

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

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

Sisältö — Innehåll:

Vuorimiesyhdistys ry:n alkuvaiheet.

R. T. HUKKI:

Jauhatuksesta ylikriittisellä nopeudella.

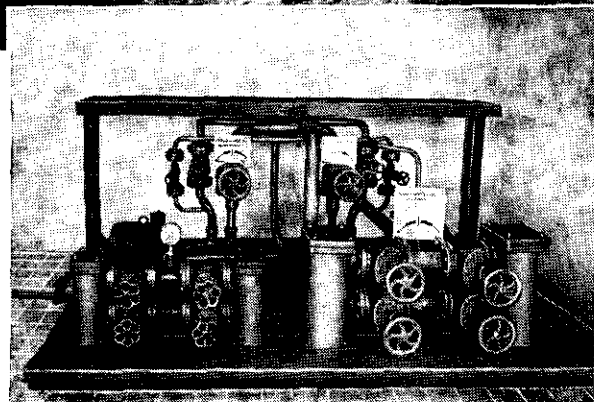
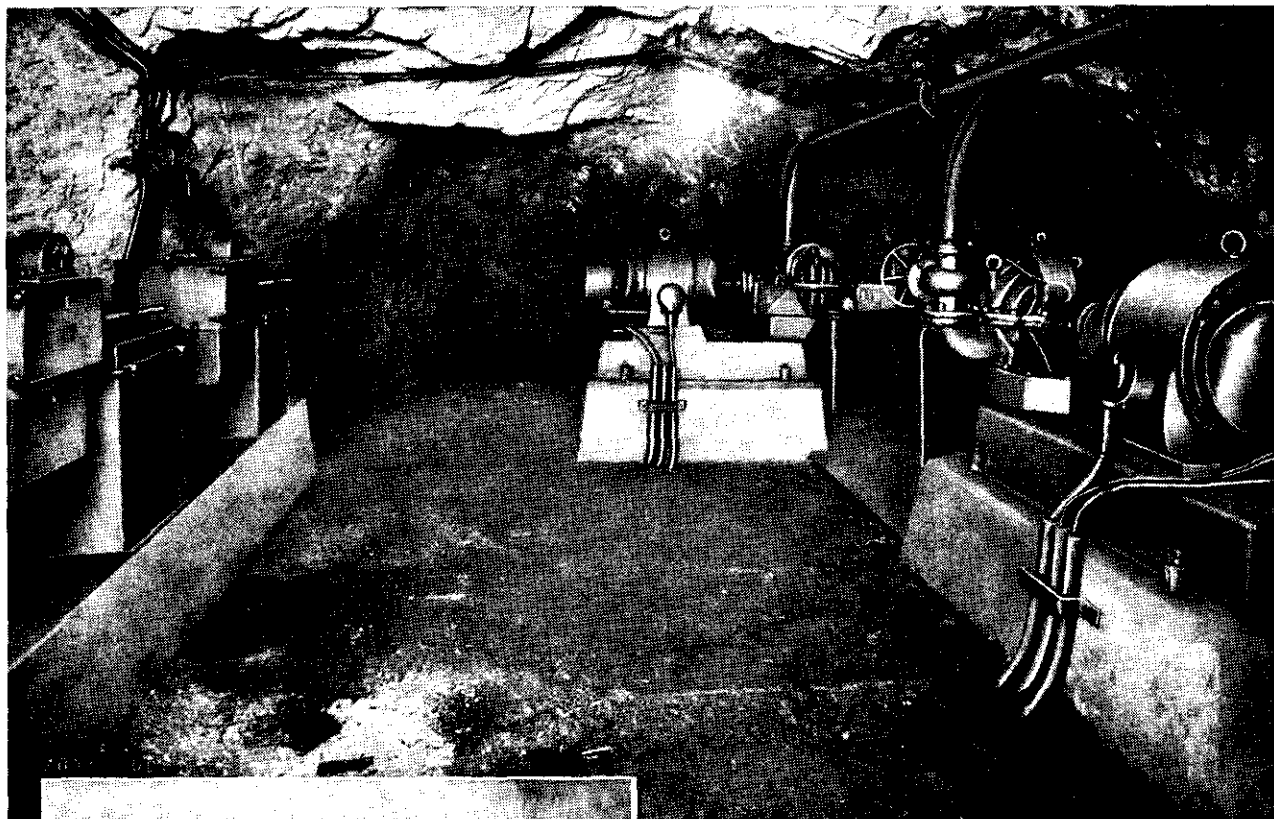
GUNNAR LINDH:

Korrosionsproblem i samband med rostfria och syrafasta stål.

OSMO VARTIAINEN:

Copperbelt — Pohjois-Rhodesian kaivosalue.

KAIVOKSISSAKIN



- maan uumenissa
- kosteissa olosuhteissa
- vaahdotusaltaissa

on paikkoja,
joihin tarvitaan ruostumatonta putkea

KUPARIPUTKI KESTÄÄ

Kupariputki ei ruostu. Muutaman kerran jäätyminenäkään ei turmele kupariputkea.

Kapillaariliitokset

ovat oikein tehtyinä ehdottoman varmat ja tiiviit. Juotokset ovat helpot ja nopeat suorittaa.

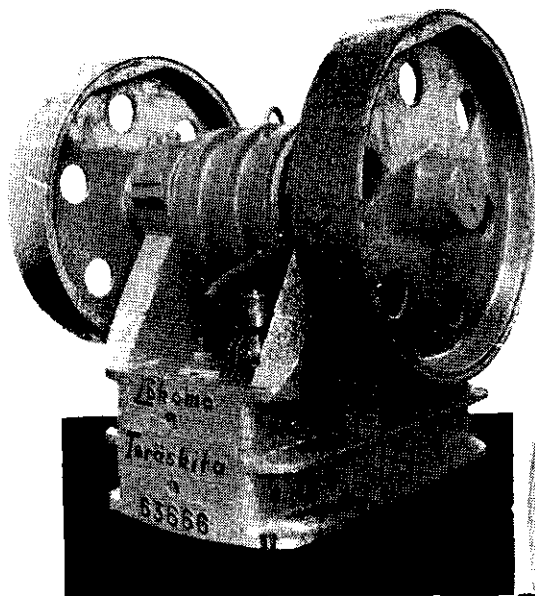
Kupariputki on nyt huokeaa

Putkistoja purettaessa on kupariputkilla romunakin suuri arvo.



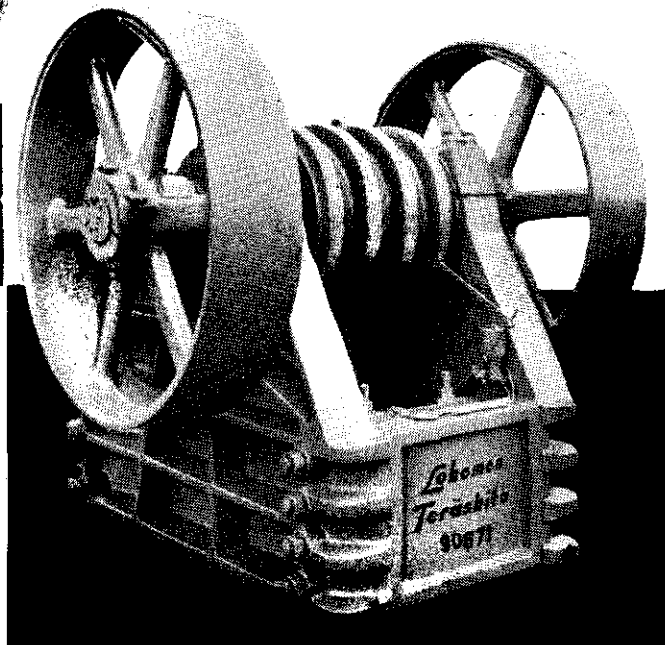
Outokumpu Oy

Helsinki, Malminkatu 16 • Puh. 10 510

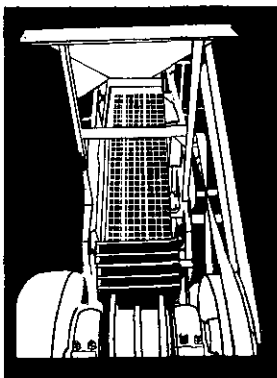


MK 63

MK 90



SÄHKÖTERÄSVALUA...



TERÄSKITA-murskaimien runko ja heiluri kuten kaikki muutkin tärkeimmät osat ovat ensiluokkaista sähköteräsvalua. **Epäkeskoakseli** on krominikkeliterästä, jonka murtolujuus on 85—90 kg/mm² ja venymä 18—20 %, ja **leuat** kovamangaaniterästä.

TERÄSKITA-murskaimien lisäksi valmistamme myös valssi-, vasara- ja karamurskaimia sekä liikkuvia ja kiinteitä murskaus- ja lajittelulaitoksia. Toimitamme niitä varten myös erilaisia syöttimiä, kuljettimia, täryseuloja ja siilolaitteita.

Ottakaa neuvotteluyhteys puh. Tampere 28 120 — asiantuntijamme antavat mielihyvin kaikkia tarvitsemiinne lisätietoja!

Lokomo Oy
KONEPAJA • TERÄSTEHDAS • TAMPERE



VUORIVILLA

tehokas ja monipuolinen eristys

Vuorivillalevyjä ja vuorivillamattoja seinien, lattioiden ja kattojen eristykseen sekä teknillisiin eristyksiin.

Vuorivillakouruja ja vuorivillaköysiä kuumavesiputkien ja höyryputkien eristykseen ja vesijohtojen pakkasensuojaksi.



Neuvonanto-osastomme
palvelevat Teitä maksutta.

PARAISTEN
KALKKIVUORI OSAKEYHTIÖ

PARAINEN

HELSINKI

LAPPEENRANTA





BOFORS

KARKAISUHUOLTO

MONIVUOTINEN
TIETEELLINEN JA
KÄYTÄNNÖLLINEN
ALAN KOKEMUS

KARKAISIMO
54 460
HÄRDVERKSTAD

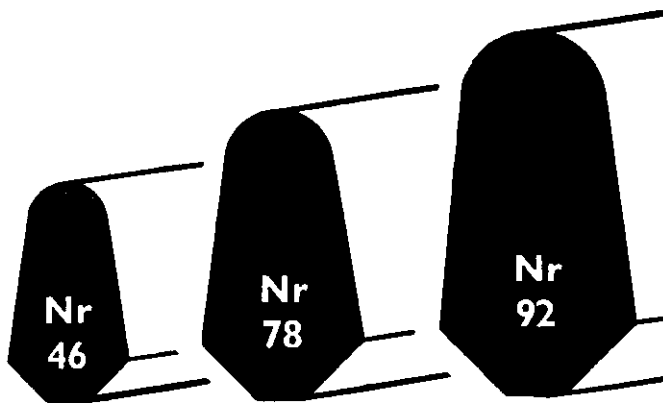
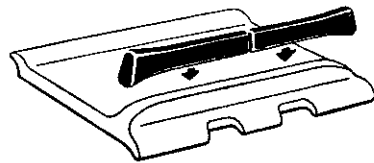
HÄRDSERVICE

MÅNGÅRIG VETEN-
SKAPLIG OCH
PRAKTISK SPE-
CIALERFARENHET

HEIJATTUJA JA KARKAISTUJA

TELAHARJAPUOLIKKAITA

HEJARSMIDDA OCH HÄRDADE
KAMHALVOR



KARKAISTUA

TELAHARJATERÄSTÄ

Mittakaava 1:1
Skala

HÄRDAT

KAMPROFILSTÅL

OY SUOMEN BOFORS AB

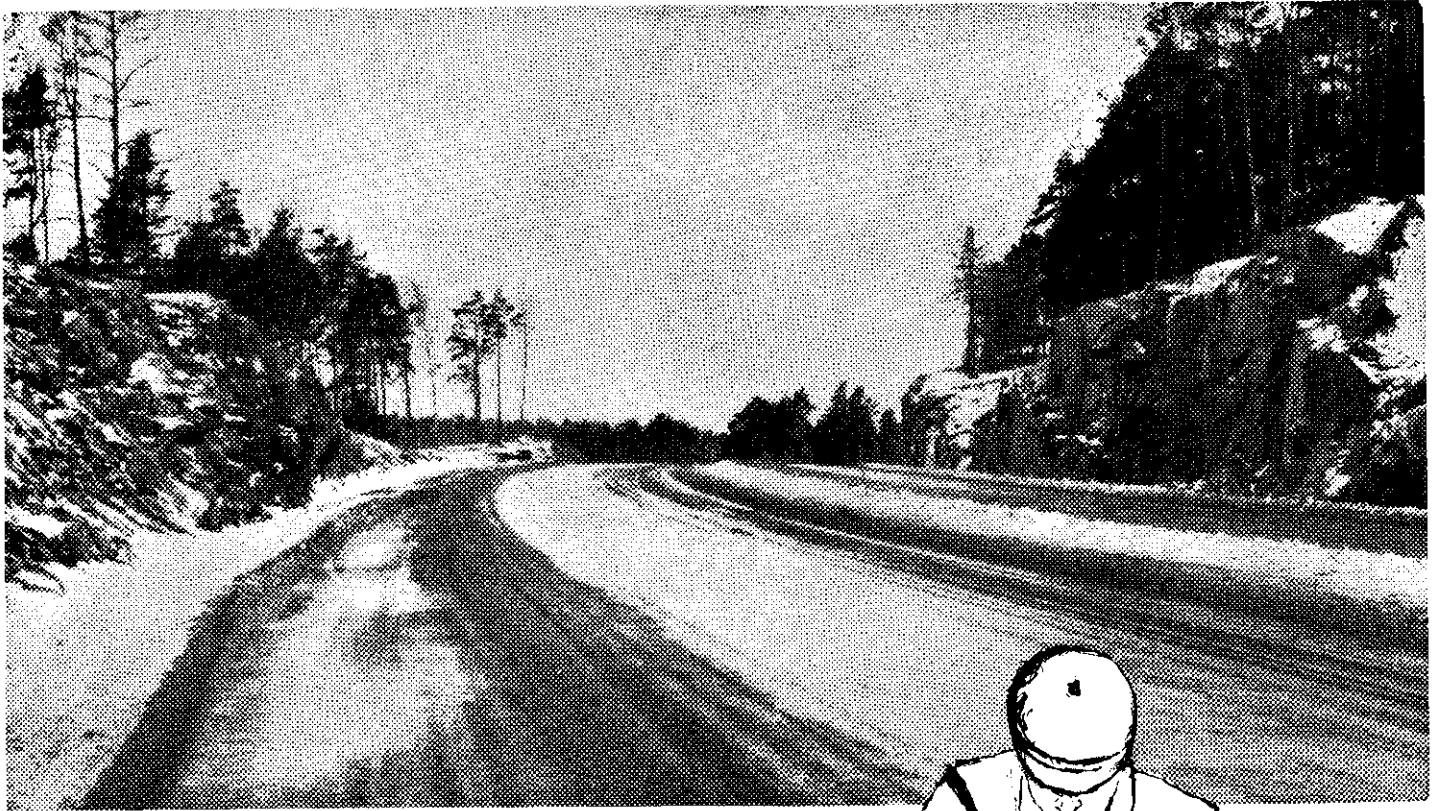
HELSINKI - LÖNNROTINK. 32 - PUH. 61 356 • HELSINGFORS - LÖNNROTSG. 32 - TEL. 61 356



- Kauppateräksiä
- Erikoisteräksiä
- Kylmänävedettyä, hiottua ja sorvattua pyöröterästä
- Teräsvalua
- Hitsattuja putkia
- Harkkorautaa
- Handelsstål
- Specialstål
- Kalldraget, slipat och svarvat rundstål
- Stålgjute
- Svetsade rör
- Tackjärn

Oy VUOKSENNISKA Ab

Helsinki — Helsingfors
Korkeavuorenkatu 32 Högbergsgatan
Puh. 10 561 Tel.



Vulcanus vuoriporaan voi luottaa

Vulcanus vuoriporia on käytössä kaikissa kaivoksissamme ja useimmilla louhintatyömailla.

Missä suinkin tarjoutuu tilaisuus, tutkimme ennakolta louhittavan kiven laadun, jotta voimme toimittaa kyseiseen työhön parhaiten sopivan kovametallilaadun.

Lisäksi annamme takuun kaikista toimittamistamme porista, joten asiakas saa täyden korvauksen sijoittamilleen rahoille.

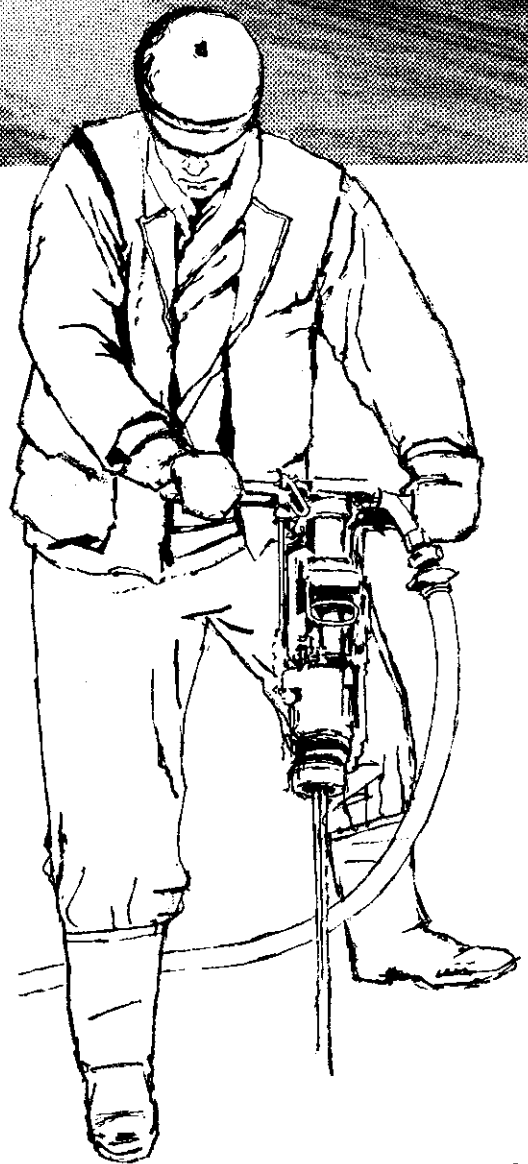
Vulcanus

SKF HELLEFORS JERNVERK

***vuoriporia, joissa on kaksi huuhtelu-
reikää ja ruostumaton vuoraus.***

Edustaja:

RAUTAKONTTORI Oy, Rautatalo,
Keskuskatu 3, Helsinki, puh. 12 121



FISKARS-YHTYMÄ KONCERNEN

HELSINKI — HELSINGFORS

Bulevardi 2 A Bulevarden

Puh. 13 610 Tel.

MONIPUOLINEN METALLIALAN SUURTEOLLISUUS

Tuotanto-ohjelmamme

käsittää m.m.:

Betoniterästä

Betoniteräsverkkoa

Harjaterästä

Hienotakeita

Jousia

Kettinkiä

Konepajatyökaluja

Konttorihuonekaluja

Maatalouskoneita ja -työkaluja

Metsätyökaluja

Nauloja

Panssariverkkoa

Pultteja

Puristeritilöitä

Puutarhatyökaluja

Rakennustakeita

Rauta- ja teräslankaa

Rautarakenteita

Ruuveja

Sahatavaraa

Sähkömuuntajia

Erikoisesti vuorimiehille:

Cylpepsiä

Geologivasaroita

Jauhatuskuulia

Kalliopultteja

Kalliopultinkiiloja

Poramoukareita

Ruhjimia

Syrjätaltoja

Täyttökuokkia

EN MÅNGSIDIG STORINDUSTRI I METALLBRANSCHEN

Vårt produktionsprogram

omfattar bl.a.:

Betongstål

Betongstål nät

Bultar

Byggnadsmiden

Finsmide

Fjädrar

Gallerdurk

Jordbruksmaskiner och -redskap

Järnkonstruktioner

Järn- och ståltråd

Kamstål

Kontorsmöbler

Kätting

Pansarnät

Skogsarbetsredskap

Skrubar

Spik

Sågade varor

Transformatorer

Trädgårdsredskap

Verkstadsverktyg

Speciellt för bergsmän:

Bergbultar

Bergbultkilar

Borrsläggor

Cylpebs

Fyllhackor

Geologhammare

Knoster

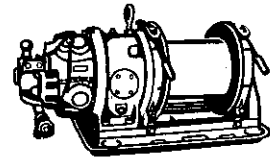
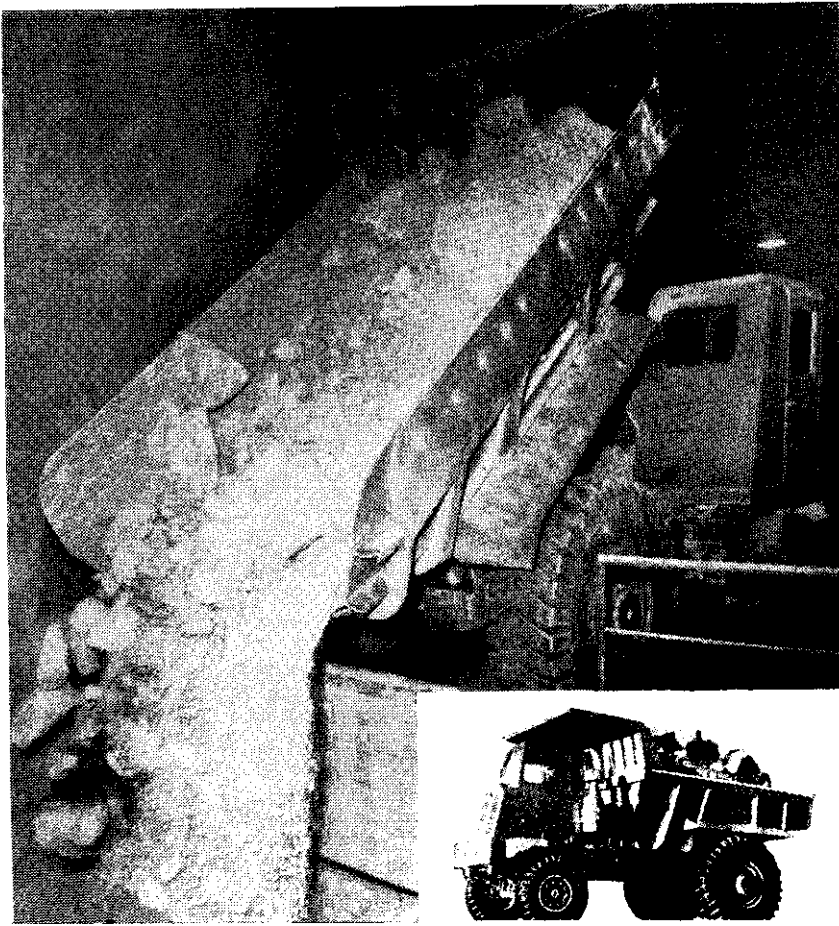
Malkulor

Sättstampar

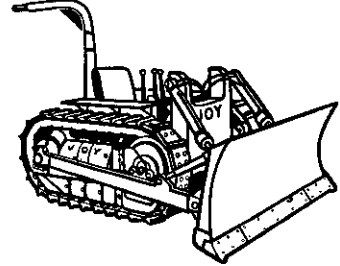
TEHTAITA SEURAAVILLA PAIKKAKUNNILLA:

FABRIKER PÅ FÖLJANDE ORTER:

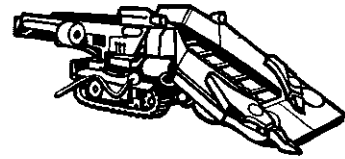
BILLNÄS • FISKARS • INHA • JOKIOINEN • LOIMAA
OULU • RAUMA • SALO • SKOGBY • TURKU-ÅBO • ÅMINNEFORS



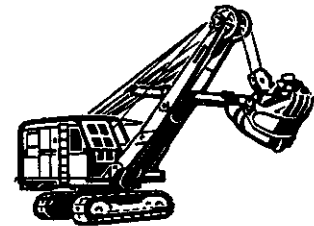
JOY raappavinttureita
0,5—150 hv



JOY kaivostraktoreita,
sähkö- tai paineilmakäyttöisiä



JOY kaivoskuormajia —
kuormaavat 6—15 ton/min.



BUCYRUS kaivukoneita
0,3—50 m³ kauhalla

AVELING kalkkikaivoksessa

Kuvassa Lohjan Kalkkitehtaan maanalaisessa kaivoksessa työskentelevä 10 tonnin AVELING maansiirtovaunu. Tässä kaivoksessa noudatetaan »trackless mining»-periaatetta — 2 AVELING maansiirtovaunua hoitaa kalkkikiven siirron tyhjennysperistä murskaamoon.

Vaikkakin kuormaustapahtumat täytty raappavinttureilla, ovat tukevat AVELING maansiirtovaunut kesfäneet loistavasti tämän kaikkein rasittavimman kuormaustavan aiheuttamat järkytysrasitukset.

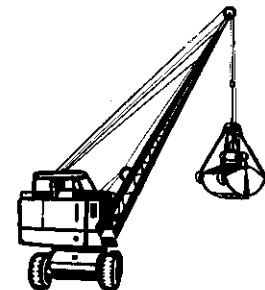
Tämäntapaisissa töissä tarvitaan

uudenaikaisia erikoiskoneita

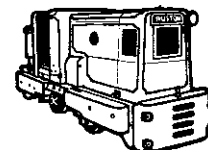
Niitä näette kaivoksissa ja louhoksissa, voimalaitostyömailla ja tierakennustöissä — ja niiden joukossa tapaatte runsaasti

Ekströmin toimittamia koneita

Antakaa meidän kertoa Teille enemmän Suomen työmailla saaduista käyttökokemuksista sekä siitä varmasta varaosapalvelusta ja huollosta, jotka ovat Ekströmin jokaisen asiakkaan käytettävissä.



JONES liikkuvia nostureita
1—12,5 ton.



RUSTON kaivosvetureita
20—330 hv, dieselin

KONELIIKE *Ekströmin* OSAKEYHTIÖ

HELSINKI • Puhelin 11 421 • Postilokero 310

Chicago Pneumatic

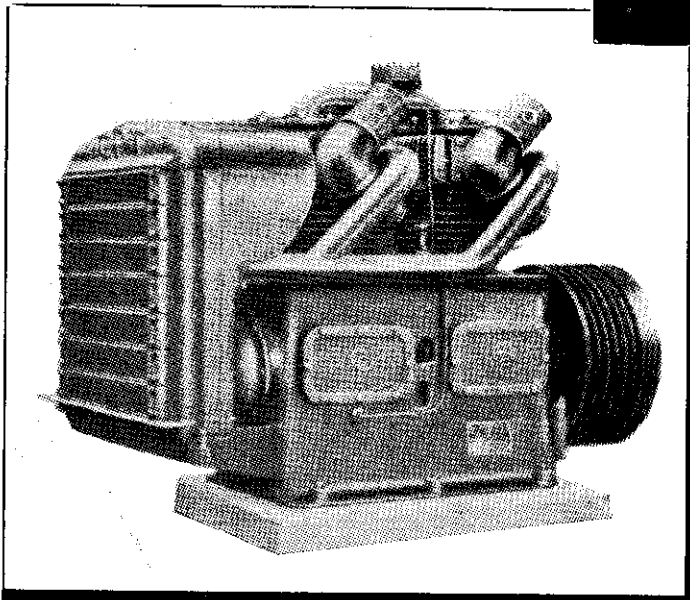
Tool Co:n, USA

ja

Consolidated

Pneumatic Tool Co:n,

Englanti



**ilmakompressoreja
kallioporakoneita
driftereitä
stopereita**

toimittaa

KONE- & INS. OSASTO

Mannerheimintie 12, Helsinki

Mercantile
 **30 731**

Kun tarvitsette kuljetushihnoja

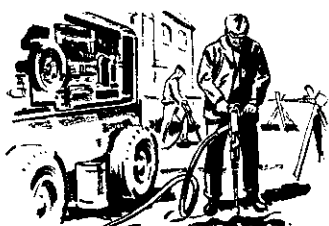
TEIDÄN KANNATTA
MUISTAA —

GOODYEAR

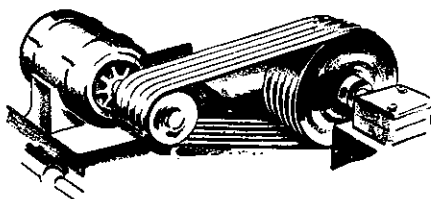
Kun Te tarvitsette kuljettimia joko sisällä tapahtuvia tavarantoimituksia tai pitkiä, vaikeiden alueiden kautta suoritettavia kuljetuksia varten, Teidän kannattaa muistaa — GOODYEAR. Silloin saatte kätevän ratkaisun, joka ajanmittaan muodostuu myös taloudellisimmaksi.



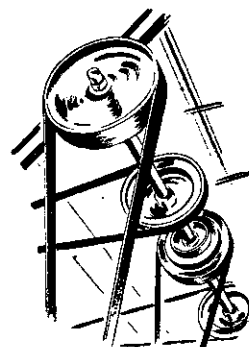
Tästä lähtien Te voitte saada vaikeuksista myös



GOODYEAR-teollisuusletkuja

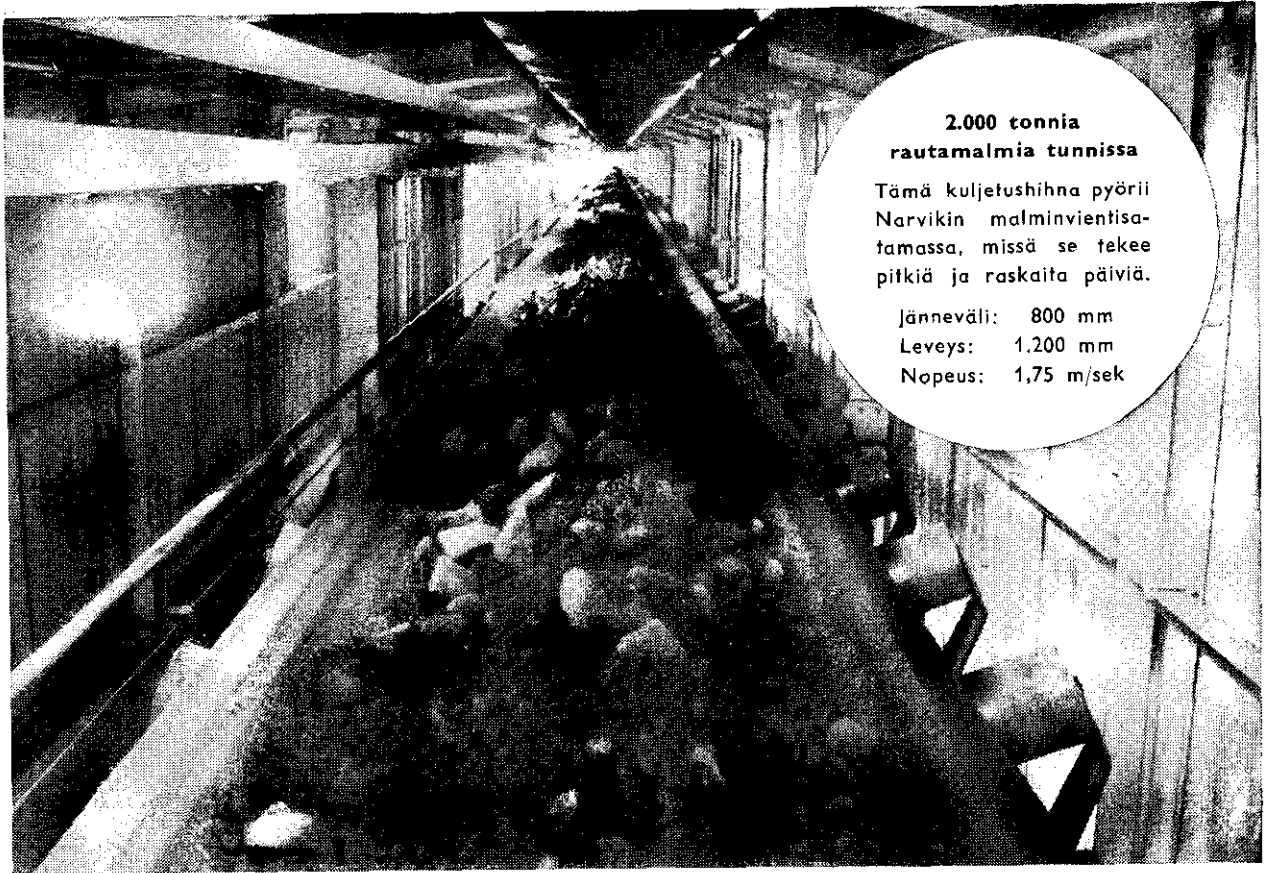


GOODYEAR-kiilahihnoja



GOODYEAR-voimansiirtohihnoja

Päädustaja Suomessa **Oy PREMIO Ab**
Helsinki — Aleksanterinkatu 13 — puhelin 13 373 (vaihde)



**2.000 tonnia
rautamalmia tunnissa**

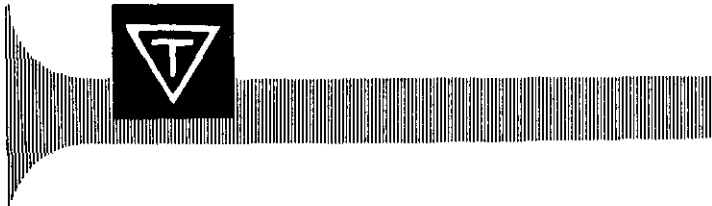
Tämä kuljetushihna pyörii Narvikin malminvientisatamassa, missä se tekee pitkiä ja raskaita päiviä.

Jänneväli: 800 mm
Leveys: 1.200 mm
Nopeus: 1,75 m/sek

Kaikkialla maailmassa pyörivät TRELLEBORGin kuljetushihnat siirtävät myös Teidän kuormanne joustavasti ja pienin kustannuksin

● Skandinavian suurimman kumitehtaan kokemukset tulevat nyt Suomen teollisuuden hyväksi. Laadultaan mitä korkeinta luokkaa olevat TRELLEBORGin teknilliset kumituotteet ovat saatavissa tästä lähtien myös Suomessa.

Kuljetuspulmien sattuessa Teidän kannattaa muistaa, että Trelleborgin kuljetushihnat merkitsevät tehokkuutta, pieniä huoltokustannuksia ja pitkää käyttöikää. Trelleborg-kuljetushihnoja valmistetaan jopa 2 metrin levyisinä. Trelleborgin suurien valmistusmahdollisuuksien ansiosta Te voitte saada yrityksenne olosuhteita vastaavan hinnan.



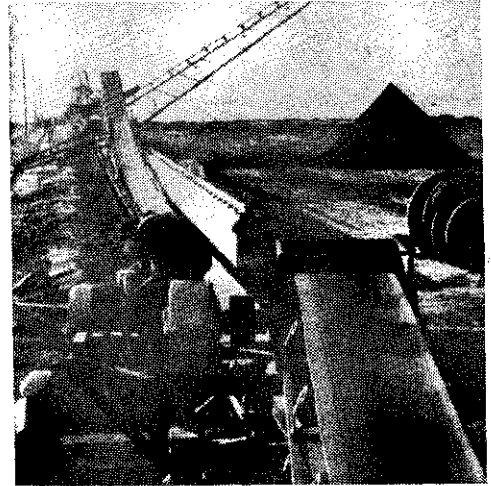
Kääntykää puoleemme ja neuvotelkaa yksityiskohdista

Pääedustaja Suomessa

Kumi-Tuote Oy

Helsinki • I. Roobertink. 7. B • Puhelin 58 448

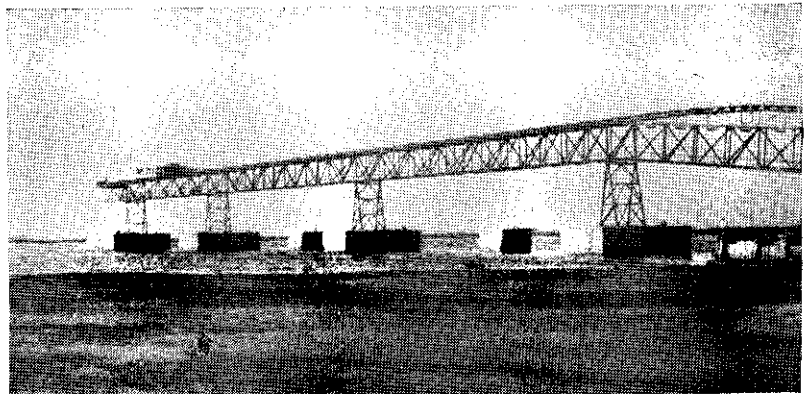
Kuljetus- ja siirtolaitteita kaivosteollisuudelle



Oheiset kuvat ovat Otanmäki Oy:n malmisatamaan Ouluun valmistamastamme lastauskuljetinjärjestelmästä, joka käsittää

- rautatievaunujen purkauskuljettimen
- jatkokuljettimen, joka poikittaislisäkuljettimen avulla siirtää malmin varastokentälle tai, laivauksen tapahtuessa, laivauskuljettimelle
- laivauskuljettimen, joka poikittaiskuljettiminen ohjaa malmin suoraan laivaan.

Järjestelmän koko pituus on 358 m, teho 1000 tonnia tunnissa.



Hihna- ym. kuljettimia • Nostureita • Raappavinttureita • Kaivosvaunuja • Malminkuljetusvaunuja
Dieselvetureita • Trukkeja ym.

VALMET

VALMET Oy, Kaivokatu 10,
Helsinki. Puh. 11 441

TAMPELLA - kallioporakone:



**tehoa porauksiin
entistä pienemmin kustannuksin**

Tampella-porakone kuuluu nyt alan eturiviin — ja on porarien suosiossa — helppokäyttöisyytensä ja suuren tehonsa ansiosta. Useat suuret työmaat ja kaivokset ovat viime vuosina siirtyneet käyttämään pääasiassa Tampellan koneita.

Tampella-porakone säästää kustannuksia: pieni ilmankulutus, luja ja yksinkertainen rakenne sekä suuri tunkeutumisnopeus tekevät siitä taloudellisen. Tampella-porakone toimii hyvin pienelläkin paineella ja pakkasella.

**Pyytäkää esittelylehtisiä
ja koneen esittelyä!**

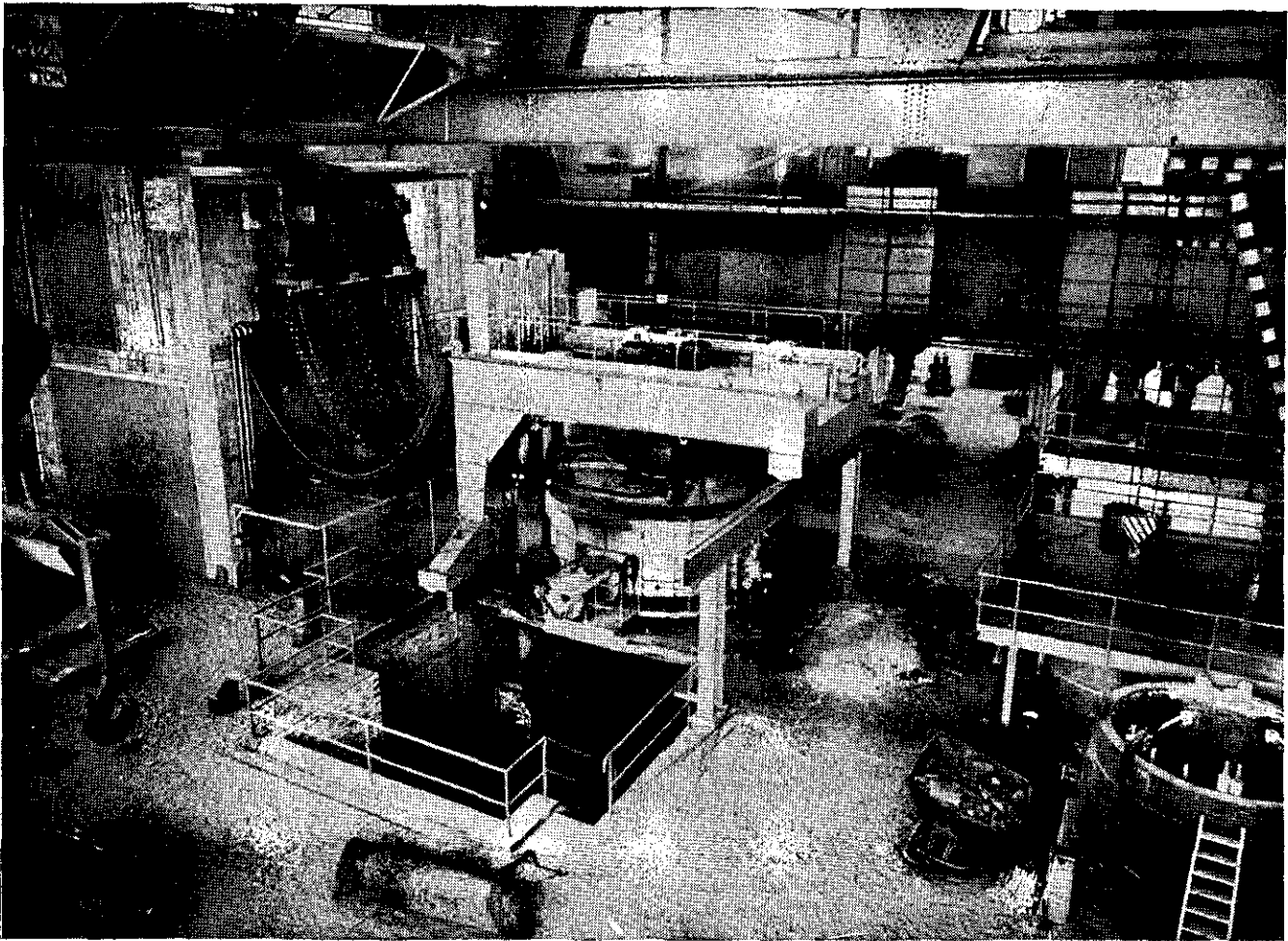


Tampereen

Konepaja

Perustettu 1842

Myyjät: RAUTAKONTTORI Oy • Oy BERMIC Ab • Helsinki



Valokaariuuneja

ASEA valmistaa eri tyyppisiä valokaariuuneja teräksen valmistusta varten 1,5 tonnin panoksista alkaen suurimpiin mahdollisiin.

ASEA on suunnitellut elektrodien säätöä varten, jolla on suuri merkitys voimankulutukseen ja sulamisai-kaan, sähköhydraulisen säätäjän, joka yhdistää tasa-painon ja nopean reagointikyvyn tähän mennessä saavuttamattomassa määrässä. Voima- ja elektrodikustannukset sekä huoltotarve pienenevät.

Valokaariuunit voidaan varustaa ASEAn patentoidulla induktiivisella sekoittajalla, jonka toiminta pe-

rustuu epätahtimoottoriperiaatteelle. Sekoittajaa syötetään pienjaksovirralla, jonka ansiosta saadaan hyvä läpäisykyky- ja suuri sekoitusvoima. Se antaa voimakkaan kylpyliikkeen pienellä tehonkulutuksella, vähentää jalostus- ja seostamisaikaa sekä keventää uunihenkilökunnan työtä.

Kuva esittää erään ruotsalaisen rautatehtaan 35 tonnin valokaariuunia. Muuntajateho on 13 000 kVA ja suurin toisiojännite 350 V.

Ottakaa yhteys meihin. Palvelemme Teitä mielellämme antamalla Teille lähempiä tietoja.

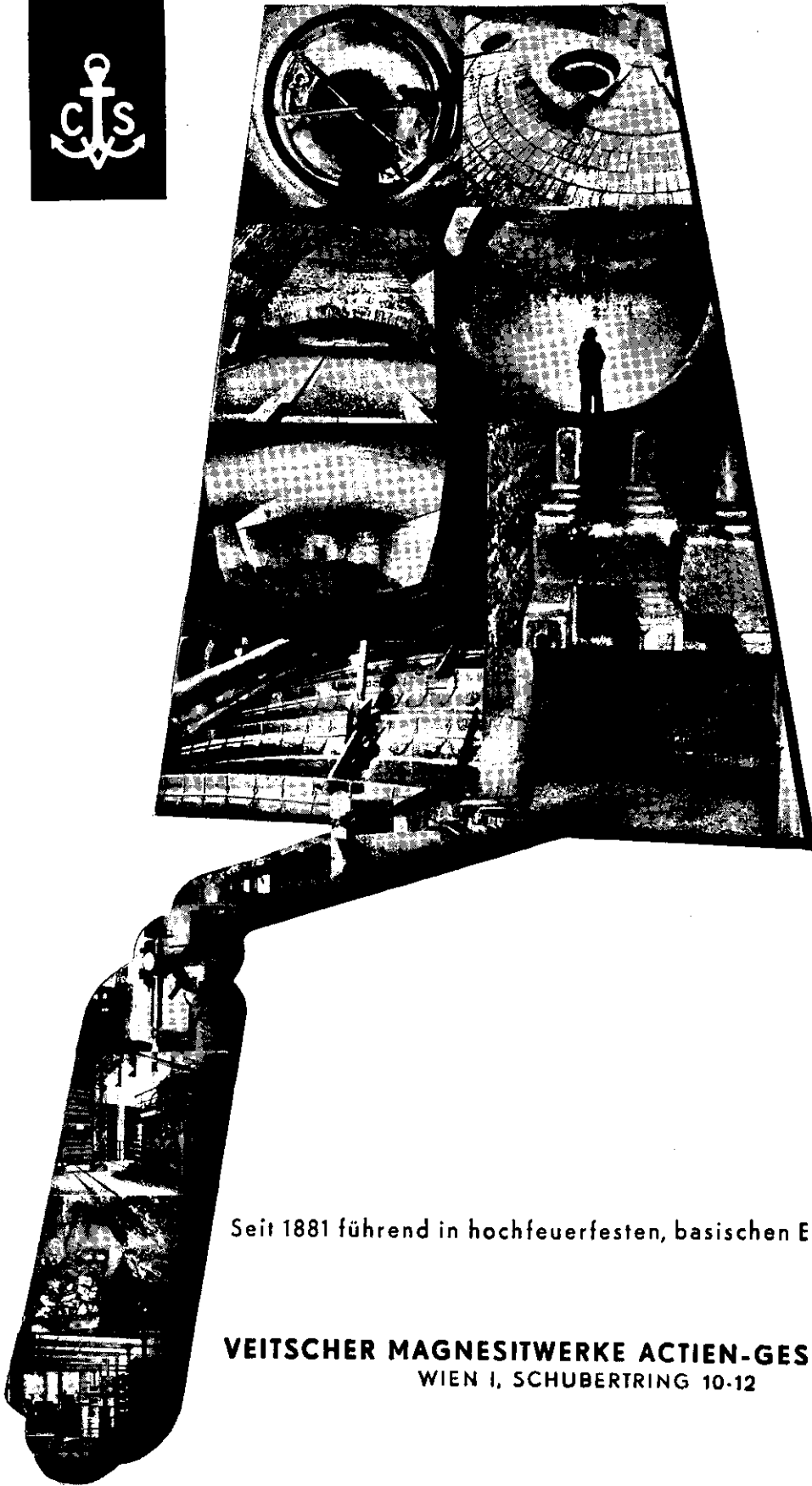
ASEA

Helsinki, Citykäytävä
Puh. 12 501

Turku, Maariankatu 1 B
Puh. 26 020

Kuopio, Puijonk. 19—21
Puh. 15 071

Vaasa, Vaasanpuistikko 13 B
Puh. 61 50



Seit 1881 führend in hochfeuerfesten, basischen Erzeugnissen

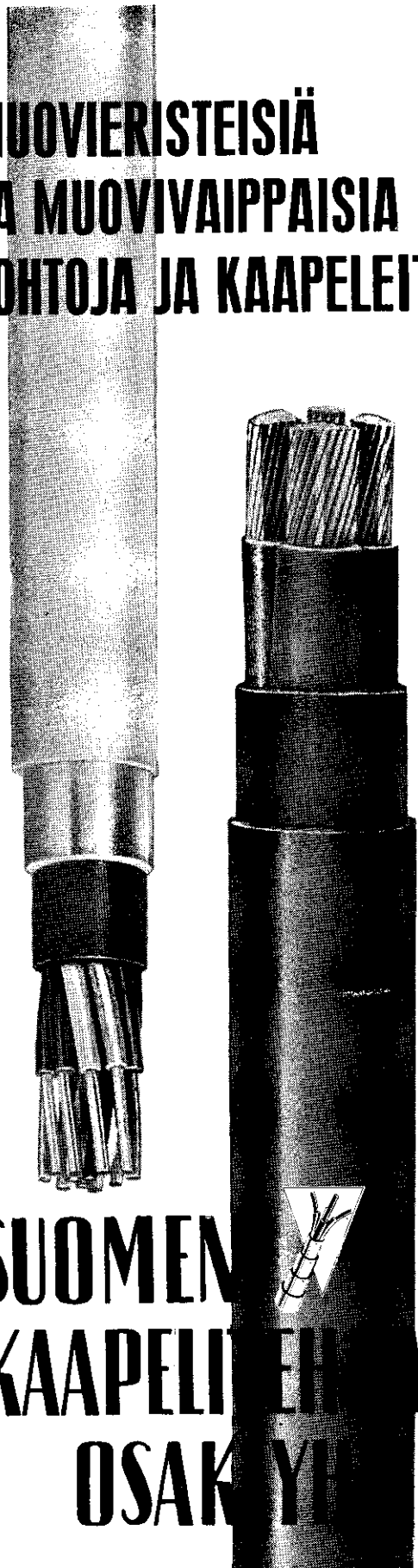
VEITSCHER MAGNESITWERKE ACTIEN-GESELLSCHAFT
WIEN I, SCHUBERTRING 10-12

Vertreten in Finnland durch

TEOLLISUUSTILI OY

Ratakatu 21 Helsinki
Puh. 13 344

**MUOVIERISTEISIÄ
JA MUOVIVAIPPAISIA
JOHTOJA JA KAAPELEITA**

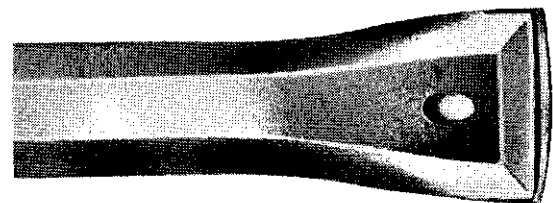
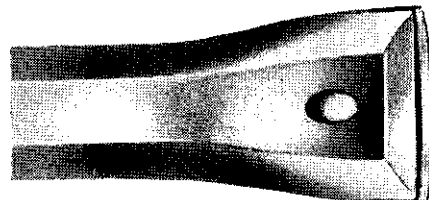
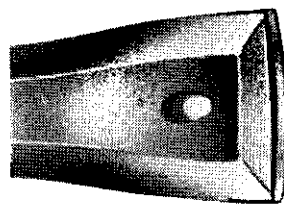


**SUOMEN
KAAPELITEHDAS
OSAKYHÄYS**

KOMETA

KOVAMETALLI- KALLIOPORIA

Vakiosarjoja varastosta



Valmistaja:

Oy KOVAMETALLI Ab

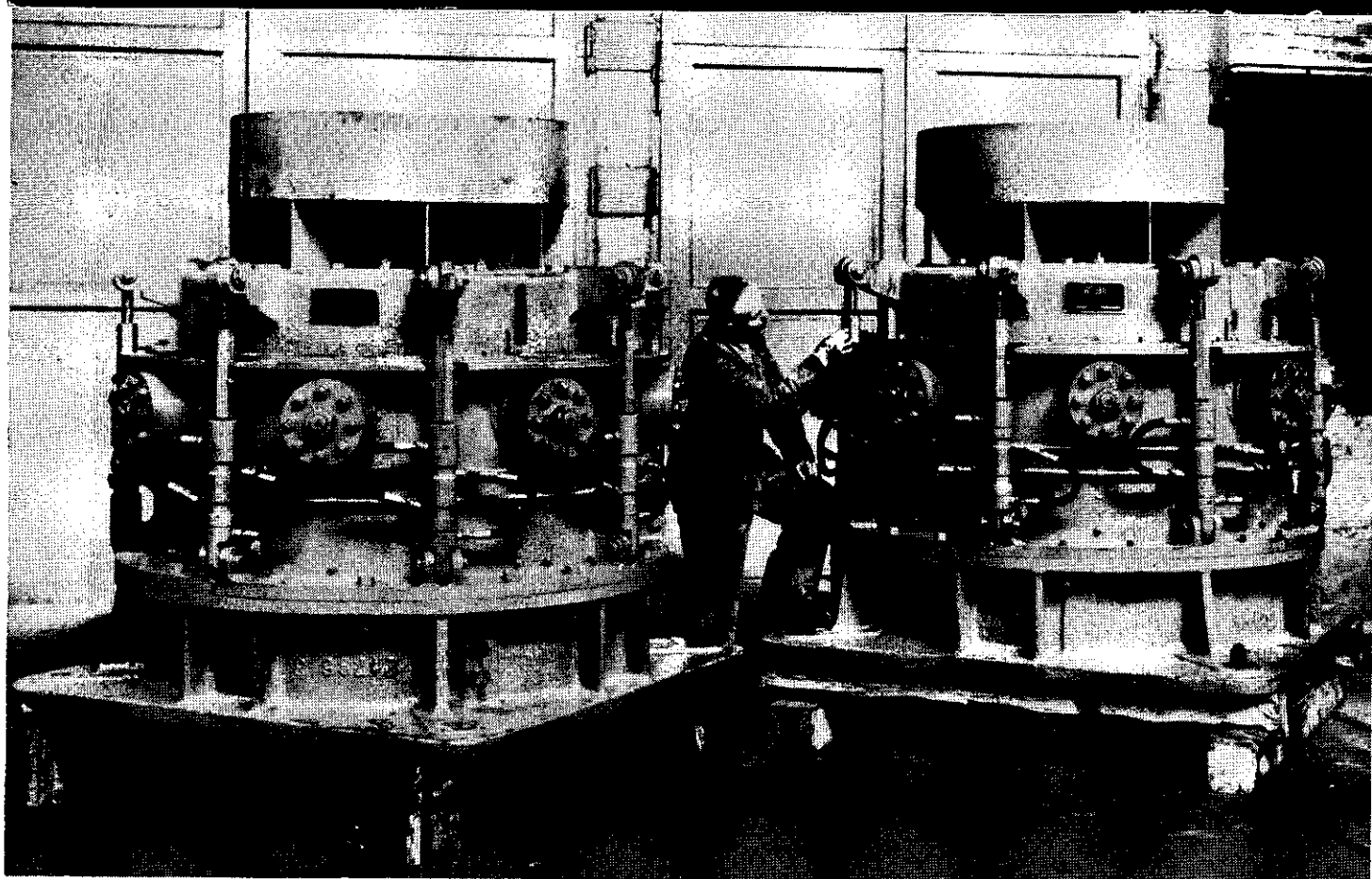
Pääedustaja:

Oy GRÖNBLOM Ab

HELSINKI • TURKU • TAMPERE • OULU • LAHTI

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, dipl.ins. Petri Bryk, varapuheenjohtaja, dipl.ins. Eugen Autere, dipl.ins. Carl-Erik Carlson, prof. Kauko Järvinen, tekn.lis. Urmas Runo-linna, dipl.ins. Bo Sandberg, fil.tri Oke Vaasjoki.

Rahastonhoitaja: dipl.ins. Paavo Maijala, Mäntytie 3, virkapuh. 10 510.

Sihteeri: tri.ins. Paavo Asanti, Töölöntullinkatu 5, virkapuh. 11 151,

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

Metallurgijaosto: professori Matti Tikkanen puheenjohtaja, dipl.ins. Rolf Malmström sihteeri, Lahnalahdentie 3, Lautta-saari, virkapuh. 10 510.

Geologijaosto: fil.maist. Kurt Lupander, puheenjohtaja, fil.maist. Ilpo Laiti, sihteeri, Pohjoisranta 20 C, virkapuh. 30 771.

Toimitus: teollisuusneuvos Herman Stigzelius, päätoimittaja, puh. 628714, tri.ins. Paavo Asanti, apulaistoimittaja, puh. 11 151, 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 1

1958

16 VUOSIKERTA

VUORIMIESYHDISTYS RY:n ALKUVAIHEET

Olen saanut jossain määrin vastuullisen tehtävän koettaa muistella Vuorimiesyhdistyksen syntyä aikoja ja sen ensimmäisten toimintavuosien otteita. Suomen vuoriteollisuus oli 30-luvun lopulla ja 40-luvun alussa saavuttanut sellaisen tason lähinnä Outokummun kuparikaivoksen ja tunnettujen kalkkikivikaivostemme ansiosta, että ajatus vuorimiehiä liittävä yhdistyksen aikaansaamisesta oli enemmän tai vähemmän ilmassa.

On ilmeistä, että näinä aikoina asiasta puhuttiin monellakin eri taholla, joten on turha pyrkiä ratkaisemaan kysymystä siitä, kenen päässä ajatus tällaisen yhdistyksen aikaansaamisesta aluperin syntyi. Ajatus on varmaankin liikkunut hyvinkin usean eri henkilön mielessä, mutta seuraavassa koetan kertoa niistä tapahtumista, joiden seurauksena yhdistyksemme käytännössä syntyi.

Olin vuoden 1942 alkupuolella saanut kauppa- ja teollisuusministeriöltä tehtäväkseni jonkinlaisena »yhden miehen komiteana» laatia turvallisuusmääräykset kaivoksia varten. Jotta asia saataisiin yleisemminkin käsitellyksi, kutsuttiin Outokumpuun silloisten toimivien kaivosten edustajat lausumaan oman mielipiteensä ehdotuksesta.

Läsnä olivat ainakin edustajat Petsamon Nikkelistä, Paraisten Kalkkivuori Oy:stä ja Lohjan Kalkkitehdas Oy:stä sekä tietenkin me outokumpulaiset. Nämä keskustelut kestivät parikin päivää ja asiaa valaistiin monelta eri näkökannalta. Kun sitten yhdessä iltaa istuttiin, totesi ins. Strandström kokouksen olevan tavallaan »en-

simmäisen kaivoskongressin Suomessa» ja on täysin ymmärrettävää, että samassa yhteydessä tuli esille kysymys jonkinlaisen insinööriyhdistyksen perustamisesta vuorimiesten keskuuteen. Tällöin olisivat lähinnä tulleet kysymykseen kaivosten ja rikastamoiden insinöörit. Asiaa pidettiin erittäin tärkeänä, ja niinpä me outokumpulaiset ryhdyimme asiaa edelleen kehittämään ja aikanaan käännyimme vuorineuvos Mäkisen puoleen saadaksemme asialle hänen kannatuksensa. Hän suhtautui asiaan kuitenkin kovin negatiivisesti, koska katsoi kaivosmiesten lukumäärän toistaiseksi Suomessa perin vähäiseksi ja yhdistyksiä olevan ennestään maassa enemmän kuin tarpeeksi ja tämän kylmän vastaanoton johdosta ajatus jäi tällä kertaa toteuttamatta.

V. 1942 loppupuolella asia kuitenkin sai uuden käänteen. Eräänä iltana tapasimme, insinööri K. I. Levanto ja allekirjoittanut, toisemme ins. Levannon asunnolla Tuulensuussa ja päätimme ryhtyä uudelleen viemään mielestämme hyvää asiaa eteenpäin.

Saadaksemme suunnitelmalle tarkemman muodon, ryhdyimme laatimaan yhdistykselle selviä sääntöjä. Levannon papereista löysimme aluksi sähköinsinööriyhdistyksen säännöt ja niitä pohjana käyttäen laadimme luonnoksen Vuorimiesyhdistyksen säännöiksi. Muutamia päiviä myöhemmin menimme jälleen vuorineuvos Mäkisen puheille ja selitimme aikovamme yrittää perustaa vuorimiehiä yhdistävän teknillisen yhdistyksen ja toivoimme, että hän kaikesta huolimatta suostuisi olemaan

hankkeessa mukana. Ja niin siinä sitten kävikin, että hän otti asian omakseen, ja päätettiin ensi tilassa kutsua kokoon Helsinkiin perustava kokous. Tähän tilaisuuteen kutsuttiin lähinnä alallamme toimivien yhtiöiden edustajat.

Jo tässä vaiheessa oli yhdistyksen toimialaa päätetty laajentaa sikäli, että sen piiriin tulisivat kuulumaan myöskin metallurgit, koska kaivospuolen henkilöiden määrä oli todellakin vielä varsin vähäinen.

Perustava kokous pidettiin Kämp'in juhlakerroksessa 12. 1. 43. Läsnä oli 29 henkeä, jotka kaikki katsoi asialliseksi tässä yhteydessä luetella siinä järjestyksessä kuin tuomari Bertil Brunnou heidät pöytäkirjaan on merkinnyt:

Vuorineuvos Petter Forsström ja
insinööri Eskil Strandström

Lohjan Kalkkitechdas Oy:stä

Vapaaherra, toimitusjohtaja G. W. Wrede,
tohtori Paavo Haapala ja insinöörit
Pekka Ensiö ja Walter Nordin

Petsamon Nikkeli Oy:stä

insinööri M. Candelin Paraisten Kalkkivuori Oy:stä

eversti Knut Solin Atri Oy:stä

vuorineuvos Eero Mäkinen sekä
insinöörit I. H. Harki, V. Hirvonen,
P. Bryk, John Ryselin, K. I. Levanto ja
Erik Hackzell

Outokumpu Oy:stä

vuorineuvos Wilhelm Wahlfors,
majuri Sven von Wright ja insinöörit
Gunnar Wallenius ja Gunnar von Wendt

edustaen Wärtsilä-Yhtymä Oy:stä

vuorineuvos Berndt Grönbloom ja
tohtorit Åke Bergström ja
E. H. Kranck sekä insinöörit Johan Kraft-
Johansen ja Herman Stigzelius

edustaen Oy Vuoksenniska Ab:tä

vuorineuvos A. T. Nikander
sekä insinöörit Kreutz von Scheele
ja Olli Simola

edustaen Lokomo Oy:tä

sekä insinöörit K. Järvinen ja tri O. Barth
yksityisinä ammattimiehinä.

Tämä kokous päätti suuren yksimielisyyden vallitessa perustaa yhdistyksen nimeltä Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen, ja edellämainitut säännöt hyväksyttiin pienin muutoksin sellaisinaan. Samalla valittiin yhdistykselle väliaikainen hallitus, jonka puheenjohtajaksi tuli vuorineuvos Eero Mäkinen, varapuheenjohtajaksi vuorineuvos B. Grönbloom sekä muiksi jäseniksi tohtorit Haapala ja Bergström sekä insinöörit Strandström, Harki, Kreutz von Scheele ja Wallenius. Virallisesti perustettiin sitten yhdistys 24. 2. 43 väliaikaisen hallituksen toimesta, t.s. yhdistys ilmoitettiin yhdistysrekisteriin.

Ensimmäinen vuosikokous pidettiin 15. 5. 43, jolloin uusia jäseniä perustavien lisäksi otettiin 60.

Hallituksen kokoonpanossa jouduttiin tekemään sellainen muutos, että ulkolaisen Kreutz von Scheelen tilalle valittiin ins. Olli Simola. Yhdistyksen sihteeriksi oli halli-

tus jo aiemmin valinnut allekirjoittaneen sekä lehden päätoimittajaksi insinööri Raaden.

Vastaperustetun yhdistyksen toiminta sai heti alussa eräitä varsin merkittäviä muotoja, sillä jo tässä kokouksessa esitettiin kauppa- ja teollisuusministeriön kirjelmä, jossa pyydettiin lausuntoa kaivoskarttojen merkintätavoista ja kaivostarkastuksesta erinäisillä kaivannaisesiintymillä. Näistä jälkimmäinen tarkoitti ei vallattaviin mineraaleihin, kuten kalkkikiveen kohdistuvien kaivosten saattamista kaivostarkastuksen alaisuuteen.

Verrattain pian yhdistys antoikin pyydetty lausunnot, jotka ministeriö aikanaan sitten tarkoin huomioi.

Koska ohjelmaan alunperin oli otettu kesäretket alan laitoksille, järjestettiin tällainen jo tänä ensimmäisenä toimintavuonna. Tämä retki tehtiin Ylöjärven ja Haverin kaivoksille sekä Outokummun laitoksille Poriin. Retkestä muodostui erittäin antoisa ja mielenkiintoinen, joten lienee paikallaan muutama pikku välähdys matkan vaiheilta.

Retken »teknillinen puoli» lienee mennyt ilman komelluksia, koska ei mieleeni ole jäänyt siitä mitään erikoista, mutta viimeinen ilta Porissa muodostui melko vaiherikkaaksi. Vielä päivällisen loppuun saakka kulkivat tapahtumat normaalia latuaan, mutta sitten näyttää aika jollain tavoin loppuneen kesken. Päivällisen jälkeen oli ins. Harki kutsunut luokseen eräitä silmäntekeviä herroja, mutta muu joukko jäi hieman tuuliajolle. Harki ei kuitenkaan ollut ottanut huomioon, että Porissa poliisi on perillä kaikista asioista, ja niinpä nytkin, kun yksi ja toinen vuorimies huomasi jääneensä ilman ohjelmaa, hän kääntyi paikallisen passipoliisin puoleen, joka tiesi muiden olevan Harkin luona jatkolla. Niinpä vieraita rupesi tulemaan pitkin iltaa niin, että talo täyttyi ääriään myöten. Jopa hieman tuotti hämminkiä, kun sinne rupesi tunkeutumaan autonkuljettajiaakin. Tosin tämä autonkuljettaja osoittautui erääksi tunnetuksi vuorineuvokseksi, joten sekin asia selvisi.

Kun sitten melko myöhällä siirryttiin hotelleihin yöviettoon, ei nukkumaan menosta vieläkään tullut mitään, vaan ainakin allekirjoittanut joutui seuraan, jossa tuntui hyvin vahva kalkkinen maku. Seurassa ei suinkaan ollut mitään vikaa — päinvastoin — mutta tilanne kehittyi muuten omaa erikoista latuaan. Eräs nuori, yritteliäs yhdistyksen jäsen nimittäin sai päähänsä lukita ovet, joissa avain roikkui ulkopuolella. Niinpä tämä meidänkin seurueemme jäi lukkojen taakse. Tästä vuorineuvos Forsström järkyttyi siinä määrin, että katsoi välttämättömäksi tehdä lähempää tuttavuutta kaikkien läsnäolevien kanssa, joten allekirjoittaneellekin tuli tämä kunnia. Aikanaan sitten siitäkkin pulasta selvittiin vahtimestarin avulla, joka ei aluksi unenpöpperössä ollut millään ymmärtää, mikä hätä huoneessa oli. Lienee ollut edellämainittu vuorimies, joka aiheutti muutakin sekaannusta hotellihuoneissamme kokoamalla kaikki kiilloitettaviksi asetetut kengät ja sijoittaen ne mitkä minnekin. Muistelen, että esim. ystävämme Heikki Tannerin kotiinlähtö seuraavana aamuna oli kokonaan sortua kenkien puutteeseen.

V:n 1944 toiminnasta tulokoon erikoisesti mainituksi lausunnon antaminen kaivosten työturvallisuusmääräyksistä ja teknillisen korkeakoulun kaivosinsinööriopetuksen suunnittelusta.

24. 3. 44 otti yhdistyksen hallitus vastaan teknillisen korkeakoulun kemian osaston kirjelmän, jossa tiedusteltiin, miten vuori-insinööriopetus olisi parhaiten järjestettävä teknillisessä korkeakoulussa. Asiasta antoikin hallitus aikanaan vastauksen, jossa ilmoitettiin yhdistyk-

JAUHATUKSESTA YLIKRIITILLISELLÄ NOPEUSALUEELLA

Professori R. T. Hukki, Teknillinen korkeakoulu, Helsinki.

Suunniteltaessa syksyllä 1954 Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen uuden vuoriteknillisen laboratorion koe-tehdasta sekä harkittaessa siihen hankittavaa koneistoa, aiheutti jauhatuspiiri erityistä huolta. Tavallinen kuulamyly, jonka kapasiteetti olisi ollut vähintään 1 tonni tunnissa, oli käyttömekanismineen kooltaan jo niin suuri, että vaikka yhden myllyn sijoittaminen vielä olisi ollut ajateltavissa, olisi tankomyly — kuulamylypiirin aikaansaaminen ollut sula mahdottomuus käytettävissä olevien tilojen puolesta. Lisäksi e.m. myllyn paino oli noin 7.5 tonnia ja yhden yksikön hinta käytettävissä olevien määrärahojen puitteissa jo aivan ylärajoilla. Tästä johtuen oli ryhdyttävä suunnittelemaan kokonaan uutta myllytyyppiä, jolle alusta alkaen asetettiin mm. seuraavat perusvaatimukset:

1. Kaksi myllyä täytyy mahtua yhden normaali-myllyn vaatimaan tilaan.
2. Kummankin myllyn kapasiteetin täytyy olla vähintään 1 t/h.
3. Toinen myllyistä on tarkoitettu lähinnä tankomylyksi, toinen kuulamylyksi.
4. Myllyjä tulee voida käyttää joko avoimessa piirissä tai suljetussa piirissä, märkä- tai kuivajauhaukseen.

sen olevan sitä mieltä, että korkeakouluun olisi perustettava erillinen vuoriosasto vuori-insinöörien koulutusta varten. Tämän osaston opetuksen piiriin tulisivat kaivosmiehet, rikastusmiehet ja metallurgit. Vastaus sisälsi myös ehdotuksen eräitten uusien virkojen ja professuurien perustamisesta osastolle. Tämä lausunto annettiin 19. 6. 44, ja jo aivan seuraavan vuoden alussa ryhtyikin kauppa- ja teollisuusministeriö toimenpiteisiin opetuksen järjestämiseksi vastauksessa mainittujen ohjeiden mukaisesti. Ehkä rohkenen todeta, että ehdotus ei ollut aivan huono, koska opetus teknillisessä korkeakoulussa tänäkin päivänä tapahtuu suurin piirtein silloin annettujen suuntaviivojen mukaisesti.

V. 1944 kesäkokous jäi sotaisten seikkojen takia kokonaan pitämättä, mutta sen sijaan poikkeuksellisesti pidettiin 9. 12. 44 syyskokous. Tämä kokous meni kokonaan Petsamon Nikkelin merkeissä. Haluttiin nimittäin saada vielä muistiin kaikki se, mitä saatavissa oli Petsamon Nikkelin lopetettua suomalaisena yhtiönä toimintansa. Kokouksessa pidettiin kokonaista 5 esitelmää, jotka aikanaan julkaistiin Vuoriteollisuus-lehdessä, ja tämä numero onkin ollut eräs eniten kysytyjä numeroita; sitä on jouduttu toimittamaan jopa ulkomaille. Sitä tuskin lienee yhdistyksen arkistossakaan jäljellä kuin aivan pari, kolme kappaletta.

5. Tutkimuksia varten täytyy myllyjen nopeuden olla portaattomasti säädettävissä alhaisista alikriittillisistä arvoista noin 150 prosenttiin ylikriittillisellä alueella.
6. Myllyjen tulee olla keveitä (tyhjäpaino noin 1000 kg) ja helposti siirrettäviä.
7. Kaksi prototyypimyllyä nopeudensäätölaitteineen täytyy voida hankkia samalla hinnalla kuin yksi tavallinen mylly ilman nopeudensäätölaitteita.

Erinäisten neuvottelujen jälkeen suostui Wedag rakentamaan edellä spesifioidut myllyt, ja valmistuivat ne keväällä 1956. Muutamien vähäisten tarkistusten jälkeen myllyt ovat täyttäneet kaikki niille asetetut ehdot, ovatpa eräissä suhteissa ylittäneetkin odotukset. Niinpä voidaan mainita, että tankomylyllä ($\varnothing 90 \times 120$ cm) on voitu vaikeuksitta jauhaa 5 t/h ja kuulamylyllä ($\varnothing 90 \times 90$ cm) 2 t/h. Tähän mennessä on myllyillä jauhattu yhteensä lähes 300 tonnia erilaisia malmeja ja kivilajeja.

Kuten edellä on mainittu, varustettiin myllyt portaattomalla nopeudensäätömahdollisuudella alun perin. Koska jo ensimmäisten koesarjojen jälkeen niiden nopeutta haluttiin korottaa huomattavasti, oli tämä mahdollista asentamalla suuremmalla nopeudella (2940 rpm)

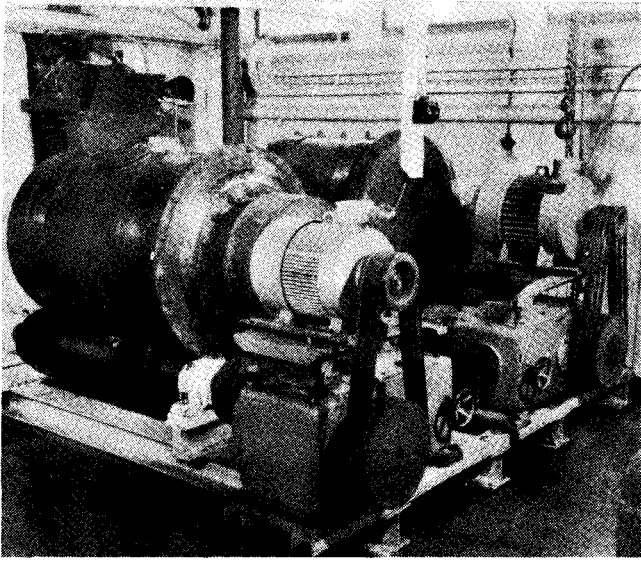
Tällä tavoin yhdistyksen toiminnan ensimmäisinä vuosina kiteytyivät ne muodot, joita sitten on seurattu kaikkina jälkeentulleina vuosina aina tähän päivään saakka.

V. 1948 eroin sihteerin toimesta ja tilalleni valittiin ins. Urmas Runolinna. Sihteerinäoloaikani oli erittäin mielenkiintoista ja hauskaa aikaa, ja eroin siitä jossain määrin sekavin tuntein, mutta yhteyteni yhdistyksen toimintaan jäi edelleenkin varsin kiinteäksi ainakin muutamien vuosien ajaksi, koska hoidin rahastonhoitajan tehtäviä joitakin vuosia edelleen.

Olen esitykseni alussa maininnut, kuinka vuorineuvos Mäkinen suhtautui epäillen yhdistyksemme mahdollisuuksiin, mutta sen lähdettyä toimintaan hän — oltuaan kuolemaansa saakka yhdistyksen puheenjohtajana — toimi yhdistyksen hyväksi mitä suurimmalla antaumuksella ja uhrautuvaisuudella. Aina kun sihteerinä jouduin kääntymään puheenjohtajan puoleen, oli hän valmis henkilökohtaisesti hoitamaan sellaisia asioita, joissa hänen auktoriteettinsa oli suureksi avuksi, ja olen varma siitä, että vuorineuvos Mäkinen toiminnalla oli ratkaiseva merkitys Vuorimiesyhdistyksen menestymiseen, sillä kohtuuden nimessä lienee myönnettävä, että mainittu yhdistys on eräs vilkkaimmin toimivia ja paljon hyvää aikaansaanut yhdistys maassamme.

Helsingissä 27. 2. 58.

Kauko Järvinen.



Kuva 1. VTT:n vuoriteknilisen laboratorion koetehtaan tankomylly ja kuulamylly.

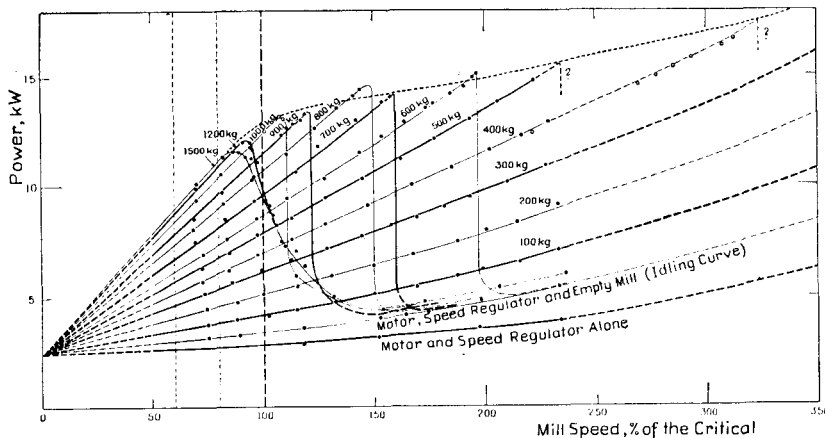
käyvä moottori sekä muuttamalla moottorin akselilla olevaa urapyörää. Näin menetellen on ollut mahdollista korottaa myllyjen nopeutta vastaamaan arvoa 313 % kriittisestä. Turvallisuussyistä ei ole haluttu mennä suurempiin nopeuksiin. Nämä myllyt ovat tietävästi nopeimmat koetehdasmittakaavassa koskaan käytetyt myllyt maailmassa.

Pian osoittautui, että yhä korkeampia nopeusalueita tutkittaessa oli nimenomaan turvallisuussyistä paras suunnitella vielä kolmas pienempi mylly, jonka nopeutta on ollut mahdollista korottaa jopa 2.000 prosenttiin teoreettisesta kriittisestä arvosta, jolloin myllyn todellinen pyörintänopeus on ollut jo yli 1.400 rpm.

Tähän mennessä suoritettut tutkimukset ovat jakautuneet kahdelle alueelle:

a) Perustutkimukset, joiden tarkoituksena on ollut selvittää myllyjen toimintatapa erilaisissa olosuhteissa. Nämä kokeet on tehty ilman jauhattavaa materiaalia.

b) Varsinaiset jauhatustutkimukset, joiden tarkoituksena on ollut soveltaa e.m. perustutkimuksissa todettuja seikkoja koetehdasmittakaavassa sellaisiin jauhatustehtäviin, jotka tulevat kysymykseen vuoriteollisuuden yhteydessä. Suurin näistä tutkimuksista on suoritettu Paraisten Kalkkivuori Oy:n tilauksesta.



Kuva 2. Sileällä vuorauksella varustetun kuulamyllyn toimintakäyrästä.

Seuraava selostus on yhteenveto niistä julkaisuista¹⁻⁴, mitä tähän mennessä on kirjoitettu VTT:n vuoriteknilisessä laboratoriossa suoritetuista tutkimuksista.

Perustutkimukset

Vaikka mahdollisuus jauhaa ylikriittisellä nopeusalueella toimivissa myllyissä on ollut tunnettu ainakin laboratoriomittakaavassa jo yli 50 vuotta¹, on pidettävä yllättävänä, että jauhatusta on yhä vielä niitä harvoja tekniikan aloja, joissa hitaasti, alikriittisellä nopeusalueella toimivat myllyt ovat kaikkialla käytössä. Yhtä yllättävää on sekin, että huolimatta siitä, että monet tutkijat ovat eri maissa suorittaneet jauhatuskokeita ylikriittisiä nopeuksia käyttäen, kukaan heistä ei ilmeisesti ole onnistunut saamaan selville kokonaiskuvaa niistä tekijöistä, joihin myllyjen toiminta perustuu.

Myllyn kriittisellä nopeudella tarkoitetaan sitä pyörintänopeuden arvoa minuutissa, jossa myllyn sisäkehään nojaava pieni kappale, esim. rautakuula, ei enää irtaudu kehältä myllyn pyöriessä tasaisella nopeudella, edellyttäen, että kappaleen liukumista ei tapahdu. Kriittisen nopeuden teoreettinen arvo saadaan kaavasta

$$n_c = \frac{423}{\sqrt{D}} \text{ rpm,}$$

jossa D on myllyn efektiivinen halkaisija cm:ssä. Jos D = 100 cm, $n_c = 4.23 \text{ rpm}$.

Ratkaisevana havaintona, joka muodosti perustan seuraavassa selvitettävälle tutkimukselle, oli toteamus, että myllyjen toimintakäyrästä oli yksinkertaisesti ja vaivattomasti määrättävissä käyttämällä myllyssä ainoastaan jauhinkappaleita. Jauhinkappaleiden painomäärää muuttaen mitattiin muutosten vaikutus sähkötehon kulutukseen nopeuden funktiona.

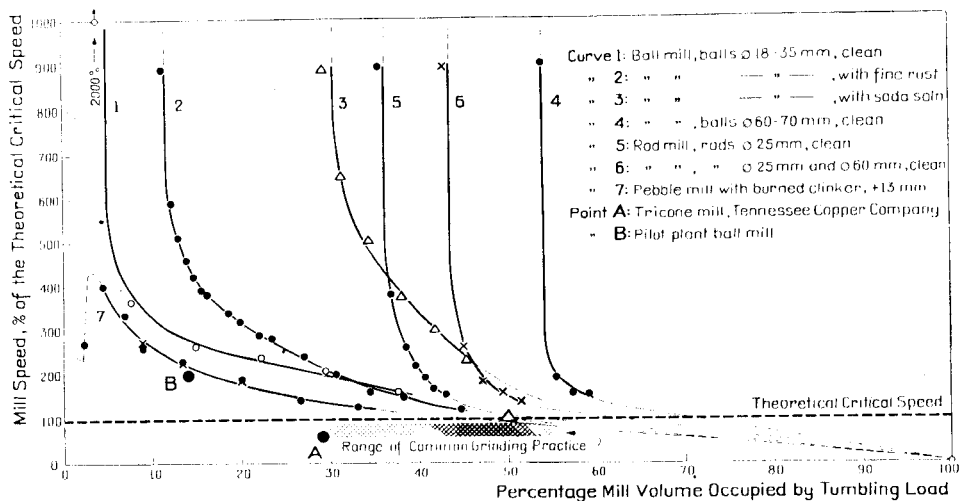
Kuva 2 esittää sileällä vuorauksella varustetun myllyn toimintakäyrästä. Tämän käyrästä ja suoritettujen matemaattisen analyysin¹ tuloksena on voitu selvittää seuraavat myllyjen toimintaan liittyvät perustekijät:

1. Myllyjen nopeutta voidaan korottaa laajalla alueella alentamalla jauhinkappaleiden yhteismassaa;
2. myllyjen nopeutta voidaan korottaa suurentamalla yksityisen jauhinkappaleen massaa; ja
3. myllyjen nopeutta voidaan korottaa alentamalla jauhinkappalekuorman ja myllyn vuorauksen välistä kitkaa.

Yksityisen jauhinkappaleen massaan vaikuttaa sekä kappaleen muoto että sen ominaispaino. Kitkakerrointa taasen voidaan muuttaa mm.:

- a) muuttamalla myllyn vuorauspuunnan tasaisuutta;
- b) muuttamalla jauhinkappaleen muotoa;
- c) muuttamalla jauhattavan materiaalin hienousastetta;
- d) muuttamalla lietetiheyttä; ja
- e) muuttamalla jauhattavan materiaalin kovuutta tai hiertokykyä.

Jotta edellä lueteltujen perustekijäin vaikutus olisi voitu tutkia vielä laajemmalla nopeusalueella, suoritettiin uusi koesarja pienemmässä myllyssä, jossa oli



Kuva 3. Hyvin suurten nopeuksien vaikutus myllyn toimintakäyrästään.

myös sileä vuoraus. Tämän tutkimuksen² tuloksia esittää kuva 3. Kukin käyrä edustaa niitä rajaolosuhteita, joissa jauhinkappalekuorma juuri tarttuu myllyn seinämälle keskipakovoiman vaikutuksesta. Jauhatus on teoreettisesti mahdollista vain sillä alueella, mikä on kunkin käyrän vasemmalla puolella tai alapuolella.

Kuvan 3 perusteella voidaan todeta, että:

a) Käyrät 1—4 osoittavat, että edellä esitetyt periaatteet pitävät paikkansa rautakuulilla, sekä kokeet 5 ja 6 vastaavasti rautatangoilla suoritetuissa kokeissa.

b) Tankokoe 5 rinnastettuna lähinnä samanarvoiseen kuulakokeeseen 2 on edelleen sopusoinnussa esitettyjen periaatteiden kanssa.

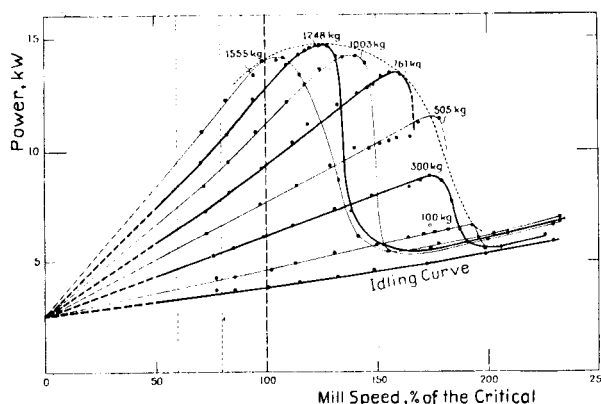
c) Sementtiklinkkerillä suoritetun kokeen 7 yllättävän alhaisiin nopeusarvoihin on ilmeisesti vaikuttanut lisääntynyt kitka johtuen klinkkerikappaleiden epäsäännöllisestä muodosta ja murentuneesta klinkkerijauheesta.

d) Käyrät 1, 2, 5 ja 7, jotka lähinnä edustavat jauhatusolosuhteita käytäntöön liittyvissä tapauksissa, näyttävät kaikki kulkevan saman pisteen kautta, jonka koordinaatit ovat: myllyn nopeus 100 %; jauhinkappalekuorma 50 %.

e) Jos jauhinkappalekuorma myllyssä on noin 50 % sen tilavuudesta, ei myllyä voida käyttää ylikriittisellä nopeusalueella, olipa siinä millaiset tavallisesti käytetyt jauhinkappaleet tahansa ja olipa myllyn vuoraus millainen tahansa. Nykyisin hyväksytyyn käytännön mukaisesti on uskottu, että myllyn kapasiteetti saavuttaa maksimiarvonsa alikriittisellä nopeusalueella, jos myllyssä on noin 50 %:n kuorma.

On huomattava, että kuvissa 2 ja 3 esitetyt havainnot edustavat myllyjä, joissa ei ole ollut jauhettavaa materiaalia. Käytännön olosuhteissa tulevat arinatyyppisten myllyjen toimintakäyrät olemaan lähinnä näihin verrattavia. Jos mylly on ylitettyä, alentaa esim. myllyssä oleva liete jauhinkappaleiden yhteismassaa, mistä johtuen myllyn nopeutta voidaan korottaa suuremmaksi kuin kuvissa 2 ja 3 esitetyt käyrästöt osoittavat. Jos lietteen ominaispaine on sama tai suurempi kuin jauhinkappaleiden ominaispaine, voidaan myllyä käyttää teoreettisesti otettuna äärettömän suurella nopeudella ilman, että jauhinkappaleet tarttuisivat myllyn seinämälle. Myllyn jauhatuskapasiteetti on luonnollisesti kuitenkin olematon.

Tässä yhteydessä on jo syytä mainita, että esim. Outokummussa jauhetaan ylitettyä olevissa myllyissä malmikappaleilla nopeuden ollessa 104 % ja malmi-

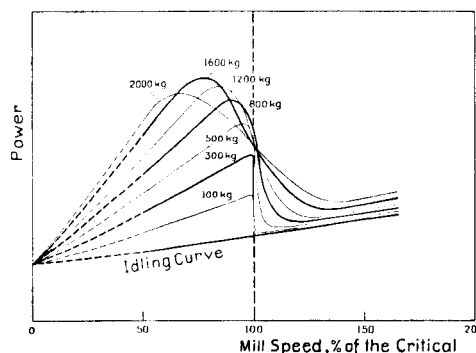


Kuva 4. Aaltovuorauksella varustetun tankomyllyn toimintakäyrästöt.

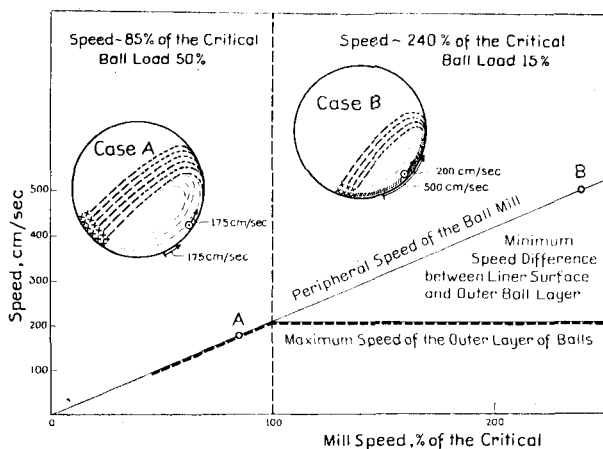
kappalekuorman 55 % myllyn tilavuudesta. VTT:n kuulamyllyssä on samoin voitu jauhaa erittäin tehokkaasti nopeuden ollessa 230 % ja kalkkikivikuorman 48 %. Kuten edellisestä selviää, eivät nämä tapaukset ole ristiriidassa kuvissa 2 ja 3 esitettyjen toimintakäyrästöjen kanssa, kun tarkastelussa otetaan huomioon myös muut asiaan vaikuttavat tekijät.

Sileällä tai verraten sileällä vuorauksella varustetussa myllyssä jauhatus on näin ollen mahdollista varsin laajalla nopeusalueella. Korkein mahdollinen rajanopeuden arvo määräytyy niistä perusmuuttujista, joista edellä on ollut puhe.

On mielenkiintoista verrata kuvassa 2 esitettyä käyrästötä kuvassa 4 esitettyihin arvoihin, jotka on saatu



Kuva 5. Toimintakäyrästöt myllylle, jonka vuoraus ei salli jauhinkappaleiden liukumista.

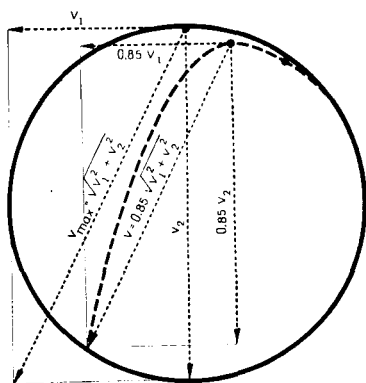


Kuva 6. Vertailu ali- ja ylikriittisellä nopeusalueella toimivien myllyjen jauhatuseriaateista.

loivasti aaltomaisella vuorauksella varustetussa tankomyllyssä¹. On selvästi havaittavissa, että myllyn vuorautapa on uusi, erittäin määräävä muuttuja, jonka vaikutus voidaan ainakin osittain panna kitkakertoimen tilille, ja joka ratkaisevasti vaikuttaa myllyn ylimpään mahdolliseen nopeuteen. Kuvaan 4 piirretyn verhoikäyrän perusteella voidaan olettaa, että mainitun tankomyllyn maksimikapasiteetti saavutetaan nopeusalueella 120—140 % kriittisestä. Myöhemmin suoritetuissa jauhatuskokeissa voitiin todeta tämän pitävän paikkansa.

Kuva 5 puolestaan esittää vastaavanlaista toimintakäyrästä sellaista tapausta ajatellen, että myllyn vuoraus on siinä määrin porrastettu, ettei esim. uloimmalla jauhinkappalekerroksella ole mitään mahdollisuuksia liukua vuorauksen suhteen ja että uloin jauhinkappalekerros samalla jarruttaa myös sisempiä kerroksia siinä määrin, ettei selvää liukumisvyöhykettä synny myöskään eri kerrosten välille. Tämä esimerkki edustaa hyvin tyyppillistä nykyisin sovellettua jauhatuseriaatetta myllyissä, joiden vuoraus on varustettu korkeilla nostopalkeilla.

Kuvassa 6 on esitetty vertailu alikriittisellä ja ylikriittisellä nopeusalueella jauhavien myllyjen toimintaperiaatteista¹. Tapaus A esittää nykyisen jauhatuseriaatteen periaatetta. Siinä myllyn vuoraus ja vuoraus vastaan nojaava uloin kerros etenevät samaan suuntaan samalla nopeudella. Jauhatusta ei voi tapahtua ainakaan mainittavasti vuorauksen ja jauhinkappaleiden välisessä vyöhykkeessä. Myllyn jauhatuskäyky perustuu pääasiassa putoavien ja vierivien kappaleiden iskuvaikutukseen sekä jauhinkappalekuorman sisäisiin liikuntoihin.



Kuva 7. Periaatepiirros putoavan kappaleen nopeuden laskemiseksi.

Tapaus B puolestaan edustaa jauhatusta ylikriittisellä nopeusalueella. Edellisten jauhatuseriaatteen lisäksi on nyt erittäin voimakkaasti vaikuttava hierrevyöhyke, jossa jauhinkappalekuormaa »vedetään» suurella nopeudella myllyn vuorauksen suhteen. Myllyn nopeutta korotettaessa kohoaa nopeusero jauhinkappalekuorman uloimman kerroksen ja vuorauksen välillä hirvittäväksi. Esimerkkinä voidaan mainita, että 2 metrin läpimittaisen myllyn toimiessa nopeudella 1.000 % kriittisestä mainittu nopeusero olisi jo noin 100 km/h.

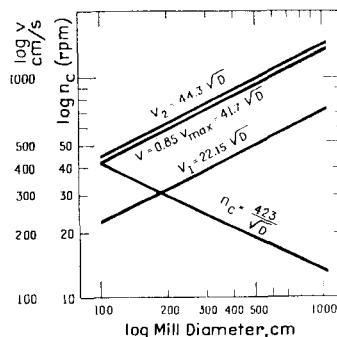
Karkeajauhatuseriaatella ylikriittisellä nopeusalueella¹

Karkean materiaalin jauhatuseriaatteen perustuu iskuihin, joita putoavat kappaleet saavat myllyssä aikaan. Jotta iskuvaikutus olisi voimakas, täytyy putoavan kappaleen liikemäärän (momentum) olla suuri. Putoavan kappaleen liikemäärällä tarkoitetaan sen massan ja putoamisnopeuden tuloa.

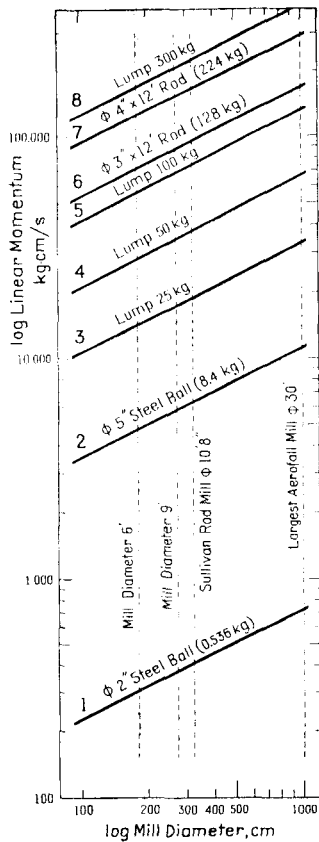
Kuva 7 esittää erään mahdollisuuden ratkaista kappaleen putoamisnopeus myllyn vaipan rajoittamassa tilassa. Kappaleeseen vaikuttavien komponenttien maksimiarvot edustavat sitä teoreettista tapausta, että esim. rautakuula olisi saavuttanut myllyn pyöriessä ylimmän mahdollisen aseman myllyssä. Tällöin siihen vaikuttaisi myllyn pyörimisliikkeestä johtuva vaakasuora komponentti v_1 ja maan vetovoiman aiheuttama pystysuora komponentti v_2 . On mielenkiintoista todeta, että $v_2 = 2 v_1$. Koska käytännössä esiintyvissä tapauksissa vaakasuoran komponentin täytyy aina olla $< v_1$ ja pystysuoran komponentin $< v_2$, on kuvaan 7 valittu tapaus, joka on periaatteessa mahdollinen ja jossa kummankin komponentin arvoksi on valittu 85 % niiden teoreettisista maksimiarvoista. Komponenttien resultantti v edustaa vastaavaa lopullista putoamisnopeutta. Kuvassa 8 on esitetty $n_c : n$, $v_1 : n$, $v_2 : n$ ja $v : n$ arvot eri läpimittaisille myllyille.

Kertomalla putoavan kappaleen nopeus (cm/s) kappaleen painolla (kg), saadaan kappaleen liikemäärä (kg·cm/s). Kuva 9 esittää erilaisten jauhinkappaleiden liikemäärää myllyn halkaisijan funktiona logaritmpaperilla. Osoittautuu, että karkean materiaalin jauhatuksessa tarvittava suuri liikemäärä on mahdollista saada aikaan antamalla raskaiden kappaleiden (esim. tankojen tai suurien malmikappaleiden) pudota myllyssä, jonka läpimitta on suuri.

On tunnettu tosiasia, että tankomyllyt ovat yleisesti käytettyjä karkean murskeen jauhatukseen kaikkialla maailmassa. Tämä perustuu pohjimmaltaan tankojen suureen liikemäärään. Viime aikoina on myös esim.



Kuva 8. Kriittisen kierrosluvun (n_c), komponenttien v_1 ja v_2 sekä resultantin v arvojen riippuvuus myllyn läpimitasta.



Kuva 9. Erilaisten jauhinkappaleiden liikemäärän ja myllyn läpimitan välinen suhde.

Aerofall-myllyllä saavutettu huomattavaa menestystä hyvinkin karkean, mutta yleensä hauraan materiaalin jauhatuksessa. Aerofall-myllyn toiminta perustuu siihen, että suuriläpimittaisen (aina 10 m), mutta lyhyen myllyn päätyseinät varustetaan erikoisvuorauksella, joka yhdessä myllyn seinien välille muodostuvan verraten kapean solan ja suuria kappaleita sisältävän syötteen ansiosta aikaansaa riittävän suuren nostovoiman kappaleiden nostamiseksi myllyn yläosan sen pyöriessä. Suuret kappaleet murskaavat putoamisliikkeensä ansiosta pienempiä kappaleita. Aerofall-myllyä ei sen muodosta ja vuoraustavasta johtuen voida käyttää ylikriittisellä nopeusalueella.

Malmien tai kivilajien autogeeninen karkeajauhatusta voidaan suorittaa ylikriittisellä nopeusalueella toimivissa myllyissä, jos myllyn muoto ja koko valitaan tarkoituksenmukaiseksi. Menetelmän perusedellytys on, että luovutaan Aerofall-myllylle ominaisesta muodosta tekemällä mylly pitemmäksi, enemmän tavallista myllyä muistuttavaksi. Valitsemalla myllyn läpimitta ja jauhinkappaleiden koko kuvassa 9 esitetyn periaatteen mukaisesti, on myllyn nopeus tämän jälkeen saatettava riittävän suureksi, jotta jauhinkappaleet todella nousisivat halutulle korkeudelle ja voisivat pudotessaan aikaansaada halutun iskuvaikutuksen. Jos myllyn nopeus on liian alhainen, kappaleet vierivät myllyssä muodostuvaa rinteä alaspäin, jolloin niiden iskumurskaukseen välttämätön liikemäärä menetetään joko kokonaan tai osittain, jonka seurauksena myllyn jauhatuskapasiteetti tulee olemaan alhainen.

Riittävä nopeus karkean materiaalin autogeenisessä jauhatuksessa saavutetaan vasta ylikriittisellä nopeusalueella. Tällöin muodostuu myllyn vuorauksen ja jau-

hinkappalekuorman välille jälleen e.m. hierrevyöhyke, joka huomattavasti lisää myllyn kapasiteettiä, joskin tämän hierrevyöhykkeen jauhatusvaikutus kohdistuu lähinnä hienompaan materiaaliin.

Karkeajauhatusta voidaan luonnollisesti suorittaa ylikriittisellä nopeudella toimivissa tankomyllyissä. Tankojen ja vuorauksen kuluminen lisääntyy kuitenkin esim. Outokummussa tehtyjen havaintojen mukaan nopeammin kuin myllyn kapasiteetti, joten menetelmä ei ole ilman muuta taloudellisesti houkutteleva. Jos sitä vastoin tangot voidaan korvata sen materiaalin suuremmilla kappaleilla, jota halutaan jauhaa, ja täten päästä autogeeniseen jauhatukseen, ovat taloudelliset edellytykset paljon paremmat. Ylikriittisellä nopeudella toimiva mylly tarjoaa edelleen huomattavan lisäedun autogeenisen vuorauksen ansiosta, joka muodostuu jauhatuspanoksesta olosuhteissa, joissa määrätyn materiaalikerroksen liukuminen estetään esim. asentamalla myllyn suojavuoraukselle sopivia palkkeja. Hierrevyöhyke muodostuu nyt myllyn kehää seuraavan materiaali-vyöhykkeen ja vapaan jauhatuspanoksen uloimman kerroksen välille.

Karkean materiaalin autogeeninen jauhatusta voidaan näin ollen suorittaa esim. sillä jauhatusalueella, mihin nykyisin käytetään tankomyllyä. Tankojen asemasta voidaan käyttää murskaamossa erotettua karkeata palamalmia, jossa kappaleet voivat painaa esim. kymmenen, useita kymmeniä, jopa useita satoja kiloja. Jauhettava materiaali puolestaan tulee normaalitapauksessa olemaan hienommaksi murskattua murskettä, vastaten esim. nykyistä tankomyllyn syötettä.

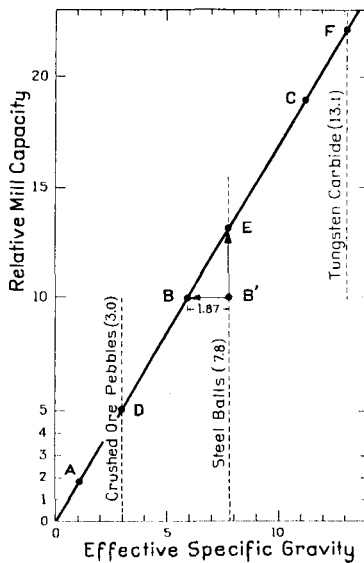
Autogeeniset karkeajauhatusmyllyt tulevat olemaan kooltaan todennäköisesti hyvin suurina.

Koska karkean materiaalin jauhatusta perustuu iskuvaikutukseen, on olosuhteet autogeenisessä karkeajauhatuksessa valittava nimenomaan tätä silmälläpitäen. Autogeenisen karkeajauhatuksen oleellisiin piirteisiin kuuluu verraten alhainen ylikriittinen nopeus, suuret jauhinkappaleet, verraten suuri jauhinkappalekuorma ja runsas määrä jauhettavaa materiaalia myllyssä.

Hienojauhatusta ylikriittisellä nopeusalueella³

Kuten edellä on sanottu, perustuu karkean materiaalin jauhatusta oleellisesti iskumurskaukseen. Hienon, esim. — 1 mm:n materiaalin jauhaaminen entistä hienommaksi on sitä vastoin suoritettava hierrejauhatuksena. Hienojauhatuksen edellyttämät perusolosuhteet ovat siten huomattavasti erilaiset kuin karkeajauhatuksen. Hienojauhatuksen oleellisiin piirteisiin kuuluu suurempi ylikriittinen nopeus, todennäköisesti pienemmät jauhinkappaleet, pienempi jauhinkappalekuorma ja pieni määrä jauhettavaa materiaalia myllyssä. Autogeeninen vuoraus on sovellettavissa myös hienojauhatukseen.

Hienojauhatusta voidaan suorittaa joko käyttäen metallisia jauhinkappaleita, autogeenista jauhatusta, tai muilla tavoilla. Myllyjen jauhatuskapasiteettiin vaikuttaa erittäin voimakkaasti jauhinkappaleiden tehollinen ominaispaino. Kuten esim. kuvasta 10 ilmenee, voi yhden ja saman myllyn kapasiteetti vaihdella laajoissa rajoissa pelkästään sillä perusteella, mitä materiaalia käytetään jauhinkappaleina. Kuvassa 10 esitettyssä tapauksessa on oletettu, että malmia, jonka ominaispaino on 3.0, jauhaetaan olosuhteissa, joissa lietetiheys myllyn sisällä on 70 % kiintoainesta ja lietteen ominaispaino vastaavasti 1.87. Jauhinkappaleina on esitetty käytettäväksi palamalmia (ominaispaino 3), rautakuulia (7.8) ja wolframii-



Kuva 10. Jauhinkappaleiden efektiivisen ominaispainon vaikutus myllyn jauhatuskapasiteettiin.

karbidikuulia (13.1). Jos mylly on arinatyypistä, on ainakin ajateltavissa, että myllyssä olevan lietteen vaikutus jauhinkappaleiden ominaispainoon on siinä määrin vähäinen, että se voidaan rajatapauksena jättää huomioonottamatta. Myllyjen jauhatuskapasiteetti on tällöin suoraan verrannollinen jauhinkappaleiden ominaispainoon. Jos taas mylly on ylitetyypistä, on toisena raja-arvona pidettävä jauhinkappaleiden ominaispainon ja lietteen ominaispainon erotusta. Myllyn jauhatuskapasiteetin maksimi- ja minimiarvot tulevat täten olemaan seuraavat:

Jauhinkappaleet	Maksimi	Minimi
Palamalmi	5.06 t/h	1.9 t/h
Rautakuulat	13.2	10.0
Wolframikarbidikuulat	22.1	19.0

Yllä esitettyissä tapauksissa on edellytetty, että myllyn nopeus on kaikissa tapauksissa sama (esim. 70 % kriittillisestä) ja jauhinkappalekuorma prosentteina myllyn tilavuudesta myös sama. Ylitetyypistä olevan rautakuulamyllyn peruslukumaksi on valittu 10 t/h. Luvuista ilmenee mm., että rautakuulia käytettäessä arinamyllyn kapasiteetti on noin 30 % suurempi kuin ylitetyypistä olevan myllyn, mikä pitää hyvin paikkansa usein esiintyvien lukujen kanssa. Vastaava kapasiteetin lisäys on wolframikarbidimyllyissä kuitenkin vain 16 %, mutta autogeenisessä jauhatuksessa kokonaista 160 %! Tämä esimerkki osoittaa vakuuttavasti, että nimenomaan autogeenisen jauhatuksen yhteydessä, missä jauhinkappaleiden ominaispaino on alhainen, arinatyypistä olevan myllyn jauhatuskapasiteetti on paljon suurempi kuin ylitetyypisen myllyn.

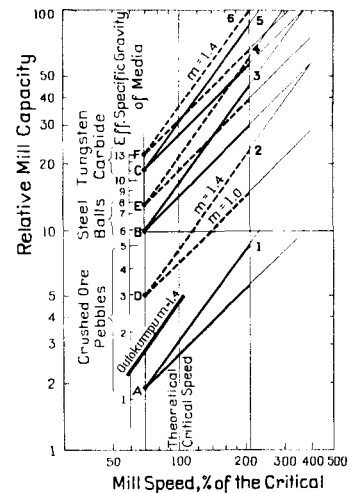
Jauhinkappaleiden ominaispainoa voidaan korottaa eräissä tapauksissa erottamalla tarkoitusta varten palamalmirikaste esim. magneettisen rikastuksen tai sinkfloat-menettelmän avulla. Jos palamalmiin ominaispaino nousisi arvosta 3 arvoon 4, lisäksi korotus jauhatuskapasiteettia arinatyypisessä myllyssä 33 %, ja ylitetyypisessä myllyssä kokonaista 90 % (viimemainitussa arvosta 1.9. arvoon 3.6 t/h). On luonnollista, että palamalmirikasteen erotus vaikuttaa jauhettavan malmin sekä ominaispainoon että mineraalikoostumukseen. Tästä huolimatta voi esitetty menetelmä olla monissa tapauksissa

käyttökelpoinen pyrittäessä lisäämään autogeenisen jauhatuksen kapasiteettia.

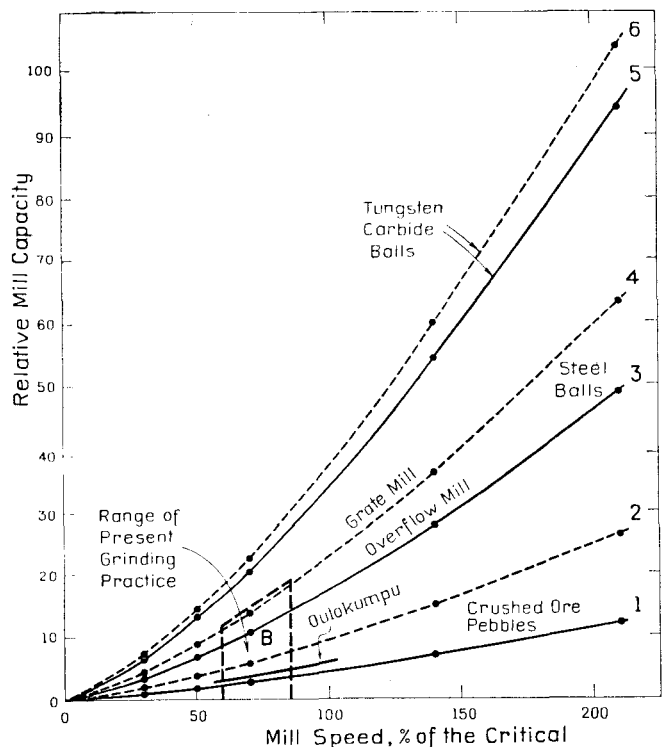
Yleisenä sääntönä voidaan sanoa, että myllyn kapasiteetti on suoraan verrannollinen jauhinkappaleiden efektiiviseen ominaispainoon.

Tähän asti on uskottu, että myllyn kapasiteetti on suoraan verrannollinen sen nopeuteen olosuhteiden muutoin pysyessä muuttumattomina. Tämän säännön on luultu pitävän paikkansa alikriittisellä nopeusalueella noin 90 %:n arvoon asti. Outokummun Keretin rikastamossa on suoritettu erittäin merkittävä koearja teollisuusmittakaavassa, joka osoittaa, että siellä autogeenisen hienojauhatuksen yhteydessä myllyn kapasiteetti (ilmaistuna uusina tonneina -65 mesh'in materiaalia) on noussut välillä 57.6.—104 % kriittisestä myllyn nopeuden eksponentiaalifunktiona, eksponentin arvon ollessa 1.4.

Kuva 11 esittää aikaisemmin kuvaan 10 valittuja tapauksia siten laajennettuina, että logaritmiselle abskissa-akselille on otettu myllyn nopeus. Lisäksi on kunkin peruspisteen kautta piirretty kaksi suoraa, toinen kulmakertoimen arvossa 1.0, toinen arvossa 1.4, joka vastaa Outokummun koeksessä saavutettua tulosta, joka on myös esitetty kuvassa 11. Kapasiteetin lisäys nopeuden potenssissa 1.4, on esitetty aritmeettisissa mittakaavassa kuvassa 12.



Kuva 11. Myllyn nopeuden vaikutus jauhatuskapasiteettiin.



Kuva 12. Myllyn nopeuden ja kapasiteetin suhde aritmeettisellä paperilla esitettynä.

Jos »normaalitapauksena» pidetaan jauhatusta rautakuulien avulla ylitettyypä olevassa myllyssä ja valitaan sille edellä mainittu vertailuarvo 10 t/h myllyn nopeuden ollessa 70 % kriittisestä, jauhaisi sama mylly 3-kertaisella nopeudella (210 %) toimiessaan 30—46 t/h riippuen siitä, seuraako kapasiteetin lisäys kulmakerrointa 1.0 vaiko 1.4, mikäli kapasiteetin kasvu noudattaisi myös ylikriittisellä nopeusalueella alhaisilla nopeuksilla todettua suuntausta. Kuvista voidaan nähdä edelleen, että sama mylly varustettuna wolframkarbidikuulilla jauhaisi jo 55—85 t/h, arinamylyksi muutettuna jopa 100 t/h! Tällä hetkellä on kuitenkin todettava, että mitään tietoa ei ole olemassa myllyjen kapasiteetin ylärajasta. On tietysti luonnollista, että kapasiteetin täytyy määrätyissä olosuhteissa saavuttaa maksimiarvonsa.

Vaikka mainitut suuret tonnimäärät ovatkin omalla tavallaan mielenkiintoisia, avaa nopeuden lisäyksen vaikutus nimenomaan palamalmiin avulla tapahtuvaan jauhatukseen houkuttelevia näkymiä. Kuten kuvasta 11 on havaittavissa, voidaan kuvan esittämässä tapauksessa se kapasiteetin menetys, joka on väistämätön seuraus rautakuulien korvaamisesta autogeenisillä jauhinkappaleilla, saavuttaa takaisin korottamalla myllyn no-

peus ylikriittiselle nopeusalueelle. Pisteestä B joudutaan aluksi pisteeseen A, mutta peruskapasiteettia vastaava arvo 10 t/h saavutetaan nopeuden ollessa noin 230 % kriittisestä (suora 1). Jos mylly lisäksi muutetaan arinamylyksi, joudutaankin pisteestä B pisteeseen D, mistä kuvaajan 2 osoittamalla tavalla peruskapasiteetti saavutetaan jo niin alhaisella pyörintänopeudella kuin 115 % kriittisestä, mikäli $m = 1.4$.

Tässä yhteydessä lienee syytä palauttaa mieleen, että Tennessee Copper Co:n ns. Tricone-myllyssä suoritettut kokeet ovat osoittaneet, että kuulapanoksen vähentäminen 45 %:sta aluksi 29 %:iin ja edelleen 20 %:iin on lisännyt myllyn kapasiteettia ja vähentänyt tehonkulutusta. Tämän perusteella on se vertailu, joka seuraavassa suoritetaan kuulamylyn (24 % kuulakuorma) ja autogeenisen myllyn (48 % jauhinkappalekuorma) välillä oikeutettu analysoitavaksi myös siten, että kuulakuorman arvoksi otettaisiin epäedullisempi vertailuarvo 48 %. Kun kuulajauhatuksen olosuhteet suoritettussa koesarjassa on valittu parasta mahdollista käytäntöä silmälläpitäen, ei autogeenisen jauhatuksen antamia tuloksia voida vertailua suoritettaessa ainakaan väittää liian edullisilta näyttäviksi.

TAULUKKO 1

Teräskuulat contra autogeeninen jauhatus

K o e		1		2	
Jauhinkappaleet	Tangot	Kuulat	Tangot	Kalkkikivikappaleet	
Jauhinkappalekuorma, %		24		48	
Myllyn nopeus, %		70		230	
Kiertävä kuormitus, %		180		225	
Tehon kulutus, kW		6.6		9.7	
Kapasiteetti, kg/h		955		955	
Tuote, %	Syöte *)	Luokittelijan ylite	Syöte *)	Luokittelijan ylite	
— 35 mesh	77.5	100.0	79.4	99.9	
— 48 "	64.8	99.6	67.6	99.6	
— 65 "	53.3	97.4	55.7	96.2	
— 100 "	45.5	91.3	46.6	84.8	
— 150 "	34.3	73.2	36.2	67.8	
— 200 "	27.7	58.8	29.1	54.1	
Utta tuotetta kg/h					
— 48 mesh		332		305	
— 65 "		421		387	
— 100 "		437		365	
— 150 "		372		302	
— 200 "		297		239	

*) Syöte hienojauhatukseen

Taulukossa 1 on esitetty kaksi jauhatuskoetta, joista toinen on tehty rautakuulien avulla alhaisella nopeudella, toinen kalkkikivikappaleiden avulla suurella nopeudella. Kokeiden vertailu voidaan, kuten edellisessä kappaleessa on perusteltu, pelkistää suoritettavaksi jauhinkappaleiden ominaispainon perusteella siitähän huolimatta, että kuulakuorma on vain puolet kalkkikivikuormasta. Taulukkoon liittyvä analyysi on seuraava:

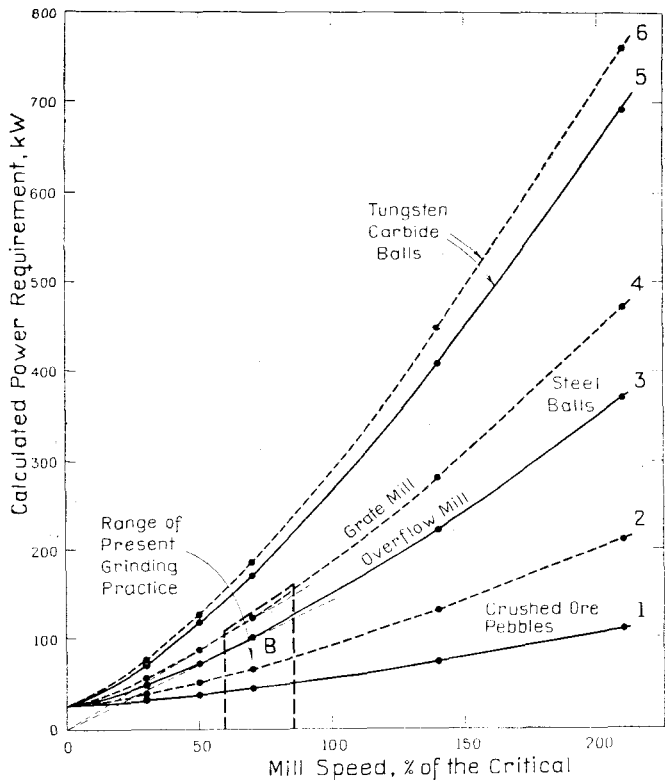
- Kalkkikiven ominaispaino = 2.8
- Oletettu lietetiheys myllyssä = 65 %
- Lietteen ominaispaino = 1.72
- Rautakuulien efekt. omp. = 6.08
- Kalkkikivikappaleiden efekt. omp. = 1.08
- Rautakuulamyllyn vertailukapasiteetti nopeudessa 70 % = 1 t/h
- Kalkkikivimyllyn laskettu kapasiteetti nopeudessa 70 % = 0.178 t/h

Kalkkikivimyllyn laskettu kapasiteetti nopeudessa 230 % = 0.94 t/h ($m = 1.4$)

Kalkkikivikappaleilla jauhavan myllyn kapasiteetin tulisi tämän analyysin perusteella olla noin 94 % rautakuulamyllyn kapasiteetista. Kun tuloksista lasketaan vastaava luku, todetaan, että se tulee olemaan

- 92 % — 48 mesh'in tuotteelle ($m = 1.38$)
- 91.8 % — 65 " " ($m = 1.38$)
- 83.5 % — 100 " " ($m = 1.30$)
- 81.2 % — 150 " " ($m = 1.27$)
- 80.5 % — 200 " " ($m = 1.26$)

Koska Outokummun antama $m = 1.4$ on laskettu uusille tonneille — 65 mesh'in tuotetta, osoittaa edellä selostettu koesarja, että tämä luku pitää ihmeteltävän tarkasti paikkansa myös tätä koesarjaa tulkittaessa ainakin nopeusarvoon 230 % saakka.



Kuva 13. Myllyn nopeuden vaikutus jauhatuksen tehonkulutukseen.

Suoritettu koe on ensimmäinen laatuaan siinä mielessä, että se osoittaa, että autogeenisen jauhatuksen avulla voidaan nopeutta korottaen saavuttaa sama, jopa suurempikin kapasiteetti kuin rautakuulien avulla tavallista jauhatustapaa käyttäen. Lisäksi kalkkikivi edustaa tässä vertailussa erittäin epäedullista kivilaatua sen alhaisesta ominaispainosta johtuen. Koe on vielä lisäksi suoritettu kalkkikivijauhatukselle mahdollisimman epäedullisessa myllyssä, koska se on ollut ylityyppiä.

Kuva 13 esittää arvioitua tehon kulutusta kuvassa 12 esitettyjä tapauksia varten. Tehon kulutusluvut on perustettu koetehtaan kuulamylyn antamiin tyhjäkäyntilukemiin sekä Rittingerin lain soveltamiseen varsinaisen jauhatuksen osalta.

Tehon kulutus jaettuna kapasiteetilla antaa energian kulutuksen ilmaistuna kWh/t:ssa. Kuvassa 13 annetut kW-arvot jaettuna kuvassa 12 esitettyillä kapasiteettilukemilla johtavat kuvassa 14 esitettyyn käyrästöön, joka osoittaa energian kulutusta myllyn nopeuden funktiona erilaisissa olosuhteissa. Osoittautuu, että energian kulutus näyttää alenevan mm.:

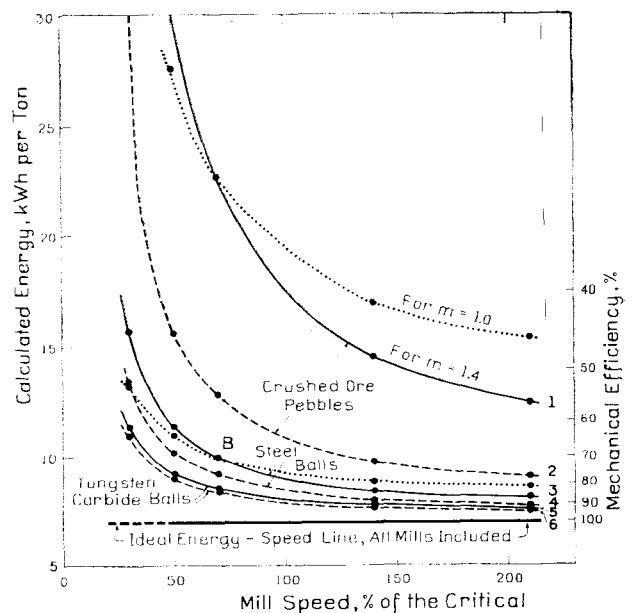
- nopeuden lisääntyessä;
- jauhinkappaleen ominaispainon kasvaessa; ja
- lietteen tai jauheen kannattavan vaikutuksen vähentyessä (ylitetyyppinen mylly contra arinatyyppinen mylly).

Kuvassa 14 ovat eri tapausten väliset erot hyvin selvät. Erot tulevat kuitenkin sitä pienemmiksi, mitä pienempi on myllyn tyhjäkäyntitehontarve, ja mitä suurempi on vastaavasti myllyn mekaaninen hyötysuhde. Jos viime-mainittu saavuttaisi arvon 100 %, antaisivat kaikki esitetyt tapaukset saman energiankulutusarvon myllyn nopeudesta riippumatta.

Edellä on jo korostettu, että hierrevoihyke näyttää tärkeätä osaa hienojauhatuksessa. Mitä suurempi on myllyn ylikriittinen nopeus, sitä suurempi on myllyn vuorauksen ja vuorausta vastaan nojaavan uloimman jauhinkappalekerroksen välinen nopeusero. Nopeuden ollessa 200 % kriittisestä, on mainittu nopeusero vuoriteknillisen laboratorion koetehtaan kuulamylyssä vähintään 7.9 km/h.

Sen materiaalilevyn paksuus, mikä teoreettisesti otettuna riittäisi antamaan halutun kapasiteetin ylikriittisellä nopeusalueella toimivassa myllyssä, alenee nopeasti myllyn nopeuden kasvaessa. Yllättävältä ehkä tuntuu kuitenkin todeta, että esim. edellä mainitussa tapauksessa koetehtaan myllyn pyöriessä nopeudella 200 % kriittisestä esim. yhden tonnin tuntikapasiteetti saavutetaan jo, jos levyn paksuus on noin 0.1 mm. Vaikka jokaiselle rakeelle varattaisiin moninkertainen mahdollisuus joutua hierrevoihykkeeseen, ollaan siitä huolimatta tekemisissä kokonaan uutta suuruusluokkaa olevien käsitteiden kanssa vanhaan käytäntöön verrattuna. Jotta hienojauhatusta olisi suoritettavissa mahdollisimman taloudellisesti, on ilmeistä, että nykyinen hienojauhatustekniikka on suurelta osalta hylättävä ja uudet olosuhteet valittava kokonaan uuden näkemyksen pohjalta. Tuleva kehitys voi johtaa hyvinkin yllättäviin ratkaisuihin.

On luonnollista, että ylikriittisellä nopeusalueella toimiviin myllyihin liittyy monien etujen rinnalla myös teknillisiä vaikeuksia ja heikkouksia. Suurin ja ilmeisin epäkohta on vuorauksen kulumisen. Jauhinkappaleiden osalta ratkaisee autogeeninen jauhatus kulutuskysymyksen luonnollisella ja yksinkertaisella ja lisäksi vielä erittäin taloudellisella tavalla. Mikäli myös autogeeninen vuorauksen osoittautuu yleisesti käyttökelpoiseksi, on luonnollinen ratkaisu selvä myös tältä kohdalta. Siksi, kunnes kokemuksia saadaan, on vuorauksen suhteen syytä olla pidättyväinen, sillä esim. autogeenisen jauhatuksen yhteydessä ylikriittisellä nopeusalueella tapahtuvasta vuorauksen kulumisesta ei Outokumpua lukuunottamatta tiedetä mitään, ja Outokumpukin on vasta varsin vaatimattomalla luvulla ylikriittisellä alueella. Ennen-



Kuva 14. Myllyn nopeuden vaikutus energiankulutukseen jauhatuksessa.

kuin tämä kysymys voidaan perusteellisesti selvittää, tarvitaan vuosien kokemus käytännön olosuhteissa laajalla rintamalla.

Ylikriittillisen jauhatuspiirin erikoispiirteet

Ylikriittillisellä nopeusalueella toimivat myllyt edellyttävät eräitä perusmuutoksia jauhatusosastojen rakenteissa.

Valitsemalla esimerkiksi jauhatuspiirin, joka käsittää erilliset yksiköt sekä autogeenista karkeajauhatusta että hienojauhatusta varten, tulee jauhatuspiirin rakenne pääpiirteissään seuraavaksi:

1. Jauhatuspiirin syöte, jauhinkappaleet karkeajauhatusta varten ja mahdollisesti pienemmät jauhinkappaleet hienojauhatusta varten varastoidaan kukin omaan silloonsa. Jauhinkappaleet erotetaan sopivassa vaiheessa murskauspiiriin yhteydessä. Malmimurskeen ja jauhinkappaleiden siirto myllyihin voidaan suorittaa esim. hihnakuljettimien avulla.

2. Kaikista myllyistä on kauhat poistettava ja syötön myllyihin täytyy tapahtua painovoiman avulla.

3. Karkeajauhatuksen tuote voidaan siirtää hienojauhatukseen rännien avulla, jos hienojauhatusmyllyt on sijoitettu alemmalle tasolle.

4. Luokittelijat, olivatpa ne mitä tyyppiä tahansa, on sijoitettava myllyjen tasoa korkeammalle, jotta karkea tuote, hiekka, voidaan palauttaa myllyihin ilman kauhaa.

5. Lietteen nosto myllyistä luokittelijoihin voidaan suorittaa joko pumppujen tai elevaattorien avulla. Jos

luokittelu tapahtuu sykloonien avulla, ovat pumput ilman muuta etuoikeutetussa asemassa. Jos luokittelu tapahtuu mekaanisia luokittelijoita käyttäen, on molemmat mahdollisuudet otettava huomioon.

6. Mikäli jauhatus ylikriittillisellä nopeusalueella tulee saavuttamaan menestystä, se johtanee samalla uusiin mahdollisuuksiin luokittelun alalla, koska luokittelijain nykyinen muoto ei tämän jälkeen ole enää ratkaiseva.

Kehitys, mikä viimeisten vuosikymmenien aikana on jauhatuksen alalla tapahtunut, on ollut monessa suhteessa merkittävä. Tankomylly on varmistanut asemansa karkeajauhatuksessa, pienten jauhinkappaleiden käyttö hienojauhatuksessa, ja autogeeninen jauhatus on saanut uusia sovellutusmuotoja. Kaikesta tästä huolimatta on todettava, että jauhatustutkimuksia on vaivannut eräänlainen yksitoikkoisuuden leima. Edellä esitetyt ajatukset jauhatuksesta ylikriittillisellä nopeusalueella antanevat lähitulevaisuudessa uutta eloa ja väriä keskusteluihin ja väittelyihin. Täysin riippumatta siitä, tulevatko esitetyt mielipiteet kestämaan tai kaatumaan odotettavissa olevassa ottelussa, yksi asia on varma: Tutkimukset, joiden avulla nämä ajatukset todistetaan joko oikeiksi tai vääriksi, tulevat luomaan uuden, terveen ja kestäväen perustan jauhatuksen sekä teoreettiselle taustalle että käytännön sovellutuksille.

Yksityiskohtaisempi selostus suoritetuista tutkimuksista, käytetyistä menetelmistä, saavutetuista tuloksista sekä alkuperäisestä lähdekirjallisuudesta on saatavissa julkaisuista, joista tämä selostus on suppea yhteenveto.

Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen nimissä on edellä selostettuihin keksintöihin haettu joukko patenteja.

ALKUPERÄISET JULKAISUT:

1. *R. T. Hukki*: Grinding at Supercritical Speeds in Rod and Ball Mills. International Mineral Dressing Congress, Stockholm (1957) pp. 1—25.
2. *R. T. Hukki*: Ball Mill Performance at Supercritical Speeds. AIME Annual Meeting, New York (February 1958).
3. *R. T. Hukki*: The New Fundamentals of Fine Grinding. Käsikirjoitus lähetetty julkaistavaksi AIME:n kautta (1958).
4. *R. T. Hukki*: All-autogenous Grinding at Supercritical Speeds. Käsikirjoitus lähetetty julkaistavaksi Kanadassa (1958).

The Process of Grinding at Supercritical Speeds

In the Mineral Dressing Laboratory of the State Institute for Technical Research, Helsinki, Finland, grinding at supercritical speeds has been extensively studied. Although the method itself has been known for more than 50 years, the basic principles governing the operation of tumbling mills have remained obscure. With a pilot plant rod mill and ball mill the mill characteristics without feed have been established from low subcritical to a speed 313 % of the critical. With a third smaller mill the characteristics were extended to 2,000 % of the critical. With the pilot plant mills grinding experiments at a rate 1.5 tons per hour and totalling about 300 tons of different materials have been carried out at speeds up to 230 % of the critical. The most important observations are:

1. The present grinding practice represents only a special case applied in the narrow subcritical speed range (60—85 % of the critical).

2. After certain basic requirements have been met, the grinding capacity of most mills can be increased by increasing the speed to the supercritical range.

3. The fine grinding capacity for example seems to increase as a power function of the speed, the exponent

being about 1.4. This has been tested up to 230 % of the critical. If the speed is increased threefold (70—210 %), the capacity is increased about 4.5-fold.

4. Wear of grinding media and mill liners will increase with increasing speed. As a result, autogenous methods of grinding should become economically attractive.

5. In coarse grinding, rods can be replaced by large pieces of ore, or other materials to be ground. Coarse autogenous grinding at supercritical speed can be arranged to take place by impact of falling bodies.

6. In fine grinding, balls can be replaced by autogenous media. The loss in capacity can be fully recovered by speeding the mill up to the supercritical range. Fine grinding should be arranged to take place primarily by attrition in the zone between the outer layer of media and the mill lining. By increasing the speed, tremendous forces can be created in the attrition zone.

7. As soon as a mill is operated at a supercritical speed, it will continuously form its own lining of the grinding charge within the mill, if certain basic conditions have been fulfilled.

KORROSIONSPROBLEM I SAMBAND MED ROSTFRIA OCH SYRAFASTA STÅL

Bergsingeniör Gunnar Lindh, Sandvikens Jernverks Ab, Sandviken, Sverige.

Föredrag hållet vid Bergsmannaföreningen r.f.s metallurgsektionens höstmöte den 8 november 1957.

I Korrosionsordlistan utgiven 1957 av Svenska Ingenjörsvetenskapsakademiens Korrosionsnämnd definieras ordet korrosion som »oavsiktligt angrepp på ett material genom kemisk eller elektrokemisk reaktion med ett omgivande medium». Korrosionen är sålunda en icke önskvärd företeelse och tekniken strävar att på många vägar bemästra korrosionen, som orsakar samhället enorma förluster.

På en metallyta bildas galvaniska celler på grund av heterogeniteter i metallen, förekomst av främmande ämnen på ytan, mekaniska spänningar eller andra faktorer som kan hänföras till metallens ytskikt. De galvaniska cellernas effektivitet påverkas av elektrolytens beskaffenhet, såsom dess koncentration av salter, dess surhetsgrad, temperaturskillnader mellan olika delar av elektrolyten i beröring med metallen, det i lösningen befintliga syrets fördelning. Andra faktorer som påverkar de galvaniska cellernas verksamhet äro elektrolytens rörelse relativt metallen samt korrosionsprodukternas egenskaper.

Av detta framgår att en stor mängd faktorer inverkar på korrosionens storlek och förlopp. Härigenom blir korrosionsproblemen mycket varierande. Det är stundom svårt att i detalj utreda hur en korrosionsskada uppstått och därför också många gånger svårt att finna medel och vägar för att undvika korrosionen.

Se vi till processens innersta kärna består en galvanisk cell av en elektrolyt och två elektroder varav den ena, anoden, den negativa polen, vid strömålstring avger elektroner genom den metalliska ledaren till den andra elektroden, katoden, den positiva polen, under lossgörande från metallgittret av metalljoner, som vandrar ut i elektrolyten. Vid katoden förbrukas de mottagna elektronerna i gränsytan mot elektrolyten genom reaktioner, vilkas natur beror på elektrolytens surhetsgrad och syrgashalt (U. Trägårdh).

På stål bildas katodpartierna av oxider på ytan såsom valshud, glödska eller grafitkorn, karbider eller främmande ämnen t.ex. sot, allt på ställen där luftsyre har fritt tillträde. De anodiska partierna utgöres av den frilagda metallen i botten av porer eller sprickor i oxidskiktet, där luftsytet icke kan nå eller syrekoncentrationen är låg.

Tekniken har nu sökt medelst olika åtgärder komma tillrätta med korrosionen och det gäller att hindra uppkomsten av galvaniska celler, vilket ju är det effektivaste, annars får man nöja sig med att mildra deras verksamhet, exempelvis genom att tillsätta passiveringsmedel, varigenom den aktiva ytan hos anoderna kan minskas. Man kan också förhindra elektronavgivningen från de anodiska partierna, så att uppkomsten av metalljoner förhindras och detta kan ske genom att tillföra elektroner från en yttre strömkälla eller genom att åstadkomma en ledande förbindelse med en oädlare metall såsom zink

eller magnesium. Detta förfarande kallas katodiskt skydd.

Man kan också hindra korrosionen genom att undvika att syre och vatten sammanträffar med den katodiska ytan och det kan ske genom tillsättning av vissa katodiska inhibitorer. En färgfilm har ju även uppgiften att utestänga vatten och syre från beröring med metallytan och målning är väl det främsta medlet att förhindra eller minska korrosionen på vanligt järn och stål.

Rostfria stål, deras legeringshalter och indelning.

Korrosionsbeständigheten hos de s.k. *rostfria och syrafasta stålen* beror på den inverkan, som en tillsats av en avsevärd mängd krom såsom legeringselement har på stålytans elektrokemiska förhållanden. Stål med en legeringshalt av omkring 12% Cr blir *passivt* och därmed avses, att stålet får en avsevärt högre potential än stål med lägre kromhalt.

Denna högre potential tillskrives utbildningen av en sammanhängande tät oxidhinna, ytterst tunn, och detta har experimentellt kunnat påvisas av U. R. Evans i Cambridge.

Förändringen i potentialen hos järn-krom-legeringar med stigande kromhalt framgår av fig. 1. Den övre kurvan visar förhållandet i vätesuperoxid, där det vanliga kolstålet, säg 0.10% C utan Cr, har en potential

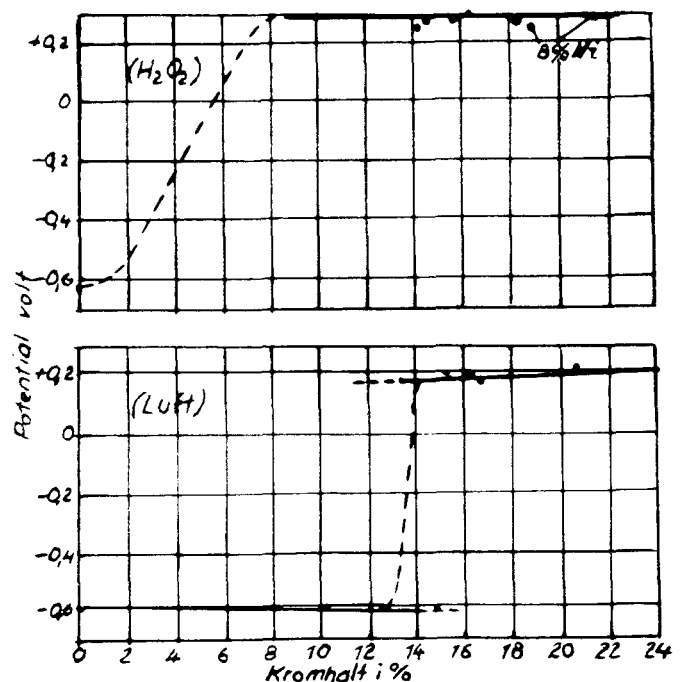


Fig. 1 Förändring i potential hos järn-kromlegeringar som funktion av kromhalten.

av -0.6 V, medan ett stål med en tillsats av 8 à 10 % Cr får en potential av $+0.3$ V. Den undre kurvan visar förhållandet i luft, där man ser att vid ca 12 % Cr potentialen sprängartat stiger från -0.6 V till ca $+0.2$ V.

Så snart den fria metallytan på de rostfria stålen utsettes för luftens syre, överdras den av en oxidhinna. Denna hinna är ytterst tunn, men Evans lyckades genom utlösning av stålet medelst jod frigöra hinnan från stålunderlaget. Det är nödvändigt att ytan på föremål av s.k. rostfritt stål är ren från den oxid, som härstammar från varmbearbetning eller annan värmning för att den tunna, passiva hinnan skall kunna fullt utbildas. Rengöringen av stålytan sker på kemisk väg genom betning eller mekaniskt genom putsning, slipning, polering eller sandblåstring.

Korrosionsegenskaperna hos de rostfria stålen påverkas av *stålanalysen, strukturen och ytbeskaffenheten* hos stålstycket.

Efter sin analys och struktur kunna de rostfria stålen som bekant indelas i följande fyra huvudgrupper:

1. Ferritiska stål.
 - a. Cr-halt av 12—18 % och C under 0.15 %, lägre kol ju lägre Cr-halten är. Ej hårdbara, eller svagt hårdbara.
 - b. Cr över 18 % och med C-halt i allmänhet upp till ca 0.25 %.
2. Martensitiska stål. Cr 12—18 %, C över ca 0.15 % och stundom Ni upp till 2.5 %. Hårdbara.
3. Austenitiska stål med Cr 12—26 %, Ni 7—35 %, C i regel under 0.10 %. Omagnetiska, ej hårdbara.
4. Ferritaustenitiska stål med Cr 25—28 %, Ni 4—6 %, C i regel under 0.10 %. Magnetiska, ej hårdbara.

Utom krom och nickel kan molybden ingå i alla grupper. Titan och niob kan också ingå i grupperna 1 och 3. Andra mera speciella legeringsämnen äro koppar, volfram och kisel. Nickel kan ersättas med mangan vilket förhållande utnyttjats under tider med nickelbrist.

Några olika typer av rostfria stål och deras analyser framgår av tabellen i fig. 2, som även upptar normbeteckningarna för de svenska SIS-normerna och de amerikanska AISI-beteckningarna.

Ytbeskaffenheten hos de rostfria stålföremålen påverkar korrosionsegenskaperna, som redan nämnts. Ytan måste vara fri från fastsittande oxid från föregående behandlingar för att den passiva hinnan skall få sin bästa utbildning. Särskilt på de lägre legerade rostfria stålen medför kvarsittande oxidrester risk för genombrott av

passiva skiktet med korrosion som följd, accelererad av oxidens katodiska verkan.

En slät yta är att föredraga framför en ojämn och skrovlig yta genom att främmande partiklar fastnar mindre lätt på den släta ytan. Partiklarna kunna vid hög luftfuktighet orsaka kondensation i de små fickor, som bildas under partiklarna. Kondensatet kan absorbera svaveldioxid ur luften och man får en lösning, som angriper kromstålet.

Redan från början erhöi denna stålgrupp den felaktiga benämningen *rostfritt stål*. Allmänheten kunde härigenom bibringas den uppfattningen, att dessa stål inte kunde på något sätt rosta, vilket ju inte alls stämmer med våra nuvarande kunskaper om stålens beteende under olika förhållanden. De flesta ha väl sett en rostfri stålbit behäftad med ganska allvarliga rostfläckar.

De rostfria ståltypernas allmänna korrosionsbeständighet.

De *ferritiska kromstålen*, som ha en Cr-halt över 12 % och upp emot 28 % med en relativt låg C-halt, användas i regel i glödgat tillstånd. Beständigheten stiger med stigande kromhalt och den kan förstärkas genom tillsats av molybden till 1 à 1.5 %. De 13 %-iga kromstålen är allbekanta för cellulosaindustriens folk som det material, som visat god beständighet i sulfatfabrikernas industningstuber. Detta stål kan i industrietmosfär dock bli överdragen av en rostfärgad hinna och på enstaka punkter angripas djupare.

En höjning av kromhalten till 17 % minskar rostbildningstendensen hos stålet avsevärt. Stålet används exempelvis i viss utsträckning för beslag på bilar och för fasadbeklädnader, särskilt i USA.

De martensitiska stålen med 12—18 % Cr och över 0.15 % C användas i hårdat och anlöpt tillstånd. Stålets grundmassa måste innehålla en minimimängd krom — ca 12 % Cr — för att det passiva tillståndet skall inträda. Glödgas de ferritiska och martensitiska stålen, kommer karbiderna att innehålla en maximal mängd krom, som sålunda undandrages grundmassan. Vid högre kolhalter måste därför stålen hårdas, då karbiderna lösas och kromen ingår i den martensitiska grundmassan. Vid anlöpning återbildas karbid, *järn-krom-karbid*, och beständigheten sjunker. Ett vanligt martensitiskt stål är det som användes till bordsknivar. Detta stål har dock sin begränsning. Det kan sålunda angripas om det ligger i saltlake, exempelvis silllake. Galvanisk korrosion kan uppstå, om en rostfri kniv ligger i kontakt med silverbestick i en lösning t.ex. av salthaltigt sköljvatten i köket.

De martensitiska hårdade stålen ha en beständighet i luft och vatten som är jämställd med eller bättre än de ferritiska stålens med samma kromhalt. Artiklar av de martensitiska stålen har i regel en väl putsad eller polerad yta som bidrar till deras beständighet.

De *austenitiska* stålen, utmärkas av en hög halt av både krom och nickel. Stålens beständighet påverkas av deras strukturella tillstånd och en homogen austenitstruktur är önskvärd, fri från karbider. Strukturen hos ett sådant stål visas på fig. 3. Kolhalten hålles låg, i regel under 0.10 %. Vid glödningstemperaturen 1.050 à 1.100° löses allt kol i austeniten (upp till ca 0.20 %). Vid rumtemperatur löser austeniten däremot blott ca 0.02 % C, men genom en snabb kylning från glödningstemperaturen hinner inte karbider bildas av överskotts-kolet, varför denna del finns i tvångslösning i austeniten. Om nu temperaturen höjs till 450 à 500° börjar detta tvångslösta kol att bilda kromkarbider, som faller ut i

Exempel på stålanalyser.
II. Höglegerade stål.

Stål	C	Cr	Ni	Mo	Övrigt	SIS	Norm AISI
130r	0.08	13.5	-	-		2502	410
130r+Mo	0.08	13.5	-	1.25		-	-
170r	0.08	17.5	-	-		2520	430
0.20 130r	0.2	12.5	-	-		2505	420
0.350 130r	0.35	13	-	-		2504	420
0.60 160r+Mo	0.65	16.5	-	0.5		-	4404
0.050 18/8	max. 0.06	18	9	-		2535	304
0.100 18/8	0.10	18	8	-		2530, 21-52	302
18/8 T1	0.08	18	9	-	T1 min. 5xC	2535	321
18/8 T2	0.08	18	10	-	T2 min. 10x20	2534	347
18/8+1.5Mo	0.06	18	10	1.5		2541	-
18/8+2.5Mo	0.06	17	12	2.5		2545	316
18/8+3.5Mo	0.06	17	14	3.5		-	317
18/8+0.02+Mo	0.06	18	18	2	0.02	-	-
27/5+Mo	0.08	27	5	1.5		2524	329

Fig. 2 (Tabell). Analysen hos några olika typer rostfria stål.

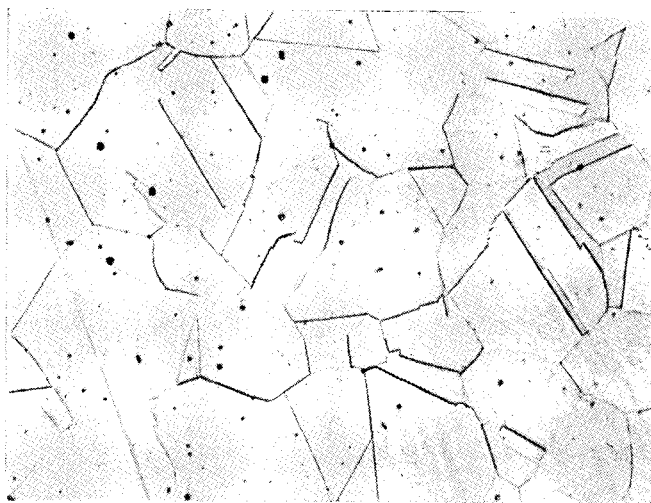


Fig. 3. Strukturen hos austenitiskt rostfritt stål. 320 ×

korngränserna; detta framgår av nästa fig. 4. Verkan härav på korrosionsbeständigheten skall beröras längre fram. På senare år har i USA en typ med max. 0.03 % C förts i marknaden, möjliggjord genom färskning med inblåst syrgas i stålmältan. De i Sverige vanligaste typerna är dels stålet med max. 0.06 % C, dels en typ med i runt tal 0.10 % C.

Kromhalten i de allmännast använda austenitiska stålen hålles vid ca 17—19 % och för att få en stabil austenitisk struktur hålles nickelhalten 9 à 10 %. I vissa fall kan man dock stegra nickelhalten ända upp till 14 à 18 %.

18/8-stålet har generellt en högre beständighet än kromstålen i vanlig luftatmosfär samt i söt- och saltvatten. Utomhusbeklädnader av byggnader är avgjort att föredra av 18/8 eller 18/8-stål tillsatt med molybden. I kuststäder och på utsatta ställen bör analysen förstärkas med en Mo-halt på 1.5 à 2.5 %. Detta stål har också företräde så snart salthaltigt vatten berör stålet. Ståltypen har också funnit mycket vidsträckt användning i kemiska industrien. De finska sulfittfabrikerna använder det i stor utsträckning.

Men också de högst legerade stålen kan angripas av

saltvatten och bräckvatten liksom av andra kloridhaltiga lösningar. Det sker då gärna i form av punktangrepp, som kommer att beskrivas i det följande.

Så kallade stabiliserade 18/8-stål med titan eller niob/tantal som karbidbildande tillsatselement användas företrädesvis för drifttemperaturer över ca 450°. Genom att kolet bindes till dessa ämnen användes stålen för svetsade föremål i sådana fall, då värmningstiden vid svetsningen är särskilt lång. Det är fallet om det svetsade godset är grovt, såg över ca 10 mm. Rostbeständigheten hos dessa stål är jämställd med de vanliga 18/8-stålen.

De ferritaustenitiska stålen utmärkas av en mycket hög kromhalt, 24—27 %, och detta ger det passiva skiktet en hög stabilitet. Materialet kommer genom nickeltillsatsen, 4 à 5 %, att innehålla en del austenit, ungefär hälften av vardera austenit och ferrit. Beständigheten i luft och vatten är god och genom en tillsats av 1.5 % molybden ökar beständigheten i salt och bräckt vatten. Detta material användes med fördel till exempelvis propelleraxlar, då det har hög sträckgräns; den ligger betydligt högre än för 18/8-stålen.

Några olika typer av korrosion: punktangrepp, korngränsfretning, spaltkorrosion och spänningskorrosion.

Med *punktangrepp* avses lokalangrepp med ringa utbredning men ofta med betydande djup.

På ett rostfritt material börjar punktangreppet som ett genomslag genom den passiva hinnan och om syre saknas för att reparera skadan, d.v.s. återställa det passiva skiktets kontinuitet, kan korrosionen fortskrida på djupet på det genombrutna stället. Hur ett punktangrepp ser ut framgår av fig. 5. Här har genombrott skett på den passiva hinnan på enstaka punkter av rörets inneryta och detta angrepp har på vissa ställen fortskridit så långt, att väggen perforerats. Av en tämligen färsk amerikansk undersökning (Streicher i Journal of the Electrochemical Society, juli 1956) har det framgått, att genombrottet av den passiva hinnan företrädesvis äger rum i austenitens korngränser snarare än vid ickemetalliska inneslutningar, där dessa framträder i stålytan. Vid korngränser sker ett språng i ytans enregitillstånd och om detta influerar på det tunna oxidskiktets stabilitet i

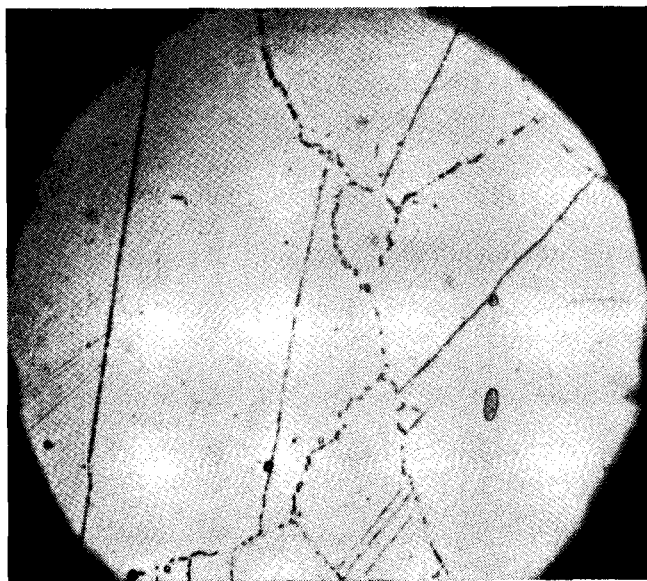


Fig. 4. Kromkarbider i austenitkornens gränser. 700 ×

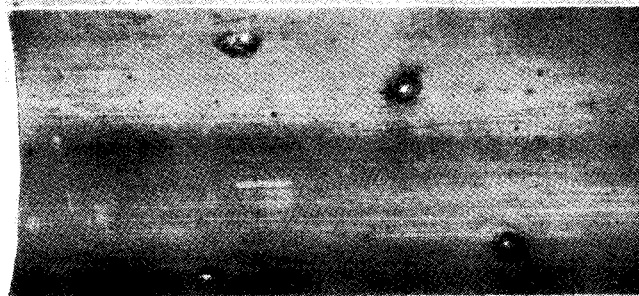


Fig. 5. Punktangrepp i ett rör av 18/8-stål. 0.7 ×

denna punkt, skulle ett genombrott kunna inträffa. Emellertid betonas från amerikanskt håll, att de faktorer, som bestämmer initieringen av punktangreppet äro till större delen okända.

Streicher (loc. cit.) beskriver de speciella fysiska och kemiska egenskaperna hos korngränserna och de under-

sökningar i stor mängd, som utförts för att söka klarlägga dessa. I korngränserna samlas företrädesvis föroreningar och de äro säte för utskiljningar av nya faser från den fasta lösningen samt för adsorption och för kemiskt angrepp. Korngränsen representerar en övergång från en kristallriktning till en annan. Sådana övergångszoner ha hög förekomst av ofullkomligheter i gittret t.ex. dislokationer, vilka företrädesvis angripas vid kemiskt angrepp. Dessa ofullkomligheter inverka sannolikt på strukturen och egenskaperna hos de filmer, som kan bildas på ytan. Den passiva filmen över sådana felställen innehåller sannolikt även strukturella oregelbundenheter, vilka på det sättet blir mera känsliga för nedbrytning än andra delar av ytan.

När en rostfri yta utsättes för en kloridhaltig lösning, försiggår sannolikt en adsorption företrädesvis i korngränserna av kloridjoner, vilka ha tendens att utestänga adsorptionen av det syre, som skulle kunna verka helande på filmen. Vid vissa felställen i den skyddande filmen, företrädesvis vid korngränserna, kan katjoner från metallen diffundera genom filmen lättare än på andra punkter.

Denna diffusionsprocess kan även accelereras, om kloridjoner bli inbäddade i den skyddande filmens gitter. Kloridjonerna skulle då förhindra uppkomsten av skyddande oxidfilmer. I sura lösningar lösas de fasta korrosionsprodukterna, som i annat fall skulle kunna tjäna att sätta igen de uppkomna hålen i den skyddande filmen.

Intensiteten hos det lokala angreppet, som leder till en fördjupning av gropen, är beroende av åtskilliga faktorer. Gropen utgör anod och den opåverkade ytan, som omger punkten för genomslaget, är katodisk i en cell, vars elektrolyt är den korroderande lösningen. Den metallyta, som utgör katod är mycket stor jämfört med den som tjänstgör såsom anod. Som ett resultat härav är ström-tätheten per ytenhet på katoden låg och stora areor kan utsättas för de oxiderande medel, som tjäna som depolarisatorer och sålunda stimulera den anodiska reaktionen. Strömtätheten vid anoden är mycket hög, varför det raskt uppstår en fördjupning i ytan trots att korrosionsprodukterna tendera att retardera denna reaktion. I vissa fall förenar sig syret med de metalljoner, som bildas genom korrosionen och det uppstår en skyddande oxidfilm. Emellertid är syret sällan närvarande i sådan mängd, att det kan få en dylik verkan, varför gropen förstoras.

Det på fig. 5 visade punktangreppet på ett 18/8-stål skedde från en lösning innehållande gelatin med ett pH-värde av 4.7—7. Gelatinlösningen innehöll också små mängder klorider, vilket är typiskt för fall, då punktangrepp visar sig på rostfritt stål av så höglegerad typ som 18/8-stål.

Bild 6 visar ett punktangrepp inuti ett rör av 17 % kromstål, som tjänat som förvärmare för svagt bräckt vatten med en salthalt av ca 0.1 %.

Vilka motåtgärder kunna då vidtagas för att förhindra uppkomsten av punktangrepp? Man kan gå fram på två vägar, nämligen dels öka motståndet hos legeringen mot uppkomst av startpunkter för gropangrepp och dels öka tendensen till passivering, d.v.s. förmågan att läka de sår, som kunna uppstå i den skyddande oxidfilmen. Man kan genom speciella legeringstillsatser till 18/8-stålet öka båda dessa faktorer. En inlegering av *kisel* synes öka beständigheten i korngränserna, vilka ju utgöra de primära lägena för punktangreppen. *Molybdentillsättning* till de rostfria 18/8-stålen förändrar inte egenskaperna hos korngränserna, men ökar avsevärt förmågan hos stålet att läka sår i den passiva filmen på ytan och att dra nytta av oxideran-

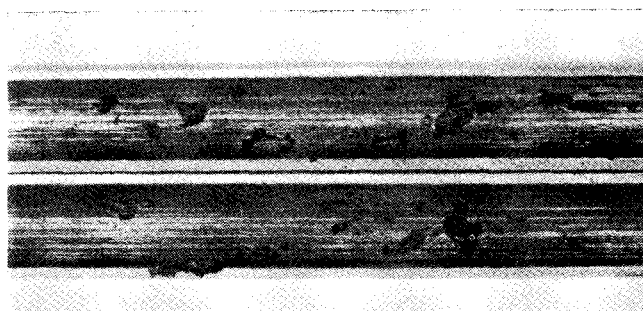


Fig. 6. Punktangrepp inuti ett rör av 17 % kromstål. 0.8×

de inhibitorer. En sänkning av kolhalten ökar såväl motståndet mot uppkomst av angreppspunkter som passiveringsförmågan. Streicher undersökte även en tillsats av kväve och dess inverkan men denna var mera svårbestämbar. Kväve tjänar som austenitbildare och borttar den ferrit som ett stål innehållande kisel och molybden har tendens att bilda. 18/8—2.5 Mo-stål, som innehåller fri ferrit, har större tendens att ge punktfrätning än motsvarande stål, som är fullständigt austenitiskt genom en något högre nickelhalt.

Särskilt molybden användes att öka korrosionsbeständigheten hos 18/8-stålen och det finns numera olika typer med resp. 1.5, 2.5 och 3.5 % molybden, som ger allt större beständighet mot dylikt punktangrepp ju högre molybdenhalten är. Specialstål finnes med en tillsats av koppar utöver molybdentillsatsen, varigenom beständigheten mot punktangrepp ytterligare stegras.

Med *korngränsfrätning* avses korrosion i eller tätt invid korngränserna i ett material.

När de rostfria 18/8-stålen började produceras i större omfattning på 1920-talet låg kolhalten hos stålen i allmänhet mellan 0.10—0.20 %. Anledningen härtill var, att det mötte betydande svårighet att erhalla ferrokrom med tillräckligt låg kolhalt för att få en lägre kolhalt i stålet än 0.10 à 0.20 %.

När denna ståltyp sedan fördes ut i industrien i form av behållare, ledningar och andra apparatdelar, särskilt inom den kemiska industrien, förekom det ofta att svetsning tillgreps för att förena apparaturens byggnadselement. Rätt snart upptäckte man att apparatur, som var framställd på detta sätt började läcka under inverkan av en del agenser, som förekommer inom olika industrier. Det var ej i själva svetsen utan i en zon på ömse sidor om svetsen, där läckage uppträdde. Mikroundersökning av dessa områden visade omedelbart, att korrosionen gick fram i austenitkornens gränser så att en vägg om 2 à 3 mm tjocklek kunde genomträngas på ganska kort tid. Vätskan sipprade ut, utan att man med blotta ögat kunde upptäcka något egentligt korrosionsangrepp på materialytan.

Étt omfattande forskningsarbete vidtog för att klarlägga detta fenomen och man upptäckte ganska snart, att *kolhalten* i stålet har en väsentlig andel i företeelsen.

Man framställde serier av 18/8-stål med kolhalter från ca 0.15 % ned emot 0.05 %, men de sista stegen mötte betydande svårigheter att uppnå. Sådant material svetsades ihop, varefter man utförde korrosionsprov och studerade vad som hände på ömse sidor om svetsen. Med sjunkande kolhalt minskade tendensen till denna typ av angrepp. Man utförde även provningsserier vari materialet underkastades en uppvärmning under varierande tider vid temperaturer mellan ca 450° och ca 850°C. Man fann, att inom ett relativt begränsat temperaturområde

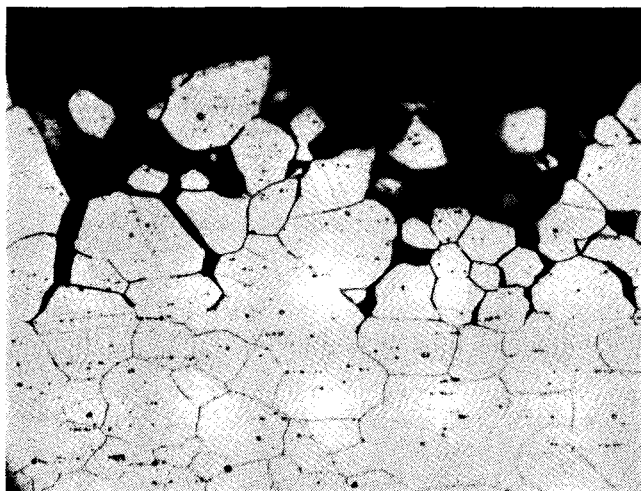
mellan ca 650 och 700° krävdes förhållandevis kort tid för att korrosionsbeständigheten i materialets korngränser skulle starkt minska. Vid lägre temperatur än ca 650° krävdes en avsevärd tid för att frambringa fenomenet och vid temperaturer över 700° minskade successivt känsligheten för korngränsangrepp vid stigande temperaturer resp. längre tider.

Karbider kunna utfalla i austenitkornens gränser, när ett släckglödgat austenitiskt stål med en kolhalt på säg ca 0.10 % anlöpes vid 550 à 600°. På bild 4 ses kromkarbider i korngränserna. Det kol, som förekommer i fast lösning i materialet, sedan detta underkastats den sedvanliga släckglödningen vid ca 1.050° följt av snabb kylning i vatten, utfaller i form av karbider längs austenitens korngränser. Karbiderna drar åt sig den kromhalt, som finns i omedelbar närhet av korngränserna, så att austenitkornen blir utarmade på krom i närheten av korngränserna. Till följd härav nedsättes väsentligt korrosionsbeständigheten, då den lägre kromhalten självklart medför en lägre korrosionsbeständighet hos ett rostfritt material.

Av de medel, som tillgripits för att motverka tendensen för korngränsfrätning må nämnas:

1. Sänkning av kolhalten till lägsta möjliga. Numera finns i marknaden material med kolhalten max. 0.03 %.
2. Värmning av föremålet till ca 875° för att minska känsligheten för korngränsfrätning vid en efterföljande uppvärmning till temperaturer lägre än 875°.
3. Minskning av austenitkornstorleken för att motverka angreppsintensiteten.
4. Användande av kallvalsat material i vilket de talrika glidplanen utgöra utfällningsplatser för karbider vid en efterföljande uppvärmning.
5. Tillsättning av element som orsaka uppkomst av delta-ferrit i strukturen, i vilka areor utfällning av karbider företrädesvis kommer att ske.
6. Tillsättning av element med stor affinitet till kol, vilka sålunda bilda karbider, varigenom kolet inte kommer att bindas till kromen och sänkningen av austenitens kromhalt intill korngränserna undvikas.

Av dessa metoder är den först nämnda, d.v.s. sänkning av kolhalten, och den sist nämnda, d.v.s. tillsättning av karbidbildande element, de två, som kommit till den största praktiska användningen.



250×

Fig. 7. Korngränsfrätning vid ytan av ett 18/8-stål.

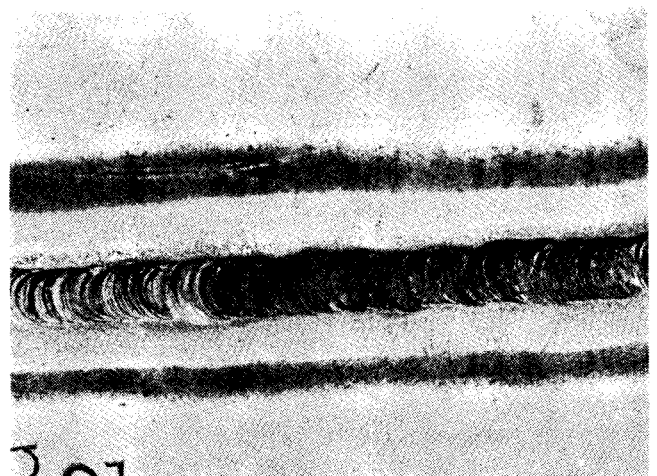
Fig. 7 visar ett drastiskt fall, där korngränsfrätning från ytan har separerat austenitkristallerna från varandra.

Som tidigare nämnts är det inte i själva svetsen — det pålagda svetsmaterialet — som en korngränsfrätning uppträder, utan det är i de två områden på ömse sidor om svetsen, där materialet uppvärms till en temperatur av ca 650—700°. Fig. 8 visar med all tydlighet var angreppet sätter in, nämligen i de mörkfärgade zonerna på ömse sidor om svetsgodset.

Kolet har vid rumstemperatur en löslighet av max. 0.02 % i 18/8-stålets austenitiska grundmassa. Vad som är därtöver är i tvångslösning i grundmassan, sedan materialet släckglödgats från 1.050°. De svenska erfarenheterna visa emellertid, att ett 18/8-stål med en kolhalt av max. 0.06 % kan i de allra flesta fall användas för svetsningsarbeten av normal omfattning för byggnad av kärl, rörledningar och annan apparatur för kemisk industri. Allt sedan slutet av 1920-talet har i Sverige tillverkats 10.000-tals ton av denna ståltyp, som användes för svetsningsarbeten i apparaturer för olika kemiska industrier. Man kan säga att det är endast i sällsynta undantagsfall det har visat sig, att en korngränsfrätning uppstått på ömse sidor om en svets i dylikt material. Endast i de fall, där godstjockleken är mycket stor så att materialet genom påläggning av flera svetssträngar i fogen blir uppvärmt upprepade gånger, kan man spåra en karbidutfällning, som kan ge anledning till korngränsfrätning.

På senaste tid har i tidskriftslitteraturen försiggått en kampanj för material med kolhaltsläget max. 0.03 %. Man skulle då vara än säkrare mot karbidutfällning än i stålet med max. 0.06 % C. Emellertid är kostnaderna för framställning av detta lågkolhaltiga stål högre än kostnaden för framställning av stålet med max. 0.06 % C och materialet med den låga kolhalten är dessutom ytterst känsligt under hela tillverkningsproceduren för uppkolningar vid glödningar etc.

Emellertid har 1951 ett par amerikanare visat, att kolhalten måste sänkas ner till under 0.007 % för att man skall vara absolut säker på att inga karbider skall utfalla under en 6-veckors glödning vid 700°. Så låg måste alltså kolhalten vara, för att man skall kunna använda materialet för kontinuerlig tjänst vid temperaturer från 500—800°. Det lågkolhaltiga materialet med max. 0.03 % C kan vara speciellt lämpligt, då det gäller komplicerade



1.5×

Fig. 8. Områden med korngränsfrätning på ömse sidor om en svets.

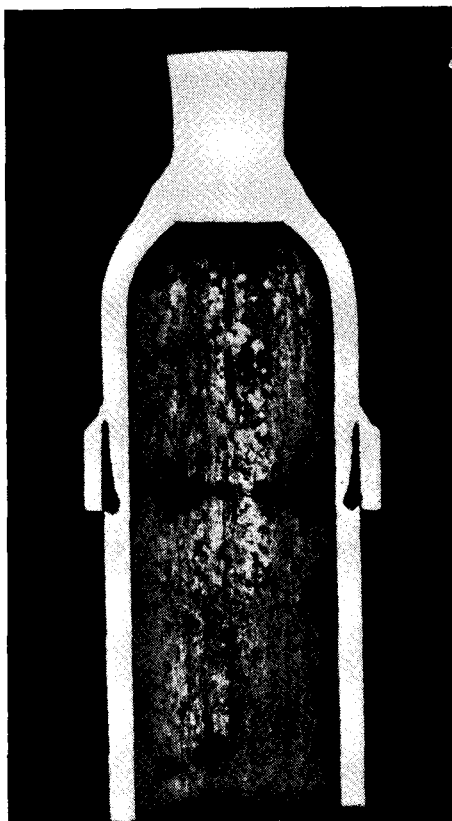


Fig. 9. Förvärmarrör av 13 % kromstål med spaltkorrosion mellan rör och ensidigt påsvetsad ring.

svetsningar eller tjockväggiga konstruktioner, där väggen blir uppvärmd en längre tid intill en svets på grund av att flera svetssträngar måste nedläggas. Det kan här tilläggas, att det lågkolhaltiga materialet har en viss högre beständighet mot speciella agenser. Detta är fallet vid salpetersyra av hög koncentration och temperatur.

Den andra metoden att förhindra korngränsfrätning är att tillsätta ett element med stor affinitet till kol t.ex. titan eller niob. I stabiliserade stål bindes kolet till titan- resp. niobkarbider, varigenom kromkarbidutskiljningar i korngränserna inte sker vid svetsning eller vid långvariga glödgningar inom det kritiska temperaturområdet. I de fall materialet skall arbeta långa tider vid temperaturer över ca 450° är ett stabiliserat material att föredraga, särskilt som tillsättningen av titan eller niob även medför en höjning av 18/8-stålets varmhållfasthet, vilket är av betydelse i många sammanhang.

För normala användningsändamål d.v.s. där materialet under sin användning i den kemiska fabriken inte blir utsatt för högre temperaturer än såg 200 à 300° och om materialet under installationen svetsas på normalt sätt, d.v.s. godstjocklekarna inte är onormalt stora, finnes ingen anledning att använda ett stabiliserat material. Särskilt genom tillsättning av titan som stabilisator införes i stålmaterial även ickemetalliska inneslutningar i form av titannitrider, som så att säga nedsmutsar materialet. Passiviteten på ytan kan därigenom nedsättas. Detta förhållande föreligger emellertid inte vid tillsats av niob som stabiliserande element. Niob-stålet är emellertid rätt mycket dyrare än det titan-tillsatta materialet.

Korngränsfrätning kan också uppträda hos 17 %-iga kromstål och de austenit-ferritiska stålen med 27 % Cr och 5 % Ni. Botemedlet är för de 17 %-iga kromstålen

en titantillsats, medan de senare stålen böra glödgas efter en svetsningsoperation.

Vi kommer så över till begreppet *spaltkorrosion*. Detta är en korrosion, som ger sig till känna som en lokalt stegrad korrosion i trånga spalter och den orsakas därav, att vätska lätt samlas i dessa spalter eller att omsättning av vätska försvåras. Korrosionstypen har stor praktisk betydelse i samband med utformningen av konstruktioner. I den trånga spalten mellan två detaljer, som äro sammanfogade exempelvis medelst nitning eller två detaljer, som på annat sätt ligga tätt intill varandra med ett litet mellanrum, kan condensat eller fukt utifrån samlas och hållas kvar långa tider även sedan de yttre delarna av konstruktionen torkat. Spaltkorrosionen uppträder gärna på icke-rostfria material, men även de rostfria stålen uppvisa denna typ av angrepp. Fig. 9 visar ett förvärmarrör av 13 %-igt kromstål med en utvändigt påsvetsad ring av samma material. Inuti förvärmartuben går ånga, medan vitlut passerar utsidan. Denna lut har ingen nämnvärd korroderande inverkan på materialtypen. Emellertid har lut kunnat tränga in mellan ringen och tubväggen underifrån. Genom den högre temperaturen i spalten har koncentrationen hos luten avsevärt stegrats i spalten och ett kraftigt angrepp har skett. Här kom man ifrån spaltkorrosionen genom den enkla åtgärden att svetsa fast ringen på undersidan.

Ett annat intressant fall av spaltkorrosion framgår av fig. 10, som visar ett rör med en fläns, båda i 18/8-kvalitet med 2.5 % Mo. Röret har under ett år legat nedsänkt i havet utanför svenska västkusten. För undersökning av olika förbindningar mellan rördelar var detta bl.a. försett med en invalsad fläns. Två flänsar voro hopdragna med genomgående bultar i fyra hål. En mycket

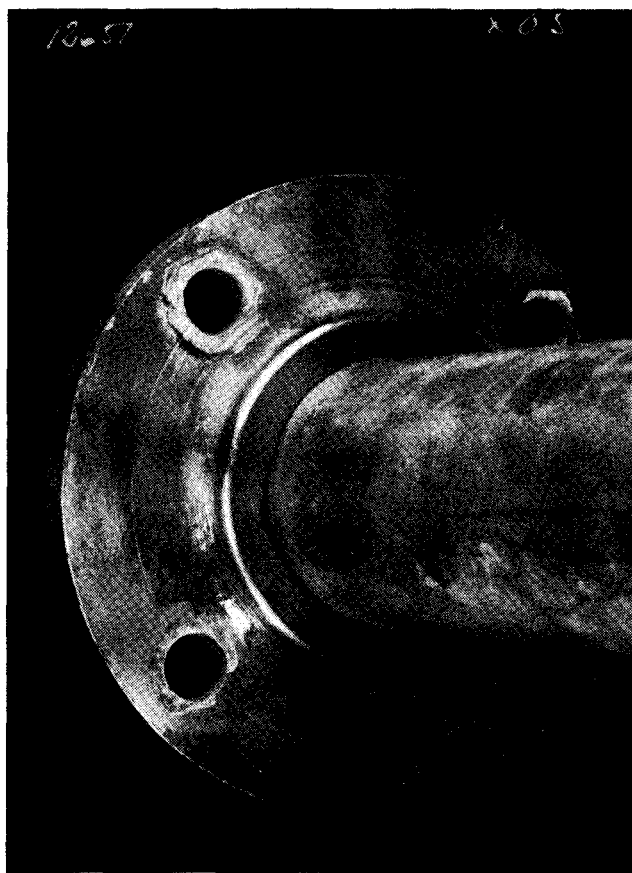


Fig. 10. Rör och fläns av 18/8 2.5 Mo-stål med spaltkorrosion. 0.5x

kraftig spaltkorrosion har uppstått mellan flänsen och röret samt kring bulthålen under bultarnas skallar. Man ser tydligt den sexkantiga formen hos bultskallarna som avtryck på flänsytan.

Fig. 11 visar en bult, som suttit i den fläns, som visades i fig. 10. Även denna bult är utförd av 18/8-material med 2.5 % Mo. Muttern visar som väntat spaltkorrosion på den yta, som legat an mot flänsen men även under muttern i gängan har bulten kraftigt angripits genom spaltverkan. I dessa smala spalter har angrepp inträtt och passivering inte kunnat ske, därigenom att syre inte haft tillfälle att diffundera in och hela den skadade passiva filmen.

Spaltkorrosion kan också uppstå på rostfritt material i havsvatten, då materialet ligger an emot ett icke metalliskt föremål, såsom stenar på botten osv.

Det sista korrosionsproblemet, som här tas upp till behandling är *spänningskorrosion*. Denna art av korrosion uppkommer genom samverkan mellan statiska dragspänningar i metallen och ett korroderande medium, resulterande i sprickbildning. Spänningarna kan vara kvarstående inre, pålagda yttre eller båda i kombination.

Det är speciellt 18/8-stålen, som i vissa medier visa sig känsliga för spänningskorrosion. Fig. 12 visar ett väl utbildat exempel på spänningskorrosion orsakad av en lösning av zinkklorid och saltsyra på ändan av en tub, som varit invalsad i en gavelplåt. Spänningskorrosionssprickor ha uppstått på innerytan utefter den linje, som begränsar invalsningen inåt tuben samt på den uppflänsade ändan av röret.

Det är speciellt lösningar, som innehålla halogener sålunda klorider, fluorider etc. som ge upphov till korrosion på delar av stålet, som är utsatta för eller som innehålla spänningar.

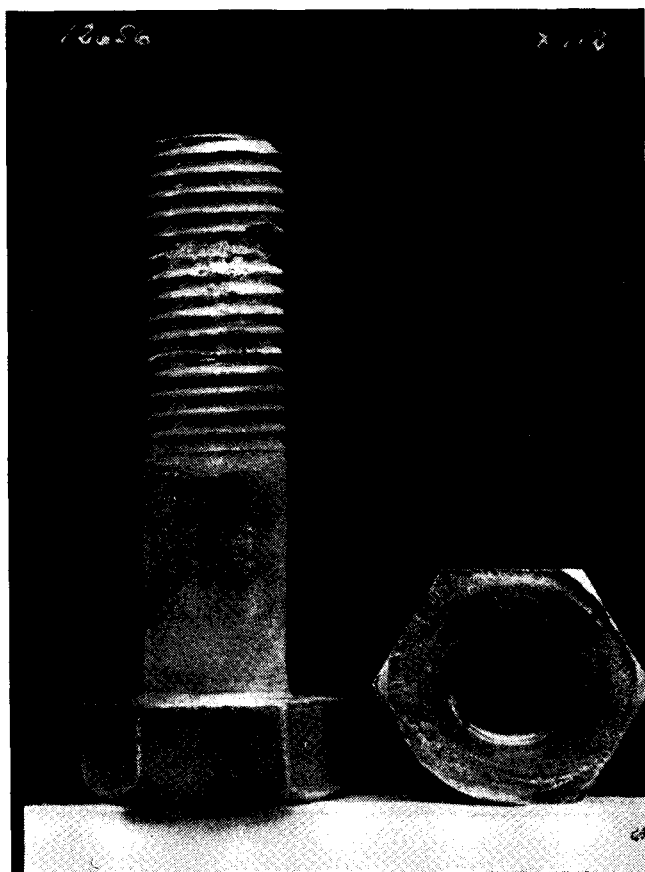


Fig. 11. Bult till fläns i fig 10, med spaltkorrosion. 1.2 ×

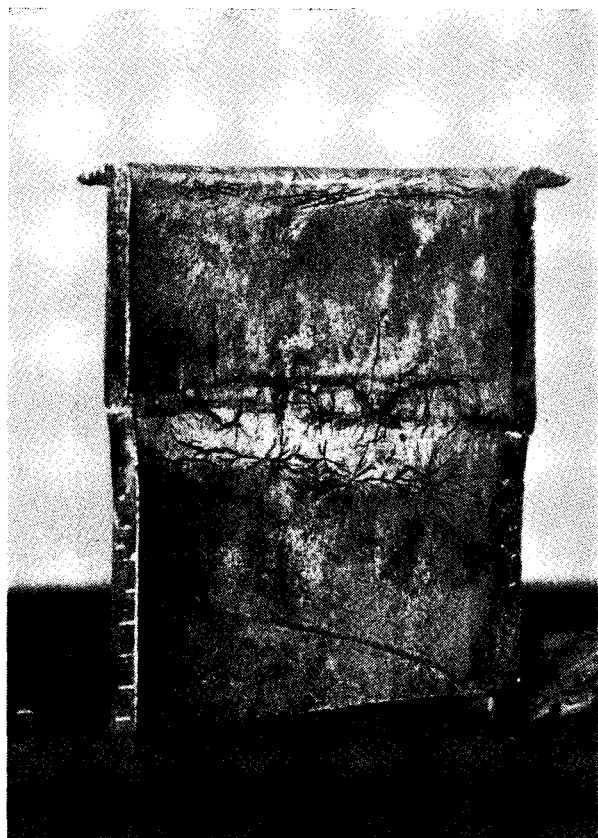


Fig. 12. Starkt utbildad spänningskorrosion på invalsad ända av en tub av stål med 18 % Cr och 20 % Ni. 1 ×

Enligt en tidigare uppfattning skulle det föreligga en viss minimipåkänning för att framkalla spänningskorrosion. Emellertid tyder senare forskningar (Hoar och Hines) på att även mycket låga spänningar kunna framkalla spänningskorrosion. Spänningens storlek påverkar längden av en induktionstid, d.v.s. tiden innan sprickbildningen startar.

I mikrostrukturen ger spänningskorrosionen upphov till ett system av sprickor, som framgår av fig. 13. Från en viss punkt på ytan går en vitt förgrenad spricka inåt i materialet och framtränger, dels efter korngränserna i austeniten, dels övertvårande austenitkornen. Det sista är karakteristiskt för korrosionsarten. Fig. 14 visar en sådan spricka i större förstoring, varav tydligt framgår hur sprickorna dels går fram efter korngränserna, dels tvärs igenom austenitkornen. I detta fall har materialet utsatts för svagt kloridhaltiga lösningar och samtidigt varit utsatt för mekaniska spänningar i form av värmspänningar, som uppstå vid temperaturvariationer i en kemisk apparatur.

Även de spänningar, som uppstå i en stålplåt vid en klippkant kan vara tillräckliga för att framkalla spänningskorrosion, fig. 15. Plåtarna ha varit nedsänkta till hälften i kokande vattenledningsvatten under 4 dygn. Man ser hur spänningskorrosionssprickor uppstått i den vid klippningen bearbetade kanten. Det kunde konstateras i detta fall, att en avsevärd koncentrerings av koksalt skett på plåtytan omedelbart ovanför vattenlinjen.

Det framgår ganska klart vad man har att göra för att undvika detta obehagliga slag av korrosion. Man får avlägsna spänningarna i materialet så vitt möjligt. Om möjligt avlägsnas halogenföreningarna. Slutligen kan man genom att legera stålet med molybden öka stålets

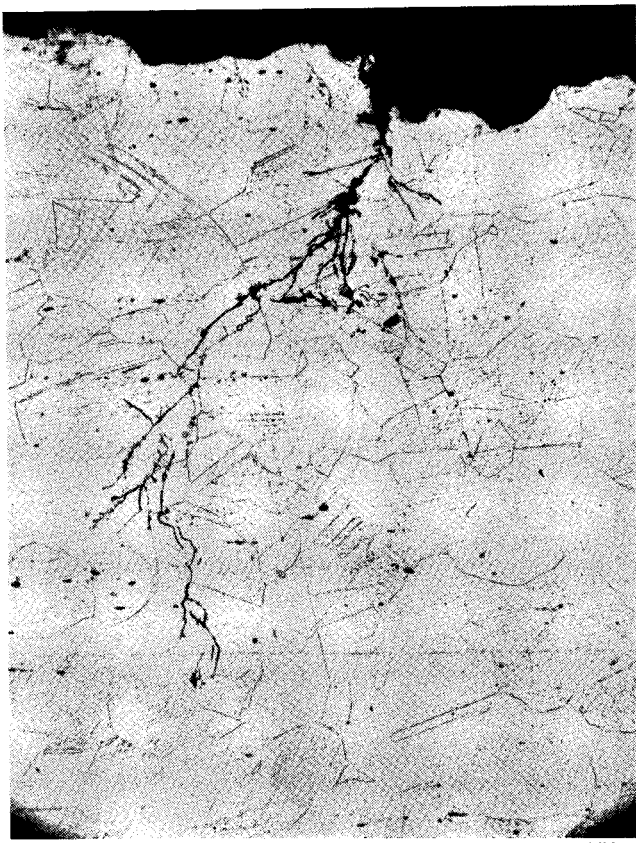


Fig. 13. Spänningskorrosionsspricka i 18/8-stål.

beständighet, men även i de högst legerade stålen kan spänningskorrosion uppträda under mera svårartade driftförhållanden.

De martensitiska kromstålen äro särskilt känsliga för inverkan av kloridhaltiga lösningar, när spänningstillstånd finns i materialet. I ett fall föreskrev en kund, att ett tunt kallvalsat, härdat bandstål av 13 %-igt kromstål med 0.35 % C, skulle kunna bockas i en slinga med rätt liten bockningsradie och sitta nedstucken i en 3 %-ig koksaltlösning under ett par timmar. Denna fordran var omöjlig att uppfylla, enär sådana spänningar uppstodo, att provet efter några minuter gick till brott. Genom en legering av materialet med molybden kan man i någon mån öka beständigheten mot spänningskorrosion. Ett



Fig. 14. Spänningskorrosionsspricka i 18/8-stål, större förstoring.

annat fall är kirurgiska instrument, som kunna bli utsatta för spänningskorrosion, då kroppsvätskans salthalt är tillräcklig för att åstadkomma denna korrosionsart.

Slutord.

En mångfald olika arter av korrosion på de s.k. rostfria stålen ha behandlats i det föregående. Det kan tyckas att dessa stål äro mycket känsliga för angrepp och att deras praktiska användbarhet härigenom skulle vara ganska begränsad. Visst finns det andra metaller och legeringar som kunna uppvisa betydligt bättre motståndskraft i somliga mycket aggressiva lösningar. I sådana fall bör man utnyttja dylika metaller och legeringar men de betinga ofta ett högt pris. De s.k. rostfria stålen ha dock i praktiken visat sig ekonomiska i så många sammanhang, att de blivit ett av den kemiska industriens bästa byggnadsmaterial för apparaturer. På många av samhällslivets områden är rostfritt stål ett självklart material. Kort sagt: rätt nyttjat ger det rostfria stålet god ekonomi.

Summary.

A short description is given of the mechanism of the galvanic corrosion of steel. With a chromium content of more than abt. 12 per cent in the steel, the surface appear in a passive state. The main groups of stainless steels and their properties are mentioned.

Four different types of corrosion on stainless steel are described, viz. pitting, intergranular corrosion, crevice corrosion and stress corrosion. The characteristics of the four types of corrosion are in some detail passed, regarding the influence of steel composition, surface condition and corrosive media. Measures to avoid corrosion of the types mentioned are stated.

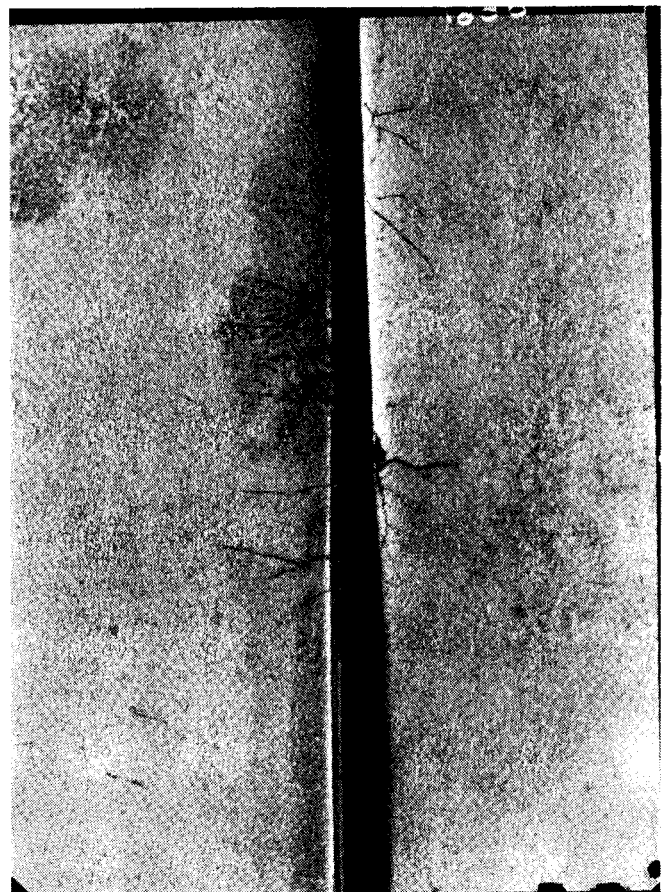
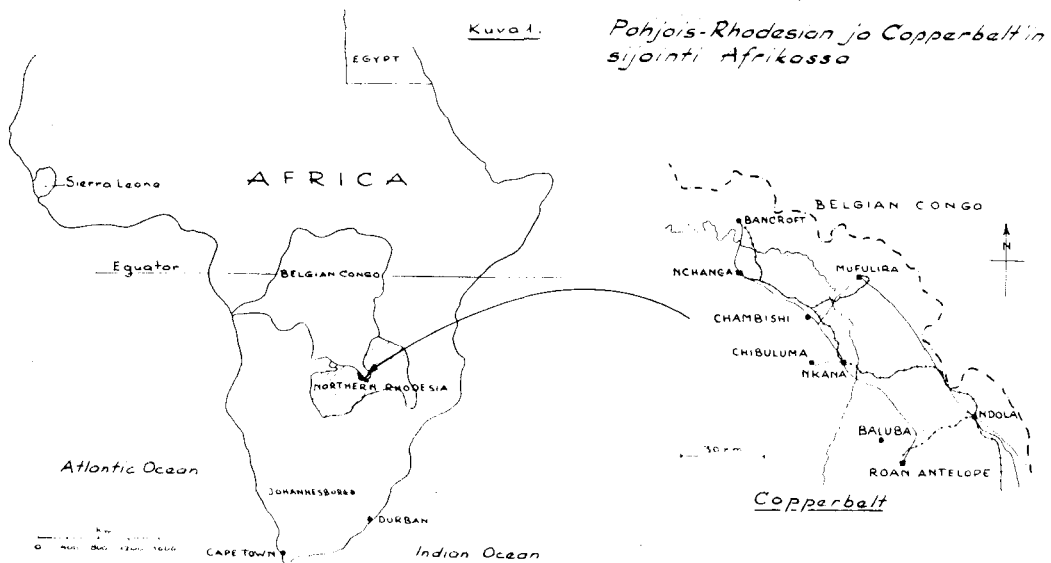


Fig. 15. Spänningskorrosion vid klippkant på plåt av 18/8-stål.



COPPERBELT — POHJOIS-RHODESIAN KAIIVOSALUE

Dipl.ins. Osmo Vartiainen, Outokumpu Oy, Pori

Yhdysvaltojen jälkeen maailman toiseksi suurin kuparin tuottaja viime vuosina on ollut Chilen ohella Pohjois-Rhodesia, jossa kupariteollisuus on rajoittanut Copperbelt-nimellä tunnetulle alueelle. Samaan geologiseen vyöhykkeeseen kuuluvat myöskin Belgian Kongon Katangan suuret kuparikaivokset muodostaen Copperbelt'in kanssa erään suurimpia yhtenäisiä kuparin tuottaja-alueita maailmassa.

Koska Suomen vuoriteollisuus suurelta osaltaan on juuri kupariteollisuutta, lienee aiheellista näin »Vuoriteollisuus»-lehden palstoilla lyhyesti kuvailla brittiläisen maailmanvallan tärkeintä kupariteollisuusaluetta, jolla allekirjoittanut työskenteli vuosina 1954—57 ollessaan Rhodesian Selection Trust Services Ltd:n palveluksessa.

Pohjois-Rhodesian Copperbelt sijaitsee (kuva 1) trooppisella alueella Keski-Afrikassa 12—14. leveysasteella (eteläistä) ja suurinpiirtein samalla pituusasteella kuin millä Outokummun kaivoskin korkeuden merenpinnasta ollessa n. 1000—1500 m, mistä johtuen alue ilmastollisesti kuuluu subtrooppiliseen vyöhykkeeseen. Copperbelt rajoittuu pohjoisessa Belgian Kongoon.

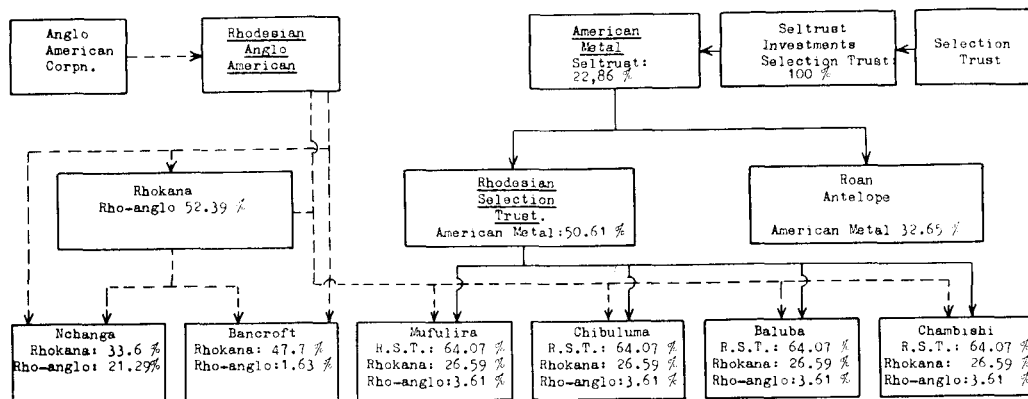
Omistussuhteiden nojalla Copperbelt'in kaivokset jakautuvat kahteen ryhmään, nimittäin englantilais-amerikkalaiseen ja etelä-afrikkalais-englantilaiseen ryhmään. Kaivosten osakkeiden prosenttuaalinen jakautuminen vuonna 1955 on esitetty kuvassa 2.

Copperbelt'illä on tällä hetkellä kuusi toimivaa kai-

vosta ja kaksi tutkimusten alaisena olevaa malmiota. Näiden kuuden kaivoksen yhteislouhinta on n. 22—24 milj. tonnia vuosittain ja kokonaismetallimäärä n. 500 000 tonnia kuparia ja n. 1800 tonnia kobolttia vuosittain. Kaivokset tuottavat kuparin ja kobolttin ohella pienempiä määriä kultaa ja hopeaa sekä eräs kaivos uraania. Minimalmivarat lasketaan n. 750 milj. tonniksi sisältäen n. 20 milj. tonnia kuparia. Lisäksi Baluba-malmio, joka on parhaillaan tutkimuksen alaisena, lienee eräs maailman suurimpia kobolttimalmeja sisältäen n. 70 milj. tonnia malmia, jossa Cu: Co on n. 10:1 kobolttipitoisuuden ollessa keskimäärin n. 0,20 %. Kun vielä mainitaan, että yksistään kaivosten palveluksessa on noin 7000 valkoihoista ja noin 40 000 alkuasukasta, saa jonkinlaisen käsityksen k.o. alueen mittasuhteista. Kaiken kaikkiaan n. 350 000 ihmistä saa joko suoranaisesti tai välillisesti toimeentulonsa kaivosteollisuudesta.

Copperbelt-alue on noin 150 km pitkä ja 100 km leveä. Se laajenee kuitenkin jatkuvasti sitä mukaa kuin uusia malmiesiintymiä löydetään. Tällä hetkellä seuraavat kaivokset ovat toiminnassa: Roan Antelope, Nkana (ja sen yhteydessä oleva Mindola), Mufulira, Nchanga, Chibuluma ja Bancroft sekä tutkimusten alaisina Chambishi ja Baluba.

Kaivosten louhinta- ja tuotantokapasiteetit on esitetty Taulukossa I.



Kuva 2.

Taulukko I:

Copperbelt'in kaivosten louhinta- ja tuotantokapasiteetit.

Kaivos	Paikka kunta	Kaivos-toiminta aloitettu vuonna	Louhinta milj. tonnia/vuosi	Tuotanto, tonnia /vuosi (short tons)	
				kuparia	kobolttia
Roan Antelope	Luanshya	1931	5,3—5,7	100 000	—
Rhokana (Nkana ja Mindola)	Kitwe	1931	4,5—5,0	95 000	1200
Mufulira 1)	Mufulira	1933	4,3—4,5	112 000	—
Nchanga	Chingola	1939	2,7—3,0	123 000	—
Chibuluma	Kalulushi	1955	0,5	20 000	600
Bancroft 2)	Bancroft	1957	1,7	48 000	—
Chambishi 3)					
Baluba 4)					

Vuoden 1957 kuluessa sekä Roan Antelope — että Mufulira — kaivos supistivat tuotantoaan 10 %:lla joutuessaan osittain kuparin hinnan laskusta maailmanmarkkinoilla.

Geologia.

Malmi esiintyvät yleensä prekambrialisissa sedimenteissä, joissa primääriset malmi ovat sulfidi-impregnaatioina malmimineraalien ollessa pääasiassa borniittia, kuparikiisiä ja kalkosiittia. Lisäksi esiintyy vaihtelevia määriä kovelliinia, malakiittia, atsuriittia, tenoriittia, kupriittia, krysokollaa ja pelkkää kuparia, joiden osuus kokonaiskuparimäärästä eräissä kaivoksissa saattaa olla jopa 50 %-akin, eräissä ne taas esiintyvät ainoastaan harvinaisuuksina.

Yleensä karbonaatti- ja oksidikuparimineraalit esiintyvät rapautuneissa pintakerroksissa, joiden paksuus on noin 100—300 m. Kuparikiisun osuus suurenee syvyyden kasvaessa borniitin ja kalkosiitin ollessa muina kupari-

mineraaleina. Sedimentit ovat muodostuneet konglomeraateista, arkoosihiikkakivistä, kvartsiiteista, liuskesavista ja dolomiiteista. Sedimentit ovat usein voimakkaasti poimuttuneet.

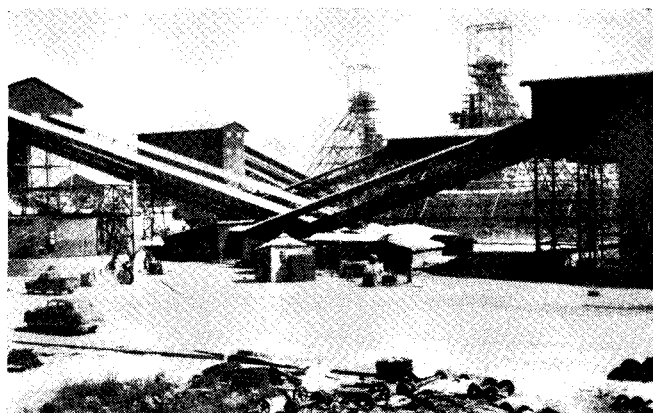
Koboltti esiintyy yleensä sulfideina, joista yleisimmät ovat karroliitti ja linneitti. Hyvin usein sitä tavataan myöskin pyriitin hilassa sekä oksideina.

Kuparimalmien muodostumistapaa ei ole vielä täysin selvitetty, mutta syngeneettinen teoria näyttää olevan todennäköisempi kuin epigeneettinen.

Louhinta

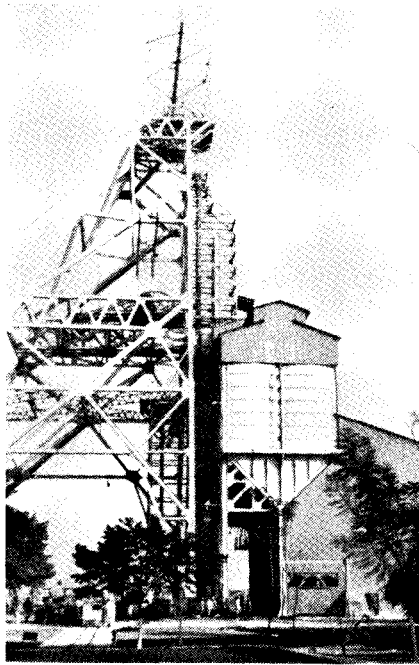
Malmien louhinnassa käytetään yleisesti välitasolouhinta tai sen muunnoksia riippuen paikallisista olosuhteista.

Roan Antelope-kaivoksella pääkuljetustasot ajetaan 60—150 m:n pystyvällein joko malmin jalassa tai malmissa. Louhosten suuruus on keskimäärin n. 13—15 m kulun suunnassa ja n. 60 m kaateen suunnassa vaaka-suoran leveyden vaihdellessa n. 2,5—15 m:n välillä riippuen malmion paksuudesta. Irroitettu malmi lasketaan louhoksesta jokaisen räjäytyksen jälkeen. Louhoksen tyhjennettyä välipilarit räjäytetään, jolloin saadaan aikaan katon nopea sortuminen, mikä jatkuu usein maanpinnalle asti. Loivia malmeja louhittaessa raappaus on usein tarpeellinen.



Kuva 3. Nchanga. Copperbelt'illä käytetään yleisesti teräsrakenteisia nostotorneja. Etualalla kärke- ja välimurskaamot siiloineen. Murskaamo on useimmiten erillään itse rikastamoraakennuksesta ja vieläpä eristeiset murskausvaiheetkin sijoitetaan erillisiin rakennuksiin, joiden rakennemateriaalina käytetään teräspalkkien varaan kiinnitettyä rautalevyä.

- 1) Vuonna 1956 tehdyn suunnitelman mukaisesti kaivoksen kapasiteettia tullaan lisäämään lähimpien vuosien kuluessa n. 168 000 tonniin kuparia/vuosi.
- 2) Kaivos on aloittanut tuotantonsa vuoden 1957 alusta ja kapasiteettia nostetaan siten, että se vuonna 1959 on n. 96 000 tonnia kuparia/vuosi.
- 3) Tutkimusten alaisena. Malmivarat n. 35 milj. tonnia n. 3,5 %:sta kuparimalmia. Suunniteltu avattavaksi vuonna 1960 louhinnan ollessa n. 500 000 tonnia vuodessa.
- 4) Tutkimusten alaisena. N. 70 milj. tonnia kupari-kobolttimalmia.



Kuva 4. Roan Antelope, Irwin-nostokuilu, jonka kautta nostetaan noin 50 % louhitusta malmista eli n. 2,5–2,8 milj. tonnia/vuosi ja lisäksi puolet nostettavasta raakasta (n. 1/10 malmin määrästä). Kuilussa on kaksi malminnosto-osastoa ja henkilöhissikuilu. Hissikori on kaksikerroksinen ja siihen mahtuu 68 miestä/kerros. Kipan kapasiteetti on 12 tonnia. Irwin-nostokuilun lisäksi on toiminnassa Storke-nostokuilu, jonka kautta tulee toinen puoli nostettavasta malmista. Kaiken kaikkiaan Roan Antelope-malmin louhimista varten on tähän mennessä avattu 24 kuilua ja kaivoskäytäviä on ajettu n. 1700 km.

Mufuliran kaivoksella on muutamia vuosia sitten siirrytty lohkosorrostalouhintamenetelmään, jolloin kolme lähekkään olevaa malmiota louhitaan yhdessä.

Chibuluman louhintamenetelmä on periaatteessa sama kuin Roan Antelope:ssa käytetty paitsi, että louhokset täytetään hiekalla (< 10 %—325 mesh, rikastamon jäätettä) ennen pilarien louhintaa, mikä suoritetaan »cut and fill» — menetelmää käyttäen.

Malmija ympäröivät kivilaadut ovat yleensä hyvin risaisia, joten veden poistaminen kaivoksesta on kaikkien Copperbelt'in kaivosten yhteinen probleema. Esimerkiksi Mufuliran kaivoksesta pumpataan vettä noin 10 kertaa enemmän kuin malmia.

Mainittakoon, että ensimmäinen Koepe-nostokonesysteemi Copperbelt'illä otettiin käyttöön Bancroft'in kaivoksella.

Rikastus

Rikastustekniikan kannalta katsoen louhinnan alaisina olevat malmityypit voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin:

1. Kuparisulfidimalmit: Roan Antelope, Mufulira.
2. Kuparisulfidi — kobolttisulfidimalmit: Chibuluma.
3. Kuparisulfidi — kuparioksidimalmit:*) Nchanga, Bancroft.
4. Kuparisulfidi — kobolttisulfidi — oksidimalmit: Nkana (+Mindola).

Malmien ja niistä saatavien rikasteiden tyypilliset analyysit on esitetty Taulukossa II.

Taulukko II. Eri kaivosten malmien ja niistä saatujen tuotteiden tyypilliset analyysit.

Tuote	Analysoitu metalli	Kaivos/Analyysi %						
		Roan Antelope	Mufulira	Chibuluma	Nchanga		Bancroft	Nkana
					sulfidirikaste	oksidirikaste		
Malmi:	Cu	2,1	3,4	5,2	4,7	—	3,2	3,2
	oks. Cu	0,17	0,15	—	2,0	—	**)	—
	Co	0,02	—	0,25	—	—	—	0,11
	S	1,15	1,15	1,4	—	—	—	—
	Fe	4,1	1,3	—	—	—	—	—
Kuparirikaste:	Cu	39	48	32	52	15,0	—	47
	oks. Cu	0,9	0,6	—	4,3	11,5	—	—
	Co	—	—	0,25	—	—	—	0,55
	S	23	20	28	—	—	—	—
	Fe	—	—	25	—	—	—	—
liukenem.	19	18	12	—	—	—	—	
Kobolttirikaste:	Co	—	—	4,5	—	—	—	3,5
	Cu	—	—	9	—	—	—	23
	S	—	—	35	—	—	—	40
	Fe	—	—	30	—	—	—	17
	liukenem.	—	—	18	—	—	—	20

Huom. Y.o. lukujen tarkoituksena on antaa ainoastaan suuruusluokkainen kuva k.o. materiaalien metallipitoisuuksista.

*) Tässä yhteydessä käytetty »kuparioksidimalmi»-nimitys sisältää myöskin kuparikarbonaatti- ja silikattimineraalit sekä pelkän kuparin (native copper).

**) Kaivoksen toiminta oli vuoden 1957 kesällä niin alkuasteellaan, ettei analyysijä ole syytä antaa julkisuuteen. On todennäköistä, että kuparioksidirikaste tulee sisältämään n. 10 % Cu, jolloin se hyvin soveltuu syötettäväksi Nchangan liuotuslaitokseen. Toistaiseksi (1957) sulfidi- ja oksidirikasteet sulatetaan yhdessä.

Kuten malmien geologisesta rakenteesta jo voidaan päätellä, niin sulfidimineraalien vaahdotusrikastukseen vaikuttavat lähinnä seuraavat tekijät:

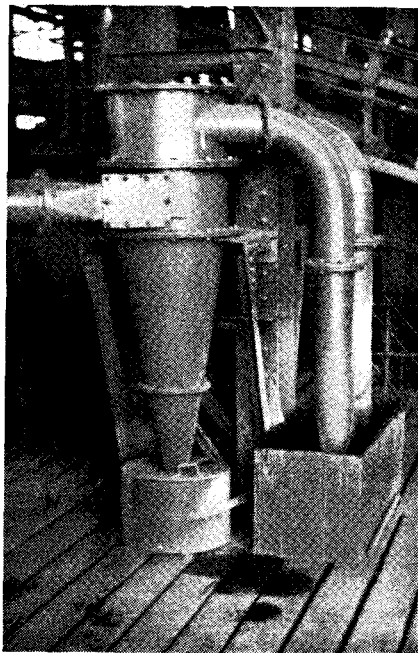
- harmemineraalien laatu — helposti jauhautuvia karbonaattimineraaleja, talkkia, kiilteitä j.n.e. kovien silikaattimineraalien ohella;
- eri kuparisulfidimineraalien erilainen vaahdotusminen;
- sulfidimineraalien eriasteinen hapettuminen sekä ennen että jälkeen louhinnan;
- kobolttisulfidi — ja/tai oksidimineraalien selektiivinen erotus erilaisista kuparisulfidi — ja/tai oksidimineraaleista;
- sulfidi — ja oksidimineraalien hienojakoisuus.

On selvää, että välituotteiden määrät e.m. seikoista johtuen voivat muodostua hyvinkin suuriksi ja vaikeasti käsiteltäviksi.

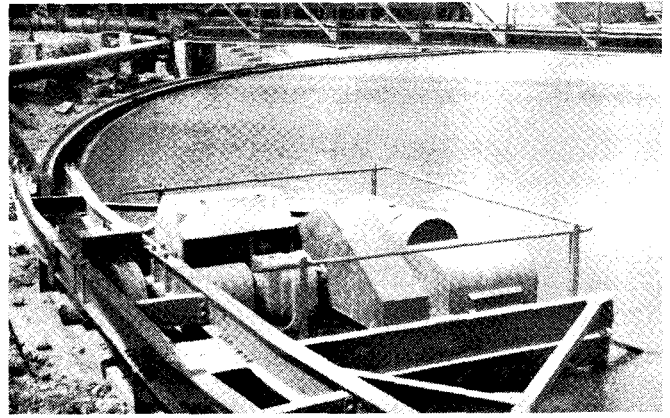
Edellä onkin tullut mainituksi ne periaatteelliset ongelmat, joihin tutkimustyö melkein jokaisella rikastamolla on suunnattava ja jotka antavat vertailukohtaan eurooppalaistenkin kuparimalmien rikastukseen.

Tässä yhteydessä ei ole mahdollista syventyä käsittelemään yksityiskohtaisesti eri rikastamoa ja niiden teknillisiä laitteita. Todettakoon kuitenkin, ettei yhtään tankomyllyä ole käytössä koko Copperbelt'illä. Laitteet ovat yleensä amerikkalaisia ja erittäin hyvin ajan tasalla olevia.

Hydrosyklonin käyttö jauhatusta — luokittelupiirissä on ollut Copperbelt'illä erittäin intensiivisen tutkimuksen kohteena erikoisesti Roan Antelope'n rikastamolla, jossa osa kaksiaasteisesta (raappa — ja maljalokittelija) luokittelusta on jo korvattu syklooneilla ja lähiaikoina kaikki maljalokittelijat luultavasti tulevat romutettaviksi ja niiden sijaan asennetaan sykloonit, jotka on pyritty konstruoimaan siten, että käytettävä paine on pienempi kuin $0,5 \text{ kg/cm}^2$, jolloin osien kuluminen on suh-



Kuva 5. Roan Antelope. $24' \times 20'$ hydrosykloni Dorr QSDB-maljalokittelijan ($12' \times 32'$) tilalla jauhatus-luokittelupiirissä. Ylivuototuote (55 tonnia/h), n. 70 % - 200 mesh, menee vaahdotukseen.



Kuva 6. Mufulira. Dorr Traction-sakeuttaja, $250 \text{ } \varnothing$, ($75 \text{ m } \varnothing$) jätteen sakeuttamista varten (2 kpl). Hara saa käyttövoimansa joko sähkö- tai bensiinimoottorista, joista jälkimmäinen voidaan käynnistää sähköhäiriön sattuessa.

teellisen vähäistä ja käyttövarmuus suuri. Vuoden 1957 alussa toimintansa aloittanut Bancroft — rikastamo käyttää yksinomaan hydrosykloneja kuulamylymateriaalin luokittelumiseksi.

Metallurgiset laitokset

Roan Antelopen rikaste sulatetaan sen omissa sulattossa kolmen lieskauunin avulla (1 kpl. $36 \text{ m} \times 7,5 \text{ m}$, 1 kpl. $36 \text{ m} \times 8,5 \text{ m}$ ja 1 kpl. $29 \text{ m} \times 8,5 \text{ m}$) ja saatu kupariksi (n. 55 % Cu) puhalletaan Peirce Smith — konvertto-reissa ($4 \text{ kpl. } 6 \text{ m} \times 3,6 \text{ m}$ — ja $1 \text{ kpl. } 9 \text{ m} \times 3,9 \text{ m } \varnothing$) raakakupariksi sisältäen n. 99,45 % Cu (Bi < 0,0020 %). Raakakupari valettuna n. 160 kg painaviin harkkoihin lähetetään Englantiin puhdistettavaksi. Ndolan kuparipuhdistamon (Ndola Copper Refinery Ltd.) valmistuttua raakakupari hapetetaan ja poolataan, jolloin saatu anodikupari sisältää n. 99,8 % Cu.

Mufuliran sulatto käsittelee oman rikasteensa ohella myöskin Chibuluman kuparirikasteen. Noin 60—65 % raakakuparimäärästä puhdistetaan Mufulira Co:n omistamassa elektrolyysilaitoksessa ja loppuosa lähetetään Englantiin jatkokäsittelyä varten.

Nkana'n sulatto (Rhodesia Copper Refineries Ltd.) sulattaa myöskin Mindolan, Nchangan ja Bancroft'in kaivoksilta tulevat kuparirikasteet. Nkana'n sulattosta tulee laajennusten loppuunsaattamisen jälkeen kapasiteetiltaan toiseksi suurin maailmassa. Rhodesia Copper Refineries Ltd. tuottaa noin 140 000 tonnia katodikuparia. Kobolttirikasteet pasutetaan sulfatoivasti, sulfaatit liuotetaan ja rauta ja kupari saostetaan ennen kobolttin elektrolyyttistä saostusta, mikä tapahtuu käyttäen teräskatodeja ja liukenemattomia Sb-Iyijyanodeja.

Parhaillaan on rakenteilla elektrolyysilaitos Ndola'an (Ndola Copper Refinery Ltd.). Se tulee käsittelemään pääasiassa Roan Antelopen anodikuparia. Sen kapasiteetiksi on suunniteltu n. 110 000 tonnia katodikuparia vuosittain.

Chibuluma'n kobolttirikaste sulatetaan kupari-kobolttikiveksi (10 % Co, 20 % Cu, 40 % Fe, 25 % S) Ndola'ssa (Ndola Cobalt Refinery Ltd). Laitos sisältää tällä hetkellä (1957) periaatteellisesti Fluo-Solids-reaktorin ja sähköuunin (pit. 11m, lev. 4,7 m, kork. 2,4 m, 3500 kVA, Söderberg-elektrodit). Tarkoituksena on kuitenkin lähitulevaisuudessa siirtyä täysin hydrometallurgiseen prosessiin tuottaen katodikobolttia.

Nchanga'n elektrolyysilaitos toimii osana siitä hydro-metallurgisesta laitoksesta, jossa Nchanga'n (ja myöhemmin Bancroft'in) kuparioksidirikasteet liuotetaan ja jossa kupari saostetaan katodikuparina. Liuotusjäte, joka sisältää kuparisulfideja, palautetaan rikastamon erilliseen, happameen vaahdotuspiiriin. Nchanga'n kuparin tuotannosta n. 50—55 000 tonnia saadaan oksidirikasteista.

Tutkimustyö

Metallurginen tutkimustyö Copperbelt'illä on keskittynyt pääasiassa kahteen keskuslaitokseen, nimittäin Rhodesian Selection Trust Services Ltd.:n tutkimuslaitokseen Kalulushi'ssa ja Rhoanglo Mine Services Ltd.:n tutkimuslaitokseen Nkana'ssa. Edellinen suorittaa sekä rikastusteknillistä että metallurgista tutkimustyötä Selection Trust'in (kuva 2) kaivoksia varten ja jälkimmäinen Anglo American Corp:n kaivoksille. Lisäksi niiden tehtävänä on huolehtia k.o. yhtiöiden geologisista ja kaivos-teknillisistä tutkimuksista ja suunnittelutöistä.

Uutena lisäpiirteenä Copperbelt'in teollisuuteen on tullut uraani, joka tässä artikkelissa on sivuutettu ainoastaan maininnalla, mutta varmaankin siitä saadaan lähivuosien kuluessa yksityiskohtaisempiakin tietoja.

Kuten edellä esitetystä on käynyt ilmi, Copperbelt'in kaivos- ja metallurginen teollisuus on erittäin monipuolista.

On hyvin todennäköistä, että tulevaisuudessa siirrytään yhä enemmän hydrometallurgisiin prosesseihin erikoisesti ei-sulfidimalmimineraalien tehokkaamman talteenottamisen vuoksi ja myöskin rikastamoiden välituotteiden käsittelyn helpottamiseksi sekä fysikaalisesti vaikeasti toisistaan erotettavien mineraalien, kuten kupari- ja kobolttimineraalien, rikastusprobleemien eliminoimiseksi.

SUMMARY.

The Copperbelt of Northern Rhodesia lies in latitude 12°—14° S, longitude 28°—29° E, immediately to the south of Belgian Congo border. The six Copperbelt mines are producing about 500.000 tons of copper and about 1.800 tons of cobalt annually making Northern Rhodesia one of the three largest copper producers in the world.

The short descriptions of the geology, mining, ore dressing and metallurgy of the mines are given.

The metallurgy of the Copperbelt mines is characterized by a) the type of gangue in the ore (carbonate minerals, talc, mica, etc. with harder silicates), b) the different floatability of the various copper sulphide and oxide minerals, c) the different oxidation of sulphides before and after mining, d) the selective separation of copper and cobalt minerals (both sulphides and oxides) and e) the finely disseminated sulphide and oxide minerals.

The blister copper produced is largely refined by the refineries on the region, and the cobalt is shipped as cathodes and partly as coppercobalt matte.

The writer of this article was employed by the Rhodesian Selection Trust Services Ltd. on the Copperbelt during the years 1954—57.

KORROOSIOASIOIDEN AJAMINEN MAASSAMME

Professori M. H. Tikkanen, Teknillinen korkeakoulu, Helsinki.

Useat lienevät huomanneet, että viime aikoina on korroosioikysymyksiä käsitelty varsin vilkkaasti meilläkin. Tavallisesti on tilanne siten, että me saamme suhteellisen myöhään ja silloinkin vain osan tällaisista tekniikan »muotivaihteluista». Tällä kertaa tuntuu siltä, että teollisuus on ollut valmiina vastaanottamaan tämän itse asiassa hyvin vanhan asian ja ryhtymään toimenpiteisiin sen johdosta.

Tästä syystä lieneekin paikallaan tarkastella hieman tilannetta maassamme. Meillähän ei ole mitään varsinaista korroosiotutkimuslaitosta kuten useimmissa muissa maissa. Tämä on vienyt siihen, että suurin osa teollisuutta on joutunut itse ratkomaan pulmiaan tällä alalla. On kuitenkin muistettava, että Valtion Teknillisessä Tutkimuslaitoksessa on jo monta vuotta käsitelty ja selvitetty teollisuuden korroosiotapauksia. Valitettavasti on tässä laitoksessa k.o.alalla varsin puutteelliset mahdollisuudet työntekoon, koska se valtion laitoksena on taloudellisesti aina alakynnessä. Mainittakoon, että toistaiseksi ei ole saatu varoja edes yhden korroosion tutkijan palkkaukseen! Pyrkimyksenä kuitenkin on yrittää selaista järjestelyä, että yhteistoiminnassa teollisuuden, Teknillisen korkeakoulun ja VTT:n välillä saataisiin tämä tärkeä työ alulle.

Vuorimiesyhdistys tavallaan alkoi korroosioikampanjan maassamme järjestämällä metallurgijaoston syyskokouksen kokonaan korroosion merkeissä. Esitelmöitsijänä oli kotimaisten lisäksi kaksi ruotsalaista asiantuntijaa. Asiaa ryhtyi kuitenkin varsinaisesti ajamaan Kemian Keskusliitto, jonka piirissä perustettiin tämän vuoden alusta

lähtien Korroosiojaosto, jonka puheenjohtajaksi on kuluva vuodeksi valittu allekirjoittanut. Tämän jaoston toiminta pyrkii aluksi levittämään tietoa korroosioikysymyksestä maamme eri teollisuuskeskuksissa esitelmä- ja filmikiertueen avulla, jolloin samanaikaisesti järjestetään keskustelu- ja neuvottelutilaisuuksia. Tähän mennessä on tällaisia tilaisuuksia järjestetty Kuusankoskella, Raumalla, Varkaudessa, Oulussa, Kotkassa ja Porvoossa.

Tärkeänä tempauksena on mainittava Suomen Teknillisen Seuran järjestämät jatkokurssit aiheesta »Korroosio ja sen estäminen». Osanotto oli niin vilkasta, että kurssit oli järjestettävä kaksinkertaisina. Todennäköistä on, että lähitulevaisuudessa on järjestettävä uudet kurssit. Osanottajien joukossa oli runsaasti metallurgeja eri teollisuuslaitoksista.

Teknillinen korkeakoulu on ymmärtänyt tämän kysymyksen merkityksen insinööriopetuksessa ja pyrkinyt mahdollisuuksiensa mukaan ottamaan huomioon sen osuuden opetuksessa. Niinpä tarkoituksena on, että jo kuluvana vuonna voitaisiin järjestää korroosio-opetusta teekkareille.

Luonnollista on, että tällä kysymyksellä on erikoisen suuri merkitys metallurgisessa teollisuudessamme, joka tässä suhteessa on verrattavissa kemian teollisuuteen. Sen sijaan ei liene aina huomattu, että kaivosteollisuudessa korroosioikysymyksillä on merkittävä sijansa. Metallien kuluminen ja syöpyminen kulkevat useimmiten käsi kädessä, ja niiden seikkojen merkityksen tuntevat kaikki kaivosinsinöörit.

Komiteatoiminta Vuorimiesyhdistyksessä

Ehdotus jaostojen toiminnan kehittämiseksi.

Kun Vuorimiesyhdistys 15 vuotta sitten perustettiin, oli jäsenmäärä niin pieni, että yhdistys saattoi toimia jakaantumattomana kokonaisuutena. Vuoriteollisuuden eittämätön kehittyminen sotien jälkeen on ilmennyt yhdistyksen jäsenmäärän kasvuna ja jäsenten erikoistumisena yhdistyksen piiriin kuuluville eri tekniikan aloille. Luonnollisena seurauksena oli jaostojen perustaminen, mikä toimenpide on osoittautunut varsin onnistuneeksi.

Yhdistyksen jäsenmäärä on nykyisin kasvanut niin suureksi, että hallitus pitää yhteisten kesäkursioiden järjestämistä hankalana ja tarkoitustaan vastaamattomana. Vastapainoksi hallitus toivoo jaostojen toiminnan tehostamista. Eräs mahdollinen jaostoille sopiva toimintamuoto on komiteoitten puitteissa tapahtuva tutkimustoiminta eli kokemusten kerääminen. Tällaista komiteatyöskentelyä harrastetaan vastaavissa yhdistyksissä Saksassa ja Ruotsissa. Ennenkuin on aihetta kaa-vailla Suomen Vuorimiesyhdistykselle sopivaa toimintamuotoa, on syytä lyhyesti todeta miten asia on organisoitu näissä naapurimaissa.

Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute jakautuu useampiin jaostoihin. Jaostot vuorostaan jakautuvat alajaostoihin ja alajaostot voivat vielä nimetä jonkun yksityisen seikan tutkimiseksi työryhmän. Esimerkiksi »Fachausschuss für Erzaufbereitung» jakautuu seuraaviin alajaostoihin: Schwerflüssigkeitsaufbereitung; Grundlagen der Flotation; Aufbereitung deutscher Eisenerze; Probenahme; Mess- und Regeltechnik.

Alajaostojen puheenjohtajat nimitetään kolmivuotiskausiksi ja puheenjohtajat vuorostaan valitsevat alajaostojen muut jäsenet. Toimintaa ei yhdistys rahoita millään tavalla; alajaostoihin nimittäminen on arvon osoitus. Ne yhtiöt joiden palveluksessa alajaoston jäsenet ovat, maksavat alaisilleen jaostoiden työskentelyyn osallistumisesta aiheutuvat matka-, päiväraha- ym. kustannukset. Alajaostot ja työryhmät kerääntyvät niin usein kun asiat vaativat. Alajaostotoiminnan tarkoituksena on antaa samalla alalla toimiville tilaisuuden vaihtaa keskenään kokemuksia ja siten pysyttävä kehityksen tasalla. Koska alajaostojen toimintaan osallistuvat myös korkeakoulun professorit, syntyy vuorovaikutusta tutkimuksen ja käytännön välillä.

Ruotsissa komiteatoiminta on organisoitu Jernkontoretin ja Gruvföreningenin toimesta. Toimintaa johtaa ns. tutkimusvaltuusto, jossa on 8 jäsentä. Tämän alaisena toimivat seuraavat pysyvät komiteat: I. Fyndigheters uppsökande och undersökning, II. Bergbrytning, III. Gruvmaskinella anordningar, IV. Krossning och anrikning, V. Arbetarskydd och arbetshygien. Näiden pysyvien komiteoiden alaisena esim. v. 1953 toimi 28 työkomiteaa: Magnetometrisk undersökning av järnmalmsfyndigheter, Bergtryck och bergstyrka, Provtagning av malm i fast klyft, Minerals, malms och bergarters elektriska egenskaper, Insamling och sammanställning av analyser av det malmförande berg, som brytes i järnmalmsgruvorna, Impregneringsmedel för gruvvirke, Sprängmedel och sprängning, Långhål vid gruvbrytning, Brytningsmetodernas beroende av bergets hållfasthet, Luftläckning, Banmotstånd och lämpliga spårlutningar i gruvor, Gruvlok och truckar, Transportband, Avsättning av slam ur avfallsvatten från anrikningsverk, Magnetiska

separatorer, Suspensionsanrikning av järnmalmer, Krossningsteori, Krossningsundersökningar, Malningsundersökningar, Slitage vid malning, Avvattning av finkorniga sliger, Flotationsteori, Sorteringsanordningar för anrikningsverk, Undersökning av godspumpar, Bullret i gruvorna, Gruvluften, Silikosfrågan, Skyddskläder för gruvarbetare.

Kuten komiteoiden nimistä ilmenee, ne asetetaan tutkimaan rajoitettuja probleemeja. Työkomiteaan kuuluu puheenjohtaja ja yksi tai useampia jäseniä, tavallisesti 3—4, ja se toimii siksi kunnes tehtävä on suoritettu, jonka jälkeen komitea hajoaa.

Tutkimustoiminta tapahtuu osittain korkeakoulun piirissä ja Jernkontoret'illa on pysyvästi palkattuja tutkimusassistentteja. Samaten korkeakoulun professoreille maksetaan säännöllinen korvaus tutkimustoiminnan johtamisesta. Tutkimustoimintaan käytettyjen varojen määrä on vuosittain yli 100.000 kruunua.

Arvosteltaessa näitä toimintamuotoja Suomen mahdollisuuksien kannalta, voidaan todeta seuraava: Meidän vuorimiesyhdistyksellämme ei ole käytettävissä varoja tutkimustoimintaan. Toiseksi meidän yhdistyksemme on vielä sen verran pieni, että mitään suurempaa organisaatiota monine komiteoineen ei voida ajatella. Suurin piirtein samat miehet joutuisivat olemaan kaikissa komiteoissa. Mitä tulee tutkimuskohteisiin on myös siinä pyrittävä järkevään ratkaisuun. Luova tutkimustoiminta sinänsä on hyvin yksilöllistä. Se toiminta, mikä komiteoitten puitteissa on mahdollista, on lähinnä tietojen ja kokemusten keräämistä. Sellaisia komiteoita, joita Ruotsissa esiintyy, kuten »krossningsteori» ja »flotationsteori» ei ole syytä nimittää.

Komiteatoiminta meillä voisi olla seuraavan tapainen: Toiminta annetaan jaostojen tehtäväksi, jossa sitä ohjaa tutkimusvaltuuskunta. Esim. kaivosjaostossa valtuuskuntaan kuuluisivat molemmat alan professorit, Järvinen ja Hukki sekä eri kaivosyhtiöistä tutkimustoimintaa johtavat henkilöt, yhteensä noin 8 henkilöä. Tämä tutkimusvaltuuskunta määräisi aiheellisiksi katsomansa työkomiteat, joista kukin komitea saisi rajoitetun, tarkoin määrätyn tehtävän suorittaakseen. Työkomiteoitten jäseniksi pitäisi nimetä mahdollisimman lähellä käyttöporrasta olevia henkilöitä, joille kyseessä olevat asiat ovat ajankohtaisia ja eläviä. Mm. Ruotsissa on komiteatoiminnan todettu kangistuneen osaksi siihen, että komitean jäsenet ovat disponentteja, jotka eivät yleensä itse enää mitään tutki. Komiteat kokoontuvat tarpeen mukaan ja komitean puheenjohtaja vastaa siitä, että tulokset tulevat kerättyä ja merkittyä yhteenvetona paperille. Näistä raporteista tulisi jaoston kokouksiin sopivaa ohjelmaa; parhaat niistä voitaisiin julkaista Vuoriteollisuus-lehdessä. Mikäli toiminta saa vuoriteollisuusyhtiöiden tuen, on se rahoitettavissa samoin kuin Saksassa.

Mahdollisia työkomiteoita kaivosjaoston piirissä olisivat esimerkiksi seuraavat: kulutuskestävä materiaali, pumppaus, suodatus, kuulunajotekniikka, kovametalliporaus, korjaustoiminnan organisointi, lietteen virtaus putkissa ja ränneissä, hihnakuulutus jne. Näitä komiteoita ei olisi syytä muodostaa yhtäkä muuta kuin korkeintaan kaksi rikastuspuolelle ja kaksi kaivospuolelle. Meidän vuori-insinöörikumme on vielä niin pieni, että

suurempaan komiteatyötoimintaan ei riitä aikaa eikä työvoimaa.

Komiteatoiminnan edut ovat ensinnäkin siinä, että saman alan miehet joutuvat kiinteämpään kanssakäymiseen keskenään. Toiseksi saadaan kerättyä kokemuksia eräistä koko vuoriteollisuudelle yhteisistä perusprosesseista, jotka aina uudestaan tulevat esille esim. uusia lai-

toksia perustettaessa. Kolmanneksi voidaan omalla komiteatoiminnalla aikaansaada edellytykset kansainväliseen yhteistoimintaan. Tällaista pohjoismaista yhteistoimintaa on jo olemassa sementtiteollisuuden parissa; samaten on Ruotsin Hårdmetallkommitté kutsunut eräitä suomalaisia kaivosmiehiä kokouksiinsa. Toivottavasti tällaista yhteistoimintaa voidaan laajentaa.

Otanmäki 25. 1. 1958.

Urmas Runolinna.

VUORIMIESYHDISTYS r.y. — BERGSMANNAFÖRENINGEN r.f.

Toimintakertomus vuodelta 1957

Yhdistys kokoontui varsinaiseen vuosikokoukseen Helsingissä 29. päivänä maaliskuuta 1957. Läsnä oli 172 yhdistyksen jäsentä. Jaostojen kokoukset pidettiin seuraavana eli maaliskuun 30. päivänä. Svenska Gruvföreningin edustajana oli vuosikokouksessa isännöitsijä Åke Bergendahl Stribergs Grufveaktiebolag'ista. Virallisten asioiden jälkeen pidettiin vuosikokouksessa seuraavat esitelmät:

»Atomitekniiikan tämän hetken näköaloja Suomessa», professori Erkki Laurila ja

»Suomen uraanimalmiin tarpeesta», tekn.tri Herman Stigzelius.

Vuosikokouspäivän iltana oli illallistanssiaiset Ravintola Adlon'issa, missä onnistuneesta ohjelmasta vastasivat outokumpulaiset.

Yhdistyksen kesäkokous ja kesäretkeily pidettiin Otanmäessä ja Vihannissa elokuun 16. ja 17. päivinä. Läsnä oli 106 yhdistyksen jäsentä. Ensimmäisen päivän ohjelmaan kuului mm. kiertokäynti Otanmäki Oy:n kaivoksessa, rikastustehtaassa ja vanadiinitehtaassa sekä kesäkokous Ravintola Mainarissa. Otanmäestä siirryttiin Outokumpu Oy:n Vihannin kaivokselle, missä toinen retkeilypäivä vietettiin tutustumalla mm. kaivokseen ja rikastustehtaaseen. Harvapa silloin taisi aavistaa, että kesäretki ainakin toistaiseksi oli viimeinen koko yhdistyksen puitteissa.

Yhdistyksen toimihenkilöt

Puheenjohtajana on toiminut fil.tri Åke Bergström ja varapuheenjohtajana vuorineuvos Petri Bryk. Edellisten lisäksi ovat hallitukseen kuuluneet seuraavat henkilöt: dipl.ins. Carl-Erik Carlsson, dipl.ins. Caj Holm, yli-ins. Fjalar Holmberg, professori Kauko Järvinen, tekn.lis. Urmas Runolinna ja fil.tri Oke Vaasjoki.

Yhdistyksen sihteerinä on toiminut tri.ins. Paavo Asanti ja rahastonhoitajana dipl.ins. Paavo Majjala.

Yhdistyksen hallitus on toimintavuoden aikana koontunut yhteensä 5 kertaa. Hallitus on päättänyt kokouksessaan 8. 10. 57, että jaostojen puheenjohtajat kutsutaan hallituksen kokouksiin. Tämän toimenpiteen toivotaan johtavan entistä kiinteämpään pääseuran ja jaostojen toimintaan.

Kokouksessaan 8. p:nä lokakuuta 1957 hallitus päätti jakaa vuorineuvos Eero Mäkisen ansiomitalin vuorineuvos Petter Forsström'ille päivämäärällä 7. 11. 1957 sekä luovuttaa se hänelle yhdistyksen vuosikokouksessa.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus-Bergshanteringen on vuoden aikana ilmestynyt kaksi kertaa. Lehden toimitta-

jina ovat olleet tekn.tri Herman Stigzelius päätoimittajana sekä tri.ins. Paavo Asanti. Toimitussihteerinä on edelleenkin toiminut varsin ansiokkaasti rouva Karin Stigzelius. Hänen ansiostaan on lehden talous saatettu erittäin hyvälle kannalle.

Dipl.ins. Eero Turunen oli Vuorimiesyhdistyksen edustajana Tukholmassa 30. päivänä marraskuuta 1957 pidetyssä Svenska Gruvförening'in vuosikokouksessa.

Suuri joukko yhdistyksen jäseniä osallistui 18—21 päivinä syyskuuta 1957 Tukholmassa pidettyyn kansainväliseen rikastuskongressiin, missä suomalaiset pitivät useita kansainvälistäkin huomiota herättäneitä, ansiokkaita esitelmiä. Osa kongressin ei-skandinaavijäseniä teki kongressin jälkeen ekskurssion Suomeen, minkä yhteydessä Vuorimiesyhdistys järjesti päivällistilaisuuden Ravintola Kalastajatorpalla syyskuun 23 p:nä. Isännän tehtäviä hoiti vuorineuvos Petri Bryk.

Hallituksen toiminnasta mainittakoon vielä seuraavaa.

Vuosikokouksessa 1956 asetettiin komitea käsittelemään uuteen kaivoslakiluonnokseen liittyviä kysymyksiä sekä antamaan tarpeellisen lausunnon. Lausunto jätettiin aikanaan ja nyttemmin on sama komitea professori Kauko Järvisen puheenjohtolla käsitellyt v. 1957 valmistunutta Kaivoslakikomitean mietintöä. Järvisen komitean työn perusteella Vuorimiesyhdistys on kuluvan maaliskuun aikana antanut siltä pyydetyn lausunnon.

Lisäksi on Kauppa- ja teollisuusministeriö pyytänyt 12.3. 1958 lausuntoa komitean mietinnöstä, joka koskee kaivosten työturvallisuutta. Asia on käsittelyn alaisena.

Hallitus asetti syksyllä 1956 keskuudestaan ns. museo-komitean tekemään ehdotuksia siitä, mitä olisi tehtävä vuoriteollisuuden perinteiden vaalimiseksi maassamme. Tähän komiteaan ovat kuuluneet prof. Aarne Laitakari, dipl.ins. Carl-Erik Carlsson ja tri.ins. Paavo Asanti. Komitean työ on vielä kesken.

Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosaston pyydettyä Vuorimiesyhdistyksen apua »Gallup»-kyselyn järjestämiseksi korkeakoulun kaivos- ja metallurgisen opintosuuntien opetusohjelman tarkistamisasiassa, Vuorimiesyhdistys lähetti yhteensä 100 kyselykaavaketta kaivos- ja metallurgijaoston jäsenille. Vastausten käsitteleminen ei ole vielä loppuun suoritettu.

Yhdistyksen hallitus järjesti maaliskuun 27. p:nä juhla-kokouksen, johon oli kutsuttu kaikki entisten ja nykyisen hallituksen jäsenet sekä yhdistyksen toimihenkilöt. Tässä kokouksessa, joka pidettiin Insinööritalolla oli läsnä 25 henkilöä. Tilaisuudessa tekn.lis. Urmas Runolinna piti alustuksen aiheesta »Komiteatoiminta Vuorimiesyhdistyksessä. Ehdotus jaostojen toiminnan tehostamiseksi».

Alustuksessa tarkoitettu komiteatoiminta tulisi ensi sijassa käsittämään »komiteoiden puitteissa tapahtuvaa tutkimustoimintaa eli kokemusten keräilyä».

Kokouksen mielipide voidaan lyhyesti esittää seuraavasti:

1. Alustuksen tarkoittama toiminta on kannatettava. Myös yhtiöt tulevat tukemaan suunnitelmaa.
2. Asetetaan valtuuskunta, johon tulevat jaostojen puheenjohtajat sekä tarpeellinen määrä asiantuntijoita teollisuudesta ja tutkimuslaitoksista.
3. Käytännöllisen työn hoitavat komiteat, joiden toiminta koetetaan saada käyntiin sitten, kun niiden kokoonpanosta ja toimintamuodosta on erikseen päätetty.

Jaostojen toiminta

Geologijaosto

Toimintavuoden aikana on geologijaosto pitänyt kaksi kokousta sekä järjestänyt oman ohjelman yhdistyksen kesäpäivien yhteydessä.

Vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen kevätkokouksen aikana 29. 3. 1957 Teknillisellä Korkeakoululla. Puhetta johti fil.tri E. Aurola. Läsnä oli 55 jaoston jäsentä.

Puheenjohtajaksi seuraavaksi kolmivuotiskaudeksi valittiin fil.maist. K. Lupander. Uudeksi varapuheenjohtajaksi valittiin fil.maist. O. Lindholm. Sihteeriksi valittiin edelleen fil.kand. I. Laiti.

Kenr.luutn. U. Sarlin esitelmöi aiheesta: Kiviteollisuuden näköaloja. Jaoston jäsenet ottivat runsaslukuisina osaa yhdistyksen kesäretkeilyyn Otanmäessä ja Vihannissa 16—17. 8. 1957. 16. 8. jaostolla oli oma ohjelmansa, jonka puitteissa tutustuttiin Otanmäessä käytyihin geofysikaalisiin tutkimusmenetelmiin ja -laitteisiin. Esittelijöinä toimivat fil.maist. H. Paarma ja dipl.ins. A. Levanto.

Syyskokous pidettiin 13. 12 Teknillisellä Korkeakoululla. Puhetta johti fil.maist. K. Lupander ja läsnä oli 37 jaoston jäsentä sekä kaksi neuvostoliittolaista vierasta. Kokouksessa pidettiin seuraavat esitelmät:

Tri Volotshuk: Geologian opiskelusta Neuvostoliitossa. Esitelmän tulkitsi fil.tri V. Marmo.

Fil.tri N. Edelman: Sovelletun geologian opetuksen tehostamisesta.

Fil.maist. K. Lupander: Geologerna i Kanadas gruvindustri. — Några observationer.

Esitysten johdosta virisi vilkas keskustelu, jonka tuloksena päätettiin asettaa epävirallinen komitea tarkemmin tutkimaan sovelletun geologian opetuksen tehostamisen tarpeellisuutta ja mahdollisesti kysymykseen tulevia toimenpiteitä. Komiteaan valittiin jaoston puheenjohtaja sekä prof. M. Saksela ja fil.tri E. Aurola. Sen tehtäväksi annettiin myös ilmoittaa mahdollisista ehdotuksistaan Vuorimiesyhdistyksen hallitukselle, jotta yhdistys voisi tarpeen vaatiessa arvovalloillaan suunniteltuja toimenpiteitä tukea.

Jaoston johtokunta on toimintavuoden aikana kokoonnut kaksi kertaa. Toimintavuoden päättyessä oli jaoston jäsenmäärä 88.

Kaivosjaosto

Kaivosjaosto on kokoonnut toimintavuoden aikana kaksi kertaa, yhdistyksen kevätkokouksen yhteydessä sekä jaoston syysretkeilyn aikana.

Jaoston kevätkokous pidettiin Teknillisen Korkeakoulun juhlasalissa 29. 3, jossa läsnä oli 73 jäsentä. Kokouksen yhteydessä isännöitsijä Hakapää kertoi kaivostyönjohtajakoulutuksen aloittamismahdollisuuksista ja lisäksi kuultiin kokouksessa seuraavat esitykset:

— Dipl.ins. Paavo Majjala: Kallion liikuntojen havaitseminen seismitronilla.

— Tekn.lis. Urmas Runolinna: Hienorakeisen mineraalijauheen kosteuden vaikutus materiaalin kulutukseen.

— Tekn.tri Sakari Heiskanen: Kovametallipora kaivosmiehen ja metallurgin näkökulmasta. Tyypillisiä porarikkoja ja virheitä.

Jaoston syysretkeilyn ohjelmassa oli käynti Haverin kaivoksella 22.11, sekä tutustuminen Tampellan uusiin porakoneisiin ja -varusteisiin Tampereella. Kokouksessa Tampereella oli mukana 56 jaoston jäsentä. Syysretkeilyn ohjelmassa oli 23. 11 tutustuminen Ylöjärven kaivokseen. Retkeilyn aikana kuultiin, paitsi selostukset paikallisista laitoksista, myös isännöitsijä Hakapään ja dipl.ins. Aulangon esitykset kaivostyönjohtajakoulutuskomitean toiminnasta.

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana toiminut prof. K. Järvinen, joka kevätkokouksessa valittiin edelleen puheenjohtajaksi vuosiksi 1957—1959. Jaoston varapuheenjohtajana on toiminut dipl.ins. R. Kurppa ja sihteerinä dipl.ins. P. Westerlund.

Jaoston jäsenmäärä oli 31. 12. 1957 116 jäsentä, joten lisäys edelliseen vuoteen verraten on 13.

Metallurgijaosto

Jaoston vuosikokous pidettiin TFIF:n huoneistossa 29.3. 1957, minne oli saapunut lähes 80 jäsentä. Kokousta johti jaoston puheenjohtaja prof. M. H. Tikkanen. Johtokunnan erovuoroisista jäsenistä valittiin varapuheenjohtajaksi dipl.ins. J. Honkasalo uudelleen. Sihteeriksi valittiin dipl.ins. Väinö Hulmin tilalle dipl.ins. Olavi Peura. Virallisten asioiden tultua hoidetuiksi kuultiin esitelmät:

Dipl.ins. Kalevi Mauno (Oy Sako Ab): Suomen ensimmäinen tarkkuusvalimo.

Dipl.ins. Nils Gripenberg (Oy Vuoksenniska Ab): Havaintoja teräksen happipuhalluksesta.

Dipl.ins. Lennart Häkkä (Oy Kovametalli Ab): Metallien tyhjöhekkutuksesta.

Esitelmien johdosta käytettiin useita puheenvuoroja.

Kesäretkeily: Vuorimiesyhdistys järjesti 16. ja 17. 8 kesäkokouksen, johon monet jaoston jäsenet osallistuivat. Ensimmäisenä päivänä kohteena oli Otanmäen kaivos, rikastamo ja vanadiinitehdas. Toisena päivänä oli käynti Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksessa ja laitoksissa. Mukanaolleet ovat kiitelleet retkiä erittäin onnistuneiksi.

Syyskokous pidettiin Teknillisellä korkeakoululla 8. ja 9. 11. 57 jaoston puheenjohtajan prof. M. H. Tikkanen johdolla. Kokouksen aihe »Korroosio» oli kerännyt yli 80 henkeä kuulemaan esityksiä:

Civil ing. G. Renman (Svenska Metallverken, Västerås): Korrosion på aluminium under praktiska betingelser.

Bergsing. G. Lindh (Sandvikens Jernverks Ab): Korrosionsproblem i samband med rostfria och syrafasta stål,

sekä katsomaan filmiä:

Corrosion in Action, jonka prof. Tikkanen selosti.

Lounaan jälkeen kokoontui yli 60 henkeä Vanhaan kaupunkiin tutustumaan Imatran Voima Oy:n kuuma-sinkitys- ja metallinruiskutuslaitoksiin ja laboratorioihin sekä kuulemaan dipl.ins. S. Hyyryläisen esitelmää: Korroosio voimayhtiöiden probleemana.

Illallinen oli järjestetty Insinööritalolle, minne saapui noin 50 miestä. »Alkupaloiksi» nähtiin Outokumpu Oy:n uusi värifilmi: Malmista metalliin — kultaan ja kupariin sekä näytettiin »jälkiruokana» dipl.ins. Osmo Vartiaisen tarjoilema erinomaisilla värikuvilla höystetty esitys: Valittuja paloja Afrikasta.

Toisena päivänä kuultiin esitykset:

Dipl.ins. R. Roitto (Outokumpu Oy): Kupari-metallit ja korroosio.

Dipl.ins. T. Sneck (VTT): Tutkimusmenetelmistä korroosiotapauksissa.

Ins. D. Granfelt (VTT): Nya hjälpmiddel för icke-förstörande metallografisk undersökning.

Jaoston jäsenet Vuorimiesyhdistyksen varsinaisista jäsenistä voitaneen 162 katsoa jaostoon kuuluviksi ja niinsanotuista nuorista jäsenistä 24 eli yhteensä 186.

Yhdistyksen jäsenmäärä

Toimintavuoden lopussa oli varsinaisten jäsenten lukumäärä 399, nuoria jäseniä oli 38. Kokonaisjäsenmäärä oli siten 437. Kuoleman kautta on keskuudestamme poistunut kaksi jäsentä: vapaaherra Gustaf Wrede, joka oli yhdistyksen perustava jäsen sekä dipl.insinööri Georg Nordenswan.

Helsingissä, maaliskuun 27 päivänä 1958

Vakuudeksi: Åke Bergström
Paavo Asanti

VUOSIKOKOUS — ÅRSMÖTET

Vuorimiesyhdistys r.y:n vuosikokous pidettiin maaliskuun 28 p:nä 1958 Teknillisen korkeakoulun juhlasalissa. Kokouksessa luovutti yhdistyksen puheenjohtaja fil.tri. Åke Bergström vuorineuvos Petter Forsströmille Eero Mäkisen ansiomitalin, joka myönnettiin hänelle 80-vuotis päivänään, lausuen mm:

När beslut fattades om präglandet av en medalj för utdelning till personer, som gjort sig högt förtjänta i fråga om bergshanteringens förkovran i vårt land, var stiftarna ense om att medaljen borde utges med största återhållsamhet för att dess värde skulle bestå. När Bergsmannaföreningens styrelse nu enhälligt beslutat att till Eder överlämna den tredje medaljen i föreningens historia, skedde detta i medvetande om att föreningen därigenom hedrar en man, vars hela livsverk hittills utförts i bergshanteringens tecken.

Edert arbete har under denna långa tid fyllts av många problem och svårigheterna har emellanåt syntts oöverbärliga; aldrig har Eder verksamhet varit en dans på rosor. Med seg ihärdighet och aldrig svikande optimism har Ni övervunnit svårigheterna och vänt motgångarna i framgång. Ni har mången gång fått välja tidigare oprövade vägar, när det gällt att lösa uppkomna problem, och outtröttligt arbete och osedvanlig energi har varit nycklarna till det anseende Ni och Edert företag i dag åtnjuter.

Vuosikokouksessa valittiin sekä puheenjohtaja fil.tri. Åke Bergström että varapuheenjohtaja vuorineuvos Petri Bryk uudelleen. Erovoorossa olleiden hallituksen jäsenen tilalle valittiin dipl.ins. Eugen Autere Karkkilasta sekä dipl.ins. Bo Sandberg Paraisista.

Vuosikokouksen päätöksistä mainittakoon, että kaikki nuoret jäsenet, jotka ovat valmistuneet, automaattisesti siirretään varsinaisiksi jäseniksi. Tämän päätöksen perusteella ovat seuraavat henkilöt nyt Vuorimiesyhdistyksen varsinaisia jäseniä:

Erkkilä, Esko, dipl.ins., Oy Fiskars Ab:n palveluksessa Äminneforsin tehtaalla. Osoite: Äminnefors, Pohjankuru.
Huhta, Jussi, fil. maist., Geologina Sierra Leonessa. Osoite: Geological Survey Dept. New England, Free Town, Sierra Leone, West Africa.

Jumppanen, Veikko Kalevi, dipl.ins. Osoite: Urpolantie 2, Mikkeli.

Kilponen, Tapani, dipl.ins. Outokumpu Oy:n palveluksessa Outokummun kaivoksella. Osoite: Outokumpu.

Korhonen, Olli Väinö, dipl.ins. Osoite: Mäntytie 12 B 19, Helsinki.

Lehtonen, Yrjö, dipl.ins. Rauta- ja Metallivalimo Suomi Oy:n palveluksessa. Osoite: Elimäenkatu 5 B 5, Helsinki.

Lilius, Kaj Rainer, dipl.ins. Osoite: P. Hesperiankatu 15, Helsinki.

Mäkelä, Onni Olavi, dipl.ins.

Mäkelä, Reino Juhani, dipl.ins. Salpausselän Tiilitehdas Oy:n palveluksessa.

Mäkipirtti, Simo, dipl.ins. Teknillisen korkeakoulun metallurgian assistentti. Osoite: Pietarink. 2 A 9, Helsinki.

Niemi, Aarre Ensio, dipl. ins. Rosenlew & Co:n palveluksessa. Osoite: Pori.

Palviainen, Mikko Ilmari, dipl.ins. Osoite: Kauppiaankatu 7, Kajaani.

Porkka, Jorma Harras, dipl. ins. Outokumpu Oy:n palveluksessa Outokummun kaivoksella. Osoite: Outokumpu.

Rintala, Risto Veikko Aarne, dipl. ins. Valmet Oy:n palveluksessa Rautpohjan tehtaalla. Osoite: Syrjälänkatu 9 E 188, Jyväskylä.

Saari, Tapio Heikki Sakari, dipl. ins.

Seeste, Leo Rauno, dipl. ins. Outokumpu Oy:n palveluksessa Harjavallan sulattimolla. Osoite: Harjavalta.

Tennilä, Paavo Valdemar, dipl. ins. Lokomo Oy:n palveluksessa, Osoite: Tampere.

Varonen, Matti Veli, dipl. ins. Otanmäki Oy:n palveluksessa. Osoite: Otanmäki.

Villikka, Kauko Juhani, dipl. ins. Outokumpu Oy:n palveluksessa Ylöjärven kaivoksella. Osoite: Outokumpu Oy, Tampere.

Voutilainen, Irja Marja, dipl. ins. Assistentti Teknillisessä korkeakoulussa. Osoite: Hiihtäjäntie 4 A, Herttoniemi, Helsinki.

Ylikotila, Oiva Jaakko, dipl. ins. Outokumpu Oy:n palveluksessa Outokummun kaivoksella. Osoite: Outokumpu.

Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna

Dipl. ing. *Hans-Arnold Arppe* har överflyttat till Kope Oy. Adress: Nådendal.

Dipl. ing. *Halvdan Eklund* tjänstgör numera som länslantmätare i Vasa län. Adress: Hovrättsesplanaden 5, Vasa.

Dipl. ins. *Antti Palomäki* on siirtynyt Oy Grönblom Ab:n palvelukseen. Osoite: Tammitie 20 B, Munkkiniemi, Helsinki.

Dipl. ins. *Reino Sandelin* toimii nyttemmin Oy Vuokseniska Ab:n Helsingin konttorissa. Osoite: Kaskenkaatantie 5 C 29, Tapiola.

Fil. maist. *Matti Tavela* toimii nykyään P.I. Mineral Exploration INC:n päägeologina. Osoite: P.O. Box 125, Manila, Philippines.

Fil. maist. *Veijo Yletyinen* on siirtynyt Kryolit Selskabet Øresund A/S:n palvelukseen toimien tällä hetkellä Grönlannissa. Osoite: Strandboulevarden 84, København, Danmark.

Osoitteenmuutoksia — Adressförändringar:

Dipl. ing. *Per-Olof Grönqvist*. Ny adress: Satakunnankatu 18 D 53, Pori.

Dipl. ins. *Lennart Häkkä*. Uusi osoite: Koillisväylä 12 A 11, Lauttasaari, Helsinki.

Dipl. ins. *Jussi Käyhkö*. Uusi osoite: Satakunnankatu 18 D 51, Pori.

Ins. *Aarne Laaksonen*. Uusi osoite: Haagan Urheilutie 20 B 16, Helsinki.

Dipl. ins. *Pekka Lähteenoja*. Uusi osoite: Suutarinkuja 7, Outokumpu.

Fil. maist. *Klaus Säynäjärvi*. Uusi osoite: Laivastonkatu 8—10 C 27, Helsinki.

Dipl. ins. *Eino Turtiainen*. Uusi osoite: Laivanvarustajankatu 8a A 7, Helsinki.

Uusia jäseniä — Nya medlemmar

Vuorimiesyhdistys r.y:n vuosikokouksessa maaliskuun 28 p:nä 1958 hyväksyttiin seuraavat henkilöt yhdistyksen varsinaisiksi jäseniksi:

Bruncrona, Olof, dipl. ing., född 8. 6. 1927. Teknisk ledare för mekaniska verkstaden vid Oy Fiskars Ab. Adr.: Fiskars.

Ervamaa, Pentti, fil. maist., syntynyt 9.5. 1924. Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa. Osoite: Koillistäväylä 12, Lauttasaari, Helsinki.

Forssell, Sven, dipl. ing., född 17. 6. 1925. Anställd vid Oy Vuoksenniska Ab:s järnverk i Åbo. Adress: Pahanieniemi B 25, Åbo.

Grönblad, Kaj, dipl. ing., född 13. 9. 1920. Anställd vid Oy Vuoksenniska Ab:s centralkontor i Helsingfors. Adress: Berggatan 22 B Helsingfors.

Hellén, Nils Holger, fil. mag., född 10. 7. 1914. Platschef för Oy Vuoksenniska Ab:s järnverk i Imatra. Adress: Imatrankoski.

Henriksson, Göran, dipl. ing., född 7. 9. 1924. Teknisk ledare för Oy Fiskars Ab:s Äminnefors bruk. Adress: Äminnefors, Skuru.

Kangas, Aarre Ilmari dipl. ins. syntynyt 20. 1. 1926. Suomen Kaapelitehdas Oy:n palveluksessa. Osoite: Neulaspolku 1 D 35 Tapiola.

Karell, Sven, dipl. ing., född 31. 10. 1925. Anställd som laboratorieingenjör vid Pargas Kalkbergs Ab, Willmanstrand. Adress: PK-Asuntola, Willmanstrand.

Kolho, Voitto Valdemar, tekn. tri. h.c., syntynyt 6. 2. 1885. Osoite: Tunturikatu 8, Helsinki.

Korpeinen, Väinö Eljas, dipl. ins., syntynyt 1. 4. 1932. Oy Fiskars Ab:n palveluksessa Äminneforsin valsilaitoksella. Osoite: Äminnefors, Pohjankuru.

Laurila, Erkki Aukusti, professori, syntynyt 20. 8. 1913. Teknillisen fysiikan professori Teknillisessä korkeakoulussa. Osoite: Mäntytie 17 B, Helsinki.

Nevalainen, Harri Petteri, dipl. ins., syntynyt 13. 10. 1929. Oy Fiskars Ab:n palveluksessa Äminneforsin fysikaalisessa laboratoriossa. Osoite: Äminnefors Pohjankuru.

Näykki, Ossi Ensio, fil. maist., syntynyt 17. 2. 1923. Assistentti Helsingin Yliopiston geologian laitoksella. Osoite: Pihlajatie 43 A 5, Helsinki.

Oivanen, Paunu Juhani, fil. maist., syntynyt 22. 1. 1930. Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa. Osoite: Agricolankatu 5 A 16, Helsinki.

Pehkonen, Eero Antero, fil. maist., syntynyt 26. 3. 1923. Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa. Osoite: Hakolahdentie 28 B, Lauttasaari, Helsinki.

Pulkonen, Jorma Johannes, dipl. ins. syntynyt 22. 8. 1925. Suomen Kaapelitehdas Oy:n palveluksessa. Osoite: Maurinkatu 18 A 3, Helsinki.

Rosenbröijer, Lars-Magnus Rolf Gunnarsson, dipl. ing., född 28. 1. 1924. Anställd vid Finska Kabelfabriken Ab. Adress: Björnsviksvägen 7 D, Hagalund.

Similä, Antton Veli, dipl. ins., syntynyt 30. 3. 1917. Suomen Gummitehdas Oy:n palveluksessa Helsingissä. Osoite: Merikannontie 3 B 26, Helsinki.

Tikka, Olavi Johannes, dipl. ins., syntynyt 10. 6. 1928. Outokumpu Oy:n palveluksessa Outokummun kaivoksella. Osoite: Outokumpu.

Tuovinen, Ilari, dipl. ins., A. Ahlström Oy:n palveluksessa Karhulan Tehtailla. Osoite: Karhula.

Vuorilehto, Simo Sakari, dipl. ins., syntynyt 8. 8. 1930. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalla. Osoite: Imatrankoski.

Nuoriksi jäseniksi hyväksyttiin:

Eerola, Paavo Ilmari, syntynyt 16. 1. 1938. Kotipolku 14, Käpylä, Helsinki.

Heiskanen, Risto, syntynyt 8. 6. 1934. Osoite: Korkeavuorenkatu 3 A 24, Helsinki.

Järvenpää, Viljo, syntynyt 29. 8. 1933. Osoite: Et. Hesperiaankatu 32 A 16, Helsinki.

Kangas, Juhani, synt. 5. 4. 1936. Osoite: Otaniemi 5 98.

Kekki, Kimmo, synt. 15. 8. 1933 Os.: Leppävaara V.A.K.

Linko, Ilpo, syntynyt 18. 7. 1937. Osoite: Otaniemi D 23.

Makkonen, Risto, syntynyt 2. 1. 1931. Osoite: Korkeavuorenkatu 3 B 27, Helsinki.

Mannerkoski, Markku, syntynyt 18. 10. 1936. Osoite: Otaniemi E 74.

Peura, Esa, syntynyt 23. 2. 1933. Osoite: Majavatie 10 A 10, Herttoniemi, Helsinki.

Raike, Pentti, synt. 24. 8. 1932. Osoite: Otaniemi G 33.
Salo, Urpo, synt. 20. 12. 1931. Osoite: Vantaa, Helsinki.
Söderström, Rolf Rainer, född 24. 5. 1936. Adress: Mauritzgatan 2 A 3, Helsingfors.

Tanila, Juhani, synt. 11. 6. 1935. Osoite: Otaniemi E 76.
Välttilä, Timo, synt. 14. 3. 1936. Osoite: Otaniemi E 74.
Yläsaari, Seppo, synt. 14. 9. 1935. Osoite: Otaniemi D 95.



GEORG NORDENSWAN

Dipl. ingenjör Georg Nordenswan omkom i samband med en bilolycka 1. 1. 1958.

Georg Carl Gustav Nordenswan föddes i Sjundeå 14. 9. 20. Han blev student från Grankulla samskola 1939 och trädde därefter i krigstjänst. År 1944 befordrades han till löjtnant. Efter kriget kunde han återupptaga sina studier och blev utdimitterad som dipl.ingenjör från Tekniska Högskolans bergstekniska avdelning 1950. Han var anställd vid Lojo Kalkverk Ab 1948—1951 och 1951—1955 såsom gruvingenjör vid Ruskeala Marmor Oy:s Ruokojärvi kalkstensgruva i Kerimäki. Sistnämnda år övergick han i Oy Grönblom Ab:s tjänst.

Georg Nordenswan var känd och uppskattad i bergsmannakretsen såsom en skicklig fackman och god kamrat. I Bergsmannaföreningen inskrevs han såsom yngre medlem 1946 och såsom ordinarie medlem 1951.



GUSTAF WREDE

Den 17 februari 1958 avled en av vår industris och vårt bergsbruks förgrundsgestalter friherre Gustaf Woldemar Wrede.

Gustaf Wrede föddes i Leppävirta 28. 7. 1889. Efter att ha avlagt ingenjörsexamen vid tekniska högskolan i Darmstadt år 1910 överflyttade Gustaf Wrede till Förenta Staterna, där han var verksam i bilindustrins tjänst fram till år 1914. Hans kapacitet togs i anspråk av Åbo Jernmanufaktur & Waggonfabrik, där han verkade som chefsingenjör. År 1920 övertog han ledningen för Tykö Bruk och två år därefter ledningen för Dalsbruk, som han senare förvärvade. Han genomförde en grundlig modernisering av driften samtidigt som han verksamt bidrog till att förbättra bostadsförhållanden o. dyl. vid bruket. En högt skattad insats gjorde han också såsom medlem av kommunalfullmäktige i Dragsfjärd fram till år 1940.

Under krigsåren 1940—1945 bar han som verkställande direktör ansvaret för Petsamo Nikkeli Oy:s verksamhet. Efter att detta företag gick förlorat verkade han 1945—1951 som verkst. direktör för Oy Ares. Under dessa år anlätades friherre Wredes klarsynta ledarförmåga i många krävande allmänna värv. Han var bl.a. ordförande i metallindustrins arbetsgivarförbund, ordförande i Arbetsgivarnas i Finland Centralförbund och medlem av styrelsen för arbetsgivarförbundets allmänna grupp. Därutöver var han också medlem av krigsskadestandsdelegationen. Då Otanmäki Oy grundades 1950, blev han bolagets första direktionsordförande, vilken post han innehade ett år.

Sommaren 1954 kallades friherre Wrede till posten som chefsdirektör för den statliga metallindustrikoncernen Valmet. Under de år han skötte denna krävande post, hann han ge många prov inte bara på teknisk och ekonomisk klarsyn utan också på en personlig ledarförmåga av ovanliga mått. I Gustaf Wrede har Finlands metallindustri förlorat en av sina skickligaste och högst värdesatta ledare.

Friherre G. W. Wrede var stiftande medlem i Bergsmannaföreningen.

Vuoriteollisuusosasto Teknillisessä korkeakoulussa

Diploomi-insinööritutkinnon kaivostekniikan opintosuunnalla ovat suorittaneet *Veikko Kalevi Jumppanen*, *Olli Väinö Korhonen* ja *Mikko Ilmari Palviainen*.

OIKAISU

Lehtemme viime numerossa (N:o 2/1957) julkaistun artikkelin »Maamme sinkkivälkkeiden kokoomuksista ja ominaisuuksista» olivat kirjoittaneet niin kuin kansilehdessä mainittiin filtri Oke Vaasjoki ja fil.maisteri Lauri Hyvärinen yhdessä, eikä niin kuin artikkelin otsikossa on mainittu fil.tri Oke Vaasjoki yksin.

METALLURGIJAOSTON kesäkokous pidetään elokuun 22. ja 23. p:nä Karhulassa ja Kotkassa. Retkeilykohteet mm. Karhulan teräsvalimo, konepaja ja lasitehdas, Metallikonepaja Oy (Heinlahti) sekä Superfosfaattitehdas. Bussi- ja laivamatkoja ym virkistystä kiertokäyntien lisäksi. Ohjelma lähetetään jaoston jäsenille kesä-heinäkuun vaihteessa.

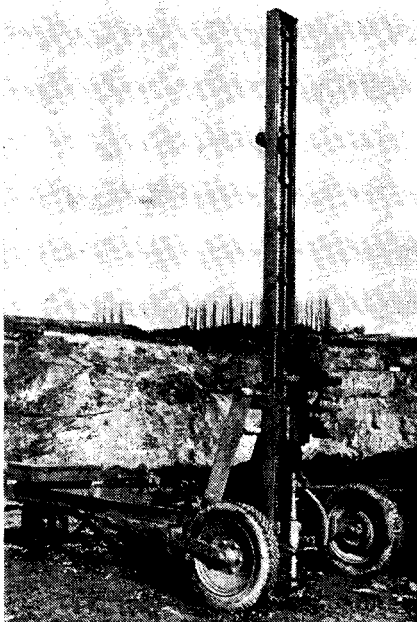
Med detta nummer följer som bilaga »Fiskars Midnight News», den tidning, som Fiskars utgav fredagen den 28 mars 1958 i anledning av Bergsmannaföreningens årsmöte.

Tämän numeron yhteydessä seuraa »Fiskars Midnight News», lehti, jonka Fiskars julkaisi perjantaina maaliskuun 28 päivänä 1958 Vuorimiesyhdistyksen vuosijuhlan johdosta.

RECORD »HS» UNIVERSAL

UPPOPORAKONE

louhinta- ja kaivonporaukseen
sekä perän- ja nousunjon avausporaukseen



Poraläpimitta	80—110 mm
Ilman kulutus	3,2 m ³ /min.
Porausvuorotulos graniitissa	30—35 m/vuoro

Yksi poraaja voi käyttää kahta konetta
Jo 10 Record-porakonetta käytössä Suomessa

oy GRÖNBLOM Ab

HELSINKI — ALEKSANTERINKATU 48 — PUH. 625 861

I *Rheinstahl*
Industrie-Planung **GMBH**
DÜSSELDORF

■ Planung, Errichtung und Ingangsetzung von

Zementwerke

Kalkwerke

Hochofenanlagen

Stahl- und Walzwerke

Bergbaueinrichtungen

■ Unser Vertreter in Finnland

OY LILIUS & CO AB

Ratakatu 1 a — Helsinki
Fernsprecher 30 582

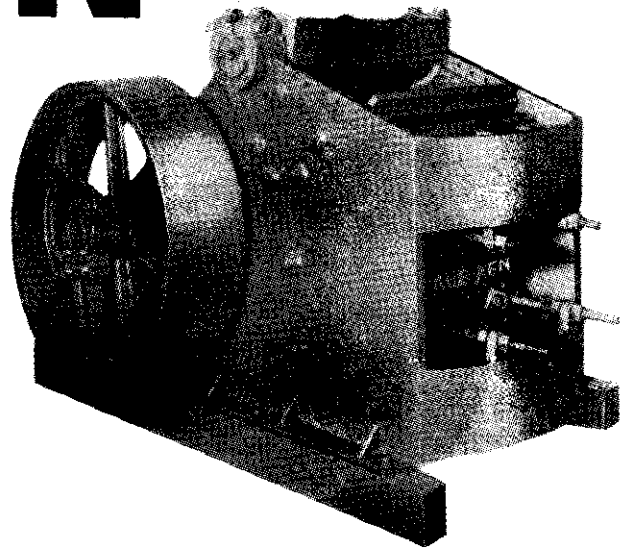
■ steht mit Auskünften zu Ihrer Verfügung

KUE-KEN

Leuka- ja kartio-
murskaimia

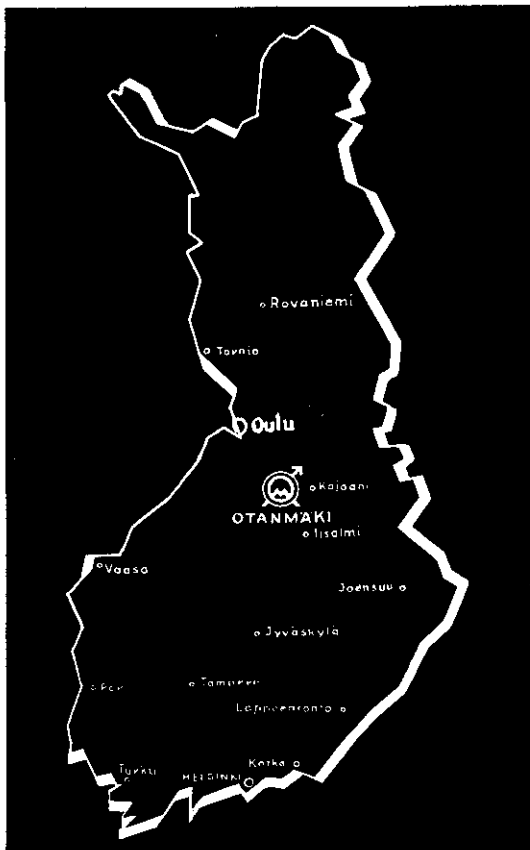
VALMISTAJA:

ARMSTRONG WHITWORTH
(Metal Industries) **LIMITED**
Englanti



EDUSTAJA:

OY **ALGOL** AB
12 631 / 269



OTANMÄKI OY

● PÄÄKONTTORI

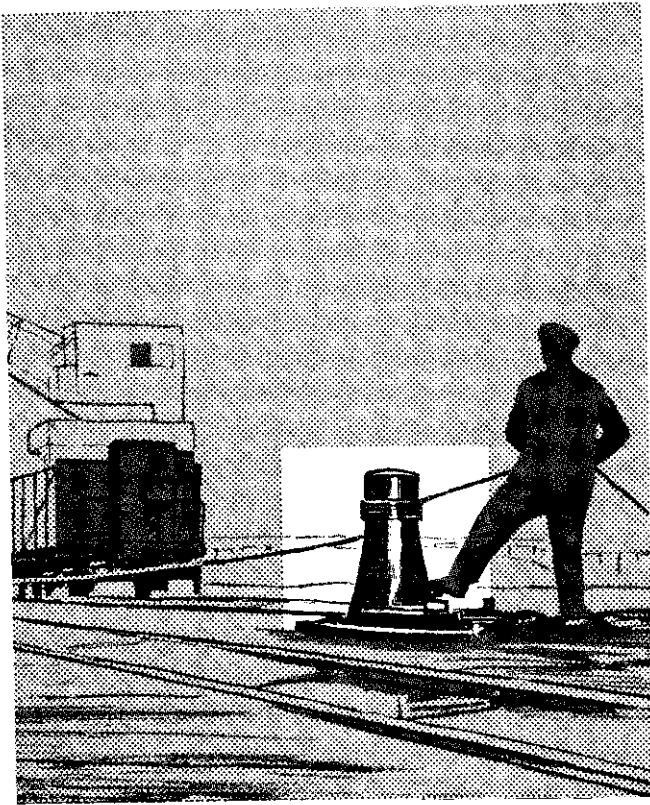
Postiosoite: Otanmäki
Sähkeosoite: OTANMÄKI, Kajaani
Puhelin: nimihuuto Otanmäki Oy,
Otanmäki

● HELSINGIN TOIMISTO

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

● SATAMA

Postiosoite: Oulu, Malmisatama
Sähkeosoite: MALMISATAMA, Oulu
Puhelin: 53 47



ASEA- HILLAIRET

SÄHKÖKÄYTTÖISET VETOVINTTURIT

Vetovoima 600—15.000 kg.

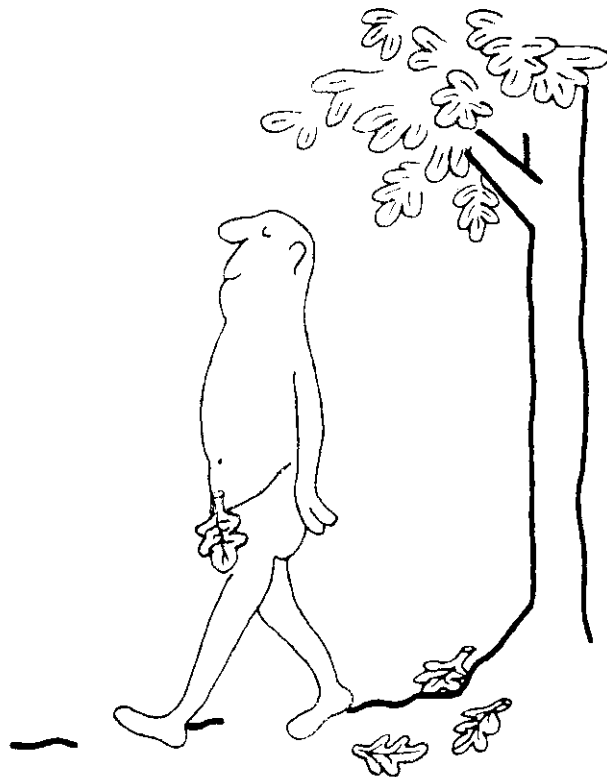
Sopiva tyyppi jokaiseen tarkoitukseen

HILLAIRET-vintturien vetokyky vaihtelee 600 kg:sta useisiin tonneihin, joten Teidänkin on helppo valita mahdollisimman tarkoituksenmukainen ja taloudellinen tyyppi. Kaikissa suuruusluokissa toimitetaan vinttureita joko avonaisina tai suljettuina; suljetuissa tyypeissä on vetovaijeria varten automaattinen kerälaite, joka kiertää vaijerin suojaavaan koteloon. Tällainen vintturi on erittäin suositeltava Suomen oloihin, joissa lumi ja jää pyrkivät kuluttamaan materiaalia.

oy ASEA Ab

Helsinki, Citykäytävä — Puh. 12 501
Turku, Maariankatu 1 B — Puh. 26 020
Kuopio, Puljonk. 19—21 — Puh. 15 071
Vaasa, Vaasanpuistikko 13 B — Puh. 61 50

se on
välttämätön



Piirroksessa näkyvän tyypin huolettomasti kantama viikunanlehti on verrattavissa Vuorimiesyhdistyksen jäsenmaksuun. Se ei ole suuri, mutta TARPEELLINEN.

Jäsenmaksun maksettua voit vaeltaa taas vuoden huolettomana ja tyytyväisenä kuten yllä kuvattu ystävämme, — tyytyväisenä täytettyäsi velvollisuutesi ja annettua yditykselle SEN välttämättömän.

Tervehtien

Valitsemasi rahastonhoitaja

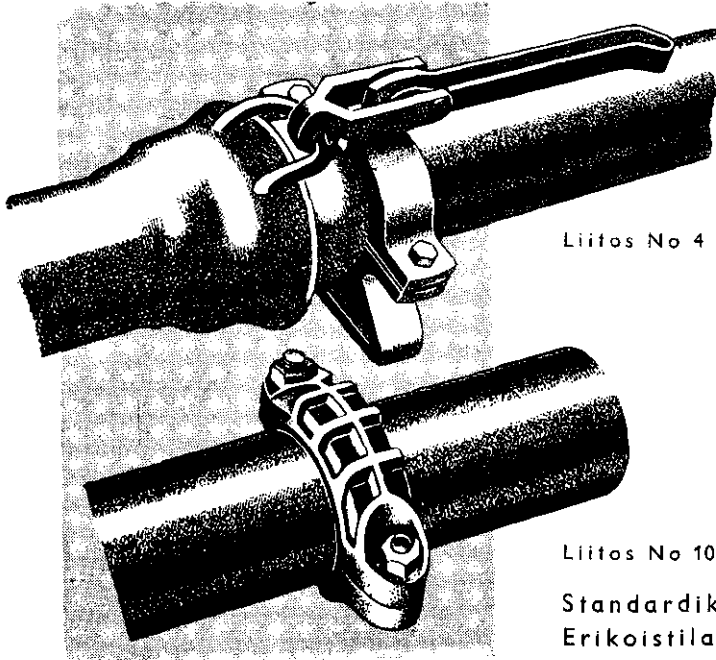
P.S. Jos olet jo maksanut viime vuoden jäsenmaksusi, kiitän siitä, ja toivon vain että tämä Time-Life'ltä lainaamani idea tulkitsi ajatukseni.

P.S. Jos olet muuttanut niin muista ilmoittaa uusi osoitteesi ja toimipaikkasi!

ALVENIUS

pikaliitinputket

edustavat keveyttä, vahvuutta ja nopeutta



Liitos No 4

Liitos No 10

Ruotsalaisen Ab Alvenius Industrier-tehtaan edustajana toimitamme:

Kuumanagalvanoituja ensiluokkaisesta Sandviken-teräksestä valmistettuja ohutseinäisiä teräsputkia ja osia varustettuina liittimin No 4 ja No 10. Työpainesaumattomina kylmänävedettyinä 25 ik ja koepaine 50 ik, saumallisina sähköhitattuina 15 ik ja koepaine 20 ik.

ALVENIUS-pikaliitinputkia käytetään vesi-, ilma-, höyry- ja öljyjohtoina ja ne soveltuvat siirrettävinä tilapäisjohtoina erikoisesti kaivosteollisuuden käyttöön.

Standardikokoina toimitetaan ulko \varnothing 32—152 mm. Erikoistilauksesta suuremminkin läpimitoin.

Maahantuoja:

oy RADIATOR Ab

Helsinki, Lauffasaarentie 48 — Puhelin 67 31 51

Vihtavuoren tehtaat

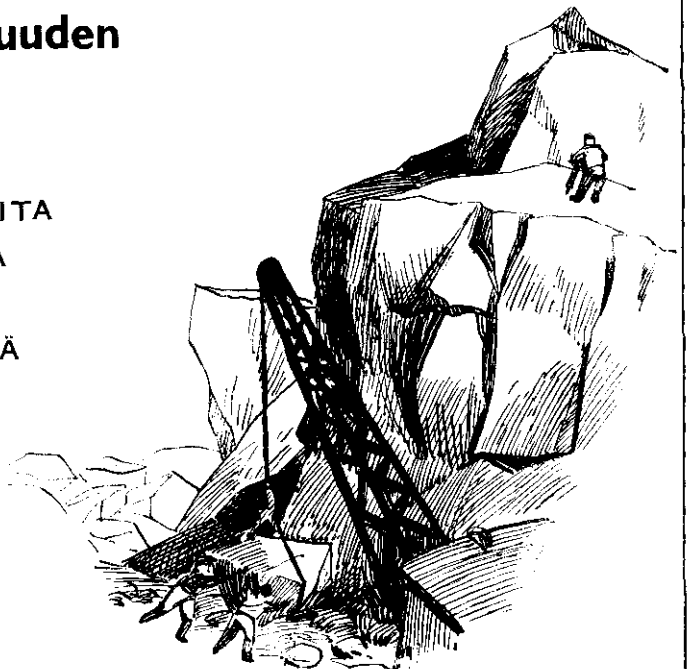
valmistavat vuoriteollisuuden
käyttöön

- DYNAMIITTIA
- VARMUUSRÄJÄHDYSAINEITA
- SÄHKÖRÄJÄYTYSNALLEJA
- TULILANKANALLEJA
- TULILANGAN SYTYTTIMIÄ

Varmaa voimaa
VIHTAVUORESTA!



RIKKIHAPPO-
JA SUPERFOSFAATTITEHTAAT OY





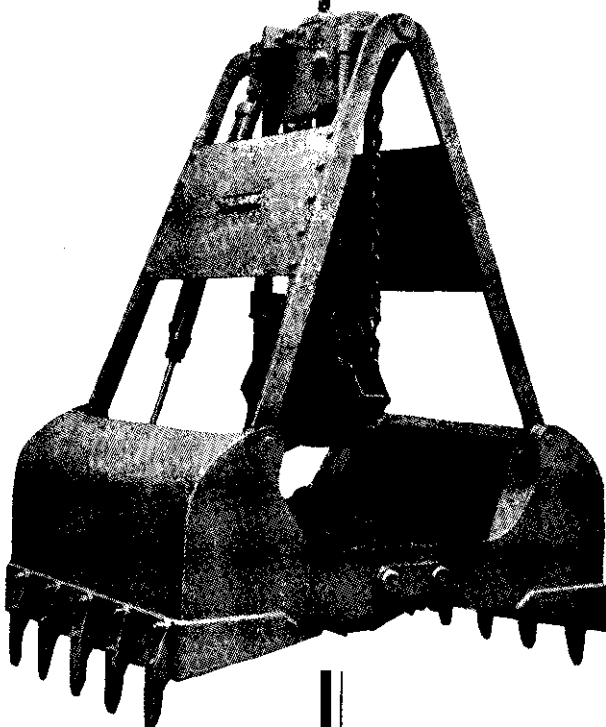
MASCHINEN—EXPORT

vuoriteollisuuskoneita

Yksinmyyjä Suomessa:

Oy Finnish Impex Ab

Helsinki, Hallituskatu 17, puh. 22 626



Priestman Brothers Ltd.

Världens största tillverkare

av

GRÄVSKOPOR

Priestman Brothers Ltd's tillverkningsprogram upp-tager normalt grävskopor i dim 3 lit.—13 m³ och i alla förekommande modeller, varför vi säkert kunna stå till tjänst med lämpligaste typ för Edert ändamål.

Begär broschyrer och anbud!

Priestman
HELSINGFORS

ihannekatto

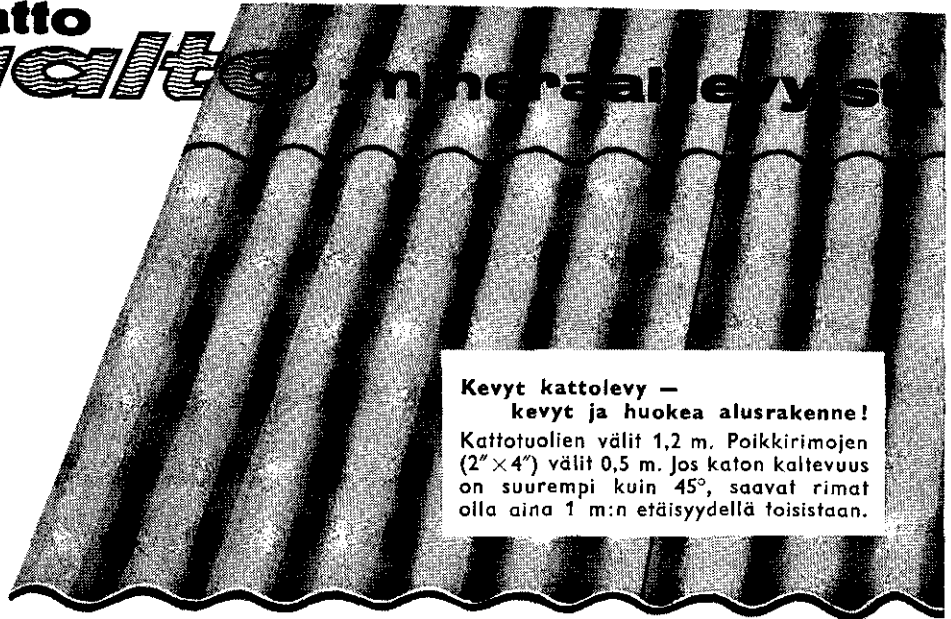
asfaltti-mineraalilevykatto

Asbestisementti-asfalttilevyistä rakennatte nopeasti ja huokealla ensiluokkaisen, kauniin katon, josta Teillä ei koskaan tule olemaan huolta.

Nykyisin valmistetaan asbestisementti-asfalttilevyt parhaista raaka-aineista, jotka takaavat levyille

- erittäin suuren mekaanisen kestävyys
- erinomaisen kestävyys pakkasta, meri- ja tehdasilmaa, kivihiilisavua, kaasuja jne. vastaan.

Mineraalilevykatto ei kaipaa minkäänlaista huoltoa. Sitä ei tarvitse maalata: valittavissanne on viisi kaunista värisävyä — harmaa, punainen, ruskea, vihreä ja musta.



**Kevyt kattolevy —
kevyt ja huokea alusrakenne!**

Kattotuolien välit 1,2 m. Poikkirimojen (2"×4") välit 0,5 m. Jos katon kaltevuus on suurempi kuin 45°, saavat rimat olla aina 1 m:n etäisyydellä toisistaan.

Tilatkaa ilmainen esittelyvihkonen!

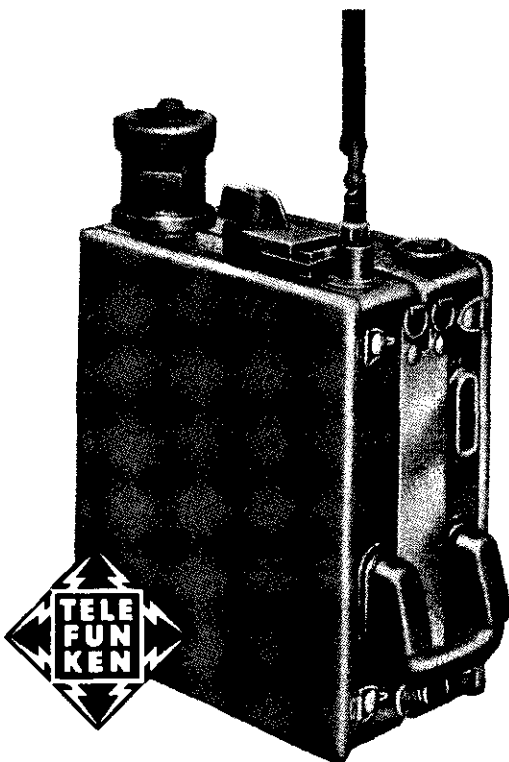


Suomen Mineraali Oy

Bulevardi 28, Helsinki • Puh. 11 791 vaihde

Kannettava radiopuhelin

TELEPORT V



on jaksolukumoduloitu,
6-kanavainen kannettava
radiopuhelin.

Se täyttää Posti- ja lennätin-
hallituksen laatuvaatimukset.
Lähettimen teho 0,5 tai 2 Wat-
tia. Koko laitteen paino 6,4
kiloa. Koko 30×21×12 cm.



PÄÄEDUSTAJA SUOMESSA

SAHKÖLIIKKEIDEN OY

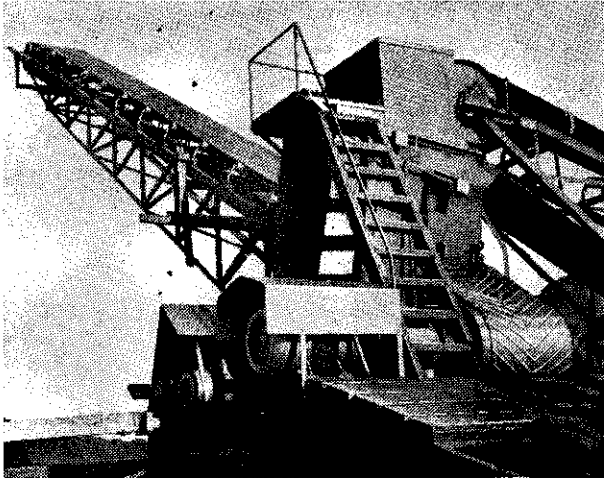
Helsinki — Pormestarintie 8 — Puh. 11 501

T ä y s i

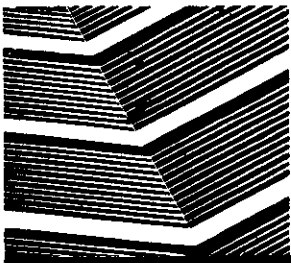


k u l j e t u s t e h o

h i h n a k u l j e t t i m i i n n e

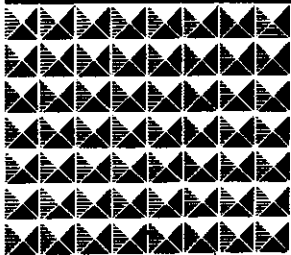


NOKIAN RIPA- JA PYRAMIDI-



kuljetushihnat ovat tarkoitettut normaalia suurempia nousukulmia varten.

Ripa-kuljetushihnan yläpeite on varustettu v-muotoisilla kohokkeilla. Peitelevyt ovat tällöin vähintään 4 + 2 mm.



Pyramidi-kuljetushihna soveltuu erikoisesti kappaleavarain kuten laatikoiden, tiilien, yms. kuljetukseen. Hihnan yläpinta on rihlattu pyramidin muotoisilla kohokkeilla.

Annamme auhusti lisätietoja pyydetessä!

NOKIA

Suomen Gummitehdas Osakeyhtiö

AMPU TULEE!



IMATREX-

räjähdyksineella sujuvat kaikki räjäytystyöt tehokkaasti... Se on täysin vaaratonta varastoida ja kuljettaa, koska se on räjähtämätöntä ennen kyllästämistä. — Saatavana rakeina ja briketteinä.



Osakeyhtiö SAVO
Elektrokemiallinen tehdas

Imatra — Puh. 11 32

Myyntikonttori Helsingissä: Unioninkatu 9 — Puh. 12 420

Garphyttan

**Nosto- ja
vastapainoköydet**

AB GARPHYTTE BRUKilta

**Vaativiin paikkoihin
parhaat köydet!**

**Lyft- och
motviktslinor**

från

AB GARPHYTTE BRUK

**De bästa linorna
för fordrande ändamål!**

Yksinmyyjä:
Representant:



Helsinki - Helsingfors
Puh. 61 272 Tel.

Ilmoittajat — Annonserer:

ALGOL
ASEA
EKSTRÖMIN KONELIIKE
FINNISH IMPEX
FISKARS
GRÖNBLOM
HELLEFORS
KARHULA
KNORRING
KUMI-TUOTE
LILIUS & CO
LOKOMO
MERCANTILE
OTANMÄKI
OUTOKUMPU
PARAISTEN KALKKIVUORI

PREMIO
RADIATOR
RIKKIHAPPO- JA SUPERFOSFAATTITEHTAAT
SAVO
SUOMEN BOFORS
SUOMEN GUMMITEHDAS
SUOMEN KAAPELITEHDAS
SUOMEN MINERAALI
SÄHKÖLIIKKEIDEN OY
TALLBERG
TAMPELLA
TEOLLISUUSTIILI
TEOLLISUUSTIILI
VALMET
VUOKSENNISKA

SANDVIK *Coromant* VUORIPORAT

NYT VAPAASTI

Myös kovametalliporat on nyt vapautettu tuontisäännöstelystä, joten voimme toimittaa edustamiimme tunnettuja Sandvik Coromant vuoriporia vapaasti asiakkaillemme!

Sandvik Coromant on maailman suurin vuoriporien tuottaja, valmistuen itse kovametallin ja porien kankiteräksen alusta loppuun.

Porat on ruostesuojattu SR-menetelmällä, joka ehkäisee ennenaikaiset katkeamiset.



SAATAVISSA SUOMESSA!

Vuoriporia tarvitessanne käännykää puoleemme.

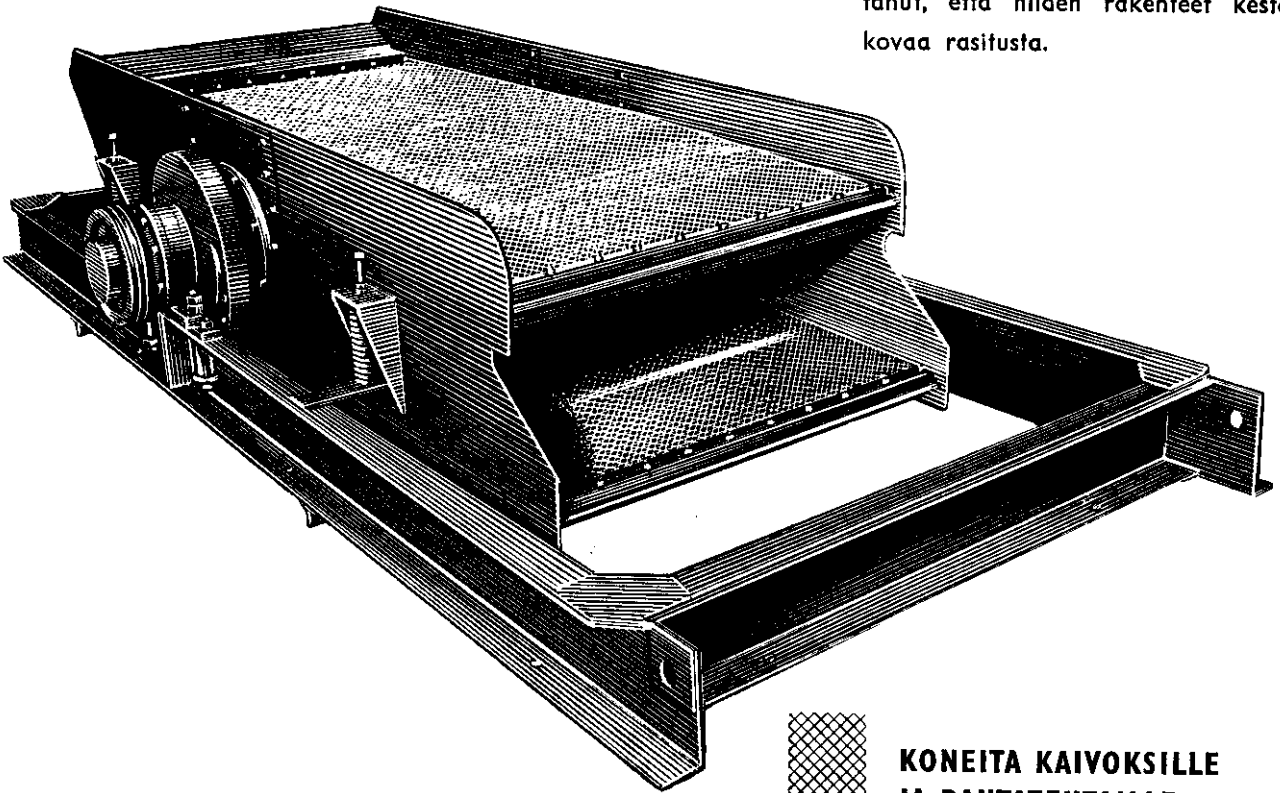
Oy **TALLBERG** *Ab*

ATLAS COPCO-osasto

HELSINKI — Vaihde 13 611

KARHULAN TÄRYSEULA kestää

Karhulan täryseulat ovat tarkoituksenmukaisia ja sopivat monipuoliseen käyttöön. Pitkäaikainen kokemus on osoittanut, että niiden rakenteet kestävät kovaa rasitusta.



KONEITA KAIVOKSILLE JA RAUTATEHTAILLE

- Leukamurskaimia
- 22" Symons-kartiomurskaimia
- Syöttökoneistoja
- Täryseuloja
- Kuulamylyjä
- Tankomylyjä
- Laahauskauhoja
- Romunvyyhtimiä
- Nostopöytiä
- Jäähdytysarinoita, automaattisia
- Valssaamoja
- Saksia



Yhteistyössä
Morgårdhammars Mek. Verkstad Ab:n kanssa.