

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

ULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS R.Y., — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.F.

Sisältö — Innehåll:

Helmer Hedström:

Moderna malmetningmetoder.

Leo Andersin:

• Moderna brännorvmaskiner.

Ernst Alander:

Något om järngjuteriernas utveckling under de senaste åren.

Ole Nynäs:

• Statistisk bestämning av malms transporttid från Outokumpu Anrikningsverk till Imatra Järnverk.

Paavo Asanti:

• Metallurgisen tutkimustoiminnan mahdollisuudet Valtion teknillisessä tutkimuslaitoksessa.

Erik Lindfors:

Bergstekniska laboratoriet vid Statens tekniska forskningsanstalt.

Kuulamylynkuulat ja -lieriöt (cylpebs)

KUULAMYLLYNKUULAT

LAATU. Kuulamylynkuulilla on kaksi tehtävää: niiden tulee osittain murskata aine iskemällä, osittain hienontaa se hankaamalla. Kuulien aineen tulee siksi olla sekä kovaa että kulutustakestävää. Kromiteräs on osoittautunut parhaimmaksi.

VALMISTUS. Kuulamylyn hyötysuhde on riippuvainen kuulien pyörimiskyvystä. Soikea kuula laahaa helposti myllyssä eikä osallistu jauhamiseen. Samoin on haljennut kuula melkein arvoton myllyssä. Ensiluokkaisen kuulamylynkuulan tulee siis olla pyöreä ja tasa-aineinen.

SUURUUDET. Kuulamylynkuulia on jatkuvasti standardisoitu. Seuraavia kokoja voidaan käyttää standardeina: 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 130, 140, 150, 175 ja 200 mm.

KUULAMYLLYNLIERIÖT (cylpebs)

Kuulien sijasta, joiden halkaisija on 25–40 mm, käytetään usein lieriötä. Nämä ovat pyöröteräksestä leikattuja lyhyitä lieriömäisiä sauvoja. Niihin nähden on voimassa samat ainevaatimukset kuin kuulamylynkuuliinkin. Niiden nim. että teräksen tulee olla kovaa ja kulutustakestävää.

SKF HOFORSIN TEHTAAN kuulamylynkuulat ovat kovia ja kulutustakestäviä, sillä ne ovat valmistetut kuulaloakeriteräksestä.

SKF HOFORSIN TEHTAAN ammattitaitoisesti taotut kuulamylynkuulat ovat ehdottoman pyöreät. Kuulaloakeriteräs takaa lujuuden.

SKF HOFORSIN TEHDAS valmistaa kaikkia standardikokoisia kuulamylynkuulia. Myös välkkokoja valmistetaan sekä tuumaitta mm-mitt. mukaan.

SKF HOFORSIN TEHTAAN lieriöt ovat valmistetut kuulaloakeriteräksestä ja täyttävät kaikkien korkeimmin vaatimukset.

Skf

HELSINKI

SKF HOFORSIN TEHDAS

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 Mannerheimintie 9 B VII ker. 62, p. 681921, klo 9—11. Toimitusvaliokunnan muodostaa yhdistyksen hallitus puheenj. vuorin. Eero Mäkinen. Päätoim. dipl.ins. P. Ensiö.

Julkaisija: VUORIMIESTYHDISTYS r.y. — Utgivare: BERGSMANNAFÖRENINGEN r.f.
Painatus ja iäkelu: Tilgmannin kirjapaino, Helsinki

MODERNA MALMLETNINGSMETODER

Förkortat referat av föredrag vid Bergsmannaföreningens årsmöte den 15 april 1945. Bergsing. HELMER HEDSTRÖM, A.B. Elektrisk Malmlätning, Sverige.

Ännu för 25 år sedan kunde det icke sägas existera någon som helst litteratur om malmlätningsteknik, och de malmlätningssätt, som i korthet omnämndes i dåtidens handböcker, exempelvis i Peele's *Handbook for Mining Engineers*, utgiven 1917, kunde knappast anses bilda en teknik. Malmlätningen utfördes då fortfarande huvudsakligen av självlärd gruvarbetare, och vetenskaplig prospektering var sällsynt.

En förteckning över den nutida litteraturen om malmlätning och oljeprospektering upptager flera tusen nummer, varibland åtskilliga dikta volymer. De beskrivningar av metoder och teknik som man finner i denna litteratur hänföra sig nästan uteslutande till de geofysiska metoder, vilka tagits i bruk sedan förra världskriget. Man finner även redogörelser för stora, systematiskt och vetenskapligt bedrivna malmlätningsskampanjer, som pågått på många ställen och i många länder under de sista tjugofem åren. Särskilt intressant är måhända den stora malmlätningsskampanj som pågått i Västerbotten sedan början

av 1920-talet och som helt baserats på användningen av geofysiska metoder. Den har resulterat i upptäckten av omkring 25 malmfält med över 100 malmkroppar med tillsammans över 100.000 m². Denna verksamhet har sedermera utvidgats även till Norrbotten, och i slutet av 1930-talet har intresset för malmlätning även spritt sig till Bergslagen, där numera en hel del sådana arbeten äro i gång. Numera sysselsätts vanligen ett tjugotal mätlag med malmlätning i Sverige.

I Ryssland var antalet mätlag i arbete med geofysisk malmlätning för tio år sedan omkring 125 och antalet mätlag för geofysisk oljelätning omkring 100. I Tyskland var, vid årsskiftet 1942—43 ett femtiotal statliga och ett tiotal privata mätlag i arbete. I Amerikas Förenta Stater uppskattades år 1937, den tekniska personal som sysselsattes med geofysiska undersökningsarbeten i detta land, till omkring 4.000 personer, av vilka visserligen huvuddelen var verksam inom oljeprospekteringen. Den totala ytan av de områden som på

detta sätt undersökts beräknades uppgå till mellan 3 och 4 miljoner kvkm och de kostnader som totalt lagts ned på geofysiska undersökningar i U.S.A. sedan början av 1920-talet ansågos överstiga 200 miljoner dollars.

Geofysikalisk malmlätning har numera även nått erkännande som en särskild vetenskap, emellan geologien och gruvvetenskap, en med ett betydande antal lärostolar i geofysik, med malmlätning och oljelätning, vid universitet och tekniska högskolor bl. a. i U.S.A., Kanada, Frankrike och Tyskland.

Den nutida malmlätningstekniken.

Som ett framträdande drag i denna teknik, finner man, förutom det systematiska i dess tillvägagångssätt, att den producerar kartor, vilka för all framtid så att säga protokollföra det utförda arbetet. På dessa kartor finner man ett mer eller mindre grovmaskigt nät av observationspunkter och för varje sådan punkt finns uppgift om den gjorda observationen så gott som alltid i form av siffror. Kartunder-

laget spelar därför numera en stor roll. I Sverige har därtill använts lantmäterikartan i skala 1:4.000 (dock sällan), den ekonomiska kartan i skalan 1:10.000 och 1:20.000 samt den topografiska kartan i skalan 1:100.000 och 1:200.000. I de flesta länder har man ju numera de moderna *geologiska* kartorna, vilka bilda ett utomordentligt underlag för malmletning. I detta sammanhang bör framhållas vilken stor betydelse *flygfotograferingen* numera fått för sammanställandet av utomordentligt goda och för malmgeologen och malmletaren särskilt ägnade kartor. För malmletningsverksamheten har flygfotograferingen särskild betydelse bl. a. därför att man med dess hjälp kan snabbt och billigt (i jämförelse med andra metoder) få kartor även över avlägsna, förut bristfälligt karterade trakter. Därtill kommer att fotokartorna lämna mycket fullständiga topografiska detaljer, samt att man på flygfotografierna ofta lätt kan urskilja geologiska drag, som man endast med svårighet, eller kanske inte alls, kan upptäcka från marken.

Nära samhörighet med de geologiska karteringar, vilka böra föregå varje malmletningskampanj, har användningen av den *geokemiska* forskningsmetodik, som geologien och speciellt malmgeologien på senare år börjat använda sig av. På detta område har Sovjetunionen varit ledande och mycket stora betydelsefulla geokemiska undersökningar ha inom unionens väldiga områden utförts under ledning av Lomonosovinstitutet, vilket medfört att ett stort antal mineralförande zoner kunnat lokaliseras. Utmärkande för den geokemiska metodiken är att den i mycket stor utsträckning använder sig av *kvantitativ spektralanalys*. Sedan en 5—6 år tillbaka ha både Sveriges Geologiska Undersökning och Geologiska Kommissionen i Finland utmärkt utrustning för sådan spektralanalys, vilken säkerligen kommer att göra malmgeolo-

gien, och därmed malmletningen, goda tjänster.

Men även en annan nyhet har på senare år tillkommit, vilken kan synas ha mera direkt med malmletning att göra, nämligen den *biokemiska* metod som för 6 år sedan introducerades i Sverige av dr. Brundin och dr. Palmqvist och som sedan även provats i Finland. Denna metod grundar sig på det sedan länge kända faktum att aska från växter, som vuxit på eller nära malmfyndigheter, visat sig hålla abnormt höga halter av de i fyndigheterna ingående metallerna. Metoden tillämpas på så sätt att man längs räta linjer genom undersökningsområdet insamlar växtprover med jämna mellanrum, med en provtäthet av exempelvis 300 per kvkm. På varje punkt tages en handfull löv eller barr (såvitt möjligt från samma växtart inom hela området) och dessa prover inaskas sedan och analyseras spektralanalytiskt. Halterna avsätts därefter på ett eller annat sätt på en karta, varur man sedan söker draga slutsatser om någon metall visar anrikning inom de lösa jordlagren på något ställe inom undersökningsområdet. — Frågan om de analyser man får med denna metod verkligen representera markens metallhalter inom den volym som upptages av exempelvis provträdet rotsystem, samt om dessa metallhalter i sin tur representera den underliggande berggrundens, innebär ett stort problemkomplex, vars lösande skulle nödvändiggöra mycket omfattande undersökningar, men som hittills knappast ens attackerats. I *Beiträge zur angewandten Geophysik 1942* framlade St. V. Thyssen en grundlig utredning av dessa frågor, baserad på litteraturstudier (Uppsatsen hade icke mindre än 6 sidor med litteraturhänvisningar). Författarens slutdöme blev att man endast med omfattande fältarbeten skulle kunna fastställa metodens användbarhet, men att inga principiella hinder synas föreligga, som från början

kunna sägas göra det utsiktslöst att arbeta med metoden, om den användes i för densamma lämpade områden!

Givetvis bör det genom praktiska försök utredas, om icke denna metod kan komma till användning vid mera regional prospektering, exempelvis i trakter med rik växtlighet och djup vittring och där vittringsjorden ligger kvar in situ. Det är möjligt att det då kommer att visa sig att den kan vara till god hjälp åtminstone för lokalisering av malmförande områden, i synnerhet vid letning efter metaller som tenn, volfram, molybden, där de geofysiska metoderna endast i undantagsfall kunna lämna hjälp. (Några provningar över förut kända fyndigheter under sådana förhållanden ha givit positivt resultat.) För användningen av metoden i våra trakter, eller över huvud taget i moräntäckta områden, synas dock utsikterna var små, beroende därpå, att metallhalter i den översta metern av en 6—7 meter tjock morän icke representera bergytan under provtagningsplatsen utan i stället berggrunden på ett mycket stort antal vitt utspridda punkter på avsevärt avstånd från platsen för provtagningen. I »blocksvansen» från en malmfyndighet sker även en stark utspädning av malm-blocksmaterialet redan på relativt små avstånd från utgåendet. Nu är exempelvis den relativa anrikningen av koppar i en brytvärd kopparmalm endast c:a 500 gånger den genomsnittliga kopparhalt som geokemiskt kan påvisas praktiskt taget överallt. Därav följer att i blocksvansen från en sådan fyndighet, redan på ett obetydligt avstånd från utgåendet, den relativa anrikningen av koppar kommer att uppgå till endast c:a 5 gånger den allmänna kopparhalten i moränen, och detta är för litet för att kunna säkert karteras. Försök som utförts med den biogeokemiska metoden över kända fyndigheter i Västerbotten och Bergslagen under ett moräntäcke av 6—7 meters

måktighet ha även givit negativt resultat. Vid andra fyndigheter i Sverige, där jordtäcket varit endast en eller annan meter ha däremot positiva resultat erhållits. Numera har dock metodens kommersiella användning i Sverige upphört.

Malmletningsmetoder.

De äldre malmletningsmetoder som omnämndes i inledningen ha i huvudsak förblivit oförändrade sedan första världskriget, fränsett en utveckling i systematiserande riktning (provtagning och provvaskning efter stakade profilsystem har exempelvis använts i stor skala i Afrika.) I Sverige och Finland har ju det direkta uppletandet av utgåenden i modern tid spelat en underordnad roll, på grund av att berggrunden i våra malmtrakter är nästan helt täckt av glacialavlagringar. Ett par exempel finnas dock på malmer som hittats på detta sätt i Sverige under de sista 25 åren. Den systematiska *blockletningen* har däremot haft stor användning vid den malmletningsverksamhet, som sattes i gång i Västerbotten efter förra världskriget, och särskilt till en början, då de geofysiska metoderna ännu voro föga utvecklade och därför långsamma och dyrbara i användning, var blockletningen nödvändig, för att så nära som möjligt inringa misstänkta områden i och för vidare undersökning.

Geofysiska undersökningsmetoder.

Det väsentligt nya i malmletningstekniken sedan förra världskriget är, såsom redan framgått av inledningen, den systematiska användningen i stor skala av geofysiska metoder. Dessas metoder äro, om de ordnas efter storleken av de områden som undersökts med desamma vid malmletning, de magnetiska, elektriska, gravimetriska och seismiska metoderna, jämte en del hjälpmetoder av mindre betydelse.

De magnetiska undersökningsme-

toderna grunda sig därpå att vissa malmer, i synnerhet magnetitmalmer, samt dessutom f. ö. hela bergartsled, ha en magnetisk susceptibilitet, som avviker från den omgivande berggrundens, varigenom störningar, s. k. anomalier, förorsakas i det jordmagnetiska fältet.

Tibergsvägen har i Sverige använts sedan 1880-talet, såsom en del av det s. k. Tiberg-Thalén-instrumentet, för uppmätning av de magnetiska anomalierna över och intill kända järnmalmfyndigheter. För systematisk »nyletning» över större områden kom dock instrumentet icke till användning i Sverige förrän efter förra världskriget. Vid mitten av 1920-talet utvecklade Sveriges Geologiska Undersökning en teknik för systematisk genomletning av större områden med Tibergs handmagnetometer. Mot slutet av 1930-talet infördes denna teknik i Bergslagen, där den lett till flera malmfynd, bl. a. till upptäckten av en zinkblymalm, vilken är den största som hittats i dessa trakter på 65 år.

Kostnaden för mätningar av detta slag, utförda av ett gruvbolag i egen regi, uppskattas till ungefär 25 öre per punkt, inklusive arbetsledning och omhändertagande av mätresultaten. Antalet observationspunkter per kvkm bör vara 300—400, vilket motsvarar en kostnad av 75—150 kronor per km². Mät hastigheten uppgår till 200—300 observationer per dag, motsvarande 0.4—1.0 km².

Vid lokalisering av starka anomalier i det jordmagnetiska vertikalfältet är Tibergsvägen ett mycket bekvämt instrument, och de ofullkomligheter, som vidlåda instrumentet, äro därvid av mindre betydelse. Om däremot mätresultaten skola bedömas kvantitativt, behöver man en säkrare konstantbestämning än vad det äldre förfarandet med hjälpmagnet kunde ge. Man ordnar detta lämpligast så att man för varje instrument skaffar sig en kalibreringskurva, vilken för varje utslagsvinkel anger motsvarande vertikalintensitet i γ (gamma);

d. v. s. i enheten 0.00001 Gauss. (Den totala vertikalintensiteten i våra trakter är ungefär 0.5 Gauss, alltså 50,000 γ) Detta låter sig lätt göra med hjälp av en solenoid eller ram, som ställes upp omkring instrumentet, och som matas med likström från en ackumulatör, via en noggrann ampéremeter.

Orsakerna till den billiga Tibergsvägens ofullkomligheter äro i främsta rummet tappfriktionen, samt den omständigheten att tappspetsarnas anliggningspunkter mot lagerskålarna flyttas under magnetnålens svängningar, vilket gör sig särskilt märkbart vid små utslagsvinklar. Instrumentet är dessutom känsligt för temperaturvariationer, fuktighet och elektrostatisk uppladdning, vilket allt kan betyda fel på flera grader i utslaget. Noggranna dubbelmätningar under gynnsamma förhållanden ha visat att medelfelet per observation uppgår till omkring 200 γ , medan under sämre väderleksförhållanden medelfelet kan stiga till 500 γ , även med de bästa observatörer. Man kan därför aldrig känna sig fullt säker på mätresultaten. För uppmätning av anomalier under några tusen γ , och i synnerhet under 500 à 1,000 γ , är det nödvändigt att använda sig av ett känsligare instrument. (En järnmalm med 2,000 m² area — 5×400 m — på 200 m djup, och med ett djupgående till 800 m, d. v. s. med ett tonnage av 5 milj. ton, förorsakar en maximal anomali av endast 750 γ .) Sedan ett 20-tal år har för detta ändamål i Sverige använts Schmidtvågar, och med åren i alltmer ökad omfattning. (F. n. äro omkring 15 Schmidtvågar i användning i Sverige.)

I en Schmidtvåg är magnetsystemet upplagt på två kvartseggjar, en på vardera sidan om systemet, och när en avläsning skall tagas, svänger systemet fritt på dessa eggjar i ett plan vinkelrätt mot den magnetiska meridianen. Genom elektromagnetisk dämpning bringas systemet mycket snabbt i balans, varefter utslaget från horisontalläget mätes

medelst spegelavläsning i ett mikroskop, som sitter ovanpå instrumentets yttre hölje. Schmidtvågen är okänslig för fukt och elektrostatiska fenomen samt även för de temperaturändringar, som i vanliga fall förekomma i fält. Känsligheten kan inställas till önskat skalvärde; i regel använder man värden mellan 10γ och 100γ per skaldel. Instrumentets begränsning ligger däri, att mätområdet är relativt litet. Det utgör omkring 60 skaldelar, d. v. s. $600-6,000 \gamma$, beroende på känslighetsinställningen. Genom användande av tillsatsmagneter kan mätområdet utökas, varvid emellertid mätastigheten nedgår.

Vid en Schmidtvågmätning går man fram utefter parallella profiler, placerade med $100-250$ m inbördes avstånd, beroende på storleken av de malmer, man önskar uppleta, strykningens regelbundenhet och den kännedom man har om denna, samt även på berggrundens »störningsnivå». (Är magnetitföringen inom berggrunden allmänt utbredd kan man få ett sådant överflöd av lokala magnetiska anomalier att »störningsnivå» blir för hög för att man skall ha någon utsikt att ens med de känsligaste instrument lokalisera annat än starka anomalier, från magnetiska kroppar nära ytan. I sådana fall övergår man givetvis till användning av Tibervåg.) Avståndet mellan observationspunkterna utefter mätlinjerna bör tagas till $40-50$ m. Antalet mätpunkter per km^2 blir därför $80-250$. Antalet mätpunkter per dag rör sig em. $60-100$ eller mer, motsvarande $0.4-1.0 \text{ km}^2$ per dag och kostnaden vid ren rekognosering brukar uppgå till $120-350$ kronor per km^2 .

Det är emellertid icke endast för »nyletning» som noggranna magnetiska mätningar och tolkning av anomalierna efter moderna principer ha sitt berättigande. Även vid äldre gruvfält kan ett noggrant studium av det magnetiska kartmaterialet från olika brytningsstadier och en detaljerad nyuppmätning

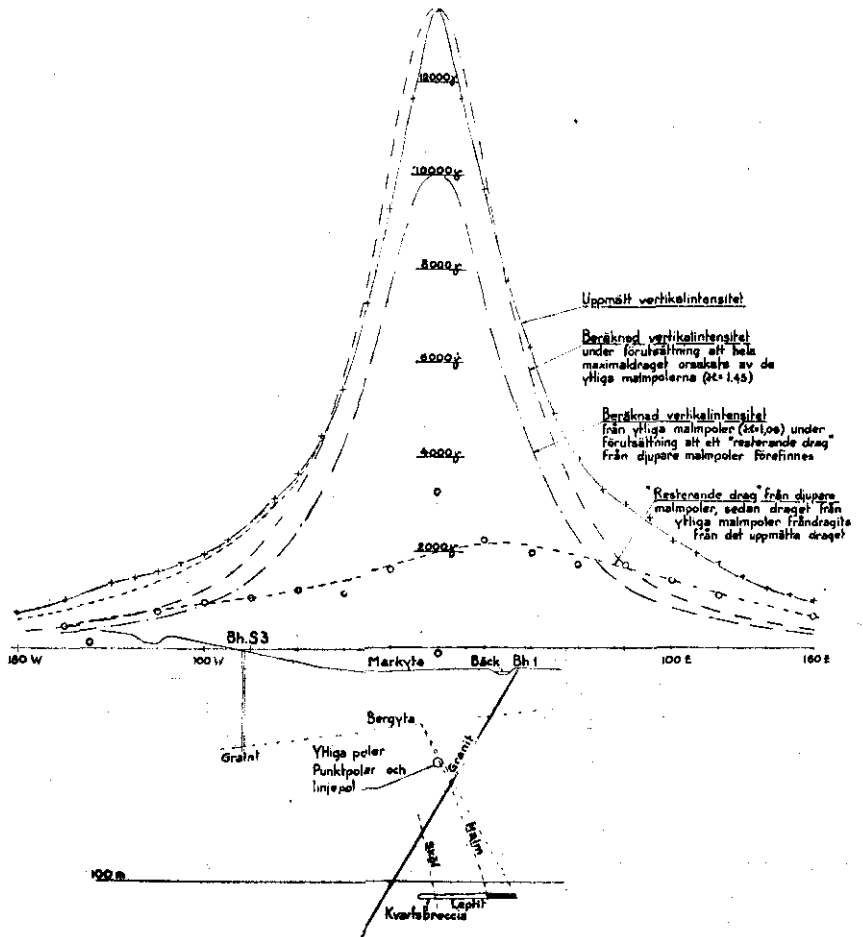


Fig. 1.

av draget, varvid Schmidtvågen bör komma till användning på flankerna, ge vid handen att malmpartier måste förekomma, som ännu icke påträffats vid arbeten under jord och vid borrhningar.

Ett ofta förekommande problem är frågan, om en mindre malm, som är känd i dagen och på någon yttlig nivå under jord, vidgar sig på djupet eller åtföljes av någon större malm utan, eller med obetydligt, utgående. Fig. 1 visar en tvärprofil över ett magnetiskt drag, som varit känt sedan länge, fastän undersökningsarbeten icke försökts på grund av det stora jorddjupet och det starka vattentilloppet vid schaktsänkning. År 1932 borrhades två diamantborrhål på detta drag, varvid i vardera hålet endast en 1 à 2 m bred malmränd påträffades. Av detta fick man sålunda det intrycket, att det rörde sig om obetydligheter. Ett detaljstudium av det magnetiska draget visade emel-

lertid, att den smala, av borrhålen övertvärade malmen, icke kunde förklara draget, trots att man vid susceptibilitetsbestämningar på borrhkärnor fått så höga värden som omkring 1.0 C.G.S. — det vanliga är ju $0.3-0.6$. Med användning av detta susceptibilitetsvärde, den uppborrade malmmäktigheten och det ur dragets »halvvärdesbredd» bestämda djupet till de övre malmpolerna, beräknades att draget från dessa poler skulle få ett maximivärde av c:a $10,000 \gamma$ och i övrigt det utseende, som bilden visar. Skillnaden mellan detta beräknade drag och det uppmätta draget gav ett resterande drag med ett maximivärde omkring $2,000 \gamma$ och en bredd som motsvarade relativt stort poldjup. (Genom användning av ett högre susceptibilitetsvärde än det uppmätta för beräkningen kunde visserligen det uppmätta dragets maximivärde förklaras, men icke de höga värdena på dragets flanker,

vilka tyda på närvaron av djupare poler.) Genom passning kunde konstateras, att de djupare belägna (syd-)polerna borde ligga på ett djup av 100—150 m, samt att malmens undre (nord-)poler måste ligga på avsevärt större djup. Malmbredden uppskattades till 20—25 m å omkring 200 m avvägning. Dessa uppgifter meddelades gruvföretaget, som avsåg ett schakt till 110 m avvägning och därifrån indrev en tvärort till malmen, vilken därefter följdes med fältort samt tvärorter och diamantborrningar, varvid en genomsnittlig malmbredd av omkring 15 m konstaterades redan på 110 m nivå. Förekomsten är nu under utbyggnad för produktion.

Fig. 2 visar vertikalintensiteten av ett magnetiskt drag, som likaledes varit känt sedan länge men där, på grund av det stora jorddjupet och blockrikenheten i moränens undre lager, borrningar ej kunnat genomföras med framgång. Utöver det uppmätta draget är även en kurva uppritad över det drag, som skulle ha erhållits över en 5 m bred malm, om denna stupat 72° N, d. v. s. i inklinationsriktningen, varvid ju ingen tvärmagnetisering kan uppkomma. Vid stupningar i andra riktningar inkommer en tvärmagnetisering, vilken påverkar anomalkurvans form. Är stupningen sydlig, höjes kurvan på hängandet och sänkes kurvan på liggandet. Genom passning har som synes den sannolika stupningen bestämts till omkring 60° S. Jorddjupet bestämdes genom seismiska metoder, och resultaten härav äro angivna å fig. 3, som även visar ett vektor-diagram — kraftpilsdiagram — över en del av fyndighetens övre parti. Dessutom är den beräknade malmzonen med stupning 60° S inritad. Vidare är angivet ett efteråt borrat diamantborrhål, som utvisar dels att synnerligen god överensstämmelse nåtts mellan det verkliga djupet och det seismiskt bestämda djupet till bergytan, dels även att malmzonens läge noggrant

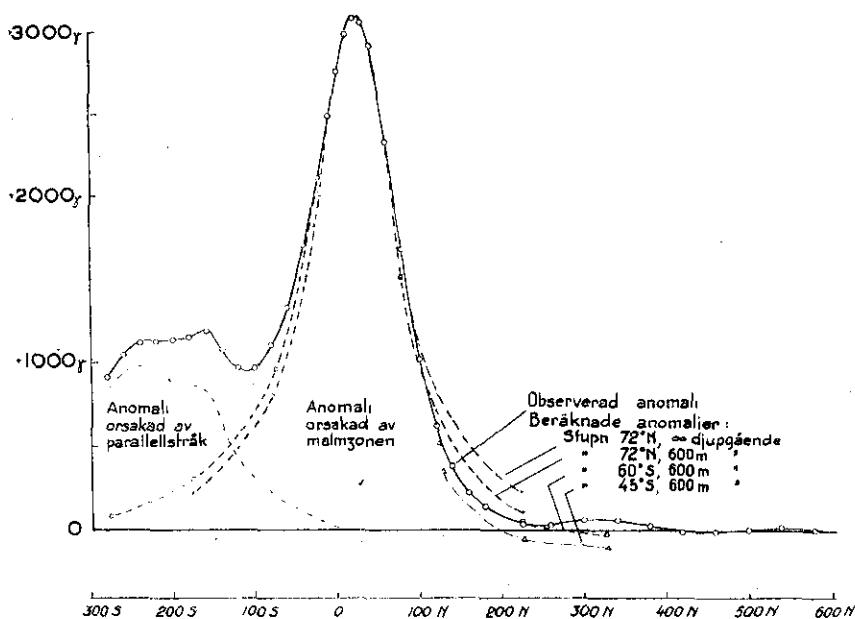


Fig. 2.

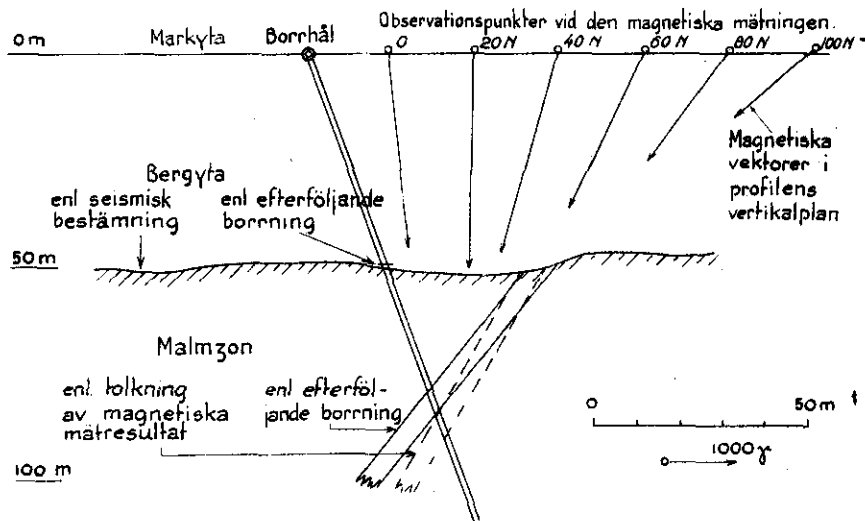


Fig. 3.

angivits, ehuru stupningen synes vara något flackare än 60°, troligen omkring 50°.

De elektriska malmletningsmetoderna grunda sig därpå att många malmer ha en från den omgivande avvikande elektrisk ledningsförmåga. Vid de i Sverige numera allmänt använda metoderna går man så till väga, att man över det område, som skall undersökas, anlägger ett magnetiskt växelfält från en växelströmförande kabelslinga, eller från en lång, i båda ändar jordad kabel, som utlagts på marken.

Fig. 4 visar en principskiss över hur detta går till, och visar även,

i princip, de olika mätanordningar, som på senare tid kommit mest till användning. En lång isolerad kopparkabel är utlagd i rät linje på marken och jordad i bägge ändar, i verkligheten f. ö. långt utanför bilden, och dessutom ansluten till en motorgenerator eller rörsändare, som förser den med ett par ampere växelström, vanligen med en frekvens, som ligger under 1,000 perioder per sekund. I stället för denna långa jordade kabel kan man även använda slutna kabelslingor av olika storlekar; detta använder man sig även av för särskilda ändamål. Genom det magnetiska växelfältet

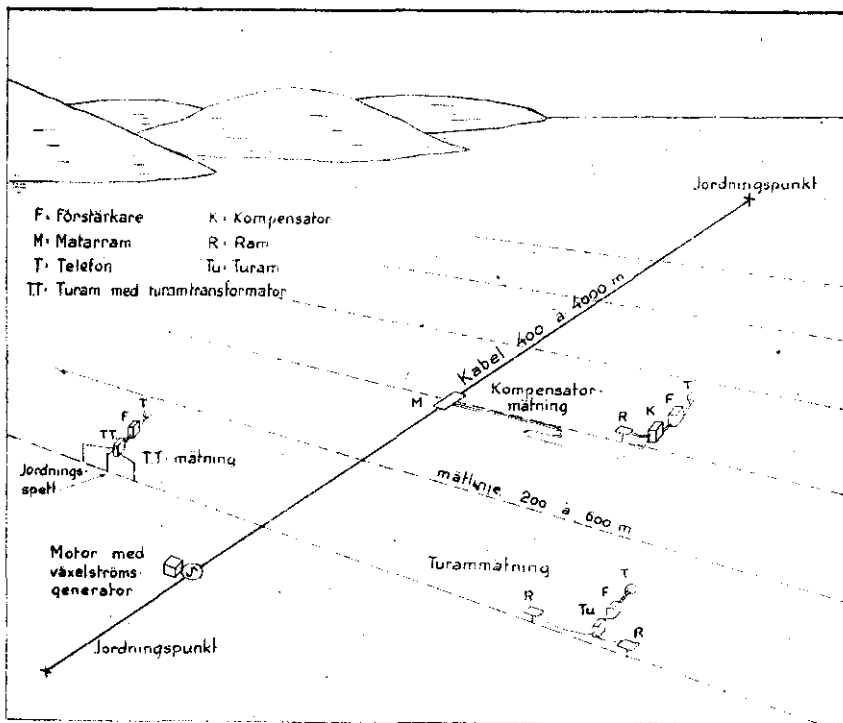


Fig 4.

från denna primärström induceras nu växelström av samma frekvens som primärströmmens, i de eventuella elektriska ledare, som finns i omgivningen, på samma sätt som strömmen i en vanlig transformators primärspole inducerar ström i sekundärspolen, om man kortsluter denna. Den inducerade sekundärströmmen i vart och ett av berggrundens ledande partier åstadkom-

mer i sin tur ett magnetiskt växel-fält, vilket förorsakar en störning, även kallad dämpning, i det normala magnetiska växel-fältet från primärkabeln. Det är dessa störningar, som man letar upp med de anordningar, som visas i figuren. Genom att närmare undersöka en sådan störning kan man även lokalisera den sekundärström, som förorsakar den, och därmed även den

ledande kropp, som i sig innehåller sekundärströmmen. De mätanordningar, som visas i fig. 4, äro dels en kompensator-anordning, med fast matarram, matarkabel, kompensator, mätram, förstärkare och telefon, dels en Turam-anordning med två mätramar, Turam-kompensator, förstärkare och telefon, och dels slutligen en Turam-transformator-anordning med tre jordningsspett, Turam-transformator, förstärkare och telefon.

Med alla tre av dessa anordningar mäter man förutom amplituden, eller styrkan av fältet, även den s. k. fasförskjutningen. Denna är ett mått på hur mycket det uppmätta växelfältet är ur takt med växlingarna i fältet i en annan punkt. Med kompensatorn jämför man fältets styrka och fas i mät-punkten med fältet (omedelbart intill kabeln, med Turam-metoden får man fram den relativa styrkan av fältet) i de två solenoiderna eller ramarna, och dessutom fasskillnaden, och med Turam-transformatorn gör man samma jämförelse mellan de två elektriska fälten mellan jordningsspetten.

Kompensatormetoden har haft sin huvudsakliga användning för kartering av den geologiska strukturen inom oljefält. Berggrunden inom

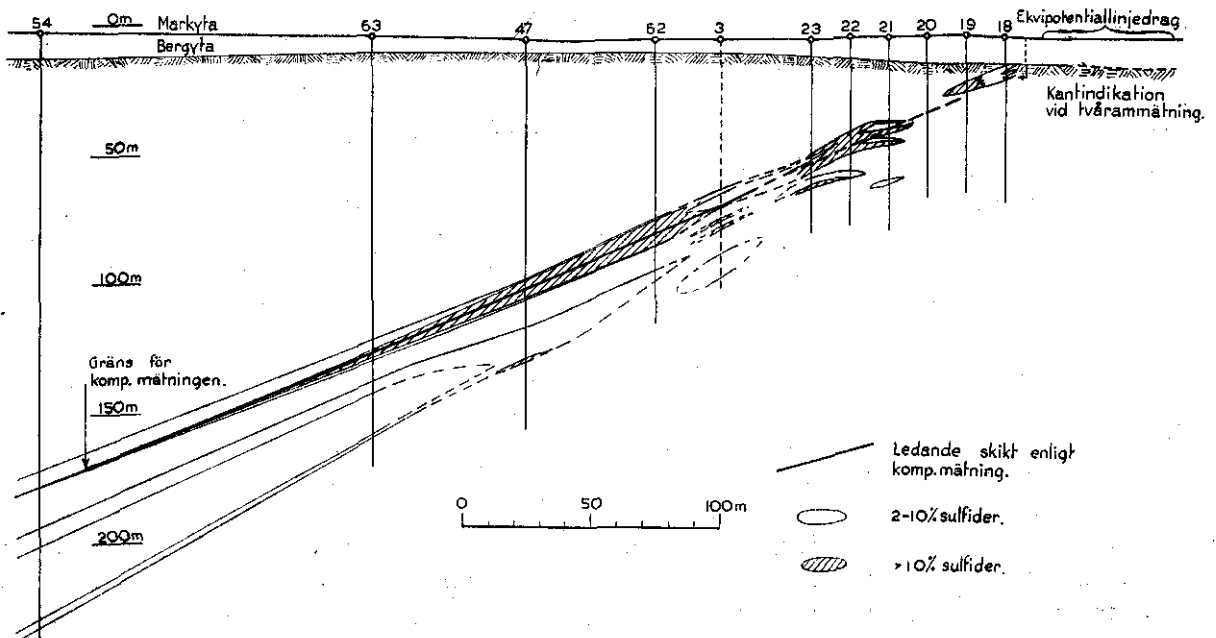


Fig 5.

oljafalten är ju sedimentär och består av mer eller mindre horisontella skikt av sandstenar, lerskifferar och kalkstenar. I elektriskt avseende kan denna berggrund anses bestå av en packe relativt tunna, elektriskt ledande skikt, vars ledningsförmåga beror därpå att skikten ha en ofta betydande porositet samt att porerna äro mer eller mindre fyllda av vatten, vilket genom sin halt av salter — elektrolyter — är elektriskt ledande.

För malmletningsändamål har kompensatormetoden använts huvudsakligen för vissa detaljmätningar samt för specialundersökningar. Fig. 5 visar resultatet av ett sådant specialarbete i Västerbotten. Här var problemet att bestämma utsträckningen mot djupet av en flackt stupande malm, vars utgående förut lokaliserats genom elektriska undersökningar och gropgrävning. För detta ändamål uppmättes ett antal s. k. kompensatorprofiler ungefär vinkelrätt mot strykningsriktningen och på hängväggssidan om utgåendet. Utefter varje sådan profil utlades en jordad kabel, såsom visats i fig. 4, och längs denna, och på båda sidor om densamma, uppmättes det elektromagnetiska fältet med kompensator. Fältet visade sig vara stort av en under kabeln liggande ledande platta. Med användning av samma teknik som utvecklats för kartering av tektoniken i oljefält kunde djupet till (övertygan av) denna platta beräknas från punkt till punkt längs profilerna, ut till djup av maximalt c:a 170 m. Den första borring, som sedan utfördes på grund av resultaten från dessa mätningar, gick vertikal ned genom c:a 70 m sterilt »gråberg», innan det kom in i malmplattan, på ett djup som inom några meter överensstämde med det förutsagda. Sedermera har denna malm närmare undersökts med ett stort antal borrhål, och undersökningsresultaten ha givit en mycket god bekräftelse på riktigheten av den elektriska mätningens resultat.

Turam-förfarandet är sedan 10 år tillbaka den standardmetod vår firma använder vid elektrisk malmletning. Även Bolidenbolaget har på senare år använt i huvudsak detta förfarande för den normala driften av den elektriska malmletningen. I en artikel i *Teknisk Tidskrift* i början av 1938 av förf. har metoden utförligt beskrivits, liksom f. ö. även det s. k. T.T.-förfarandet. Dr Alvar Högbom, som varit med om utvecklingen i Västerbotten från början, säger om Turam-metoden i en uppsats, ävenledes 1938: »Genom denna lätthanterliga, snabba och känsliga metod kunna det elektromagnetiska fältets *alla* olika element mätas, och mera kan knappast begäras.»

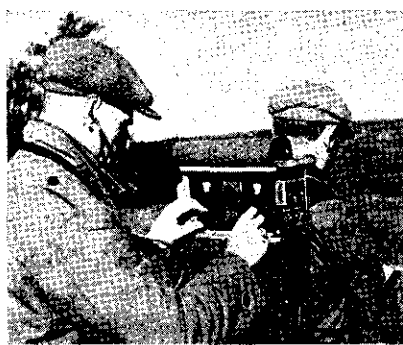


Fig. 6.

Fig. 6 visar, hur observationerna gå till vid fältarbete. Man vrider på de två rattarna, som synas på bilden, tills man får tyst i telefonen, eller, som i detta fall, i telefonstetoskopet. Det fordras därför ingen uppdriven skicklighet i fråga om att urskilja den relativa styrkan av olika toner samtidigt, såsom var fallet vid användning av den äldre metodiken. Vid större mätprogram kan man därför snart lära upp hantlangare att sköta observationerna, varigenom man kan arbeta med flera lag samtidigt under översyn av en ingenjör. Med en sådan organisation kan man, om två lag (8 man) mäta samtidigt, avverka i genomsnitt 8 km undersökningsprofil per dag bruttotid (maximisiffran per dag nettotid är mer än dubbelt så hög).

Såsom ovan nämnts, är denna

mätmetod synnerligen känslig. Detta beror därpå, att den s. k. imaginära eller ur-fas-komponenten uppmättes, vilken vid den äldre tvårammetoden endast gjorde sig märkbar därigenom, att man fick suddigare 0-lägen än vanligt, i en hel del fall så suddiga, att det kunde vara mycket svårt även för en skicklig mätare att uppge några säkra värden. Det fanns emellertid intet mått på denna suddighet i 0-lägena, så att den kunde antecknas i fältprotokollen. Det är därför möjligt, att rekognosceringsundersökningar med den gamla tvårammetoden gått förbi indikationer av brytvärda malmer med dålig ledningsförmåga, t. ex. zinkmalmer med viss blyhalt. Ett exempel på detta har visats i den ovannämnda uppsatsen i *Teknisk Tidskrift*.

På grund av fasmätningens stora känslighet visade det sig, redan för en 10 år sedan, möjligt att vid S.G.U:s arbeten i Västerbotten använda denna metod för *geologisk kartering*, för att följa den malmförande formationen i fält, även där den endast representerades av horisonter med så ringa ledningsförmåga, att de icke komma fram vid ekvipotentiallinje- eller tvårammätning. Där det å andra sidan gällde att följa upp i fält kontakten mellan leptitformationen och den överliggande grafitkiffern, var det möjligt att med Turam-metoden mäta sig igenom de oerhört kraftiga störningarna och »bena upp» dem i detalj. Metoden kom sålunda delvis till användning för vad man kan kalla indirekt malmletning, d. v. s. för geologisk kartering med geofysiska metoder i ändamål att eliminera icke malmförande områden och att inringa kvarblivande mindre områden, inom vilka malmletningen skulle sättas in. Tidigare hade för övrigt S.G.U., sedan slutet av 1920-talet, använt sig av de förut nämnda mätningarna med Tibergs handmagnetometer för dylik indirekt malmletning, alltså för att följa den nyssnämnda skifferkontakten och även andra horison-

ter inom leptitformationen och därigenom följa upp denna i fält.

Av det nyss sagda kan kanske någon få den uppfattningen att Turam-metoden är för känslig och därför icke i tillräcklig grad eliminerar de sämre ledare, som man inte vill hitta. Det kanske därför bör förklaras, att Turam-metoden är en metod för fullständig uppmätning av de magnetiska växelvärdet, som vid varje undersökning faktiskt äro förefintliga. Huruvida man i dessa fält får fram störningar av sämre ledare, som man inte vill hitta, beror på hur man applicerar sitt primärfält över undersökningsområdet. Om man exempelvis använder för hög frekvens eller för kort avstånd mellan jordningspunkterna på en primärkabel, får man i båda fallen risk för icke obetydliga störningar, som bero enbart på variationer i jordtäcket. För att undvika sådant, fordras det kunskaper och erfarenhet hos den, som leder mätningarna.

Genom att med Turam-metoden fasmätningen infördes i den normala malmletningen, alltså inte bara vid speciella undersökningar över kända malmer, såsom förut visats, blev det emellertid även möjligt att skilja på indikationer av dåliga ledare och av goda ledare. Vid indikationen av en dålig elektrisk ledare är det nämligen enbart ur-fas-komponenten, som ger utslag, vid en mycket god ledare, å andra sidan, enbart i-fas-komponenten, och därmed mellan finnas givetvis alla graderingar.

Fig. 7 visar även en annan fördel med metoden, nämligen att man s. a. s. kan renodla den elektriska störningen över malmer, som äro magnetiska och över vilka man därför får en förvrängd bild av den elektriska störningen, om man mäter den på det gamla sättet eller tar med enbart dess i-fas-komponent. I detta fall påminner störningens i-fas-komponent som synes mycket starkt om den magnetiska störningen över malmen. Det magnetiska växelvärdet, som anlagts över malmen

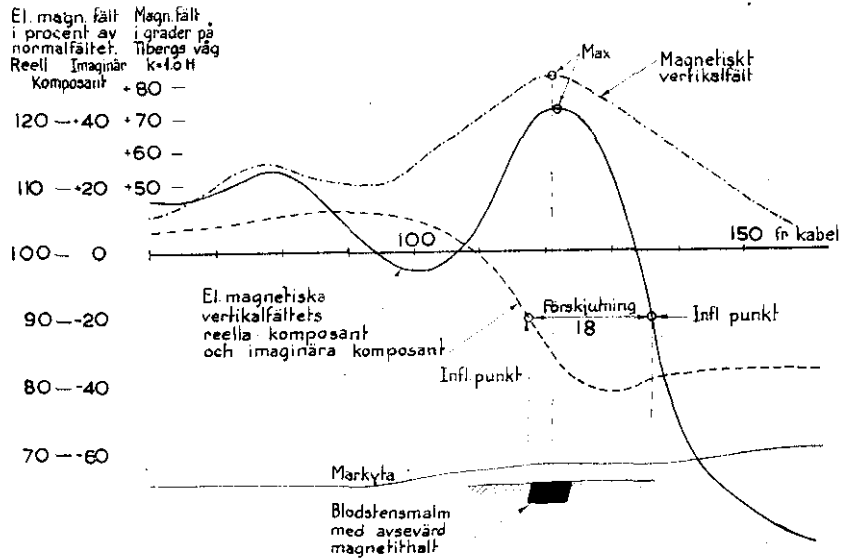


Fig. 7.

för den elektriska mätningen, blir således, i sin i-fas-komponent, påverkat i stort sett på samma sätt som det jordmagnetiska fältet blir stort av malmmagnetismen. Detta betyder att det är huvudsakligen malmens magnetiska susceptibilitet och endast i mindre grad dess elektriska ledningsförmåga, som åstadkommit störningens i-fas-komponent. Skulle man nu tolka denna störning som en elektrisk indikation, vilket man skulle göra, om mätningen utförts »på det gamla sättet», så

skulle man få ett fullständigt felaktigt läge på indikationen, såsom bilden visar. Ur-fas-indikationen är däremot rent elektrisk och anger på vanligt sätt det riktiga läget av den elektriska ledaren.

Fig. 8 visar i tvärprofil en mätning med denna metod över en kismalm i Norge och fig. 9 en längsprofil i samma malm, varav framgår, att den följts elektriskt utefter sin längdaxel ut till ett djup av c:a 180 m. I detta sammanhang kanske någon frågar sig till vilka djup man

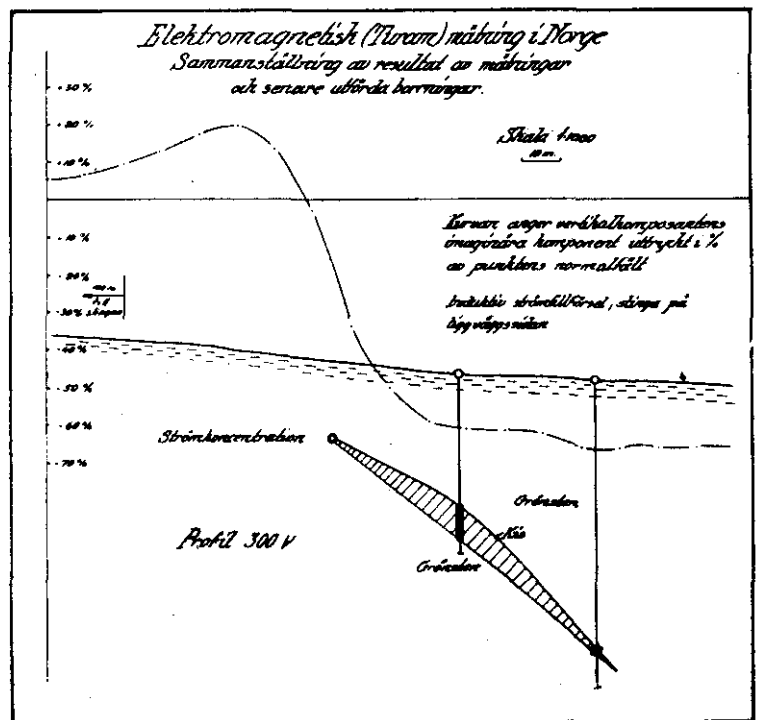


Fig. 8.

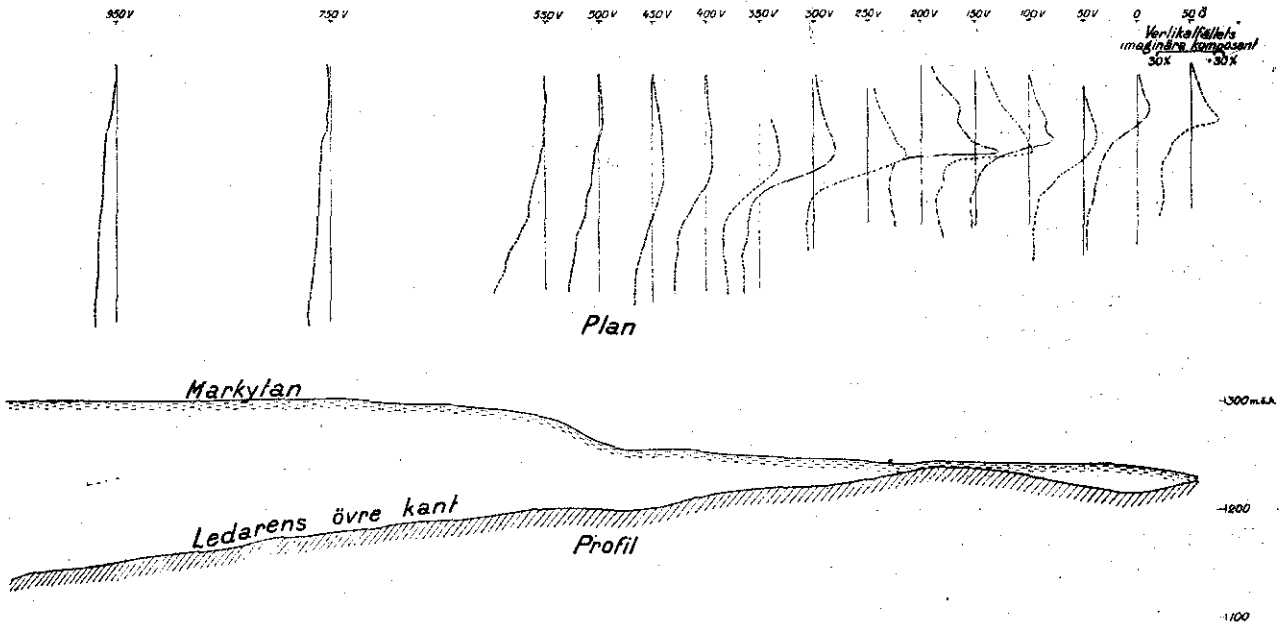


Fig 9.

kan nå med dessa metoder. Tyvärr visar en beräkning, som förf. utförde för Bolidenbolaget för en del år sedan, och som grundades på omsorgsfulla laboriemätningar, att det knappast blir möjligt att leta upp elektriskt ledande malmer på större djup än c:a 200 m även om det rör sig om malmer med så stor längd som 400 m. Vad som därvid begränsar den användbara känsligheten är de störningar man får genom jordtäckets elektriska ledningsförmåga.

Fig. 10 visar en profil genom en relativt nyupptäckt större ädelmalm i Bergslagen, med resultaten av dels en magnetisk mätning, dels en Turam-mätning, som föregått uppborrningen. I figuren ha direkt angivits avläsningarna vid den elektriska mätningen; som synes anger fasdifferensens maximum det exakta läget av malmens utgående under jordtäcket.

Effekterna och kostnaderna för denna metod variera givetvis med arbetets storlek, eftersom vid ett arbete på bara någon vecka en stor del av tiden går förlorad för upplärande av hantlangare. Vid längre arbeten än en vecka bruka vi räkna med att kunna rekognoscera c:a 1½ km.² i veckan, med ett punktantal av c:a 800 per km.². Vid större undersökningar brukar

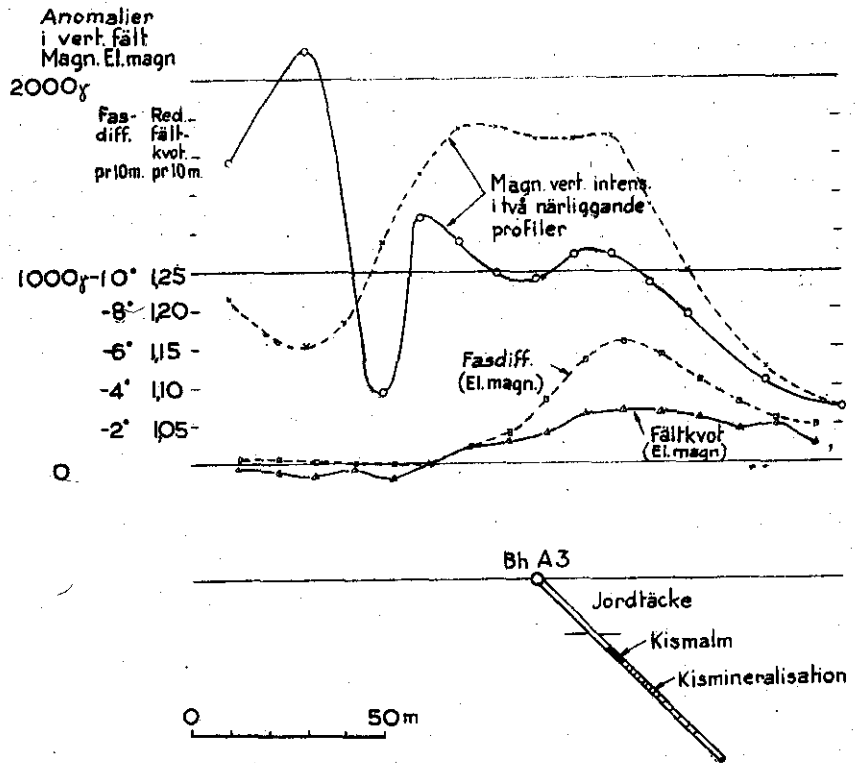


Fig 10.

man använda en organisation med två Turam-lag i arbete samtidigt, varvid hantlangarna uppläras att utföra avläsningarna. Med en sådan organisation kan man avverka 3 km.² per vecka vid terrängförhållanden liknande Västerbottens. För undersökningar för S.G.U:s räkning i Västerbotten hade vi exempelvis under en mätning, som tog två månader i anspråk, varav 12 regn-

dagar, en medeffekt av 8 km upp-mätt profil per dag, räknat på bruttotiden. Räknad på nettotiden, alltså med avdrag för den tid, som gick förlorad genom svårare regnväder, flyttning till andra områden o. dyl., blev effekten 10 km profil per dag. Med det täta observationsnät som därvid användes, med 20 m mellan mätpunkterna och 60 m mellan mätprofilerna, motsvarade

detta 500 mätpunkter och 0.6 km² per dag. Denna mätning utfördes f. ö. utefter ostakade profiler, som gingos upp med kompass mellnbaslinjer, som förut stakats ungar parallella med den allmänna strykningsriktningen.

Totalkostnaden för en sådan elektrisk undersökning varierar givetvis beroende på vad mätningen avser. Gäller det enbart rekognoscering för uppletande av nya drag, kan man emellertid i Sverige f. n. räkna med totalkostnader från omkring 3,500 kronor per km², om det gäller en mycket liten undersökning på mindre än 1 km², till 1,200 kronor per km² för större undersökningar, och ned till omkring 1,000 kronor per km² för mycket stora undersökningar.

Ännu en ny metod för elektrisk malmletning har på senare år tagits i bruk i Sverige, nämligen den s. k. slingranmetoden. I princip är den samma metod som den nyss beskrivna kompensatormetoden men med den viktiga skillnaden, att i stället för att gå upp profiler från en kabel eller kabelslinga, som ligger på marken, så bär man primärkabelslingan med sig, vilket blivit möjligt genom att nedskära dess proportioner till en diameter av omkring 1.5 m. (Den minsta diameter man förut haft på de fasta primärkabelslingorna var c:a 12 m.) Apparaturen kan sägas vara ett mellanting mellan kompensatorapparaturen och de s. k. skattletningsapparater, som under tidigt 1930-tal beskrevs i Populär Radio och liknande populärvetenskapliga tidskrifter.

Metoden, som utarbetades och först utprovades av S.G.U. vid Undersökningsarbeten i Västerbotten 1937, har visat sig mycket användbar för den indirekta malmletning, varom nyss talats, speciellt för att följa upp den viktiga ledhorisont i den malmförande formationen i Västerbotten, som utgöres av den s. k. svartskiffern.

Fig. 11 visar i profil resultatet av en mätning med denna metod

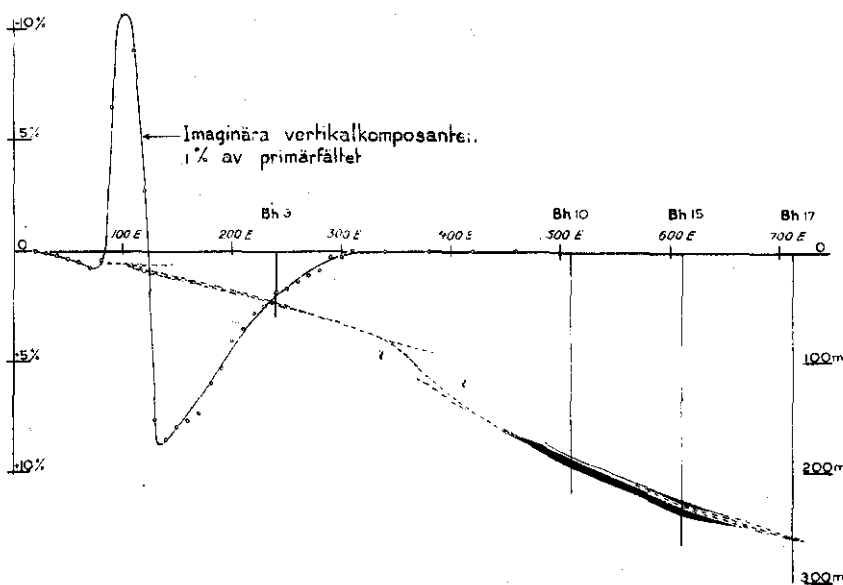


Fig. 11.

över en förut känd malm. Som synes är indikationen på denna malm begränsad till trakten av malmsens utgående; möjligen kan man säga, att man kunnat känna denna malm till ett djup av c:a 50 m, och ändock har man gått fram över en flackt liggande stor malmsplatta. (Jämför fig. 5.) Detta aktualiserar frågan om slingrametodens djupkänslighet. Vid en mätanordning sådan som denna, där hela skalan förminsats så mycket från vad som tidigare använts — både primärslingan och avståndet från denna till mätramen måste ju betecknas som mycket små i förhållande till vad som tidigare använts — skulle man teoretiskt vänta sig, att den störning, som kan uppmätas från en ledande kropp i närheten av mätanordningen, skulle minska med kuben på avståndet. Laboratorieförsök ha även bekräftat detta, och man får därför räkna med att för brantstående malmer djupkänsligheten av denna metod är begränsad till några tiotal meter.

Trots begränsningen i fråga om djupverkan och trots en del andra nackdelar får man nog säga, att slingrametoden är mycket lätthanterlig och snabb, om det bara gäller att »fiska upp» starka elektriska drag under ett jordtäckte av rimlig tjocklek. (Några nya malmfynd ha

dock hittills icke gjorts med slingram.) Effekterna vid användning av metoden — den har nu varit i arbete i snart åtta år — synes vara ungefär desamma som för ett Turam-lag med endast en mottagareapparat. Det rör sig alltså om c:a 5 km uppmätt profil per dag, när man stannar på var 20:e meter för att ta avläsningar.

Den tredje av de i principdiagrammet, fig. 4 angivna metoderna, Turam-transformator-anordningen, även kallad *TT-metoden*, har kommit till användning för vissa detaljarbeten vid malmletning. Huvudanvändningen av denna metod är

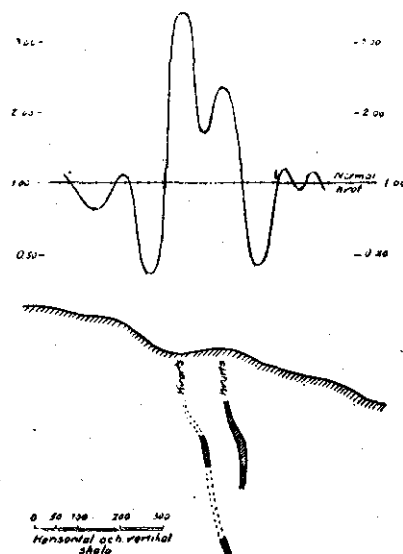


Fig. 12.

DIAGRAM 2

Values of $4\pi \frac{\rho}{r} \frac{V_1 - V_2}{I}$ plotted against $\frac{r}{x}$
 Where: r = distance from electrode.
 x = depth to resistivity change.
 Different curves correspond to different ratios
 between the resistivities ρ_2 and ρ_1 .

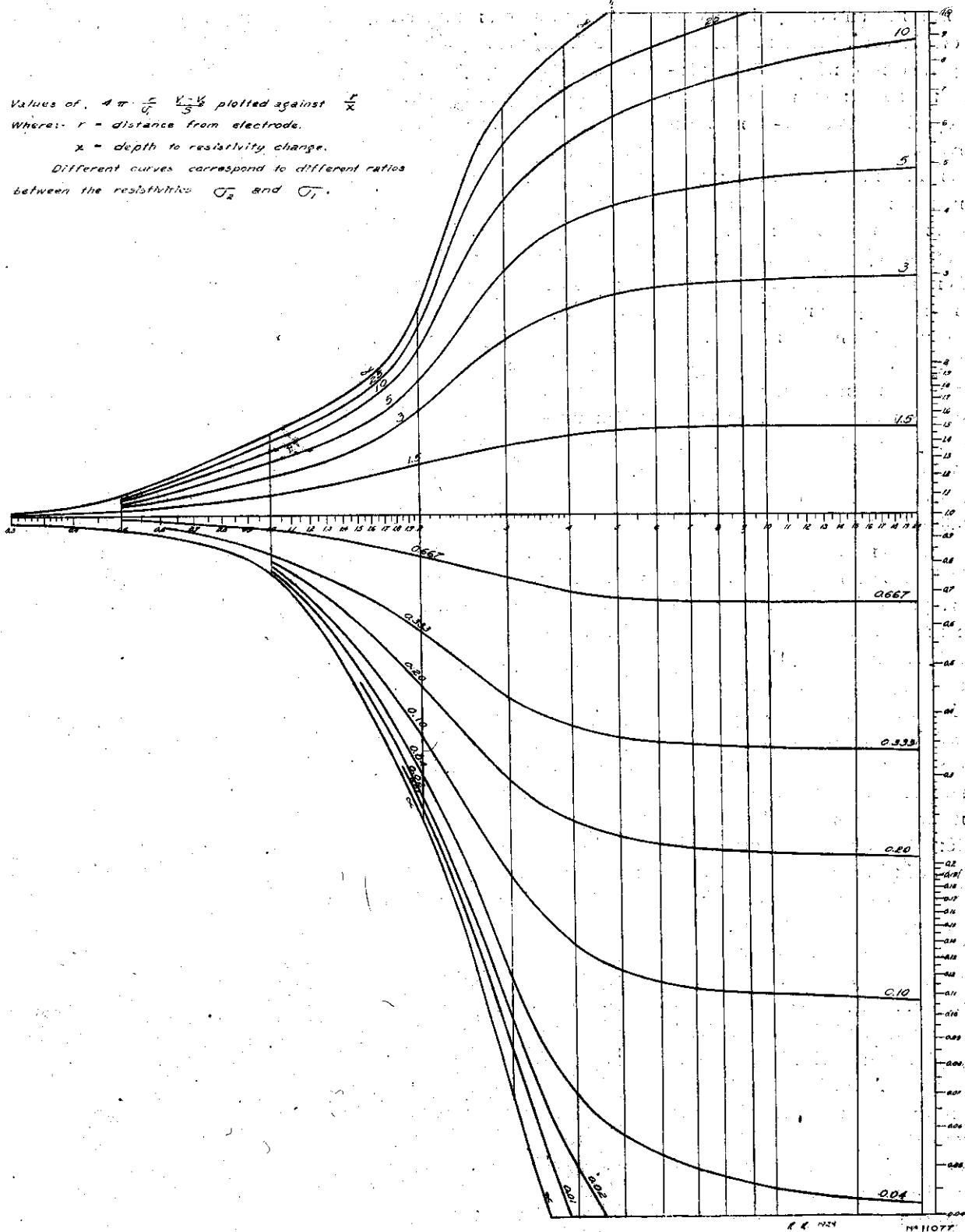


Fig 13.

emellertid för lokalisering av brantstående skikt i berggrunden, med högt ledningsmotstånd, exempelvis en kvartsgång i bergarter med icke alltför högt ledningsmotstånd. Bild 12 ger ett exempel på

en sådan mätning på Sumatra, varigenom en guldförande kvartsgång i andesitiska bergarter lokaliserats. I detta fall har växelström tillförts marken från en punktelektrod som det är möjligt att flytta

med sig i långa steg, allteftersom mätningen längs en profil fortskrider. Den andra ändan av den strömförande primärkabeln ligger under tiden stilla ett gott stycke från mätområdet. Kvartsgången

bildar en skärm för den elektriska ström som från den flyttbara elektroden breder ut sig i marken och berggrunden; den höjer därför spänningen i marken ovanför sitt utgående och förräder därigenom sin närvaro.

Genom samma sorts mätning, ut från en punktelektrod, som skickar ström ned i marken, kan man även bestämma djupet till horisontella diskontinuitetsytor, t. ex. till berggrundens överyta under jordtäcket. Ur den spänning man uppmäter mellan två elektroder på olika avstånd från en sådan strömelektrod, tillsammans med den använda strömstyrkan och avståndet mellan strömelektroden och de båda spänningselektroderna, erhåller man nämligen ett enkelt uttryck för markens genomsnittliga specifika elektriska ledningsmotstånd. Om det nu på ett visst djup under markytan finns en mer eller mindre horisontell diskontinuitetsyta, under vilken det specifika motståndet har ett högre värde, så kommer detta att märkas därigenom att det uppmätta »skenbara» specifika motståndet undan för undan stiger, när man ökar spänningselektrodernas avstånd från strömelektroden. Bild 13 visar hur detta ter sig vid olika relationer mellan elektrodavstånd och djup samt för olika relationer mellan det övre och det undre lagrets specifika motstånd. Detta diagram som beräknades och konstruerades av förf. vid slutet av 1927 har, jämte en del hjälpdigram, använts av A. B. Elektrisk Malmletning under många år, för bestämning på elektrisk väg av tjockleken av de lösa jordlagren ovanpå kristallin berggrund, framförallt vid ett stort antal rekognosceringsundersökningar för planering av kraftverksbyggen. På senare år, sedan 1940 har emellertid firman övergått till användning av den effektivare *seismiska* metoden vilken nedan skall beskrivas.

Dessförinnan skulle emellertid enligt ovan följa en redogörelse för de *gravimetriska* metoderna.

Dessa metoder grunda sig på uppmätning av de anomalier i tyngdkraftsfältet, vilka förorsakas därav att olika element inom berggrunden ha olika specifik vikt. Det rör sig dock här om rätt små variationer i »tätthet», i jämförelse med de väldiga skillnader som förekomma i fråga om de magnetiska och elektriska egenskaperna hos olika bergarter, och på grund härav är användningen av de gravimetriska metoderna för malmletning begränsad till vissa specialuppgifter. För oljeprospekteringen ha däremot dessa metoder en vidsträckt användning — det gäller ju därvidlag icke direkt lokalisering av relativt små kroppar i berggrunden, såsom vid malmletning, utan »indirekt» letning, genom inringning av hela berggrundsområden, vilka genom sin tektonik kunna erbjuda möjligheter för ansamling av bergolja. Sedan början av 1920-talet, då geofysiska undersökningar inom oljefälten började bli allmänna, användes för tyngdkraftsmätningar den s. k. *torsionsvågen*, ett instrument som bl. a. uppmäter tyngdkraftsökningen per längdenhet i en viss horisontell riktning. I början av 1930 utvecklades emellertid instrument, s. k. *gravimetrar* som med tillräcklig noggrannhet direkt

uppmäta tyngdkraften i varje observationspunkt, och från 1936 ha dessa instrument praktiskt taget helt utträngt torsionsvågarna. Gravimetrarna äro i princip helt enkelt fjädervågar, såtillvida som tyngdkraften med dem uppmättes genom utbalansering mot en känd och kontrollerbar kraft. Förordningarna på sådana instrument vid användning inom den praktiska geofysiken äro numera att medelfelet per observation, åtminstone vid kortare avstånd mellan observationspunkterna, icke skall överstiga 0.1 milligal. (1 gal = 1 cm/sec²) d. v. s. en *tiomiljondel* av tyngdkraftens hela belopp. Vidare skall avläsningen kunna ske snabbt, så att endast några minuter behöva användas på varje station, och instrumentet måste vara lätt och kunna tåla hårda transporter.

I Sverige användas för närvarande två olika gravimeterkonstruktioner, nämligen den s. k. Bolidengravimetern samt Nörngaard-gravimetern. Enligt en av Bolidenbolaget publicerad broschyr är Bolidengravimeterns mätnoggrannhet numera 0.04—0.07 mgal, när den bäres över kortare sträckor, och med densamma kan avverkas 600—700 nya mätpunkter per månad och mätlag



Fig 14.

Fig. 14 visar en Bolidengravimeter under avläsning på en mätstation. Instrumentet väger c:a 50 kg, inklusive ackumulatorbatterier för drift av den termostatanordning och de elektronrör, som höra till apparaten. Dessa batterier kunna omvändas medelst ett litet motordrivet laddningsaggregat. Bolidenbolaget har använt detta instrument för omfattande mätningar över »indikationer» som lokaliseras genom elektriska undersökningar. I Västerbotten motsvaras sådana »indikationer» i stor utsträckning av grafitskiffer. Denna har emellertid samma specifika vikt som omgivande berggrund och förorsakar därför icke tyngdkrafts anomalier, till skillnad från kisalmalmer, som äro »tunga». Genom gravimetermätning kan man således eliminera från vidare undersökning de elektriska indikationer som erhållits från grafitskiffer, förutsatt att man kan bemästra de svårigheter som uppstå om berggrundens överyta under jordtäcket är ojämn, varigenom den kan förorsaka tyngdkraftsanomalier av samma storleksordning som vissa malmer.

Bolidengravimetern har även använts för mera regionala mätningar, till stor del med instrumentet monterat i bil. Det har därvid visat sig att gravimetermätningar kunna ge viktiga bidrag till kännedomen om bergartsfördelning (exempelvis utsträckningen av ett granitmassiv) och tektonik även inom urbergsterrängar, analogt med vad som gäller för den stora tillämpningen av sådana mätningar inom oljefältsterrängar.

Fig. 15 visar den ovannämnda Nörngaard-gravimetern, vilken användes av A. B. Elektrisk Malmletning. Detta instrument är som synes av små och bekväma dimensioner. Det väger endast 16 kg och kan bäras i en hand. På grund av att det är temperaturkompenserat behöver det ingen termostatanordning med tunga batterier och följaktligen icke heller något laddningsaggregat för batterier. Instru-



Fig. 15.

mentet tål svåra och långa transporter och kan användas för mätning av tyngdkraftsdifferenser över stora avstånd. Medelfelet per observation är 0.04—0.05 milligal och uppehållstiden per station 3—4 minuter. Geodaetisk Institut i Danmark har utfört omfattande mätningar med detta instrument bl. a. hopmätningar mellan Köpenhamn och Bornholm, och Rikets Allmänna Kartverk i Sverige använder sedan 1943 ett sådant instrument för gravimetrisk uppmätning av hela Sverige.

Kostnaderna för gravimetermätning vid praktisk-geofysikaliska undersökningar kunna numera sättas till 5—15 kr. per punkt, emot de kostnader på upp emot 100 kr. per station, varmed räknades ännu ett par år före kriget.

De seismiska metoderna, som grunda sig därpå, att markvibrationer fortplanta sig med olika hastighet i olika jordlager och olika bergarter, provades i Skandinavien första gången 1922, vid undersökningsarbeten i Västerbotten. Utomlands, exempelvis i de amerikanska oljefälten, ha dylika arbeten haft och ha fortfarande, en kolossal omfattning. Av A. B. Elektrisk Malmletning ha dessa metoder använts sedan ett tiotal år tillbaka, först i utländska oljefält och sedan, från 1938, för omfattande undersökningar inom sedimentområdet i sydvästra Skåne. De sista två åren har därvid även den seismiska reflexionsmetoden kommit till användning, en metod som starkt påminner om moderna metoder för ekolodning. Principen för denna metod visas i fig. 16. Ett antal seismometrar eller geofoner äro utplacerade på marken utefter en rät linje genom skottpunkten, vil-

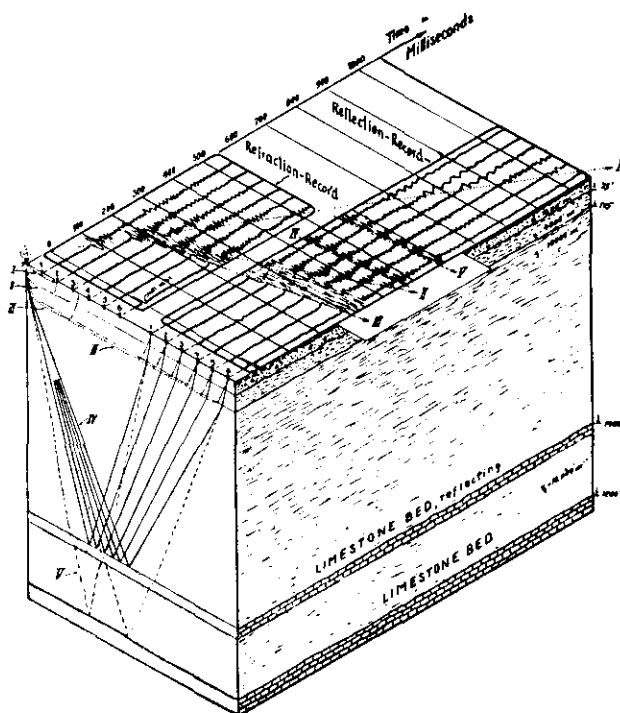


Fig. 16.

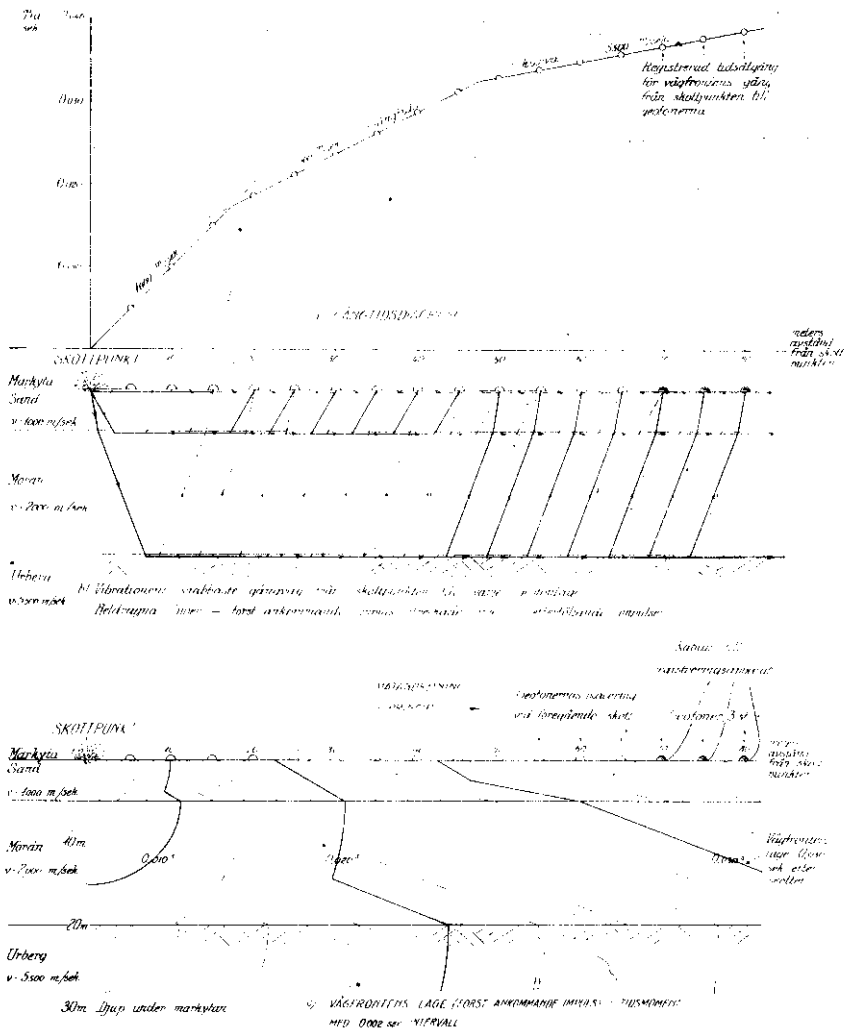


Fig 17.

ken synes längst t. v. i blockdiagrammer. Mitt för varje geofon i figuren har uppritats det seismogram genom vilket markvibrationerna vid resp. geofonpunkt ha registrerats. Längs seismogrammen har avsatts, i millisekunder, den tid som förlutit från skottögonblicket till ögonblicket för en viss registrering. Den gradvisa förskjutningen i seismogrammen av »impulserna» I, II och III motsvarar den första stötvågens fortplantningshastighet genom resp. lager I, II och III. Vid IV och V i seismogrammen t. h. i figuren märkas emellertid två impulser som registrerats praktiskt taget samtidigt vid alla sex geofonerna, beroende därpå att de, såsom figuren visar, reflekterats på större djup och därför fått nästan samma gångtid från skottpunkten till samtliga geofoner. Ur

den totala gångtiden för dessa reflexioner kan man givetvis beräkna djupen till de reflekterande ytorna, förutsatt att man först bestämt hastigheterna i de överliggande skikten. Fig. 17 visar principen för den seismiska *refraktionsmetoden*, som användes för bestämning av jorddjup, liksom även för stora rekognosceringsundersökningar som de ovan nämnda skånska mätningarna (där f. ö. de uppmätta sedimenttjocklekarna uppnådde värden på mellan 2,500 och 3,000 m). Längs markytan äro ett antal geofoner utplacerade, vilka via elektriska ledningar till en central registreringsapparat angiva hur lång tid som förflyter från skottmomentet till ankomsten av den första markvibrationen till resp. geofonpunkt. De uppmätta tidsintervallen avsät-

tas över avstånden mellan skottpunkt och geofoner till en s. k. gångtidskurva, enligt figuren. Lutningen av denna kurva emot tidsaxeln anger givetvis en hastighet. Närmast origo visar den hastigheten av den markvibration som går fram längs ytan i det översta markskiktet (»sand») och som i skottpunktens närhet är den impuls som först når fram till geofonerna. Ökas avståndet från skottpunkten, kommer man till en punkt där de vibrationer som gått den längre, men snabbare vägen genom det underliggande, hårdare skiktet (»morän») komma fram samtidigt som de direkt längs markytan kommande vibrationerna. Från denna punkt och vidare anger gångtidskurvan hastigheten i skiktet nr 2 (»morän»). Utanför nästa brytningspunkt i kurvan visar diagrammet hastigheten i skiktet nr 3 o. s. v. Ur de på detta sätt uppmätta hastigheterna, samt med användning av brytningspunkternas avstånd från skottpunkten, kunna djupen till de olika gränsyterna beräknas. Den understa delen av figuren visar vågfrontens läge vid olika tidsmoment efter skottet. Vid närmare studium därav framgår bl. a. att hastigheten längs överytan av ett visst djupskikt kan uppmätas längs en viss sektion av profilen på markytan.

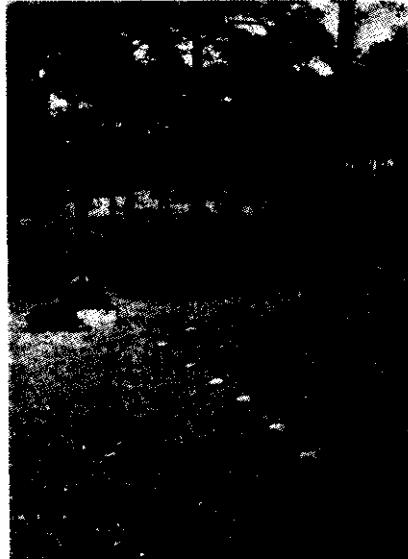


Fig 18.

SEISMISK MÄTNING ÖVER JÄRNMALMSFÄLT B.
GÅNGTIDSDIAGRAM och JORDDJUPSPROFIL

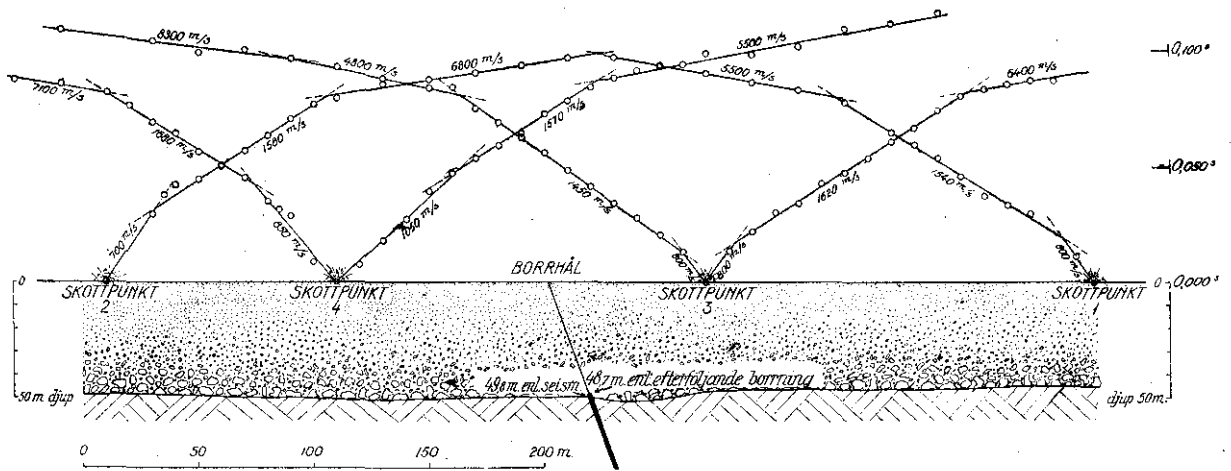


Fig 19.

Fig. 18 visar en av A. B. Elektrisk tillverkad utrustning för seismiska refraktionsmätningar, speciellt för jorddjupsbestämningar. Vikten av vardera av de två instrumentenheterna (förstärkare och registreringsapparat) är endast ca 30 kg, därtill kommer vikten av de sex geofonerna, vardera 3 kg, de långa linjekablarna samt sex lätta kabelrullar. He.a utrustningen kan transporteras på två cykelsläpkärror, resp. bäras genom terrängen av mätlaget, vilket utgöres av en ingenjör med sex hantlangare. De sprängladdningar som behövas äro rätt obetydliga, varför undersökningar kunna göras även i närheten av bebyggelse, kraftstationer etc. På grund av apparaturens stora känslighet kan den även användas för större undersökningar av det slag som enligt ovan utfördes i Skåne för några år sedan, och var till då endast mycket större och tyngre utrustningar stodo till förfogande.

Fig. 19 visar ett exempel på en seismisk undersökning i ett järnmalmsfält. Här hade tidigare jordborrning ej kunnat utföras inom de centrala delarna på grund av de stora jorddjupen och svårigheten att komma igenom ett mäktigt grovblockigt lager beläget strax över bergytan. Särskilt vid borrhålsutningarna flackare än omkring

70° kunde jordborrning ej genomföras för rimlig kostnad. Inom området undersöktes ett antal profiler seismiskt, och bilden visar läget för skotten samt vid olika geofonuppställningar registrerade gångtider. Ur dessa värden har sedan bergytans konfiguration beräknats. Med ledning av resultaten ansattes ett borrhål (som f. ö. var riktat mot ett magnetiskt drag, som tidigare visats i fig. 2), och härvid kunde ansättningsvinkeln väljas sådan, att borrningen kunde genomföras för en rimlig kostnad,

samtidigt som järnmalmszonen blev övertvärad på önskat sätt. Borrhålet utvisade ett vertikalt djup till bergytan av 48.7 m i ett parti, där djupsiffran 49.8 m beräknats ur de seismiska resultaten, alltså ett mycket gott resultat. Inom andra områden ha seismiska jorddjupsmätningar utförts för bestämning av huruvida blottning lämpligen bör ske genom gropgrävning eller diamantborrning.

Fig. 20 visar ett exempel på bestämning av djupet till fast berg

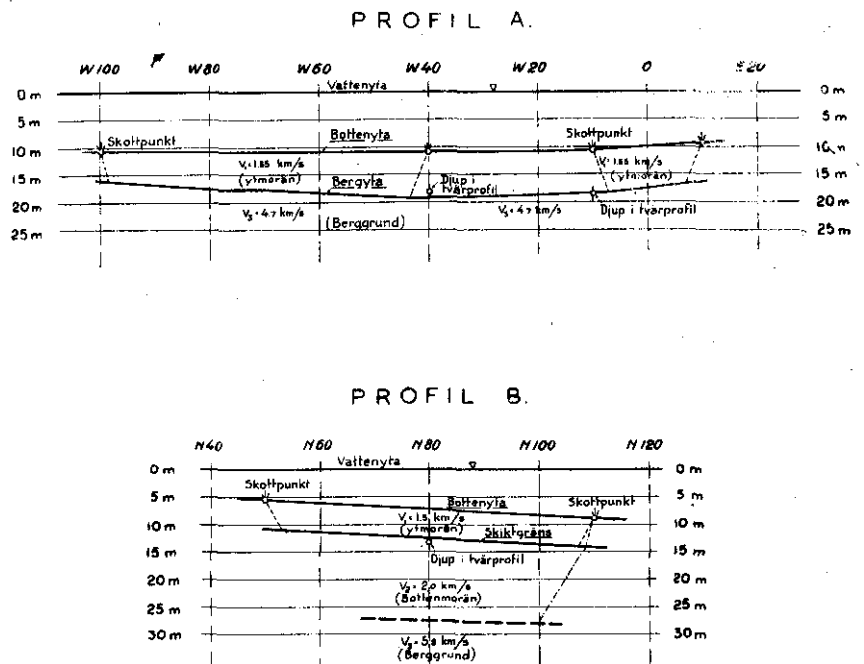


Fig 20.

vid järnmalmsfält A, där brytning planerats (och numera även påbörjats) under en sjö, vars botten utgjordes av morän av obekant mäktighet. Bilden visar överst en profil över resultaten av djupbestämningarna i ett avsnitt, där moränen har en enkel uppbyggnad och endast utgöres av ytmorän. Underst på bilden visas en profil över ett parti med två skilda moräntyper, överst en ytmorän med normal fasthet och underst en bottenmorän med större fasthet.

Det hittills största användningsområdet för de seismiska jorddjupsbestämningarna har emellertid varit vid planerandet av vattenkraftanläggningar. Hittills ha sådana undersökningar utförts vid ett 30-tal platser i Sverige, varför ett rätt stort material föreligger rörande kostnader och resultatens noggrannhet. Vid mer omfattande undersökningar ha totalkostnaderna per djupbestämning uppgått till 80 å 180 kronor vid jorddjup om resp. 5 och 20 m, och vid kortare arbeten ha upp till 50 % högre kostnader förekommit. Noggrannheten vid bestämningarna har för djup mindre än 10 meter varit + 1 meter och för större djup + 10 % av djupet, under förutsättning att bergytan varit relativt jämn. Om bergytan är mycket ojämn, framträder detta i gångtidsdiagrammen. Djupangivelserna, som ju avse medelvärden för ett parti av bergytan i profillinjens riktning, bli här något mindre noggranna, men huru mycket är svårt att säga, då tillräckligt stort kontrollmaterial icke föreligger, bl. a. därför att en sådan kontroll skulle fordra jordavrymning av ett större område.

Bedömningen av malmletningsresultat.

Vid diskussion om arbeten, som utförts med ovan skildrade metoder, har det ibland förekommit yttranden sådana som: »Inga resultatås uppnådde— ingen brytvärd malm påvisades.»

Nu förhåller det sig ju så, rent logiskt sett, att den malmletningsteknik som ovan skildrats inte *kan* påvisa malm. Malm påvisas först genom efterföljande undersökningsarbeten med grävning, bormning, ortdrivning o. s. v. Vad den skildrade malmletningstekniken försöker göra är ju bara att till ett så litet antal som möjligt inskränka det antal platser inom ett givet område, där de gamla undersökningmetoderna behöva sättas in, för att området skall bli fullständigt undersökt. Liksom den geologiska vetenskapen, men i ännu högre grad än denna, *elimineras* således malmletningstekniken stora delar av det från början påtänkta området, vilka därför *icke* behöva undersökas. Av de ställen, som sedan bli kvar och som skulle behöva undersökas, därför att de visa fysiska anomalier, alltså på ett misstänkt sätt skilja sig från omgivningen, kan sedan vanligen en stor del också elimineras av en kunnig och erfaren geofysiker, vilken förstår att kombinera olika metoder och därigenom kan s. a. s. skaffa sig flera olika perspektiv på de misstänkta objekten. Men även efter denna elimination händer det icke sällan, att det återstår misstänkta ställen, som man icke med gott samvete kan slå ut efter den geofysiska undersökningen. Om man nu vill vara konsekvent och verkligen göra un-

dersökningen fullständig, varemot det tyvärr ofta syndas, så måste man då givetvis på dessa kvarvarande misstänkta ställen applicera de gamla undersökningsmetoderna, om det skall kunna påvisas någon malm. Hittar man ändock ingenting som är brytvärd och kan kallas för malm, så beror detta på att det inte fanns någon malm att hitta inom området.

Om man sedan räknar efter, vad det skulle ha kostat att komma till samma resultat utan hjälp av geologi och malmletningsteknik och enbart med de gamla undersökningsmetoderna, så får man ett mått på vad malmletningstekniken utträttat. Användningen av denna teknik är således enbart *en ekonomisk åtgärd, ett sätt att spara undersökningskostnader*, och den kan på intet sätt jämföras med användningen av slagrutan, vilken enligt vad som påstås kan både tala om var malmen finns och vad den har för sammansättning och halter. Det är emellertid just en sådan sammanblandning som man, mer eller mindre omedvetet, gör sig skyldig till, om man räknar med att de ställen, vilka kvarstå som misstänkta, sedan allt övrigt på ovan angivet sätt eliminerats, även måste ge brytvärd malm vid blottningen, eller att i annat fall arbetet är misslyckat. Om man i stället ser ett sådant arbete som en forskningsuppgift som lösts på det tekniskt och ekonomiskt riktigaste sättet, inser man att arbetet kan betecknas som lyckat även i de fall, där det slutligen givit ett *negativt* svar på den fråga som från början uppställt, nämligen om det finns malm inom undersökningsområdet

Moderna bränntorvmaskiner

Föredrag hållet vid Bergmannaförenings möte den 15. 4. 45.
Dipl.ing. L E O A N D E R S I N, Torvindustriförbundet r. f.

Bränslesituationen under dessa krisår har liksom under tidigare kristider åter framdragit bränntorvfrågan i aktualitetens ljus från den relativa skugga, i vilken den dvalts under de ekonomiskt ljusare mellantiderna.

Redan på 1800-talet var intresset för bränntorv tidvis stort, utan att dock leda till mera bestående resultat. Den ekonomiska krisen omkring och strax efter sekelskiftet gav upphov åt en anspråkslös bränntorvindustri. Det äldsta ännu arbetande bränntorvföretaget, A/B Bränntorvkonsortiet i Vasa, startades 1906 efter de försök, som redan 1902 igångsattes på Pynttärin mosse.

Första världskriget med dess blockader och omvälvningar gav impulsen till ett aktivare grepp på de inhemska bränsletillgångarna och deras utnyttjande och förde till startandet av ett flertal företag för maskinell torvförädling av vilka dock flertalet dogo sotdöden, då importbränslen åter kunde erhållas. De flesta företagen voro blott konjunkturlblommor, startade för tillfällig vinst utan tanke på kontinuerlig drift under längre tider. Två av de större företagen, O/Y Kyro A/B och Kainaston Polttoturve O/Y, ha dock utan avbrott kunnat producera bränntorv, till pris, som kunnat konkurrera med fosilbränslenas dumpingpris. Detta tack vare bränntorvdriftens planmässighet och målmedvetna ledning.

Denna fortsatta bränntorvproduktion har givit upphov åt en hemmaproduktion av sticktorv till eget bruk inom vidsträckt lantmannakretsar i södra Österbotten, där skogstillgångarna äro starkt begränsade. Exemplets makt!

Vid krigs utbrottet 1939 hade i vårt land bränntorvfrågan råkat så gott som i glömska och intet hade gjorts för att utveckla de torvmetoder, som använts under förra krisen. Det var därför blott att starta med de lärdomar, som föregående kristid lämnat och att draga fram gamla ritningar och nedskrotade maskiner för att åter tagas i bruk.

Situationen var densamma i de flesta länder. Även i Estland, Danmark, Holland, Irland, där torven dock i fredstid utgör ett mycket allmänt använt och guterat bränsle, gällde det att taga fram gamla maskiner och fortsätta i gammal, känd stil. Arbetslösheten gjorde i dessa länder det lätt att hastigt mångdubbla produktionen speciellt som mossarna där äro utdikade i en utsträckning vi ej känna till hos oss.

Visserligen hade under mellantiden en mängd uppslag ventilerats och i viss skala försökts, men med

ringa framgång. Det var blott vår östra granne, Sovjetunionen, som målmedvetet utvecklat sin torvindustri, utfört ett omfattande forsknings- och försöksarbete och även kommit att bliva det utan diskussion främsta torvindustriella landet i världen. Där ökades torvproduktionen från några miljoner ton på 1920 talet till 50—60 miljoner ton i början av 1940-talet, och där utvecklades speciella massproduktionsmetoder, lämpliga för de väldiga mossarealer, som stodo till buds.

Vi kommo av omständigheterna att få mottaga våra mesta torvimpulser från Sverige. Där användes mest linbanemaskiner av Anrep typ för manuell grävning.

Emellertid äv det nödvändigt att lämna allehanda vallar i graven vid denna metod, så att blott en del av torven tillvaratages och en framtida planering av torvfältet blir svår.

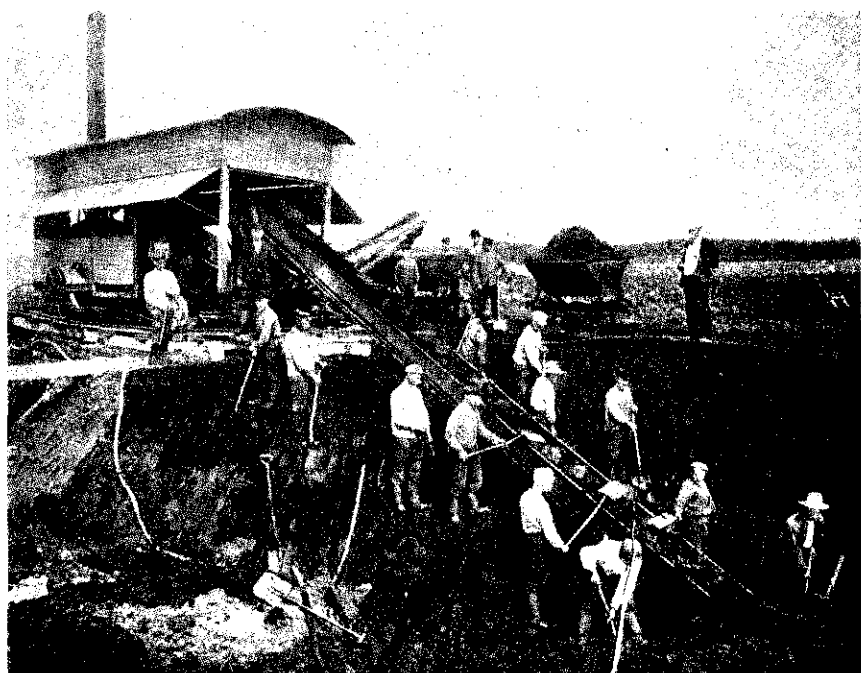


Fig. 1. Elevatorutrustat torvverk.

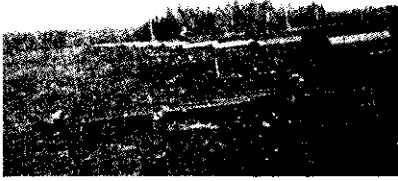


Fig. 2. Limbana.



Fig. 3. Torvgrav.

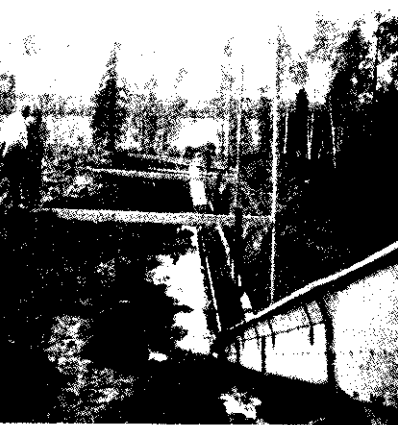


Fig. 4. Hjelte A-elevator.

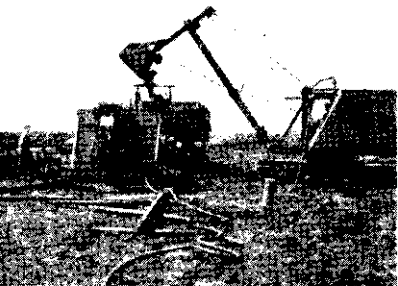


Fig. 5. Turve-Jussi.

För underlättande av grävningen, som är ett både tungt och smutsigt arbete, och på vars takt hela produktionen beror, har ing. Hjelte konstruerat en tilläggstransportör, som lätt går att flytta intill den lodräta torvkanten, så att torven

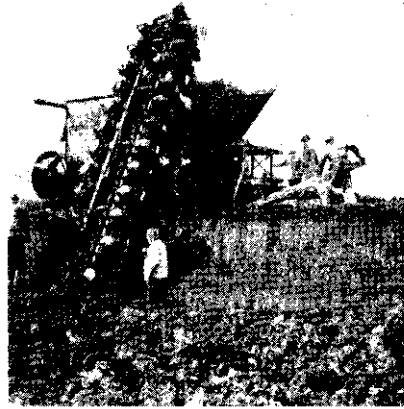


Fig. 6. Pater-noster.

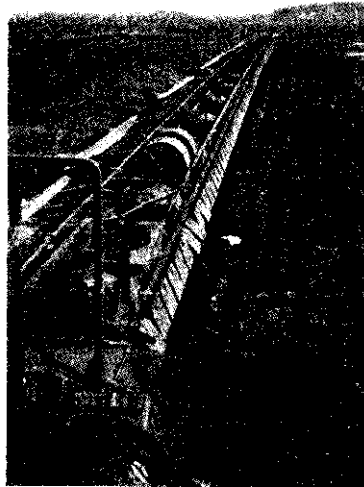


Fig. 7. Automat utläggare.

kan störtas ned i stället för att kastas upp i elevatorn. Denna s. k. Hjelte B elevator medför en god rationalisering av grävarbetet.

Grävarbetet kan även ersättas av maskingrävning. Enskopsbagger (Hullu-Jussi) med tillhörande torvmatare ersätter hela elevatorn och medför därigenom arbetsbesparing. Linbanan måste avsevärt förlängas, emedan torvgraven blir märkbart bredare och förty det erforderliga torkfältet bredare.

Även Paternoster-grävare användes, men då vanligen i kombination med automatutläggare exempelvis system Dolberg. En enkel hembyggd typ av detta slag använder Kainaston Polttoturve O/V.

Den vid Kymmene A/B använda Hesper-maskinen är av denna typ med synnerligen hög kapacitet och arbetsbesparande, men fordrar en god, stubbfri mosse, goda torkfält och synnerligen långa arbetslinjer.

Även små släpskrapor, ARA & Envall, ha i Sverige använts med växlande framgång, men ej prövats hos oss. Jag tror dock, att deras betydelse är liten.

Ovan anförda maskintyper arbeta med grävning och utläggning fast avhängiga av varandra och belägna intill varandra. Emellertid finnes ofta den bästa torven i vikar och bukter i mossen, där dessa maskiner ej med framgång kunna arbeta. Dessutom är det en svaghet, att alls ej ha någon ackumulator emellan de olika arbetsprocesserna grävning och utläggning. Man har därför strävat till att separat gräva torven och bearbeta den samt sedan utlägga den på mera permanenta torkfält, ofta belägna på avsevärt avstånd från grävplatsen. Utom ovannämnda grävverk användas härvid större släpskrapor av vilka ASEAs tretrum-spel hos oss användes med framgång.

Den är kombinerad med en Färrerka-kvarn, som synnerligen effektivt bearbetar torven, varför även av något råare torv kan fås handelsduglig vara. Transporten till torkfältet sker med smalspår och motorlok och utbredningen med s. k. fältpress.

Även automatutbredare, som matas ur kippvagn, användes. Det är järnvägstransporten av den bearbetade varan, som utgör denna metods svaghet och håller dess kapacitet på ett alltför lågt plan. De ideliga spårflyttningarna med åtföljande dåligt lagda spår och urspårningar pressa ned den effektiva arbetstiden. Annars är metoden arbetsbesparande och snabb att få i gång, samt jämförelsevis okänslig för stubbar.

Av fig. 12 se vi, att torven i mossar i naturtillstånd innehåller 8-

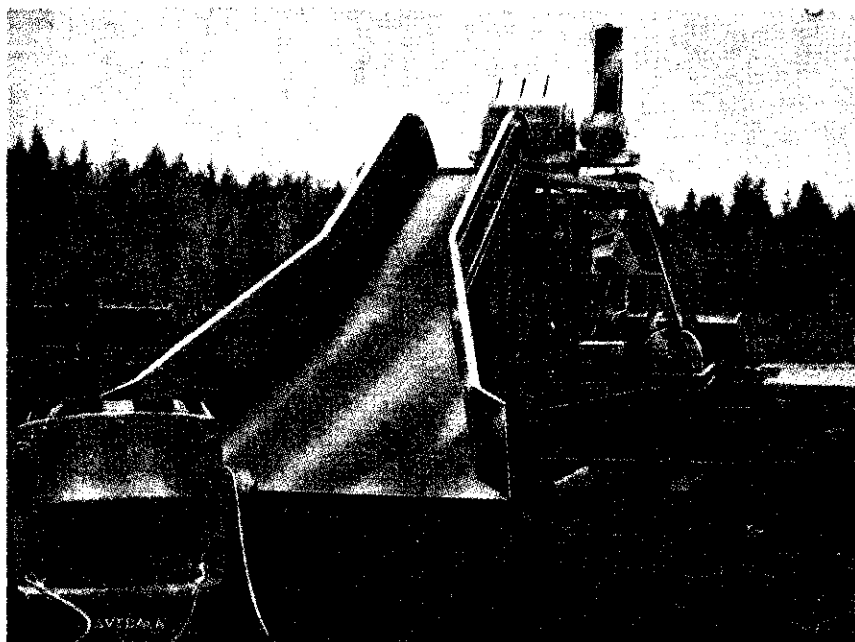


Fig. 8. ASFA Svedala-Kathula skrapspel.

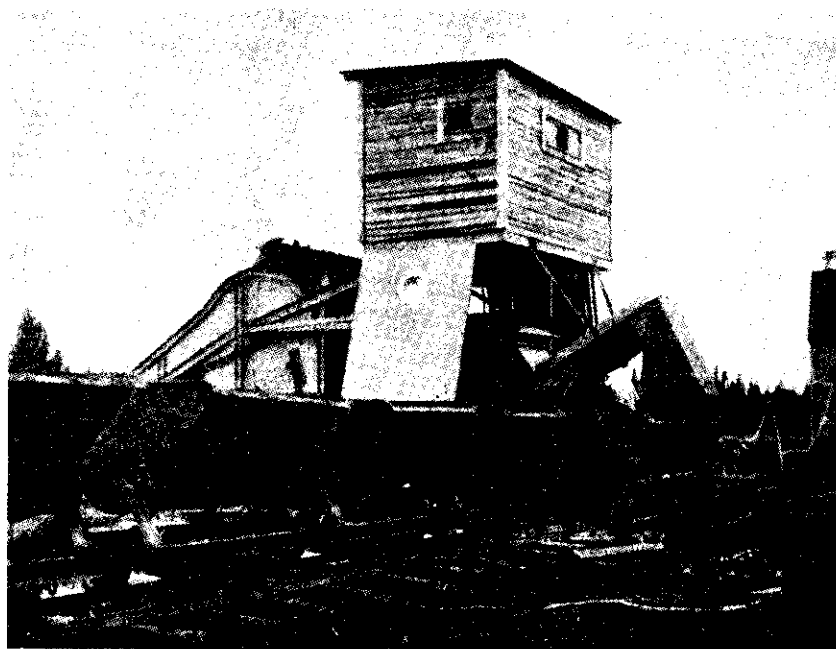


Fig. 9. ASFA-skrapspels utmatningssida.

10 % torrsubstans, medan resten är vatten. Med god utdikning kan torrsubstansmängden stiga till närmare 20 %. Emellertid äro nutida torvkvarnar konstruerade att bearbeta 10 % vara och om de få en torrare torv orka de ej bearbeta den väl och utpressas torven genom munstycket med mycket otillfredsställande yta, vilket medför svårigheter vid torkningen. I Canada har försök med hammarkvarnar visat goda resultat, hos oss äro de

oprövade. Även en liten ökning av torrsubstanshalten är emellertid en stor vinning, varför försöken i denna riktning äro viktiga. Det förefaller vansinnigt att till torven i torvkvarnen tillsätta vatten, och dock måste detta ofta ske för att få en bättre vara och full kapacitet. En effektiv torvkvarn är Fennia-Hilli-kvarnen, vars egentliga kniv roterar med 1,400 v/min., då vanliga torvkvarnar arbeta med 250 v/min. Fennia maskinens kapaci-



Fig. 10. Fältpress på smalspår.

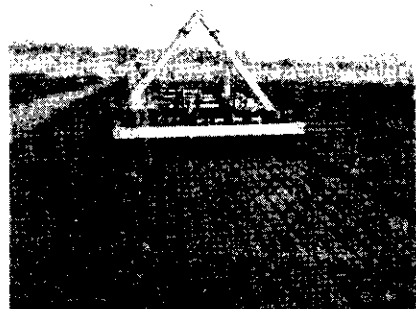


Fig. 11. Varpad fältpress.

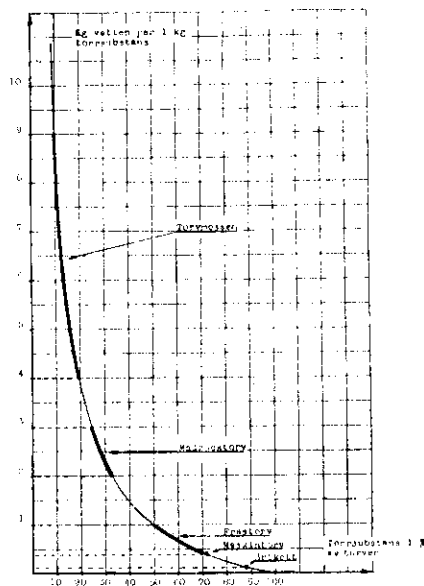


Fig. 12.

tet är dock tillsvidare låg, men tror jag, att den kan utvecklas till en god kvarn för dåligt humifierad torv. Och håller detta sträck, är den synnerligen värdefull.

Emellertid tillsättes vatten till torven i den danska våtältningsmetoden med gott resultat. 30—

50 % vattentillägg vid bearbetningen gör kvarncapaciteten mycket större och får till stånd en kvalitetsförbättring, där dåligt sammanhållande, sönderstybbande torv annars skulle erhållas. Emellertid är processen arbetsdryg och lämpar sig i mycket få fall för våra förhållanden.

Annorlunda förhåller det sig med Hydrotorvmetoden. Där användes högtrycksvattenstrålar (8—24 atm.) för att spola loss torven i kärret. Strålarna användas horisontalt, icke vertikalt. På detta sätt tillföres till en m³ råtorv en m³ vatten som då får en lättflytande vällingkonsistens. Massan suges upp av en turbinpump och pumpas, eventuellt via mellanstationer, till torkfältet samt utbreddes där med tillhjälp av vida rör, hos oss gjorda av trä. Metoden är synnerligen arbetsbesparande, kan användas i huru stubbig mosse som helst, men fordrar förutom god tillgång på vatten även ett synnerligen väl dränerat torkfält.

Dikesavståndet, som på vanliga mossar vid linbanemetoden varierar mellan 16—25 mtr, bör här sällan överstiga 10 mtr för att vid högre humositetsgrad hos torkfältet gå ned till 6 mtr. Hydrotorvmetoden är den i Sovjetunionen mest använda metoden. C:a 75 % av deras torv är hydrotorv, c:a 15—18 % frästtorv och resten andra metoder. Även hos oss förefalla försöken med hydrotorv att ge positiva resultat, om ock mycket återstår att göra förän metoden kan anses färdig hos oss.

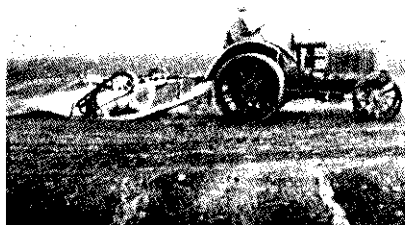


Fig. 13. Torvfräs.

Fräsmetoden är den senaste utvecklingen för arbetsbesparing inom torvindustrin. Ett 8—12 m/m tjockt skikt av mossytan avfräses med traktordragna, roterande fräsbett till ett fint pulver. Pulvret torkar vid gott väder på 4—8 timmar till c:a 50 % vattenhalt och hopsamlas nu antingen med sopskyffelartade aggregat eller pneumatiskt med sugning.

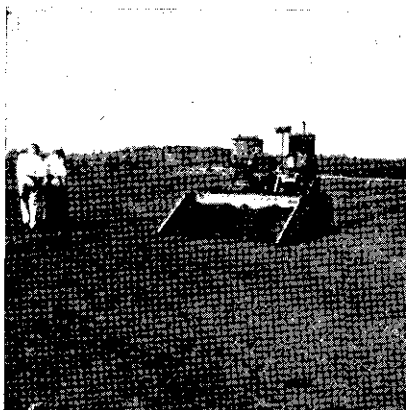


Fig. 14. Kaas hopsamlare.

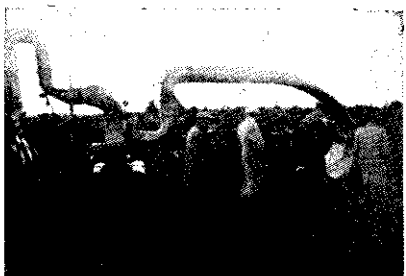


Fig. 15. Pedérsen pneum. hopsamlare.

Fräspulvret kan brännas under ångpannor som sådant i särskilda brännare eller ock vidare förarbetas till briketter. Krämerkvarnen och Tornado-brännaren ha visat sig fungera bra med fräspulver.

Fräsmetoden har visat sig alltför ömtålig för regn och ser ut att övergivas på nästan alla håll där den prövats.

Alla ovannämnda metoder torka torven på torkfält under den korta sommarsäsongen. För att erhålla lämpliga torkfält, måste dessa avdikas, helst täckdikas enligt Pynttari metod, röjas och planeras. För planeringen finnes traktordragna ljungräsar av god kapacitet, vilka

väl löna sig att använda. Dessutom finnes en av Heseper utvecklad planeringsmaskin, som gör gott arbete, men är synnerligen dyr i anskaffning och blott kan komma ifråga på mycket stora mossar. För dikning av avlopp och större nackdiken har Turve-Jussi enskopsbagger visat sig lämplig och arbetsbesparande.

Torkfältarbetena måste till största delen ännu göras för hand. Blott insamlingen kan ske delvis med maskin d. v. s. transportabla transportbanor kunna med fördel användas.

Med naturtorkning fås en vara med 25—45 % vattenhalt. Som normalt bör man anse 35 % vatten.

En torv, vars eff. värmevärde för torrsubstansen är 5,100 kcal/kg har då vid

| | |
|-------------|------|
| 15 % vatten | 4250 |
| 25 » » | 3680 |
| 35 » » | 3110 |
| 45 » » | 2540 |
| 55 » » | 1980 |

Vi förutsätta då att torvens analys är följande:

| | |
|--------|-------|
| C = | 56 % |
| H = | 5,6 % |
| N = | 1,5 % |
| S = | 0,2 % |
| Aska = | 4,0 % |
| O = | rest. |

Flyktiga beståndsdelar ~ 65 %, vilket är ett vanligt medeltal.

Vi förstå härav, vilken betydelse det skulle ha om vi kunde torka bort vattnet helt. Om vi dessutom genom att höja torkningstemperaturen till c:a 200° även skulle bortskaffa en del av det kemiskt bundna vattnet och en del CO₂ finge vi ett bränsle med c:a 5600 kcal/kg. Vi skulle spara transportkostnader och erhålla ett verkligt värdefullt bränsle, som i de flesta tekniska fall kunde konkurrera med stenkol. Det har därför gjorts ett otal förslag om torvens termiska torkning såväl för skapande av kontinuerligt arbetande torvmetoder som för förädling av naturtorkad torv. Man

har försökt elektro-osmos, tillsats av kemikalia, speciellt gips och järnhydrogellösningar samt sulfittlut, köld och hetta m. m. för att förstöra torvens kolloidala struktur och sedan genom pressning bortskaffa vattnet ur densamma. Tekniskt utförbara metoder ha visat sig alltför dyrbara i praktiken. En metod, Madruck eller GHH, med pudring av råtorven med fint, skarptorkat torvpulver samt efterföljande pressning i bandpress har dock kommit nära ekonomisk bärighet. Emellertid fås på detta sätt en c:a 62—67 % vara, som sedan skall termiskt torkas till 14—12 % och pressas till briketter och utgör den försäljbara mängden torrsubstans blott 17—22 % av den grävda torrsubstansmängden, resten uppbrännes i processen.

Bättre ställer sig resultatet om naturtorkad torv nedtorkas, speciellt då det gäller frästorpulver. För detta ändamål har utom den irländsk-engelska Peco torken även den svenska Boyner- och Fläktfabrikens pulvertork visat sig bra. De arbeta med 450 resp. 550 och 800 kcal/avdunstat kg vatten.

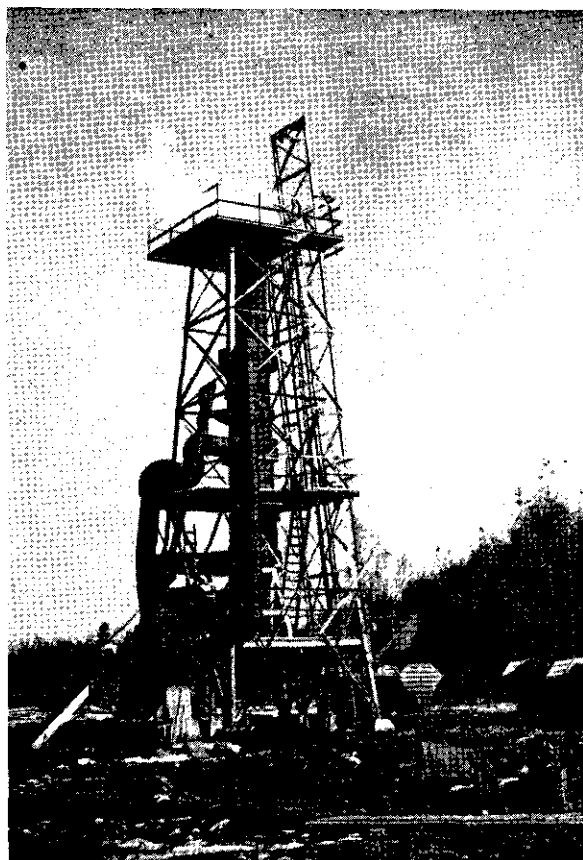


Fig. 17. Pilo ugn.

En principskiss för Fläktfabrikens torkanläggning följer.

Pilo schaktet har konstruerats

för styckeformig torv, som skall torkas vid 200° för att sedan användas för lysgasframställning i stället för stenkol.

Som värmeöverföringsmedium användes överhettad vattenångor. Det c:a 15 mtr höga schaktet har emellertid visat sig ömtåligt för frätning och slitage och även en viss brandrisk synes föreligga.

Torr torvpulver, speciellt damm, som alltid uppstår vid artificiell torkning av torv är synnerligen eldfarlig och flamar explosionsartat upp vid de mest oväntade tillfällen. Under första världskriget tillverkades torvpulver för järnvägens behov såväl i Sverige som hos oss i Riihimäki, men måste tillverkningen nedläggas på grund av explosionsriskerna. Jag befarar, att torvtorkningen även nu kommer att röna samma öde, om ej torkningen och förbrukningen eller briketteringen äro direkt anslutna till varandra. En annan sak är att torka stycketorv ned till 15 à 20%

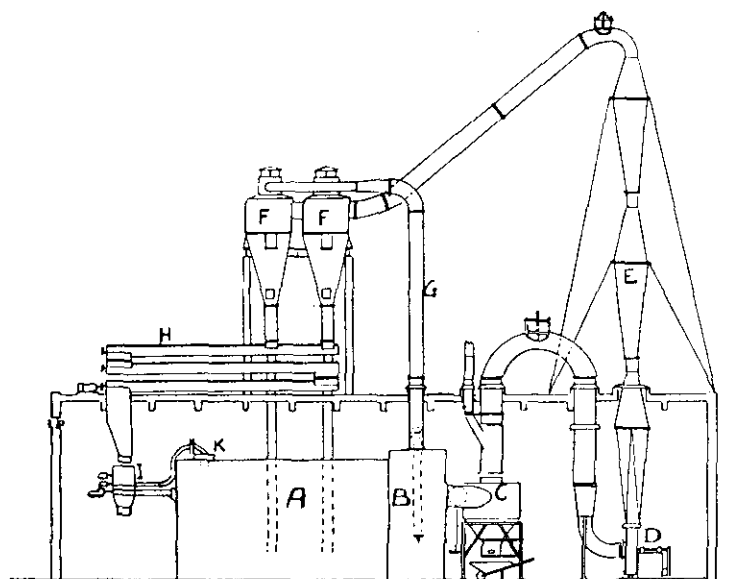


Fig. 16. Principskiss för torkanläggningen.

- A) Förbränningsugn.
- B) Blandningskammare för förbränningsgas och returgas.
- C) Inmatningscyklon för torv.
- D) Cirkulationsfläkt.
- E) Stigarrör.

- F) Cykloner för avskiljande av torkad torv från torkgaserna.
- G) Returgas till blandningskammare.
- H) Torvkylare.
- I) Sikt.
- K) Inmatning av torv till brännare.

vattenhalt, vilket jag skulle tro bör kunna genomföras med framgång.

Koksning av torv är en fråga som speciellt intresserar bergsmännen. Av torv fås c:a 30—35 % koks med jämförelsevis litet aska och speciellt P och S halterna låga. Emellertid är koksen av vanlig maskintorv mekaniskt icke tillräckligt hållfast för metallurgiska schaktugnar, den flagar och stybbar mycket. Den är svår att släcka och suger i sig ganska mycket vatten vid släckningen. Den antändes och brinner lätt, dock ej så lätt som träkol. Av hydrotorv fås en märkbart bättre koks, som ej flagar. Tjäran är tillsvidare ganska litet värd och har en hel del mindre önskvärda egenskaper. Genom destillation av tjära kan c:a 30 % till dieselolja användbar brännolja erhållas. De danska fiskebåtarna med halvdieselmotorer ha nu under kristiden gått med tjärolja med gott resultat.

Av större intresse är det montanvax, som kan utvinnas ur torv genom extraktion med lämpliga

lösningsmedel. Det förefaller som om mossar på kalkhaltig grund skulle innehålla märkbart rikligare vax än sådana på sur grund. Extraktionsresten, c:a 80 % av torrs substansen kan lätt briketteras och koksas och är ett utmärkt bränsle.

Slutligen ville jag våga mig på en prognos angående torvens roll under närmast kommande fredstider hos oss i Finland. Vår bränsle- och kraftsituation är ju nu mycket sämre än före kristiden. Vår industriella utveckling binder all vattenkraft vi kunna utbygga och kommer om få år att tvinga oss att tillgripa ångkraft för att ej hämmas. Våra bäst belägna skogar ha putsats på ved och även förädlingsvirke har i stor utsträckning bränts upp. Vår träförädlingsindustri har lärt sig använda klena dimensioner, tidigare vedskogar, för förädling, och björken, som tidigare blott hade vedvärde, är nu en eftersökt vara för faner- och snickeri-industrin, som arbeta för export. Våra krigsskadestånd och valutaförhållanden göra det omöj-

ligt för oss att köpa utländska bränslen utöver det allra nödvändigaste. Därför är det sannolikt, att bränttorv såväl som industribränsle som handelsbränsle kommer att försvara sin plats i vår framtida hushållning och det har av sakkunniga beräknats, att minst en årlig produktion av 2 milj. ton bränttorv behöves för att nödortfigt skydda skogarnas värdefulla virke från att brännas. Men vi ha ännu en lång väg att gå innan vi äro uppe i en produktion av 2 milj. ton maskintorv. Vi lida icke brist på mossar lämpade för detta ändamål, ej heller är den mängd arbetsfolk som behöves härtill omöjlig att anskaffa, speciellt om vi använda arbetsbesparande metoder. Men kapitalåtgången är stor. Per ton årskapacitet behövdes vintern 1944—45 c:a 1200: — som anläggnings- och driftkapital, nu är kapitalbehovet bra mycket större. Kapital och initiativ äro de faktorer, som kunna driva fram vår produktion till önskvärd höjd.

Något om järngjuteriernas utveckling under de senaste åren

Föredrag hållet vid Bergsmannaförenings möte den 15. 4. 45.
Dipl. ing. ERNST ALANDER, Högfors Bruk.

Järngjuterierna för tillverkning av grått gjutjärnsgods ha under de senaste åren gjort större framsteg än under någon tidigare period i gjutjärnets historia. Genom nya tillverkningsmetoder ha betydligt högre hållfasthetsvärden erhållits och därigenom nya lättare konstruktioner. Härigenom har gjutjärnet funnit nya användningsområden och återvunnit marknader, som tidigare förlorats till konkurrerande konstruktionsmaterial. Man har kunnat tillverka ett högvärdigt gjutjärn, vars egenskaper anpassas efter i varje särskilt fall erforderliga önskemål. Detta har kunnat åstadkommas genom att gjuteridriften till sina minsta detaljer underkastas en noggrann kontroll. Genom nya kontrollmetoder, genom inrättande av kontroll- och forskningslaboratorier har gjuteritekniken kunnat utvecklas i mycket hög grad.

Tidigare sköttes gjuterierna i huvudsak enligt gamla och i många fall beprövade erfarenhetsmetoder. Dessa ha numera kompletterats och i de flesta fall ersatts av mera vetenskapliga.

De viktigaste och mest revolutionerande framsteg, som gjorts, äro sandkontroll, beredning av syntetisk sand, nya torkningsmetoder, mekanisk utrustning, kontrollerad kupolugnsskötsel, för varje särskilt fall bestämd gjutningstemperatur och gjutningshastighet, o.s.v.

Framstegen inom denna industri ligga dock icke enbart i den högre kvaliteten utan till en mycket avgörande del i utformningen av själva

gjuterierna, både byggnadstekniskt och mekaniskt.

De flesta av oss ha väl i sina yngre år arbetat i ett gjuteri. I de flesta fall har det varit en mycket kort nödtvungen praktikanttid. Det dominerande minnet från denna tid är väl att arbetsplatsen var mörk och dammig samt arbetet smutsigt och i många fall tungt. Nuförtiden strävar man till att bygga gjuterierna ljusa och luftiga med god ventilation och uppvärmning. Man försöker undvika dammbildning genom att där det blott är möjligt ha direkt utsugning från sådana ställen, som alstra damm. För att underlätta arbetet mekaniseras det så mycket som möjligt. Rullbord, transportremmar, elevatorer, sandbunkers, formmaskiner, m. m. användes i största möjliga utsträckning. Man strävar till att en gjuterihall skall så mycket som möjligt likna en mekanisk verkstads hall, som ju nuförtiden i många fall kan vara lika ren och fin som ett kontor.

Amerika, som ju är föregångslandet i allt, har intagit den ledande ställningen även inom denna industrigren. Gjuteriindustrin i Förenta Staterna är i hög grad en fristående industri. Den arbetar i de flesta fall ej i underordnad ställning till ett verkstadsföretag, utan är helt fristående. Denna specialisering medför, att företaget i fråga bedrivs som ett huvudföretag och kan utvecklas självständigt. Genom en stark specialisering har naturligtvis i många fall en bättre och billigare produkt kunnat åstad-

kommas och företaget har kunnat snabbt utvecklas. En följd härav har varit, att man i stor utsträckning lämnat handformningen och övergått till maskinformning, som ju blir utan vidare räntabel, då fråga är om tillverkning av ett större antal av samma artikel. Att observera är, att antalet ej behöver vara så stort förrän den större kostnaden för maskinmodeller utjämnas genom billigare tillverkningskostnader. Maskinformningen har sedan fört med sig det mekaniserade gjuteriet, som blivit följande steg. Denna utveckling har med stormsteg redan spritt sig från Amerika till hela världen. Den har kommit till Tyskland, Schweiz, Sverige och även till vårt lilla land. Bl. a. har det berättats, att Sovjetunionen långt före kriget satte i gång byggandet av kolossala mekaniserade gjuterier för serietillverkning av gjutgods för traktorer, biler, m. m.

Vi övergå nu till beskrivning av ett mekaniserat gråjärnsgjuteri. Att märka är, att många detaljer ifråga om utförande och tillverkningsmetoder äro tillämpliga även för adurgods- och stålgjuterier. Jag kommer dock ej att behandla dessa i detta sammanhang. I det mekaniserade gjuteriet utför den enskilda arbetaren jämförelsevis enkla operationer: han formar med maskin, han erhåller sand från en sandbunker ovan maskinen, och behöver således ej skyffla sanden, han får kärnorna med transportband, han lägger den färdigt formade flaskan på ett transportband elle

Mekaniskt gjuteri

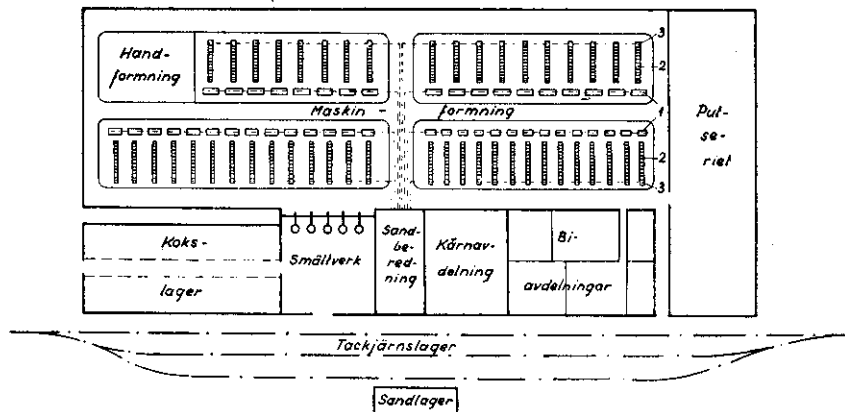
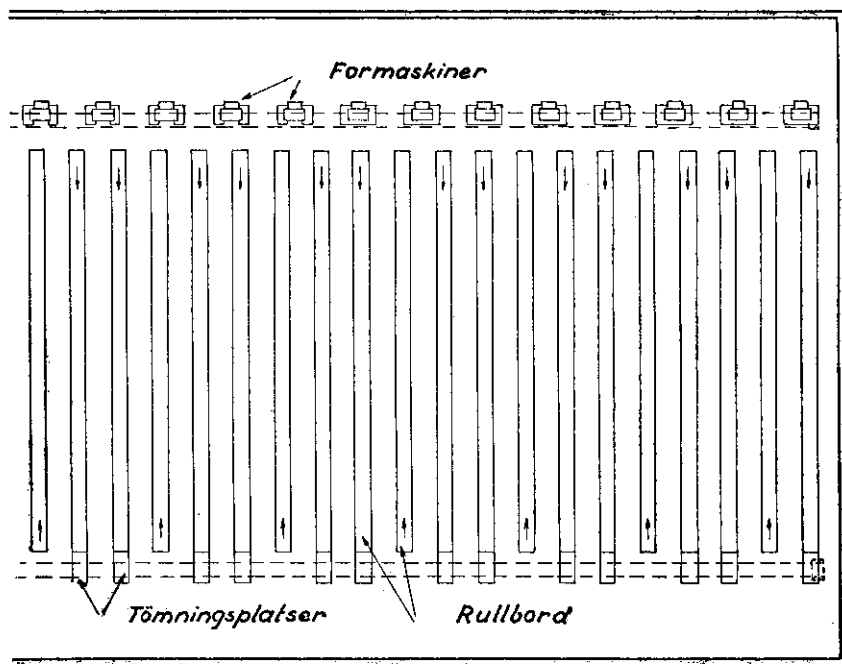


Fig. 1. Mekaniserat gjuteri.

1. Formmaskiner.
2. Rullbord.
3. Tömningsplatser.

Mekaniskt gjuteri



Formeri

Fig. 2. Mekaniserat gjuteri.

rullbord, som för den till gjutplatsen. Genom att arbetet sålunda är mycket specialiserat, äro fordringarna i stället så mycket större på utrustning och kontroll. Produktionskvantiteten är hög och eventuella felaktigheter ifråga om sand, kärnor eller järn kan medföra stora kassationer.

Bild 1 visar planen av ett meka-

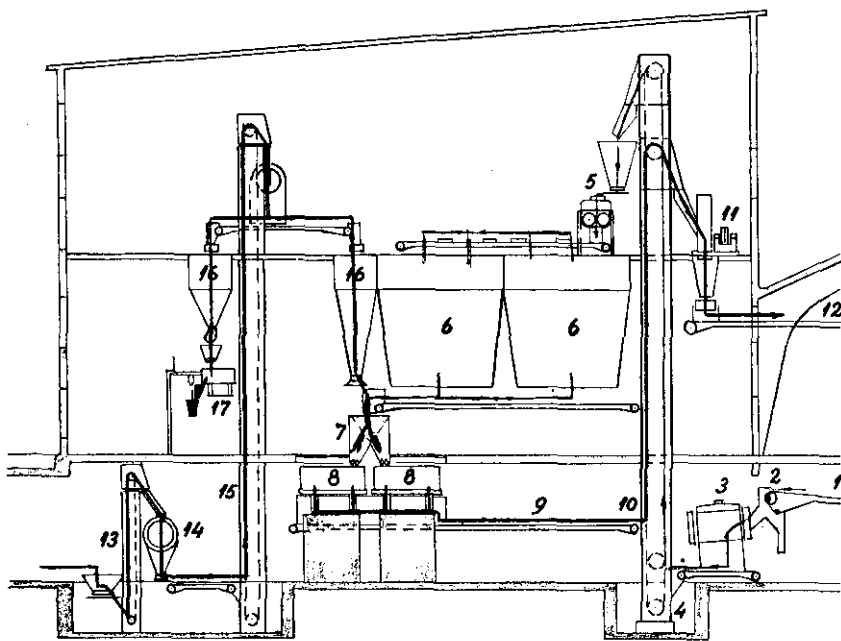
niserat gjuteri. Man strävar till att få möjligast korta transportvägar och placerar därför järn-, koks- och sandlagren möjligast nära ugnshus, respektive sandberedningsanläggning. Ugnshuset åter är centralt placerat i förhållande till avgjutningsplatserna för att ernå kortaste vägen för transport av det smälta järnet. Rikligt dimensione-

rade gånger böra finnas framför utslagningsplatserna för gjutgods, så att man med elektrisk truck eller takbana snabbt kan föra godset till rensriet. Kärnmakeriet ligger även centralt i förhållande till formplatserna, men dessutom vägg i vägg med sandberedningen, vilken förser kärnmakeriet med färdigt beredd kärnsand. Kärnmakeriet kan även ha egen sandberedning. De auxiliära avdelningarna såsom tryckluftcentral, modellverkstäder, modellager, reparationsverkstäder, m. m. böra ligga nära intill. Isynnerhet modellagret med sina kanske tiotaltusen modeller bör vara väl tillgängligt, ty i ett modernt gjuteri kan modellen till en och samma formmaskin bytas t. o. m. flera gånger om dagen. Dessutom bör stor vikt läggas vid de sanitära anläggningarnas ändamålsenliga utförande.

Jag nämnde, att fordringarna på kontroll av sand äro stora. Sanden bör ha en lämplig beskaffenhet. För detta ändamål har man genom långvariga försök fastställt för den följande önskade egenskaper. Sanden bör ha lämplig kornstorlek, lerhalt, fuktighet, hög gasgenomsläpplighet, hög hållfasthet och hög sintringstemperatur. Allt detta egenskaper, som böra hållas möjligast konstantal. I ett modernt gjuteri använder man syntetisk sand, d. v. s. en som är ihopblandad av olika sandsorter och bindemedel. Detta förutsätter att man har en sandberedningsanläggning, som utför blandningsarbetet.

I en sandberedningsanläggning böra transportvägarna för sanden vara kortast möjliga. På grund av att man måste ha en rikligt dimensionerad sandbehållare, som samtidigt verkar som utjämnare, blir anläggningen hög. För transpor av sanden använder man elevatorer, gummitransportband eller conveyor. Gummitransportbanden äro att föredraga, även för stigande transportörer, där det blott är möjligt. Betjäningen av anläggningen är vanligen centraliserad till ett kontroll-

Mekaniskt gjuteri



Sandberedning

Fig. 3. Sandberedningsanläggning.

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1. Tömningsrem. | 10. Elevator. |
| 2. Magnetrumma. | 11. Sandslungare. |
| 3. Sikttrumma. | 12. Fördelningsrem. |
| 4. Elevator. | 13. Elevator. |
| 5. Blandare. | 14. Torktrumma. |
| 6. Bunker för gammal sand. | 15. Elevator. |
| 7. Mättkärl. | 16. Bunker för nysand. |
| 8. Mixer. | 17. Mixer för kärnsand. |
| 9. Matningsrem för elevatören. | |

bord med tryckknappar och belysta signaler i likhet med ett dylikt i ett elektriskt kraftverk.

I sandberedningsanläggningen har man numera övergått till charging av sanden enligt vikt. Tidigare hade man olika sätt för kontinuerlig blandning, men visade de sig icke vara tillförlitliga. Vanligen sker chargingen av sand före »mixern» eller kollergången. Här inblandas i bestämda mängder alla tillskotts- och bindemedel, som den syntetiska sanden erfordrar, för att den skall fylla fordringarna på god gjuterisand. Själva blandningen i mixern kan taga endast 2—3 minuter i anspråk, vilket ställer stora fordringar på denna. Förr användes i gjuterierna endast härtill lämplig natursand. I de flesta länder var man tvungen att antingen importera eller transportera sanden långa vägar, vilket ställer

sig dyrt. Nu måste man däremot på en kort tid tillverka en sand av samma kvalitet, som natursand, vilken »naturen haft tusental år på sig att tillverka» för att citera en svensk gjuterimans ord.

För sandkontrollen böra vi ha apparater, med vilkas tillhjälp man kan undersöka de tidigare nämnda egenskaperna vid dagligen utförda prov. För att kunna rätt bedöma resultatet, bör man genom långvariga kontinuerliga försök ernå en riklig erfarenhet.

Beroende på hurudan tillverkningen i ett gjuteri är, kan man transportera de gjutfärdiga flaskorna på olika sätt, antingen på ett större antal rullbord eller med en fortlöpande conveyor. Det förra sättet förutsätter, att man har många olikartade artiklar och olika flaskstorlekar, och att varje man erhåller sina egna eller likadana flaskor tillbaka till formplatsen. Det senare alternativet förutsätter, att de flesta maskinerna forma likadana flaskor.

Ovanom varje formmaskin finnes en sandbunker, från vilken formaren med en handspak, som öppnar en klaffventil, erhåller den erforderliga färdigt beredd formsanden. Efter formningen lyftas de färdigt formade flaskhalvorna på rullbordet, där de hopsätts och förskjutas i rullbordets längdriktning. Avgjutningen sker sedan omedelbart, då ett större antal gjutfärdiga flaskor finnes på rullbordet, och utslagningen av gjutet i vissa fall redan ett par minuter efter avgjutningen, ifall man har lätt gods, som stel-

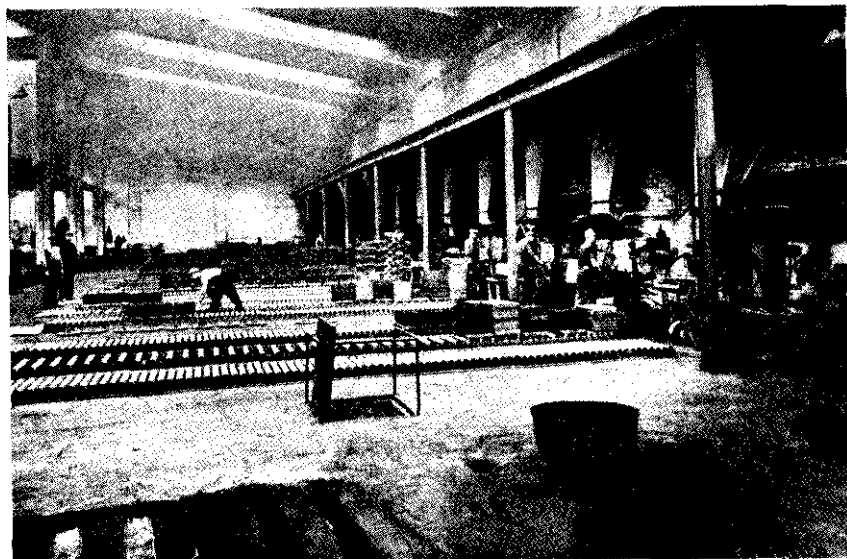


Fig. 4. Rullbordsgjuteri.

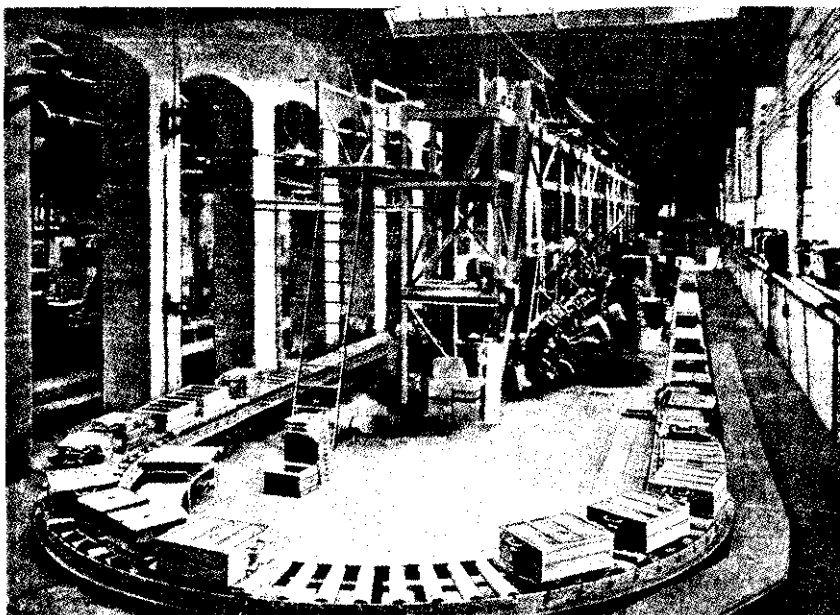


Fig. 5. Gjuteri med conveyor.



Fig. 6. Avgjutning för hand.

nar snabbt. Allt detta sker följaktligen inom en ganska kort tidsrymd och förklarar den avsevärda produktionsökning, som uppnås per m² golvyta i förhållande till ett golvforneri.

Avgjutningen vid ett rullbordsgjuteri sker i hela gjuterihallen

och medför den nackdelen, att gaser utvecklas överallt i denna, varigenom en effektiv avsugning är svår att genomföra. Man har i så fall en kraftig utsugning i taket.

Då man har en conveyor kan avgjutningen ske på en begränsad plats och kan i detta fall en mycket

effektiv bortsugning av gaser åstadkommas.

Av bild 6 och 7 framgå de olika gjutsätten, d. v. s. med handburen eller upphängd gjutskänk. Då gjut arbetet är det tyngsta i ett gjuteri, strävar man numera till att övergå till användning av en gjutanordning.

Såsom jag tidigare nämnt, strävar man till att få möjligast effektiv utsugning av gaser och damm och därigenom god ventilation i ett gjuteri. Därför räcker det ej med utsugningsanordningar enbart för utslagningen. Man bör ha utsugning även från sandtransportörer, sikttrummor, elevatorer, sandpisk, o. s. v.

Förutom fornumaskiner användes speciellt i Förenta Staterna s. k. sandslinger = sandslungare. De ha en mycket vidsträckt användning även för tyngre gjutgods, i vilket fall slungaren är transportabel i gjuterihallens längdriktning.

Vi övergå till kärnmakeriet. Där kan man ha endera en egen sandberedning eller, enligt bild 3, kan den vara kombinerad med den stora sandberedningsanläggningen, från vilken kärusanden föres till kärnmakeriet med transportband eller t. ex. elektrisk truck. I moderna gjuterier utföres numera i stor utsträckning även blåsning av kärnor och forning av kärnor i maskin. För forning i maskin användes ofta vanliga fornumaskiner.

För torkning av kärnor användes numera icke mera vanliga kärntorkugnar med hyllor eller hyllvagnar, utan man har övergått till de betydligt mindre skrymmande vertikala torkugnarna »Vertical core oven» eller av tyskarna kallade »Trumtrockner». De spara mycket plats och äro mycket effektiva med sin tvångstyrda luftcirkulation.

Kärnorna ha en skild insättningsöppning och skilt uttag. Ugnen påminner mest om ett paternosterverk. Kärnor med både stor och liten godstjocklek kunna torkas i samma ugn. De förra få cirkulera

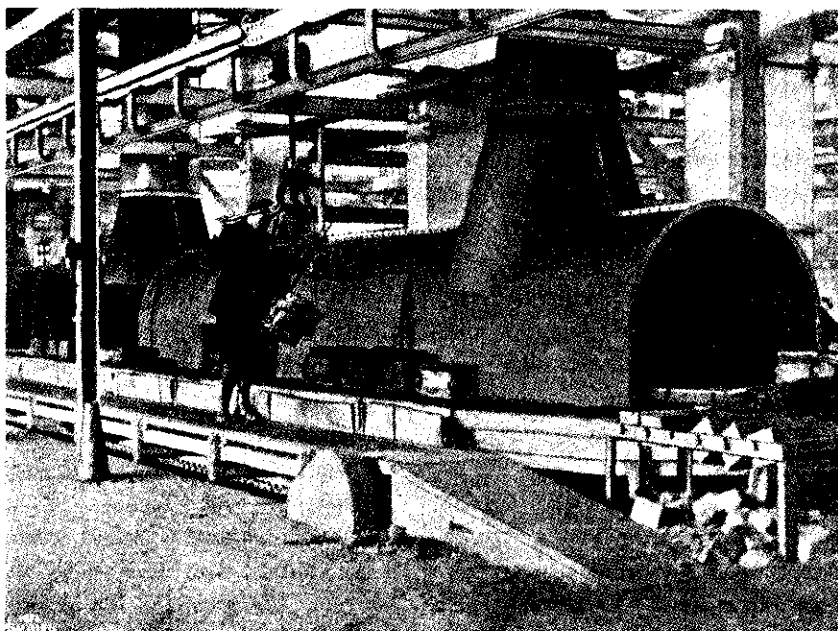
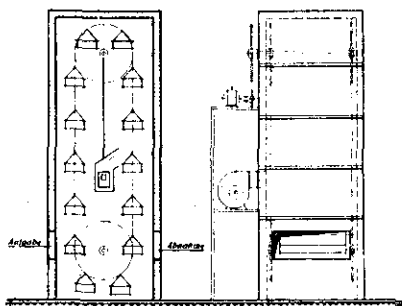


Fig. 7. Gjutning och utslagning.

flera gånger förrän de tagas ut. Kärnugnar utföras numera i stor utsträckning med elektrisk uppvärmning, vilket är idealet genom de stora regleringsmöjligheterna. De förses med automatisk temperaturkontroll.

En viktig och i många fall hälsovadlig avdelning i ett gjuteri är rensriet eller »skrothuset». Där har man numera övergått från vanlig fristålsbläster till s. k. »sandfunker», som arbetar med stålsand och har mindre dammbildning. I amerikanska gjuterier användes hydrauliska blästeranordningar, som ju äro helt dammfria, men fordra större avskilningsbassänger och högtrycksanläggning för vattnet, vilka bliva dyra.

Även golvformerierna ha utvecklats likartat. Man har gått in för



Büttner Turmtrockner

Fig. 8. Principskiss av Turmtrockner.

mera ljus, bättre ventilation, sandberedning, o. s. v. På grund av att i dessa stora gjutstycken tillverkas och enbart formningen kan taga dagar, ja veckor i anspråk, sker icke avgjutningen kontinuerligt, ehuru dagligen. Därför äro kanske ventilationsanläggningarna ej så dyrbara som i ett mekaniserat gjuteri med sin kontinuerliga drift.

Även i vårt land har ju utvecklingen av gjuterierna gått i samma riktning, men betydligt långsammare. Ifråga om byggnadsteknisk utformning ha vi dock ej kunnat blint följa utvecklingen i utlandet, ty våra klimatoriska förhållanden äro avvikande.

I bild 9 se vi takkonstruktionen i en modern gjuterihall. Genom den stora spännvidden, vanligen 25 meter, få bärbalkarna grova dimensioner. Man försöker helt eliminera tvärgående balkar för att ej få några »steg» för den uppåtgående gas- och rökmängda luften.

Erfarenheten har visat, att även ett mindre hak i taket, trots starka utsugningsfläktar i taket, ger luften en nedåtgående rörelse, som är svår att förhindra.

Ett viktigt skede i gjuteriernas utveckling är kontrollen av själva

järnet och den intimt därmed sammanhängande ugnsdriften. Med järnet menar jag naturligtvis det färdigt chargerade smälta järnet, ty råjärnet och skrotet måste fylla vissa fordringar för att man med en effektiv ugnsdrift skall få ett prima gjute. Under gamla tider, ända fram till förra världskriget, kom man upp till hållfasthetsvärdet av 20 kg/cm². Någon tid efter världskriget började man gå in för användning av ökade stältillsatser i chargin, upp till 80 %, ävensom av skänktillsatser, varigenom man kom till »det högvärdiga gjutjärnet». Det var dock icke färdigt med detta. Man måste genom mycket noggrann driftskontroll skapa förutsättningar för att ett sådant järn verkligen kontinuerligt kunde åstadkommas. En förutsättning var, att man i gråjärngjuterierna införde metallurgiska laboratorier. I stål-gjuterierna ha sådana funnits sedan gammalt, men gjutmästarna i gråjärngjuterierna ansågo det antagligen vara lyx. Vi började komma upp till hållfastheter på 25—40 kg/cm², ja ända upp till 50 kg/cm². Ett sådant gjutjärn har redan mångsidig användning. Man började dörova gjuta t. o. m. vevaxlar till



Fig. 9. Högfors nya gjuterihall (under byggnad).

bilar. Man märkte, att gjutjärnet har många goda egenskaper i jämförelse med stål, bl. a. i fråga om dämpningsförmåga, utmattningshållfasthet, god slitstyrka och sedan naturligtvis gjutbarhet, bearbetbarhet och billighet. I Sverige började man gjuta kullagerboxar av gjutjärn till järnvägsvagnar. Tidigare utfördes sådana enbart av stål, då risken för brott ansågs vara för stor. Gjuterierna måste ha metallurgiska laboratorier för att få det järn de önskade och ugnsdriften måste skötas riktigt. Man övergick till noggrann sortering av koksen, väl genomförd påfyllning av kupolugnarna, kontrollerad luftmängd. Man övergick från volymmätning av luften till viktsmätning, för att eliminera bl. a. atmosfäriska förändringar ifråga om fukthalt, m. m. I Sverige användes ett av ASEA utarbetat system för blåsterluftens reglering.

Här nedan skall behandlas utvecklingen av gjuterierna i Sverige och vårt land, sedan vi blivit avkopplade från all import från Tyskland, varigenom koksanskaffningen blivit försvårad.

En grundförutsättning för erhållande av gott järn är förutom gott järn och skrot en god koks. Nu då gjuterierna under kriget åtminstone i Sverige och Finland ej mera äro i tillfälle att erhålla prima gjuteriekoks utan i bästa fall fått nöja sig med värmeledningskoks, vilken emellertid ibland kan vara nog så bra, ha svårigheterna ökat. Ja, man ställer sig frågan, vad skall man göra, då koksen totalt tar slut. Det är skäl att upptaga detta problem till behandling, då det ju är synnerligen aktuellt just nu. Som bränsle kommer i fråga endast torv, ved, träkol eller elektrisk värme. Tyvärr äro samtliga förstnämnda alternativ ännu inne på experimentstadiet. Någon driftklar ugn finnes ej ännu, men försök utföras t. ex. i Sverige med kraft och energi utan rädsla för kostna-

derna. Bland annat har Mekanförbundet, motsvarande vår Metallindustriförening, en gjuteriavdelning, som sysslar bl. a. med sådana problem i samråd med Metallografiska institutet. Ett nytt forskningslaboratorium är under uppförande, där både metallindustrin och staten genom Tekniska Högskolan äro med. I fråga om gjutjärnsmältning med trä eller torv, måste man ha en gasgenerator, vilken antingen kan byggas skilt för sig eller också, enligt ett av Mekanförbundet utarbetat förslag, kan kupolugnen användas som sådan, varvid smältningen måste ske i en annan härd. Ävenså bör man ha förvärmad eller överhettad luft till 400—600° C temperatur. I annat fall erhålles ej tillräckligt höga temperaturer. För sådan luftöverhettning måste man å andra sidan ha förstklassiga luftförvärmare med högeldast material. Som synes, är det ingen enkel sak att eliminera kupolugnen, som ju dock är en bland de enklaste och driftsäkraste smältugnar, som överhuvudtaget finnas.

Det sista alternativet är den elektriska ugnen. Emedan tillgången på grafitelektroder är dålig, faller ljusbågsugnen bort. Kvar står induktionsugnen. Den lämpligaste för smältning av gjutjärn är högfrekvensugnen, vilken ju är en mycket intressant och sinnrik ugn, men tyvärr dyr i anskaffning. Själva ugnen är mycket enkel; en stampad degel omgiven av en vattenkyld kopparrörspirall och hela aggregatet konstruerat så, att det kan vippas. Emellertid är hjälpmaskineriet desto vidlyftigare, d. v. s. omformaren för åstadkommande av den högfrekventa strömmen jämte kondensatorer. Det skulle taga för mycket tid att beskriva ugnen i detalj, men som metallurgisk ugn är den idealet. Man kan absolut exakt kontrollera smältförloppet och vet precis vad man får, förutsatt naturligtvis att utgångsmaterialet är känt. I Sverige finnes i gråjärns-

gjuterier redan ett flertal ugnar i drift och ett tjugotal under byggnad eller beställda. Bl. a. bygger ASEA för sitt eget gjuteri 2 st. 8 tons ugnar.

Till slut vill jag ännu beröra i korthet den senaste utvecklingen av gjuterierna i vårt land. Vi ha ju ett antal gjuterier, endel i större eller mindre grad mekaniserade samt endel gjuterier för handformning. Under de senaste åren ha våra gjuterier i ganska stor utsträckning följt med sin tid ifråga om modernisering, speciellt genom livlig kontakt med de svenska gjuterierna. De ha redan laboratorier både för sand- och järnanalyser. Nu ha våra gjuterier genom krigsskadeleveranserna blivit ställda på ett mycket stort prov. Leveranstiden för dessa är ju oerhört kort, kvantiteterna stora samt de i vapenstilleståndet upptagna böterna för förseningar ännu större. Man frågar sig då huru kan landet bäst utnyttja och vid behov utöka sin gjuterikapacitet. Jag dristar mig att föreslå, att förefintliga gjuterier med mekanisering eller handformning eller bådadera skulle i första hand utvidgas. I så fall skulle behövas endast mera golvutrymme samt större formmaskinspark, under det att hjälpavdelningarna, såsom ugnar, sandberedning, kärnmake-rier, trä- och metallmodellverkstäder, reparationsavdelningar, tryckluftanläggningar, m. m. i de flesta fall räcka till eller kunna utökas i mindre omfattning. Även förefinnes fackkunnig personal och ingenjörer, mästare och arbetare. Ifall nya gjuterier byggas, behöva de allt detta i full utsträckning och måste skaffa personal och erfarenheter från förefintliga gjuterier. Statsmakten har även gått in för denna linje men det oaktat ha våra gjuterier ett oerhört svårt arbete framför sig. De gå i bräsch, genom att verkstädernas bearbetning börjar först sedan gjutgodset erhållits.

Statistisk bestämning av malmens transporttid från Outokumpu Anrikningsverk till Imatra Järnverk

Fil.mag. OLE NYNÄS, Oy Vuoksenniska Ab, Imatra.

Den vid Imatra Järnverk bearbetade malmen består ju som känt av kisbränder, vilka bildas vid rostning av Outokumpu svavelkiskoncentrat vid landets olika sulfidcellulosfabriker. Då det under dessa förhållanden är ytterst vanskligt att fastställa en medeltransporttid för malmen har nedan försökts med en statistisk behandling av problemet med vissa analysresultat som grund.

Med transporttid avses här naturligtvis summan av alla transport-, lagrings- och behandlingstider mellan de två ändpunkterna.

Som bas för undersökningen användes Co-bestämningar

1:o i veckoprov av svavelkiskoncentrat, tagna vid Outokumpu Anrikningsverk, vilka prov Outokumpu Oy välvilligt ställt till förfogande, samt

2:o i veckoprov av kisbränder tagna vid Kemiska verkets blandningsavdelning i Imatra.

Proven, till antalet 68, hava tagits under tiden 1.8.43—18.11.44.

För lineära samband utgör den s.k. korrelationskoefficientens (r) absoluta värde ett statistiskt mått på sambandets styrka mellan tvenne räckor av värden. Korrelationskoefficienten kan antaga värdena $-1 \leq r \leq +1$, varvid ett positivt värde på r anger att värdena i de båda räckorna i allmänhet stiga eller sjunka samtidigt, medan åter

ett negativt värde anger att värdena i den ena räckan stiga samtidigt med att de sjunka i den andra eller tvärtom. Det absoluta värdet på r anger sambandets styrka så att för $[r] = 0$ existerar intet lineärt samband, medan för $[r] = 1$ de punkter, vilka representera värdeparen ligga exakt på en och samma räta linje.

Då sambandet mellan Co-halterna i kis och kisbränder är lineärt (av formen: $y = ax$) kan man tydligen på ovanstående analysresultat grunda en statistisk metod för bestämning av medeltransporttiden.

Korrelationskoefficienten för de båda räckorna Co-värden beräknas för olika antagna värden på transporttiden (t), vilken anges i veckor. Detta sker så att de båda räckorna successivt förskjutits 1 vecka i förhållande till varandra. Efter varje förskjutning beräknas korrelationskoefficienten för det erhållna paret räckor, varvid de omaka värdena i resp. räckors början och slut bortlämnas. Härvid erhålles följande värden på r för olika tider t (jfr. tab. 1). T.ex. $t = -2$ betyder att räckorna förskjutits i orätt riktning 2 veckor i förhållande till varandra.

Som synes, jfr. även fig. 1, är r positivt och växer till en början med stigande t , för att sedan, efter att hava passerat ett maximum, återigen sjunka. Då ett högre abso-

lut värde på r anger ett intimare samband mellan räckorna än ett lägre, kan man sluta sig till att medeltransporttiden T är likamed den tidsförskjutning, för vilken r antager sitt maximivärde, ty då passa ju de båda räckorna bäst ihop.

Då det ligger i sakens natur att r -värdena ungefär skola följa en kurva, som liknar den normala Gauss'ska felkurvan, utjämnas de erhållna värdena med användande av en dylik kurva, jfr. fig. 1.

Resultatet blir att r antager sitt maximivärde för $t = 6,98$. En ungefärlig uppskattning av spridningen erhålles på grund av det faktum att praktiskt taget inga kisbränder kunna inkomma med kortare transporttid än 1 vecka. Härav följer nämligen att 3 standardavvikelser är likamed $7 - 1 = 6$ veckor, varav följer att standardavvikelsen är likamed 2 veckor. Detta resonemang grundar sig på antagandet att fördelningen av transporttiderna är normal, ehuru den antagligen är något sned på grund av, att inga kisbränder kunna inkomma med kortare transporttid än 0 veckor, medan de å andra sidan kunna försenas oändligt.

På detta sätt erhålles således slutligen värdet för medeltransporttiden $T = 7 \pm 2$ veckor.

25.1.1945

| t | r | t | r | t | r |
|----|-------|-----|-------|-----|-------|
| -2 | +0,04 | + 5 | +0,38 | +12 | +0,19 |
| -1 | +0,08 | + 6 | +0,45 | +13 | +0,29 |
| 0 | +0,23 | + 7 | +0,48 | +14 | +0,24 |
| +1 | +0,30 | + 8 | +0,54 | +15 | +0,10 |
| +2 | +0,36 | + 9 | +0,46 | +16 | +0,08 |
| +3 | +0,33 | +10 | +0,39 | | |
| +4 | +0,39 | +11 | +0,32 | | |

Tab. 1.

METALLURGISEN TUTKIMUSTOIMINNAN MAHDOLLISUUKSISTA VALTION TEKNILLISESSÄ TUTKIMUSLAITOKSESSA

PAAVO ASANTI

v.t. tutkimusinsinööri Valtion teknillisessä tutkimuslaitoksessa.

Ulkomailla, varsinkin Ruotsissa, on jo noin parin vuosisadan aikana suoritettu määrätietoista tutkimustyötä metallurgian alalla. Tulokset tässä suhteessa ovat olleet mitä parhaimmat ja ruotsalaisten metallurgien taito ja ruotsalainen teräs tunnustetaan kaikkialla korkeimpaan luokkaan kuuluvaksi. Varsinkin viime vuosikymmenen aikana on Suomessa vuori- ja metallurginen teollisuus kehittynyt yhdeksi tärkeäksi tekijäksi maamme talouselämässä. Kehitys näyttää jatkuvan yhä ripeämmässä tahdissa ja tähän tulee varmasti osaltaan suuresti vaikuttamaan vuori- ja metalliteollisuuden suuri osuus sotakorvausten suorittamisessa. Tällöin on myös teknillinen tutkimustoiminta saanut entistä suuremman merkityksen.

Teknillisen tutkimustyön merkitystä nykyisenä raaka-aine- ja tarvikkeiden aikana uusien työskentelymenetelmien kehittämässä, vanhojen parantamisessa sekä uusien malmilöydösten johdosta tarvittavien metallurgisten työtapojen selvittämisessä erityisesti meikäläisissä olosuhteissa ei voi liiaksi tähdentää. Yksityisten ja valtion sekä valtiojohtoisten yhtiöiden toimesta on perustettu laboratorioita tällaista tutkimustyötä varten ja nuoria teknikkoja on lähetetty ulkomaille oppia saamaan.

Päästessään nyt vähitellen säännölliseen toimintaan tulee Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgisella laboratoriolla, joka toimii metalliteknillisen laboratorion alaosastona ja joka samalla on Teknillisen Korkeakoulun opetuslaboratoriona, ilmeisesti olemaan hu-

mattava merkitys vuoriteollisuuden ja metallurgian alalla suoritettavassa teknillisessä tutkimustyössä. Koska laboratorion toiminta ei liene yleisemmin tunnettu, tullaan seuraavassa esittämään niitä mahdollisuuksia, joita metallurgisella laboratoriolla on toimiessaan maamme vuori- ja metalliteollisuuden sekä pienteollisuuden hyväksi.

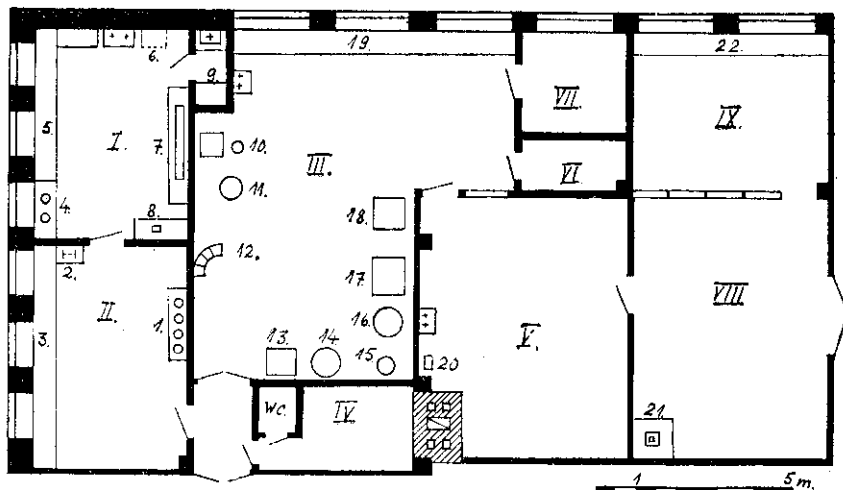
Metallurginen laboratorio perustettiin v. 1938 tri Otto Barthin aloitteesta Teknillisen Korkeakoulun kemian laboratorion yhteyteen ja se sijoitettiin tämän laboratorion kellarikerrokseen. Laitteet olivat alussa verraten vaatimattomat, mutta vähitellen hankittiin uusia ja huomattava osa saatiin lahjoituksina. Kun Valtion teknillinen tutkimuslaitos valmistui v. 1942,

oli siinä varattu tilaa myös metallurgiselle laboratoriolle, joka siirrettiin pois altaasta kellarihuoneustesta. Uusia laitteitakin saatiin verrattain paljon, vaikkakin niiden saanti sodasta johtuen myöhemmin tyrehtyi kokonaan.

Nykyisessä muodossaan metallurginen laboratorio voidaan jakaa kolmeen alaosaan, nimittäin koesulatusosaan, joka toimii laboratorion runkona, sekä metallografiseen ja valimoteknilliseen osastoon. Käytettävänä oleva kokonaispinta-ala on 189 m², josta 51 m² pajan ja työpajan osalle.

Koesulatusosasto.

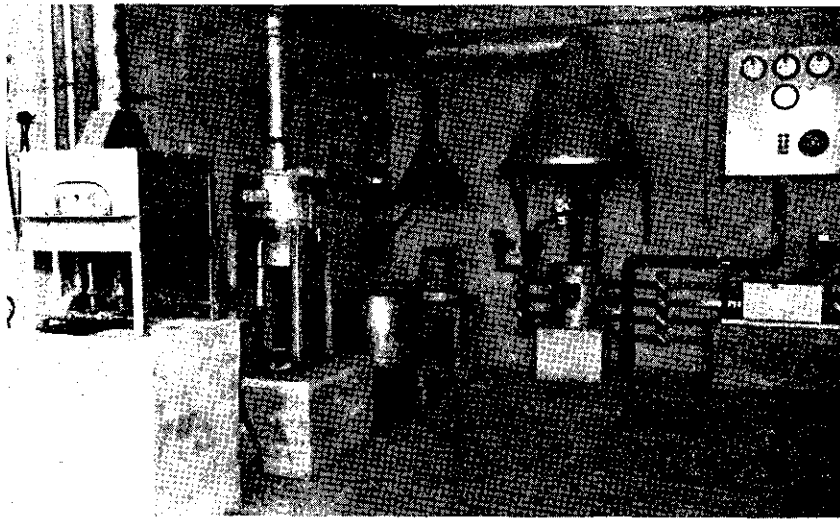
Tässä osastossa suoritetaan kaikkia varsinaisia sulatusteknillisiä tehtäviä, kuten raudan, nikkelin,



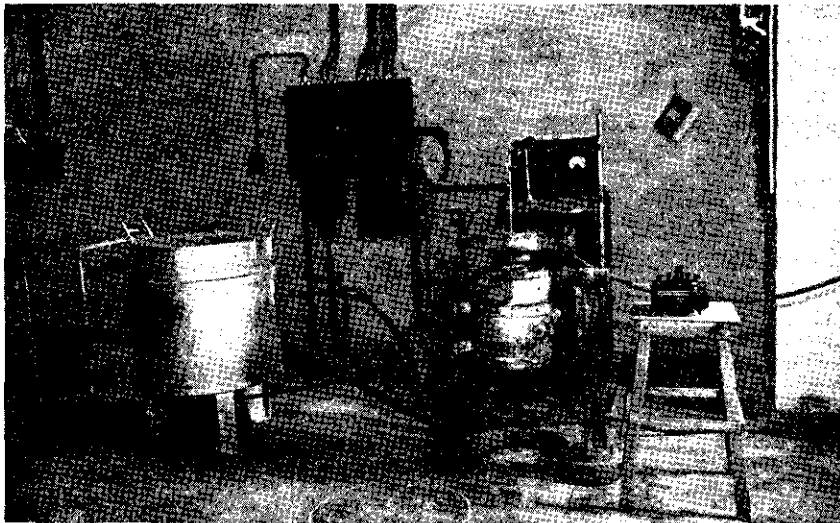
Kuva 1. Metallurgisen laboratorion pohjapiirros.

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| I. Mikroskooppihuone. | V. Karkaisimo (suunniteltu) |
| II. Hiomahuone. | VI. Varastohuone. |
| III. Uunihalli. | VII. Assistentin huone. |
| IV. Pesuhuone. | VIII. Paja. |
| | IX. Työpaja. |

1 ja 2 hiomakoneita; 3, 5, 19, 22 työpöyhtiä; 4 kiillotuslaite; 6 sähkökiillotuslaite; 7 ja 8 mikroskoopit; 9 pimeähuone; 10 Hellberg-olkosulku-uuni; 11 Kanthal-upokasuuni; 12 portaat generaattorihuoneeseen; 13 hiilivastusuuni; 14 valokaarivastusuuni; 15 Tammann-uuni; 16-18 kaasuuuneja; 20 puhallin; 21 ahjo.



Kuva 2. Osa uunihallista.



Kuva 3. Kanthal-upokasuuni ja Hellberg-oikosulku-uuni.

kuparin ja kevytmetallien sekä useiden metalliyhdistysten sulatuksia. Pasutus- ja sintrauskokeita varten ovat myös laitteet olemassa, mutta siinä suhteessa kaivataan vielä täydennystä. Tutkimustöiden suorittamista varten laboratoriossa on seuraavat uunit, joissa voidaan käsitellä 10-50 kg:n panoksia: 3 kaasulämmityksellä toimivaa uunia, joista suurin 50 kg:n upokasuuni, jossa korkein lämpötila n. 1300° ilman esilämmitettyä polttoilmaa; 5 sähköuunia, joista yksi yhdellä grafiittielektrodilla ja pohjaelektrodilla toimiva 20 kW:n valokaarivastusuuni sekä kolme hiilivastusuunia. Viimeksi mainituista mainittakoon Tammann-uuni ja Hellberg-oikosulku-uuni, joissa hiiliputki

tai grafiittipokas toimii vastuksena itse kuumentuen. Viimemainitussa 12 kW:n uunissa voidaan saavuttaa 2000°:n lämpötila. Viides sähköuuni on 4,5 kW:n max. teholla toimiva, Kanthal-vastuelimellä varustettu upokasuuni. Siinä voidaan sulattaa 10-20 kg:n panoksia ja se soveltuu erinomaisesti esim. tina, lyijyn, antimoinin, kevytmetallien ja kuparin sekä erilaisten suolo-seosten ja kuonien koesulatuksiin. Korkein työskentelylämpötila on 1200°.

Kokeiden suorittamiseksi puoli-teollisuusmittakaavassa laboratoriossa on 3 m. pituinen, 43 sm. halkaisijaltaan oleva, kaasulämmityksellä toimiva kierto-uuni. Metallien, metalliyhdistysten, mineraalien ym.

sulamispisteiden määrittämiseksi, sintrauskokeiden suorittamiseksi ym. senkaltaisia tarkoituksia varten on useampia pieniä sähköuuneja, kuten esim. platinalankauuni ja siliittisauvauunit.

Vuoden 1946 aikana tullaan laboratorion varusteita täydentämään 10 kg:n suurjaksolaboratoriouunilla. Tällainen uuni on välttämätön nykyaikaisesti varustetuissa laboratorioissa.

Viime vuosina on suurvakuumi-metallurgia ulkomailla, esim. USA:ssa, saavuttanut paitsi laboratoriotutkimuksissa myös käytännössä lisääntyvää merkitystä. Metallurgisella laboratoriolle on tilaisuus tehdä tutkimustöitä molybdenilankavastuksella toimivassa n. 2 litran vetoisessa, magnesiumoksidipokkaalla varustetussa vakuuuiunissa.

Paitsi sulatusteknillisiä tutkimuksia, on laboratoriossa suoritettu muitakin korkeita lämpötiloja vaativia tehtäviä, joista nui. mainittakoon tulenkestäviä keraamisia aineita koskevat tutkimukset. Niinkään mainittakoon pulverimetallurgiaa koskevat tutkimukset, jotka laboratoriossa on pantu alulle.

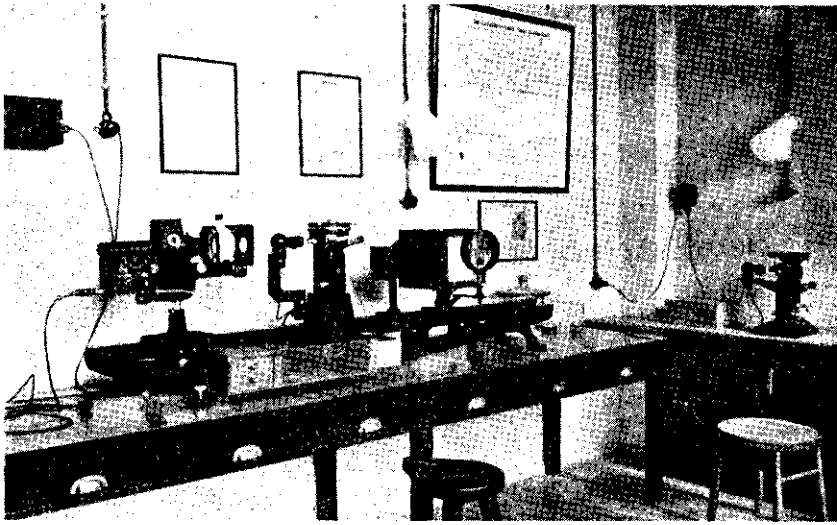
Lämpötilojen mittauksia varten on useampia optillisiä mittareita sekä termoelementtejä, kuten esim. platina-platinarhodium-lämpöelementti.

Yhteistoiminta vuoriteknillisen laboratorion kanssa on mitä kiintein, joten ensiluokkaiset laitteet murskausten, jauhamisen, magneettisen rikastuksen ym. tutkimusten suorittamiseksi ovat käytettävissä. Kemialliset analyysit suoritetaan tutkimuslaitoksen hyvinvarustetussa kemiallisessa laboratoriossa.

Paitsi laboratoriotutkimuksia, suorittaa metallurginen laboratorio tutkimuksia myös itse teollisuuslaitoksilla.

Metallografinen osasto.

Osaston käytettävissä ovat ensiluokkaiset metallihieiden valmistamiseen tarvittavat hiomis- ja kiil-lotuslaitteet. Useissa tapauksissa



Kuva 4. Osa mikroskooppihuoneesta.

edulliseksi osoittautunut sähkökiilotus on äskettäin otettu käyttöön. Metallien kiderakenteen ym. ominaisuuksien mikroskooppista tutkimista varten laboratoriolle on viimeisintä mallia oleva makaava »Reichert MeA»-mikroskooppi täydellisine varusteineen. Vähemmän vaativia tutkimuksia varten on pieni pystysuora »Reichert»-metallimikroskooppi. Makroskooppisia ja pientä suurennusta kaipaavia tutkimuksia varten on käytettävissä binokulaarimikroskooppi.

Lämpökäsittelypuoli ei ole vielä lopullisessa kunnossa, mistä johtuen kaikkia siihen liittyviä tutkimuksia ei tällä hetkellä voida suorittaa. Ensi tilassa tullaan kunnostamaan mahdollisimman täydellinen karkaisimo, johon todennäköisesti saadaan mm. laitteet suurjaksopintakarkaisua varten. Tarvittavat kovuusmittauslaitteet, kuten esim. Brinell- ja Rockwell-kovuusmittarit ovat käytettävissä. Tarkoituksena on hankkia mikrokovuusmittari. Lujuus- ym. ominaisuuksien tutkimista varten ovat mitä parhaimmat välineet nykikään käytettävissä. Metallien rakennetutkimuksissa sekä valuvikojen ja lämpökäsittelystä y.m. johtuvien vikojen tutkimisessa käytettäviä röntgen- ja magneettisia laitteita ei vallitsevien olosuhteiden takia vielä ole onnistuttu hankkimaan.

Valimoteknillinen osasto.

Suureksi osaksi tilanpuutteen, mutta myös muiden syiden johdosta tämä osasto ei vielä ole päässyt kuin pienessä mittakaavassa alkamaan toimintansa. Osa tutkimuksista on kuitenkin voitu suorittaa koesalustuosaston yhteydessä. Ottaen huomioon maamme yhä kasvavan valimoteollisuuden tutkimustoiminnalle asettamat vaatimukset, tullaan ensi tilassa kunnostamaan varsinainen valimoteknillinen osasto jonka käytettäväksi jo on varattu 100 m²:n huonetila. Tämän osaston kehittämisessä toivotaan maamme valimoteollisuudelta kaikkea mahdollista tukea. Tarkoituksena on hankkia kaikki tarvittavat laitteet, kuten mm. kupoliuuni, jossa voidaan suorittaa hyvinkin monenlaisia sulatusteknillisiä tutkimuksia. Hiekkatutkimuksia varten on verrattain hyvin varustettu oma osasto, jossa tutkimusvälineinä on mm. »Fischerin sarja». Hiekan sintrauskokeita suoritetaan aikaisemmin mainituilla sähköuneilla.

Vastainen toiminta.

Paitsi jo mainittujen osastojen kehittämistä, tulee yhä ajankohitaisemmaksi hydrometallurgisen osaston kunnostaminen, jossa tullaan suorittamaan paitsi metallien elektrolyysiä mm. metallien pintakäsittelyä ja syöpymistä (korrosio) koskevia tutkimuksia. Kehitystä tullaan seuraamaan kiinteästi niin

kotimaassa kuin ulkomaillakin. Tässä suhteessa on ensiarvoisen tärkeänä tekijänä alan ulkomaisen, erityisesti amerikkalaisen kirjallisuuden seuraaminen. Nykyisen metallurgisen laboratorion käsikirjasto lienee puutteellisuuksista huolimatta eräs parhaimpia lajissaan maassamme. Kuitenkin ovat ensiluokkaiset tutkimusvälineet eräänä tärkeimpänä tekijänä laboratoriossa. Eräiden sellaisten hankkiminen on usein taloudellisista syistä varsin vaikeaa. Kuten muussakin laboratorion toiminnassa, tulee tällöin mitä kiintein yhteistoiminta teollisuuden kanssa kysymykseen. Kuten muualla maailmassa voi nimittäin teollisuus meilläkin entistä enemmän tukea tutkimustyötä esim. juuri laitteiden hankkimisessa. Nykyisenä vaikeana ajankohtana tulisi maassamme toimia ainakin yksi mahdollisimman täydellisesti varustettu metallurginen laboratorio, joka olisi eri teollisuuslaitosten käytettävänä. Tällä järjestelyllä päästäisiin siihen, että kalliita laitteita, joita vain rajoitetusti on voitu hankkia ja tullaan hankkimaan maahamme, laboratorion omien taikka asinomaisten tehtaiden insinöörien toimesta käytetään mahdollisimman tehokkaasti, eivätkä ne näin ollen joudu seisomaan käyttämättöminä. Entistä suurempi keskitys metallurgisessa tutkimustyössä on tällä hetkellä tarpeen.

Paitsi kiinteää yhteyttä maamme asianomaisiin teollisuuslaitoksiin, teknillinen tutkimustoiminta metallurgisessa laboratoriossa edellyttää aikaisemmin mainitun alan kirjallisuuden jatkuvan seuraamisen lisäksi kiinteätä henkilökohtaista yhteyttä varsinkin naapurimaittemme vastaaviin laboratorioihin ja tutkijoihin. Tällä hetkellä tulee kysymykseen lähinnä Ruotsi, missä useita hyvin suuria metallurgisia tutkimuslaboratorioita on toiminnassa. Toivottavaa on, että yhteydet muihinkin naapurimaihimme tässä suhteessa saadaan aikaan.

Edellä on lyhyesti selostettu niitä mahdollisuuksia, joita Valtion tek-

Bergstekniska Laboratoriet vid Statens Tekniska Forskningsanstalt

ERIK LINDFORS

f. f. forskningsing. vid Statens tekn. forskningsanstalt.

Då under tiden närmast efter vinterkriget avslutande planerna utarbetades på en statlig forskningsinstitution omfattande de viktigaste tekniska verksamhetsområdena, skapades även möjligheter för ett mera målmedvetet forskningsarbete landets uppblomstrande bergshantering till fromma. Enär samverkan hade eklaterats med Tekniska högskolan, betydde detta, att flere laboratorier skulle komma att utnyttjas gemensamt. Sålunda förordnades bland annat, att det år 1935 vid högskolan grundade bergslaboratoriets verksamhet och utrustning skulle överflyttas till det planerade bergstekniska laboratoriet vid den nyskapade forskningsanstalten.

Nämnda överflyttning verkställdes sommaren 1943. Samtidigt påbörjades komplettering av utrustningen samt reparation och modernisering av den gamla. I början av år 1944 stod laboratoriet färdigt inrett. — Outokumpu Stiftelsen har genom en storartad donation i betydande grad underlättat nyanskaffningarna. Beställningar ha gjorts på flere specialapparater, men på grund av det rådande världsläget har denna utrustning tills vidare icke erhållits.

Vid planering och inredning av laboratoriet har i görligaste mån beaktats framtida omställnings- och

utvidgningsmöjligheter. T. ex. vid installationen av elektrisk ström, vatten och gas hava kablar och rör framdragits till alla sådana delar av laboratoriet, där arbetsplatser kunna tänkas bli anordnade. Stor vikt har även lagts vid att uppnå så verklighetstroga försöksbetingelser som möjligt. En stor del av utrustningen är därför utförd i halvindustriell skala för kontinuerlig och reglerbar drift. — Laboratoriet är enligt ovan tillgängligt för bergsstuderandena vid Tekniska högskolan, vilka här lösa sina övningsuppgifter i anrikning.

I sitt nuvarande skick indelas bergstekniska laboratoriet i

1) en krossnings- och malningsavdelning, vars huvudsakliga utrustning är uppställd i ett särskilt krossrum i forskningsanstaltens bottenvåning,

2) en i andra våningen inredd anrikningsavdelning bestående av en större och en mindre anrikningssal, siktrum, vågrum, rum för mikroskopiska undersökningar, till vilket är anslutet ett mörkrum för filmframkallning, ett maskinrum samt slutligen ett lagerrum för uppbewaring av maln- och anrikningsprov systematiskt ordnade i 150 skjutlådor av trä. I samma våning ligger dessutom tvenne expediti-

rum — fördelade på en forskningsingenjör och en assistent — samt ett treje rum avsett för en preparator. Den sammanlagda golvarean utgör 330 m².

Någon egentlig analytisk avdelning finnes ej, utan laboratoriets kemist arbetar i forskningsanstaltens kemiska laboratorium, där förstklassig apparatur och behövlige kemikalier stå till förfogande. Samarbetet med kemiska och metallurgiska laboratorier är mycket intimt, vilket har visat sig vara av stor betydelse för vissa uppgifters framgångsrika lösande.

Krossnings- och malningsavdelningen.

Samtliga krossar bestående av en serie Morgårdshammars laboratoriemodeller: tuggare med inmatningsöppningen 115 × 80 mm, spindelkvarn (konkross) jämte skivkross (pulveriserare) samt en vals-kross med valsdimensionerna 130 × 200 mm \varnothing äro uppställda i det särskilda krossrummet. Stor omsorg har nedlagts på utrustningens effektiva dammtätning och -utsugning. Krossarna äro väl inkapslade, såsom av bild 2 delvis framgår, och anslutna till ett dammsugningsaggregat, bestående av en centrifugalfläkt med en effekt av 12 m³/min. vid

nillisen tutkimuslaitoksen metallurgisella laboratoriollla nykyoloissa on toimiessaan maamme teollisuuden hvväksi. Laboratorio on verraten lyhyen toimintansa aikana osoittautunut tarpeen vaatimaksi, vaikkakin sen olemassaolo ja toiminta on ollut hyvin monelle tuntematon,

varsinkin pienteollisuuden piirissä. Yrittäjät, jotka ovat joutuneet teknillisiin vaikeuksiin, ovat kääntyneet sen puoleen ja asiassa on kohtuullisin kustannuksin suoritettu tutkimus. Paitsi laitoksen ulkopuolelta tulevia tehtäviä, suoritetaan myös omaa teknillistä tutkimustoi-

mintaa, jonka tulokset sopivalla tavalla saatetaan teollisuuden käytettäväksi. Kun ammattiopetus maassamme tehostuu, tulee harastus teknillistä tutkimustoimintaa kohtaan varmaan edelleen kasvamaan.

Helsinki 27. 8. 1945.

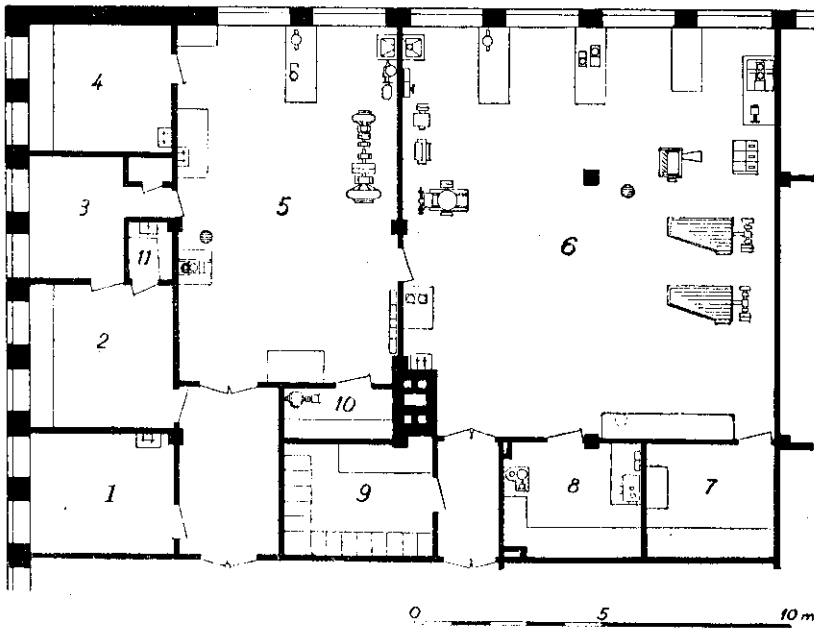


Fig. 1.

1. Forskningsingenjörens rum. 2. Mikroskopirum. 3. Assistentens rum. 4. Preparators rum. 5. Lilla anrikningssalen. 6. Stora anrikningssalen. 7. Vågrum. 8. Siktrum. 9. Lagerrum. 10. Maskinrum. 11. Mörkrum. 12. Krossrum.

160 mm totaltryck. För dammsugning av krossarnas yttre delar mm. har en längre gummislang anslutits till ett sugrör. Smuts- och spolvattnet renas i tvenne slamavsättningsbassänger, innan det släppes ut i kloaknätet.

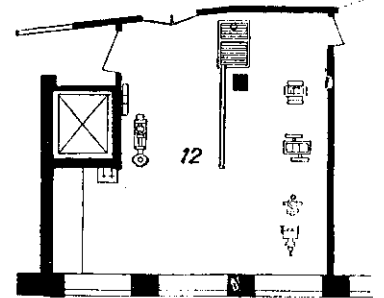
För finmalning finnas kulkvarnar i olika storlekar och utförande: en cylindrisk kvarn av 6,3 l volym och 200 mm \varnothing , en 20 l av tillplattad sfärisk form (370 mm \varnothing), en 22 l (500 mm \varnothing) och en 70 l (800 mm \varnothing); formen hos de två sistnämnda

påminner om en slipsten. Dessutom finnes en 28 l cylinderformig kvarn med mantel av porslin. Samtliga kvarnar äro konstruerade för enbart satsmalning. Den minsta modellen är försedd med en tillsatsgavel för bekväm tömning och avsedd för malning av 0,5—1 kg gods. Dylka små mängder komma främst ifråga vid flotationsförsök.

Krossnings- och malningsutrustningen kommer antagligen att kompletteras med en tuggare, Symons konkross och en kontinuerligt arbe-

STATENS TEKNISKA FORSKNINGSANSTALT

Plan av bergstekniska laboratoriet



tande kulkvarn, samtliga i halvindustriell skala. Dessutom skall en vibrationssikt anskaffas för att underlätta siktning av större godsmängder i samband med krossning.

Anrikningsavdelningen.

Utrustningen för magnetisk anrikning består av inalles sex magnetiska separatorer, av vilka tre äro byggda i halvindustriell skala. Elektromagneterna matas med 110—120 V likström, fältstyrkan kan varieras från noll till ett maximivärde med tillhjälp av ett regleringsmotstånd inkopplat i strömkretsen. För detta ändamål har bergstekniska laboratoriet anskaffat en omformare av 1,5 kW effekt.

Grövre gods (2—30 mm) separeras medelst en svagmagnetisk trumseparator med en trumma av järnplåt (430 × 355 mm \varnothing). Alla övriga apparater äro avsedda för relativt finkrossat gods. En mycket mångsidig modell är en torrseparator i halvindustriell skala av »Ullrichs» typ. Tack vare dess speciella konstruktion kan den användas för enbart stark- eller enbart svagmagnetisk separation eller också som en kombination av vardera,

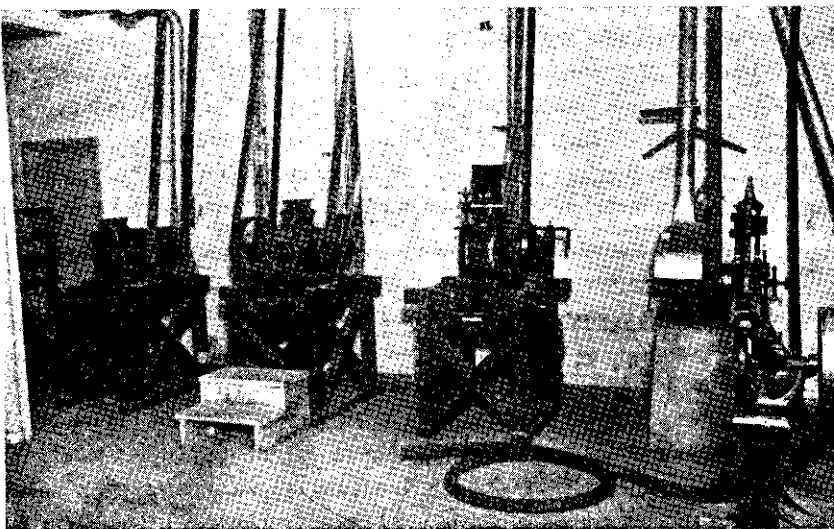


Fig. 2. Interiör av krossrummet.

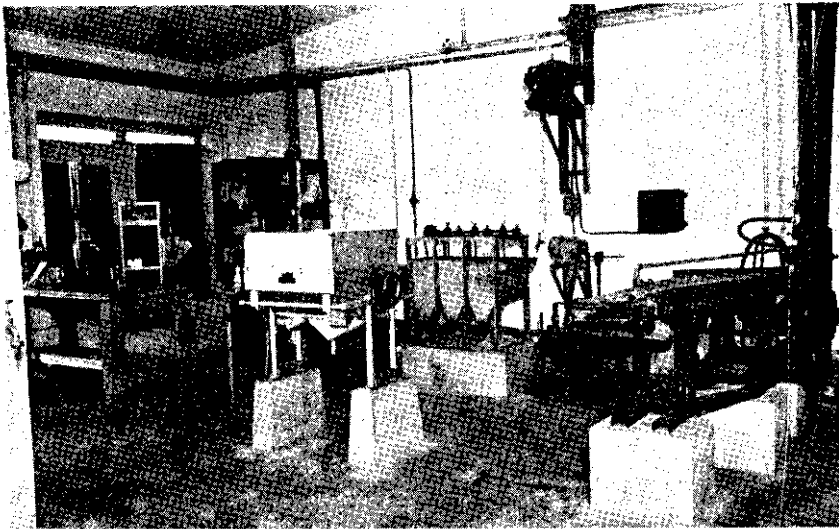


Fig. 3. Ett hörn av stora anrikningssalen.

varvid ända upp till fem olika produkter kunna erhållas samtidigt. Det kan här vara av intresse att omnämna, att det ej möter några större svårigheter att skilja järnhaltiga silikat, såsom granat, pyrokseen m. fl. från kvarts, fältspat och andra icke-magnetiska mineral under förutsättning, att godset är något så när homogent vad kornstorleken beträffar. Den kontinuerliga matningen kan regleras inom vida gränser. Kapaciteten varierar beroende på godsets beskaffenhet och det önskade resultatet; som ett medelvärde torde kunna angivas 25 kg per timme.

Vid anrikning av starkmagnetiska malmer har nästan uteslutande använts Brings separator, som visat sig stå i särklass i avseende å sligens kvalitet. Malmavskiljarens konstruktion möjliggör en synnerligen effektiv uttvättning av gråbergskorn från den magnetiska produkten. Vid renkrossad magnetitmalm kan sålunda sligens järnhalt uppbbringas till 70—71 % Fe. Mässingstrumman har dimensionerna 620 × 300 mm \varnothing . Avverkningen kan forceras ända upp till 200 kg per timme.

För starkmagnetisk separation av mineral finnes i laboratoriet förutom Ullrich-typen en kontinuerligt arbetande laboratoriemodell av »Wetherills» korsbandsseparator, som fått sitt namn av de vinkelrätt mot

varandra löpande transportbanden. Mycket små prov kunna undersökas medelst en kraftig U-formad elektromagnet eller med tillhjälp av en stjärnmagnet, som består av ett större antal permanenta stavmagneter, vilka äro radiellt fastsatta på en vridbar axel.

Utrustningen för våtmekanisk anrikning inskränker sig till tvenne skakbord och en 3-runnig sättmaskin i halvindustriell skala. Skakborden äro av Ferraris typ, där bordet (längd 1600 mm, största bredd 800 mm) vilar på träfjädrar. Slagantalet kan varieras från 250—420 per minut och slaglängden från 18 mm ned till 7 mm. För att möjliggöra utförandet av försök i laboratorieskala med små provmängder kommer en liten laboratoriemodell att anskaffas.

Flotationsutrustningen upptager fem mekaniska flotationsceller i olika utförande och storlek, nämligen en halvstor Fahrenwald-apparat, cellstorlek 10" × 10", ursprungligen avsedd för seriekoppling, trenne apparater av märket »Denver lab flotation machine Sub A» för respektive 0,5, 1 och 2 kg satsflotation samt en liten flyttbar flotationscell av celluloid för $\frac{1}{2}$ i pulp. Utmärkande för samtliga flotationsceller är, att agitationen utföres i ett speciellt agitationsrum under inblandning av luft medelst skovel-

hjul eller propeller. Vid varje bord finnes vatten inom räckhåll samt en avloppsledning med trätt i bords-skivans nivå. — Emedan ett kontinuerligt flotationsförlopp ej kan studeras med ifrågasvarande apparatur, har ett mångcelligt flotationsaggregat (Fagergrens apparater) jämte tillhörande utrustning ställts främst på anskaffningsprogrammet för denna avdelning, i andra hand komma några typer av pneumatiska flotationsapparater.

Anrikningsprodukterna avvattnas genom filtrering på ett vakuumfilter, som står i förbindelse med en vakuumpump, vilkens maximieffekt utgör 93 % vakuum. För det mesta ha likväl enbart vattenstrålpumpar använts och med tillfredsställande resultat. I samband med det flercelliga flotationsaggregatet är det för avsikt att anskaffa åtminstone ett roterande trumfilter eller något liknande. — De avvattnade produkterna torkas i ett elektriskt torkskåp med automatisk värmeroglering.

Avfallsvattnet från laboratoriet får ej släppas direkt ut i kloaknätet, utan det har först att genomgå en reningsprocedur, varvid uppslammade malm- och gråbergspartiklar avskiljas. Härför hava i vardera anrikningssalens golv inbyggt ett cementbäcken, som genom ett brant stupande avloppsrör står i förbindelse med ett slamavsättningssystem under gårdsplanens nivå. Detta består av tre i serie byggda cementerade underjordiska bassänger förbundna med varandra via en kanal, placerad i vardera mellanväggen och på en höjd av 1,2 m ovanom bottnen. De grövsta partiklarna sedimentera i den första bassängen, från den tredje ledes dej renade vattnet genom en ventil ut i stadens kloaksystem. De underjordiska kamrarnas sammanlagda volym utgör ca 10 m³.

För utförande av erforderliga siktanalyser stå fyra olika serier provsiktat till förfogande. Dessutom kommer en komplett $\sqrt{2}$ serie Tylers siktat att anskaffas. Sikt-

ningen sker i en speciell vibrationsapparat med automatisk tidsutlösning. Mycket finpulveriserade prov kunna analyseras medels sedimentationsapparater eller en vindsikt tillhörig forskningsanstaltens väglaboratorium.

De mikroskopiska undersökningarna förläggas tills vidare beroende på uppgiftens art antingen till mineralogiska avdelningen vid Tekniska högskolan eller forskningsanstaltens trätekniska eller metallurgiska laboratorier.

Laboratoriepersonalen består för närvarande av en forskningsingenjör, en assistent (kemist), en laboratoriemästare och en mekaniker. Laboratoriedirektörsposten är tills vidare vakant. — Hittills utförda undersökningar hava härstammat

från industriella företag och enskilda privatpersoner samt omfattat rätt olikartade problem från mineralbestämning och siktanalys till arbetsdryga flotationsförsök. Initiativ kommer i sinom tid att tagas till speciella forskningsundersökningar, som kunna anses vara av allmännyttig betydelse på anrikningens område. I särskilda fall kan laboratoriets utrustning även ställas till vissa statliga institutioners förfogande.

Föreliggande kortfattade uppsats har försökt giva en orientering över bergstekniska laboratoriets utrustning och dess verksamhetsmöjligheter. Det torde härvid kunna konstateras, att laboratoriet för närvarande trots diverse uppenbara

bristfälligheter möjliggör ett något så när tillfredsställande utförande av de flesta anrikningsundersökningar, krossnings- och malningsstudier, bergskemiska analyser mm. Så snart omständigheterna det tillåta, kommer laboratoriets utrustning både kvalitativt och kvantitativt att utökas genom en omedelbar realisering av nyanskaffnings- och kompletteringsprogrammet inom ramen för de ekonomiska resurserna. Bergstekniska avdelningen kommer då att stå jämförelsevis väl rustad för kommande uppgifter, om också laboratoriets lokaliteter ganska snart sätta en gräns för utvidgningsmöjligheterna. Men frågan avancerar då till ett byggnadsprogram, vilket ej skulle beröras i detta sammanhang.

Helsingfors 10. 9. 1945.

~~Utskrift från VUORITEOLLISUUS KIRJASTO~~