

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS R.Y. — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.F.



Sisältö — Innehållet:

Dipl.ing. E. Strandström:

Gruvdriften inom Lojo Kalkverk.

Dipl.ins. Petri Bryk:

Hopean ja kullan eroittaminen toisistaan ennen ja nyt.

Dipl.ing. I. Kjellman:

Om olika slags tackjärn.

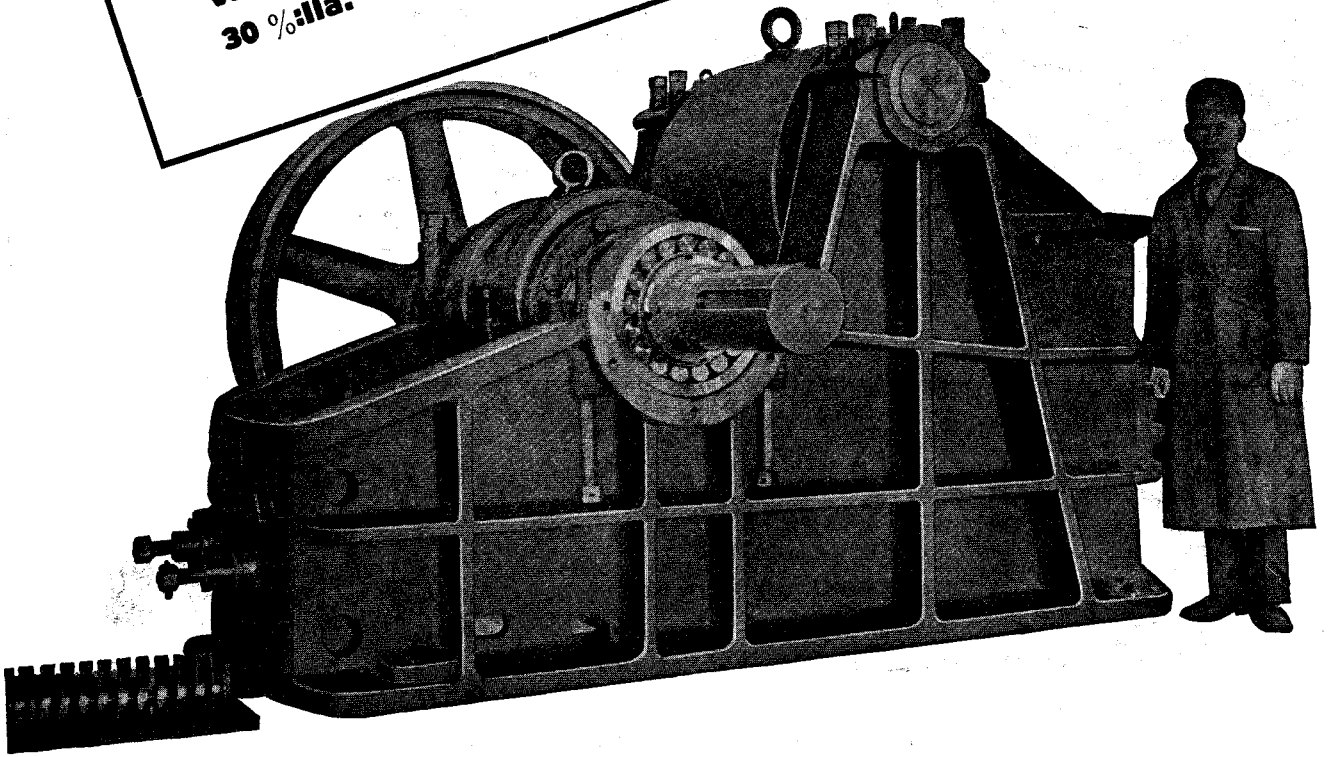
Kirjallisuusselostuksia - Litteraturöversikt.

ARBOGA-LOKOMO

malminmurskaaja

Syöttöaukko 900 x 600 mm.

Epäkeskoakselissa rullalaakerit sekä
kiertokangessa että rungossa, ja
vähentyy täten voimankulutus noin
30 %:lla.



ARBOGA-LOKOMO koneita kaivoksia ja rikastuslaitoksia
varten valmistaa Suomessa LOKOMO Oy. yhteistyössä
ARBOGA MEKANISKA VERKSTAD'in kanssa.

KONE-OY E. GRÖNBLÖM

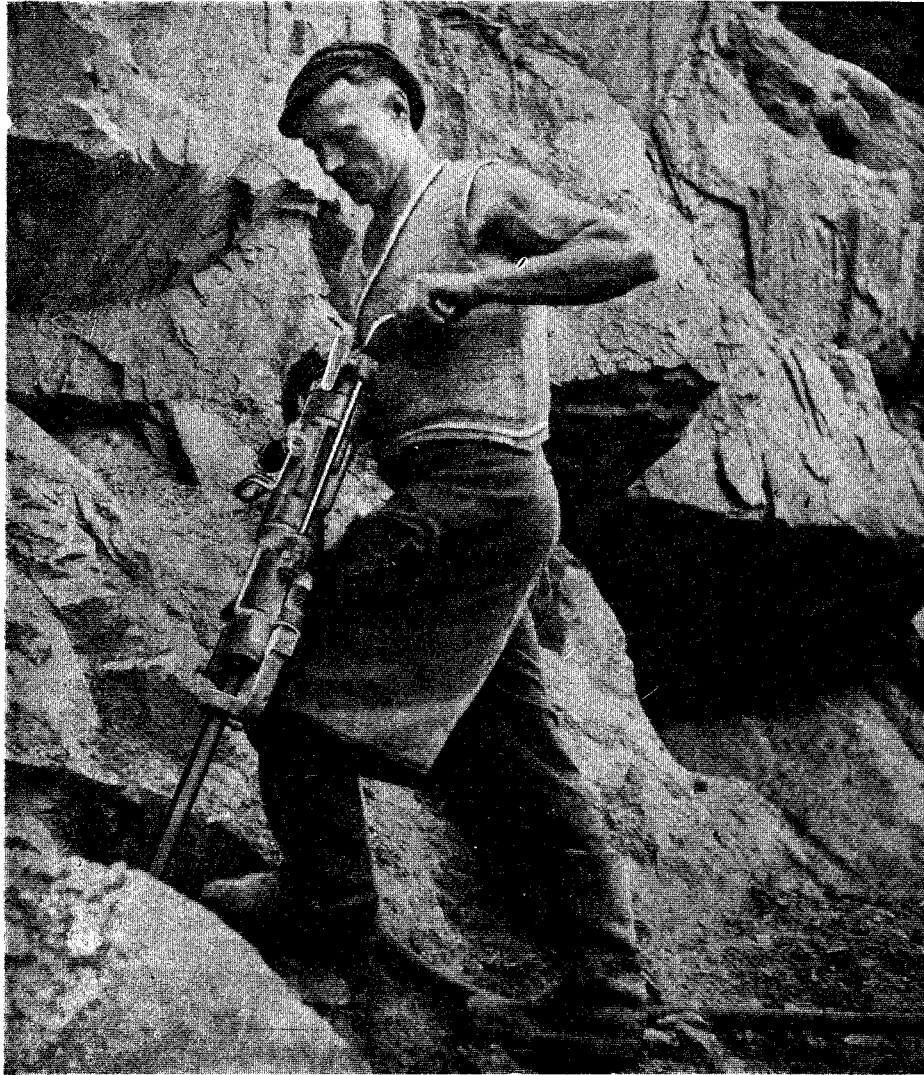
HELSINKI
25 861

TURKU
10 987

TAMPERE
25 26

JYVÄSKYLÄ
23 39

OULU
28 70



Flottmann

Kompressoreja • Paineilmatyökaluja ym. kaivoskoneita

Flottmann

varaosien varasto Suomessa.



Machinery

10 222 - 61861 - 4699 - 3047 - 2295 - 34

TURKU - HELSINKI - TAMPERE - OULU - JYVÄSKYLÄ - VIIPURI

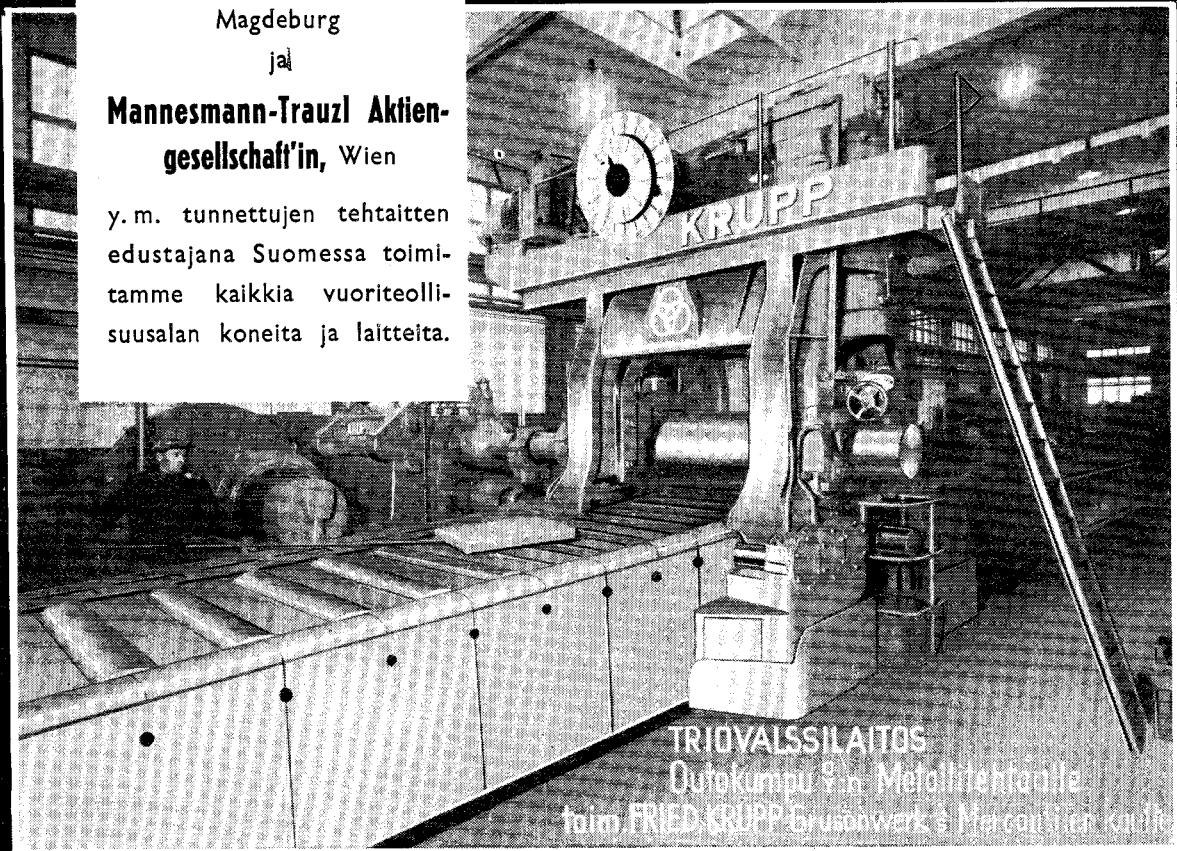
Fried. Krupp Grusonwerk A/G:n

Magdeburg

ja

**Mannesmann-Trauzl Aktien-
gesellschaft'in, Wien**

y. m. tunnettujen tehtaitten
edustajana Suomessa toimi-
tamme kaikkia vuoriteolli-
suusalan koneita ja laitteita.



TRIOVALSSILAITOS

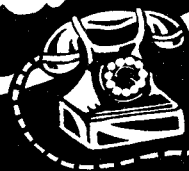
Autokumpu 8:n Metallitehtaanille

toim. FRIED. KRUPP Grusonwerk & Maschinenbau AG

VUORITEOLLISUUSKONEITA JA LAITTEITA



Mercantile



30731

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Lehti ilmestyy 4—6 kertaa vuodessa. Kirjoitusten lainaukset — myös osittain — sallittuja vain erikoisluvalla, jolloin myös lehden nimi on täydellisenä mainittava. — Toimitus ja ilmoitusten vastaanotto Kirkkokatu 14 IV, puh. 61 971 kello 9—11. Toimitusvaliokunnan muodostaa yhdistyksen hallitus puheenjohtajana vuorin. Eero Mäkinen. Päätöittäjä dipl.ins. U. Raade.

No 1/1943

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS r.y. — Utgivare: BERGSMANNAFÖRENINGEN r.f.
Painatus ja jakelu: Tillmannin kirjapaino, Helsinki

20. elokuuta 1943



Gruvdriften inom Lojo Kalkverk

dipl.ing. E. Strandström Lojo Kalkverk Ab. Gerknäs

Ing. Strandström har vänligen lovat om fortsättning i ett par av tidskriftens närmast utkommande nummer. Dagens uppsatts bör betraktas som allmänt orienterande. Red.

Ojamo fyndigheten är inom Lojo köpings område på Ojamo rusthålls ägor i den trakt alltså, där Finlands gruvindustri fick sin start i och med att Eric Fleming år 1540 erhöi inmutningsbrev på järnmalm.

Som inledning anser jag mig böra påpeka, att denna fyndighet ej finns upptagen i den av geologiska kommissionen utgivna redogörelsen om kalkstenen i Finland. Väl finnas dock utlöpare av fyndigheten angivna, nämligen Hellberg och Kalkholmen. Dessa båda holmar äro belägna i samma strykningsriktning som kalkstråkerna i Ojamo. En oriktighet som insmugit sig i ovannämnda redogörelse är även att stupningen uppgivits till N. men bör vara S.

Det fanns små blottningar av kalk och ett litet brott, varifrån kalk tagits för hembränning. Några andra synliga tecken på en större

fyndighet funnos ej, varför det gällde att företaga grundliga undersökningar. Denna grundlighet som ägnades undersökningen var ännu mera motiverad av att kalken ju är ett billigt råmaterial. Det erfordras även stora kvantiteter för att säkerställa driften och bliva ekonomiskt bärande.

Då fyndigheten var täckt av ett mäktigt jordlager upp till 15 meter, var det ej möjligt att genomföra undersökningen endast genom vanliga diken och skörpningar, utan tillgreps även nedsläendet av jordborrningsrör och efterföljande kärnborrnig först med diamanter men senare med tillhjälp av stålsandborrnig. Användandet av jordrörsborrnig visade sig vara nyttigt i ännu ett annat avseende i det att de genom pliktning erhållna jordlagertjocklekarna visade sig vara felaktiga. Pliktstången hade stannat i ett mycket hårt och c:a 1 meter tjockt moränlager, under vilket det kunde finnas ett jordlager av flere meters tjocklek mellan berget och ovannämnda moränlager.

Vid ett besök i fabrikslaboratoriet påpekade vår kemist, att vid omrörandet av krossgodset för analysering med en magnet hade någ-

ra magnetkorn fastnat vid den och detta gav mig anledning till besök hos framlidne prof. Sederholm med anhållan om att få låna Schmidts fältvåg för mätningar och efter en viss tvekan om ändamålsenligheten med detta biföll han min anhållan.

Undersökningen medels vertikalvariometern (Schmidts fältvåg) grundar sig på den olika inverkan som olika bergarter utöva på en känslig magnetisk våg, på grund av deras växlande halt av järnhaltiga mineral påverkande magnetnålen. I gynnsamma fall ernås härigenom en möjlighet att fastställa läget av kontakterna i jordbetäckt terräng samt förloppet av olika beskaffade skikt i samma bergarts massa, och indirekt skiktens strykning.

Av bergarterna i här ifrågavarande område saknas i regeln kalkstenen samt praktiskt taget även graniten järnrika mineral i så stor mängd att de märkbart påverka instrumentet. Däremot utövas amfibolit samt vanligen även leptiterna samt leptitgnejs ett märkbart inflytande. Dessutom finner man ofta i kontakterna mellan kalkstenen och sidostenen en anrikning

av magnetit, som underlättar fastställandet av densamma. Då kalkstenslager av teknisk betydelse nästan undantagslöst åtfölja bergarter av sistnämnda slag, utgör fastställandet av förloppet av leptit-amfibolit skifferzonerna den väsentliga uppgiften vid den magnetiska kalkstensprospekteringen.

Vi började nu på egen hand utföra mätningar och kunde med ledning av de erhållna värdena uppdraga konturer för kontaktzonen för kalken och det omgivna berget. När vi kommit så långt, vidtalade vi professor Kranck att utföra noggranna mätningar så att vi skulle få våra egna resultat kontrollerade.

Genom djupborrning hava de erhållna gränserna kontrollerats och tillsvidare visat sig vara riktiga. De genom fältvägsmätningen erhållna resultaten avveko nämligen mycket väsentligt från de tidigare antagna gränserna. Genom dessa undersökningar fingo vi fastslaget, att Ojamo verkligen var en mycket stor fyndighet. Den består av ett huvudstråk av 90 meters mäktighet och på vardera sidan av detta tvenne smalare parallellt löpande stråk.

Strykningen är i börjande från Lojo sjöstrand E. W. och böjer sig först i svagare och sedan i allt skarpare båge mot söder. Fältets längd omfattar nu c:a 1200 meter. Stupningen är mot S och är i dagyta 60° för att så småningom bliva flackare mot djupet och mäta på IX etaget, d.v.s. — 138 meter under sjöytan 32°. Med tillhjälp av Schmidtska fältvägen hava vi senare upptäckt ett kalkstråk under ett jordtäckte av 60 meter.

Jag har här lämnat en relativt utförlig redogörelse över de förberedande arbetena, då det ej tidigare lämnats några upplysningar därom och då jag ansett det väl motiverat att påvisa betydelsen av ett dylikt förarbete.

Brytningen hade redan på ett tidigare stadium av undersökningarna vidtagit, eller närmare bestämt i början av maj 1925.

Det högsta partiet hade blottats till en bredd av 20 meter och ett vanligt öppet stenbrott anlades.

Vid brytningen tillämpade vi vanliga metoder, som komma till användning i öppna brott.

Pallhål om ett djup av 2,5—3 meter neddrevos. Sprängämnet var dynamit. Borrmaskinerna voro av Ingersoll-Rand-typ B. C. R. 430. Borrstålet var 7/8" rundstål och som bekant erfordrar den äldsta typen av dessa maskiner fyrkantiga nackar med kragar, varför dessa måste smidas för hand. Stålet var vanligt kolstål.

Stenen släggades och sorterades för hand vid själva bröstet och lastades i vanliga kippvagnar av typen Ornstein-Koppel och mätte $\frac{3}{4}$ m³. För att hindra slitaget av kuporna samt även giva dem större stadga, voro de fodrade med 1" björkplan- kor på inre sidan.

Från kippvagnarna tömdes stenen i järnvägsvagnarna för vidare befördran till fabriken längs en järnväg, som byggts emellan brottet och cementfabriken. Vagnarna togo last av 16 ton och äro tvåaxlade. Med tanke på de tunga vagnarna är banan gjord av 24 kg reels. Den har en längd av c:a 8 km.

Sorteringen beredde oss i början mycket besvär i det att stenen var mycket blandad, och i synnerhet förekomsten av magnesia, upp till 12 %, var mycket förargligt. Förekomsten av så hög magnesiahalt var en fullkomlig överraskning, då vi ej väntat oss detta. Jag hänvisar här även till den tidigare åberopade Kalkstenen i Finland.

Mycket snart blevo vi tvungna att sänka brottet under marknivån och anlägga en snedbana i den mot sjön vettande ändan av brottet för uppfordring av vagnarna. I ändan av denna byggdes en lave från vilken kippvagnen åter tömdes i järnvägsvagnar. I flere pallar hade nedsänkningen drivits till — 10 meter.

Pallarnas höjder hade varierat beroende på den tid som stod till buds för sänkningen. Det gällde

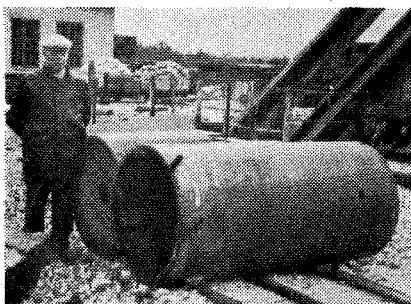
ju hela tiden att hålla brytningskapaciteten vid den högsta möjliga.

Det bästa resultatet ernåddes i sprängämnesåtgång och erforderligt borrlöpmeter per ton utbruten sten vid 5 meters pallhöjd. Den inbesparing i kostnaderna som härmed ernåddes, översteg i märkbar grad de merkostnader, som förorsakades av det större spårnätet och oftare förlängning av lastnings-spåren, som blevo följden av de lägre pallarna. Dessutom bildades mindre sepele, vilket för oss är av stor betydelse vid utvinnandet av kalkugnen.

Den sneda uppfordringsbanan blev nu av ganska betydliga dimensioner, ty som bekant kan donläget ej överskrida 13°, utan att skilda hissplatåer tagas i användning.

För oss förestod därför vid detta stadium en ombyggnad av uppfordringen samt i samband härmed även anskaffandet av nya vagnar. Vi ansågo att de gamla kippvagnarna voro oändamålsenliga, genom att stenen måste lyftas till en jämförelsevis stor höjd 110 cm. Vi hade tänkt oss ett uppfordringsverk i mitten av fyndigheten för att förkorta vagnningen i brottet samt ordna sprängningen vinkelrätt mot strykningen och ej som hittills i längdriktningen. Genom att ordna sprängningen vinkelrätt mot strykningen minskas sprängämnesåtgången. Jag vill inflika, att vi som tidigare framhållits, använde dynamit som sprängämne men senare övergått till klorat, varvid vi först fyllde kloratmjöl i tygpåsar, men senare lyckades vi få leverantören att tillverka briketter, de sk. Imatra-briketterna.

Poängteras bör att vi voro mycket nöjda med detta sprängämne. Det var billigt och lätt hanterligt och gav ett fullt tillfredsställande resultat. Några olycksfall hade vi ej heller under hela den tid eller närmare 8 år som vi använde oss av Imatra-briketterna. Att vi senare övergingo till triniten berodde på ingripande från sprängämneinspektören samt övergången till gruvbrytning.



Författaren och stålsandborrkärnor.

För att förebygga fel och oriktigheter i våra ombyggnader vände vi oss till ingenjören Elis Mossberg i Sverige och anhöllo av honom om förslag till omläggning av uppfordringen. Härvid poängterade vi önskvärdheten av att få lämpligare, framför allt låga vagnar. Vid projekterandet av uppfordringssystemet bör observeras kapacitet, vagnslitage samt erforderlig arbetspersonal.

Ingenjör Mossberg förelade oss tvänne alternativ för uppfordring.

Det ena förslaget gick ut på att inbygga tappfickor i bottnet av brottet och uppfordra stenen med hundar, vilka skulle tömma denna fickor inbyggda i gruvlaven. Från dessa fickor skulle stenen sedan tappas i järnvägsvagnarna.

Mot detta system anförde vi, att ett dubbelt slitage uppstår, nämligen först vid vagnarnas tömmande i tappfickorna samt sedan åter då stenen tömmas från hunden i lavfickorna. Vidare bildades mycket sepele vid den dubbla kippningen.

Det andra alternativet var att bygga ett vanligt donlägigt uppfordringsverk med hissar för en vagn. Vagnarna tagas ut från hissarna på gruvlaven för hand och vagnas här och tippas för hand i järnvägsvagnarna.

Mot detta allmännast förekommande uppfordringssätt kan man anmärka, att det erfordras stor manuell arbetskraft och är långsamt.

I vardera fallet skulle uppfordringsbanan byggas på liggsidan utefter det naturliga donläget.

Vagnstypen skulle bibehållas men

lastkapaciteten ökas från $1\frac{1}{2}$ ton till $2\frac{1}{2}$ ton. Härvid skulle även spårvidden från vår 500 mm måste ökas till 600 mm.

Då de av ingenjör Mossberg föreslagna alternativerna ej tillfredställde våra fordringar, började vi själva försöka lösa problemet.

Vi fastslog härvid, att den blivande uppfordringsbanan anlägges i mitten av den då bearbetade fyndigheten samt bygges i donläget.

Vad vagnarna åter vidkommer utgingo vi från våra tidigare krav om låg lastningshöjd. Denna kunde ernås endast om vagnarna ej äro kippvagnar, utan tömningen sker med särskild kippanordning.

För att nå lägsta lastningshöjd måste en sida tagas bort för att stenen ej skall behöva lyftas över kanten då vagnen ställes med sin öppna sida mot bröstet. Det faller sig även helt naturligt att vagnen tömmes just åt detta håll, d.v.s. framåt medels en framtippare eller vagga. Vagnarnas lastkapacitet bör även vara möjligast stor, utan att spårvidden behöver ändras.

Det giver sig ganska osökt att det enda riktiga är att tippa vagnen som en hund, med andra ord att konstruera hissarna så att de bliva hundar på vilka vagnarna fastgöras.

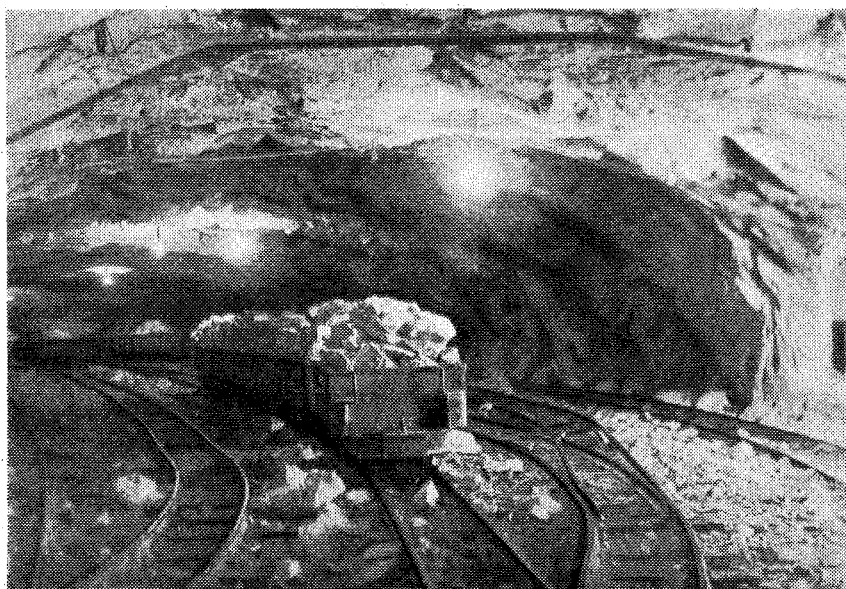
När vi kommit så här långt i våra

resonemang var ju frågan löst. Det gällde att börja med konstruktiverna.

I samråd med Ornstein-Koppel konstruerades gruvvagnarna. Handlastade rymma de 3.5 ton. Vårt ritkontor konstruerade hissarna, vilka sedan tillverkades på annat håll. Samtidigt med de nya gruvvagnarna gingo vi in för direkt lastning av kalkungsten för ringugnen sålunda, att vagnarna lastas färdigt i brottet och sedan med lavettvagnar eller truckar rymmande 8 vagnar vardera transporteras till ringugnen.

Vid nedsänkningen av pallarna i öppen brytning gingo vi tillväga på följande sätt: Ett schakt i kanten av hängen sänktes ned till det bestämma djupet, varefter en horisontal ort drevs till liggväggen under uppfordringsbanan och stigort sprängdes upp till genomslag under banorna. Brottet utvidgades sedan från sänket åt vardera sidan.

Brytningen pressade hela tiden på och vi hade svårt att hinna undan med jordrymningen. Vi hade börjat denna på vanligt sätt med häst och kärra. Även skotkärror hade flitigt utnyttjats. Följande stadium var att anlägga en smal-spårig bana och tillgripa kippvagnar, först med handlastning och sedan med en ångbagger. Den före-



Vagnar i bangård etage VIII.

fintliga järnvägen förlängdes för att kunna betjäna borttransporten av jorden, då de vid järnvägsbygget använda sandvagnarna togos i användning.

Då jordtäcket blev allt mäktigare måste takten på jordrymningen ökas hela tiden. Ett skrapspel med en 50 HP. motoreffekt anskaffades, som drog jorden i stora högar. Ytterligare ett större skrapspel anskaffade, varmed jorden drogs i järnvägsvagnar för borttransport, men sedan drogs även med detta spel i högar.

Enär jordtäcket till största delen bestod av pinnum och hård lera, förmådde ej skrapan lösgöra den, utan måste vi taga bagger till detta arbete och skrapan fick tjänstgöra som transportmedel för den uppluckrade jorden.

För att öka jordrymningseffekten tillgrepo vi ytterligare ett hydrauliskt förfarande genom att med en kraftig vattenstråle skära lös jorden, transportera den med en skrapa till ett slamverk, därifrån den pumpades i sjön med vanliga sandpumpar.

Bergytan sänkte sig på hängsidan och hade blottats till — 5 under Lojo sjös yta och var nu blottat till hela sin bredd. Fråga blev om huru vi skulle begå för att hindra vattnet att tränga in i brottet om jordrymning skulle drivas längre. Det gällde nu att fatta ett avgörande beslut om huru brytningen skulle fortsättas. Det gavs enligt vårt förmenande två sätt.

Det ena var att anlägga en säker damm ute i sjön, som skulle möjliggöra blottandet av berget ner mot sjön och fortsätta nedåt med brottet eller och att övergå till djupbrytning. Då även brottet hade smalnat av på djupet på grund av att hängväggen lämnades orörd, skulle en följande nedsänkning fört med sig, att den gråa hängväggen hade måst sprängas ned för att öka bredden i botten, varför vi stannade för djupbrytningen, för att en gång för alla bli befriade från pressen med jordrymningen.

Att övergå till djupbrytning är ej någon lätt sak, och det gällde att undersöka de ekonomiska möjligheterna härför. Grundundersökningen måste utföras för att utröna bergets täthet och fastställandet av eventuellt vattentillflöde. Bergets mekaniska hållfasthet och förekomsten av sprickor måste klarläggas. Alla undersökningar gävo positivt resultat, och då jag samtidigt fick tag i en bulletin från Förenta Staternas gruvbyrå, där beskrivning lämnades över ett flertal cementfabriker, som av ungefär likartade omständigheter blivit tvungna att övergå till gruvdrift, ansåg jag mig våga framlägga som det enda riktiga för vårt vidkommande att följa andras exempel.

Det gällde bara att fastställa systemet. Fordringar voro att system, som ej fordrade lång tid för tillredningen, ej var för invecklat på grund av avsaknaden av vana gruvarbetare. Billig drift samt möjlighet till relativt stor kapacitet. Vidare skulle omläggningen ej få inverka störande på driften. Med andra ord: en gruva skulle öppnas på möjligast korta tid så att ej hela fabriken drift skulle råka i svårigheter.

Efter ett mycket ingående studium av problemet stannade vi för pallbrytning i kamrar på 16 meters bredd och pallhöjden bestämdes till 30 meter. Brytningen skulle som hittills ske från hängen mot ligen.

Det gällde nu att så fort som möjligt skrida till verket med tillredningen. En ort drevs mot hängen. Ett vertikalt schakt påbörjades, som skulle sänkas till — 58. Samtidigt påbörjades sänkning i botten av uppföringsbanan genom att göra påhugg på sidan om banan. Härigenom blev schaktet bredare än vad som behövdes för uppföringen. Denna del var avsedd att användas för stegor och rörledningar. Efter att hava nedsänkt en smalare del till 5 mtr. djup, utvidgades sänket till full bredd och höjd. Ett tak kvarlämn-

nades så att arbetet kunde pågå obehindrat. Detta skyddstak togs ned först sedan schaktet var fullt utsprängt. Stenen från sänket uppfordrades med hundar.

För uppföringen från det vertikala schaktet använde vi oss av en derik kran och tunna, vilken tömdes i gruvvagnarna. I horisontalled i orterna transporterades tunnorna på trallar.

Det gick ganska trögt i början då folket var ovant. I ortdrivningen använde vi oss av våra gamla maskiner, till vilka vi anskaffat skruvmatningsapparater och pelare.

Mycket snart köpte vi nya teleskopmaskiner S. 49 I. R., men ville arbetarna på inga villkor taga dem i användning. Det var först efter en lång dragkamp som deras motstånd övervanns.

Då vi började med ortdrivningen använde vi oss av centrumkilspängning, men då resultatet ej blev tillfredställande, övergingo vi till vad vi kalla bolshevik-hålställning. Borrningen börjas från ena sidan och fortsätter solfjäderformigt tills hela Ortsbredden är borrad. I själva verket är ju detta också en kilställning av hålen, men tages endast ena halvan av kilen, då ju den andra är fri.

En huvudutfraktsort drevs sedan längs hängen och efter varje 24 meter gjordes påhugg för en kammare mot ligen. Härifrån påbörjades en stigort till den bestämda höjden eller 30 meter. Taket strossades ut och stigorten utvidgades till den fulla bredden 16 meter och brytningen kunde vidtaga. För ventilation och kommunikation drevs en smal ort i kammarhöjden mot ligen och där åter längs ligen till det öppna brottet.

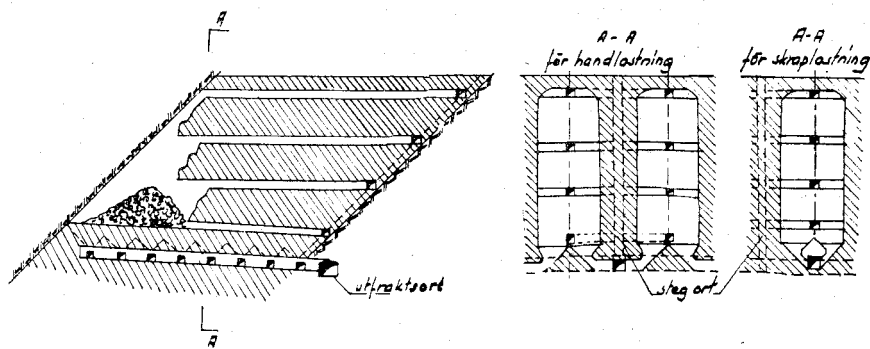
I varje kammare gjordes 4 spår för lastning. På varje spår lastade 2 man och kunde sålunda 8 man lasta från varje kammare. Ett försök med 3 man per spår gjordes nog, men blev kapaciteten alltid mindre per släggare än med två man per spår.

Sprängningen och borrhningen i bröstet tillgingo på normalt sätt.

För uppsamling av lastade vagnar anlades på arbetsnivån eller pallsulan en rangerbangård med 5 spår, ett för var av de olika stensorterna förutom sec. eller cementsten, som utgör huvudparten, två spår, de vardera yttersta, för att göra rangeringen och in- och uttagning i hissen så snabb som möjligt. Det mittersta spåret åter användes för tomvagnar.

Det visade sig mycket snart att uttagandet och insättandet av vagnarna på hissarna från samma sida var mycket tidsödande, varför vi ombyggde dessa så att genomgångstrafik kunde tillämpas och härigenom nedbringades hela operationen med utbytandet av vagnarna till 18 sek. Då vagnarna i dagen skolas ut ur hissarna i arbetsnivån, stannas dessa med ljussignaler och hissarna lämnas att vila på linorna. Några stannplan hava nämligen ej inbyggts. Vagnarna tagas ut från hissarna på svängskivor, vilka manövreras med tryckluft.

Genom system med rum och pelare erhöles ett mycket begränsat antal angreppspunkter och bestämdes sålunda gruvans kapacitet av antalet färdigt tillredda kamrar. Vid en ökad drift måste kamrarnas antal ökas, vilket gjorde att tillredningsarbetena måste utsträckas till ett mycket stort område. Detta åter medförde en relativt stor kapitalinvestering. När såväl cement- som kalktillverkningen ökades på grund av gjorda utvidgningar, ställdes större fordringar på gruvans kapacitet varför vi sågo oss tvungna att omlägga driften, och det gällde att finna ett system, som kunde tillfredsställa de nya fordringarna. Dessutom hade de stora, höga kamrarna börjat förorsaka många sömnlösa nätter och skrotningen av tak och väggar voro rätt så besvärliga. Ehuru några olycksfall ej förekommit, föreföll det som om en skräckpsykos hade gripit arbetarna och flere slutade arbetet. Härför borde det even-



Brytningschema.

tuella nya systemet även ur olycksfallssynpunkt vara bättre.

Då alla i Norden och det övriga Europa tillämpade metoder ej tillfredställde oss, beslöto vi övergå till vad på engelska heter sublevelstopning eller vad vi på svenska kalla skivpallbrytning, på finska välitasolouhinta. Detta system hade börjat tillämpas i Amerika, närmare bestämt Mithigan år 1902 i järngruvor; systemet erhöles snabbt en mycket stor spridning och skedde en stark frammarsch åren 1927/28/29 och uppgick nu till 31 milj. ton. Även i den stora järngruvan i Krivoj-Rog hade systemet vunnit insteg och år 1934 hade man i så gott som alla gruvor i detta område övergått till någon variant av detta system.

Orsakerna till att vi stannade för detta system äro:

1) Tillredningen kan koncentreras och behöver ej utsträckas till en längre tidrymd.

2) Det utbrutna godset kan uttagas omedelbart och någon del behöver ej kvarlämnas som vid t.ex. magasinsbrytning, härigenom kan brytningen hållas konstant.

3) Utlastningen blir effektiv. Den är oberoende av brytningen. I ett magasin måste man tappa eller lasta små partier i taget på varje lastningsplats för att hålla lämpligt avstånd mellan taket och lösbrutna stenen.

4) Det nedsprängda godset kan utan ytterligare tillredningsarbeten antingen tappas genom luckor, utlastas med skrapa eller lastas för hand från sulan.

5) Godset kommer självt på

grund av tyngdlagen till utlastningsställena.

6) Borrhningstiden blir bättre utnyttjad. Borrhningen blir mera standardiserad, uppställningstiden reduceras väsentligt och mindre kvalificerat folk erfordras för borrhningen.

7) I område för varje lösskuret block erhålles ett stort antal arbetsplatser för borrharna.

8) Sprängningen kan försiggå oberoende av det övriga arbetet.

9) Förhållandevis liten sprängämnesåtgång. Utbrytningen i palar med flere fria ytor.

10) God ventilation så att sprängningen ej erfordrar avbrott för ventilationen.

11) Även dammets skadliga inverkan kan minskas genom att skjutningen kan ordnas så att stora salvor skjutas endast vid arbetstidens slut, varvid dammet får tid att sätta sig.

12) Arbetarna befinna sig alltid under taket i orterna, vilket ökar trygghetskänslan.

Själva brytningstemat har följande förlopp:

Från utfraktsorten drives ett tvärslag till liggväggen varifrån en stigort drives längs denna till fulla höjden. Från tvärslagen insprängas släggingsrum åt vardera sidan med ett avstånd av 7,5 mtr. från centrum till centrum och lämnas pelare emellan. Hela blocket delas genom orter som drages i mitten av det blivande blocket i skivor på 6—7 meters tjocklek de s.k. mellanorterna. Dessa förenas till den längs ligger drivna stigorten och bliver sålunda förbindel-

seled mellan skivorna och trapp-orten samt förmedlar ventilation.

Från släggningsrummen åter drivas stigorter till nedersta mellan-orten och fungerar dessa först som ventilations orter, samt senare utbildas till tapplasar.

Blocket skäres löst från hängen genom att en stigort drives som förbinder alla mellanorter och då denna nått ända upp till full höjd, vidtager själva brytningen. Denna tillgår så att med utgångspunkt från den lägsta mellanorten de tidigare omnämnda stigorterna från släggningsrummen utspränges till trattar och följande skiva börjar brytas. Detta åter tillgår så att den längs hängen drivna stigorten utbredes till blockets hela bredd, härefter drives en ort från mellanorten åt vardera sidan till blockets gränser och pallborrnin-gen kan börja. Härefter ser man till att utbredningen från mellan-orten och pallens framdrift hålla jämna steg. Följande ovanpå liggande skiva tages under arbete så snart den närmast under liggande fått ett försprång på 3—5 mtr.

På detta sätt förfäres tills hela blocket blivit nedsprängt.

Inlastningen och släggnin-gen förgår som naturligt i släggningsrummet där även eventuella skut utföres. Eljes är regeln den att sprängningen ordnas så att minsta möjliga skut uppstår och göras dessa i mån av möjlighet inne i kamrarna. Vi hava praktiserat med att ordna ett tvärslag för två kamrar och tvärslag för varje kam-mare. Släggningsrummen äro ordnade som rutorna i ett schakbräde.

Andordningen framgår för övrigt av ritningen.

Såsom jag tidigare påpekat vå-lade oss förkomsten av magnesia-haltig sten stort besvär vid sorte-ringen, varför vi också hade stan-nat för handlastning och släggnin-g av stenen vid själva bröstet. Detta även påverkat därav att stenen ej hade en naturlig klöv mellan de olika sorterna. Ju mera vi fått

kännedom om fyndigheten har det kunnat konstateras att den mag-nesiarika stenen förekommer mest vid liggen samt inne i fyndigheten i samband med den renare calcit-stenen.

Knappheten på arbetskraft i gru-var har tvingat oss till att småning-om övergå till mera mekanisering av vårt arbete.

Då vi redan tidigare hade en viss erfarenhet i skraplastning och an-vändning av dessa enligt uppgif-ter i fackpressen tilltaget beslöto vi oss på att avprova dessa i vår drift.

Det fordrades mycket små änd-ringar i vårt system för att skrap-lastning skulle kunna anordnas.

Tvärslagen bibehöllös. Stigort-en till första mellanorten ansattes från sidan av tvärslagen och släggningsrummen bortfölla. Även di-mensionerna på tvärslagen måste i någon mån ändras. Några luckor ansågo vi ej nödvändiga, ehuru det allmänt nog användes. Luckorna hade endast fördyrat det hela.

Tapplasarne måste även flyttas mot varandra. Vid försök efter den gamla placeringen visade det sig att skrapan rörde sig från ena väggen till den andra. Genom att

placera tapplasarne mot varandra blev draget jämnare.

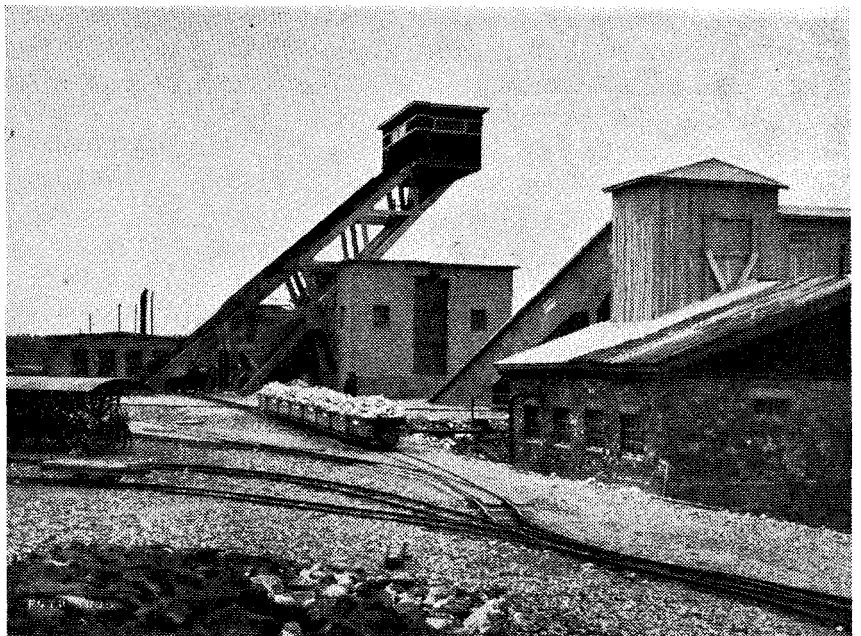
Den första provlastningen gjor-des med tvärslaget i pallsulans höjd varvid stenen måste dragas uppåt för att få den i vagn. Föl-jande tvärslag höjdes sedan till den höjd som vagnarna fordra.

För att yttermera effektivisera skrapornas kapacitet ändrades dragriktningen som hittills varit från liggen mot hängen till tvärt-om, då ju den största stenkvan-titen i det tidigare fallet blev att transportera längs hela tvärslaget då enligt det senare arrangemang skrapvägen förkortas allt efter som brytningen framskrider. Vidare gjordes på tvärslagets botten en lutning på 5° mot mynningen.

För utlastning av sten ur orterna hava vi skrapspel anbringande på transportabla lastningsbryggor, s.k. Jensenplan.

Det första skrapspelet i gruvan var av Ingersoll Rand-fabrikat och har en styrka av 30 HP. Dragva-jern har en hastighet av 1,26—1,67. Holman 0,77—1,5 Demag 1—1. Wolf 0,7—1,2. 55 HP.

Vid skraplastning är ju spelets konstruktion och utförande av stor betydelse. Ävensom hastigheten samt framför allt skrapornas kons-



Gruvlave, krosshus och prov. sorteringsanläggning.

truktion. Jag kan härvid framhålla att vi kunnat öka skrapornas storlek från att hava börjat med 0,4 m³ på 50 hästars spelet öka till 0,75 m³. Lastningskapaciteten har i gynnsammaste fall varit 500 ton/8 t.

De allt större fordringar på gruvan med avseende å uppfostringkapacitet medförde att det gamla spelet ej mera var tillräckligt. Ett nytt spel måste anskaffas. Då dessutom nedstigningen i gruvan började bliva tröttande beslöto vi anlägga ett nytt schakt för stenuppfordringen och ombygga det gamla för person- och varubefordran.

Konstruktionen av personhissen anförtröddes Kone. Det gällde framför allt att få tillförlitliga säkerhetsfångapparater.

Det nya schaktet anlades i det på liggsidan förekommande smala stråket, för att ej behöva gå i ofyndigt. Spelet beställdes från Morgårdshammar där även det första spelet tillverkats, ehuru vi köpt det som begagnat.

För att ej behöva draga spelet långt från gruvlaven, beroende även på de lokala förhållandena, måste ett specialspel byggas med två skilda linkar. Dessa hopkopplas medels en klokoppling manövrerad med luft.

De första gruvvagnarna voro av trä, och det började visa sig att slitaget på sidorna blev mycket stort på grund av luftens fuktighet. Detta medförde mycket arbete i form av utbytandet av sidorna. Vi beslöto därför att övergå till heljärnsvagnar. Sidorna gjordes av U-balkar, vilkas H = 300 mm flänsen 75 mm. De sättas på varandra och äro gjorda så att de kunna lyftas ut. Flänsarna giva erforderlig sidostadga. Med denna omändring vunno vi även att vagnarna blevo lägre.

Med övergång till maskinell lastning måste även en lucka fram till anbringas på vagnarna för att ej stenen skulle måste radas i den öppna ändan så som fallet blev av sig självt vid handlastning.

Om lastningen åter sker för hand, öppnas luckan i början av lastningen och tillslutes sedan.

I och med införandet av lucka måste åter problemet med dessas öppnande vid spelningen vid kippningen lösas och även denna fråga klarade vi på ett som vi anse enkelt sätt, vilket framgår av modellen.

Under arbetets gång ha även bormaskinernas typer ändrats och hava vi nu för pallborrningen Ingersoll Rand J. A. 45 samt i den hårdare stenen G. P. 10. I ortdrivningen hava vi Atlas RWT 651 RWT 651 M.

Borrstålet Fagersta oljehärdad har visat sig vara ekonomiskt genom att det är segare och sålunda ej böjes. Kolstålet visade sig hava benägenheten att tröttna.

Uppvärmningen sker nu i ASEA högfrekvenssmidesugnar.

För borrhärningen ha vi en Leyner IR 34 borrhärningsapparat, högsta kapacitet 600 borrar per skifte.

Även med lösa borrhär av Rips bits och Jack bits hava vi försökt, men kriget kom emellan.

Jag omnämnde redan tidigare att vi vid ortdrivning tillämpa vad vi kalla en bolshevik-hålställning. Vår normala ortprofil är 4,5 × 3, och tillvägagångssättet följande. Beskrivning i samband med ritning.

Framdriften är 1,5—1,7 meter per salva, sprängämnesåtgången är 20 kg per löpmeter. (Trinit)

I mellanorterna åter, vilka vi göra så små som möjligt för att ej hava så mycket utlastning av stenaar, vilken sker för hand och med skottkärror, dessa voro före kriget försedda med gummihjul, vad vi kalla för centralgrytsprängning. Här äro hålställningarna som följer beskrivning i anslutning till ritning.

Framdriften är 1,8—2,0 och sprängämnesåtgången 14 kg.

Det av oss tillämpade brytnings-systemet medför ju nödvändighe-

ten av att driva många och långa stigorter och som väl bekant är det ganska tungt och i flere fall rätt så vanskligt. För att göra stigortsförfarandet så litet som möjligt hava vi övergått till att borra hålen enligt stålsandförfarande. En borrhärna på 36" utborras från sula till sula, varefter det så erhållna borrhålet utvidgas till erforderliga dimensioner. D.v.s. i den inbyggas stegar och stört-schakt för stenen från mellanorterna.

Vi hade ju som jag i början av mitt anförande meddelade utfört kärnborrningen med stålsandmetoden och gjordes först några försök med vår lilla maskin. En 12" krona lagades på vår verkstad och då försöket utföll till belåtenhet togo vi kontakt med Ingersoll och erforo vi att man hos dem börjat tillverka nya typer för stora borrhärningar. Överläggningen ledde sedan till att vi inköpte en ny maskin med ovanangivna 36" diam.

Uppfordringsbanan är rätt starkt byggd. Själva bärkonstruktionen är av betongbalkning, som vila på berget medels pelare. På dessa balklag äro längsgående sparrar av 6 × 8" fastbultade. Vid dessa äro skenor fastsatta medels bultar. Skenorna äro s.k. Mammutskenor, vikt 43,567 kg 140 mm och 18 meter långa. På personhissen äro skarvarna fastsvetsade för att lindra stötarna i dessa.

Omläggningen av driften i gruvan till maskinell lastning från manuell har som helt naturligt medfört, att sorteringen måst förläggas i dagern. I sammanhang härmed har ett förkrosseri uppförts. Förkrossningen sker med en uggare, vars krossgap är 1200 × 900 mm av Schmidts fabrikat. Från grovkrossen föres godset till en provisorisk sorteringsanläggning. En tidsenlig sorteringsanläggning är under byggnad.

Om den maskinella utrustningen är till slut följande att meddela.

Gruvspelet för berget 140 HP 3 sek/meter 2,4 linkarets diam.

Lina 33 mm. Linhjulens D= 2,4 meter, gummiblockade.

Kompressor 375 HP 60 m³.

Grovkrossen 1200×900×160 HP.

Uppfordringsbanans längd från I× 243 meter.

Der Artikelverfasser beschreibt die im Zusammenhang mit dem Abbau im Jahre 1925 des Ojamo-Kalksteinvorkommens erschienenen Probleme. Der Abbau streckt sich jetzt unter dem See. Der gegen-

wärtige Artikel ist ausschliesslich orientierender Art, und wird später von einer detaillierter Beschreibung gefolgt, von welcher ein vollständiges deutsches Referat gegeben wird.

Hopean ja kullan

EROITTAMINEN TOISISTAAN ENNEN JA NYT

Dipl.ins. Petri Bryk, Outokumpu Oy. Pori.

Kulta ja hopea kuuluvat varmasti niihin metalleihin, joihin ihminen jo esihistoriallisena aikana on kiinnittänyt huomionsa, koska ne luonnossa usein esiintyvät helposti saatavassa, metallisessa muodossa — kulta huuhtomokultana ja hopea kirkkaina, hohtavina juonina kallion kyljessä. Niiden kaunis väri, metallikiilto, suuri ominaispaino ja taottavaisuus antoivat jo esihistoriallisena aikana niille sen ihmeellisen tenhovoiman, jolla ne vielä vaikuttavat nykyajankin ihmisiin.

Vanhoista egyptiläisistä, kiveenhakatuista kuvista näkyy, että jo siihen aikaan kultaa huuhdottiin, jopa louhittiinkin, kuten eräs jo 1000 vuotta e. Kr. papyrokselle tehty kultakaivoskartta Wadi Ollaq'in kaivoksesta osoittaa. Ensimmäinen tieto kullan ja hopean keskinäisen arvosuhteen määrittämisestä on myöskin hyvin vanha, sillä jo vuonna 3600 e. Kr. määrättiin faarao Menes'en lakikokoelmassa, että yksi osa kulta vastat- koon kahta ja puolta osaa hopeaa. Tämän jälkeen on näiden metalleiden hintasuhde jatkuvasti muuttunut kullan eduksi.

Kulta on ollut aiheena lukemat-

tomiin sotiin ja murhenäytelmiin, onpa tarunomainen argonautien retkikin, jonka tarkoituksena oli kultaisen taljan anastaminen, tavallinen ryöstöretki muinaisen Armenian asukkaiden ahkeralla työllä ja keksiläisyydellä itselleen hankiman kullan ryöstämiseksi. Myytti kultaisesta taljasta sai nimittäin alkunsa eräästä kullan talteenottamismenetelmästä, joka vieläkin on niillä seuduilla käytännössä ja joka perustuu siihen, että lampaantaljoja upotetaan vuoristopuroihin, jolloin huuhtomokulta tarttuu taljan villoihin.

Kaikki tällaiset primitiiviset menetelmät ovat sitten kautta vuosituhansien ja vuosisatojen kehittyneet nykyiselle korkealle asteelleen.

Kulta ja hopea on kuitenkin täydelleen osattu erottaa toisistaan vasta viime vuosisadan keskivaiheilla, vaikka tämä onkin vaivannut vanhoja metallurgieja jo parin vuosituhannen ajan. Siksi lienee kiinnostavaa esittää lyhyt katsaus niihin menetelmiin, joilla ennen vanhaan koetettiin tämä pulma ratkaista.

Luonnossa vapaana esiintyvä kulta on aniharvoin puhdasta, sillä siinä on melkein aina hopeaa, jopa

niinkin suurissa määrin, että se vaikuttaa kullan väriinkin, sillä on muistettava, että lejerinki, jossa on 44 % kulta ja loppu hopeaa, on jo aivan valkoinen.

Vanhan ajan metallurgieille tämä oli tuttu seikka. Erikoisessa arvossa pidettiin silloin lejerinkiä, jossa oli 4 osaa kulta ja yksi osa hopeaa. Elektrum'iksi kutsuttu seos vastaa lähinnä 18 karaatin kulta, joka meidänkin päivinämmä on yleisimmin käytetty sormuskulta.

Kullan ja hopean toisiinsa lejeeraaminen samoin kuin niiden toisistaan erottaminen on jo kauan askarruttanut ihmisten mieltä. Ensiksi mainittu ei olekaan vaikea tehtävä johtuen hopean ja kullan täydellisestä liukenevaisuudesta toisiinsa kaikissa olosuhteissa, mutta juuri tästä samoin kuin molempien metallien jaloudesta ja samankaltaisuudesta johtuu, että hopean ja kullan toisistaan erottaminen onkin paljon vaikeampi pulma.

Emme tiedä, milloin tämä on ensimmäisen kerran onnistunut, mutta jo 6. vuosisadalta e. Kr. on olemassa persialaisia kultarahoja, joiden kultapitoisuus on jopa 998 ‰. Koska kulta ei luonnossa esiinny niin puhtaana, on sen ajan

metallurgien täytynt omata jokin vuosisatojen kuluessa unhoonjäänyt menetelmä.

Tätä vastoin tunnetaan lukuisia hyvinkin vanhoja hopearahoja, jotka ovat täysin kultavapaita. Tämä onkin helpommin selitettävissä, sillä esim. muinaisessa Kreikassa lyötiin hopearahat Laurium'in kultavapaasta hopeasta. Sensijaan on vanhoissa persialaisissa, roomalaisissa, intialaisissa ja perulaisissa hopearahoissa kultaa 0,5—5 %, jopa 19. vuosisadankin aikana tehdyissä hopearahoissa on aina vielä kultaa.

Mahdollisuus eroittaa kulta ja hopea toisistaan johtuu siitä, että hopea voidaan suotuisissa olosuhteissa muuttaa kloridiksi, sulfidiksi, nitraatiksi tai sulfaatiksi vastaavien agenssien vaikuttamatta kultaan. Vanhana aikana, jolloin mineraalihappoja ei vielä tunnettu, oli pakko suorittaa erotus kuivin keinoin, pyrometallurgisesti. Keskiajalla, jolloin opittiin mineraalihappojen valmistus, kehitettiin sitten kemialliset erotusprosessit, joista osa on vieläkin käytännössä, mutta vasta sähkön ja tasavirtakoneen keksiminen teki kullan ja hopean taloudellisen ja täydellisen toisistaan eroittamisen mahdolliseksi.

Vanhimmat tuntemamme erotusmenetelmät perustuivat siihen, että hopea muutettiin kloridiksi hehkuttamalla kultaa ruokasuolan kanssa. Näiden menetelmien tarkoituksena ei tietenkään ollut täydellisen eroittamisen saavuttaminen, tyydyttiinpä usein siihenkin, että kultaesineen pintaan saatiin haluttu väriivivahdus. Tämän menetelmän suorittamistavasta on säilynyt ohje Plinius vanhemman kirjassa *Historia naturalis*. Hän mainitsee ensin, että kaikessa kullassa on hopeaa ja neuvoo sitten sekoittamaan kultaa kaksinkertaisen suolamäärän ja kolminkertaisen rautavihtrillimäärän kanssa sekä lisäämään tähän vielä kaksi osaa suolaa ja yhden osan alunaliusketta ja sanoo sitten, että kun kaikki tämä

hehkutetaan saviupokkaassa, »lähtee kullasta myrkkö pois» puhtaan metallin jäädessä jäljelle. 8. vuosisadalla on tästä samasta, varsinkin Espanjassa käytetystä menetelmästä kirjoittanut arabialainen alkemisti Geber. Agricolan kirjassa »*De re metallica*», joka ilmestyi 1556, neuvotaan, että kulta on ensin taottava hienoiksi levyiksi, jotka sitten kastetaan etikkaan tai salmiakilla kyllästettyyn virtsaan, minkä jälkeen kulta sekoitetaan kahteen osaan tiilikivijauhetta ja yhteen osaan ruokasuolaa lisäten vielä seokseen rautavihtrillää. Sitteen on seosta hehkutettava kateussa upokkaassa pitemmän aikaa punahehkussa, minkä jälkeen sulate kaadetaan veteen tai virtsaan. Prosessi on uusittava niin monta kertaa, että kulta saavuttaa halutun hienouden.

Tämän menetelmän onnistuminen johtui siitä, että rautavihtrilliin sidottu rikkihappo piihapon ja kosteuden vaikutuksesta irroitti ruokasuolasta klooria, joka yhtyy hopeaan muodostaen hopeakloridia, joka sitten sulaessaan imeytyy huokoiseen upokkaaseen ja tiilikivijauheeseen.

Menetelmä oli siis jonkinlainen kloreeraavan pasutuksen muunnos. Tätä käytettiin varsinkin Granadassa ja sillä voitiin 35 % hopeaa sisältävästä kullasta valmistaa jopa 90 %-ista kultaa.

Hopean poisto hopeakloridina on tämänkin jälkeen askarruttanut metallurgien mieliä, mutta vasta vuonna 1867 onnistui Sidney'n kuninkaallisessa rahapajassa toimivan Miller nimisen miehen kehittämä tätä esim. Etelä-Afrikassa vieläkin käytännössä oleva, keksijänsä mukaan nimetty Miller-prosessi.

Tässä menetelmässä johdetaan upokkaassa olevaan sulaan kulta-hopea-lejerinkiin kaasumaista klooria, jolloin hopea kloreerautuu ja joutuu boraksikuonaan. Näin voidaan kultaan nähden saavuttaa jopa 997 $\frac{0}{100}$ hienous.

Äskenmainitut Pliniuksen, Agricolan ja Millerin menetelmät poh-

jautuivat kaikki hopean affiniteettiin klooriin nähden.

Rinnan näiden menetelmien kanssa kehittyi muitakin, jotka pohjautuivat hopeasulfidin muodostamiseen. Vanhojen menetelmien mukaan saatiin tietenkin suoritetuksi vain osittainen erottuminen.

Sulfidimenetelmän ikää ei tiedetä tarkasti, mutta sen täytyi olla tunnettu jo 11. vuosisadalla, jolloin munkki Theophilus Rugerus mainitsee sen. Menetelmä selostetaan tarkemmin Schlüter'in kirjassa »*Gründlicher Unterricht von Hüttenwerken*» vuodelta 1738. Tämän menetelmän tarkoituksena oli valmistaa kultaköyhästä hopeasta puhdasta hopeaa ja rikas kulta-hopeaseos, joka sitten voitiin erottaa jo silloin tunnetun kvartatio-liuotusmenetelmän avulla. Hopea granuloiitiin. Kosteista hopearakeista 13/16 sekoitettiin painostaan 12,5 %:iin rikkiä, pantiin upokkaaseen ja sulatettiin. Hopea muuttui tällöin hopeasulfidiksi, johon kulta jäi hienojakoisena metallina. Tämän keräämiseksi lisättiin sitten 3/16 hopearaemäärästä, jolloin saatiin syntymään kultarikas hopea upokkaan pohjalle ja tämän päälle hopeasulfidi. Nämä molemmat oli sitten käsiteltävä edelleen. Tämäkin metodi on meidän silmimme katsoen epätäydellinen ja alkeellinen.

Huomattava edistysaskel oli sitten tunnetun alkemistin Basilius Valentinuksen vuonna 1676 julkaisema menetelmä, joka on kuvattu antimonian käsittelevässä kirjassa »*Currus triumphalis antimonii*». Tämä menetelmä, joka perustuu antimonisulfidin käyttöön, saavutti sitten alkemistien suuren suosion ja siitä käytettiin nimitystä »*Scheidung durch Guss und Fluss*».

Niihin aikoihin oli antimoni käytetyimpiä aineita lääketieteessä ja oli luonnollista, että sillä koetettiin parantaa myöskin kullan »sairauksia». Antimonilla onkin tosiaan taipumus poistaa kullasta epäpuhtauksia ja se sai siitä syystä lempinimen »*lupus metallorum*» eli

metallien susi. Hopean ja kullan eroitusprosessi suoritettiin siten, että hopea-kulta-lejerinki sulatettiin nelinkertaiseen määräänsä antimonisulfidia, jolloin kaikki epäpuhtaudet sekä hopea muuttuvat sulfideiksi. Osa antimonista, joka muuttuu metalliksi, kerää sitten itseensä kullan. Sulate kaadettiin sitten kartiomaiseen muottiin ja jäähtymisen jälkeen eroitettiin kartion päässä oleva kulta-antimoni-regulus, josta antimoni saatiin suurimmaksi osaksi pois sulatuksella ja ilmapuhalluksella. Loppu antimonia poistettiin boraksilla ja salpietarilla. Näin saatiin syntymään kultaa, jonka hienous oli 993 0/100.

Kaikilla edellämainituilla menetelmillä kullan eroittamiseksi hopeasta on kuitenkin enää vain historiallinen merkityksensä, sillä ne ovat liian vaikeita, monimutkaisia ja epätäydellisiä. Silloin ei kuitenkaan ollut mahdollista suorittaa

hapon valmistusta. Sitä kutsuttiin nimillä aqua valens, aqua acuta ja aqua fortis. Vanha alkemisti Albertus Magnus nimitti sitä aqua dissolutivaksi ja hän mainitsee, että »illa aqua lunam dissolvit» eli tämä vesi liuottaa kuun. Metalleilla oli siihen aikaan omat symbolinsa eri planeettojen mukaan: hopea = kuu, kulta = aurinko, kupari = venus, rauta = mars jne.

Eräs suurimpia alkemisteja Paracelsus mainitsee, että hopeaa kulta-lejeringistä liuotettaessa jää kulta ruskeana hiekkana astiaan ja että hopea saadaan syntyneestä liuoksesta takaisin pistämällä siihen kuparilevy. Typpihappoeroitusmenetelmä eli kvartaatio-eroitusmenetelmä oli sitten pitkän aikaa elegantein tapa erottaa kulta hopeasta, koska molemmat metallit saatiin sillä hyvin puhtaassa muodossa. Kvartaatio sai nimensä siitä, että yleisesti luultiin, että hopean

erikoistapauksissa käytössä ja siihen perustuu mm. kultamääräyksen teko analyttisissä laboratorioissa.

Toinen kemiallisesti suoritettu kullan ja hopean eroitustapa on nimeltään affinatio ja se perustuu siihen, että väkevä, kiehuva rikkihappo liuottaa hopean kulta-hopealejeringistä, jossa saa olla kultaa yhtä paljon kuin äsken mainittiin typpihappoeroittamisen yhteydessä. Affinatio on vieläkin yleisesti käytössä. Se tapahtuu useimmiten suurissa, parisataa litraa vetävissä rautapadoissa, joissa on kiehuva väkevää rikkihappoa.

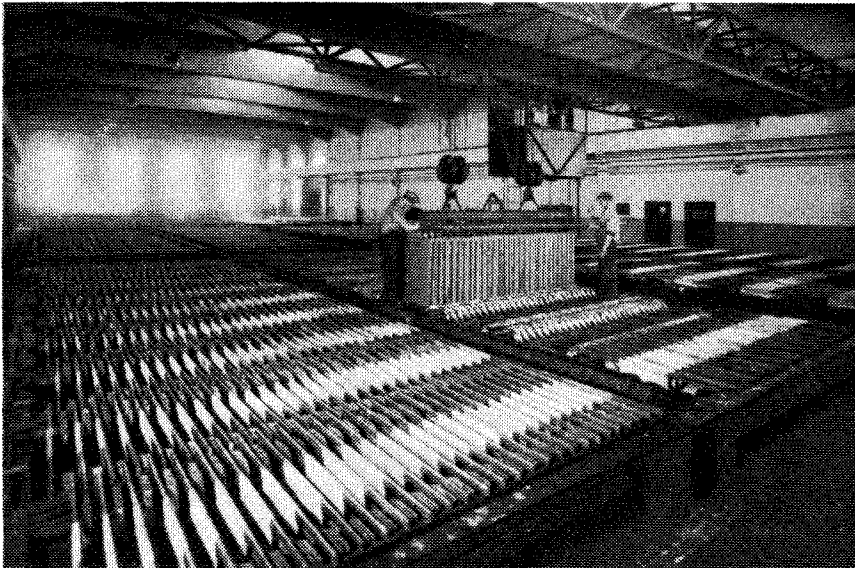
Kaikki edellämainitut prosessit jäävät kuitenkin varjoon nykyisten elektrolyyttisten menetelmien rinnalla, jotka esitetään seuraavassa kuvaamalla Outokummun hopean ja kullan valmistusta.

Outokummun kaivoksesta louhitun malmin kultapitoisuus on noin 0,2 g/ton ja hopeapitoisuus 2—3 g/ton. Valikoivassa vaahdotuksessa syntyneessä kuparirikasteessa ovat vastaavat luvut jo 2,3—3 g Au/ton. ja n. 30 g Ag/ton. Sähköuunisulatuksen, konverttoripuhalluksen ja tuliraffination jälkeen saadaan Imatralla kuparitehtaassa syntymään anodikuparia, jonka jalometallipitoisuus on noin 19 g Au/ton ja 200 g Ag/ton. Kultapitoisuus on siis kuitenkin anodin painoon nähden vain noin 19 miljoonasosaa. Tuntuisi ehkä helpommalta löytää silmänäula heinäladosta kuin erottaa näin pieni jalometallimäärä kuparista.

Asian selvennykseksi selostetaan seuraavassa ensin lyhyesti kuparielektrolyysin teoriaa, jota varten esitetään esimerkkinä anodikuparimme analyysi maaliskuulta 1943:

Cu	99,09 %
Ni	0,69 %
Se	40 g/ton
Pb	120 »
Au	19,5 »
Ag	197 »

Kuten analyysistä voidaan nähdä ovat kulta-, hopea-, seleni- ja lyijypitoisuudet anodissa samaa suu-



Kuparielektrolyysi.

erottamista kostein keinoin, koska mineraalihappojen valmistusta ei vielä tunnuttu. Aikaisemmin mainitun 6. vuosisadalla eläneen arabialaisen Geber'in oli kuitenkin onnistunut valmistaa salpietarihappoa ja hän tunsikin salpietarihapon hopeaa liuottavat ominaisuudet. Alkemistit koettivat sitten monella tavoin ratkaista salpietari-

ja kullan suhteen täytyi olla ainakin 3:1. Jos kultaa oli enemmän, täytyi seos lejeerata hopean kanssa.

Nykyaikainen tutkimus on kuitenkin osoittanut, että kultaa saa hopeaan nähden olla suhteessa 1:1,75. Tällöinkin typpihappo liuottaa kaiken hopean jäännöksen ollessa kultaa. Kvartaatio-eroitusmenetelmä on vieläkin muutamissa

ruusluokkaa. Yleensä useimmat epäpuhtautena esiintyvistä metalleista ovat anodissa hapettuneessa muodossa, koska elektrolyysiä edeltävät prosessit ovat vahvasti hapettavia, kuten esim. konverttoripuhallus. Myöskin anodinen reaktio on luonteeltaan hapettava. Anodikuparissa olevat jalometallit ovat sitä vastoin tietenkin metallisessa muodossa, mutta voivat usein esiintyä yhdistyksinä, kuten selenideinä ja tellurideina.

Anodikuparissa olevat epäpuhtaudet voidaan jakaa kolmeen ryhmään sen mukaan, miten ne suhtautuvat elektrolyysiin:

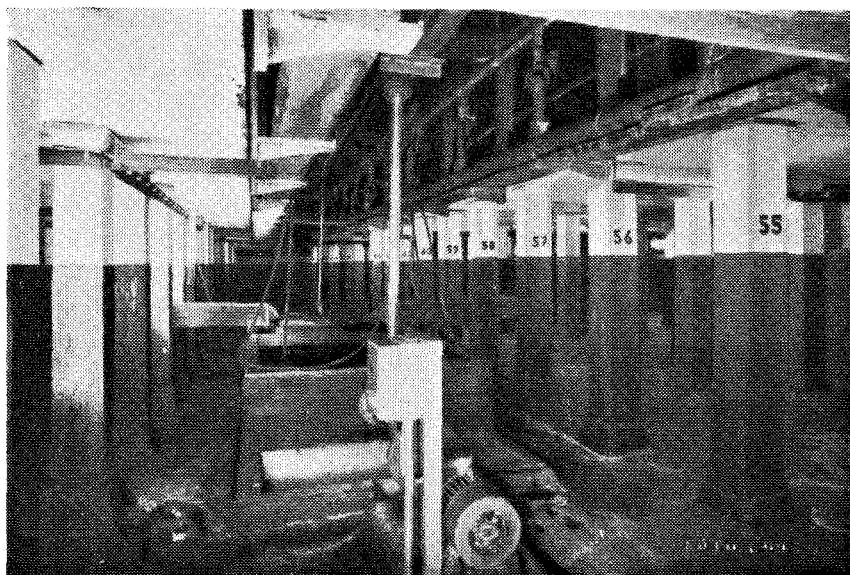
I Metallit, jotka eivät kupari-elektrolyysissä vallitsevissa olosuhteissa voi anodisesti liueta. Näihin metalleihin kuuluvat kaikki jalometallit sekä seleni ja telluri. Nämä metallit laskeutuvat kaikki n.s. anodiliejuna elektrolyysialtaiden pohjalle.

Tähän ryhmään voi myös lukea piihapon sekä anodikuparin pinnalle jääneen pienen määrän kuonaa samoin kuin anodikuparissa olevan nikkelioksidinkin.

II Toisen ryhmän muodostavat ne metallit, jotka anodisesti voivat liueta, mutta eivät voi esiintyä kuparielektrolyytissä. Näitä metalleja ovat Sb, Bi, Pb ja Sn. Elektrolyytin vaikutuksesta syntyy näistä liukenemattomia sulfaatteja tai oksideja ja ne kerääntyvät siten myös anodiliejuun.

III Metallit, jotka anodisesti liukenevat, mutta oikein johdetussa elektrolyysissä eivät erotu katodille, vaan jäävät liuokseen elektrolyytin jatkuvasti rikastuessa niihin nähden. Tällaisia metalleja ovat mm. Ni, As, Zn ja Fe. Niiden konsentraatio on elektrolyytissä säädettävissä määrätyn, päivittäisen liuospoiston avulla.

Itse kuparielektrolyysi tapahtuu siten, että kupari kulkee kaksivalenttisena anodilta katodille, jos-



Elektrolyysin kellaria, kultakaivo.

sa se erkanee metallisena katodikuparina. Pieni osa kuparia lähtee kuitenkin vaeltamaan anodilta yksivalenttisena kupro-ionina. Kun kaksi tällaista ionia tapaa toisensa, yhtyvät ne muodostaen yhden kupri-ionin ja yhden metallisen kuparimolekyylin ja näin ollen syntyy tämän reaktion seurauksena altaan pohjalle myös hienojakoista kuparia.

Anodilieju joutuu altaiden pohjatulppien, kokoojarännien ja seulan kautta keskuskaivoon, josta lieju pumpataan kultaosaston laskeutumisaltille. Elektrolyytti, joka on seurannut mukana, sifonoidaan pois ja allas täytetään vedellä, jonka jälkeen lieju joutuu puristussuodattimiin, missä se pestään. Liejua kutsutaan nyt raakaliejuksi. Sen kokoomus on hyvin vaihteleva. Esimerkkinä voidaan mainita eräs analyysi, jonka mukaan raakaliejussa oli noin 56 % Ni, 13 % Cu, 1,7 % Fe, 3 % Se, 3 % Ag+Au, 2 % Pb ja 1 % SiO₂.

Ensimmäisenä raffinatiovaiheena esiintyy nyt kuparin poistaminen raakaliejusta. Tätä varten filteriprasseista tullut lieju pannaan rautalaitteisiin, jotka joutuvat vastuselementeillä lämmitettyyn uuniin. Uunissa johdetaan noin 350° C lämmitetyn raakaliejun yli kuuma ilmavirta, jolloin raakaliejussa oleva kupari hapettuu. Kuu-

lamyllyjauhituksen jälkeen viedään hapetettu lieju mekanisella potkurisekoituslaitteella varustettuun liuotusaltaaseen, jossa kupari liukenee kuumaan rikkihappoon.

Liuotuksen aikana menee myös osa hopeasta sulfaattina liuokseen. Tämä voi kuitenkin tapahtua vasta sitten, kun metallista kuparia ei enää ole liejussa läsnä. Liuokseen mennyt hopea sementoidaan pienellä määrällä sementtikuparia ja kun suolahapporeaktio hopeaan nähden antaa negatiivisen reaktion, katsotaan lieju kuparivapaaksi.

Osa seleniä menee myös liuotuksen aikana liuokseen. Kuparipoistoliuotuksen jälkeen suodetaan lieju erilleen liuoksesta ja suodos eli kirkas liuos joutuu takaisin kuparielektrolyysiin sen jälkeen, kun siitä on sementoitu seleni pois metallisella kuparilla. Saatua liejua, joka nyt on melkein kuparivapaata, kutsutaan puoliraffinoiduksi liejuksi ja sen jalometallipitoisuus on noin 10—15 %.

Tavallisissa oloissa voitaisiin kuparivapaa lieju sulattaa suoraan metalliksi ja kuonaksi, mutta Outokumpu Oy:n metallitehtaalla se ei käy päinsä, kuten seuraavasta ilmenee.

Kuten aikaisemmin mainittiin, on anodin nikkelpitoisuus harvinaisen korkea eli noin 0,7 %. Tästä määrästä on hyvin suuri osa nik-

keliä läsnä anodikuparissa oksidina. Elektrolysoitaessa se laskeutuu altaiden pohjalle ja joutuu muun anodiliejun kanssa jalometalliosastolle. Kuparivapaassa eli puoliraffinoidussa liejussa on nikkeliä noin 50 %, joten sen nikkelioksidipitoisuus on vastaavasti 60 %. Tällaisen materiaalin suora sulatus on tuomittu epäonnistumaan syystä, että nikkeli pitäisi saada sulatuksen aikana menemään silikaattina kuonaan. Nikkeli-silikaattikuonien sulamispisteet ovat kuitenkin yleensä melko korkeat, ja kuonat ovat fysikaalisilta ominaisuuksiltaan lisäksi sitkeitä. Suorassa sulatuksessa syntyisi tällaista kuonaa jalometalleihin nähden suhteettoman suuri määrä, josta vuorostaan seuraisi, että kuonaan mennyt jalometallimäärä olisi liian suuri. (Kuona joutuu tosin takaisin anodikuparin raffinatiouuniin, niin ettei varsinaisia jalometallitappioita pääse syntymään.)

Ennen sulatusta on siis nikkeli poistettava kuparivapaasta liejusta muilla keinoin. Tämä olikin ongelma, johon koko jalometallien valmistus Outokummun kuparista uhkasi kompastua. Kuparivapaasta eli puoliraffinoidusta liejusta ei nimittäin nikkeliä saatu lainkaan poistumaan, vaikka sitä tuntikaupalla keitettiin 50 % rikkihapolla sekoituslaitteella ja lämmityksellä varustetussa altaassa. Kun muistaa, että nikkelioksidi on kuningasveteenkin hyvin vaikealiukoinen, on ymmärrettävää, ettei sen poisto tavallisin keinoin käynyt, vaan epäonnistui, kunnes tällekin keksittiin ratkaisu. Tarkoitusta varten rakennettiin nimittäin sähköelementtilämmityksellä varustettu uuni, jossa oli kylpyammetta muistuttava, tulenkestävästä valuraudasta tehty allas. Allas täytettiin väkevällä rikkihapolla ja sen alla oleviin vastuselementteihin kytkettiin sähkövirta, jolloin rikkihappo saatiin kuumenemaan. Kuumaan rikkihappoon lisättiin sitten rutikuivaksi kuivattua puoliraffinoidua liejua. Tällöin syntyy erit-

täin intensiivinen eksotermiäinen reaktio nikkelioksidin sulfatisoitussa. Reaktion loputtua oli padassa vihreä, kidevedettömästä nikkeli-sulfaattista muodostunut puuro, josta nikkeli-sulfaatti voitiin liuottaa pois. Nikkelinpoiston jälkeen suodatinpuristimesta saatua liejua kutsutaan raffinoiduksi liejuksi. Siinä on vielä 10 % Ni ja sen jalometallipitoisuus on jo noin 25—30 %.

Rikkihapporeaktio tehdään sitten toisen kerran, jotta nikkeli-pitoisuus saadaan vieläkin laskemaan. Liejua kutsutaan sen jälkeen kaksi kertaa raffinoiduksi. Siinä on nyt alle 1,5 % Ni ja jalometalleja jo yli 40 %.

Seuraavassa taulukossa esitetään analysisarja anodiliejuraffinatioista sen eri vaiheissa.

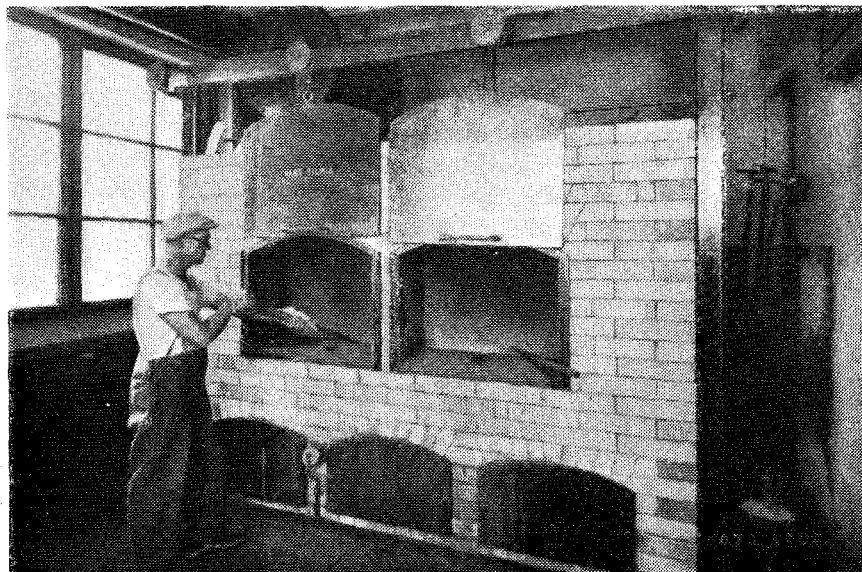
Aine	Au %	Ag %	Cu %	Ni %	Pb %	Se %	SiO ₂ %
Raakalieuju	0,82	8,39	21,2	35,4	3,74	4,10	1,16
Pasutettu lieju	0,97	10,09	16,6	36,1	4,41	5,40	1,44
½-raff. »	1,43	14,70	1,81	46,1	7,05	5,57	2,03
2x » »	3,57	32,41	2,13	1,6	19,7	12,40	6,27

Ennen kuin voidaan ryhtyä varsinaiseen hopean ja kullan erottamiseen, on päästävä lejerinkiin, jossa kaikki jalometallit ovat kootuina yhteen. Tämä tapahtuu pyrometallurgisesti pienessä öljyllä lämmitetyssä n. s. doré-uunissa. Tässä suoritetaan kaksi kertaa raf-

finoidun liejun sulatus. Panos sisältää aluksi vain kaksi kertaa raffinoitua liejua + 2 % kvartssia kuonan muodostamiseksi. Panoksen analysi on suurinpiirtein seuraava: jalometalleja noin 40 %, Cu 1,5 %, Ni 1,5 %, Pb 20 %, Se 14 % + SiO₂.

Kun lieju on sulanut, havaitaan sen pinnalla tumma kuonakerros, joka osoittautuu Pb-Ni-silikaatiksi. Tämän alla on tummanharmaa kerros, jota voisimme kutsua hopeakiveksi analogisena yhdistyksenä kuparikiven eli kuparisulfidin kanssa. Erona on kuitenkin, ettei hopea ole sitoutunut rikkiin, vaan seleniin, joten hopeakivi on noin 66 % Ag:tä sisältävää hopeaselenidiä. Hopeakiven alla on vielä lejerinki, joka sisältää kaiken kullan, platiname-

tallit sekä sen osan hopeaa, jonka sitomiseksi ei ole riittänyt seleniä. On luonnollista, että tällainen sulatus, jonka aikana uunissa on kolme toisiinsa liukenematonta kerrosta, on tavallisia sulatuksia vaikeampi ja että se sen vuoksi vaatii sulatajalta melkoisesti ammattitaitoa



Sulfatisoimisuuuni.

ja tarkkaa silmää. Uunista vedetään ensin lyijy-nikkeli-silikaattikuona. Tämä on tietenkin tehtävä hyvin varovaisesti, ettei mukana seuraisi hopeakiveä. Tämän jälkeen olisi täysin mahdollista vetää uunista myös hopeakivi, mutta se aiheuttaisi tälle oman jatkokäsittelyn, joten emme sitä tee, vaan hajoitamme hopeakiven uunissa jatkosulatuksen yhteydessä. Hopeaselenidi saadaan nimittäin kuitenkin kuparisulfidinkin hajoitetuksi hapettamalla. Ni-Pb-kuonauksen jälkeen johdetaan ilmavirta sulan hopeakiven pinnalle, uuniin lisätään vielä hapettimeksi natronsalpietaria sekä kuonaa muodostavaksi aineeksi soodaa. Suuri osa seleniä menee selenioksidina uunista ulos, mutta osa siitä muodostaa soodan kanssa natriumselenidin. Kun ilmapuhallus ei enää näytä vaikuttavan, otetaan uunista metallinäyte. Jos tämä on hyvin taotavaa, katsotaan seleninpoisto eli raffiniosulatus päättyneeksi. Helposti juoksevan sooda-selenikuonan poistamiseksi heitetään uuniin kourallinen sementtiä, joka kerää itseensä tämän ja metalli voidaan valaa. Metallia ammennetaan nyt uunista rautakauhalla ja valetaan noin 8—10 kg painaviksi anodeiksi, jotka sisältävät 11 % Au ja 86 % Ag.

Vasta tämän jälkeen voidaan alkaa varsinainen kullan ja hopean eroittaminen toisistaan. Ensimmäinen vaihe tapahtuu elektrolyytisesti. Jalometallilejerinki eli doré-anodit ripustetaan tätä varten pieneen ns. Moebius-kennoon. Katodeina toimii viisi haponkestävästä teräksestä tehtyä katodilevyä. Anodien ympärillä on flanellipussit. Elektrolyytinä on hopeanitraattiliuos, joka sisältää noin 60 g Ag/l ja 40 g Cu/l. Liuoksen täytyy olla hapan ja Porissa siinä pidetään erinäisistä syistä vain 1—2 g vapaata typpihappoa litraa kohti. Näissä olosuhteissa tapahtuu sitten hopean eroittaminen erittäin nopeasti, sillä virrantiheytenä voidaan pitää jopa 400 A/m². Kennon

katodipinta on 1 m², joten tunnissa syntyy hopeaa yli 1600 g ja kahden kennon ollessa käynnissä 3200 g. Nitraattiliuoksesta hopea eroittuu pitkinä, kauniina kiteinä. Niiden kasvunopeus on erittäin suuri, joten ne on mekanisesti poistettava katodin pinnalta. Tätä varten on kennojen yhteydessä automaattinen, puuveitsellä varustettu mekanismi, joka poistaa kiteet katodin pinnalta. Hopeakiteet putoavat kennon pohjalla olevaan perforoituun, haponkestävään laatikkoon.

Ajon päätyttyä nostetaan anodit ja katodit sekä äskenmainittu laatikko kiteineen kennosta. Hopea pestään, minkä jälkeen se sulatetaan grafiittiupokkaassa ja granuloidaan. Näin saatu elektrolyyttihopea on erittäin puhdasta, useimmiten neljän yhdeksän hopeaa eli 999,9 ‰.

Doré-anodeissa oleva kulta ja muut jalometallit jäävät mustana liejuna anodeja ympäröiviin flanellipusseihin, kupari ja nikkeli menevät hopeakennossa liuokseen sähkökemiallisesti, joten hopeaelektrolyytti on ajoittain regeneroitava.

Flanellipusseihin jäänyt lieju sisältää kultaa ja Pt-metalleja, yhteensä noin 60 %, lopun ollessa pääasiassa hopeaa. Tämä hopeamäärä eroitetaan nyt suurimmaksi osaksi affinatiomenetelmällä eli keittämällä kulturaliejua väkevässä rikkihapossa valurautapadassa. Tällöin saadaan hopea ammennetuksi padasta sulfaattiliuoksena. Padan pohjalle jää ruskea hiekka, joka pesun jälkeen antaa analysin 97 % Au.

Kultahiekka sulatetaan kuivauksen jälkeen ja valetaan noin 1 dm² kokoisiksi 7—8 mm paksuisiksi ja suunnilleen 1½ kg painaviksi anodeiksi.

Kennona käytetään 20 litran vetoista, nelinurkkaista posliinivannaa, joka on lämminvesiastiassa. Katodeina ovat hienokullasta valsatut 0,15 mm paksuiset levyt. Elektrolysoitaessa on kennossa 10 anodia ja 12 katodia. Elektrolyysimenetelmänä käytetään klassillista,

keksijänsä mukaan nimitettyä Wohlwill-menetelmää, jonka mukaan elektrolyytinä on aurikloridin suolahappoliuos. Olemme Porissa modifioineet elektrolyytin kokoomuksen olosuhteidemme mukaiseksi. Tällä hetkellä se on noin 90 g Au/l ja 130 g HCl/l. Tällaisella elektrolyytillä ja 97 % kulta-anodeilla voimme käyttää niinkin suurta virrantiheyttä kuin 1000 A/m². Tavallisesti ajamme kuitenkin hieman pienemmällä virralla. Syntynyt katodikulta on erittäin kompaktista ja väriltään kauniin ruskeata. Wohlwill-menetelmällä saatu kulta on erittäin puhdasta, aina yli 999 ‰, edellytettynä, että olosuhteet ovat suotuisat ja eritoten kulta-anodit puhtaat.

Kultaelektrolyysin teoriolla on sinänsäkin oma mielenkiintonsa, sillä melkein aina havaitaan, että kennon amperiteho on yli 100 %. Tämä johtuu siitä, että amperiteho yleensä lasketaan kolmivalenttisen kullan elektrolyysiin nähden. Elektrolyysissä syntyy kuitenkin aina analogisesti kuparielektrolyysin kanssa yksivalenttisia ioneja. 3 auro-onia toisensa kohdatessaan muodostaa yhden kolmiarvoisen auri-ionin ja loput 2 auro-onia metallista kultaa, joka laskeutuu kennon pohjalle. Osa auro-ioneja pääsee kuitenkin katodillekin saakka, mistä johtuu näennäinen amperitehon nousu yli 100 %:n. Äskenmainittu reaktio on kuitenkin äärimmäisen komplisoitu, sillä se on funktio lämpötilasta, happokonsentraatiosta, elektrolyytin sekoituksesta, anodin kokoomuksesta jne., joten sen selvitetty tässä yhteydessä ei ole paikallaan. Sen sijaan on mielenkiintoista seurata muiden kulta-anodissa olevien metallien suhtautumista kultaelektrolyysissä.

Asian selventämiseksi luettelemme näiden metallien järjestyksen jännitesarjassa jaloimmasta metallista eli kullasta lähtien, jonka lepopotentiali on +1,38 V kolmivalenttisen kullan ollessa kysymyksessä, seuraava jalometalli on pla-

tina, jonka potentiali on $+0,95$ V, sitten palladium $+0,83$ V ja hopea $+0,803$ V sekä lopuksi lyijy $-0,13$ V, joka on jo epäjalojen metallien puolella.

Elektrolyysin kestäessä muuttuu kulta-anodeissa oleva erittäin pieni Pb-määrä lyijykloridiksi, joka saostuu kennon pohjalle sulfaattina elektrolyyttiin lisätyn pienen H_2SO_4 -määrän ansiosta. Hopea muodostaa suolahappoelektrolyytissä hopeakloridia ja menee anodiliejuun, johon myös kuningasveteenkin liukenemattomat rhodium, rutenium ja iridium kerääntyvät. Sen sijaan sekä palladium että platina menevät anodipotentialinsa vuoksi klorideina liuokseen ja rikastuvat kultaelektrolyyttiin. Tämän näkee mm. siitä, että alkujaan kauniinkullanruskea Au-elektrolyytti muuttuu tummaksi ja ikäänkuin öljymäiseksi.

Pt- ja Pd-pitoisuus saa elektrolyytissä nousta jopa suuremmaksi kuin sen kultapitoisuus kullan silti muuttumatta epäpuhtaaksi. Edellytyksenä on tietenkin, että katodikullan pesu elektrolyysin jälkeen tapahtuu huolellisesti.

Kultaelektrolyyttiä regeneroitaessa saostetaan kulta pois jollakin redusoivalla aineella esim. $FeCl_2$:lla, $FeSO_4$:llä tai SO_2 :lla, minkä jälkeen Pt ja Pd saadaan helpolla talteen.

Platinametallit on Porissa toistaiseksi otettu talteen kultaelektrolyytistä seuraavalla tavalla. Regeneroitavasta kultaelektrolyytistä, jonka Pt-pitoisuus on noin 80 g Pt/l, saostetaan suurin osa kulta SO_2 :lla, jonka jälkeen kultahiekka suodatetaan pois ja kirkas liuos haihdutetaan pienempään tilavuuteen. Tässä vaiheessa saadaan suuri osa suolahappoa poistumaan. Liuos laimennetaan sitten alkuperäiseen tilavuuteen ja liuoksessa vielä oleva kulta saostetaan uudestaan SO_2 :lla. Suodatuksen jälkeen hapetetaan kultavapaa liuos kloorilla ja platinametallit saostetaan kyllästämällä liuos salmiakilla. Näin saatu purppuranpunainen sakka sisältää Pt:n, Pd:n ja Ir:n niiden ammo-

nium-kaksoissuoloina. Porissa ei toistaiseksi ole ryhdytty platina-metallien eroittamiseen toisistaan vaan platina-palladiumsalmiakki on hehkutettu ja syntynyt jalometallijauhe on lähetetty Saksaan raffinoitavaksi. Platinametalteja on näin talteenotettu jo muutama kilo.

Lähtien suhteellisen puhtaasta anodikullasta, kuten Porissa on yleensä tapahtunut, ei kultaelektrolyysin suorittaminen siis ole erikoisen vaikeaa, kun vain pidetään huolta siitä, että optimiolosuhteet vallitsevat, mutta anodikullan ollessa epäpuhdasta, noin 80 %, tuottaa alkuperäinen Wohlwill-menetelmä kuitenkin suuria hankaluuksia. Tällöin on tasavirran sijaan käytettävä ns. asymmetristä vaihtovirtaa eli tykyttävää tasavirtaa. Tämä aikaansaadaan siten, että tasavirtakone ja vaihtovirtakone kytketään sarjaan ja vaihtovirran voimakkuutta pidetään 10 % suurempana kuin tasavirran. Näin syntyy tasavirran molemmiin puoliin vaihteleva vaihtovirta. Tällaisella virralla on kennossa oma vaikutuksensa. Katodilla huomataan, että kulta muuttuu aivankuin kiinteämmäksi ja anodiin nähden sillä on selvästi depolarisoiva vaikutus. Tykyttävä virta ilmeisesti myös irroittaa anodin pinnalle muodostuvan hopeakloridin ja lyijysulfaatin. Lisäksi tämä virta lämmittää elektrolyyttiä, joten sen lämpötila nousee aina 90° een C. Depolarisoivan vaikutuksen vuoksi ei anodilla pääse muodostumaan auro-ioneja, mistä vuorostaan on seurauksena, ettei kulta mene juuri lainkaan kultakennon anodiliejuun.

Kultaelektrolyysi ei kuitenkaan tahdo onnistua edes tykyttävää tasavirtaa käyttämällä, jos anodikulta on 18-karaattista tai sitä matalampana. Tällaisen kullan puhdistus voitaisiin tietenkin tehdä siten, että se lejeerattaisiin hopean kanssa, jonka jälkeen suoritettaisiin hopeaelektrolyysi ja saadun anodiliejun rikkihappo- eli affinatioeroitus, minkä jälkeen liejun anodeiksi sulattamisen jälkeen seuraisi

normaali Wohlwill-kultaelektrolyysi. Tällaista tapausta varten on kuitenkin Porissa käytössä menetelmä, joka ei vaadi minkäänlaista lejeeraamista hopean kanssa, vaan epäpuhdas kulta valetaan anodeiksi. Menetelmän tarkoituksena on liuottaa kulta sähkökemiallisesti. Tätä varten ripustetaan anodit pieneen, 20 litraa vetävään posliinivannaan. Katodina toimii ohut kultalevy, jonka pinta-ala on noin $1/3$ anodipinnasta. Katodi on suljettu fajanssiseen, laseeraamattomaan diafragmaan. Kennon ja diafragman sisälle kaadetaan sitten väkevää suolahappoa. Kun virta kytketään, havaitaan, että jännite nousee suuresti diafragman ansiosta. Anodilla voi silmin erottaa, kuinka kulta menee liuokseen. Katodilla sen sijaan pysyy suolahappo värittömänä, mutta hajoo intensiivisesti vetyä muodostaen anodisesti muodostuneen kloorin yhtyessä kultaan kulta-kloridiksi. Tässä liuotusreaktiossa olemme käyttäneet jopa 3000 A/m² katodisena virrantiheytenä. Kullan liuotus käy siis erinomaisen nopeasti. Kun anodit ovat liuenneet, suodatetaan kultaliuos pois pohjasaakasta, laimennetaan ja kulta saostetaan SO_2 :lla muiden aineiden jäädessä liuokseen. Kultahiekka, jonka puhtaus on 997 $\frac{0}{100}$ valetaan sitten anodeiksi ja elektrolysoidaan tavalliseen tapaan katodikullaksi.

Kuten edellisestä on käynyt ilmi, ei kulta ja hopean toisistaan erottaminen niiden lejeeringistä eli doré-metallista nykyaikana enää tuota ylivoimaisia vaikeuksia. Verratesamme meidän aikakautemme metodeja niihin, joista tämän kirjoituksen alussa oli puhe, voidaan sanoa, että tekniikka on tässä suhteessa mennyt hyvin pitkälle ja että nykyinen jalometallielektrolyysi on alallaan huippusaavutus. Meidän ei kuitenkaan sovi väheksyä sitä työtä, minkä metallurgit jo parin vuosituhannen aikana ennen meitä ovat tehneet tälläkin alalla, sillä sehän on ollut nykyisen taitomme ja tietämisemme pohjana.

Jalometallien erottaminen ja

puhdistus Outokummun raaka-kuparista tulee vielä varmasti kehittymään ja paranemaan eritoten siltä osalta, joka käsittää anodiliejun raffination ja sen sulatuksen doré metalliksi. Metallitehtaan jalometalliosasto, joka on kuparielektrolysin sivuosasto, on jouduttu rakentamaan sodan aikana. Sodan ja vallitsevien vaikeuksien vuoksi ei se vielä mm. apparatuuriltaan vastaa kaikkia sille asetettavia vaatimuksia. Valmistusprosessi sinänsä on kuitenkin jo sivuuttanut kokeiluasteen ja on osastolla heinäkuuhun mennessä valmistunut kullta 180 kg, hopeaa 1650 kg ja pieni määrä platinää.

ÜBERSICHT

Nach einer geschichtlichen Übersicht über die Scheideverfahren von Gold und Silber im Altertum und Mittelalter wird die Raffination des Outokumpu Anodenschlammes zum Gold und Silber behandelt.

Zunächst wird die Analyse des Anodenkupfers gegeben. Es enthält (März 1943) Cu 99,09 %, Ni 0,69 %, Se 40 g/ton, Pb 120 g/ton, Au 19,5 g/ton und Ag 197 g/ton.

Nach beendeter Kupferelektrolyse entsteht der Anodenschlamm, dessen Analyse in sehr weiten Grenzen schwanken kann. Er enthält aber immer sehr viel Nickel als Oxyd, da der Nickelgehalt des Anodenkupfers verhältnismässig sehr gross ist. Der Rohschlamm, dessen Analyse z.B. 21,2 % Cu, 35,4

% Ni, 4,10 % Se, 3,74 % Pb, 0,82 % Au und 8,4 % Ag beträgt, wird in einem elektrisch beheizten Ofen unter Luftzutritt geröstet und das gebildete Kupferoxyd danach mittels Schwefelsäure gelöst. Nach vollendeter Laugung enthält der »kupferfreie« Schlamm im Durchschnitt ca 1 % Cu.

Hernach folgt die Entfernung des Nickeloxyds. Der »kupferfreie« Schlamm wird bis 110° C getrocknet und der trockene Schlamm in einem für diesen Zweck gebauten Spezialofen behandelt. Der Ofen besteht aus einem gusseisernen Herd und ist unter dem Herd elektrisch beheizt. Der Ofen wird mit konzentrierter Schwefelsäure gefüllt, die Schwefelsäure erhitzt und der trockene kupferfreie Schlamm danach hineingetragen. Die Sulfatisierung des Nickeloxyds erfolgt hiernach sehr rasch. Nach entsprechender Laugung mit verdünnter Schwefelsäure im mechanischen Rührwerk wird der Schlamm abfiltriert. Der Schlamm enthält aber noch bis 10 % Ni und darum wird die Sulfatisierung nochmals durchgeführt. Der Nickelgehalt des »nickelfreien« doppelt raffinierten Schlammes ist dann 1,5 % Ni.

Die nasse Raffination des Anodenschlammes ist jetzt beendet und die pyrometallurgische Raffination im Doré-Ofen folgt. Zum kleinen ölbeheizten Doré-Ofen wird jetzt der doppelt raffinierte Schlamm hineingetragen. Die Analyse der Charge ist dabei z.B. Edelmetalle 40 %, Cu 1,5 %, Ni 1,5 %, Pb 20 %, Se 14 % + SiO₂ zur Schlackenbildung.

Nach Einschmelzen der Charge wird die Pb-Ni-Schlacke abgezogen. Im Ofen befinden sich noch zwei getrennte Schichten: unten eine Gold-Silberlegierung und auf dieser schwimmt ein aus Silberselenid bestehender Silberstein. Das Silberselenid wird durch Soda-Salpeterzugabe und Blasung mit Luft zerlegt. Das Silber geht in die Gold-Silberlegierung und das Selen entweicht aus dem Ofen. Die Gold-Silber-Legierung oder das Doré-Metall, das im Durchschnitt 86 % Ag und 11 % Au enthält, wird zu Anoden gegossen.

Die Silberelektrolyse wird in Moebius-Zellen mit einem Elektrolyt von Ag 60 g/l, Cu 40 g/l und freiem HNO₃ 1—2 g/l durchgeführt. Der Anodenschlamm aus der Silberelektrolyse wird zwecks der Silberentfernung im gusseisernen Kessel mittels kochender konz. Schwefelsäure raffiniert. Der Goldsand von 97 % Au wird zu Anoden gegossen, die zur Goldelektrolyse gelangen.

Die Wohlwill-Zellen arbeiten mit einem Elektrolyt, der im Durchschnitt 90 g/l Au, 130 g/l HCl und bis 80 g/l Pt und Pd enthält. Zur Gewinnung der Platinmetalle wird der Goldelektrolyt ab und zu regeneriert. Das Gold wird mit SO₂ ausgefällt, die Lösung oxydiert und die gesamten Platinmetalle als Doppelsalze mit NH₄Cl ausgeschieden.

Die Anlage für die Raffination vom Anodenschlamm und für die Edelmetallelektrolyse wurde während des Krieges errichtet und hat bis jetzt 180 kg Gold und 1650 kg Silber und einige kg Pt und Pd geliefert.



Om olika slags tackjärn

Dipl. ing. I. Kjellman Oy. Vuoksenniska Ab. Åbo

Den äldsta stålframställningen försiggick inte enligt de numera vanliga metoderna över tackjärnet som mellanprodukt utan enligt ett slags s.k. direkt förfarande, vilket innebär, att man från malmen genom en enda process fick fram ett smidbart stål. Det ursprungliga arbetssättet, sådant det ännu förekommer hos primitiva folkstammar, består helt enkelt däri, att man fyller en grop i marken skiktvis med träkol och malm och sedan tänder kolet samt blåser in luft med en enkel bälganordning. Efter en tid bildas en lättflytande SiO_2 -rik slag med ända upp till 50 % järnoxid och nere på gropens botten en halvsmält järnlupp, som skyddas för oxidation och kolupptagning av den rikligt förhandenvarande slaggen. Järnklumpen uttages och genom utsmidning utpressas en del av slaggen ur järnet. Den på detta sätt erhållna järnmängden uppgår vid varje charge till endast ett fåtal kilogram.

Den vidare utvecklingen gick naturligt nog mot större, över markytan belägna stationära ugnsenheter, s.k. styckugnar, vilkas höjd småningom ökades till flera meter. Efter hand infördes även vattenhjuldrivna bälgar. Härmed inträffade en vändpunkt i järnframställningen.

Genom dessa förändringar inträdde nämligen ett fenomen, som säkert vållade medeltidens metalluriger svåra bekymmer. Förstoringen av ugnsenheterna och mekaniseringen av luftinblåsningen gav som resultat, att ugnstemperaturen steg och detta i sin tur medförde, att den bildade järnsmältan fick möjlighet att tillfredsställa sitt inneboende begär att upptaga kol i lösning. Resultatet blev, att en del

järnsmältor innehöll osmidbart järn, vilket förorsakade de ansvariga smältarna mer eller mindre svåra straff, ja t.o.m. dödstraff. I Tyskland kallades dylikt järn för »Dreckeisen» och i England »Pig Iron», svinjärn. Denna osmidbara kolrika produkt var ingenting annat än våra dagars tackjärn. Småningom lärde man sig att färskas d.v.s. friska upp tackjärnet genom en ny smältning under lufttillförsel, varvid man fick ett smidbart stål. Erfarenheten visade, att stålframställningen blev mera rationell och billigare genom att gå omvägen över tackjärnet och detta förfarande har genom århundradena bibehållits, trots att det ingalunda saknats försök att i modifierad form återgå till den gamla, direkta metoden. Rätt snart efter det tackjärnet införts inom järnhanteringen, lärde man sig även att framställa gjutgods, närmast kanoner, ugnshällar, gravstenar och enklare handelsgute.

I våra dagars metallurgiska industri intager tackjärnet en dominerande plats som ett viktigt halvfabrikat för framställning av stål och gjutgods. Utan överdrift kan man påstå, att tackjärnet inom järnindustrien spelar en liknande roll som t.ex. cellulosan inom pappersindustrien. Inom järnhanteringen spelar dock återgångsskrotet och utifrån kommande skrot en större roll än pappersskrotet inom pappersindustrien. Skrotet är ett förmånligt utgångsmaterial vid stålframställning och dess procentuella andel i stålugnarnas insats har under årens lopp alltmer ökat. Det ser dock ut som om man numera närmar sig ett jämviktstillstånd. I länder med en avancerad, sund, naturlig järnhantering torde man kunna karaktärisera

råvaruhållandena på följande sätt:

Tackjärnet fördelas så, att 10—20 % går till gjuterier, medan resten användes i stålverken. Av stålugnarnas insats utgöres i medeltal 30—40 % av skrot, medan resten är tackjärn. Detta betyder, att vid en produktion av 1 miljon ton tackjärn per år användes c:a 100,000 à 200,000 t. i gjuterier 800,000 à 900,000 t. i stålverk och c:a 1,300,000 à 1,500,000 t. göt och stålgiutsgods produceras. Tackjärnets stora betydelse består däri, att det representerar det jungfruliga materialet eller s.a.s. det friska blodet. En järnhantering baserad enbart på skrot som råmaterial är visserligen möjlig, men har ofrånkomligen starkt begränsade möjligheter till utveckling i fråga om kvalitet och kvantitet. Tackjärnet intar en nyckelposition, som i längden bestämmer utvecklingen inom ett lands järnhantering och till väsentlig del även för övriga kring stål och järn grupperade manufakturings- och verkstadsföretag. Tackjärnsframställningen är i sin tur beroende av råmaterialtillgången, transportbetingelserna m.m. Där möter ett helt komplex av problem, som det här skulle gå för långt utanför ämnet att närmare gå in på.

Om man betänker, att praktiskt taget allt tackjärn, som framställes, går till andra fabriker eller fabriksavdelningar, där det till stor del uppblandas med annat material och därefter undergår en genomgripande omvandlingsprocess, så att dess ursprungliga sammansättning helt eller i varje fall till betydande del går förlorad, kan man fråga sig, om det finnes någon giltig anledning att uppdelat tackjärn i de otaliga kvaliteterna man påträffar i sammansättningar över olika sorters tack

järn. Frågan är berättigad och jag skall försöka ge en kort översikt över sammanhangen.

De indelningsgrunder man använt och till största delen ännu använder, kunna sammanfattas i följande:

1. brottutseende, textur och gjutbetingelser
2. framställningsförfarande och använda råmaterial
3. användningsändamål och analys
4. metallografisk indelning

Den äldsta indelningen följde brottutseendet. Det är troligt, att det först framställda tackjärnet var vitt, ett antagande, som bevisas av att de äldsta kanonerna och kanonkulorna genomgående gjordes av dylikt järn. Ugnstemperaturen i styckugnarna eller blästerhyttorna var relativt låg och detta påverkar utan tvivel ugnsgången så, att ett vitt järn bildas. Redan från omkring år 1500 e. Kr. kan dock gråjärnsgjutgoods påvisas i Europa.

Bedömningen av tackjärn efter texturen utvecklades efter hand så att man fick en hel rad med benämningar.

Helvitt	tackjärn
Hagelsatt	»
3/4 vitt	»
1/2 vitt	»
3/4 grått	»
Helgrått	»

Beteckningen melerat tackjärn användes även för en del av mellanformerna.

Det helgråa tackjärnet indelades av gjuterimännen i 5 olika numror, nummer 1 hade det grövsta brottet, medan nummer 5 var finkornigast. Värdesättningen skedde efter samma skala. Det grovkornigaste järnet nummer 1 hade den högsta kiselhalten och tålde följaktligen flera omsmältningar eller större inblandning av återgångsskrot i form av ingöt, kassation och överjärn utan att bli hårt. Det finkornigaste gjuteritackjärnet hade den lägsta kiselhalten och var därför mycket ömtåligare och mindre uppskattat.

Denna indelningsgrund hade utan tvivel en reell bakgrund så länge allt tackjärn göts i galtsångar formade i sand. Den långsamma stelningsen och nedkylningen gav de texturen påverkande legeringsämnenas möjlighet att utbilda sina egna karaktäristiska egenheter och därför kunde en van bedömare rätt väl klassificera normala tackjärn efter brottytans utseende. Sedan man övergått till att gjuta tackjärnet i järnkokiller, varvid stelningsen försiggår snabbare, får man ej lika differentierade brottytor och därmed har denna metod mist sin betydelse om ock de gamla benämningarna ännu finnas kvar i språkbruket.

En alltjämt fullt gångbar indelningsgrund för olika sorters tackjärn är framställningsförfarandet och de därvid använda råmaterialen. I första hand kan man särskilja två grupper:

I. jungfruligt tackjärn, d.v.s. tackjärn som framställts av malm och

II. syntetiskt tackjärn, som framställts genom uppkolning av skrot.

Den första gruppen är helt dominerande, den andra innebär en nödfallsutväg, som tillgripes när lokala förhållanden, t.ex. brist på malmer, ej ge möjlighet att använda det normala förfaringssättet. Det förekommer också en mellanform. Man kan beskicka en vanlig masugn med skrot inblandat i malmbeskickningen. Detta förfarande tillgripes t.ex. när det gäller att periodvis driva upp produktionen i en redan förefintlig anläggning, eller då man vid stålframställningen använder sådana metoder, t.ex. sur bessemer, att det egna fallande skrotet ej kan nedsmältas till stål direkt. Sedan gammalt anses det syntetiska tackjärnet stå i kvalitetshänseende långt efter det ur malm framställda tackjärnet.

Den första gruppen indelas i följande underavdelningar:

- 1) blästermasugnstackjärn
- 2) elektromasugnstackjärn

Blästermasugnar drivas antingen med koks eller träkol och därför särskiljes ytterligare på kokstackjärn och träkolstackjärn.

De för tackjärnssmältning nödiga ingredienserna äro: malm, reduktionsmedel och slaggbildare. Dessutom kräves upprätthållande av nödig reaktionstemperatur och tillförsel av värme för att täcka de negativa värmetoningsarna vid reaktionerna. Den principiella skillnaden mellan blästermasugnar och elektromasugnar är den, att de förra få sitt värme- och temperaturbehov tillfredsställt genom tillförsel av brännbart material, medan de senare för samma ändamål förbruka elektrisk energi. Alla typer av masugnar kräva en minimikvantitet kol, nämligen den kolmängd, som åtgår för reduktion av oxiderna och för upplegering av det utreducerade, flytande järnet.

Orsaken till att man uppdelar tackjärn enligt denna princip är inte av rent framställningsteknisk art utan grundar sig även på den iakttagelsen, att reduktionsmedlet och temperatur-värmealstringssättet har inverkan på tackjärnskvaliteten. Ett obestridligt faktum är, att träkolstackjärn även vid möjligast lika analys är ett högvärdigare material än kokstackjärn. Man stöter här på den mystiska kvalitetsegenskap, body, som man inte helt tillfredsställande kunnat förklara. Olika teorier ha uppställts för att förklara detta sammanhang, men något entydigt resultat är det svårt att finna. Eftersom det svenska träkolstackjärnet är särskilt välkänt och uppskattat, ha en del forskare trott sig kunna härleda dess goda arvsegenskaper, body, från de erkänt förträffliga melansvenska malmerna. T.o.m. gångarten har antagits kunna spela in. Den skulle ge en särdeles lämplig, lättsmält slag. Andra ha tagit fasta på reduktionsmedlens olika egenskaper. Koksen är tyngre, tätare och svårbrännbarare än träkolet och därför sker förbränningen ej så omedelbart i en koksasmusgn

som i en träkolsmasugn. Det genom blästerformorna inblåsta luftsyret antages därför i koksmasugnen åstadkomma ett större oxiderande gasskikt, genom vilket en stor del av de ovanför formnivån utreducerade järndropparna måste passera, innan de nå masugnsstället. Enligt denna teori bildas därvid ett skikt med järnoxid på ytan av järndropparna, som kvarblir vid stelningen och försäkras kvalitets-sänkningen. Även gasinneslutningar av olika slag antagas därvid spela in. En bidragande orsak till denna oxidation är även den högre blästertemperaturen, 800—900°, i koksmasugnar mot en temperatur av endast 300—500° i träkolsmasugnar. Mot denna teori kan man göra den anmärkningen, att om det inträder ett jämviktstillstånd i masugnsstället, så finnes inga möjligheter för någon högre FeO-halt i tackjärnet. Enligt Vacher-Hamilton är produkten $[C] \cdot [O] = 2,4 \cdot 10^{-6}$. Vid en kolhalt av 4 % motsvarar detta en $[O]$ -halt av 0,0006 %, således en helt minimal syrehalt, som ej kan spela någon roll.

Antydningssvis har man även omnämnt koksaskans halt av sällsyntare metaller, t.ex. geranium, gallium och tenn, vilka kunde tänkas ha en specifik verkan på tackjärns-kvaliteten. Detta antagande har dock icke heller bevisats.

Om man tillmätte bränsleaskan en avgörande roll i kvalitetshänseende, borde elektrotackjärnet vara det bästa tackjärnet. »Det vita kolet» har ju utom många andra fördelar även den förtjänsten, att det ej kvarlämnar någon askrest i ugnen. I kvalitetshänseende är elektrotackjärnet av samma klass som träkolstackjärnet, men några utpräglade, speciella kvalitetsegenskaper kan man knappast påvisa.

Som sammanfattning kan sägas, att indelningen av tackjärn enligt framställningssättet ger en viss differentiering av tackjärnssorterna, men denna är ej på något sätt skarp och entydig.

Efter användningsändamål indelas tackjärn i

- I. Gjuteritackjärn
- II. Stålugnstackjärn

Av båda sorterna finnes ett otal kvaliteter, av vilka en del numera äga blott historisk betydelse. Benämningarna äro i många fall att uppfatta som kommersiella beteckningar, som dels ange framställningsland eller -distrikt, dels avse ett visst användningsändamål. I olika länder har man något avvikande praxis både inom gjuterier och stålverk och därför kunna olika betecknade tackjärn vara nästan identiska till sin sammansättning. Vad först normala gjuteritackjärn beträffar, indelas de enligt tysk praxis i följande:

	% Si	% Mn	% P	% S	% C
Hämattit	2 —3	≤ 1,2	≤ 0,1	≤ 0,04	3,5—4,0
Gjuterijärn I	2,25—3	≤ 0,8	≤ 0,7	≤ 0,04	»
» III	1,8 —2,5	≤ 0,8	≤ 0,9	≤ 0,06	»
» IV A	2,0 —2,5	≤ 1,0	1— 1,5	≤ 0,06	»
» IV B	1,8 —2,5	≤ 0,8	1,6—1,8	≤ 0,06	»

Det sistnämnda är av s.k. Luxemburger kvalitet. Som synes återfinnas spår av det gamla beteckningssättet att numrera gjuterijärn med högsta Si-halt med N:o 1 och vidare med stigande nummer efter sjunkande Si-halt, men i detta fall följer nummerordningen närmast P-halten.

Liknande beteckningar användes även t.ex. i England och Amerika. I Sverige har man försökt genomföra en generell klassificering av gjuteritackjärn enligt följande princip:

- 1) i masugn med enbart träkol producerat tackjärn betecknas med T
- 2) i masugn med enbart koks producerat tackjärn betecknas med K
- 3) i öppen elektrisk masugn av malm producerat tackjärn betecknas med E

Var och en av dessa grupper har sedan indelats efter den genom ugnens skötsel och beskicknings-sätt i järnet införda kisel-mängden så som framgår av följande exempel:

Ett tackjärn med 2,25—2,75 % Si framställt i de tre olika slagen av masugnar betecknas med

T 2,5; K 2,5; E 2,5

Siffervärdet efter bokstaven betecknar således Si halten och en variation av $\pm 0,25$ % tillåtes. Vid garanterad Mn halt tillåtes en variation av $\pm 0,2$ % Mn.

Utom dessa normala gjuterijärn finnes en stor mängd olika tillsats- och specialtackjärn, vilka gå under mer eller mindre fantasifyllda och braskande kommersiella beteckningar. En del av dessa ha hög Mn-halt, andra speciellt låg P halt, andra åter synnerligen låg kolhalt o.s.v. Även legerade kvaliteter, t.ex. Cr-, Ni-, Mo-, Ti-, Va- och Cu-legerade tillsatsjärn finnas. Nä-

gon systematisk indelning av alla dessa sorter är inte möjlig. Under beteckningen perlitackjärn har en speciell kvalitet gjuteritackjärn lancerats, vilken något skall beröras, när det blir fråga om den metallografiska indelningen av tackjärn.

För aduceringsändamål användes tackjärn med låga Mn- och Si-halter. Gjutgodset bör stelna vitt.

För speciella ändamål, t.ex. valsar, rostfritt, syrafast och eldhärdigt gjutgodset, användes mycket höglegerat tackjärn, som kan innehålla flera tiotal procent legeringsämnen jämte järnet. Sådant material hänföres rättare till legeringarnas område, varför det ej beröres närmare i detta sammanhang.

Tackjärnet undergår vid omsmältningen till gjutjärn en betydande omvandling. Först och främst blandas olika tackjärnssorter med varandra och vidare tillsättes gjutjärnsskrot, men numera även mycket ofta stålskrot. Nedsmältningen är förbunden med betydande förändringar i Mn-, Si-, C- och S-halterna. Om man vidare tänker på

de skiftande analysfordringarna på olika slags gjutgoods, är det inte så särdeles förvånansvärt, att man har så många olika gjuteritackjärnsanalyser. Helt säkert kunde man dock minska benämningarnas mångfald genom en konsekvent systematisering.

Stålugnstackjärnet indelas i lika många kvaliteter om det finnes stålprocesser, ja t.o.m. i flere, ty en del processer kunna drivas på olika sätt, beroende på önskad stålqualität, insatsförhållanden m.m.

Stålprocesserna indelas i följande huvudgrupper och underavdelningar:

- I. Välljärnsmetoder
 - 1) Vallonmetoden
 - 2) Lancashiremetoden
 - 3) Puddling
- II. Götstålprocesser
 - 1) Bessemer
 - 2) Thomas
 - 3) lillbessemer
 - 4) sur Martin
 - 5) basisk Martin
 - a) skrot-Martin
 - b) malm- »
 - c) Talbot
 - 6) elektrostål
 - 7) Brackelsberg
 - 8) degelstål
 - 9) torrfärskning, R-K-förfarandet

Välljärnsmetoderna äro redan till övertvägande del historiska. Alla tre metoderna användas visserligen något ännu, men det är endast för tillverkning av små kvantiteter stål för specialändamål. Alla tre använda vitt tackjärn. Lancashire-processen medger ingen P-raffinerings, varför P-halten i tackjärnet måste vara låg. Vallon- och puddelprocesserna äro förmånligare i detta hänseende och därför förekommer i puddel-tackjärn upp till 1 % P. Lancashire- och Vallon-smidet användes alldeles obetydligt, huvudsakligen för framställning av råskenor för omsmältning till degelstål. Puddlingen har i Amerika upplevat en renässans, närmast på grund av att puddel-

stålet, liksom f.ö. även Lancashire- och Vallonstål, har synnerligen god vällbarhet och därför är ett överlägset material för vällda rör och smidd kätting.

Tackjärn för de viktigaste stålmetoderna, götstålprocesserna, kan uppdelas i två grupper:

1) tackjärn för sura processer, d.v.s. sådana stålmältningsprocesser, som utföras i ugnar med surt foder och

2) tackjärn för basiskt infodrade ugnstyper.

Sura processer medge ingen P- och S-rening. Det är därför en tvingande nödvändighet att för dessa metoder ha tillgång till P- och S-rent tackjärn.

De basiskt infodrade ugnarna ha i allmänhet goda P- och S-raffineringsmöjligheter och mot bakgrunden av att dessa element ur framställningssynpunkt sett i de flesta fall äro att betrakta som ej önskvärda, kan man säga, att de basiska ugnarna kunna använda sämre tackjärn.

Si- och Mn-halterna sjunka under stål processens gång till mycket låga värden, d.v.s. de gå över i slaggen. Tackjärnets halt av dessa ämnen spelar dock en stor roll bl.a. av följande skäl:

1) Slaggbildning är en tvingande nödvändighet, för att man skall kunna genomföra processen. Slaggen upptar i sig de P- och S-mängder m.m. som man önskar avlägsna ur smältan, skyddar stålet för gasupptagning, överoxidation m.m. samt tjänstgör överhuvud som ett förmedlande medium vid reaktionerna mellan ugnsatmosfären och stålbadet.

2) Si och Mn reglera slaggsammansättningen, så att en aktiv slag med lämplig viskositet och analys bildas.

3) Oxidationen av legeringsämnen ger så mycket värme, att de vid Bessemer- och Thomas-processerna helt täcka värmebehovet och vid andra stålprocesser en betydande del därav.

P intar en särställning bland

legeringsämnen i tackjärn för basiska stålprocesser. Som bekant finnes avsevärda halter av detta element i många malmer. Vid tackjärnssmältningen går praktiskt taget allt P över i tackjärnet och dessutom medför bränslet ytterligare något fosfor. P som legeringsbeståndsdel i stål är å andra sidan ej lämplig, då den förorsakar kallbräcka. Genom basiska stålprocesser kan fosfor avlägsnas, dock inte utan uppoffring av chargetid och tillsatser. Vid några stålprocesser, Thomas och modifierad basisk Martin, har man lyckats göra en dygd av nödvändigheten därigenom att P-halten i tackjärnet drives upp till ca 2 % och då vid sin förslagning ger dels så mycket värme, att en väsentlig del av värmebehovet täckes, dels en slag med upp till 25 % P_2O_5 , vilken användes som gödningsmedel inom jordbruket och betingar ett pris, som täcker en avsevärd del av stålframställningskostnaderna.

Kolet avgår under värmetveckling som CO till ugnsatmosfären. Därvid åstadkommes en kraftig omrörning, kok, som är av stor betydelse ur reaktionssynpunkt och har stor inverkan på stålqualiteten.

Den sura bessemer-metoden har numera ej så särdeles stor spridning. I Sverige, där den först genomfördes praktiskt, förekommer den ännu i mindre utsträckning för framställning av kvalitetsstål. Det använda tackjärnet har 3 % Mn, ca 1 % Si och möjligast låga P- och S-halter. Slaggen håller 30—40 % MnO och användes därför för framställning av ferromangankisel. I England och Amerika användes metoden för framställning av handelsjärn. Tackjärnet har där lägre Mn-halt, under 1 %, och mellan 1—3 % Si. Tätt på varandra följande blåsningar möjliggöra användandet av så låglegerat tackjärn.

För Thomas-processen d.v.s. basisk bessemer, användes normalt följande tackjärnsanalys:

C = 3,0—3,5 %

Si	≤ 0,4	%
Mn	= 1,0—1,5	%
P	= 1,7—2,1	%
S	< 0,1	%

Si-halten hålles låg för att man ej skall få för stor slaggmängd och för stor anfrätning av det basiska ugsnfodret. Slaggen tages tillvara för jordbruksändamål. Legeringsämnen i tackjärnet ge ett över-skott i värme, som utnyttjas så att 10—15 % skrot nedsmältes under chargens gång. Thomas-processen har en mycket stor användning för tillverkning av handelsjärn. Genom kombination med andra stålprocesser, t.ex. Thomas-basisk Martin fås ett Duplex-förfarande, som ger bättre stål än det vanliga Thomas-stålet.

En tredje variant av bessemer utgör lillbessemer, som huvudsakligen användes i stålglutier. Luften inblåses från sidan in i konvertern och på grund därav förbrännes kol till CO_2 inom konvertern, vilket ger förbättrad värmeekonomi. Följaktligen kan lägre legerat tackjärn t.ex. med 1—2 % Si, 0,5—1,0 % Mn och möjligast låga P- och S-halter användas. Infodringen är sur. Metoden användes även för blåsning av aducerings-tackjärn.

Vid sidan av Thomas är Martin-processen den mest använda götstålprocessen. Den sura metoden, som ej tillåter P- och S-raffinering, är trots dessa nackdelar en av de viktigaste kvalitetsstålprocesserna, då den ger en hög och framför allt jämn kvalitet på stålet. I svensk praxis användes grått träkols- eller elektrotackjärn upp till 70 % av insatsen. Denna höga tackjärns-% motiveras av bristen på prima skrot. Tackjärnet håller normalt 0,7—1,0 % Si, 1,25—2,0 % Mn, ca 0,020 % P och 0,005—0,012 % S.

Den basiska Martin-processen kan drivas på två olika sätt, antingen med hög skrotmängd i insatsen, s.k. skrot-Martin, eller med hög tackjärns-%, s.k. malm- eller färsknings-Martin. Metoden är mycket

elastisk, varför man lätt kan inrätta sig efter skrot- och tackjärnstillgången, ja t.o.m. efter prisförhållandena mellan skrot och tackjärn.

Ren skrot-Martin utan tackjärn i insatsen förekommer, men då uppkolas med antracit, koks eller träkol för att man skall få kok. Normal tackjärnstillsets är 20—35 %, men vid hårt stål eller av kvalitetshänsyn uppställd fordran på lång koktid kan den uppgå till 50 %. Tackjärnets analys rättar sig efter beskickningens sammansättning. P-halten är måttlig 0,1—0,25 %, men kan ibland uppgå till 0,5 %. Mn-halten är varierande. Vid sidan av normalt tackjärn med c:a 1 % Mn användes även tillsats av tackjärn med 2—3 % Mn eller också tillsattes Mn-malm. Kiselhalten avpassas efter tackjärns-mängd så att slaggens SiO_2 -halt efter nedsmältningen blir lämplig.

Vid ren färsknings-Martin användes helst tackjärn med hög P-halt på samma sätt som vid Thomas-blåsning för att få en försäljbar P_2O_5 -rik slagg som biprodukt. Avtappning av slagg måste utföras under chargens gång, då slaggmängden annars blir för stor och i allmänhet endast den första slaggen kan säljas som gödningsmedel (minimihalt av ca 15 % P_2O_5 erforderlig). Beroende på huru slaggaavdragningen sker, skiljes på följande metoder:

- 1) Bertrand-Thiel-förfarandet. Stålet tappas över i en annan ugn sedan slaggen avskiljts.
- 2) Hoesch-förfarandet. Stålet tappas i skänk, slaggen avskiljes och stålet återföres till samma ugn.
- 3) Tippbar ugn användes.

Vid alla dessa metoder användes ungefär likadant tackjärn, med c:a 1,2—2 % P, 0,4 % Si och c:a 1 % Mn.

Talbot-förfarandet, som användes i England, Tjeckoslovakiet och Amerika är ett speciellt färsknings-Martin förfarande, där endast en del av det färdiga stålet avtappas. Den avtappade delen ersättes med malm, kalk och tackjärn. Härmed

vinnes, att stålbadets C-halt aldrig överstiger ca 1,5 % och därför fås en snabb nedfärskning under hela färskningsperioden. Tackjärnsammansättningen varierar, men en lämplig analys är ungefär:

P	ca 1,2	%
Si	< 1,0	%
Mn	= 1,0—1,4	%

Elektrostålugnar för framställning av stål i industriell skala kan uppdelas i två grupper:

- 1) ljustålsugnar
- 2) induktionsugnar

Ljustålsugnarna, oftast basiskt infodrade, t.ex. Rennerfelt, Heroult och dess olika modifikationer äro de dominerande. De tillåta måttlig färskning, god temperaturreglering, långtgående raffinering och enkel slaggaavdragning, varför de äro mycket användbara. Vanligen användes ljustålsugnarna ej som typiska nedfärskningsugnar utan ha relativt låg tackjärnsprocent eller också arbeta de som andra led i ett Duplex-förfarande. Det använda tackjärnet har ungefär samma analys som vid basisk Martin, men är förstas beroende av skrotsammansättning och kvalitetsfordringar.

Av induktionsugnarna är högfrekvensugnen den viktigaste inom stålindustrien. Tillsvidare användes den huvudsakligen som nedsmältning- och legeringsugn, varför den ej tål tackjärnstillsets.

Uppkolningstackjärn för olika ugnstyper bör i regel vara lågt i P och S.

Brackelbergs-ugnen är en liggande, tippbar roterugn, som eldas med kolpulver. Den har fått en viss användning, t.ex. i stålglutier, då den ger billig smältning och har liten värmekapacitet, varför den är lämplig för intermittent drift. I brännarändan har man oxiderande förhållanden beroende på att kolpulvret ej förbrännes momentant och därför måste stor mängd Mn+Si tillföras med tackjärnet och skrotet för att hålla

chargen vid rätt analys. Då det dessutom tillsvidare ej lyckats att lösa infodringsfrågan helt, har metoden ej vunnit större användning.

Den vanliga degelstålprocessen är ett rent nedsmältningsförfarande som ger ungefär samma analys på det färdiga materialet som insatsen har. Ett modifierat förfarande, Uchatiusmetoden, användes ännu något bl.a. i Sverige. Insatsen utgöres av 70 % granulerat tackjärn med 4,1 % C, 0,2 % Si, 0,3 % Mn och mycket låga P- och S-halter, 20 % skrot, 15 % malm och ca 1 % träkol. Metoden är intressant därigenom, att den egentliga färskningen försiggår i fast tillstånd.

För några år tillbaka utarbetade en ny indirekt stålmetod, det s.k. Rennerfelt-Kalling-förfarandet eller torrfärskningsmetoden, som använder 100 % tackjärn i insatsen. Förfarandet, som fått en viss användning i Sverige, består däriatt tackjärn granuleras och underkastas nedfärskning i fast tillstånd i en avkolande atmosfär, bestående av $\text{CO}_2 + \text{CO}$. Metoden, som lämnar ett gott utgångsmaterial för kvalitetsbetonade stålprocesser, är inte bunden vid någon bestämd tackjärnsanalys.

Indelningen av olika stålugnstackjärn efter användningsändamål kombinerad med analysuppgifter är det i praktiken mest brukliga och säkert riktiga sättet att klassificera dylikt tackjärn. Orsakerna till de skiftande analyserna beror på råmaterialen, smältning-betingelserna och den eftersträvade stålsammansättningen och — kvaliteten.

I metallografiskt hänseende kan tackjärn indelas i övereutektiskt, eutektiskt och undereutektiskt tackjärn, beroende på C-halten. Vid rena järn-kollegeringar ligger eutektikum vid 4,3 % C. Den eutektiska punkten förändras emellertid vid tillsats av andra legeringsbeständelar, ex. Si och P. Det går därför inte utan vidare att direkt av analysen säga till vilken av dessa grupper ett tackjärn hör. I mikroskop

kan man i normala fall ganska lätt avgöra mätningsgraden.

I strukturellt hänseende kan ett tackjärnsprov visa

- 1) metastabil
- 2) stabil
- 3) en blandning av metastabil och stabilkaraktär, beroende på om provet stelnat efter metastabila eller stabila systemet eller partiellt efter vardera.

Under normala förhållanden inträffa fallen 1 och 3. Stelnin efter metastabilt system inträffar, när ett tackjärn med låg Si-halt stelnar förhållandevis hastigt. Järnets textur är helvit och allt kol är bundet vid järn till järnkarbid, Fe_3C . Det motsatta, stabilt stelnade, äger rum, när ett Si-rikt tackjärn får stelna ytterligt långsamt och helst hålles vid måttlig temperatur en längre tid. Allt kol återfinnes då i form av grafit eller temperkol. Det tredje fallet är det normala för grått tackjärn. Till en början stelnar dylikt järn enligt stabila systemet under utskiljande av grafit, men vid omvandlingarna i fasta tillståndet bildas järnkarbid vid sidan av grafit.

Dessa förhållanden spela ingen större roll för stålugnstackjärn, vars strukturella uppbyggnad helt nedbrytes vid stålsmältningen. Där emot äro de av den allra största betydelse för gjutgods. Gråjärns-gjutgods bör, för att få de bästa hållfasthetsegenskaperna, stelna enligt det ovan skisserade fallet 3. Efter fullbordad stelning bör strukturen bestå av möjligast små grafitfjäll, jämnt fördelade i en finlamellär perlitisk grundmassa. Dylikt järn kallas perlitjärn, en beteckning, som omnämndes, när det var fråga om gjuteritackjärens indelning. Ett sådant högklassigt gjutgods är ingenting annat än ett stål med ca 0,9 % C, som genomsettes av små grafitfjäll.

Från en ringa början har tackjärnsframställningen nått sin nuvarande ställning som en verklig storindustri. Under århundraden har den, liksom all annan metallsmält-

ning, varit en svårlärd konst, som endast kunnat inhämtas genom praktisk erfarenhet. Först i och med införandet av vetenskapliga metoder har det blivit möjligt att få en viss klarhet i de mångskiftande och invecklade förlopp, som utspela sig, innan det färdiga stål- eller gjutgodsstycket fått sin slutliga form och sina önskade egenskaper. Ett viktigt led i denna komplicerade process är tackjärnet. Med tanke på de skiftande malm-analyserna å ena sidan och de lika så högst varierande analysfordringarna på färdigprodukterna stål och gjutgods är det inte särdeles förvånande, att det förekommer så många olika slags tackjärn.

ÜBER VERSCHIEDENE ARTEN VON ROHEISEN.

Ungeachtet zahlreicher Versuche, die ursprüngliche, direkte Stahlherstellungsmethode in modifizierter Form wiederzubeleben, nimmt das Roheisen immer noch einen dominierenden Platz in dem Eisenbetrieb ein. Die Bedeutung des Schrottes ist in den letzten Jahrzehnten kräftig gewachsen, aber eine entwicklungsfähige und gesunde Stahlindustrie setzt Zufuhr von neuem, frischem Material, in der Regel in Form von Rodeisen, voraus. Praktisch genommen wird alles Roheisen in den Stahlwerken und Giesereien einer durchgreifenden Umwandlung unterworfen, bevor dasselbe als Fertigprodukt herauskommt. Die Ursachen dazu, dass man dessen ungeachtet so viele Arten von Roheisenqualitäten hat, sind auf mehrere Umstände zurückzuführen. In dem Aufsatz wird eine Übersicht über die verschiedenen Arten gegeben, auf welche das Roheisen in Gruppen gemäss Bruchaussehen, Herstellungsverfahren, Verwendungszweck, Analyse und metallographischen Gesichtspunkten eingeteilt wird.

KIRJALLISUUSSELOSTUKSIA — LITTERATURÖVERSIKT

Toistaiseksi ovat seuraavat henkilöt lupautuneet huolehtimaan lehtien ja ammattikirjojen mielenkiintoisimpien esityksien selostamisesta kunkin henkilön huolehtiessa omasta alastaan:

ins. H. Kreuts von Scheele: teräksen valmistus

ins. I. Kjellman: takkiräuta (harkoräuta)

ins. F. Holmberg: valssaamoasiat

ins. K. E. Dahlström: vuorikemia (raudan ja teräksen)

maisteri H. Böök: aineenkoetus ja metallografia

Edellämäinitut kaikki Oy Vuoksemmiska Ab:sta.

ins. Olli Simola, Lokomo Oy: teräsvalimo-, paja- ja puristamoasiat

ins. M. H. Tikkanen, Valtion Lentokonetehtäs, yhdessä ins. J. Lauren'in, Tampella, kanssa: kevytmetallit ja metallien pintakäsittely

ins. K. Järvinen, Kauppa ja Teoll. ministeriö: kaivostekniikka

ins. P. Bryk, Outokumpu Oy: elektrolysi

ins. S. Aarnisalo, Outokumpu Oy: metallilaboratorioasiat

Sovittu jako on tarkoitettu ensi sijassa orientoivaksi eikä siis mitenkään estä asianomaisia käsittelemästä asioita laajemmaltakin pohjalta. Lehden seuraavan numeron ilmestyessä lienee lehtien selostajiksi lupautuneiden lukumäärä huomattavasti suurempi ja alavalikoima samalla täydellisempi.

TERÄS — STÅL

»Försöksresultat med en grafitstavsmältugn». (»Versuchsergebnisse mit einem Graphitstabschmelzofen») A. Kropf. Stahl u. Eisen 1943 S. 94.

Denna Junker-ugn får glädja sig åt en växande uppmärksamhet. Den är en ren omsmältningugn för små insatser. Renheten hos det smälta stålet framhålles. Sifferuppgifter belysta ekonomin.

»Övervakning av Siemens-Martin-ugnens valvens uppvärmning». (»Überwachung des Anheizens von Siemens-Martin-Ofengewölben»). F. Sträuber. Stahl u. Eisen 1943. S. 236.

Beaktansvärda vinkar givas betr. uppställandet av uppvärmningsprogram. Silikateglens förhållande vid uppvärmning beskrivas.

»Erfarenheter med normaltegel för ljusbågsugnsvalv vid inbyggnad av metalliska kylringar». (»Erfahrungen mit Lichtbogenofendeckeln aus Einheitssteinen beim Einbau von metallischen Kuehlingen»). H. Müller. Stahl u. Eisen 1943. S. 217.

I denna aktuella uppsats visas, huru förbrukningen av silikategel för elektrougnsvalv kan sänkas genom ett speciellt byggnadsätt.

»Stål för varmbearbetningsstål». (»Stähle für Warmarbeitsstähle»). H. Treppschuh. Stahl u. Eisen 1943 S. 189.

Detta viktiga arbete ger en överblick över de i dag brukliga stålen för varmbearbetningsverktyg. Uppsatsen behandlar 34 stål och deras speciella användningsmöjligheter. Intressant är användningen av högvärmebeständigt ventilkägelstål för starkt belastade pressmatriser vid metallstångs- och metallrörspressar.

»Hållfasthetsegenskaperna hos seghärdade krom-mangan sätthärningsstål». (»Die Festigkeitseigenschaften vergüteter Chrom-Mangan-Einsatzstähle»). A. Krisch. Stahl u. Eisen 1943. S. 61.

De tyska sätthärnings-standardstålen EC 80 och EC 100 undersöktes med avseende därpå, huruvida de med fördel även skulle kunna användas som seghärningsstål. Man visar, att t.ex. vid EC 100 hållfasthetsvärden på 140 kg/m² vid god slagseghet kunna erhållas efter avkylning i vatten och anlöpning till 220°. En förutsättning härför är mycket jämna analyser och klena dimensioner. Vid anlöpning över 250° genomlöper slagsegheten ett minimum vid 300—350°.

»Tillförlitligheten av sparstål i lastbilskonstruktioner». (»Bewährung sparstoffarmer Stähle im Lastkraftwagenbau»). H. Balster u. W. Eilender. Stahl u. Eisen 1943. S. 249.

Det gäller en sammanfattning av mångåriga planmässiga undersökningar sedan 1935 över olika delar i 3 tons lastbilar. Fördelarna av en normalglödning före bearbetningen och värmebehandlingen framhålles. Härdning av olegerade stål i 8 % natronlut. Vid oljehärdning har en mineralolja av 40—50° och 2,5—3 englergrader, visat sig vara tillförlitligt. Betydelsen av erfarenheter från driften. Kuggbrots- och uppdomningsförsök är fördelaktigt för provningen av kugghjul av nya stål. Ingående undersökningar av sätthärnings- och seghärningsstål.

Kr. v. Sch.

»Åtgärder och anordningar för seghärdning ur valsvärmet». (»Massnahmen und Einrichtungen zum Vergüten aus der Walzhitze»). R.

Schäfer und J. Frühling. Stahl und Eisen 22. 4. 1943. Heft 16.

Genom att utnyttja valsvärmet vid värmebehandling av valsat stål kunna rätt betydande vinster erhållas i såväl värme som minskad arbetskraft och minskade anläggningskostnader. Såväl legerade som olegerade konstruktionsstål kunna med fördel härddas direkt ur valsvärmet. I uppsatsen beskrives några praktiska utförningsformer på dylika härdingsanläggningar. Av vikt torde vara att en utjämningsugn placeras för vattenbadet.

Fj. H.

»Glödning av stål från valsvärme». (»Glühen von Stahl aus der Walzhitze»). R. Schäfer u. E. Langenbach. Stahl u. Eisen 1943. S. 399.

Efter det seghärningen från valsvärme har väckt så stort intresse, så är det blott naturligt, att även glödning från valsvärme blir föremål för undersökningar. Författarna visa, att t.ex. kullagerstål efter luftavkylning från valstemperatur till litet över Ar₁ med efterföljande glödning erhåller en mycket god struktur av kornig perlit. Det hänvisas även till de ekonomiska fördelarna av denna behandling för verktygsstål och seghärningsstål.

Kr. v. Sch.

»Bestämning av kraftbehovet vid valsning av likartade och olikartade profiler». (»Ermittlung des Kraftbedarfs beim Walzen artähnlicher und artverschiedener Profile»). Marcel Steffens. Stahl und Eisen 15. 4. 1943. Heft 15.

Genom undersökningen på ett flertal valstråner har författaren samlat uppgifter över effektbehovet vid valsning av ett flertal olika profiler vid olika lagerkonstruktioner och effektbehovets beroende av ver-

kens sysselsättningsgrad. Ur undersökningarna framgår tydligt den ekonomiska betydelsen av att ett valsverk köres med högsta möjliga produktion och vidare framgår ur uppsatsen att bronslager taga ca 25 % mera effekt än konstharts-lager.

Produktionsstegring i grovplåtvalsverk genom driftsekonomiska åtgärder. (»Leistungssteigerung in Grobblechwalzwerke durch betriebswirtschaftliche Massnahmen»). Max Reckziegel. Stahl und Eisen 27. 5. 1943.

På basis av tidstudier och beräkningar har författaren utarbetat ett monogram för bestämning av den nominella produktionen vid valsning av olika dimensioner grovplåt.

»Rening av varmt stål före och under valsning och smidning». Gunnar Wallguist. J. K. A. Nr 3 1943, vol. 127.

I uppsatsen beskrives amerikanska metoder för rening av material från glödspån genom besprutning med högtrycksvatten. Författaren redogör även för försök som utförts vid svenska valsverk med liknande anordningar. Den största betydelsen visade sig metoden hava vid rening av tunnplåtsämnen och band, medan vid valsning av profiler där större stukning förekommer som t.ex. tråd icke samma fördel kunde iakttagas, då den mekaniska reningen där är så pass kraftig. Vanligt tryck vid dylika anläggningar är 60—100 atm.

»Bestämning av dragkraften vid blankdragnig av stål». (»Ermittlung der Ziehkraft beim Ziehen von Blankstahl»). W. Iaez und A. Pomp. Stahl und Eisen Nr 19. 13. 5. 1943

Författaren härleder på basis av utförda mätningar vid blankdragnig av rundstål en formel för bestämning av kraftbehovet.

$P = \pi d^2 H (0,03 + 0,55 Q)$ kg 4
 d_0 = ingående ämnets diameter i mm

d_1 = färdigdimension
 H = materialets Brinelltal
 P = dragkraft i kg

$\Delta Q = \text{tvärsnittsförändringen} = \frac{d_0^2 - d_1^2}{d_0^2}$

Dysvinkeln var vid försöken 20° och friktionskoeff. ca 0,05 (smörjningen skedde med rovolja). För underlättande av kraften P:s bestämning har även ett monogram upprättats, varur P direkt kan avläsas för olika värden på d_0 , d_1 och H.

Fj. H.

Valimoteknikens utvärdering i Yhdysvalloissa. Matkakertomus. Erik O. Lisell: Gjuteritekniska studier i Förenta Staterna. Reseberättelse. Järnkontorets Annaler 127 1943 Nr 2 S. 35/59.

Kirjoittaja kuvaa runsaita huomioitaan tutustumismatkaltaan Yhdysvaltojen lukuisissa teräs- ja valurautavalimoissa. Selostukseen liittyy monia valokuvia ja piirroksia.

»Kokeita erilaisilla valusydänöljyllä ja sitomisaineilla». (»Ueber Versuchen mit verschiedenen Kernölen und neuartigen Kernbindern»). H. Wellnitz. Die Giesserei 1943 N:o 4. S. 53/58.

Jatkuissa laatututkimuksissa todettu sydänöljyjen viime vuosien aikainen huonontuminen on aiheuttanut valusydämien taiputuslujuuden heikkenemistä. Lisäämällä hiek-kaseokseen öljyosuutta on asiaa voitua korjata.

Kirjoituksessa selostetaan tutkimuksia useiden ns. kuivasitotien soveltavaisuudesta. Tällöin ilmei, että vaikka riittäviin taiputuslujuuksiin voitiinkin päästä tuotti haittoja näin valmistettujen valusydämien taipumus imeä itseensä kosteutta.

Tuloksia arvosteltaessa olisi kuitenkin huomioon otettava, että kekeillut valmisteet ovat vielä kehityksen alaisia.

»Rauta- ja metallivalimoiden poistoilmalaitteet». (»Entlüftungsanlagen in Eisen und metallgiessereien»). Die Giesserei 1943 N:o 4. S. 58/60.

Kirjoituksessa selostetaan valimoiden ilmanvaihtolaitteiden suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja. Pelkkä turmeltuneen ilman ja pölyn poistaminen imulaitteilla onnistuu harvoin ja senvuoksi on yleensä huolehdittava myös raittiin ilman painamisesta sisälle. Näin saadaan syntymään yhtämittäinen hallien huuhtelu raittiilla ilmalla. Valimohallien ilman tulee yleensä keskimääräisesti vaihtua 10—20 kertaa tunnissa. O. S.

KEVYTMETALLIT — LÄTTMETALLER

»Aluminin tuotanto». (Metallwirtschaft 1941 N:o 8. S. 207.)

Aluminin strateginen merkitys on kasvamassa. V. 1940 valmistettiin U.S.A:ssa 187000 t., v. 1941 suunnitellaan 310000 t. sekä v. 1942 370000 tonnin tuotantoa. Italiassa suunnitellaan v. 1941 60000 t. vuo-

situotantoa, sekä Unkarissa 10000 t. Ruotsissa ajetaan ryhtyä käyttämään andalusiittia, joka mineraali sisältää n. 50 % Al_2O_3 .

»Uudelleen sulatetusta aluminista». (»Aufgaben der deutschen Umschmelzaluminium-Industrie»). H. Wegner. Metall und Erz 1941. N:o 9. S. 203—206.

Selostus Al-romun merkityksestä. Koska Al-romua ei voida raffinoida aivan puhtaaksi on jätteet käytettävä sulattamiseen. Tällöin on huomioitava eri seosmetallien haitallinen vaikutus ja huovutettava romunsulatus tehtaille, jotka kykenevät asian hoitamaan. Metallijätteiden hyväksikäyttö-organisation selostus.

»Virheet ja näiden poistaminen kevytmetallisten puristuskappaleiden valmistuksessa». (»Fehler bei der Herstellung von Leichtmetallpresseteilen und ihre Vermeidung»). R. Schulze. Anzeiger für Maschinenwesen 1940. N:o 95. S. 103—104.

Yleiskatsaus takapuristettujen osien valmistuksessa Al-Cu—Mg sekä Mg-seoksista sattuviin virheisiin. Suuri merkitys on takolämpötilalla. Samoin on huomioitava, että pituus-suuntaiset metallisytyt kulkevat rakenteellisesti rasitetuimpaan suuntaan.

»Neuvosto-Venäjän bauksiittiesiintymistä». (»Einiges über die Bauxitvorkommen Sowjet-Russlands»). F. Hoffmann. Aluminium 1941. N:o 10. S. 504—506.

Kirjoittaja, joka on vuosina 1934—1936 ollut venäläisten bauksiittikaivosten johtajana, kuvailee miineroogiselta ja geologiselta kannalta Neuvostoliiton kolmea tärkeintä bauksiittikaivosta. Mainitut kaivokset ovat: Tihvinä (noin 200 km. itään Leningradista), Kuschwa ja Alapajewsk (molemmat Uralissa).

»Sähköuuni aluminin ja aluminiseosten sulattamisessa». Aluminium 1941. S. 554—556.

Kirjoittaja vertaa korkea- ja matalafrekvenssi-induktiouuneja toisiinsa. Matalafrekvenssiuuni on halvempi, mutta sitä käyntiinpantaessa on siinä aina oltava sulatetta ja on se sitä paitsi usein puhdistettava. Korkeafrekvenssiuunilla ei ole näitä haittoja, mutta on se kalliimpi ja se kuluttaa enemmän sähköä.

Induktiouuneissa syntyvän sulatteen liikkuminen on useinmiten toivottavaa, mutta on tästä kuitenkin haittaa tullessa valuhetkeen. Tämän vuoksi on suunniteltu yhdis-

tettyjä induktio-vastusuuneja, joissa lämmitys loppuvaiheessa tapahtuu vastuksilla.

»Kevyt- ja raskasmetallien anodisen pintakäsittely». (»Anodische Oberflächenbehandlung von Leicht- und Schwermetallen»). Z. VDI. 1941. N:o 24. S. 531—538.

Kirjoittaja selostaa Al- ja Mg-seosten anodisen hapettamisen sekä vastaavia menettelytapoja sovellettuina sinkkiin ja teräkseen. Lopuksi lyhyt esitys Al-seosten elektrolyytisistä kiillotuksesta.

»Metallografisia tutkimuksia varren tapahtuva metallien elektrolyyttien kiillotus». (»Elektrolytisches Polieren von Metallen für die metallografische Untersuchung»). Iron Age 1941. S. 23—26. Ref. Aluminium 1942 N:o 1.

Lyhyt selostus metallien elektrolyyttisestä kiillotuksesta. Al-seosten eri seosmetallit vaikuttavat huomattavasti tuloksiin. Menettelyssä kappale hiotaan smirgelipaperilla ja pannaan puhdistuksen jälkeen elektrolyyttiin. Jacques käytti HClO_4 + etikkahappoanhydridiä sekä H_2O . Tämä ei sovi kaikille seoksille, vaan kirjoittaja suosittelee HBF_4 -liuosta, joka on halvempaa.

M. H. T.

KEMIALLISET ANALYYSIT y.m. — KEMISK ANALYS m.m.

Kolorimetri och fotometri. (Die Arbeitsgruppe für analytische Chemie des Vereins Deutscher Chemiker — Kriegsarbeitstagung 23—24 Okt., 1942). Stahl u. Eisen 63 (1943) 6. S. 118/120.

Ett referat över kolorimetriska och fotometriska metoder, deras tillämpning i järn- och stålanalys. Särskilt omnämns bestämning av Al med eriochromcyanin, fotometrisk bestämning av höga Fe — halter i järnmalm och slagg, bestämning av Co i stål och bestämning av Bi i malm och koncentrat. Föredragen komma att publiceras i Z. Ver. Dtsch. Chem. Nr 48.

Beiträge zur Eisenhüttenchemie, Referat. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 341/342. H. Blumenthal (i Metall u. Erz 39 (1943) S. 251/254) bestämmer W i ferrowolfram med

merkuri-nitrat i st. för det vanligen använda merkuronitratet. Fördel: merkuriwolframmat är svårare syralösligt och lättare att filtrera än merkurowolframmat.

A. Gotta och H. Seehof (i Z. anal. Chem. 124 (1942) S. 216/226) tillämpa Nessler reaktionens för bestämning av kväve i tekniska järnlegeringar. Den svavelsura analyslösningen göres alkalisk. Hydroxidfällningen filtreras och en alikvotdel av det klara filtratet kolorimetreras efter tillsats av Nesslers reagens i Langes fotoelektriska kolorimeter. Metoden ägnar sig i synnerhet för serieundersökningar, emedan ammoniakdestillation icke behöver utföras.

»Bestämning av metalliskt Fe i slagg». (»Zur Bestimmung des metallischen Eisens in Schlacken»). Erich Stengel. Arch. Eisenhütten w. 16 (1942—43). S. 381/384. (Chem. Aussch. 157). Kviksilverkloridmetoden är olämplig för basiska slagger. Om man ersätter vatten som lösningsmedel med alkohol, erhålles användbara resultat.

»Några moderna analysmetoder». (»Some modern methods of metallurgical analysis»). F. W. Haywood. Metallurgia 26, 1942, h 154. S. 117/120. J. K. A. 127, 1943. S. 15. Två apparater, »Stelescope» och »Absorptiometer» beskrivas. Den första är ett spektroskop, avsett för snabbbestämningar i driften av stålets legeringsämnen, såsom W, Mo, Cr, Cu, Ni, Cd, Co, Mn, Ti, Sn och V. Avläsning sker mot en ljusbåge mellan en järnstav och provföremålet på en skala med de viktigaste ämnenas linjer angivna. Efter en viss övning kan även legeringshalten bedömas med ledning av linjernas intensitet.

»Absorptiometern» är en kolorimeter med vilken man mäter ljusabsorptionen hos provlösningen med hjälp av en fotocell och en galvanometer. Halten av ämnet fås genom att galvanometer utslaget jämföres med kalibreringskurvor. Instrumentet är avsett för driftsbestämningar av Mn, Cr, Ni, V, Cu, Ti, Mo och P. — L. V. K. E. D.

»Kaksi uutta tapaa määrätä Al_2O_3 aluminissa». (»Zwei neue Verfahren zur Bestimmung von Al_2O_3 in Al»). Z. F. analyt. Chemie 1941 N:o 11/12. S. 385—398.

Al-näyte käsitellään jodipitoisella metanolilla. Suodatuksen jälkeen

Al_2O_3 -pitoinen sakka hehkutetaan ja SiO_2 poistetaan HF. Lopuksi Al_2O_3 sulatetaan KHSO_4 kanssa ja määrätään liuoksesta eriochromsyaniilla. Toinen menetelmä, jossa käytetään jodin asemesta bromia, on tarkempi. Kirjoituksessa tarkemmat työohjeet.

M. H. T.

»Savukaasuvahingot ja sulattimeteollisuus». Ob.-Ing. Dipl.-Ing. Fritz Zürn, Breslau. Metall u. Erz 39 (1942) S. 21/25—48/51.

Kirjoittaja esittelee savukaasuvahinkojen tutkimisessa saadut uusimmat kokemukset luoden yleiskatsauksen savukaasuvahinkoihin, niiden syntyyn sekä savukaasujen kyllästämisen ilman vaikutukseen ja kokoomukseen. Aluksi käsitellään savukaasujen laimentamismenetelmiä sekä savukaasujen leviämislajua lähimpäristöön. Savukaasuissa olevia vahingollisia happoja käsiteltäessä rajoitetaan selostamaan erikoisesti rikkihapokkeen vaikutusta. Erikseen käsitellään savukaasujen kasvullisuudessa aiheuttamia biologisia muutoksia sekä savukaasuvahinkojen yleisiä tunto-merkkejä ja suojelutoimenpiteitä. Kirjoitelman toisessa osassa esitellään savukaasuvahinkojen kemiallisessa tutkimuksessa, kasvitutkimuksissa ja ilma-analyyseissä saatuja kokemuksia ja menetelmiä.

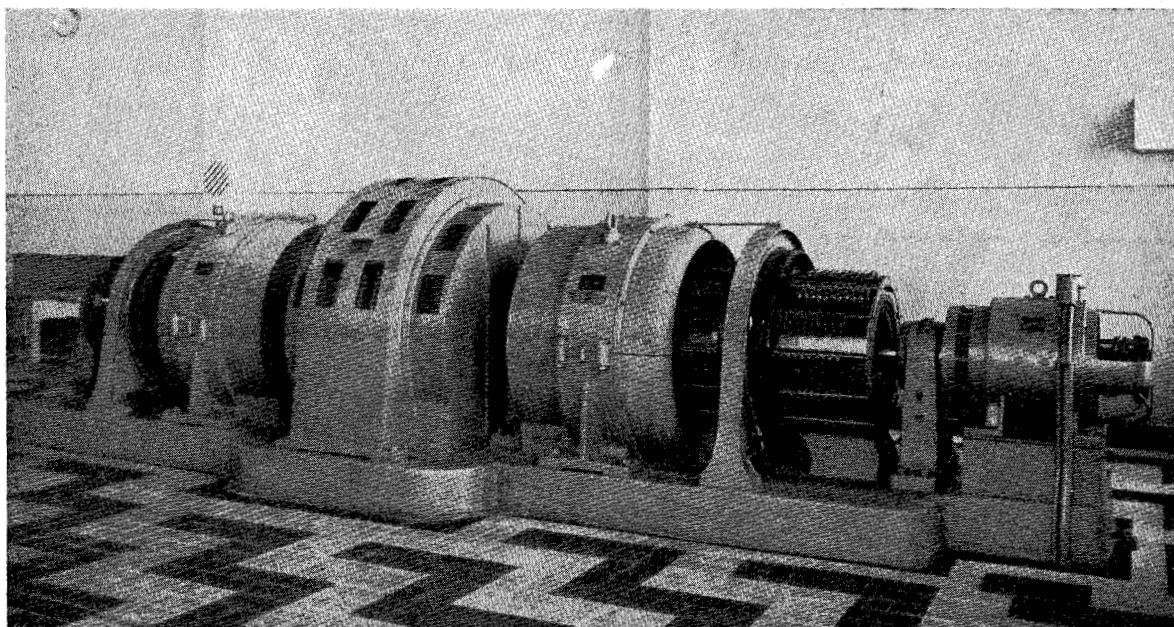
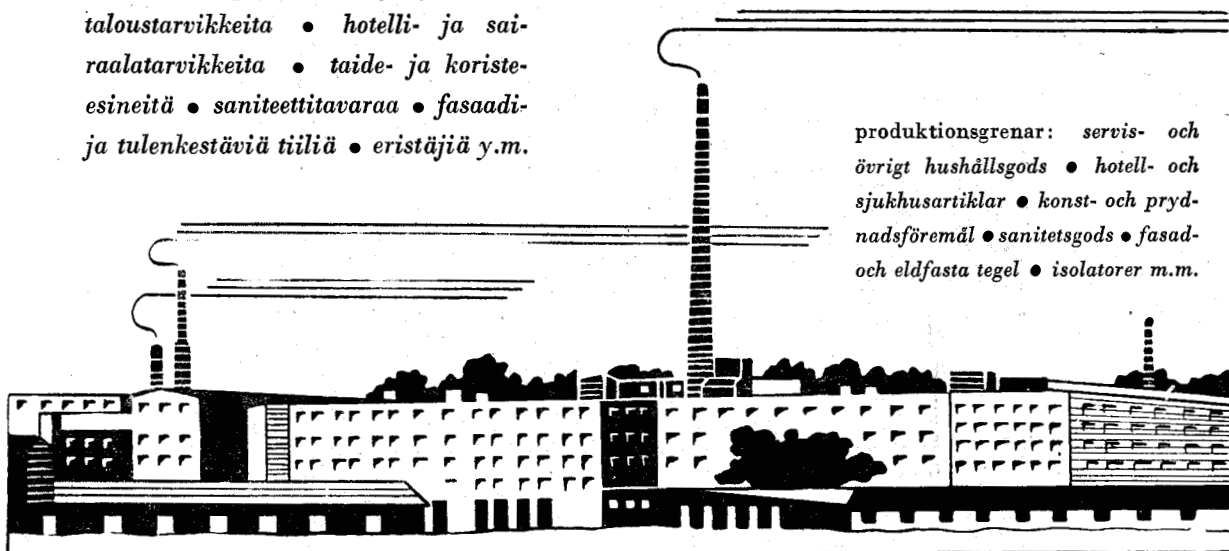
Pääasiallisena syynä savukaasuvahinkoihin on pidettävä varsinaisia polttoaineiden palaessa syntyviä savukaasuja ja vain poikkeustapauksissa sulattimien poistokaasuja. (Tämä Saksassa, missä polttoaineena pääasiallisesti käytetään kivihiiltä). Mahdollisimman perusteellisen ja nopean laimennuksen aikaansaamiseksi savukaasuissa on rakennettu erikoismallisia savupiippuja. Ympäristön muoto ja maasto-olosuhteet ovat tärkeitä tekijöitä savukaasujen leviämislajuaudelle. Vahingollisten happejen varsinkin rikkihapokkeen vaikutus kasvillisuuteen on riippuvainen paitsi happejen konsentraatiosta myöskin vuorokauden- ja vuodenaajoista sekä kasvilaajista. Savukaasujen erikoisesti vaivaamille alueille suositellaan »savunkestäviä» kasveja. Savukaasuvahinkojen kemiallisessa tutkimuksessa voidaan Bredemann'in ja Radeloff'in menetelmällä kasveissa suoraan osoittaa niiden ilmasta ottama rikkidioksidi. Ilma-analyyseissä voidaan käyttää Liesegang'in kellomenetelmää.

S. A.

ARABIA

valmistaa: pöytäastiastoja ja muita taloustarvikkeita • hotelli- ja sairaalatarvikkeita • taide- ja koriste-esineitä • saniteettitarvike • fasaadi- ja tulenkestäviä tiiliä • eristäjiä y.m.

produktionsgrenar: servis- och övrigt hushållsgods • hotell- och sjukhusartiklar • konst- och prydnadsföremål • sanitetsgods • fasad- och eldfasta tegel • isolatorer m.m.

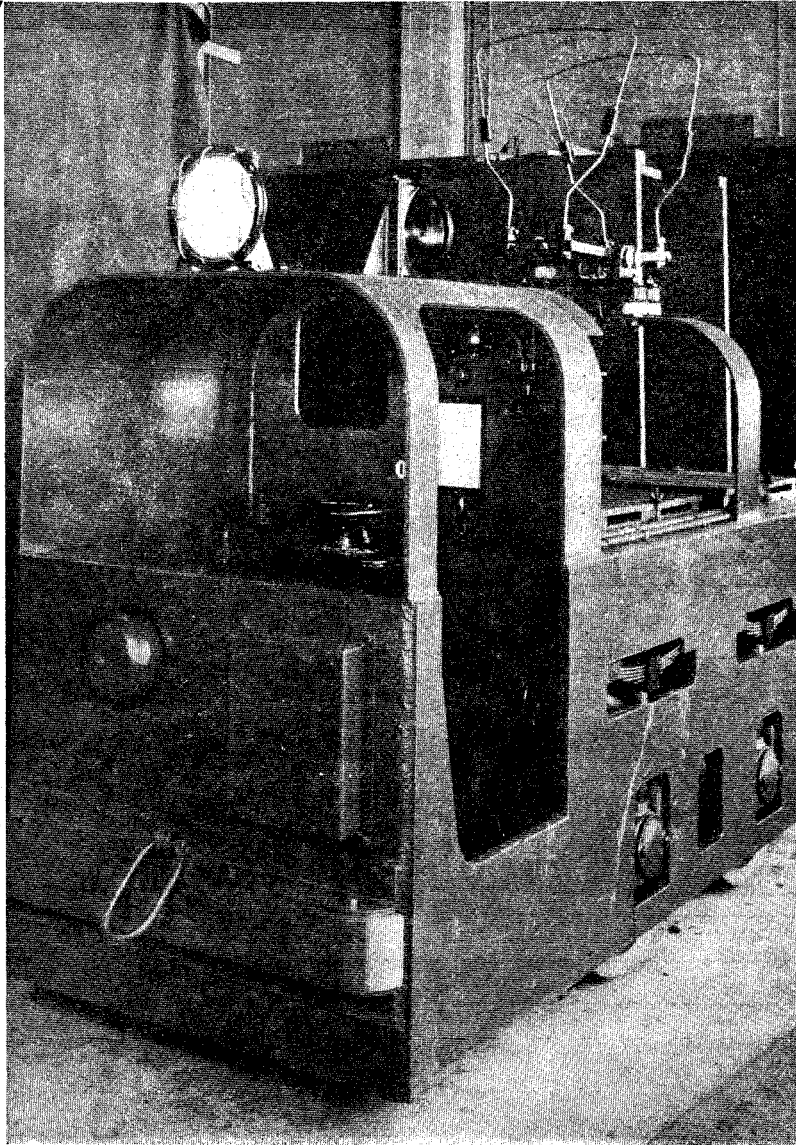


MUUTTAJAKONEITA

elektrolyysi- y.m. tarkoituksiin valmistaa

oy **Strömberg** Ab

HELSINKI — PITÄJÄNMÄKI — TURKU



Valmistamme

Sähkövetureita ja signaalilaitteita

Metallurgisille tehtaille toimitamme
SÄHKÖNOSTIMIA JA -RANOJA

Toimittamiimme sähkövetureita käyttävät
mm. Outokumpu Oy, Outokumpu ja
Outokumpu Oy, Nivala.

HISSITEHDAS
◆ KONE ◆
OSAKEYHTIÖ

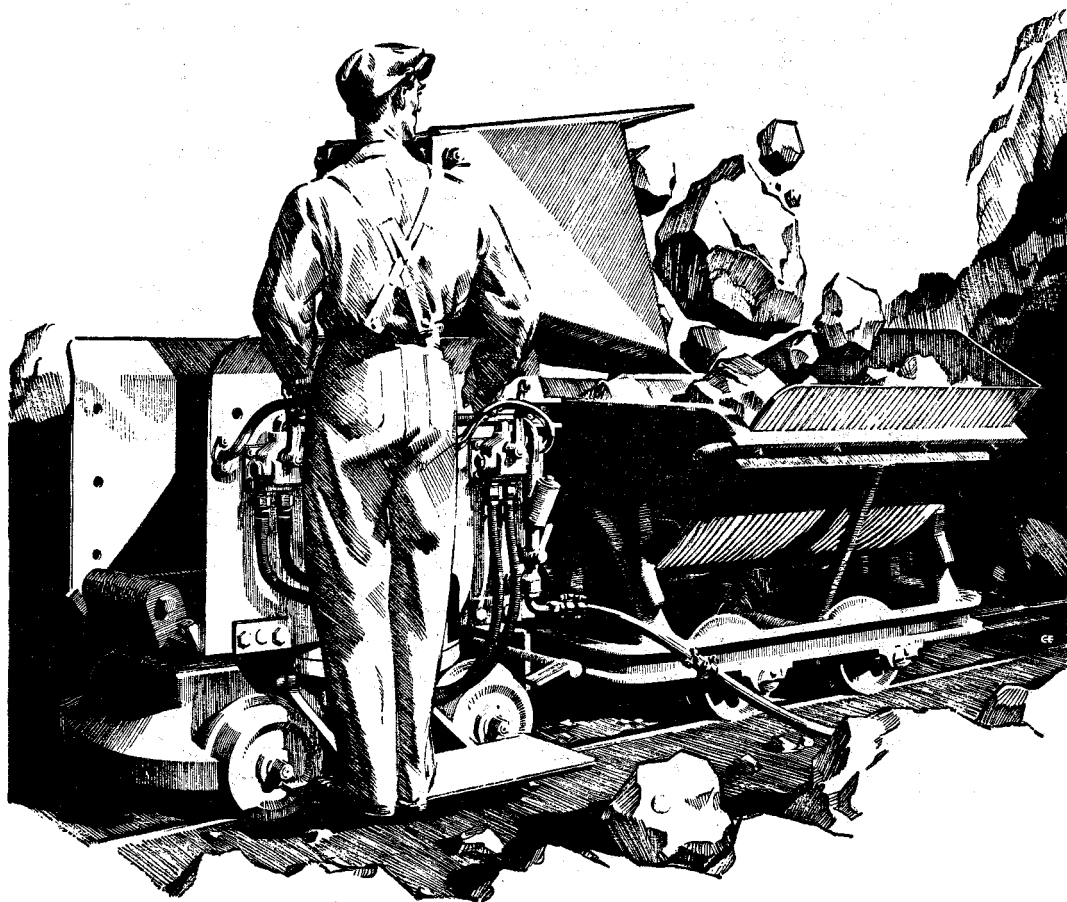
Helsinki • Haapaniemenkatu 6 • Puh. 70 111

ATLAS

LASTNINGSMASKIN LASTAUSKONE

gör fyra mans arbete

tekee neljän miehen työn



Många tunga och tidsödande arbeten ha med tryckluftens hjälp förenklats. Ett typiskt exempel är lastningen av vagnar i gruvorna. Med Atlas tryckluftdrivna lastningsmaskin — enkel och lättskött — utför nu 1 man det arbete, som vid handlastning kräver minst 4. Liknande exempel på hur Atlas tryckluft spar dyrbar tid och arbetskraft kunna anföras från de mest skilda områden inom både industri och hantverk. Vänd Er till oss och tag del av dem.

Monet raskaat ja aikaavievät työt on paineilman avulla yksinkertaistutettu. Kuvaavaa on kaivosvaunujen lastaus. Yksinkertaisen ja helppohoitosen, paineilmalla käyvän Atlas lastauskoneen avulla suorittaa nyt 1 mies sen työn, johon käsialastauksessa tarvitaan vähintään 4 miestä. Samanlaatuisia esimerkkejä siitä, miten Atlas paineilma säästää aikaa ja työvoimaa, voidaan esittää mitä erilaatuisimmilta teollisuuden ja käsityön aloilta. Kääntykää puoleemme ja tutustukaa tosiasioihin.

Atlas Diesel

AB. JULIUS TALLBERG OY. AVDEL. ATLAS DIESEL OSAST. HELSINGFORS

