

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

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

Sisältö — Innehåll

Urmäs Runolinna:

Kärväsvaaran kaivos

Lasse Vanha-Honko:

Vihannin kaivoksen ilmanvaihtokuilun ajo
Alimak-nousuhissillä.

Risto Myyryläinen:

Kokemuksia kartiomurskaimien käytöstä Outo-
kummun kaivoksella.

Osmo Vartiainen:

Metallurgisten prosessien tulosten tulkintamene-
telmä — erikoisesti rikastustekniikkaan
sovellettuna.

Paavo Asanti:

Uusia tutkimuslaitteita Valtion teknillisen tutki-
muslaitoksen metallurgian laboratoriossa.

Matti Tikkanen:

Metallurgian opetus ja tutkimus Otaniemessä.

Paavo Maijala:

Mikroseismisistä mittauksista.

ei vuotoja

ei korjauksia

kun

kuparia

Pienissäkin rakennuksissa

kannattaa rakennuksen arimmat osat suojata kuparilla. Kun käytätte kuparia, säästytte korjaus- ja uusimiskustannuksilta, eikä rakennuksen muille osille aiheudu kalliita vesivahinkoja. Kattojen harja- ja reunuslistat, vesikourut, syöksytorvet, ikkunoiden vesipenkit yms. kannattaa aina tehdä kuparista. Kupari soveltuu erittäin hyvin käytettäväksi myös muiden kattamisaineiden yhteydessä.

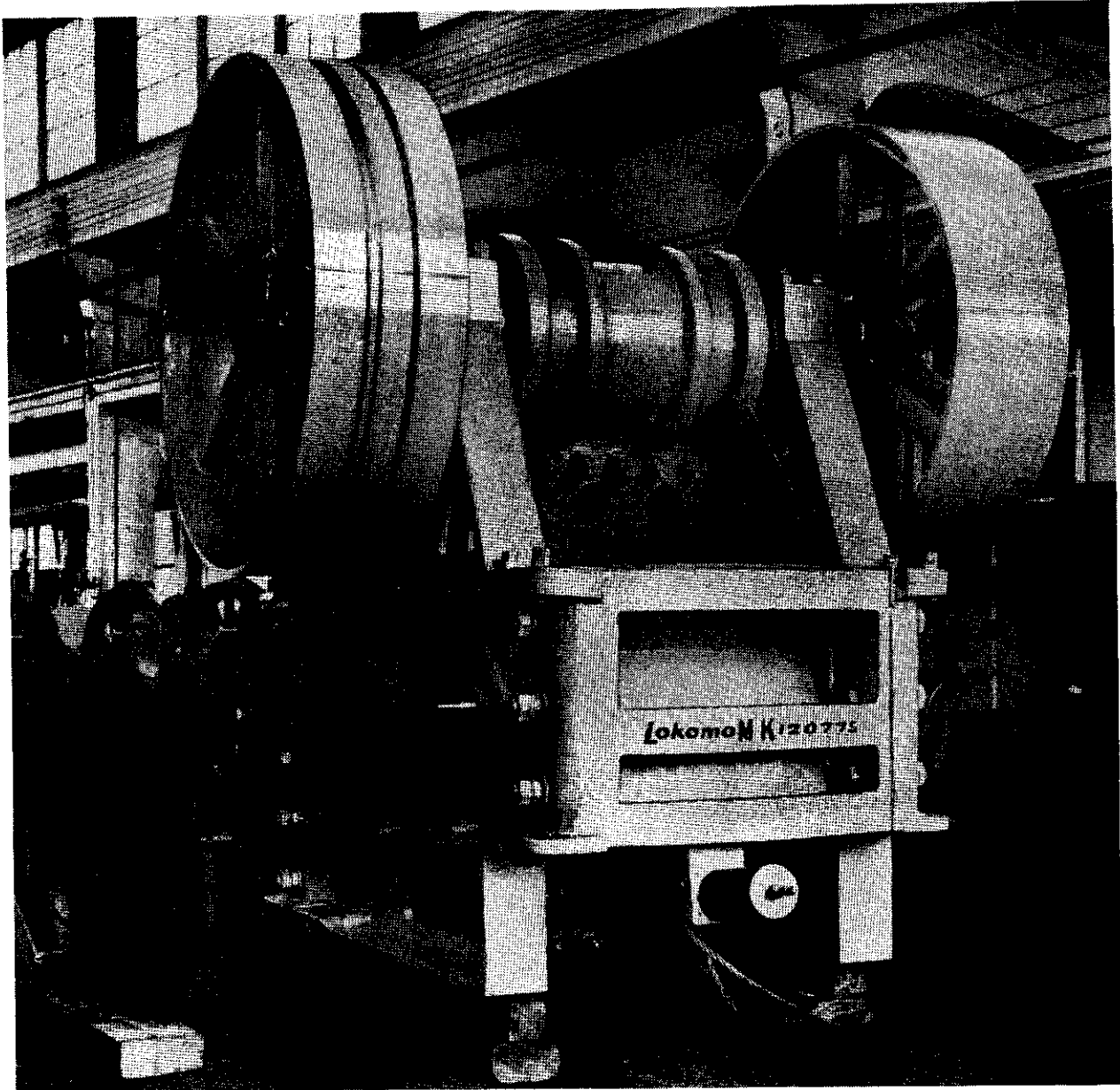
Suurissa liike- ja asuintaloissa

kupari on edullisin katoissa ja julkisivujen päällysteenä. Sekä laskelmat että käytäntö osoittavat poisjäävien hoito- ja korjauskustannusten tasaavan varsin pian pienen hintaeron ja sen jälkeen **alkaa muodostua säästöä**. Kupari kestää vähintään rakennuksen iän. Kuparia ei syövytä ilmasto eivätkä kaupunki- ja teollisuusseutujen savukaasut.

Kupari kestää — kupari säästää. Kupari on aina edullisin pitkällä tähtäimellä.

Outokumpu Oy

Kuparitalo — Töölönkatu 4 — Helsinki — Puh. 44 05 11



MK 120, uusi raskas LOKOMO-MURSKAIN

Kuvassa LOKOMO MK 120 murskain-jätti syntysijoillaan Lokomon kokoonpanohallissa — kuva antaa käsityksen murskaimen mahtavasta koosta.

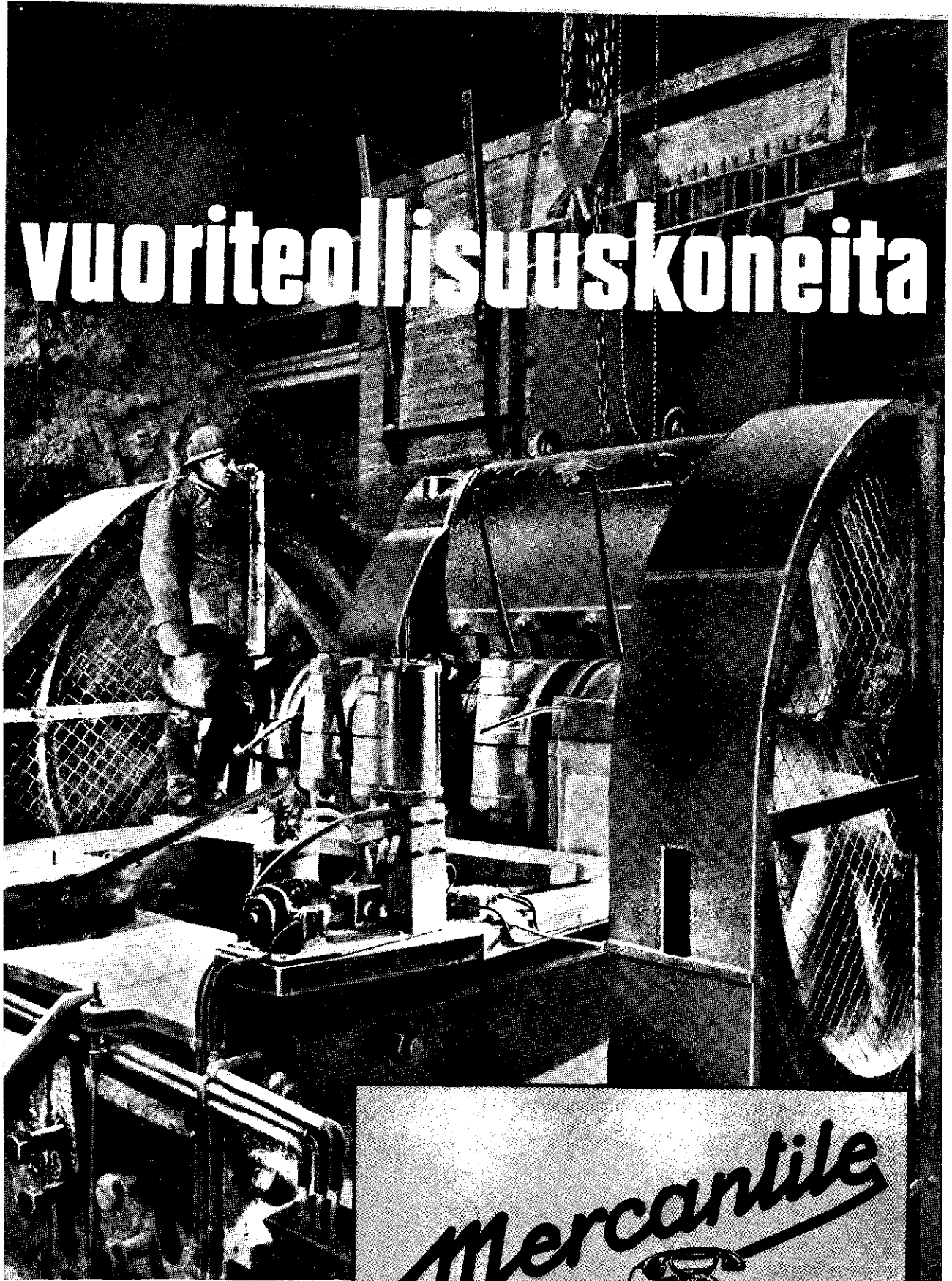
LOKOMO MK 120:n teknilliset arvot:

Kita-aukko	1200 × 900 mm.
Tuotantokyky	100—180 m ³ /h.
Voimantarve	120 kW
Paino	45 tn.

Annamme lisätietoja, teemme tarjouksia!

Lokomo Oy
KONEPAJA • TERÄSTEHDAS • TAMPERE

vuoriteollisuus-koneita



KONE & INS. OSASTO
HELSINKI, MANNERHEIMINTIE 12





P & H malli 655 B nostamassa louhoskiveä Allis-Chalmers kivivaunuun Enso-Gutzeit Oy:n Lieksan voimalaitostyömaalla

P & H

HARNISCHFEGER

malli 655 B tunnelikaivukone

Tunnelikauhan tilavuus 2 cu.yd. eli 1,5 m³
Työpaino 43.800 kg

Koneen vakiokauhan tilavuus on 1,5 cu.yd. eli 1,2 m³.
 Tällöin on kone varustettu normaalipuomeilla.

P & H 655 B erikoispiirteitä:

- täysin hitsattu rakenne
- täysketjulliset telat
- hydraulinen matalapaineohjaus
- kääntökehä vankka, 24-rullainen vapaasti pyörivä rullalaakeri

Harnischfeger International Corporationin (USA) valmistusohjelma käsittää noin 30 erilaista diesel- ja sähkökäyttöistä sekä tela- että autoalustaista kaivukonetta kooltaan 0,5—10 cu.yd.

0,5—2,5 cu.yd. suuruisia koneita valmistetaan lisäksi lisenssillä Länsi-Saksassa.

Lähempiä tietoja antaa

KESKO Oy

KONEOSASTO

Helsinki

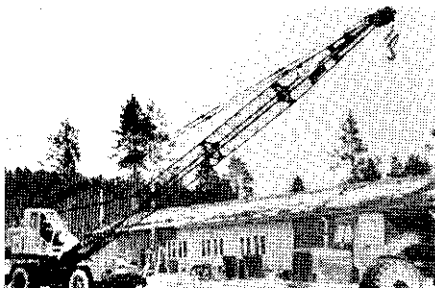
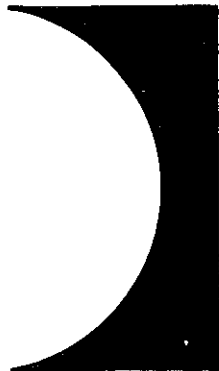
Satamakatu 3

Puh. 12 851 (vaihte)

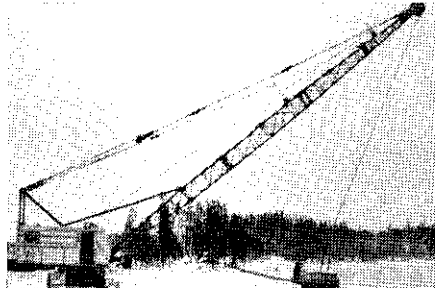
Huolto

Tapanila

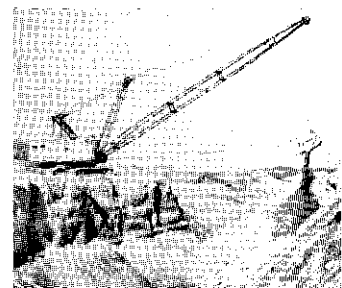
Puh. Helsinki 75 45 44



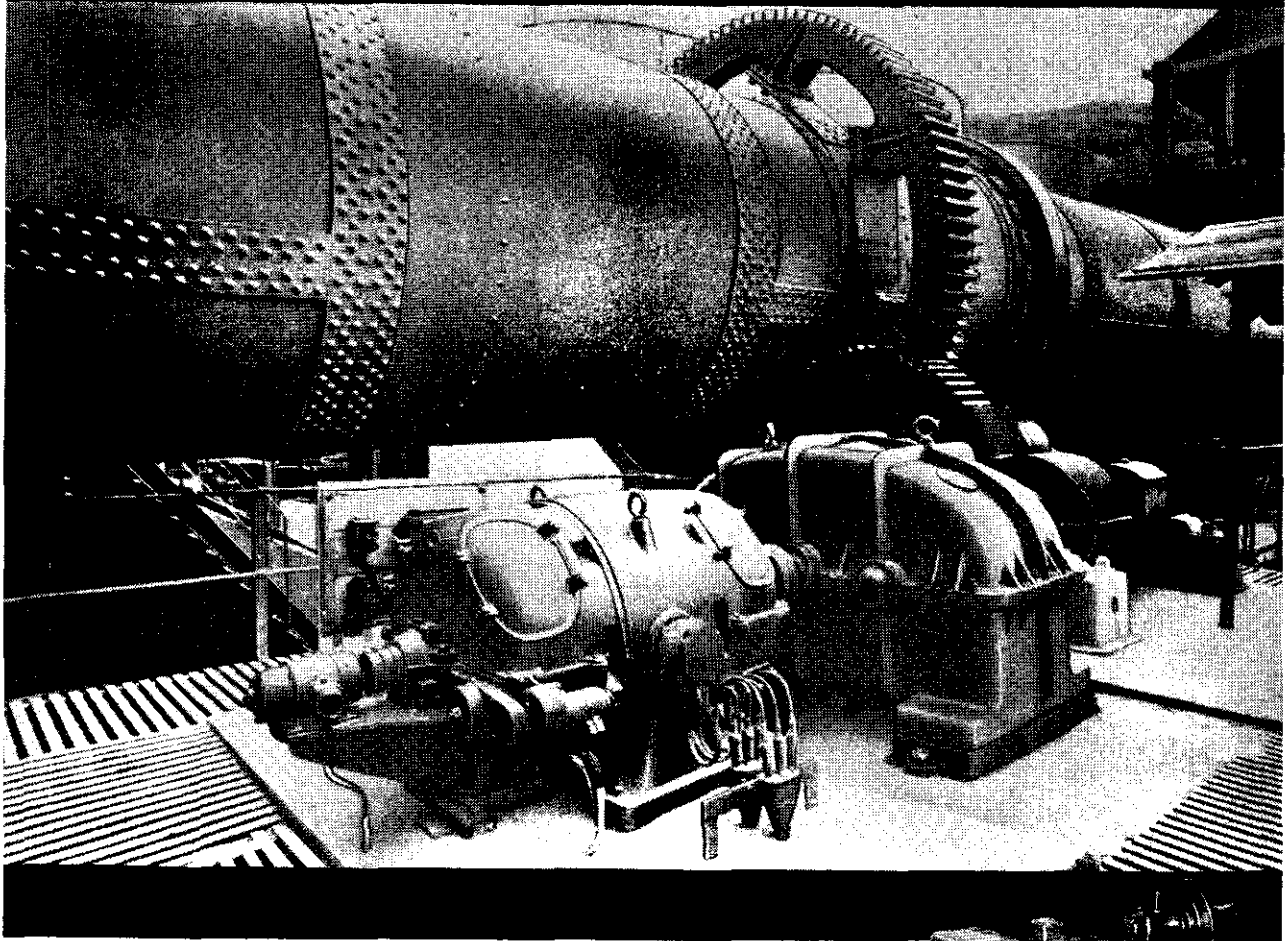
P & H 155 A-MC
9 tonnin nosturi



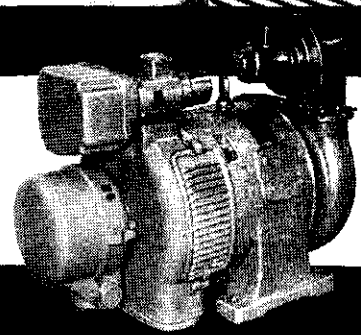
P & H 955 A
Laahauskauhalla varustettuna



P & H 1055 LC
Laahauskauhalla varustettuna

ASEA

Häviötön pyörintänopeuden säätö ASEAn kommutaattorimoottoreilla



ASEAlla v. 1910 keksitty ja edelleen kehitetty säädettävä 3-vaiheinen kommutaattorimoottori, ns. Schrage-moottori, soveltuu kaikkialle, missä vaaditaan portaaton, kuormituksesta riippumatonta pyörintänopeuden säätöä. Useat teollisuuden haarat voivat ratkaista vaikeat käyttöpulmansa ASEAn luotettavien kommutaattorimoottoreiden avulla. Mm. seuraavissa tapauksissa säädettävä kommutaattorimoottori on oikea ratkaisu

- | | |
|------------------------|----------------------|
| — höyryvoimaketuksissa | — tekstiilitehtaissa |
| — pumppuasemilla | — kirjapainoissa |
| — kylmälaitoksissa | — konepajoissa |
| — kumitehtaissa | — sementtitehtaissa |
| — paperitehtaissa | — sokeritehtaissa |

Tunnusomaista ASEAn säädettävälle kommutaattorimoottoreille on luotettavuuden lisäksi

- portaaton pyörintänopeuden säätö koko säätöalueella
- säädetty pyörintänopeus riippumaton kuormituksesta
- häviötön säätö
- vakio momentti koko säätöalueella
- helposti järjestettävä kauko-ohjaus
- hyvin yksinkertaiset käynnistyslaitteet
- monipuolinen mallivalikoima

Annamme mieliihyvin yksityiskohtaisia tietoja ASEAn kommutaattorimoottoreista ja neuvottelemme kanssanne kaikista sähköalan ongelmista

O S A K E Y H T I Ö

ASEA

A K T I E B O L A G

Helsinki
Citykäytävä
Puh. 12 501

Turku
Maariank. 1 B
Puh. 26 020

Kuopio
Puijonk. 19-21
Puh. 15 071

Vaasa
Myllykatu 3
Puh. 16 150

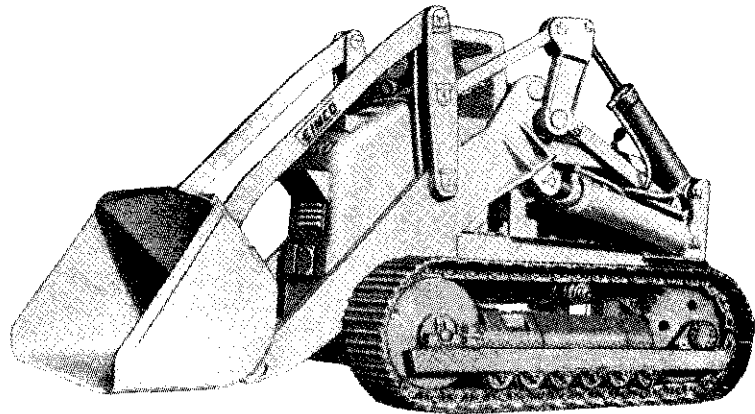
EIMCO

NOPEAAN KUORMAUKSEEN

EIMCO kuormauskone siirtyy nopeasti ja ketterästi paikasta toiseen. Ketterästi sitä myös ohjataan yhden käden hydraulisin ohjaus- ja vaihdekytkimin. EIMCO säästää — työtillaa, ihmistyötä, Teidän rahaanne!

MAAILMAN PARHAAKSI

traktorikuormaajaksi nimitetään EIMCOa. Erillisesti toimivat telaketjut, yksinkertaiset ohjaus- ja kytkinlaitteet, harvinaisen hyvä näkyväisyys ohjaamosta, lujarakenteinen ja kestävä 125 hv dieselmoottori, alustan tärkeimmät osat korkealaatuista liikkikarkaistua seosterästä. EIMCO saadaan myös ylikuormaajana tai puskuritraktorina. Sitäpaitsi EIMCO valmistaa useita pienempiä kuormauskoneita, joko paineilma- tai sähkökäyttöisinä.

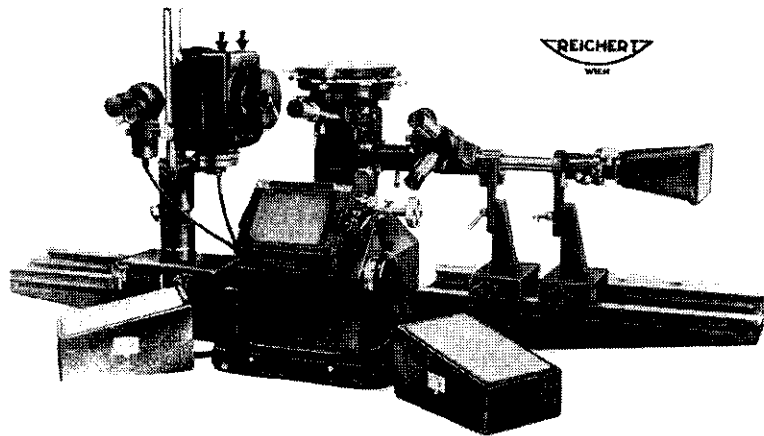


EIMCO 125

Oy GRÖNBLOM Ab

HELSINKI - TURKU - TAMPERE - OULU - LAHTI

REICHERT



Universaali-Kameramikroskooppi MeF

ON TÄYDELLINEN MALMI- JA METALLIMIKROSKOOPPI

PÄÄEDUSTAJA:

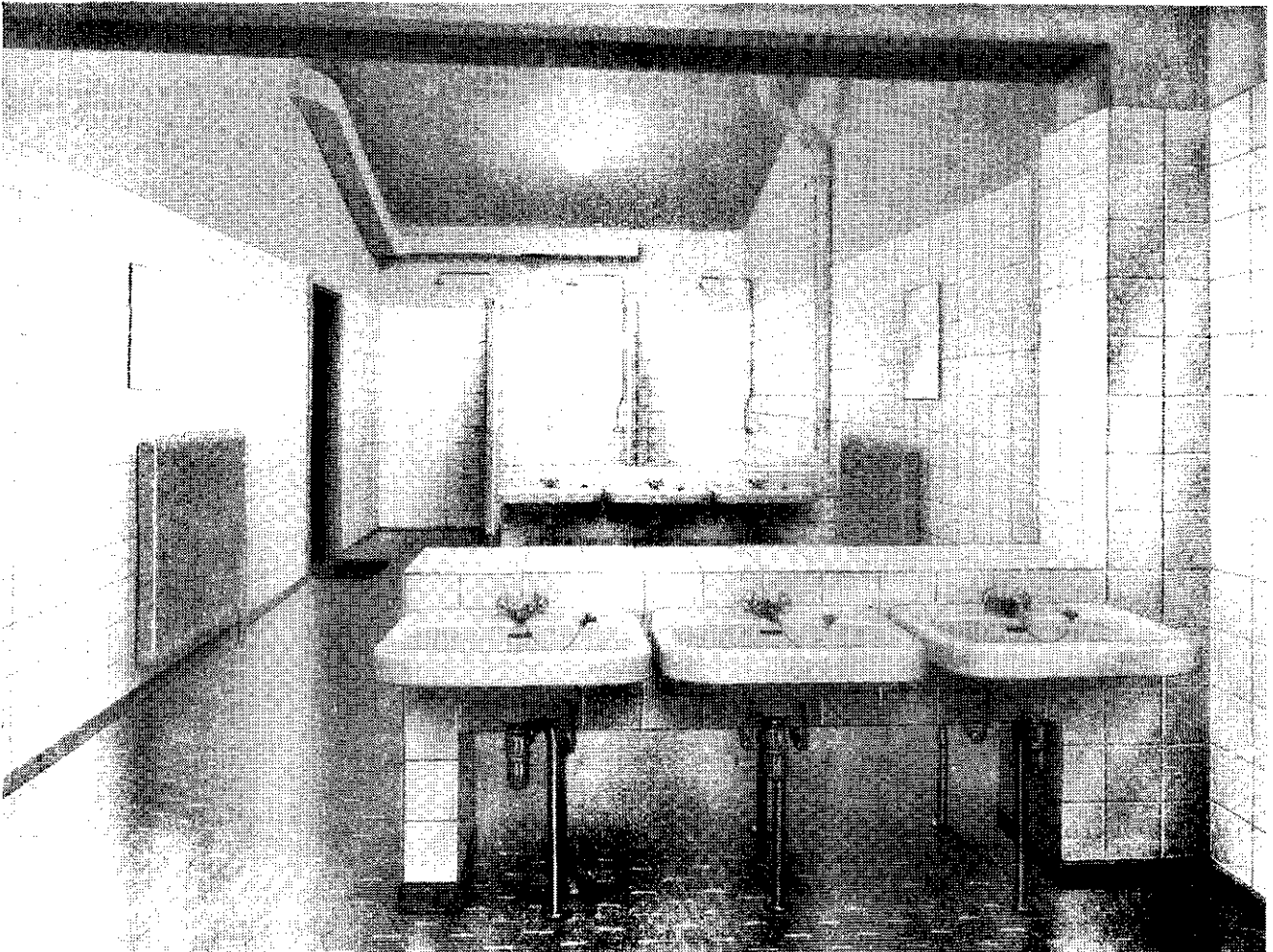
HAVULINNA Oy

OPTINEN OSASTO

Helsinki, Vuorik. 16, puh. 61 451

Siihen liittyvät mm. seuraavat uutuudet:

- Kuumennuspöytä "Vacutherm", jossa preparaateja voidaan tarkastaa jopa 1600° C lämpötilassa.
- Nomarski-Interferenssikontrastilaite pintastruktuurin havainnollistamiseen.
- Nomarski-Interferenssitesteri, pintojen korkeus-suhteiden määrittämiseen.



Tunneteko PUKKILA E-SEINÄLAATTOJEN teollisuuslajitelman

Nykyisin pyritään yhä halvempaan rakentamiseen silti tinkimättä siisteyden ja kestävyuden vaatimuksista.

Pukkilan E-seinälaattojen teollisuuslajitelma on sopiva etenkin vähemmän näkyviin, ts. esteettisesti vähemmän vaativiin seinäpintoihin, missä pääpaino asetetaan tarkoituksenmukaisuuteen ja kestävyYTEEN.

PUKKILA laatat kestävät

- helppo puhdistaa
- hygieenisä
- erittäin taloudellisia

Neuvontapalvelumme on korvauksetta
käytettävissä

Parainen • Helsinki • Lappeenranta • Oulu
Nimihuuto 10 091 Sarja 12 860 37 937

PARAISTEN KALKKIVUORI OSAKEYHTIÖ
TURUN KAAKELITEHDAS

Turku, Pitkämäentie 7-9. Puh. 20 381



Känner Ni PUKKILA E-VÄGGPLATTORNAS industrisortering

I dagens läge strävar man till att bygga billigare utan att minska på kraven beträffande det som är propert och hållbart.

Pukkila E-väggplattornas industrisortering lämpar sig framförallt för mindre synliga, d.v.s. estetiskt mindre fordrande väggytor, där huvudvikten är lagd på ändamålsenlighet och hållbarhet.

PUKKILA plattorna håller

- lätta att rengöra
- hygieniska
- ekonomiska

Våra konsulenter står avgiftsfritt till
förfogande

Pargas • Helsingfors • Villmanstrand • Uleåborg
Namnanrop 10 091 Serie 12 860 37 937

PARGAS KALKBERGS AKTIEBOLAG
ÅBO KAKELFABRIK

Åbo, Pitkämäkivägen 7-9. Tel. 20 381

RADEX

SPEZIALMAGNESITSTEINE

TEMPERATURWECHSELBESTÄNDIG

HOCHFEUERBESTÄNDIG

SCHLACKENBESTÄNDIG



ÖSTERREICHISCH-AMERIKANISCHE

MAGNESIT

AKTIENGESELLSCHAFT

RADENTHEIN-KÄRNTEN

GESCHAFTSSTELLE: WIEN 1., FÜHRICHGASSE 6

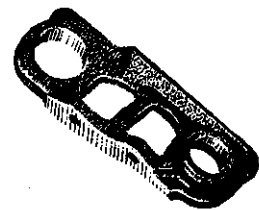
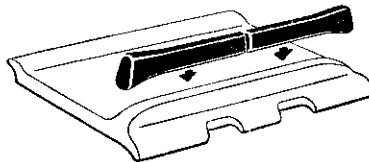
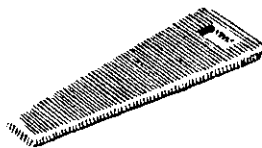
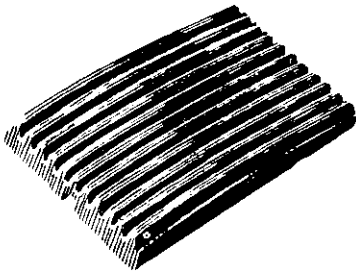


BOFORS VARAOSIA

KAIVINKONEILLE, TRAKTOREILLE JA MURSKAAJILLE

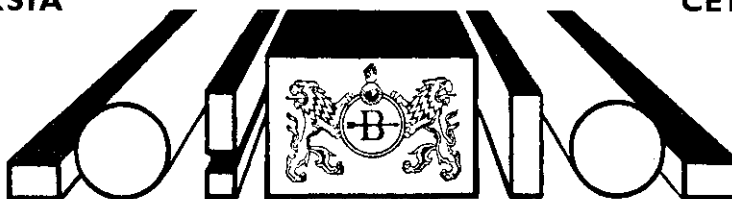
RESERVDLAR

FÖR GRÄVMASKINER, TRAKTORER OCH KROSSAR



Erikoisuutena
KAIVOS- JA
SEMENTTIMYLLY-
JEN VUORAUKSIA

Specialitet
INFODRINGAR
FÖR MALM- OCH
CEMENTKVARNAR



OY SUOMEN BOFORS AB

HKI - LÖNNROTINK. 32 - PUH. 59 133 - HFORS - LÖNNROTSG. 32 - TEL. 59 133

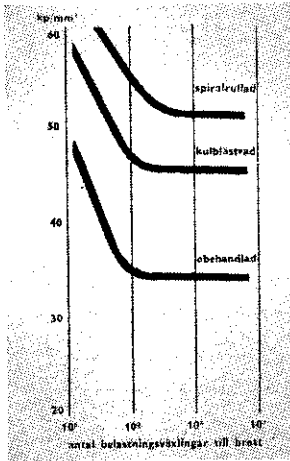
nyt

yhä pitempi käyttöikä **VULCANUS** porille kierukkarullauksen avulla

nyt

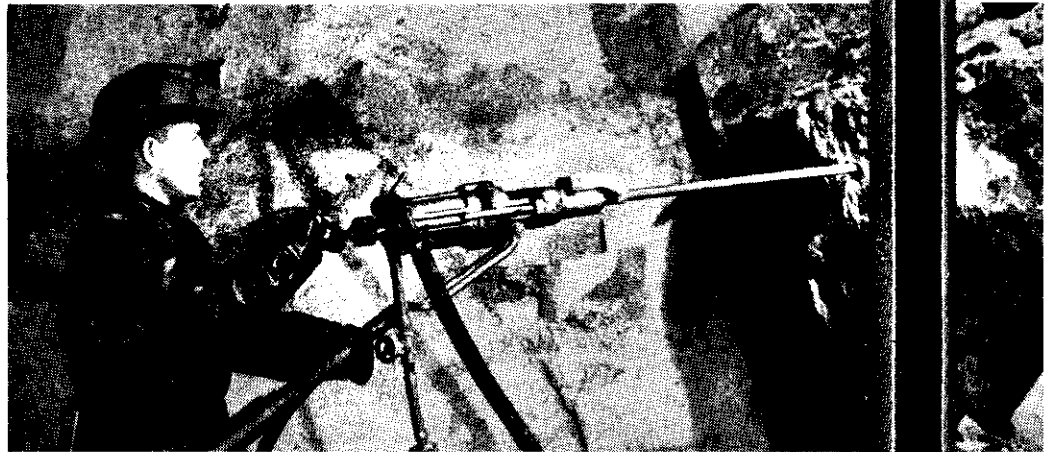
KIERUKKARULLAUS

tarkoittaa, että kierukan muotoinen jälki painetaan rullaamalla poratangon pintaan. Tällöin porateräkseen syntyy sellaisia esijännityksiä, jotka vähentävät porauksen aikana aineeseen syntyviä jännityksiä. Kierukkarullaamalla pora määrätyn matkaa poraniskasta lähtien — ts. siltä alalta, joka tutkimuksen mukaan joutuu suurimman rasituksen alaiseksi — lisääntyy poran käyttöikä huomattavasti. Kierukkarullauksen ominaisuudet yhdessä jo tunnettujen VULCANUS-laatuominaisuuksien kanssa — mm. huuhtelureikä on vuorattu ruostumattomalla aineella, joka tähän saakka on osoittautunut parhaaksi suojaksi ruostumisilmiöitä vastaan — tekevät VULCANUS Kierukkarullaus-porista kannattavan investoinnin kallio-
poraukseen sanan täydessä merkityksessä.



Oheinen laajoista kanadalaisista tutkimuksista lainattu piirros osoittaa Kierukkarullaus-menetelmän ylivoimaisuuden väsymiskestävyyden lisäämisessä verrattuna kuulapuhallamalla käsiteltyihin ja käsittelemättömiin kallioporiin. Saman seikan ovat meidän omat laboratoriomme sekä lisenssinhaltijat vahvistaneet.

Ettei uikabvillista raestaruista ja tästä jontuvaa laadun ruuantuista ei syntyy, on VULCANUS Kierukkarullaus-poret erikoiskäsitelty ruostumista vastaan ja maalattu uudella oranssi-värimeistelyvärillä.



Kierukkarullaus on patentoitu menetelmä

johon SKF Hellefors Jernverk on hankkinut yksinoikeuden Suomessa, Ruotsissa ja useimmissa muissa maissa.

Kierukkarullaus alentaa porauskustannuksia

Kovametallilaaduissa tapahtuneen kehityksen ja paranemisen johdosta määrää poran käyttöiän nykyään useimmiten poratangon kestävyys. Kierukkarullaus lisää poratangon käyttöikää ja tällöin on mahdollista käyttää kovametalli täysin hyödyksi. Tämä luonnollisesti alentaa porauskustannuksia.

SKF

HELLEFORS JERNVERK

**Kierukkarullattuja kallioporia
myy Suomessa RAUTAKONTTORI Oy**



VOITTAJA PORASI 84.5 cm minuutissa

Outokumpu Oy:n jokavuotisissa porausmestaruuskilpailuissa, jotka tänä vuonna olivat 9. 8. saavutti voittaja L. Simola Ylöjärven kaivokselta loistavan 84.5 cm/minuutissa bruttotuloksen.



Kaikki kilpailijat käyttivät **Tampellan valmistamaa T 10 CW porakonetta ja polvisyöttölaitetta P 64.** Kivilaji kiilleliuske, reiän halkaisija 34 mm ja reikien lukumäärä 6 x 2,4 m. TAMPELLA T 10 C polvi-, yleis-, nousu- ja tankosyöttölaittein on paras kone tunnelikäyttöön, avolouhintaan sekä nousunajoon.



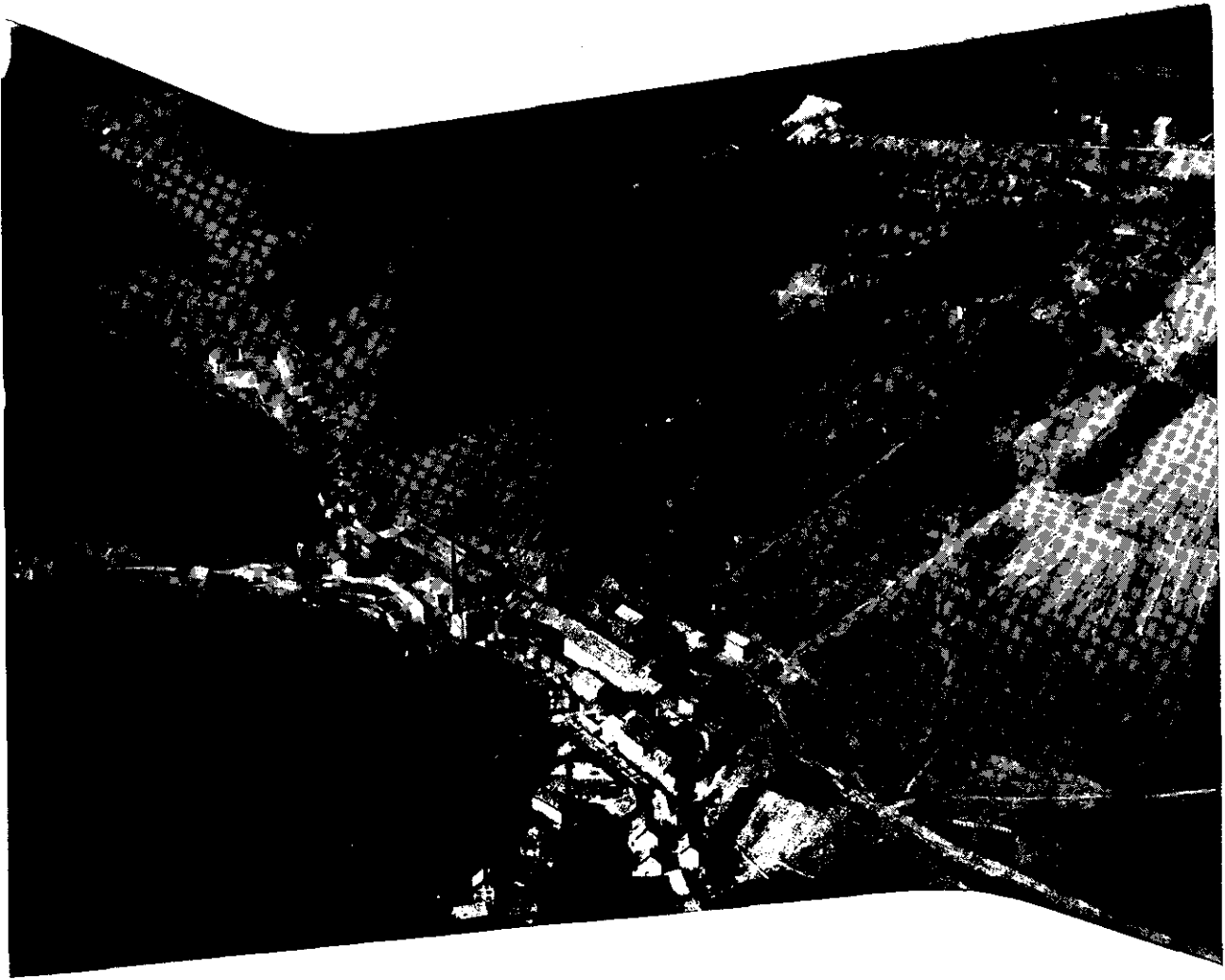
Voittajat ovat saaneet palkintonsa.

Tampella

Tampereen

Konepaja

Perustettu 1842



WERK UND BERGBAU VEITSCH



VEITSCHER MAGNESITWERKE
ACTIEN-GESELLSCHAFT, WIEN-AUSTRIA

GENERALVERKAUFSSTELLE
A. G. für feuerfestes Material
BASEL 6, ST. ALBANVORSTADT 94
TELEGRAMME: SAPREF, TEL. 229619

VERTRETEN IN FINNLAND DURCH
AB. Industritegel
HELSINGFORS, BANGATAN 21

Edustaja Suomessa

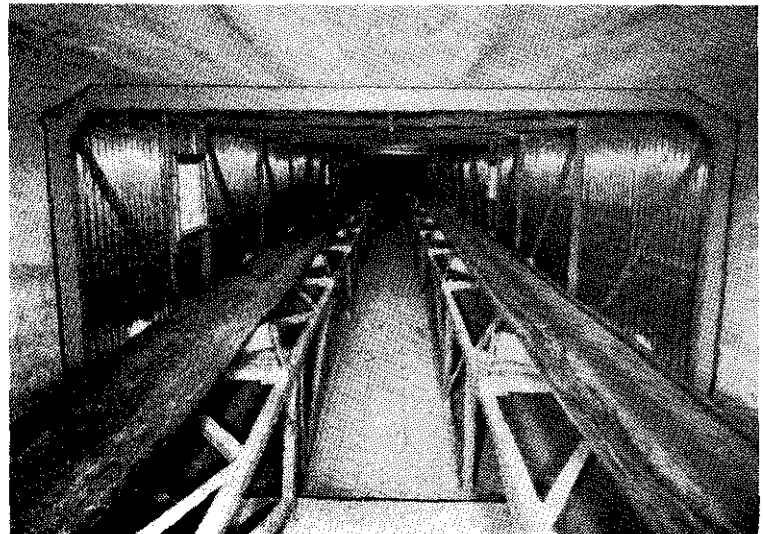
Oy. Teollisuustiili

HELSINKI Ratakatu 21
Puh. 13 344

KAIVOSTEOLLISUUDEN KULJETUKSIIN

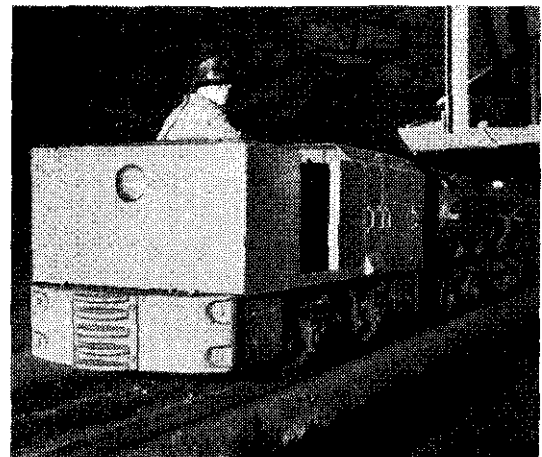
käytännössä koeteltuja kuljettimia

Suuri kuljetuskyky, kestävyys ja käytännöllisyys ovat johtavat periaatteemme kuljettimien valmistuksessa. Oheisissa kuvissa näkyvät kuljetusvälineet ovat osoittautuneet käytännössä vaatimuksia vastaaviksi.



Valmistamme hihna-, ketju-, köysi-, laahaus-, kauha-, kierto- ym. kuljettimia. Diesel-kaivosveturit, esim. panssaroitu MOVE 41, kuuluvat myös valmistusohjelmaamme.

- 1 Hihnakuljetin, joka siirtää rikasteen kuivaamosta torniin.
- 2 Rautatievaunujen purkauskuljetin.
- 3 Move — panssaroitu kaivosveturi.



Vaikeissakin olosuhteissa VALMET on varma ratkaisu

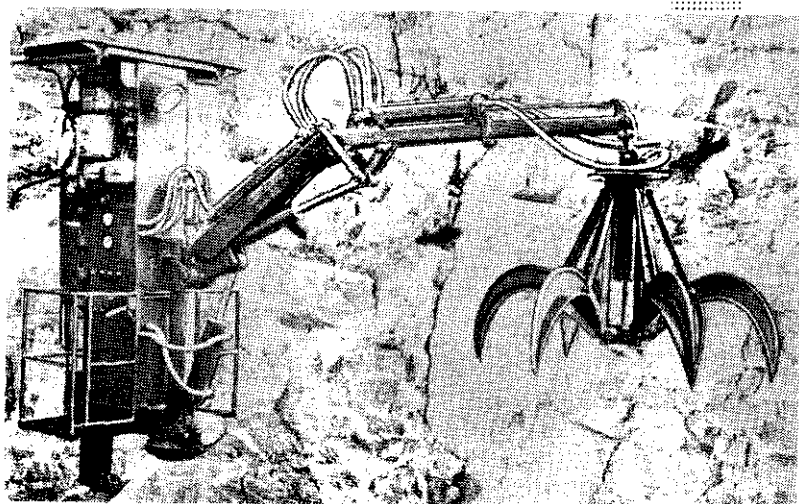
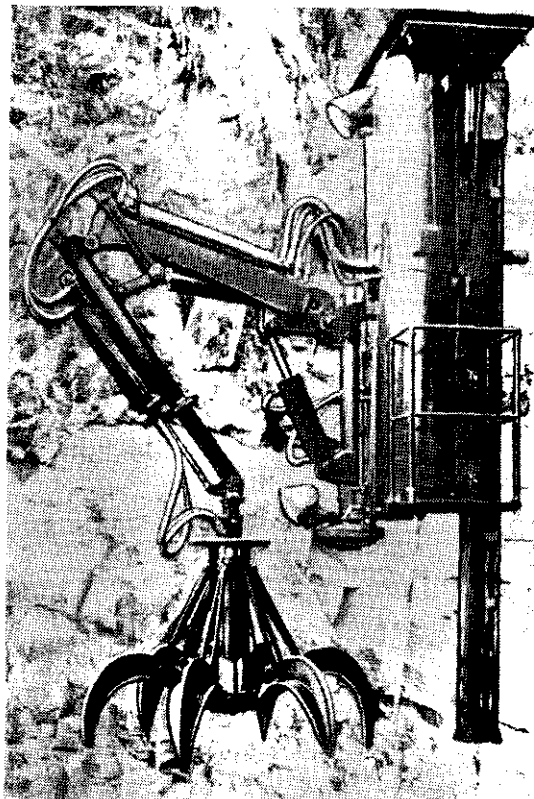
Valmet Oy. Lentokonetehdas, Tampere. Puh. 25 500
Pääkonttori, Kaivokatu 10. Helsinki. Puh. 11 441

VALMET

Nostakaa tehoa kuilunajossa —

lastatkaa ALI-S 2:lla

Alimak kuilunlastauskone Ali-S 2 on lastaajan välittömästi ohjaama hydraulisesti toimiva kuormauskone, joka on erikoisesti suunniteltu kaivosteollisuutta varten. Kone kiipeää kuilun seinään kalliopulteilla kiinnitettyä johdetta pitkin ja se voidaan nopeasti ajaa turvallisuudelle korkeudelle ammunnan ajaksi. Johteeseen kuuluvan putken kautta puhalletaan kuilu puhtaaksi räjähdyskaasuista. Sen jälkeen kone taas ajetaan kuilun pohjaan ja tuetaan takaseinästä työasentoon hydraulisten sylintereiden avulla. Hydraulisella teleskooppi-puomilla »Polygrip»-kahmareineen kuormataan kivet kippaan. Puomi on nopealiikkeinen ja vain venttiilien vipuja liikuttamalla tavoittaa lastaaja helposti joka pisteen kuilun pohjalla. Kone soveltuu käytettäväksi niin pienissä kuin suurissakin kuiluissa. Kuilunlastauskone on kaivoksessa Ruotsissa jatkuvasti käytössä olleen kokeiltu ja kehitetty ja se on osoittautunut lujaksi, tehokkaaksi ja varmaksi.



Muutama aikatutkimuksiin perustuva numerotieto:

Kahmarin kuormaus-teho: 22 t/h

Koneen työsaavutus: 18 t/h
nostokorkeuden ollessa 100 m

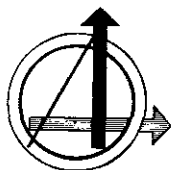
Koneen kiipeämisnopeus: 18 m/min

ALIMAK VERKEN

Skellefteå

Ruotsi

Edustajamme Suomessa:



INSINÖÖRITOIMISTO

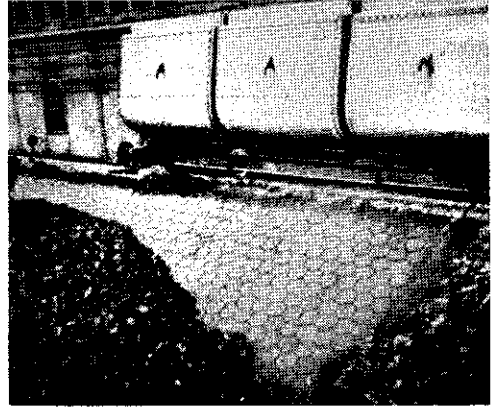
H. AURAMO

Helsinki • Aleksanterink. 48 • Puh. 13113

SCHMELTZBASALT

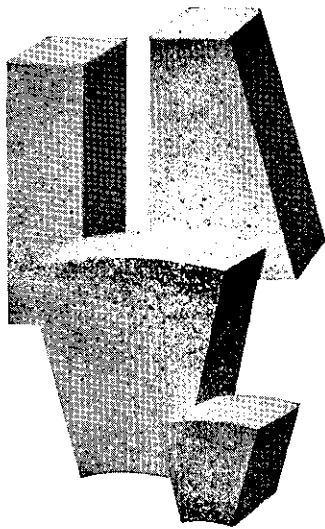
hili- ja koksiliukuradoissa
ketju- ja kierukkakuljettimissa
kouruissa
lattianpäällysteissä
myllyissä

— kaikkialla missä esiintyy kulumista, kaikkialla missä vuorauslevy on uusittava 3—4 kuukauden kuluessa



kestää sulatebasalti vuosikausia

TULENKESTÄVIÄ TIILIÄ



silikatiliä
aluminaattitiliä
magnesiittitiliä
zirkontiliä

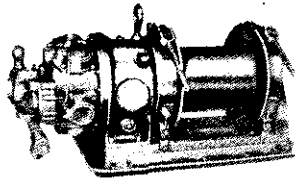
— myös suu- ja tulppatiliä sekä tulenkestäviä massoja.

Knorr

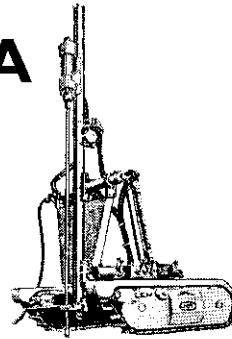
Annamme mielellämme hinta- ym. tietoja,
ottakaa yhteys: ins. Karlsson tai ins. Forsberg.

HELSINKI • P. ESPLANAADI 27 • PUHELIN 58 166 vaihde

JOY -KAIVOSKONEITA



Suurteho-raappavinttureita, sähkö- ja paineilma-käyttöisiä, 1—2 ja 3-rumpuisia.



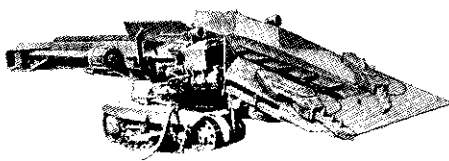
JOY TDM, urakoitsijoiden suosima, ketteräliik-
keinen suur-reikäporakone 20 000—30 000 kiinto-
kuutiometrin kuukausilouhintaa varten.

SEKÄ MAAN PÄÄLLÄ

JOY

ETTÄ MAAN ALLA

JOY -KAIVOSKONEITA



JOY 18-HR2. Pohjois-Ruotsissa eniten käytetty malminkuormaaja. Sen jatkuvatoimisen keräysliik-
keen ansiosta saavutetaan jopa 12 tonnin kuor-
mausteho minuutissa.



JOY-DRILLMOBIL. Tunneliporaukseen sovel-
tuva, liikkuva poravaunu, joka voidaan varustaa
1—3 hydraulisesti ohjattavalla ja -toimivalla puo-
millä. Kumi- tai kiskopyörälustalla.

OSAKEYHTIÖ *Ekströmin* **KONELIIKE**

Helsinki Puh. 11 421 Postilokero 310



GOODYEAR KULJETUSHIHNAT

takaavat tehokkaan ja taloudellisen
kuljetuksen

Goodyear-kuljetushihnat merkitsevät luotettavaa, tasaista kuljetusta, ilman käyttöhäiriöitä ja korjaustöiden vuoksi tapahtuvia kalliita keskeytyksiä. Goodyear-kuljetushihnojen lujuus, luotettavuus ja pitkä elinikä alentavat kuljetuskustannuksianne.

Ja muistakaa — koko maailmassa kuljetetaan enemmän tonneja Goodyear-kuljetushihnoilla kuin millään muilla!

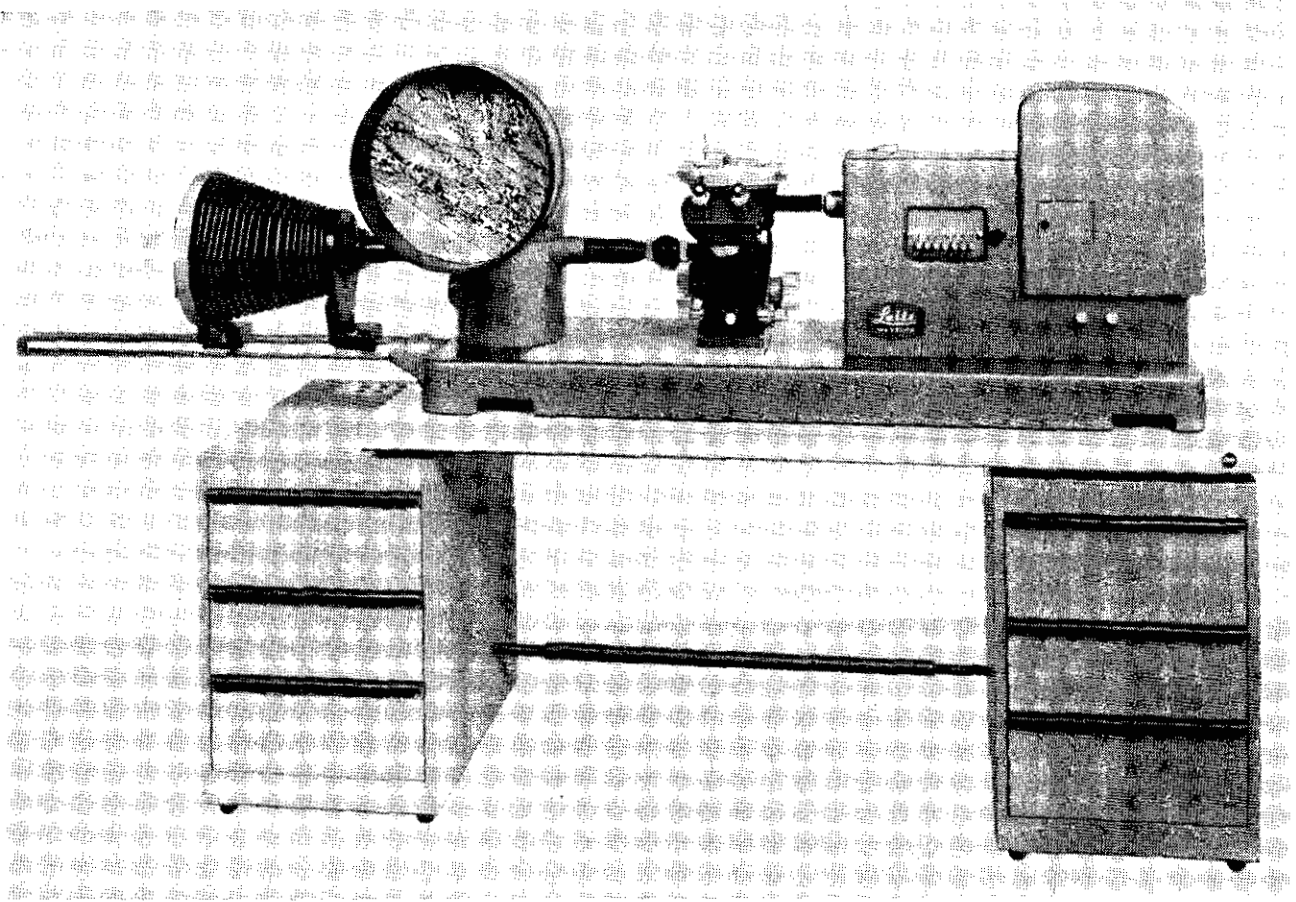
GOODYEAR

Ottakaa yhteys — annamme mielelläni tarjouksia ja lisätietoja!

oy Premio Ab

HELSINKI — ALEKSANTERINKATU 13 — Puhelin VAIHDE 58011

ERNST LEITZ GMBH WETZLAR



Chatelier-periaatetta noudattaen rakennettu

METALLIMIKROSKOOPPI MM

Valolähteenä 500 W:n Xenon-lamppu. Subjektiiiviseen havaintojentekoon matalajännitevalaisin. • Uudenaikaisen pintavalo-taso-optiikan ansiosta on kuva reunoihin saakka täysin tasainen ja terävä. Vaihdeettava monokulaaritari binokulaariritubus. Lisävarusteeksi saatavissa OPAK-illuminaattoreita "Hellfeld-, Dunkelfeld-, Phasenkontrast-" ja kvalitatiivisiin polarisaatiotutkimuksiin. • Mikroskooppiin kuuluu projektiolaite, joka on varustettu suurella Fresnell-linsillä. Kuvan tarkastelu on valoisassakin huoneessa mahdollista. • Kojeeseen voidaan kytkeä valokuvauskone (kuvakoko aina 13×18 cm:iin saakka).

PYYTÄKÄÄ YKSITYISKOHTAISTA ESITTELYÄ

*Leitz*in pääedustaja Suomessa

Oy CHRISTIAN NISSEN Ab

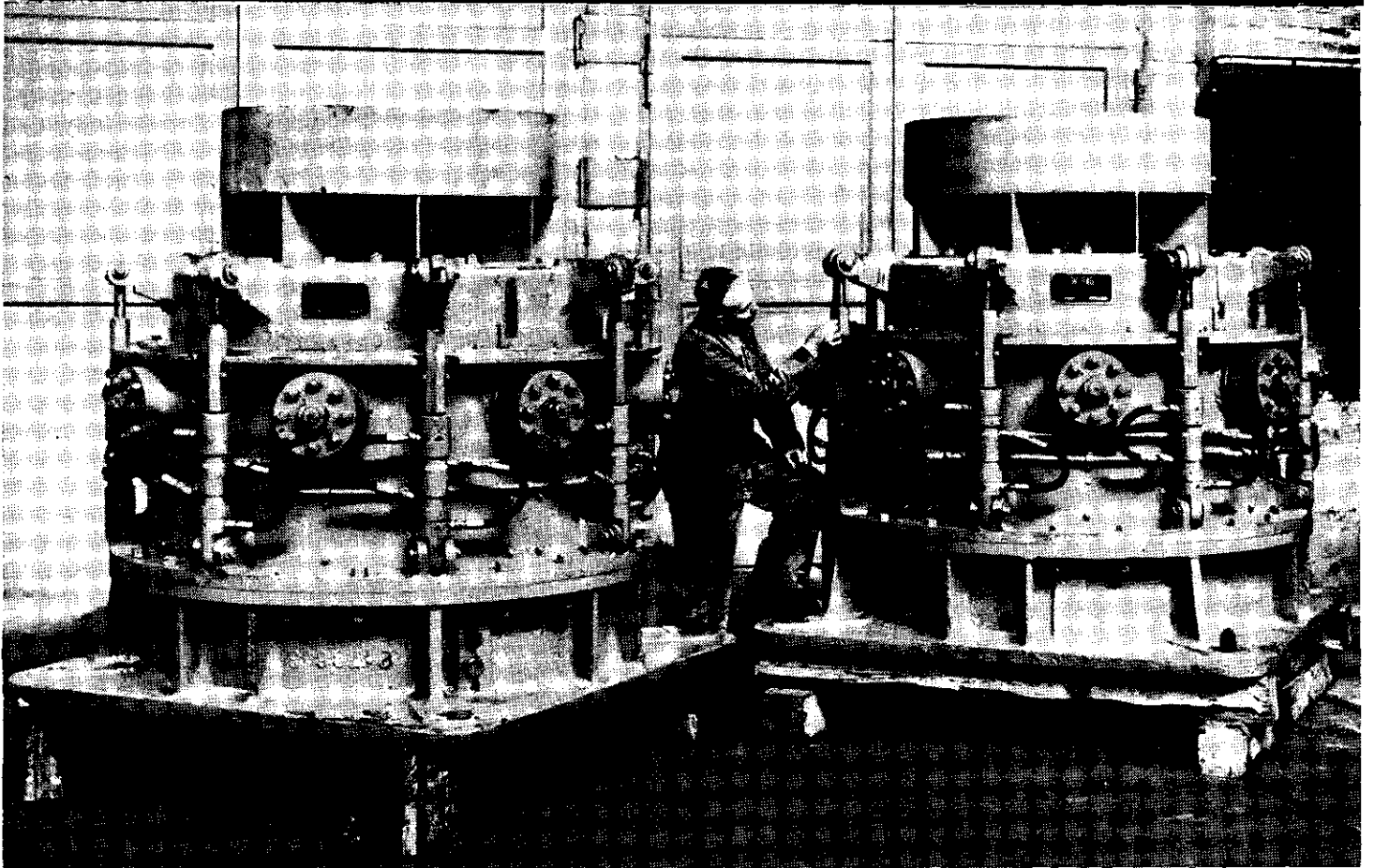
KESKUSKATU 3

PUH. 13 070

HELSINKI

WEDAG

**Koneita
rikastamoon ja murskaamoon**



KEGELGRANULATOR- uudenaikainen
kartiomurskain

WESTFALIA DINNENDAHL GRÖPPEL AG, BOCHUM

OY. LILIUS & Co AB. — HELSINKI

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS r. y. — BERGSMANNAFÖRENINGEN r.f.

Hallitus: fil.tri Åke Bergström, puheenjohtaja, vuorineuvos Petri Bryk, varapuheenjohtaja, dipl.ins. Eugen Autere, dipl.ins. Fjalar Holmberg, tekn.lis. Urmas Runolinna, dipl.ins. Bo Sandberg, tekn.tri. Herman Stigzelius, fil.tri Oke Vaasjoki.

Rahastonhoitaja: dipl.ins. Paavo Majjala, Mäntytie 3, virkapuh. 44 05 11.

Sihteeri: tri.ins. Paavo Asanti, Töölöntullinkatu 5, virkapuh. 46 10 71.

Kaivosjaosto: professori Kauko Järvinen, puheenjohtaja, dipl. ins. Per Westerlund, sihteeri, Outokumpu.

Metallurgijaosto: professori Matti Tikkanen puheenjohtaja, dipl.ins. Rolf Malmström sihteeri, Lahnelahdentie 3, Lauttasaari, virkapuh. 44 05 11.

Geologijaosto: fil.maist. Kurt Lupander, puheenjohtaja, fil.maist. Veikko Räsänen, siht., Nallenpolku 4 E, Tapiola, puh. 46 10 11.

Toimitus: teollisuusneuvos Herman Stigzelius, päätoimittaja, puh. 62 87 14, tri.ins. Paavo Asanti, apulaistoimittaja, puh. 46 10 71, rouva Karin Stigzelius, toimitussihteeri, puh. 35 546.

Toimituksen osoite: Bulevardi 26 A 10, Helsinki, puh. 35 546.

Ilmoitushinnat: kansisivut 25.000: —, muut sivut 20.000: —, puolisivu 15.000: —, neljännessivu 10.000: —.

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

N:o 2

1959

17 VUOSIKERTA

KÄRVÄSVAARAN KAIVOS

Tekn.lis. U. Runolinna, Otanmäki

Kärväsvaaran malmiesiintymä löydettiin 20-luvun alussa kaivoskompassin avulla. Matti Lahtelan nimeen muodostettiin kaivospiiri, mutta malmin inventoimiseen tähtääviin tutkimustoimenpiteisiin ryhdyttiin kuitenkin vasta välittömästi ennen talvisotaa. Tutkimuskulussa ja kahdessa timanttikairausreiässä tavattiin yli 50 % Fe sisältävää magnetiittimalmia.

Vuonna 1954 suoritti Geologinen tutkimuslaitos aeromagneettisen tutkimuksen Misin alueella. Eräiden kaivos- ja malminetsintäyhtiöiden suorittama tunnuslukuon- toisia tutkimuksia Kärväsvaaralla ja sen lähiympäris- tössä kielteisillä päätelmin aloitti Otanmäki Oy omat tutkimuksensa yhtä aikaa sekä Kärväsvaaralla että koko ympäristöalueella. Entistä koekuilua hyväksikäyttäen porattiin jatkotankoporilla vaaka- ja pystyviuhkat. Malmin minimipinta-alaksi saatiin 1.500 m². Silloisen hinta- tason mukaan saatettiin todeta, että malmin minimi- määrä oli riittävä kannattavan kaivostoiminnan aloitta- miseen. Tähän päätökseen kannusti ehkä kuitenkin eni- ten toteamus, että Misin alueelta voitiin löytää muita ja ilmeisesti Kärväsvaaran rautamalmin suurempia mal- meja.

Kärväsvaaran malmiesiintymän kaivospiirioikeudet lunastettiin Otanmäki Oy:lle joulukuun lopulla 1957.

Louhintasuunnittelua varten suoritettujen timanttikai- raukset kesällä 1958 osoittavat, että malmi oli selvästi suurempi kuin mitä minimilaskelmissa oli edellytetty. Kärväsvaaran malmin tultua nykyisin kokonaan paljas- tetuksi on puhkeaman pinta-ala 3.200 m². Siten malmi-

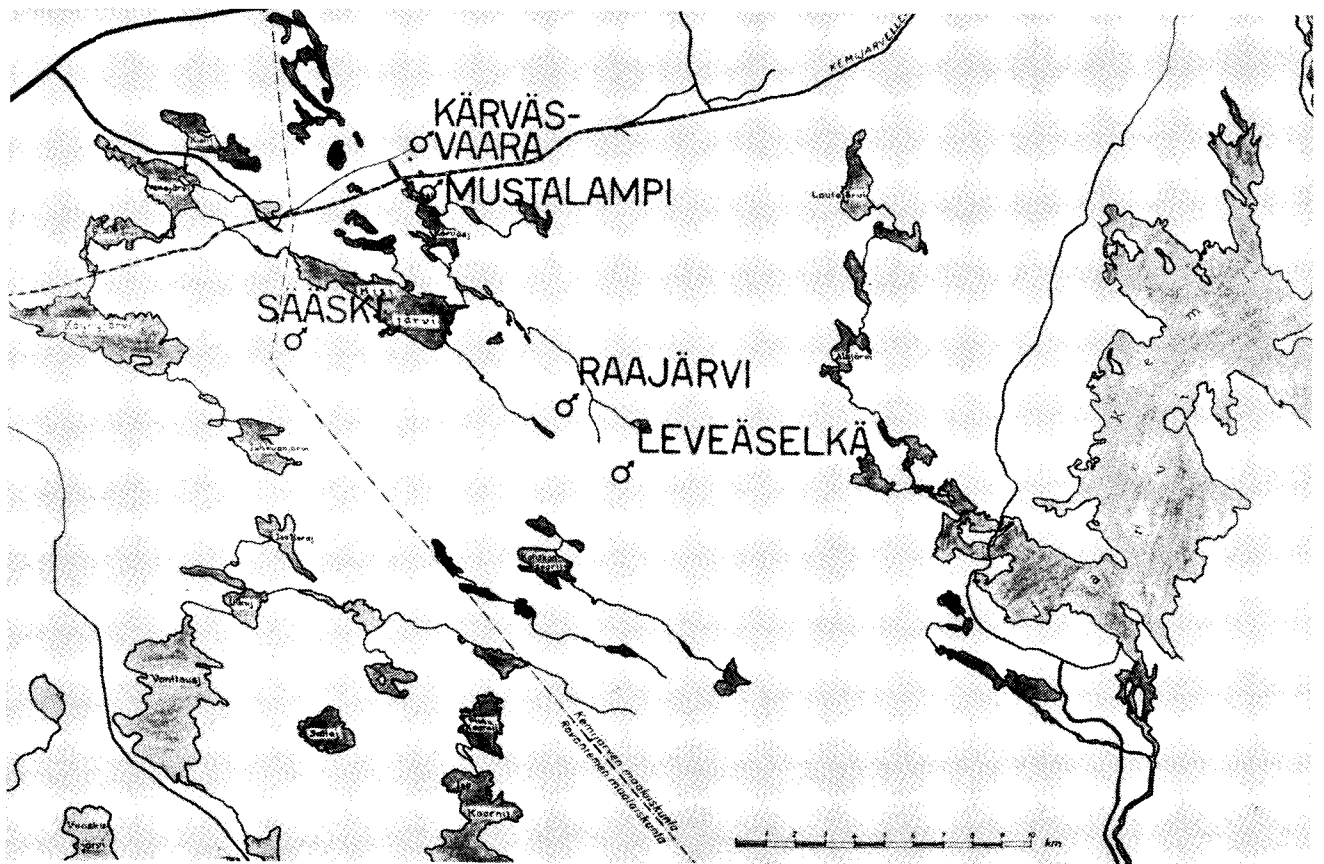
varat ovat 100 m syvyydelle yli 1.000.000 tonnia Kärväsvaaran malmin syvempi osa on vielä kairauksin inventoimatta, mutta magneettisten mittauksen mukaan malmin alanapa on n. 200 metrin syvyydessä.

Lähes pystyasentoinen n. 140 m:n pituinen itä-länsi- suuntainen malmilinsi sijaitsee graniittisessa ympäris- tössä lähellä suuren gabromassiivin kontaktia. Malmi- muodostumaan kuuluu malmin molemmiin puoliin emäk- sisiä kivilajeja kuten kloriittiliusketta sekä serpentiini- kiviä.

Malmi sisältää magnetiittia vähän yli 70 %, koboltti- pitoista pyriittiä 2—4 % sekä harmemineraaleina epi- doottia ja serpentiiniä. Magnetiittirakeet ovat kiteytyneet selvästi omamuotoisiksi pyöreäköiksi rakeiksi, mikä tee- kee mahdolliseksi rikastaa erittäin puhdasta rikastetta.

Tuotantoa valmistelevat rakennustyöt aloitettiin kesä- kuussa 1958 pystyttämällä 36 hengen asuinparakki, ruo- kala-toimistoparakki, miehistösauna sekä työnjohdon ja vieraiden asuntola. N. 7 km:n pituinen maantie Misistä valmistui syksyllä 1958, samoin 8 km pitkä 20 kV:n sähkölinja Kalliosalmelta, Kemijärvi—Rovaniemi maan- tien varrelta. Alkukesästä 1959 päästiin kaivostuvalla, murskaamossa ja rikastamossa asennustöihin.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan Kärväsvaaran piti toimia vain kesäkuukausina. Rakennusvaiheen aikana malmin inventoitu määrä lisääntyi kuitenkin siinä mää- rin, että toiminta päätettiin muuttaa ympärivuotaiseksi. Tämä päätös aiheutti lisää rakentamista. Syksyn 1959 kuluessa valmistuvat edellämainittujen lisäksi nostotorni,



Kuva 1. Misin alueen kartta. Käräväraan malmi sijaitsee Rovaniemen ja Kemijärven puolivälissä n. 1 km rautatiestä sen poh-

joispuolella. Raajärvi, Leveäselkä, Mustalampi ja Sääskei ovat tutkimuksen alaisia esiintymiä n.s. Misin rautamalmitalueella.

autotalli-korjaamorakennus, pumppuasema, asuntoalueen lämpökeskus, toinen miehistöasuintalo sekä kaksi »Pähkinä»-tyyppistä omakotitaloa kaivoksen ja rikastamon esimiehiä varten. Muita perheasuntoja ei ainakaan toistaiseksi ole tarkoitus rakentaa.

Jotta tuotannolliseen toimintaan olisi päästy mahdollisimman pian, aloitettiin malmin louhinta avolouhoksena. Esiintymän päältä poistettu irtomaata, n. 60.000 m³, käytettiin suurimmaksi osaksi maantien, murskaamon ajopenkereen, jätepadon ja paikallisteiden rakentamiseen.

Avolouhoksen syvyys tulee olemaan 15—20 metriin ja se otetaan kahtena penkereenä. Malmi lastataan n. 1,5 m³ Libu-kauhalla varustetulla Caterpillar 977 kauha-kuormaajalla 8 tonnin Sisu K34ST maansiirtoautoihin. Näitä autoja on kaksi kappaletta ja ne suorittavat malmin kuljetuksen avolouhokselta, myöhemmin nostotornilta, 1 km:n päässä radan varressa sijaitsevaan rikastamoon.

Kuili sijaitsee n. 50 m:n päässä malmista sen eteläpuolella. Kuilun poikkileikkaus on 3,3 × 3,9 m, eli pinta-alaltaan 13 m². Siinä on kolme osastoa: yksi hissikoripappasysteemiä varten, yksi vastapainoa ja yksi rapputietä ja putkistoja varten. Kuilusta käsin suoritettavat jatkotutkimukset tulevat osoittamaan, kuinka syvä kuilusta tulee ja mikä tulee olemaan maanalainen louhinta-menettely.

Nostotornin korkeus on 30 metriä. Nostokoneena toimii Ylöjärven kaivoksen entinen 4 tonnin rumpukone.

Oheinen kuva 4 esittää Käräväraan rikastuskaaviota koneluetteloinen. Rikastuskaavio noudattaa sellaista yleistä periaatetta, että malmi murskataan ja jauhetaan useammassa vaiheessa ja eri vaiheiden välissä suoritetaan

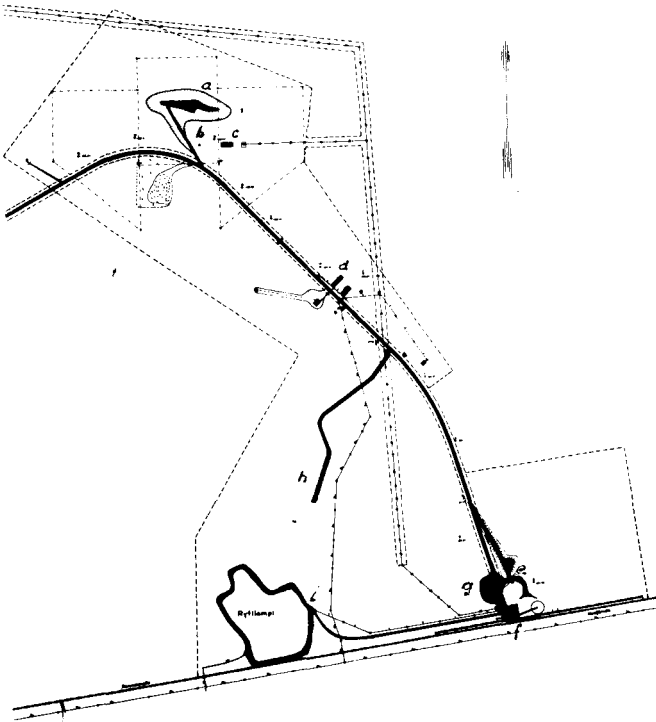
magneettinen separointi, joka erottaa harmeaineksen mahdollisimman karkeana pois. Murskaus suoritetaan iskumurskaimilla kahdessa vaiheessa. Niiden välissä on seulonta ja magneettinen karkeaseparointi. Murskatun malmin hienous on alle 10 mm ja se johdetaan hihnalla rikastesiiloon. Siilosta malmi syötetään primäärimyllyyn, jossa jauhinkappaleina käytetään 50 mm:n kuulia. Jauhettu tuote märkäseparoidaan kahdessa perättäisessä separaattorissa. Rikaste johdetaan sekundäärikuulamylyyn, jossa jauhinkappaleina ovat 30 mm:n läpimittaiset kuulat. Jauhettu rikaste puhdistetaan vielä kolmessa peräkkäisessä separaattorissa, suodatetaan ja johdetaan hihnalla varastoalueelle. Separattorien yhteinen jäte pumpataan jätealueelle.

Tuotanto aloitettiin viime heinäkuun alkupäivinä eli hieman yli vuoden kuluttua rakennustöiden alkamisesta. Osoittautui, että malmiesiintymän pintakerros oli muuttaman metrin vahvuudelta niin rapautunutta, että se voitiin sellaisenaan lastata. Tämä multamainen malmi aiheutti vaikeuksia rikastamossa. Se muodosti pystysuoria seinämiä suppiloissa eikä tahtonut juosta ränneissä. Lujempaan, porattavaan malmiin päästiin käsiksi vasta syyskuussa, ja samalla tuotantoluvut kohosivat. Porausta suorittaa 2 miestä vuorossa ja vaakarekien pituus on max. 6 m.

Jo laboratoriotutkimuksissa todettu malmin helppo murskattavuus ja jauhettavuus on pitänyt käytössä paikansa. Varsinainen malmi murskautuu ensimmäisessä iskumurskaimessa alle 20 mm:n raesuuruuteen ja on toisen iskumurskaimen jälkeen varsin hienojakoista. Malmin jauhamiseen on toistaiseksi riittänyt yksi mylly. Rikasteen hienous on n. 25 % alle 200 mesh ja 80 %

KÄRVÄSVAARAN KAIVOS

1:2000



Kuva 2. Kärvasvaaran kaivosalueen kartta.

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| a) Avolouhos | f) Rikastamo |
| b) Kuilu ja nostotorni | g) Korjaamo ja autotallit |
| c) Kaivostupa | h) Jätealueen pato |
| d) Asutusalue | i) Pumppuasema |
| e) Murskaamo | |

alle 65 mesh. Silikaattiset raakkukivet eivät murskaudu ja jauhaudu yhtä helposti vaan ne jäävät suuremmiksi kappaleiksi. Kun murskausvaiheiden välissä oleva magneettinen karkeaseparaattori ei ole toiminnassa, erottaa kuulamylyn päässä oleva seula raakkukappaleet pois. Iskumurskaimien iskulevyjen ja vasaroiden kuluminen on vaihdellut 5–35 gr/tn. Kuulien kuluminen on ollut 140 gr/tn, joten raudan kokonaiskulutus lienee noin 200 gr/tn. Sähköenergian kokonaiskulutus Kärvasvaarassa on 10,7 kWh/tn, josta rikastamon osuus 7,5 kWh/tn. Veden kulutus on noin 2 m³/min. Vesi kiertää jätealueen kautta uudestaan pumppuasemalle.

Esimerkkinä tuotantoluvuista esitetään ohaisena taulukko syyskuulta:

Taulukko syyskuun tuotannosta.

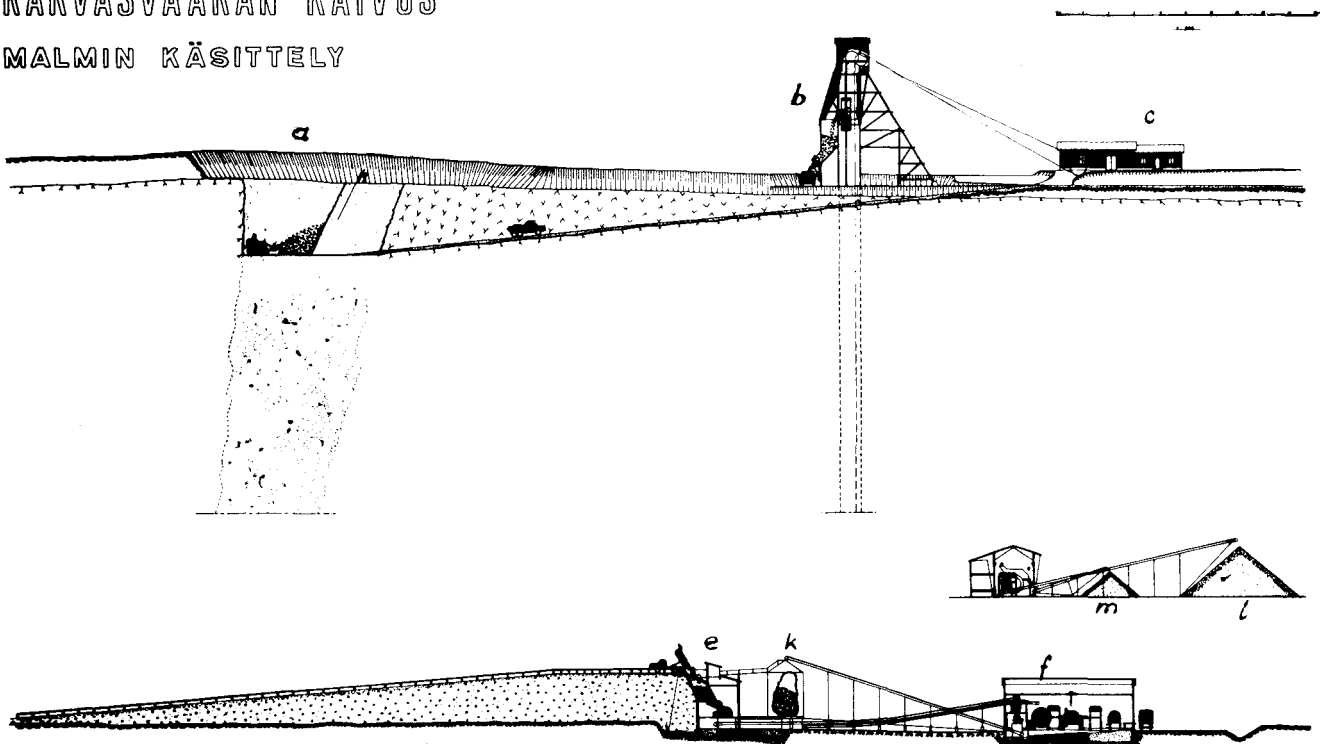
	tn	Paino %	Fe %	Fe ₃ O ₄		H ₂ O
				%	Saanti %	
Syöte	18.796	100,0	57,4	76,0	100,0	3,9
Rikaste	14.602	77,7	70,2	97,0	99,2	9,5
Jäte	4.194	22,3	13,4	2,3	0,8	---

Rikastetta on saatu keskimäärin 75 % syötteestä. Rikasteen rautapitoisuus on ollut $70 \pm \frac{1}{2}$ % ja saanti yli 99 %.

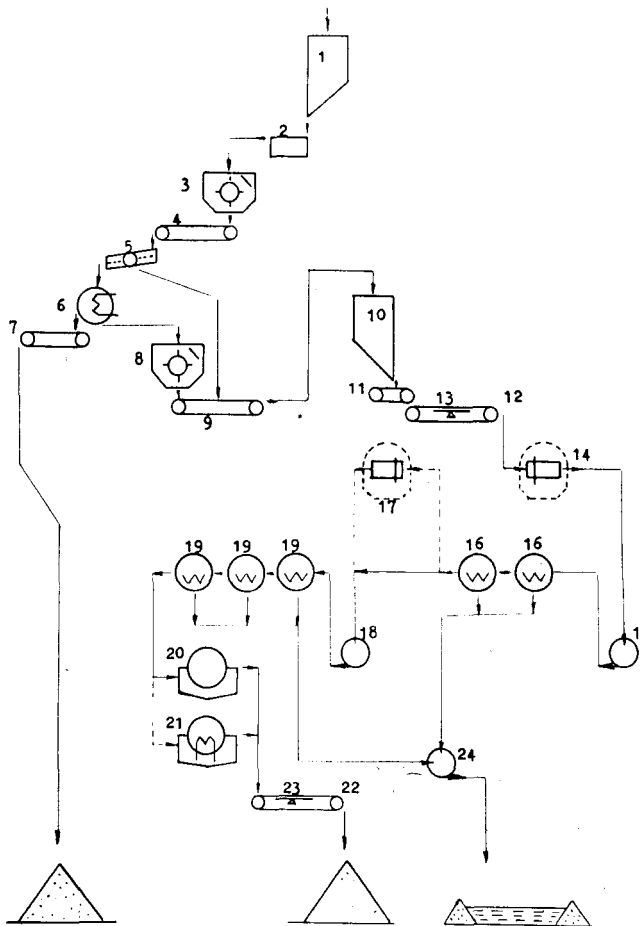
Rikastamo on toistaiseksi käynyt kolmea vuoroa, jotta myydyt erät saataisiin tuotettua ja kuljetettua satamaan ennen talven tuloa. Vuonna 1960 aiotaan rikastamo ajaa vain kahta vuoroa ja tuottaa n. 10.000 tonnia rikastetta kuukaudessa, mikä vastaa 13.000–14.000 tonnia malmia kuukaudessa. Rikastamon tuntikapasiteetti on näin-

KÄRVÄSVAARAN KAIVOS

MALMIN KÄSITTELY



V Kuva 3. Malmin käsittelykaavio.
Kirjainten a–i selitys sama kuin kuvassa 2.
k) Malmisiilo l) Rikastekasa m) Sepelikasa



KÄRVÄSVAARAN RIKASTUSKAAVIO

Kuva 4. Rikastamon kytkinkaavio. Koneiden vieressä olevat numerot viittaavat oikeiseen koneluetteloon.

ollen 33 tn/tunnissa, joka on varsin suuri kuormitus yhtä separaattoriipiiriä kohti. Talvikuukaudet voivat tuottaa yllättäviä vaikeuksia ja muuttaa edellä mainittua tuotantosunnitelmaa, mutta toisaalta voidaan kesäaikana tuotantoa helposti lisätä.

Koska rakennusvaihe on vielä kesken ja tuotanto on aivan alussa, ei lopullisia kustannus- ja teholukuja voi vielä ilmoittaa. Murskaamo ja rikastamo välisiiloineen on valmiiksi rakennettu ja tuli maksamaan rakennusten osalta 30 milj.mk ja koneitten ja laitteitten osalta 70 milj.mk eli yhteensä 100 milj.mk.

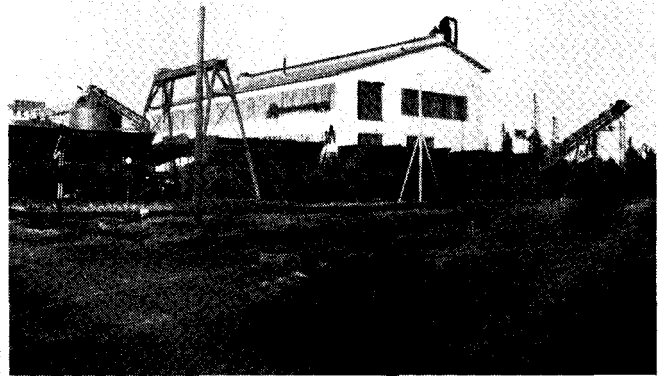
Parhaimpana rakennusaikana oli koko henkilömäärä n. 200, josta se vähitellen putoaa lopulliseen vahvuuteensa, mikä lienee n. 60—70 henkeä, josta työnjohtoja ja konttorihenkilökuntaa n. 10.

Kärväsvaara mine lies in the midway of Rovaniemi and Kemijärvi, a half mile north of railway and six miles north of polar circle. The ore body, known since 1921, is rich but small. However, Otanmäki Oy made a prospecting and found that the ore reserves were sufficient for an economic operation (1,5 million tons are assumed) and that there are other possible iron ores near Kärväsvaara. The mine was started in June 1958 and the pro-

Kärväsvaaran rikastamon koneluettelo

Liittyy kuvaan 4.

1. Syöttösuppilo, 44 m³.
2. Jeffrey-syöttäjä n:o 5, 48" × 72", 1,5 kW.
3. Iskumurskain, Wedag Prallbrecher G, 1.250 Ø × 1.000 mm, 66 kW.
4. Hiinakuljetin 600 × 56.800 mm, 1 m/s, 4,4 kW.
5. Seula, 10 mm, Wedag Zweimassen Vibrationssieb 1,4 Ø 3,5 m, 5,5 kW.
6. Karkeaseparaattori, Wedag 630 Ø × 1.400 mm, sähkömagneetti, 3 kW.
7. Hiinakuljetin 500 × 15.000 mm, 1,5 m/s, 2 kW.
8. Iskumurskain, Wedag Prall-Hammerbrecher 1.000 Ø × 800 mm, 38 kW.
9. Hiinakuljetin 600 × 47.200 mm, 1 m/s, 8,5 kW.
10. Siilo Ø 7.000 × 8.500 mm, teholl. tilav. 750 tn.
11. Hiinasyöttäjä 800 Ø 5.800 mm, 0,08 m/s, 3,3 kW.
12. Hiinakuljetin 600 × 48.200 mm, 1 m/s, 4,4 kW.
13. Hiinavaaka, Con-O-Weigh.
14. Primäärikuulamyly 2,2 × 2,2 m, 147 kW.
15. Lietepumppu Sala BPV-350, 7,5 kW.
16. Prim. separaattorit 2 kpl Thune 600 Ø × 1.400 mm, kestomagneetti, 2 × 1,5 kW.
17. Sek. kuulamyly 2,2 × 2,2 m, 147 kW.
18. Lietepumppu Sala-BPV-350, 7,5 kW.
19. Sek. separaattorit 3 kpl Thune 600 Ø × 1.400 mm, kestomagn. 3 × 1,5 kW.
20. Rumpusuodin Sala, sähkömagn., 9 m².
21. Rumpusuodatin Sala, 9 m².
22. Hiinakulj. 600 × 50.000 mm, 1 m/s, 4,4 kW.
23. Hiinavaaka Con-O-Weigh.
24. Lietepumppu Sala-BVP-350, 15 kW.



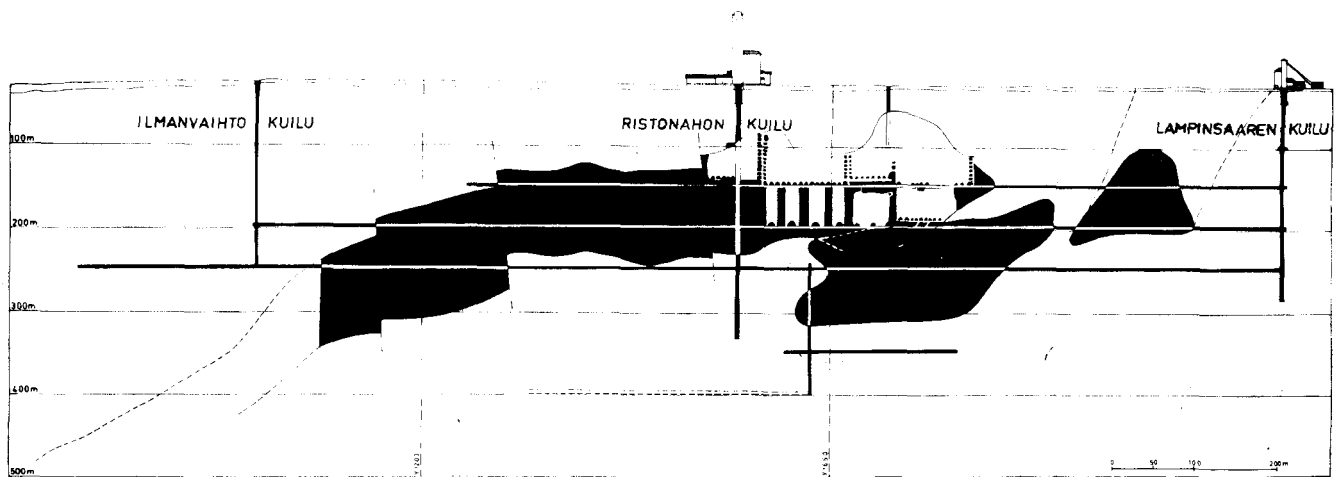
Kuva 5. Rikastamorakennus. Rakennuksen runko on koottu Myyntiyhdistys Puutalon HB-kehistä. Ulkoseinät ovat alumiini-aaltolevyä, sisäseinät sileätä alumiinilevyä, välissä vuorivillacristys. «Sky light green» aaltomuovilevy toimii ikkunana.

SUMMARY

duction began in July 1959. The milling comprises a two stage crushing, a ball mill grinding and a wet magnetic separation. One ton of ore gives 75 per cent of magnetite concentrate with a grade of 70 per cent Fe and with a fineness of 25 per cent minus 200 mesh and 80 per cent minus 65 mesh. The recovery of magnetite is over 99 per cent. In 1960 the production will be 10,000 tons of concentrate per month.

Vihannin kaivoksen ilmanvaihtokuilun ajo Alimak-nousuhissillä

Dipl.ins. Lasse Vanha-Honko, Outokumpu Oy, Vihannin kaivos



Ylläolevasta kuvasta nähdään Vihannin kaivoksen ilmanvaihtokuilun sijainti. Kuilu ajettiin pystysuorana nousuna tasolta +247 tasolle +33,8, missä nousu puhkesi noin kymmenen metrin syvyyteen louhitun kuilun pohjaan.

Nousun poikkileikkaus on ympyrä, jonka halkaisija on +200-tason yläpuolella 2,8 m ja alapuolella 2,5 m. Kivilaji on koko nousun alueella kiilleliusketta.

Kuvasta 2 nähdään, että ilmanvaihtokuilun alapäähän on louhittu konelastausaukko. Nousunajo tapahtui kahdessa vaiheessa. Ensinnäkin ajettiin yhteys +250- ja +200-tasojen välille ja sen jälkeen yhteys +200-tason ja maanpinnan välille. Noin 8 m +250-tason yläpuolelle louhittiin Alimak-hissille säilytyspaikka nousunajon ensimmäistä vaihetta varten. Toista vaihetta varten taas tehtiin hissille säilytyspaikka +200-tasolle.

Kalusto

Kivet lastattiin Eimco 21 lastauskoneella sivusta 3,5 m³:n vaunuihin ilmanvaihtokuilun alapäässä.

Nousunajossa käytettiin ruotsalaista Alimak-Verken AB:n valmistamaa nousuhissiä STH-2 (kuvat 1 ja 3), joka kulkee nousun seinään kiinnitettyä hammastankojohdetta pitkin. Hissin ajomoottorina on 6,2 hv:n paineilmamoottori MZC 61, johon paineilma johdetaan hissillä riippuvaa letkua myöten. Muista hissien tekn. arvoista mainittakoon: suurin sallittu kuormitus 500 kg, nopeus alaspäin 15 m/min ja nopeus ylöspäin 7–10 m/min.

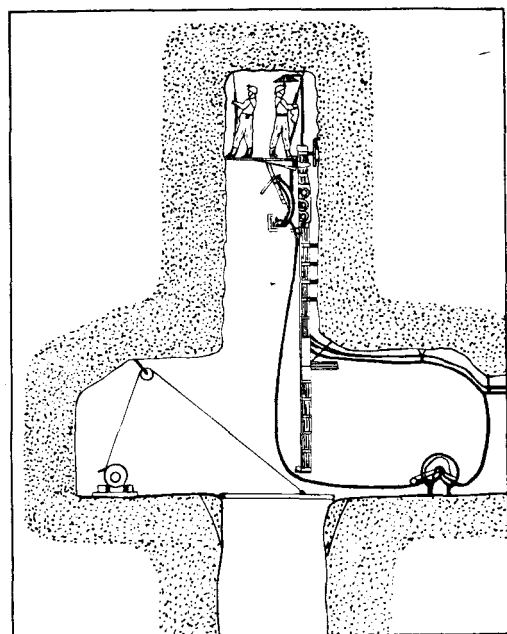
Edellä mainittu hammastankojohde ja sen kiinnittämiseen käytettävät kalliopultit ovat myös Alimak-Verken AB:n valmistamia (kuvat 4, 5 ja 6). Johteen kautta kulkevat paineilma ja vesi sekä porausta että räjähdyskaasujen poistoa varten.

Nousunajon loppuvaiheessa saatiin käyttöön myös Alimak-Verken AB:n valmistama 170 m:n paineilmaletkulla varustettu letkukela.

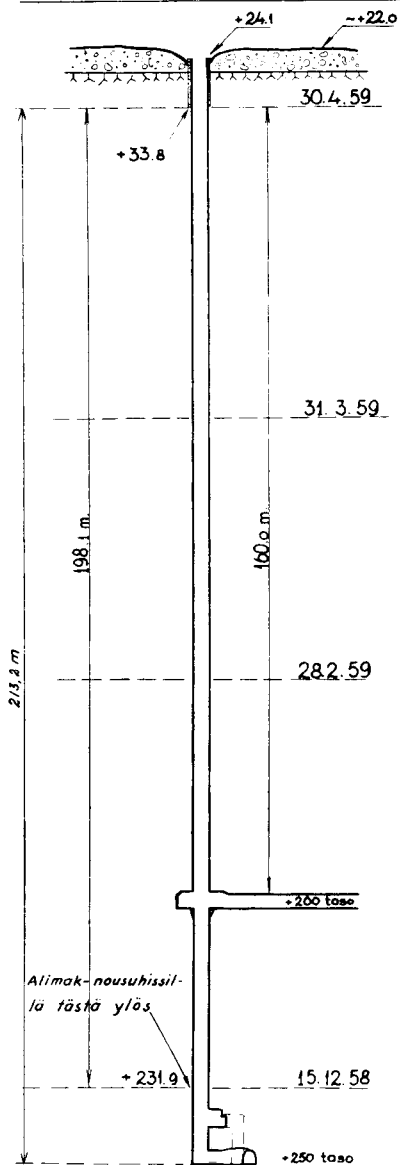
Alimak-nousunajokalustoon jouduttiin Vihannissa tekemään pari pientä muutosta:

- hissien porauslavaa suurennettiin sekä kiinteillä että irroitettavilla osilla, sillä alkuperäinen porauslava 160×160 cm oli liian pieni.
- johteiden kiinnitysrautoja vahvistettiin hitsaamalla niihin suojalevyjä, koska kiinnitysraudat vahingoittuvat alasputoavien kivien iskuista.

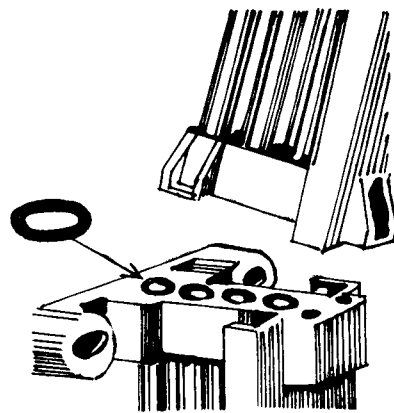
Porakoneena oli Tampellan T10CWs. Näkyvyyden parantamiseksi porauksessa käytettiin paineilmalämp-



Kuva 1. Nousunajon porausvaihe käynnissä +200-tason yläpuolella.



Kuva 2.
Ilmanvaihtokuilu
mittakaavassa 1 : 1000.



Kuva 4. Johdeliitoksissa käytetään kumirengastiivisteitä.

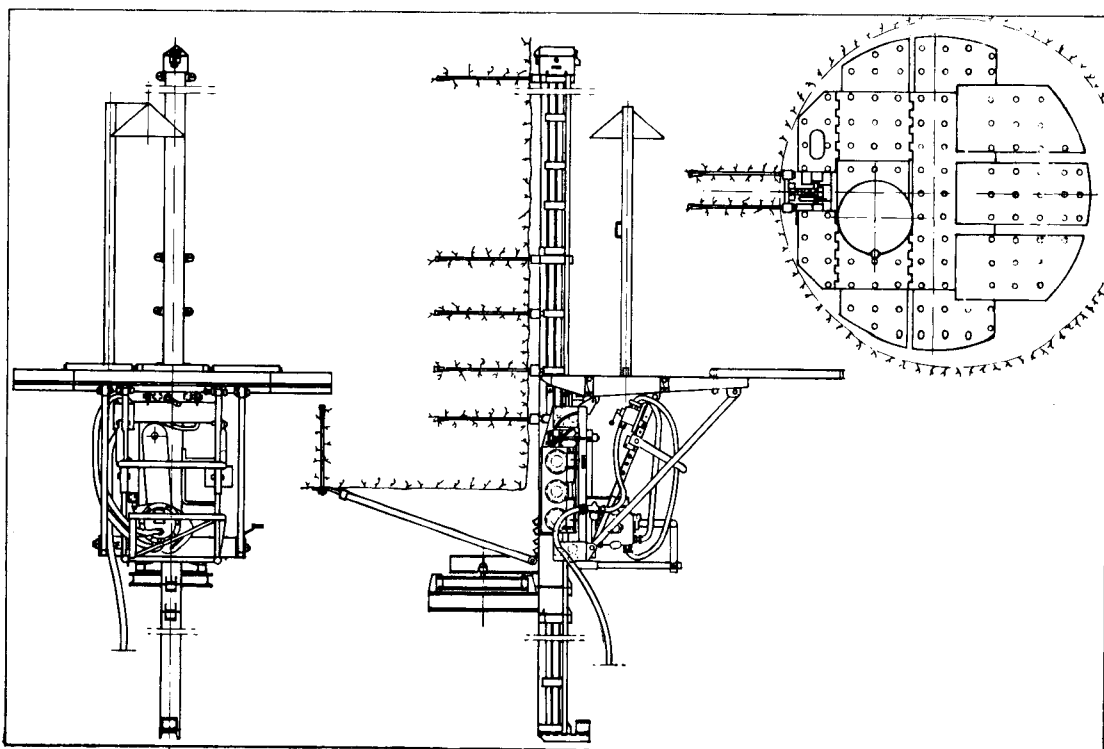
pua. Porat olivat yhden ja kahden metrin pituisia. Nalleina käytettiin 1/2 sek sähkönalleja.

Työn järjestely

Nousunajo tapahtui normaalina kaksivuorotyönä käyttäen kahta miestä kummallakin vuorolla. Neljän nousunajan tehtäviin kuuluivat kaikki nousunajossa esiintyvät työt lukuunottamatta konelastausta nousun alapäässä.

Koska kyseessä oli ilmanvaihtokuilu, johon ei sijoiteta minkäänlaisia rakenteita, pyrittiin nousun seinät saamaan mahdollisimman tasaisiksi. Tämän vuoksi jouduttiin seinäreiät poraamaan noin 50 cm päähän toisistaan ja käyttämään näissä rei'issä pientä etua. Porareikien lukumäärä katkoa kohden oli 55—58 kpl \varnothing 2,8 m nousussa. Avauksena käytettiin normaalia kattiaavausta.

Työn järjestelyssä pyrittiin siihen, että työvuoro jatkaa ensin johteen ja sen jälkeen poraa sekä ampuu katkon. Nousunajon loppuvaiheessa tällainen työrytmi saatutettiin häiriöiden aiheuttamia keskeytyksiä lukuunottamatta.



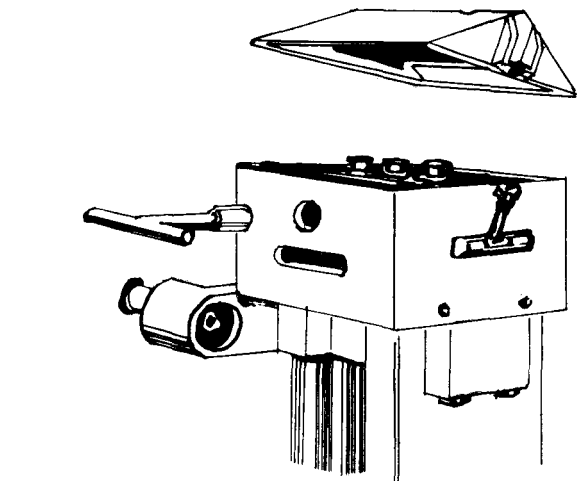
Kuva 3.
Nousuhissi STH 2.

Tehot

Kuvasta 2 nähdään, että Alimak-hissiiä käytettiin nousunajossa välillä +231,9 — +33,8. Koska nousu puhkesi osittain +200-tasolla olevaan perään, on tehoja laskettaessa nousumetreistä vähennetty 1,9 m, joten Alimak-hissillä ajettiin nousua kaikkiaan 196,2 m. Taulukossa n:o 1 esitetään teholumut. Alimak-hissiiä käytettäessä ja-kaantuivat nousunajajien työtunnit seuraavasti:

poraus	1.117 t	40,3 %
lataus	301 t	10,9 %
johteiden kiinnittäminen	473 t	17,0 %
tuuletus	59 t	2,1 %
rusnaus	141 t	5,0 %
häiriöt	319 t	11,9 %
johteiden purkaminen	360 t	12,8 %
yhteensä	2.770 t	100,0 %

Häiriöistä mainittakoon, että johteiden kiinnitysrautojen särkymisen vuoksi käytettiin 160 työtuntia ylimääräisten kiinnitysrautojen ja kallio-pulttien kiinnittämiseen.



Kuva 5. Johteen yläpäässä on erikoinen suojuus. Suojuksen sisällä ovat vesi- ja ilmananat. Suojuksen kannessa on reikä ilman ja vesisumun ulospuhallusta varten.

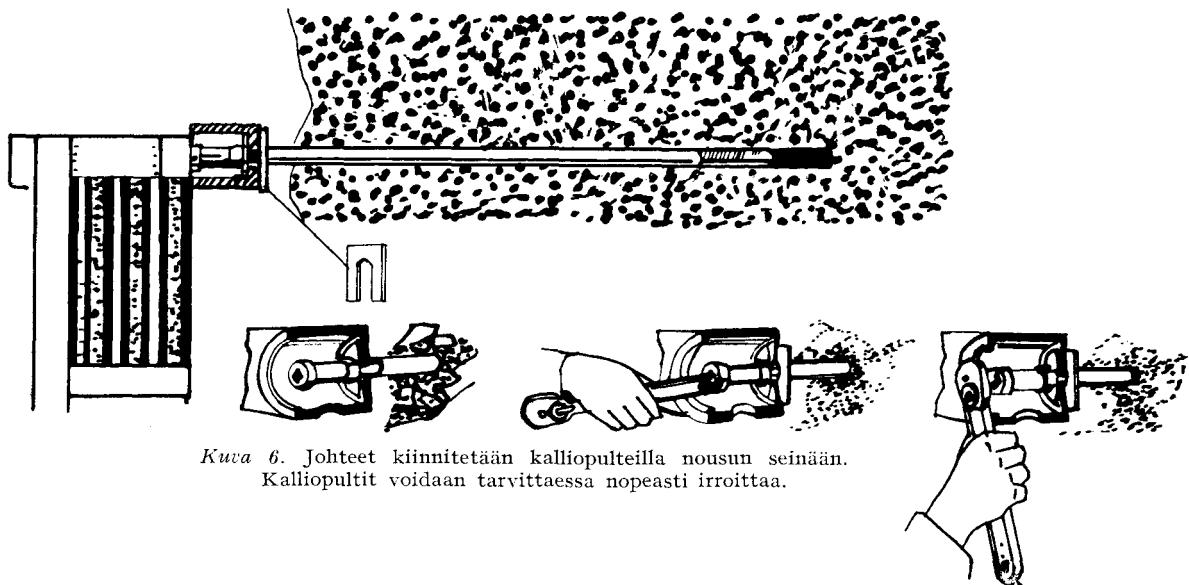
Teholumut ilmanvaihtokuilun ajosta Alimak-nousuhissillä tasolta +231,9 tasolle +33,8

Aika jolloin nousua on ajettu Alimak-nousuhissillä	Ilmanvaihtonousun ajossa käytetyt tunnint								Miesvuoroja à 7,5 t	
	Poraus	Lataus	Johteiden kiinnittäminen	Tuuletus	Rusnaus	Häiriöitä				Yhteensä tunteja
						Johteiden korjausta	Hissin ja muiden laitteiden korj.	Muita töitä		
16.12.—31.12.58	94	17	39	25	23	—	26	—	224	30
1. 1.—26. 1.59	228	63	99	29	51	—	—	33	503	67
13. 2.—28. 2.59	201	53	82	5	12	—	4	14	371	49
1. 3.—31. 3.59	270	88	120	—	28	82	34	—	622	83
1. 4.—30. 4.59	324	80	133	—	27	78	48	—	690	92
Yhteensä	1.117	301	473	59	141	160	112	47	2.410	321

Aika, jolloin nousua on ajettu Alimak-nousuhissillä	Pora-metrejä	Dyna-miittia kg	Katkojen lukumäärä	Nousu-metrejä	Nousun poikki-leikkaus m	Katkon pituus cm	Pora-metrejä/nousu-metri	Eteneminen työvuoroa (= 2 miestä) kohti m	Dynamiittia nousumetriä kohti kg
16.12.—31.12.58	729	262,5	8	13,5	∅ 2,5	169	54,0	0,90	19,4
1. 1.—26. 1.59	1.864	680,0	20	22,7	∅ 2,5	170	54,8	1,02	20,0
13. 2.—28. 2.59	2.088	640,0	19	32,7	∅ 2,8	172	63,9	1,34	19,6
1. 3.—31. 3.59	3.294	985,0	30	53,0	∅ 2,8	177	62,2	1,28	18,6
1. 4.—30. 4.59	3.946	1.137,5	35	63,0	∅ 2,8	180	62,6	1,37	18,1
	11.921	3.705,0	112	196,2		175	60,8	1,22	18,9

Luvuissa esiintyvät nousunajajien kaikki työtunnit lukuunottamatta hissien asennusta +240- ja +200-tasolle, louhinta- ym. valmistelutöitä 200-tasolla, konelastaukselta nousun alapäässä, johteiden purkamista ja normaalia hukka-aikaa (puoli tuntia vuo-

rossa). Johteiden purkamiseen +200- ja +250-tasojen välisellä osuudella käytettiin 60 työtuntia ja +200-tason ja maanpinnan välisellä osuudella 300 työtuntia.



Kuva 6. Johteet kiinnitetään kallio-pulteilla nousun seinään. Kallio-pultit voidaan tarvittaessa nopeasti irroittaa.

KOKEMUKSIA KARTIOMURSKAIMIEN KÄY- TÖSTÄ OUTOKUMMUN KAIVOKSELLE

Dipl.ins. Risto Myyryläinen, Outokumpu Oy, Outokumpu

Outokummun murskausjärjestelmä

Automaattista malminnostoa varten suoritetaan Outokummussa malmin esimurskaus maan alla, varsinaisen murskauksen tapahtuessa maanpäällisessä tornimurskaamossa. Kartiomurskaimet, joiden käyttöön seuraavassa esityksessä rajoitetaan, ovat tornimurskaamossa, mutta pohjaksi esitykselle luetaan aluksi koko murskausjärjestelmän peruskoneisto.

Esimurskaus

- lohkaemurskain Morgårdshammar AR 150, kitaukko 1500×1200 mm, asetus 250—300 mm.
- 2 kpl leukamurskaimia, tyyppiä Blake 7, rinnakkain, asetus 140—165 mm.

Tornimurskaamo

- kaksi murskauslinjaa, joissa kummassakin on seuraavat koneet:
- tärysyöttäjä HMR 100×160 (Karhulan tehtaat), varustettu umpinaisella levypohjalla
 - 5 1/2 jalan Symons Standard-tyyppinen kartiomurskain, asetus 15—18 mm
 - täryseula 113—24 (Karhulan tehtaat), pinta-ala 1,5×3,0 m², kaksitasoinen, ylätason verkon aukot 30×30 mm², alataason 25×25 mm². Alataason läpäissyt aines putoaa suoraan malmisiiloon, tasoille jäänyt aines menee seuraavaan murskaimeen.
 - 5 1/2 jalan Short Head-tyyppinen kartiomurskain, asetus 5—7 mm.

Kuva 1 esittää murskauskaaviota.

Murskaamon tuotteesta läpäisee 97 % 20 mm ja 69—70 % 10 mm seulan.

Kustannukset

Ilmanvaihtokuilun kustannukset maanalaisten töiden osalta (= +33,8 alapuolella) olivat 7.769.996:— . Kustannuksiin sisältyvät mm. konelastausaukko, hissien säilytyspaikka +240-tasolla ja kulkunousu sinne, konelastaus nousun alapäässä, levitys- ja korotustyöt hissiä varten +200-tasolla sekä kaluston täydellinen korjaus alkuperäiseen kuntoon. Kustannuksiin eivät sisälly Alimak-kaluston hankintakustannukset. Tasolta +247 tasolle +33,8 tehdyn ilmanvaihtokuilun kustannukset korkeusmetriä kohden olivat

$$\frac{7.769.996}{247-33,8} : -/m = 36.445: -/m$$

Kapasiteetti

Murskaimien ja syöttäjien käyntiajat rekisteröidään Centralograph-laitteen paperiliuskalle, josta voidaan mitata koneiden käyntiajat tyhjinä ja määrättyllä teholla kuormitettuina. Tehollisten käyntiaikojen ja käsiteltyjen malmimäärien perusteella on laskettu murskaamon keskimääräiseksi kapasiteetiksi 150 tonnia tunnissa murskauslinjaa kohti, maksimi- ja minimiarvojen ollessa 180 ja 120 tonnia malmin kosteudesta ja liejupitoisuudesta sekä murskaimien asetuksista (aikaisemmin mainituissa rajoissa) riippuen. Kokonaiskäyntiajalle laskettu keskimääräinen syöttö oli vuonna 1958 117 tonnia tunnissa linjaa kohti eli 78 % kapasiteetista.

Tiukalle asetetut Short Head murskaimet muodostavat murskauslinjojen »pullonkaulan», etenkin malmin ollessa märkää. Senvuoksi on seulonnan tehokkuudella oleellinen vaikutus murskaamon läpäisykykyyn. Se, että Keretin murskaamossa on saatu parempia tuloksia kuin Outokummun aikaisemmissa murskaamoissa, on huomattavalta osalta suuripintaisten, kaksitasoisten seulojen ansiota. Seuloissa on säädettävä epäkeskomekanismi ja niiden värähdysluku on 1000 isku/min sekä kaltevuus noin 18°. Tavallisesti on seulojen läpi mennyt aines noin 40 % kokonaisyötöstä, mutta saattaa laskea puoleen siitä kiven ollessa liejuista, ja silloin voidaan hienomurskaimien ja niiden suppiloiden tukkeutuminen estää vain syöttöä pienentämällä. Mainittakoon, että seula-aukkojen suuruudesta huolimatta on seulojen läpi mennyt aines hienompaa kuin hienomurskaimien tuote. Murskaamon käyntiinlähtiessä kokeiltiin myös muita verkkokokoja, mutta päädyttiin luettelossa mainittuihin.

Toinen murskaamon läpäisykykyyn oleellisesti vaikuttava tekijä on syötön tasaisuus, ja tässä suhteessa ovat tärysyöttäjät osoittautuneet huomattavasti paremmiksi kuin aikaisemmissa murskaamoissa käytetyt rumpsyöttäjät. Syötön suuruutta säädetään muuttamalla syöttäjän kaltevuutta.

Yhteenveto

Nousunajo Alimak-hissillä on onnistunut menetelmä pitkien nousujen ajossa. Sen eduista voidaan mainita mm.:

- nousut tulevat ajetuksi täysimittaisina,
- pystynousussa on helppo pitää johteet tarkasti pystysuorassa,
- nousunajon raskain ja vaarallisin työvaihe, kulku ylös ja alas, helpottuu huomattavasti,
- hyvä tuuletusjärjestelmä tekee nousunajon mahdolliseksi jatkuvana työnä, mistä kiireellisissä tapauksissa on huomattavasti hyötyä,
- kaivosten suunnittelijoille avautuu uusia mahdollisuuksia, koska pitkien nousujen ajo on tullut edulliseksi.

Tehontarve ja energian kulutus

Murskaamon koneiden liittymistehot ovat seuraavat:

	1 piiri	Koko murskaamo
murskaimet, käyttömoottori (150 kW)	300 kW	600 kW
öljypumput, puhaltimet	15,5	31
syöttäjä (3), seula (7,5), tuuletin (11)	21,5	43
Yhteensä	337 kW	674 kW

Piirtävää tehomittaria käyttäen on murskaamossa suoritettu sähkötehon mittauksia (esimerkki mittauskäyrästä kuvassa 2) sekä tyhjäkäynnillä että eri kuormitusolosuhteissa:

	1 murskain käyttömoottori	1 piiri	Koko murskaamo
Käynnistyshuip.	150-200 kW	230-250 kW	260-300 kW
tyhjäkäynti	15-20 »	50-70 »	100-120 »
mursk. tav. syöttö	40-70 »	120-180 »	200-250 »
» suuri »	50-100 »	140-190 »	240-320 »
» » »			
hetkelliset huiput	150-190 »	230-260 »	350-410 »

Tulosten perusteella voidaan todeta, että murskaamon tyhjäkäynnissä ottama teho on huomattavan suuri, joten murskaamoa ei kannata pitää tyhjäkäynnissä tai vajaasti kuormitettuna. Normaalista käyttöä ajatellen ovat murskaimien moottorit ylimitoitettuja, mikä huonontaa hyötysuhdetta ja $\cos \varphi$:tä. Kun tiukasta asetuksesta ja malmin kosteudesta aiheutuva tukkeutumisaara estää suurentamasta syöttöä, näyttää siltä, että 100 kW:n käyttömoottori on teholtaan riittävä kyseessä-olevissa olosuhteissa. Sen suojaksi voidaan ajatella hydraulista tai magneettista kytkintä, joskin niiden hankintahinta on verraten korkea.

Murskaamon energiankulutuksesta on saatu seuraavia lukuja:

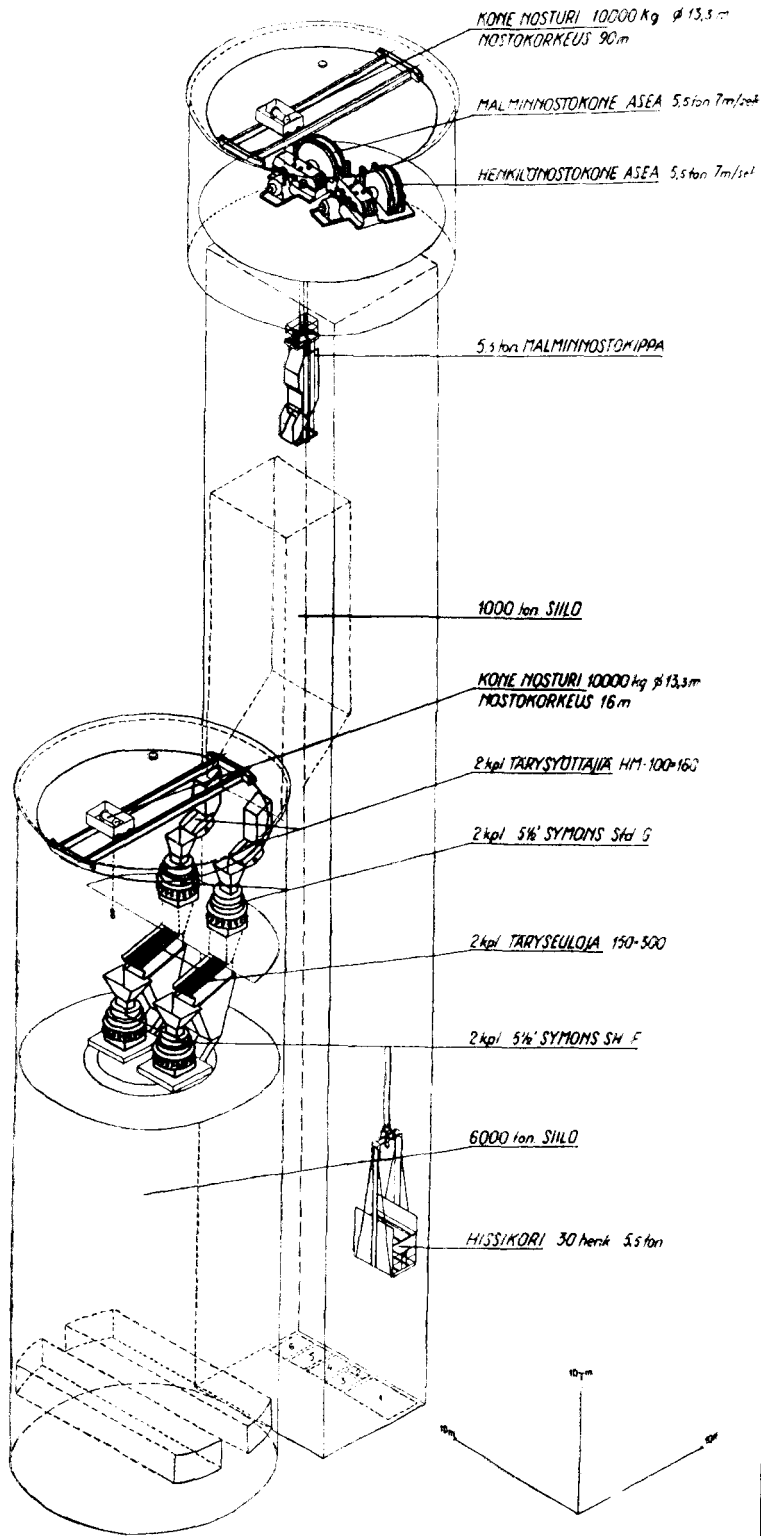
Standard-murskaimien käyttömoottorit	0,31 kWh/murskaamossa käsitelty tonni
Short-Head-murskaimien käyttömoottorit	0,28 —»—
Muu kulutus murskaamoissa	0,39 —»—
Yhteensä	0,98 kWh/murskaamossa käsitelty tonni

Näissä luvuissa herättää huomiota se, että »muun kulutuksen» energiamäärä on 40 % kokonaismäärästä, vaikka siihen kuuluvien koneiden, valaisinten ym. liittymisteho on vain 15 % vastaavasta kokonaistehosta. Eron aiheuttaa muun kuormituksen jatkuvuus ja murskainten moottorien alhainen kuormitusaste.

Vaippojen kulutus

Outokummun malmi on voimakkaasti kuluttavaa sisältäen noin 45 % kvartssia, joten vaippojen kulutus muodostaa erään päätekijän murskauskustannuksissa. Seuraavaan taulukkaan on koottu eräitä numeroarvoja kulumisesta nykyisessä Keretin murskaamossa ja aikaisemmissa Mökkivaaran ja Kummun murskaamoissa.

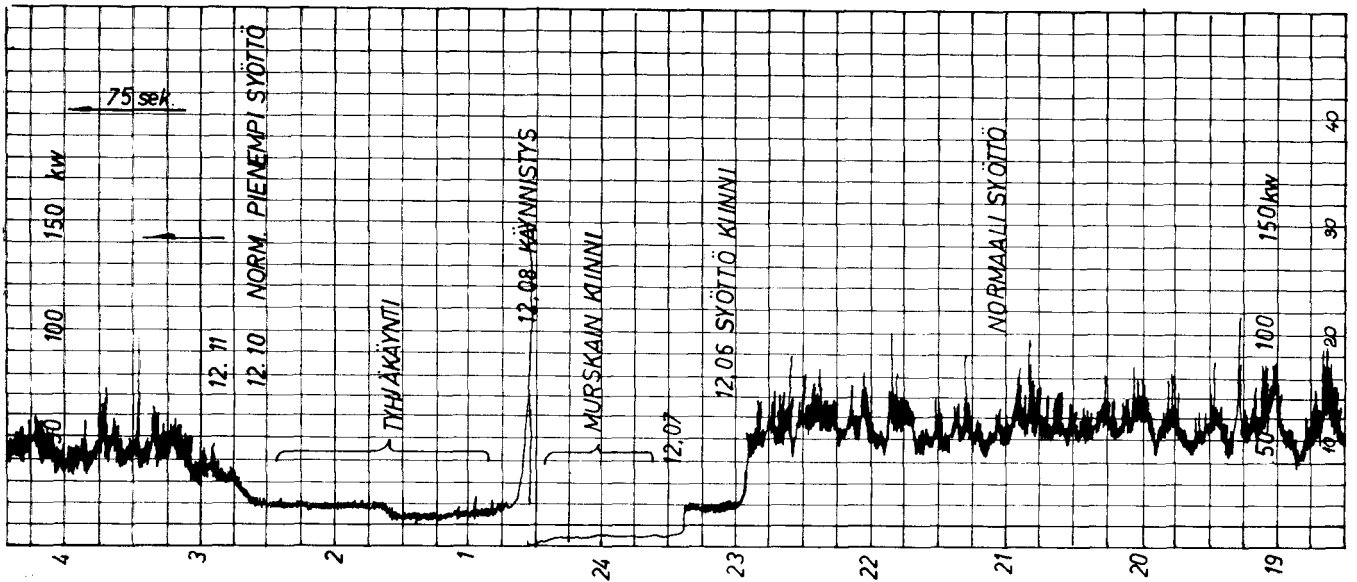
	Keretti ylä-vaipp.	Mökkivaara ylä-vaipp.	Kumpu ylä-vaipp.	Keretti ala-vaipp.	Mökkivaara ala-vaipp.	Kumpu ala-vaipp.
<i>Standard</i>						
kulutus g/tonni	4,6	3,2	9,3	7,6	7,8	5,9
käyttöikä 1000 t	255	290	125	135	160	175
romu-%	40	41	41	35	35	33
<i>Short-Head</i>						
kulutus g/tonni	3,6	3,1	5,2	4,3		
käyttöikä 1000 t	350	325	229	237		
romu-%	26	35	30	37		



Kuva 1.

TEHONMITTAUKSIA

Symons Short Head n:o 3, asetus 6,5 mm
 Käyttömopptori (150 kw)
 Käynnistys ja ajo 29.1.57



KUVA 2

Murskausvaipat numeroidaan juoksevasti ja jokaisesta vaipasta täytetään vaippakortti (kuva 3), johon merkitään tiedot sen hankinnasta, painosta, käytöstä ja romupainosta. Kun vaippa poistetaan, mitataan sen paksuus eri kohdista, ja nämä arvot sekä mahdolliset murtumat merkitään toisessa kortissa olevaan piirrokseseen (kuva 4). Tällä tarkkailujärjestelmällä pyritään selvittämään, kuinka loppuun vaipat voidaan kuluttaa, mistä paikoista ne ensin kuluvat puhki ja onko mahdollista pienentää vaipojen romuprosenttia niiden profiilia muuttamalla.

5½' kartiomurskaimien
 vaippojen varasto- ja käyttöilmoitus

Tilausnumero ja pvm: OK 2530-53 23. 12. 53
 Valmistaja: Karhula
 Tilausvahvistusnumero ja pvm: Ilm.kortti 29. 12. 53
 Toimitusaika: 6-8 kk.
 Saapunut varastoon: 10. 2. 55
 Vaippa: ylävaippa, alavaipan yläosa, alavaipan alaosa 5-189
 Vaipan järjestysnumero: 80
 Paino uutena kg: 1912
 Hinta mk 490.000: — — Luv: —
 Varastohinta mk 612.500: —
 Ostettu varastosta pvm: 7. 10. 55
 Pantu käyttöön pvm: 9. 12. 55
 Kartiomurskaajan numero: 1
 Poistettu käytöstä: 2. 6. 56
 Käyttötunnit: 2153
 Murskattu tonnia: 297.769
 Romun paino kg: 700
 Vaipan kulutus: 4.0 g/tonni 2.07 mk/tonni
 Poistamisen syy: Loppuunkulunut

Huomautuksia: Valettu maljaan N:o 2 15. 10. 55
 Piirroksia:

Ilm. tekijä: J. P. pvm: 7. 6. 58

Kuva 3.

Tähänastisten kokemusten perusteella voidaan todeta seuraavaa:

Standard-murskaimien alavaippojen kulutus on ollut noin 1/3 pienempi kuin ylävaippojen. Käyntiinlähdön jälkeen niiden romuprosentti oli korkea, mutta se on laskenut, kun on saatu kokemuksia kulutussuhteista Keretin murskaamossa. Yleensä voidaan sanoa, että Standard-murskaimien vaipat ovat kuluneet eniten läheltä alareunaansa, Short-Head-murskaimien verraten tasaisesti. Vaippojen profiilin (ainevahvuuden) muuttamista harkitaan parhaillaan. Huomioonottaen mangaaniteräsvaippojen korkean hinnan on siten mahdollista saada murskauskustannuksia alennetuksi. Vaipoissa kokeillaan myös erikoisseoksia.

Myös vaipan kulutuspuunnan uusimista täytehitsaamalla on kokeiltu Outokummussa. Uusitun pinnan materiaalikustannukset tulivat suuriksi, ja kun vaippa lisäksi oli vääntymisen vuoksi koneistettava, osoittautui menetelmä kalliimmaksi kuin vaipan uusiminen.

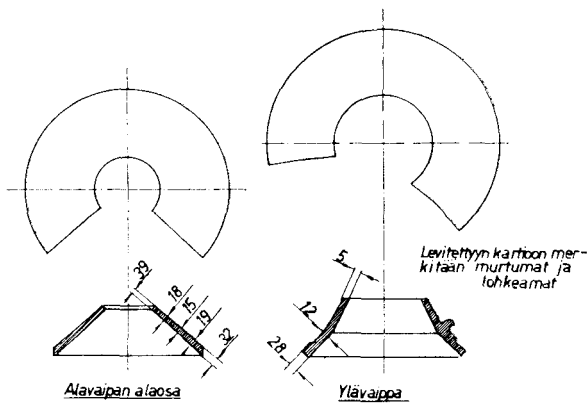
Käyttöjärjestelyjä

Keretin murskaamossa on koneiden käynnistysjärjestys lukittu sekä varsinaisten tuotantokoneitten että kunkin murskaimen ja sen apukoneitten kesken. Pölynpoistotuulettimet voidaan käynnistää muista koneista riippumatta, ja sen jälkeen voidaan murskauslinja käynnistää järjestyksessä hienomurskain — seula — karkeamurskain — tärysytettäjä, toisin sanoen alapäästä alkaen. Jos jokin kone — syöttäjä lukuunottamatta — pysähtyy murskauslinjasta, pysäyttää se myös muut koneet. Esimerkiksi karkeamurskaimen pysähtyminen pysäyttää syöttäjän ja seulan välittömästi ja hienomurskaimen 20 sekunnin kuluttua.

Kukin murskain käynnistyy (edellä esitettyssä järjestyksessä) vasta sitten, kun öljy kiertää sen läpi ja pölyntiivisterenkkaan sisäpuolelle ilmaa painava puhallin on

5 1/2' KARTIOMURSKAINTEN VAIPPOJEN VAIHTO ILMOITUS
5 1/2' SHOR HEAD

	Ostettu varast. p.v.m.	Vaipan järj. N:o	Valettu p.v. kartio N:o malja N:o	Otettu käytt. p.v.	Kartio mursk. N:o	Poistettu käytöstä p.v.	Romun paino kg
Ylävaippa	20. 8. 55	83	27. 8. 55. (12)	23. 12. 55	3	19. 12. 56	400
Alavaippay läosa							
» alaosa							
Huomautuksia: Paino uutena ylävaippa 1758 kg							
» » alavaippa 1675 »							



Kuva 4.

käynnissä. Öljynkiertoa valvotaan sekä painereleellä että paluuputkessa olevalla virtausreleellä. Jos paine tai virtaus eivät vastaa niille annettuja arvoja, ei murskain käynnisty tai käynnissäoleva murskain pysähtyy. Niinpä esimerkiksi heikko öljynkierto karkeamurskaimessa pysäyttää heti syöttäjän ja seulan, 60 sekunnin kuluttua karkeamurskaimen ja 80 sekunnin kuluttua hienomurskaimen. Mainitut ajat on varattu murskaimien tyhjenemiseen, jotta ne voidaan käynnistää ilman erikoistoimenpiteitä, kun pysäytyksen aiheuttanut häiriö on poistettu.

Murskaamo on liitetty mukaan kaivoksen sähkötehon huippuvalvontaan. Jos kompressorikuorman poistaminen ei riitä pitämään tehonkulutusta sallituissa rajoissa, pysäytetään murskaamo, ensin toinen linja ja tarpeen vaatiessa molemmat. Pysäytys voidaan kytkeä automaattiseksi, mutta käytännössä on osoittautunut vähemmän häiriötä aiheuttavaksi se, että murskaamon käyttömies hoitaa pysäytyksen ja uudelleen käynnistyksen muuntokeskuksen puhelimitse antamien ohjeiden mukaisesti. Tehonrajoituksen aikana palaa murskaamossa punainen merkkilamppu.

Murskaimia valvotaan ottamalla viikottain öljynäytteet, joiden kiintoainemäärä todetaan laboratoriossa polttamalla näyte ja punnitsemalla polttojäätös. Jäätöksen maksimiarvoksi on otettu 0,25 %. Aikaisemmin käytettiin öljynäytteiden likaisuustutkimuksissa suodatusta ja eetteripesua, mutta polttomenetelmä on halvempi ja tähän tarkoitukseen riittävän tarkka. — Kaivoksen konemestari valvoo öljyn epäpuhtauksien lisääntymistä graafisin kuvaajin, ja jos käyrän nousu on tavalista jyrkempi, otetaan tarkistusnäytteet öljystä, ja sen jälkeen murskain aukaistaan ja kunnostetaan.

Eräitä korjauksia

Pölyntiivisterenkaan kiinnitarttumisen aiheutti aikaisemmin verraten usein öljyn likaantumisen ja murskai-

men aukaisun. Renkaiden kuluneita ohjauspintoja, jotka estävät renkaan pyörimistä ryhdyttiin joitakin vuosia sitten täytehitsaamaan, minkä jälkeen pinta hiotaan käsihiomakoneella, ja täten on korjauksia saatu vähennetyksi.

Vaippojen kiinnityksessä, joka suoritetaan sinkkitäytteellä, käytetään nykyisin nestekaasua kiinnivalettavien kappaleiden esikuunnukseen. Suuttimena on käytetty joko hapen avulla toimivia suurtehosuuttimia (Harris 5) tai Sievert-suuttimia ilman happikaasua. Edellisten kuunnusteho on suurempi, mutta myös kustannukset korkeammat. Vaippaa kohti on tarvittu:

nestekaasua 1/2 säiliötä (à 33 kg) mk 950:— (rahteineen)
happea 2 ” ” 2.400:— ”

Vanhojen kartiomurskaimien säätökansia on Outokummussa korjattu holkittamalla niiden reiät. Kun säätökansi on kallis varaosa, on tämä korjaus hyvin edullinen.

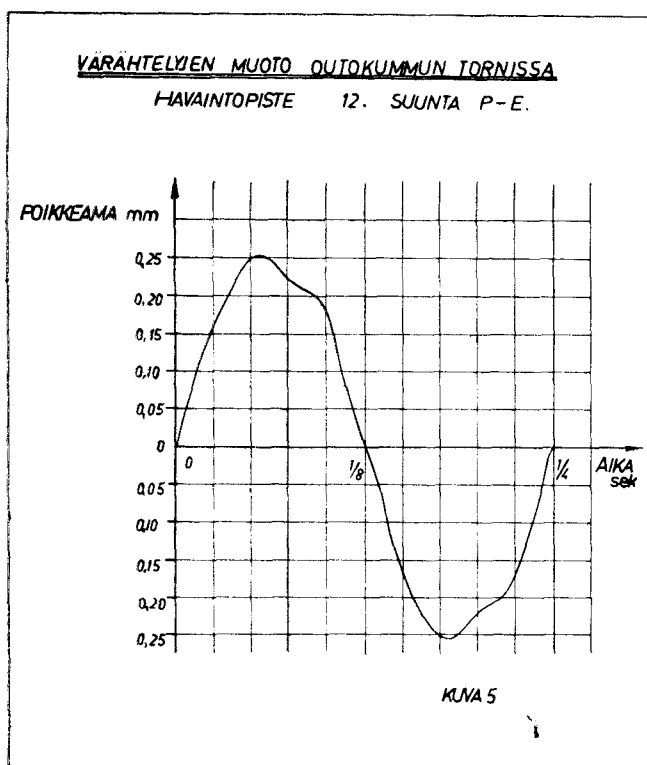
Murskaimien värinävaikutus

Korkeita tornimurskaamoita suunniteltaessa tulee esille kysymys murskaimien värinävaikutuksesta. Outokummun murskaamossa ei murskaimien alla ole varsinaista värinänvaimennusta, vaan ainoastaan seuraava »pehmentävä alusta»:

Betonialustaan on ankkuroitu päältä avonainen, 280 mm levyinen teräslevykotelo, jonka pohjalla on 8 mm paksuinen värinänvaimennusmatto. Sen päällä on murskaimen rungon alustana 3 tuuman vahvuinen koi-vulankku. Käyttömoottori on liitetty kytkimellä suoraan murskaimen käyttöakseliin päähän.

Murskaamossa ja sen vieressä olevassa nostotornissa on suoritettu värinämittauksia värinäanturia ja oskillo-skooppiä käyttäen. Mittaukset suoritettiin kahdessa toisinaan vastaan kohtisuorassa vaakasuunnassa sekä pystytasossa. Värähtelyjen jaksoluku todettiin alhaiseksi, 4,0 Hz, ja niiden amplitudi kasvaa ja pienenee jaksottain. Värähtelyihin vaikuttaa myös tornin huipussa olevien nostokoneiden toiminta, ja niiden laajuuteen se, kuinka täynnä malmisäiliöt ovat. Oheisessa kuvassa 5 on esitetty värähtelyjen muoto (maksimiamplitudi) nostotornin huipussa, missä ne olivat suurimmat. Mittausten perusteella todettiin värinäilmiö niin heikoksi, ettei se vahingoita murskaamon ja nostotornin betonirakenteita.

Outokumpu Oy:n Vihamin kaivoksella oli murskaimien värinävaikutus suurempi, minkä vuoksi ne asennettiin paksujen värinänvaimennuskumien päälle. Toisen linjan murskaimet on ripustettu runkokorvakoistaan 32 mm teräsköysien varaan, vapaan ripustusvälin ollessa 520 mm. Murskaimen käydessä tekee sen runko vaakatasossa kehämäistä liikettä, jonka amplitudi on



6 mm. nousten käynnistyksen ja pysäytyksen aikana satunnaisesti jopa 10 mm:iin. Tämä liike balansoi epäkeskon liikkeen, toisin sanoen koneen massakeskipiste pysyy likimain paikoillaan ja värinävaikutus eliminoiduu. Voimansiirto tapahtuu kiilahihnoilla ja käyttömoottori on sijoitettava murskaimen käyttöakselin ylä- tai alapuolelle.

Kustannukset

Oheiseen taulukkoon on koottu Keretin murskaamon kustannukset vuosilta 55—58 ja vastaavat arvot viisivuotiskaudelta 50—54, mikä edustaa tilannetta ennen Keretin käyntiinlähtöä. Silloin tapahtui murskaus kahden eri kuilun yhteydessä olevissa murskaamoissa.

Murskauskustannukset Keretin maanpäällisessä murskaamossa

	mk/malmitonni				
	v. 58	v. 57	v. 56	v. 55	v. 50-5
Työpalkat	1:34	1:26	1:10	1:50	4:90
Tarveaineet	0:12	0:90	0:50	0:20	1:50
koneiden korjaus ja hoito	10:80	8:55	7:20	12:90	23:60
Suurkorjaukset (vaippojen vaihto mm.)	9:05	9:26	9:70	14:—	14:—
Sähköenergia	3:70	3:71	4:30	5:90	7:40
Rakennusten ja rakenteiden korjaus	4:15	1:19	1:10	2:70	3:90
Muut kustannukset			0:60	0:80	1:20
Yhteensä	29:16	24:87	24:50	38:—	56:50

Suhteellisesti suurin kustannusten aleneminen on saatu työpalkkojen osalta, mikä johtuu pienemmästä käyttömiehistöstä, mutta myös konekorjauskustannukset ovat kokonaisuudessaan laskeneet noin puoleen aikaisemmasta arvosta. Tästä on laskettava osa siitä johtuvaksi, ettei uudessa murskaamossa ole hihnoja, kun koneet on sijoitettu vertikaalisesti, mutta myös itse murskaimien korjauskustannukset ovat huomattavasti alentuneet tasapainoitettumman käytön sekä tehokkaamman valvonnan ja huollon ansiosta. Eräät v:lle 58 sattuneet suuret korjaukset nostivat konekorjauskustannuksia. Samoin ovat sähköenergian kustannukset laskeneet kWh-hinnan noususta huolimatta, mikä myös osoittaa, että koneiden käyttö on entisestään tehostunut. Mainittakoon, että vanhojen murskaamojen tuote oli jonkin verran karkeampaa (91 % — 20 mm, 60 % — 10 mm) kuin Keretin. Murskaamon maalaus sekä suurten ikkunoiden uusiminen aiheutti viime vuonna rakennuskorjauskustannuksissa ohimenevän huipun.

Loppupäätelmä

Keskittämällä murskaus yhteen paikkaan, sijoittamalla koneet vertikaalisesti ja kehittämällä niiden ohjaus ja valvonta yhteen pisteeseen, tehostamalla murskaimien käyttötarkkailua sekä säännöstelemällä ja jakamalla murskaimien kuormitus tasaiseksi on murskaimien käyttöä saatu Outokummussa huomattavasti tehostetuksi. Tätä todistaa se, että murskauskustannukset ovat — yleisen kustannustason noususta huolimatta — pudonneet puoleen aikaisemmasta arvostaan. Jos mangaaniteräs vaippojen hyväksikäyttöprosenttia saadaan kohotetuksi, voitaneen kustannuksia nykyisestääänkin jonkin verran alentaa.

Metallurgisten prosessien tulosten tulkintamenetelmä — erikoisesti rikastustekniikkaan sovellettuna

Dipl.ins. Osmo Vartiainen, Outokumpu Oy, Pori

Metallurgisissa prosesseissa syntyy yleensä useampia kuin yksi tuote, jolloin prosessin tehokkuuden ilmaise-
miseksi tai kuvaamiseksi joudutaan vastaavasti käyttä-
mään useampaa kuin yhtä lukua. Tämä luonnollisesti
tuottaa vaikeuksia eri prosessimuunnoksien keskinäisessä
vertailussa ja sitä enemmän, mitä useammasta tuot-
teesta yhdessä prosessissa on kysymys. Erikoisesti tämä
vaikeus tulee esille tutkimustyössä.

On yritetty varsinkin rikastustekniikkaa varten joh-
taa sellainen matemaattinen yhtälö, jonka avulla las-
kettu »indeksi» ilmoittaisi yksikäsitteisesti valmistus-
prosessin tehokkuuden. K.o. kertoimista mainittakoon
Diamond'in »Efficiency index»¹⁾, Gaudin'in »Selectivity
index»²⁾, Gillies'in »Summation index»³⁾, Hukin »Con-
centration index»⁴⁾, jne. Näistä Gaudin'in »Selectivity
index» on yleisimmin käytännössä ja soveltunee parhai-
ten KAHDEN MINERAALIN, METALLIN TAI MI-
NERAALI- TAI METALLIRYHMÄN rikastusproses-
sin mitaksi.

Loogisten johtopäätösten teko tutkimustuloksista, käy-
tettäköönä mitä tahansa, e.m. indeksiä, on erityisen
vaikeaa sellaisissa tapauksissa, joissa muodostuu kolme
toisiinsa määrätystä riippuvaisuussuhteesta olevaa pro-
sessituotetta. Esimerkkinä mainittakoon vaahdotuspro-
sessi, jossa eri tuotteet välittömästi erotetaan toisistaan
ilman suodatusta, kuivausta tai muuta vastaavanlaista
käsittelyä.

Tämän artikkelin tarkoituksena on esittää menetelmä,
jonka avulla on mahdollista yksikäsitteisesti tulkita
KOLMEN TUOTTEEN METALLURGISEN PROSES-
SIN, erikoisesti rikastusteknillisen prosessin, tulokset
tasossa, esim. 2-ulotteisessa koordinaatistossa, jossa toi-
sena koordinaattina on tutkittava tekijä ja toisena k.o.
kerroin eli PROSESSIKERROIN, kuten sitä tässä yh-
teydessä nimitetään.

Prosessikerroin, jota merkitään kirjaimella *k*, on tar-
koitettu käytettäväksi, sellaisena kuin se tässä esitetään,
ainoastaan tutkimustyössä eikä siihen ole kytketty ta-
loudellisuustekijöitä. Kerroin on kuitenkin käyttökelpoi-
nen myöskin käytännön prosesseissa eräin edellytyksin,
jotka ilmenevät tässä artikkelissa myöhemmin esittä-
vän esimerkin yhteydessä.

Prosessikertoimen yhtälö on johdettu kolmen tuotteen
vaahdotusprosessille. Kertoimen käyttöä on myöskin ha-
vainnollistettu käytännöstä otetulla esimerkillä.

Prosessikertoimen johto

Rikastusprosessissa, jossa kaksi arvometallia pyritään
erottamaan toisistaan mahdollisimman selektiivisesti n.k.
jätteen muodostaessa kolmannen tuotteen, prosessin se-
lektiivisyys on funktio seuraavista suhteista:

$$1. h_1 \times \frac{R_{Aa}}{R_{Ac}}$$

$$2. h_2 \times \frac{R_{Bc}}{R_{Ba}}$$

$$3. h_3 \times \frac{R_{Jc}}{R_{Ja}}$$

$$4. h_4 \times \frac{1}{A_b/B_b}$$

joissa

R_{Aa} = metallin A saanti tuotteeseen a, %

R_{Ac} = metallin A saanti tuotteen a jälkeiseen
jätteeseen c, %

R_{Bc} = metallin B saanti tuotteeseen c, %

R_{Ba} = metallin B saanti tuotteeseen a, %

R_{Jc} = jätemineraalien J saanti tuotteeseen c, %

R_{Ja} = jätemineraalien J saanti tuotteeseen a, %

A_b = metallin A pitoisuus tuotteessa b, %

B_b = metallin B pitoisuus tuotteessa b, %

h_1, h_2, h_3, h_4 = verrannollisuuskertoimia

Rikastusprosessin selektiivisyyden eli prosessikerto-
imen riippuvaisuussuhteet voidaan esittää sanoin seuraa-
vasti:

- 1) *k* on suoraan verrannollinen metallin A saantiin tuotteessa a;
- 2) *k* on kääntäen verrannollinen metallin A saantiin tuotteessa c;
- 3) *k* on suoraan verrannollinen metallin B saantiin tuotteessa c;
- 4) *k* on kääntäen verrannollinen metallin B saantiin tuotteessa a;
- 5) *k* on suoraan verrannollinen jätemineraalien saantiin tuotteessa c;
- 6) *k* on kääntäen verrannollinen jätemineraalien saantiin tuotteessa a;
- 7) *k* on kääntäen verrannollinen metallien A ja B suhteeseen tuotteessa b.

Verrannollisuuskertoimet (h_1, h_2, h_3, h_4) puolestaan ovat funktioita metallurgisen jatkokäsittelyn vaatimuksista ja myöskin ekonomisista tekijöistä, jotka voivat vaihdella ajankohdasta toiseen. Jos metallurgisen jatkokäsittelyn vaatimukset ja taloudellisuustekijät ovat tiedossa, k.o. verrannollisuuskertoimien suhteet voidaan määrätä tarvittavalla tarkkuudella.

Tässä yhteydessä kuitenkin rajoitetaan käsittelemään tapausta, jossa metallurgista jatkoprosessia ja taloudellisuustekijöitä ei huomioida, jolloin voidaan kirjoittaa

$$h_1 : h_2 : h_3 : h_4 = 1 : 1 : 1 : 1$$

ja

$$h_1 = h_2 = h_3 = h_4 = 1.$$

Prosessikertoimen funktio voidaan matemaattisesti ilmaista kaavalla:

$$k = f \left(\frac{R_{A_a}}{R_{A_c}}, \frac{R_{B_c}}{R_{B_a}}, \frac{R_{J_c}}{R_{J_a}}, \frac{1}{A_b/B_b} \right) \quad (1)$$

Laskuissa tarvittavia suureita merkitään seuraavasti:

- a = tuote a (myöskin — paino painoyksiköissä)
- b = tuote b (myöskin — paino painoyksiköissä)
- c = tuotteen a jälkeinen jäte (myöskin — paino painoyksiköissä)
- f = syöttömateriaali (myöskin — paino painoyksiköissä)
- t = lopullinen jäte (myöskin — paino painoyksiköissä)
- A_a = metallin A pitoisuus a-tuotteessa, %
- A_b = metallin A pitoisuus b-tuotteessa, %
- A_c = metallin A pitoisuus a-tuotteen jälkeisessä jätteessä, %
- A_f = metallin A pitoisuus syöttömateriaalissa, %
- B_a = metallin B pitoisuus a-tuotteessa, %
- B_b = metallin B pitoisuus b-tuotteessa, %
- B_c = metallin B pitoisuus a-tuotteen jälkeisessä jätteessä, %
- B_f = metallin B pitoisuus syöttömateriaalissa, %
- J_a = jättemateriaalien pitoisuus a-tuotteessa, %
- J_c = jättemateriaalien pitoisuus a-tuotteen jälkeisessä jätteessä, %
- J_f = jättemateriaalien pitoisuus syöttömateriaalissa, %
- m_a = a-tuotteen paino, prosenttia syötöstä, %
- m_c = a-tuotteen jälkeisen jätteen paino, %
- R = saanti, %, esim. R_{A_a} = metallin A saanti tuotteeseen a, %

Koska

$$\frac{R_{A_a}}{R_{A_c}} = \frac{A_a \times m_a}{A_c \times m_c} \quad 5)$$

$$\frac{R_{B_c}}{R_{B_a}} = \frac{B_c \times m_c}{B_a \times m_a}$$

$$\frac{R_{J_c}}{R_{J_a}} = \frac{J_c \times m_c}{J_a \times m_a}$$

$$\frac{1}{A_b/B_b} = \frac{B_b}{A_b}$$

niin saadaan ottaen selektiivisyyteen vaikuttavista tekijöistä geometrinen keskiarvo 6,7):

$$k = \sqrt[4]{\frac{A_a \times m_a}{A_c \times m_c} \times \frac{B_c \times m_c}{B_a \times m_a} \times \frac{J_c \times m_c}{J_a \times m_a} \times \frac{B_b}{A_b}} = \sqrt[4]{\frac{A_a}{B_a} \times \frac{B_c}{A_c} \times \frac{B_b}{A_b} \times \frac{J_c}{J_a} \times \frac{m_c}{m_a}} \quad (2)$$

Laskujen suorittamiseksi yhtälö saatetaan muotoon:

$$\log k = 1/4 (\log \frac{A_a}{B_a} + \log \frac{B_c}{A_c} + \log \frac{B_b}{A_b} + \log \frac{J_c}{J_a} + \log \frac{m_c}{m_a}) \quad (3)$$

Suureiden määrittäminen:

A_a, B_a: määrätään kemiallisin analyysin:

B_c / A_c:

$$A_c = \frac{100 - R_{A_a}}{100} \times \frac{A_f}{100} \times f \times 100 = \frac{(100 - R_{A_a}) A_f \times f}{100 (f - a)}$$

ja vastaavasti

$$B_c = \frac{(100 - R_{B_a}) B_f \times f}{100 (f - a)}$$

Tällöin

$$\frac{B_c}{A_c} = \frac{(100 - R_{B_a}) B_f}{(100 - R_{A_a}) A_f} \quad (4)$$

B_c/A_c — suhde voidaan määrätä myöskin kemiallisista analyyseistä, mikäli a-tuotteen jälkeinen jäte on analysoitu.

B_b / A_b:

$$A_b = \frac{100 - (R_{A_a} + R_{A_t})}{100} \times \frac{A_f}{100} \times f \times 100 = \frac{1}{b} (100 - R_{A_a} - R_{A_t}) \times \frac{A_f}{100} \times f$$

ja vastaavasti

$$B_b = \frac{1}{b} (100 - R_{B_a} - R_{B_t}) \times \frac{B_f}{100} \times f$$

$$\frac{B_b}{A_b} = \frac{(100 - R_{B_a} - R_{B_t}) B_f}{(100 - R_{A_a} - R_{A_t}) A_f} \quad (5)$$

B_b/A_b voidaan myöskin määrätä b-tuotteen A- ja B-metallien analyyseistä, mikäli b-tuotteen rikastus on suoritettu (tämä ei useimmiten ole tarpeellista tutkittaessa A—B-metallien erotusta,) ja mikäli A- ja B-metal-

lien saannit lopullisessa jätteessä ovat vakiot kokeesta toiseen.

R_{A_t} ja R_{B_t} määrätään kemiallisin analyysein ja mikrokooppisin tutkimuksin sellaisista rikastuskokeista, joissa on pyritty mahdollisimman puhtaaseen lopulliseen jätteeseen.

$$J_a: \\ J_a = 100 - \frac{A_a}{A \text{ max.}} \times 100 - \frac{B_a}{B \text{ max.}} \times 100 = \\ = \left(1 - \frac{A_a}{A \text{ max.}} - \frac{B_a}{B \text{ max.}}\right) \times 100 \quad (6)$$

tai J_a saadaan suoraan »liukenematon» (=insol.)-analyysistä, mikäli se on käytettävissä ja mikäli se on sama kuin A- ja/tai B-metallia sisältämättömien mineraalien määrä tuotteessa a eli jos k.o. tuote ei sisällä happoliukoisia jätemineraaleja.

A max. = A-metallia sisältävän mineraalin tai mineraalien keskimääräinen A-pitoisuus, %
B max. = B-metallia sisältävän mineraalin tai mineraalien keskimääräinen B-pitoisuus, %

A max. ja B max. voidaan määrätä mikrokooppisen identifioinnin avulla ja/tai laskennollisesti, kuten jäljempänä seuraavassa numeerisessa esimerkissä on esitetty. V.m. tapa tulee lähinnä kysymykseen silloin, kun käsiteltävänä on useampia k.o. arvometallia sisältäviä mineraaleja tai niiden seoksia.

$J_c:$

$$J_f = 100 - (x + y) \quad (7) \\ J_f = \text{A- ja/tai B-metallia sisältämättömien mineraalien määrä syöttömateriaalissa, \%} \\ x = \text{A-metallia sisältävien mineraalien määrä tutkittavassa syöttömateriaalissa, \%} \\ y = \text{B-metallia sisältävien mineraalien määrä tutkittavassa syöttömateriaalissa, \%}$$

$$J_c = \frac{\frac{J_f}{100} \times f - \frac{J_a}{100} \times a}{\frac{m_c}{100} \times f} \times 100 = \\ = \frac{100}{m_c \times f} (J_f \times f - J_a \times a) = \\ = \frac{100}{m_c} \times \left(J_f - \frac{J_a \times a}{f}\right) \quad (8)$$

$$\frac{a}{f} = \frac{m_a}{100} \\ J_c = \frac{100}{m_c} \left(J_f - \frac{J_a \times m_a}{100}\right) \quad (9)$$

Tapa laskea x:n ja y:n arvot on esitetty numeerisen esimerkin yhteydessä.

J_c saadaan myöskin suoraan tuotteen c »liukenematon» (=insol.)-analyysistä, mikäli k.o. tuote on analysoitu ja mikäli k.o. tuote ei sisällä happoliukoisia jätemineraaleja.

Edellisistä yhtälöistä saadaan

$$\frac{J_c}{J_a} = \frac{J_f - \frac{J_a \times m_a}{100}}{1 - \frac{A_a}{A \text{ max.}} - \frac{B_a}{B \text{ max.}}} \quad (10)$$

Esimerkki prosessikertoimen käytöstä

Erästä malmista on erotettava kupari- ja koboltti-mineraalit omiksi tuotteikseen mahdollisimman selektiivisesti. Kupari on enimmäkseen kalkopyriittinä, mutta myöskin borniittina ja kalkosiittina. Koboltti taas esiintyy pyriitin hilassa (kobolttiferous pyrite). Jätemineraaleina ovat erilaiset silikaatit ja oksidit. Malmi ei sisällä happoliukoisia mineraaleja, kuten karbonaatteja.

Kupari- ja kobolttimineraalien erotusmenetelmänä käytetään selektiivistä vaahdotusprosessia, jossa ensin vaahdotetaan kuparirikaste ja sen jälkeen kobolttirikaste kaikkien muiden mineraalien muodostaessa kolmannen tuotteen, jätteen.

Tässä yhteydessä tutkimus kohdistui kalkin ja soodan vaikutukseen kobolttimineraalien painamiseksi prosessin ensimmäisessä vaiheessa eli kuparimineraalien vaahdotuksessa. Kokoojareagenssit ja niiden määrät sekä valmennusaika olivat vakiot. Vaahdotus suoritettiin kussakin tapauksessa loppupisteeseensä asti kuitenkin enintään 5 min. Kokeet tehtiin Fagergren-laboratoriovaahdotuskoneella (1 kg).

Prosessikertoimien laskemista varten tarvittavat koearvot on esitetty Taulukossa I,

Laskujen suoritus:

1) »x:n ja »y:n» laskeminen:

Malmin kupari- ja kobolttimineraalien prosentuaalisen määrän selvittämiseksi on ensin määrättävä malmin kuparimineraalien keskimääräinen Cu-pitoisuus ja kobolttimineraalien keskimääräinen Co-pitoisuus eli suureet »A_{max.}» ja »B_{max.}».

Laskuja varten valitaan suoritetuista kokeista ne, joissa Cu-mineraalien saanti kuparikasteeseen oli suhteellisen suuri -- tässä tapauksessa rajana pidettiin 80 %:n minimirajaa. Tämä sen vuoksi, että haluttiin eliminoida erityyppisten kuparimineraalien erilaisesta vaahdotuvaisuudesta aiheutuvat virheet. Esim. xantaa-tin kokoojaominaisuudet ovat borniitin suhteen huomattavasti voimakkaammat kuin kalkopyriittiin nähden.

»A_{max.}» — ja »B_{max.}»-arvot on esitetty Taulukossa II, josta ilmenee myöskin k.o. arvojen laskentatapa.

»B_{max.}»-arvoja laskettaessa on oletettu, että kobolttirikasteen sisältämien kuparimineraalien keskimääräinen Cu-pitoisuus on välillä 34,6—45 % (kalkopyriitti — k.o. malmin borniitti). Laskuissa on käytetty em. arvojen keskiarvoa 39,8 % Cu. Vm. arvo saadaan tarkistetuksi, kun määrätään kuparimineraalien keskimääräinen Cu-pitoisuus eli arvo A_{max.}. Mikäli nämä kaksi arvoa poikkeavat toisistaan enemmän kuin analyysitarkkuus edellyttää, lasketaan B_{max.} arvot uudelleen käyttäen A_{max.}-arvon mukaan korreloitua arvoa. Tässä tapauksessa A_{max.}-arvoksi saatiin 40,99 Cu, joten k.o. lukujen eroa-

Taulukko I. Vaahdotuskokeiden tulokset.

Koe	pH	pH-säätäjä	Syöttö (f)		Cu-rikaste (a)						Co-rikaste (b)		
			Cu % (A _f)	Co % (B _f)	määrä, % syötöstä (m _a)	Cu % (A _a)	Co % (B _a)	Liukenem. % (J _a)	Saanti % Cu (R _{Aa})	Saanti % Co (R _{BA})	Co % (B _b)	Ou % (A _b)	Liukenem. % (J _b)
1	7,9	Ca(OH) ₂	6,29	0,23	7,05	33,6	0,30	6,36	37,6	9,22	—	—	—
2	8,1	»	6,43	0,22	7,60	35,0	0,16	9,72	41,4	5,48	—	—	—
3	8,2	»	6,53	0,23	6,85	36,9	0,23	10,46	38,6	6,92	—	—	—
4	8,8	»	6,48	0,23	7,38	35,8	0,21	8,92	40,8	6,80	—	—	—
5	9,4	»	6,33	0,22	16,31	36,3	0,23	7,52	93,4	17,14	3,73	4,34	18,86
6	9,8	»	6,37	0,23	13,47	38,8	0,17	3,58	82,0	10,10	2,75	13,94	15,32
7	10,3	»	6,28	0,23	14,07	37,8	0,18	4,22	84,6	11,24	3,06	13,06	13,90
8	10,8	»	6,39	0,23	14,32	38,5	0,16	3,10	86,2	10,16	3,01	11,52	17,54
9	10,5	»	6,14	0,22	14,33	37,3	0,18	4,80	87,1	11,62	3,58	7,30	19,10
10	11,3	»	6,18	0,23	14,76	37,8	0,18	4,82	90,2	11,64	3,34	7,60	20,24
11	11,5	»	6,28	0,23	14,88	37,7	0,19	4,80	89,8	12,25	3,19	7,65	20,66
12	7,6	Na ₂ CO ₃	6,34	0,22	8,91	37,7	0,34	6,80	47,7	11,44	—	—	—
13	8,6	»	6,21	0,22	8,83	39,7	0,32	6,30	56,5	14,99	—	—	—
14	8,9	»	6,24	0,22	10,33	39,2	0,42	6,22	64,9	18,17	—	—	—
15	9,4	»	6,38	0,22	13,58	36,4	0,36	4,36	77,5	19,35	—	—	—
16	9,9	»	6,51	0,22	15,28	36,7	0,28	4,98	86,2	19,03	2,92	12,66	18,26
17	10,1	»	6,48	0,23	14,47	36,3	0,26	4,98	81,1	16,31	—	—	—

Muut prosessikertoimien laskemista varten tarvittavat arvot on esitetty laskuesimerkkien yhteydessä.

vaisuudesta johtuva virhe B_{max.}- (samoin kuin A_{max.}-) arvossa on hyvin analyysitarkkuuden rajoissa. Niiden malmien suhteen, joissa esiintyy ainoastaan yksi kupari-mineraalityppi, k.o. vaikeutta ei luonnollisestikaan ole.

arvo vastaa jätemineraalien (silikaatti- ja oksidi-mineraalien) todellista määrää k.o. tuotteissa.

Taulukosta II saadaan:

$$\begin{aligned} A_{\max.} &= 40,99 \% \text{ Cu} \\ B_{\max.} &= 5,58 \% \text{ Co} \\ A_f &= 6,34 \% \text{ Cu} \\ B_f &= 0,226 \% \text{ Co} \end{aligned}$$

A_f ja B_f ovat kaikkien suoritettujen kokeiden syöttömateriaalien keskiarvoja.

$$x = \frac{6,34}{40,99} \times 100 = 15,47 \% \cong 15,5 \%$$

$$y = \frac{0,226}{5,58} \times 100 = 4,05 \% \cong 4,1 \%$$

Huom. Laskuissa on oletettu, kuten myöskin kemiallisesti todettiin, että »liukenematon» (insol)-

2) »J_c/J_a»-suhteen määrittäminen:

Koska k.o. malmi ei sisällä happoliukoisia jätemineraaleja, niin »liukenematon» (=insol.)-arvo antaa jätemineraalien todellisen määrän kussakin tuotteessa.

Yksinkertaisimmin J_c/J_a-suhteen määrittäminen tapahtuu tietenkin kemiallisin analyysein. Tässä tapauksessa ainoastaan J_a eli kuparirikasteen »liukenematon»-arvo oli analysoitu. J_c eli kuparivaahdotuksen jätteen »liukenematon»-arvo määrätään seuraavasti:

$$\begin{aligned} 100 - (x+y) - \frac{J_a}{100} \times m_a \\ J_c = \frac{100 - (x+y) - \frac{J_a}{100} \times m_a}{100 - m_a} \times 100 = \\ \frac{80,4 - \frac{J_a}{100} \times m_a}{100 - m_a} \times 100 \end{aligned}$$

TAULUKKO II: »A_{max.}»- ja »B_{max.}»-arvojen määrittäminen.

Koe	Cu-rikaste (a)			Co-rikaste (b)			B _{max.} ¹⁾ %	A _{max.} %
	Cu % (A _a)	Co % (B _a)	Liukenem. % (J _a)	Cu % (A _b)	Co % (B _b)	Liukenem. % (J _b)		
5	36,3	0,23	7,52	4,34	3,73	18,86	5,31 ²⁾	41,08 ³⁾
6	38,8	0,17	3,58	13,94	2,75	15,32	5,54	41,56
7	37,8	0,18	4,22	13,06	3,06	13,90	5,74	40,84
8	38,5	0,16	3,10	11,52	3,01	17,54	5,63	40,94
9	37,3	0,18	4,80	7,30	3,58	19,10	5,72	40,56
10	37,8	0,18	4,82	7,60	3,34	20,24	5,51	41,11
11	37,7	0,19	4,80	7,65	3,19	20,66	5,31	41,07
16	36,7	0,28	4,98	12,66	2,92	18,26	5,85	40,78
Keskiarvo	—	—	—	—	—	—	5,58	40,99

1) B_{max.}-arvot määrätty ennen A_{max.}-arvoja.

$$2) \frac{4,34 \times 100}{39,8} = 10,91 ; \frac{3,73 \times 100}{100 - (10,91 + 18,86)} = 5,31$$

$$3) \frac{0,23 \times 100}{5,58} = 4,12 ; \frac{36,3 \times 100}{100 - (4,12 + 7,52)} = 41,08$$

TAULUKKO III: J_c , J_c/J_a , B_c/A_c ja B_b/A_b -arvot.

Koe	Syöttö (f)		Cu-rikaste (a)						J_c	J_c/J_a	B_c/A_c	B_b/A_b
	Cu % (A_f)	Co % (B_f)	määrä % (m_a)	Cu % (A_a)	Co % (B_a)	Liuken.% (J_a)	Saanti % (R_{A_a})	Saanti % (R_{B_a})				
1	6,29	0,23	7,05	33,6	0,30	6,36	37,6	9,22	86,01	13,52	0,053	0,052
2	6,43	0,22	7,60	35,0	0,16	9,72	41,4	5,48	86,21	8,87	0,055	0,055
3	6,54	0,23	6,85	36,9	0,23	10,46	38,6	6,92	85,54	8,18	0,053	0,053
4	6,48	0,23	7,38	35,8	0,21	8,92	40,8	6,80	86,09	9,65	0,056	0,055
5	6,33	0,22	16,31	36,3	0,23	7,52	93,4	17,14	94,60	12,58	0,438	0,870
6	6,37	0,23	13,47	38,8	0,17	3,58	82,0	10,10	92,36	25,80	0,180	0,202
7	6,28	0,23	14,07	37,8	0,18	4,22	84,6	11,24	92,88	22,01	0,212	0,245
8	6,39	0,23	14,32	38,5	0,16	3,10	86,2	10,16	93,32	30,10	0,235	0,280
9	6,14	0,22	14,33	37,3	0,18	4,80	87,1	11,62	93,05	19,39	0,246	0,298
10	6,18	0,23	14,76	37,8	0,18	4,82	90,2	11,64	93,49	19,40	0,337	0,453
11	6,28	0,23	14,88	37,7	0,19	4,80	89,8	12,25	93,62	19,51	0,314	0,413
12	6,34	0,22	8,01	37,7	0,34	6,80	47,7	11,44	86,80	12,77	0,059	0,058
13	6,21	0,22	8,83	39,7	0,32	6,30	56,5	11,99	87,57	13,90	0,072	0,072
14	6,24	0,22	10,33	39,2	0,42	6,22	64,9	18,17	88,95	14,30	0,082	0,083
15	6,38	0,22	13,58	36,4	0,36	4,36	77,5	19,35	92,35	21,18	0,124	0,132
16	6,51	0,22	15,28	36,7	0,28	4,98	86,2	19,03	94,00	18,88	0,198	0,234
17	6,48	0,23	14,47	36,3	0,26	4,98	81,1	16,31	93,16	18,71	0,158	0,174

$$1) \quad 80,40 - \frac{6,36}{100} \times 7,05 \\ \frac{100 - 7,05}{100} \times 100 = 86,01$$

$$2) \quad \frac{86,01}{6,36} = 13,52$$

$$3) \quad \frac{(100 - 9,22) \times 0,23}{(100 - 37,6) \times 6,29} = 0,053$$

$$4) \quad \frac{(94 - 9,22) \times 0,23}{(97 - 37,6) \times 6,29} = 0,052$$

J_c :n sekä J_c/J_a :n arvot on esitetty Taulukossa III.

3) » B_c/A_c »-suhteen laskeminen:

B_c/A_c -suhteen laskemiseen käytetään kaavaa (4). Tulokset on esitetty Taulukossa III.

4) » B_b/A_b »-suhteen laskeminen:

B_b/A_b -suhde määrätään kaavan (5) avulla.

Lopullisten jätteiden (= Co-vaahdotuksen jätteiden) analyysiarvoista ja mikroskooppisten tutkimusten perusteella k.o. jätteen minimimetallitappioksi saatiin:

$$R_{A_t} = 3,0 \%$$

$$R_{B_t} = 6,0 \%$$

TAULUKKO IV: Prosessikerroinarvot (k).

Koe	pH-säätäjä	pH	k
1	Ca(OH) ₂	7,9	2,73*)
2	»	8,1	2,91
3	»	8,2	2,66
4	»	8,8	2,82
5	»	9,4	8,17
6	»	9,8	6,10
7	»	10,3	6,19
8	»	10,8	7,30
9	»	10,5	6,47
10	»	11,3	7,73
11	»	11,5	7,31
12	Na ₂ CO ₃	7,6	2,73
13	»	8,6	3,10
14	»	8,9	2,98
15	»	9,4	3,87
16	»	9,9	5,03
17	»	10,1	4,55

$$*) \quad k = \sqrt[4]{\frac{33,6}{0,30} \times 0,053 \times 0,052 \times 13,52 \times \frac{92,95}{7,05}} = 2,73$$

Kaikkien kokeiden metallitappiot lopullisessa jätteessä on korreloitu em. arvoihin. On siis oletettu, että kaikissa tapauksissa, riippumatta primäärisessä vaahdotuksessa käytetyistä kemikaloista, Co-vaahdotuksesta saadaan jäte, jossa metallitappiot ovat vakiot.

Ottaan huomioon edellä esitetyn kaava (5) saa muodon

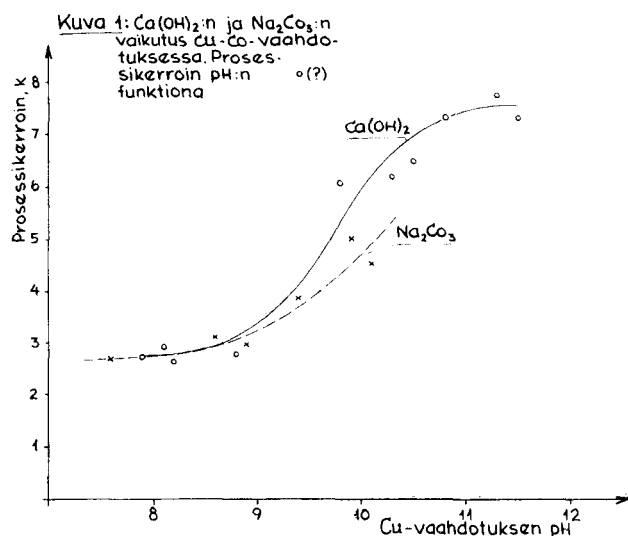
$$\frac{B_b}{A_b} = \frac{(94 - R_{B_a}) B_f}{(97 - R_{A_a}) A_f}$$

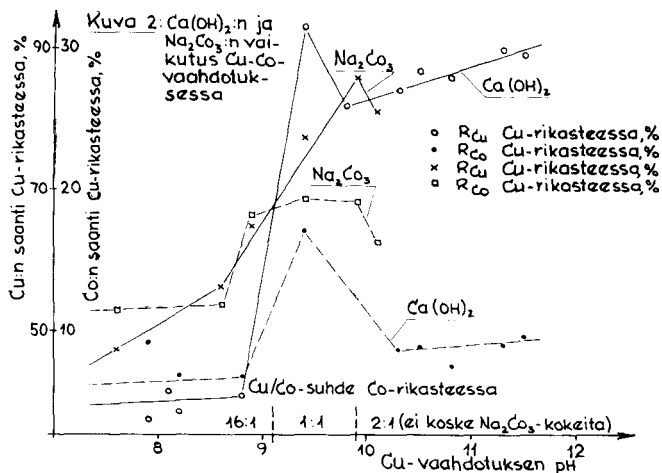
Tulokset on esitetty Taulukossa III.

5) Prosessikerroimen laskeminen:

Prosessikerroin voidaan laskea kaavan (2) tai (3) avulla. Tulokset on esitetty Taulukossa IV, ja vastaavat graafiset kuvaajat.

Vertailun vuoksi tulokset on myöskin esitetty käyttäen normaalia graafista havainnollistamismenetelmää, Kuva 2.





Tarkasteltaessa saatuja tuloksia havaitaan, että Koe 5 poikkeaa huomattavan paljon muista kokeista. Se on siis uusittava ja mikäli saatu tulos ei poikkea Taulukossa IV esitetystä arvosta, on tehtävä useampia kokeita pH-alueella 8,8–9,8.

VHTEENVETO:

Artikkelissa on esitetty laskentamenetelmä prosessikertoimelle, jonka avulla voidaan yksikäsitteisesti tehdä tarvittavat johtopäätökset kolmen tuotteen metallurgisissa ja erikoisesti rikastusteknisissä prosesseissa. Menetelmä on tarkoitettu käytettäväksi lähinnä tutkimustyössä, jossa käsiteltävä materiaali, mineraalityypit ja -jakautuminen, jne. ovat vakioita kokeesta toiseen. Mutta menetelmä soveltuu käytettäväksi myöskin käytännön mittakaavaisissa prosesseissa, mikäli k.o. tekijät voidaan määrätä tarvittavalla tarkkuudella.

Vaikka prosessikertoimen käyttö edellyttääkin suhteellisen runsaasti sekä kemiallisia että mikroskooppista analysointia, niin niistä mikään ei ole sellainen, mitä ei tarvittaisi normaalissa tutkimustyössä jonkin malmin tai vastaavan tuotteen käsittelykaavioita suunniteltaessa.

Erikoinen suuri merkitys prosessikertoimen käytöllä on tutkimustyössä, jossa prosessin optimiolosuhteet määrätään »Factorial Design»-menetelmän avulla, jolloin tiettyjä olosuhteita vastaavat metallurgiset tulokset on mahdollista esittää yhdellä luvulla, mikä ratkaisevasti helpottaa laskujen suoritusta ja tietenkin johtopäätösten tekoa.

Prosessikerroin ei huomioi esitettyssä muodossaan taloudellisia tekijöitä, joiden osuus optimiolosuhteisiin pyrittäessä on tietenkin otettava huomioon. Tässä yhteydessä k.o. seikan yksityiskohtaiseen selvittelyyn ei ryhdytä, huomautettakoon vain, että pyrittäessä taloudelliseen mahdolliseen prosessiin on samanaikaisesti pyrittävä myöskin mahdollisimman selektiiviseen prosessiin, tietysti huomioiden metallurgisen jatkokäsittelyn vaatimukset.

Mainittakoon lopuksi, että tämän artikkelin kirjoittaja on käyttänyt prosessikerrointa erään Cu-Co-malmin prosessikaavioita suunniteltaessa tutkimustyössään, jossa saadut tulokset oli mahdollista tarkistaa sekä n. 2 t/h-pilot-plant-laitoksessa että käytännön mittakaavassa molempien jälkimmäisten tapausten tulosten ollessa täysin yhtäpitävät laboratoriotutkimusten kanssa. Prosessikerrointa on myöskin käytetty hydrosykloonikokeiden tulosten tutkinnassa sekä eräissä hydrometallurgisissa prosesseissa.

KIRJALLISUUSLUETTELO:

- 1), 3), 5) Taggart: »Handbook of Mineral Dressing», 1950.
- 2) A. M. Gaudin: »Flotation», 1957.
- 4) R. T. Hukki: »Concentration Index», Suomen Kemistilehti B 25, 1952.
- 6) R. A. Fisher: »The Design of Experiments», 1953.
- 7) Owen L. Davies: »Statistical Methods in Research and Production», 1957.

Summary

There are many difficulties in measuring accurately the effectiveness of a metallurgical concentration operation in cases where two or three products are produced.

In this paper a method is proposed by which the effectiveness and the selectivity of a THREE product metallurgical separation process could be determined with a single factor being called here PROCESS INDEX. Especially the method in question is proposed for the mineral dressing processes, e.g. for a flotation process where two concentrates and a tailing are recovered.

A mathematical formula is derived to calculate the process index presuming that the selectivity is proportional to the ratios of

$$1) \frac{R_{Aa}}{R_{Ac}}, \quad 2) \frac{R_{Bc}}{R_{Ba}}, \quad 3) \frac{R_{Jc}}{R_{Ja}}, \quad \text{and}$$

$$4) \frac{1}{A_b/B_b}, \quad \text{where}$$

R_{Aa} = recovery of metal A in product a, %

R_{Ac} = recovery of metal A in product c; c = e.g. tailing of the process from which product a has been recovered as a concentrate, %

R_{Bc} = recovery of metal B in product c, %

R_{Ba} = recovery of metal B in product a, %

R_{Jc} = recovery of substance J (e.g. tailing minerals) in product c, %

R_{Ja} = recovery of substance J in product a, %

A_b = grade of metal A in product b, %

B_b = grade of metal B in product b, %

The process index is meant to be used mainly in research work where the feed material is constant from test to test. No economic factors or the requirements of the further metallurgical treatment have been taken into account with the process index in this case.

Uusia tutkimuslaitteita Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgian laboratoriossa

Tri.ins. Paavo Asanti, Valtion teknillinen tutkimuslaitos, Otaniemi

Viime vuosina on VTT:n metallurgian laboratoriossa otettu käyttöön joukko uusia tutkimuslaitteita ja -välineitä, jotka niin aineenkoetuksessa kuin tutkimustyössä ovat osoittautuneet erityisen sopiviksi. Tällaisia ovat radioisotoopit ja metallien läpivalaisussa käytettävät laitteet, liikutettavat laitteet metallografisten tutkimusten suorittamiseksi ja elektroninen lämpötilan ohjelmansäätäjä. Aivan uusimpia laitteita ovat kuitenkin Quantovac-spektrometri ja kuumapäytämikroskooppi, jotka ovat suhteellisen tuntemattomia vielä muuallakin maailmassa. Seuraavassa annetaan lyhyt selostus näiden laitteiden rakenteesta ja toiminnasta.

Quantovac-spektrometri

Jatkuvasti kasvava metalliteollisuus asettaa entistä suuremmat vaatimukset metallien laadulle. Tässä mielessä metallien analyysillä on suuri merkitys. Varsinkin teräksen analysoinnissa spektroanalyytiset menetelmät ovat saavuttamassa yhä suurempaa jalansijaa. Ne ovat paljon nopeampia kuin märkäkemialliset menetelmät ja tarkkuus on suunnilleen sama. Spektrograafianalyysissä, mikä edelleenkin on yleisin spektroanalyysimenetelmä, spektrin valokuvaus vie jonkin verran aikaa, ja analyysitarkkuus voi kärsiä filmissä ehkä olevista laatueroista, sekä filmin kehittämisessä mahdollisesti esiintyvistä eroista.

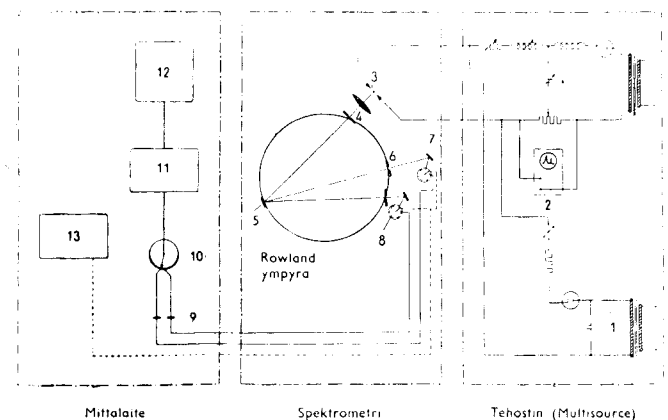
Mainittuja haittoja ei ole uusimman tyyppisissä laitteissa, n.s. spektrometreissä. Näissä käytetään filmin sijasta monistinvalokennoja. Tässä suhteessa ne siis eroavat spektrograafeista. Jokaisen tutkittavan alkuaineen spektriviivoista eristetään yksi vahva, tasaisena pysyvä spektriviiva, mikä suunnataan monistinvalokennon katodiin. Viivan intensiteetti riippuu kyseisen alkuaineen konsentraatiosta koekappaleesta ja se aiheuttaa muutoksia monistinvalokennon fotosähkövirrassa. Valokennosta tämä sähkövirta johdetaan vakioajan (Quantometrissä noin 20 s) kondensaattoriin ja tämän saama varaus rekisteröidään vahvistajan avulla. Rekisteröity varaus on funktio kyseisen alkuaineen pitoisuudesta. Jokaisella analysoitavalla alkuaineella on oma monistinvalokenno + kondensaattoriryhmänsä, mistä syystä samanaikaisesti kaikki kondensaattorit varautuvat (mikäli k.o. alkuainetta on näytteessä). Varaukset rekisteröidään vuoronperään.

Analyysin suoritukseen käytetty aika on lyhyt, noin 2 min., missä ajassa koekappaleesta määritetään yli 20 alkuainetta. Vaikka spektrometrit ovat erittäin kalliita laitteita (yli 20 milj.mk) on niitä yhä enemmän alettu käyttää teräs- ja metallitehtaissa. Useissa tutkimuslaitoksissa ulkomailla on käytössä spektrometri siitä huolimatta ettei spektrometrin monet suuret edut, kuten nopeus ja suuri kapasiteetti läheskään aina tule kysymykseen. Jos kapasiteetti voidaan täysin käyttää hyväksi ovat analyysikustannukset huomattavasti pienemmät

kuin vastaavasti märkäkemiallisia menetelmiä käytettäessä.

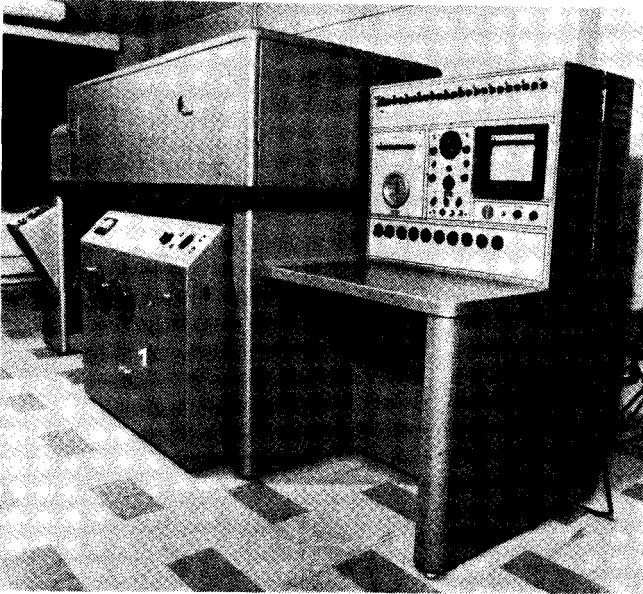
Suomessa on käytössä kolme spektrometriä, jotka kaikki on toimittanut Applied Research Laboratories, Glendale, USA ja Lausanne, Sveitsi. Ne on rakennettu teräksen ja raudan analysointia varten. Oy Vuoksenniska Ab:n spektrometrin eli Quantometrin spektrialue on 2.000—7.000 Å ja siinä on tila 50 valokennolle. Tämä laite on ollut käytössä vuodesta 1952 lähtien. Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen spektrometri eli Quantovac otettiin käyttöön keväällä 1959 Otaniemessä. Se on rakenteeltaan samanlainen kuin Oy Fiskars Ab:n Äminneforsissa kesällä 1959 käyttöön otettu laite. Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen laitteella on tähän mennessä suoritettu suuri joukko alustavia tutkimuksia käyttökokemusten saamiseksi. Seuraavassa selostetaan lyhyesti VTT:n Quantovac'ia.

Analysoitaessa Quantometrillä terästä ei epämetallisia alkuaineita, joiden spektri on ultraviolettialueella, voida määrittää. Tällaisia aineita ovat mm. hiili, rikki, arseni ja fosfori. Näiden alkuaineiden vahvimmat ja herkimmät viivat ovat alueella < 2.000 Å. Quantovac'issa, joka otettiin ensimmäiseksi käyttöön USA:ssa noin kaksi vuotta sitten, spektrialue on 1.600—3.300 Å, mistä syystä käytännöllisesti katsoen kaikki ei-kaasumaiset aineet voidaan analysoida. Spektrialueen alarajan alentaminen on ollut mahdollista aikaansaamalla itse spektrometrikammiossa tyhjä samalla kuin näyttteen ja vastaelektrodin välissä syntyvä valokaari/kipinä on ilman sijasta inertikaasussa. Mahdollisuudet typen, hapen ja vedyn määrittämiseksi Quantovac'issa ovat olemassa. USA:ssa tehdään parhaillaan tutkimuksia tässä suhteessa.



Kuva 1. Quantovac'in periaatekaavio.

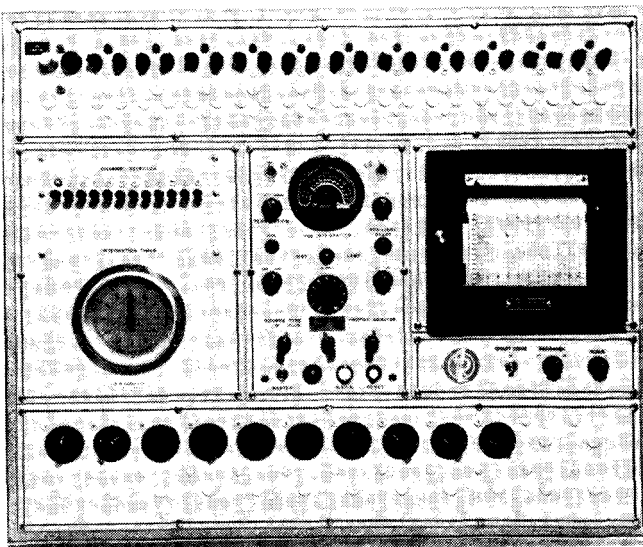
- | | |
|-----------------------|---|
| 1 suurjännitemuuntaja | 8 monistinvalokenno |
| 2 oskillograafi | 9 kondensaattorit |
| 3 valokaari/kipinä | 10 monikanavavalitsija |
| 4 tulorako | 11 vahvistin |
| 5 hila | 12 potentiometripiirturi |
| 6 menorako | 13 monistinvalokennojen suurjännitelaitte |
| 7 peili | |



Kuva 2. Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen Quantovac. Vas.alh. tehostin, sen yläpuolella spektrometri, oik. mittalaite.

Kuvassa 1 nähdään Quantovac'in periaatekaavio. Oikealla on tehostin (Multisource), mistä tuleva sähkövirta aikaansaa joko valokaaren tai kipinän tutkittavan koekappaleen ja hopeavastaelektrodin välissä. Kuvan keskiosa esittää varsinaista spektrometriä, missä valokaaresta tuleva säteily johdetaan kalsiumfluoriittilinssin kautta tulorakoon ja edelleen hilaan. Hila hajottaa säteet interferenssiperiaatteen mukaisesti spektriiksi. Tietyt, vahvat spektriviivat eristetään menoraioissa, joista ne ohjataan peilien avulla valokennojen katodille. Nämä monistinvalokennot (fotomultiplikaattorit) saavat diodijännitteensä erityisestä suurjännitevahvistajasta, mikä nähdään kuvan vasemmassa laidassa. Valokennoputkien sähkövirta johdetaan vastaaviin kondensaattoreihin (integraattoreihin), jotka on sijoitettu mittalaitteeseen.

Valokuvassa 2 nähdään vasemmalla alhaalla tehostin, sen yläpuolella on spektrometri ja kuvan oikeassa laidassa on mittalaite piirtureineen. Mittalaite nähdään tarkemmin kuvassa 3. Oikealla on piirturi ja vasemmalla valitsijakoskettimet. (Tällä hetkellä ovat käytössä seu-



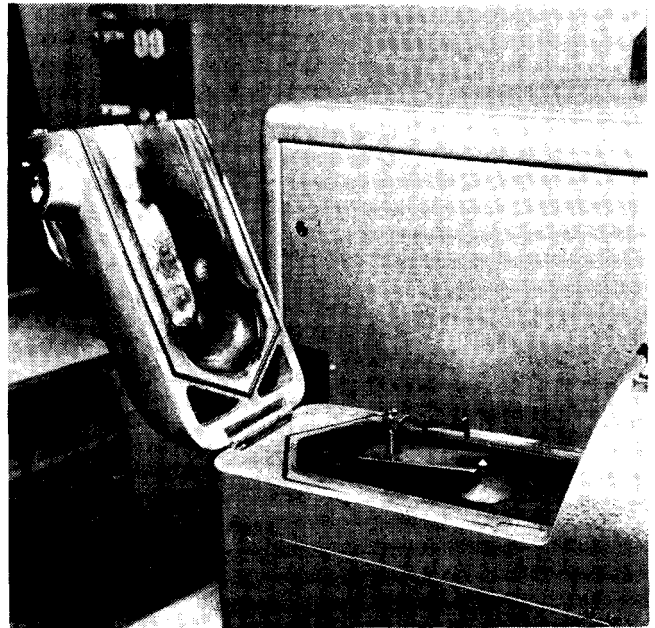
Kuva 3. Mittalaite. Ylärivissä 12 paikkaa vapaana.

raavat: Fe, S, C-A, C-B, P-A, P-B, As, Si, Mn, Mo, Cr, Ni). Kuvassa 4 nähdään spektrometrin polttokammio. Koekappale puristetaan jousilaitteen avulla vinopöydälle. Hopeaelektrodin kärki on 4 mm koekappaleesta. Polttokammio on analyysikokeen aikana täynnä argon-kaasua. Spektrometrissä vallitsee aina tyhjä, mikä aikaansaadaan Leyboldin kapselipumpulla.

Tehostimen virrankulutus on max. 5 kW. Koska laboratorioon tulevan sähkövirran jännitteessä esiintyy heilahduksia, säädetään tehostimen tulovirta jännitteen-tasaajalla.

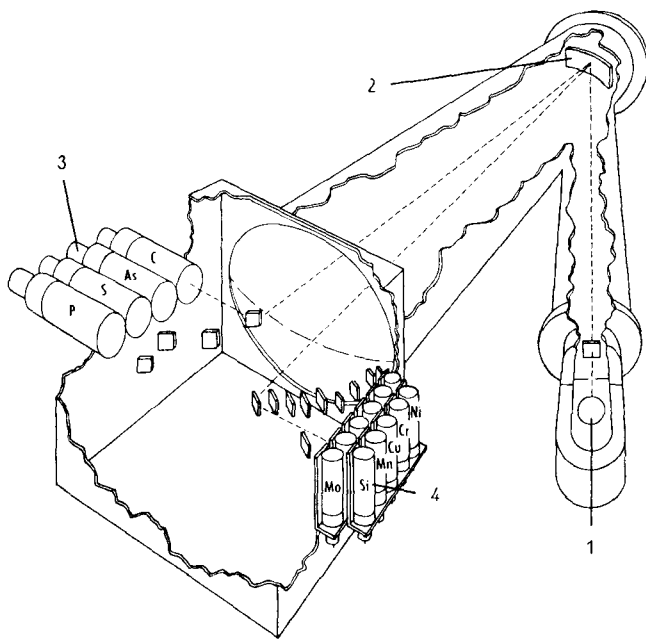
Quantovac'in toiminta edellyttää vakiolämpötilaa. Tästä syystä sijoitettiin huoneeseen ilmastointilaitteet, jotka pitävät huoneen lämpötilan vakiona $\pm 1^\circ\text{C}$:n tarkkuudella. Koska spektrometri on hyvin lämpöeristetty, eivät pienet, lyhytaikaiset lämpötilanmuutokset vaikuta laitteen toimintaan.

Kuvassa 5 nähdään periaatekaavio spektrometristä. Siinä on kaiken kaikkiaan tila 24 monistinvalokennoputkelle.



Kuva 4. Valokaari,kipinä kammio. Etualalla koekappaleen kiinnitysliite ja hopeaelektrodi.

Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen Quantovac on erittäin sopiva kaikkien seostamattomien ja seostettujen terästen sekä valurautojen analysoimiseen. Seuraavat alkuaineet voidaan tällä hetkellä määrittää: hiili (2 aluetta), rikki, fosfori (2 aluetta), arseni, pii, mangaani, molybdeeni, kromi ja nikkeli. Kuten huomataan, laitteessa on tilaa vielä 11–12 monistinvalokennoputkelle, joten vastaava määrä alkuaineita voidaan määrittää edellä mainittujen lisäksi heti kun mainitut putket on asennettu ja kalibroitu. Tämä työ tullaan tekemään v. 1960. Silloin voidaan analysoida esim. runsasseosteiset teräkset, kuten ruostumaton, haponkestävä, tulenkestävä, ym., kun tällä hetkellä on rajoituttava vielä seostamattomiin ja niukkaseosteisiin laatuihin. Analysoitavan kappaleen mitat ovat 50 mm \varnothing ja 20 mm \varnothing välillä. Jos halkaisija on pienempi kuin 17 mm \varnothing on analyysitulokset epätarkka ja jos se on pienempi kuin 10 mm \varnothing on tulos kvantitatiivisesti epäluotettava. Koekappaleen pinnan tulee olla virheetön hionnan jälkeen. Harmaa valurautanäyte on edul-



Kuva 5. Spektrometrin periaatekaavio.

- 1. Valokaari/kipinä kammio. 2 hila.
- 3. EMI monistinvalokennot. 4. IP28 monistinvalokennot.

lisinta valaa kokilliin, niin että hiili on kokonaan karbidiin muodossa.

Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen Quantovac tulee olemaan suurena apuna Suomen metalliteollisuudelle. Erittäin teräksen valmistajat, ostajat ja käyttäjät, teräsvalimot, rautavalimot ja karkaisimot voivat laatutarkkailunsa helpottamiseksi käyttää tätä erittäin nopeaa ja luotettavaa laitetta. Paitsi aineenkoetustyöhön Quantovac soveltuu hyvin tutkimustyöhön, jota tähän saakka suuret analyysikustannukset ovat vaikeuttaneet. Tutkimuksia, joita ei tähän saakka ole voitu suorittaa, on näköpiirissä. Tällaisia ovat esim. kaasujen esiintyminen teräksessä ja valuraudassa.

Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen Quantovac on valtaosaltaan saatu lahjoituksena, nimittäin ASLA-varoilla varsinainen spektrometri ja muut laitteet on ostettu ARL:ltä Sveitsistä lähes puoleen hintaan.

Kuumapöytä-mikroskooppi

Metalleissa korkeammissa lämpötiloissa tapahtuvien muutoksien mikroskooppitutkimuksia varten on viime vuosina kehitetty erinomaisia apuvälineitä, joista erityisesti ns. kuumapöytä-mikroskooppi on mielenkiintoisimpia. Tällaisia laitteita on tosin ollut käytössä jo useita vuosia, mutta niiden monien puutteiden takia ja erityisesti uusien kuumankestävien materiaalien kehittämisessä ilmenneiden vaatimusten takia tähän saakka suoritettut tutkimukset ovat olleet suhteellisen vähäiset. Tunnetuista eurooppalaisista mikroskooppitehtaista ei ole tähän saakka voitu saada nykyaikaista laitetta ja vasta nyt on ilmoitettu sellaisten lähiaikoina tulevan kauppaan.

Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgian laboratorio hankki kuumapöytä-mikroskooppinsa lähes kaksi vuotta sitten. Se on valmistettu Japanissa. Tällä laitteella on nyt suoritettu eräitä alustavia tutkimuksia lähinnä teräksellä ja valuraudalla. Niinpä on tutkittu, millä tavalla alieutektoidiset teräkset käyttäytyvät, kun lämpötila nostetaan muutosrajan yläpuolelle ja lasketaan taas huoneenlämpötilaan. Ilmiöt on rekisteröity valo-

kuvaamalla. Ennen kuumapöydän käyttöönottoa ei esim. faasimuutosten seuraaminen optisesti ollut mahdollista. Alustavia tutkimuksia on tehty myös harmaalla valuraudalla ja pallografiittiraudalla. Näiden tutkimusten tarkoituksena oli mm. *nähdä*, millä tavalla grafiitti muodostuu. Erään alieutektoidisen hiiliteräksen rakennemuutoksia tutkittiin filmauksen avulla. Suoritetut tutkimukset ovat olleet lähinnä kokeiluluontoisia laitteen käyttökokemusten saamiseksi. Eräänä tarkoituksena on myös ollut tutkia mahdollisuuksia sellaisten kuvasarjojen ja filmien valmistamiseksi, joista olisi apua opetustoiminnassa.

Seuraavassa selostetaan japanilaisten kuumapöytä-mikroskoopin rakennetta ja toimintaa.

Japanilaisen yhtiön Union Optical Ltd:n kuumapöytä-malli HHS-3, on tarkoitettu käytettäväksi käännettävissä mikroskoopeissa. Sen ominaisarvot ovat:

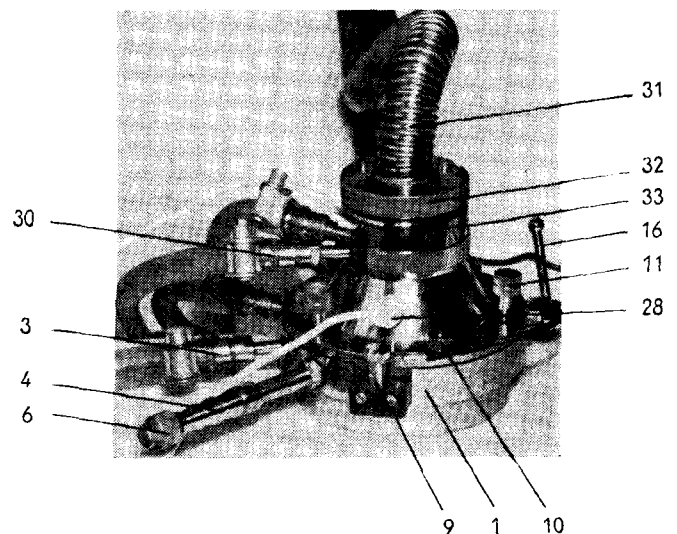
max. lämpötila	1.500°C
teho	450 W
jännite	25 V
virran voimakkuus	18 A
vaadittu tyhjö	10 ⁻⁴ torria (mm Hg)
pienin jäähditysvesimäärä	1 l/min
paino	n. 3 kg
tilavuus	n. 100 cm ³
termoelin	Pt — Pt/Rh 10 %
vastuslanka	∅ 0,6 mm wolframi

Rakenne

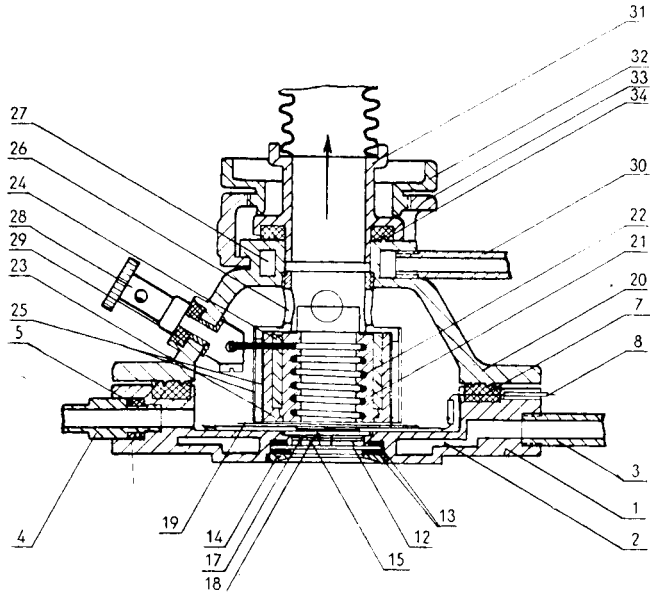
Kuumapöytä HHS-3 on valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Sen runko on kaksiosainen. Laitteen rakenne selviää kuvista 6 ja 7.

Alaosan runkokappaleessa 1 on jäähditysvesitila 2 kvartsilasien ja objektiivien jäähdytystä varten. Vesi tulee ja poistuu kahden letkunippan kautta, jotka ovat 30°:n kulmassa toisiinsa nähden. Runkokappaleen läpi on johdettu kaksi letkunippaa 4. Näiden kautta voidaan puhalttaa suojakaasua uuniin. Letkunipat ovat kiinnitetty kierteellä ja tiivistetty kumitiivistein 5. Jos koe-kappaletta hehkutetaan yksinomaan tyhjiössä, suljetaan suojakaasu-letkunipat tulppien 6 avulla.

Alaosassa on ura kumitiivistettä 7 varten, joka tiivistää ylä- ja alaosan vastakkain. Tämän tiivisteen läpi kulkevat termoelimen 8 langat. Ne ovat kiinnitetyt päis-



Kuva 6. VTT:n kuumapöytä.



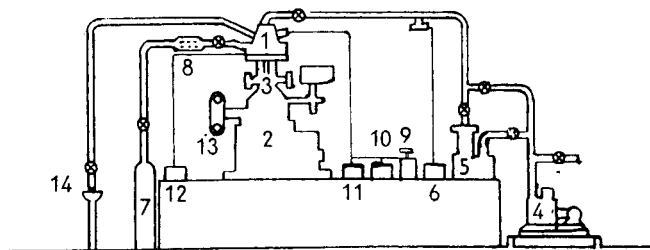
Kuva 7. Kuumapöydän periaatepiirros.

tään liitosruuveihin 9, jotka ovat eristyskappaleissa uunin alaosassa. Runkokappaleessa on lisäksi kolme pinnapulttia 10, joiden avulla uunin ylä- ja alaosaa kiristetään vastakkain. Samoin on reiät ruuveja 11 varten, joilla kuumapöytä kiinnitetään mikroskoopin pöytään. Kvartsiikkuna 12 on kiinnitetty kahden kumitiivsteen 13 ja lukitusrenkaan 14 avulla rungon olaketta vasten. Tämän ikkunan päällä on reällinen kvartsilasi 15, jota voidaan liikutella vivusta 16. Seuraavana on kaksinkertainen, metallinen säteily suoja 17, jonka keskellä myös on reikä. Koekappaleen »pöytä» 18 lepää näiden yläpuolella runkokappaleen olakkeiden varassa.

Päällimmäisenä on metalliheijastin 19. Sen tehtävänä on suojata kvartsilaseja lämmitysruunin keraamisten osien lämpösäteilyltä.

Kuumapöydän yläosan 20 tärkein elin on lämmitysruuni. Sen sisimpänä olevassa osassa, halkaistussa alumiinioksidisynterissä on kierre. Wolframi-lankavastus 22 on tässä urassa. Sylinteri 21 on tulenkestävästä aineesta tehdyssä sylinterissä 23, johon se on kiinnitetty halkaistulla Al-oksidi-sylinterillä 24. Toinen säteily suoja 25 on sylinterin 23 ympärillä. Toinen on n. 6 mm suurempi halkaisijaltaan. Nämä on kiinnitetty keskityskappaleeseen 26 kolmella ruuvilla. Keskityskappale kiinnitetään kierteellä yläosan runkoon.

Yläosassa on vielä jäähdytysvesitila 27 ja lämmitysruunin läpivientikoskettimet 28 kumitiivisteineen 29. Jäähdytysveden letkunipat 30 ovat kierteellä rungossa kiinni. Tyhjöjärjestelmään johtava taipuisa putki 31 kiinnitetään puristuskappaleen 33 ja kiristysmutterin 32 välityksellä ja tiivistetään kumitiivisteellä 34.



Kuva 8. Lisälaitteiden periaatekytkinkaavio.

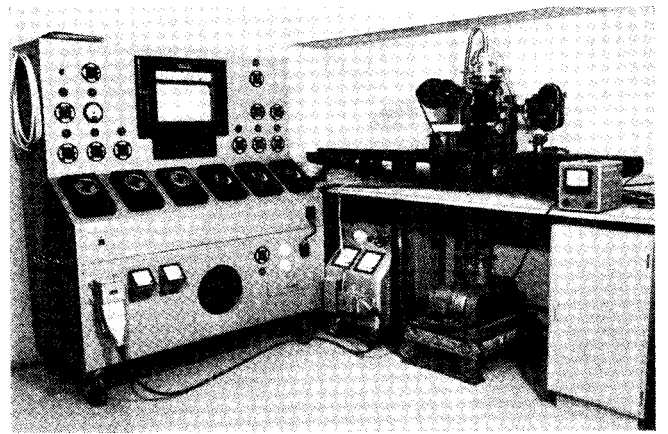
Lisälaitteet

Kuvassa 8 on esitetty lisälaitteiden kytkentäkaavio.

Kuumapöytä on kiinnitetty mikroskoopin (Reichert) 2 pöytään. Objektiivin on n:o 3. Hehkutus voidaan suorittaa joko tyhjässä tai argonsuojakaasussa. Tyhjöhehkutusta varten on kapselipumppu 4, öljydiffuusio-pumppu 5 ja tyhjömittari 6 (Leyboldin valmistetta). Suojakaasuhehkutuksessa käytetään argonsäiliötä 7 ja paine- tai virtausmittaria 8. Hehkutusteho säädetään muuntajalla 9 ja tehon arvot saadaan volttimittarista 10 ja ampeerimittarista 11. Lämpötila mitataan millivolttimittarilla 12 ja valokuvaus tapahtuu kameralla 13. Jäähdytysvesikiertoa varten on putkisto ja allas 14. Käytettäessä lämpötilan ohjelmansäätäjää (ks. myöh.) laitteet 9, 10, 11 ja 12 ovat tarpeettomat.

Objektiivi

Kuumapöytä tutkimuksissa käytettävältä objektiivilta vaaditaan pitkää polttoväliä, kuumankestävyyttä ja tarkkuutta 1 mm:n kvartsilasin läpi.



Kuva 9. Kuumapöytä mikroskooppi.

Kuvan oik. puolella Reichert-metallimikroskooppi laitteineen. Mikroskoopin oik. puolella filmikamera, keskellä kuumapöytä ja vas. sirkonilamppu. Kuvan vas. laidassa elektroninen lämpötilan ohjelmansäätäjä, missä 3 ajastajaa ja Honeywell-piirturi.

Käytetty objektiivi FF 40× täyttää vaaditut ehdot. Sen polttoväli on 5,8 mm ja suurennussuhde 40:1. Tämä sallii valokuvauksessa suurennuksen 660:1.

Objektiivin varjopuolia ovat sen vaatima suuri himmennys ja sen 9 linssin valonabsorptio. Sopivin himmentimien aukko Reichert'in »Me A»-metallimikroskoopissa on 7.

Lämpötilan mittaus

Lämpötila mitataan Pt—Pt/Rh 10 % termoelementillä. Sen kuumajuohtoskohta on koekappaleen uran keskellä, koskettaen koekappaleen. Termoelementin sijoittamisesta aivan koekappaleen hiepintaan on se etu, että saadaan tutkittavan pinnan lämpötila.

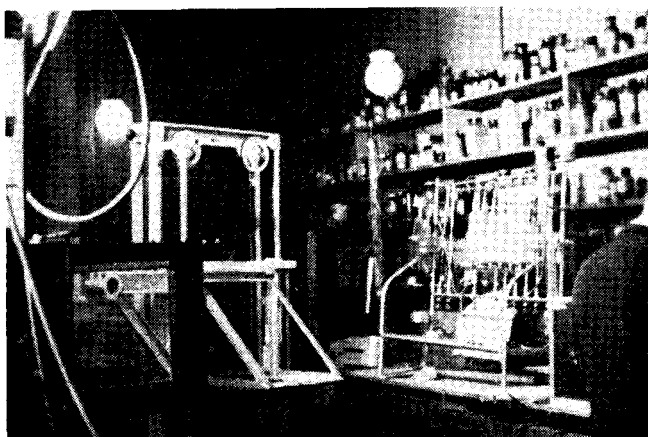
Valokuvaus

Tutkimustulokset esitetään joko valokuvasarjojen tai filmien avulla. Hyvät tulokset saadaan pankromaattisella filmillä ja sinisellä suodattimella. Vihreä suodatin on yhtä sopiva käytettäväksi, vaikka valotusaika hiukan muuttuukin korkeissa lämpötiloissa. Muutos on kui-

METALLURGIAN OPETUS JA TUTKIMUS OTANIEMESSÄ

Prof. M. H. Tikkanen, Teknillinen Korkeakoulu, Otaniemi

Kuluvan vuoden syyslukukauden alusta lähtien ovat Teknillisen korkeakoulun metallurgian ja metalliopin laboratoriot sekä näiden lisäksi Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgian laboratorio saaneet käyttöönsä



Kuva 1. Näkymä vanhasta laboratoriosta TKK:n kellarissa.

Teknillisen korkeakoulun metallurgian laboratorio

Metallurgian laboratorio sijaitsee yhdessä metalliopin laboratorion kanssa ylimmässä kerroksessa. Varsinaisia laboratoriotiloja on kolme, yleislaboratorio (kuva 2), kemiallinen laboratorio (kuva 3) sekä tilat erikoistutkimuksia varten. Kahdessa ensinmainitussa suoritetaan harjoitustyöt sekä diplomityöt, erikoislaboratorion ollessa varattu lisensiaatti- ja tohtoritutkimuksia varten.

Laboratorioiden suunnittelussa on pyritty välttämään kiinteitä kalusteita ja turhia väliseiniä mahdollisuuksien mukaan. Kaikki työpöydät ovat irrallisia, mutta siten konstruoidut, että niistä voidaan putkiliitoksilla raken-



Kuva 2.

uudet tilat teknillisen fysiikan osaston rakennuksessa Otaniemessä. Tämä muutto merkitsee varsinkin korkeakoulun osalle ratkaisevaa parannusta työskentelyolosuhteissa, jotka vanhoissa suojissa uhkasivat muodostua katastrofimaaisiksi.

Koska vain harvat yhdistyksen jäsenistä ovat ennätäneet tutustua uusiin tiloihin on seuraavassa lyhyt esittely eri laboratorioista.

tenkin niin vähäinen, että voidaan käyttää samaa vakiovalotusaikaa koko hehkutuksen ajan. Kun hiepinna tummuu jäähtymisvaiheen aikana, on valotusaikaa vastavasti pidennettävä. Valolähteenä on edullista käyttää sirkonilamppua.

Hehkutuksen ohjelmointi

VTT:n metallurgian laboratorion uusi lämpötilan ohjelmansäätäjä (kuva 9) tarjoaa erinomaisen mahdollisuuden lämmitys- ja jäähtymisvaiheiden etukäteissäätöön.

Ennen hehkutuksen aloittamista valitaan lämmitys- ja jäähtymisnopeudet. Kokeen tarkoituksesta riippuen voidaan valita myös lämpötilat, joissa suoritetaan haluttu pituiset vakio- ja lämpötilahehkutukset.

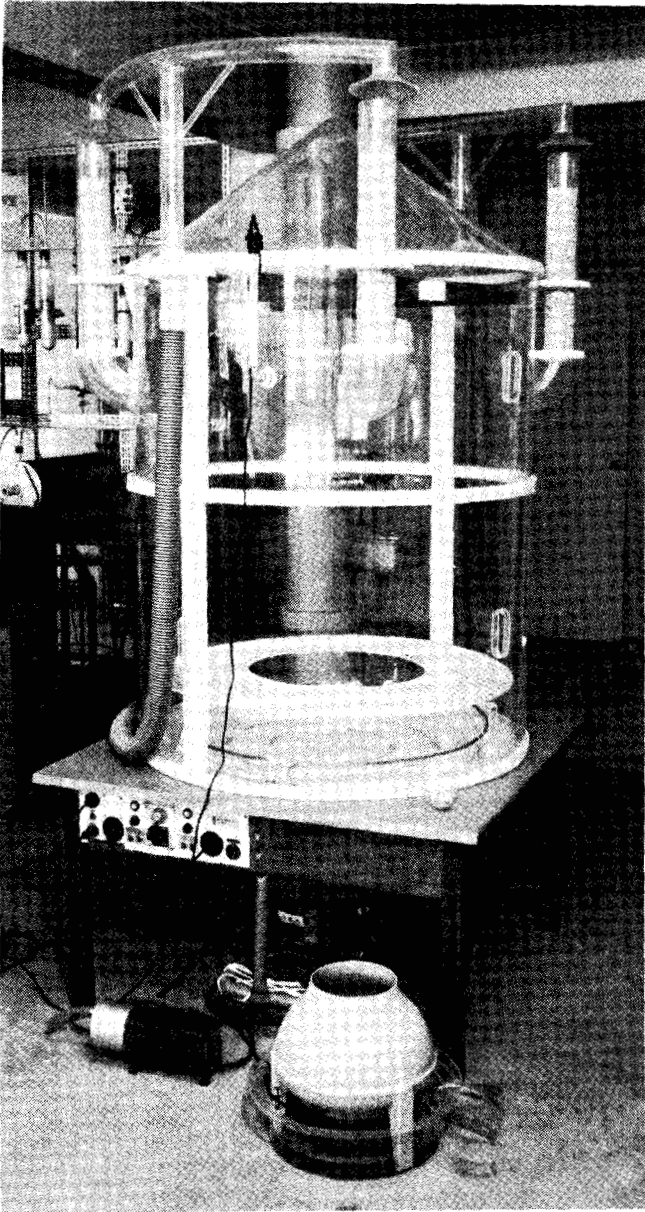
Nopea jäähtyminen aikaansaadaan kaasusuihkun (esim. Argon) avulla. Laite on erinomainen ennenkaikkea muutostapahtumia filmattaessa.

SUMMARY

New instruments for research work at the State Institute for Technical Research.

A brief description of a ARL-Quantovac vacuum spectrometer recently installed at the new Laboratory of Metallurgy in Otaniemi near Helsinki. This direct-reading instrument is equipped for analysis of steel and cast iron including C, Si, P and As.

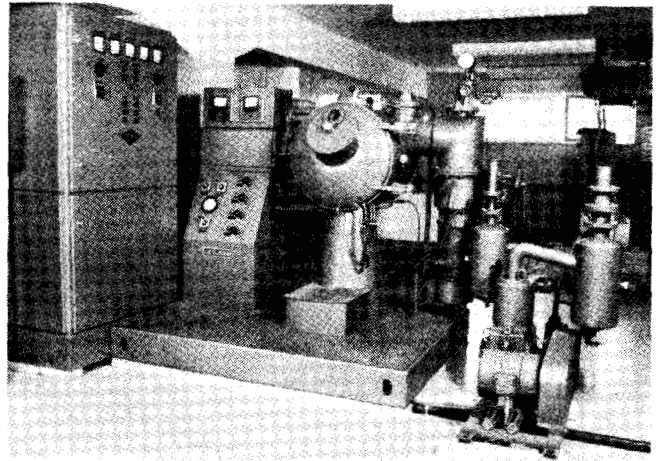
Another instrument now in use at the same laboratory is described. This is a Japan-made High Temperature Vacuum Heating Stage for temperatures up to 1500 °C. It has been used for observations of thermal transformation phenomena in metals and alloys.



Kuva 3.

taa erilaisia yhdistelmiä. Laitteiden kokoamisen ja kiinnityksen helpottamiseksi on jo rakennusvaiheessa laboratorioihin järjestetty lävistetystä kulmaraudasta valmistettuja telineistöjä (kuva 2).

Tähänastiset kokemukset osoittavat, että yleissuunnittelu on onnistunut erinomaisesti. Suurimmat ansiot



Kuva 4.

tästä lankeavat dipl.ins. L. Saaren osalle, jonka ansiosta koko laboratoriorakennus on poikkeuksellisen tehokkaasti saatu palvelemaan käyttäjän tarpeita.

Siirron yhteydessä saatiin tilaisuus hankkia eräitä uusia laitteita, joista mainittakoon Degussa-Leybold tyhjäsulatusuuni (kuva 4). Uunin käyttöarvoista mainittakoon: sähköteho 25 kW, keskijaksovirran jaksoluku 10.000 Hz, sulatusmäärä maks. 5—8 kg, tyhjä n. 10^{-5} torria. Tilapäisesti on kemialliseen laboratorioon sijoitettu uudentyypinen korroosiokaappi (kuva 3), jossa on mahdollisuus aikaansaada eri tavoin syövyttäviä olosuhteita. Pääasiallisen kaluston muodostavat kuitenkin erilaiset laboratoriuunit niihin kuuluvine säätölaitteineen.

Nämä uudet tilat ovat kuitenkin vain väliaikaisia, koska rakennus kuuluu teknillisen fysiikan osastolle. Toistaiseksi ei kuitenkaan ole mitään tietoa siitä, milloin korkeakoulun vuoriteollisuusosasto tulee saamaan oman rakennuksen Otaniemeen, joten tämä väliaikaistilanne saattaa kestää vuosikausia.

Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen metallurgian laboratorio siirtyi lokakuussa 1959 Teknillisen korkeakoulun teknillisen fysiikan laitoksen suojiin Otaniemessä. Ainoastaan koevalimo hiekkalaboratorion on jäljellä vanhassa paikassa Lönnrotinkatu 37:ssä Helsingissä. Rasakas kalusto, kuten sulatus- ja lämpökäsittelyuunit sijoitettiin pohjakerrokseen, kun taas metallografiset ja korroosiotutkimukset suoritetaan 3. kerroksessa, missä myös toimistohuoneet ovat. VTT:n kohdalta tilat ovat tietysti myös väliaikaisia. Viime aikoina on saatu käyttöön eräitä uusia laitteita, joista tärkeimmät ovat Quantovacspektrometri ja kuumapöytämikroskooppi. Nämä laitteet esitellään erillisessä artikkelissa hieman tarkemmin.

MIKROSEISMISISTÄ MITTAUKSISTA

Dipl.ins. Paavo Maijala, Outokumpu Oy, Helsinki

Mikroseismisiä mittauksia on suoritettu Outokumpu Oy:n kaivoksissa kolmen viime vuoden aikana. Mittauksia on suoritettu etupäässä amerikkalaisella »seismitron»-nimisellä laitteella, jonka rakenne ja toiminta on ollut selostettuna Vuoriteollisuus-lehden numerossa 1/57.

Seismitron-laitteessa on kideilmaisija, jonka toiminta perustuu kvartsikiteen liikunnasta johtuvan piazosähkön kehittymiseen. Nämä sähköiset impulssit vahvistetaan »tavallisia radioputkia» käytettävällä vahvistimella, niin että ne voidaan kuulla kuulokkeiden avulla.

Viimeaikoina on käytetty myös ruotsalaista Microseis-MTC-laitetta, jonka ilmaisin toimii sähkömagneettisella periaatteella. Sen vahvistin on transistorikäyttöinen, joten koko laite on kevyempi kuin seismitron. Keveys johtuu osittain pienemmästä paristosta, sillä vain yksi 4,5 V:n taskulampun paristo on riittävä, ja osittain pienemmästä kotelosta, johon vahvistin on saatu sopimaan. Sen geofoniin on lisätty etuvahvistin, jonka avulla päävahvistin voidaan viedä useiden kymmenien metrien päähän havaintopaikasta. Laite ei ole niin herkkä vioittumaan kuljetuksissa kuin seismitron, eikä myöskään ota niin herkästi ulkopuolisia häiriöääniä.

Louhostiloihin pyritään havaintoreiät sijoittamaan n. metrin korkeudelle ja loivasti ylöspäin suunnatuiksi. Si-

ten pääsee niihin keräytyvä vesi juoksemaan pois. Rei-
kien pituudet vaihtelevat 0,5—1 m. Niiden poikkileik-
kauksen halkaisijan täytyy olla vähintään 36 mm. Reiät
numeroidaan kiinnittämällä esim. messinkinen numero-
laatta reiän suulle pantuun kartiomaiseen puutappiin.

Mittaukset on edullisinta suorittaa joko öisin tai sun-
nuntaisin, eli aikana jolloin kaivoksessa on mahdollisim-
man vähän toimintaa. Porauksesta, raappauksesta, kone-
lastauksesta, rännilastauksesta, junaliikenteestä yms. ai-
heutuvat äänet kantautuvat geofoniin satojenkin metrien
päästä ja peittävät ainakin heikkomat mikrorakoilujen
muodostumisesta johtuvat äänet.

Mittauksia on Outokumpu Oy:n kaivoksissa suoritettu
säännöllisesti neljännesvuosittain, mutta erikoistapauk-
sissa on niitä suoritettu tiheimminkin. Mittausaika kul-
lakin reiällä vaihtelee 5—15 min. Kun geofoni on ohuen
puukepin avulla työnnetty reiän pohjaan, tukitaan reiän
suu pumpuli- tai trasselitupolla, niin etteivät häiritsevät
puhe- ym. äänet pääse ilmateitse geofoniin.

Kuulokkeen avulla todetuista napsahduksista laske-
taan erikseen voimakkaat, tavalliset ja heikot. Tauluk-
koon merkitään yhden minuutin keskiarvolukemat. Ha-
vainnot on merkitty seuraavan mallin kaltaiseen tau-
lukkoon:

Kaivos	pvm	klo	Reikä		Vaim.	Napsahdukset/min.			Hav. aika	Huom.
			Sijainti	No.		V	T	H		
Esim. OK	8.5. 58	2.55	320P4	40	3	1	10	18	10	malmi

Vaimennusten numerointi on erilainen amerikkalaisessa ja
ruotsalaisessa laitteessa, joten taulukkoon on myös mer-
kittävä millä laitteella havainnot on tehty.

Mikroseismisiä mittauksia on etupäässä käytetty mää-
rättäessä jonkun louhitun tilan katon ja seinien kestä-
vyyttä. Usein on jo stabilina pidettyyn perään, rata-
pihaan, kuulupihaan tai muihin vastaavanlaisiin tiloihin
alkanut syntyä pienoisorakoiluja, jotka on voitu todeta
mikroseismisillä mittauksilla. Pienoisorakojen muodostu-
minen synnyttää juuri ne napsahdukset, jotka todetaan
mikroseismisellä kuuntelukojeella. Napsahdusten luku-
määrän noustua riittävästi, muutamaan kymmeneen mi-
nuutissa, on ryhdytty katto- ja seinätilojen tukemistoi-
hin. Tavallisesti on systemaattisesti suoritettulla kallio-
pulttauksella saatu levoton alue rauhoittumaan.

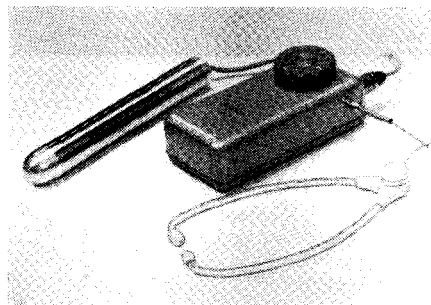
Mikroseismisillä mittauksilla on myös voitu todeta,
miten nopeasti joku etenevä perä on vaatinut tukemis-
toimenpiteitä. Usein leikkaa perä heikompia vyöhyk-
keitä, joten suurempien yllätysten välttämiseksi olisi
mikroseismisiä mittauksia suoritettava jatkuvasti perän
edetessä. Eräissä tapauksissa päivittäiset mittaukset voi-
vat olla välttämättömiä.

Tällöin on huomattava, että komujen karistus on suo-
ritettava säännöllisesti. Komuista huonosti puhdistettu
louhostila ei kuitenkaan aina anna epätavallisen runsaasti
napsahduksia. Usein komut saattavat jäädä roikkumaan

ja tila tuntuu mittauksen mukaan verrattain rauhalli-
selta. Mutta komuisessa tilassa napsahdusten aiheuttaja
jää epäselväksi.

Rikkonainen louhospilarikin saattaa olla hyvin rau-
hallinen. Se on sitä silloin, kun se ei enää kannata kattoa.
Katon kannatus on siirtynyt muualle, louhostäytteen tai
sivukiven varaan.

Mutta rikkoutuessaan on pilari pitänyt kovasti ääntä.
Napsahdukset ovat usein niin voimakkaita, että mitään
herkkiä mikroseismisiä laitteita ei tarvita. Tosin silloin
heikkomat äänet jäävät kuulematta.



Mikroseis-MTC, ruotsalainen mikroseisminen mittauskoje.



Kuuntelua ruotsalaisella mikrooseismisellä kojeella.

Tällaisia tilanteita esiintyy tavallisesti Outokummun kaivoksen louhinta-alueella. Kaivoksen louhintamennettelyn edellyttämät n. 8 metrin paksuiset pilarit usein rikkoutuvat lohkarikasaksi ennenkuin niiden louhinta alkaa, eli kunnes viereisten louhosten täyte on kyllicki kovettunut. Tällöin on varottava rikkonaisilta seinämiltä mahdollisesti vieriviä lohkarkeitä.

Rikkoutuneen pilarin seinämässä olevat mittausreiät tulevat käyttökelvottomiksi usein siten, että ne jäävät isoon lohkareseen, joka on täysin irronnut itse pilarin keskiosasta. Pilarien rikkoutuessa on vallitseva paine huomattavissa vieläpä pienissä havaintorei'issä tapahtuvilla »komujen» irtoamisilla.

Kalliassa esiintyvät halkeamat ja »söörit» estävät napsahdusäänien etenemisen. Senvuoksi saattaa usein kahdesta lähekkään olevasta havaintorei'ästä saadut tulokset huomattavasti poiketa toisistaan. Mikrooseismiset värähtelyt etenevät vain kiinteässä kivessä.

Paineenalaisen alueen tarkka paikallistaminen vaatisi mikrooseismisten napsahdusten voimakkuuksien tarkemman vertailun kuin mitä voidaan suorittaa yksinomaan kuulolokkeita käyttäen. Eri rei'istä saadut havainnot on siinä tapauksessa otettava piirturin avulla paperinauhalle. Useammasta rei'ästä saadut havainnot olisi myös hyvä rekisteröidä nauhalle samanaikaisesti, jolloin vasta eri käyrien vertailu varmistaisi mikrooseismisten värähdysten lähtökohdat ja etenemistiet.

Summary

The article gives a brief summary of the microseismic investigations conducted in the Outokumpu Oy's mines during three years. The equipment used as well as the reporting of the data of the observations are discussed.

TILASTOTIETOJA

Kauppa- ja teollisuusministeriön kaivostoimiston valvonnassa olevista kaivoksista vuonna 1958.

Koonnut teollisuusneuvos Herman Stigzelius.

Tilastossa ei ole huomioitu kivilouhimoita eikä kullanhuuhtomoita.

Suunnusjärjestys	Kaivos	Kunta	Kivennäinen	Haltija	Yhteensä nostettu kiveä, tonnia	Keskim. kaivostyöntekijöitä vuoden aikana			Kaivoksessa suoritettuja työntutuja
						avolouhok-sessa	maanalla	yht.	
1	Parainen	Parainen	kalkkikivi	Paraisten Kalkkivuori Oy	841.599	41	—	41	94.395
2	Otamäki	Vuolijoki	rautamalmi	Otamäki Oy	830.042	—	132	132	278.595
3	Outokumpu	Kuusjärvi	kuparimalmi	Outokumpu Oy	691.912	—	486	486	1.013.267
4	Ihalainen	Lappeenranta	kalkkikivi	Paraisten Kalkkivuori Oy	474.336	34	3	37	73.502
5	Vihanti	Vihanti	sinkkimalmi	Outokumpu Oy	447.984	—	154	154	326.614
6	Tytyri	Lohja	kalkkikivi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	375.216	—	75	75	146.577
7	Ylöjärvi	Ylöjärvi	kuparimalmi	Outokumpu Oy	291.248	—	88	88	181.045
8	Ojamo	Lohja	kalkkikivi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	248.982	—	44	44	97.857
9	Paakkila	Tuusniemi	asbesti	Suomen Mineraali Oy	155.395	20	—	20	37.300
10	Förby	Särkisalo	kalkkikivi	Karl Forsström Oy	136.775	—	18	18	39.416
11	Ruokojärvi	Kerimäki	kalkkikivi	Ruskealan Marmori Oy	120.452	—	42	42	86.417
12	Montola	Virtasalmi	kalkkikivi	Paraisten Kalkkivuori Oy	108.586	—	27	27	61.426
13	Haveri	Viljakkala	kultamalmia	Oy Vuoksenniska Ab	107.736	5	27	32	73.629
14	Kalkkimaa	Alatornio	kalkkikivi	Rauma-Repola Oy	82.500	8	—	8	16.865
15	Kotalahti	Leppävirta	nikkelimalmi	Outokumpu Oy	81.880	—	98	98	207.558
16	Nyhamu	aluevesialue	rautamalmi	Oy Vuoksenniska Ab	50.500	—	43	43	87.706
17	Pitkaniemi	Lohja	kalkkikivi	Lohja-Kotka Oy	41.974	—	6	6	12.496
18	Aijala	Kisko	kuparimalmi	Outokumpu Oy	41.552	—	46	46	81.742
19	Metsämonttu	Kisko	lyijy-sinkkimalmi	Outokumpu Oy	41.462	—	25	25	44.452
20	Jussarö	Tammisaaren mlk.	rautamalmi	Oy Vuoksenniska Ab	20.116	—	22	22	51.744
21	Sipoo	Sipoo	kalkkikivi	Lohjan Kalkkitehdas Oy	17.609	—	5	5	9.153
22	Hutunvaara	Eno	uraanimalmi	Atomienergia Oy	15.000	2	—	2	4.660
23	Kaukosalo	Särkisalo	kalkkikivi	Tvärminnen Kalkkiteoll.	10.698	—	5	5	6.886
24	Jormua	Paltamo	talkki	Suomen Mineraali Oy	10.375	5	—	5	10.090
25	Kärvasvaara	Kemijärvi	rautamalmi	Otamäki Oy	5.740	—	12	12	3.612
26	Nordsjö	Helsingin mlk	kalkkikivi	Oy Rudus Ab	4.800	—	3	3	4.000
27	Luikonlahti	Kaavi	kuparimalmi	Ruskealan Marmori Oy	1.160	—	5	5	5.320
28	Korsnäs	Korsnäs	lyijymalmi	Outokumpu Oy	350	—	—	—	810
32	Askola	Askola	uraanimalmi	Imatran Voima Oy	257	4	—	4	628
Yhteensä					5.253.236	119	1366	1485	3.057.762

VUORITEOLLISUUSOSASTO TEKNILLISESSÄ KORKEAKOULUSSA

Todistus diplomi-insinööritutkinnon suorittamisesta teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla on myönnetty seuraaville:

Matti Tapani Autio, diplomityö aiheesta »Alustava tutkimus uuden seulontamenetelmän mahdollisuuksista korvata nykyiset luokittelumenetelmät» prof. Hukin johdolla.

Lauri Jaakko Heimonen, diplomityö aiheesta »Metallograafinen tutkimus kallioporan juotossaumasta» professori Miek-
o-
jan johdolla.

Mikko Mauri Johannes Helminen, diplomityö aiheesta »Ylöjärven kaivoksen tuuletuksen uudelleen järjestäminen» professori Järvisen johdolla.

Paavo Johannes Leinonen, diplomityö aiheesta »Tutkimus mahdollisuuksista rikastaa luokittelulaitteiden erottaman hiekan hienompia raeluokkia» prof. Hukin johdolla.

Ilpo Ilkka Kalevi Linko, diplomityö aiheesta »Tutkimuksia uraanin raffinoinnista Dapex-prosessilla» prof. Hukin johdolla.

Markku Berndt Veikko Mannerkoski, diplomityö aiheesta »Sähkölampun hehkulankana käytetyn wolframlangan rekristallisatiosta» prof. Miek-
o-
jan johdolla.

Aimo Juhani Tanila, diplomityö aiheesta »Tutkimuksia hienonnusenergian ja karkeusasteen välisen riippuvuuden selvittämiseksi» prof. Hukin johdolla.

Rainer Kalevi Tuovinen, diplomityö aiheesta »Tutkimuksia jatkotankoporausesta» professori Järvisen johdolla.

Vuoriteollisuusosaston opiskelijat syksyllä 1959

Kaivostekniikan opintosuunta

I vuosikurssi

Ahonen, Kai Elias
Eklund, Henrik Oskar
Hakapää, Eero Antero
Holappa, Lauri Elias Kalevi
Ketola, Matti Ilmari
Koskinen, Vesa Raimo
Lehtola, Antti
Patomeri, Risto Erkki
Ponkku, Pertti Markku J.
Räty, Raimo Allan
Vuolio, Raimo Juhani

II vuosikurssi

Autere, Ilmo Viljo Juhani
Grönfors, Teuvo Tapio
Hakalehto, Kaarlo Olavi
Jakowleff, Karl Erik
Matikainen, Raimo Tapani
Rutanan, Vesa Antero
Suominen, Timo Untamo
Vanninen, Pentti Sakari

III vuosikurssi

Lindeberg, Tom Christian
Mellin, Georg Lennart
Sandström, Pehr Åke (poissaoleva)
Sundquist, Olli Pekka
Ulvelin, Esko Emil
Östman, Per-Oskar Albert

IV vuosikurssi

Diehl, Gösta Wilhelm
Freund, Otto Tapani

Heikkilä, Lauri V. Kalevi
Kangas, Timo A.
Kerola, Pentti Juhani
Lupander, Jan-Christian
Skand, Carl-Johan
Tuisku, Tapani Martti Seppo

n:s vuosikurssi

Eerola, Paavo Ilmari
Heiskanen, Risto H.
Hermonen, Olli Antero
Kangas, Veli Juhani
Kekki, Kimmo Kalle Kullervo
Loponen, Rauno Veli Kullervo
Raike, Pentti Johannes
Salo, Urpo Jaakko J.
Selänne, Pertti Olavi
Söderström, Rolf Rainer
Westman, Raimo Johannes
Välttilä, Timo Juhani

Metallurgian opintosuunta

I vuosikurssi

Autio, Jaakko Pontus
Kostamo, Pertti Antero
Manninen, Veikko Kalervo
Miettinen, Toivo Raimo J.
Määttä, Veli Kauko J.
Paasikoski, Olli
Pohjolainen, Raimo J. (poissaoleva)
Räsänen, Erkki Olavi
Saarinen, Aulis A. (poissaoleva)
Tunturi, Pekka Johannes (poissaoleva)

II vuosikurssi

Halavaara, Yrjö Olavi
Laurila, Aaro Uljas
Pajari, Lauri Juhani
Parviainen, Asko Eemeli
Tirkkonen, Tauno Juhani

III vuosikurssi

Alakokkare, Esa Antero
Asikainen, Hannu Matti
Fomin, Pekka
Hiilamo, Seppo Juhani
Härkki, Seppo Untamo
Jansson, Hans Folke
Kaivola, Markku Eero A.
Karstunen, Erkki Juhani
Palomäki, Asko Inari
Salimäki, Matti Juhani
Tuominen, Tapio Kalevi

IV vuosikurssi

Henrichson, Olle Göran
Holmala, Rainer Kalevi
Jalava, Antti Heikki
Kirvesniemi, Aapo
Lundström, Kurt Edvin V.
Moisio, Tapani Jouko Ilmari
Tilander, Heikki Kustaa
Tuovinen, Frans Heikki

n:s vuosikurssi

Häkä, Mikko Juhani
Järvenpää, Viljo J.
Makkonen, Risto Juhani
Palperi, Matti Johannes
Peura, Esa Heikki
Rapeli, Hannu Antero
Silventoinen, Ilmo Kalevi (poissaoleva)
Vläsaari, Seppo Tapio

Kauppa- ja teollisuusministeriön ohjeet kaivoskarttojen laatimista ja täydentämistä varten

Kauppa- ja teollisuusministeriö on 30. 9. 1959 päättänyt muuttaa ministeriön 29 päivänä joulukuuta 1953 kaivoskarttojen laatimista ja täydentämistä varten antamien ohjeitten 2 §:n seuraavasti:

2 §.

Kaivoskartan tulee selityksineen antaa oikea ja havainnollinen kuva kaivoksesta ja sen geologiasta.

Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna

Dipl.ins. *Matti Autio* on Outokumpu Oy:n palveluksessa. Kotalahden kaivoksella. Osoite: Kotalahden kaivos.

Dipl.ins. *Eino Hellemaa* on siirtynyt Outokumpu Oy:n Helsingin konttoriin. Osoite: Neitsytpolku 3 B, Helsinki.

Dipl.ins. *Anders Jernström* är numera chef för de metallurgiska avdelningarna vid Fiskars-koncernen. Adress: Äminnefors.

Dipl.ins. *Veikko Jumppanen* on Atomienenergia Oy:n palveluksessa. Osoite: Kaltimo.

Dipl.ins. *Sven Karell* är numera anställd vid Statens skogsindustriers centrallaboratorium. Adress: Radarvägen 8, Viggbyholm, Sverige.

Dipl.ins. *Jorma Karvila* on nykyään Outokumpu Oy:n palveluksessa Helsingin konttorissa. Osoite: Huopalahdentie 13 A 14, Munkkiniemi, Helsinki.

Dipl.ins. *Heikki Konkola* on siirtynyt Outokumpu Oy:n Kotalahden kaivokselle. Osoite: Kotalahden kaivos.

Dipl.ins. *Reino Kurppa* on nimitetty Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen isännöitsijäksi. Osoite: Stenbäckinkatu 4, Helsinki.

Dipl.ins. *Jaakko Lautjärvi* on Kymi Oy:n Högforsin tehtaassa palveluksessa. Osoite: Karkkila 4 kp.

Dipl.ins. *Paavo Leinonen* on Otanmäki Oy:n palveluksessa. Osoite: Vana 21, Otanmäki.

Dipl.ins. *Ilpo Linko* toimii Imatran Voima Oy:n laboratoriosinöörinä. Osoite: Porintie 5 I, Munkkivuori, Helsinki.

Dipl.ins. *Markku Mannerkoski* on Oy Airam Ab:n palveluksessa. Osoite: Otaniemi B 96.

Dipl.ins. *Risto Myyryläinen* toimii nyt Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivoksen kaivosinsinöörinä.

Dipl.ins. *Carl-Fredrik Mäklin* har flyttad till Oy Vuokseniska Ab:s Jussarö gruva. Adress: Ystadsgatan 12 B, Ekenäs.

Dipl.ins. *Raimo Räisänen* on nykyään Lokomo Oy:n palveluksessa. Osoite: Hataanpäänhoivi K 97, Härmälä, Tampere.

Dipl.ins. *Juhani Tamila* on assistentti Valtion teknillisen korkeakoulun vuoriteknillisessä laboratoriossa. Osoite: Lönnrotinkatu 27 B, 27, Helsinki.

Dipl.ins. *Eyikki Tuulos* on siirtynyt Lokomo Oy:n palvelukseen. Osoite: Sorsapuisto A 10, Tampere.

Dipl.ins. *Toivo Tyynelä* on siirtynyt Oy Machinery Ab:n palvelukseen. Osoite: Vanhakyläntie, Järvenpää.

Dipl.ins. *Lasse Vanha-Honko* on nyttemmin Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksen kaivososaston päällikkö.

Dipl.ins. *Lars Wetzell* on nimitetty Outokumpu Oy:n Ylöjärven kaivoksen isännöitsijäksi. Osoite: Outokumpu Oy, Tampere.

Osoitteenmuutoksia — Adressförändringar:

Yli-ins. *Ilmari Harki*. Uusi osoite: Mannerheimintie 118, Helsinki.

Ins. *Aarne Laaksonen*. Uusi osoite: Uudenmaankatu 39 A 7, Helsinki.

Dipl.ins. *Juhani Nuutilainen*. Uusi osoite: Koskikatu 18 A 7, Rovaniemi.

Dipl.ins. *Antti Palomäki*. Uusi osoite: Puistokaari 6 A 7, Lauttasaari, Helsinki.

Dipl.ins. *Biiger Salonen*. Ny adress: Gamla Kalkbacksvägen 5, Brändö, Helsingfors.

Ing. *Eskil Strandström*. Ny adress: Skådespelarvägen 22 G 82, Horra Haga, Helsingfors.

Fil.mag. *Georg Strandström*. Ny adress: Skådespelarvägen 22 G 82, Norra Haga, Helsingfors.

Dipl.ins. *Olavi Tikka*. Uusi osoite: Haahkatie 14 B 30, Lauttasaari, Helsinki.

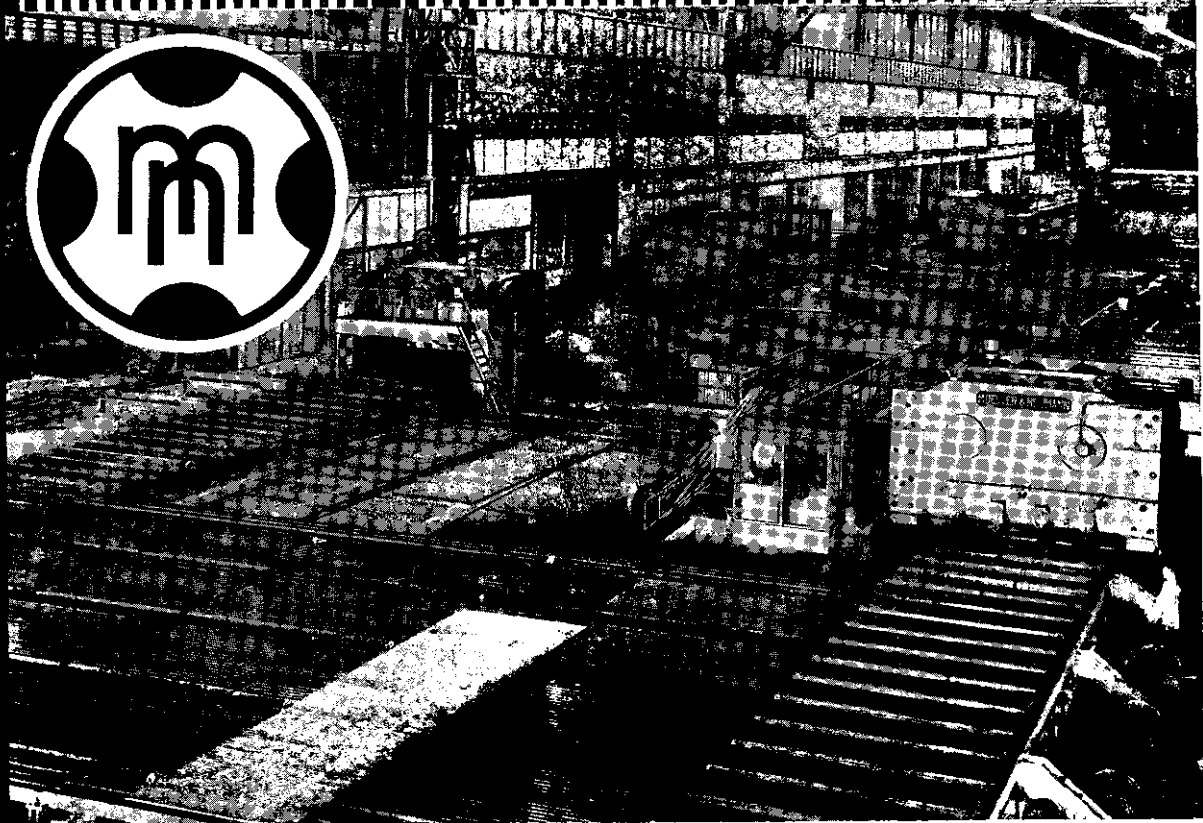
Dipl.ins. *Eino Turttiainen*. Uusi osoite: Gyldenintie 12 b I 41, Lauttasaari, Helsinki.

Fil.maist. *Heikki Vennervirta*. Uusi osoite: Merimiehenkatu 10, Joensuu.

Fil.maist. *Eero Wuolijoki*. Uusi osoite: Hietalahdenkatu 4 A 3, Helsinki.

Vuorimiesyhdistys r.y:n vuosikokous

pidetään Teknillisessä korkeakoulussa maaliskuun 25—26 päivinä 1960. Iltajuhla on ravintola Adlonissa perjantaina 25. 3.



Moderne Grobblechadjustage

WIR PLANEN UND LIEFERN:

Warm- und Kaltwalzwerke, Walzwerkhilfsmaschinen,
Walzwerkshilfseinrichtungen.

MOELLER & NEUMANN

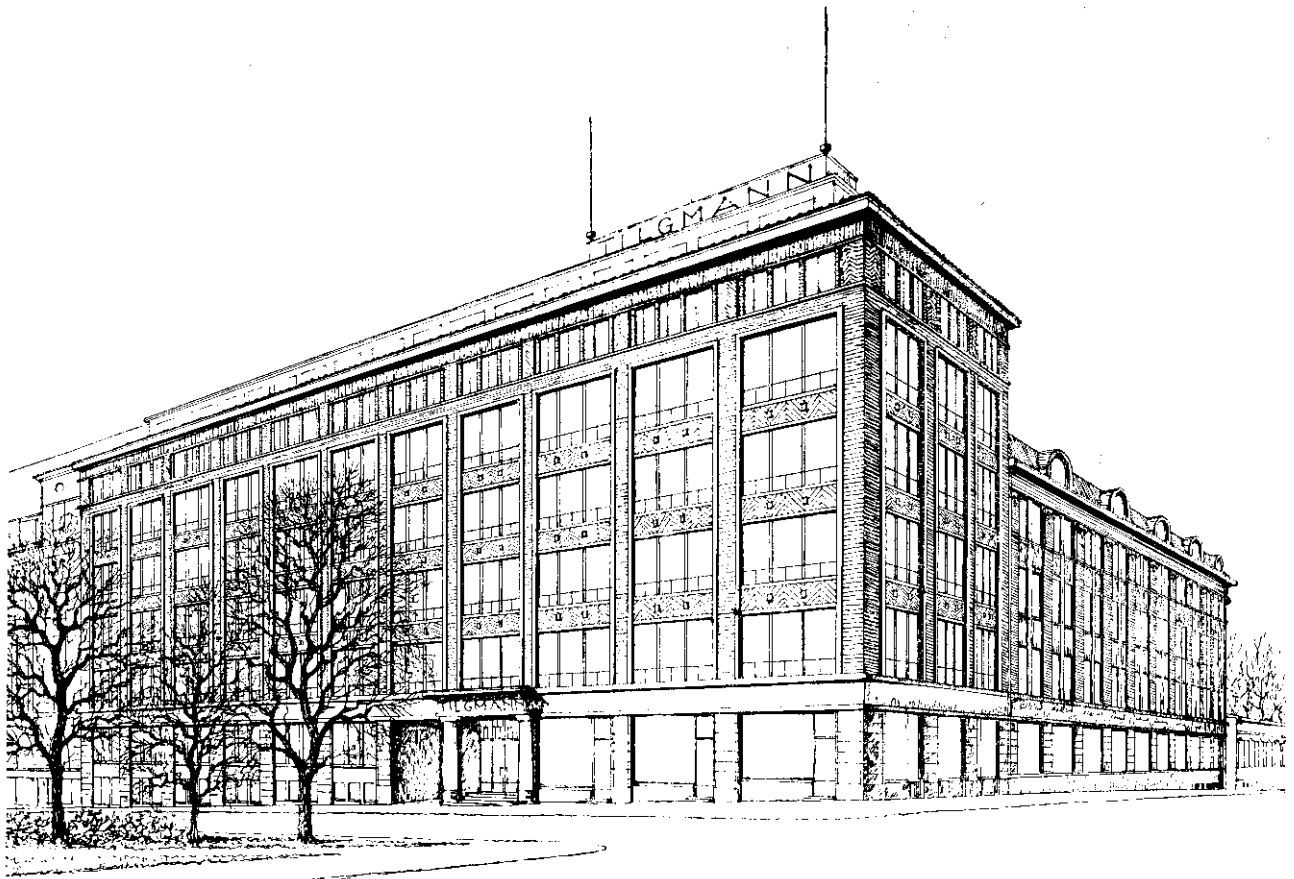
Walzwerkbau

ST. INGBERT-SAAR

Finnische Vertretung:

OY LILIUS & CO AB

Helsinki — Helsingfors



Tilgmannin
painotuotteet
myyvät tavaranne

Painotuotteita suunnitellessanne turvautukaa ajanmukaiseen suurpainoomme, joka asettaa käytettäväksenne henkilökuntansa ammattitaidon ja tuotantokykynsä.

Oy TILGMANN Ab

Helsinki Tampere Turku Vaasa (Lito-Björkell)

OFFSET- KIRJA- SYVÄ- JA ANILIINIPAINO SEKÄ PUSSI- JA KOTELOTEHDAS

KÄYTTÄKÄÄ

hyväksenne asiantuntemustamme!

Teemme sekä lasku- että urakkatyötä



Teemme pyynnöstänne tarjouksia

SUORITAMME

Geologisia tutkimuksia

Geofysikaalisia mittauksia: magneettisia, sähköisiä, gravi- ja radiometrisiä

Syväkairauksia

ANNAMME

lausuntoja

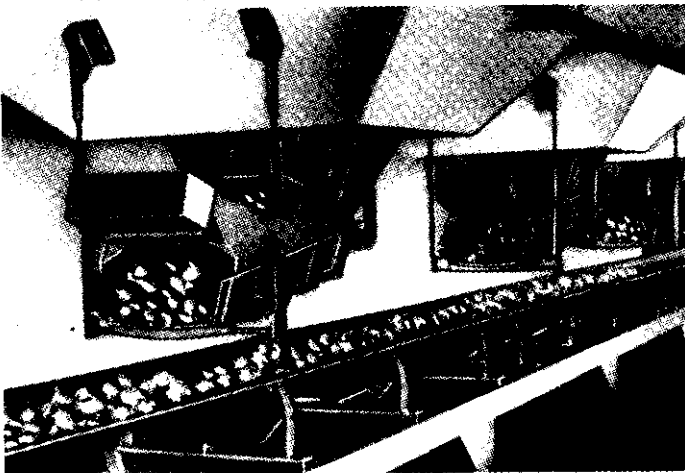
SUOMEN MALMI OY

OTANIEMI, PUHELIN 461026

AEG

tärytekniikka

palvelee myös vuoriteollisuutta



Valmistusohjelma käsittää mm:

- kuljettimia
- annostelijoita
- täryttimiä
- seuloja
- automatisoituja kuljettimia ja syöttökouruja

malmille, rikasteille ja kaikille kiinteille, rakeisille aineille.

Päädustaja

SÄHKÖLIIKKEIDEN OY

Helsinki, Satamakatu 4. Puh. 11 501

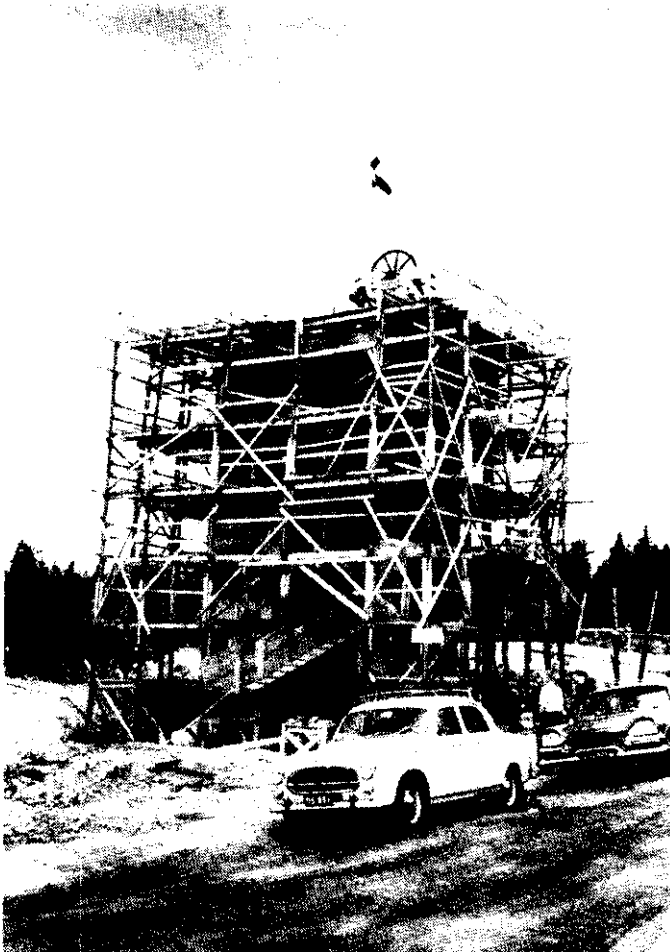
Muovieristeinen kaivoskaapeli litteälanka-armeeraus

Muovieristeinen kaivoskaapeli (konsentrisen nollajohdin)

Paperieristeinen, sitkeällä ("non-draining") öljyllä kyllästetty kaivoskaapeli, litteälanka-armeeraus

KAIVOS- KAAPELEITA

SUOMEN KAAPELITEHDAS OSAKEYHTIÖ
HELSINKI



OTANMÄKI OY

● PÄÄKONTTORI

Postiosoite: Otanmäki
Sähkeosoite: Otanmäki, Kajaani
Puhelin: nimihuuto Otanmäki Oy,
Otanmäki

● HELSINGIN TOIMISTO

Postiosoite: Aleksanterinkatu 48 A
Sähkeosoite: Otanmäki, Helsinki
Puhelin: 58 844

● SATAMA

Postiosoite: Oulu, Malmisatama
Sähkeosoite: Malmisatama, Oulu
Puhelin: 15 347

● KÄRVASVAARAN KAIIVOS

Postiosoite: Misi, Kärvasvaara
Sähkeosoite: Otanmäki, Misi
Puhelin: Misi 16

MINERIT

taloudellinen ja kestävä
teollisuuden kateaine

450:— neliometri harmaa mine-
riitti-aaltolevy on huokein kovakateaine
maassamme.

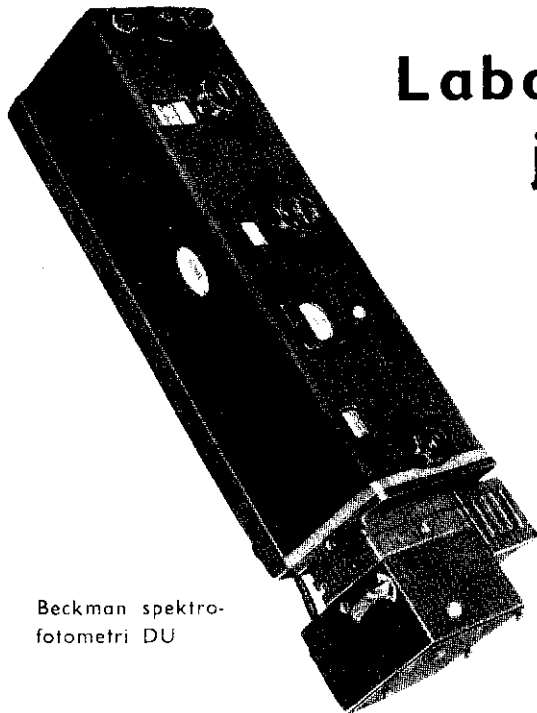
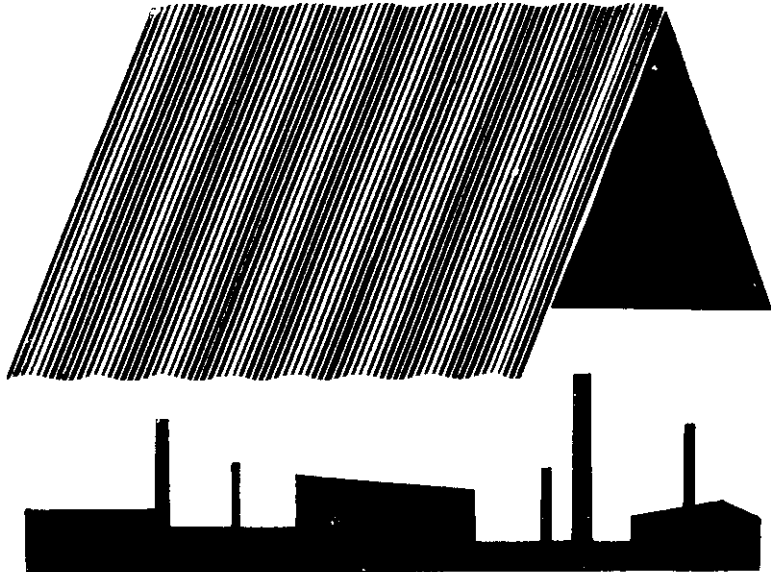
Se on myös kestävä kaikissa ilmasto-olo-
suhteissamme teollisuuskaasujen saas-
tuttamaa ilmastoa myöten.

Mineriitti luo edellytykset kevyelle raken-
nustyylille, sillä se painaa vain 14 kg neliö-
metri.

Pyynnöstä lähetämme
yksityiskohtaiset kiinni-
tysohjeet ja levynäytteet.

Suomen
Mineraali Oy

Bulevardi 28 — Helsinki — 11 791



Beckman spektro-
fometri DU

Laboratoriotarvikkeita ja -kojeita

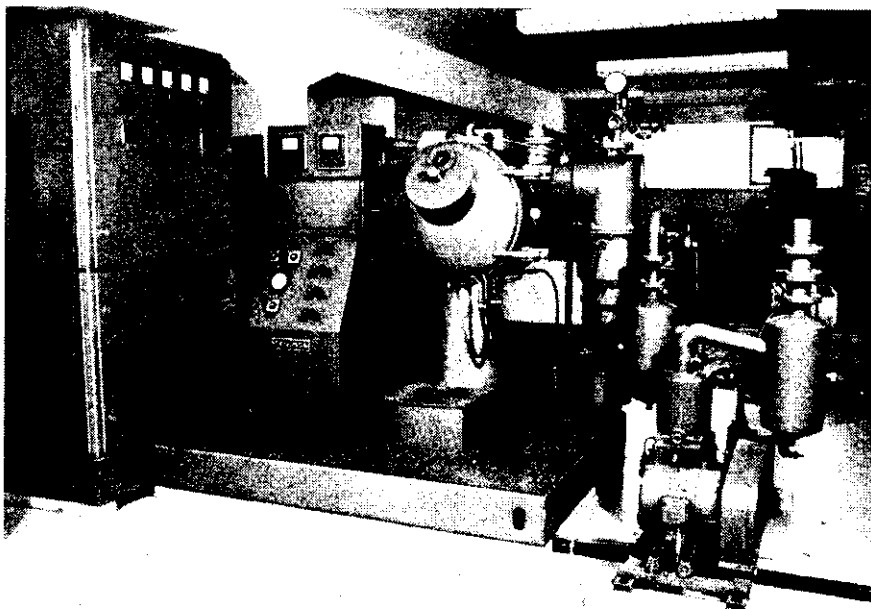
- Spektrofotometrejä
 - pH-mittareita
 - Vaakoja
 - Mikroskooppeja
 - Kuivauskaappeja
 - Laboratoriolasia
 - Kemikaaleja
- ym.



G. W. B. E R G & C o

Fabianinkatu 14 — Puh. 11 541
Helsinki

DEGUSSA-



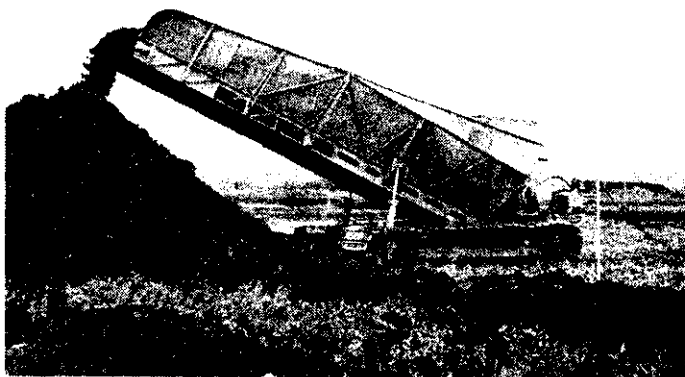
EDUSTAJA:

Oy Control Ab

HELSINKI
Eerikinkatu 24
Puh. 13 505 (vaihte)

vakuumisulatusuuneja

TURPEESTA TEHOKKAILLA
KONEILLA HALVIMMAT
KALORIT



Neuvostoliittolainen koneturpeen
aumaaja työssään.

V/O MACHINOEXPORT

EDUSTAJA SUOMESSA:

Oy Finnish Impex Ab

HELSINKI

Hallituskatu 17
puh. 66 03 68

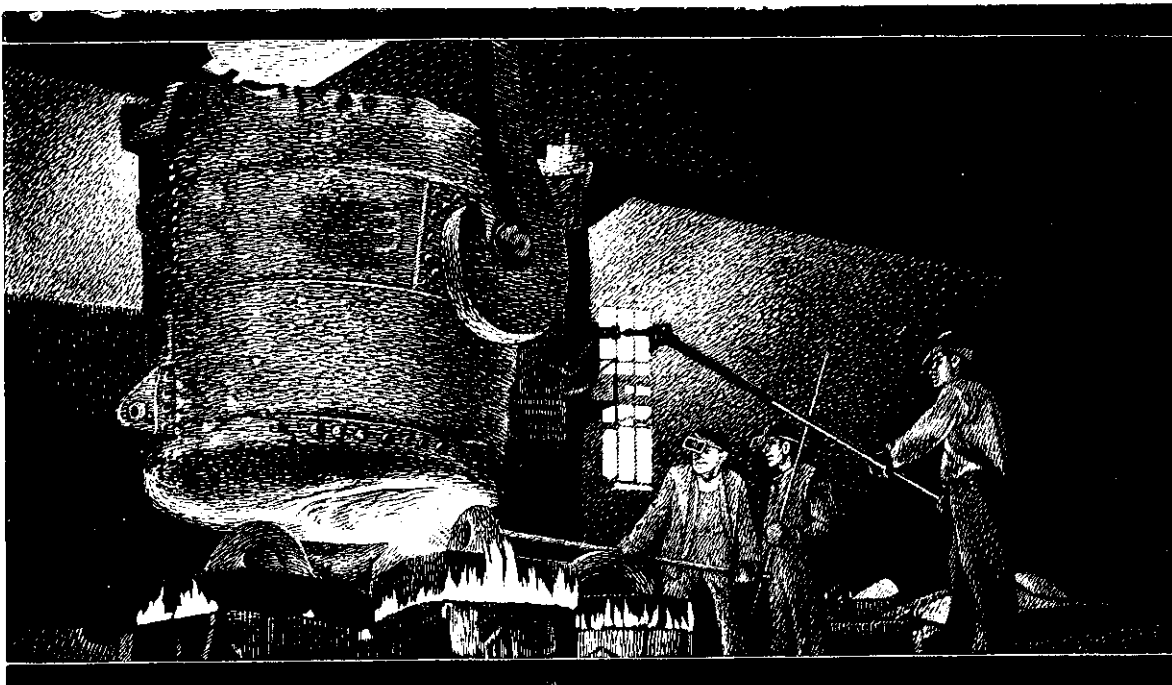
KUMILETKU JOHTAA KAIKKIALLA

Kangas-, punos- tai teräsvahvisteiset NOKIAN kumiletkut johtavat ilmaa, vettä, elintarvikkeita, kaasuja, höyryä, polttoaineita ym. elinkeinoelämämme palvelukseen. Monissa teollisuuden tarpeissa kumiletku on ainoa mahdollinen materiaali. — Kumiletku on edelleenkin korvaamaton.

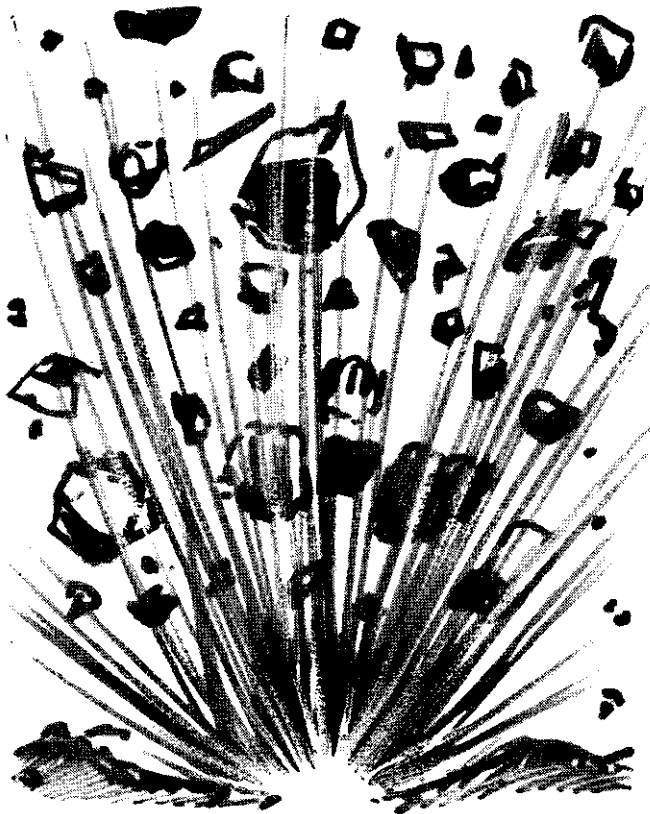
Tutustukaa letkuluetteloomme tai ottakaa suoraan yhteys meihin, jos olette valinnassanne epä tietoinen.

NOKIA

*Suomen Kumitehdas
Osakeyhtiö*



Oy VUOKSENNISKA Ab Kaivosteollisuudelle kulumista kestäviä teräksiä



IMATREX

KLORAATTI

RAKEET

maan, kantojen, kivien ja jään räjäyttämiseen.

TEHOPANOKSET

raepakkaus, jonka kuori on veden kestävä n. 6–8 tuntia.

BRIKETIT

kallionlouhintaan.

Mahdollisimman suuri varmuus ennen kyllästämistä.
Halpaa varastoitavissa, kuljetettavissa ja käytettäessä.

KOTIMAINEN VALMISTE



OSAKEYHTIÖ SAVO

ELEKTROKEMIAALLINEN TEHDAS

Imatra — Puh. 1132

Myyntikonttori Helsingissä:
Unioninkatu 9, puh. 12 420

Ilmoittajat - Annonsörer:

Asea
H. Auramo
G. W. Berg & Co
Control
Ekströmin Koneliike
Finnish Impex
Grönblom
Havulinna
Hellefors
Karhula
Kesko
Knorring
Lilius & Co
Lokomo
Mercantile
Christian Nissen
Otanmäki
Outokumpu
Pargas Kalkbergs Ab
Premio
Savo
Suomen Bofors
Suomen Kaapelitehdas
Suomen Kumi
Suomen Malmi
Suomen Mineraali
Sähköliikkeiden Oy
Tallberg
Tampella
Teollisuustiili
Tilgmann
Tulenkestävät Tiilet
Valmet
Vuoksenniska

Varsinkin kovaa kiintoainesta sisältävien nesteiden pumppaus on ollut sangen hankala tehtävä. Vacseal-pumppuilla tämä voidaan kuitenkin ratkaista tehokkaalla ja taloudellisella tavalla.

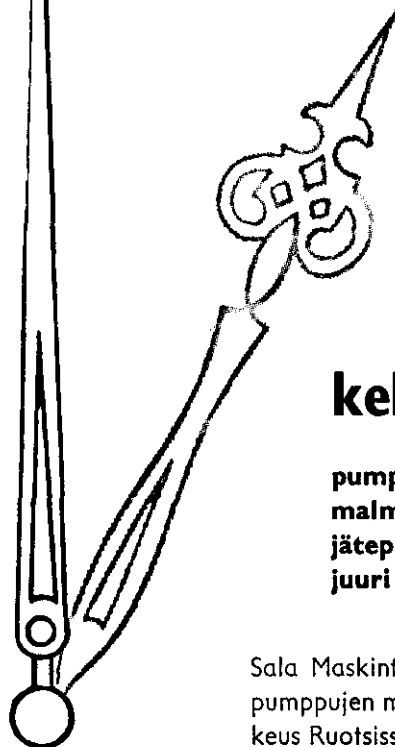
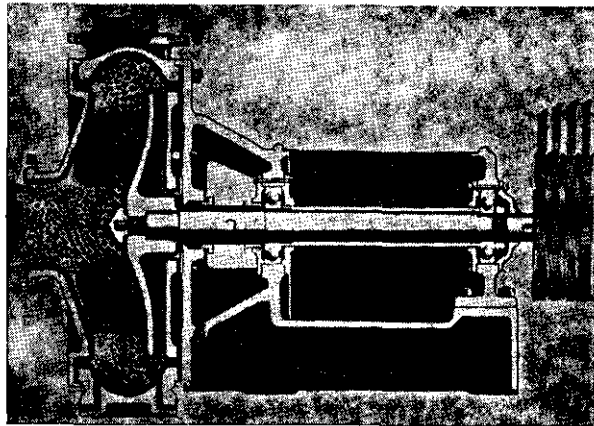
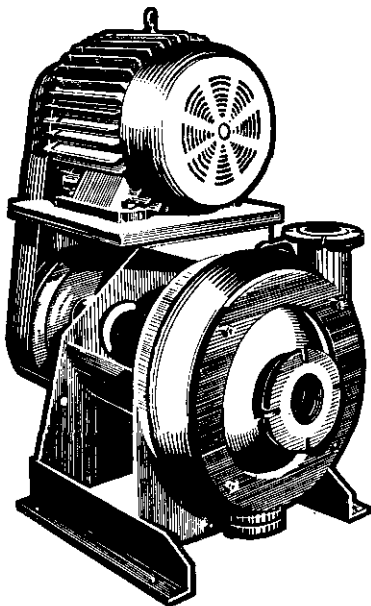
Vacseal-pumppuja toimitetaan erikoistilauksesta myös syövyttävien nesteiden pumppaukseen.

T A R J O A M M E:

Standardipumppuja, koot 2"—8", kulutusosat päällystetty pehmeällä, kulutusta kestäväällä kumilaadulla.

Karkeampaa ainetta, kuten kuonaa, soraa tms. sisältävien ei-syövyttävien nesteiden käsittelyyn pumppuja seostetusta kovaalusta.

Erikoiskumivuoraus käsiteltäessä happoja tai muita syövyttäviä nesteitä.



**Viikosta
viikkoon
kellon ympäri**

**pumppaavat Vacseal-pumput
malmilietteistä, hiekka- ja
jätepitoista vettä kulumatta
juuri lainkaan.**

Sala Maskinfabriks Ab:llä on Vacseal-pumppujen myynti- ja yksinvalmistusoi-
keus Ruotsissa, Suomessa ja Tanskassa.

VACSEAL

-pumput

SALA MASKINFABRIKS AB

Edustaja Suomessa: **JULIUS TALLBERG**

VUORITEKNILLINEN OSASTO
HELSINKI - ALEKSANTERINKATU 21

Blake

LEUKAMURSKAIMIA karkeamurskaukseen

Kuvassa iso leukamurskain Blake 17:

Kita-aukko 1800×1200 mm

Poistoaukko 200 mm

Tuotanto n. 400—550 ton/h

Blake 17 painaa 145000 kg

Blake murskaimia valmistetaan useita ko-koja. Kaikissa murskaimissa käytetään epäkeskon laakerointiin SKF-vierintälaa-kereita. Leuka-akselin ja murtolevyjen voitelu tapahtuu automaattisesti. Kuluvat osat ovat mangaaniterästä. — Pyytäkää ehdotuksia kaivoskoneosastoltamme.



Yhteistyössä Morgårdshammars Mek. Verkstads AB:n kanssa

