

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

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

Sisältö — Innehåll:

Vuorineuvos Eero Mäkinen:

Rikastamoiden rakennukset.

Dr. Adolf A. T. Metzger:

Om användandet av elektriska motståndsmätningar vid geologiska undersökningar.

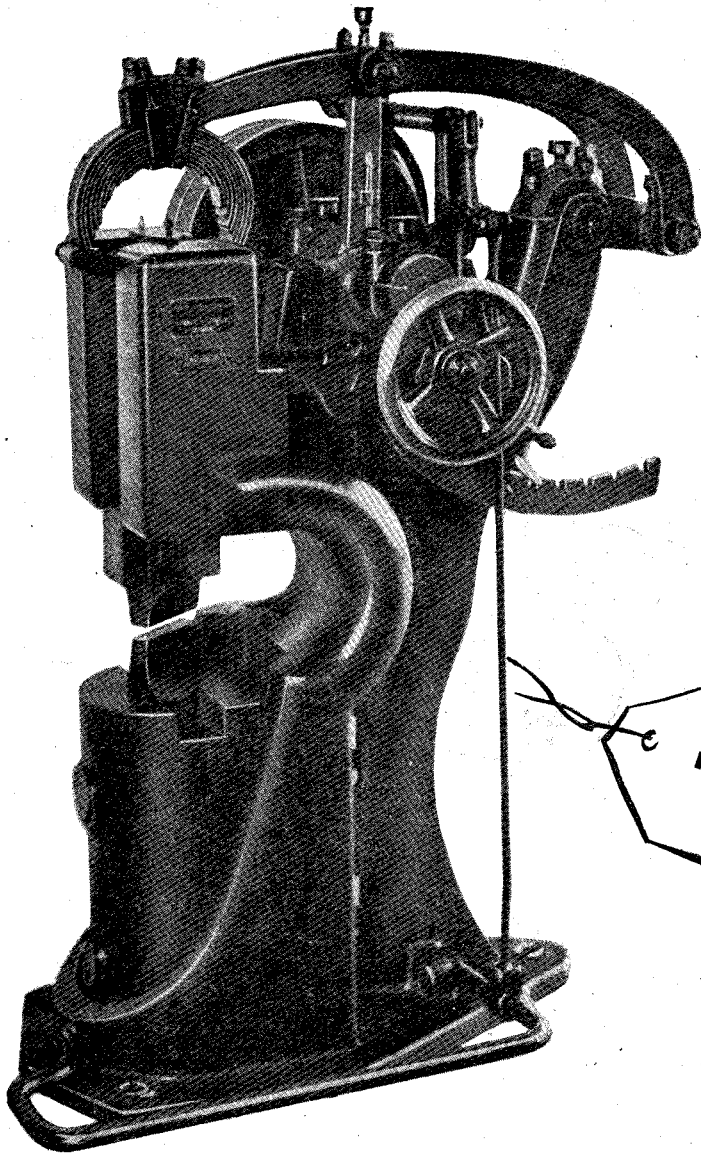
Övering. H. Kreutz von Scheele:

De ledeburitiska kromstålen.

Dipl. ins. E. Kjellberg:

Työntutkimuksista kaivoksissa. (osa II).

Jäsenluettelo 9. 12. 1944.



Kotimainen Jousivasara

malli BH I

Vasaranpään paino	25 kg
Iskukorkeus	100 mm
Suurin taottava nelikulmarauta	60 mm
Kidan syvyys takopään keskeltä	200 mm
Vapaa- ja vetohihnapyörien halkaisijat	370 mm
Vapaa- ja vetohihnapyör. leveys	62 mm
Kierrosluku minuutissa	200-350.
Voimantarve, hv.	3.
Vaatii lattiatilaa, noin	500x900 mm
Kokonaispaino	810 kg

TOIMITUS HETI VARASTOSTA



Machinery

10 222 - 61 861 - 46 99 - 30 47 - 22 95

TURKU - HELSINKI - TAMPERE - OULU - JYVÄSKYLÄ

Insinööritoimisto

Mercantile



30 731

Kymmenen
osastoa:

Insinööri- ja koneosasto

Ilma- ja lämpötekn.laitteet

Työkalukoneosasto

Tekstiilikoneosasto

Erikoiskoneosasto

Konetarvikeosasto

Rauta- ja metalliosasto

Kemiallinen osasto

RAAKA-AINEITA

nahkateollisuudelle

RAAKA-AINEITA

kenkäteollisuudelle

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

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

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

Rikastamoiden rakennukset

Vuorineuvos EERO MÄKINEN, Outokumpu Oy.

Rikastamoiden kustannuksissa on rakennuksilla oleellinen osuutensa niinhyvin kiinteissä kustannuksissa (rakennustilavuus, korko ja kuole-tus, ylläpito) kuin myöskin käyttö-kustannuksissa (raaka-aineen kul-jetus, pumpput, työn valvonta, työ-läismäärä, lämmitys). Seuraavassa esitetään kaavamaiset pohjapiirrok-set ja leikkaukset eräiden rikasta-moiden rakennuksista meillä ja Ruotsissa, puuttumatta tässä yhtey-dessä itse rikastusprosessiin ja sen kustannuksiin, koska ne malmin laadusta riippuen eivät ole toisiinsa verrattavissa. Kaikki selostetut rikastamot ovat vaahdotustehtaita, sisältäen murskaamon, kuulamyly- osaston, vaahdotuksen, paksunnus-sammiot ja imusuotimet.

Outokummun rikastamo, kuvat 1 ja 2, Outokummun kaivoksella (Outokumpu Oy) on tyypillinen esi-merkki jyrkälle rinteelle rakenne-tusta tehtaasta, jossa eri koneistot on sijoitettu pengermittäin, tarkoi-tuksella antaa raaka-aineen valua alaspäin omaa painoaan. Kuten tunnettua ei tätä ihanteellista pää-määrää käytännössä saavuteta, kos-ka joukko välituotteita on pumpput-

tava takaisin ylemmille pengermille. Koneistojen sijoitus eri pengermille on suoranaisena varjopuolena sikäli, että käyttö vaatii tästä syystä enemmän väkeä ja, yleissilmäykselli-syyden puutteessa, myöskin työn valvonta vaikeutuu. Outokummun tapauksessa on tehtaanpaikka kor-kealla maastossa sikäli edullinen, että jäte voi itsestään, pumppua-matta valua jätealueelle tai kaivok-seen, täytteenä käytettäväksi. Ri-kastamo tuli käyntiin v. 1928 so-veltaen tärypöytä- ja vaahdotus-rikastusta mittakaavassa 100.000 tonnia raakamalmia vuodessa. V. 1933 jätettiin tärypöytärikastus pois ja tuotanto on sittemmin rakennusta laajentamatta lisätty 600.000 tonniin vuodessa viiden rikasteen erottamiseksi jätteestä.

Rakennuksen runkona on rauta-betonikonstruktio. Seinät on alku-jaan rakennettu ontoista sementti-tiilistä, joiden lämmöneristyskyky kuitenkin osoittautui riittämättö-mäksi. Kosteus tiivistyi nimittäin seinille ja aiheutti rappauksen irt-taantumisen ulkopinnoista, minkä vuoksi seinien lämpöeristystä oli lisättävä sekä sisä- että ulkopuo-lella. Kattoina ovat betonilaatat,

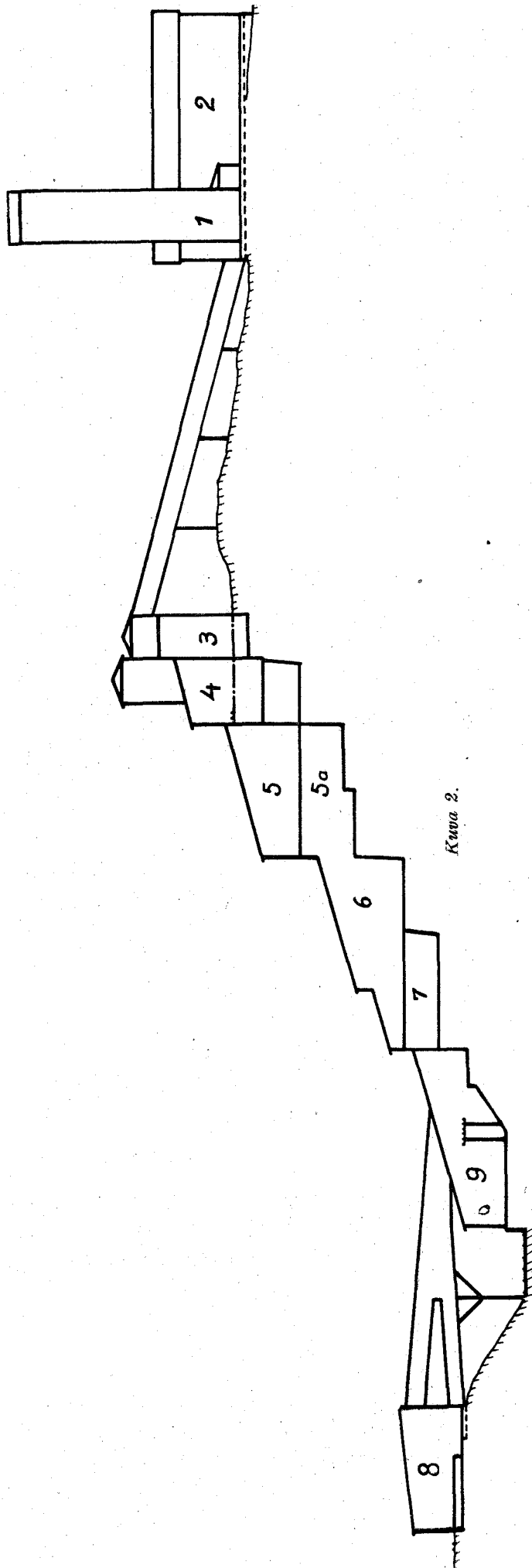
niiden päällä solubetonikerros ja kattohuopa.

*) Kuvat 1 ja 2. Outokummun rikastamo, pohjapiirros ja leikkaus, mittakaavassa 1 : 800. 1 = nosto-torni; 2 = hienomurskaamo; 3 = hienomalmissäiliöt; 4 = primääriset kuulamylyt; 5 = vaahdotusosasto; 5a = sekundääriset kuulamylyt; 6 = paksuntajasammiot; 7 = imu-suotimet; 8 = kuivausuunit; 9 = rikastevarastot; 10 = laboratoriot ja konttorit; 11 = ruokailu- ja pe-seytymishuoneet.

Mätäsvaaran rikastamo (Oy Vuok-senniska Ab) on maastovaikeuksien vuoksi sijoitettu kuvissa 3 ja 4 esi-tettyyn tapaan, nostokuilu ja kar-keamurskaamo, hienomurskaamo, hienomalmissäiliö ja rikastamo eril-leen toisistaan ja välillä pitkät kul-jetushihnat. Hienomalmissäiliötä lu-kuunottamatta on käytetty yksin-omaan puurakenteita. Rikasta-mossa ja osassa kuljetushihnaraken-nuksia on lämpöeristyserä laudoit-tuksen ohella insuliitti. Hienomal-missäiliö on betonista ja eristetty jäätyamisen varalta ulkoapäin lau-doituksella ja insuliitilla.

Rikastamon kapasiteetti on

*) Kaikki kuvat on pienennetty puoleen tekstissä mai-nituista mittakäyttöistä. Toimit. huomautus.



250.000—300.000 t raakamalmia vuodessa. Yksi rikaste otetaan.

Kuva 3. Mätäsvaaran rikastamo, pohjapiirros, mittakaavassa 1 : 800. 1 = nostotorni; sen alla kalliassa karkeamurskaamo; 2 = kuljetushihna, 145 m akseliväli, samalla yläpäässä noukintahihna; 3 = hienomurskaamo; 4 = kuljetushihna, 55 m; 5 = hienomalmisäiliö; 6 = kuljetushihna, 40 m; 7 = rikastamo; 8 = rikastevarasto ja pakkaamo; 9 = laboratorio.

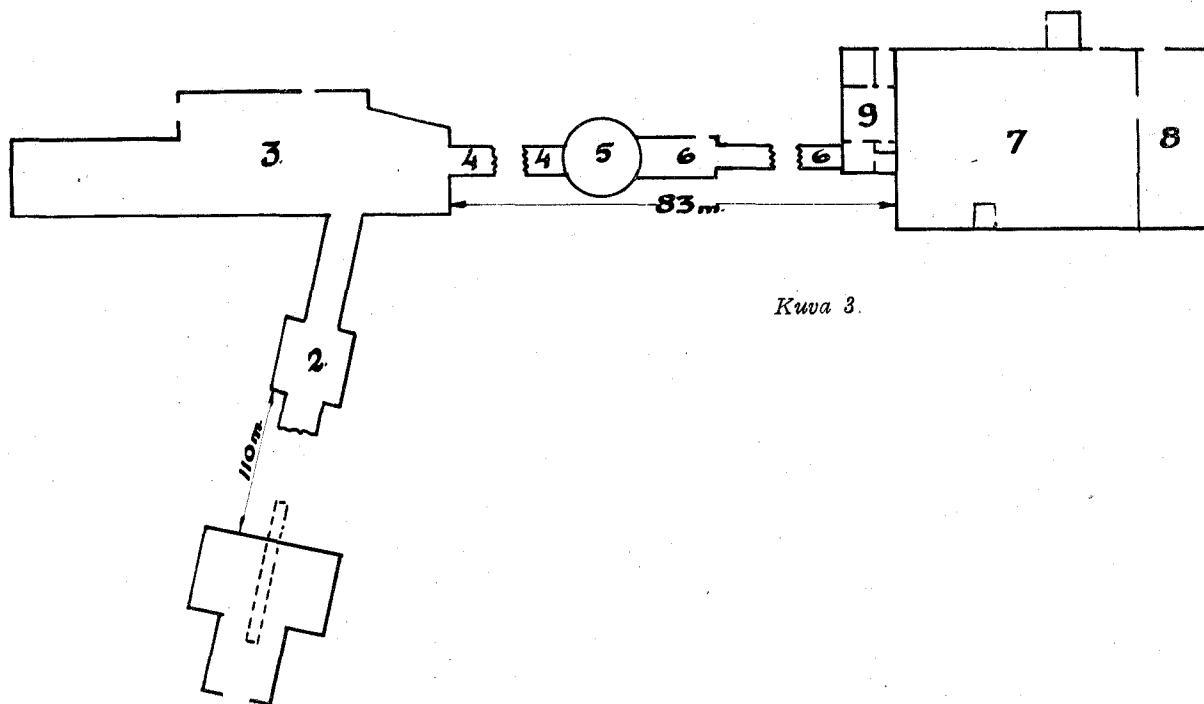
Kuva 4. Mätäsvaaran rikastamo, leikkaus, mittakaavassa 1 : 2000. 1 = nostotorni; 2 = kallioon louhittu karkeamurskaamo; 3 = kuljetushihna; 4 = hienomurskaamo; 5 = kuljetushihna; 6 = hienomalmisäiliö; 7 = kuljetushihna; 8 = rikastamo.

Haverin rikastamo (Oy Vuokseniska Ab). Tässäkin on nostotorni ja murskaamo, täryseulaosasto ja rikastamo rakennettu toisistaan erilleen, välillä olevine hihnakuiluttajineen. Käytetty yksinomaan puurakenteita. Nostotorni-, murskaamo- ja kuljetushihnarakennuksissa on yksinkertaiset lautaseinät, ja niitä ei lämmitetä. Rikastamon ulkoseinissä on kaksinkertainen laudoitus ja 2 takoliitti-kerrosta.

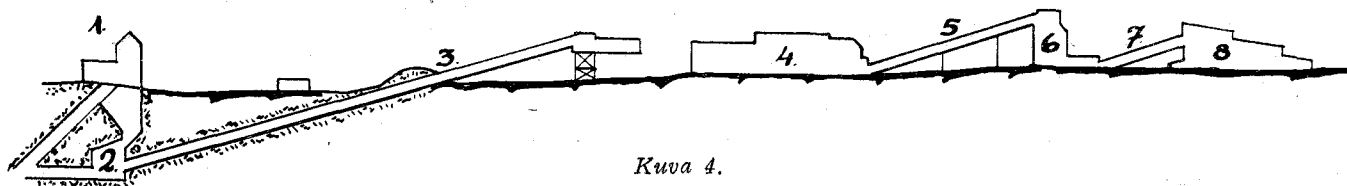
Murskaamon teho 2 vuorossa 90.000 tonnia, rikastamon sama 3 vuorossa. Yksi rikaste otetaan.

Kuvat 5 ja 6. Haverin rikastamo, pohjapiirros ja leikkaus, mittakaavassa 1 : 800. 1 = nostotorni; 2 = raakamalmisäiliö; 3 = murskaamo; 4 = 2 hihnakuiluttajaa; 5 = täryseula; 6 = hihnakuiluttaja; 7 = hienomalmisäiliö; 8 = kuulamylyosasto; 9 = vaahdotusosasto; 10 = paksuntajat; 11 = suotimet, joiden alla rikastesäiliö.

Lavern-rikastamo (Bolidens Gruvaktiebolag) Ruotsissa, joka tuli käyntiin v. 1938, on rakennettu tasaiselle maalle, yhdistäen rikastamoon »saman katon alle» myöskin kaivoslaitteet, kompressoriaseman, korjaamot, tarvikevarastot, pukeutumis-, peseytymis- ja ruokailuhuoneet sekä konttorit. Täten on säästetty rakennuskustannuksia perus-



Kuva 3.



Kuva 4.

tuksissa, sähkö-, vesi-, viemäri- ja ilmajohdoissa. Käytön kannalta saavutettuina etuina mainittakoon yleissilmäyksellisyys, helppo työn valvonta, minimaalinen työläis-määrä ja lyhyet välikuljetukset. Varjopuolina on asianomaiselta taholta mainittu, että murskauskoneiston ja kuulamylyjen aiheuttama tärinä ulottuu koko rakennusryhmään, mikä on synnyttänyt rakoja seinisiin ja kattoihin ja häiritsee konttorihenkilökuntaa. Samoin kiusaa pöly tavallista enemmän sekä konttoreita että varastoja.

Rakennuksen runkona on rautaristikkoiset seinäpilarit ja rautaiset kattotuolit. Rikastamo hallitsee 20 m jännevälinen juoksunosturi, jonka avulla m.m. kaikki murskauskoneiden ja kuulamylyn (1 kpl) korjaukset voidaan suorittaa. Seinät ovat eristyslevyistä, mitkä ovat

erikoisesti kärsineet koneiston synnyttämästä tärinästä.

Rikastamo käsittelee 100.000 t raakamalmia vuodessa ja erottaa yhden rikasteen. Kaivoksen vetokoneisto (Koepe) on sijoitettu nostotornin huipulle.

Kuvat 7 ja 8. Lavern-rikastamo, pohjapiirros ja leikkaus, mittakaavassa 1:800. 1 = nostotorni; 2 = murskauskoneisto; 3 = hienomalmisäiliö; 4 = kuulamyly, vaahdotus-, paksunnus-, suodatusosasto ja rikastevarasto (autot ajavat rakennuksen sisälle); 5 = kolmikerroksinen »kaivostupa»-rakennus, pohjakerroksessa keskuslämmitys, saunat ja pesutuvat; toisessa kerroksessa pukeutumis- ja peseytymishuoneita ja varastoja; kolmannessa kerroksessa laboratorio, piirustussali, varastoja sekä insinöörien ja työnjoh-

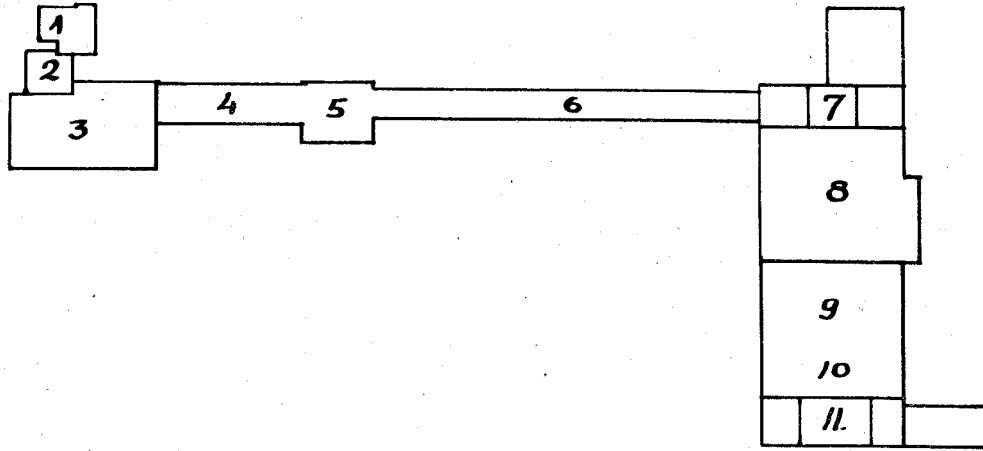
tajien konttorit; 6 = ilmakompressorit; 7 = mek. ja sähkökorjauspaja.

Makolan (Nivalan) rikastamo (Outokumpu Oy), joka valmistui v. 1941, on rakennettu tasaiselle maalle, yhdistäen nostotornin, karkea- ja hienomurskaamon, laboratorion, pesuhuoneet ja työnjohtajan konttorin saman katon alle. Periaate on siis ollut sama kuin Lavernissa, joskaan keskityksessä ei ole menty aivan yhtä pitkälle. Murskaamo, joka on kylmä osasto, on erotettu väliseinällä rikastamosta.

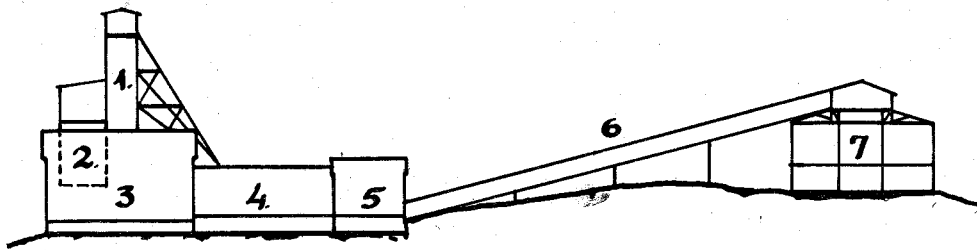
Rakennus on kokonaan puusta, runkona puukonstruktio, seinät ja katto laudoista ja takoliittilevyistä.

Rikastamon teho on 50—75.000 t raakamalmia vuodessa. Yksi rikaste otetaan.

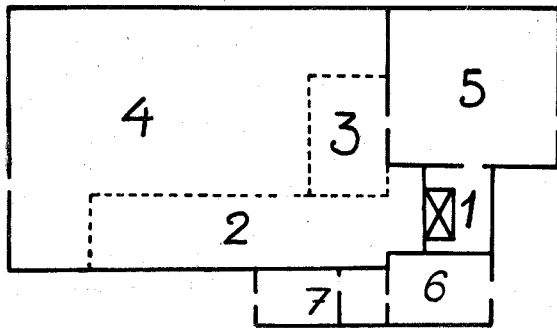
Kuvat 9 ja 10. Makolan rikastamo, pohjapiirros ja leikkaus, mit-



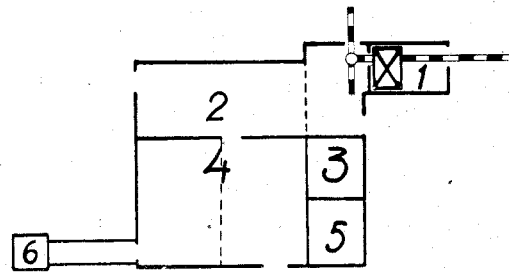
Kuva 5.



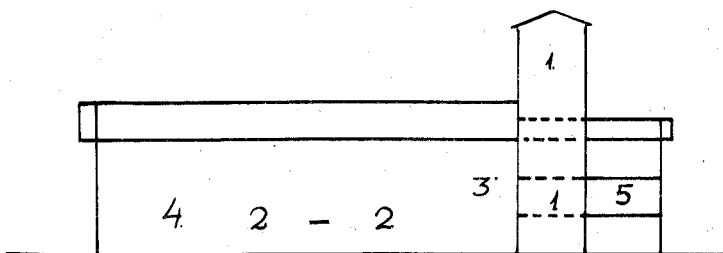
Kuva 6.



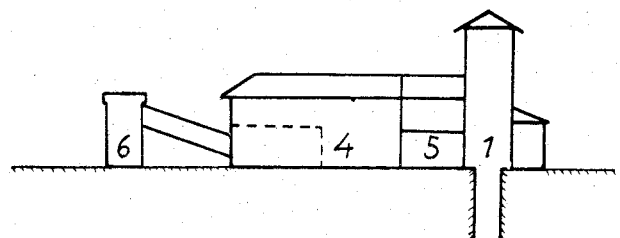
Kuva 7.



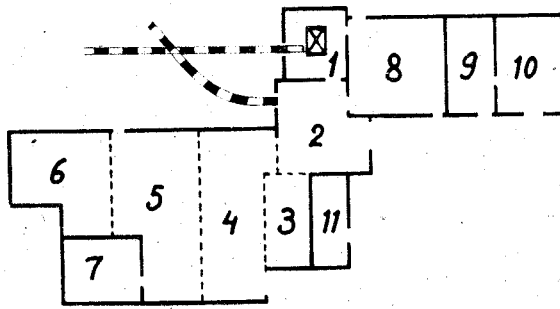
Kuva 9.



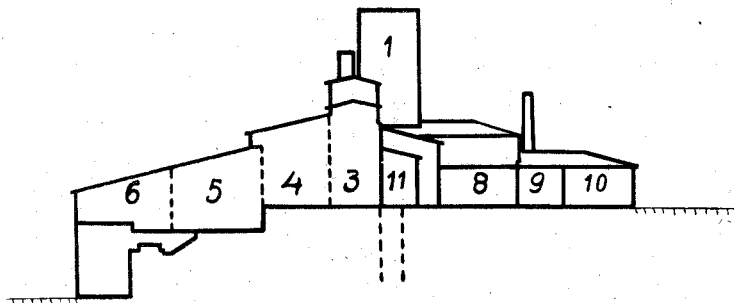
Kuva 8.



Kuva 10.



Kuva 11.



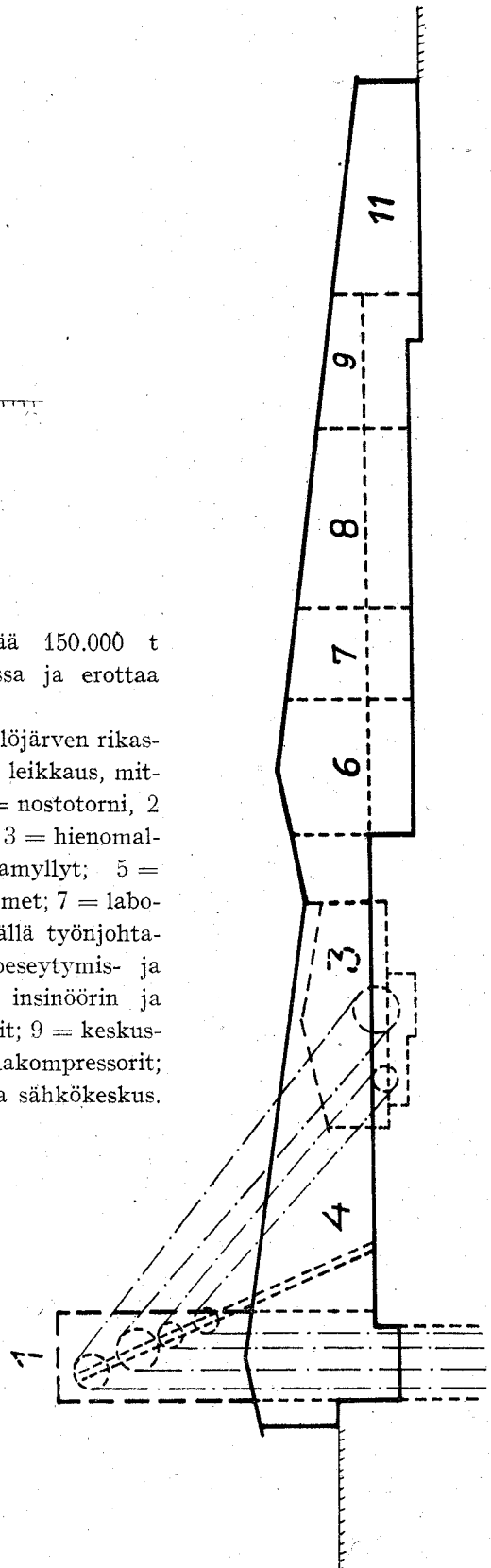
Kuva 12.

takaavassa 1 : 800. 1 = nostotorni; 2 = karkea- ja hienomurskaamo; 3 = pukeutumis- ja peseytymishuoneet; 4 = rikastamo; 5 = työnjohtajan konttori; 6 = rikastesäiliö, laboratorio N:o 5:n päällä yläkerroksessa.

Ylöjärven rikastamo (Outokumpu Oy) valmistui v. 1943. Tehdas on sijoitettu osaksi tasaiselle maalle, osaksi loivasti kaltevalle rinteelle. Tässäkin on nostotorni, hienomurskaamo ja rikastamo useine apuosastoineen sijoitettu yhteen ryhmään, kuten kuvista 11 ja 12 selviää. Rakennuksen runkona on rautabetonipilaristo ja -palkisto. Seinät on rakennettu sementtitiilistä, niiden välissä kerros solubetonilaattoja lämpöeristyksenä, mikä on osoittautunut täysin riittäväksi. Murskausosasto on saatu puserretuksi pieneen tilaan käyttämällä nostoon kauhaelevaattoria, koska kumista valmistettuja kuljetushihnoja ei v. 1942—43 ollut enää saatavissa.

Rikastamo käyttää 150.000 t raakamalmia vuodessa ja erottaa yhden rikasteen.

Kuvat 11 ja 12. Ylöjärven rikastamo, pohjapiirros ja leikkaus, mitataava 1 : 800. 1 = nostotorni, 2 = hienomurskaamo, 3 = hienomalmisäiliöt; 4 = kuulamylyt; 5 = vaahdotus; 6 = suotimet; 7 = laboratorio ja niiden päällä työnjohtajan konttori; 8 = peseytymis- ja pukeutumishuoneet; insinöörin ja tuntikirjurin konttorit; 9 = keskuslämmitys; 10 = ilmakompressorit; 11 = päämuuntaja ja sähkökeskus.



Kuva 14.

Kristineberg (Bolidens Gruvaktiebolag) Ruotsissa, joka tuli käyntiin v. 1942, on siitä annetun kuvauksen (Teknisk Tidskrift, Kemi och Bergsvetenskap 1943) mukaan rakennettu perinpohjaisten tutkimusten perusteella ja huomioonottaen tämän alan viimeiset saavutukset. Tässäkin on nostotorni, nostokoneet, murskaamo, »kaivos-

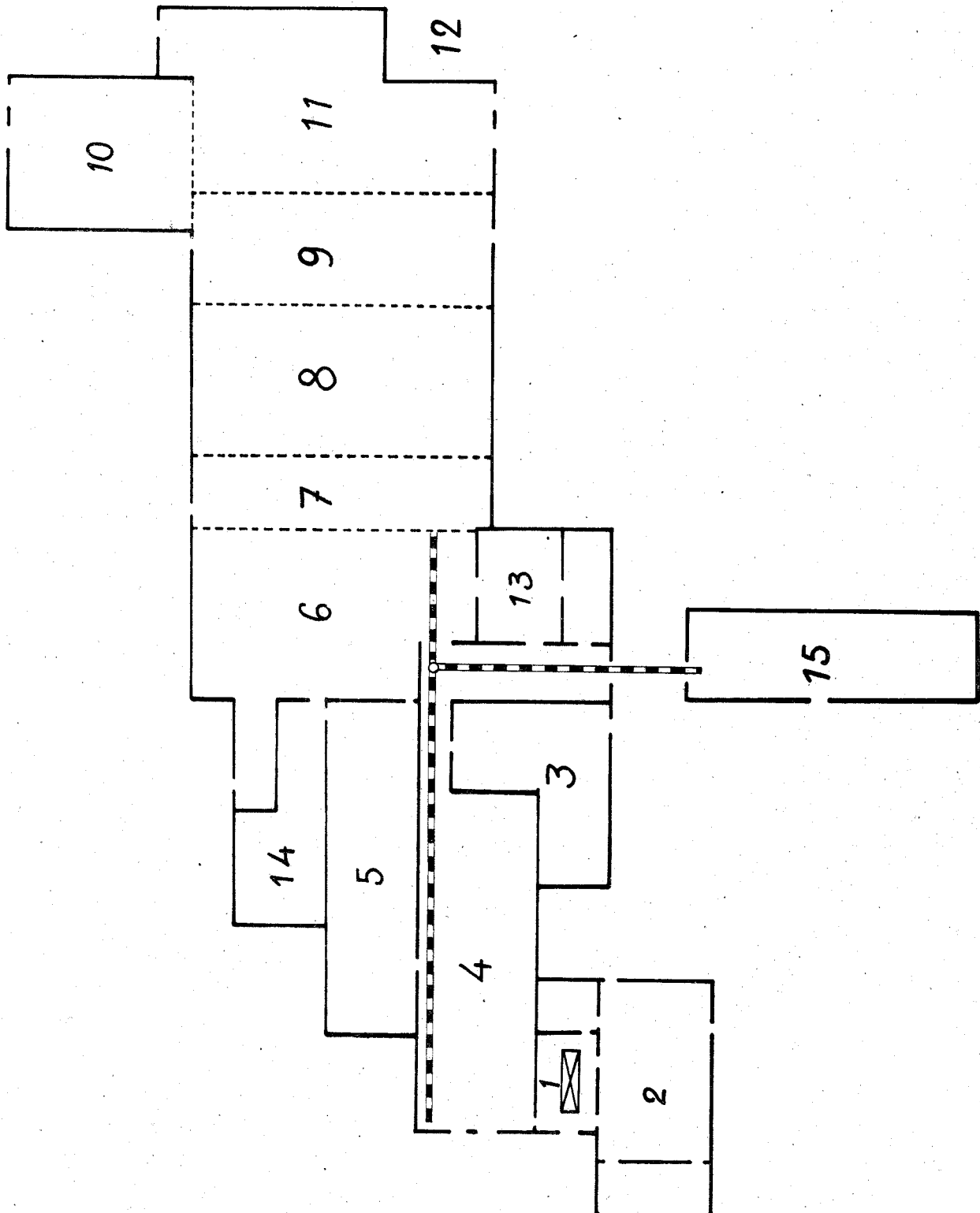
tupa», korjaamo, sähkökeskus j.n.e. ryhmitetty yhteen rikastamon kanssa. Tehdas on sijoitettu loivasti kaltevalle rinteelle. Raskaat koneistot kuten m.m. karkeamurskaajat ja kuulamylyt on sijoitettu syväälle ja perustettu kallioon. Rikastamossa ei ole lainkaan laboratoriota. Näytteet lähetetään köysiradalla

(100 km) Bolidenin kaivokselle, josta tulokset annetaan puhelimella.

Rakennuksen runkona ovat rautarakenteet, seinät on muurattu tiilistä. Tehtaan teho on 500.000 t raakamalmia vuodessa, josta otetaan 3 rikastetta.

Kuvat 13 ja 14. Kristineberg,

rikastamon pohjapiirros ja leikkaus, mittakaava 1 : 800. 1 = nostotorni; 2 = »kaivostupa»; 3 = nostokoneet; 4 = murskaamo; 5 = hienomalmisäiliöt; 6 = kuulamylyt; 7 = kemikaliot; 8 = vaahdotus; 9 = paksunus ja imusuotimet; 10 = rikasteiden kuivaus; 11 = rikastevarasto; 12 = köysiradan lähtöpiste; 13 =



Kuva 13.

korjaamo; 14 = muuntajat ja säkökeskus; 15 = tarvikevarasto.

Tekijä esittää kiitoksensa Oy Vuoksenniska Ab:n ja Bolidens Gruvaktiebolag'in johdolle julkaisua varten käytettäväksi annetuista piirustuksista ja asiatiiedoista.

Referat.

I uppsatsen beskrivas »olika sätt att bygga anriktningsverk», vilket belyses med exempel från några finska (Outokumpu, Mätäsvaara, Haveri, Nivala och Ylöjärvi) och svenska (Lavern, Kristineberg) anriktningsverk. Bilderna omfatta en schematisk planritning och sektion över varje verk, samtliga i samma skala 1 : 800, utom sektionen över Mätäsvaara i skalan 1 : 2000.

Bild 1 och 2. *Outokumpu anriktningsverk* (Outokumpu Oy). 1 = uppfordringstorn; 2 = krossverk; 3 = finmalmsfickor; 4 = primära kulkvarnar; 5 = flotation; 5a = sekundära kulkvarnar; 6 = förtjockare; 7 = sugfilter; 8 = torkugnar för koncentrat; 9 = koncentratlager; 10 = laboratorier och kontorsrum; 11 = matsal, tvätt- och omklädningsrum. Verket, som blev färdigt 1928, använde i början skakbord och flotation samt hade en kapacitet på 100.000 t råmalm per år. År 1933 övergick man till helflotation och kapaciteten ökades successivt till 600.000 t, varur 5 koncentrat uttages. Byggnaden är uppförd med en stomme av jorbetong väggarna av ihåliga cementtegel. Taket består av betongplattor med cellbetong som värmeisolation.

Bild 3. *Mätäsvaara anriktningsverk* (Oy Vuoksenniska Ab), planritning i skala 1 : 800. 1 = uppfordringstorn, grovkrossverket insprängt i fast berg under laven; 2 =

transportband 145 m, övre ändan användes ss. plockband; 3 = finkrossverk; 4 = transportband 55 m; 5 = finmalmsficka; 6 = transportband 40 m; 7 = anriktningsverket; 8 = koncentratlager och inpackning; 9 = laboratorium.

Bild 4. *Mätäsvaara anriktningsverk*, sektion i skala 1 : 2000. 1 = uppfordringstorn; 2 = grovkrossverket insprängt i fast berg; 3 = transportband; 4 = finkrossverk; 5 = transportband; 6 = finmalmsficka; 7 = transportband; 8 = anriktningsverket. Verkets kapacitet 250.000—300.000 ton, 1 koncentrat. Träkonstruktioner, utom för finmalmsfickan, som består av betong.

Bild 5 och 6. *Haveri anriktningsverk* (Oy Vuoksenniska Ab), planritning och sektion. 1 = uppfordringstorn; 2 = grovmalmsficka; 3 = krossverk; 4 = 2 transportband; 5 = vibrationsstikt; 6 = transportband; 7 = finmalmsficka; 8 = kulkvarnsavdelning; 9 = flotation; 10 = förtjockare; 11 = sugfilter; koncentratficka under 11. Uteslutande träkonstruktioner. Endast anriktningsverket försett med värmeisolation, dubbel panel och 2 skikt wellpapp. Kapacitet 90.000 t, 1 koncentrat.

Bild 7 och 8. *Anriktningsverket vid Lavern* (Bolidens Gruvaktiebolag). 1 = uppfordringstorn; 2 = krossverk; 3 = finmalmsfickor; 4 = anriktningsverk; 5 = »gruvstuga» i 3 våningar; 6 = luftkompressorer; 7 = mek. och elektr. verkstad. Verket har uppförts på plan mark med gemensam byggnad för gruvlaven, anriktningsverket och samtliga hjälparvdelningar. Byggnadssättet järnkonstruktion och isoleringsplattor. Kapaciteten 100.000 ton råmalm/år, 1 koncentrat.

Bild 9 och 10. *Anriktningsverket i Nivala* (Outokumpu Oy). 1 = uppfordringstorn; 2 = grov- och finkrossverk; 3 = omklädnings- och tvätt- rum; 4 = anriktningsverk; 5 = förmanskontor; 6 = ficka för koncentrat; 5a = laboratorium ovanför 5.

Verket har uppförts på plan mark, varvid uppfordringen sammanbyggs med anriktningsverket dock utan att driva koncentrationen lika långt som vid Lavern. Byggnadssättet uteslutande träkonstruktion, värmeisolation i väggar och tak; brädfordring med pappisolation. Kapacitet 50.000 — 75.000 ton, 1 koncentrat.

Bild 11 och 12. *Anriktningsverket i Ylöjärvi* (Outokumpu Oy). 1 = uppfordringstorn; 2 = finkrossverk; 3 = finmalmsfickor; 4 = kulkvarnar; 5 = flotation; 6 = förtjockare och sugfilter; 7 = ingeniörskontor och laboratorium; förmanskontor ovanpå; 8 = gruvingenjörens kontor, tvätt- och omklädningsrum; 9 = värmecentral; 10 = luftkompressorer; 11 = transformatorstation och elektr.fördelning. Verket är uppfört dels på plan mark, dels på svag sluttning med stomme av järn- och betong, väggarna av cementtegel med cellbetongplattor som värmeisolation, tak av trä, värmeisolation av trämasseplattor. Kapacitet 150.000 t råmalm, 1 koncentrat.

Bild 13 och 14. *Anriktningsverket i Kristineberg* (Bolidens Gruvaktiebolag). 1 = uppfordringstorn; 2 = »gruvstuga»; 3 = gruvspel; 4 = krossverk; 5 = finmalmsfickor; 6 = kulkvarnar; 7 = kemikalier; 8 = flotation; 9 = förtjockare och sugfilter; 10 = torkugnar för koncentrat; 11 = koncentratlager; 12 = linbana för utg. koncentrat; 13 = reparationsverkstad; 14 = transformatorstation och elektr.fördelning; 15 = materialförråd. Verket är uppfört på svag sluttning, tunga maskiner insprängda djupt i fast berg. Byggnadssättet järnkonstruktioner och tegel. Kapacitet 500.000 ton, 3 koncentrat.

Författaren framför sitt tack till ledningen för Oy Vuoksenniska Ab och Bolidens Gruvaktiebolag för ritningar och sakuppgifter, som ställts till förfogande i och för publikation.

Om användandet av elektriska motståndsmätningar vid geologiska undersökningar.

Doktor Adolf A. T. Metzger, Pargas Kalkbergs Ab.

Vid de av författaren utförda praktiskt geologiska undersökningarna hava tvenne geofysikaliska metoder kommit till användning i allt större omfattning, nämligen magnetiska mätningar med en känslig vertikalvariometer och elektriska motståndsmätningar. Det är de senare, vilka här närmare skola behandlas. De magnetiska mätningarna skola beskrivas i en senare uppsats.

1. Metoden.

Tillföres marken en elektrisk ström mellan två punktformiga elektroder E_1 och E_2 (fig. 1 A), kan potentialfallet uppmätas mellan två sökarelektroder P_1 och P_2 . Är avståndet $P_1-E_1 = r_1$ och avståndet $P_1-E_2 = r_2$, så är potentialen i P_1 $V_1 = \frac{I}{2\pi\sigma} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$, om I är strömstyrkan och σ markens spec. ledningsförmåga. Betecknas åter P_2-E_1 med R_1 och P_2-E_2 med R_2 , så blir potentialen i P_2 $V_2 = \frac{I}{2\pi\sigma} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$. Motståndet mellan P_1 och P_2 är då

$$\rho = 2\pi \frac{V}{I} \left(\frac{1}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} \right).$$

Denna ekvation gäller för alla de positioner, vilka elektroden kunna intaga i förhållande till varandra, även om ström- och sökarelektroder byta plats sinsemellan. Man strävar nu i praktiken till att få en möjligast hanterlig elektrodskonfiguration, samt att få ett möjligast enkelt uttryck för motståndsvärdet, vilket åter underlättar tolkningen av mät-

ningsresultatet. Vid författarens undersökningar ha två konfigurationer haft företräde. Den ena elektrod-fördelningen (fig. 1 B) kännetecknas därigenom att elektrodenas inbördes avstånd alltid är lika stor. Elektrodena ligga på samma linje, strömelektroden ytterst, sökarelektroden mellan dem. Denna fördelning av elektrodena användes först av Wenner (1915) och uppkallas efter honom. Konfigurationen har den stora fördelen att värdet för motståndet får en särdeles enkel form, det blir nämligen

$$\rho = 2\pi a \frac{I}{V},$$

där a är avståndet mellan de enskilda elektroden. Man kan ytterligare sätta in en tredje sökarelektrod i mitten mellan P_1 och P_2 . Motståndet mätes då mellan den tredje mittersta sökarelektroden och någon av de båda andra sökare-

elektrodena. Man mäter således varje halva av elektrodssystemet för sig. De funna värdena måste multipliceras med faktorn 2. Denna metod har införts av Lee (1929) och bär hans namn.

Hittills har avståndet mellan strömelektroden varit begränsat och bestämt. Flyttas emellertid den ena strömelektroden på så långt avstånd ifrån den andra, att dess inflytande kan negligeras (teoretiskt måste avståndet bliva ∞ stort), så kan mätningen ske i närheten av den ena strömelektroden. Detta ger upphov till den andra elektrod-fördelningen, som använts av författaren. Mätningen utföres i närheten av E_1 och E_2 placeras på mycket stort avstånd (fig. 1 C). P_1 och P_2 ligga i linje med E_1 , men kunna placeras i vilket azimut som önskas. Betecknas E_1-P_1 med a

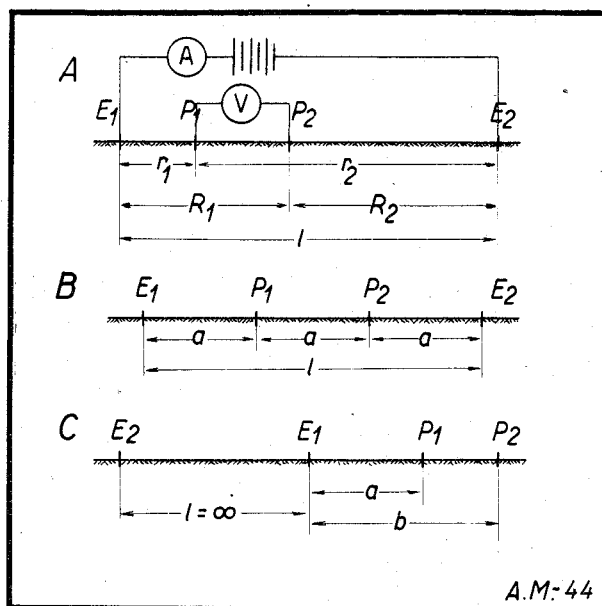


Fig. 1.

och $E_1 - P_2$ med b , så är formeln för motståndet $\rho = 2\pi \frac{ab}{b-a} \cdot \frac{V}{I}$. Hålles b alltid dubbelt så stort som a , övergår formeln för motståndet till $\rho = 4\pi a \frac{V}{I}$. Denna elektrod-fördelning är en avart av Wenners med den ena strömelektroden på ∞ avstånd.

Mätningarna försiggå enligt två olika principer, beroende på ändamålet. Genom att variera elektrodernas inbördes avstånd nås mindre eller större volymer av de under markytan liggande delarna. Medan små elektrodavstånd lämna upplysningar om ytlagrens elektriska förhållanden, avslöja mätningarna med stora elektrodavstånd förhållandena vid stora djup. Hålles således mätningspunkten konstant och varieras elektrodernas avstånd, upptäckas variationer i vertikalen. Detta mätningssätt kallas elektroplikning. I motsats till denna metod står motståndskartläggningen. Vid denna hålles elektrodavståndet konstant och hela elektrod-systemet förflyttas. Härigenom registreras variationer i horisontal led, varvid elektrodavståndets storlek bestämmer nivån för kartläggningen.

Användes Wenners metod för elektroplikning, gäller mittpunkten mellan sökarelektroden som mätningspunkt. Elektrodena förflyttas symmetriskt till denna. Placeras en tredje sökarelektrod enligt Lee i mätningspunkten, inverkar denna icke på mätningens gång, med det undantaget att båda halvorna uppmätas skilt för sig. Detta har den betydelsen att anisotropier inom marken upptäckas lättare. Dessa

bero dels på förändringar i ytlagren, varvid elektrodernas övergångsmotstånd varieras, eller genom inlagring av störningskroppar på större djup. Visa de båda halvorna i Wenners system starkt från varandra avvikande motståndsvärden, kan en tolkning oftast icke företagas, förrän orsaken till disharmonin blivit närmare undersökt.

I Wenners system flyttas vid elektroplikning både potential- och strömelektrodena. Mättes endast i närheten av en strömelektrod, så flyttas endast sökarelektrodena. Mätningpunkten sammanfaller med strömelektrodens placering. För att upptäcka eventuella störningskroppar, utföres mätningen så att sökarelektrodena förflyttas t. ex. vinkelrätt till förbindelsen mellan strömelektrodernas, först i en riktning, och sedan i motsatt riktning. Då strömelektrodena förbliva på platsen, elimineras den fara för störningar, som uppkommer genom strömelektrodena varierande övergångsmotstånd. Avståndet mellan strömelektrodena hålles i praktiken så att det är minst 4 till 5 gånger större än det djup som skall nås med elektroplikningen.

Djupet för vilket mätningen gäller är vid Wenners system detsamma som elektrodavståndet a , i de fall där endast en konstant strömelektrod tages i räkningen däremot $\frac{a+b}{2}$.

Vid motståndskartläggning flyttas Wenners elektrod-fördelning så att elektrodena vandra tvärs eller parallellt till den geognostiska strukturen som skall undersökas. Begagnar man sig av endast en strömelektrod, låter man sökarelektrodena förflytta sig på linjen genom

strömelektrodena, med samma inbördes avstånd.

Är grunden sammansatt av endast ett enda isotropt lager, så förblir det med någon av de ovan beskrivna elektrod-fördelningarna uppmätta motståndet städse konstant, oberoende av elektrodernas inbördes avstånd, eller av deras förflyttning under avståndens bibehållande. Det uppmätta motståndet är markens specifika motstånd. Uppkommer dock anisotropi, antingen genom uppträdande av ett eller flere horisontella lager av olika beskaffenhet, eller genom förekomsten av olikartade element skilda genom vertikala gränspan, så förändras det uppmätta motståndet, då elektrodavståndet varieras eller hela elektrod-systemet förflyttas i horisontell riktning. Det nu funna motståndet är sammansatt av inverkan från samtliga förekommande olika element, det är således icke längre något specifikt motstånd utan ett s.k. skenbart motstånd, vilket vi beteckna med ρ_a . Detta skenbara motstånd varieras med markens struktur både i vertikal och horisontell led. Man kan nu matematiskt analysera olika lagers inverkan på det skenbara motståndet. Dylka beräkningar hava utförts av Hummel (1928, 1929), Ehrenburg & Watson (1932), Roman (1931) och Watson (1924). Beräkningarna utgå från det s.k. tvålagerproblemet. I detta antagas att ett lager med motståndet ρ_1 , och en bestämd mäktighet h_1 vilar på ett undre lager med motståndet ρ_2 och mäktigheten $h_2 = \infty$. Mätningarna utföres vid markytan, således på det övre lagrets övre gränssyta. Potentialskillnaden mellan två sökarelektroder $P_1(x_1, y_1)$ och $P_2(x_2, y_2)$ blir då:

$$V_{P_1} - V_{P_2} = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left(\frac{1}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} - \frac{1}{\sqrt{(1-x_1)^2 + y_1^2}} + 2 \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{k^n}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2 + (2nh)^2}} - 2 \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{k^n}{\sqrt{(1-x_1)^2 + y_1^2 + (2nh)^2}} \right. \\ \left. - \frac{1}{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}} + \frac{1}{\sqrt{(1-x_2)^2 + y_2^2}} - 2 \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{k^n}{\sqrt{x_2^2 + y_2^2 + (2nh)^2}} + 2 \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{k^n}{\sqrt{(1-x_2)^2 + y_2^2 + (2nh)^2}} \right)$$

l är avståndet mellan strömelektrodena, samt k en av motståndsförhållanden beroende faktor, nämligen

$$k = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$$

Vi se att k och h spela en avgörande roll för potentialskillnadens värde. Användes nu Wenners elektrod-fördelning, så blir potentialfallet:

$$V_{P_1} - V_{P_2} = \frac{1}{2\pi a} \left[1 + 4 \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{k^n}{\sqrt{1 + \left(\frac{2nh}{a}\right)^2}} - 4 \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{k^n}{\sqrt{4 + \left(\frac{2nh}{a}\right)^2}} \right]$$

Härav följer att det skenbara motståndet är:

$$\rho a = \rho_1 \left[1 + 4 \sum_{n=1}^{n=\infty} k^n \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \left(2n \frac{h}{a}\right)^2}} - \frac{1}{\sqrt{4 + \left(2n \frac{h}{a}\right)^2}} \right) \right]$$

eller i avkortad form:

$$\rho a = \rho_1 (1 + 4F).$$

Faktorn k kan variera mellan +1 och -1, beroende på om det undre lagret äger det större motståndet (k+) eller det mindre (k-).

Formeln gäller även om man använder Lees metod eller mätningar invid den ena strömelektroden med lika avstånd mellan potentialelektroder och strömelektroden (b = 2a). De observerade värdena böra dock multipliceras med faktorn 2.

Genom att utveckla uttrycket (1+4F) kan man konstruera kurvor

för $\rho a / \rho_1$ för olika värden av k och k/a. Dessa kurvor tjäna vid tolkningen av tvålagerkurvor antingen som mallkurvor eller som kurvor för speciella beräkningar.

2. Instrumentell utrustning.

Vid förf. undersökningar har dels en potentiometer milliampèremätare utrustning, dels mätbryggor kommit till användning. Det första instrumentet som kom till användning var en Megger-jordmotståndsmätare med fyra uttag, vilken byggts av den engelska firman Evershed & Vignoles Ltd. Instrumentet består av en handdriven likströmgenerator vilken levererar strömmen till elektrodena. Denna ström kommuteras till växelström innan den utgår i marken. Den genom potentialelektrodena upptagna strömmen kommuteras tillbaka till likström och sätter en med Ohm-skala försedd mätare i funktion. Denna har fyra mätområden, nämligen 0—3, 0—30, 0—300 och 0—3000 Ohm. Det första mätområdet användes mest. Instrumentet är känsligt för elektrodenas övergångsmotstånd, vilka böra bestämmas och korrigeras för. Sie-

mens bygger numera ett liknande instrument med en växelströmgenerator. Detta är betydligt mindre beroende av övergångsmotståndet. Instrumentet bygges i två typer med mätområdena 0—10, 0—100, 0—1000 resp. 0—100, 0—1000, 0—10000 Ohm. Den förra typen är den lämpligare. Kablarna äro gummiklädda telefonkablar med stor och smidig böjlighet. Som elektroder användes järnspikar, försedda med lämpliga kontaktskruvar för ledningarnas fästande. Evershed & Vignoles hava numera utvecklat en speciell geofysisk Megger med möjlighet till mätning av mycket små motstånd. Ett dylikt instrument beställdes just före vinterkrigets utbrott, men levererades aldrig.

För att göra noggrannare mätningar har förf. på senare tider övergått till en mera komplicerad utrustning. Denna består i en milliampèremätare med mätområdena 0—100 och 0—500 mA (fabrikat Mikkelson) på strömsidan. Stöm-

källa är ett anodbatteri, eventuellt två i serie. Potentialskillnaden uppmättes med en potentiometer med galvanometer med ett mätområde om 0—400 mV (fabrikat Leeds & Northrup). I vissa fall har även en rörpotentiometer med mätområdet upp till 1000 mV (fabrikat Hellige) använts. Då strömmen icke kommuteras innan den utgår till marken måste potentialelektrodena skyddas mot polarisationsfenomen. Detta sker genom användandet av ickepolariserbara elektroder. Dessa bestå i lerkärl av poröst gods, så att en i kärnen befintlig koncentrerad lösning av kopparsulfat lätt kan träda i kontakt med marken. I denna lösning nedsänkes den egentliga elektroden av koppar. Användandet av likström med dessa komplicerade elektroder förorsakar en del besvär, när man bör borra ut färdiga hål för elektrodenas placering. Men å andra sidan har, som redan Schlumberger (1927) framhållit, likströmmen den fördelen, att tränga djupare ned och lämna mera entydiga resultat än växelström. Detta gör att man gärna tar på sig något mera besvär med fältproceduren, för att sedan få ett säkert resultat. Anordningen med anodbatterier som strömkälla ha den fördelen att primärströmmens spänning kan varieras. Den bör dock hållas så att i allmänhet icke tappas mera än 100 mA ur batteriet i gången, för att spara på det samma.

3. Elektropliktning.

Det är oftast av stor vikt för bergsindustrin att få en rätt uppfattning om jordtäcket mäktighet ovan om en fyndighet, det må sedan gälla avrymningsarbeten eller endast en diamantborring. Tidigare sökte man lösa problemet genom pliktning med stång. Detta förfarande kräver dock mycket tid samt lämnar oftast felaktiga resultat, när pliktstången kan stanna på större stenar eller på hårdare

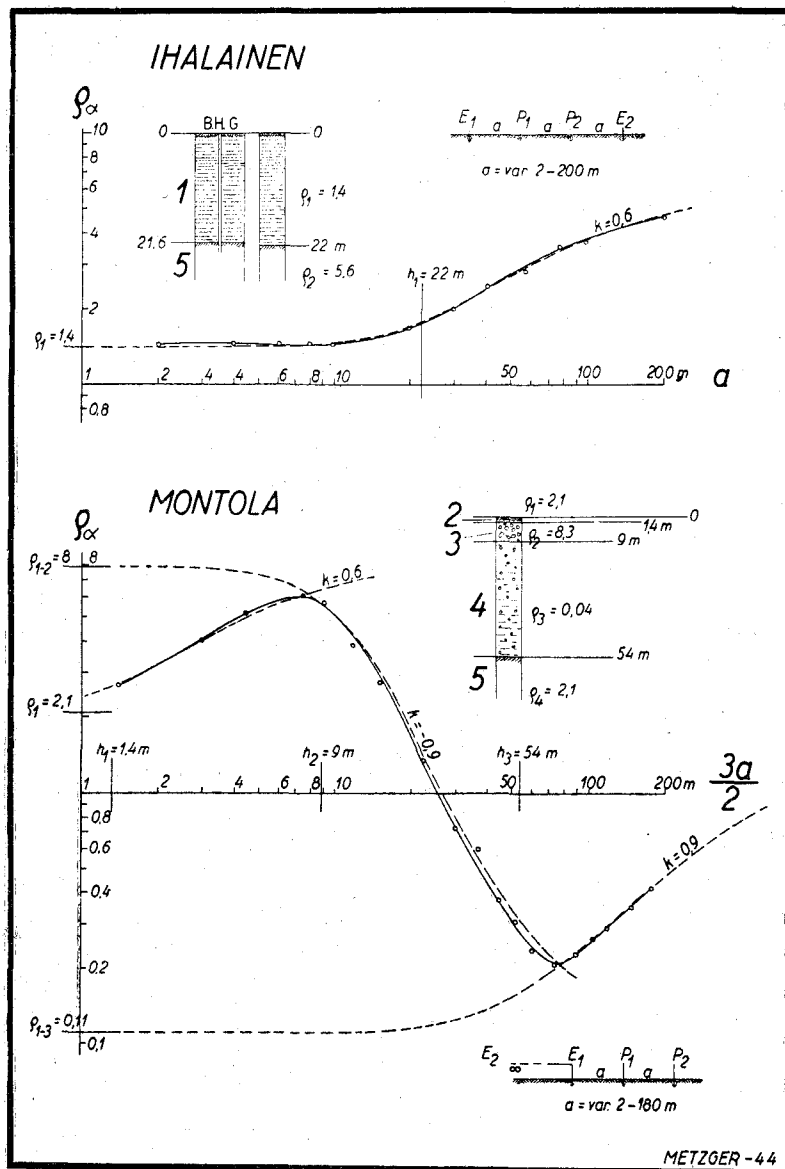


Fig. 2.

moränlager, utan att man kunde avgöra huruvida berget nåtts eller icke. Elektropliktningen kan här gott ersätta pliktstängen, med säkrare resultat och snabbare arbetstakt som särskilda fördelar.

I fig. 2 äro resultaten från tvenne elektropliktningar sammanställda. Den övre figuren visar en pliktning invid kalkstensbrottet Ihalainen (Lappeenranta), där senare ett borrhål placerats. Kurvan är uppritad i logaritmisk skala, med det skenbara motståndet som ordinata och elektrodavståndet a som abscissa. Wenners elektrodfördelning användes. Man ser att kurvan för relativt små elektrodavstånd förlöper närapå horisontellt. Motståndet varierar praktiskt taget icke, marken

måste således anses som isotrop från elektrisk synpunkt. Vid elektrodavståndet 10 m börjar kurvan att stiga för att närma sig asymptoten något bortom $a = 200$ m. Kurvan är en typisk tvålagerskurva.

Det gäller nu att tolka denna kurva. När Gish och Rooney (1925) utförde ett mycket uppmärksammat arbete på detta område, kommo de till uppfattningen, att motståndskurvan skulle visa en plötslig förändring i sitt förlopp, då elektrodavståndet sammanfaller med djupet för gränsytan mellan två olikartade lager. Denna regel användes till en höjjan ganska allmänt. Flere forskare kunde dock snart visa, att detta antagande icke höll sträck eller åtminstone var ett ganska

osäkert postulat. Lancaster-Jones (1930) visade även, att en sådan plötslig förändring av kurvan, då elektrodavståndet och djupet för gränsytan voro lika, redan på rent teoretiska grunder icke kunde väntas. Förändringen i kurvan börjar nämligen redan mycket tidigare. Även den ovan återgivna kurvan från Ihalainen visar ingen plötslig förändring i sitt förlopp. Vi se emellertid att från och med $a = 10$ m ett undre lager med högre motstånd gör sig gällande. I vilket djup gränsytan ligger kan emellertid icke utan vidare avgöras.

Vid tolkningen utgår man från teoretiska kurvor för de olika värden av k , vilka beräknats på grund av ekvationen $qa/q_1 = 1 + 4 F$. Dessa kurvor uppritas med qa/q_1 som ordinata och med a/h eller h/a som abscissa. Dessa kurvor kunna antingen tjäna som direkt jämförelsematerial, eller som utgångspunkt för en matematisk behandling av kurvan.

Vid jämförelsen med mallkurvorna har ett förslag av Roman (1934) följts. Detta förfarande beror på att både mallkurvorna och den observerade kurvan uppritas i samma logaritmiska skala. Laggas de sedan över ett ljusskåp på varandra, så kan man ur diagrammen direkt avläsa den observerade kurvans k värde, värdet för det övre lagrets motstånd ρ_1 , och duplet h_1 till det undre lagret. Denna eleganta metod har tillämpats på kurvan från Ihalainen. Den teoretiska kurvan för $k = +0,6$ är den brutna linjen tätt intill den observerade kurvan. Överensstämmelsen är god. Man avläser att djupet

Fig. 3. Markens ledningsförmåga i förhållande till berggrundens läge i en profil i Montola (Conductibilité du sous-sol par rapport à la surface des roches cristallines (R), explorée par des sondages (B.H.), Mine de Montola).

h_1 är 22 m, det övre lagrets motstånd $\rho_1 = 1,4$ (skalan är helt godtycklig, då endast relationerna äro av intresse). Man kan nu beräkna det undre lagrets motstånd, då k och ρ_1 äro kända. Resultatet är $\rho_2 = 5,6$. Borrhållet visade att berggrunden ligger på 21,6 m djup. Överensstämmelsen är tillfredsställande.

Granskas kurvan nu ånyo, så ser man, att vid små elektrodavstånd endast det övre lagret bestämmer kurvans förlopp. Det undre lagret åter börjar helt dominera när elektrodavståndet blir ca 4—5 \times djupet, vid 90—110 m i detta fall. Härav drages den slutsatsen att elektrodavståndet bör vara 4 till 5 gånger större än det väntade djupet, för att man kan vara säker på att få in det djupare lagrets inverkan.

Förutom den här använda tolkningsmetoden med direkt jämförelse med mallkurvorna, har i stor utsträckning använts en annan metod, först föreslaget av Tagg (1930, 1934). Denna går ut på, att det övre lagrets motstånd bestämmas genom noggranna mätningar med små elektrodavstånd. Sedan bildas förhållandet ρ_a/ρ_1 varvid ρ_a är det skenbara motståndet vid olika elektrodavstånd. För dessa förhållandetal avläsas ur mallkurvorna vissa värden, vilka åter giva upphov till nya kurvor, vilka skola skära varandra i en punkt angivande djupet och k . Metoden är något omständlig, men ger goda resultat. Den erfordrar en noggrann kännedom om det riktiga motståndsvärdet för ρ_1 , på vilket hela beräkningen baseras. Då denna förutsättning icke alltid kan anses bestå, har Tagg (1935) utarbetat en modifikation av den ursprungliga metoden, vilken även den visat sig vara synnerligen användbar. Författaren skall

en annan gång närmare redogöra för denna intressanta metod.

Den undre kurvan på fig. 2 är resultatet av en elektropliktning invid Montola kalkstensgruva. Mätningen utfördes kring den ena strömelektroden. Kurvan har ett helt annat förlopp än den föregående. Den är en typisk flerlagerkurva. På ytlagret följer ett lager med större motstånd, därefter ett tredje lager av lågt motstånd och slutligen som fjärde lager berggrunden. Vid tolkningen måste man successivt subsistueras de olika lagren så, att problemet hela tiden reduceras till ett tvålagers problem. Tolkningen ger följande resultat: 0—1,4 m $\rho_1 = 2,1$ (finkornig morän), 1,4—9 m $\rho_2 = 8,3$ (stenig morän), 9—54 m $\rho_3 = 0,04$ (lerimorän med hög vattenhalt), 54— ∞ m $\rho_4 = 2,1$ (kalksten). De motsvarande teoretiska kurvorna återfinnas på ritningen. Ett borrhål nådde beklagligt endast till 47 m djup, då rören fastnade i den stenrika moränen och borrhningen måste avbrytas. Det finnes således ingen exakt kontroll på berggrundens djup.

Elektropliktningarna hava stor betydelse icke endast för gruvindustrin, utan även inom väg- och vattenbyggnadsfacket, vid uppletandet av vattenförande lager, samt undersökning av byggnadsgrunden. En stor fördel är den relativa snabbhet med vilken

elektropliktningen kan utföras. Den största delen av tiden åtgår för mätninglinjernas utstakning och utprickningen av elektrodplaceringarna. Själva mätningen tar endast kort tid. För en pliktning till 200 m behövs ca 30 min. Ifall flere kontrollinjer mätas i samma punkt, kan man räkna med att en mätningstid. Arbetar man så, att en eller två linjegrupper om 3 man samarbeta med en mätgrupp om 4 man plus observatören, så medhinnas på en normal arbetsdag bekvämt 8 pliktningar till 150 m djup, men åtskilligt flere med kortare distanser.

4. Motståndskartläggning.

Motståndskartläggning kan ävenledes tillgripas för att få en uppfattning om jordlagrens mäktighet. Elektrodavståndet väljas så att det överstiger något det största djupet som jordtäckets väntas ha. Fig. 3 visar ett exempel från Montola. Profilen hade tidigare (1924) undersökts genom diamantborrhål. Ett Wenner elektrodsystem kördes fram längs profilen med 20 m elektrodavstånd. Det resulterande motståndet omräknades till dess reciproka värde, eller ledningsförmågan, (σ). Kurvan för denna uppritades så att O-ytan sammanfaller med markytan och ledningsförmågan

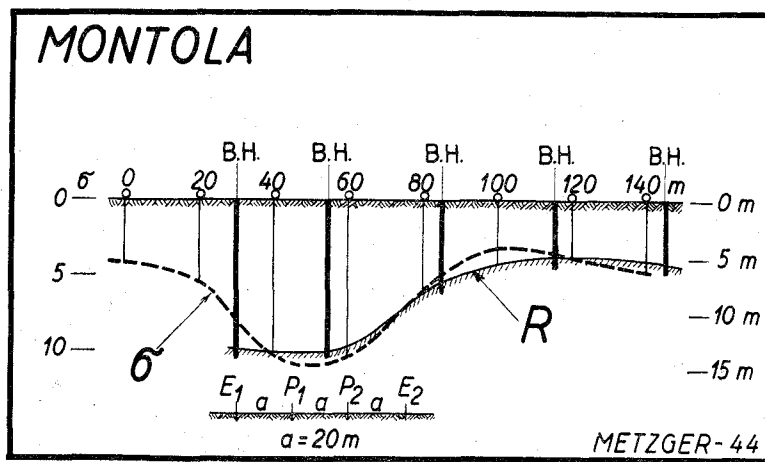


Fig. 3.

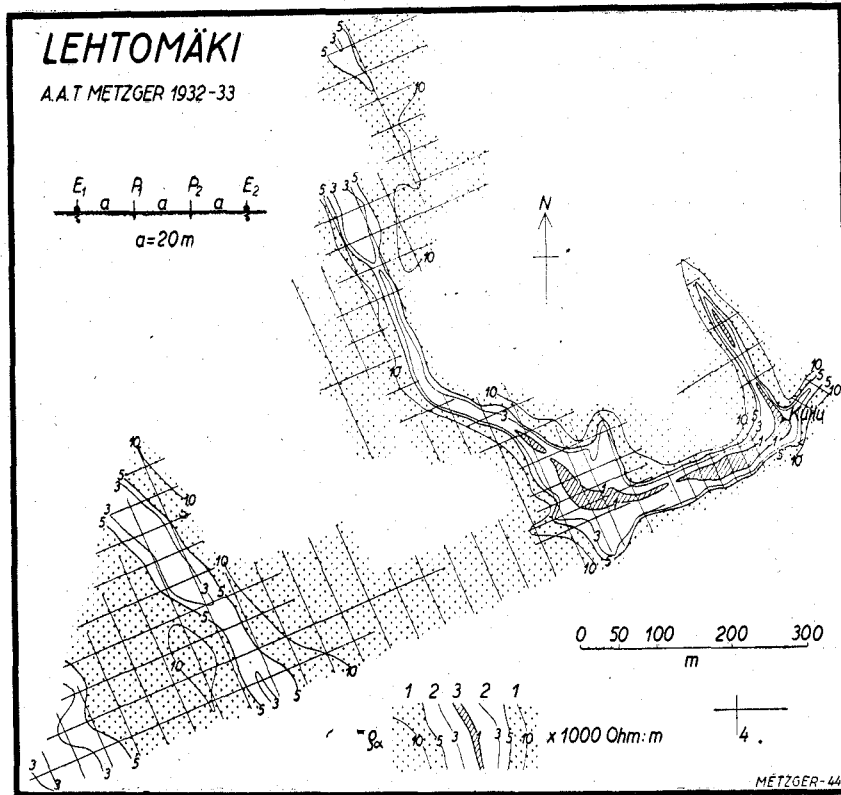


Fig. 4.

växer nedåt. Man ser att kurvan för den elektriska ledningsförmågan till sitt förlopp i stora drag följer bergytan (R), sådan den var känd genom borrhålen (B.H.). Till vänster stiger σ -kurvan uppåt. Motståndet stiger, berggrunden måste ligga i ett högre plan. Detta har senare även kunnat konstateras. Fastän överensstämmelsen är rätt nära, så finnes dock även lokala avvikelser. Dessa bero på inhomogeniteter i den överliggande moränen. Här skymtar ett mycket viktigt faktum fram, vilket aldrig bör glömmas, då det gäller motståndskartläggning. Endast då ett homogent lager täcker berggrunden, kan en kartläggning av berggrundens nivåförhållanden lyckas. Är jordtäckets inhomogent, uppkommer lätt sådana störningar att de omöjliggöra en rätt tolkning

Fig. 5. Den magnetiska anomalin (Z) över en motståndssänka över en metabasitgång i Lehtomäki. (Anomalie de magnétisme vertical (Z) sur une dépression de résistivité sur un filon de metabasite à Lehtomäki. 1 = kvartsit (quartzite), 2 = metabasit (métabasite), 4 = lösa jordlager (terre meuble).

av förhållandena. I sådana fall bör elektropliktning tillgripas.

Kartläggningen kan dock även beröra andra strukturer än jordtäckets mäktighet. Som exempel anföres här den första dylika undersökning, som av förf. utförts i Finland. Det gäller den kaolinförande terrängen kring Lehtomäki i Soanlahti. Elektroavståndet är 20 m.

Fig. 4. Motståndskarta över Lehtomäki kvartsiterräng (1) med gångar av metabasit (2) och kaolin (3) (Carte de résistivités du terrain à quartzite (1) de Lehtomäki avec des filons de metabasite (2) en partie kaolinisés (3)).

Weners elektrodanordning kördes längs ett system av vinkelrätt till varandra stående linjer (Fig. 4). De första försöken gjordes invid schaktet på den då kända gången. Senare påträffades en kraftig indikation från schaktet mot sydväst. De kaolinförande gångarna visa ett motstånd, vilket vanligen ligger mellan 500—1000 Ohm/m, lokalt sjunkande till 200 Ohm/m. Kvartsitens motstånd ligger över 5000 Ohm/m och uppgår för stora delar till över 10000 Ohm/m. Mellan dessa extrema motståndsvärden ligger långsträckta zoner med motstånd mellan 1000—5000 Ohm/m, övervägande mellan 2000 och 3000 Ohm/m. Dessa smala zoner gå ihop med kaolinindikationerna och bilda deras fortsättning. Det gällde att fastställa deras natur. En undersökning med en magnetisk vertikalvariometer visade att dessa, tydligen icke kaolinförande indikationer voro rätt kraftigt magnetiserade. Fig. 5 visar den magnetiska störningen (Z) över en motståndssänka

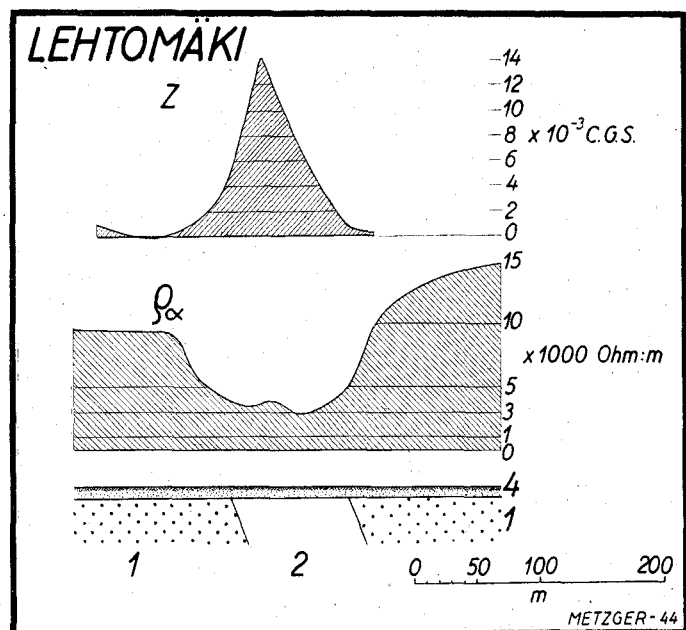


Fig. 5.

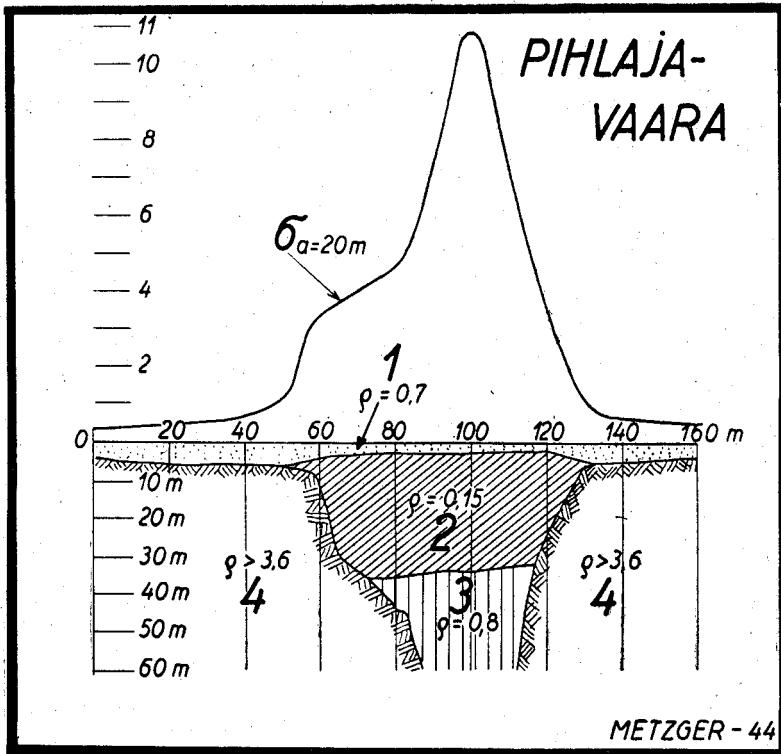


Fig. 6.

(σ_a) i en tvärprofil över indikationen till vänster på kartan. Den magnetiska avvikelser går upp till 1400 gamma. Denna magnetiska indikation följdes mot nordväst och ledde direkt till en håll, där en metabasitgång genomsätter kvartsiten. På denna grund kunde de icke som kaolinindikatorer framträdande motståndssänkorna icke tolkas på annat sätt, än att de måste vara i kvartsiten förekommande metabasitgångar. Då åter kaolinen förekommer i samband med metabasitindikationerna, är det sannolikt att densamma även rent geologiskt hör ihop med metabasiterna. Lehtomäki kaolinen utmärker sig genom sin höga järnhalt och talrika inneslutningar vilka påminna om söndervittrade grönstensrester. Förf. har därför kommit till den uppfattningen att kaolinen är en vittringsprodukt efter metabasiten.

Fig. 7. Motståndprofil för berggrunden och markens ledningsförmåga invid Montola gruva. (Profil de résistivité de roche (ρ_R) de la conductivité du sol (σ) près de la mine de Montola). 1 = morän (moraine), 2 = kristallin kalksten (calcaire cristallin), 3 = diopsidgneis (gneis à diopside), 4 = glimmergneis (gneis micacé).

Lehtomäki undersökningen visar, huru en kombinerad geofysisk kartläggning väsentligen kan bidra till att klarlägga den geologiska strukturen under ett utbrett morän-täcke. Från rent geofysisk synpunkt är resultatet intressant, enär alla förekommande bergarter visa ett relativt högt motstånd, men att motståndsskillnaderna ändå äro så stora att de framträda tillräckligt tydligt i kartbilden. Även kaolin-

Fig. 6. Geoelektrisk profil över kaolin-förekomsten Pihlajavaara (Coupe géo-électrique du gisement de kaolinite à Pihlajavaara). 1 = morän (moraine) 2 = kaolin (kaolinite), 3 = okänd bergart, kanske vittrad kvartsit (roche de nature inconnue, possiblement de quartzite décomposée), 4 = kvartsit (quartzite).

bildningarnas motstånd är högt Vanliga lerlager visa motstånd om 10–200 Ohm/m.

Motståndskartläggningen kan oftast med fördel kombineras med elektropliktningar. Man får då en ännu detaljrikare bild av grundens struktur. Fig. 6 ger en profil över kaolin-förekomsten Pihlajavaara i Puolanka. Överst ser man kurvan för ledningsförmågan vid $a = 20$ m. Den stiger till sitt toppvärde ovanför gångens djupaste parti. Under moränen ligger kaolinen mellan två väggar av kvartsit. Under kaolinen med motståndet 0.15 följer ett annat lager med ett motstånd av ungefär samma storleksordning som moränens, men betydligt lägre än kvartsitens. Detta lager är tillsvidare icke känt till sin natur. Det är antagligen fråga om en vittrad kvartsit, eller kanske någon annan vittrad bergart. Kvartsitens motstånd är betydligt högre än motståndet för någon av de andra bildningarna.

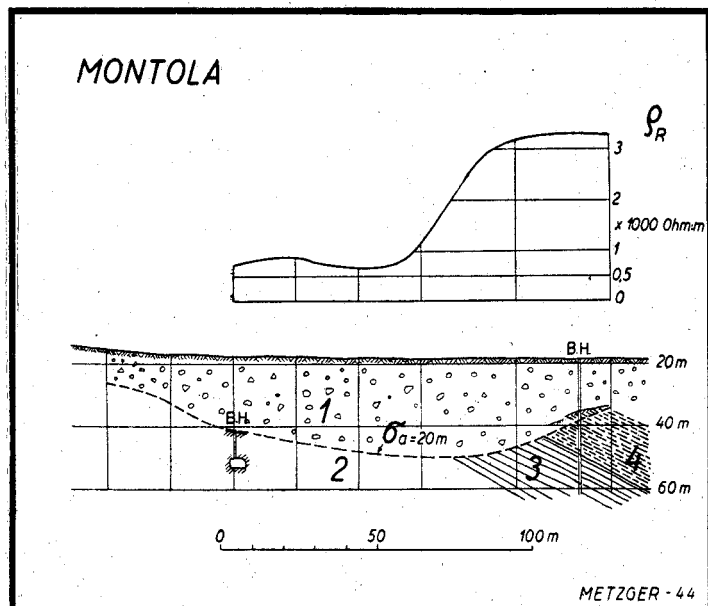


Fig. 7.

Att dylika undersökningar icke inskränka sig till enbart sådana objekt, där motståndsdifferenserna äro så stora, som i fallet Pihlaja-vaara, illustreras genom fig. 7. Profilen ligger norr om Montola kalkstensgruva. Den undre figuren visar åter kurvan för markens ledningsförmåga vid 20 m elektrodavstånd. Berggrundens djupläge bestämdes på grund av denna kurva, med utgång från borrhålsresultatet till vänster i bilden. Bergytan bestämdes här genom ett diamantborrhål från en ort på 54 m avvägning. Man ser att resultatet icke helt slår in på borrhålet från dagen till höger. Borrhålet ligger dock ca 35 m bakom profillinjen. Figuren upptill återger berggrundens motstånd, sådant det bestämts vid elektropliktningen med elektrodavstånd upp till 200 m. Man ser att motståndskurvan ligger betydligt högre ovanom sidobergarterna än ovan om kalkstenen. Motståndet för kalkstenen är i medeltal 750 Ohm/m, det för glimmergneisen 3200 Ohm/m. k blir då $2450/3950 = 0.62$, vilket är ganska anmärkningsvärt. Det är således möjligt att följa denna kontakt under ett ganska mäktigt moränlager. Även detta exempel visar att metoden kan vara till betydande hjälp vid lösandet av geologiska strukturfrågor.

5. Slutord.

De framlagda exemplen visa metodens användbarhet i allmänhet. Metoden har även funnit en omfattande användning vid ekonomisk-geologiska undersökningar i alla delar av jordklotet. De första omfattande undersökningarna utfördes av fransmännen C. och M. Schlumberger så tidigt som 1912. Schlumberger använder sig av likström, och har han och hans elever nått särdeles långt i både undersökningsteknik som tolkning. Det kan vara av intresse att omnämna att Schlumbergers utfört den hittills djupaste elektropliktningen till 40

km djup med elektrodavstånd om 200 km mellan strömelektrodena. I Amerika hava flere forskare använt metoden, i synnerhet Lee Gish, Rooney, Hubbert och Hawkins. Där användes mest kommuterad likström, men även likström i och för sig. Metoden har använts för djupbestämningar, undersökning av geologiska strukturer och sådana mineralförekomster, vilka icke voro särdeles lämpade för annan undersökning. Även malmförekomster hava undersökts med metoden.

Som vid alla andra geofysikaliska metoder är den beroende av vissa premisser, som måste uppfyllas, innan man kan vänta sig ett lyckligt resultat. Denna förutsättning är, att de strukturer, vilka skola undersökas, äga tillräckligt skarpa motståndskontraster. Det är klart att metoden lyckas bättre, om k för de förefintliga strukturerna ligger närmare 1 än närmare 0.1. I allmänhet är detta fallet, då det gäller elektropliktning i vårt land. Den kristallina berggrunden har vanligen motstånd över 1000 Ohm/m, medan de lösa jordlagren variera mellan ca 10 och 500 Ohm/m. Ett undantag bilda sandlager, vilka kunna hava motstånd, vilka betydligt överstiga berggrundens motstånd. Motståndet är beroende av fuktighetshalten. Men det fordras också att vattnet i jord- eller bergarten skall vara tillräckligt elektrolythaltigt, för att motståndet skall sjunka. Är vattnet rent, vilket ofta är fallet i sandlager, så ökar det motståndet. Dessa hänvisningar giva en antydning om, att man icke kan fastslå några normer för motståndsvärdena eller förutspå motståndskurvornas förlopp. Liknande eller likartade element kunna från fall till fall inverka helt olikartat på kurvans förlopp. Mycket beror på ytlagrets natur, och ännu mera på k -värdenas variationer. Detta gör att man bör noga akta sig för all schematisering. Varje område måste undersökas med omsorg och prövas på dess individuella förhål-

landen, innan man ger sig in på tolkningen. Tolkningen blir oftast möjlig först efter ytterligare kompletteringsmätningar. Erfarenheten spelar här, som i all tillämpad geofysik, sin givna roll.

Man kan, innan ett arbete påbörjas, i laboratoriet försöka bestämma de ifrågakommande bergarternas och jordarternas motstånd. Det är förstas alltid bra att samla så många fakta som möjligt. Men oftast visa fältundersökningarna helt andra resultat, än vad laboratorieundersökningarna gävo. Det är därför ännu viktigare att vid arbetets början köra provprofiler på sådana ställen där förhållandena äro någorlunda kända, och sedan starta jobbet med dessa resultat som grund. Av större nytta äro emellertid modellförsök i laboratoriet, där det är möjligt, att efterdåna de väntade strukturerna. I synnerhet i sådana fall där störningskropparna äro av så oregelbunden form, att en matematisk behandling blir allt för komplicerad, kunna dylika experiment vara av stor nytta.

Slutligen några ord angående apparaturen. Vid stora elektrodavstånd sjunker motståndet till synnerligen små värden. Apparaturen bör vara tillräckligt känslig för att kunna avläsa dessa små värden. Motståndsmätare av typen Megger eller Siemens äro icke lämpade för elektrodavstånd över 150 m. Potentiometer-Milliamperemätarmetoden måste då tillgripas för att få tillräcklig noggrannhet. Man bör fordra att Potentiometern tillåter en avläsning av 1 mV med tillräcklig noggrannhet.

Dessa rader må vara tillräckliga för att i korthet skildra ett geofysikaliskt förfarande, vilket är förhållandevis nytt för våra förhållanden, men vilket på grund av sin enkla fälthantering och med hänsyn till vunna erfarenheter även framdeles kan vara till nytta vid lösandet av strukturella problem, både inom bergshanteringen som inom den vetenskapliga geologin.

Litteratur:

- EHRENBURG, D. O. & WATSON, B. J. — Mathematical Theory of Electrical Flow in Stratified Media with Horizontal, Homogeneous and Isotropic Layers. *Transact. Am. Inst. Min. Met. Eng. Geophysical Prospecting* 1932, s. 423—442.
- GISH, O. H. & ROONEY, W. J. — Measurement of the Resistivity of Large Volumes of Undisturbed Earth. *Terrestrial Magnetism*, Vol. 30, 1925, s. 161—188.
- HAWKINS, R. H. — Application of Resistivity Methods to Northern Ontario Lignite Deposits. *Transact. Am. Inst. Min. Met. Eng. Geophysical Prospecting* 1934, s. 76—120.
- HUBBERT, M. K. — Results of Earth-resistivity Survey on Various Geologic Structures in Illinois. *Transact. Am. Inst. Min. Met. Eng. Geophysical Prospecting* 1934, s. 9—39.
- HUMMEL, J. N. — Über die Tiefenwirkung bei geoelektrischen Potentiallinienmethoden. *Ztschr. f. Geophys.* 1928, s. 22—27.
- HUMMEL, J. N. — Untersuchung der Potentialverteilung für einen speziellen Fall im Hinblick auf geoelektrische Potentiallinienverfahren. *Zeitschr. f. Geophys.* 1928, s. 67—76.
- HUMMEL, J. N. — Beiträge zur geoelektrischen Methode. *Zeitschr. f. Geophys.* 1928, s. 179—203.
- HUMMEL, J. N. — Theoretische Grundlagen für die Auffindung von Störungskörpern mittels solcher geoelektrischer Methoden, bei denen zwei punktförmige Elektroden zur Erzeugung eines künstlichen Feldes verwandt werden. *Gerlands Beitr. z. Geophys.* Bd. 20, 1928, s. 281—287.
- HUMMEL, J. N. Untersuchungen über die Potentialverteilung um verschiedene Störungskörper, die sich in einem an und für sich homogenen Stromfelde befinden. *Gerlands Beitr. z. Geophys.* Bd. 21, 1929, s. 204—214.
- HUMMEL, J. N. — Der scheinbare spezifische Widerstand. *Ztschr. f. Geophysik* 1929, 5. s. 89—104.
- HUMMEL, J. N. — Der spezifische Widerstand bei vier plan-parallelen Schichten. *Ztschr. f. Geophysik* 1929, s. 228—238.
- LANCASTER-JONES, E. — The Earth-Resistivity Method of Electrical Prospecting. *Mining Magazine*, 1930, Juni—Juli.
- LEONARDON, E. G. — Electrical Exploration Applied to Geological Problems in Civilengineering. *Transact. Am. Inst. Min. Met. Eng. Geophysical Prospecting* 1932, s. 99—110.
- LEE, F. W. — Some Earth Resistivity Measurements. *U. S. Bur. Min. Inf. Circ.* 6171. 1929.
- ROMAN, I. — How to Compute Tables for Determining Electrical Resistivity of underlying Beds and their Application to Geophysical problems. *U. S. Bur. Mines, Techn. Paper* 502, 1931.
- ROMAN, I. — Some Interpretations on Earth-resistivity Data. *Transact. Am. Inst. Min. Met. Eng. Geophysical Prospecting* 1934, s. 183—200.
- SCHLUMBERGER, C. — La prospection électrique par les procédés Schlumberger, Paris, 1927.
- SCHLUMBERGER, C. — Étude sur la Prospection Électrique du Sous-sol. Paris 1930.
- SCHLUMBERGER, C. & M. — Some Observations Concerning Electrical Measurements in Anisotropic Media, and Their Interpretation. *Transact. Am. Inst. Min. Met. Eng. Geophysical Prospecting* 1934, s. 159—182.
- SCHLUMBERGER, C. & M. — Electrical Studies of the Earth's Crust at Great Depths. *Transact. Am. Inst. Min. Met. Eng. Geophysical Prospecting* 1932, s. 134—140.
- TAGG, G. F. — The Earth-Resistivity Method of Geophysical Prospecting, Some Theoretical Considerations. *Mining Magazine* 1930, Sept.
- TAGG, G. F. — Practical Investigations of the Earth-Resistivity Method of Geophysical Surveying. *Proceed. Phys. Soc.* Vol. 43, 1931, s. 305—323.
- TAGG, G. F. — Interpretation of Resistivity Measurements. *Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. Geophysical Prospecting*, 1934, s. 135—158.
- TAGG, G. F. — Earth-Resistivity Surveying. *Mining Magazine* 1935, Sept. s. 148—154.
- WATSON, R. J. — A Contribution to the Theory of the Interpretation of Resistivity Measurements Obtained from Surface Potential Observations. *Transact. Am. Inst. Min. Met. Eng. Geophysical Prospecting* 1934, s. 201—236.
- WENNER, F. — A Method of Measuring Earth Resistivity. *U. S. Bur. Stds. Sci. Pap.* 258, 1915.

Résumé.

Description de la méthode géoelectrique de sondages verticaux et de carte de résistivités. L'auteur faisait usage du courant continu, fourni par des piles. Les différences potentielles étaient déterminées avec un potentiomètre (Leeds & Nothrup) avec galvanomètre. Le courant était mesuré par un milliammètre. Pour quelques problèmes un Megger et un Siemens Erdungsmesser étaient employés. L'auteur donne des exemples d'application de la méthode, accentuent leur importance pour la solution des problèmes de la géologie appliquée, particulièrement pour des études structurales.

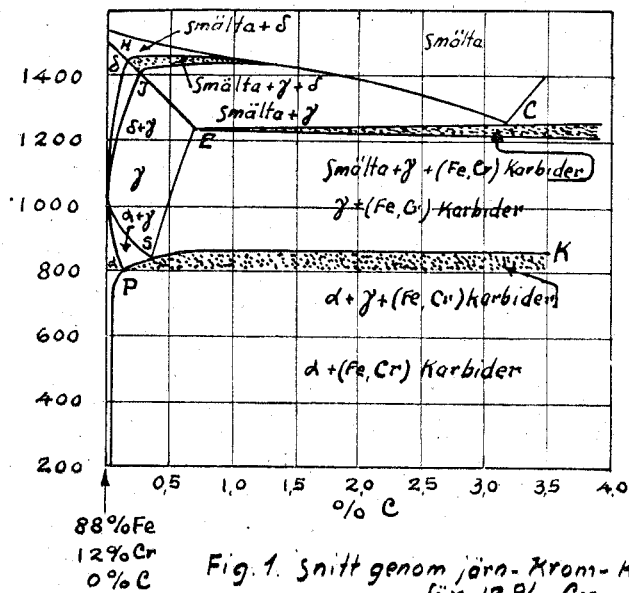


Fig. 1. Snitt genom järn-Krom-Kol systemet för 12% Cr.

(Enl. Kvivobok)

För de olegerade kolstålen betyder uppträdandet av ledeburiteutektikum i strukturen gränsen för smidbarhet och samtidigt gränsen för begreppet stål överhuvudtaget. Ledeburit är den eutektiska till sist stelnde beståndsdelen av tackjärnet och uppträder i järn-kollegeringar vid kolhalter över 1,7 %. Vid 4,2 % kol stelnar järn-kollegeringar till ren ledeburit. Denna består av järnkarbider i en austenitisk grundmassa med 1,7 % kol och undergår vid avkylning samma omvandlingar som ett stål med 1,7 % kol. De högprocentiga volfram- och kromstålen ha dock den märkliga egenskapen att förbli smidbara också vid närvaro av betydande ledeburitmängder som i dessa fall äro volfram- eller kromhaltiga. Såsom ett viktigt faktum kan i detta sammanhang framhållas att ledeburitiska stål icke kunna fås i en homogen fast lösning ty huru man än värmebehandlar stålet kvarblir alltid ändå olösta hårda karbider.

Fig. 1 visar ett vertikalsnitt genom Fe-Cr-C-systemet vid en kromhalt av 12 %. Vår ledeburitiska stålgrupp med kolhalter av 1,4—2,2 % är inritad som ett schaffrerat fält. Jämför man fig. 1 med fig. 2, som visar det bekanta järn-kol-diagrammet, ser man, att punkterna S och E äro starkt förskjutna till vänster och linjerna E-C och S-K äro

förskjutna uppåt till högre temperaturer. Man ser dessutom, att omvandlingarna i kromståldiagrammet icke mera ske vid bestämda temperaturer utan försiggå inom en rätt så bred temperaturintervall. I kromståldiagrammet ligger eutektoidpunkten S redan vid 0,35 % C och E-punkten, som betecknar lösligheten av kol i γ -Cr järnet, ligger vid 0,70 % C. I kromstål med 14 % Cr uppträder ledeburiteutektikum således redan vid kolhalter över 0,70 % och smidbarheten bibehålles för kolhalter upp till 2,5 %.

De lågkolhaltiga ferritiska kromstålen och det martensitiska knivstålet med kolhalter mellan 0,3—0,4 % och c:a 13 % Cr äro bekanta som rostbeständiga stål. Den här behandlade ledeburitiska gruppen med kolhalter mellan 1,4—2,2 % kan däremot icke mera kallas rostbeständig. Vad anlöpningsbeständigheten beträffar, så kunna de ledeburitiska kromstålen, som börja mjukna vid c:a 500°, icke heller tävla med t.ex. snabbstålen, som behålla sin hårdhet upp till rödvärme, c:a 600°. Det som gör de ledeburitiska kromstålen så värdefulla, är deras enastående slitstyrka, deras goda genomhärtningsförmåga och mycket höga hårdhet efter en riktigt utförd härkning. Hårdheten kan stiga till 66 Rockwell-enheter. Stålet är dessutom oxidationsbe-

DE LEDEBURITISKA KROMSTÅLEN

med c:a 12% Cr.

Övering. H. Kreutz von Scheele, Oy. Vuoksenniska Ab.

ständigt upp till 700—800°. För tillverkning av ledeburitiska kromstål kan relativt billigt ferrokrom med hög kolhalt användas. Då elementet krom överhuvudtaget är ett billigt legeringsämne i förhållande till volfram, vanadium och molybden är priset för denna stålgrupp rätt moderat.

Redan tidigare framhölls, att karbiderna i ledeburiten genom värmebehandlingen icke kunna överföras i fast lösning. Vid stelnigen avskiljer sig eutektikum som ett nätverk, vid snabbt stelningsförlopp i finare form än vid långsam stelningshastighet. Under smidningen sträcket och söndras detta nätverk. Ledeburitkarbiderna ligga som främmande beståndsdelar i den austenitiska grundmassan, och det är lätt att förstå, att vårt stål efter smidningen måste uppvisa en utpräglad, trådig pärlbandsstruktur. Vid smidning av block för stansar eller hejardynor måste detta noggrant beaktas, och leverantören måste på särskilt sätt beteckna den sida av blocket, som på grund av smidesgången är lämpligast för gravering.

Det ledeburitiska kromstålet är anmärkningsvärt volymbeständigt, i synnerhet vid lufthårdning. Vi återkomma senare till denna egenskap.

Stålet har följande användningsmöjligheter:

Klippverktyg, stansar, matriser, brotschar, gängrullbackar, fräsar, kalldragverktyg, dragringar, mindre hammarstäd, mätverktyg, bakelitverktyg, inloppsventiler för explosionsmotorer o.s.v.

Behandlingsföreskrifterna äro följande:

Smidning: 1.050—850°. En längre utjämnning vid 700—800° underlättar smidningen. Fara för ytavkolning. Efter smidningen långsam svalning i ugn.

Mjukglödning: 830—870° med max. 20° avkylning per timme. Inpackas i gjutjärnspån. Dubbelglödning är gynnsam. Brinellhården efter glödningen är c:a 250 Br.E.

Normalisering: Förekommer icke vid dessa stål.

Härdning: 930—970° i olja eller 975—1.025° i torr pressluft. För den del av gruppen, som har högre kolhalt, ger oljehärdning bättre resultat. Om man önskar den minsta möjliga volymförändring och hög hårdhet, uppvärms stålet först till 950—1.000° för att överföra möjligast många karbider i lösning, utjämnar i ugn vid 850° och härdar i luft eller olja. Uppvärmar man stålet till 1.100° får detsamma efter härdningen en austenitisk grundmassa, som hårdnar vid en senare anlöpning till c:a 500°. Härdningstemperaturen hålles c:a 15 min., beroende på styckets storlek. Faran för ytavkolning beaktas. Arbetsstycket måste helt få kallna före anlöpningen. Hårdheten efter härdningen kan gå upp till 66 Rc.

Anlöpning: 150—530°.

Kromstålen med 12—13 % Cr

och 1,4—1,6 % C lämpa sig också för nitrerbehandling, varigenom slitstyrkan, enligt amerikanska uppgifter, för vissa verktyg ytterligare höjes 3—5 gånger. Som förberedande värmebehandling före nitringen härdas stålet från 1.120—1.150° med luft och anlöpes till c:a 600°. Samma stål finner på grund av sin oxidationsbeständighet användning som material för inloppsventiler för flygmotorer. Efter en oljehärdning från 930—950° och anslutande anlöpning till 700—750° nås följande fysikaliska värden:

δ_s	δ_B	δ_s	ψ	Brinell
c:a 55	80—90	18—10	25	240

Omvandlingspunkten för detta stål ligger vid 830°. Spec.vikten är 7,72 Utvidningskoefficienten är för 20°—800° $13,5 \times 10^{-6}$.

Grundanalysen för den här behandlade stålgruppen kan för olika ändamål varieras genom tillsatser av Ni, V, Mo, W och Co i mängder av 0,2—3 %. I synnerhet de för lufthärdning avsedda stålen med lägre kolhalt legeras gärna med Mo, Co eller Ni. Nickel över 0,5 % och också mangan försvåra likväl mjukglödningen och därmed bearbetningen. Dessutom kan vid något för hög härdningstemperatur austenit lätt bildas, och stålet får då icke den önskade hårdheten. Kobolten gör grundmassan segare och mera värmefast utan att glödningen för-

svåras. Molybden, volfram och ännu kraftigare vanadium öka karbidernas hårdhet och finkornighet Anlöpningsbeständigheten höjes också något.

Det ovannämnda ventilstålet legeras ofta med 1—5 % Co och 0,5—1,0 % Mo. Hållfastheten blir då vid 650° 35—38 kg/mm. Oxidationen börjar vid detta stål vid 870°.

Ett synnerligen reklamerat matrisstål är det amerikanska Huronstålet med följande analys:

C	Cr	V
2	12—13	1 %

Matriser, patriser och liknande verktyg legeras ofta med 1,5—2 % W mer eller utan Mo-tillsats.

Fig. 3 visar volymförändringen och hårdhetsförloppet för stål med följande analys:

C	Mn	Si	Cr
1.5/1.63	.35/40	.24/48	11.07/12.2
Mo	V	Co	
.71/84	.25/26	0/45 %	

Man ser att vid 500° anlöpning deformationen är lika med 0. Denna punkt i diagrammet sammanfaller med en hårdhetsökning beroende på omvandling av austenitresten.

Litteratur:

Rapatz: Die Edelmetalle.

Gill: Gages and Dies.

Werkstoffhandbuch, Stahl u. Eisen.

Metals and Alloys, August 1941, White.

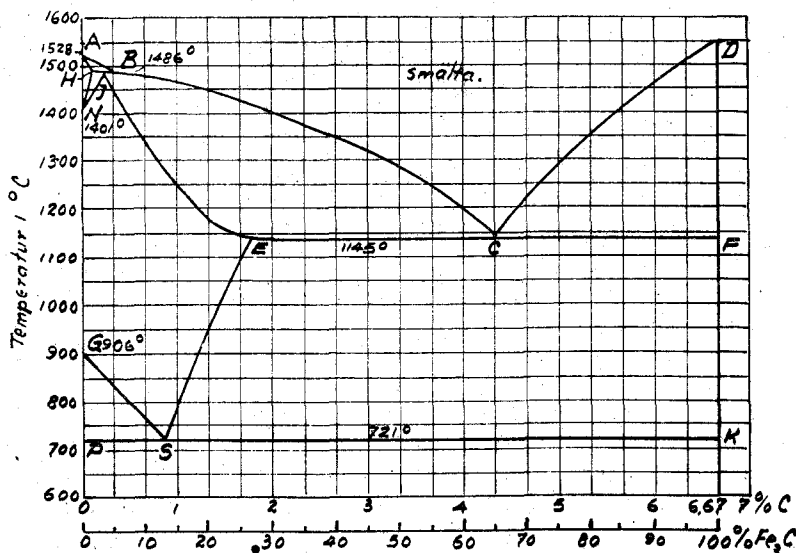


Fig. 2. Järn-Kol diagram.

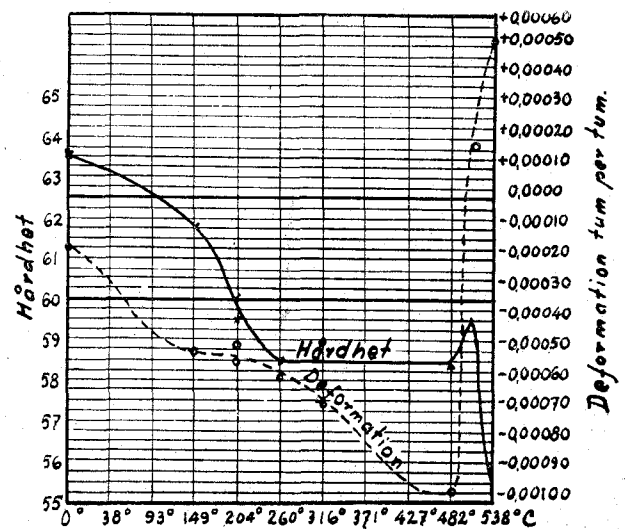


Fig. 3. Anlöpningsdiagram med kurva för deformation och hårdhet. (enl. H. White)

Työntutkimuksista

KAIVOKSISSA

Dipl. ins. E. KJELLBERG. Päämajan työntutkimutoimisto

(Jatkoa edellisestä numerosta)

oli 1:38 mk/tonni. Kaivoksessa on käytettävissä n. neljää eri raappauskonetyyppeä, jotka eroavat toisistaan rakenteeltaan, mutta myös ajonopeudeltaan. Suurimmat mahdolliset ajonopeudet vaihtelevat 0,64—1,1 m/sek., teoreettisten nopeuksien vaihdellessa 0,65—1,70 välillä.

Merkillepantavaa on, että tottuneetkin raapanajajat kaltevilla pinnalla raappaamiseen tottuneina ovat olleet siinä uskossa, että hitaammalla ajonopeudella saavutettaisiin parempia tuloksia. Tämä on ollut niin syvälle juurtunut käsitys, että hitaammillakin koneilla on käytetty vain n. $\frac{1}{2}$ mahdollisesta ajonopeudesta.

Tutkimuksissa kuitenkin ilmeni, että samaa kauhamallia käyttäen vaakasuoralla raappaessa ei ole havaittavissa sanottavaa eroa edellään mainittua pienempää ja suurimpaa ajonopeutta käyttäen ja keskikarkean ja hienon malmin ollessa kysymyksessä. Karkeata kiveä ajettaessa oli kauhan täyttö hitaammalla nopeudella ajettuna jopa pienempi. Kauhan ottokyky sinänsä kylläkin pienenee karkeata kiveä rapattaessa. Ero voi olla n. 10—35 % hienompaan malmiin verrattuna. Nettoraappausaika vaihtelee 290—270 min., ollen siis 59 a 56 % koko vuoroajasta eli 69 a 64 % bruttoraappausajasta, jolloin raappaustyön suorittaa 1 mies. Netto-raappausaikaan nähden raapattu tonnimäärä riippuu paitsi koneen nopeudesta, myös raappausmatkan

etäisyydestä ja raapattavan kiven karkeudesta. Esim. 50 m matkalla on raapattu tonnimäärä, kivien ollessa karkeita: nopeimmalla koneella 9,5 tonnia, hitaimmalla 6,5 tonnia/tunti; kun kivet ovat hienompia, ovat vastaavat luvut 11,2 tonnia/tunti ja 7,8 tonnia/tunti. Lyhyemmällä matkalla esim. 30 m ovat tehot hienomman kiven ollessa kysymyksessä 18,1 ja 12,6 tonnia/tunti.

Kaltevilla pinnalla n. 30° nousuissa ovat raappaustehot verrattomasti suuremmat. 23 m matkalla oli, kun kauhan nopeus oli 0,56 m/sek. nettoraappaustunnissa mahdollista ajaa 49 tonnia malmia. Kauhan ottokyky oli kokonaista 1,1 tonnia, kun se hitaammin, 0,30 m/sek. ajaen oli 0,8 tonnia.

On todennäköistä, että saavutettaisiin parempia tuloksia käyttämällä eri tyyppisiä kauhoja kaltevuoksista ja ajonopeuksista riippuen. Tällaiseen tutkimukseen ei kuitenkaan ole vielä ollut mahdollisuuksia.

Konelastaus Atlas Diesel lastauskoneella käy hyvin m.m. pääperissä, missä vuorossa lastattu malmimäärä vastaa koneen lastaustehoa. Tämän taas on riippuvainen siitä, millä tavalla malmin poiskuljettaminen tapahtuu ja miten paljon valmistelu- ja lopputöitä lastaus vaatii t.s. jäljelle jäävä nettoaika määrää koneen käyttömahdollisuuden ja taloudellisuuden. Normaalisuoritusten pitäisi olla n. 75—80 tonnia. Ruotsalaiset mainitsevat, että teho hyvissä olosuhteissa vaihtelee 80—110 ton-

nin välillä/työvuoro, mutta ei aina sanota, käytetäänkö lastauksessa 1 tai 2 miestä, joka asia kuitenkin on tärkeä koneen kannattavuutta ajatellen.

Samoissa olosuhteissa ovat lastauskustannukset raappaamalla: koneella: käsin = n. 100 : 146 : 162.

Kuten kaikessa lastauksessa on välttämätöntä, että lastattava kivimäärä on tarpeeksi suuri, niin kone-lastauksessakin erikoisesti, koska on kyseessä kallis kone, jonka kuuletus, korot, korjauskustannukset ilma y.m. tekevät n. 6 : 15/tonni.

Porien kuljetus tulee toivottavasti suurelta osalta häviämään sitten kun päästään aikaisemmin mainitsemaani kovametalli- tai hiiliteräsirtokruunuihin. Säästö voi olla huomattava kun tiedetään, että kyseessä olevassa kaivoksessa tilaston mukaan porien kuljetukseen on käytetty n. 9 % kaivostyön työtunneista. Vertaukseksi voin mainita, että porauksessa on vastaavasti käytetty n. 16 %.

Porien kuljetuksessa on ollut mahdollista uudella työnjärjestelyllä aikaansaada n. 100 % tehon lisäys, jolloin tietysti on tullut kysymykseen myös kuljettajien ansiomahdollisuuksien lisäys. Eräs kuljetus, joka vei aikaisemmin 177 min. voidaan nyt suorittaa 70 minuutissa. Kuljetustehoon vaikuttavat kaivoksessa erikoisesti kuljetusteiden kunto ja järjestely huomattavasti, koska porankuljettaja joutuu kävelemään paljon sekä kantamaan olal-

laan huomattavan määrän kiloja päivässä. Eritoten jyrkissä pitkissä nousuissa on miehen rasitus otettava huomioon ja koettava säästää sekä aikaa että miehen voimia järjestämällä kuljetusvälineet sellaisiksi, että turhat juoksut vähenevät. Suurentamalla esim. nostopulkkaa niin, että siihen 30 poran tilalle mahtuu 60 kpl., on eräässä tapauksessa voitu säästää n. 35 % työaikaa.

Kaivoksessa käytettyjen porien laatu ei ole vaikuttanut häiritsevästi porauksen työntuloksiin. Käytämällä kolmea porapituutta on poran kulumisen ollut sellainen, ettei tunkeutumisenopeus ole siitä kärsinyt, pora ei ole kulunut ihan loppuun.

Porien laatua parantamalla olisi saavutettavissa säästöä porien kuljetuksessa ja ehkä teroituksissakin, mutta silloin pitää laadun nousta niin paljon, että samaa poraa voi käyttää kahteen kertaan. Jos laatu-parannus jää puoleenväliin, tarkoitan, että sillä voidaan porata vain esim. puolitoista tavallista porasyvyyttä, ei siitä ole vastaavaa hyötyä, koska siitä aiheutuu lisätyötä nimenomaan porarille; keskimäärin tulisi sillä tavalla kolmen poran käsittelyn tilalle neljä. Sitäpaitsi kärsisi tunkeutumisenopeus suuremman poran kulumisen takia. Tämä koskee tapauksia, jolloin tunkeutumisenopeus malmin kovuudesta riippuen on normaali. Kun sensijaan porataan pehmeään kiveen esim. serpentiinissä, on mahdollista käyttää samaa poraa useamman kerran. Jos poraus tapahtuu raskaalla RWT—801 koneella on hiukan kulunut pora osoittautunut jopa soveliaammaksi, josta juolahtaa mieleen, että poraus-tehoa olisi nostettavissa mahdollisesti käyttämällä jotakin erikoismallista porakruunua.

Porien *teroituksessa* voidaan aikaansaada huomattava työtalon nousu käyttämällä hyväksi sitä seikkaa, että karkaisijan työajasta n. 50 % on odotusaikaa.

Kuten alussa mainitsin on tässä selostettu työntutkimustyö tähdätty etupäässä työvoiman säästömah-

dollisuuksien selville saamiseksi, jolloin säästö samalla merkitsee kustannusten alentamista työpalkkojen osuudella. Kaivostyö on kuitenkin siitä mielenkiintoinen, että työtutkijoilla on verrattain runsaasti tarjolla muitakin tutkimuskohteita.

Kun tarvikkeet kuten räjähdysaineet, porat, rakennusaineet ja -työt muodostavat suunnilleen samanlaisen menoerän kuin työpalkkatkin on todennäköistä, että säästämismahdollisuudetkin ovat samaa suuruusluokkaa. Tähän en kuitenkaan ole syvemmin tutustunut mutta on kuitenkin todettu että pieninkin tekijä, esim. sytytyslanka, voi olla suuresta merkityksestä, koska se oleellisesti myötävaikuttaa poraustulokseen. Poraajan päivätyö voi mennä hukkaan jos yksikin lanka on viallinen. On siis aiheellista työpaikan tai poraustyön laadun mukaan valikoida siihen sopiva sytytyslanka.

Kaivostyössä on työajan kontrolli vaikeampaa kuin teollisuuslaitoksissa. Tästä syystä on tuntityö mahdollisuuden mukaan saatava pois ja työ mikäli mahdollista saatava urakalle. Mutta tässä ilmeneekin vaikeuksia. — Työsuoritukset on jollakin tavalla mitattava. Kaivossahan tulee kysymykseen tunnit, porametrit, perämetrit j.n.e. — Jos esim. samassa louhoksessa työskentelee monta lastaajaa on ehkä jollakin tarkkuudella mahdollista mitata heidän kokonaistyoasuorituksensa, mutta vaikeampaa on saada jokaisen työntekijän omakohtainen työtulos näkyviin. Yhteisurakka näyttää siis olevan ainoa mahdollinen ratkaisu tässä pulmassa.

Mutta juuri tästä olisi mielestäni luovuttava ja koetettava työjärjestelyllä tehdä omakohtaisen urakan sovellutus mahdolliseksi. Samalla on jokaiselle työntekijälle varattava tilaisuus kykynsä ja ahkeruutensa mukaiseen ansioon. Tarkoitin sillä sitä, että olisi tarkoin harkittava milloin käyttää kaivoksessa yleisesti (ainakin Ruotsissa) käytännössä olevaa pohja-aikapalkka + urakka systeemiä, joka ei anna hyvälle mie-

helle hänelle tulevaa oikeudenmukaista korvausta, mutta antaa huomonnalle enemmän kuin hän on työllään ansainnut, aina enemmän mitä suurempi aikapalkka on. Silloin kun työmäärää ei voida mitata täydellä käytännöllisellä tarkkuudella on tämä ehkä paikallaan, muussa tapauksessa nähdäkseni ei.

Lopuksi haluaisin vielä sanoa, että kun kaikessa teollisessa toiminnassa aika ja sen hyväksikäyttö merkitsee hyvin paljon niin nimenomaan kaivoksessa, jossa kuten jo sanottu aikakontrolli on vaikeampaa, ja jossa joudutaan käyttämään työajasta monta kymmentä prosenttia tuottamattomaan työhön, se on aivan ratkaisevasta merkityksestä.

Keskustelu ins. Kjellbergin esitelmän johdosta

Vuorineuvos *Mäkinen* mainitsi, että kaivoksissa teho miestä ja vuotta kohden on eri maissa hyvin erilainen, esim. Saksassa se on n. 500 ton, kun se meillä on n. 1.000 ton. Tehon patantamiseksi on ins. Kjellberg pannut Outokummussa alulle tärkeän ryön ansiokkaalla tavalla.

Yli-ins. *Harki* oli sitä mieltä, että on pakko mennä aikatutkimukseen, jotta voitaisiin poistaa ne virheet, jotka vaikuttavat tuotantoprosessiin. Siellä, missä on kasvatettu työntutkijoita, on saatu paljon virheitä selville. Tässä suhteessa elämme vielä murroskautta, ja tullaan huomaamaan, että työntutkijaksi ei tulla ilman muuta, vaan että tehtävään täytyy kasvattaa miehet. Työntutkimus ei useinkaan ole hetken asia, vaan viikkojen ja kuukausien asia ja meillä vielä tuottaa usein vaikeuksia se, että työväessä on vastustus-henkeä, joka on poistettavissa vain valistustietä ja oikein suunnatulla työntutkimushengellä.

Tri *Bergström* huomautti, että tutkimus kohdistuu sekä ihmiseen että menetelmään, joten olisi yhdistettävä ammattienvalinta ja menetelmän tutkiminen. Ei voida vielä asettaa oikeita miehiä oikeille paikoille.

Ins. *Sivandström* vertaili olojamme Ruotsin oloihin ja huomautti, että Ruotsissa on paremmat tehot sen vuoksi, että heillä on monen sadan vuoden takainen ammattityöläiskunta, kun meillä sen sijaan on se

tehtävä tyhjästä. Porauskysymyksessä ei tullut täysin esille syy ja seuraus, sillä porattavuus ei riipu vain kovuudesta, sillä esim. Outokummussa oli saatu 30 cm/min. tulos, kun taas kalkkikivessä on saatu 25 cm/min. Terän muoto ja valmistus vaikuttaa suuresti. Ei ollut vakuutettu siitä, että Atlaksen pallomainen terämuoto on oikein, sillä Ameriikassa tehdyt vertailevat kokeet ovat osoittaneet suoran muodon paremmaksi. Omasta puolestaan katsoi myös viime mainitun paremmaksi. Koska varsinainen porausaika on ylen lyhyt, on Lohjalla todettu, että helpommin käsiteltävä kevyt kone antaa paremman tuloksen kuin raskas, joten RWT-650:n tultua käytäntöön ei kukaan enää halunnut RWT-720:n konetta. Keveämpi lotokka on myös parempi ja olisi syytä vertailla meikäläistä ruotsalaiseen.

Ins. *Kjellberg* ilmoitti, että tutkimukset tehtiin käytössä olleilla laitteilla ja siis koetettiin saada paras tulos niillä, mutta tutkimuksia olisi jatkettava, jotta parhaat koneet ja menetelmät löytyisivät.

Ins. *Hakapää* oli sitä mieltä, että pilariporakoneissa ei vaikuta niinkään paljon paino, kuin koneen iskovoima, jonka tulee kovempaa kiveä porattaessa olla suurempi. Terän läpimitta oli ollut 30—40 mm, teroitettu Atlas-460:llä, joka antaa pallomaisena muodon.

Ins. *Takala*: Vertaillen koneen painoa kiven kovuuteen huomautti, että Outokummussa myös serpentiinissä osoittautui kevyempi RWT-720 huomommaksi kuin raskas RWT-801. Oli m.m. maksettava korkeampi urakka ajettaessa RWT-720:llä.

Ins. *Järvinen* halusi kuulla tarkemmin, millä keinoilla oli porankuljetuksessa saavutettu esitelmöitsijän mainitsema suuri säästö, samoin oliko lapiolastausta lähemmin tutkittu.

Ins. *Kjellberg*: Lapiolastausta tutkittaessa todettiin, että vain noin puolet kivistä jäi käytetylle peltilevyille, mutta tulos oli 3 min. parempi tonnia kohti ja lisäksi miehet olivat tyytyväisiä menetelmään. Outokummussa ei kuitenkaan kysymys ollut varsin aktuaali, koska oli siirrytty pääasiassa konelastaukseen. Porienkuljetus saatiin paranemaan, kun linjakuljettajat veloitettiin ottamaan aina täysi kuorma ja jaettiin oikein nousujen tarpeiden mukaan sekä lisäksi työ annettiin urakalle.

Ins. *Stigzelius*: Esitelmöitsijä suo-

sitteli erikoisia porankuljettajia, mutta pienissä kaivoksissa ei tämä kannata. Koneiden korjausta ei pitäisi suorittaa työpaikalla, koska tahtoo tällöin tulla likaa koneisiin. Haverissa kiellettiin kokonaan korjaaminen työpaikoilla. Olisi suureksi hyödyksi, jos koko maalle saataisiin yhdenmukaiset tehokasluokitukset.

Ins. *Zeidler*: Kun Mätäsvaarassa suoritettiin louhinnassa makasiinien täyttövaiheessa tuntimaksu, ansaittavat porarit 16:—18:—/tunti, mutta porausteho jäi matalaksi. Nykyisin maksetaan niissä louhintapaikoissa, missä ei voida noudattaa tonnimaksuperiaatetta, porametrin perusteella, jolloin teho on noussut 6—7 m:stä/vuoro 17—20 m:iin/vuoro. Kuilunajossa tuotti vaikeuksia juoksumetriurakka ja on saatu parempi tulos maksamalla perustana tuntipalkka ja tehon noustessa palkkio. Lapiolastaus ei ole menestynyt kiven karkeuden vuoksi, kuten yleensäkin maassamme.

Ins. *Kjellberg* huomautti, että aina on karkein osa lastattava käsin.

Vuorineuvos *Mäkinen*: On olemassa vanha kiista: lotokka vaiko lappio. Se, että amerikkalaiset käyttävät yleisesti lapiolastausta, johtuu juuri siitä, että heillä on kivi yleensä pehmeätä ja siten paljon hienompaa kuin meillä.

Maisteri *Kallio*: Petsamon kaivoksella käytettiin kokonaan lapiolastausta ja miehet rasittuivat tällöin vähemmän.

Ins. *Lovin*: Petsamossa käytettiin v. 1937—39 käsinlastausta (lappio) vain niin kauan, kunnes saatiin lastauskoneet. Kun näihin oli totuttu, päästiin paljon parempiin tuloksiin tunnelinajossa, kuin aikaisemmin lapiolastauksella. Kuormauksen keskinetto-aika oli n. 85 min. (34 vauhua a 0,7 m²). Bruttoaika = kuorma + vaunujen siirto + välttämättömät hukka-ajat (lastauskoneen siirto työpaikalle ja takaisin poisluetuna) oli vajaan 120 min. Huipputulokseksi saatiin 6 katkoa = 11,7 m vuorokaudessa. Poraus ja lastaus tapahtui yht'aikaa, eikä lastaus vielä asettanut rajaa tämän tuloksen ylittämiseksi. Lastauskone oli Eimco 20.

Tri *Bergström*: Ei voida ilman muuta noudattaa periaatetta, että käytetään erikoisia porienkuljettajia, vaan tässä ovat suuresti määräävinä paikalliset olosuhteet.

Ins. *Alho*: Työvoimapulan ei tarvitse olla niin suuri, jos otetaan huomioon kaikkialla missä voidaan, naisten käyttö. Työvoimakysymys on usein nimityskysymys.

Ins. *Hakapää*: Aiheesta lotokka ja lappio voidaan paljon keskustella. Ins. *Stigzelius* on aivan oikeassa huomautettaessaan, ettei porakoneita saisi korjata työpaikalla, mutta kun porareista on puute, täytyy heidän työaikansa käyttää mahdollisimman tarkoin hyväksi ja sallia eräät pienet korjaukset työpaikalla. Parasta olisi, jos työpaikalla aina olisi saatavissa varakone.

Ins. *Järvinen*: Olisi mielenkiintoista kuulla, mitä kokemuksia on saatu vidian käytössä poraterissä.

Ins. *Takala* halusi myös tietoa Vidian käytöstä, mutta epäili, että se suurilla koneilla murtuu. Piti lapiolastausta veden vuoksi parempana laskevissa perissä.

Ins. *Strandström* piti tärkeänä, jotta voitaisiin käyttää kovametallisia irtoteriä, että saadaan sellainen teräs poranvarteen, että se kestää ainakin saman kuin terä. Irtoterien käytöllä on suuri merkitys kaivoksille, sillä esim. Lohjalla kuljetetaan päivittäin 5 ton terästä. Perälastauksessa on raappalastatus nopeampi kuin muu konelastatus.

Ins. *Hakapää*: Widiaterillä saatiin Outokummussa negatiivinen tulos. Käytettäessä raskaita koneita kesti terä vielä käytettäessä 3,5 ik. työpainetta, mutta sen noustessa 6,0 à 6,5:een tuhoutui terä. Mahdollisesti voitaisiin serpentiinikivessä käyttää paremmalla menestyksellä.

Yli-ins. *Harki*: Widia on ollut erittäin tärkeä konepajateollisuudelle, mutta sille on nykyisin löydetty hyvä apulainen kovakromauksessa, jolla on saavutettu erinomaisia tuloksia.

Ins. *Lovin*: Terminologiaan olisi kiinnitettävä huomiota. Kovametalli ja yleensä irtoterissä on heikkoutena liitoskohta, esim. kierteitä käytettäessä ne ovat osoittautuneet heikoiksi.

Ins. *Tanner* ehdotti, että seuraavassa kokouksessa otettaisiin esille porauskysymys koko laajuudessaan.

Yli-ins. *Levanto*: Olisi saatava kaikille kaivoksille yhtenäinen tehon laskutapa. Samoin tunkeutumisenopeutta määrättäessä tarvittavat standardit.

Vuorineuvos *Mäkinen* kiitti lopuksi esitelmän pitäjää ja kaikkia keskusteluun osaaottaneita.

JÄSENLUETTELO

9. 12. 44.

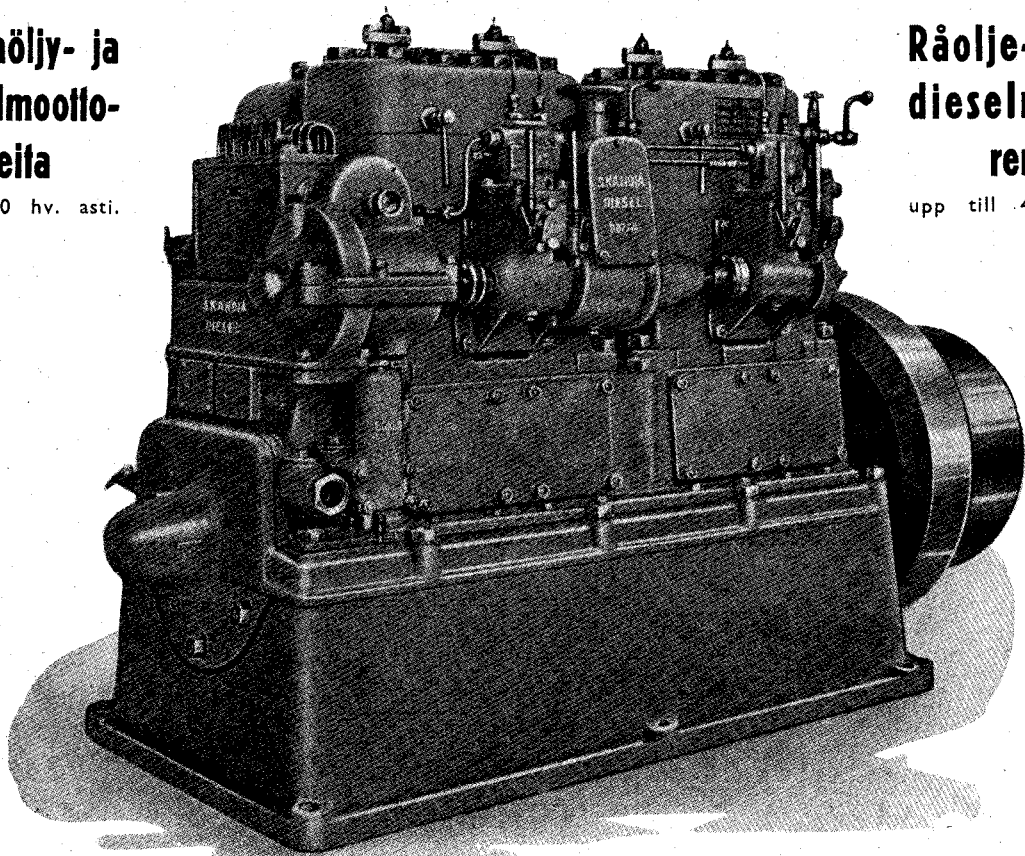
Insinööri	Aarnisalo, Sulo	Pori, Metallitehdas
Ingeniör	Ahlbom, Lars	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
Insinööri	Ahlström, Hans Erik	Karhula, A. Ahlström Oy
Ingeniör	Alborg, Birger	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
Insinööri	Alho, Väinö	Pori, Länsipuistok. 20
»	Alhopuro, Matti Uolevi	Harjavalta, Outokumpu Oy
Friherre	Aminoff, Erik	Viljakkala, Haveri
Ingeniör	Andersin, Leo	H:fors, S. Strandvägen 14 A
»	Andersson, Sigfrid	Gerknäs, Lojo Kalkverk Ab
Insinööri	Arvela, Aukusti	H:ki, Bulevardi 3
Tri-insinööri	Asanti, Paavo	H:ki, Töölöntullink. 5. 30
Insinööri	Aschan, Lars Johan	Tampere, Tampella Oy
»	Aulanko, Heikki	H:ki, Kapteenink. 26 B. 27
»	Autere, Eugen	H:ki, Petsamon Nikkeli Oy
Ingeniör	Backman, Karl Allan	Pargas, Pargas Kalkbergs Ab
Tohtori	Barth, Otto	H:fors, Oy Vuoksenniska Ab
Doktor	Bergström, Åke	H:ki, Satamakatu 2
Toim.johtaja	Björnberg, Carl Gustaf	H:fors, Myntgatan 1
Ind.rådet	Blankett, Hugo	H:fors, Museig. 3
Professor	Borgström, Leonard	Grankulla
Doktor	Brenner, Thord	Pori, Metallitehdas
Insinööri	Bryk, Petri	Willmanstrand, Pargas Kalkbergs Ab
Ingeniör	Bröckl, Hans	Mätäsvaara, Oy Vuoksenniska Ab
Magister	Böhme, Rudolf	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
»	Böök, Herved	Pargas, Pargas Kalkbergs Ab
Ingeniör	Candelin, Max	H:ki, Suomen Mineraali Oy
Insinööri	Dahl, Hakon	Wargöns Ab, Wargön, Sverige
Ingeniör	Dahlström, Karl Erik	Pargas, Pargas Kalkbergs Ab
»	Doepel, Henning	Harjavalta, Outokumpu Oy
Insinööri	Ekko, Pekka Veli	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
Ingeniör	Eklund, Are	H:ki, Petsamon Nikkeli Oy
Insinööri	Ensiö, Pekka	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
»	Eskola, Mauri	H:ki, Kauppiaank. 8—10 B
Professori	Eskola, Pentti	Gerknäs, Lojo Kalkverk Ab
Ingeniör	Forsström, Börje	»
Bergsrådet	Forsström, Petter	H:fors, Handels- och industriministeriet
»	Gartz, Åke	Pargas, Pargas Kalkbergs Ab
Magister	Geitlin, Bertel	Örebro, Drottningsg. 3, Sverige
Ingeniör	Gejrot, Claes	Dickursby
Direktör	Grönberg, Kurt	H:fors, Oy Vuoksenniska Ab
Bergsrådet	Grönblom, Berndt	Virasoja, Oy Vuoksenniska Ab
Ingeniör	Grönblom, Sten	H:ki, Suomen Mineraali Oy
Insinööri	Grönros, Y. K.	Norrmark
Bergsrådet	Gullichsen, Harry	H:ki, Petsamon Nikkeli Oy
Tohtori	Haapala, Paavo	Pori, Metallitehdas
Insinööri	Hackzell, Erkki	Outokumpu, Outokumpu Oy
»	Hakapää, Erkki	»
»	Halinen, Viktor	H:fors, Petsamon Nikkeli Oy
Ingeniör	Hanson, Kurt	Helsinki
Insinööri	Harki, Ilmari	Åbo
Professor	Hausen, Hans Magnus	Oksava, Outokumpu Oy
Insinööri	Heikkinen, Timo	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
»	Heinonen, Ilmari	H:ki, Outokumpu Oy
Eversti	Heinrichs, Olle	H:ki, Kallioliinantie 15
Vuorineuvos	Helenius, Lauri	Pori, Metallitehdas
Insinööri	Hiltunen, Sakari	Oksava, Outokumpu Oy
Maisteri	Himmi, Reino	Ylöjärvi, Outokumpu Oy
Insinööri	Hirvonen, Ville	H:ki, Oy Vuoksenniska Ab
»	Hjelt, Kauko Immanuel	Bolidens Gruv-Ab, Skelleftehamn, Sverige
Överingeniör	Hjerdin, Sven A.	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
Ingeniör	Holmberg, Fjalar	H:ki, Petsamon Nikkeli Oy
Insinööri	Honkasalo, Jorma	Tampere, Tampella Oy
»	af Hällström, Carl	Munkkiniemi, Iso Puistotie 1 A 6
»	Häyrynen, Matti	Tampere, Hallitusk. 8
»	Ilmonen, Eino	Oy Fiskars Ab, Äminnefors
Ingeniör	Ingestam, Arvid	Fiskars, Oy Fiskars Ab
Forstmästare	von Julin, I. A.	Skuru st., Äminnefors
Ingeniör	Lindsay von Julin, John	H:ki, Bernhardink. 5
Maisteri	Järnefelt, Olai	H:ki, Yrjönk. 11 A 1
Insinööri	Järvinen, Kauko	Oksava, Outokumpu Oy
Maisteri	Kallio, Vilho	Tampere, Tampella Oy
Johtaja	Kihlman, Åke	Pori, Metallitehdas
Maisteri	Kinnunen, Jorma	H:fors, Ruskealan Marmorin Oy
Ingeniör	Kippel-Sundholm, Ture	Åbo, Köpmang. 12 A 10
»	Kjellman, Åke Ingvald	

Maisteri	Kosomaa, Lasse	Outokumpu, Outokumpu Oy
Ingeniör	Kraft-Johanssen, Johan	H:fors, Oy Vuoksenniska Ab
Bergsrådet	Kramer, Anders	H:fors, Industria Oy
Professor	Kranck, Ernst	H:fors, Oy Vuoksenniska Ab
Ingeniör	Kreutz von Scheele, H.	
Magister	Kristola, Runar	Viljakkala, Oy Vuoksenniska Ab
Insinööri	Kurppa, Reino	H:ki, Petsamon Nikkeli Oy
»	Laaksonen, Aarne	Outokumpu, Outokumpu Oy
Professori	Laitakari, Aarne	H:ki, Geologinen toimikunta
Insinööri	Lavonius, Otso	Jyväskylä, Syrjälänk. 6—12 C
»	Levanto, K. I.	Pori, Metallitehdas
»	Lindfors, Erik	H:ki, Puistok. 11 A
»	Lindström, Teuvo	
»	Linna, Antti	Kirkniemi, Lohjan Kalkkitehdas Oy
»	Lovin, Yrjö	
Magister	Lupander, Kurt	Mätäsvaara, Oy Vuoksenniska Ab
Ingeniör	Löf, Carl	Björneborg, Metallverket
Insinööri	Malmia, Tuulo	Outokumpu, Outokumpu Oy
»	Mattlar, Uno	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
Doktor	Metzger	Pargas, Pargas Kalkbergs Ab
Insinööri	Mäkelä, Mikko	Jyväskylä, Valtion Tykkitehdas
Vuorineuvos	Mäkinen, Eero	H:ki, Outokumpu Oy
Insinööri	Nieminen, Kalervo	Tuusniemi, Paakkila
Vuorineuvos	Nikander, A. T.	Tampere, Oy Lokomo Ab
Ingeniör	Nordin, Walter	H:fors, Petsamon Nikkeli Oy
Insinööri	Nordman, Karl	Tampere, Oy Lokomo Ab
Ingeniör	Nyman, Sven	H:fors, Finska Kabelfabriken Ab
Magister	Nynäs, Ole	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
Ingeniör	Nyström, Sigurd	Gerknäs, Lojo Kalkverk Ab
Insinööri	Oesch, Emil	Raahe, Ruona Oy
»	Okkonen, Ilmo	Outokumpu, Outokumpu Oy
»	Osipow, Igor	Karhula, A. Ahlström Oy
»	Peronius, Nikolai	Outokumpu, Outokumpu Oy
Isännöitsijä	Petersén, Thorvald	H:ki, Petsamon Nikkeli Oy
Insinööri	Raade, Uolevi	H:ki, Kauppa- ja teoll.ministeriö
»	Raja-Halli, Heikki	Kajaani, Otanmäki, Suomen Malmi Oy
»	Rask, Gunnar	Jyväskylä, Valtion Tykkitehdas
Magister	Renvall, Åge	H:fors, Oy Vuoksenniska Ab
Professor	Ringbom, Anders J.	Åbo, Vårdbergsg. 6
Ingeniör	Rosén, Nils	Örebro, Oskarsparken 26, Sverige
Insinööri	Ryselin, John	Harjavalta, Outokumpu Oy
Bergsrådet	Sarlin, Emil	Pargas, Pargas Kalkbergs Ab
Maisteri	Savolainen, Edvard	H:ki, Ratakatu 5
Doktor	Schubardt, Walther	
Insinööri	Simola, Olli	Tampere, Oy Lokomo Ab
»	Sipilä, Olavi	Jyväskylä, Valtion Tykkitehdas
Vuorineuvos	Solin, Arnold	Tampere, Tampella Oy
Eversti	Solin, Knut	H:ki, Industria Oy
Insinööri	Somer, Väinö	
»	Stenfors, Erik	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
Ingeniör	Stigell, Jarl	Dickursby, Grönberg & Co
Dr-ingeniör	Stigzelius, H.	Viljakkala, Haveri
Ingeniör	Strandström, Eskil	Gerknäs, Lojo Kalkverk Ab
»	Sundberg, John	H:fors, Finska Kabelfabriken Ab
Överingeniör	Svensson, Nils E.	Imatra, Oy Vuoksenniska Ab
Doktor	Söderhjelm, J. O.	H:fors, Ö. Brunnsparken 11 B
Magister	Söderström, Bertel	Förby, Karl Forsström Ab
Insinööri	Takala, Esa	L. A. Levanto, Vuoritekn. Toimisto, H:ki, Bulevardi 3
»	Tanner, Heikki	Outokumpu Oy, Ylöjärvi
»	Tikkanen, Matti	Tampere, Mustanlahdenk. 24 A 29
»	von Timroth, Michael	Kisko, Orijärvi
»	Toivanen, Toivo	Harjavalta, Outokumpu Oy
Dr-ingeniör	Troberg, Bölje	Virasoja, Oy Vuoksenniska Ab
Insinööri	Turtola, Erkki	Pori, Metallitehdas
»	Turunen, Eero	Outokumpu, Outokumpu Oy
Bergsrådet	Wahlforss, Wilhelm	H:fors, Parkgatan 11 B
Ingeniör	Wallen, Börje	H:fors, Wärtsilä-koncernen
»	Wallenius, Gunnar	Wärtsilä-koncernen, Uusi-Wärtsilä
»	Weckman, Verner	H:fors, Finska Kabelfabriken Ab
»	von Wendt, Gunnar	Dalsbruk
Insinööri	Wetzell, Lars Wilhelm	Outokumpu, Outokumpu Oy
»	Viitanen, W. V.	Ylöjärvi, Outokumpu Oy
Vuorineuvos	Viljanen, V. M. J.	H:ki, Eteläranta 4 B
Insinööri	Wirtanen, Maunu	Pori, Metallitehdas
Friherre	Wrede, G. W.	H:fors, Petsamon Nikkeli Oy
Överste	von Wright, Gunnar	H:fors, Tölög. 12 A
Major	von Wright, Sven	Dalsbruk
Maisteri	Vähätalo, Veikko	Outokumpu, Outokumpu Oy
Professori	Väyrynen, Heikki	H:ki, Tempelink. 13
Insinööri	Zeidler, Waldemar	Mätäsvaara, Oy Vuoksenniska Ab

SKANDIA

**Raakaöljy- ja
dieselmootto-
reita**

aina 400 hv. asti.



**Räölje- och
dieselmoto-
rer**

upp till 400 hkr.

Polttoaineenkulutus — Bränsleförbrukning.
hv/h 185 gr hkr/h

Voimalaitoksia
Kuljetus- ja lajit-
telulaitoksia

Laahauskauha-
laitoksia

Rikastuslaitoksia
(Dorr-Oliver)

Classifiers

Kaivosvinttureita

Kompressoreja

Kaivinkoneita

Sähkö-, höyry- ja
Diesel-vetureja

Pumppuja

Rikastussuottimia
(Oliver-Young)

Pneumaattisia
työkaluja

Rikastusöljyä

Kaivoslamppuja
ja latauslaitteita

Kaivoskypärejä

Kraftanläggningar

Transport- & sorte-
ringsanläggningar

Släpskopianlägg-
ningar

Flotationsanlägg-
ning. (Dorr-Oliver)

Classifiers

Gruvspel

Kompressorer

Grävmaskiner

Elektriska-, ång- o.
Diesellokomotiv

Pumpar

Anrikningsfilter
(Oliver-Young)

Pneumatiska
verktyg

Flotationsolja

Gruvlampor och

laddningsaggregat

Gruvhjälmar

*Ekströms
Koneluke*

HELSINKI

Postilokero 310

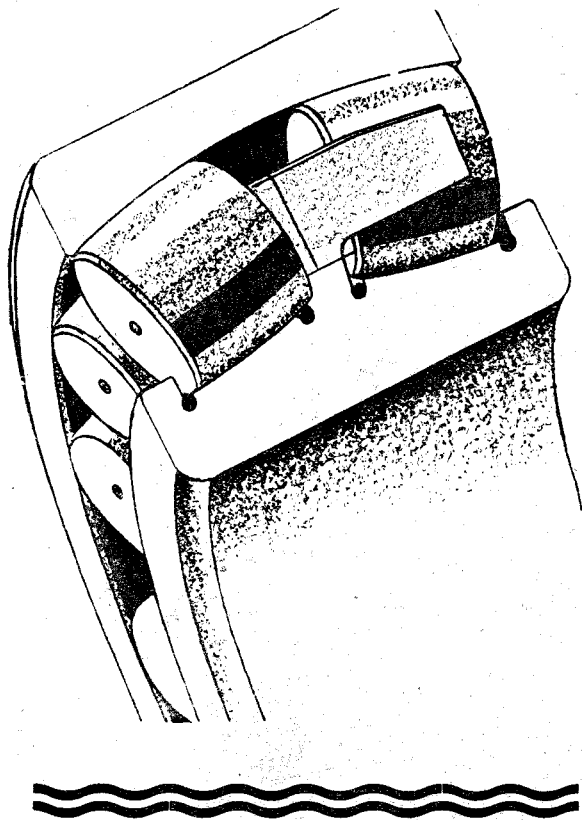
*Ekströms
Maskinaffär*

HELSINGFORS

Postfack 310



20 577



SKF

pallomainen rullalaakeri

on kaikista tunnetuista laakerimalleista suurimmalla kantokyvyllä varustettu. Senvuoksi tämä laakeri soveltuu sovitukseen, milloin käyttöolosuhteet ovat erikoisen vaativat.

Amovring

HELSINKI



SKF HOFORS'in

reijällistä

PORATERÄSTÄ

»SUPER-SMOOTH HOLE»

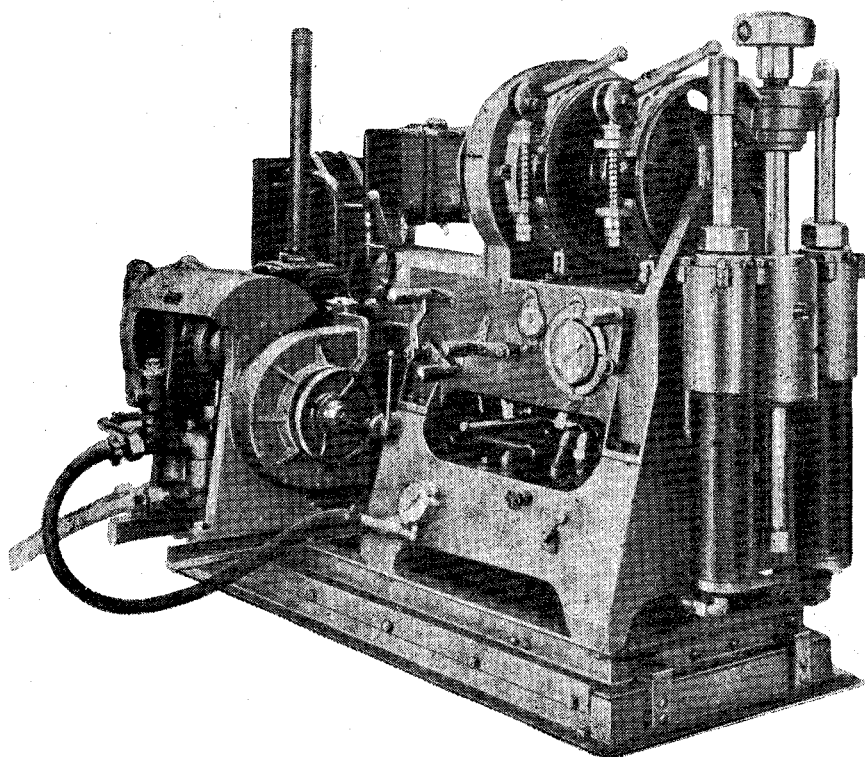
HILITERÄSTÄ

SUOSITETTUA LAATUA SKF-32

Amovring

HELSINKI

CRAELIUS TIMANTTIKAIKAUSKONEITA



Uusi timanttikairauskone malli XH.

Uusimmat rakenteet:

Malli X-2, paineilmakäyttöinen, 100 m:n syvyisten reikien poraamiseen kairavoksessa tai maanpinnalla.

Malli XB, bensiinimoottori- tai sähkökäytölle, erittäin sovelias prospektointitarkoituksiin, suurin poraussyvyys 200 m.

Mallit XH ja XO-2, raakaöljy-, bensiinimoottori- tai sähkökäytölle, poraussyvyys 600 ja 2000 metriä.

**SVENSKA
DIAMANTBERGBORRNINGS AKTIEBOLAGET
TUKHOLMA**

Edustaja Suomessa:

**A.B. JULIUS TALLBERG O.Y.
KONEOSASTO • HELSINKI**

