
FALU GRUVA OCH TILLHÖRANDE INDUSTRIER

- industrihistorisk kartläggning med avseende
på förorenad mark



För innehåll och framförda åsikter svarar författaren.
Omslagsbild: Stora Stöten vid Falu gruva från sydväst.
Tryckdatum: September 2002.
Tryckeri: Länsstyrelsen i Dalarnas län.
Upplaga: 100 ex.
ISSN 1403-3127 Länsstyrelsen Dalarna, Miljövårdsenheten.

POSTADRESS	GATUADDRESS	TELEFON	TELEFAX	POSTGIRO
791 84 FALUN	ÅSGATAN 38	023-81000	023-813 86	6 88 19-2

Innehåll

Innehåll	1
Inledning	2
Falu gruva	3
Ägande	3
Malmen	4
Gruvvarp	4
Gruvvatten	5
Anrikningsverket	6
Avfallssand	6
Genomförda åtgärder	7
Koppartillverkning	7
Processen	7
Hyttorna	8
Kallrostar	10
Slaggvarp	12
Precipitationsverket	14
Garning	14
Extraktionsverket	15
Kopparverket	15
Silver- och guldframställning	16
Svavelsyrafabriken	18
Kisbränder	19
Genomförda åtgärder	20
Svavelsyrad lerjord	21
Vitrioltillverkning	21
Järnvitriol	21
Kopparvitriol	21
Svaveltillverkning	22
Rödfärgsverk	24
De privata rödfärgsverken	24
Rödfärgsråvaran	25
Genomförda åtgärder	25
Övrigt	25
Ättiksfabriken	25
Talkverk	27
Falun metallextraktionsverk	27
Tisken	27
Litteratur	28
Bilaga A. Läget för diverse fabriker i Falun	29
Bilaga B. Årtal för olika verksamheter runt Falu gruva.	

Inledning

Falu gruva lades ner 1992. Då hade den varit igång i över tusen år. Kring gruvan växte en mängd fabriker upp. Idag finns endast rödfärgstillverkningen kvar.

Verksamheterna har efterlämnat restprodukter som förorenar miljön. Förutom metallutsläpp så bidrar gruvavfallet till försurning, genom att dess svavelinnehåll omvandlas till svavelsyra. Naturvårdsverket konstaterade 1983 att Falu gruva var den största enskilda föroreningskällan för utsläpp av tungmetaller i Sverige.¹

De största föroreningskällorna är det uppumpade gruvvattnet, de kisbränder som bildades vid förbränning av svavelkis i svavelsyrafabriken, de sandmagasin där man lagt avfallssanden från anrikningsverket, gruvvarpen kring gruvan (vari ingår de vittrade massor som används vid rödfärgstillverkningen) samt slaggen från koppertillverkningen.

1987 tillsatte regeringen Dalälvsdelegationen för att utreda hur man skulle kunna minska utsläppen till Dalälven från bl.a. Falun. 1992 startades Faluprojektet med deltagande av Stora, Länsstyrelsen, Falu kommun och Naturvårdsverket för att ta itu med problemen. Ett omfattande åtgärdsprogram har igångsatts. I detta ingår övertäckning av sandmagasinen, tvättning av kisbränderna samt flyttning av rödfärgsråvaran närmare gruvan.

I föreliggande rapport görs en genomgång av de olika verksamheter som funnits i Falun och hur de bidragit till att påverka miljön. Materialet är en sammanställning av vad som framkommit genom studier av tillgänglig litteratur och befintliga kartor, material från Bergslagens arkiv samt intervjuer med anställda vid respektive industrier.

Falun den 9 september 2002
Kjell Sundström



Ungefärliga gränser för olika typer av gruvavfall i Falun. En stor del av slaggen ligger under bebyggelsen eller är överväxt.

¹ I ett pressmeddelande från SNV 1983-12-20 uppgavs att metallutsläppen från Falun årligen var 29 ton koppar, 700 ton zink, 5,2 ton bly samt 0,9 ton kadmium. Av detta svarade gruvvattnet för 45 % av zinken och 25 % av kopparn. Melin, (s 2), uppger utsläppet 1984 från Faluån till Tisken till 1 112 t/år av Zn, 38 t/år Cu. Av detta stod gruvvattnet för 911 t/år Zn och 19 t/år av Cu samt dessutom för 1,4 t/år med Pb och 1,2 t/år Cd.



Falu gruva, den största tungmetallförorenaren i Sverige.

Falu gruva

Modern forskning visar att Falu gruva började brytas redan på 600-talet ±200 år.² Större omfattning fick brytningen först på 1490-talet samt efter 1500-talets senare del. Den första gruvkartan ritades 1629 av Olof Hansson Svart. Man kan där för första gången se gruvans utbredning, bl.a. att Storgruvan redan då var 110–115 m djup. Sådana kartor har sedan dess upprättats med ojämna mellanrum. Genom att följa dessa och övriga bevarade dokument kan man, åtminstone sedan 1700-talet, följa verksamheten i gruvan nästan dag för dag – vilka rum och orter som bröts och vilka kvantiteter som uppforderades.

Under 15- och 1600-talen var Falun världens största kopparproducent. Toppen nåddes 1650 då 3 089 ton råkoppar framställdes.

Efter 1600-talet blev det allt svårare att hitta kopparfyndigt berg. Minimum nåddes 1800 då endast 508 ton råkoppar producerades. Intresset för andra produkter som vitriol, svavel och rödfärg ökade. En viss uppblomstring inträffade efter att man hittat guld 1881. Efter 1904 blev svavelkisen den viktigaste malmen. Från slutet av 1980-talet upphörde malmfångsten i Stora Stöten och all brytning fick nu ske under jord. Gruvbrytningen upphörde 1992.

1970 öppnades en besöksgruva i några av de äldre delarna av gruvan ner till 65 meters djup.

Ägande

Alla gruvor ansågs från början tillhöra kronan. Brytningsrätten ägdes av olika bergsmän i andelar och var knutet till hyttinnehavet. En statlig fogde hade uppsikt över verksamheten. 1540–1620 bedrev kronan ett eget omfattande bruk. 1862 upphörde den delvis statliga administrationen av Falu gruva. Då hade de olika hyttägarna efter långa stridigheter beslutat att gå samman och bilda ett sambruksbolag, Stora Kopparbergs Bergslag, som skulle lösa in alla privata hyttor för att åstadkomma en rationellare drift och för att kunna satsa mera på olika biprodukter. Sambruksbolaget ombildades 1888 till aktiebolaget Stora Kopparbergs Bergslags AB, allmänt kallat för Bergslaget. I samband därmed infördes benämningen Falu Kopparverk för verksamheterna i Falun, senare Kopparverket. I samband med uppköpet av Billerud AB 1984, ändrades koncernnamnet till STORA AB. 1999 blev Bergslaget ett helägt dotterbolag till Stora Enso AB. Samtidigt överfördes marken och byggnaderna runt gruvan till den nybildade Stiftelsen Stora Kopparberget. Ansvar för miljöfrågor ligger dock fortfarande hos Stora Kopparbergs Bergslags AB (Stora Enso AB).

² Eriksson, JA & Qvarfort, U. Age determination of the Falu Coppermine by 14C-datings and palynology. GFF 118: 43-47. 1996.

Malmen

Kopparmalmen i Falu gruva var kopparkis.³ Malmen var dock uppblandad med andra mineral, framförallt svavelkis (pyrit) och olika gångarter (gråberg), varför den brutna bergsmalmen i genomsnitt endast innehållit 1,5–1,7 % koppar. Som mest innehöll malmen över 7 % på 1580-talet. 1760 var kopparhalten bara drygt 1 %.⁴

Man talade om *blötmalm* när kopparkisen låg i svavelkis, *hårdmalm* när den låg i kvartsit och *segmalm* när den var blandad med magnesiumsilikat (talk eller täljsten). Blötmalmen bestod av ett antal *kisstockar*, mer eller mindre sammanhängande. Den största var Storgruvekisen med en volym om 3 300 000 m³. Kisstockarna kunde även innehålla zinkblände och blyglans samt kalksten och kvartsit. När svavelkisen inte innehöll koppar kallades den för "fuss".⁵ Denna ansågs länge oanvändbar. Det var först på 1830-talet som man började bryta ren svavelkis, eftersom sådan behövdes till hyttdriften. I slutet av 1800-talet blev svavelkisen ännu intressantare, sedan sulfittmassefabrikerna började efterfråga kis för att producera koklut och Bergslaget började en egen tillverkning av svavelsyra. Sedan 1904 blev brytningen främst inriktad på svavelkis.

Ursprungligen sprängde man berget genom att upphetta det med ved. Sådan *tillmakning* användes ännu långt in på 1800-talet. Tillmakningen krävde enorma mängder ved. Under storhetstiden åtgick över 90 000 m³ ved per år. Samtidigt användes över 500 000 m³ träkol till kopparsmältningen.⁶ Till detta tillkom ved till kallrostarna samt timmer för olika konstruktioner. Om man räknar med en årlig tillväxt i skogen på den tiden med 2 m³ per hektar, förstår man att skogarna runt Falun snart tog slut. I många dalasocknar ålades bönderna att betala sin skatt med vedleveranser till Falu gruva. Flotning av timmer från Västerdalarna började redan 1648. Virket togs iland vid Daglöstäkten.⁷ Förbud infördes 1689 mot kolning inom en mil runt gruvan – 1752 utökad till 1½ mil. 1754 reserverades all skog inom en mil för gruvans behov av ved och byggnadsvirke. Järnbruk fick inte anläggas närmare Falun än sex mil och många hyttor och hammare fick läggas ner eller flyttas för att inte konkurrera med Falu gruva om skogen. Först på 1840-talet upphävdes de gamla kol- och vedprivilegierna.

Sulfidmalmer är relativt sköra. Större eller mindre ras skedde hela tiden. 1687 inträffade det stora raset som bildade större delen av "Stora Stöten". Nya större ras inträffade i slutet av 1700-talet, 1833 och 1876. Man var därför länge rädd för att använda krut som sprängmedel och först i mitten på 1700-talet slog det igenom ordentligt.

Gruvan var en farlig arbetsplats. Enligt en beräkning skulle 515 ha dött i gruvan bara mellan 1665 och 1740.⁸

Mängden producerad koppar kan vi få en relativt god bild av, främst genom Kopparvägens vågböcker. Fram till 1928 hade 440 000 ton koppar producerats i Falun.⁹ Då gruvan lades ner 1993 hade ca 30 miljoner ton malm brutits. Av detta hade 10 miljoner ton brutits efter 1910.¹⁰

Gruvvarp

Med gruvvarp menas upplag runt gruvan av värdelöst berg. I Falun kan varpen i stort indelas i tre sorter; rent gråberg som tagits upp vid olika schakt- och ortsdrivningar, från malm utsovrat (bortsorterat) berg med låg kopparhalt samt råvaran för rödfärgstillverkningen. Den senare är egentligen inget annat än vittrad gruvvarp.

Sulfidmalm vittrar lätt. Detta sker på både kemisk och biologisk väg. Kemiskt oxideras de ingående metallerna och förs bort med genomsilande vatten. Processen påskyndas av att det ingående svavlet oxideras och bildar svavelsyrlighet/svavelsyra, som ytterligare utlakar metallinnehållet. Biologiskt sker nedbrytningen med hjälp av bakterien *Thiobacillus ferrooxidans*. Den trivs bäst i en sur miljö. Den biologiska oxidationen är av mångdubbelt större betydelse än den kemiska, kanske mellan 10 till 600 gånger.¹¹ Vittringen började redan i gruvan. Vid denna frigörs värme.¹²

Att uppfordra berg var svårt, speciellt före elektricitetens införande. Ofyndigt gråberg lämnades därför kvar i gruvan i så stor utsträckning som möjligt. Eftersom den tidiga brytningen med tillmakning var så besvärlig, koncentrerades all brytning på den rena malmen. Några större mängder gråberg torde därför inte ha brutits. Vid olika ras blev man dock tvungen att lyfta upp nedrasat gråberg för att komma åt den underliggande malmen. Långt in på 1700-talet hade inga större upplag av gruvvarp runt gruvan gjorts, vilket kan ses på dåtida avbildningar och gruvkartor.

För att kunna bryta sulfidmalm på ett säkert sätt, så började man redan på 1700-talet använda gråbergsfyllda timmerkistor och uppallningar. De färdigbrutna rummen återfylldes. På slutet gjorde denna återfyllning, förutom med gråberg, även med anrikningssand och kisbränder utblandat med cement.¹³

³ Ren kopparkis (Cu Fe S₂) innehåller 34,5 % koppar, 30,5 % järn och 35 % svavel.

⁴ Lindroth II, s 255 ff.

⁵ Lindroth I, s 19 ff.

⁶ Lindroth II, s 250 ff.

⁷ Hellstrand, G. Flotningen i Dalälven. 1980. s 18 ff.

⁸ Montelius, S. Falu gruva - dödens väntrum. I Ymer. 1968.

⁹ Uppfinningarnas bok IV, s 87.

¹⁰ Enligt slutbeskrivning till kartor över Falu gruva 1998. Finns hos Bergsstaten.

¹¹ Edlund, M. Bakteriell vittring i sulfidhaltiga sandupplag. 1984.

¹² Enligt anteckningar hos Bergsstaten i Falun var temperaturen i många arbetsrum 15-17 grader och i enstaka fall 25 grader. I rasmassorna har temperaturer på 40 grader uppmätts. På 1970-talet gjordes beräkningar som visade att gruvans förvittring motsvarade en förbränning av 200 kg kol per timme.

¹³ 1975 användes 21900 m³ anrikningssand, 5000 m³ extern sand (gamla kisbränder + natursand) samt 990 ton cement.

Den låga kopparhalten i malmen tvingade fram en rensning av den uppfordrade malmen. Ännu 1692 var *skrädning* eller *sovring* (bortsortering av ofyndigt berg) ett märkligt undantag. År 1799 bortsorterades 2/3 av den malm man tog upp i speciella skrädhus i anslutning till de olika schakten.¹⁴ Denna *varp* lades upp i höga tippor. Två sådana är bevarade; en bakom vaskverket vid Creutz lave och en bakom Adolf Fredriks schakt sydväst om gruvan. Ännu på 1950-talet fanns en mycket stor tipp bakom gruvstugan (Fredriks tipp). Denna är idag helt bortschaktad.



Varphög vid Gruvmuseet. Här lades gråberget upp sedan malmen vaskats (anrikats) i vaskverket i förgrunden – för övrigt det enda i Sverige med bevarade maskiner. Högen var förr betydligt större, vilket kan ses på äldre fotografier.

Under 1900-talet igenfylldes bl.a. dagöppningarna till Drottninggruvan, Johannisgruvan, Förhoppningsgruvan och Långgruvan öster om Stora Stöten samt Lovisagruvan i väster med gruvvarp.

Deponering av gruvvarp skedde efter 1940 på Ingarvstippen. Under 1960–70-talet byggdes den nya slamdammen av 300 000 m³ gruv- och gråstensvarp. 50–100 000 m³ gråstensvarp beräknas ha använts till vägar och fyllning. Dalälvsdelegationen uppger den samlade mängden gruvvarp till 665 000 m³ uppdelat på 250 000 m³ gråberg, 200 000 m³ gruvvarp och 150 000 m³ rödfärgsråvara.

Lakvattnet från gruvvarpen rinner ner i Stora Stöten och pumpas bort med gruvvattnet. En stor del av gruvvattnets metallinnehåll kommer från de betydande rasmassor som ligger i Stora Stöten.

Gruvvatten

Till gruvan rinner stora mängder vatten. 1974 var tillrinningen 471 liter i minuten¹⁵. I gruvan och på sin väg dit urlakar vattnet metallsalter. 1983 beräknades gruvvattnets metallutsläpp till 295 ton/år av zink, 6,7 ton/år av koppar och 6,7 kg/år av kadmium.¹⁶ För att minska tillflödet till gruvan avleddes på 1980-talet Krondikets vatten genom ett nytt dike väster om sandmagasinet vid Ingarvet.

Fram till 1987 pumpades gruvvattnet direkt ut i Gruvbäcken som mynnar i Faluån vid Folkets hus. pH-värdet i gruvvattnet varierade från 2,5 till 5.¹⁷

1987 började man pumpa gruvvattnet till Främby avloppsreningsverk, sedan man kommit på att använda dess höga metallinnehåll som fällningskemikalie i reningsprocessen. Man har dock haft problem med att få processen att fungera tillfredställande och sedan 2000



Gruvbäckens utlopp vid Folkets hus. Det avlämnade vattnet är brunt av järn och andra metaller och ofta fullt med skum.

¹⁴ Lindroth I, s 526 ff.

¹⁵ Bergsstatens uppgifter om Falu gruva.

¹⁶ Ahl, T, Mehlén, A & Wilander, A. Projekt Falu Gruva. Metallbalans för Runn. 1983. s 32.

¹⁷ På grund av gruvvattnets låga ph-värde samt dess metallinnehåll, kunde inte järn användas i gruvan. Först 1926 kunde de gamla pumpstockarna av trä utbytas mot det då nya materialet rostfritt stål.

behandlar man det kommunala avloppsvattnet och gruvvattnet i separata reningssystem. Det bildade slammet körs till en särskild tipp på den kommunala avfallsanläggningen i Varggården. 1987–2000 kördes 194 303 ton slam upp dit.

I samband med gruvans nedläggning så upphörde länspumpningen från gruvans lägre delar. Gruvan håller nu på att vattenfyllas upp till en nivå under Creutz schakts botten på 208 meters djup. Metallhalten kommer att minska, eftersom vittringen i gruvan kommer att upphöra i de vattenfyllda delarna.

För att förbättra reningen av gruvvattnet har Stora Enso långt gångna planer på att uppföra ett anrikningsverk vid rödfärgsverket där man ska särskilja och tillgodogöra sig de olika ingående metallerna.

Anrikningsverket

Så länge malmen var kopparrik, kunde den användas direkt i koppartillverkningen. Först när malmen blev fattigare uppstod ett behov av att *anrika* den. Man pratar om *skrädning* eller *sovrning* när plockade bort ofyndigt berg för hand och *vaskning* när man tog hjälp av vatten.

År 1862–64, sedan sambruket kommit till stånd för en rationellare drift, uppfördes en försöksanläggning för våtmekanisk anrikning av malm väster om Fredriks schakt.¹⁸ Försöken var lyckade. Därför uppfördes 1868–70 ett större anrikningsverk i Östanfors vid Hanröbron, men denna anläggning fungerade inte så bra, varför det ganska omgående lades ner.



Anrikningsverket som det såg ut strax innan nedläggningen 1993. Till vänster malmfickor. Den stora byggnadskroppen är flotationsverket. Framför denna ligger sligupplagen. Byggnaderna revs 1995.

1922 gjordes en systematisk genomgång av gruvans kvarvarande malmtillgångar. Det visade sig då att det fanns betydande tillgångar av zink- och blymalm och man började diskutera hur man skulle kunna tillvarata dessa. Den selektiva flotationsmetoden hade vid denna tidpunkt just utvecklats och ansågs passa. 1926–27 byggdes ett anrikningsverk intill Oscars schakt vid gruvan. Det om- och tillbyggdes i flera omgångar. Efter 1949 omhändertogs all malm från gruvan. För att processen ska fungera bra måste malmen malas till ett så fint pulver som möjligt (*slig*).¹⁹ Därefter avskiljdes sedan bly, zink och svavelkis genom olika flotationsprocesser. Svavelkisen användes efter torkning som råvara i svavelsyrafabriken. På 1960-talet började man även avskilja ett kopparkoncentrat. 1975–77 byggdes hela flotationsavdelningen om och nya flotationsapparater insattes. 1987 infördes avskiljning av guld och silver som ett försteg innan flotationen. Efter ombyggnad 1988 av kross- och malningsavdelningarna med bl.a. *autogenmalning* (där man lät malmbitar slå sönder varandra) var verket ett av de modernaste i världen.²⁰

Det grövre gråbergsavfallet fördes tillbaka till gruvan, medan det finare pumpades till sandmagasin.²⁰

I och med att gruvan lades ner, fanns inte längre råvara till anrikningsverket, varför det lades ner 1993. Byggnaderna revs 1995. En grundlig genomgång och dokumentation av verket gjordes inför rivningen.²¹

Avfallssand

Vid flotationsprocessen utnyttjas skillnaden i olika mineralers förmåga att ta upp vatten. Genom tillsats av olika kemikalier och ändring av pH-värdet kan denna förmåga påverkas och de ingående metallerna successivt avskiljas. I Falun användes bl.a. de giftiga salterna natriumcyanid och natriumbikromat samt olika xantater. De sistnämnda har relativt hög egentoxicitet och har egenskapen att kunna förstärka giftverkan hos vissa metaller.²² I processen

¹⁸ Den bestod av stamp, 2 sättmaskiner, 2 stöthårdar samt en roterhård.

¹⁹ 1934–35 byggdes därför finkrossverket om och fick modernare kvarnar. Nya kvarnar insattes 1940, 1955, 1970 och 1977.

²⁰ 1974 tog anrikningsverket emot 178 560 ton malm. Av detta producerades 3 537 ton kopparslig, 5 579 ton blyslig, 14 878 ton zinkslig och 50 979 ton svavelkisslig. Mängden avfallssand utgjorde 103 592 ton.

²¹ Sundström, Kjell. Anrikningsverket vid Falu gruva. 1992.

²² Bertills m.fl. Biologiska effekter av xantater. Naturvårdsverkets rapport 3112.

användes också venturisyra från syrafabriken. Denna innehöll bl.a. höga halter av kvicksilver. I övrigt användes bl.a. tallolja, kalk, kopparsulfat och falulut.

Som restprodukt vid anrikningsverket bildades anrikningssand eller avfallssand. Denna innehåller förutom rester av de ovan nämnda kemikalierna även metaller. Eftersom sanden är så finfördelad kan en vittring och utlakning ske relativt lätt.

I början lades avfallssanden upp öster om anrikningsverket hitom den nuvarande riksvägen, som anlades 1943. Från och med 1944 pumpades avfallssanden till den Nedre Dammen vid Galgberget. Hit fraktades också den tidigare avfallssanden. 1965 öppnades den Övre Dammen.



Foto från gruvan åt sydost. I bakgrunden till vänster syns de numera övertäckta sandmagasinen vid Galgberget. De var i bruk mellan 1944 och 1982. I förgrunden rödfärgsverket och bakom det ligger högar med rödfärgsråvara.

1982 startade pumpning till Nya Sandmagasinet, som anlagts ovanpå den gamla Ingarvsdammen. Man hade problem att få magasinet tätt och stora mängder metaller följde med Hyttbäckens vatten. För att åtgärda detta tillsattes olika typer av slam till bassängbotten, bl.a. slam från kommunens reningsverk i Främby. 1990–1993 pumpade man en del av gruvvattnet (blandat med kalk) till magasinet (sammanlagt 221 000 m³) för att metallalternerna skulle fungera som flockningsmedel för avfallet från anrikningsverket. Volymen anrikningssand i sandmagasinen utgör 2 600 000 m³, varav 2 milj. m³ i Galbergsmagasinen.²³

Genomförda åtgärder

För att minska metallutsläppen från sandmagasinen så har man täckt över dem med ett tätskikt. Detta består av två lager bioslam och aska från Kvarnsvedens pappersbruk som täcks med ett en meter tjockt lager morän. Ovanpå detta läggs ett skyddsskikt av 0,5 meter matjord. Även efter de genomförda åtgärderna kommer betydande metallmängder att frigöras.

Koppartillverkning

Processen

Den ur gruvan utvunna malmen innehöll endast någon procent koppar (undantagsvis 7 %). För att få fram ren koppar måste malmens övriga beståndsdelar frångöras. Fram till 1870-talet skedde detta i hyttor i en mycket komplicerad process med ömsom oxiderande rostning, ömsom reducerande smältning.

I den inledande *kallrostningen* ville man främst oxidera det ingående järnet till en smältbar form. Rostningen utfördes i ca 6 x 4 meter stora bås där en blandning av hård-, seg- och blötmalm i knytnävsstora klumpar lades ovanpå lager med ved. Alltihop täcktes sedan med *sylta* och sand. Syltan var finkornigt material från gruvan, oftast ockragult. När rosten antändes började malmens svavel att brinna och avgick som svaveldioxid. Samtidigt förångades vissa ämnen och följde med röken, t.ex. arsenik, antimon, selen, kvicksilver men även något koppar, bly och zink. En rostning kunde ta upp till



Röd, gul och svart sand pekar på att här förut funnits en kallrost. Denna rostplats ligger vid Kvarnbron.

²³ SIG:s rapport 39. 1990.

8 veckor. Den bildade produkten var i form av porösa klumpar och kallades *kallrostverk* eller *suluverk*. Blötmalmen skulle nu vara blåbränd medan övriga malmer skulle vara rödbrända. Vid rostningen bildades också finkornig *rödmull*. Det är egentligen samma produkt som svavelsyrafabrikens *kisbränder*. Även där rostade man ju svavelkis. Detta gör att man ofta kan identifiera en rostplats genom förekomsten av ockragul, faluröd eller svart sand i marken.

Kallrostverket fördes sedan till hyttan. I *sulubruk* smältes det i en schaktugn med hjälp av träkol. Smältningen pågick under 12–18 dygn, ibland upp till 30 dygn. Härvid bildades slagg av järnoxiden med hjälp av hårdmalmens kiselsyra. Ibland tillsattes gammal slagg eller kvarts som *flussmedel* för att underlätta smältningen och slaggbildningen. Vid processen bildades *skärsten* (av *skära* = rena) innehållande koppar- och svaveljärn. Kopparhalten var fortfarande låg, omkring 5–16 %

Skärstenen skulle nu befrias från sitt resterande svavelinnehåll. Detta gjordes i den mycket komplicerade *vändrostningen* i speciella vändrosthus intill hyttan med upp till 9 rostbåsar. I dessa rostades skärstenen i båsar efter båsar, samtidigt som den slogs i allt mindre bitar. Upp till nio olika rostningar med ökande temperaturer kunde behövas för att bli av med allt svavel. Processen kunde ta 5–10 veckor. Det bildade produkten bestod mest av koppar- och järnoxid och kallades för *vändrostverk*.

Vändrostverket fördes åter till hyttan och *råkopparsmältningen*. Denna utfördes i suluugnen (som i så fall måste justeras något) eller i en speciell råkopparugn. För slaggbildningen tillsattes kvarts. Den bildade *råkopparn* innehöll 90–95 % koppar. Före 1619 exporterades den mesta råkopparn.

För att bli färdig koppar måste råkopparn *garas*. Efter 1619 gjordes detta i Säter och senare i Avesta. Efter 1842 började man åter gara i Falun.²⁴



Ruin efter vändrost intill gruvrondellen. Den tillhörde "Per Frants eller Nyhyttan" vid Västra skolan. Man ser tydligt de olika båsen.

Hyttorna

De först omtalade hyttorna låg huvudsakligen vid vattendrag i omlandet. På 1300-talet omnämns hyttor i Hosjö och Korsnäs. 1412 nämns hyttor i Hyttbäcken (vid nuvarande Västra skolan) och först 1499 nämns hyttor i Faluån.



Karta över Falun från 1640-talet. Uppe till höger Stora Kopparbergs kyrka. Nedtill med spetsigt tak ligger gruvan.

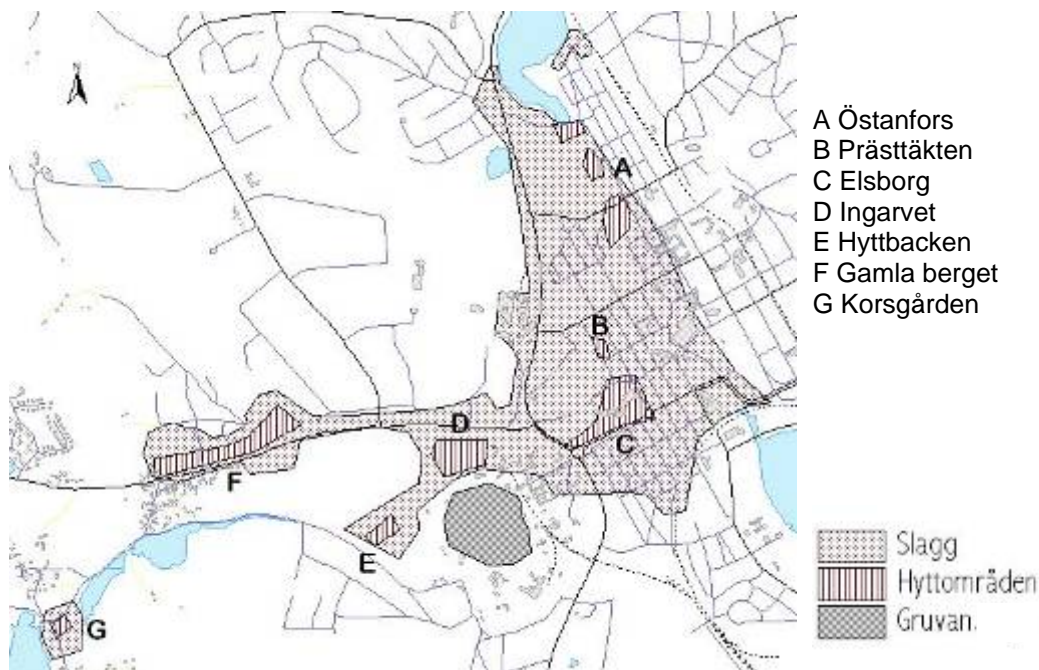
Fyrkanter med streck upptill markerar hyttor. Nere till vänster 3 hyttor vid Korsgården. Längs Hyttbäcken finns 3 hyttor i Övre Gamla Berget, 3 vid Nedre samt 4 vid Ingarvet. Väster om gruvan ligger 6 hyttor på Gruvbacken. Längs Gruvbäcken, som då rann ut vid Nybrobron, fanns 6 hyttor vid Elsborg och 5 vid Prästtåkten. Längs Faluån vid Östanfors/Gamla Herrgården finns 23 hyttor.

Vid Gamla berget kan man se "Korset", där man kunde reglera hur mycket vatten som skulle släppas till hyttorna i Hyttbäcken och hur mycket som skulle gå till vattenhjulen vid gruvan.

Ringar med kors upptill betecknar bergsmansgårdar.

²⁴ För en mer detaljerad beskrivning av processerna hänvisas till Lindroth II, sid 17 ff.

Hyttorna drevs av olika bergsmän som också bröt malm i gruvan. Åren 1539 till 1635 drev staten ett kronobruk vid forsarna i Östanfors/Gamla Herrgården. Detta kronobruk var tidtals större än alla övriga bergsmäns. På 1640-talet fanns 132 hyttor i gång. Av dessa låg 22 i Östanfors/Gamla Herrgården, 12 på Hyttgården intill Elsborg, 7 vid Gruvbacken/Ingarvet och 6 vid Gamla berget. Flera hyttor hade flera ugnar, varför antalet ugnar var 147. Efter 1655 minskade antalet hyttor successivt.²⁵ Genom århundraderna skedde inga större förändringar av hyttprocesserna.



Hyttplatser och slaggförekomst i Falun. En stor del av slaggen ligger under bebyggelsen.

Endast mindre justeringar av mått och hur blästerluften tillfördes gjordes för att öka kopparutbytet och minska bränsleåtgången.²⁶ 1862 genomfördes det s.k. sambruket för att få till en rationellare drift. 1864 gjordes försök med 2 suluugnar av större mått. 1866 byggdes en mycket lyckad smältugn enligt den polske generalen Rachetts konstruktion i Holmhyttan (nr 19) vid Magasinsbron. I denna användes delvis koks. En rostbyggnad med 48 murar blev färdig 1871 och den tillbyggdes samma år med ytterligare 24 murar. 1878 nedlades den sista traditionella kopparhyttan. Det var Herrhyttan (nr 17) som låg norr om Hanröbron, mitt emot dagens kraftverk. 1884 beslöt man att riva alla de brandfarliga hyttorna och Herrhyttan revs troligen 1885. Endast garhyttan vid nya "Nya Silververket" blev kvar.



Herrhyttan, den sist nedlagda kopparhyttan. I förgrunden Hanröbron.



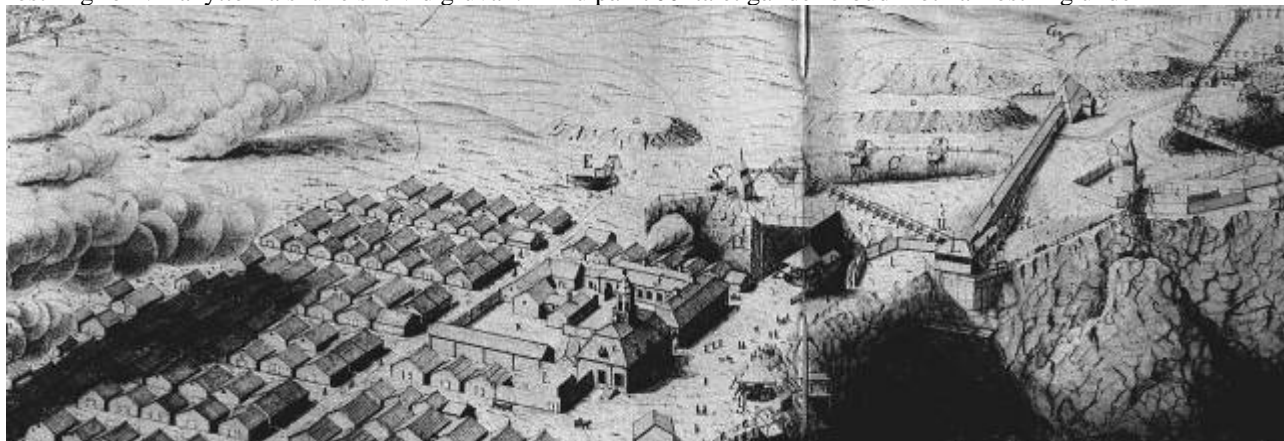
Resterna efter Körsners hytta norr om gruvan. En modell av denna finns på Gruvmuseet. Man har även gjort en datoranimerad film om hyttan.

²⁵ 1716 var 98 igång och 91 öde. Av dessa låg 49 respektive 7 inom staden. 1734 fanns 16 hyttor i Faluån. I Hülpers skildring från sin dalaresa 1761 anges 44 hyttor med 59 ugnar i Falun. 1804 fanns endast 50 eller 60 hyttor inom eller utom staden, varav bara 40 var igång 1844 var endast 32 ugnar i gång.

²⁶ På 1700-talet tillfördes kalk till sulusmältningen för att få en mer lättflytande slagg.

Kallrostar

I kallrosten brändes det mesta svavlet bort ur malmen. De största svavelutsläppen över Falustrakten har kommit från dessa. Man såg hur roströken skadade växligheten. För att skydda jordbruket så bestämdes exempelvis 1633 att all rostning för Vikahyttorna skulle ske vid gruvan. Ännu på 1700-talet gällde förbud mot kallrostning under



Teckning av gruvan från nordväst, ritad 1718. Till vänster kallrostar på Gruvleret ner mot Elsborg. Från mitten och högerut ligger gruvarvarphögar. Det är bl.a. dessa som idag utgör rödfärgsråvaran. De många små husen är malmbodar, där de olika bergsmännen förvarade sin brutna malm. I mitten vid S ligger Creutz schakt.

sommarmånaderna utanför gruvområdet. 1615 brändes vid gruvan 552 rostar. 1640 fanns 163 kallrostar i Kopparbergslagen, varav 106 låg vid gruvan.²⁷ Flertalet av dessa låg på Leret, området öster och nordost om gruvan. Trängseln var så stor, att det 1645 bestämdes, att de hyttägare som ej hade hyttor i Falun fick hitta sig en annan plats.²⁸



Kallrostlämningar vid Syrafabriksvägen. Här anlades 1862–63 sex rostbatterier med 6–8 rostbåsar i varje. Från båsen ledde 20 meter långa kanaler till ett svavelhus för att fälla ut svavlet ur den bildade svaveldioxiden. Dessa rostar var igång till 1905. Högarna innehåller rikligt med rent svavel.

Om roströken skadeverkningar finns många beskrivningar. 1743 berättade Johan Brovallius att röken kunde kännas på 6–8 mils avstånd. (Hülphers anger 1757 avståndet till 8–10 mil.) En halvmil runt gruvan saknades nästan helt mossa på stenarna. Den enda växt som kunde överleva var kråkris (kråkbär). Myllan hade spolats bort eftersom det inte fanns några rötter som kunde binda den och inga nya mullämnen tillfördes.²⁹ 1708 berättas att "Den resande, som är på väg till Falun, gripes redan på långt avstånd av försträckelse, då han ser den mörka och tjocka rök som staden oupphörligt utsänder.. När västlig vind blåser förmörkar röken staden till den grad att skymning råder mitt på dagen och invånarna måste tända bloss för att kunna fullgöra sina sysslor."³⁰ "Kopparröken från Rostarne och Hyttorne är ock stundom, särdeles vintertiden i lugnt väder, så stark att man inte kan se en aln omkring sig, utan stundom går bus mot varandra. Sådant kan ibland vara några dagar i rad."³¹ Uppsalastudenten Anders Julinius berättar: "Husen utvärtes blir av rökens ymnighet liksom med tjära besprängde. Och det som underligare är, understundom kan folk på gatan ränna huvudena samman, intet seendes vem dem möter på ljuse dagen." "Röken avtvingade var och en som ej är van vid dess inandning, en oupphörlig hosta".³² "Man har gjort den anmärkningen,

²⁷ Lindroth II, s 94.

²⁸ Lindroth II, s 166.

²⁹ Lindroth II, s 166 ff.

³⁰ J. F. Leopold.

³¹ J. K. Linnerhielm. 1787.

³² J. F. L. Hausman. 1818.

att främlingar som komma hit, vanligen plågas av näsblod, hufvudvärk, hosta och ögonsjuka."³³ Linné skriver 1734: "Röken i Falun av kallrostarna då han driver till staden, bliver så tjock, att man ej kan se solen, och så penetrant (genomträngande), att man ej vet annat än att blodet strax skall springa ur lungorne, ty det sticker som ett itänt svavelstycke, fast gruvan är ½ fjärdingsväg från staden, ja så penetrant, att träväggarna stå brune som voro de brände och allt järn rostiga, ja själva böxorna svarta. Här är mången lungshot, mest alla som andas med gapande mun". På fotografier från början av seklet kan man se att det inte finns någon vegetation väster om ån.

1994 gjordes ett försök att uppskatta svavelutsläppen över falutrakten genom tiderna. Man visste mängden producerad koppar och kopparhalten i malmen. Utifrån detta kunde man bedöma hur mycket svavel som måste brännas bort för att komma åt kopparn. Enligt dessa beräkningar så skulle de samlade svaveldioxidmängderna uppgå till över 6,2 miljoner ton. Den övervägande delen av detta kom från kallrostarna. Under gruvans rekordår 1650 torde 40 000 ton svaveldioxid spritts ut över nejden.³⁴ (Detta värde kan jämföras med dagens dryga 60 000 ton över hela Sverige.) Utifrån dessa värden har man beräknat svavelnedfallet och kommit fram till att upp till 64 kg svaveldioxid tillförts varje kvadratmeter mark upp till 1 km från gruvan. Kring gruvan kunde halterna ibland ha varit högre än 30 000 mikrogram svaveldioxid per kubikmeter luft, dvs. direkt hälsovådlig.

Undersökningar av marken runt Falun visar försurning och kraftigt förhöjda metallhalter (bl.a. arsenik, kvicksilver och bly). I delar av Galgbergsområdet, sydöst om gruvan, överskrider tex blyhalten 1 g/kg och lägre värden än 100 mg/kg påträffas först så långt från Falun som i Grycksbo och Aspeboda. Normalt är högst något tiotals mg/kg. Även kopparhalten är tydligt förhöjd i Faluns omgivning. I Galgbergsområdet finns än idag t.ex. ingen markvegetation och förmultningen nästan obefintlig.³⁵

Även åkermarken runt Falun (från Kniva till Österå) har påtagligt förhöjda koppar- och blyhalter. Även zink, kadmium, arsenik och kvicksilver är förhöjda jämfört med kommunen i övrigt.³⁶

Den sterila skogen vid Galberget. Undervegetation saknas delvis helt. På andra ställen växer endast kråkris.

Påverkan av svaveldioxid:

2 600 µg SO ₂ /m ²	Svallukten känns
10 400 µg SO ₂ /m ²	Hosta
21 000 µg SO ₂ /m ²	Halsbränna
26 000 µg SO ₂ /m ²	Näsblod

Som synes stämmer de 1994 beräknade värdena väl överens med de gamla reseskildringarna.



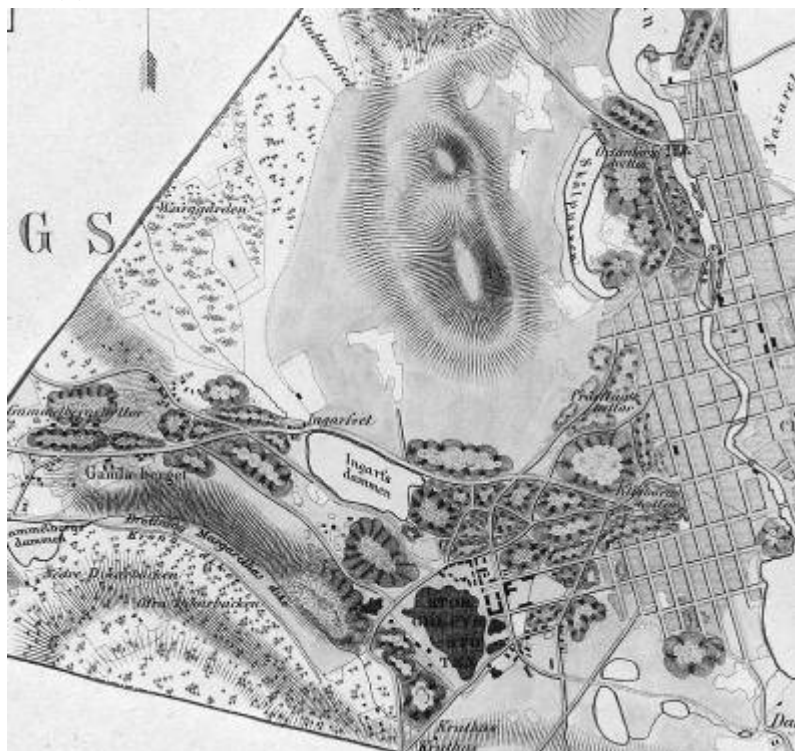
³³ Arndt. 1804.

³⁴ Qvarfort, Ulf. Kvantifiering av svavelutsläppen i Falun sedan 1200-talet. 1994.

³⁵ Sandberg, P-E. Markens metallinnehåll i Falu tätort med omgivning. 1995.

³⁶ Sandberg, P-E. Markanalyser i Falu kommun. 1998.

Slaggvarp



Karta över Falun från 1858. Slaggvarphögarna syns tydligt vid hyttorna i Östanfors, Prästtåkten, Elsborg, Ingarvet och Gamla Berget och Gruvbacken. Sydväst och öst om gruvan ligger gruvvarp. Slagghögarna hade en betydligt större mäktighet än idag. En del högar är helt bortfraktade, t.ex. vid Kälgården, vid Folkets Hus, i kv. Järmet samt norr om gruvan. Andra är betydligt mindre, t.ex. vid Gamla Berget. Vi kan också se att Skålpussen fortfarande var en ganska stor sjö. Vidare syns Ingarvsdammen samt ett antal dammar vid nuvarande Timmervägen. Tisken når ännu en bra bit närmare Sturegatan.

I anslutning till alla hyttplatser växte det upp berg av slaggvarp, på en del platser av enorma mått. På äldre fotografier kan man se slagghögarnas mäktighet. En stor del av slagen har transporterats bort och använts som fyllnad vid olika hus- och vägbyggen. 1646 gjordes en ny stadsplan med vinkelräta gator för den snabbt växande industristaden, då Sveriges näst största. För att genomföra denna revs det mesta av den gamla bebyggelsen och gruvvarp och slagg lades ut för att jämna till marken och ge plats till nya vägar och tomter. Därför är en stor del av Falu stad, framförallt väster om ån, byggd på slaggmassor. Faluåns dyiga stränder omvandlades till byggbar mark genom 4–5 meter tjocka slaggutfyllningar. Bredden minskade från upp till 75 meter till dagens 10–25 meter. Slaggen har också använts som byggnadsmaterial. Efter de stora stadsbränderna 1761 ville man återuppbygga staden med stenhus i de centrala delarna. Metoder för att gjuta eller mura med slaggsten infördes och ännu finns ett 20-tal slagghus från denna tid bevarade. I 1905 års kopparverk började man gjuta slagen till stora svarta block. Dessa blev snart populära till husgrunder, murar m.m. och finns överallt i falutrakten.



Foto av uthus gjutet med slaggsten i Bergsgården. Man kan fortfarande se formbrädorna i putsen.



Byggnader söder om gruvan, av gjutna slaggblock från Kopparverket.

Varpen är av olika typer. Den äldsta slagen från bergsmanshyttorna var oregelbunden och porös. Den nyare slagen är tät, brunsvart och ofta i skivor. Slagen från sulusmältningen är annorlunda jämfört med råkopparslagen. En tredje slaggtyp kom från garningen. Undersökningar från 1820-talet och framåt visar att suluslagen var kopparfattig och endast undantagsvis innehöll upp till 0,3 % koppar, medan råkopparslagen genomsnittligt innehöll mer än 0,5 % koppar och ofta 1–1½ %.³⁷ 1832 visade ett slagghus från Bergsgården 4,5 % koppar.

³⁷ Lindroth II, s 230.



De väldiga slagghögar nordväst om Västra skolan där hyttorna vid Elsborg och Prästtåkten lade upp sin slagg.

I slaggen ingår olika metaller. Mängden av dessa skiftar starkt beroende på vilken malm som användes och hur väl man lyckades med smältningen. Under 1500- och 1600-talet, då malmen var kopparrik, gjorde det inte så mycket om koppar försvann till slaggen. I takt med att malmen blev allt fattigare på koppar ökade intresset för att utnyttja sådan kopparriktig slagg. 1729 började man systematiskt leta igenom (sovra) slagghögarna efter speciellt kopparrika bitar. Detta sovringsbruk hade sin storhetstid på 1730-talet men lades ner 1789.³⁸ Även 1805 och regelbundet 1814 – 1860 gjordes omsmältning av varp.³⁹ Sammanlagt tillverkades 1 880 ton råkoppar från slagg.⁴⁰

Man har gjort moderna undersökningar av slaggen. Den visar sig innehålla 20–45 % järn. Svavelhalten är överraskande hög, oftast 1–3 %. Kopparhalten kan variera mellan 0,2 och 1 %, zinkhalten mellan 0,1 och 3 % och blyhalten mellan 0,03 och 0,15 %.⁴¹

Utlakningen av metaller ur slagghögar är mindre än för gruvvarpen. Dels är det syrabildande svavelinnehållet mycket lägre, dels är föroreningarna, framförallt i den nyare slaggen, ”inglasade” och inte så vittringsbenägna och lösliga i vatten. Slaggen under bebyggelsen vittrar också långsammare eftersom den inte utsätts för luftens syre.

Men även om slaggen i sig inte läcker så mycket metall, så blir ändå utsläppen betydande på grund av den stora volymen. SIG:s rapport 39 från 1990 anger den sammanlagda volymen i Falun till 3,8 miljoner m³, varav 1,24 miljoner ton under bebyggelsen. Till detta kommer 1,9 miljoner m³ slagg vid hyttplatser utanför Falun. Dessutom har 425 000 m³ fraktats bort till väg- och järnvägsbankar.⁴² En stor del har säkerligen också använts för att fylla ut Tisken.

³⁸ En speciell sovrebrukshytta ordnades i Östanfors. 1734 tillverkades där 30 ton råkoppar.

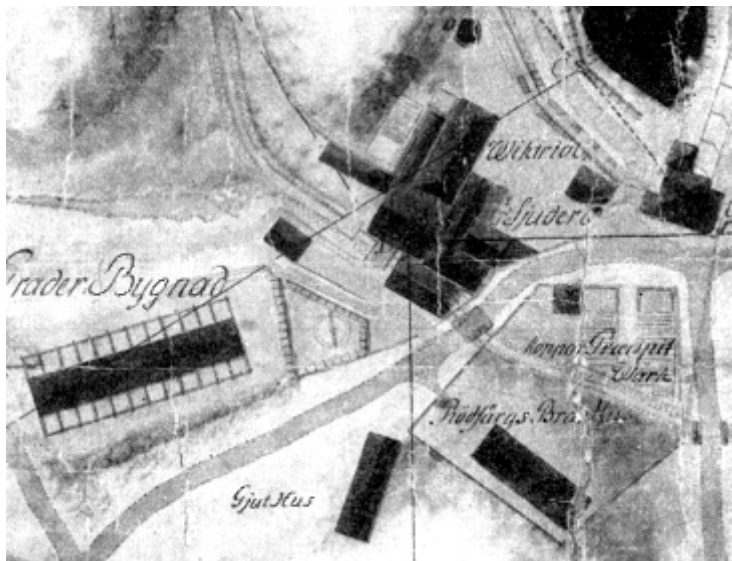
³⁹ Lindroth II, s 226 ff. 1838 tillverkades som mest 136 ton råkoppar i 8 ugnar.

⁴⁰ Lundberg, Johan. Kopparhantering vid Stora Kopparberget från 1800-talets början.

⁴¹ SGI, rapport 39, s 69.

⁴² De största mängderna finns vid respektive Österå, Hosjöholmen, Korsnäs, Bergsgården, Staberg, Korsgården, Krokfors och Stråtenbo.

Precipitationsverket



På 1786 års gruvkarta syns graderverket, vitriolsjuderiet, precipitationsverket och rödfärgsbränneriet vid Creutz schakt (uppe till höger).

Om kopparvitriollösning ledes över järn fällt koppar ut.⁴³. Processen kallas för precipitation och den utvunna kopparn för cementkoppar. Processen tillämpades redan på 1400-talet på kontinenten. Även i Falun hade man märkt att järnföremål nere i gruvan överdrogs med ett kopparskikt. I mitten av 1700-talet genomfördes olika prov och en mindre tillverkning igångsattes. En större anläggning byggdes 1765 vid Creutz schakt intill vitriolsjuderiet där uppumpat vitriolhaltigt gruvvatten fick rinna över järn. Verksamheten gick med vinst och 1772 byggdes en andra precipitationsbyggnad. Produktionen var de första tio åren 26 ton. Anläggningen bestod av ett stort antal hoar och rännor från vilket gruvvattnet dels rann, dels droppade till underliggande rännor. Genom avdunstning ökades successivt kopparhalten. I slutändan fick man ut ett kopparhaltigt slam, som smältes i hytta.

1775 övertog Gottlieb Gahn och Anders Polheimer verksamheten. Då de gamla verken bara kunde drivas då det inte var frost och då vattnet nere i gruvan hade högre vitriolhalt,

byggdes 1776 ny anläggning nere i Bergmästargruvan. Nu lyckades man ett år tillverka hela 12 ton. 1790 övertog Bergslaget anläggningarna. 1799 byggdes ett nytt precipitationsverk vid Wredeschaktet och de gamla anläggningarna vid Creutz nedlades.

Precipitationen avvecklades 1823 då gruvvattnet blivit alltför kopparfattigt för att lönsamhet skulle kunna uppnås.⁴⁴ Metoden återinfördes dock 1872 i extraktionsverket.

Garning

För att bli användbar koppar måste råkoppar renas till garkoppar eller raffinadkoppar. Detta skedde genom oxiderande smältning, varvid de återstående föroreningarna förgasades eller övergick till slagg. Sådan garning hade redan vid 1300-talets mitt förekommit vid gruvan och var ända till 1620 ofta en viktig del av produktionen runt gruvan. Den mesta råkopparn exporterades dock orenad. 1541 uppfördes en speciell "luttersmedja" för rening av råkoppar. Vid garningen omvandlades en hel del koppar till oxid (Cu_2O) och avgick med röken. 1542 uppgick denna avbränning till 20 % av kopparn. Vid 1500-talets slut var bortfallet 12,5–15 %. Det innebar att åtskilliga mängder koppar årligen spreds över falutrakten.⁴⁵

1619 förbjöds export av råkoppar. All koppar skulle förädlas i landet. Ett kopparkompani bildades med monopol på uppköp av råkoppar från Falun. Då tillgången på vattenkraft och skog var begränsad i Falun beslöt man att förlägga garningen till Säter. Då det visade sig att vattentillgången var för liten och osäker även i Säter, överfördes garningen till Avesta 1638, där den pågick till 1869.

1842 startade ett privat bolag garning vid Svedshyttan i Korsnäs. Verksamheten pågick till 1863, då Korsnäs masugn AB köpte hyttan.

1863 fick Bergslaget tillstånd att gara i egen verkstad. Garningen kom i gång i den nedlagda Nya Silverhyttan i Östanfors vid Kvarnbron. Den brann 1864. Då flyttades garningen till Bergstens f.d. hytta (nr 18) lite längre ner, där en speciell flamugn murades för ändamålet.⁴⁶ Man hade dock problem med vismutföroreningar varför all garad koppar granulerades för vitrioltillverkning 1894–1917. 1905 började man gara skärsten från kopparverket.⁴⁷

1910 revs hyttan sedan man hade installerat en flamugn för garning vid kopparvitriolverket i en gammal byggnad.

1917 insattes en garugn i kopparverket för raffinering av den från bessemerprocessen erhållna kopparn.⁴⁸ I ugnen blåstes luft genom smältan varvid de flesta föroreningarna oxiderades gick bort i gasform eller bildade slagg. Ugnen står ännu kvar, men har ej varit i drift sedan 1921.

⁴³ $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$

⁴⁴ Lindroth II, s 309 ff.

⁴⁵ Lindroth II, s 330 ff.

⁴⁶ 1869 uppfördes en Lundins kopparraffineringsugn.

⁴⁷ Laboris Victricibus Armis. 1932.

⁴⁸ En regenerativ 7 tons flamugn med en Morgans gasgenerator.

Extraktionsverket



Bild på "Utlakningen" vid Hanröbron från 1890-talet. Skorstenen gjordes hög för att föra bort svaveldioxiden så långt som möjligt. Som synes började skorstenen luta redan under uppförandet. 1920 vågade man inte ha kvar hela skorstenen varför den förkortades betydligt.

Koppar framställdes traditionellt genom omväxlande rostning och smältning. Metoden var omständig och kolkrävande. Kopparhalten i malmen var så låg på 1860-talet att ekonomin blev dålig.

1869 hade man genomfört försök med klorerande rostning och extraktion med svavelsyra i ett magasin intill rödfärgsverket. Resultatet blev lyckat och därför ombyggdes 1872 det misslyckade anrikningsverket vid Hanröbron till ett kopparextraktionsverk, gemenligen kallat "Utlakningen". Extraktionsprocessen inleddes med normal kallrostning i de kallrostmurar som byggts längs vägen till svavelsyrafabriken. Därefter maldes materialet tillsammans med koksalt i en kulkvarn och rostades i en speciella flamugnar. Nästa moment var en utlakning av de lättlösliga föreningarna med utspädd svavelsyra samt saltsyra (som bildats vid rostningen). Härpå följde utfällning av koppar (cementering) genom att lösningen fick rinna över metalliskt järn. Den så erhållna cementkopparen garades sedan i flamugnar.⁴⁹

Smältningsmetoden användes dock parallellt på rikare malmer till 1878, då den sista traditionella kopparhyttan (Herrhyttan) lades ner. Då byggdes extraktionsverket ut så att det kunde ta hand om all malm från gruvan.⁵⁰ Man hade kommit fram till att även den rikare malmen gav bättre och billigare koppar genom extraktion.

1878 började man tillverka koppar-tennföreningen fosforbrons. Den användes till lagermetall. 1880 tillverkades 27 ton. Produktionen blev aldrig betydande och lades ner 1896.

Koppar slutade säljas som slutprodukt 1894 på grund av problem med tilltagande vismuthalter. I stället granulerades all framställd koppar och användes till vitrioltillverkning.

Avfallet lades upp på en väldig tipp väster om verket (norr om Södra Mariegatan vid korsningen mot Hanröleden). Stadsfullmäktige klagade på stoftspridning, varför högen täcktes med slagg från äldre varp norr om högen. Idag är denna hög helt borta och i stället ersatt med en grop.

Kopparverket

1900 var extraktionsverket rätt förfallet. På grund av de ständiga påbyggnader och utvidgningar som företagits under årens lopp var det både trångt och omodernt i många avseenden. Det blev en hel del transporter, vilka fordrade mycket manuellt arbete. Då därtill kom, att verket för en rationell drift egentligen krävde mer malm, än vad som tillgängligt från gruvan, återgick man 1905 till smältmetoden, men i en modern form. Härigenom försvann behovet av kallrostning och först nu försvann för alltid roströken över Falun. Man tog bort extraktionsverkets inredning och rev en del av byggnaderna.

En hyttbyggnad av trä uppfördes i omedelbar närhet till extraktionsverket med en högugn för koncentrationssmältning samt en garugn 1910.⁵¹ Den färdiga kopparn granulerades. Slaggen var först ett stort problem tills man började gjuta den berömda svarta Falu-slaggstenen. Malm smältes även från de egna gruvorna i t.ex Håkansboda, Insjön och Tomtebo. Dessutom inköptes malm och slig.

⁴⁹ En utförlig beskrivning av processen finns i En Bergsbok till Carl Sahlin, s 104 ff.

⁵⁰ Verket innehöll ett krossverk bestående av grov- och finvalsar för malning, 6 rostugnar för klorerande rostning (ett mellanting mellan muffel- och flamugn, enkelbottnade och med 6 eldstäder. Kallades också faluugnar), lakningssumpar av kärnfuru, träkar för cementering samt flamugnar för smältning till garkoppar. 1888 prövades en 6 etage Gröndals rostugn. Den fungerade inte bra, varför man återgick till de gamla ugnarna som byggdes om till två etage. 1894 byttes valskrossarna mot två Kruppska kulkvarnar och en White-Howell roterande rostugn sattes in.

⁵¹ Verket innehöll en rektangulär modern hög vattenkyld schaktugn av Water Jacket-typ av 15 engelska fot totalhöjd och 33x66 engelska tum genomskärning i formnivån. Till verket hörde också transportabla för- och framhårdar, en Rots Blower samt kolvpump för kylvattnet. Dessutom fanns malmtuggare, stoftkammare och malmfickor. Verket eldades med koks. Malmen smältes till 20%-ig skärsten. Därpå följde 3-4 koncentrationssmältningar i samma ugn till 60-70%. Garning (rening) gjordes i en regenerativ flamugn.

1915 byggdes en mindre sintringsanläggning för att ta hand om de 1 000 ton flygaska som tagits om hand i sotkammare och gaskanaler och som innehöll 2,5 % koppar.



Bild på det 1917 uppförda kopparverket. Idag är byggnaden omvandlad till förråd. Till vänster de lutande resterna av extraktionsverkets höga skorsten.



Inuti är en stor flamugn bevarad, troligen den enda i Sverige. På bilden till högersyns en halv ugnslucka bakom den nya väggen.

Anläggning drog mycket bränsle. Därför beslöt man 1916 att införa bessemermetoden. Man hann dock inte installera denna förrän brann hyttan ner 1917. Av räddade delar uppfördes under ett provisoriskt tak en ny smältugn. Härigenom kunde man producera det slaggtegel som den nya och ännu bevarade hyttbyggnaden uppfördes av.

Bessemeranläggningen, en ny större ugn samt två raffineringugnar jämte generatoranläggning inmonterades.⁵²

1918 tillverkades 107 ton gar- och raffinadkoppar. Hyttan lades ner 1921.

Slaggen från kopparverket skiljer sig från den gamla hyttslaggen. Den största delen av slaggen göts till svarta faluslaggstenar.

Silver- och guldframställning

Redan på 1500-talet var man medveten om att falukopparn innehöll guld och silver. 1544 omnämns kronans silverhytta.

Olika försök genomfördes, men först 1788 hade man kommit så långt, att Gustav III:s silververk kunde anläggas vid Faluån. På en karta från 1788 finns Silverdrivhyttan och Silvercalcinerhyttan inritade på Östanforssidan. Som råvara användes främst framsovrad blyglans. Verket utvidgades allt eftersom. Den gamla Sovrebrukshyttan på intilliggande tomt togs först i anspråk.⁵³ En segringshytta iordninggjordes i Sven Ols hytta (nr 1) på östra stranden vid Kvarnbron. 1852 inköptes ödehytorna 12, 13 och 14 på västra stranden vid Kvarnbron. Här byggdes en ny smälthytta, Nya Silverhyttan.⁵⁴ Verket lades ner 1859 och ombyggdes 1863 till garhytta.

⁵² En konverteranläggning av Sulitelmatyp med basisk infordring med tillhörande skänkar, travers och roterande luftkompressor. I konvertern blåstes luft. I den inledande *slaggbläsningen* oxiderades först järnsulfiden och bildade slagg som avtappades. Den bildade *koncentrationsskärstenen* blåstes vidare tills nästan allt svavel försvunnit. 1917 installerades ytterligare en Water Jacket-ugn installerades med tillhörande utrustning av härdar, en Jägers roterande blåsmaskin, vattenpump mm. Ugnen var större än den föregående och hade måtten 2,5x0,8 m i formnivån.

⁵³ Lindroth II, s 323 ff. Anläggningen innehöll, proberkammare (laboratorium), driv- och fineringsugnar, calcinerhus med ugn, smälthytta med 2 stora ugnar, vändrosthus, kallrostgropar. Egen garhård för rening av utsegrad koppar tillkom 1827. Blyglansen smältes i en schaktugn, varvid *verkbley* och *blyskärsten* bildades. Skärstenen vändrostades och smältes åter. I smältan *utsegrades* blyet ur den bildade råkopparn genom inblandning av svavel. Verkbleyet *avdrevs* med luft varvid blyoxid (blyglete) erhöles. Denna reducerades genom *friskning* (smältning) till metalliskt bly. Ädelmetallen kunde sedan *skedas* (avskiljas med salpetersyra).

⁵⁴ Verket innehöll 2 ugnar och vattenkraftdriven transportbana för malm och slagg samt en 3-cylindrig blåsmaskin av tackjärn. Blyglans nedsmältes med fluss (kvars, lättflytande slagg) i höga schaktugnar med starkt blåster. Tre skikt bildades. Underst ren bly (verkbley) vari guld och silver anrikats. Däröver skärsten (sulfider av bly och andra metaller) samt överst slagg. Skärstenen vändrostades och smältes på nytt varvid verkbley med lägre silverhalt erhöles. Verkbleyet *avdrevs* i flamugn (Blysmältan blåstes med luftöverskott varvid blyoxid (glete) bildades som flöt ovanpå smältan. Denna kunde avskiljas tills allt bly var borta och "blicksilver" kvarstod. Vid hög guldhalt granulerades smältan och skedades, varvid silvret utlöstes med salpetersyra (från 1850 svavelsyra). Vid låg guldhalt gjordes anrikningssmältning. Det gyldiska silvret granulerades och smältes med svavel i blyertsdegel. Genom tillsats av små mängder granulerat silver erhöles en med guld anrikad regulus (ren metall) som granulerades och skedades. Vid fattig malm måste den omsmältas flera gånger med bly för att lösa ut silvret.

Under 1860-talets tidigare år hade Kopparverket en chef som bestämde sig för att satsa på guldutvinning i den inköpta svavelsyrafabriken vid Magasinsbron. Verksamheten gick dock med förlust och chefen, Anders Molin, fick avgå.⁵⁵

1874 började man framställa silver i extraktionsverket av den silverklorid som bildades.⁵⁶

1881 gjordes guldfynd i Falu gruva och en kort blomstringstid inleddes. Det mesta guldets fick man ut genom vaskning och klorbehandling av den guldförande kvartsen men även från lakningen fick man fram guld. 1884 infördes guldurlakning med klorkalk vid extraktionsverket.⁵⁷

1884 uppfördes den ännu bevarade nya "Nya Silverhyttan"⁵⁸ nedanför centrallaboratoriet, ursprungligen byggd som kopparhytta. (På en karta från 1889 ligger ännu "silverhyttan" på ön vid Magasinsbron.) Den var i gång till 1920. Där finns flera mindre ugnar för guld- och silversmältning och en gammaldags schaktugn av stora block, uppförd efter de äldre suluugnamas mönster och ursprungligen avsedd för smältning av slagg från garningen, s.k. *krats*. 1898 nåddes årsmaximum med 110 kg guld.

Efter 1894 granulerades all koppar. När denna upplöstes i vitriolverket bildades en olöslig bottensats, som togs till silverhyttan där den smältes/reducerades i en flamugn. Den bildade tackan krossades och löstes i kungsvatten för att få ut guld.

1790–1920 producerades totalt 2 225 kg guld och 20 ton silver.⁵⁹

Vid silverdrivningen bildades blyglete. Denna cirkulerades i processen, varvid vismuthalten ökade. 1901 utvanns 368 kg vismut, 1904–1905 1 350 kg och 1915 198 kg.



Så här såg det ut när man framställde silver. Ugnarna är bevarade.

Till vänster den bevarade silverhyttan från 1884.

⁵⁵ Rydberg, S. Dalarnas industrihistoria, s 52.

⁵⁶ Genom tillsats av jodkalium lyckades man 1874 få fram 53 kg. Man gick snart över till att fälla silvret med järnvitriol och lyckades 1874-77 få 320-640 g silver per ton garkoppar. Efter 1878 ökade utbytet till 600-1000 g per ton.

⁵⁷ Efter klorerande rostning extraherades kopparn med svag svavelsyra. Till restprodukten tillsattes klorkalk och utspädd svavelsyra. Härvid bildades fri klor som bildade guld- och silverklorider. Dessa kunde utfällas med järnsulfat som man fått från cementeringen. Fällningen flockades sedan med blysocker. Sedan följde avdrivning, finering och skedning med koncentrerad svavelsyra så att rent guld bildades. 1885 utbyggdes verkets västra flygel för guldlaneringen.

⁵⁸ Den gamla "Nya Silverhyttan" låg vid Kvarnbron.

⁵⁹ Uppfinningarnas bok IV, s 723.

Svavelsyrafabriken



Svavelsyrafabriken strax innan nedläggningen. Längst fram till vänster är förmanskontoret, ursprungligen byggt 1931 som järnvitriolverk och tvättrum för arbetarna. Bakom ligger Vanadin I-fabriken, byggd 1940 som kontaktsyrafabrik med vanadinpentoxid som katalysator. Efter 1968 användes byggnaden som upplag av svavelkis. Till höger platinafabrikens 1930 tillbyggda ugnsavdelning, på slutet använd som bränderhall. Framför står en kalkficka för neutralisering av det sura avloppsvattnet innan det pumpades till sandmagasinet vid Ingarvet. Byggnaderna revs 1995.

Svavelsyra tillverkas av svaveltrioxid och vatten ($\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$). Svaveltrioxiden bildas då svaveldioxid oxideras. För detta krävs en katalysator. Denna var först kväveoxider (nitrösa gaser), senare platina och vanadin.

Falu Sambruksbolag ägde Holmhytan vid Magasinsbron. Intill i kvarteret Sambruket byggdes ”Kemiska Fabriken” med en mindre svavelsyrafabrik, ett svavelkokeri och en kopparvitriolfabrik. En mindre svavelsyraproduktion kom igång 1858. 1862 köptes anläggningarna av Bergslaget.⁶⁰ 1862 tillverkades 128 ton svavelsyra.

Efterfrågan växte och därför byggdes en stor svavelsyrafabrik 1872–73 norr om gruvan. Som råvara användes krossad svavelkis (pyrit) och svavelsyran tillverkades enligt *kammarsyremetoden* med nitrösa gaser som katalysator. Hela produktionen gick i början åt till kopparvitrioltillverkning vid extraktionsverket. Ytterligare ett system byggdes 1874.⁶¹ I slutet av seklet var produktionen 5 ton/dygn.

Guldmalmen som började brytas på 1880-talet innehöll stora mängder selen. Denna förflyktigades vid rostningen och skapade problem vid svavelsyratillverkningen och i synnerhet när man skulle göra koksyra i sulfidfabrikerna. Speciella selenfilter byggdes därför och selenslam från syrafabrikens blykammare nämns 1893–96.

1899 brann fabriken och en stor mängd syra rann ner i marken. Då de kvarvarande murarna syntes vara oskadade återuppfördes fabriken på ursprunglig plats med moderniserad utrustning⁶² och eldrift infördes. Det bevarade kraftverket vid Hanröbron anlades. Den utrunna syran fortsatte dock att orsaka problem och 1929 beslöt man att helt riva den gamla kammarsyreanläggningen.

1909–10 uppfördes en fabrik för tillverkning av kontaktsvavelsyra med platina som katalysator. Man började nu använda finkis som råvara.⁶³ 1913 infördes en gasrenare för arsenikavskiljning. Detta år nämns att man rostade både blötmalm och svavelkis. Fabriken brann ner 1920, men uppfördes strax på nytt.

1931 byggdes en anläggning för tillverkning av högprocentig, rykande svavelsyra, oleum. Produktionen var nu uppe i 50 ton/dygn.

För att täcka världskrigets behov av svavelsyra till sprängämnesindustrin byggdes nya verk 1940 och 1943 med vanadinpentoxid som katalysator. Nu producerades 120 ton/dygn.

⁶⁰ Verket innehöll då två kilns (höga schaktugnar) för utveckling av svavelsyrlighet, två blykammare, en platinapanna (för koncentring), ångpanna, injektor.

⁶¹ Anläggningen bestod av 20 rostugnar, 2 salpeterugnar (för tillsättning av nytt kväve), 2 glovertorn (där man tillförde återvunnet kväve), 3 blykammare (där syran bildades) och 1 Gay Lusactorn (där kvävet återvanns). Produktionen var 1874 584 ton, 1875 909 t, 1876 1 368 t. 1876 installerades direkt eldade järnpannor samt en platinapanna för tillverkning av högre koncentrerad syra. 1889-90 förnyades kisugnarerna och ett nytt glovertorn insattes.

⁶² Utrustningen bestod av 40 styckkisugnar, 4 salpeterugnar, 2 glovertorn, 6 blykammare, 4 Gay Lusactorn. 1902 installerades en Kesslers koncentrationsapparat som ersättning för järn- och platinapannorna och 1904 kompletterades denna med en vattenpulvrivisator enligt Hartmann & Benkers system. 1906 tillkom ytterligare en Kesslerapparat.

⁶³ Utrustningen var 6 5-etage mekaniska finkisugnar av Herreshoffs modell, stoftkammare, ett sandfilter för kylning av svaveldioxiden, tvätt- och torktorn, kontaktapparat med tillhörande gasöverhettare och gasförvärmare, absorptionsorn.

Under kriget startade 1942 tillverkning av vanadin för tillverkningen av snabbvarvstål. Som råvara användes vanadinslagg från Domnarvet med 10–12 % vanadin. Slaggen krossades i krossverket vid gruvan, rostades i rödfärgsverket och lakades i vitriolfabriken. 1946 samlades tillverkningen i en vanadinsyrafabrik vid syrafabriken.⁶⁴ Processen ledde till ett vanadinhaltigt damm i luften och många arbetare blev sjuka. Efter några upphörde produktionen. Vanadinfabriken av röt tegel står ännu kvar och används idag av Faluprojektet för rening av kisbränderna.

År 1948 skedde stora utsläpp av svaveldioxid som brände bort växtligheten upp till 500 meter från fabriken åt Västermalm. En häftig debatt utbröt i tidningarna om fabriken farlighet. Detta påskyndade en nedläggning av den gamla platinafabriken 1949. 1951 installerades en flashroastugn. Produktionen var 1952 44 000 ton.

1956 byggdes en anläggning för att utvinna selen ur slammet från fabriken.

De vid svavelkisförbränningen bildade kisbränderna innehöll 61–63 % järn, men också föroreningar i form av ca

1,5 % svavel och ca 1 % zink. För att utnyttja detta järn som råvara till Domnarvet byggdes 1959 ett kulsinterverk där man blandade kisbränderna med magnetit från Vintjärns gruvor för att minska den totala zinkprocenten. På 1970-talet kom ökande krav på kvaliteten på stålet från Domnarvet, varför kulsintern inte dög längre och verket lades ner 1978.

1968–69 moderniserade och utvidgade man fabriken.⁶⁵

Den svaveldioxid som ej absorberades släpptes rakt ut i luften.⁶⁶ På grund av den ökande produktionen blev detta ett allt större miljöproblem. Falun fick nästan sämst luft i Sverige. Speciellt besvärligt var det vid högtryck under vintern då inversionen fick röken att stanna över Falun. 1975 tvingades man därför att införa rökgasrening i form av en skrubber. 1984 kom man på att man kunde blanda skrubbervätskan med svaveldioxid så att man fick natriumbisulfid. Denna "Falulut" blev snart en stor produkt vid blekning av pappersmassa i stället för klorföreningar.

1978 började man tillverkning av nitriersyra.

I mitten på 1980-talet slog kommunens räddningschef larm om att han inte hade tillräckliga resurser för att agera om en större olycka skulle inträffa vid syrafabriken. Forskning vid bland annat FOA visade också på de katastrofala följderna som ett större utsläpp av svaveldioxid kunde få. En omfattande debatt fördes och fabriken tvingades genomföra ett program för att förbättra säkerheten 1985–86.

1988 startade man en tillverkning av sulfonsyror för tvättmedelindustrins behov av tensider. Detta åstadkoms genom att olika alkylater (alkylbensener) blandades med 7 % svaveltrioxid i en speciell reaktor, varvid olika sulfonsyror bildades utifrån vilka ingående alkylater som användes. Miljökrav på mindre tensidinnehåll i tvättmedlen ledde dock till att produktionen upphörde i början på 1990-talet.

1990 slogs produktionsrekord med 76 000 ton svavelprodukter som förädlats ur ca 55 000 ton svavelkis.

Tillverkningen har också omfattat salpetersyra, svaveldioxid mm.

1993 lades verksamheten ner sedan råvaran från gruvan försvunnit. 1995 revs anläggningen, förutom verkstaden och den gamla vanadinsyrefabriken. En grundlig genomgång och dokumentation av verket gjordes inför rivningen. De flesta uppgifterna ovan är tagna från denna.⁶⁷

Kisbränder

Som avfall vid svavelsyratillverkningen bildades järnhaltiga kisbränder, som bildades när svavelkisen (FeS_2) rostades eller brändes med lufttillskott. Som föroreningskälla så utgör dessa det största problemet vad gäller utlakning av tungmetaller.

Som råvara användes före 1949 selektivt bruten och krossad svavelkis. Efter kontaktfabrikens uppförande 1910 maldes kisen till finkis. Sedan anrikningsverket byggts 1926, tillfördes även koncentrerad och torkad svavelkisslig. Efter 1949 användes enbart sådan slig, eftersom all malm nu fördes genom anrikningsverket. Mängden metall i kisbränderna torde ha minskat i och med införandet av anrikning samt vid alla dess förbättringar.

Kisbränder är röda av den bildade järnoxiden Fe_2O_3 (hematit). I djupare lager kan man också hitta svarta kisbränder. Den svarta färgen torde bero på olika metallföroreningar.⁶⁸

⁶⁴ Bergslaget 1950/3. Slaggen krossades och maldes och blandades med soda. Efter rostning i 600–800° lakade man med vatten. Fosfat innehåll togs bort varefter vanadinsyran fälldes med svavelsyra. En del av vanadinsyran användes till att göra kontaktmassa till syrafabriken. Man överförde den då till natriumvanadat, som i vattenlösning inblandades i kiselgur.

⁶⁵ Bl.a. installerade man en virvelbäddsugn, elektriskt varmgasfilter och venturitor (där man tvättade svaveldioxiden med svavelsyra). I övrigt installerades ångpanna, cykloner, torktorn, gaskylare, kontaktapparat, oleumverk, absorptionstorn och skorsten.

⁶⁶ Som exempel så brändes 1920 383,1 ton kis för att hålla ugnarna igång och för att hålla koncentrationen i glovertornet av kammarsyra. All svaveldioxid från detta gick rakt ut i luften. Innan skrubben installerades innehöll utsläppen 3–4 % svaveldioxid. Efter 0,1 %.

⁶⁷ Sundström, Kjell. Svavelsyrafabriken i Falun. 1993.

⁶⁸ Enligt uppgift av Torkel Elmqvist. De höga metallhalter skulle kunna bero på att man först använde oanrikad svavelkis eller på att metall lakats ut från de övre lagren. Enligt tidigare framförda teorier skulle de svarta kisbränderna bestå av svart magnetit (Fe_3O_4) som bildats i de tidiga rostugnarna med låg temperatur. Vid högre temperaturer skulle järnoxidationen drivas vidare till

Kisbränderna består också av olika fraktioner. Det mesta utgörs av den sandliknande aska som bildades vid själva förbränningen. En mindre del består av det fina stoft som följde med svaveldioxiden och som sedan avskiljdes vid gasens tvättning. Detta stoft innehåller en hög procent tungmetaller, bl.a. kadmium och zink, som förångats vid förbränningen och kondenserats vid tvättningen. Före 1910 användes styckekis och den bildade restprodukten liknade porös slagg. En del av denna skickades till extraktionsverket för utvinning av koppar. Beroende av det ovan anförda kom kisbrändernas innehåll av bl.a. svavel, koppar, bly, zink, kadmium osv. att variera.⁶⁹

Mängden kisbränder i Falun uppskattades 1990 till 400 000 m³.⁷⁰ Noggrannare mätningar 1993 fick fram att bara inom saneringsområdet norr om svavelsyrafabriken med ett medeldjup på 6 m fanns 500 000 m³.⁷¹ Även Skålpussen innehåller avsevärda mängder kisbränder. 1999 uppskattades mängden till 28 000 m³.⁷² Dagens Skålpuss är en konstgjord sjö som bildats genom uppläggning av hyttslag. pH-värdet ligger på 3–4. Den ursprungliga Skålpussen var en liten tjärn som låg under nuvarande Södra Mariegatan i slutet av Sturegatan.



Kisbränder vid Skålpussen.

Under perioden 1960–1978 användes kisbränderna för kulsintertillverkning och endast små mängder deponerades. När man 1978 började återfylla gruvan med kisbränder sedan kulsinterverket lagts ner, så kunde man inte använda den finaste fraktionen som avskiljdes i elektrofiltren utan denna lades upp mot skogskanten på Ingarvstippen. Mängden uppskattas till 30 000 m³.⁷³ I slutet på 1980-talet återfördes en stor del av de kisbränder som då låg på Stora Tekniks område som fyllning i gruvan.⁷⁴

Kisbränder har använts som pigment av SJ för målning av godsvagnar med ”järnmönja”. Problemet med kisbränder som pigment är att det mörknar och får en brunlila ton. Kisbränder har också tidtals, bl.a. på 1950-talet, exporterats till Tyskland som järnråvara, ”purple ore”.⁷⁵

Genomförda åtgärder

Området mellan syrafabriken och Skålpussen började att saneras 1995. Man har valt en metod som går ut på att tvätta bort/laka ut så mycket av metallerna som möjligt. Därför har kisbränderna samlats i ett antal invallade bassänger där de begjuts med vatten. Det infiltrerade tvättvattnet samlas upp nedströms i dräningsledningar och

röd hematit (Fe₂O₃). Detta torde inte stämma eftersom magnetit kräver högre temperatur för att bildas än hematiten. (Se tex Hägg. Allmän och oorganisk kemi, s 688.)

⁶⁹ En undersökning 1989 visar ett innehåll i den svarta av 35-56 % järn, 0,4-5,1 % svavel, 0,9-3 % zink, <0,0001-0,007 % kadmium och 0,6-1,0 % bly. För den röda var motsvarande värden 18-56 Fe, 0,2-3,8 S, 0,15-0,63 Zn, 0,044-0,35 Cu, <0,0001-0,0018 Cd och 0,09-1,39 Pb. Fällman & Qvarfort, 1989. Enstaka prover har visat sig innehålla 5 % bly. Gränsvärdet för bly som miljöfarligt avfall är 1 %. En undersökning från 1918 visar 5,03 % svavel. Detta skulle ha berott på hög zinkhalt i malmen.

⁷⁰ SIG rapport 39, s 31.

⁷¹ VYRmetoder. Faluprojektet. Förslag till försök. 1994.

⁷² GVT. Kisbränderna. Teknisk beskrivning samt kostnader för sanering av Skålpussenområdet. 1999.

⁷³ Enligt uppgift från Bo Ledin, GVT.

⁷⁴ Olsson, s 27.

⁷⁵ Uppgift från anställd vid Rödfärgsverket samt Bergslaget 1959/2.

brunnar, varefter det pumpas tillbaka till en behandlingsanläggning där det blandas med kalk och syre. Ett flockningsmedel tillsätts. Det bildade slammet innehåller svårösliga metallhydroxider, kalciumsulfat samt överskott av kalciumoxid/hydroxid. Slammet förtjockas i speciella sedimenteringsmassänger. Det skall sedan läggas ovanpå de färdigtvättade kisbränderna och täcks med ett 5 dm tjockt moränlager.

Svavelsyrad lerjord

1902 byggdes en mindre anläggning vis syrafabriken för att framställa svavelsyrad lerjord (aluminiumsulfat) till Kvarnsvedens pappersbruk. Som råvara användes lerjordshydrat från Tyskland. 1909 flyttades fabriken åt söder för att ge plats åt den nya platinafabriken. Tillverkningen var igång till 1915, då man inte längre kunde få råvara pga. kriget. 1916 förstördes fabriken av en storm.

Vitrioltillverkning

Med vitriol menas metallsulfater. Redan 1540 nämns framställning av vitriol vid Falu gruva. Som råvara användes avsättningar i röken från kallrostarna som löstes i vatten. Genom avdunstning /bortkokning kunde ett övermättat koncentrat erhållas varur man kunde kristallisera fram en blandning av järn- och kopparvitriol. 1562 anges en tillverkning av 4 tunnor. 1608 berättas om starten av ett vitriolsjuderi. 1629 nämns "victrilgropen".

På 1700-talet, då kopparhalten blivit så låg att koppartillverkning knappt lönade sig, började man mera systematiskt fundera över andra tillverkningar runt gruvan. 1749 inrättades ett "sjuderi för blå vitriol". Som råvara utnyttjade man det vitriolhaltiga gruvvattnet. Det lades ner redan 1752 eftersom vitriolen hade så dålig kvalitet. Man hade problem med zinkföreningar. Misslyckade försök gjordes även 1764–66.

1776 byggde Johan Gottlieb Gahn ett nytt sjuderi vid Creutz schakt. Det var först sedan man 1779–90 uppfört ett graderverk, som tillverkningen blev lönsam. 1799 var produktionen 807 ton.⁷⁶ Som råvara användes gruvvatten som fick rinna över 7 meter höga rishögar för att en del vatten skulle dunsta. Processen upprepades i många omgångar. Sedan koncentrerades lösningen ytterligare genom kokning i blyklädda järnpannor varefter man lät lösningen kristallisera. Ett slam avsattes som mest bestod av järnockra. Vid tillverkningen erhöles man fyra kvaliteter: Järnvitriol 1 (ren järnvitriol), Skedvatten (som var kalcinerat), Saltzburger (som var en blandning med kopparvitriol) och Övriga slag.⁷⁷ 1784 tillverkades 194 ton ren vitriol och 114 ton övriga slag. 1826 byggdes ett nytt vitriolkokhus med blypanna.

Järnvitriol

1865 anlades ett järnvitriolverk i det gamla Saltzburgersjuderiet. Som råvara användes de *bottennasar* som bildades i suluugnarna. Dessa bestod till största delen av järn. De krossades och löstes upp i svavelsyra varvid järnvitriol erhöles. Verket kompletterades 1867.

En ny anläggning förlades 1877 vid extraktionsverket. 18778–93 tillverkades ca 270–300 ton per år. 1900 började man använda järnskrot som råvara. Produktionen flyttades 1902 till svavelsyrafabriken. 1908 var alla nasar slut. 1930 byggdes en ny fabrik för framställning av järnvitriol. Denna var igång till 1940. Därefter flyttades tillverknigen till vitriolverket.

Kopparvitriol

1857 byggdes ett privat sjuderi för framställning av kopparvitriol vid Magasinsbron i kvarteret Sambruket. Där fanns även en mindre svavelsyrafabrik. Några ton vitriol framställdes genom att lösa råkoppar i svavelsyra. 1863 köptes verket av Bergslaget med inriktning på att utvinna guld och silver. Dessa metaller fanns i slammet som bildades. Kopparvitriolen återgick i början till smältningsoperationerna, senare omkristalliserades den för avsalu. Som mest tillverkades här 1876 286 ton kopparsulfat.

1880 flyttades fabriken till extraktionsverksområdet. 1881–85 producerades ingen vitriol på grund av ändrad kopparutvinningsmetod. 1886 byggdes ny anläggning för att få bort den skadliga vismuten. Ytterligare utvidgningar genomfördes 1888 och 1894, då all koppar började granuleras för vitriolframställning. 1900 producerades 1 265 ton kopparvitriol. Samma år rapporteras att verket var i dåligt skick och 1907 brann det ner.

1907–09 uppfördes den ännu bevarade fabriken av tegel och slaggsten. Processen såg ut så här: Kopparråvaran oxiderades i en ugn. Kopparoxiden löstes upp i varm svavelsyra. Vitriolen kristalliserades i blyklädda sumpar med ihängda blystänger. Kristallerna centrifugerades, torkades och fylldes i säckar.⁷⁸ Sedan koppartillverkning avslutats i Falun, fick man använda inköpt kopparskrot eller kopparaska som råvara.

⁷⁶ Enligt J. W. Schmidt.

⁷⁷ Ren järnvitriol tillverkades 1786-1931. Skedvatten tillverkades 1786-1837. Det erhöles efter inkokning av luten efter järnvitriolkristallationen och kalcinering genom upphettning. Produkten kunde användas för tillverkning av salpetersyra (skedsyra). Saltzburgervitriol tillverkades 1777-1852. Metalliskt koppar upphettades tillsammans med svavel utan syretillförsel. Den erhållna svavelkopparen rostades varvid kopparsulfat bildades. Denna upplöstes med koncentrerad järnsulfatlösning, varefter den kristalliserades. Man fick då blå järnvitriol.

⁷⁸ $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$. $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$. $5\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$



1907 års vitriolverksom det ser ut sommaren 2002.

En brand förstörde den västra delen av fabriken 1972. En grundlig genomgång av verket gjordes 1976.⁷⁹ Men strax därpå lades verket ner. På 1970-talet tillverkades ca 2 500 ton om året. 62 % av detta användes i anrikningsverket för att skilja ut zinken.

Svaveltillverkning

Att svavel bildades vid svavelkisförbränning var tidigt känt. 1542 nämns svaveltillverkning vid gruvan första gången. På 1580-talet omtalas ett kronans svavelbruk vid Kopparberget som försörjdes med malm från Svavelgruvan.⁸⁰ Någon större produktion var det aldrig fråga om. Först sedan Gahn 1798 infört metoden att leda röken från kallrostarna i en lång trumma av sten med avtagbart lock, så fick produktionen större omfattning. När röken kyldes ner fälldes rent svavel ut från svaveldioxiden. Detta svavel kunde sedan samlas upp och renas genom kokning. 1824 byggdes ett svaveldstillationsverk.⁸¹ Svavlet bildades i ett rostbatteri med sju kallrostar sydöst om gruvan på den plats där sedan anrikningsverket skulle komma att byggas. Svavelkis erhöles genom avskrädet från bergsmännens inköpta blötmalm. Vid rostningen erhöles man 3–4 % av kisens vikt som svavel, ibland 6 %. 1860 berättas att svavelverket var i dåligt skick och samma år brann anläggningen.

Ca 1860 hade Falu Sambruksbolag uppfört ett svavelkokeri vid sin kemiska fabrik i Gamla Herrgården. På kartor från 1860-talet kan man se rossystem med svavelutvinning i slänten upp mot syrafabriksområdet. 1859–62 producerades 50–60 ton per år. 1862 inköptes verket av Bergslaget.

I samband med sambrukets införande anlades 1862 fyra system av kallrostar med tillhörande svaveltrummor och blomhus på Rostbacken längs järnvägen mellan gruvan och svavelsyrafabriken. Ytterligare två tillkom 1863.⁸² 1880 kallrostades 19 300 ton grovskrädd malm. Detta gav 16 900 ton "verk" och 255 ton svavel. Produktionen blev nu mer än 300 ton per år.



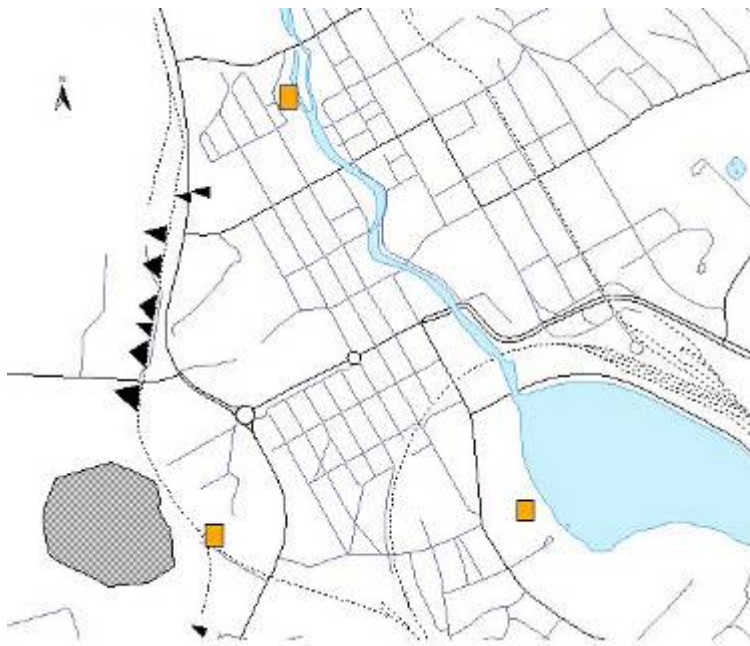
Kallrostlämningar vid Syrafabriksvägen Här syns de 20 meter långa svavelkanalerna bakom själva kallrosten dit svaveldioxiden leddes. Kanalerna var täckta med stenar eller bräder. Här kondenserades "droppsvavel". Vid skogskanten stod "blomhuset" där svavelblomma avsattes. Se även bild på sidan 10.

⁷⁹ Lingqvist, Lena m.fl. Vitriolverket. 1976.

⁸⁰ Lindroth I, s 63.

⁸¹ Det hade två råsvaveldstillationspannor och en destillationsretort med tre tillhörande eldfasta ugnar. 1858 insattes två nya tackjärnpannor.

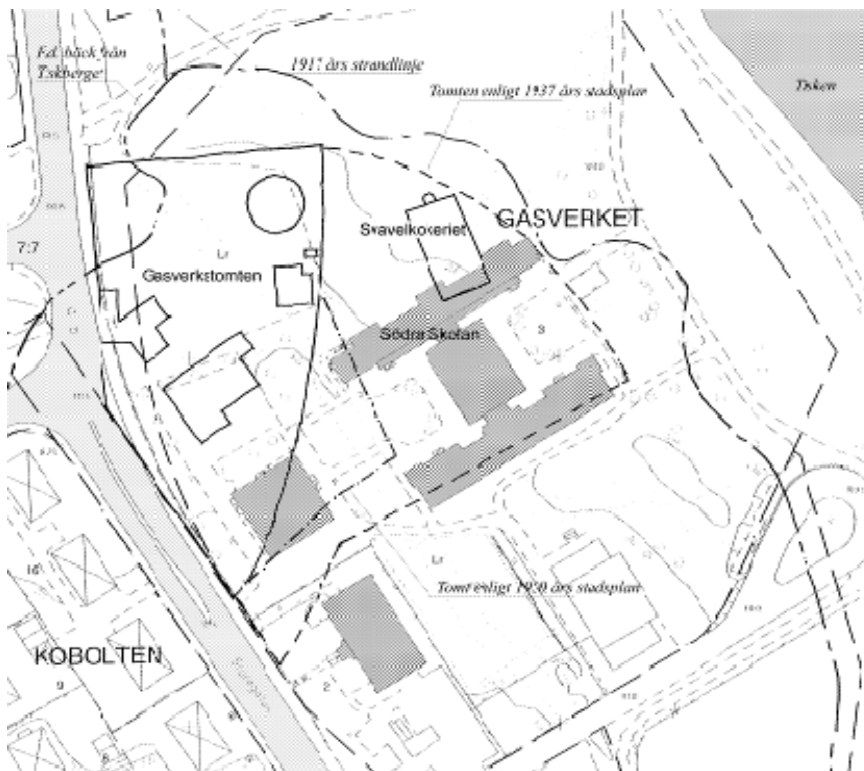
⁸² Lundberg, s 19.



Svavelkokeri
 Svavelrostar

Svavelkokerierna vid gruvan, Gamla Herrgården och Tisken samt svavelrostarerna vid Gruvan, Gamla Herrgården samt mellan Syrafabriken och Gruvan.

Efter klagomål från stadsborna flyttades svavelkokeriet 1867 till Tisksågens område i Daglöstakten, där södra skolan ligger idag. Svaveltillverkningen var en ganska komplicerad process med fem smältningar.⁸³ Vid alla smältningar bars alltid bottensatsen ut och kastades på tippen utanför huset. Produktionen var omfattande i början. 1868–70 översteg man 400 ton/år. Under ytterligare 15 år var produktionen i regel mer än 200 ton/år för att 1886 tvärt falla under 100 ton/år. Efter 1894 skedde tillverkning endast vartannat år. Verksamheten upphörde 1906 sedan man slutat med kallrostningen.



Området vid Södra skolan. Svavelkokeriet är inritat från en karta från 1888 och man kan se att skolans norra länga delvis är byggd ovanpå svavelkokeriets plats. Gasverkstomten är också redovisad. Personal och elever har haft stora problem med bl.a. allergier. Om detta hänger samman med avfall från svavelkokeriet eller från det gasverk som låg här 1916–1951 har aldrig kunnat konstateras.

I kartans nedre vänstra del i kv. Kobolten låg det koboltverk som nämns nedan.

Kartan är hämtad ur Länsstyrelsens miljövärdsenhets rapport 2000:12. Falu Gasverk.

⁸³ Efter att kokats i en första panna en hel vecka, så östes den flytande massan över till panna nummer två där den fick koka i två dygn. Till den tredje pannan, som kallades förlagspanna, sögs det flytande svavlet medelst en hävert. Efter ett dygn i denna panna kom turen till den fjärde. Man hade nu fått råsvavel som östes till en stor lop. Ur lopen hackades svavlet loss sedan det stelnat och lades ut på förlag. Vid behov fraktades bitarna in och lades i en femte panna. Från denna rann svavlet genom ett rör in i en retort. Här bringades svavlet nästan till gasform och släpptes ut i en stenkista. Från denna rann svavlet i sirapslignande konsistens ner i järngrytor. Härifrån östes det slutligen till formkubbar av bokträ med koniska hål där svavlet fick stelna. Svavelkonerna packades sedan i trälådor om etthundra kilo.

Rödfärgsverk

Konsten att göra rödfärg var känd redan på medeltiden. Pigmentet började tillverkas vid Falu koppargruva år 1616 som en biprodukt av kopparbrytningen. 1629 brände man rödfärg av slammet från vitriolsjudningen. Även rödmull från kallrostarna användes som råvara för rödfärgstillverkning.

1749 startade bergmästaren Anders Lundström ett vitriolsjuderi med rödfärgstillverkning, men det lades ner efter 1½ år på grund av bristande lönsamhet.

De första försöken att göra rödfärg av ockra från det vitriolhaltiga gruvvattnet gjordes av Swab 1764–74, men endast 25 ton tillverkades.

1775 startade Gahn det nuvarande rödfärgsverket vid gruvan. I de första årsberättelserna berättas att man använde vittrad malm vid Ingarvsdammen.⁸⁴ 1853 beslöt Bergslaget om en utbyggnad av rödfärgsverket vid Falu gruva med nytt slammeri och ny rödfärgsugn. Då hade man tillverkat 100–300 ton om året. Produktionen ökade nu till 900 ton 1861 och 1 402 ton 1877.⁸⁵ 1936 byggdes dagens slamhus plus ett system av slambassänger. Under 1930-talet hade man en rekordproduktion med 2 000 ton om året. 1950 infördes oljeeldning av ugnarna. Rödfärgsverket brann ner 1975. Ugnarna klarade sig dock och ett nytt verk uppfördes 1976. Ny slamtrumma insattes 2002. Tillverkningen är fortfarande igång⁸⁶ och är idag den enda kvarvarande industrin i anslutning till Falu gruva. Man har nyligen startat egen kokning av rödfärg i nyansen "Falu ljus".



Rödfärgsverket. I mitten slammeriet från 1936. I bakgrunden till vänster laven och hjulhuset vid Creutz schakt.

De privata rödfärgsverken

På 1820–30-talen startades ett antal mindre rödfärgsverk i Falun vid Gamla Berget, Ingarvet, Elsborg, Gamla Herrgården och Slussen. En karta visar också ett verk mitt emot Nya Silverhyttan i Österfors.

1822 fick gruvstigaren Norberg privilegium för att starta Ingarvets rödfärgsverk. Det köptes på 1830-talet av C. P. Bergsten.

⁸⁴ 1777 byggdes det ut till att omfatta fem slamsumpar. En ny brännugn uppfördes. I en förteckning från 1809 uppges att rödfärgsverket hade en större och en mindre ugn.

⁸⁵ 1871 installerades en ny flamugn 1884 byggdes en andra och större brännugn. 1898 uppfördes ett större magasin och den gamla turbindrivna stenkvarnen ersattes med en kulkvarn. 1912–14 låg produktionen över 1 700 ton. 1914 installerades två nya roterande ugnar, en för torkning och en för bränning. De byggdes av en roterande rostugn från extraktionsverket. 1918 byggdes ett nytt slammeri. 1922 ombyggdes ugnarna.

⁸⁶ Råvaran är siktad slamjord. Den rensas och finfördelas i ett slamverk och förvandlas genom bränning till Falu Rödfärg. Färgen ges av järnoxid och innehållet av kisel syra ger färgen beständighet och konserverar träet. Även en mindre mängd järn vitriol ingår. Tillverkningen är uppdelad i en slammingsäsong under sommaren och en bränningssäsong under vintern. Beredningen börjar med att rödfärgsråvaran får passera en 40 mm vibrationssikt. Det grova materialet förs tillbaka till upplagen. Resten blandas med vatten och skrubbas i en gummifodrad ektunna till pulver. Materialet får sedan passera fyra spetsklasserare där det material som är mindre än 1 mm förs till stora sedimenteringsbassänger där det får ligga i upp till sex månader. Klarvattnet pumpas bort och resten torkas i 500–700 grader en roterande ugn och förs över till brännugnen med ca 900 grader för att få rätt färg. Temperaturen är mycket viktig och bestämmer färgen. Genom uppvärmningen omvandlas den gula järnhydroxiden till röd järnoxid (Fe_2O_3). Vid temperaturer över 950° så bildas svart järnoxid (Fe_3O_4). Sålunda kan man få fram gula, brandgula, ljusröda, mörkröda, bruna och svarta nyanser. Det omalade pigmentet förs över till 5 silos som kan lagra 750 ton. Pigmentet mals sedan torrt i en kulkvarn och efter en roterande vindsikt och cyklon tappas det färdiga pigmentet i säckar om 25 eller 400 kilo eller förs till en bulksilo.

C. A. Ellsén fick 1824 privilegier att starta Elsborgs och Gamlabergs rödfärgsverk. Det kom igång 1834. 1846 köptes verket av Bergsten.

Bergsten fick 1833 privilegier till Gamla Herrgårdens rödfärgsverk det låg norr om Nybrogatan i kvarteret mellan Hytt- och Sturegatan. Det kom igång 1834.

Produktionen vid de privata rödfärgsverken var tillsammans större än vid Bergslagets och 1855 tillverkade de 350 ton pigment. 1865 gick Bergsten i konkurs och anläggningarna inköptes av Bergslaget. Då hade de tillverkat 7 720 ton.

På 1800-talet uppfördes ett rödfärgsverk vid Slussen. Tiskens botten är full med gult slam från gruvan. Detta slam togs upp i ett slags flatbottnade pråmar som paddlades över Tisken. Slammet var så finkornigt att det direkt kunde brännas till rödfärg. Efter bränningen maldes färgen och förpackades i tunnor.

Rödfärgsråvaran

Råvaran till rödfärgsverket kallas för *slamjord* eller *rödmull* och är ingenting annat än vittrad gruvvarp. Slamjorden ligger i olika högar öster och söder om rödfärgsverket för att vittra. Med cirka tio års mellanrum utsiktas det finkorniga materialet och förs till rödfärgsverket. Det grova materialet läggs tillbaka i högar för fortsatt vittring. Slamjord tas även upp från olika rum i de övre delarna av gruvan. Under första världskriget tog man upp mindre mängder ockra också från Tisken.⁸⁷

Allt eftersom kommer mer och mer gruvvarp att omvandlas till slamjord. Färgen är brungul av järnockra. Denna består av basiska järnsulfater, t.ex. $\text{Fe}_6\text{O}_8\text{SO}_4$, och järnhhydrater, t.ex. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 1-3 \text{H}_2\text{O}$. Ockran är kraftigt uppblandad med kiselsyra, aluminiumoxid, kalk- och magnesiummineraler och andra metallföreningar (koppar, zink och bly). En omfattande utlakning av tungmetaller sker hela tiden. Lakvattnets pH-värde kan vara ner till 2,1.⁸⁸ Mängden rödfärgsråvara beräknades 1990 till 150 000 m³.⁸⁹



Rödfärgsråvaran öster om gruvan. Man har ställt upp en staty av "Bocken Kåre" som enligt sägnen var den som upptäckte malmen i Falu gruva. Bakom statyn skymtar rödfärgsverket.

Genomförda åtgärder

I Faluprojektet för miljöåtgärder runt gruvan, ingår att rödfärgsråvaran skall flyttas åt söder och närmare gruvan, så att lakvattnet hamnar i gruvan och kan pumpas bort tillsammans med gruvvattnet. Man har också grävt vissa diken för att leda förbi dagvatten från Pilboområdet. Diskussioner pågår om man skulle kunna samla allt lakvatten och pumpa det till Främby reningsverk (eller till den planerade metallåtervinningsanläggningen).

Övrigt

Ättiksfabriken



På 1837 uppfördes en privat ättiksfabrik av J. W. Bolin vid på Lallarvet. Verksamheten var igång till 1879. Mycket litet är känt om denna fabrik. Där Vasagatan och Villavägen går ihop finns ännu denna byggnad kvar.

⁸⁷ 82 m³ 1916 och 51 m³ 1917.

⁸⁸ Kopparhalten kan uppgå till 6 mg/l, zinkhalten till 400 mg/l, blyhalten till 1,3 mg/l och kadmiumhalten till 1,0 mg/l. Järnhalten kan vara så hög som 2,5 g/l. SGI, rapport 39, s 68.

⁸⁹ SGI, rapport 39, s 31. Gruvavfallsprojektet uppskattar samtidigt i ett PM från 1990-04-23 volymen till 183 100 kbm. I samband med Borlängevägens omläggning uppskattades mängden under och öster om vägen till 65 000 kbm med en mäktighet mellan en och fyra meter. VBB, VIAK. Pm daterat 1999-06-01.

1910 flyttade disponent P. Adler sin ättiksfabrik från Fredrikstad i Norge till Falun och området ovanför Storas laboratorium. Han bildade AB Falu Ättiksfabrik med Bergslaget som delägare. Fabriken avsåg att förädla den ättiksyrade kalk som 1899 hade börjat produceras vid Domnarvets kolugnar i Bysjön genom att blanda den med svavelsyra.⁹⁰



Ättiksfabriken. Idag är alla byggnader rivna, förutom huset till vänster. I nedre högra hörnet syns den upplagshög dit man förde restprodukterna. I bakgrunden skimtar kopparverkets höga slaggtipp. Upp till till höger syns Skålpussen. Hitom denna går dagens Hanröled.

Man tillverkade såväl en "teknisk" som en "kemiskt ren" ättiksyra av olika styrka, ända till 100% eller s.k. isättika. Den tekniska syran användes, förutom till textilindustrin, för en del kemisk-tekniska tillverkningar, under det att den kemiskt rena efter utspädning företrädesvis begagnades för konserverings- och hushållsbruk.⁹¹

1913 år kom ättiksfabriken i ekonomiska svårigheter och fabriken övertogs av Bergslaget, som lade den under kopparverkets förvaltning. Maxproduktionen var 1915 med 398 ton. Bysjöns kolugnar lades ner 1935. Då övergick man till att använda sulfitsprit från Skutskär och Kvarnsveden som råvara. Först oxiderades etylalkoholen till acetaldehyd och sedan denna till ättiksyra. 1941–45 återgick man till kalkacetat, sedan Bysjöns kolugnar startats igen för tillverkning av gengaskol. På 1940-talet började man tillverka etylacetat genom destillation av sprit blandad med ättiksyra och med svavelsyra som katalysator. 1964 nämns tillverkning av acetaldehyd, paraldehyd, ättikssyra och acetater.⁹²

Ättikstillverkningen lades ner 1971. Som restprodukt bildades gips, som lades på en tipp nordväst om fabriken. Marken runt fabriken var förut helt vit. Idag finns ingenting kvar av ättiksfabriken annat än husgrunderna samt det gamla kontoret. Området håller långsamt på att förbuskas.

⁹⁰ I sju rörverk av gjutjärn med ingjutna ångspiraler blandades den ättiksyrades kalken med svavelsyra under uppvärmning, varvid ättiksyran övergick i gasform, under det att svavelsyran bands i kalken och bildade gips. Den i gasform avgående ättikssyran kondenserades i två råsyrekolonnapparater av glas med 7 000 liters volym, varvid s.k. råsyra bildades. Denna destillerades och renades i tre finsyrekolonnapparater av glas med kylslangar av silver och med en volym om 3-5 000 liter.

⁹¹ För det senare ändamålet tappades syran ur sex väldiga krukor av lergods om 900- 1 200 liter och sedan den blivit utspädd, på flaskor av olika storlekar i 4 tappningskammare.

⁹² Bergslaget 1964/4.

Talkverk

1918 uppfördes ett talkverk väster om Oscars lave. Där maldes under några år uppfordrad talksten till pulver, som sedan såldes till gjuterier och pappersbruk. Byggnaden är idag riven.

Falu Metallextraktionsverk

På Vuxengymnasiets tomt vid dåvarande Tisken startade på 1880-talet Falu Metallextraktionsverk. Här hade förut legat ett glasbruk. Minnet av platsen levde kvar länge i det öknamn som platsen fick, "Lortkokä". Avfallet från tillverkningen blev nämligen en svart och illaluktande massa, innehållande svavelväte. På grund av klagomål från de kringboende fick man flytta längre bort längs Sturegatan där en imponerande timmerbyggnad uppfördes söder om nuvarande Timmervägen. Som råvara användes *nasar*, dvs. bottensatserna i de gamla smälthyttorna. Dessa innehöll värdefulla metaller som kobolt och nickel. För att utvinna metallerna så löstes nasarna upp i kokande svavelsyra. Kobolten separerades sedan i en komplicerad process⁹³ och såldes sedan för dyra pengar till glas- och porslinsindustrin, bl.a. i Kina och Japan. Snart var den inhemska råvaran slut. Försök gjordes med koboltblände från Norge, men med dåligt resultat, varför företaget lades ner. En eldsvåda jämnade extraktionsverket med marken.

Tisken

Även vattnen runt Falun är påverkade av gruvdriften. Linné skrev 1734: "Fahlu roströk gör allt vatten surt, själva kroppen sur." Förhöjda halter metaller kan påvisas i sjöar från 1000-talet och framåt.⁹⁴ Många bäckar runt Falun är starkt ockrafärgade av järnutfällningar från slagg och andra avfallsprodukter, t.ex. vid Korsgården, Margarettas dike i Gamla Berget samt diket längs nya vägen till Galbergsområdet.

Intressant i sammanhanget är den tvist som 1890 drevs av bonden Jansson på Uddnäs i Vika mot ägaren till Lönnemossa, Erlandsson. Den sistnämnde hade ändrat Lönnemossabäckens sträckning, så att den flöt genom slaggvarparna. Detta hade medfört så hög metallutlakning att fisken dött i Karlslundstjärnen. Jansson vann så småningom processen, ett av de första miljömålen i Sverige⁹⁵

Det vatten som urlakade metallinnehållet runt gruvan hamnade i Faluån/Tisken/Runn. Den största delen följde med den numera kulverterade Gruvbäcken, som mynnar vid Folkets Hus. Genom årens lopp har enorma mängder metaller fällts ut i Tisken.⁹⁶ En stor del av metallinnehållet fortsatte vidare genom Slussen till Runn och även vidare till Dalälven, speciellt då vattnet var väldigt surt. Så låga pH-värden som 3,6 uppmättes på 1970-talet vid Tiskens inlopp.⁹⁷ I och med att gruvvattnet började pumpas till Främby 1987, så började pH-värdet bli mer normalt i Tisken och sedimenteringen ökade kraftigt.

Idag är Tisken nästan helt igenfylld. Speciellt tåliga djur och växter har också börjat etablera sig. På sommaren ser sjön mest ut som en gräsmatta sedan växten löktåg invaderat sjön. Den lever gott i de näringsämnen som sedimenterats efter allt kommunalt kloakvatten som passerat innan Främby reningsverk byggdes.



Ockrafärgat dike vid Galberget.

⁹³ I FK 27/12 1948 beskrivs processen: Nasarna kokades i 14 dagar med ånga i svavelsyra till det blev ett slam. Detta fördes med en hävert till ett kar. Grova delar avskiljdes. Slammet trycktes med injektor till stora kar på tredje våningen. Där tillsattes fällningskemikalier. Efter omrörning fick lösningen stå 12 timmar. Klarvattnet tappades till Tisken. Restslammet tappades med bottenkran till tvätteriet där det tvättades med vatten. Därefter skedde en filtrering i stora kar där blaggarnslakan låg på rundvirke i botten. Den kvarvarande produkten kallades för blacka. Denna torkades nu i en ugn. Den torkade blackan maldes i en handkvarn och brändes i en ugn. Den löstes upp i ett kar där kristalliserad soda tillsattes. Härvid utfälldes järnet. Efter ny filtrering fick man en skär massa. När denna torkades blev den gråsvart. Denna tvättades och torkades ånyo. I koboltkammaren kavldes och siktades pulvret. Det packades i plåtburkar om 1-5 kg.

⁹⁴ Ek, A. & Renberg, I. Heavy metal pollution and lake acidity changes caused by one thousand years of copper mining in Falun. 2001.

⁹⁵ DD. 1988-01-10.

⁹⁶ I en mätning 1984 konstaterades att metallmängderna vid Slussen var klart lägre än vid Tiskbron. Detta innebar att en betydande mängd utfällda metaller sedimenterades i Tisken. Melin, sid 8. Mängden metall i den översta metern av Tiskens bottensediment (omfattande 250 000 m³) beräknades 1996 utifrån mätningar av Scandiakonsult (Tisken-Förundersökning inför eventuell muddring. 1992) till 400 ton koppar, 1000 t zink, 300 t bly, 6 t arsenik och 100 t fosfor. (Sandberg, Per-Erik. Tisken. Lägesrapport december 1996.)

⁹⁷ Dottne-Lindgren, Å. Falu gruvans inverkan på sjön Runn. 1978.



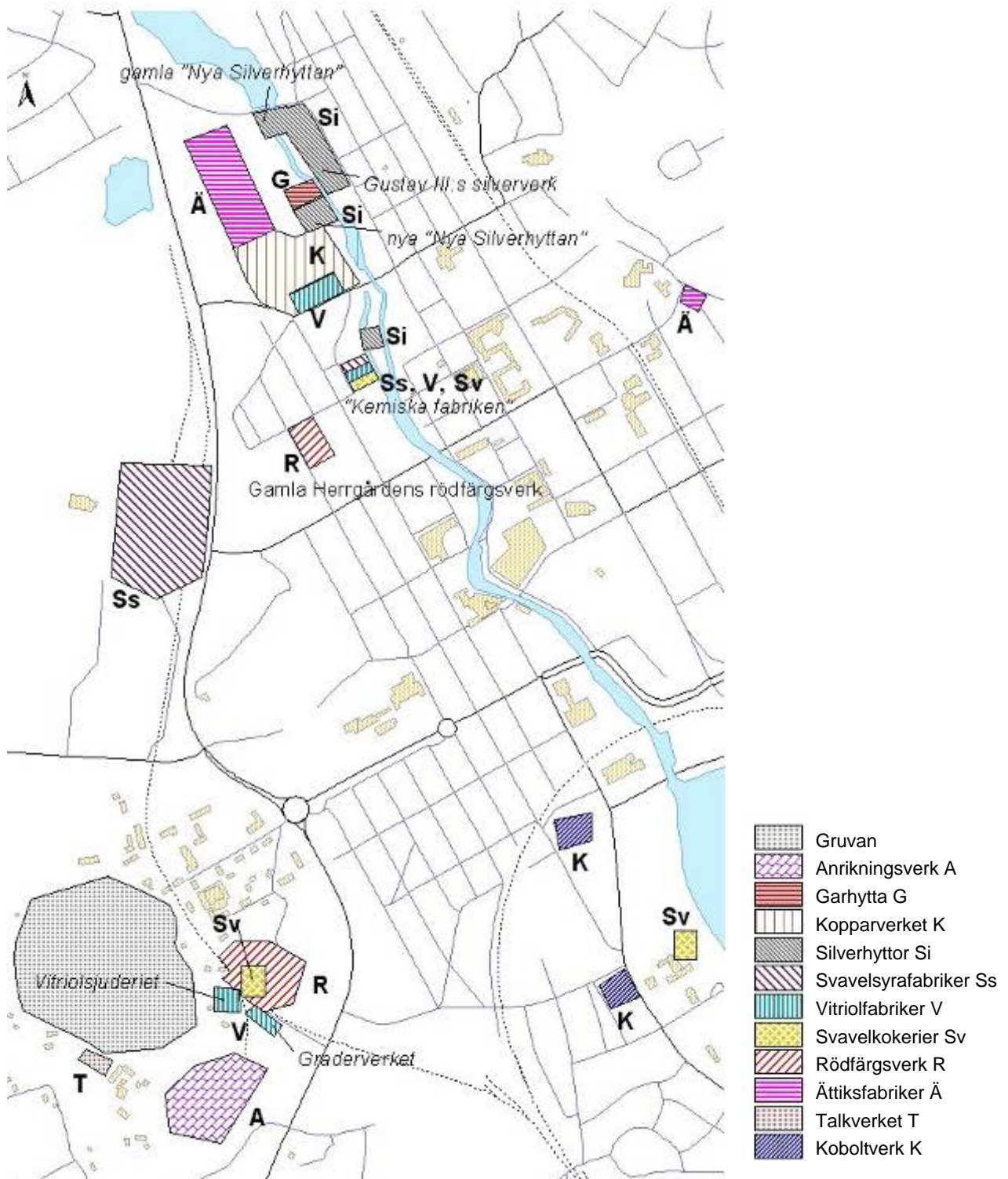
Tisken sommaren 2002. Stora delar är igenväxta med löktåg.

Kommunstyrelsen har startat Tiskenprojektet för att utreda förutsättningar för att muddra, återställa slussen, bygga båthamnar och göra Tiskens stränder attraktiva. Man ska också ansvara för att alla åtgärder blir genomförda, under förutsättning att man får alla nödvändiga tillstånd och att finansieringen kan ordnas.

Litteratur

- Ahl, T, Mehlin, A & Wilander, A. Projekt Falu Gruva – Metallbalans för Runn. 1983.
 Bertills m.fl. Biologiska effekter av xantater. Naturvårdsverkets rapport 3112.
 Dottne-Lindgren, Å. Falu gruvans inverkan på sjön Runn. 1978.
 Edlund, M. Bakteriell vittring i sulfidhaltiga sandupplag. 1984.
 Ek, A. & Renberg, I. Heavy metal pollution and lake acidity changes caused by one thousand years of copper mining in Falun. 2001.
 Eriksson, J. A. & Qvarfort, U. Age determination of the Falu Coppermine by 14C-datings and palynology. GFF 118: 43–47. 1996.
 GVT. Kisbränderna. Teknisk beskrivning samt kostnader för sanering av Skålpussenområdet. 1999.
 Kjellin, Nina. Den röda färgen. 1999.
 Laboris Victricibus Armis I-III. 1932. Manuskript i Stora:s Centralarkiv.
 Lindroth, Sten. Grubrytning och kopparhantering vid Stora Kopparberget. I och II. 1955.
 Lingquist, Lena. Vitriolverket i Falun. 1976
 Lundberg, Johan. De kemiska industrierna. Stencil på Stora:s arkiv. 1955.
 Lundberg, Johan. Kopparhantering vid Stora Kopparberget från 1800-talets början. Stencil på Stora:s arkiv.
 Lundgren, Tom och Hartlén, Jan. Gruvavfall i Dalälvens avrinningsområde. SIG Rapport 39. 1990.
 Melin, Anders. Falu gruva – metallbalans. SNV Rapport 3094. 1986.
 Montelius, S. Falu gruva – dödens väntrum. I Ymer. 1968.
 Olsson, Sven. Antikvarisk kartläggning av Falu gruva och Falu stad. 1990.
 Qvarfort, Ulf. Kvantifiering av svavelutsläppen i Falun sedan 1200-talet. 1994.
 Rydberg, Sven. Dalarnas industrihistoria. 1992.
 Sahlin, C. Stora Kopparberget och Falu stad i reseskildringar. 1897.
 Sandberg, P-E. Markens metallinnehåll i Falu tätort med omgivning. 1995.
 Sandberg, Per-Erik. Tisken. Lägesrapport december 1996.
 Scandiakonsult. Tisken – Förundersökning inför eventuell muddring. 1992.
 SIG:s rapport 39. 1990.
 Sundström, Kjell. Anrikningsverket vid Falu gruva. 1992.
 Sundström, Kjell. Svavelsyrafabriken i Falun. 1993.
 Uppfinningarnas bok IV och VIII. 1928 resp. 1939.
 VYRmetoder. Faluprojektet. Förslag till försök. 1994.

Bilaga A. Läget för diverse fabriker i Falun



1600-t 1700-t 1800-40 1850 1860 1870 1880 1890 1900 1910 1920 1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000

Gruvan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		Till 1992
Anrikningsverk					X						X	X	X	X	X	X	X	X		1927-1993
Kopparhyttor	X	X	X	X	X	X														Till 1878
Kallrostar	X	X	X	X	X	X	X	X	X											Till 1905
Precipationsverk		X	X																	1765-1823
Extraktionsverket						X	X	X												1872-1894
Kopparverk									X	X	X									1905-1921
Silverhyttor		X	X	X			X	X	X	X	X									1788-1859, 1884-1920
Garning			X	X	X	X	X	X		X										1842-1894, 1910-1921
Vismuttillverkning									X											1904, 1905
Svavelsyra				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		1858-1993
Svavelsyrad lerjord									X	X										1902-1916
Vanadinfabrik													X							1940-talet
Kulsinterverk														X	X	X				1959-1978
Vitriol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				1749-1977
Svavelbruk		X	X	X	X	X	X	X	X											1798-1906
Rödfärgsverk		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1775-pågåar
Ättiksfabrik			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X				1837-1879, 1910-1971
Talkverk										X	X									1918-?
Koboltverk							X	X												1880-tal -?

Biaga B. Årtal för industrier kring Falu Gruva

