg	slag
	glimmerskiffer	micaceous leptite		bränd lera	burnt clay
	sand	sand		träkol och stybbe	charcoal
	lera	clay		sotlager	soot
	grässvål	top soil		trä	wood
	ugnsfragment	fragment of furnace wall			

påträffades upp till 60 mm stora malmstycken, mestadels svartmalm men även några få stycken av blodstensmalm. Förhållandet mellan svartmalmen och blodstensmalmen var 10/1. Under kolstybblagret framkom ett 0,3-0,35 m djupt lager av grus. I ytan av gruslagret vid X 65,8, Y 19,9, nivå -1,55, påträffades en ansamling stenar av upp till 0,4 m storlek. Stensamlingen var resterna av ett raserat hörnfundament. Fig 14, s. 23. Avståndet från hörnfundamentets mitt till hörnet mellan östra och norra grundmurarna var ca 7 m. Den norra mulltimmerväggen har således varit av samma längd och sannolikt har alla mulltimmerväggarna haft samma mått. Den tidigare antagna höjden på ugnspipan, ca 7 m, styrker också antagandet om längden på mulltimmerväggarna och vice versa. Garney anger nämligen, att mulltimmerväggarna gjordes lika långa eller minst lika långa som ugnspipan var hög, (1816, I, s. 60 f.).

Under gruslagret vilket fundamentet vilade på fanns ett upp till ca 0,25 m mäktigt kol-stybblager och därunder ett upp till 0,2 m mäktigt lager av lera vilande på ytterligare ett kol-stybblager. De olika lagren hade också inblandning av stenar med en största storlek av ca 0,2 m. Undersökningarna avslutades här på nivå -2,75 i det understa kol-stybblagret.

I tvärsektionen I-J, tranché 4, kunde en mer tydlig stratigrafi mellan de olika lagren iakttagas. Två lager av lera och ett lager av glimmerskiffer och lera låg som lameller av varierande tjocklek i det 1,55 m mäktiga kol-stybblagret. De olika lagren torde här-
röra från perioder då man reparerat eller byggt om ugnen. Fig 15, nedan.

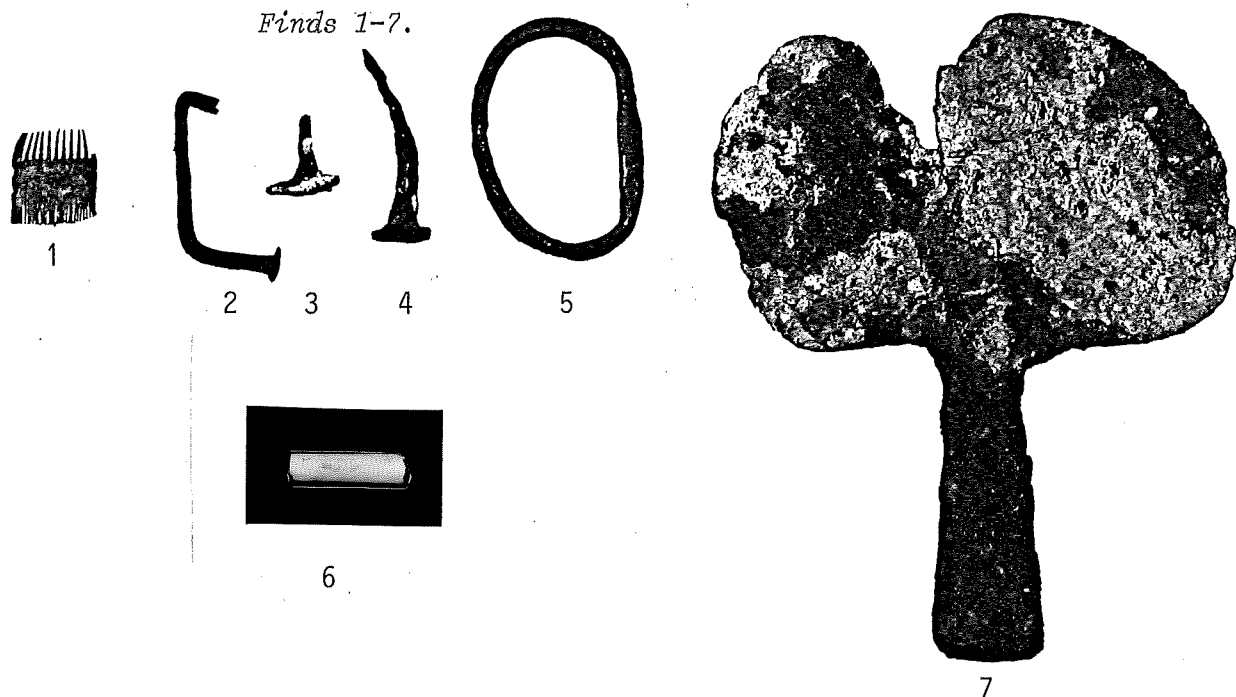
FIGUR 15. Sektion I-J. Symboler se s 23.



FYND

Fynden är få och oansenliga, se nedan. De är icke daterbara. Nämnas skall dock, att spaden, fynd 7, har en nära motsvarighet i ett fynd från den medeltida Lapphyttan. Fynd 5 torde vara en sölja.

FIGUR 16. Fynd 1-7.



Fynd nr	Koordinat A1	Nivå	Beskrivning	Vikt i g	Mått, mm
1	X 64,6 Y 29,5	-4.08	Fragment av mässingskam.	4	29x31
2	-		Spik av järn, fyrsidig, vinkelböjd i båda ändar.	10	68x4x4
3	-		Fragment av spik, järn.	3	26
4	-		Spik av järn, fyrsidig, böjd.	10	67x6x4
5	X 66 Y 19,5		Ring av järn, oval, med vällfog.	39	80x55x5
6	X 66 Y 19,5		Fragment av skaft till kritpipa, runt.	5	39x10
7	X 61,2 Y 19,6		Spade, av järn, 1100 med skaftholk, deformerad.		bladet 225x145 skaftholken 128x37

Finds: 1. *Fragm. of brass comb.* 2-4. *Iron nails.* 5. *Iron ring (buckle?).* 6. *Part of clay pipe.* 7. *Iron spade.*

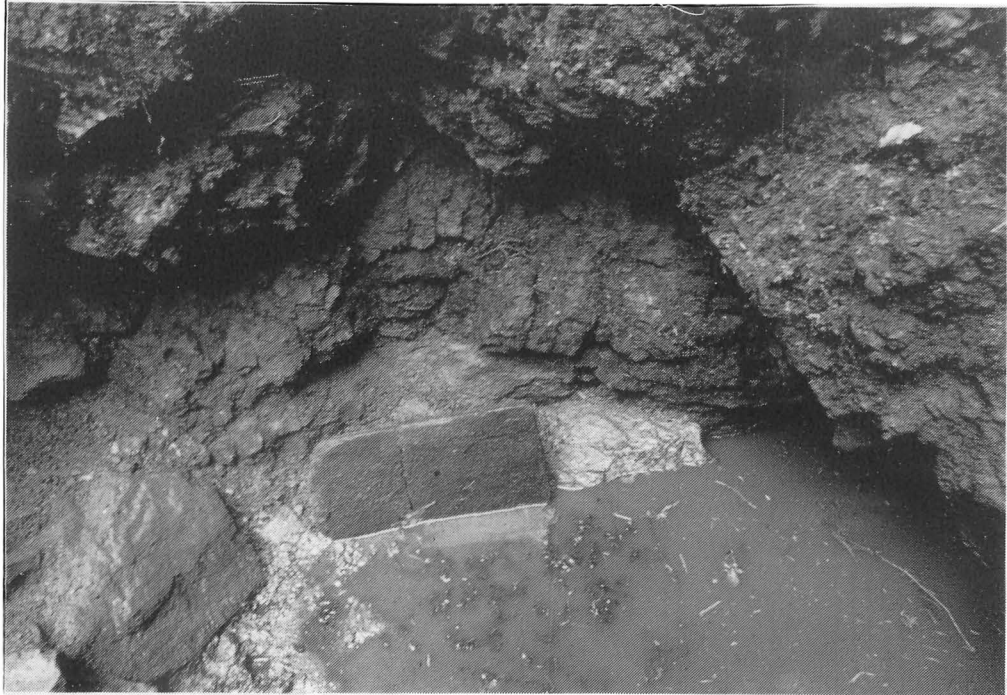
SAMMANFATTNING AV DE ARKEOLOGISKA UNDERSÖKNINGARNA

De utförda undersökningarna visar, att Hahhyttan har varit en masugn i vedertagen bemärkelse och av typ mulltimmerhytta. Anläggningssättet är fullständigt analogt med de beskrivningar av äldre masugnar som förekommer i litteraturen. Grundplanet har varit fyrkantigt och ugnspipan, som uppmurats av glimmer-skiffer med lerbruk som bindemedel, har delvis varit ingrävd i en backsluttning. Ugnens främre del med utslags-och formbröst har utgjorts av mycket kraftiga fundament vars robusthet avtagit mot ryggen. Luften har tillförts ugnen genom endast en forma med hjälp av vattendrivna bälgar. Slagg och råjärn har tappats åt samma håll. Ugnen har beskickats med träkol och bergmalm. Malmen har till största delen utgjorts av svartmalm med någon inblandning av blodstensmalm. Kol och malm har forslats upp på kransen från ugnens ryggsida.

Den av Tholander (rapport till Raä Dnr 005931, 1972 09 15) beskrivna murade kanalen längs nedre delen av västra ugnsväggen, vilken uppfattats som en tangentiell luftkanal, en formöppning, eftersöktes men kunde icke återfinnas. Eftersom ugnen hade ett formbröst av sedvanlig typ måste denna kanal haft ett annat ändamål, okänt vilket.

FIGUR 17. Slaggmantelns kant i stället.

Edge of slagged wall at the hearth.



FIGUR 18. Stället och ugsbottnen under utgrävning. Till höger del av bottemhäll.

Hearth and furnace bottom during excavation. To the right, part of bottom slab.



FIGUR 19. Utslagsöppningen. Innanför öppningen, på ugnsbotten, syns den stega som användes vid undersökningen av ugnens inre.

Tapping arch. Within the opening, on the furnace bottom, the ladder used for investigating the inner cavity is seen.



FIGUR 20. Formöppningen.

The tuyere opening.



FIGUR 21. A1. Del av östra grundmuren till vänster och del av norra grundmuren i centrum.
The furnace. Parts of the eastern wall to the left, parts of the northern wall in the centre of the picture.



FIGUR 22. Ugnskullen från sydöst. I centrum schaktet.
The remnants of the furnace in a mound of debris.

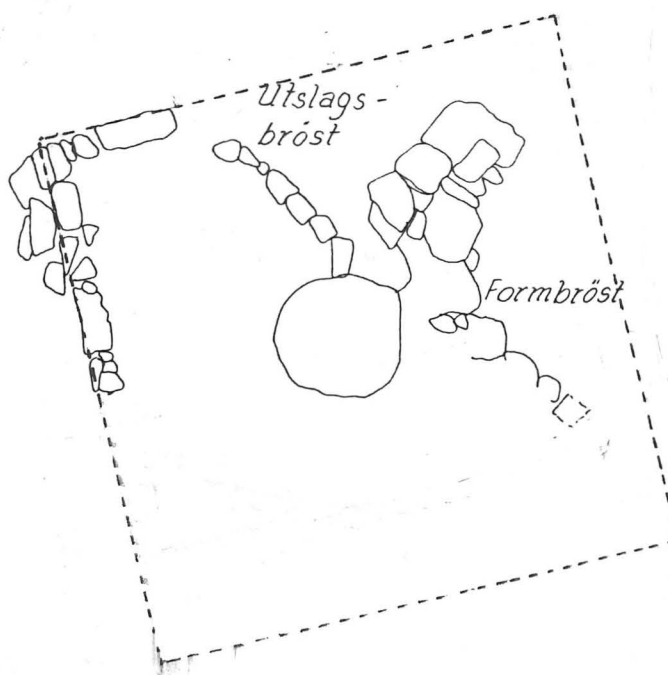


FIGUR 23. A10. Kolupplag. Tranché 5, västra delen.
A10. Char coal-store. Trench 5, western part.



FIGUR 24. Rekonstruktion av ugnens ursprungliga, yttre begränsning.
Reconstruction of the original outer delimitations of the furnace.

N ←



Skala 1:100

DE TEKNISKA UNDERSÖKNINGARNA

Harhyttan har i Arkeometallurgiska institutet inv. nr W 47

MALM

Provförteckning

Prov nr	Anläggning	Typ
2	Hyttbacken	Magnetitmalm
3	"	"
3:2	"	"

Mikroskopering

Prov 3 har snittats, slipats samt polerats och därefter undersökts i ljusmikroskop vilket gav följande resultat:

Malmen utgörs av en ordinär skarnjärnmalm av grönskarntyp. Endast magnetit förekom. Ingen hematit observerades, inte heller i form av martit. Spår av kopparkis observerades. Gångarter är diopsid och aktinolitisk amfibol. Accessoriskt finns apatit samt på sprickor klorit efter biotit. Diopsiden uppträder som poikoblast med relikatisk amfibol. Undersökningen har utförts och resultaten ovan har meddelats av prof. Hans Koark, SGU, Uppsala.

Kemiska analyser

Analyserna av proverna 2, 3 och 3:2, tabell 1, s 29, visar att malmen är fosforfattig och relativt kvartsig samt att den har en tämligen hög kalkhalt. Det är inte möjligt att avgöra från vilken av de närliggande gruvorna den har hämtats.

TABELL 1. Analyser av järnmalmsprov.

Analyses of ore samples.

%	Prov 2	Prov 3	Prov 3:2
SiO ₂	24,5	15,4	19,0
TiO ₂	0,03	0,05	0,08
Al ₂ O ₃	1,7	2,0	0,63
Fe _{tot}	45,4	53,4	53,5
Fe _{met}	n.d.	n.d.	n.d.
Fe ₂ O ₃	43,0	48,0	49,6
FeO	19,7	25,5	24,2
MnO	0,15	0,12	0,25
V ₂ O ₅	<0,005	<0,001	0,03
CuO	0,001	0,002	<0,01
MgO	4,6	2,4	1,8
CaO	4,2	4,4	4,2
Na ₂ O	n.d.	n.d.	0,04
K ₂ O	n.d.	n.d.	0,02
P ₂ O ₅	0,007	0,018	<0,01
S	0,003	0,003	0,014
Glödgn. förlust.	n.d.	n.d.	0,3
Summa	97,896	97,894	100,144

"n.d." = ej bestämd.

De kemiska analyserna har utförts vid Svenskt Stål AB,
 Servicelaboratoriet, Domnarvet.

SLAGG

Provförteckning

Prov nr	Anläggning	Beskrivning	Fig	s
1	A 1, från ugnsväggen	mörk o tung		
13	vid A 1	knottrig, rödsvart magnetisk	25	35
14	"	knottrig o blåsig, gråsvart med röd- bruna fläckar		
15	"	knottrig o blåsig, till stor del runnen, gråsvart med rödbruna fläckar		
16	"	emaljslagg med något järn, grön med bruna fläckar	30	37
17	"	grå med inneslutningar av järn		
18	"	plankonvex med knottrig yta, på den konvexa sidan 10-20 mm lager av grön emaljslagg, stora blåsor i ytan, grå		
19	"	plankonvex, dels tät, dels knottrig, kolav- tryck, brunsvart	34	39

Kemiska analyser av proverna samt strukturundersökningar på prov 13, 16 och 19 har utförts vid Svenskt Stål AB, Service-laboratoriet, Domnarvet. Kommentarer till SSAB:s tolkning av faserna återfinns i Appendix, s 61 ff.

Kemiska analyser

De kemiska analyserna av slagg redovisas i tabell 2, s 34. Analyserna har vad gäller proverna 14-19 utförts på provernas icke metalliska del.

TABELL 2. Analyser av järn- och slagprov.

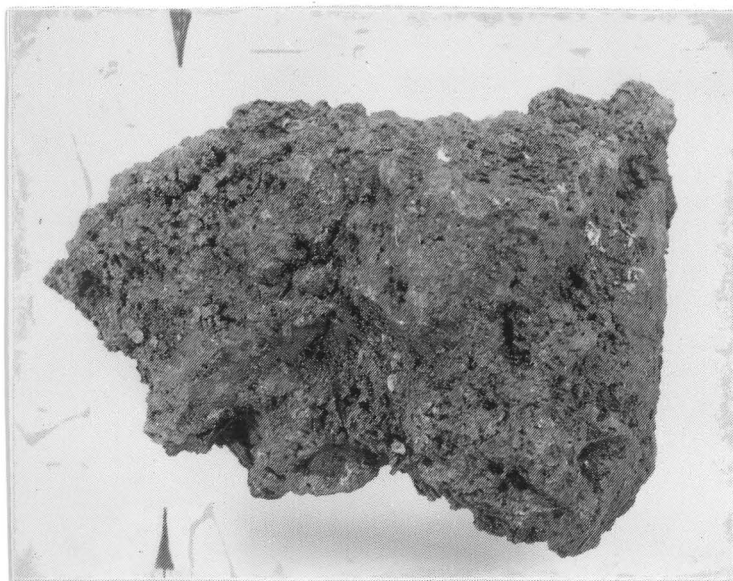
*Analyses of iron and slag samples. 14-19 only
the non-metallic parts.*

%	<i>Iron with slag</i>	<i>Slag from the stack</i>	<i>Slags at the furnace</i>					
	13	1	14	15	16	17	18	19
SiO ₂	13,2	33,9	50,8	57,5	63,0	47,8	53,5	54,0
TiO ₂	0,11	0,15	0,14	0,15	0,20	0,16	0,19	0,17
Al ₂ O ₃	1,4	4,6	5,1	4,6	5,2	5,1	5,0	5,8
Fe _{tot}	55,3	32,1	6,6	3,4	5,0	4,2	3,4	4,4
Fe _{met}	12,0	13,2	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0
Fe ₂ O ₃	6,4	5,6	5,7	2,0	0,0	2,3	0,9	0,6
FeO	49,9	19,3	3,3	2,6	2,2	3,3	3,6	5,1
MnO	0,53	0,69	0,66	0,48	0,60	0,54	0,60	0,71
V ₂ O ₅	0,04	0,03	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
CuO	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
NiO	<0,01	n.d.	n.d.	n.d.	<0,01	n.d.	n.d.	n.d.
MgO	7,0	4,0	9,0	13,4	8,3	18,3	18,0	9,1
CaO	4,6	14,1	21,2	16,9	15,8	19,0	17,0	22,5
Na ₂ O	0,23	0,59	0,52	0,36	0,40	0,43	0,40	0,50
K ₂ O	0,76	1,7	0,72	0,81	0,62	0,65	0,46	0,68
P ₂ O ₅	0,046	0,077	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
S	0,020	0,12	0,024	0,025	0,014	0,028	0,018	0,068
Glödg. förlust	3,5	1,7	3,0	1,3	0,3	2,4	0,2	0,3
Summa	99,76	99,77	100,19	100,16	99,98	100,04	99,90	99,57

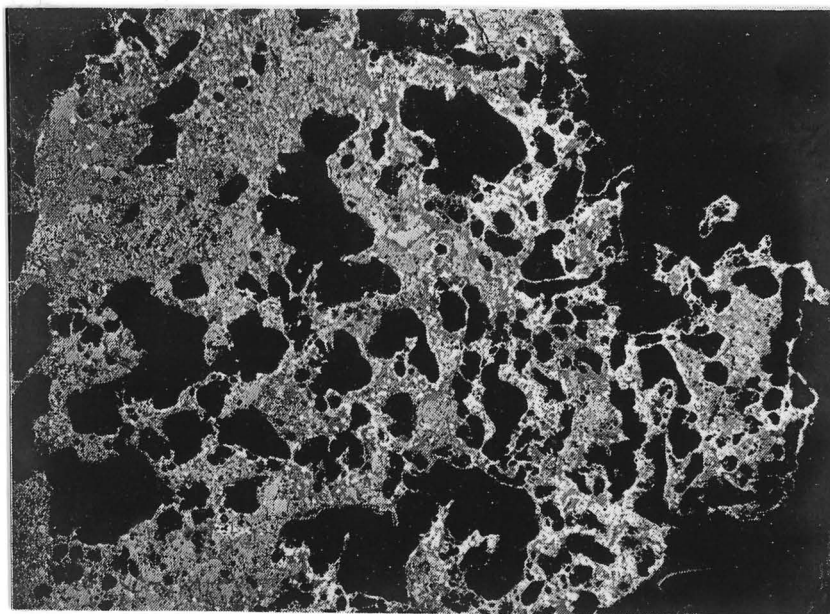
n.d. = ej bestämd

Strukturundersökningar

FIGUR 25. Prov 13. Storlek 66 x 88 mm. *Sample 13. Size 66 x 88 mm.*

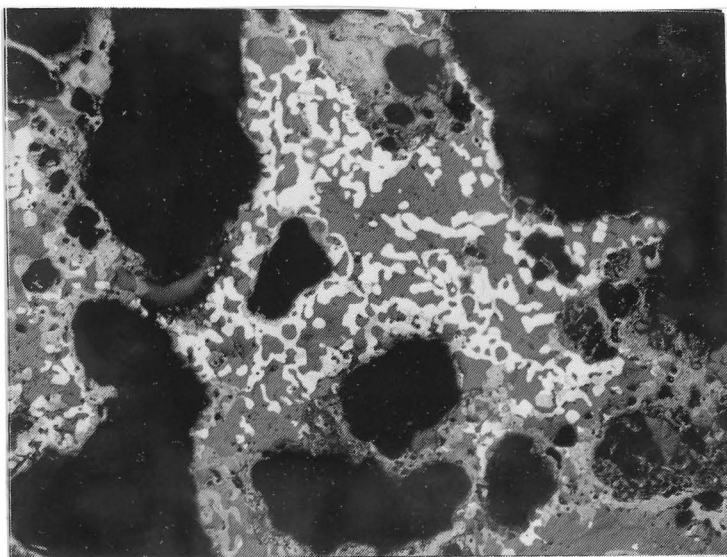


FIGUR 26. Prov 13. Delförstoring av den polerade snittytan enligt markering i fig 25. Vitt: Metalliskt järn. 4x.
Sample 13. Polished section cut as shown in Fig.25. White: Metallic iron. 4x.



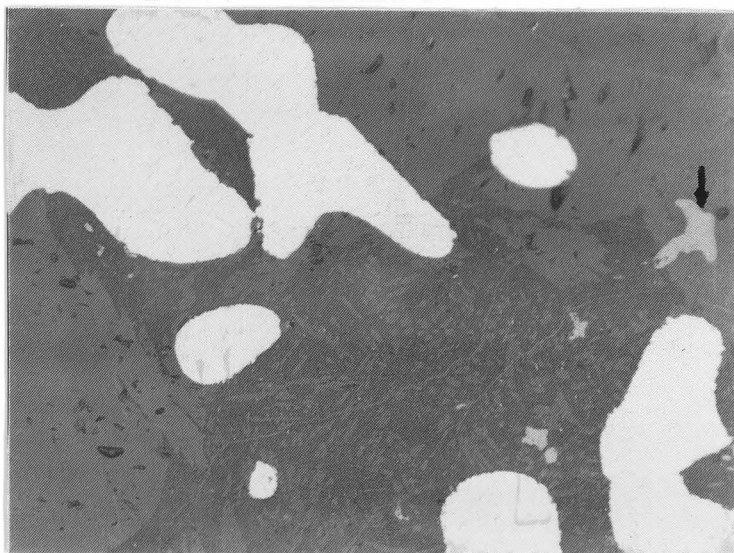
FIGUR 27. Prov 13. Delförstoring av fig 26. Cluster av metalliskt järn i en grundmassa av fayalit och anortit. 20x.

Sample 13. Enlargement of above. Clusters of metallic iron in a groundmass of fayalite and anorthite . 20x.



FIGUR 28. Delförstoring av fig 27. Pilen markerar utskiljd wüstit. 200x.

Enlargement of above. Arrow points at wüstite. 200x.



FIGUR 29. Prov 13. Delförstoring av fig 28. Ferrit och tro-
ligen järnnitridnålar i ljust område. 500x.
*Enlargement of above, showing ferrite with nitride(?)
needles. 500x.*

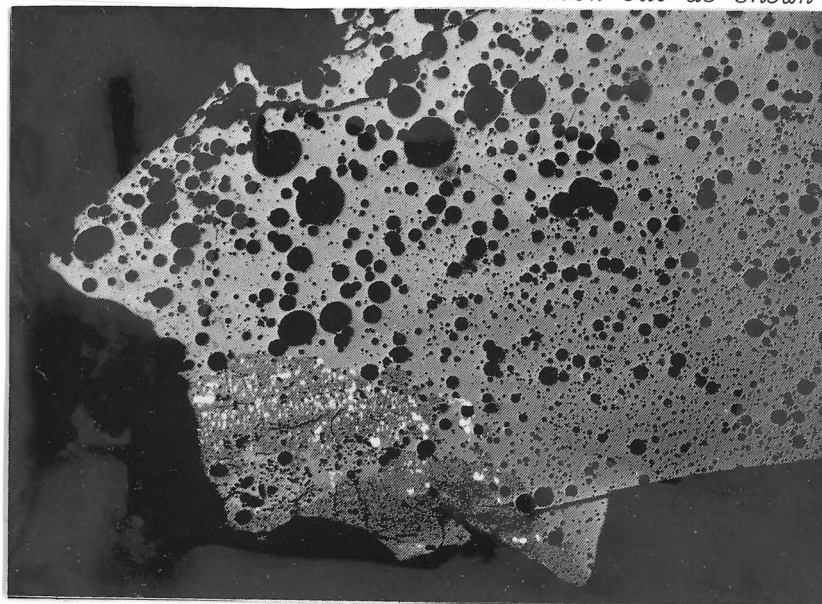


FIGUR 30. Prov 16. Storlek 90 x 111 mm.
Sample 16. Size 90 x 111 mm.



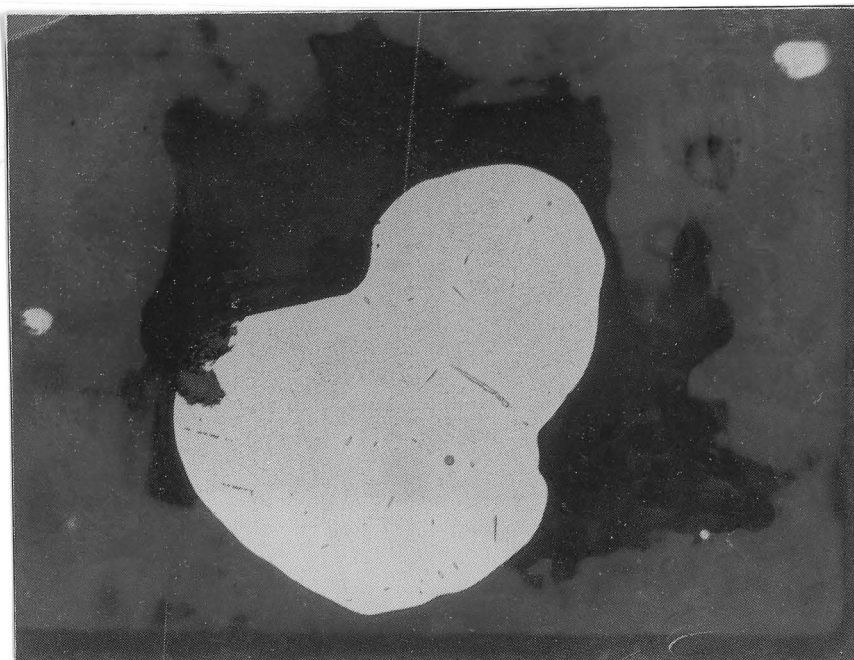
FIGUR 31. Prov 16. Den polerade snittytan enligt markering
i fig 30. 5x.

Sample 16. Polished section cut as shown in Fig. 30. 5x.

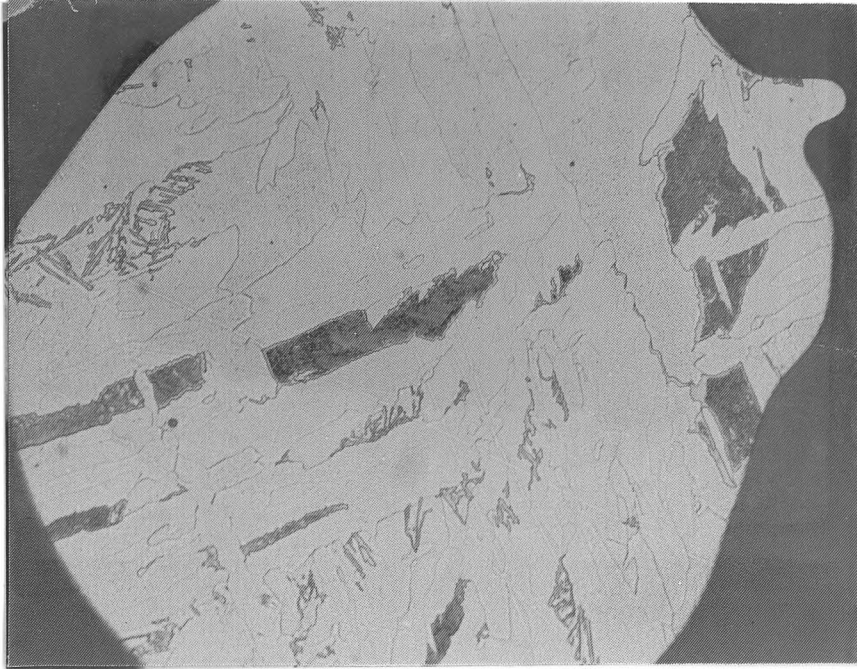


FIGUR 32. Delförstoring av fig 31. Järndroppe av ferrit
och cementit i en grundmassa av fayalit och
anorttit. 500x.

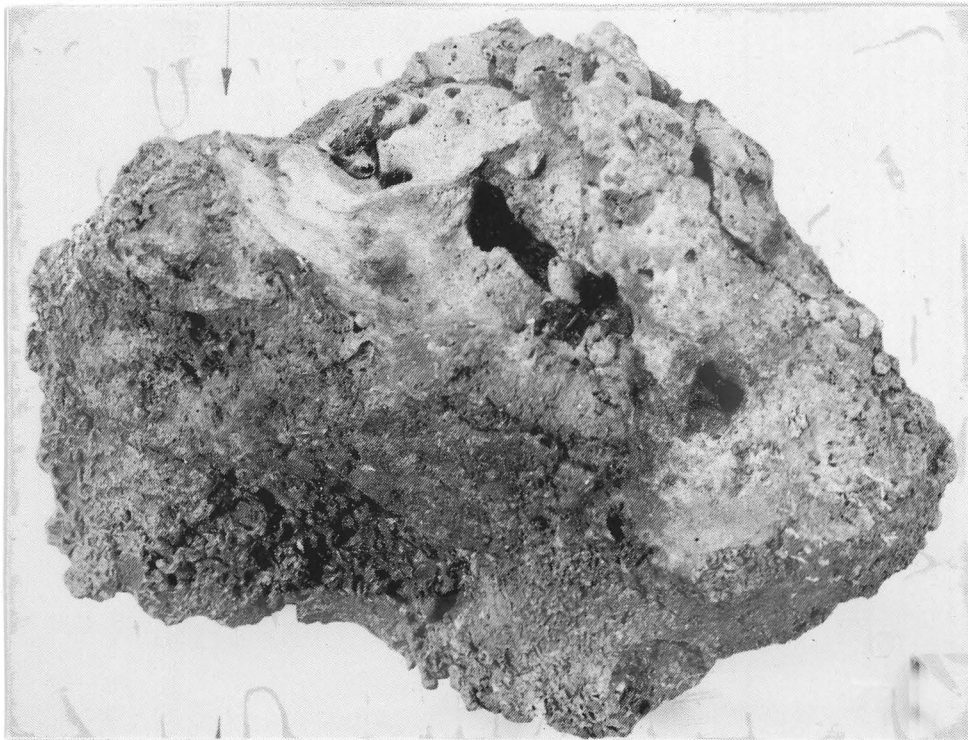
*Enlargement of above. Iron droplet composed of
ferrite and cementite. The groundmass is fayalite
and anorthite. 500x.*



FIGUR 33. Delförstoring av fig 31. Järndroppe i en grundmassa av fayalit. Järndroppen utgörs av perlit och cementit i en grundmassa av ferrit. 500x.
Enlargement of above. Iron droplet in a groundmass of fayalite. The droplet consists of pearlite and cementite in a ferrite matrix. 500x.

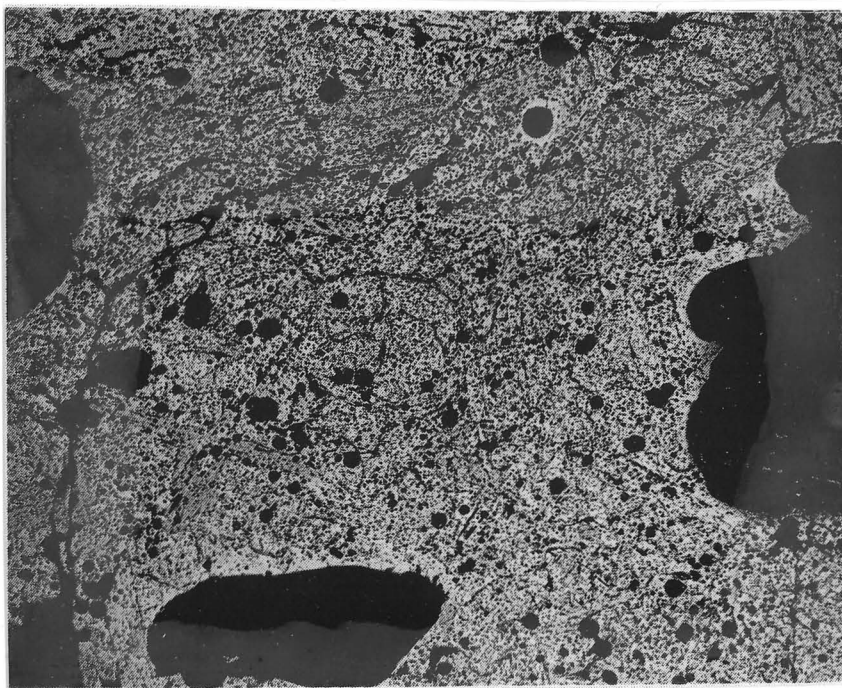


FIGUR 34. Prov 19. Storlek 200 x 235 mm.
Sample 19. Size 200 x 235 mm.



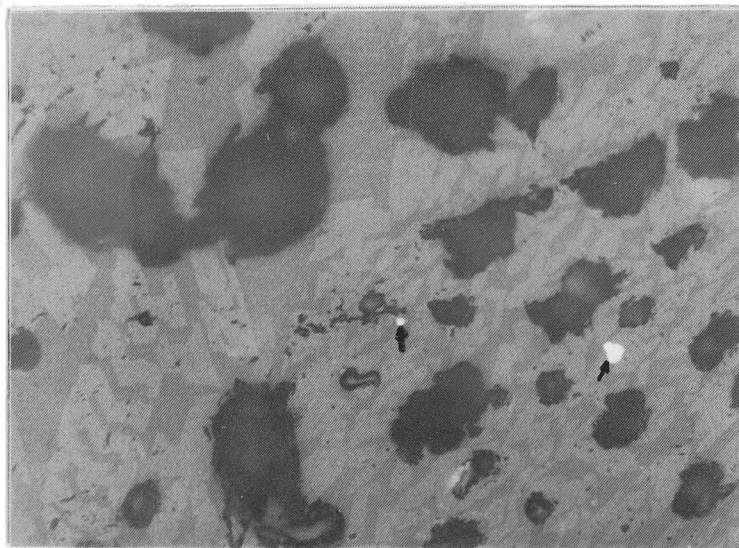
FIGUR 35. Prov 19. Delförstoring av den polerade snittytan enligt markering i fig 34. 5x.

Sample 19. Polished section cut as shown in Fig 34. 5x.



FIGUR 36. Delförstoring av fig 35. Pilarna markerar järndroppar i en grundmassa bestående av fayalit och anorttit. Det mörka är porer. 200x.

Enlargement of above. Arrow points at iron droplets. Groundmass is fayalite and anorthite. 200x.



JÄRN

Provförteckning

Prov nr	Anläggning	Beskrivning	Mått,mm	Vikt,g
32	A 1	oregelbundet	-	-
39	A 1, vid utslags- bröset	rundat, ovalt	20x15x10	28
40	"	"	15x12x8	23

Kemisk analys

Endast en kemisk analys på järn föreligger. Prov 32, tabell 4, s 42. Svenskt Stål AB, Servicelaboratoriet, Domnarvet, har utfört analysen med röntgenfluoresensspektrometer direkt på provet efter slipning och polering. För bestämning av C och S har förbränningsanalyser utförts med analysatorer avsedda för respektive element.

Prov 32 är ett högkolhaltigt järn utan mer påtagliga legeringshalter. Si-halten härrör sannolikt från innesluten slagg.

Kulformade gjutjärnsstycken

Proverna 39 och 40 utgörs av tackjärnskulor. De består av vitt resp grått tackjärn. Fig 37 och 38, s 43.

Om tackjärnskulor, som bildas i masugnsprocessen säger Ivar Bohm bland annat (1927, s 164): "Kalken reagerar succesivt med den sura slaggen, och flytande slagg bildas, järnhinnorna kolbinda sig, och små tackjärnskulor uppkomma, vilka snart rinna ihop till större droppar, som ge sig av på egen hand".

Kulorna är typiska produkter från tackjärnstillverkning ända från masugnarnas äldsta uppträdande i vårt land under äldre medeltid tills den sista träkolsmasugnen blåstes ned. De har sålunda påträffats vid Vinarhyttan (Serning, Hagfeldt, Kresten 1982, s 46) och i stora mängder i den likaså medeltida Lapphyttan, där deras struktur visar, att de icke har snabbkylts och sålunda icke är resultat av en medveten granulering (H. och S. Modin, Metallografisk rapport 1984. Jfr My-Teknik, oktober 1983).

Om järnkulor talar också Swedenborg (1923, s 78): " Ofta utkastas ur slaggen mycket klara gnistor, som synas bestå av rent järn" och fortsätter med en kommentar om kulor i slaggen: " dessa kulor kunna uppsamlas ur slaggen, om blott denna stötes till pulver eller bokas, vilket på några ställen förekommer ".

De tusentals gjutjärnskulor, som påträffas vid träkolsmasugnarna, är förvånande; järn var dyrbart och man skulle ha väntat, att allt järn så långt möjligt tillvaratogs, vilket alltså icke varit fallet.

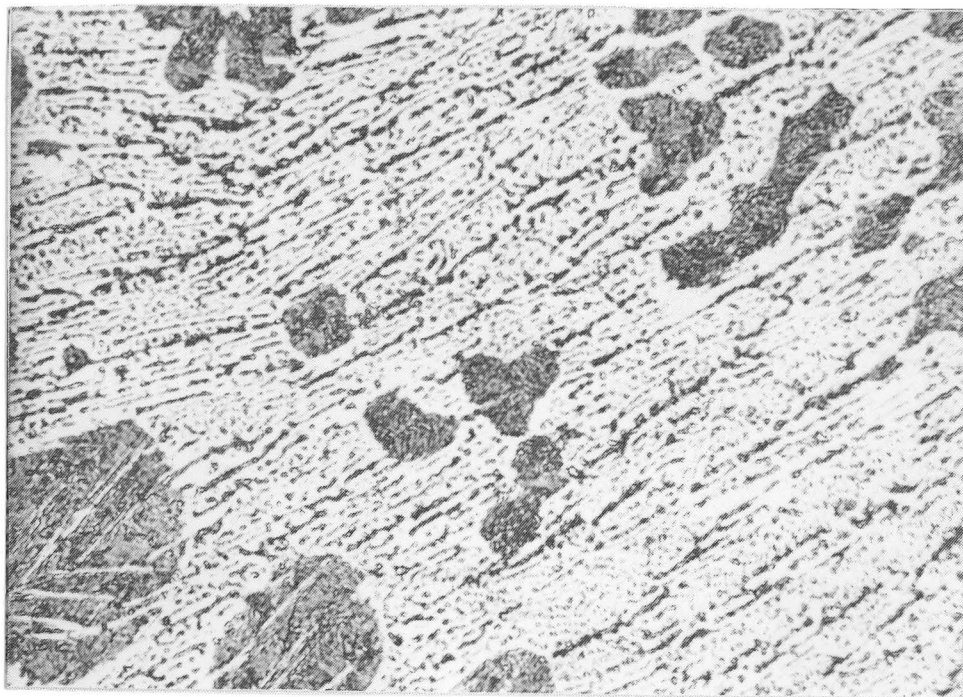
TABELL 4. Analys av järn.

%	Prov nr
	32
C	4,1
Si	0,7
Mn	<0,05
P	0,05
S	0,25
Cr	<0,05
Ni	<0,05
Mo	<0,05
Cu	<0,05
V	<0,05

UNDERSÖKNING AV LERA

Borgestad Fabrikker A/S, Porsgrunn, Norge har utfört smältpunktsbestämning på ett lerprov från A 1. Smältpunkten blev bestämd till 1250° C.

FIGUR 37. Prov 39. Vitt undereutektiskt tackjärn, som huvudsakligen består av perlit i ett ledeburiteutektikum med ljus cementit och mörk perlit omvandlad från austenit. Bilden visar också öar av grått, perlitiskt tackjärn. 200 x.
Sample 39. White sub-eutectic pig-iron, mainly pearlite in a ledeburite eutectic with light cementite and dark pearlite originating from austenite. The micrograph also shows islets of grey pearlitic pig-iron. 200 x.



FIGUR 38. Prov 40. Grått tackjärn med mörkgrå grafitfjäll i en grundmassa av perlit. 200 x.
Sample 40. Grey pig-iron with dark grey graphite lamellae in a matrix of pearlite. 200 x.



FÖRNLÄMNING NR 47, GULLGÅRDEN

DE TEKNISKA UNDERSÖKNINGARNA

Gullgården har i Arkeometallurgiska institutet inv. nr W 112.

SLAGG

Provförteckning

Prov nr	Anläggning	Beskrivning
1	slagghvarp	brunlila, trögt runnen, stor porositet
2	"	"

Kemiska analyser och strukturundersökningar

Undersökningarna har utförts av Bofors AB, Karlskoga. I analysrapporten meddelas följande: "Den analytiska undersökningen har i huvudsak utförts med röntgenfluoresensspektrometer. Analysförfarandet bygger på smältning av det finkrossade provet med lantanoxid, La_2O_3 , natriumtetraborat, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$. Av smältan gjutes en provplatta, som sedan användes för röntgenanalys."

Resultatet av undersökningarna framgår av tabell 5, s 45.

"För fasundersökningar har använts röntgendiffraktometri. För att erhålla ett homogent prov har provmaterialet pulvriserats och inlagts i en specialprovhållare. Utvärderingen har utförts med hjälp av tabeller."

Resultatet av undersökningarna framgår av tabell 6, s 45.

"Slip-och polerprov har studerats i ljusmikroskop och mikrofotografier har framtagits. Slutligen har proven undersökts med svepelektronmikroskop och utvalda faser har kvalitativt analyserats med energidespersiv röntgenspektrometer. Det är dock icke möjligt, att bestämma lätta element. Plast störde i några fall den analytiska identifieringen."

Resultatet av undersökningarna framgår av fig 39-40, s 46 och fig 41-42, s 47.

Se även Appendix s 61.

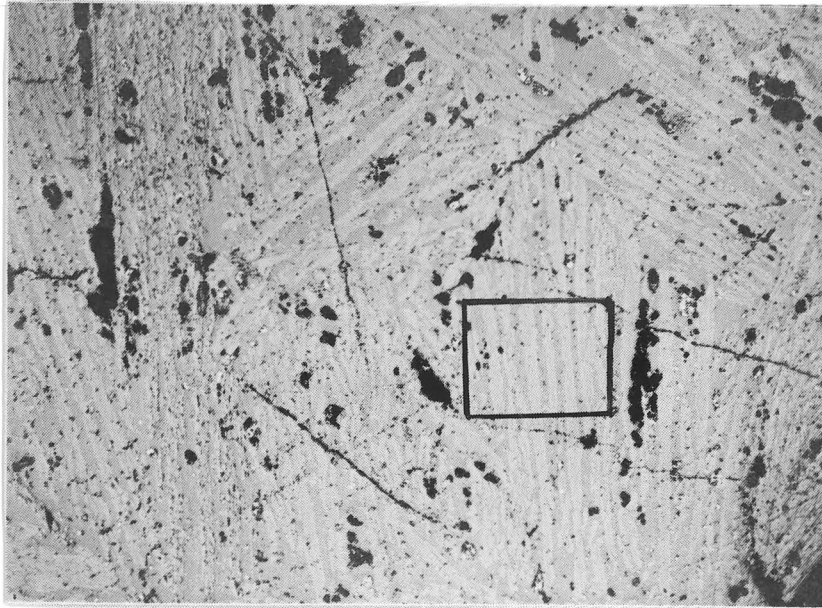
TABELL 5. Analyser av slaggprov.

%	Prov nr	
	1	2
SiO_2	34	25
Al_2O_3	6	3
Fe	33	50
MnO	0,6	1
CaO	5	2
P_2O_5	0,2	0,2

TABELL 6. Analyser av slaggprov.

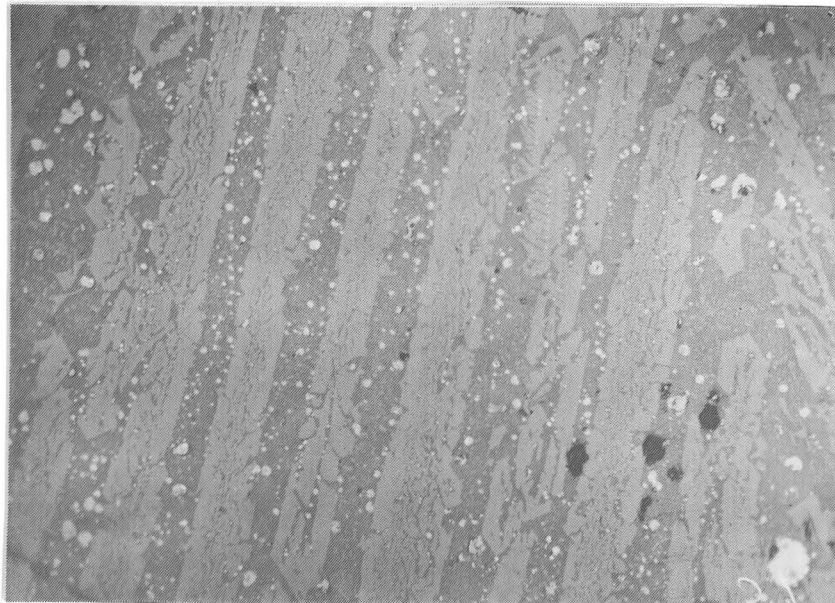
Prov nr	Identifiserade faser
1	Fe_2SiO_4 (stark) Fe_3O_4
2	Fe_2SiO_4 (stark) SiO_2 , FeO

FIGUR 39. Prov 1. 50x.
Sample 1. 50x.

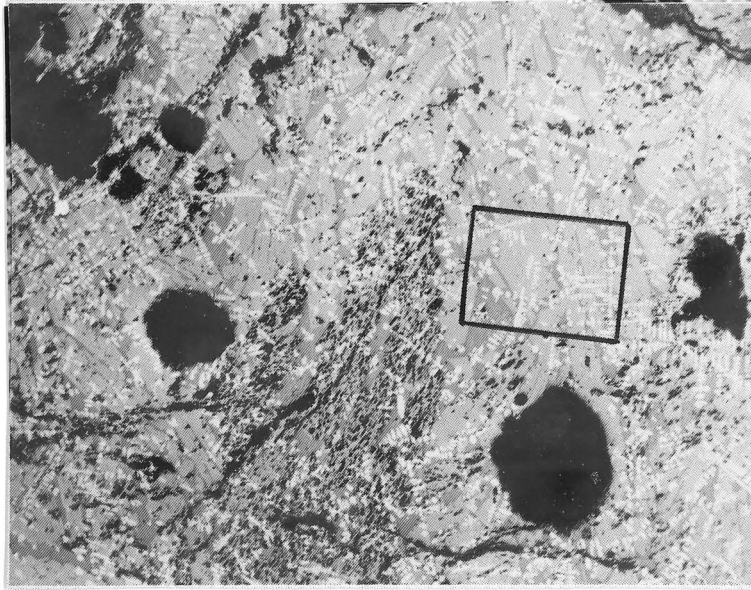


FIGUR 40. Prov 1. Delförstoring av den polerade snittytan enligt markering i fig 39. 250x.
Enlargement of above. 250x.

Vitt	<i>White</i>	<u>S</u> , <u>Fe</u> , Zn
Grått	<i>Grey</i>	Si, <u>Fe</u> , (fayalit?)
Mörkgrått	<i>Darkgrey</i>	Al, <u>Si</u> , K, <u>Ca</u> , <u>Fe</u>

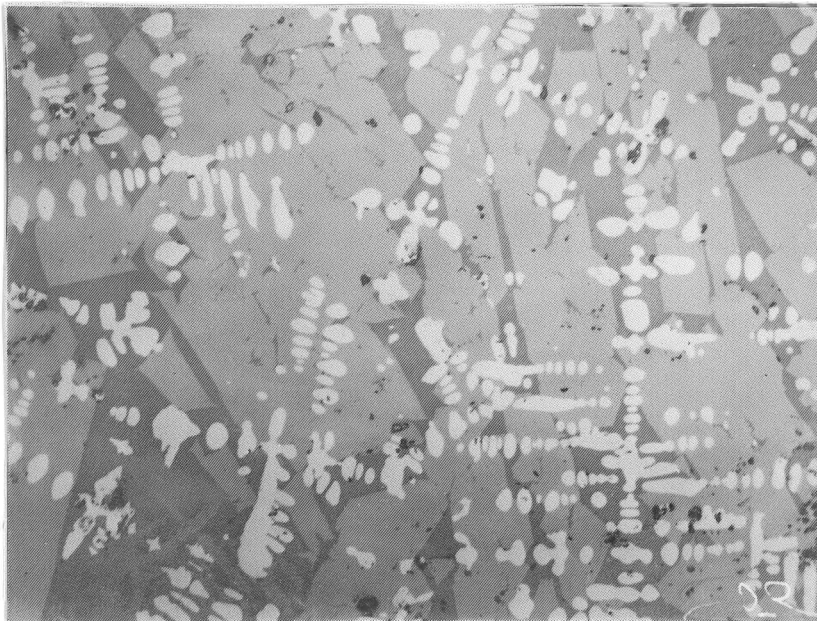


FIGUR 41. Prov 2. 50x.
Sample 2. 50x.



FIGUR 42. Prov 2. Delförstoring av den polerade snittytan
 enligt markering i fig 41. 250x.
Enlargement of above. 250X.

Vitt	<i>White</i>	Fe (wüstit?)
Grått	<i>Grey</i>	Si, <u>Fe</u> (fayalit?)
Mörkgrått	<i>Darkgrey</i>	Al, <u>Si</u> , K, <u>Ca</u> , <u>Fe</u> .



DISKUSSION AV RESULTATEN AV DE TEKNISKA UNDERSÖKNINGARNA

HARHYTTAN

Såsom framgått av den arkeologiska undersökningen har ugnsruiinen kunnat fastställas till att ha varit en masugn av den storlek och konstruktion, som är känd och dokumenterad vid slutet av 1600-talet. Till detta kan fogas källskriftsuppgifter om att blästern drivits av ett vattenhjul för bröstfall, vilket förklarar dammen uppströms samt uppgifter om tackjärnsproduktion, där bl.a. anges att tackjärnet stämplades med bokstaven H.

TACKJÄRN

Det analyserade tackjärnet är såtillvida representativt för tillverkningen här, att det endast håller spår av mangan, vilket är att förvänta med hänsyn till malmtraktens lågmanganhaltiga malmer. Däremot håller det så hög svavelhalt, att det färskade järnet måste ha blivit besvärande rödskört. Det är osannolikt, att tackjärn med denna svavelhalt tillverkats i någon nämnvärd utsträckning. En mycket svavelhaltig malm med relativt hög fosforhalt har utgjort huvudbeståndsdel i bestickningen. Det finns endast en enda sådan malm i närheten och det är en mullmalm norr om Bråfallsfältet i Tallbottengruvan. (Geijer & Magnusson s 467). Det har säkerligen varit lockande att prova denna lättbrutna malm vid något tillfälle.

SLAGGER

Proven 14 t.o.m. 19 har sammansättningar, som är typiska för svenska träkolsmasugnar, som arbetat med kvartsrika malmer i ugnar med kvartsrik infodring och därvid använt kall blästerluft. Om man för att studera slaggera ur metallurgisk synpunkt omräknar järnoxiderna till FeO och justerar analysen till 100 % får man ett medeltal på 5,5 % FeO och ett högsta värde på 8,8 %. Detta är något lägre värden än i Lapphyttans lågmanganslagger, där medelvärdet är 7,3 % FeO, men givetvis högre än äldre ugnar med varmbläster och två former vid 1800-talets slut, där FeO kan ligga mellan 1 och 3 %. Såväl tackjärnsanalys som slag-

analyser anger att man erhållit ett kallt tackjärn och en trögflytande slagg, som båda torde ha stelnat snabbt efter tappningen. Bohm (1982 s 21) erhö11 1924 vid smältning av en tät orostad malm i en 6 m hög försöksmasugn ett mycket kallt tackjärn, och en trög slagg med 5 % FeO innehållande 8 % tackjärnspartiklar,* trots två formor och en blästertemperatur på 215 °C. Mot denna bakgrund får man anse, att det tackjärn och den slagg som återfunnits i Harhyttan motsvarar vad som såsom bäst kan åstadkommas i en ca 7 m hög masugn med genom vedeldning ej fullt genomrostad malm och användning av kall blästerluft.

Slaggerna har en mera basisk karaktär än den analyserade järnmalm. Vid beräkning av beskickningens sammansättning brukade man förr överslagsmässigt fastställa en önskad surhetsgrad (basicitet) d.v.s. $\text{SiO}_2 / \text{CaO} + \text{MgO}$ och därefter, med utgång från den malm man hade bäst tillgång till, beräkna hur mycket av annan järnmalm, kalksten eller ev.sand man måste tillsätta för att nå en lämplig lättflytande slagg. I äldre tid föredrog man som regel att använda en kvartsrik malm till huvudmalm och att reglera slaggsammansättningen med en basisk malm s.k. blandsten, hellre än att använda kalksten härför. Kalken var svår att hinna få upplöst ordentligt i slaggen under blåsningen. Slaggerna har med detta sätt att räkna en surhetsgrad på 1,7 under det att malmen har värdet 2,1. För att få en uppfattning om man med malmen nära Harhyttan kan åstadkomma slaggens konstaterade sammansättning har såsom tillsatasmalm valts malmen i Norshyttefältet där en genomsnittsanalys finns tillgänglig. Valet har skett även av det skälet att det är en av de äldsta gruvorna och som i varje fall brutits från 1640 (Geijer & Magnusson s 471 f.)

Den arkeologiska undersökningen har visat att sandstenen i infodringen ej var tillräckligt beständig, varför hänsyn måste tagas till att bortsmält sandsten ingår i slaggen. Prov 1 och 13 visar analysen på förslaggad infodring. Motsvarande förslaggad vägg i Lapphyttan hade en så låg smälttemperatur som 1100 °C.

En annan faktor av ännu större betydelse för slaggmängden är träkolsaskan. En undersökning 1911 av 99 st träkolsprov (Leffler s 282 ff.) gav ett genomsnitt på 3 %. Kolvikten var 14,5 kg/hl (torrvikt).

Av masmästarberättelserna i Jernkontorets Annaler från 1817 och fram till mitten av 1800-talet finner man, att de minsta masugnarna 9-10 m höga med kall bläster och en forma, i vissa fall förbrukade upp mot 300 hl träkol per ton tackjärn. Här antages att kolåtgången var av storleksordningen 400 hl/ton tackjärn. Detta ger en slaggmängd på inte mindre än ca 175 kg per ton tackjärn.

Enligt de skriftliga källorna tillverkades i slutet av ugnens livstid endast 60 till 70 skeppund (1 skp=ca 195 kg) per år, vilket torde motsvara en blåsningsperiod på ca 14 dagar. Dessutom blåste man inte varje år.

En sådan drift frestar kraftigt på infodringen och medverkar till att ursmältningen av fodret kan bli betydande.

Förutsättningarna i nedanstående beskicksberäkning.

1. Endast en i malmtrakten befintlig malm med basisk karaktär får användas som tillsatsmalm
2. Träkolsförbrukningen uppgår till 400 hl/ton tackjärn. Askhalt 3 %.
3. Infodringsmaterial ingår till 10 % av slaggmängden i slaggen.
4. Slagganalysen beräknas så att FeO-halten blir 5,5 %.
5. Både sandstenen och askan håller alkali. Den förflyktigas till viss del. Här räknas med att 50 % ingår i slaggen.

Använda genomsnittsanalyser

	Analyserad malm	Norshytte malm	Träkolsaska	Infodring	Masugnsslagg	
Fe	50,8	44,0				%
FeO			21,1	2,4	5,5	
MnO	0,2	0,3	1,9	0,0	0,6	
CaO	4,3	7,0	20,3	1,8	19,2	
MgO	2,9	12,4	5,8	0,6	12,9	
Al ₂ O ₃	1,4	1,0	4,0	12,5	5,2	
SiO ₂	19,6	10,3	39,6	77,1	55,3	
P ₂ O ₅			1,0			
TiO ₂				0,3	0,2	
Alkali			6,3	5,3	1,1	

Harhytteslaggen har en silikatgrad på 1,72. En blandning med 2/3 "Harhyttmalm" och 1/3 Norshyttmalm ger en slaggen med följande analys och med silikatgraden 1,75.

	FeO	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Alkali	TiO ₂	%
Beräkningen	5,5	1,0	16,9	14,8	5,2	55,5	1,0	0,03	
Harhyttan	5,5	0,6	19,2	12,9	5,2	55,3	1,1	0,2	

Beräkningen visar ju ingalunda att Harhyttan skulle ha beskicksats på detta sätt. Den visar endast att det är möjligt att av malmer befintliga inom Harhyttans närområde, sura och basiska lågmanganhaltiga skarnmalmer, få slaggsammansättningar av den principiella typ, som där framtagits för analys.

Vad beräkningen främst visar är, att man vid äldre ugnar får räkna med mycket stora slaggmängder. I detta fall rör det sig om 800 kg slagg per ton tackjärn. Här har den relativt låga järnhalten i blandmalmen bidragit, men den huvudsakliga orsaken är FeO-halten i slaggen, och de stora mängder aska och infodring som ingår. Detta torde vara en förklaring till de stora slaggarven, trots att tillgängliga skriftliga källor anger en låg tackjärnsproduktion.

De undersökta proverna från GULLGÅRDEN är ännu alltför få för att ligga till grund för en utvärdering. Denna måste anstå tills arkeologiska utgrävningar utförts.

HARHYTTAN

HISTORIK

Västerbergslagen i Dalarna bildar en från det övriga landskapet avskild del genom att vattenavrinningen - frånsett några mindre vattendrag i norra delen - inte går mot Dalälven, utan över ett stort antal bäckar och åar, som slutligen samlas i Kolbäcksån. Detta naturgeografiskt enhetliga område omfattar socknarna Silvberg, Norrbärke, Söderbärke, Ludvika och Grangärde, men det är först i sen tid, som det organiserats i en bergslag under beteckningen Västerbergslagen.

Här i Silvberg låg några av våra äldsta silvergruvor, vilka genom skriftliga källor är kända sedan medeltiden. Den rikaste fyndigheten låg i södra delen av det 4 km långa Väster Silvbergsstrecket i Norrbärke. Såväl detta gruvområde som Öster Silvberg tillhör ett leptitbälte, som upptar hela västra Norrbärke och som kan följas in i Silvbergs socken, där det böjer av mot öster åt Säter. Mellan dessa båda större fyndigheter av sulfidmalmer innehållande silverhaltig blyglans och zinkblände ligger ytterligare några mindre silverfyndigheter samt ett antal smärre kopparmalmer liksom också ett flertal medelstora järnmalmsfyndigheter. (Geijer & Magnusson s 365 ff.)

Frågan om vilket av de båda bergen, som tidigast bearbetats har varit föremål för mycken diskussion, men bör nu genom de undersökningar, som Ulf Qvarfort 1981 gjort av sedimenten i Gruvsjön vid Öster Silvberg ha fått sitt svar. Qvarfort har visat att malmbrytning och silversmältning bör ha tagit sin början här redan på 800-talet. En tidigare undersökning 1980 av sedimenten i sjön Tisken vid Falun och i Dammsjön vid Garpenberg av samme forskare har givit liknande resultat. Falu gruva kan ha börjat bearbetas på 700-talet. Med stor sannolikhet har alltså kopparmalmen vid Tisken och koppar- och silvermalmerna i området från Ö Silvberg och ner mot V Silvberg varit kända och bearbetade i ungefär samma tidsskede, före år 1000.

Silvbergs socken har i äldre tider varit en del av Stora Tuna och enligt en gammal tradition skulle Stora Tunas gräns mot Norrbärke haft en sydligare sträckning, så att även norra delen av Norrbärke

inräknats i Tuna. Dalarnas dombok för 1592 innehåller en uppgift om att gränsen skulle ha sträckt sig tvärs över Norrbärke efter en linje ungefär i höjd med Norra Barkens nordände över Hagge till Väsmans sydvästra ände. Härigenom skulle även Väster Silvberg legat inom Stora Tuna. Höjer (1975 s 126 ff.) anser att en sannolik möjlighet föreligger härför, men stannar ändå inför att anse det mer sannolikt, att Norrbärkes jordbruk och bergsbruk uppkommit genom en invandring söder ifrån utmed Kolbäcksåns vattendrag, men att Tuna spelat en roll för Norrbärke socken genom att bergsbrukande Tunakarlar gjort, som han säger, en inbrytning i de nordvästra delarna i Stimmerboåns dalgång.

Med den kännedom vi nu har om den mycket tidiga brytningen av sulfidmalmer i dessa trakter får det anses troligt att koppar- och silverframställningen haft sitt ursprung i Falu gruva och därifrån spritt sig till Ö och V Silvberg.

Strax efter år 1000 framträder en kungamakt och kristendomen börjar breda ut sig. Några hundra år senare framgår av skriftliga dokument, att centralmakt och kyrka är stora intressenter i bergshanteringen och att denna är administrativt indelad i judiciella områden, järnberg eller bergslag. Kungsgårdarna i Ö och V Silvberg har tidigt utgjort administrativa centra och när järnhanteringen börjar dominera kallas detta bergslagsområde Gessberg efter ett järnberg i Norrbärke. Här registreras samtliga hyttor såväl i Stora Tuna som i Norrbärke. Detta talar starkt för att bergshanteringen utvecklats från Tuna och att det äldsta bergslagsområdet omfattat en betydande del av Bärkesocknarna och här befintliga malmer.

Oavsett varifrån man invandrade till detta område var man underkastad bergets lag och skattläggning samt måste ha tillstånd att bryta malm och bygga hytta. Den främsta anledningen till nybyggen i övre delen av Kolbäcksåns vattendrag torde ha varit en redan befintlig organisation för bergsbruk.

Den begynnande bergmalmsbrytningen för utvinning av koppar och silver bör ha avsett rika i dagen gående malmkroppar, där malmen förelegat som mull, genom erosion uppkomna lösa malmstycken eller vittrade lätt lösbrutna ytskikt. De första gruvbrytarna kan knappast ha undgått att notera att likartade järnmalmprodukter legat inom området. Trakten är således utomordentligt intressant och

måste anses höra till de mest angelägna att noggrannt kartlägga och undersöka eftersom här kan ha funnits några av våra äldsta ugnar för utvinning av såväl koppar som silver och järn. Fyndigheterna har varit av begränsad storlek och möjligheten att här hitta äldre ugnar borde vara väsentligt större här än vid våra större malmfält av hög ålder. Vid en sådan tänkt undersökning skulle man också kanske kunna få en uppfattning om huruvida samband föreligger i fråga om utvecklingen av de olika ugnstyperna för de skilda metallerna.

Den under många hundra år bedrivna bergshanteringen har efterlämnat en mängd minnesmärken från obetydliga skärpningar i malmborgen och övervuxna ruinkullar med intilliggande slagghögar fram till mer eller mindre välbevarade byggnader från tekniskt avancerad gruv- och hytt drift.

Det enda försöket till en översiktlig framställning av den svenska bergshanteringens historia har gjorts 1879 av J O Carlberg. Vid sidan härav finns dock ett antal sammanställningar och studier av geografiskt begränsade områden t.ex. av Furuskog 1924 för Värmland, av Kumlien 1958 för Norberg och för Silvberg av Hillerström 1973.

Som Hyenstrand (1977, s 13) framhållit, borde det vara en angelägen uppgift för bergshistorisk forskning att åstadkomma ett samlingsverk för svensk järnhantering, där den historiska bakgrunden kopplas till undersökningar och registreringar för varje enskild järnframställningsplats.

Från 1540-talet lämnar i Riksarkivet förvarade handlingar, ju närmare vi går mot vår tid allt fylligare uppgifter om vår järnhantering. Med hjälp av skattelängder, produktionsredovisning, domböcker från häradsrätter och bergsting etc. kan i många fall detaljerade upplysningar inhämtas om enskilda gruvor, hyttor och järnbruk. I de enskilda fallen är givetvis tillgången på data slumpartad, men tillsammans får man en god och säker bild av teknik, ekonomi och arbetsförhållanden i skilda tidskedan.

All bergshantering har sedan medeltid varit inordnad under Kronan och all järntillverkning från bergmalm har varit underkastad statlig kontroll. Det finns således ingen på bergmalm uppbyggd verksamhet som ligger utanför den, som statsmakten redovisar.

Det är givetvis den av Gustav Vasa förbättrade administrationen och centraliseringen av kronans räkenskaper till Stockholm, som

givit oss ett rikligt källmaterial att ösa ur. Som bekant finns det emellertid även ett inte oväsentligt antal dokument från medeltid, som behandlar bergsbruket. I Gustav Vasas handlingar förvarade på Riksarkivet återfinns under rubriken " Arv och eget " för åren 1546 - 1559 för Dalarna omtalat, att Sten Sture den äldre köpt Harhyttan av Nils Hare. Även den intill liggande Bondhyttan anges här vara " Gamble her Sten Sture godz ".

I den äldsta förteckningen över hyttorna i Dalarnas landskaps-handlingar och deras hyttegäld år 1539, noteras för Harhyttan " Lydh thne hytta wed Eskeltuna slott".

Hyttgälden utgörs av Olof Björs hustru med 2 hundra och tjugo osmundar.

I Dalarnas Handlingar 1539, uppräknas nedanstående hyttor under rubriken: " Undwisning på mantalet å the Bergsmen som boo på Betze-berget och huru mycket hwar man gör aff sit hyttegäld. "

Pedersbodha
Stimmerbodha
Assmansbodha
Bomansbodha
Jutebodha
Spitzbodha
Harehytten
Bondohytten
Bethseberget
Skrekehyttan
Skenshyttan
Grengeshyttan
Knuthyttan
Selnaeshytta
Hinshyttan
Boddehytten
Norshytten
Tolffmannahyttan

Härefter följer ytterligare en förteckning;

" Thsa eptna boo på Gambla Sölffberghet och plegade göra thna eptna penning. Böndne til Skatt och the som Sölffhyta haffuer hafft uti thrs Strömer och än haffwa äre lagde til två öre utgöra i Skatt. "

Silverhytteskatt
Jönshytta
Rysshytta
Westerwiken
Löffedet
Dalkarlsbodha
Storegården
Matsgården
Mosseberg
Smelteregården
Skerspo

Bondeskatt
Stimberbodha
Assmansbodha
Kråkebodha
Bomansbodha
Harehyttan
Jutebodha
Noorshyttan
Bondehyttan
Westerwijken

För Harhyttan antecknas nu två hemman som båda betalar två öre, dels hu Britta och dels Anders Finne. I det närliggande Jutbo finns också två inbrukare Lasse Skreddere och Pelle Olsson, men de betala endast 1 öre var, dock " Ähn gör Pelle aff en ödhe bodhewall han haffr, kallas Ingewallsbodha 1 öre ".

Märkligt nog redovisas Harhyttan ännu en gång 1539 och nu under Norrbärke. (DH 1539 : 4 $\frac{1}{2}$). Detta sker under rubriken avradsgäld för gods som tillhört Västerås domkyrka med brukaren Henrik i Harhytta.

Till skillnad mot vad som är vanligt i andra bergslag förtecknas inte samtliga inbrukare i anslutning till den hytta de brukar. Först 1640 finner man att Harhyttan brukas av 4 bergsmän (Bergverksrelationer, Öster och Västerbergslagen). Orsaken härtill synes vara att frälse och kyrka äger eller har ägt jord, som sedan övergått till järnbruk eller i enskild icke bergsmans ägo. Arrendatorena på sådana gårdar tycks blåsa i hyttorna. Dessutom äger icke-bergsmän andelar i vissa hyttor. Detta skulle kunna tyda på skatte- och äganderättsförhållanden, som gällt för silverhyttorna och som överförts att gälla även för järnhyttorna. Å andra sidan finns det fler exempel på att skilda skatter för en och samma skattskyldig uppbars i skilda fogdedistrikt. Fyra hyttor, som låg i Söderbärke fick 1539 (DH : 4 $\frac{1}{2}$) utgöra bälgs-katt där, medan hyttgälden upptogs i Norrbärke (Wad, Henningshyttan, Tolfsboda och Wik).

Johan III har redan som hertig Harhyttan och Jutbo ingående i sitt " Arv och eget ". År 1569 räntar bergsmannen Lasse Halvards 3 hundrat för Harhyttan, som dock nästa år sägs ligga öde, en på denna tid vanlig notering för gårdar och hyttor som ej brukas. Från år 1576 är kyrkoherden Olof Knutsson i Stora Tuna som landbo innehavare av en gård i Harhyttan och en i Jutbo. När han 1578 genom egendomsbyte med Johan III blir ägare till torpet Harhyttan värderas detta till 4 öresland, som då låg " förött och hyttan öde ". (Hillerström s 55). Hyttan blir emellertid upprustad, ty i Dalarnas Handlingar (D.H. nr 1) antecknas, att herr Olof i Tuna brukar Hara hytta och betalar 3 hundrat i hyttegäldsjärn. Harhyttan ingår emellertid detta år fortfarande i Kungl. Maj:ts arv och eget och som en brukare av denna del står Pär Larsson som härför betalar 4 hundrat i avradsjärn och herr Olof betalar för

en gård, Haragården, också 4 hundrat i avradsjärn.

År 1624 sålde (Sahlin, 1904) Olof Knutssons son Erik Olsson Grängshammar och övrig faders egendom bl.a. 1/4 Haragården samt 1/8 i Harhyttan till Peter Kruse (adlad Kruse med villkor att efterkommande antog namnet Crusebjörn). Kruse arrenderade tillsammans med Govert Silentz Sätters kronobruk enligt ett kontrakt från 1628. Under sin tid som landshövding i Dalarna och Kopparbergslagen byggde han upp ett stort komplex bestående av malmtillgångar i Arvedsbogruvan vid Ulfshyttan samt Bråfalls gruva, Harhyttan och Jutbo masugnar, Bråfalls masugn byggd 1634 samt Ulfshytte frälsemasugn " uppbyggd efter fransyskt vis af Landshöfdingen Petter Kruse A:o 1645 " och vidare Ulfshyttans och Grängshyttans hammare.

Grängshammars bruk såldes sedermera till Johan Utterklo gm Ingri Boij år 1681.

Av 1682 års jordebok (RA) framgår att bruket betalar 3 hundrat i hyttegäldsjärn för Harhyttan, varför det fortfarande måste vara endast 1/8 som bruket äger i hyttan. Bråfallshyttan är här antecknad för 15 skeppund i avradstackjärn.

I Grängshammars bruks räkenskaper (Kammararkivet 358 - Bergsbruk, Räkenskaper) finner man följande redovisning för Olof Larsson i Harhyttan. Tackjärnet angivet i skeppund, lispund och marker samt penningvärdet i daler och ören.

Olof Larsson i Harhyttan Debit 1655

an Restantierna Tackjärn Skp 1:3	9.28
23 Aug Landböndernas avrad bör han leverera skeppund tackjärn 6:10	58.16
D:o an Olshytte gruvemalm 10 lass	15.-
Humleplåckning	1.-
Bilantzio	9.2 3/4
	Dlr 93.14 3/4

Olof Larsson i Harhyttan Credit 1655

Forelön 2 lass järn fr Bråfall	2.16
2 " " " Norshyttan	1.-
1 " plåtar till Hedemora	2.-
2 dagar arbete i smedja och 1 dag dragit tenar för Olshytte Conto framfört wedh	2.8
1 Stafrum	1.-
levererat tackjärn till Säter	
4:18:13	45.19 3/4
1:11:10	14.7
1:3:-	9.28
2:-:-	15.-
	Dlr 93.14 3/4

Härav framgår att Olof dels är skyldig betala avrad i tackjärn, men också främst, att han därutöver levererat och fått betalt för mer tackjärn än som svarar mot avrad och tackjärnsskuld.

Mot slutet av 1600-talet uppstod oro för att skogen inte skulle räcka till för gruv- och kolved i bergslagen samtidigt som merkantilismens idéer om statlig reglering av näringslivet började vinna anklang. Hytt- och hammarkommissioner tillsattes med Bergskollegium som huvudinstans. Till en början skedde detta för att i första hand bedöma skogstillgången, vilket som bekant bl.a. ledde till en avveckling av bergsmanshammare och att nyetablering av hammarsmide flyttades ut från gruv- och hyttbygder.

När det gällde vedtillgången för Stora Kopparberg kom vidsträckta områden i närhet av deras ursprungliga domäner i farozonen för fortsatt drift, i första hand givetvis dåligt lönsamma enheter inom järnhanteringen.

Kommissionernas arbete och bedömningar kan följas i Bergskollegie arkiv. Ingång till dessa handlingar får man genom Harmens register (RA). År 1694 har en utvärdering gjorts av Jutebo, Harhyttan och Bondhyttan, om vilka hyttor följande antecknats.

" Jutebo hytta ligger i Grängshammars frälse, äges av Ingri Boij, tar malm från Bråfalls gruvor, tillverkar 150 skp om året. Märker järnet L.

Harhyttan strax bredvid är även på Fru Ingri Boijs ägor belägen, brukas av 3 st bönder, som tillverka 60 å 70 skp och blåsa vart annat år för deras vattens och skogs ringhet. Märke på järnet är H.

Bondhyttan år 1613 av en Nils Jönsson uppbyggd och för liten tid sedan så såld ut till skatte, vilken är Jonas Pedersson, rådman i Säter jämte 3 st bönder tillhörig. Men Jonas Persson har på 2 år intet brukat och i år tillverkat hela hyttan allenast 40 å 50 skp."

Vidare sägs här att dessa tre hyttor är av lika villkor med litet skog och att de driver sina hyttor i små bäckeströmmar med bröstfall. Tackjärnet säljer de i Säter, där det betalas med $6\frac{1}{2}$, 7 till $7\frac{1}{2}$ dlr. skeppunden.

Grängshammars bruk (Sahlin 1904) har redovisat tiondejärn för Bråfall, Jutebo och Harhyttan för åren 1687, 1688, 1689 och 1690.

Därefter är inget känt om dessa hyttor förrän i skrivelsen ovan och i följande resolution av Bergskollegium. (Bergskollegii registratur 1704 pag 833).

"Kongl. Bergskollegii Resolution öfwer Grengs- och Ulfshytte hambrar med tilltydande Bråfalls, Jutebo och Harhytte Masugnar i Stora Kopparbergs lähn, Tuna Sochn och Östra Bergslagen belägne gifwen Stockholm d. 6 September Ao 1704."

Inledningsvis hänvisas till 1687 års kommission rörande "de angelägnare werckens sampt Blåsningarnes Conservation och förmering". Det konstateras sedan, att större delen av godsen, som hörde till Grängshammars brukskomplex, var köpta från Kronan. De låg därför på "förbjuden mark". 1687 års kommission kunde av denna anledning då ej ta ställning till hur man här skulle förfara. Frågan hänsköts till Kungl. Majt. Beslut i ärendet utfärdades av Kungl. Majt. daterat den 7 juni 1700 i "Heilsberg".

I detta beslut fastslås, att godsen egentligen skulle vara underkastade inlösen, men det är inte Kungl. Majts. nådiga behag nu för tiden att inlösa dem" och vidare konstateras, att Stora Kopparberg ej heller behöver skogen. Ägarna Johan Utterklos sterbhus hade emellertid förklarat sig beredda att frivilligt ödelägga Ulfshyttans hammare för att icke i framtiden kollidera med koppargruvornas skogsbehov och för att få "rolig Besittnings bibehållande". Skogen fördelades därefter mellan nämnda hyttor och Grengshytte hammare. En rad villkor fogades emellertid till beslutet.

1. Hyttor och hammare fick repareras, men icke förstöras.
2. Inga köpkol fick drägas till anläggningarna av hänsyn till Falu koppargruva.
3. "Ej heller mera att blåsa än wid de behållna härdarna utsmidas kan så och af intet annat än egit tillwerckade tackjern sig att betiena till Järnwarans förmering"
4. De hemman och lägenheter som nu levererar kol skall ligga kvar vid bruket.
5. Andras tackjárn får icke utsmidas varken med egna eller köpta kol. (Förbud mot s.k. halvsmide).

Harhyttan omtalas sedan inte mer i hävderna såsom en tackjärnsproducerande enhet. Hyttan saknas i 1711 års utförliga Bergmästarrelation (RA) och omnämns ej heller bland masugnar som förbjöds i början på 1700-talet såsom t.ex. är fallet med Jutebo enligt en resolution i Bergskollegium den 3 okt. 1737. (RA). Det förefaller

därför som om man aldrig utnyttjade möjligheten att fortsätta driften efter år 1704.

Detta styrks också av en förteckning i Bergskollegii arkiv D VII: 24, där uppgifter om " Hyttegången under flera år " noterats för ett stort antal hyttor i hela landet fr.o.m. 1649 och tydligen stickprovsvis för vissa år framöver.

Harhyttan

År	Blåsningstid, dygn	Skattejärn i skeppund och lispund
1649	12	6
1666	20	10 - 10
1667	18	9
1686	14½	7 - 21
1687	16½	8 - 23
1697	26	14

För Harhyttan finns ingen mer notering under det att dessa uppgifter om hyttegången antecknas för Bråfall och Jutbo även åren 1707, 1717 och 1727.

Svårigheten att kontrollera den verkliga produktionen ledde till, att man under 1600-talet fastställde en beräknad dygnsproduktion på vilken skattejärnet beräknades som tionde. Den " skattemässiga " produktionen har tydligen varit 5 skeppund per dygn. Harhyttans produktionskapacitet under 1600-talet har således legat kring 1 ton tackjärn om dygnet.

Appendix

PETER KRESTEN

TOLKNING AV SLAGGANALYSERNA

De kemiska analyserna, s 34, visar att slaggerna kan indelas i tre huvudtyper, varav två representeras av en analys vardera:

- 1) Mycket låg SiO_2 -halt och mycket hög järnhalt: prov 13, magnetisk slagg från A1. Sammansättningen tyder på att provet kan karakteriseras som slaggigt, delvis rostig järn. Ett sådant antagande tycks bekräftad av Fig. 26-29.
- 2) Låg SiO_2 -halt och relativt hög järnhalt: prov 1, från ugnsväggen vid A1. Halten av FeO är hög, 19.3%, vilket tyder på att det rör sig om ett icke fullständig utreducerat slaggprov.
- 3) Relativt höga SiO_2 -halter och låga järnhalter: proverna 14-19 från A1, med sammansättningar motsvarande dessa hos tidiga masugnsslagger.

Proverna 13, 16 och 19 har undersökts av SSAB. Identifikationen av slaggernas silikatkomponenter inskränker sig till "fayalit och anortit" för i stort sett samtliga prov (s 36-40). Det verkar troligt att denna väl ytliga identifikation baserar sig på en tilltro till Morton & Wingroves (1969) beskrivning av faserna i romerska blästerslagger, nämligen wüstit, fayalit och glas - det senare i stort sett av anortitisk sammansättning. Mikrosondanalyser av glasfasen i slagger från Dalarna (Kresten 1984) har dock visat, att den maximala anortithalten i glasfasen uppgår till omkring 25 mol-%, vanligen dock <10 mol-%. Detta oberoende av, om de undersökta proverna var bläster-, smides- eller masugnsslagger. Med hänsyn till detta - liknande resultat har även uppnåtts av andra forskare (Clough, Tylecote, pers. medd.) - samt med hänsyn till att anortit är en väldefinierad förening ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) är en fortsatt användning av "anortit" istället för silikatglas inte bara inadekvat, utan rent av vilseledande.

Den utkristalliserade silikatfasen betecknas genomgående som "fayalit" (s 36-40), trots att Fig. 36, enligt mitt förmenande, visar typiska klinopyroxenkristaller. En närmare mineralogisk undersökning av proverna har ej kunnat utföras. Således baserar sig tolkningen enbart på analyserna samt SSABs rapport.

Beräkning av normativa mineralsammansättningar har visat sig vara av värde vid tolkningen av analyserna (Serning, Hagfeldt & Kresten 1982; Kresten & Serning 1983; Kresten 1984). Normativa sammansättningar, projicerade i lämpliga fasdiagram, kan ge oss upplysning om vilka faser som förväntas bildas vid kristallisation av slaggerna. Ett system som använts (Kresten 1984) är forsterit - wüstit - kvarts - wollastonit. Förutom dessa faser innehåller systemet även fayalit, ferrosilit och enstatit samt de fasta lösningarna inom wüstit-, olivin-, ortopyroxen- och klinopyroxenområdena. Systemet är speciellt lämpligt då såväl bläster-, smides- och masugnsslaggernas sammansättning kan täckas på ett adekvat sätt. Faserna som inte täcks av det valda systemet är rena glasbildare (fältspater, fältspatoida) samt underordnade komponenter (faser med fosfor, titan, mangan).

Normativa sammansättningar för slaggerna från Harhyttan har givits tidigare (Kresten 1984, Tab. 17). Även normerna visar att proven kan indelas i tre huvudtyper, typ 3 dock underindelas i två mindre grupper:

- 1) Fayalit-dominerade slaggar: prov 1.
- 2) Wüstit-fayalit-slaggar: prov 13.
- 3a) Olivin-pyroxen-slaggar: prov 17, 18.
- 3b) Kvartsnormativa pyroxenslaggar: prov 14, 15, 16, 19.

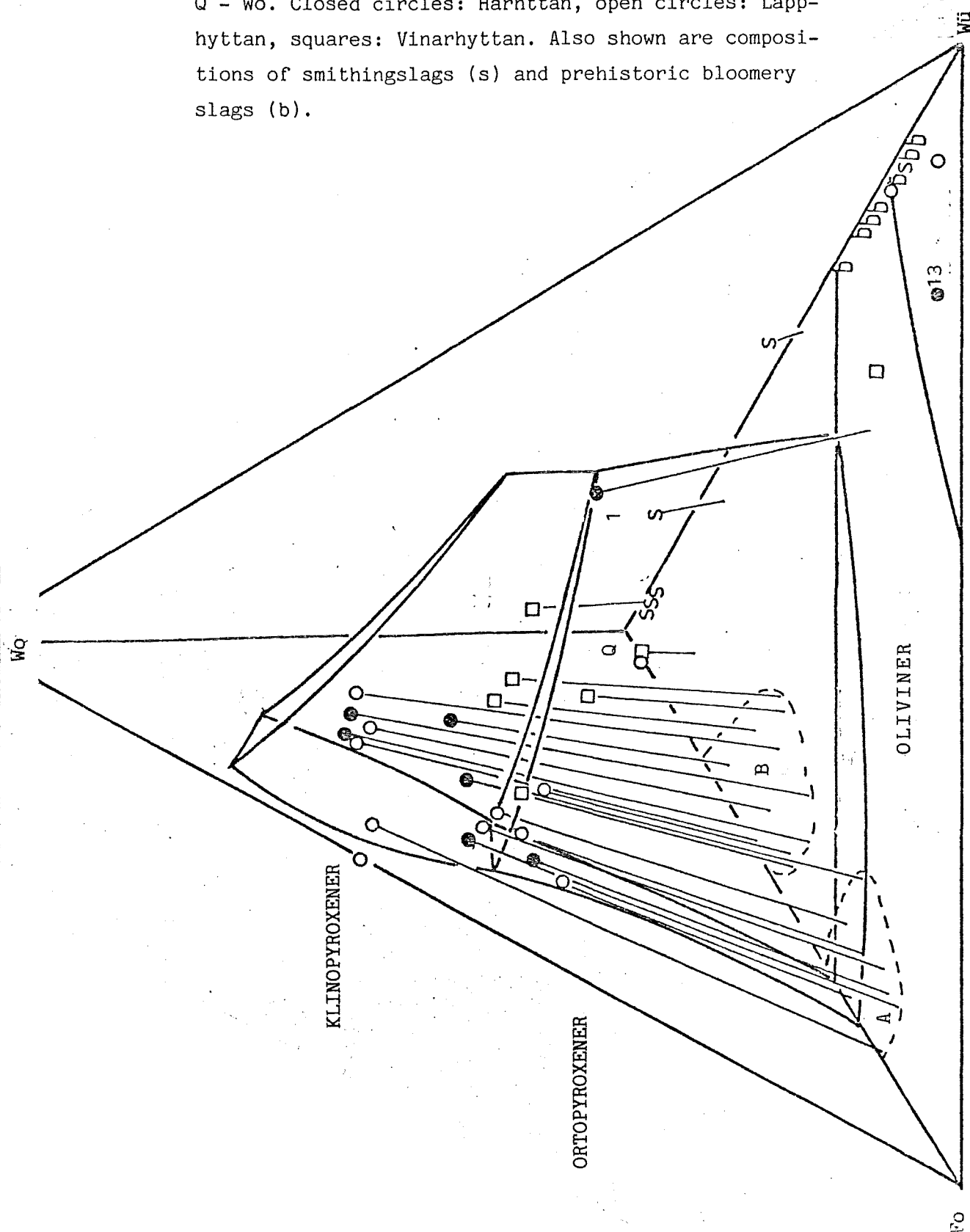
Systemet Fo - Wü - Q - Wo, Fig. 43, täcker 75-82 mol-% av den totala sammansättningen för alla prover med undantag av prov 1, som endast täcks till 56 mol-%. Figuren visar, att proverna 1 och 13 plottar isolerade i var sitt område av tetraedern, medan de övriga återfinns nära Fo - Q - Wo sidan, tillsammans med masugnsslaggar från Vinarhyttan och Lapphyttan.

Prov 13 kristalliserar wüstit vid avsvälning, följt av fayalit. Provet har en sammansättning som ligger nära de förhistoriska (samt enstaka något yngre) blästerslaggernas, men även nära de två järnrika färskningsslaggerna från Lapphyttan. Eftersom provet är mycket järnrikt, torde en tolkning som slaggrikt och korroderat järn (i likhet med det väl undersökta, något mera järnfattiga provet från Vinarhyttan) vara den mest sannolika.

Prov 1 kristalliserar fayalitisk olivin, följt av pyroxener. Till sin sammansättning intar det en särställning i diagrammet; en tolkning som icke fullt utreducerat prov (från ugnsväggen) tycks

FIGUR 43. Normativa sammansättningar av slagger i systemet Fo - Wü - Q - Wo. Fyllda cirklar: Harhyttan, öppna cirklar: Lapphyttan, kvadrater: Vinarhyttan. Inlagda även sammansättningar för smidesslagger (s) samt förhistoriska blästerslagger (b).

Normative compositions of slags in the system Fo - Wü - Q - Wo. Closed circles: Harhyttan, open circles: Lapphyttan, squares: Vinarhyttan. Also shown are compositions of smithingslags (s) and prehistoric bloomery slags (b).



vara förenligt med dess sammansättning.

Proverna 17 och 18 projicerar inom det mer kvartsfattiga fältet (A i Fig. 43) av masugnsslagger. Forsteritrik olivin kan förväntas som första kristallisationsprodukt i de flesta av slaggerna inom fältet. Övriga prover projicerar inom det mer kvartsrika fältet (B i Fig. 43) och är huvudsakligen klinopyroxendominerade.

En möjlig förklaring till uppdelningen av masugnsslaggerna i grupp A och grupp B kan vara att de förra representera mer centralt i ugnspipan belägna prov, med mindre upptagning av komponenter från ugnsinfodringsmaterialet än vad som varit fallet för slaggerna av grupp B, belägna närmare ugnspipan. Ett visst stöd för en sådan hypotes kan vara, att alkalihalterna i slaggerna av grupp B oftast är högre än i slaggerna av grupp A.

Är denna hypotes korrekt, skulle prov 1 vara ett dåligt utreducerat slaggsprov tillhörande grupp B. Detta tycks vara riktig, eftersom projektionen av prov 1 från wüstit-hörnet hamnar inom grupp B (Fig. 43). Återigen så är alkalihalten i prov 1 hög - kalihalten är mer än dubbelt så hög som för det provet med den näst högsta halten (Tabell 2, s 34). Alla dessa indicier tillsammans tyder på ett klart samband mellan sammansättning och slaggens position i ugnen: Grupp A slaggar mera centralt i ugnen, grupp B slaggar mera distalt (närmare pipan).

Ett ungefärligt mått på reduktionsprocessens effektivitet är mängden järn som finns kvar i silikatfaserna. Enligt detta skulle Harhyttan och Lapphyttan varit ungefär lika effektiva, Vinarhyttan något mindre effektiv. I detta sammanhang är det lämpligt att jämföra prov med motsvarande läge i förhållande till ugnsgemetrin, lämpligen då proverna som kommer från ugnens centrala delar (grupp A).

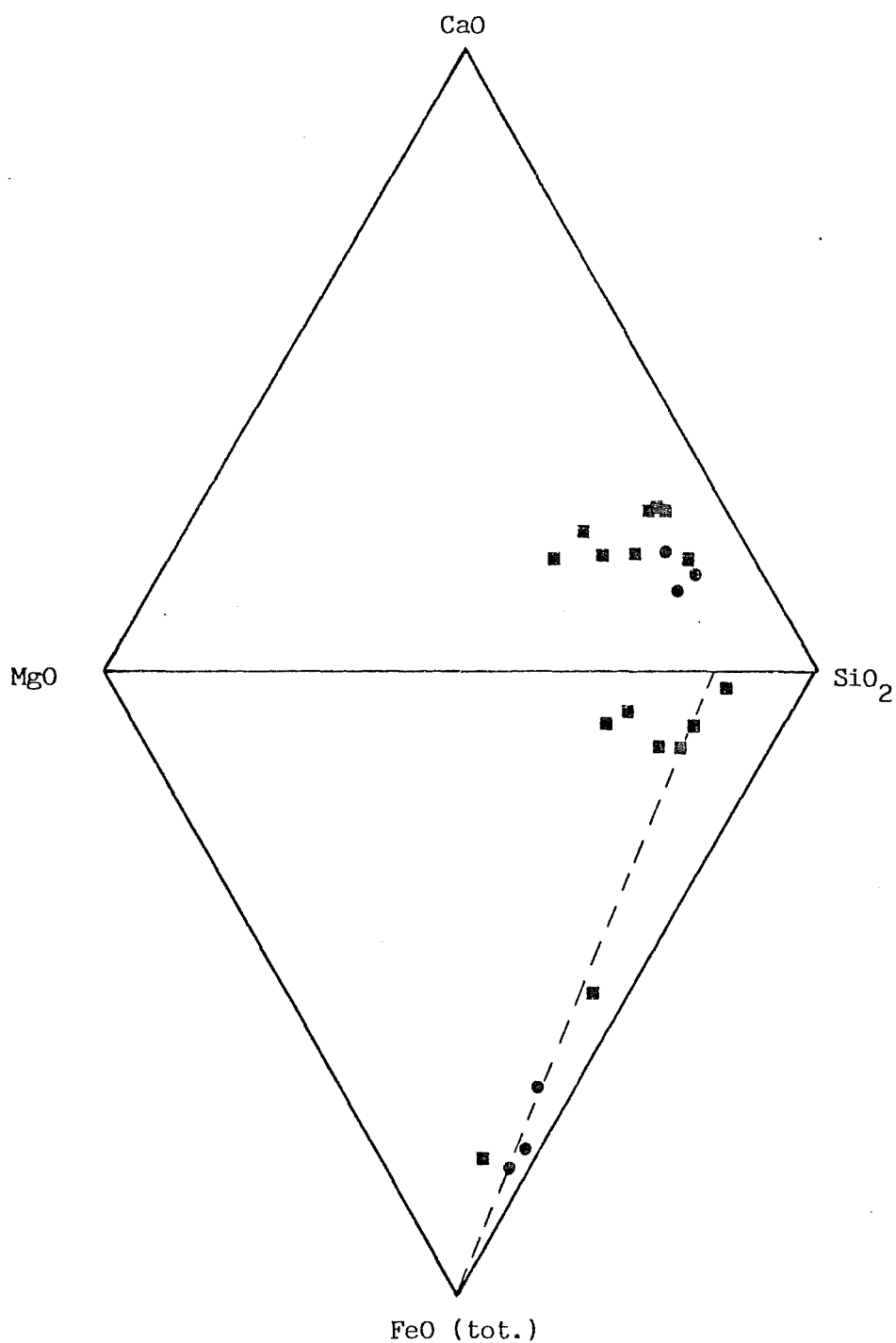
Sambandet mellan malm och slagg och användning av flussmedel kan bedömas med hjälp av enkla diagram (Kresten, AMI-rapport 1/84).

För Harhyttan visar diagrammen (Fig. 44) att de funna malmproverna står i samband med de analyserade slaggsproverna samt att flussning tycks ej ha förekommit. Sannolikt kan dock viss inblandning av en något mera magnesiumrik malm ha skett (jfr Björkenstams diskussion).

FIGUR 44. Projektion av malm- och slaggsammansättningar, visande samhörighet mellan malm och slag, frånvaro av flussning, eventuell inblandning av mer magnesia-rik malm. Cirklar = malm, kvadrater = slag.

Projection of ore and slag compositions, showing a relation between the two, absence of fluxing, and possible admixture of more magnesia-rich ore.

Circles = ore, squares = slag



LITTERATURFÖRTECKNING

- Awebro, K., 1983 Luleå silververk. Ett norrländskt silververks historia.- Bothnica 3. Luleå
- Björkenstam, N., 1975. Läsöskeppets järnlast. En studie i 1600-talets metallurgi och bearbetningsteknik.- Jernkontorets bergshistoriska utskott. Jernkontorets forskning. Serie H Nr 11.
- 1978. Inlägg vid bergshistoriska utskottets höstmöte i Jönköping 1978.- Jernkontorets bergshistoriska utskott. Jernkontorets forskning. Serie H Nr 18.
 - 1981. Teknik, produktion, kostnader.- Svenskt och utländskt järn på 1600-talets Europamarknad.- Med Hammare och Fackla. XXVIII. Utgiven genom Jernkontorets bergshistoriska utskott. Lund-Stockholm.
- Bohm, I., 1927. En studie över masugnsprocessen.- Jernkontorets Annaler. Stockholm.
- 1982. A study of the blast furnace process.- Jernkontorets forskning. Serie H Nr 22. Stockholm.
- Carlberg, J.O., 1879. Historiskt sammandrag om svenska bergverkens uppkomst och utveckling samt grufvelagstiftningen. Stockholm.
- Forssell, H., 1977. Bärke Bygden. Ur bygdens historia till mitten av 1800-talet. Malung.
- Furuskog, J., 1924. De värmländska järnbruken.
- Garney, J.C., 1816. Handledning uti svenska masmästeriet. Omarb. av C.J. Lidbeck. Stockholm.
- Geijer, P. & Magnusson, N.H., 1944. De mellansvenska järnmalmernas geologi. SGU. Ser. Ca. No 35. Stockholm.
- Hillerström, G., 1973. Hyttor, hammarsmedjor och kvarnar i Silvberg. Malung.
- Hyenstrand, A., 1977. Hyttor och järnframställningsplatser.- Jernkontorets bergshistoriska utskott. Jernkontorets forskning. Serie H Nr 14. Stockholm.
- Höjer, E.W., 1975. Ur Norrbärkes äldsta historia. Norberg.
- Kresten, P., 1984. The mineralogy and chemistry of selected ancient slags from Dalarna, Sweden.- Jernkontorets bergshistoriska utskott. Jernkontorets forskning. Serie H Nr 29. Stockholm.

- Kresten, P. & Serning, I., 1983. The calculation of normative constituents from the chemical analyses of ancient slags. Arkéometallurgiska institutet. Rapport 8/83.- Jernkontorets bergshistoriska utskott. Jernkontorets forskning. Serie H, Nr 25. Stockholm.
- Kumlien, Kj., 1958. Norberg genom 600 år. Uppsala.
- Leffler, J.A., 1911. Redogörelse för Jernkontorets försöksverk, Trollhättan.- Jernkontorets Annaler. Stockholm.
- Morton, G.R. & Wingrove, J., 1969. Constitution of bloomery slags. Part I: Roman.- Journal Iron and Steel Inst. Vol. 207. London.
- Qvarfort, U., 1980. Sedimenten i sjön Tisken och Falu gruvas ålder.- Jernkontorets bergshistoriska utskott. Jernkontorets forskning. Serie H Nr 19. Stockholm.
- 1981. Sulfidmalmsanteringens början vid Garpenberg och öster Silvberg.- Jernkontorets bergshistoriska utskott. Jernkontorets forskning. Serie H Nr 20. Stockholm.
- Rinman, S., 1794. Afhandling rörande mechaniquen med tillämpning i synnerhet till bruk och bergwerk. Stockholm.
- Sahlin, C., 1904. Grängshammars och Ulfshyttans bruksegendom.
- Serning, I., Hagfeldt, H. & Kresten, P., Vinarhyttan.- Jernkontorets bergshistoriska utskott. Jernkontorets forskning. Serie H Nr 21. Stockholm.
- Swedenborg, E., 1734. De Ferro. Leipzig.
- 1923. Om järnet. Svensk upplaga av Swedenborg 1734 under redaktion av S. Arrhenius, V. Carlheim-Gyllensköld och H. Sjögren. Stockholm.
- Tholander, E., 1973. Osmundsjärnet i ny belysning.- Bergsmannen 1973: 9 och 10. Stockholm.
- 1978. Styckeugnar eller ej ?.- Jernkontorets bergshistoriska utskott. Jernkontorets forskning. Serie H Nr 18.
- Wiborgh, J., 1877. Handbok i Svenska Tackjärnstillverkningen. Stockholm.

BILDMATERIAL

- Bofors AB, Karlskoga: Fig. 39-42.
- Svenskt Stål AB. Servicelaboratoriet, Domnarvet: Fig 25-36.
- Thålin-Bergman, Lena: Fig 19.
- Wedberg Viking: Fig. 10, 16, 17, 19-23, 37, 38.

English summary

The iron production site Harhyttan in Silvberg parish, Dalarna, was partly investigated by Tholander 1972. He arrived at the conclusion that the furnace was constructed comparable to the Austrian "Stückofen". Renewed excavations and investigations were carried out during 1979 and 1981 in order to establish the furnace type.

Geological setting

The Silvberg area is characterized by abundant ore deposits. Many sulphide ore deposits (pyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite) occur, as well as several iron ores, either quartz-banded magnetite-hematite ores or skarn- and/or limestone-banded iron-ores, sometimes manganiferous. Close to Harhyttan, quartz-banded hematite ores prevail.

Archaeology. The excavations 1979 and 1981.

Harhyttan is site nr 45 (The Central Office of National Antiquities), with the co-ordinates X 66844, Y 14855 (Rikets nät).

A number of constructions are on the site (Fig 2, p.8). The excavations have been concentrated upon construction A1 (the furnace) and its immediate surroundings.

The stack was preserved up to 4.9 metres above the centre of the hearth. The diameter of the stack varies between 1.3 at the hearth and 2.7 metres at 3,5 metres level (Fig.8, p.14, Fig 9-p.15), being almost circular in section. The inside was slagged. In the hearth had been two layers of bottom slabs, some of which were taken away during the excavation 1972 (Tholander in report to The Central Office of National Antiquities). The remaining slabs were not found *in situ*. All around the circumference of the hearth was a cavity, which was interpreted as designed to cool the hearth by influx of groundwater.

The tapping arch (Fig 11, p.19) on the eastern side of the furnace is constructed as commonly encountered at blast furnaces. Of the tuyere opening on the southern side of the furnace (Fig.12, p.21) only about 2/3 could be excavated, the masonry being very instable. Air supply by bellows with a water wheel in the brook east of the furnace implies a wheel axis about 10 m long which

is not unusual.

The foundations were excavated along several sections, showing rectangular slabs up to 1 m in size (Fig. 21, p 29,), surrounded by talus of rock and gravel, with charred wood as the remains of a wooden framework.

The scarce finds are listed and depicted on p. 25.

It is concluded that Harhyttan is a charcoal blastfurnace, of a type described frequently in the literature. The furnace had a square section, with the stack partly dug into the hill-slope. The front part, with tapping arch and tuyere opening, was constructed of solid blocks. Air was blown into the furnace by one tuyere, with water-wheel driven bellows. Slag and cast-iron have been tapped in the same direction.

Technical investigations

Three samples of ore found on the site have been analyzed (Table 1, p.32. They consist of magnetite ore, with diopside-actinolite skarn.

The analyzed slag samples 14-19 (Table 2, p.34) are typical for blast furnace slags. They have compositions in agreement with those expected from the ore found, although it is suggested that a more basic ore has constituted parts of the charge.

Two of these samples are suggested to stem from the more central parts of the furnace (A in Fig 43, p. 63), the others from nearer to the furnace wall (B in Fig. 43, p. 63).

Sample 1 is from the slagged inner wall of the furnace. It has a high iron content. Sample 1 is classified as corroded, slag-rich iron.

The iron found on the site is cast-iron (white or grey) quite often as granules. These, common at other sites as well, seem to be typical for charcoal blast furnaces.

Historical perspective

A review of the history of mining and metallurgy in the Silvberg district is given, along with a detailed account for and discussion of the documentary evidence on the metallurgical activities at Harhyttan.

Harhyttan is first mentioned in written records 1539 and can be followed until 1704, after which the site seems to have been abandoned. In 1539, Harhyttan was under the jurisdiction of

Eskilstuna castle. Later, king Johan III inherited the iron-works but in 1578 it was leased to a representative of the church. This demonstrates in a nutshell the active role played by both the Crown and the Church in the early iron industry in Sweden.

Taxes for Harhyttan were payed in cast-iron. On the basis of the taxis one can estimate the iron production in Harhyttan in the seventeenth century to 1 ton in 24 hours on the average.

Förteckning över utgivna rapporter från Jernkontorets Forsknings serie H, U90.
 Bergshistoria. ISSN 0280-137x
 Rapporterna kan köpas genom Jernkontorets Forskningsavdelning, Gladys
 Swallving, Box 1721, 111 87 STOCKHOLM, tel. 08/22 46 20.

		<u>Pris:</u>
1	Björkenstam, Nils: Osmundtillverkning ur tackjärn, 1971.	20
2	Om osmund. Tholander, Erik: Osmundgruppen, en presentation. Calissendorff, Karin: Om ordet osmund, Fritz, Martin: Den äldre svenska järnexporten. Pipping, Gunnar: Om vikt och mått i os- mundsammanhang. Modin, Helfrid & Sten: Metallografiska undersök- ningar av äldre järnföremål i syfte att bestämma osmundjärnets struktur. Summaries in English. 1971.	20
3	Hagfeldt, Hans: Metod att bestämma förhistoriska slaggers samman- sättning och smältpunkt. 1971.	20
4	Björkenstam, Nils: Tholander, Erik: Diskussion rörande osmund- tillverkning. 1972.	20
5	Rydberg, Sven: Arbetsmetoder och arbetsvillkor i Falu gruva under äldre tid. 1972	20
6	Hyenstrand, Åke: Järnframställning i randbygd och problemet Järnbäraland. 1972.	20
7	Bohm, Ivar: Den svenska masugnen under 1800-talet. 1972	35
	Bohm, Ivar: The Swedish Blast Furnace in the 19th Century. 1972.	20
8	Osmundgruppen: Slutrapport 1973.	20
9	Serning, Inga: Förhistorisk järnhantering i Dalarna. 1973.	40
10	Nisser, Marie: Hyttor i Örebro län. 1975.	SLUT
11	Björkenstam, Nils: Läsöskeppets järnlast. En studie i 1600-talets metallurgi och bearbetningsteknik. 1975.	35
12	Bergshistoriska utskottets höstmöte i Finland 1974. Bohm, Ivar: Rapport över utskottets verksamhet. Nikula, Oscar: Drag ur Finlands äldre järnindustri historia. En översikt. Gardberg, Carl-Jacob: Finländsk kulturminnesvård i synnerhet den bergshistoriska minnesvården. 1974.	20
13	Bergshistoriska utskottets höstmöte i Norge 1976. Bohm, Ivar: Rapport över utskottets verksamhet. Martens, Irmelin: De norske jerndepoterna fra folkevandrings- tid-middelalder. Thuesen, Gunnar: Feiring jernverk. Ds.: Baerums Verk, 1976.	20
14	Hyenstrand, Åke: Hyttor och järnframställningsplatser - samman- fattningar kring inventerat material, 1977.	50
15	Thuesen, Gunnar: Noen norske jernverker - Bevarte minner fra den gamle jernverkstiden, 1977.	50

		<u>Pris</u>
16	Bergshistoriska utskottets höstmöte i Stockholm 1975. Bohm, Ivar: Studier rörande medeltida järn. En forskningsupp- gift i Jernkontorets Bergshistoriska Utskott. Holmqvist, Wilhelm: Inledningsord vid höstmötet. Calissendorff, Karin: Språkligt och sakligt om medeltidsjärn. Fritz, Martin: Järnet i den medeltidssamhälleliga ekonomin. 1975.	20
17	Bergshistoriska utskottets arkeologiska sektionens höstmöte i Östersund 1977. Magnusson, Gert: Järnhanteringen i Jämtland och Härjedalen. Calissendorff, Karin: Myrjärnsbränningen i Jämtlands län belyst av ortnamn. Tholander, Erik: Utvecklings- horisonter ifråga om järnframställningsugnar i äldre svensk teknikhistoria. Serning, Inga: Kommentar till Tholander. Tholander: Kommentar till Serning: Hagfeldt, Hans: Dokumentation vid grävning av förhistoriska järnframställningsplatser för att säkerställa tillverkningsteknisk information. Wallander, Anders: Studier rörande järnet under svensk medeltid, 1000-1500. Summaries. 1977.	35
18	Bergshistoriska utskottets höstmöte i Jönköping 1978. Lindqvist, Gunnar: Inledningsanförande. Bohm, Ivar: Rapport över utskottets verksamhet under 1978. Thålin-Bergman, Lena: Kåperyd, vår äldsta masugn? Tholander, Erik: Kåperyds "masugn" en teknisk bedömning på basis av utgrävning från 1974-1975. Björkenstam, Nils: Kommentar till Tholander. Tholander, Erik: Styckugnar eller ej? Törnblom, Mille: Projektet medeltida järn, tekniska analyser. Thor, Lars: Ettusen år med järn och glas i östra Småland. Sjöstrand, Erik : Gamla Åminne och Åminne "Ferrum". Dalhammar, Sven: Gruvrättigheter för sjö- och myr- malmer 1978.	30
19	Qvarfort, Ulf: Sedimenten i sjön Tisken och Falu gruvas ålder. Ds.: Förhistorisk järnframställning vid Kölsjön, Kopparberg, Örebro län. Summary. 1980.	40
20	Qvarfort, Ulf: Sulfidmalmsanteringens början vid Garpenberg och Öster Silvberg. Summary. 1981.	45
21	Serning, Inga: Hagfeldt, Hans: Kresten, Peter: Vinarhyttan En medeltida hyttanläggning vid sjön Haggen, Norrbärke socken, Dalarna. Med bilaga av Birgitta Hulthén. Summary. 1982.	60
22	Bohm, Ivar: A study of the blast furnace process. 1983.	50
23	Baudou, Evert: Montelius, Sigvard: Föredrag vid U90:s höstmöte I Hudiksvall 1979. 1983.	20
24	Jakobsen, Sigmund: The reducibility of iron ores found on prehistoric iron production sites. A preliminary study. 1983.	25
25	Kresten, Peter: Serning, Inga: The calculation of normative constituents from the chemical analyses of ancient slags. 1983.	50

		<u>Pris</u>
26	Björkenstam, Nils: Järnhanteringens tekniska utveckling. Kompendium. 1984.	50
27	Björkenstam, Nils: Förhistorisk och medeltida järnframställning. Reaktionsförlopp vid reduktion av järnmalmer i låga schaktugnar. Calissendorff, Karin: Skriftliga källors vittnesbörd om järn. Fornander, Sven: Diskussionsinlägg. 1984.	35
28	Jacobson, Tomas: Experimentell undersökning av smidesprocesser. Summary. 1984.	30
29	Kresten, Peter: The mineralogy and chemistry of selected ancient iron slags from Dalarna, Sweden. 1984.	50
30	Jonsson, Sverker: Pettersson, J-E: Svensk stålindustri i omvandling 1965-1980. 1984.	30
31	Darell J.G. Bruks- och Gruvregister till Jernkontorets Annaler, 1817-1936. 1984.	75
32	Janzon, Gunborg, O.: Stenredskap med skafträna - indikation på tidig metallurgi? 1984.	50
33	Flera författare. Nordisk Bergshantering. Människor landskap och bebyggelse. Bergshanteringens bevarandefrågor i nordiskt perspektiv. Rapport från en nordisk konferens i Sandviken den 18-21 oktober 1982. 1984.	60
34	Flera författare. Föredrag från symposiet Medieval Iron in Society i Norberg 6 - 10 maj 1985.	100
