

# VUORITEOLLISUUS

---

# BERGSHANTERINGEN

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

## *Sisältö — Innehåll*

*Esko Lehtonen:*

Kulutusta kestävä materiaali.

*Reino Sandelin:*

Jatkotankoporaus.

*Heikki Paarma ja Reino Himmi:*

Malmiteknillinen näytteenotto.

*Juha Kalla:*

Muhoksen muodostuman alueella,  
Limingan Tupoksella suoritettu  
syväkairaus.



**rauta ruostuu**

**kupari kestää**

Ruoste on rautarakenteiden pahin vihollinen

### **Kupari ei ruostu**

Paras keino torjua ruosteen aiheuttamat vahingot on käyttää putkistoissa ja laitteissa kuparia.

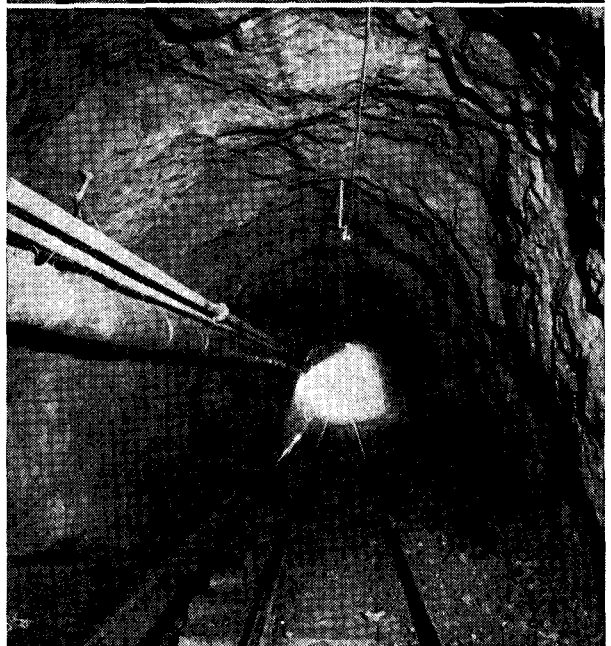
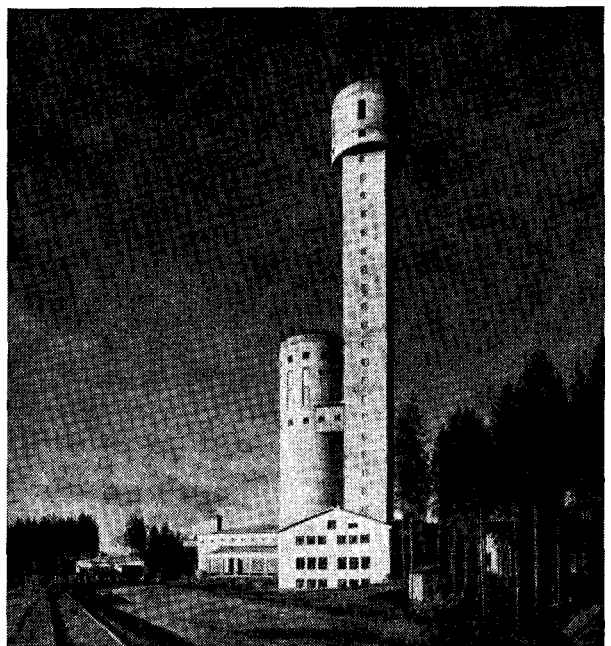
### **Kupari on edullisin**

Kupari säästää korjaus- ja uusimiskustannukset ja siten myös lyhyessä ajassa hintansa.



**Outokumpu Oy**

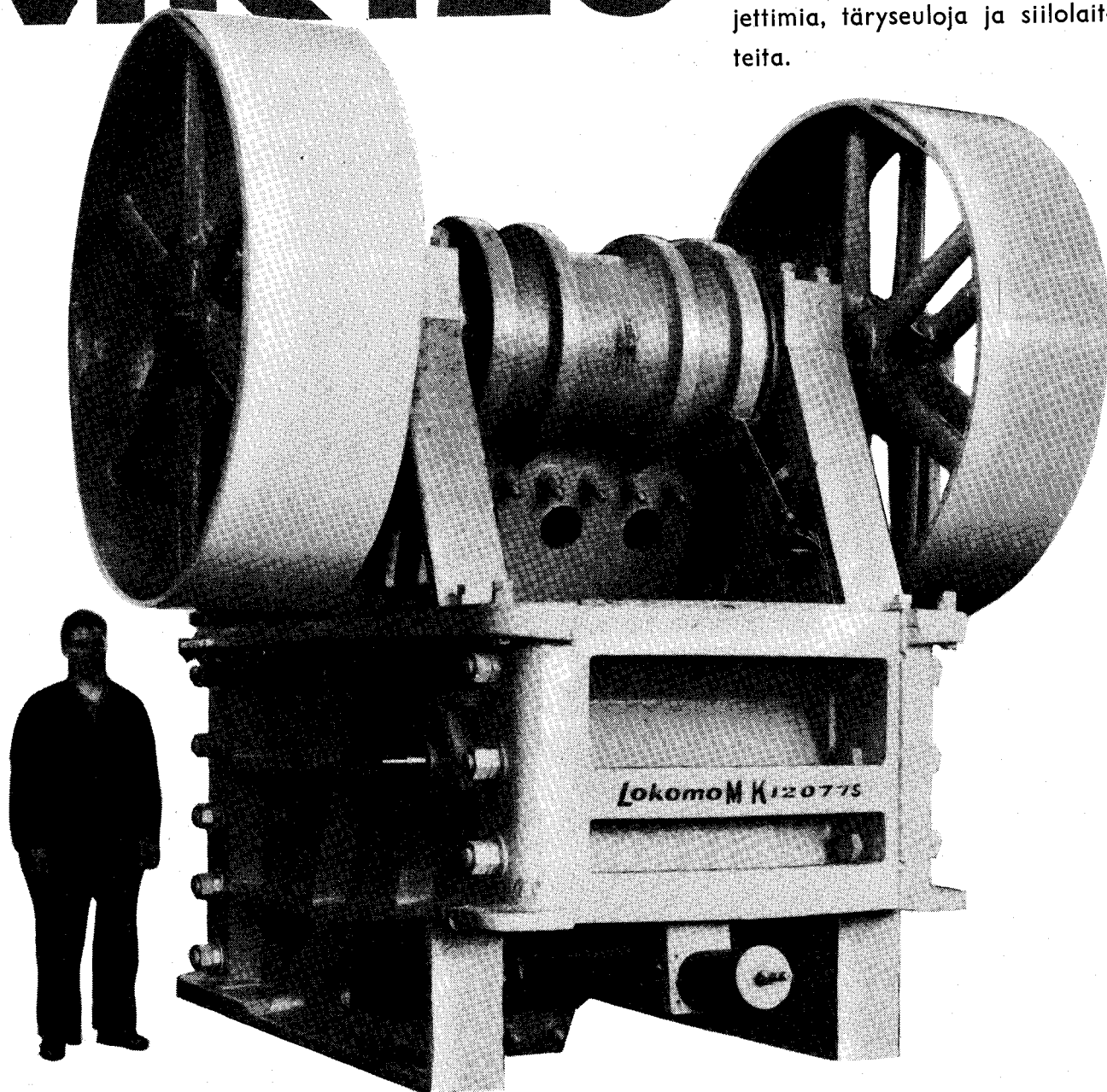
Kuparitalo, Töölönkatu 4  
Helsinki - Puh. 44 05 11



# TERÄSKITA MK 120

Valmistusohjelmaamme kuuluu viisi TERÄSKITAA, joista raskain on kuvamme murskainjätti TERÄSKITA MK 120.

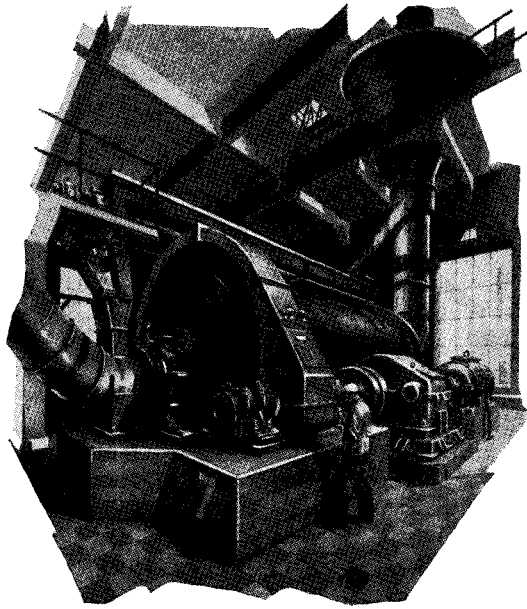
Teräskita - murskaimien lisäksi valmistamme myös valssi-, vasara- ja karamurskaimia, liikkuvia ja kiinteitä murskaus- ja lajittelu-laitoksia. Toimitamme niitä var-ten myös erilaisia syöttimiä, kul-jettimia, täryseuloja ja siilolait-teita.



Myyntiosastomme lähettää mielihyvin esittelylehtisiä ja tarjouksia sekä antaa tarvitsemianne lisätietoja.

**Lokomo Oy**  
KONEPAJA • TERÄSTEHDAS • TAMPERE

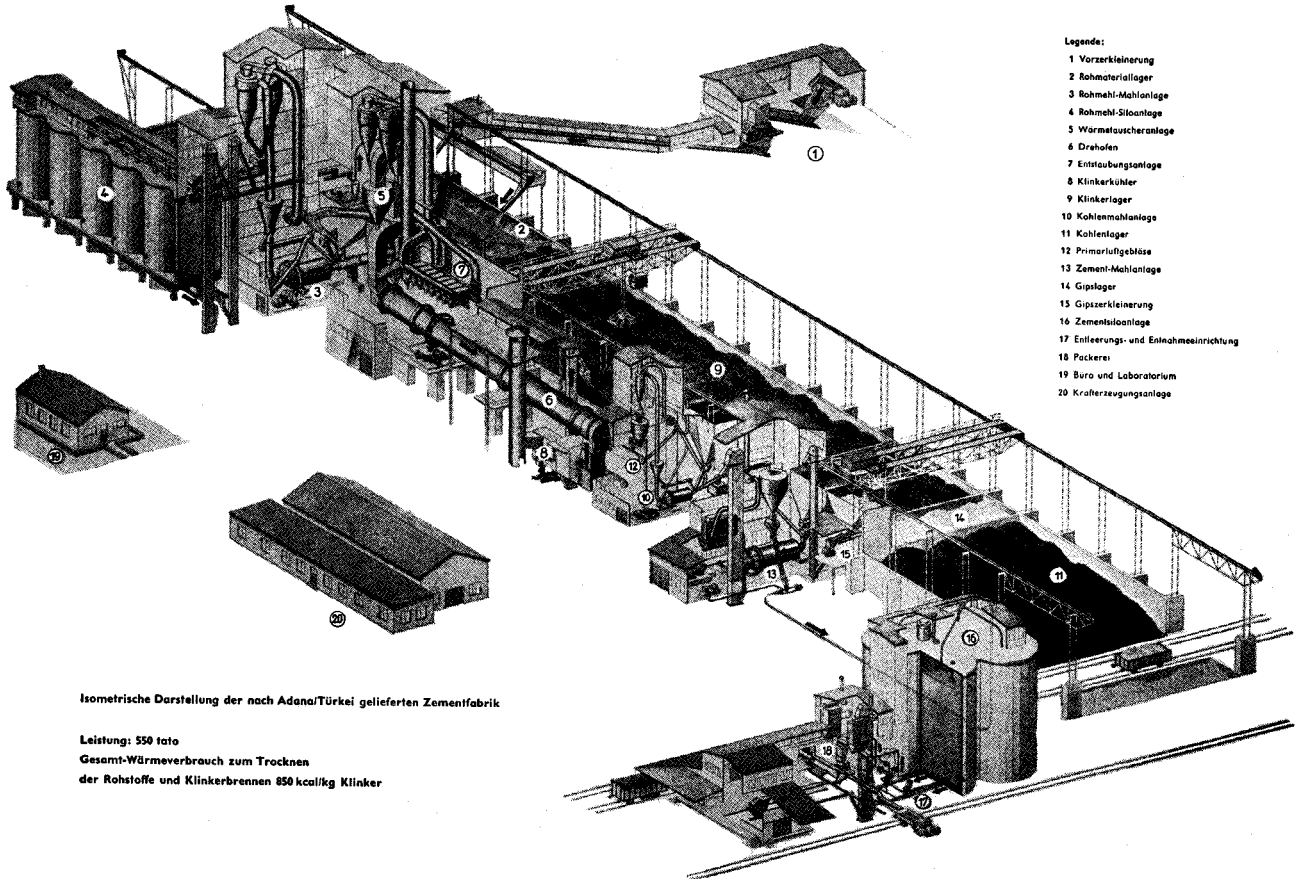
# HUMBOLDT



## koneita ja laitteita

vuoriteollisuudelle  
kemian teollisuudelle  
metallurgiselle teollisuudelle

### HUMBOLDT Zementfabrik mit Humboldt-Wärmetauscher, Trockenverfahren



Legende:

- 1 Vorzerkleinerung
- 2 Rohmateriallager
- 3 Rohmehl-Mahlanlage
- 4 Rohmehl-Siloanlage
- 5 Wärmetauscheranlage
- 6 Drehofen
- 7 Entstaubungsanlage
- 8 Klinkerkühler
- 9 Klinkerlager
- 10 Kohlenmahlanlage
- 11 Kohlenlager
- 12 Primärluftgebläse
- 13 Zement-Mahlanlage
- 14 Gipslager
- 15 Gipszerkleinerung
- 16 Zementsiloanlage
- 17 Entleerungs- und Entnahmeanrichtung
- 18 Packerei
- 19 Büro und Laboratorium
- 20 Krüherzeugungsanlage

Isometrische Darstellung der nach Adana/Türkei gelieferten Zementfabrik

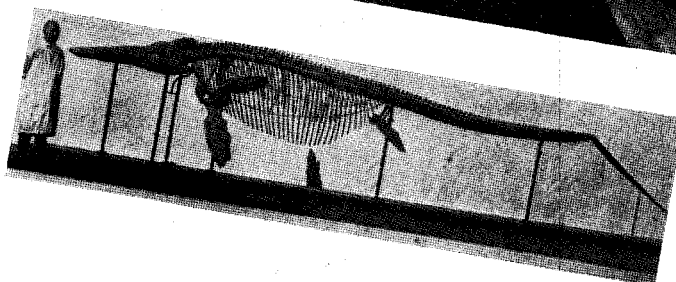
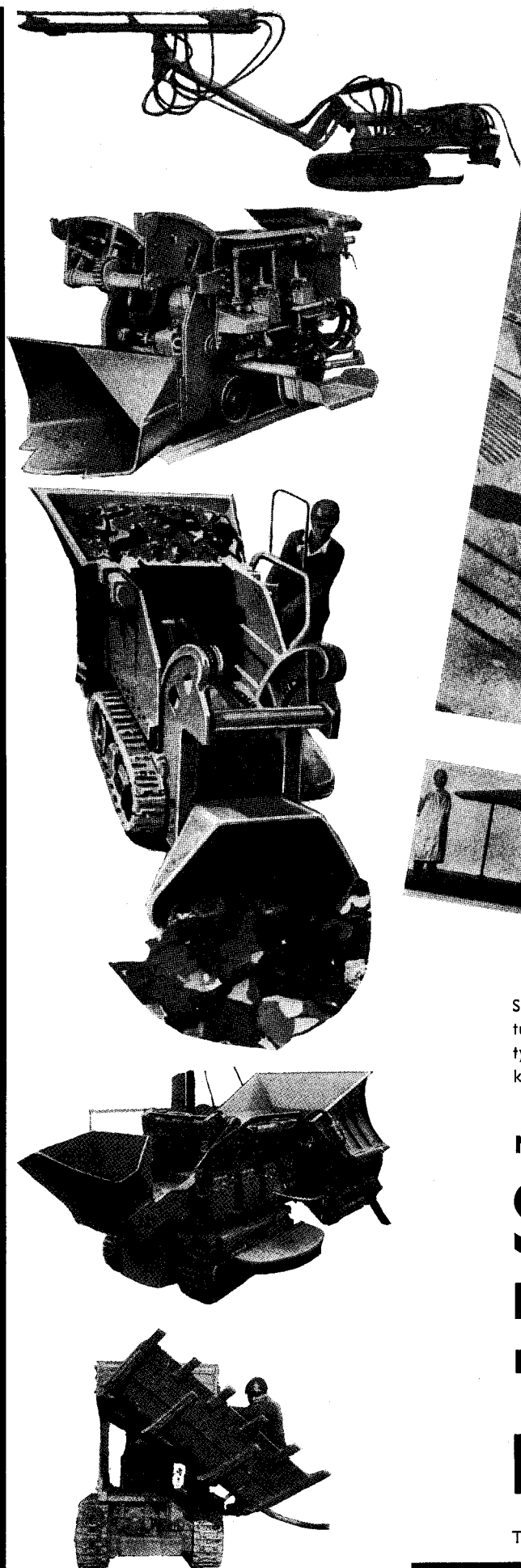
Leistung: 550 tate  
Gesamt-Wärmeverbrauch zum Trocknen  
der Rohstoffe und Klinkerbrennen 850 kcal/kg Klinker

jo yli 100 vuotta kehityksen kärjessä

**MACHINERY**

KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG, Köln

HELSINKI, Vanha Kauppakuja. Puh. 13636  
Turku - Tampere - Jyväskylä - Oulu - Vaasa - Lahti - Kouvola



Salzgitter-Bad'in lähistöllä sijaitsevasta maanlaisesta liitujärvestä löydetty Ichthyosauruksen luuranko. Vakuuttava työsaavutus! Koettakaa Tekin onneanne SALZGITTER-koneilla.

MAAILMANKUULUJA

# SALZGITTER

## kaivos- ja tunnelin- rakennuskoneita

### MACHINERY

HELSINKI, Vanha Kauppakuja. Puh. 13 636  
Turku - Tampere - Jyväskylä - Oulu - Vaasa - Lahti - Kouvola



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

**P & H**

## malli 655 B tunnelikaivukone

**HARNISCHFEGER**

**Tunnelikauhan tilavuus 2 cu.yd. eli 1,5 m<sup>3</sup>  
Työpaino 43.800 kg**

Koneen vakiokauhan tilavuus on 1,5 cu.yd. eli 1,2 m<sup>3</sup>.  
Tällöin on kone varustettu normaali puomeilla.

P & H 655 B erikoispiirteitä:

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

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

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

Lähempiä tietoja antaa

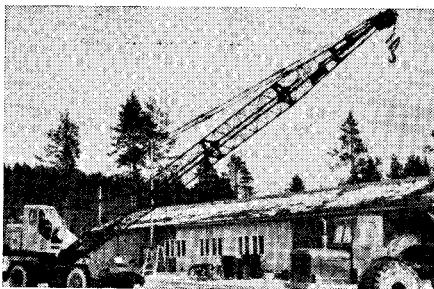
**KESKO Oy**

KONEOSASTO

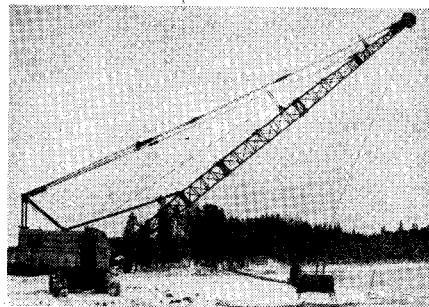
Helsinki, Satamakatu 3

Puh. 12851 (Vaihe)

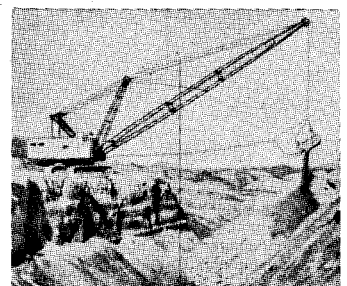
Huolto Tapanila Puh. Helsinki 75 45 44



P & H 155 MC  
9 tonnin nosturi

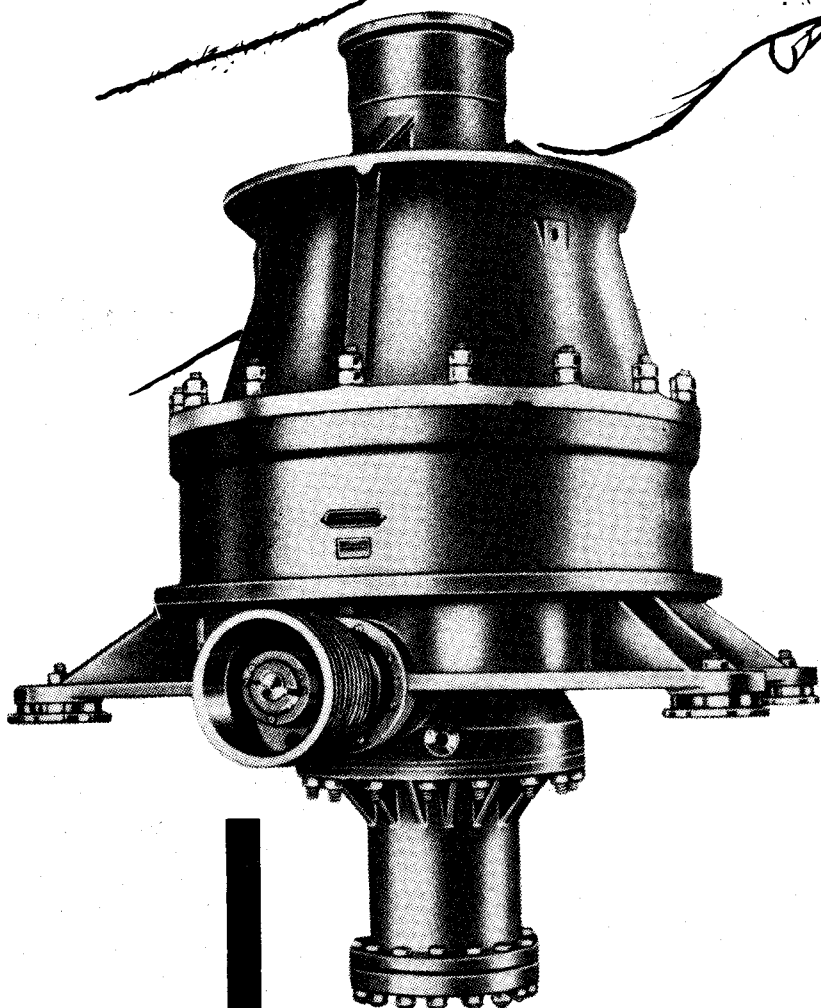


P & H 955 A  
Laahauskauhalla varustettuna



P & H 1055 LC  
Laahauskauhalla varustettuna

**Säätäkää jauhatus  
yhdellä kädenliikkeellä**



**ALLIS-CHALMERS**

**HYDROCONE**

**jälki-  
JAUHIMIA**



**Mercantile**



KONE- & INS.OSASTO  
MANNERHEIMINTIE 12, HELSINKI



**ASEA**

on toimittanut Suomen kaivoksille lukuisia automatisoituja nostokoneita sekä henkilökuljetuksia että malminnostoa varten. Toimitamme myös automaattivaaioilla varustettuja mittataskuja, kippoja, hissikoreja, köysipyöriä jne.

Annamme mieliihyvin yksityiskohtaisia tietoja ASEA:n toimituksista kaivosteollisuudelle ja neuvottelemme kanssanne kaikista sähköalan ongelmista.

**KERETTI**

Täysautomaattinen malminnostokone kaksoisnostolla, hyötykuorma 5,5 tonnia kippaa kohden.  
Puoliautomaattinen nostokone henkilökuljetuksiin, hyötykuorma 5 tonnia tai 30 henkilöä.

**VIHANTI**

Täysautomaattinen nostokone kaksoisnostolla, hyötykuorma 5 tonnia kippaa kohden.

**TYTYRI**

Yhdistetty nostokone henkilökuljetusta ja malminnostoa varten, hyötykuorma 10 tonnia.

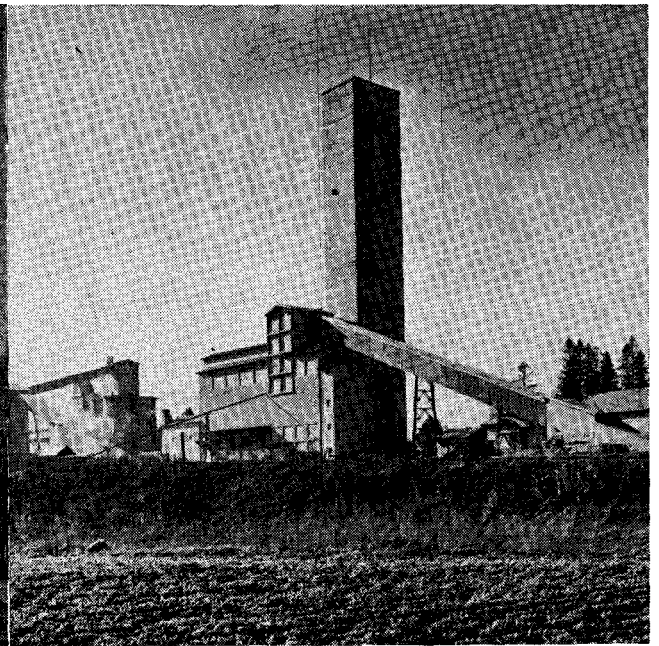
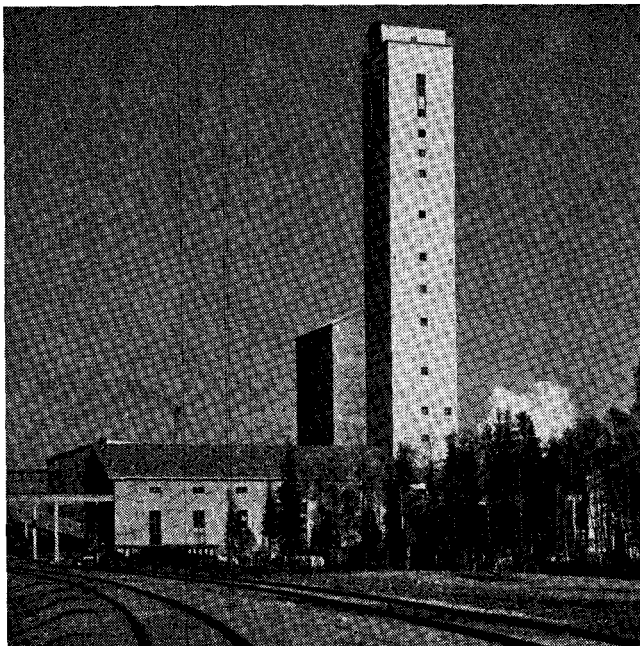
**YLÖJÄRVI**

Yhdistetty nostokone henkilökuljetusta ja malminnostoa varten, hyötykuorma 6 tonnia.

**KOTALAHTI**

Yhdistetty nostokone henkilökuljetusta ja malminnostoa varten, hyötykuorma 8,5 tonnia.  
Nostokone henkilökuljetusta varten, hyötykuorma 500 kg tai 6 henkilöä.

# Nostokoneita Suomen kaivoksille



OSAKEYHTIÖ

**ASEA**

AKTIEBOLAG

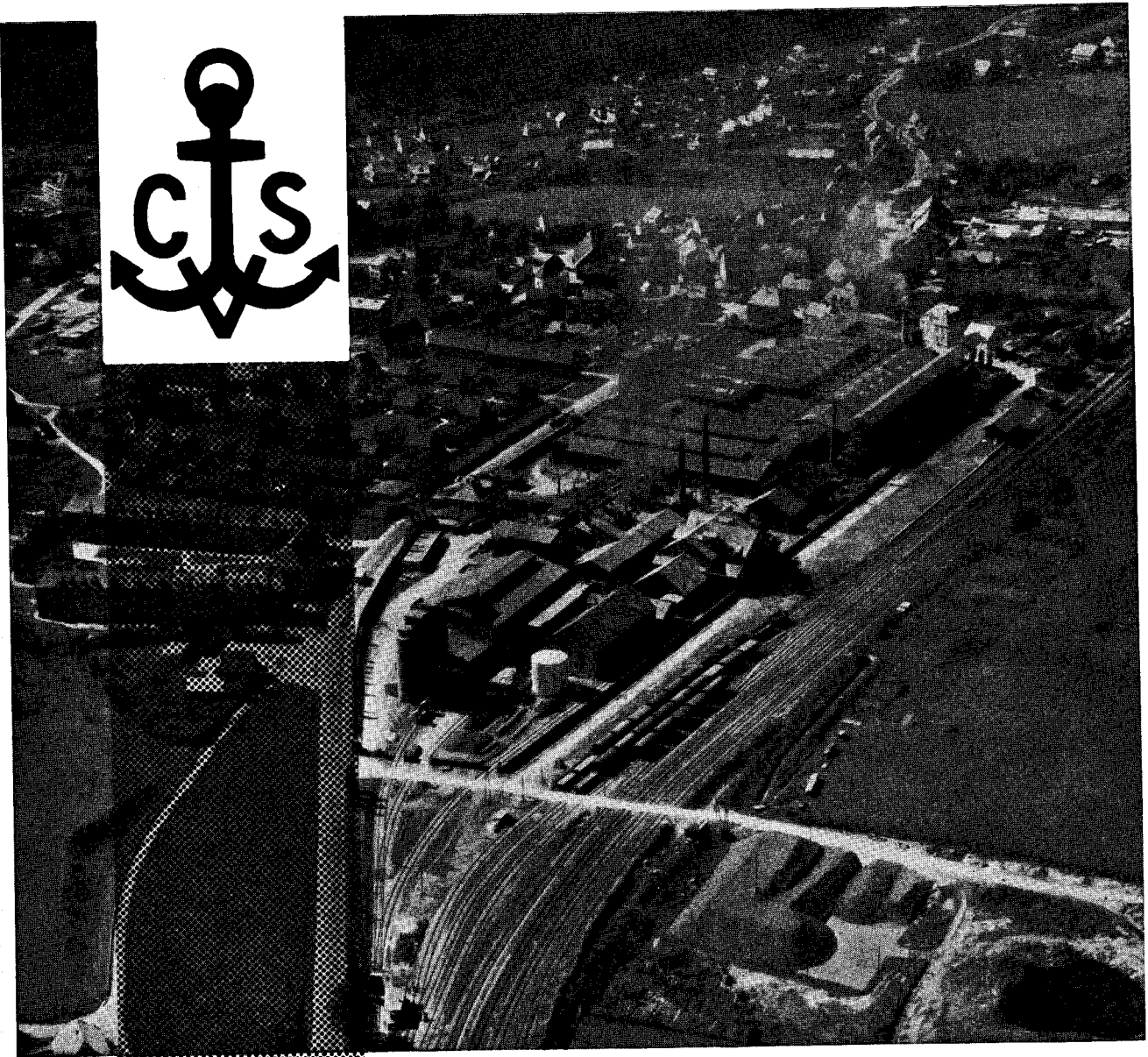
HELSINKI  
Citykäytävä  
Puh. 12 501

TURKU  
Maariank. 1 B  
Puh. 26 020

KUOPIO  
Puijonk. 19-21  
Puh. 15 071

VAASA  
Myllykatu 3  
Puh. 16 150





WERK TRIEBEN

# VEITSCHER MAGNESITWERKE

ACTIEN-GESELLSCHAFT, WIEN-AUSTRIA

GENERALVERKAUFSSTELLE

*A. G. für feuerfestes Material*

BASEL 6, ST. ALBANVORSTADT 94  
TELEGRAMME: SAPREF, TEL 229619

VERTRETEN IN FINNLAND DURCH

*AB. Industritegel*

HELSINGFORS, BANGATAN 21

Edustaja Suomessa

*Oy. Teollisuustiili*

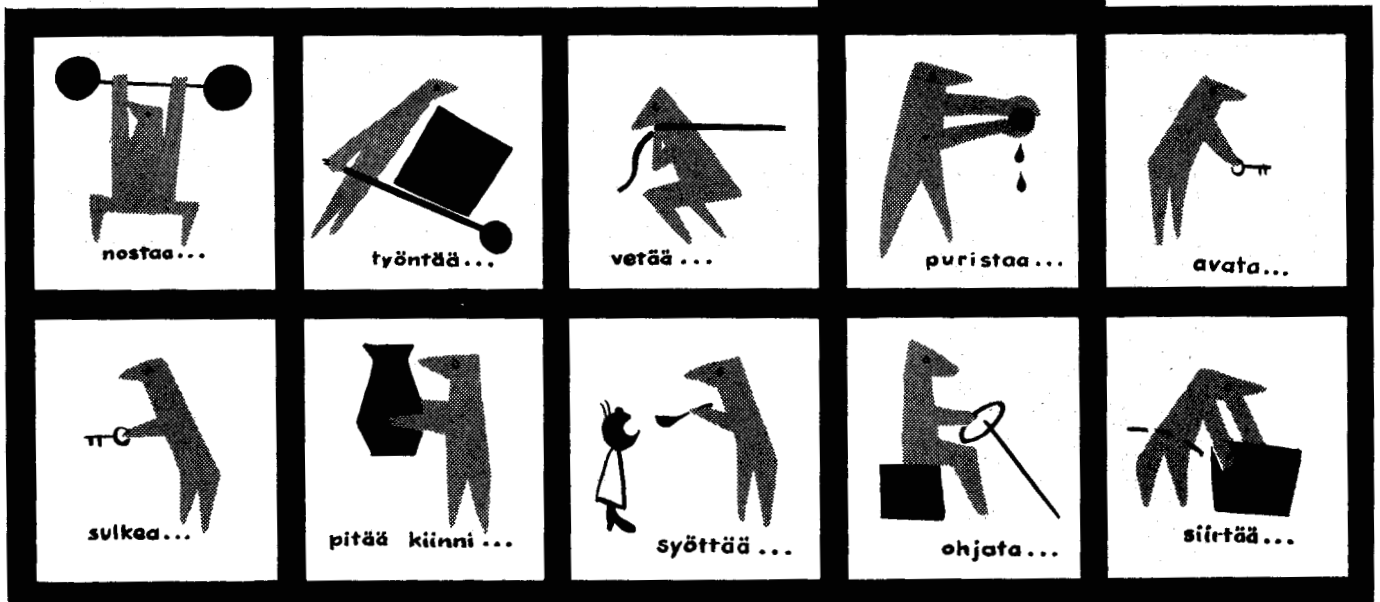
HELSINKI Ratakatu 21 Puh. 14 334

# ... Viisas pääsee vähemmällä

AUTOMATISOINTI  
JOTA TARVITSETTE

**MARTON**  
*automatisointi*

# miksi



Ei työn tekeminen ole itsetarkoitus!

*Mercantile*  
 30 731

Kaikki tähän  
ja monimutkai-  
setkin työvaiheet  
voidaan auto-  
matisoida.

MARTON-asiantuntijamme  
ovat käytettävissäne



**MARTON-AUTOMATISOINTIOSASTO**  
Mannerheimintie 12, Helsinki

# SMT

SUOMEN MAANVILJELIJÄIN TEHDAS OY

## VALIMO

JOKELA



Valmistamme  
martensiittista ja  
austeniittista  
valkoista valutavaraa  
kuten

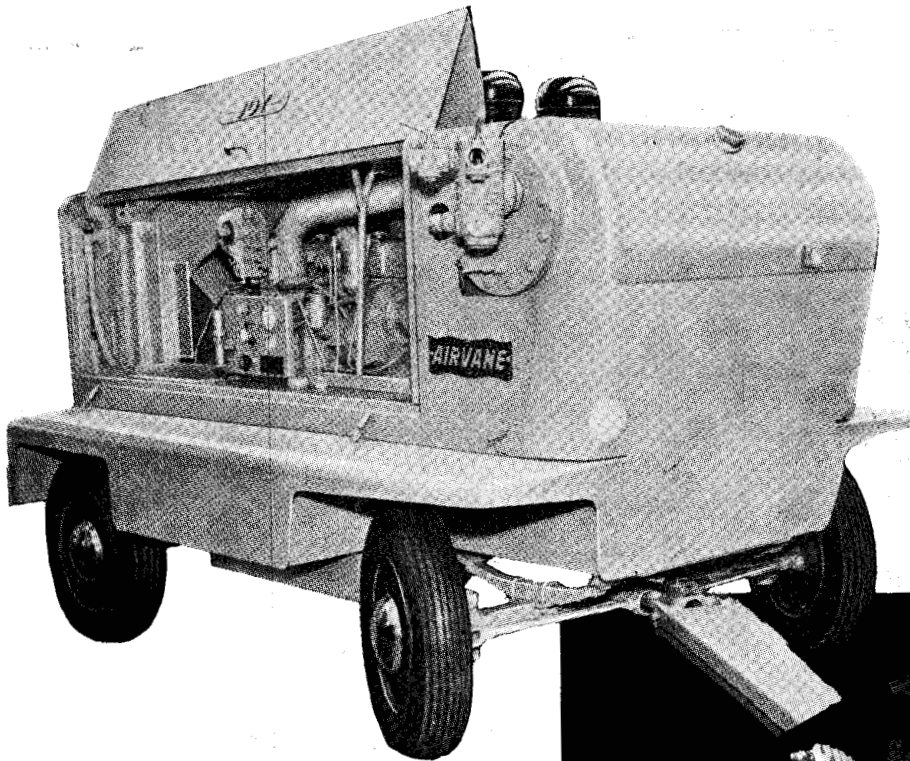
**NI - HARDIA**  
ym. seostettua kovavalua

Valmistusohjelmassa mm.

**Myllyjen vuorauslevyt ja -palkit • Lietepumppujen ja vaahdotuskennojen kulutusosat • Jauhinkuulat ja cylpebsit ym.**

# JOY-AIRVANE

## siirrettäviä ilmakompressoreita



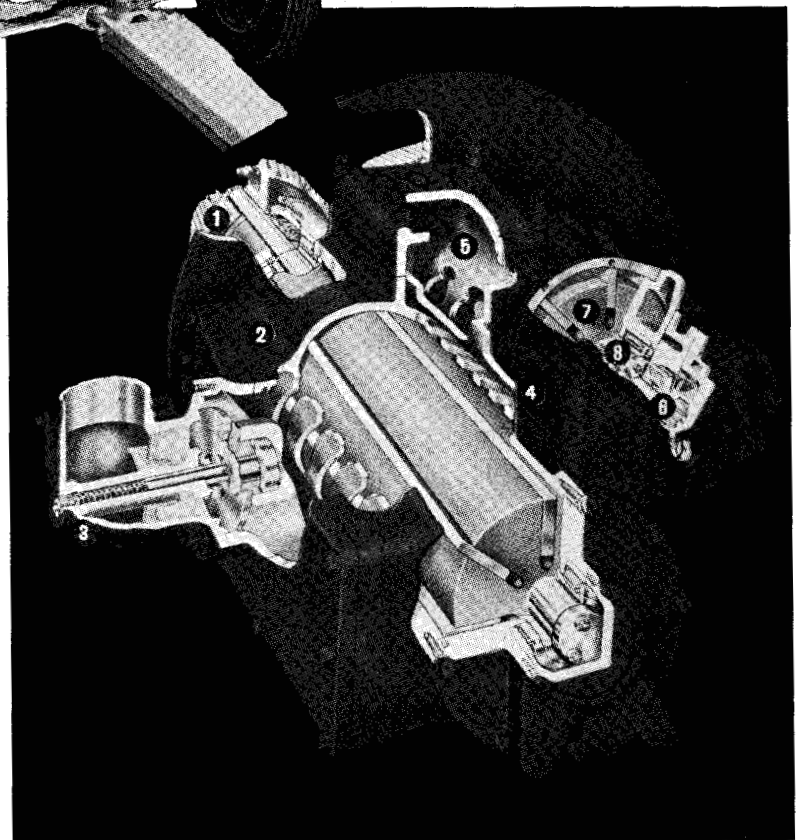
### Miksi JOY-Airvane?

1. Vähän kuluvia osia.
2. Kaksivaihepuristus.
3. Erittäin helppohoitoinen.
4. Säätää itsensä ilmankulutuksen mukaisesti.
5. Työpaine helposti säädettävissä.
6. Kompressori ja moottori suojattu hoitajan huolimattomuudelta.

Tosiaan JOY-Airvane kompressori sisältää kaiken, minkä käyttäjä voi toivoa tehokkaasta ja luotettavasta työmaayksiköstä. Antakaa meidän esittää sitä Teille toiminnassa sekä kertoa lisää sen hyvistä ominaisuuksista, ja minkä takia olemme lyhyessä ajassa saaneet jopa uusintatilauksia.

### JOY-Airvane-malleja:

	RP-365	RP-600	RP-900
Työpaine	5-8.5 icy	5-8.5 icy	5-8.5 icy
Tehollinen ilmamäärä	10,5 m <sup>3</sup> /min.	17 m <sup>3</sup> /min.	25 m <sup>3</sup> /min.
Moottori	Cummins NHC-4	Cummins NH-220	Cummins NRTO-6
Kierr.luku	1800	1800	1800
Työpaino	3100 kg	4000 kg	5400 kg



OSAKEYHTIÖ *Ekströmin* KONELIIKE

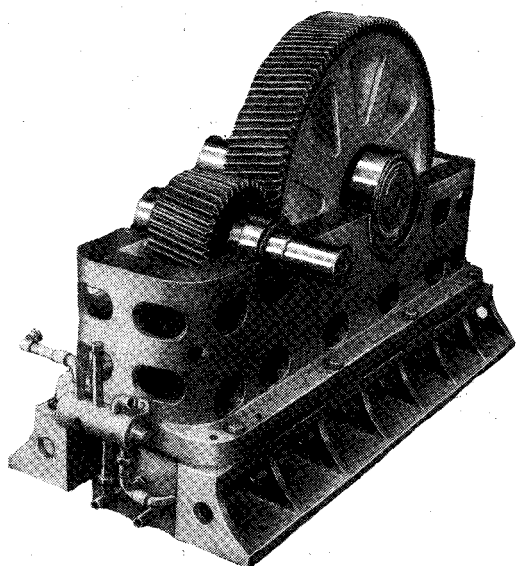
Helsinki Puh. 11 421 Postilokero 310



# -raudan edut hammaspyörien raaka-aineena

SG-rautaa käyttäen on hammaspyörien rakenne yksinkertainen, koska ei tarvita erillistä valurautanapaa ja teräskehää. Tämä merkitsee sekä työvaiheitten vähenemistä että painonsäästöä. SG-rauta on erikoisen sopiva raaka-aine varsinkin suuriin lieriöhammaspyöriin.

SG-rauta on helppo työstää. Se on koneistettavissa vieläpä 300 HB-kovuisena, kun sensijaan yhtä kova teräs on erittäin vaikea koneistaa. SG-raudan sisältämä grafiitti toimii koneistuksen aikana voitelevana ja parantaa lastun irtoamista terän suusta, mikä vähentää terien kulumista. Täten saadaan säästöä koneistuskustannuksissa.



Hammasvaihte, tyyppi B-130.  
Käyttöteho n. 190 hv/935 r/min.  $i = 33:1$ .  
Pienet pyörät CrNi-terästä, hampaat liekkikarkaistu n. 58 RC.  
Suuret pyörät SG-rautaa 31-J, kovuus n. 285 HB.  
Näitä vaihteita on ollut kuorimarumpujen käytössä noin 3 vuotta, ja niiden kuormitusolosuhteet ovat erittäin raskaita (systeemillinen ja epätasainen kuormitus).  
Tarkastuksissa on todettu, että SG-pyörät ovat kestäneet hyvin eikä esim. pitting-ilmiötä ole havaittu.

Hammasvaihte, tyyppi A-90,  $i = 3.317:1$ .  
1530 hv/900 r/min.  
Laskettu 150.000 h kestoään mukaan.  
Pieni pyörä 20 Mn Cr 5, pintakarkaistu n. 60 RC, hampaat hiotut.

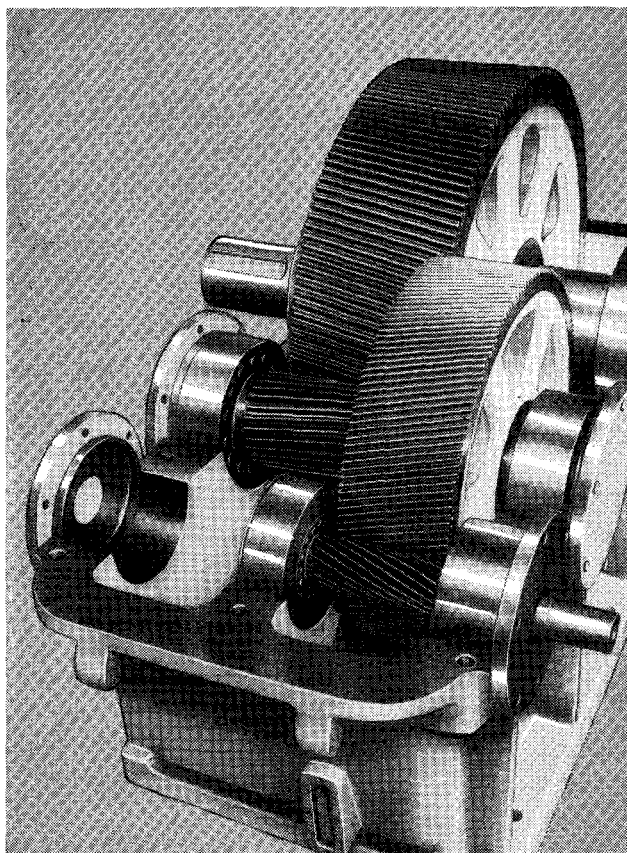
Iso pyörä  $d_0 = 1377$  mm.  
SG-rautaa 31-J, kovuus n. 270 HB,  
hampaat hiotut.

SG-raudan vaimennuskyky on parempi kuin teräksen, josta johtuen vaihteen käynti tulee äänettömämmäksi ja tasaisemmaksi.

Nikkelipitoinen perliittinen SG-rautamme (31-P tai 31-J) on useimmissa tapauksissa riittävän kovaa hammaspyöräaineeksi (250–300 HB). Sen kovuutta ja kiderakennetta voidaan kuitenkin parantaa normalisoinnilla tai nuorrutuksella.

SG-hammaspyörillä on todettu olevan vähintään yhtä hyvä kulumisen kestävyys kuin yhtä kovilla teräksillä, mikä johtuu SG-raudan hyvistä liukumisominaisuuksista. Pitting-ilmiöön nähden SG-valuiset hammaspyörät ovat erittäin vastustuskykyisiä ja osoittautuneet teräksisiä paremmiksi.

SG-hammaspyörillä on hyvä hampaan taivutuslujuus ja ne ovat kestäviä myös iskumaista kuormitusta vastaan.



-valua suorittaa Suomessa  
THE MOND NICKEL COMPANY LTD:n lisenssillä VALMET Oy

## VALMET

RAUTPOHJAN TEHDAS, JYVÄSKYLÄ. Puhelin 11 900  
Pääkonttori: Kaivokatu 10, Helsinki. Puhelin 11 441

# Suomen pisintä tunnelia rakennetaan Lievestuoreella

(Helsingin Sanomien lähettämästä edustajasta)

**Lievestuore, perjantaina (Seppo Heitola)**

Ruusuhan kahdenkymmenen metrin syvyydessä maan alla työntävät poranterät koraan granitilla. Meteli on korkea huuhaava. Yksi höyryn aosta erottaa silmää kaksi valopistettä. Kaksi poraria Tauno Jaltonen ja Eino Heiskanen ovat jokapäiväisessä työssään. Suojapään lamppu valaisee kallioveistämiseen. Suomen pisin tunneli syntyy jyrinäällä ja räntinäällä.

donnaat ensimmäisen työvaiheen. Kullut sijaitsevat kaikki tunnelilinjalta. Niiden pohjasta lähtee työ etenemään kumpaankin suuntaan linjaa. Täten saadaan yhtä kullua kohden kaksi ns. työperää.

Kullut muodostavat kulkutien tunneliin. Niisiä nostetaan ylös kaikki louhinta kalho. Tätä varten on kukin kulla varustettu omalla nostokoneistollaan. Maanpinnalla näkyy kullakin kullulla myös omat huoltotilansa kuten paineilmapakeskus, varasto, vesilaitos, kivi- ja visioilo yms. Samoin ovat täällä työntekijöiden ruokailusijat ja vaatteiden kuivaustilat. Työpisteitä voi siten sanoa verraten itsenäisiksi yksiköiksi. Lähdetäessä saaraamaan varusteita työsuoritusalueella tunnelissa vahvistuu tunto.

on että työmää tulee merkitsemään sangen paljon ammattitaitoisien tunnelienkiihdytysten kouluttajien. Lievestuoreen alkaisemmin vaikeana työllisyyskysymystä on työmää luonnollisesti oleellisesti helpottanut. Työvoiman määrä tulee todennäköisesti saavuttamaan huippunsa 120 miestä syyskesä.

Seitsemän miestä ilmestyy uupuuille tunnelinkuulusta. Aporatut reiät on nyt saatu nostetuksi. Yksi miehistä kättä tunnelista tulleen johdosta kättä lähtöön ja alkoo sähkövirtaa sytyttävään mylly kampaan. Lämpimästä tunnelista kirpeä aseen tulleet miehet alkoivat kojaan. Kaminen reiä nappulaa. Maa tärähti ovi poikautui ohi taas tullut hieman.

## Tunnelirata

kuululla on käytössä...  
...kohde...

Volga



## Sielläkin on "Tampella" mukana

Insinööri-toimisto Oy Vesto rakentaa Lievestuoreella n. 10 km pitkää teollisuuden käyttöveden tunnelia, jonka poikkileikkaus on 4 m<sup>2</sup> ja syvyys maanpinnasta n. 25 m.

Tunneli tulee olemaan Suomen pisin.

Työtä tehdään samanaikaisesti useassa eri pisteessä pitkin tulevaa tunnelilinjaa. Kussakin kohdassa on pystykuilu, jonka alaosasta louhinta etenee kahteen vastakkaiseen suuntaan.

Sekä kuilun että tunnelin louhinnassa käytetään Tampellan T 10 CW ja T 10 BW kallioporakoneita, kuilussa yleissyöttölaittein ja tunnelissa polvisyöttölaittein varustettuina.

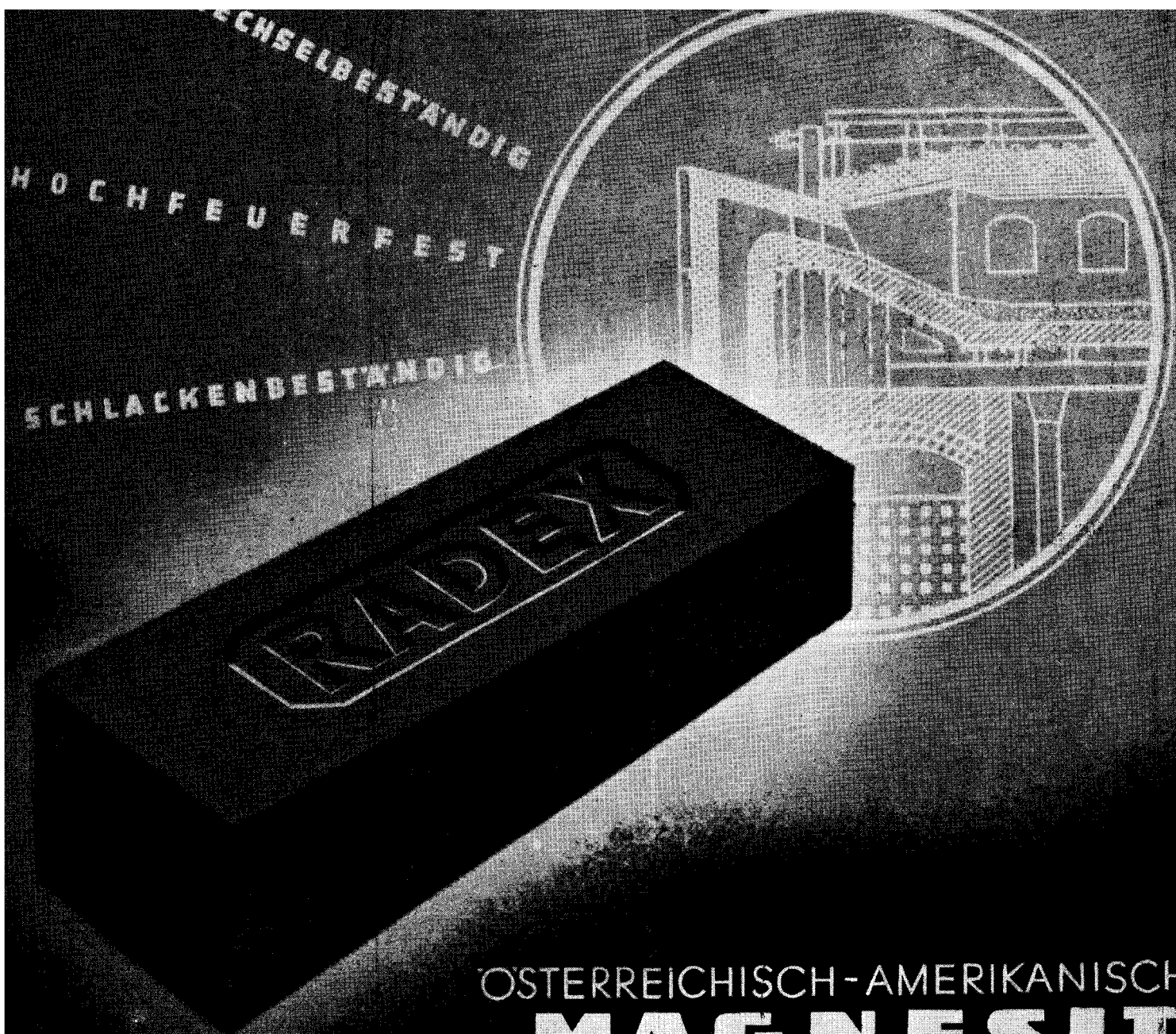
Tampellan kallioporakoneet ovat mukana täällä niin kuin muuallakin, missä on nopeasti mentävä kallion läpi. Tunneli valmistuu jo keväällä 1961.



Tampereen

Konepaja

Perustettu 1842



ÖSTERREICHISCH-AMERIKANISCHE

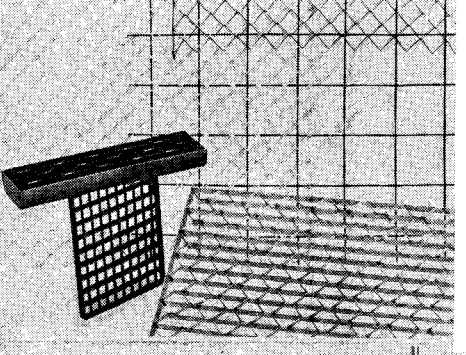
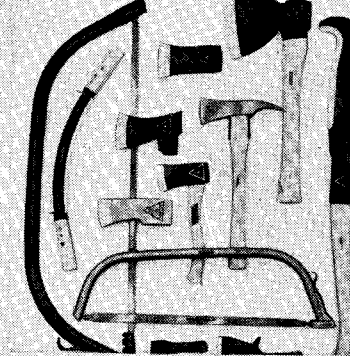
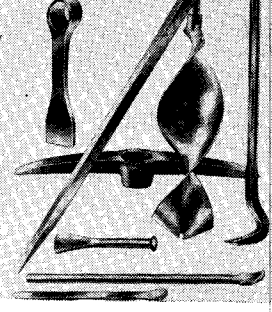
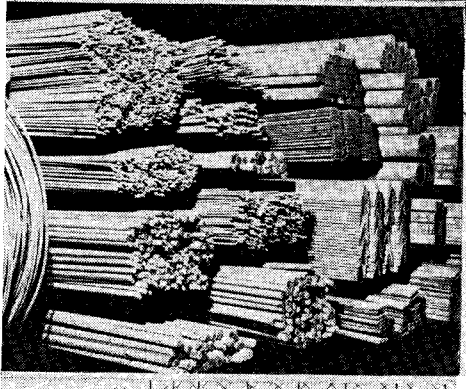
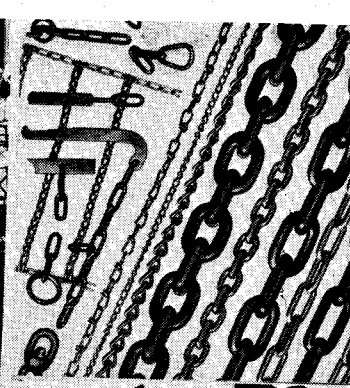
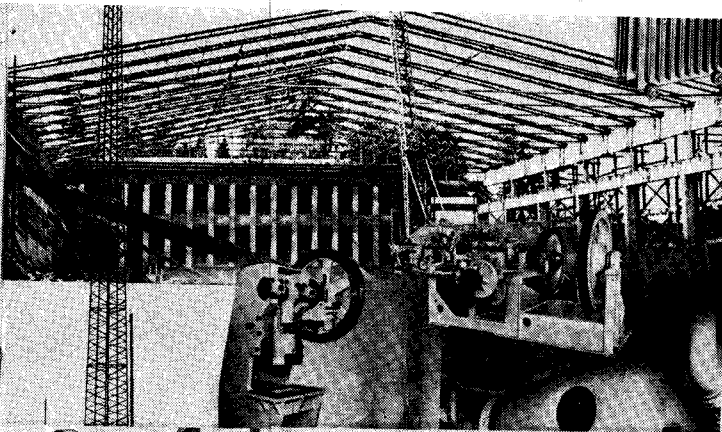
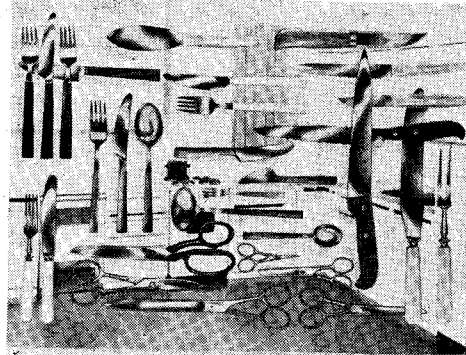
**MAGNESIT**

AKTIENGESELLSCHAFT

**RADETHEIN-KÄRNTEN**

GESCHÄFTSSTELLE: WIEN 1., FÜHRICHGASSE 6

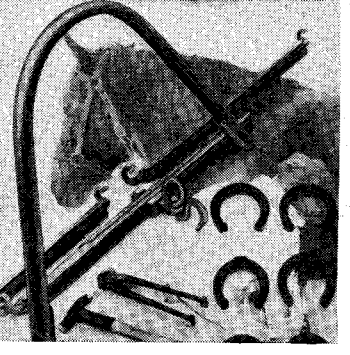
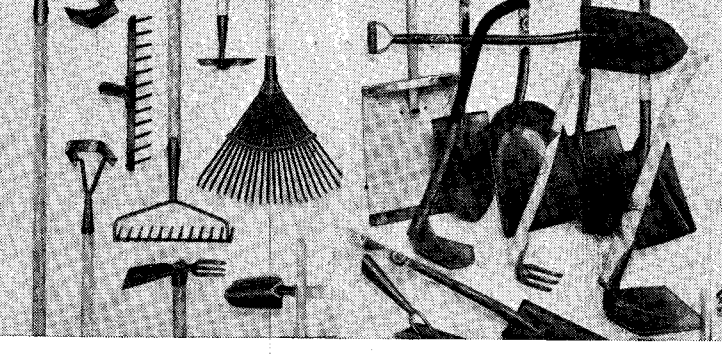
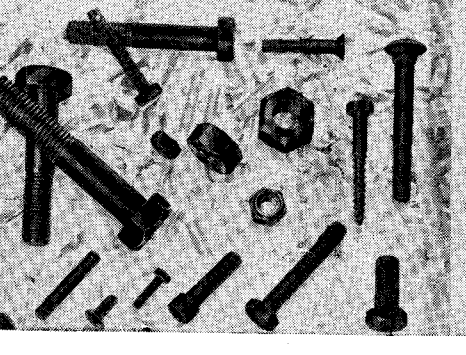
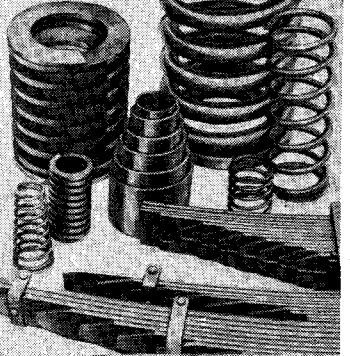
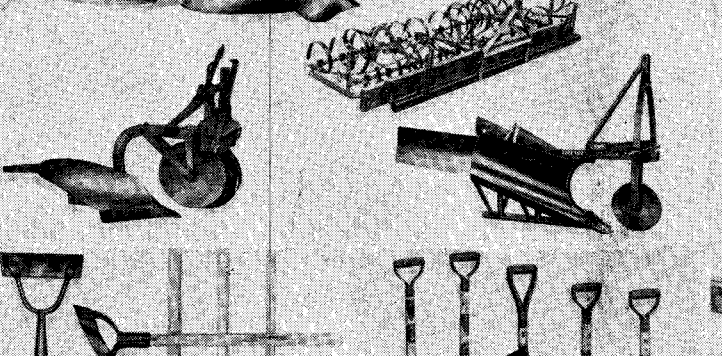
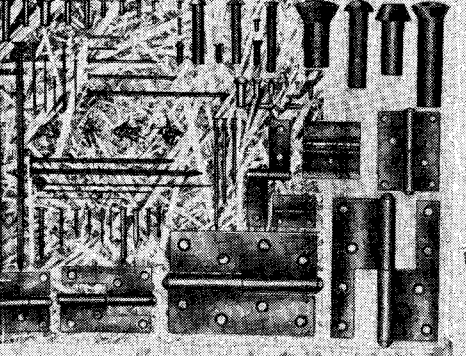
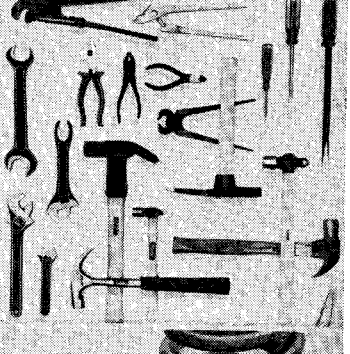
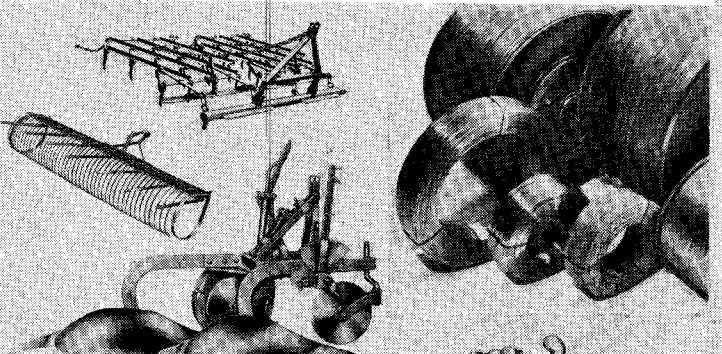
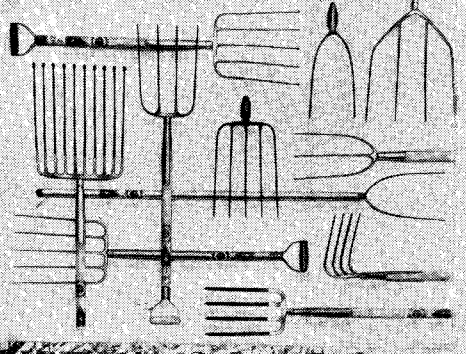
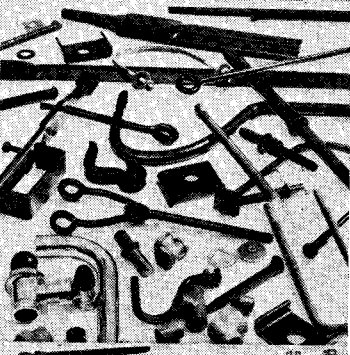
**OY TULENKESTÄVÄT TIILET AB** Helsinki - Helsingfors • Puh. 78:6098 Tel.



terästä ja terästuotteita  
stål och stålprodukter

OY **FISKARS** AB

HELSINKI - HELSINGFORS  
Bulev. 2 A - ☎ 13 610





# SN

# Aveling



# Aveling SN

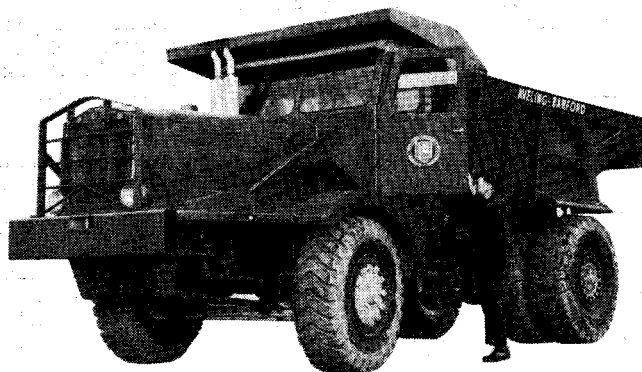
400 hv ROLLS-ROYCE diesel  
24,5 tonnin kantokyky

Uusi malli **AVELING** — **BARFORD**  
maansiirto- ja keikkavaunujen sarjaan

Muut mallit:	kantokyky	moottorin teho
SL-270	12,2 t	163 hv
SR	7,2 t	113 hv
SA	5,0 t	66 hv
150	2 t	12 hv
75	1 t	8,1 hv

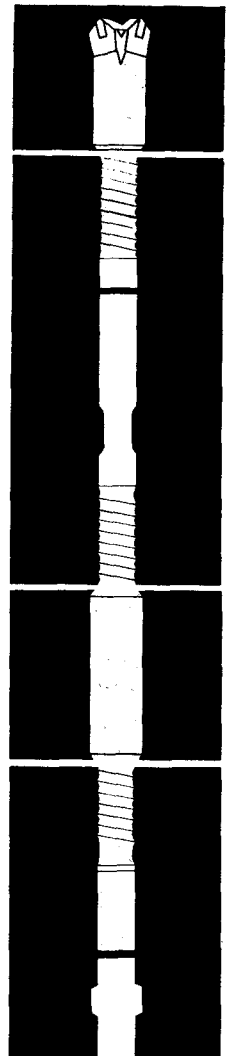
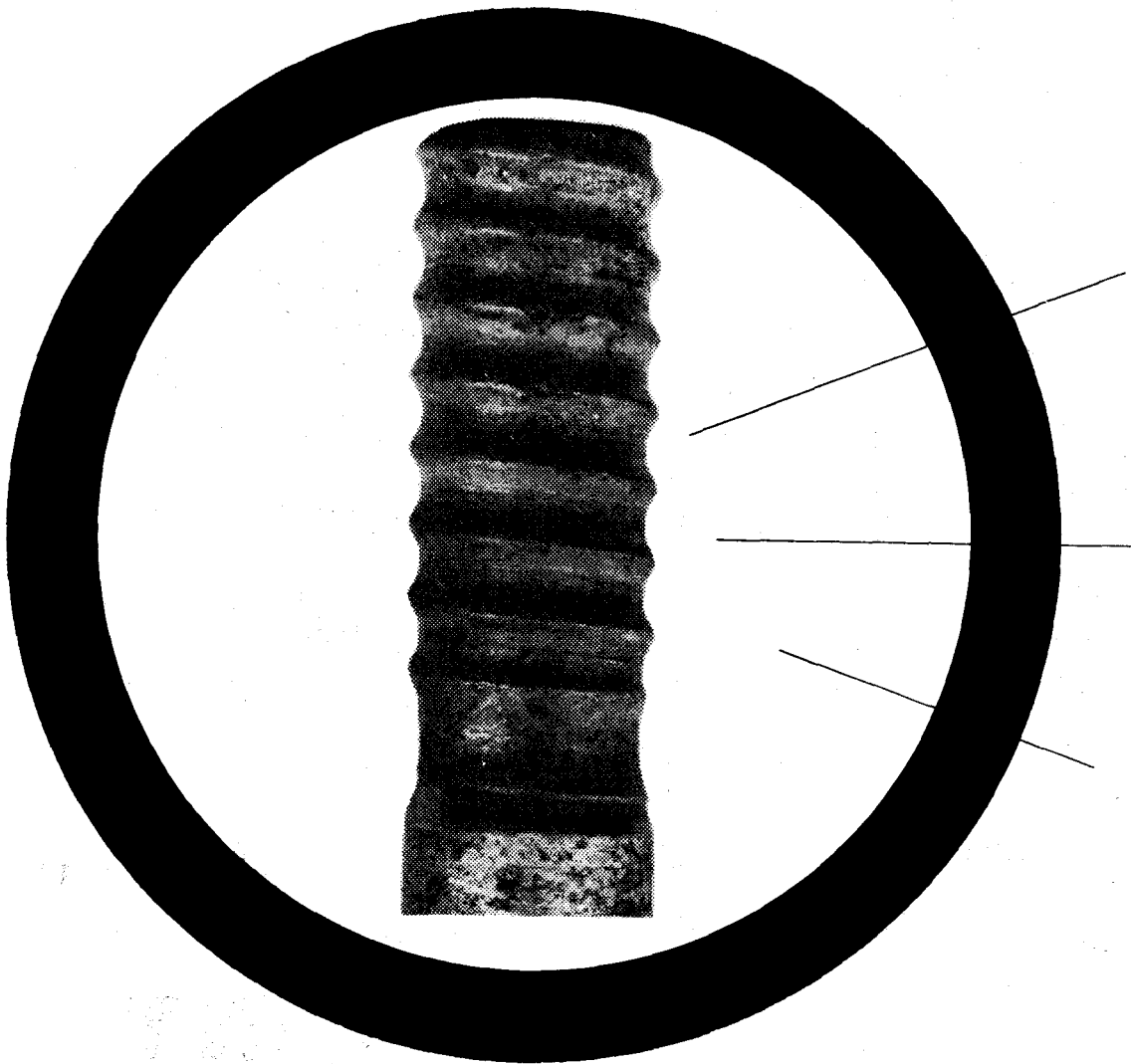
#### Malli SN:

- 400 hv Rolls-Royce moottorin vääntömomentti on 152,4 kgm kierrosluvun ollessa 1000 k/min.
- Hydraulinen kippaus 9 sekunnissa
- Hydraulisesti tehostettu ohjaus
- Äänieristetty ohjaamo
- Kaatokauha korkealaatuisesta teräksestä
- Erittäin järeä runko
- Maksimi ajonopeus 48 km/t
- Oma paino 22.000 kg



OSAKEYHTIÖ *Ekströmin* KONELIKE

Helsinki Puh. 11 421 Postilokero 310



# 998

tankometriä, mutta se kestää enemmän

## VULCANUS

jatkoporat on valmistettu ajatellen suurinta mahdollista kestävyyttä ja luotettavuutta liitänäkohdissa. Kuva esittää erästä kierrettä 998 tankometrini jälkeen — mutta se kestää vieläkin enemmän. On selvää, että tämä kohentaa työtuloksia ja alentaa porauskustannuksia pitkäreikäporauksessa.

Hellefors Vulcanus jatkoporat on varustettu ns. pyörökieriteellä, jossa on 9 mm nousu. Kierre on tällöin tukeva eikä pääse liikkumaan liitoskohdissa, joten tehonhukka on erittäin pieni. Kierre on miltei vesitiivis, joten vuodoista johtuvaa huuhteluveden paineen alentumista ei

esiinny. Ruostumaton vuoraus huuhtelu-  
reiässä suojaa jatkotangot sisäpuoliselta  
syöpymiseltä.

Kokeiluissa sopivimmaksi todetun kierre-  
teennousun lisäksi tulee kierteisiin kie-  
rurkarullaus\*, joka tuntuvasti vähentää  
kierteen kulumista ja parantaa siten  
poraustehoa.

Vaikka useitakin liitoksia käytetään, on  
poran tunkeutumismisnopeus erinomainen  
— tämä on paras todistus Vulcanus-  
kierteiden laadullisista ominaisuuksista.

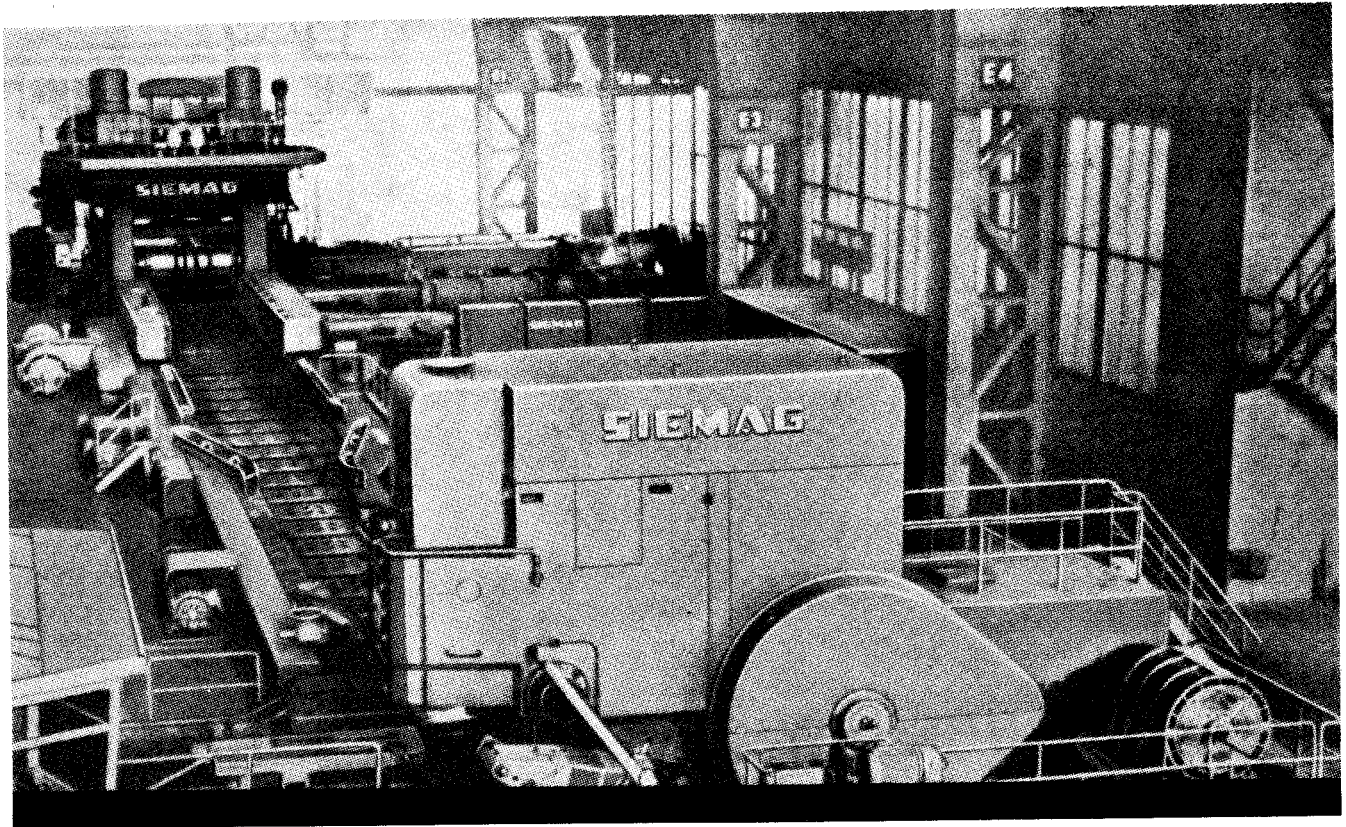
Vulcanus jatkotankoporia valmistetaan  
7/8", 1.1/4" ja 1.1/2" pyöreästä teräksestä  
hiottuna ja sitkeäksi karkaistuna, sama-  
ten 7/8" ja 1" teräksestä 6-kulmaisena.

### \*Kierurkarullaus

Kaikki Vulcanus jatkotan-  
got ovat kierurkarullattu-  
ja kierteistään, mikä tuntu-  
vasti pidentää jatkon käyt-  
töikä. Kierurkarullaus ta-  
pahtuu siten, että kierukan-  
muotoinen ura painerulla-  
taan poratankojen päihin.  
Tämän avulla saadaan po-  
rateräkseen sellaisia etu-  
jännityksiä, jotka vastusta-  
vat teräksessä porauksen  
yhteydessä syntyviä rasi-  
tuksia.

SKF HELLEFORS JERNVERK

Edustaja: RAUTAKONTTORI OY

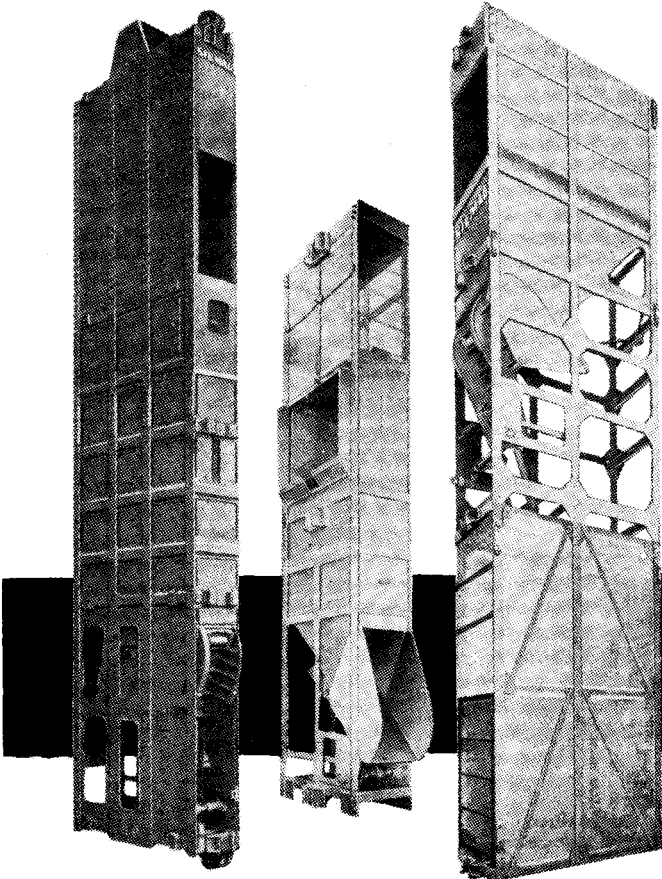


# Vuoriteollisuus tuntee ja tarvitsee **SIEMAG** koneita

**SIEMAG** valmistaa kaikki tarvittavat koneet ja  
laitteet valssilaitoksia varten.

**SIEMAG** nostokoneita kaikkia hyötykuormia ja  
kaikenlaista materiaalia varten.

**Annamme mielihyvin tietoja ja esittelyjä!**



Päädustaja:

**OY TROILIA AB**

Et. Esplanaadi 12. Puh. 30761



# Koneita rikastamoon ja murskaamoon

valmistamme lisensillä

# JEFFREY'N TÄRYSYÖTTÄJIÄ

laboratoriokoosta aina  
1500 t/h tehoon saakka

FEEDER  
GRIZZLY-FEEDER  
WAYTROL  
TUBULAR FEEDER  
SPREADER FEEDERS

SPARK-PROOF FEEDERS  
SPECIAL FEEDERS  
ELECTRIC VIBRATING CONVEYORS  
ELECTRIC VIBRATING SCREENS  
"CONVEYORSCREENS"

**3 KUUKAUDESSA MYYTY 150 KPL WEDAG-JEFFREY-KONEITA!**

WESTFALIA DINNENDAHL GRÖPPEL AG, BOCHUM

OY. LILIUS & Co AB. HELSINKI

# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

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

Hallitus: Vuorineuvos Petri Bryk, puheenjohtaja, dipl.ins. Fjalar Holmberg, varapuheenjohtaja, dipl.ins. Eugen Autere, fil. maist. Heikki Paarma, dipl.ins. Kalervo Räisänen, dipl.ins. Bo Sandberg, tekn.tri. Mats Snellman, tekn.tri Herman Stigzelius.

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

Sihteeri: dipl.ins. Sakari Seeste, Näätätie 5, Herttoniemi, virkapuh. 44 05 11.

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

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

Geologijaosto: fil.maist. Toivo Mikkola, puheenjohtaja, fil.maist. Veikko Räsänen, siht., Nallapolku 4 E, Tapiola, puh. 46 10 11.

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

Toimituksen osoite: Bulevardi 26 A 10, Helsinki, puh. 35 546, Ilmoitushinnat: kansisivut 25.000:—, muut sivut 20.000:—, puolisivu 15.000:—, neljännessivu 10.000:—.

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

N:o 1

1960

18 VUOSIKERTA

## KULUTUSTA KESTÄVÄ MATERIAALI

*Dipl.ins. Esko Lehtonen, Outokumpu*

### JOHDANTO

Vuorimiesyhdistys r.y:n Tutkimusvaltuuskunta määräsi 1. 12. 1958 pitämässään kokouksessa työkomitean tutki- maan maamme kaivosten murskaamoissa ja rikastamoissa sekä kalkki- ja sementtiteollisuudessa käytettyä kulutusta kestävä materiaalia. Työkomitea sai seuraavan kokoon- panon:

puh.joht. dipl.ins. Esko Lehtonen, Outokumpu Oy  
dipl.ins. Kyösti Kitunen, Paraisten Kalkkivuori  
Osakeyhtiö  
fil.kand. Esko Mäkikylä, Oy Vuoksenniska Ab  
dipl.ins. Risto Rinne, Otanmäki Oy  
tri.ins. Paavo Asanti, Valtion teknillinen  
tutkimuslaitos

Tutkimustoiminnan ohjesäännössä on komitealle annettu toiminta-aikaa yksi vuosi. Selostus tutkimustuloksista on määrätty jätettäväksi Tutkimusvaltuuskunnalle kirjalli- sena 31. 1. 1960 mennessä.

Tutkimusvaltuuskunnan em. kokouksessa rajoitettiin työkomitean toimialaa siten, että esim. kovametallit ja kuumankestävät metalliseokset jäivät tutkimuksen ulko- puolelle.

Saamiaan ohjeita noudattaen komitea on jakanut työnsä seuraaviin kohteisiin:

1. Kulutusmateriaalia koskevien tietojen keräys valmistajilta
2. käyttötietojen keräys käyttäjiltä
3. kirjallisuustietojen keräys
4. Kokeiden suorittaminen

Tämän työsuunnitelmansa mukaisesti komitea on kääntynyt alan eri teollisuusyhtiöiden puoleen ja saanut näiltä arvokasta apua tietojen keräyksessä, kokeiden suoritta-

misessa sekä tarvittavien koekappaleiden valmistuksessa. Komitean pyyntöihin on kaikkialla suhtauduttu erittäin myönteisesti. Kaikesta saamastaan avusta, jonka ta- loudellinenkin arvo on monin kohdin hyvin merkitykselli- nen, komitea esittää tässä kunnioittavat kiitoksensa.

Komitea on jäsentensä yksinään suorittaman tutkimuk- seen liittyvän työn lisäksi kokoontunut seuraaviin kuu- teen kokoukseen:

1. 13. 1. 1959  
Outokumpu Oy:n Outokummun kaivoksella
2. 18—19. 3. 1959  
Outokumpu Oy:n pääkonttorissa Helsingissä
3. 21—22. 5. 1959  
Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiön Lappeenrannan tehtaalla sekä Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran rauta- tehtaalla
4. 17—18. 9. 1959  
Outokumpu Oy:n Vihannin sekä Otanmäki Oy:n Otanmäen kaivoksilla
5. 26—27. 11. 1959  
Outokumpu Oy:n Ylöjärven sekä Oy Vuoksenniska Ab:n Haverin kaivoksilla
6. 12—14. 1. 1960  
jälleen Outokumpu Oy:n Outokummun kaivoksella.

Näiden kokousten yhteydessä komitean jäsenet ovat saaneet tutustua paikallisiin laitoksiin ja niissä komitean työalalla saavutettuihin tuloksiin.

Tutkimusvaltuuskunnan kautta on työkomitea saanut käytettäväkseen Skånska Cement Ab:n (SCAB) kulumis- materiaalia — jauhinkappaleet, myllyjen vuorausosat — monen vuoden ajan tutkineen insinöörikomitean laajan aineiston.

Samoin sovittiin tutkimusvaltuuskunnan kautta yhteis- toiminnasta Ruotsin Gruvföreningen'in ja Jernkontoret'in

vastaavia asioita tutkivien komiteoiden kanssa. Näiden komiteoiden toiminta oli kuitenkin siinä määrin kesken, että tietoja ei voitu saada tämän työkomitean toimia aikana.

Tämä kirjoitus on lyhennelmä työkomitean tutkimusselostuksesta. Pääosa selostukseen liittyneestä numeroaineistosta on tässä yhteydessä ollut jätettävä esittämättä.

Aiheen laajuus ja rajoitettu aika eivät ole voineet olla vaikuttamatta kerätyn aineiston muokkaamiseen, johtopäätöksiin ja yhteenvedon viimeistelyyn. Komitea toivoo kuitenkin, että tulokset tällaisenaankin voisivat antaa viitteitä siitä, miten kulutusmateriaalilaatujen valinta olisi suoritettava ja millä tavoin kustannuksia voidaan niiden osalta alentaa.

## A. KULUTUSTA KESTÄVÄN MATERIAALIN KÄYTTÖ SUOMESSA

Pääosa maamme kaivosten murskaamoissa ja rikastamoissa sekä kalkki- ja sementtiteollisuudessa käytetystä kulutusta kestävästä materiaalista voidaan käyttöpaikkansa mukaan jakaa seuraaviin viiteen ryhmään:

1. Murskainten osat
2. Myllyjen vuorausosat
3. Jauhinkappaleet
4. Vaahdotuskoneiden osat
5. Lietepumppujen osat

Kulutusmateriaalin vuotuisen käytön selvittämiseksi pyydettiin suurimmilta laitoksilta tiedot niiden näissä ryhmissä v. 1958 käyttämistä materiaalmääristä ja näiden yhteishinnoista. Saadut tiedot on yhdistetty taulukkoon 1. Nimenomaan myllyjen vuorausosien sekä murskainten osien suhteen yhden vuoden käyttöluvut saattavat kunkin laitoksen kohdalla olla satunnaisia, mutta koko maata koskevat loppusummat lienevät riittävän tarkkoja.

Tilaston mukaan vuonna 1958 käytetyn kulutusmateriaalin yhteismäärä oli 2.955,6 tonnia, ja tämän määrän hinta käyttöpaikalla 248,0 milj. mk. Näihin kulutuslukuihin tulevat lisäksi eräiden pienien laitosten käyttämät määrät. Käyttö tulee lähivuosina tuntuvasti nous-

maan useiden uusien kaivosten tullessa käyntiin. Lisäksi vastaavanlaista kulutusmateriaalia käytetään jossain määrin muissa laitteissa, joita ei ole voitu ottaa tilastossa huomioon.

Myllyjen jauhinkappaleiden kulutus on ollut muita ryhmiä selvästi suurempi sekä määrällisesti (80,6 % kulutusmateriaalin kokonaiskäytöstä ryhmissä 1—5) että hinnallisesti (60,6 %), huolimatta siitä, että jauhinkappaleiden käyttö on ratkaisevasti vähentynyt Outokumpu Oy:n laitoksien siirtyessä toisessa jauhatusvaiheessa malmilajauhatukseen; vuonna 1958 ei kuulia enää käytetty Outokummun eikä Vihannin rikastamoissa.

Toiseksi suurimman kulutusosaryhmän muodostavat myllyjen vuorausosat, painomäärällisesti 13,0 % ja kustannuksista 22,5 %. Muiden ryhmien — murskainten, vaahdotuskoneiden ja lietepumppujen — osuus on edellämainittujen kahden ryhmän rinnalla nimenomaan painomäärällisessä kulutuksessa hyvin vähäinen.

## B. SUOMESSA VALMISTETTAVAT TERÄS- JA VALURAUTALAADUT

Kulumisosiin maassamme käytettäviä teräs- ja valurautalaatua koskevien tietojen keräämiseksi lähetettiin komitean toimesta kysely 8 eri valmistajalle. Tiedot saatiin kuudelta laitokselta.

Yhteensä valmistajat ilmoittivat 32 laatua, jotka jakaantuivat eri valmistajien kesken seuraavasti:

- A. Ahlström Oy, Karhulan Tehtaat 4 laatua (kovamanganiteräkset 120 M 130 ja 120 MC 130, kromiteräs 90 C 9 sekä molybdeeniteräs 60 C Mo 22)
- Oy Keskusvalimo 4 laatua (kovamanganiteräs, Ni-hard, valkoinen valurauta ja Cr-seosteinen valurauta)
- Lokomo Oy 8 laatua (kovamanganiteräkset Lokomo Mn I, Mn I E ja Mn III, kromiteräkset Lokomo KK ja KKK, kromi-molybdeeniteräs Lokomo KKMo sekä vahvasti kromiseosteiset teräkset Lokomo TK 20 ja TKM 25)

Taulukko 1. Kulutusmateriaalin käyttö Suomen vuoriteollisuudessa v. 1958

### A. Painomääräinen kulutus (tonnia)

	Malmikaivokset	Kalkki- ja sementtiteollisuus	Yhteensä	
			tonnia	%
1. Murskainten osat .....	86,5	11,9	98,4	3,3
2. Myllyjen vuoraukset .....	263,0	121,6	384,6	13,0
3. Jauhinkappaleet .....	1.427,5	956,0	2.383,5	80,6
4. Vaahdotuskoneiden osat	13,3	0,1	13,4	0,5
5. Lietepumppujen osat ...	61,6	14,1	75,7	2,6
Yhteensä	1.851,9	1.103,7	2.955,6	100,0

### B. Kustannukset (milj. mk)

	Malmikaivokset	Kalkki- ja sementtiteollisuus	Yhteensä	
			tonnia	%
1. Murskainten osat .....	21,7	2,7	24,4	9,8
2. Myllyjen vuoraukset .....	37,2	18,7	55,9	22,5
3. Jauhinkappaleet .....	93,1	57,1	150,2	60,6
4. Vaahdotuskoneiden osat	4,1	0,1	4,2	1,7
5. Lietepumppujen osat ...	9,5	3,8	13,3	5,4
Yhteensä	165,6	82,4	248,0	100,0

- Suomen Maanviljelijäin Tehdas Oy 3 laatua (seostamaton valurauta, vähän seostettu valurauta sekä Ni-hard)
- Valmet Oy, Rautpohjan Tehdas 8 laatua (vähän seostetut valuraudat 21, 21-J ja 23-J, martensiittiset valuraudat 82 ja 82-J, sekä pallografiittiraudat SG-J, SG-N ja SG-AC)
- Oy Vuoksenniska Ab 5 laatua (kovamanganiteräs, C-Mn-teräs, Cr-Mn-teräs, Imatra HA-teräs sekä C-Cr-teräs)

Näiden laatuojen ominaisuuksia ei ole mahdollista tässä yhteydessä tarkemmin käsitellä.

### C. KÄYTTÖTULOKSET

Käyttötietojen hankkimista varten suunniteltiin kutakin kulutuskohderyhmää varten kaavakkeet, joita saatiin täytettyinä 147 kpl. 30 kaavaketta käsitelti murskainten osia, 50 myllyjen vuorauksia, 32 jauhinkappaleita, 13 vaahdotuskoneiden osia sekä 22 lietepumppujen osia.

Tietoja saatiin kaikilta laitoksilta, joilta niitä pyydettiin, ja aineisto sisältäne kaikki tärkeimmät kulutusmateriaalin käyttökohteet. Seuraavissa kohdissa 1—5 pyritään antamaan tämän aineiston tärkeimmästä sisällystöstä yhteenvedo kulutuskohderyhmien mukaisessa järjestyksessä. Yhteenvedossa käsitellään paitsi kulutusosina käytettyjä aineita ja niiden keskinäisiä vertailutietoja myös muita kulumisen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä, koska kulumisosakustannuksiin voidaan vaikuttaa paitsi aineen valinnalla myös sen käytettävällä. Kaavakkeiden sisältämä tietomäärä on kuitenkin niin monipuolinen, että suuri osa siitä nimenomaan numeroarvojen kohdalla on ollut jätettävä yhteenvedon ulkopuolelle.

On ilmeistä, että kyselyn tulosten perusteella saadaan hyvä kuva eri laitosten tällä hetkellä käyttämistä laaduista ja niiden kustoista. Kuitenkin on kaikissa kulutuskohderyhmissä todettava, että eri laatuojen välisiä vertailutietoja on varsin vähän käytettävissä, ja ilmoitustakin vertailuista on suuren osan luotettavuus epävarma muuttuneiden käyttöolosuhteiden takia.

#### 1. Murskaimien kulutusosat

Käyttötietoja saatiin 31 erilaisesta tai eri laitoksilla olevasta murskaimesta. Näistä on 13 leuka- tai lohkar-murskainta, 17 kartiomurskainta sekä 1 karamurskain.

Eri kaivosten suurimpien murskainten murskauslevyjen ja vaippojen kestolukuja on koottu taulukkoon 2.

##### a. Kulutusosina käytetyt aineet ja niiden vertailu

Ilmoitettujen murskaimien kulutusosissa on käytetty yksinomaan kovamanganiterästä. Vaikka monella kaivoksella on käytetty useamman eri valmistajan teräsvalua, on vertailulukuja niistä samoin kuin tietoa kovamanganiteräksen kokoomuksen vaikutuksesta vähän.

Saadut tiedot käyttökokemuksista osoittavat, että kovamanganiteräslaatuojen välillä on eroja. Nämä johtunevat paitsi valun eheydestä ennenkaikkea lämpökäsittelystä ja mahdollisesti erilaisesta seosainepitoisuudesta. Outokummun kaivoksella on havaittu eri kovamanganiteräslaatuojen välillä kestävyyseroja, joiden suuruus nousee 10 %:iin (5 1/2' St-kartiomurskaimen ala-

Taulukko 2. Murskaimien kulutusosien kestoja eri kaivoksilla

		kesto	romua
		tonnia/sarja	%
<i>Lohkare-murskaimet</i>			
AR 150	Outokumpu	390.000	65
»	Ylöjärvi	240.000	70
AR 120	Vihanti	400.000	—
Blake 17	Parainen	1.600.000	88
» 15	Lappeenranta	1.960.000	67
Stahlbau 7	Otanmäki	350.000	83
<i>Leukamurskaimet</i>			
Blake 7	Outokumpu	250.000	65
»	Ylöjärvi	130.000	63
»	Vihanti	240.000	80
»	Haveri	120.000	—
<i>Kartiomurskaimet</i>			
5 1/2' St	Outokumpu	250.000	37
»	Ylöjärvi	190.000	50
»	Aijala	220.000	—
»	Vihanti	520.000	40
»	Otanmäki	720.000	65
5 1/2' SH	Outokumpu	315.000	32
»	Ylöjärvi	165.000	59
»	Vihanti	520.000	45
»	Otanmäki	510.000	—

vaippa). Vihannin kaivoksella on saman murskaimen ylävaipassa havaittu 9 %:n kestävyysero ja alavaipassa jopa 15 %:n ero.

Kartiomurskainten käytettyjen vaippojen kulumispinnan kovuuden mittaukset ovat antaneet Outokummussa seuraavia tuloksia: 5 1/2' St:n ylävaippa H<sub>B</sub> 350—400, alavaippa H<sub>B</sub> 250—340. Kylmämuokkautuminen on paikoin vähäistä, mikä puoltaa suuremman alkukovuuden omaavien laatuojen kokeilua kartiomurskaimilla.

Lohjan Kalkki Oy käyttää päällehitsausta kara- ja kartiomurskaintensa kuluneiden osien korjauksessa; käytetty elektrodimäärä yhtä vaippaa kohti 3.300—6.500 kpl eli 200—400 kg.

##### b. Muut kulumiskustannuksiin vaikuttavat tekijät

*Lohkare- ja leukamurskaimet.* Ainehukka (romuprosentti) on yleensä korkea. Hammastetut murskauslevyt vaihdetaan, kun hampaat ovat kuluneet loppuun. Kulumisen kidan alaosassa on yleensä nopeampaa; sieltä poistetut levyt kulutetaan usealla kaivoksella loppuun yläosassa. Outokummun ja Ylöjärven lohkar-murskaimissa on siirrytty kiinteässä leuassa sileisiin murskauslevyihin, jotka kuluvat vähemmän ja ovat halvempia, mutta alentavat samalla murskaustehoa. Hammastettujen levyjen hammastusta on harvennettu. Otanmäen Stahlbau 7-murskaimessa on hampaiden korkeutta lisätty 54 mm:stä 90 mm:iin, mikä on parantanut sekä murskaustehoa että kestoikää. Ylöjärvellä on Blake 6-murskaimessa kokeiltavana kuperat murskauslevyt.

Osien koneistuskohojen vähentäminen on alentanut hintaa. Outokumpu Oy:n kaivoksien murskaimien levyistä on takakevennykset poistettu alustan muokkautumisvaaran takia, Paraisten Blake 17-murskaimesta taas levyjen lohkeilun takia.

*Kartiomurskaimet.* Vaippojen romuprosenteissa on isoja eroja. Kulumiskuvio on erilainen eri kaivoksilla murskainten asetuksen, kiven laadun ja karkeuden vaihdella. Vaippaprofiileita ei kaivoksilla ole toistaiseksi muutettu. Ylöjärvellä on käytetty kolme sarjaa uudenmallisia 5 1/2' SH-murskaimen vaippoja 5-554 ja 555, jotka ovat alapäästään huomattavasti lyhyempiä kuin norm. vaipat 5-283 ja -540. Näiden vaip-

pojen romuprosentti oli kuitenkin korkea (59%) ja kesto vain 165.000 t. Vihannissa ja Outokummussa on näiden vaippojen kokeilu käynnissä.

### c. Vastaavia tietoja kirjallisuudesta

**Aine:** Ainevertailuista murskaimien kulutusosissa ei juuri esiinny tietoja kirjallisuudessa. Lähes yksinomaan käytetään kovamanganiterästä. Muista kysymykseen tulevista teräksistä on mainittu Pettersen (5). DeLonge (109) on kirjoittanut kovamanganiteräksen ja Ni-hard'in vertailusta pienessä leukamurskaimessa. Kovamanganiteräksen kokoomuksen vaikutusta kulutuskestävyyteen ovat myllyjen vuorausosissa tutkineet Slegten (40, 41) ja Mussgrug (42). Cr-lisäys (ei yli 1,65%) edistää kovenemista kylmämuokkauksen ansiosta, mutta tekee teräksen hauraammaksi, 4 % suuruisen Cr-lisäys aiheutti vuorausosien halkeilua (SCAB). Norman (4) on maininnut austeniittisestä teräksestä, joka voisi korvata kovamanganiteräksen.

**Muoto:** Leukamurskaimien murskauslevyjen muodon vaikutuksesta kapasiteettiin ja voimantarpeeseen ovat kirjoittaneet Gieskieng (8) sekä Birebent ja Mamillan (9). Symons-kartiomurskaimien vaippojen kehittämistä kulumisen alentamiseksi on selvittänyt Zoerb (10): tuloksena on vaippojen lyhentäminen alapäästä ja paksuuden pientäminen yläosassa portaittain. Kartiomurskaimien vaiptoista on kirjoittanut myös Brown (11).

**Korjaaminen:** Murskausvaippojen korjaamisesta täytehitsauksella on kirjoittanut Burns (13).

**Yleistä:** Linkomurskaimien (Impact breaker, Prallmühle) kapasiteetista, murskaussuhteesta, voimantarpeesta ja vuorausosien kulutuksesta eri malmeilla on kirjoittanut Puffe (17). Linkomurskaimia on käsitelty kirjallisuudessa viime aikoina huomattavasti enemmän kuin muita murskaimia (14—20).

## 2. Myllyjen vuorausosat

Myllyjen vuorauksia koskevia käyttötietoja saatiin 31 erilaisesta tai eri laitoksilla olevasta myllystä. Näistä on 6 tankomyllyä, 11 malmikaivosten kuula- tai palamalmimyllyä, 7 kalkkikivimyllyä, 6 sementtimyllyä sekä 1 kivimylly.

Saadusta aineistosta on taulukkoon 3 koottu eräitä tärkeimpiä myllyjen vuorauksien kestopuuja eri kaivoksilta.

### a. Kulutusosina käytetyt aineet ja niiden vertailu

**T a n k o m y l l y t.** Tankomyllyjen vuorausmateriaalina on yleensä kovamanganiteräs. Vertailutietoja eri valmistajien laatujen kesken ei ole. Outokummun vanhan rikastamon v. 1950 käyntiinlähteneessä myllyssä olivat kaikki osat aluksi valettua Cr-terästä, (C 0,9, Cr 0,9, Mn 0,9); vaipan korokepalkkien lohkeilun takia siirryttiin ensin niissä kovamanganiteräkseen ja myöhemmin samasta syystä myös vaipan vuorauslevyissä. Näiden teräksien kuluminen oli suunnilleen sama, mutta kovamanganiteräksiset osat voitiin käyttää tarkemmin loppuun. Tankomyllyjen päätylevyt ovat Outokumpu Oy:n kaivoksilla olleet tähän asti em. Cr-terästä; lohkeilua ei ole esiintynyt. Vihannin myllyissä ovat vaipan vuorauslevyt olleet Cr-terästä, korokepalkit kovamanganiterästä.

Otanmäen tankomyllyn palkkivuorauksen korkeat palkit ovat olleet kovamanganiterästä, matalat pääasiassa Cr-Mn-terästä (Cr 1,5 Mn 0,6), osittain myös kovamanganiterästä. Vertailua näiden laatujen välillä ei ole. Kokeiltavana on ollut n. 1/3-vuorauksessa 10.100 h:n ajan sekä matalia että korkeita Ni-hard-palkeja (martseniittinen valurauta), jotka ovat pysyneet ehjinä. Kulutus on ollut Ni-hard-osalta 1,0 mm / 1.000 h kulutuk-

Taulukko 3. Myllyjen vuorausosten kestoja eri kaivoksilla

Tankomyllyt		kestoikä myllyn vaipan vuoraus	käyntituntia päätylevyt
1,8 × 3,6 m	Outokumpu	5.500	11.000
1,8 × 3,6 m	Ylöjärvi	4.500	12.600
1,8 × 3,6 m	Vihanti	11.000	14.000
1,8 × 3,6 m	Lappeenranta	> 20.000	> 35.000
2,7 × 3,6 m	Otanmäki	17.800	> 20.000
Palamalmimyllyt			
2,7 × 3,2 m	Ylöjärvi	6.200	—
2,7 × 3,2 m	Vihanti	11.000	9.000
2,7 × 3,6 m	Outokumpu	5.000	11.000
Malmikaivosten kuulamylyt			
2,0 × 1,7 m	Haveri	16—19.000	20.000
2,2 × 2,2 m	Outokumpu	5—8.000	4—8.000
2,2 × 2,2 m	Ylöjärvi	6—9.000	6—10.000
2,2 × 2,2 m	Aijala	8.600	5.500
2,2 × 2,2 m	Vihanti	7—8.000	9.000
2,7 × 3,6 m	Otanmäki	15.000	16.000
Kuulamylyt kalkkikiven jauhatuksessa			
2,6 × 1,7 m	Parainen	6.200	—
2,6 × 13,0 m	Parainen	9.000	—
2,6 × 3,9 m	Lappeenranta	31.000	5—10.000
2,0 × 7,2 m	Lappeenranta	12.700	8—15.000
2,9 × 5,2 m	Lohja	9.300	—
2,4 × 11,0 m	Lohja	11—31.000	7—8.000
Kuulamylyt sementtiklinkkerin jauhatuksessa			
		1.kamari	2.kamari
2,2 × 11,0 m	Lappeenranta	12.600	31.400
2,2—2,9 × 11,0 m	Lohja	12.800	21.500
		3.kamari	> 116.000
			> 60.000

sen kovamanganiteräs — Cr-Mn-teräs osalta ollessa 2,4 mm / 1.000 h. Koe jatkuu.

Esimerkkinä kovamanganiteräksen kovenemisen asteesta mainittakoon seuraavat Outokummun tankomylyistä poistettujen osien kuluneesta pinnasta saadut kovuusarvot: korokepalkit H<sub>B</sub> 350, vaipan vuorauslevyt H<sub>B</sub> 290.

**K u u l a - j a p a l a m a l m i m y l l y t. M a l m i k a i - v o k s e t.** Outokumpu Oy:n rikastamojen vanhoissa 2,2 × 2,2 m kuulamylyissä käytettiin vaipan vuoraus-palkkien aineena kautta linjan Cr-terästä (C 0,9, Cr 0,9, Mn 0,9) valssattuna. Valetuilla kovamanganiteräspalkeilla suoritettavat kokeet osoittivat sen kestäväen hieman kauemmin, mutta ei riittävästi, että hintaero tasoittuisi. Outokumpu Oy:n uudemmissa, isommissa mylyissä on käytetty yksinomaan valettuja vuorausosia. Keretillä aloitettiin v. 1954 Cr-teräksillä palkeilla ja päätylevyillä, vaipan kiilasegmenttien ollessa koko ajan kovamanganiterästä. Palkeissa on kokeiltu myös muita laatuja, mutta samanaikaisesti tehty palkkien kavennus tekee vertailun epävarmaksi. Kapeat Ni-hard-palkit ovat kuluneet n. 75 % leveisiin Cr-teräspalkeihin verrattuna. Yhtä kapeiden Ni-hard- ja kovamanganiteräspalkkien kulumissuhde on tähänastisissa kokeiluissa vaihdellut välillä 70—90:100, jolla erolla Ni-hardin edullisuus on sen korkeamman hinnan takia epävarma. Ylöjärven palamalmimyllyssä oli Ni-hardin ja kovamanganiteräksen kulumissuhde 61—64:100. Vihannissa on käytetty palamalmimyllyjen palkkeina Ni-hardia; vertailutuloksia toisiin laatuihin ei toistaiseksi ole.

Cr-teräksiset, valetut päätylevyt toimitettiin v. 1949 saakka poratuin rei'in, mistä syystä ne olivat pehmeäksi hehkutettuja. Kun kokeilu valetuilla rei'illä onnistui, siirryttiin normalisoituihin levyihin, mikä paransi kestoä Outokummussa tehtyjen vertailujen mukaan



28—30 %. — Valettujen reikien käyttömahdollisuus sallii yleensäkin kovien laatuojen käyttöä.

Otanmäen rikastamon kuulamylyssä on siirrytty Cr-Mn-teräksestä (Cr 1,5, Mn 0,6) Ni-hardiin koko vuorauksessa. Samalla on vuorauksen rakennetta muutettu oleellisesti. Vaippavuorauksena käytetään 30 mm paksuisia palkkeja, joiden välissä on 20 mm puupalkkeja. Puun kuluessa uriin tarttuvat kuulat suojaavat vuorausta kulumiselta huomattavasti. Myös päätyvuorauksessa käytetään vastaavasti uritettuja vuorauslevyjä. Em. vaippavuoraus on ollut käytössä v:n 1956 alusta lähtien, ja todennäköinen kestoikä tulee olemaan 6 vuotta. Kulumisen on ollut 1,1 mm / 1.000 h, vastaavan Cr-Mn-teräksen kulumisen oltua alkuperäisellä vuorauksella 3,2 mm / 1.000 h. Otanmäessä saatuja tuloksia on tarkemmin selostanut tekn.lis. U. Runolinna kirjoituksessaan (44). Vanadiinitehtaan kuivajauhatusmylyssä on myös siirrytty Ni-hardiin, mistä tehdyn vaippavuorauksen kulumisen on ollut 0,7 mm / 1.000 h kovamanganiteräksen kulumisen oltua 7,0 mm / 1.000 h. Kovamanganiteräksen suuri kulumisen johtui siitä, että vuoraus oli sileä ja jauhinkuorma liukui vuorausta pitkin. Tässä mylyssä on päävuorauslevyissä ollut jonkin verran vaikeuksia Ni-hardin haurauden takia.

Valurautaa C 2,6, Si 0,5, Mn 1,0, Cr 0,6 on käytetty Outokummun jäterikastamon toisen myllyn vuorauksessa. Päätylevyjen kestojen perusteella arvioiden sen kesto näyttää olevan heikompi kuin Cr-teräksen (C 0,9, Cr 0,9, Mn 0,9). Ylöjärven yhden kuulamylyn päätylevyinä se sen sijaan kesti paremmin kuin Ni-hard valu.

Outokummun Keretin rikastamon malmillajauhatusmyllyn kuluneista kovamanganiteräksisistä vaipan kiilasegmenteistä mitattu kovuus on ollut  $H_B$  170—240.

Eräät kokemukset viittaavat siihen, että Ni-hard valulla joskus saadut huomattavan vaihtelevat tulokset johtuvat sen laadun epätasaisuudesta.

Vaipan vuorauuspalkkien välissä käytetään yleensä kapeita puupalkkeja, ensin Otanmäessä, sittemmin myös Outokummussa, Vihannissa, Ylöjärvellä ja Haverissa. Puun määrä voi nousta 50 %:iin palkkien kokonaispinnasta. Näyttää siltä, että vuorauksen kulumisen mm/käyntiaika pysyy puun käytöstä huolimatta ainakin ennallaan, ilmeisesti syystä, että vuorauksen pinta pysyy tällöin hieman epätasaisempana ja toisaalta hieman syvemmälle kuluneiden puupalkkien muodostamaan rakkoon tarttuu jauhinkappaleita, jotka suojaavat vuorausta. Otanmäen kuulajauhatusmylyssä on tämä ilmiö selvästi havaittavissa, vähemmässä määrin myös muiden kaivoksien palamalmimylyissä. Puupalkkien käyttö alentaa näin ollen tuntuvasti vuorauksenkustannuksia.

Sulatebasaltin kokeilu Outokummun palamalmimylyssä epäonnistui: kulumisen (mitattuna milleissä) oli n. 15-kertainen Cr-teräseen (C 0,9, Cr 0,9, Mn 0,9) verrattuna. — Myös kumia on kokeiltu Outokummussa myllyn vuorauksena. Sileä, 25 mm paksu kumilevy (kumilaatu 1006) kului keskim. 10 mm / 1.000 h vastaavan luvun Ni-hard valulla puupalkkien kanssa käytettynä ollessa n. 15 mm / 1.000 h. Kumi ei kuitenkaan pysynyt kunnolla kiinni mm sen venymisen takia. Kumien vaikutusta myllyn jauhustehoon ei voitu k.o. pienimittakaavaisessa kokeessa todeta.

Kuluneiden kohtien korjaaminen päällehitsaamalla tai paikkaamalla on tietyissä tapauksissa osoittautunut edulliseksi (Otanmäki, Lappeenranta).

**Kalkki- ja sementtiteollisuus** käyttää mylyissään yleensä palkki- (sauva-) vuorauksia aikaisemmin käyttämiensä kovamanganiteräslevyjen sijalla. Paraisilla on

tavallisimmin korkea ja kaksi matalaa palkkia, Lappeenrannassa ja Lohjalla vuorotellen korkea ja matala palkki.

Palkit ovat valssattuja ja pienemmän kulumisen takia matalampia kuin malmikaivoksilla käytetyt. Palkkimateriaalina käyttää Parainen Cr-terästä (C 0,9, Cr 0,9, Mn 0,9; aikaisemmin käytettiin eräissä mylyissä hiiliterästä St 70, vertailu vielä kesken), Lappeenranta samaa laatua yhdessä St 37:n tai C 0,9-teräksen kanssa (korkea palkki kovempaa laatua — Cr-terästä, matala pehmeämpää), Lohja yksinomaan C 0,9-terästä. Sementtimylyjen III kamareissa käyttävät kaikki kolme laitosta F. L. Smidth'in valkeasta valuraudasta tehtyjä levyjä, joiden kesto ao. myllyn osassa vallitsevissa vähän kuluttavissa olosuhteissa on niin hyvä, että kovempaan aineeseen siirtyminen on aiheeton.

Sikäli kuin muissa mylyissä tai kamareissa käytetään levyvuorauksia, ovat levyt valetut yleensä kovamanganiteräksestä. Samaa materiaalia käytetään myös päätylevyissä, vaipan siderenkaissa sekä Smidth'in laadun ohella myös väliseinien osissa. Korkeiden siderenkaiden (danularenkaat) tuoma hyöty on kyseenalaista, mistä syystä siirtyminen matalaan (halvempaan) siderenkaaseen on käynnissä. Paraisten uusin sementtimyly on vuorattu kokonaan Smidth'in tekemillä Nicromax-levyillä (eräs Ni-hard laatu, ts. martensiittinen valurauta). Myös eräissä muissa kalkki- ja sementtiteollisuuden mylyissä on kokeiltavana Ni-hard (Nicromax)-vuoraus. Mitään kulumislukuja ei vuorauksista ole vielä saatu.

Vertailulukuja eri laatuojen kesken samanlaisissa olosuhteissa on saatu vähän. Lohjan kalkkikivimylyssä on kovamanganiteräs kestänyt vaipan vuorauslevyinä vain n. 50 % Smidth'in käyttämään laatuun verrattuna.

**Y h t e e n v e t o.** Nykyisin pääasiassa käytetyt laadut:

- Tankomylyt: Kovamanganiteräs. Ni-hard kokeiltavana (Otanmäki), tähänastiset tulokset hyvät.
- Muut mylyt: Malmikaivoksilla valetut osat, kovamanganiteräs, Cr-teräs tai Ni-hard. Jälkimmäinen edullisin ainakin pehmeillä malmeilla (Otanmäki), ero pienempi kovilla (Outokumpu). Kalkki- ja sementtiteollisuus käyttää yleensä valssattuja teräspalkkeja, jotka ovat seostettua tai hiiliterästä. Valetut osat pääasiassa kovamanganiterästä. Ni-hard kokeiltavana.

**b. Muut kulumiskustannuksiin vaikuttavat tekijät**

**V u o r a u k s e n m a l l i.** Tankomylyt. Vaipan vuoraukset ovat pääasiassa kahta perustyyppiä:

- Vuorauslevy- ja korokepalkkivuoraukset (Outokumpu, Vihanti, Lappeenranta): koottu pituussuuntaisissa riveissä olevista leveähköistä vuorauslevyistä ja niiden päällä tai välissä olevista korokepalkkeista. Lappeenranta on siirtynyt aaltopintaisesta levyvuorauksesta korokepalkkivuoraukseen, jossa palkit ovat levyjen päällä niiden välisauman kohdalla: etuna korokkeiden uusintamahdollisuus. Outokumpu on tankomylyissään siirtynyt levyjen päällä keskellä olevista palkeista (Vihannissa on edelleen käytössä tämä malli) vuoraukseen, jossa korokepalkit ovat levyjen välissä, levyt reiättömiä. Jälkimmäisellä mallilla on ollut pitempi kestoikä.
- Palkkivuoraukset (Otanmäki, Ylöjärvi, Kotalahti): kapeahkoja pituussuuntaisia palkkeja, joista osa korkeampia. Kiinnitys kehän suuntaisilla segmentti-

Yhteenvertotaulukko varimmista edellisellä sivulla mainituista kulumissuhdeluvuista:

Laatu	Outokumpu		Otanmäki			Ylöjärvi	Lohja
	TM	Malmim.	Ri TM	Ri KM	Vanad.t. KM	Malmim.	Kalkki-kivim.
kovamanganiteräs.....	100	103—110	—	—	—	100	100
Cr-teräs (C 0,9, Cr 0,9, Mn 0,9)	100*	100	—	—	—	—	—
» pehm.hehk. ....	—	130	—	—	—	—	—
Ni-hard.....	—	70—90	42**	10—40	10	61—64	—
Smidth Nicromax .....	—	—	—	—	—	—	50
Cr 1,5, Mn 0,6 .....	—	—	100	100	100	—	—
Sulatebasaltti .....	—	1500	—	—	—	—	—

rankailla. Otanmäki on kokeillut negatiivisin tuloksien väliin sijoitettuja puupalkkeja (teräspalkit pääsivät liikkumaan).

Vertailu: Romuprocentit ovat kummallakin mallilla olleet yleensä n. 50 %. Kuluminen kohdistuu lähinnä korokkeisiin; kun koko vuoraus tulee tasaiseksi, on kuluminen nopeata. Korokkeiden uusinta lisää kokonaisikää. — Palkkivuorauksessa tarvitaan vähemmän reikiä, ja reikien tiivistys on helpompi, koska iskut eivät kohdistu segmentteihin. Palkkimuoto sallii myös valsatun aineen käytön. Ni-hard'in käyttö on palkkivuorauksessa paremmin mahdollista kuin korokepalkki/levyvuorauksessa.

Päätylevyt: itse myllyjen päädyt ovat vinot (kartiomaiset). Käytetään kahdenmallisia päätylevyjä: vinoja ja suoraa (jälkimmäiset tekevät päädyn suoraksi). On todettu, että ainakin poistopäädyn tulisi olla suora (Otanmäki, Outokumpu). Vihannissa oli syöttöpäädystä vinojen levyjen kesto suurempi kuin suorien. Levyjen pinta on sileä. Romuprocentit ovat yleensä 50—60 %. Kuluminen on suurin levyjen ulkokehällä. Otanmäki on siirtynyt isossa tankomyllyssään kehän suunnassa kahteen osaan jaetuista päätylevyistä yksiosaisiin, pitempiin ja kapeampiin levyihin.

**Kuula- ja malmillajauhatusmyllyt.** Myös näiden myllyjen vaipan vuoraukset voidaan jakaa kahteen pääryhmään:

— levyvuoraukset, levyissä usein aaltomaiset korokkeet.

— palkkivuoraukset, koottu vuorottelevista korkeammista ja matalammista teräspalkeista tai teräs/valurautapalkeista ja puupalkeista. Kiinnitys päätylevyillä ja/tai kehän suuntaisilla segmenttirenkailla.

Pääasiassa käytetään palkkivuorauksia seuraavista syistä: kesto pitempi (jauhinkappaleiden tarttuminen palkkien väliin; säilyy muutenkin kauemmin epätasaisena), vähemmän kiinnitysruuveja, kevyempi vuoraus (puupalkit), osat muodoltaan yksinkertaisempia ja kevyempiä, myös valsatun aineen käyttö mahdollinen.

Puun käyttöön liittyvistä eduista on mainittu jo edellä. Outokumpu Oy:n rikastamot käyttivät vanhoissa 2,2×2,2 m kuulamyllyissä ns. »uusi-vanha»-vuorauksia, jossa joka toinen palkki on vanha, edellisestä vuorauksesta poistettu. Tällaisen epätasaisen vuorauksen kesto verrattuna yksinomaan uusista palkeista koottuun sileään vuoraukseen oli yli kaksinkertainen käyntitunneissa mitattuna (kilomääräinen kuluminen alle neljännes). Keretin rikastamon malmillajauhatusmyllyissä on todettu sama seikka, mutta hyvin epätasaisella »uusi-vanha»-vuorauksella on ylikriittisellä nopeudella pyörivien myllyjen jauhatusaste ollut niin paljon alhaisempi, että ko. vuorauksesta on täytynyt luopua.

\* lohkeili. \*\* koe kesken.

Teräs-puupalkkivuorauksessa näyttää kesto olevan sitä parempi, mitä kapeammat palkit ovat, ilmeisesti syystä, että tällöin on vähemmän tasaista, liukukulumiselle altista pintaa ja enemmän mahdollisuuksia jauhinkappaleiden tarttumiseen rakoihin vuorauksen suojaksi.

Levyvuorauksien suhteen voidaan todeta, että Outokummun jäterikastamon toisessa myllyssä kului aaltokorokelevyistä koottu vuoraus vain 25 % sileään levyvuoraukseen verrattuna.

Rei'illä varustettujen osien romuprocenttia voidaan alentaa reikien tarkoituksenmukaisella järjestelyllä (miel. kartiomaiset reiät).

Päätylevyt kuluvat eniten n. keskikohdaltaan. Niiden kesto on monella laitoksella lisätty paksuntamalla ko. kohtaa ja ohentamalla samalla kärkeä. Usein päätylevyjen pinta on sileä. Outokummun malmillajauhatusmyllyjen päätylevyissä on korokeripa toisessa laidassa; kuluminen nopeutuu, kun ripa on kulunut pois. Outokumpu Oy:n rikastamojen vanhojen 2,2×2,2 m kuulamyllyjen päätylevyjen viimeisin malli oli varustettu säteensuuntaisilla kevennyksillä, joihin tarttui 3" kuulia, siten pidentäen kestoja. Otanmäen kuulamyllyn päätylevyjen uusi malli (Ni-hard) on samasta syystä säteen suunnassa uritettu (1 1/4" kuulat). Malmikaivokset käyttävät miltei poikkeuksetta pitkänomaisia, kehän suunnassa jakamattomia päätylevyjä, kalkki- ja sementtiteollisuus taas jaettuja.

**J a u h e t t a v a n m a l m i n k a r k e u s.** Mitä kärkeämpää myllyssä oleva malmi on, sitä nopeampaa on kuluminen. Tämä käy ilmi mm. siitä, että kuluminen primäärijauhatusessa on suurempi kuin sekundäärijauhatusessa. Samoin poistopäädyn päätylevyt kuluvat yleensä hitaammin kuin syöttöpäädyn levyt — poikkeuksena malmillajauhatus, jossa malmikappaleet ovat samalla »jauhettavaa malmia» ja kuluttavat yhtä nopeasti kumpaakin päätyä.

**J a u h a t u k s e n l a a d u n v a i k u t u s** (kuula-jauhatus — malmillajauhatus). Vertailun teko on vaikeata, koska malmillajauhatus siirtyneissä rikastamoissa on samalla tehty muita kulumislukuihin vaikuttaneita muutoksia. Outokummun Keretin rikastamossa saatujen tuloksien mukaan on vaipan vuorauksen kuluminen myllyn käyntituntia kohti laskien hieman suurempi malmilla- kuin kuulajauhatusessa, ilmeisesti myllyn sisällä edellisessä tapauksessa olevan suurempikokoisen malmin takia (jauhettua tonnia kohti on ero paljon suurempi — kuluminen malmillajauhatusessa yli kaksinkertainen — koska malmimyllyn kapasiteetti on pienempi). Päätylevyjen kulumisessa käyntituntia kohti ei ole havaittu eroa eri tapojen välillä.

**M y l l y n k i e r r o s l u v u n v a i k u t u s.** Mitä nopeammin mylly pyörii, sitä nopeampaa on vaipan vuo-

rauksen kulumisen. Outokumpun ja Aijalan kokemusten mukaan näyttää siltä, kuin kulumisen lisääntyisi jyrkemmin kuin kierroslukujen suhteessa. Ylikriittisellä (140%) nopeudella 35 k/min pyörivän tankomylyn sileän vuorauksen kulumisen oli Outokummussa yli 500 % tavallisen korokepalkkivuorauksen kulumisesta 25 k/min nopeudella.

### c. Vastaavia tietoja kirjallisuudesta

#### Tankomylyt

**Aine:** Zieman (22) on esittänyt 37:n kanadalaisen rikastamon kokemukset myllyjen vuorausosista. Tankomyllyjen vuorausosissa tulevat kysymykseen Ni-hard, kovamanganiteräs ja Cr-Mo-teräs. Näitä kolmea laatua ovat vertailleet myös Furness ja Henderson (23). Ni-hard'ista ja kovamanganiteräksestä ovat kirjoittaneet Banks (24), McLachlan ym. (25) ja Mac Dermid (26). Lisäksi on Ramsey (27) käsitellyt Ni-hard-vuorausta, Casale (28) kovamanganiteräsvuorausta ja Norman (4, 29) Cr-Mo-teräsvuorausta.

**Muoto:** Vuorausosien muodosta ovat kirjoittaneet Zieman (22), Furness ja Henderson (23), Banks (24), McLachlan ym. (25), Mac Dermid (26), Ramsey (31) ja Findel (33). Suosituin on korokepalkkivuoraus, jossa korokepalkit ovat kovamanganiterästä ja välilevyt Ni-hard'ia. Tankojen liukumisen ehkäisemistä riittävän korkeilla korokepalkkeilla korostetaan.

**Yleistä:** Ramsey (27) ja Casale (28) ovat maininneet levyjen kiinnityksestä sinkkivalua käyttäen. Myers (35) on todennut suoran päädyn tehokkaammaksi kuin vinon päädyn.

Strohl ja Schwellenbach (36) ovat maininneet syötteen hienontumisen kulumista pienentävästä vaikutuksesta.

#### Kuulamylyt

**Aine:** Kulutusosissa käytettävien aineiden valintaa ovat käsitelleet mm. Bröhl (3) ja Pettersen (5). Zieman (22) on esittänyt kokemuksia Ni-hard'ista, kovamanganiteräksestä, Cr-Mo-teräksestä ja valkeasta valuraudasta kanadalaisissa rikastamoissa. Löwenhielm (37) on esittänyt vastaavia tietoja ruotsalaisista rikastamoista. Mn-kovateräksestä ja valkoisesta valuraudasta on kirjoittanut Jackson (38).

Kovamanganiteräksestä ovat kirjoittaneet Kearney (39), Slegten (40, 41), Mussgnug (42) ja Arnold (43). Ni-hard'ista ovat yllämainittujen useampia aineita käsittelevien vertailujen lisäksi kirjoittaneet Runolinna (44), Kearney (39) ja Delonge (109). Cr-Mo-teräksiä on selostanut Norman (4, 29) ja kuumavalssattua, karkaistua terästä Fahlström (45).

Ni-hard'in suosio näyttää olevan jatkuvasti lisääntymässä.

**Muoto:** Erilaisista levymalleista (aaltolevy, kaksoisaaltolevy, limilevy, lokerolevy) ja korokepalkkivuorauksesta on runsaasti tietoja Zieman'in (22) artikkelissa, Windolph (48) on tutkinut rinnakkain limilevyjä ja aaltolevyjä. Jackson (38) on kirjoittanut malmillajauhatusmyllyihin sopivista Osborn- ja säleikkö-levyvuorauksista. Jauhintäytettä lajittelevista vuorauslevyistä ovat kirjoittaneet Carman (51, 52), Rose (53), Slegten (41), Mittag (54, 55), Bellwinkel (56, 57) ja Kraus & Weislehner (58). Korokepalkki-, limilevy- ja palkkivuoraus näyttävät olevan suosiossa.

Liukumisen ehkäisemistä riittävän suurilla korokkeilla puoltavat mm. Halbart & Freyman (59, 60), Howes (47) ja SCAB. Sileän vuorauksen kannalla ovat Fagerberg (61, 62) ja Sjöberg (63).

**Yleistä:** Puisista välipalkeista ovat kirjoittaneet Joachim (64), Pranter (65) ja Runolinna (44). Kierrosluvun vaikutuksesta ovat käsitelleet Hukki (66, 67) ja Rose & Trbojeric (68). Ylivuoto- ja arinamylyn kulutuslukuja on verrannut White (69). Ei-metallista vuorauksista on myös mainittu kirjallisuudessa (71—75).

### 3. Myllyjen jauhinkappaleet

Käyttötietoja jauhinkappaleiden kulutuksesta saatiin kaikkiaan 27 erilaisesta tai eri laitoksilla käytetystä myllystä. Näistä on 6 tankomylyä, 8 malmikaivosten kuula-

myllyä, 7 kalkkikivimyllyä, 5 sementtimyllyä sekä 1 kivimylly; useassa näistä myllyistä käytetään useamankokoisia jauhinkappaleita (kalkki- ja sementtiteollisuus) tai niiden jauhinkappalekokoja on muutettu ja tiedot on saatu eri kokojen käytöstä erikseen.

Kuten edellä on jo todettu, käytetään jauhinkappaleita huomattavasti enemmän kuin muuta kulutusmateriaalia. Taulukon 1 mukaan käytti kaivosteollisuus v.1958 2.384 tonnia metallisia jauhinkappaleita hinnaltaan n. 150 milj. mk. Kokonaismäärästä oli n. 660 tonnia jauhintankoja sekä 1.724 tonnia jauhinkuulia ja -lieriöitä.

Outokumpu Oy:n kaivosten siirtyminen malmillajauhaukseen on vähentänyt jauhinkuulien kulutusta ratkaisevasti. Esim. Keretin rikastamon sekundäärijauhatusessa käytettiin aikaisemmin kuulia 1,5 kg/malmitonni, mikä vastaa n. 1.000 tonnia kuulia vuodessa.

Taulukkoon 4 on koottu joukko jauhinkappaleiden keskimääräisiä kulumislukuja eri laitoksilla. Annetut luvut eivät erilaisista jauhatusolosuhteista johtuen ole verrannollisia a.o. malmien ja kivien kuluttavuuteen.

Taulukko 4. Lukuja jauhinkappaleiden kulumisesta eri kaivoksilla.

		jauhatusvaihe	kuluminen g/malmitonni
Tangot 3"	Outokumpu	prim.	570
» 3"	Ylöjärvi	»	370
» 3"	Vihanti	»	380
» 3"	Otanmäki	»	300
» 3"	Lappeenranta	»	90
Kuulat 3"	Ylöjärvi	ainoa	1050
» 3"	Outokumpu	prim.	1300
» 1 1/4"	»	sek.	1500
» 1 1/4"	Ylöjärvi	»	800
» 1 1/4"	Vihanti	»	600
» 1 1/4"	Otanmäki	»	370
» 1 1/4"	»	vanad. tehdas	400
» eri kokoja	Parainen	kalkkikivi	570—700
» » »	Lappeenranta	» (sek.)	530
» » »	Lohja	»	800
» » »	Parainen	sem. klinkkeri	360—440
» » »	Lappeenranta	»	340
» » »	Lohja	»	170

#### a. Jauhinkappaleina käytetyt aineet ja niiden vertailu

J a u h i n t a n g o t. Tankojen standardiläpimitta on kaikkialla 3". Kaikkien tankomyllyjen nimellisipituus on 12'; tankojen pituus vaihtelee välillä 3300—3620 mm.

Jauhintankojen ainevertailussa vaikuttavat asiaan muutkin tekijät kuin pelkkä eri laatujen kulumisero. Jos tangot vääntyvät, alenee jauhatussteho. Ohuiksi kuluttuaan on tankojen katkeiltava ja poistuttava palasina myllystä. Liian suurena katkeilu lisää kulutusta.

Kaikki nykyisin käytetyt jauhintangot ovat kotimaassa valmistettuja. Käytössä on ollut neljää eri laatua, joilla on eri laitoksissa saatu seuraavat keskimääräiset kulumisluvut (kg/myllytunti):

Laatu	Outokumpu	Ylöjärvi	Vihanti	Otanmäki	Lappeenranta
a C 0,6, Mn 0,9	22,8	12,6	9,15	—	—
b C 0,5, Mn 1,0	—	—	—	29,9 <sup>1</sup>	—
c C 0,9, Mn 0,9, Cr 0,9	20,6	—	7,15	19,4 <sup>2</sup>	3,3
d C 0,9, Mn 0,5	—	—	—	21,7	—

<sup>1</sup> koko tankopanos vääntyi myllyssä.

<sup>2</sup> katkeili myllyssä.

Laatu a on halvemman hintansa takia ollut edullisempi kuin laatu c sekä Outokummussa että Vihannissa. Otanmäen muita suuremmissa myllyissä käytettäväksi oli laatu b liian pehmeä, kun taas laatu c katkeili suuri-läpimittaisena runsaasti (nämä seikat ovat vaikuttaneet edellä annettujen kulutusarvojen suuruuteen).

Outokummussa on laadun a jauhatustehon todettu olevan hieman heikomman kuin laadun c, johtuen ilmeisesti siitä valssattujen tankojen pienemmistä taipumisista myllyssä. Laatu c katkeili suurempana kuin b, mitä osoittaa yli 2 cm palasina myllystä tulleiden tai otettujen pätkien määrä (laatu c: 7 % käytettyjen tankojen kokonaismäärästä, laatu b: 1 %). — Eräät toimitukset laadulla a kuluiivat muita enemmän; syyn arveltiin olevan tavallista alemmassa hiilipitoisuudessa (n. 0,50 % C).

**Jauhinkuulat ja -lieriöt.** Kun Outokumpu Oy:n kaivokset ovat siirtyneet kuulien käytöstä malmilajauhatukseen, käytetään malmikaivoksissa kuulia nykyisin ainoastaan Otanmäki Oy:ssä sekä Haverissa.

Malmikaivosten käyttämät sekundäärijauhatuksen pienet 1 1/4" kuulat ovat viime aikoina kauttaaltaan olleet valurautaa. Isompina kuulina, joiden kulutus tanko-

myllyjen tultua käyttöön jäi vähäiseksi, on näiden laatu-ohella käytetty valssattuja ja puristettuja teräs-kuulia; sikäli kuin käyttövertailutuloksia on, ovat teräs-kuulat kuluneet vähemmän, mutta olleet samalla kalliimpia. Ni-hard-kuulia ei ole kokeiltu käyttömittakavassa sitten v:n 1950, jolloin 3" kuulat olivat liian hauraita.

Kalkki- ja sementtiteollisuus käyttää kuulia 110 mm läpimittaisista alkaen sekä 25—19 mm lieriöitä (cylpebs). Kuulat ovat valurautaa tai taottua terästä. 110 mm kuulina ovat useat laadut olleet liian hauraita. 50 mm kokoisina ovat valetut kuulat olleet halvempia kuin taotut. Lieriöt ovat pääasiassa valettuja tai myös leikattuja. Hinnat ovat olleet samalla tasolla. Paraisten 2,6×13 m kalkkikivimyllyssä on leikattujen lieriöiden käyttö ollut edullisempaa. Lohjan Kalkki Oy käyttää itse valamiaan lieriöitä.

Ulkomaalaisia jauhinkappaleita käytetään nykyisin enää mitättömän vähän.

Yhteenvedo saatavissa olleista käyttövertailutiedoista (suhteellinen kuluminen %):

Laatu	Outokumpu		Parainen					
	Vanha rik. 3"	Keretti 1 1/4"	sementtimylly			kalkkikivimylly		
			kuulat		lier. 19 mm	kuulat		lier. 25 mm
			90 mm	50 mm		90 mm	50 mm	
vähän seost. valurauta HB 400...	100	100	—	—	100	—	—	100
» » » 2 HB 390...	88	100	124	99	—	104	99	—
C-Mn-teräs, HB 250 .....	83	—	100	100	—	100	100	—
Cr-Mn-teräs, HB 350 .....	76	—	—	—	—	—	—	—
valk. valurauta, HB 350—500.....	—	—	—	—	148	—	—	—
Cr-Mn-teräs 2 .....	—	—	—	—	—	—	—	71

Outokummun osalta on käyttövertailuja luotettavampina pidettävä tuloksia, jotka saatiin koekuulilla vv. 1949—53 laboratoriomittakavassa tehdyissä kulumistutkimuksissa. Ni-hard-laadut olivat näissä kokeissa keskimuutoksia (kulumisluku 70—80, kun vertailulaatua — teräs 0,9 C, 0,9 Cr, 0,9 Mn — merkitään 100), mutta ero vähän seostettuihin valurautoihin oli melko pieni (niiden kulumisluvut 82—95).

#### b. Muita kulumiskustannuksiin vaikuttavia tekijöitä

**Jauhinkappaleiden koko ja muoto.** Mitä karkeampi kivi, sitä suurempia jauhinkappaleita on käytettävä. Kaksi tietoa erikokoisten jauhinkappaleiden kulumisesta samassa jauhatustehtävässä:

— Outokummun vanha rikastamo, siirtyminen sekundäärijauhatuksessa 2" kuulista 1 1/4" kuuliin v. 1951: kuluminen lisääntyi n. 65 % (vastaa suunnilleen kuulien pinta-alojen suhdetta), jauhatusteho nousi n. 40 %.

— Kokeilu 4" tangoilla Outokummun Keretin rikastamon tankomyllyissä vv. 1958—59 3" tankojen sijalla: Yksityisten, merkittyjen tankojen kulumista seuraamalla voitiin laskea, että 4" tankojen muodostaman panoksen kuluminen olisi n. 80 % 3" tankoihin verrattuna. Jauhatustehon todettiin kuitenkin niillä olevan vain n. 85 % 3" panokseen verrattuna.

Kalkki- ja sementtiteollisuus käyttää pienimpinä jauhinkappaleina kautta linjan lieriöitä. Malmikaivoksilla ei

niitä ole käytetty. Kotimaisia vertailulukuja lieriöiden ja kuulien kulumisesta ja jauhintehosta ei ole ilmoitettu.

**Jauhinkappaleiden lisäys myllyyn.** Kuulat lisätään myllyn käydessä. Tankojen lisäys tapahtuu 1/2—1 viikon välein, mikä aiheuttaa 5—30 min. seisauksen. Ohuita, täysipitkiä tankoja ei yleensä poisteta. Kalkki- ja sementtimyllyjen jauhinkappalepanokset lajitellaan jauhinteon säilyttämiseksi 1/2—6 kk välein, jolloin liian pienet kappaleet siirretään seuraavaan kamariin, alle 10 mm kokoon kuluneet lieriöt poistetaan. Tämä lisää jauhinkappaleiden kokonaiskulutusta.

Myllyn kierrosluvun vaikutuksesta jauhinkappalepanoksen kulumisen on saatu tietoja ainoastaan Outokummun 9'×12' palamalmimyllyistä. Malmikappaleiden ja kuulien kulumisen muutoksen voi kuitenkin otaksua olevan samantapaisen:

kierrosluku	malmikappaleiden kulutus
20 k/min (100%)	590 kg/h (100%)
24 » (120%)	740 kg/h (125%)
28 » (140%)	880 kg/h (149%)

**Vuorauksen laatu.** Outokummussa on sekä palamalmi- että tankomyllyjen suhteen (nopeus 90—110% kriit.) tehty se havainto, että jauhinkappaleiden kulutus on suurempi, kun vuoraus on sileä. Otanmäessä ei ole voitu havaita kuulien vuorauspalkkien väliin tarttumisen aiheuttavan kuulakulutuksen lisääntymistä.

c. *Vastaavia tietoja kirjallisuudesta***Jauhintangot**

**Aine:** Tangoissa käytetyistä teräksistä ovat kirjoittaneet Banks (24), Casale (28) ja Fahlström (45). Tankoina käytetään joko hiiliterästä tai heikosti seostettuja teräksiä, seosaineina Mn ja Cr.

**Yleistä:** Syötteen raekoon vaikutuksesta kulumiseen ovat kirjoittaneet Strohl & Schwellenbach (36), erivahvuisten tankojen kulumisesta on maininnut Bond (76) ja myllyn kierrosluvun vaikutuksesta Myers & Lewis (78).

**Jauhinkuulat**

**Aine:** Eri teräs- ja valurautalaadusta valmistetuista kuulista ovat kirjoittaneet Norman & Loeb (81) ja Norman (4). He korostavat mikrorakenteen (martensiittinen) tärkeyttä. Ruotsalaisten rautakaivosten eri kuulalaaduilla saamista tuloksista on antanut tietoja Löwenhielm (37). Ruotsin sementtiteollisuuden erilaisilla valukuulilla, taotuilla kuulilla ja taotuilla karkaistuilla kuulilla suorittamista vertailukokeista on tietoja SCAB:n insinöörikomitean pöytäkirjoissa. Niiden mukaan taottu, karkaistu kuula on taloudellisimmin.

Valkeasta valuraudasta ovat kirjoittaneet Norman, Solomon & Doan (82), DeLonge (109), Llovet & Pecina (83) ym. (84, 85, 86). Suosituin tähän lajiin kuuluvista kuulaineista on Ni-hard. Myös runsaasti Cr-pitoisia kuulia käytetään.

Teräskuulista ovat kirjoittaneet Windolph & Duggan (87), Meili (70) ja Norman (4), taotuista kuulista Casale (28), Moly-Cop-kuulista Myers & Lewis (88).

**Muoto ja koko:** Jauhinkappaleiden muodosta ja koosta ovat kirjoittaneet Fagerberg (61, 62), Myers & Lewis (88), Papadakis (91), Norris (92) ja Crocker (93). Pallomaisten kappaleiden jauhatusteho on paras; pienet jauhinkappaleet (määrättyyn rajaan saakka) ovat tehokkaampia kuin suuret.

**Kuluminen:** Kovuuden, malmin laadun ja oksidoitumisen vaikutuksesta on kirjoittanut MacLeod (94), raekoon vaikutuksesta Mörtzell (95). Kuulien kulumisen suhdetta niiden halkaisijaan ovat käsitelleet Nordquist & Moeller (96), Norman & Loeb (81), Prentice (97), Garms & Stevens (98), Mörtzell (99), Timmermans (100), Bond (76, 101), Davis (102), Crow (103), Hukki (104) ja Rose & Sullivan (6). Yleensä ilmoitetaan kulumisen olevan verrannollisen  $d^2$ , Bond'in mukaan suuremmilla kierrosluvuilla  $d^2 \cdot \omega^{2,1} - d^{2,29}$ , Prentice'n mukaan suurilla kierrosluvuilla  $d^3$ , Davis'in mukaan aina  $d^3$ , Crow'n mukaan ei verrannollinen  $d^2$  eikä  $d^3$ . Kierrosluvun vaikutuksesta kuulien kulumiseen ovat kirjoittaneet Hardinge & Ferguson (105).

**4. Vaahdotuskoneiden kulumisosat**

Vaahdotuskoneiden kulumisosakustannusten merkitys edellä käsitelyihin ryhmiin verrattuna on hyvin pieni. Niinpä vuotta 1958 koskevan taulukon mukaan näitä osia käytettiin tällöin vain n. 4,2 milj. mk:n arvosta. Suhteellisesti enemmän merkitsee se, että mitä kauemmin osat kestävät, sitä hitaammin koneen vaahdotusominaisuudet heikkenevät ja sitä harvemmin on kone osien vaihtoa varten kokonaan pysäytettävä, mikä aina aiheuttaa häviöitä vaahdotuksessa.

Käyttötietoja saatiin kaikkiaan 12 erilaisesta tai eri laitoksilla käytetystä vaahdotuskoneesta. Eri konetyyppien kesken tiedot jakaantuivat seuraavasti: Fagergren 4 kpl, Denver 4 kpl, Sala BFP 2 kpl sekä Rheinhausen- ja Knapp & Bates-kennot kumpikin 1 kpl.

a. *Kulumisosina käytetyt aineet ja niiden vertailu*

Vaahdotuskoneiden kulumisosina on kumi saavuttanut valta-aseman. Pelkän kulumiskestävyyden suhteen on kumilaatu 1006, joka sisältää n. 95 % luonnonkumia ja jonka kovuus on n. 36° Sh, ollut selvästi edullisin. Outokumpu Oy:n kaivoksilla aikaisemmin käytetty ko-

vempi, nokiseosteinen kumilaatu 750/145 kesti vain suunnilleen puolet laatuun 1006 verrattuna (vrt. myös liete-pumpuilla tehtyjä vertailuja).

Kumin käytössä on mekaanisen kulumiskestävyyden lisäksi otettava huomioon myös kemiallinen kestävyys mm. vaahdotuksessa käytettäviä öljyjä vastaan. Muissa laitoksissa tämän osuus kulumiskestävyydessä on vähäinen, mutta Otanmäen ilmeniittivaahdotuksessa, jossa kokoojana on aikaisemmin käytetty mäntyöljyä, nykyään mäntyöljyn ja polttoöljyn seosta, on kemiallisella kestävyydellä myös suuri merkitys. Otanmäessä on suoritettu tutkimuksia eri luonnonkumi- ja tekokumilaatujen käytöstä näissä olosuhteissa; tulokset on esitetty kohdassa c.

Vaahdotuskonetyypeistä on suurin kuluminen nopeimmin pyörivässä Fagergren-koneessa. Outokummussa, Vi-hannissa ja Lohjalla käytetään vain kumisia tai kumitettuja (kesto vaihdellut välillä 8—13.000 h) osia, mutta Otanmäessä on kokeiltu myös valurautaa. Ni-hard-valun kuluminen tavalliseen valurautaan (=100%) verrattuna oli 59 % (kumi 1006 pelkkää mäntyöljyä käytettäessä 20%).

Muiden vaahdotuskoneiden osien kestoikä on hyvin pitkä, usein monia vuosia myöskin valuraudasta tehtynä. Outokumpu Oy:n rikastamojen Denver-tyyppisten koneiden osat — juoksupyörä ja ohjauslevy — ovat kumitettuja. Valetuissa osissa on käytetty sekä Ni-hard'ia että tavallista valurautaa.

b. *Muut kulumiskustannuksiin vaikuttavat tekijät*

Vaahdotuskoneiden kulumisosien kesto vaihtelee käyttöolosuhteiden mukaan. Kuluminen on sitä nopeampaa, mitä karkeampaa malmiliete on ja mitä nopeammin potkuri pyörii. Lisäksi on lietteessä joskus syövyttäviä kemikaaleja. Selvin esimerkki tästä on Outokumpun rikkivaahdotuspiiri, joka on rikkihapon käytön takia hapan. Fagergren-tyyppisen koneen käyttö ei näissä olosuhteissa olisi ilman kumitettuja osia tarkoituksenmukaista.

c. *Kumin käyttöä koskevat erikoistutkimukset*

Otanmäessä on suoritettu kulumistutkimuksia ilmeniittivaahdotuksessa. Täällä kokoojana käytetyillä mäntyöljyllä ja polttoöljyllä on erittäin huomattava vaikutus eri kumilaatujen kulumiskestävyyteen.

Mäntyöljyn vaikuttaessa tekokumeihin on kulumiskestävyyden todettu olevan huono. Valurautaan (100) verrattuna on neopreenille saatu kulumisluku 240 ja nitriilikumille 230. Erittäin hyvin kestäviä ovat olleet pienellä rikkimäärällä vulkanoidut pehmeät luonnonkumit. Paras on ollut laatu 1006, jolla kulumisarvot ovat olleet 12—16. Kestoajoista käytössä on saatu Fagergren-konien roottorien kulumisarvoiksi 20 laadulla 1006 ja 140 neopreenilla (valurauta = 100).

Mäntyöljyn ja polttoöljyn seos (nykyinen vaahdotusmenetelmä) pehmentää vulkanoidun luonnonkumin siten, että kulumiskestävyys huononee ala-arvoiseksi. Todennäköisesti vaikuttavana on polttoöljy; polttoöljyllä on suurempi affiniteetti. Neopreenikumi puolestaan kestää öljyseoksen vaikutuksen kulumiskestävyyden pyydessä hyvänä. Roottorien kestoajoja käytössä on vastannut kulumisluku 33 neopreenilla ja 225 laadulla 1006.

Kulumiskestävyys yleensä hienojakoisen materiaalin kulumista vastaan näyttää määrättyyn rajaan asti olevan sitä parempi, mitä pehmeämpää kumi on. Kovuuden, ts. kimmomodulin kasvaessa kasvaa myös kuluminen.

#### d. Vastaavia tietoja kirjallisuudesta

Clement (110) mainitsee, että pehmeä kumitus on erittäin hyvä vaahdotuskoneiden potkureissa, kesto aika noin 2-kertainen seostettuun valurautaan verrattuna. Vaahdotuskoneiden kulutusosista ovat kirjoittaneet lisäksi Eh-ring (111), Hartenstein (112) ja Finkelstein (124).

#### 5. Lietepumppujen kulutusosat

Käyttävälle laitoksille osoitetuissa kyselyissä saatiin tietoja kaikkiaan 20 erilaisesta tai eri laitoksella käytetystä lietepumpusta. Näistä pumpuista on 10 kpl ns. Wilfley-tyyppisiä lietepumppuja, loput muita: Smidth, Rheinhütte, Weiss & Söhne, Linatex, Hydroseal sekä Denver SRL.

Lietepumppujen kulumisosien — lietteen kanssa kosketuksiin joutuvien osien — osuus käytettävän kulutusmateriaalin kokonaismäärässä on vähäinen, taulukon 1 mukaan vuonna 1958 hinnaltaan 13,3 milj. mk. Lietepumput ovat kuitenkin prosessissa välttämättömiä väivaiheita, joiden häiriötön ja tasainen toiminta on edellytyksenä prosessin normaalille kululle.

Pumppujen käyttövarmuus riippuu suurelta osalta juuri kulumisosien kestosta. Osien kulumisen alentaa pumpun tehoa, osien vaihto aiheuttaa häiriön, ellei varumpua ole. Myös osien vaihtokustannukset saattavat merkitä niiden hankintahinnan rinnalla huomattavan paljon. Näiden näkökohtien valossa pumppujen kulumisosien laatuksymys on tärkeämpi kuin mitä pelkät osien käyttö-kustannukset osoittavat.

#### a. Kulumisosina käytetyt aineet ja niiden vertailu

Kumin käyttö malmikaivosten lietepumppujen osina on osoittautunut samalla tavoin edulliseksi kuin sen käyttö vaahdotuskoneidenkin osina. Pehmeä, kulutusta kestävä kumi näyttää olevan paras aine pumppujen osia varten ainakin kuluttavissa pumppaustehtävissä, kun on kysymys hienoksi jauhetusta eikä liian sakeasta lietteestä; karkeilla aineilla on kumin käyttö vähemmän sopivaa. Lisäetuna kumilla on vielä sen kesto usein esiintyvissä syövyttävissä vaahdotuslietteissä. Heikkoutena on sen sijaan eräiden vaahdotusprosessissa tarvittavien öljyjen pehmentävä vaikutus kumiin; tätä ilmiötä on käsitelty edellä vaahdotuskoneiden osia koskevassa kohdassa.

Sopivimmaksi kotimaiseksi kumilaaduksi on Outokumpu Oy:n rikastamoissa havaittu sama laatu 1006, jota on viime vuosina käytetty myös vaahdotuskoneiden osissa. Outokummussa on kokeiltu 4" Wilfley-tyyppisen pumpun sivukilpiä eri kumilaaduista tehtyinä seuraavin tuloksin (valkoisen valuraudan kesto 100): kovin kumilaatu 750/105 190 %, 750/125 250 %, 750/145 310 % sekä pehmein 1006 n. 600 %. Aijalassa oli saman osan kesto laadusta 750/145 tehtynä kuusinkertainen em. valurautaan verrattuna.

Outokumpu Oy:n rikastamojen uudemmat, ulkomaiset pumput on varustettu täysin kumitetuin kulumisosin. Vertailuja ulko- ja kotimaisten kumilaatujen kesken ei toistaiseksi ole. Linatex-kumi on kestänyt Aijalassa ja Vihannissa hyvin; jälkimmäisellä kaivoksella on varjopuolena ollut kumin irtoaminen runkokappaleesta. Outokummussa saatu kokemus Linatex-kumin kestosta ei ole yhtä positiivinen.

Malmikaivosten tähän asti yleisimmässä lietepumppu-tyypissä, Wilfley-mallisessa pumpussa, on ainoastaan muodoltaan yksinkertaisinta osaa, sivukilpeä, saatu kumi-

tettuna. Pesä ja juoksupyörä ovat olleet valurautaa. Outokumpu Oy:n laitosten käyttämä vakiolaatu on ollut valkoinen valurauta. Ni-hard-valun kesto on ollut Outokummussa 30—50 % suurempi, Vihannissa keskimäärin n. 70 % suurempi.

Kalkki- ja sementtiteollisuuden lietepumppuissa ei ole käytetty kumitettuja osia. Syynä tähän ovat olleet ulkomailla saadut huonot kokemukset kumitetuista pumpun osista sakean lietteen (vesipitoisuus 25—35%) pumppauksessa. Paraisilla on sekä Rheinhütten että Smidth'in pumpuilla suoritetuissa vertailuissa käynyt ilmi, että oman valimon seostamaton valurauta on sen halpuuden takia edullisempi kuin Rheinhütten alkuperäislaatu sekä eräät kotimaiset valuteräkset, nimenomaan pumppujen pienemmällä nostokorkeuksilla, vaikka kesto onkin pienempi (esim. valuteräkkeen verrattuna vain n. 30%). Samoin on Lappeenrannassa tavallinen valurauta ollut Ni-hard'ia edullisempää. Lohjan Kalkki sen sijaan käyttää Ni-hard-valua.

Outokummussa kokeiltiin v. 1953 carborundum-sementistä seutaverkkovahvikkein valettuja 4" Wilfley-pumpun sivukilpiä. Kesto standardilaatuun verrattuna oli 65 %, hinta suunnilleen sama.

#### b. Muut kulumiskustannuksiin vaikuttavat tekijät

Kulumisen suuruus riippuu ratkaisevasti pumppausolosuhteista. Kulumiseen vaikuttavien tekijöiden tärkeä käsittely tässä ei ole aiheellista. Riittänee, kun mainitaan joitakin tärkeimmistä: lietteen kiintoainepitoisuus, kiintoaineen laatu ja karkeus, lietteen syövyttävyyden, pumpun kierrosluku ja nostokorkeus.

Esimerkkinä vaihtelusta mainittakoon 4" Wilfley-pumppujen juoksupyörien kestojen ääriarvot Outokummussa: Vanhan rikastamon sekundäärijauhatuspiiriin yhteydessä olleessa pumppauksessa 350 h, Keretin rikastamon kuparirikastelietteen pumppauksessa 5800 h.

#### c. Vastaavia tietoja kirjallisuudesta

Zrenner (119) on verrannut keskipako-, mammut- ja suihkupumppuja samanlaisessa lietteenpumppaustehtävässä. Stephenson (120, 121), Bator (122) ja Delonge (109) mainitsevat, että Ni-hard kestävä hyvin, tosin laatu vaihtelee. Kovamanganiteräs kuluu nopeasti. Vähän seostettu valurauta on usein taloudellisin. Yleensä kova aine hyvä. Stephenson ja Zrenner ilmoittavat, että paras suoja kulutusta vastaan saadaan käyttämällä kumitettuja kulutusosia (ovat arkoja vaurioitumaan). Hyviä tuloksia on saatu myös korkeaseosainepitoisilla valurautaosilla ja ei-metallisilla kulutusosilla (123, 124, 125, 126). Arnold (43) on esittänyt, että ellei kumitus onnistu, on harmaa valurauta taloudellisin keskipakopumppujen kuluissa osissa. Jackson (38) on sitä mieltä, että kumitetut kulutusosat ovat hyviä, jos raekoko lietteessä on alle 6,5 mm (3 mesh).

#### D. KOMITEAN JÄRJESTÄMÄT KOKEET

Komitea totesi jo työnsä alkuvaiheessa, että eri laituksilta saatavien käyttötulosten joukossa on varsin vähän vertailukelpoisia tietoja eri teräs- ja valurautalaatujen käytöstä samanlaisissa olosuhteissa. Monesta laadusta puuttuvat vertailuluvut kokonaan. Edelleen, näidenkin vähien kulumissuhdelukujen paikkansapitävyyttä muilla kaivoksilla kuin missä ne oli todettu, voitiin pitää epävarmana. Näistä syistä katsottiin tärkeäksi suorittaa komitean toimesta täydentäviä kokeita eri laituksilla. Koska laboratoriokokeiden tulosten luotettavuus on kyseenalainen, oli kokeet järjestettävä käyttömittakaavaisissa koneissa.



hanti, Ylöjärvi ja Otanmäki. Kolmella ensinmainitulla kaivoksella myllyt ovat kokoa 1,8×3,6 m, Ylöjärvellä 2,2×3,6 m sekä Otanmäessä 2,7×3,6 m.

**Kokeen suoritus tapa:** Laadut merkittiin tankojen päihin poratuin rei'in. Kutakin laatua oli joka kaivoksella kokeilussa 5 tankoa — poikkeuksena Otanmäki, jonka isommassa myllyssä käytettiin 10 tankoa/laatu. Tankojen välipunnitus suoritettiin 2—4 viikon välein siihen saakka, kunnes ne olivat kuluneet suunnilleen puoleen alkuperäispainostaan, jolloin niiden päästä sahattiin palat laatututkimusta varten. Pienemmistä myllyistä löydettiin yleensä välipunnituksissa kaikki tangot; Otanmäessä punnittiin seisonta-ajan vähentämiseksi vain 2—3 tankoa/laatu. Kunkin laadun eri tankojen kulumiserot olivat joka kaivoksella pienet. Tankojen laatuomerkkien heikkeneminen tuotti vaikeuksia Lappeenrannassa ja Ylöjärvellä.

**Koetulokset** on esitetty yhteenvetona taulukossa 5. Kulumissuhdeluku (jossa vertailulaatuna on pidetty terästä C 0,6, Mn 0,9; sen kuluminen = 100) on laskettu yleensä arvioitujen puoleen painoon kulumisaikojen mukaan. Eri tavoilla lasketut kulumissuhdeluvut ovat melko yhdenmukaisia; eräät poikkeamat johtuvat mm. tankoaineksen syvyysuunnassa vaihtelevasta kovuudesta.

Mikään laatu ei kokeessa osoittautunut tankojen katkeamisen tai vääntymisen suhteen käyttökeltottomaksi. Ilmeisesti ei näin rajoitettu koe ole kuitenkaan riittävä varmuuden saamiseksi tältä kannalta; mm. aikaisemmissa käyttökokeissahan oli Otanmäessä todettu teräs C 0,5, Mn 1,0 liian pehmeäksi (vääntyi) ja teräs C 0,9, Cr 0,9, Mn 0,9 taas liian kovaksi (katkeili).

**Koetulosten arviointi.** Kokeissa käytetyt jauhintangot ovat olleet kaikki valssattua terästä, joko valssitilaista ts. ilman lämpökäsittelyä tai lämpökäsiteltyä, karkaistua ja päästettyä matalassa lämpötilassa. Kokeillut teräslaadut ovat olleet joko seostamattomia tai hyvin vähän seostettuja. Niinkuin odotettavissa oli, kestivät kovemmat laadut kulutusta paremmin kuin pehmeät. Kovuuden ja kulumissuhdeluvun välinen riippuvuus näyttää olevan selvä ja sitä selvempi, mitä pehmeämpi jauhettava kivilaji on ollut. Jos jauhettava kivi on pehmeätä, saadaan suurin hyöty jauhintankojen kovuudesta.

Kromiseosteinen teräs (C 0,9, Cr 0,9, Mn 0,9) on 2—3 tapauksessa ollut hiukan parempi kuin pinnaltaan vastaavan kovuuden omaava karkaistu hiili-mangaaniteräs. Tämä voi johtua siitä, että jälkimmäinen ei ole kovennut lävitse, vaan sisäosa on jäänyt huomattavasti pehmeämmäksi. Kromilla seostetun lämpökäsittelemättömän teräksen kovuus on jokseenkin tasainen.

Erittäin suuria kovuuksia ei ole voitu kokeilla, koska tällaisten tankojen oikaiseminen ei ole mahdollista. Jauhintankojen suoritusvaatimus rajoittaa aina niiden kovuutta. Käyttäjän kannalta rajoittaa tankojen kovuutta katkeamisvaara.

## 2. Kokeet myllyjen vuorausmateriaaleilla

**Kokeiltavana olleet laadut.** Yhteensä 21 koelaatua. Laatatiedot selviävät taulukosta 6.

**Kokeilupaikat.** Koe suoritettiin neljällä eri kaivoksella: Otanmäki, Outokumpu, Vihanti ja Ylöjärvi, joiden kaik-

Taulukko 6. Kokeet myllyn vuoraukseen kiinnitettävillä koepalkeilla.

Yhteenveto eri kaivoksilla saaduista tuloksista

Laatatiedot		Kulumissuhdeluvut, laatu 10:n kuluminen = 100 %														
		OUTOKUMPU	YLÖJÄRVI	VIHANTI	OTANMÄKI	Keskimäär. kulumissuhdeluku										
N:o	myllyn koko m .....	2,7×3,6	2,75×3,2	2,75×3,2	2,7×3,6											
	koeaika h .....	454 h	606 h	2.316 h	1.000 h											
	kaikkien palkkien } g .....	516 g	265 g	863 g	301 g											
	keskim. kuluminen } g/h .....	1,14 g/h	0,44 g/h	0,37 g/h	0,30 g/h											
	<b>Kovuus</b>															
	HB C Si Mn Cr Ni Mo Cu V W															
20	Valuraudat	360	2,3	1,3	1,1	0,9	—	—	0,1	—	87	100	96	93	94	
21	Väh. seost. valk. valurauta	420	3,1	0,7	0,9	0,6	—	—	0,5	0,1	—	98	100	105	89	98
24	Seostettu valurauta	500	3,0	0,5	0,6	1,1	2,0	—	1,2	0,1	—	81	71	60	65	69
25	» » »	540	3,0	0,6	0,6	1,2	2,4	—	1,4	—	—	73	70	55	43	60
26	Vähän seost. valurauta	390	2,7	0,3	0,9	—	—	—	0,6	—	—	119	87	98	101	101
8	Martensiitt. valurauta (Ni-hard)	560	3,1	1,0	0,7	2,1	4,4	0,2	—	0,3	—	57	67	35	44	51
9	» » »	610	2,9	1,0	0,7	2,1	4,1	0,1	—	0,3	—	55	51	41	44	48
22	» » + grafiitti	400	3,9	1,0	0,4	1,7	3,9	—	—	0,1	—	117	79	78	55	82
23	» » »	430	3,5	0,8	0,5	1,7	3,9	—	—	0,1	—	117	101	85	91	99
27	(Ni-hard)	540	3,1	0,7	1,2	1,2	2,5	—	1,3	0,4	—	64	51	40	45	50
	<b>Valuteräkset</b>															
10	Kovamangaaniteräs	200	1,2	0,2	1,4	—	—	—	—	—	—	100	100	100	100	100
15	» » »	220	1,3	0,7	1,4	1,0	—	—	—	—	—	101	116	85	96	100
5	Kromiteräs	590	2,0	0,5	1,0	1,2	—	—	—	—	—	70	79	37	33	55
16	Vähän seostettu teräs	320	0,7	0,4	0,6	1,1	—	—	—	—	—	86	128	122	123	115
17	» » »	340	0,8	0,5	0,7	1,1	—	0,3	—	—	—	82	135	162	123	126
18	» » »	370	0,8	0,5	0,7	1,1	—	0,3	—	—	—	89	123	156	131	125
19	» » »	560	0,6	0,4	0,4	1,1	1,0	0,2	—	0,2	—	70	95	81	76	81
	<b>Valssatut leväkset</b>															
1	C-Mn-teräs, öljykarkaistu	300	0,5	0,3	1,0	—	—	—	—	—	—	111	152	125	150	135
2	» » vesikarkaistu	560	0,5	0,3	1,0	—	—	—	—	—	—	70	100	71	58	75
3	» » »	400	0,5	0,3	1,0	—	—	—	—	—	—	103	146	158	143	138
4	Wolframiteräs	600	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0	—	—	—	1,1	70	92	62	40	66



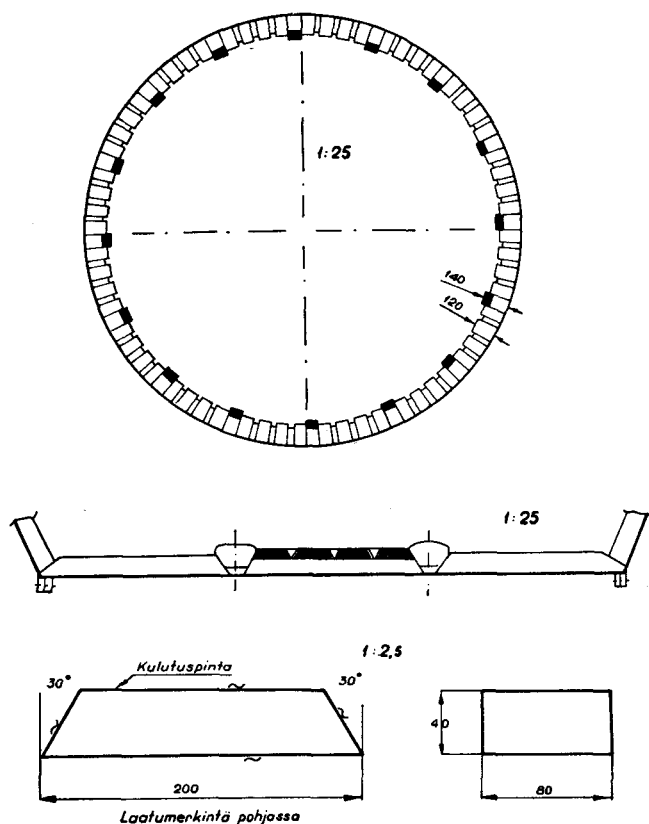
kien kuula- tai palamalmimyllyissä on palkkivuoraus, jossa voitiin toteuttaa suunnitellunlainen palkkikoe.

*Kokeen suoritus tapa.* Täydessä käyttömittakaavassa suoritettavat vuorausmateriaalikokeet vievät vuosia aikaa, varsinkin, jos kokeiltavia laatuja on useita, ja saadut tulokset tekee epävarmoiksi mm. mahdollisuus malmin laadun muuttumiseen tänä aikana tai jauhatulosuhteiden muuttuminen yleensä. Lisäksi tällainen kokeilu on kallis yhden täyden vuorauksen hinnan noustessa miljooniin markkoihin. Saman vuorauksen jakaminen monista eri aineista tehdyistä normaalimallisista vuorausosista koottuihin vyöhykkeisiin on taas sikäli epävarma, että tällöin vähemmän kuluvat laadut voivat suojata muita. Muutenkin, kulumisen myllyn vaipan eri kohdissa saattaa vaihdella huomattavasti, ilmeisesti jauhinkappalepanoksen aaltomaisesti vaihtelevan liikkeen takia sekä syystä, että jostakin kohtaa vuoraus pinta tulee nopeammin sileäksi ja kulumisen tämän kohdan ympäristössä alkaa tapahtua nopeammin.

Amerikkalainen Norman (81 ym.) on sitä mieltä, että vuorausmateriaalien laatuvertailu voidaan suorittaa nopeasti ja luotettavasti tekemällä ko. aineista suuria (n. 5") kuulia, joiden kulumisen niiden pyöriessä ao. myllyn sisällä jauhinkappalepanoksen joukossa mitataan. Komitean taholta katsottiin tämän kokeilutavan heikkoudeksi se, että aineen koveneminen iskujen vaikutuksesta saattaa olla erilainen koekappaleen ollessa kiinni myllyn seinässä kuin sen pyöriessä vapaasti myllyn sisällä. Näin ollen päätettiin kehittää koetapa, jossa verrataan vuoraukseen kiinnitettyjen pienten, muuta vuorauksessa korkeammalla olevien koepalkkien kulumista, mutta samalla suorittaa myös pistokokeita samoissa myllyissä Norman'in ehdottamaan tapaan irrallisilla kuulilla.

Koepalkkien muoto (pituus 200 mm, korkeus 40 mm, leveys 80 mm, paino n. 4—4,5 kg/kpl) ja sijoitus myllyn käyvät ilmi kuvasta 2. Koepalkit kiinnitettiin erillisiin runkopalkkeihin kiilaamalla siten, että niiden yläpinta tuli tarkalleen 20 mm muun vuorauksen pintaa ylemmäksi. Kustakin materiaalista otettiin kokeeseen kolme palkkia, joten kaikkia 21 koelaatua yht'aikaa kokeiltaessa oli koepalkkien kokonaismäärä 63 kpl. Myllyjen normaalipalkkien mitoista riippuen saatiin yhteen runkopalkkiin sopimaan 3 tai 4 koepalkkia; runkopalkkien kokonaismäärä oli siis 16—21 kpl. Runkopalkit sijoitettiin kuvan osoittamaan tapaan tasaisin välein myllyn vaipan yhteen vyöhykkeeseen. Kutakin laatua olevat kolme palkkia olivat mahdollisimman kaukana toisistaan myllyn kehän suunnassa sekä myös eri riveissä myllyn pituussuunnassa katsottuna.

Koepalkkien kulumisen määrättiin punnitsemalla ne sopivan ajan kuluttua ja laskemalla painohäviö g. Koepalkin kulumisen alkaa sen myllyn pyörimissuunnassa edellä kulkevan sivusärmän pyöristymisellä, mikä pyöristyminen etenee kulumisen jatkuessa koepalkin pinnan suunnassa. Palkit poistettiin myllystä ennenkuin yksikään niistä oli kulunut kauttaaltaan varsinaisen vuorauksen pinnan tasalle. Tällä tavoin mitattu kulumisen ei ilmeisesti ole tasaisesti yhtä suuri kutakin myllyn käyntituntia kohti, vaan on aluksi pienempi ja lisääntyy palkin etureunan kuluttua vinoksi. Tästä on seurauksena, että painohäviöiden perusteella laskettujen kulumissuhdelukujen erot tulevat todellista suuremmiksi — ts. hitaasti kuluvat laadut näyttävät kulumissuhdelukujen valossa jonkin verran todellista edullisempina. Laatujen keskinäiseen järjestykseen ei tämä seikka kuitenkaan vaikuta.



KUVA 2. VUORAUSMATERIAALIEN KULUMISVERTAILUKOE  
Koepalkkien muoto ja niiden sijoitus myllyissä.

Kaikki nämä kokeet tehtiin ao. kaivosten kuula- tai palamalmimyllyissä. Tankomyllyn vuorauksessa on tämänlaisen kokeen — jossa samassa palkkirivissä on erilaatuisia koepalkkeja — järjestäminen mahdoton. Saaduista tuloksista voidaan kuitenkin vetää johtopäätöksiä eri laatujen kestosta myös tankomyllyissä ottaen huomioon eräiden laatujen kovuuden lisääntymisen kylmämuokkautumisen takia sekä mahdollisuuden osien halleluun voimakkaampien iskujen takia.

*Koetulokset* on esitetty yhteenvedona taulukossa 6. Vertailulautana, jonka kulumista on merkitty luvulla 100, on kovamanganiteräs. Kunkin laadun kulumisen kullakin kaivoksella on laskettu suoraan sen kolmen palkin keskiarvona. Kokeen luonteesta johtuen oli hajonta melko suuri (nimenomaan Outokummun ja osittain myös Vihannin kohdalla); paitsi palkkien mahdolliset laatu- ja kovuserot vaikuttavat hajontaan mm. eroavaisuudet palkkien vuoraukseensijoituskorkeudessa, jonnekin koepalkkirivin mahdollinen vaikutus seuraavaan sekä yleensäkin vuorauksen tendenssi kulua määrättyä kohtaa nopeammin kuin muualta. Taulukossa 6 ei ole annettu hajonnan suuruutta kunkin yksityisen kulumissuhdeluvun kohdalla, koska tärkeimpänä on pidetty esitettyjen lukujen havainnollisuutta.

Näin ollen kulumissuhdeluvut ovat summittaisia, mutta kuitenkin selvästi suuntaa antavia. Koetulosten antamat viitteet määrättyjen laatujen edullisuudesta on luonnollisesti syytä tarkistaa täysmittakaavaisin kokein.

*Palkkikokeen tulosten arvoastelu.* Samoin kuin jauhintangoilla tehdyssä kokeessa olivat myös tässä eri laatujen kulumissuhdelukujen erot sitä suuremmat, mitä pehmeämmän malmin jauhatuksesta oli kysymys. Näin ol-

Taulukko 7. Vuorauspalkkikokeisiin liittyvät kokeet 75—90 mm kuulilla.

Koeolosuhteet: Outokumpu: Palamalmimylly 9' × 12', kierrosluku 28 r/min.

Kuulat: kokeessa 2. 90 mm Ø, muissa 75 mm.

Otanmäki: Kuulamylly 9' × 12', pääkuulalaatu n:o 26, 1 1/4",  
kierrosluku 20,3 r/min.

Koekuulat kokeessa 1. Ø 90 mm, kokeessa 26. Ø 75 mm.

Laatutiedot		Kulumissuhdeluvut. Yksi laadusta merkitty = 100 <sup>2</sup>													
N:o <sup>1</sup>	Koeaika, h .....	OUTOKUMPU				OTANMÄKI									
		Koe 1	Koe 2	Koe 3	Koe 4	Koe 1	Koe 2								
	100 %:lla merkityn laadun kulum. g .....	150 g	172 g	266 h	635 h	296 h	296 h								
	» » » » g/h.....			234 g	589 g	305 g	203 g								
				0,89	1,08	0,97	0,69								
	Kovuus HB C Si Mn Cr Ni Mo Cu V														
27	Martensiitt. valurauta (Ni-hard) 540	3,1	0,7	1,2	1,2	2,5	—	1,3	0,4	58	—	—	—	—	21
26	Vähän seost. valurauta 390	2,7	0,3	0,9	—	—	—	0,6	—	100	—	—	—	—	92
—	Kovamanganiteräs 210	1,2	0,3	13,5	—	—	—	—	—	—	100	—	—	100	—
5	Kromiteräs 590	2,0	0,5	1,0	12	—	—	—	—	—	73	—	—	35	—
2	C-Mn-teräs, vesikarkaistu 560	0,5	0,3	1,0	—	—	—	—	—	—	74	—	—	109	—
8	Martensiitt. valurauta (Ni-hard) 520	3,1	1,0	0,7	2,1	4,4	0,2	—	0,3	—	—	82	—	—	29
9	» » » 580	2,9	1,0	0,7	2,1	4,1	0,1	—	0,3	—	—	71	—	—	25
10	Kovamanganiteräs 220	1,2	0,2	14	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	100
—	Vähän seostettu teräs 330	0,9	0,9	0,9	0,9	—	—	—	—	—	—	93	—	—	94
—	» » » 290	0,9	0,9	0,9	0,9	—	—	—	—	—	—	96	—	—	95
—	» » » 420	0,6	0,4	0,7	2,2	—	0,4	—	—	—	—	104	—	—	115
—	» » valk. valur. 390	2,2	1,1	1,0	0,6	—	—	—	—	—	—	—	100	—	79
22	Martensiitt. valurauta (Ni-hard) 500	3,9	1,0	0,4	1,7	3,9	—	—	0,1	—	—	—	66	—	21
23	» » » 520	3,5	0,8	0,5	1,7	3,9	—	—	0,1	—	—	—	90	—	45
—	» » » 580	3,9	1,0	0,4	1,7	3,9	—	—	0,1	—	—	—	75	—	32
—	» » » 490	3,9	1,0	0,4	1,7	3,9	—	—	0,1	—	—	—	69	—	23

<sup>1</sup> Numerot osoittavat saman laadun taulukossa 6 (kokeet myllyn vuoraukseen kiinnitettävillä koepalkeilla).<sup>2</sup> Eri kokeissa saadut tulokset eivät ole verrattavissa keskenään.

len kestävimpien laatuojen edullisuus on pehmeillä malmeilla suurempi kuin kovilla, joilla suhdeluvut ovat lähempänä toisiaan ja joku nopeammin kuluva, mutta halvempi laatu saattaa olla edullisin.

Lohkeilemista ei havaittu sen enempää valutuissa kuin valssatuissa koepalkeissa. Koepalkit olivat kummin niin hyvin tuetut, että niiden lohkeamattomuus ei luultavasti anna taetta siitä, etteivätkö jotkin kokeissa käytetyt laadut voisi lohkeilla todellisessa vuorauksessa.

*Valurautaiset koepalkit.* Valurautapalkit voidaan jakaa kahteen alaryhmään: seostamattomat ja vähän seostetut sekä martensiittiset valkoiset valuraudat. Jos rakenne on martensiittinen, on kuluminen aina huomattavasti pienempi kuin vertailumateriaalissa eli kovamanganiteräksessä.

Seostetulla ja vähän seostetulla valkoisella valuraudalla saadaan parempi tai yhtä hyvä tulos kuin kovamanganiteräksellä. Jos martensiittisessä valuraudassa on grafiittia, tulos on vähän parempi kuin kovamanganiteräksellä ja samaa hyvyysluokkaa kuin vähän seostetulla valkoisella valuraudalla saatu.

*Teräksiset koepalkit.* Koepalkit jakautuivat kulumiskestävyytensä perusteella kahteen ryhmään: toisen ryhmän palkit kestivät huomattavasti paremmin kuin vertailupalkkina käytetyt kovamanganiteräspalkit, toisen taas paremmin. Tarkasteltaessa palkkien kovuutta havaitaan, että kovuuden ollessa vähintään noin 500 Brinellin yksikköä kulumiskestävyys oli parempi kuin kovamanganiteräksellä; kovuuden ollessa taas korkeintaan noin 400 Brinellin yksikköä kestävyys oli huomattavasti parempi kuin vertailupalkeilla.

*Vuorauspalkkikokeisiin liittyvät kokeet eri aineista tehdyillä 75—90 mm kuulilla.* Näitä kokeita tehtiin Outokummussa ja Otanmäessä, ja niissä saadut kulumissuhdeluvut on koottu taulukkoon 7. Kuulat oli merkitty läpi-

menevin rei'in tai puikoin. Niiden annettiin olla myllyssä 200—600 h, jonka jälkeen kulumisen määrätettiin punnitsemalla. Kutakin laatua oli kokeessa kolme kuulaa, joiden kuluminen oli hyvin samansuuntainen. Hajoita tällaisessa kokeessa näytti olevan selvästi pienempi kuin em. palkkikokeessa. Outokummussa suoritettiin koe laatuojen erotteluun liittyvän epävarmuuden takia neljässä erässä; eri kokeiden tulokset eivät ole suorana verrattavissa keskenään. Otanmäessä kokeiltiin kaikki laadut yht'aikaisesti.

Kokeissa oli pääasiassa samoja laatuja kuin palkkikokeessakin, mutta osittain myös muita. Tulokset ovat samansuuntaiset.

Tuloksista voidaan tehdä johtopäätöksiä samalla aineiden käytöstä jauhinkuulina — ovathan kokeissa olleet mukana myös kaksi yleisesti käytettyä kuulalaatua. Yksikään koekuulista ei kokeiden aikana haljennut. Entistä kovempien jauhinkuulien ja lieriöiden kokeilemista voidaan suositella.

### 3. Kokeet Fagergren-vaahdotuskoneen roottorin tangoilla.

(Hienoksijauhettun malmilietteen kuluttavan vaikutuksen vertailu.)

*Kokeiltavana olleet laadut:* Yhteensä 17 laatua, vertailulaatuna käytetty teräs St 70 mukaanluettuna. Laatutiedot käyvät ilmi taulukosta 8.

*Kokeilupaiikat.* Koe suoritettiin niillä kolmella malmi-kaivoksella, joissa käytetään Fagergren-tyyppisiä vaahdotuskoneita: Otanmäki, Outokumpu ja Vihanti.

*Kokeen suoritus tapa.* Näiden kokeiden tarkoituksena oli verrata eri aineiden kulumista hienoksijauhettussa malmilietteenä normaaliin vaahdotuskemikaalien läsnäollessa. Tällainen kulumista kohdistuu rikastustehtä-

Taulukko 8. Fagergren-vaahdotuskoneen roottorin tankojen kulumisvertailukoe.

Yhteenvedo eri kaivoksilla saaduista tuloksista.

Laatutiedot		Kulumisluvut. Teräs St 70 = 100 %												
		OUTOKUMPU		VI-HANTI	OTAN-MÄKI									
N:o	Vaahd.piiri ..... Lietteen pH-arvo ..... Koeaika ..... Vertailulaadun kuluminen g ..... » » g/h.....	Rikki- vaahd. 5,5	Kupari- vaahd. 11,5	Sinkki- vaahd. 10,5	Ilmen- vaahd. 5,7									
		300 h 331 g 1,10 g/h	300 h 198 g 0,66 g/h	595 h 319 g 0,54 g/h	317 h 250 g 0,79 g/h									
	Kovuus HB C Si Mn Cr Ni Mo Cu V													
0	Valssattu teräs St 70 .....	200	0,45	0,3	0,7	—	—	—	—	—	100	100	100	100
1	» ruostumaton teräs .....	470	0,3	0,3	0,4	13	—	—	—	—	56	64	59	44
2	» » .....	270	0,3	0,3	0,4	13	—	—	—	—	75	—	70	64
18	Martensiitt. valurauta .....	570	3,2	1,0	0,7	2,0	4,4	0,2	—	0,1	68	—	28	23
19	» » .....	580	3,0	1,0	0,8	2,1	4,0	0,1	—	0,1	65	40	27	23
20	Valettu kovamanganiteräs .....	180	1,3	0,3	1,3	—	—	—	—	—	89	78	67	69
21	» pii-mangaani-kromiteräs .....	330	0,9	0,9	0,9	0,9	—	—	—	—	79	84	70	—
22	» » .....	290	0,9	0,9	0,9	0,9	—	—	—	—	99	—	61	—
23	Kovamanganiteräs .....	220	1,2	0,2	1,4	—	—	—	—	—	65	80	44	—
24	Valettu 2 % kromiteräs .....	420	0,6	0,4	0,7	2,2	—	0,4	—	—	78	—	58	—
30	Seostettu valurauta .....	370	2,0	1,3	1,3	—	—	—	0,3	0,1	85	—	—	—
31	Martensiittinen valurauta (grafiitti) .....	560	3,6	0,8	0,7	1,9	3,9	—	—	—	65	—	25	25
32	» » .....	500	3,6	0,8	0,7	1,9	4,0	—	—	—	67	—	—	—
34	Seostettu valk. valurauta .....	520	2,9	0,5	1,0	1,1	2,1	—	1,2	—	67	—	31	37
35	Harmaa valurauta .....	160	3,6	2,4	0,6	—	—	—	—	0,2	99	—	101	95
36	Valkoinen valurauta .....	420	2,7	0,3	0,7	—	—	—	0,5	—	73	55	46	50
37	Martensiittinen valk. valurauta .....	520	2,9	0,8	1,1	1,4	3,8	0,1	1,4	—	67	43	29	22

den lietepumppuihin, vaahdotuskoneisiin, valmentajiin jne. Kokeilukappaleiksi valittiin Fagergren-koneen roottorin tangot seuraavista syistä, vaikka ko. tangoissa onkin kumin käyttö todettu edullisemmaksi kuin minkään rautalaadun: niiden kulumisen on nopeata; yhdessä roottorissa on monta (16 kpl) tankoa, jotka kaikki ovat kulumisen suhteen samassa asemassa ja jotka näin ollen voidaan kokeessa ottaa eri aineista tehdyiksi. Koetulokset pitänevät paikkansa tämänlaatuisen kulumisen suhteen yleensä.

Roottorin tangot ovat sylinterimäisiä, 38 mm läpimitaisia ja 297 mm pitkiä tankoja, joiden paino rautaisina on n. 2,4—2,6 kg/kpl. Tankojen päissä on 16,5 mm pituiset, ohuet ( $\varnothing 9,5$  mm) tapit, joiden avulla roottorissa pystyasennossa olevat tangot puristetaan vaakasuorien potkurirenkaiden väliin. Yhdessä roottorissa on, kuten edellä on jo mainittu, 16 tankoa. Koeroottorit koottiin erilaatuisista tangoista siten, että jokainen niistä sisälsi ainakin kaksi vertailulaatua olevaa tankoa. Roottorien annettiin pyöriä niin kauan (300—600 h), kunnes vähintäänkin kuluneet tangot olivat kuluneet yli 50 g. Kulumisen punnittiin.

Kumilaatuja ei tähän tutkimukseen otettu kahdesta syystä: parhaiden kumien kulumisen on hidasta ja toisaalta ei kulumista vaahdotuskemikaalien läsnäollessa voida yleensä mitata punnitsemalla — kumin paino lisääntyy sen turvotessa kemikaalien vaikutuksesta. Kumien suhteen viitataan edellä käyttötietojen yhteydessä annettuihin tuloksiin, varsinkin Otanmäessä suoritettuihin kokeisiin.

Koetulokset on esitetty taulukossa 8. Eri kaivosten tulosten suhteen voidaan jälleen todeta, että ero hyvän ja huonon laadun kulumissuhdelukujen välillä on suurempi pehmeillä malmeilla (Otanmäki, Vihanti) kuin kovalla (Outokumpu).

Erittäin kovien valurautalaatujen vähäinen kulumisen vertailuaineeseen St 70 verrattuna osoittaa, että

vaahdotuskonnoissakin kulumisilmiö on hyvin merkityksellinen. Sen ohella on vaikuttamassa syöpyminen, sitä tehokkaammin, mitä enemmän happoa on lisätty. Tätä osoittaa Outokummun rikkivaahdotuksessa todettu ruostumattoman teräksen kestävyys.

#### 4. Malmien ja kivien kuluttavuustutkimuksia

Komitean aloitteesta suoritettiin Outokummussa kesällä 1959 pienellä laboratoriokuulamyllyllä malmien ja kivien kuluttavuustutkimuksia.

*Kokeiden suoritus tapa:* Kokeet tehtiin rautaisessa sylinterimäisessä myllyssä, jonka pituus oli 21 cm ja sisähalkaisija 20 cm sekä kierrosluku 60 k/min eli 80 % kriit. Myllyn vaippa oli sileä. Jauhinkappaleet: 40 kpl n. 30 mm  $\varnothing$  kuulia, joiden yhteispaino 4,9—5,1 kg (kunkin yksityisen kokeissa käytetyn kuulan paino maks. 130 g, min. 120 g). Jauhettavan malmin karkeus oli 3—8 mm. Sitä pantiin myllyyn 1 kg kerrallaan sekä  $\frac{1}{2}$  l tislattua vettä. Jauhatusaika oli 1 h, jonka jälkeen malmi- ja vesipainos vaihdettiin. Koko koeaika oli 7 h, jona aikana käytettiin siis yht. 7 kg malmia. Kuulapanoksen kulumisen määrättiin punnitsemalla se ennen ja jälkeen kokeen. Kulumisen 7 h aikana vaihteli välillä 1,8—36 g. Kuulien pienten kokoerojen eliminoimiseksi on kulumisen taulukossa 9 esitetty yksiköissä mg/cm<sup>2</sup> kuulien pintaa. Joka malmilla tehtiin vähintään kaksi rinnakkaista koetta, joiden kummankin tulokset on ilmoitettu taulukossa; näiden eroavaisuudet olivat yleensä korkeintaan 10 %.

Kuulat, joiden kulumista tutkittiin: valkoinen valurauta; kokoomus likim. 3,0 % C, 0,5 % Si, 0,1 % Cr, 0,2 % Ni, 0,1 % Mn; rakenne: hienojakoinen perliittiperusmassa+sementiitti; kovuus H<sub>B</sub> 375—475.

*Koetulokset,* joihin on liitetty muutamia Otanmäessä myöhemmin saatuja tuloksia, on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Malmien ja kivien kuluttavuustutkimuksia laboratoriohuuamyllyssä.  
Yhteenveto koetuloksista.

Koe n:o	Jauhettavan kiven laatu	Kuulapanoksen kuluminen	
		mg/cm <sup>2</sup>	% (Outok. = 100)
1	Ns. sokea koe: Myllyssä pelkät kuulat ja vettä .....	1.7—2.1	9
I. Kokeita eri malmeilla ja kivillä			
2	Outokummun malmi CuFeS <sub>2</sub> 10 FeS <sub>2</sub> 18 FeS 18 ZnS 2 Liukenematon 48 (SiO <sub>2</sub> ) .....	20.7—21.2	100
3	Vihannin » 2 5 19 57 (SiO <sub>2</sub> , silikaatt.) .....	12.1—12.5	59
4	Ylöjärven » 3 kvartsiipitoinen turmaliinibreksia; tuffiitti .....	12.5—13.1	61
5	Pyhäsalmen » 4 79 — 8 8 .....	23.7—24.5	115
6	Otanmäen » 29 % Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ; 26 % FeTiO <sub>3</sub> ; sarvivälke, kloriitti, plagioklasi .....	7.8—8.3	38
7	PK Oy/Lappeenranta Kalkkikivi .....	1.5—1.6	7
8	» 50 % kalkkikivi, 50 % musta liuske (felsiitti ja amfiboliitti) ...	6.8—7.6	34
II. Kokeita Outokummun malmin eri komponenteilla			
2	Yleisnäyte CuFeS <sub>2</sub> 10 FeS <sub>2</sub> 18 FeS 18 ZnS 2 Liukenematon 48 .....	20.7—21.2	100
9	FeS <sub>2</sub> -valt. malmi 12 29 9 12 36 .....	18.1—19.1	89
10	CuFeS <sub>2</sub> -FeS-valt. » I 25 10 32 3 28 .....	15.3—16.0	75
11	» II 49 5 32 1 10 .....	3.5—3.9	18
12	Kvartsiitti — 3 — 88 .....	17.4—18.9	87
III. Kokeita keinotekoisilla seoksilla			
5	100 % Pyhäsalmen pyriitti .....	23.7—24.5	115
13	80 % » » 20 % Outokummun kvartsiitti .....	23.8—25.4	117
14	60 % » » 40 % » » .....	22.1—22.5	106
15	40 % » » 60 % » » .....	21.1—21.9	102
16	20 % » » 80 % » » .....	19.8—20.4	96
12	100 % » » .....	17.4—18.9	87
IV. Kemikaalien vaikutus			
2	Outokummun malmin yleisnäyte (1 kg) + 1/2 l tisl. vettä .....	20.7—21.2	100
17	+ 1/2 l raakavettä .....	19.8—20.6	96
18	+ tisl. vesi ja 5 g Ca(OH) <sub>2</sub> .....	19.7—19.9	95
19	+ tisl. vesi ja 5 g Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> .....	20.8—20.9	100
20	+ tisl. vesi ja 5 cm <sup>3</sup> kons. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	27.4—27.8	132
V. Myöhempiä lisäkokeita			
21	Otanmäen malmi ks. koe n:o 6 .....	9.7	
22	Raajärven malmi, n. 70 % Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	8.4	
23	Kärväsvaaran malmi, n. 70 % Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	5.6	
24	Sokea koe .....	3.5	

Taulukko 10. Eräiden mineraalien Vickers-kovuuksia H<sub>v</sub> 50 mg.  
Mittaukset on suorittanut maist. Lauri Hyvärinen Geologisen tutkimuslaitoksen välineillä.

	kg/mm <sup>2</sup>	kg/mm <sup>2</sup>	
eskolaitti .....	3200	wolfraamiitti .....	600
korundi .....	2700	magnetiitti .....	575
kassiteriitti .....	1900	wollastoniitti .....	500-520
kromiitti .....	1700	dolomiitti .....	385
rikkikiisu .....	1500-1800	fahlertsit .....	310
kvartsi .....	1400	Co-pentlandiitti .....	310
brauniitti .....	1350	magneettikiisu .....	290
markasiitti .....	1325	Ni-pentlandiitti .....	260
hematiitti .....	1200	kuparikiisu .....	220
turmaliini .....	1125	stanniitti .....	215
arsenikiisu .....	1050	sinkkivälke .....	205
mikrokliini .....	1025	baryytti .....	170
pikivälke .....	950	kalsiitti .....	150
ilmeniitti .....	900	lyijyhohde .....	80
plagioklaasi An <sub>10</sub> .....	900	kuparihohde .....	75
kromidiopsidi .....	800-925	kulta .....	45
löllingiitti .....	850	vismutti .....	13

Esimerkkejä teräksen ja valuraudan eri ainesosien kovuuksista mitattuna samalla menetelmällä (näytteet otettu komitean vuoraus-palkkikokeissaan käyttämistä koekappaleista):

sementiitti .....	1000-1500 kg/mm <sup>2</sup> *
martensiitti .....	600 »
perliitti .....	275-425 »
austeniitti kovamanganiteräksestä .....	230 »

\* jälkimmäinen arvo mitattu martensiittisestä valkeasta valuraudasta.

Koetuloksiin liittyen on taulukossa 10 annettu joukko mineraalien Vickers-kovuusarvoja. Nämä kovuusmittaukset on suorittanut fil.maist. Lauri Hyvärinen Geologisen tutkimuslaitoksen välineillä.

#### Koetulosten arvostelua

1. Vertailu käyttötuloksiin. Saman kuulalaadun kulumisen käyttömittakaavassa eri malmeja jauhettaessa kaivosten ilmoittamien keskiarvolukujen mukaan: (vertailutaulukko seur. siv.).

Yhdenmukaisuus on varsin hyvä, kun otetaan huomioon vertailutavan summittaisuus, malmin erilainen karkeus kokeessa ja käyttömittakaavan myllyissä, kokeessa käytettyjen malminäytteiden mahdollinen erilaisuus sekä kuulien laatu vaihtelut. Samansuuntaisia ovat myös toisten jauhinkappale- ja vuorausaineiden kulumisuhteet käytännössä. Näin ollen voidaan koemenetelmällä saada laboratorio-olosuhteissa summittaisesti selville eri malmien kuluttavuussuhteet jauhatuksessa.

Eri malmien välinen kuluttavuussuhde riippuu myös kulumismateriaalin laadusta. Kovemmissa kuulilla suoritettuna koe todennäköisesti antaisi toisistaan enemmän eroavat kuluttavuusluvut. Kulumismateriaalin kovuuden lisäyksestä saadaan nimittäin suurin hyöty silloin,

Mylly	Tehon kulutus	Kuulien kulutus	Kulumissuhde lab.kokeissa
Outokumpu 2,7∅ × 3,6 m	290 kW	61 kg/h = 210 g/kWh eli 100 %	100 %
Vihanti 2,2∅ × 2,2 m	110 kW	12,6 kg/h = 115 g/kWh eli 55 %	59 %
Ylöjärvi 2,2∅ × 2,2 m	130 kW	14 kg/h = 108 g/kWh eli 52 %	61 %
Otanmäki 2,7∅ × 3,6 m	365 kW	25 kg/h = 69 g/kWh eli 33 %	38 %

kun malmin kovin mineraali on sitä pehmeämpää. Eräät malmeissa yleisesti esiintyvät mineraalit — lähinnä pyriitti ja kvartsi — ovat yhtä kovia tai kovempia kuin kovimmat kulutusmateriaalilaadut; tässä tapauksessa ei kovuuden lisäyksestä ole seurauksena yhtä selvää parannusta kulumiskestävyudessa.

2. *Pyriitin kuluttavuus* on suurempi kuin kvartsiin. (Pyriitin mikrokovuus on suurempi kuin kvartsin.) Pyhäsalmen malmi näyttää pyriittirunsautiona takia olevan hyvin kuluttavaa. Outokummun malmi on kuluttavampaa kuin pelkkä kvartsiitti. Sen kuluttava ominaisuus johtuu kvartsin ja pyriitin yhteisvaikutuksesta. Muiden kiisujen osuus kuluttavuudessa on vähäinen.

3. Kalkkikiveä jauhettaessa kuluivat kuulat vähemmän kuin jos kuulia pyöritettiin myllyssä yksinomaan veden kanssa. 50 % mustaa liusketta sisältävän kalkkikiviseoksen kuluttava vaikutus oli n. viisinkertainen pelkkään kalkkikiveen verrattuna.

4. Kemikaalilisäysten vaikutus: Kalkin tai soodan lisäys myllyyn ei sanottavasti vaikuttanut kuulapanoksen kulumiseen ainakaan Outokummun malmin jauhettaessa. Rikkihappo sen sijaan lisäsi kulumista; niinkin ison määrän kuin 9 kg/t aiheuttama lisäys oli kuitenkin vain 30 %.

## E. KOMITEAN SUOSITUKSET

Seuraavat suositukset perustuvat komitean keräämiin kotimaisiin käyttökokeuksiin sekä omiin kokeisiin, mutta jossain määrin on otettu huomioon myös ulkoilla vallitseva käytäntö.

1. *Murskaimien kulutusosat*: kovamanganiteräs, mahdollisesti tietyin seosainelisyksin. Pienissä murskaimissa voi joissakin tapauksissa tulla kysymykseen myös Ni-hard (martensiittinen valkoinen valurauta).

2. *Myllyjen vuorausosat*: Komitean omista kokeista käytetyt kovuudet eivät ole johtaneet lohkeilemiseen. Tästä syystä mahdollisimman suuren kovuuden, joka samalla merkitsee suurta kulumiskestävyttä, suosittelemista voitaisiin ajatella, elleivät aikaisemmat käyttökokemukset olisi osoittaneet, että tietyt hyvin kovat vuoraukset ovat murtuneet.

Tankomyllyissä on murtumisvaara tunnetusti suurempi kuin muissa myllyissä, minkä vuoksi sitkeysvaatimus on välttämätön. Kovamanganiteräksen soveltuvuus tässä on tunnettu. Otanmäen rikastamon tankomyllyn palkkivuorauksessa oleva Ni-hard-osa on yli 10.000 käyntitunnin jälkeen moitteettomassa kunnossa ja kulunut huomattavan vähän.

Kuula- ja palamalmimyllyt. Vuorauksen lohkeamisvaara on pienempi kuin tankomyllyssä, minkä vuoksi kulumista voidaan vähentää käyttämällä kovempaa ainetta. Komitean suorittamat tutkimukset osoittavat, että suuresta kovuudesta saadaan suurin hyöty siellä, missä malmi on pehmeätä. Malmin ollessa hyvin kovaa on kovuuden lisäyksen antama hyöty vähäisempi.

3. *Jauhinkappaleet*: Jauhinta ngot. Näyttää siltä, että varsinkin malmin ollessa pehmeätä kannattaa

käyttää niin kovia teräksiä kuin mahdollista ottaen huomioon, että tankojen suoritusvaatimus on täytettävissä ja niiden katkeilu vältetään.

Jauhinkuulat ja -lieriöt. Komitealla ei ole ollut kokeitaan varten käytettävissä jauhinkappalemateriaalia, mikä suuren kovuutensa vuoksi olisi lohjennut. Käyttökokeuksissa on kuitenkin mainintoja siitä, että hyvin kovat jauhinkappaleet ovat suurikokoisina haljenneet. Suurimman mahdollisen kulumiskestävyuden omaavia jauhinkappaleita ei ole viime aikoina pienikokoisinaan kokeiltu käyttömittakaavassa.

4—5. *Vaahdotuskoneiden ja lietepumppujen kulumisosat*: Kumin käyttö on yleensä todettu edullisimmaksi. Eri kumilaaduista on pehmein havaittu parhaaksi. Ellei jostakin syystä kumittaminen ole mahdollista, on metalliosissa syytä pyrkiä mahdollisimman kovien aineiden käyttöön.

## F. YHTEENVETO

Kaikilta suurilta kaivosyhtiöiltä kerätyt käyttötiedot sisältävät yhteenvedon käytetyistä laaduista, niiden kesto- luvuista, osien muodosta jne. Näistä tiedoista on nähtävissä mm., että maamme kaivosteollisuus käytti vuonna 1958 yhteensä noin 3.000 tonnia kulutustakestävää materiaalia, arvoltaan noin 250 milj. mk. Määrä jakaantui eri kulutusosien kesken seuraavasti:

	% määrästä	% arvosta
jauhinkappaleet	80	60
myllyjen vuorausosat	13	22
murskaimien kulutusosat	3	10

Muun käytetyn materiaalin osuus oli vähäinen em. %-lukuihin verrattuna.

Kulutustakestävän materiaalin valmistajat ilmoittivat 32 näissä osissa kysymykseen tulevaa laatua.

### Seuraavien kulutusosien

- jauhinkappaleet
- vuorausmateriaali ja
- vaahdotuskoneiden sekä lietepumppujen kulutusosat

kestävyyden tutkimiseksi suoritettujen kokeiden tulokset selvittävät 45:n materiaalilaadun ominaisuuksia. Mukana olivat kaikki tärkeimmät laatutyypit.

Eri malmin ja kiven kuluttavuutta tutkittiin laboratoriuulamylyssä suoritetuin kokein.

Luettelo alan uusimmasta kirjallisuudesta sisältää yli 200 viitettä.

Komitean työn tuloksien avulla voidaan eri materiaali- laatu- jien ominaisuuksia verrata toisiinsa ja arvostella niiden käyttökelpoisuutta. Tulokset antanevat myös pohjan kulutusta kestävästä materiaalin edelleen kehittämiseen.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

## Yleistä

1. Taggart, Arthur F. — Handbook of Mineral Dressing, New York 1945.
2. Mittag, Carl. — Die Hartzzerkleinerung, Springer-Verlag 1953.
3. Bröhl, W. — Verschleissfeste Werkstoffe in der Hartzzerkleinerung, Zement-Kalk-Gips 12 (1959):1, s. 10.
4. Norman, T. E. — Factors influencing the resistance of steel castings to high stress abrasion, Modern Castings 33 (1958):3, s. 89—98.
5. Pettersen, Alf. — Valg av slitmaterialer for knuse- og malemaskiner. Tidsskr. Kjemi, Bergv., Metallurgi 19 (1959): 4, s. 79—83.
6. Rose, H. E. & Sullivan, R. M. E. — A Treatise on the Internal Mechanics of Ball, Tube & Rod Mills, Constable, 1958.
7. Norman, T. E. & Ott, G. E. — Neuere Entwicklungen verschleissfester Gusswerkstoffe für die Hartzzerkleinerung, Giesserei 46 (1959):16, s. 441—447 ja 17, s. 471—478.

## Murshaimien kulutusosat

8. Gieskiang, D. H. — Jaw crusher capacities, Trans. AIME 184 (1949), s. 239—246. — Jaw crusher capacities, Blake and single-toggle or overhead eccentric types. Trans. AIME 190 (1951), s. 971.
9. Birebent, A. & Mamillan, M. — Le concassage et la fragmentation des roches. Essais sur un concasseur à mâchoires. Annales de l'Inst. Techn. du Batiment et des Trav. Publ. 7 (1954), s. 965—984.
10. Zoerb, H. M. — Design and development of crushing cavities, Trans. AIME 196 (1953), s. 603—605.
11. Brown, G. J. — Crushing and screening in mineral dressing plants. Recent developments in mineral dressing. London 1953, s. 151—162.
12. Martin, H. K. — Milling practice at the Lavender pit concentrator. Min. Eng. 9 (1957):11, s. 1229—1235.
13. Burns, J. J. — How to get more tonnage through your present mill. Eng. ng. Min. J. 152 (1951):7, s. 120—121.
14. Horvay, K. — Einfluss der wirkungsvollen Zwischenzerkleinerung auf die Aufbereitungskosten, Erzmetall 9 (1956):2, s. 68—72.
15. Mittag, Carl. — Die Prallzerkleinerung in der Verfahrenstechnik, Chem.-Ing.-Techn. 25 (1953), s. 179—180.
16. Mittag, Carl. — Die Prallzerkleinerung in der Industrie der Steine und Erden, Die Industrie der Steine und Erden 1952:9.
17. Puffe, Edgar. — Erfahrungen bei der Prallzerkleinerung in Bergbau-Aufbereitungs- und Hüttenbetrieben, Erzmetall 8 (1955):12, s. 570.
18. Köchling, J. — Verschleiss an Schlagplatten in Schlägermühlen. Braunkohle, Wärme u. Energie 4 (1952): s. 372—376.
19. Lehmann, H. & Pralle, G. — Erfahrungen mit der Prallmühle in der Steine- und Erden-Industrie. Tonind. Ztg. 82 (1958):3/4, s. 45—49.
20. Jütte, K. — Further development of the hammer mill. Brennstoff-Wärme-Kraft, 4 (1952): Aug., s. 253—258.
21. Mörtzell, Sture. — Nyare undersökningar av malmers och bergarters krossningsegenskaper. Tekn. Tidsskr. 77 (1947):32, s. 583—585.
22. Ziemann, W. H. — Forum on ball and rod mill liners. Canad. Min. metall. Bull. 1959: Aug. s. 511—528.
23. Furness, E. M. & Henderson, A. S. — Grinding magnetic taconite in rod mills. Trans. AIME 208 (1957), s. 1359—1360.
24. Banks, H. R. — The rod mill in the Sullivan flow. Canad. Min. metall. Bull. 45 (1952): July, s. 397—403.
25. The Staff (Mc Lachlan ym.). — Notes on ball and rod mill liner practice in the Noranda organization. Canad. Min. metall. Bull. 43 (1950): Nov. s. 621—635.
26. Mac Dermid, B. G. — Rod milling at Snow Lake. Canad. Min. metall. Bull. 46 (1953): Sept., s. 535—546.
27. Ramsey, R. H. — General advance marks all fields in milling. Eng. ng. Min. J. 150 (1949):2, s. 106—111.
28. Casale, James. — St. Joe's Balmat mill. Eng. ng. Min. J. 147 (1946):11, s. 56—62.
29. Norman, T. E. — How to select chrome-moly steels for ball mill and rod mill liners. Eng. ng. Min. J. 158 (1957):7, s. 102—106.
30. Rod mill liners. Min. Mag. 84 (1951), s. 122—124.
31. Ramsey, R. H. — Research and development open new phase in milling. Eng. ng. Min. J. 149 (1948):2, s. 105—109.
32. Lifter bars in high-speed grinding mill stop slippage and boost capacity. Eng. ng. Min. J. 153 (1952):3, s. 102.
33. Findel, H. — Diskussion (Pryor, E. J. — Kontrolle des Mahlvorgangs in der Kugelmühle). Erzmetall 8 (1955): Beiheft, s. B 39.
34. Holt, Grover, J. — Benefication in 1950. Min. Eng. 3 (1951):2, s. 122—125.
35. Myers, J. F. — Defining the scope of the open circuit rod mill in comminution. Recent developments in mineral dressing. London 1953, s. 137—150.
36. Strohl, John & Schwellenbach, H. — Effects of rod mill feed size reduction. Trans. AIME 187 (1950), s. 1273—1274.
37. Löwenhielm, Halvar. — Anrikningsstekniska synpunkter på järnmalmsslignens mekaniska och kemiska beskaffenhet. Jernkont. Ann. 127 (1943):8, s. 333—388.
38. Jackson, O. A. E. — Pebble milling practice at the South African gold mines of Union Corp. Ltd. Min. Eng. 11 (1959):11, s. 1133.
39. Kearney, E. G. — The first two years of milling at Renabie. Canad. Min. metall. Bull. 43 (1950): Jan., s. 37—44.
40. Slegten, J. A. — Cement grinding mill liners. Rock Products 52 (1949):2, s. 118.
41. Slegten, J. & Slegten, P. — Kugelmühlen-Probleme. Zement-Kalk-Gips 7 (1954):6, s. 241—249.
42. Mussgnug, G. — Verschleiss von Manganhartstahlplatten in Zementmühlen. Zement-Kalk-Gips 11 (1958):11, s. 481—488.
43. Arnold, Otto. — Über Verschleissfragen in der Aufbereitung Ramsbeck. Erzmetall 7 (1954):2, s. 65—68.
44. Runolinna, Urmás. — Betriebsuntersuchen über die Panzerung von Mühlen. Erzmetall 11 (1958):9, s. 432—437.
45. Fahlström, P. — Aufbereitung von Sulfiderzen bei der Bolidens Gruv AB. Erzmetall 8 (1955): Beiheft, s. B 165.
46. Howes, Warren L. — Ball-mill liners. Trans. AIME 153 (1943), s. 396—402.
47. Howes, Warren L. — Considerations of mill liners. Trans. AIME 169 (1946), s. 129—132.
48. Windolph, Frank J. — Performance of shell liners in ball mills. Min. Eng. 8 (1956):8, s. 818—820.
49. Ten ways to cut your grinding costs. Eng. ng. Min. J. 150 (1949):11, s. 106—107.
50. Stein, O. — Einfluss der Form der Mahlplatten auf die Leistung von Kugelmühlen. Metall u. Erz 37 (1940):6, s. 105—106.
51. Carman, C. L. — Grinding in the cement industry. Rock Products 41 (1938):4.
52. Carman, C. Mac Arthur — Grinding ball classification. Its effect on capacity and ball migration. Rock Products 56 (1953):6, s. 106.
53. Rose, E. H. — Ore concentration and milling. Annual Review. Min. & Met. (1946): Feb.
54. Mittag, Carl — Einbau von Raupenplatten in Grob-Rohr-mühlen. Zement-Kalk-Gips 8 (1955):12, s. 447—450.
55. Mittag, Carl — Einbau von Mühlhäuser. Sortierplatten in Verbund- und Fein-Rohrmühlen. Zement-Kalk-Gips 9 (1956):5, s. 228—231.
56. Bellwinkel, A. — Verringerten Mahlplattenverschleiss an Rohrmühlen durch neuartige Mahlplatten. Zement-Kalk-Gips 6 (1953):12, s. 439—444.
57. Bellwinkel, A. — Neuzzeitliche Mahlanlagen. Zement-Kalk-Gips 12 (1959):2, s. 41—55.
58. Kraus, F. & Weislehner, G. — Die Mahlkörperklassierung in Rohrmühlen. Zement-Kalk-Gips 12 (1959): 5, s. 187.
59. Halbart, George J. & Freyman, Victor — The efficiency of ball mills can be improved. Rock Products 60 (1957):6, s. 157 ja 7, s. 105, 61 (1958):1, s. 151.

## Myllyjen vuorausosat

22. Ziemann, W. H. — Forum on ball and rod mill liners. Canad. Min. metall. Bull. 1959: Aug. s. 511—528.
23. Furness, E. M. & Henderson, A. S. — Grinding magnetic taconite in rod mills. Trans. AIME 208 (1957), s. 1359—1360.
24. Banks, H. R. — The rod mill in the Sullivan flow. Canad. Min. metall. Bull. 45 (1952): July, s. 397—403.
25. The Staff (Mc Lachlan ym.). — Notes on ball and rod mill liner practice in the Noranda organization. Canad. Min. metall. Bull. 43 (1950): Nov. s. 621—635.
26. Mac Dermid, B. G. — Rod milling at Snow Lake. Canad. Min. metall. Bull. 46 (1953): Sept., s. 535—546.

60. Halbart, George J. & Feyman, Victor — Le revêtement du broyeur à boulets. *Rev. Mater. Constr. Trav. publ. Edit. C.* 1955: nr 481, s. 245—251. 1956: nr 484, s. 10—16.
61. Fagerberg, Bengt — Untersuchungen über Mahlvorgänge in Malmberget. *Erzmetall* 8 (1955): Beiheft, s. 45—60.
62. Fagerberg, Bengt & Wellenius, Lennart — Malningsundersökningar i Malmberget. *Jernkont. Ann.* 140 (1956):3, s. 189—223.
63. Sjöberg, Sven — Modern järnmalmsanrikning. *Tekn. Tidskr.* 85 (1955):10, s. s. 205—208.
64. Joachim, Hans — Massnahmen zur Verschleissminderung in sieblosen Kugelmöhlen. *Erzmetall* 1 (1948):2.
65. Pranter, H. — Verschleissfragen in der Erzaufbereitungsanlage des Mitterberger Kupferbergbaus. *Berg- u. hüttenm. Mh. (Wien)* 100 (1955):1, s. 66—69.
66. Hukki, R. T. — Grinding at supercritical speeds. *Progress in Mineral Dressing.* Stockholm 1957.
67. Hukki, R. T. — Fine grinding at supercritical speed. *Trans. AIME* 211 (1958), s. 581—591.
68. Rose, H. E. & Trbojeric, M. D. — Grinding at supercritical speeds in ball mills. *Nature* 183 (1959):4664, s. 813—817.
69. White, Jack — Northern Rhodesia Mufulira Copper Mines Limited grinding tests on conical trunnion overflow and cylindrical grate ball mills. *Trans. AIME* 187 (1950), s. 96—97.
70. Meili, E. — Probleme des Materialverschleisses in der Zement-Industrie. *Techn. Rdsch., Bern.* 1957:18, s. 25—32.
71. Oeckel, H. — Schmelzbasalt-Auskleidungen in Kugelmöhlen. *Ber. dtsh. keram. Ges.*, 35 (1958):4, s. 123—124.
72. Thompson, A. G. — Cast basalt liners for mining plant. *Min. J.* 215 (1953):6131, s. 215—216.
73. Ehring, Franz — Erfahrungen mit Rührern von Flotationsapparaten, Mühlenpanzern und Mahlkörpern bei Verarbeitung besonders quarzhaltiger Erze. *Metall u. Erz* (1941):20, s. 437—441.
74. Podskubka, I. — Möglichkeiten der Verwendung von Schmelzbasalt auf den Gebieten des technischen Mahlens und Brechens. *Stavivo (Prag)* 3 (1953):9, s. 255 (*Silikattechn.* 5 (1954):6, 3. 276).
75. Berry, C. E. — Wear-resistance tests on domestic materials for pebble-mill linings. *Trans. AIME* 169 (1946), s. 177—184.
76. Bond, Fred C. — Mathematics of crushing and grinding. Recent developments in mineral dressing. London 1953, s. 101—115.
77. Myers, J. F. & Lewis, F. M. — Fine crushing with a rod mill at the Tennessee Copper Company. *Trans. AIME* 169 (1946), s. 106—118.
78. Myers, J. F. & Lewis, F. M. — Effects of rod mill speed at Tennessee Copper Company. *Trans. AIME* 184 (1949), s. 131—132.
79. Penrose, E. K. — Photographic record of rod mill charges. *Chem. Eng. & Min. Rev.* 46 (1954):4, s. 143—144.
80. Stahl, H. R. — Short-rod grinding in ball mills. *Trans. AIME* 169 (1946), s. 119—122.
81. Norman, T. E. & Loeb, C. M. Jr. — Wear tests on grinding balls. *AIME Tp* 2319 (1948), 1—30. *Min. Tech.* 12 (1948):3.
82. Norman, T. E., Solomon, A. & Doane, D. V. — Martensitic white irons for abrasion-resistant castings. *Modern Castings*, 35 (1959):4, s. 104—118.
83. Llovet, P. Palomar & Pecina, D. Lopez — Las operaciones de molienda en la fabricación del cemento. *Naturaleza de los elementos melturaderos. Cemento-Hormigon* 21 (1955):254, s. 102.
84. Grinding media studies result in reduced costs. *Rock Products* 58 (1955):10, s. 136.
85. Ni-hard-Gusseisen bietet Möglichkeiten zur Kostensenkung bei der Erzaufbereitung. *Inco-Mond Revue* 1958:2, s. 14—15.
86. Nesvizhskii, O. A. — Wear resistance of iron particles. *Liteinoe Proizvodstvo* 1958:1, s. 5—6.
87. Windolph, F. & Duggan, J. — A study of different types of steel for grinding media at Climax. *AIME Preprint* 5817 A 11.
88. Myers, J. F. & Lewis, F. M. — Progress report on grinding at Tennessee Copper Company. *Trans. AIME* 187 (1950), s. 1133—1136.
89. Farren, E. F. — Grinding balls. *Foundry Trade Journal* 1949: Aug., 4.
90. Underwood, J. G. — A metallurgical approach to grinding ball production. *Canad. Min. metall. Bull.* 52 (1959): May, s. 312—317.
91. Papadakis, Michel. — Sur l'influence de la dimension et de la forme des corps broyants dans les broyeurs à boulets. *La revue des matériaux de construction* 1954, N:o 463.
92. Norris, Chad. — Some grinding tests with spheres and other shapes. *Bull. Inst. Min. Met.* 1954: s. 197—210, s. 408—415, s. 452—454.
93. Crocker, Bunting S. — Screened ore used for fine grinding at Lake Shore Mines. *Min. Eng.* 4 (1952):5.
94. MacLeod, N. A. — Ball wear in wet grinding mills. *Trans. AIME* 169 (1946), s. 140—146.
95. Mörtzell, Sture. — Kornstorlekens inverkan på kulkvarnsskulornas slitage. *Jernkont. Ann.* 132 (1948):4.
96. Nordquist, D. E. & Moeller, J. E. — Relative wear rates of various diameter grinding balls in production mills. *Trans. AIME* 187 (1950), s. 712—714.
97. Prentince, T. K. — Ball wear in cylindrical mills. *Trans. AIME* 169 (1946), s. 147—154.
98. Garms, W. I. & Stevens, J. L. — Ball wear and functioning of the ball load in a fine-grinding ball mill. *Trans. AIME* 169 (1946), s. 133—139.
99. Mörtzell, S. — Ett bidrag till frågan om kulslitning vid kulkvarnsmalning. *Jernkont. Ann.* 124 (1940):1, s. 1—38.
100. Timmermans, O. E. B. — Factors in relative wear of grinding ball sizes. *Eng. ng. Min. J.* 148 (1947):5, s. 78—79.
101. Bond, F. C. — Wear and size distribution of grinding balls. *Trans. AIME* 153 (1943), s. 373—385 — (Discussion). *Trans. AIME* 169 (1946), s. 138.
102. Davis, E. W. — Fine crushing in ball mills. *Trans. AIME* 61 (1919), s. 250.
103. Crow, W. L. — Grinding ball rationing. *Min. Eng.* 9 (1957):7, s. 750—752.
104. Hukki, R. T. — Correlation between principal parameters affecting mechanical ball wear. *Trans. AIME* 199 (1954), s. 642—644.
105. Hardinge, Harlowe & Ferguson, R. C. — The effect of mill speeds on grinding costs. *Trans. AIME* 187 (1950), s. 1127—1130.
106. Coghill, W. H. & de Vaney, F. D. — The relation of ball wear to power grinding. *Eng. ng. Min. J.* 138 (1937), s. 337—340.
107. Staff, Lake Shore Mines. — Fine grinding investigations at Lake Shore. *Trans. CIM* 43 (1940), s. 299—434.
108. Pobereskin, M., Ewbank, N. M., Calkins, G. D., Wesner, A. & Campbell, J. E. — Radioactive-tracer technique for studying grinding ball wear. *Trans. AIME* 208 (1957), s. 1356—1358.
109. Delonge, K. A. — Abrasion-resistant alloy reduces milling costs. *Eng. ng. Min. J.* 147 (1946):10, s. 60—62.
110. Clement, Martin. — Verschleisserscheinungen in Flotationszellen der Aufbereitung Rammelsberg, insbesondere an Rührern. *Erzmetall* 9 (1956):11, s. 534.
111. Ehring, Franz. — Erfahrungen mit Rührern von Flotationsapparaten, Mühlenpanzern und Mahlkörpern bei Verarbeitung besonders quarzhaltiger Erze. *Metall u. Erz*, 1941:20, s. 437—441.
112. Hartenstein, H. — Linatex — Abrieb- und Korrosionsschutz-Auskleidungen für den Bergbau. *Bergfreiheit* 20 (1955), s. 312—314.
113. Palmgren, Hans. — Användning av gummi i kemisk industri. *Tekn. Tidskr.* 89 (1959):37, s. 977—984.
114. Wellinger, K. & Uetz, H. — Verschleissuntersuchungen an Gummi. *VDI-Z*, 96 (1954):2, s. 43—47.
115. Burton, Walter, E. — Engineering with rubber. *Mc Graw-Hill Book Co.*, New York 1949.
116. Mc Pherson, A. J. & Klemm, A. — Engineering uses of rubber. *Rheinhold Publishing Corp.* New York.

#### *Myllyjen jauhinkappaleet*

#### *Vaahdotuskoneita ja kumia koskeva kirjallisuus*

*Lietepumput*

117. Thurman, Aulis. — Suojakumituksen käyttö teollisuudessa. *Tehostaja* 1955:4, s. 38.
118. Suojaus muovien, kumituksen ja keraamisten aineiden avulla. *Tehostaja* 1958:8, s. 70.
119. Zrenner, Franz. — Der Trübetransport in der Erzaufbereitung *Mechernich. Erzmetall*, 8 (1955):8, s. 359—367.
120. Stephenson, William B. — Practical aspects of pumping sands, slurries and slimes. *Trans. AIME* 169 (1946), s. 665—674.
121. Stephenson, W. B. — What to expect of modern pumps. *Eng.ng.Min.J.* 156 (1955):3a, s. 87—93.
122. Bator, George T. — Dredge pump life increased. *Min.Eng.* 2 (1950):9, s. 942—943.
123. Tough slurry pump. *Eng.ng.Min.J.* 148 (1947):10, s. 112.
124. Finkelstejn, G. A. — Massnahmen zur Bekämpfung des Verschleisses von Sandpumpen, Flotationsschnecken, Hydrozyklonen und anderen Aufbereitungsgeräten. *Obogascenie Rud. (Mechanobr), Leningrad*, 2 (1957):6, s. 43—50.
125. Burns, J. J. — Pump parts last longer with silicon carbide. *Eng.ng. Min.J.* 151 (1950):12, s. 94—95.
126. Flint cement for pump parts. *Eng.ng.Min.J.* 153 (1952):9, s. 132.

*Muut laitteet*

127. Price, W. L. — How to select the proper screening surface. *Rock Products* 62 (1959):8 s. 90—106.
128. Kjelgaard, A. W. — Kiruna proves it takes a lot of hard sharp heavy iron ores to wear out rubber chutes. *World Mining*. 11 (1958):1, s. 41.
129. Banks, H. R. — Materials handling, Sullivan Concentrator. *Canad.Min.Metall.Bull.* 47 (1954): Oct., s. 653—663.
130. Zrenner, Franz. — Die Bergwirtschaft der Erzaufbereitung *Mechernich, Erzmetall*, 11 (1958):8, s. 364—373.
131. Dennehy, M. J. & de Kok, S. K. — The application of the liquid-solid cyclone as a classifier in closed-circuit grinding at Rand Leases. *J.chem.Soc.S.Afr.* 53 (1953): March, s. 261—284.
132. Jack, Peter S. — Wet cyclones at Britannia. *Canad. Min.Metall.Bull.* 48 (1955):520, s. 506—508.
133. Burlakow, V. S. — Der Schutz der Hydrozyklone vor Schäden durch Korrosion und Erosion. *Cvetnye Metally, Moskva* (1958):5, s. 14—20.
134. Janelid, E. J. — Verschleissfutter für Trommeln, verzugsweise drehbare Trommeln von Kugel- oder Rohrmühlen. *DAS* 1036610, J 8999 III/5oc. *Trelleborgs Gummifabriks A/B, Trelleborg. ref. Erzmetall* 12 (1959):2, s. 87.

*Kulutusosissa käytetyt aineet*

135. Küntscher—Kilger—Biegler. — Technische Baustähle
136. Irons and Steels. *Materials Selector* 1958—1959. Reference Issue of »Materials in Design Engineering».
137. Low-Alloy, High-Strength Steels. *Materials and Methods* 26 (1947): July, s. 101.
138. High-Strength, Low-Alloy Steels. *Production, Engineering and Management* 21 (1948): June, s. 60.
139. Data on corrosion and heat-resistant Steels and Alloys — Wrought and Cast. *ASTM Special Technical Publication* 52-A, Philadelphia, Pa. 1950:3, 79.
140. Harris, G. T. — Special steels and alloys. *Research* 9 (1956): Sept. s. 335—346.
141. Inman, Chester M. — Important physical characteristics of steel. *Metals Review* 21 (1948):10, s. 19, 21, 23.
142. Collaud, A. — Metallkundliche Grundlagen des Hochleistungs — Werkzeugstahles »Rollodur». *Werkst. u. Betr.* 86 (1953):8, s. 393—398.
143. Korrosionsmotstandsdygtige stål. *Dansk Teknisk Tidsskrift* 1951:1, s. 8.
144. Braun, H. — Materialval med hänsyn till korrosion och nötning. *Konstruktion* 1953: Sept. s. 291—296.
145. Loria, E. A. — New stainless steels quality for high temperature service. *Iron Age* 176 (1955):15, s. 109—111.
146. Kinzel, A. B. & Franks, R. — The alloys of iron and chromium, vol. 2. chapter 8. *Mc Graw Hill Book Co* 1940.

147. Hoyt, Samuel L. — *Metals Properties*. ASME Handbook III. New York — Toronto — London 1954.
148. Neue korrosionsbeständige Werkstoffe im Ausland II. *Werkstoffe und Korrosion* 1 (1950): März, s. 171—178.
149. Hastelloylegeringar. *Werkstoffe und Korrosion* 2 (1951): April, s. 140—149.
150. Lancaster, J. P. — Fabrication of corrosion-resistant metals. The importance of metallurgical control. *Welding and Metal Fabrication* 12 (1951):6, s. 202—209.
151. Mc Kay, Robert J. & Worthington, R. — Corrosion resistance of metals and alloys. New York 1936.
152. Brinell, J. A. — An investigation of the resistance of iron steels and of some other materials to wear. *Jernkont. Ann* 1921.
153. Special steels used in machinery for the iron mines. *Aciers fins & speciaux français*, 1957:26, s. 36—42.
154. Majois, E. — Development of special nickel steels for underground equipment of the Lorraine Iron Mines. *Revue de Nickel* 23 (1957): Jan. Febr. March, s. 9—12.
155. Sanderson, L. — Metallurgical developments and the mining engineer. *Canad.Min.J.* 71 (1950)1, s. 70—72.
156. Renshaw, W. G. & Lula, R. A. — The corrosion properties of chromium — nickel — manganese austenitic stainless steels. *ASTM preprint* 1956:81.
157. Special steels for a mining operation. *The Mining Mag.* 1953: Feb. s. 120—122.
158. Hadfields Ltd. *Manganese Steel*. London 1956.
159. Avery, Howard S. & Day, M. J. — *Austenitic Manganese Steel*. *Metals Handbook*. Am. Soc. for Met. Cleveland 1948.
160. Metal mining and manganese steel — tough jobs for manganese steel. *Edgar Allen News* 26 (1948): Feb. 997—1000.
161. International Nickel Co — *Engineering Properties and Applications of Ni-hard*. *Bulletin*. New York 1954.
162. Roth, A. — Anwendungsbeispiele für Stahlguss VDI-Z. 98 (1956):24, s. 1462.
163. Mühberger, H. — Gusseisen mit Kugelgraphit VDI-Z. 98 (1956):24, s. 1449.
164. Flinn, R. A. & Chapin, H. J. — Ductility and elasticity of white and gray irons. *Trans. AFS* 54 (1946), s. 141—150.
165. Rote, F. B., Conger, G. A. & DeLonge, K. A. — Isothermal transformation characteristics on direct cooling of alloyed white iron. *Trans. AFS* 59 (1951).
166. Brown, E. J. — Castings to resist abrasive wear. *Foundry Trade Journal* 92 (1952): June 5, s. 587—595.
167. Hallet, M. E. & Everest, A. B. — Specially-hard alloy cast irons for resistance to abrasion. *Foundry Trade Journal* 1939.
168. Riley, R. V., Park J. R. & Southwick, K. — Cast iron and high-silicon acid resisting iron. *Materials of Construction in chemical industry* s. 113—124.
169. Dodd, J. — The corrosion-resisting high silicon iron alloys. *Corrosion Technology* 2 (1955):2, s. 37—42.
170. Greene, Richard J. & Sefing, Frederick G. — Cast irons in high temperature service. *Corrosion* II (1955): July, s. 315—321.
171. Chrusjtjov, M. M. & Babitjev, M. A. — Motstånd mot slipande nötning hos gjutjärn av varierande sammansättning och struktur. *Trenije i Iznos v. Maskinach. Sbernik* 10 (1955), s. 82—90.
172. Joly, Gabriel. — Fabrication de pieces en fonte extradure. *Fonderie* 1950:49, s. 1916.
173. Avery, Howard S. — Selecting hard facing materials to resist impact, friction, abrasion. *Product Engineering* 23 (1952): March, s. 154—159.
174. Avery, H. S. & Chapin, H. J. — Hard facing alloys of the chromium carbide type. *Welding* J. 1952: Oct.
175. Herstellung von Mahlteilen für Kolemühlen. *Liteinoje Proiswodstve* 1957:4, 27—28.
176. Payne, Pearson M. & Steinebach, Frank, G. — Casting grinding balls continuously. *Foundry* 78 (1950):3, s. 70—73, 217—219.
177. Gattierung für Mahlkugeln. *Giessereitechnik* 1956:11, s. 261.

*Kuluminen*

178. ASM Subcommittee on wear of metals. — *Wear of metals*, *Metals Handbook*, Am.Soc. for Met. Cleveland 1948, s. 216—222.



179. Burwell, John. T. — Mechanical Wear. Publ. by ASM. Cleveland 1950.
180. Wellinger, K. & Uetz, H. — Gleitverschleiss, Spülverschleiss, Strahlverschleiss unter der Wirkung von körnigen Stoffen. VDI — Forsch. — Heft 449. Düsseldorf 1955.
181. Spence, J. R. — Hardness vs. wear resistance. Welding J. 22 (1943): March, s. 179—181.
182. Stadeler, A. — Dependence of wear upon the microstructure. Stahl u. Eisen 45 (1925): July 9, s. 1195—1198.
183. Holm, Ragnar. — Hardness and its influence on wear, Mechanical Wear, ASM 1950, s. 309—329.
184. Oberle, T. L. — Properties influencing wear of metals. J. Metals. 3 (1951): June, s. 438—439 G.
185. Weiss, C. R. — Relative wears due to abrasion. Iron Age 129 (1952).
186. Fink, M. — Recent results of the investigation of wear. VDI — Z 74 (1939): Jan. 18, s. 85—87.
187. Wahl, Hans. — Querschnitt durch das Verschleissgebiet. Metalen 9 (1954):4, s. 49—58; 5, s. 68—74; 6, s. 91—98.
188. Polushkin, E. P. — Defects and failures of metals. Giesserei 45 (1958):15, s. 433.
189. Promisel, N. E. & Mustin, G. S. — Metals. Greathouse, Glenn A. & Wessel, Carl J. — Deterioration of materials. New York 1954, s. 257—307.
190. Haworth, R. D. Jr. — Abrasive wear of metals. Metal Progr. 55 (1949): June, s. 842—848.
191. Haworth, R. D. Jr. — The abrasion resistance of metals. Trans. ASM 41 (1949), s. 819—869.
192. Stauffer, W. A. — Wear of metals by sand erosion. Metal Progr. 1956: Jan. s. 102—107.
193. Khrushchov, M. M. & Babichev, M. A. — Resistance to abrasive wear and the hardness of metals. Doklady Akademii Nauk. SSSR 88 (1953):3, s. 445—448.
194. Khrushchov, M. M. & Babichev, A. A. — Friction and wear in machines (Study of the wear of metals and alloys in friction on an abrasive surface). Symposium. Moscow. USSR Acad. of Sciences 1956, s. 5—18. Ref. Cobalt 1959:4, s. 47.
195. Larsen, R. G. & Perry, G. L. — Chemical aspects of wear and friction. Mechanical Wear 1959 ASM.
196. Fink, M. & Hoffmann, U. — Zur Theorie der Reiboxidation. Archiv für das Eisenhüttenwesen 6 (1932—33).
197. Fontana, M. G. & Luce, W. A. — Erosion-corrosion of metals and alloys. Corrosion 5 (1949): June, s. 189—193.
198. Rosenberg, Samuel J. & Jordan, Louis. — The influence of oxide films on the wear of steels. Trans. ASM 23 (1935) s. 577—613.
199. Dies, K. — Die Reiboxydation als chemisch-mechanischer Vorgang. Techn. Mitt. Krupp 5 (1942), s. 127—140.
200. Waterhouse, R. B. — Characteristics and prevention of fretting corrosion. Machine Design 28 (1956): Jan. s. 104, 106, 108.
201. Westphal, R. C. & Glatter, J. — Wear and corrosion of materials in high temperature water. Materials & Method 40 (1954):2, 100—101.
202. Batrakow, W. P. — Korrosion metallischer Werkstoffe in aggressiven Mitteln. Berlin 1954.
203. Clarke, C. D. & Reinberg, G. — Corrosion problems in pumping acid mine water. Trans. AIME 205 (1956), s. 821—825.
204. Brehmer, Tor. — Mitä on korroosio, kuinka se on estettävissä? Tehostaja 1956:6, s. 63.
205. Hongisto, H. — Mistä korroosio johtuu? Tehostaja 1958:4, s. 48.
206. Hongisto, H. — Miten korroosiota torjutaan? Tehostaja 1958:5, s. 54.
207. Hongisto, H. — Metallien korroosiokestävyys. Tehostaja 1958:6, s. 42.
208. Hongisto, H. — Korrosion estäminen inhibiittorien avulla. Tehostaja 1958:10, s. 22.
209. Sherwood, Peter W. — Prevention of water corrosion in mining operations. Canad. Min. J. 75 (1954):8, s. 72—75.
210. Srejder, A. V. — Nötningskorrosion av metaller och skydd genom ytbehandling. Fizika metaller i Metallovedenie 2 (1956):1, s. 181—188. Jernkontor. Littövers. 9 (1957)3, s. 150.
211. Surface protection against wear and corrosion. ASM Scranton 1954, s. 22—39.
212. Thomson, A. G. — The war against corrosion. Mining. J. 240 (1953): Apr. 3, s. 388—390; Apr. 10, s. 422—424.
213. The protection of structural steel. Symposium organized by the corrosion Group of the Society of Chemical Industry 1955. The Soc. of Chem. Ind. London 1956.
214. Midgley, J. W. — Wear protection of mild steel by phosphating. J. Iron St. Inst. 185 (1957):2, s. 215—224.
215. Block, H. — War on Wear. Engineering 173 (1952): 4502, s. 594.
216. Mansell, Rick. — How metallizing solves mine maintenance problems. Engng. Min. J. 149 (1948):7, s. 82—84.
217. Tenenbaum, M. M. — Laboratory evaluation of the wear resistance of steels on abrasion with sand paper. Vestnik Mashinostroyeniya 36 (1956):8, s. 24—30.
218. Sawin, N. N. — Wear resistance measured in laboratory and shop. Amer. Machinist. 92 (1948): May 20, s. 98—101.
219. Meincke, H. — Measurement of surface wear. Engrs' Dig. 11 (1950):12, s. 417—419.
220. A method for measuring wear. Production, Engineering and Management 22 (1948): Aug. s. 54.
221. Buckingham, E. & Talbourdet, G. J. — Recent roll tests on endurance limits of materials. Mechanical wear 1950 ASM s. 289—307.
222. Handbuch der Werkstoffprüfung 2. Aufl. Hrsg. von Erich Siebel. 2. Siebel, E. & Ludvig, N. — Die Prüfung der metallischen Werkstoffe. Berlin — Göttingen — Heidelberg 1955.
223. Timmerbeil, H. — Verschleissversuche mit der Prüfmaschine für Mineralverschleiss. Giesserei 38 (1951):3, s. 52—54.
224. Gardine, A-J. & Neuweiler, N-G. — Examen des transformations structurales des aciers au carbone au moyen du microscope électronique. 52 (1955):36, s. 673—682.
225. Arantes, Alberto A. — Limitations in the use of hardness tests as a method of investigation of the mechanical properties of tempered and annealed steels. Boletim da Associacao Brasileira de Metais 12 (1956):43, s. 135—143.
226. Ogawa, K. & Takahashi, N. — Etude par microscopie électronique des surfaces d'usure. Metaux, 28 (1953): 330, s. 69—74.
227. Rosch, K. — Wear tests alloyed and unalloyed cast steel. Giesserei 23 (1936): Feb. 28, 97—105.
228. Hake, O. — Radioaktiv utnötningsmätning. Industrie Anzeiger 1955:45, s. 627—630.
229. Metallavnötningen mätt med radioaktiva isotoper. Metal Treatment 1953: Sept. s. 425—428.

## SUMMARY

The article gives a summary of the information collected by a work committee of Vuorimiesyhdistys ry — Bergsmannaföreningen rf. The object has been the wear-resistant materials used in the metal mining, limestone and cement industries of Finland. The materials studied can be divided into five main groups according to their point of use, viz. wear parts of crushers, grinding mill liners, grinding media, wear parts of flotation machines, and those of slurry pumps. The materials used in these groups and the results obtained are discussed. Also, the most essential results of the comparative wear tests made by the committee in full-scale grinding mills or flotation machines are given.

# JATKOTANKOPORAUS

*Dipl.ins. Reino Sandelin, Oy Vuoksenniska Ab, Helsinki*

(Yhteenvedo työkomitean tutkimusselostuksesta)

**Kertomus Vuorimiesyhdistys r.y:n  
asettaman Tutkimusvaltuuskunnan nimeämän**

## **JATKOTANKOPORAUSKOMITEAN**

(Työkomitean) toiminnasta v. 1959 aikana.

1. 8. 1958 pitämässään kokouksessa nimesi Vuorimiesyhdistyksen asettama tutkimusvaltuuskunta jatkotankoporausta tutkimaan työkomitean, jonka jäseniksi tulivat puheenjohtajana dipl.ins. Reino Sandelin Vuoksenniska Oy:stä, maisteri Ole Lindholm Otanmäki Oy:stä sekä dipl.insinöörit Paavo Kupias Outokumpu Oy:stä ja Erkki Miettinen Lohjan Kalkkitehdas Oy:stä.

Järjestäytymiskokouksessa Lohjalla 27. 1. 1959 valittiin komitean sihteeriksi dipl.ins. Miettinen.

Samassa kokouksessa hahmoiteltiin komitean työskentelysuunnitelma, jonka mukaan komitean tehtäväksi tuli lähinnä kokemuseräisten tietojen ja tutkimustulosten keräys eri teollisuuslaitoksilta puheenjohtajan laatiman keräysohjelman puitteissa. Mainittu ohjelma saatiin huhtitoukokuun vaihteessa lopulliseen muotoon jaettavaksi niihin käyttökohteisiin, joissa tiedettiin olevan kokemuksia jatkotankoporauksesta.

Marraskuun -59 alkuun mennessä saatujen, enemmän tai vähemmän täydellisten vastausten mukaan oli komitealla käytettävissä lopullista yhteenvedoa varten runsaasti jatkotankoporausaineistoa Suomen kaivoksilta ja louhintatyömailta: Outokummusta, Ylöjärveltä, Vihannista, Otanmäestä, Tytyristä, Förbystä, Ojamolta, Pirttikoskelta, Paakkilasta, Ihalaisista ja Kotalahdesta.

Tehdyn työnjaon puitteissa saatiin em. aineistosta tehty loppuyhteenvedo valmiiksi v. 1960 tammikuun kuluessa.

Myös ulkomailta saatu aineisto on liitetty mukaan. Ruotsin Bergsprängnings-komitealle lähetetty pyyntö tuottikin runsaasti pitkäreikäporausaineistoa, mutta etupäässä koskien sovellutuksia. Kokomitea oli katsonut jo aikaisemmin keräysohjelman laatimissaan olevan syytä rajoittaa yksinomaan varsinaiseen poraustekniikkaan, koska muuten varsin laajaksi paisuvan aineiston puitteissa olisi komitealle tarkoitettu työskentelyaika jäänyt liian lyhyeksi.

Kokousten puitteissa on keskusteltu erikoisesti niistä jatkotankoporausta koskevista vaikeuksista, jotka ovat olleet kaivoksilla ajankohtaisia.

Toiminta-aikanaan on komitea kokoontunut seuraavasti:

27. 1.	1959	Tytyrissä
18. 4.	1959	Helsingissä
24—27. 4.	1959	Otanmäessä, Pirttikoskella, Käräväarassa
10—11. 9.	1959	Outokummussa
5—6. 11.	1959	Helsingissä
17—18. 12.	1959	Otanmäessä
19—20. 1.	1960	Helsingissä

Kokousten lisäksi suoritettiin 14—18. 6. 1959 opintomatka Ruotsiin Atlas Copcon, Sandvik Coromantin ja Oy Julius Tallberg Ab:n ystävällisellä myötävaikutuksella.

Matkan aikana oli tilaisuus käydä sikäläisten asiantuntijoiden kanssa komitean työskentelyaihetta koskevia keskusteluja, tutustua mm. Atlas Copcon ja Sandvik Coromantin teollisuuslaitoksiin ja lisäksi käydä Bodäsän ja Strässän kaivoksilla.

Komitea luovutti lopulliseen muotoon laaditut tuloksensa 1. 2. 1960 Tutkimusvaltuuskunnalle ja katsoo täten työnsä päättyneeksi.

## **I Yleistä**

Jatkotankoporaus käsittää varsin laajan aihepiirin, jonka tutkiminen kokonaisuudessaan ei olisi ollut komitealle mahdollista yhden toimivuoden aikana. Näin ollen

komitea rajoitti tutkimusaiheensa itse poraukseen, siis reiän tekoon siihen liittyvine kysymyksineen jättäen kokonaan käsittelemättä sovellutukset eri louhinta- ja tutkimusmenetelmiin. Edelleen rajoittui komitea lähinnä keräämään eri puolilta jo saatavissa olevat tiedot, päättäkseen selville, mitä on tutkittu ja voidakseen kartoittaa suuntaviivat jatkotutkimuksille. Muutamia lyhyitä, täydentäviä tutkimuksia on tosin keräilyvaiheen aikana tehty ja joitakin on tekeillä. Kokouksissa pyrittiin myös pohtimaan kullakin kaivoksella esiintyviä alan ongelmia. Näistä mainittakoon erityisesti huuhtelukysymys.

Jatkotankoporausta käytetään sekä louhinnassa että geologisissa tutkimuksissa. On syytä lyhyesti selvittää olosuhteita ja tavoitteita näissä kummassakin sovellutuksessa.

### a) *Louhintaporauksessa:*

— Jatkotankoporaus kilpailee toisaalta lyhyehköjen timanttireikien, toisaalta lyhytreikäporauksen kanssa.

— Jatkotankoporauksen edullisuutta tai epäedullisuutta muihin porausmenetelmiin ei ilmoita suoraan reikämetrihintaa, vaan on otettava tärkeänä tekijänä mukaan mm. reiän läpimitta. Lisäksi on arvosteltaessa verrattava keskenään eri porausmenetelmien vaikutusta louhinnan kokonaiskustannuksiin.

— Reikäpituus ei yleensä lähentelekään kaluston maksimisuorituskykyä.

— Samasta paikasta voidaan porata suuri määrä reikiä tarvitsematta välillä siirtää kalustoa tai siirtomatka on hyvin lyhyt.

### b) *Tutkimusporauksessa:*

— Jatkotankoporaus kilpailee timanttikairauksen kanssa malmiesiintymän detaljitutkimuksissa.

— Vertailtaessa eri kalustoja keskenään on vertailuperustana reikämetrihintaa, koska läpimitan vaihteluilla ei ole vaikutusta itse tutkimusmenetelmään.

— Reikäpituus hyvin usein lähenee kaluston maksimisuorituskykyä.

— Samasta paikasta voidaan harvoin porata enemmän kuin 2—3 reikää, ja siirtomatkat voivat olla pitkät.

— Poraustyö häiritsee usein muita kaivostöitä, joten häiriöajan lyhentämiseksi on suurella bruttoporausteholla merkitystä.

Koska nämä sovellutusten päälinjat eroavat näin suuresti toisistaan sekä tavoitteisiinsa että tulosten arvosteluun nähden, on kalustoyhdistelmiä ja niillä saatuja tuloksia käsitelty kummassakin tapauksessa erikseen. Sensijaan kalustoyhdistelmien yksityiset osat sekä porausteknilliset kysymykset on esitetty molemmille yhteisesti.

Taulukko 1  
LOUHINTAPORAUKSESSA KÄYTETYT KALUSTOYHDISTELMÄT

	Outokumpu		Vihanti		Ylöjärvi		Kotalahti	
Porakone Syöttölaite Teline	T 10 CW Y52 × 450	BBX 72 BMP 31	T 10 CW (Y52 × 450)	Malli Joy BUA 11   1-R	T 10 CW TS 84   BMS 61 Tampella-porauspuikki	BBC-43 RBL tai BMM 11	T 10 CW TS 84   BMS 42 Tampella- poraus-teline	
Jatkotanko- kalusto	7/8"–1"		7/8"		7/8"–1"		1"	
Tankopituus (mm)	2000–1780		2000		2000–1780		1780	
Teräläpimita (mm)	38–41		36		35–45		41–42	
Reikien suunta	vertikaali alas		viuhka		viuhka		viuhka	
Reikäpituus: K-arvo/maks. (m)	10/18		13/16		11/20		?	
Miehistön tarve porauksessa (kpl)	1		1		1		1	

	Tytyri		Ojamo		Förby	Ihalainen	Paakkila	Pirttikoski	
Porakone Syöttölaite Teline	BBC 43 RBL BMS 42 Tytyri- poraus- puikki	BMM 12 Tampella poraus- puikki	T 10 CW Y52 × 450	BBC 43 RBL BMS 42 Ojamo- porauspuikki	T 10 CW Y52 × 450	BBC 43 RBL BMM 12 Parainen poravaunu	BBC 43 RBL BMM Paakkila- poravaunu	T 10 CW TS 83 Tampella pora- vaunu	TM 500 TMM 2 A Joypora- vaunu
Jatkotanko- kalusto	1 1/4"		7/8"	1"	7/8"	1 1/4"	1 1/4"	7/8"	2"
Tankopituus (mm)	1200		800–1600	1200	800–2400	4000	3000	3000	6000
Teräläpimita (mm)	48		35	41–42	41–42	64	50	38	89
Reikien suunta	viuhka		vertik. alas	viuhka	vertik. alas	vinosti alas	alaspäin	vertik. alas	vertik. alas
Reikäpituus: K-arvo/maks. (m)	14/38		8/11	14/25	7/10	21	15/25	14	14
Miehistön tarve porauksessa (kpl)	1		1	1	1	1	1	1	1

## II Jatkotankoporaus louhinnassa

Jatkotankoporausksen yleisin sovellutus on louhintaporaus. Erilaisista louhintamenetelmistä ym. seikoista johtuen eivät kaivoksilta kerätyt kokemukset ja tiedot ole sellaisenaan rinnastettavissa, vaan on niitä hyväksikäytettäessä otettava huomioon mahdolliset erot käyttöolosuhteissa.

### Kalustoyhdistelmät ja niiden vertailu

Käytössä olevat kalustoyhdistelmät (taulukko 1) voidaan karkeasti jakaa seuraaviin pääryhmiin: kevyet, keskiraskaat ja raskaat. Ensimmäistä ryhmää edustaa kevyt porakone ja kevyt pneumaattinen syöttölaite ilman poraustelinettä. Toinen ryhmä käsittää kevyen porakoneen, pneumaattisen tai moottorisyöttölaiteen ja poraustelineen. Kolmannen ryhmän viimein muodostavat raskas porakone, moottorisyöttölaite ja porausteline. Jatkotankokalusto vahvenee myös samassa järjestyksessä 7/8":sta 1 1/4":aan ja siitäkin ylöspäin.

### Käyttönäkökohdat

Kevyen kaluston luonnollisin käyttöpaikka on pengerialouhinta, jossa sen keveys on eduksi siirryttäessä riellästä

toiseen. Varjopuolena ovat vaikeudet reikien tarkassa suuntaamisessa ja suunnan säilyttämisessä. Tässä suhteessa on Atlas Copcon pengersyöttäjä BMP 31 Outokummussa osoittautunut Tampellan yleissyöttäjää Y 52 tyydyttävämmäksi pakko-ohjauksensa ja ankkurointinsa ansiosta. BMP 31:n eduksi on myös luettava sen kaksitoimisuus, jonka ansiosta sitä voidaan käyttää tankosarjan nostoon. BMP 31:tä käytetään Outokummussa yhdessä BBX 72-porakoneen kanssa, jolla yhdistelmällä on päästy 42–47 m:n vuorotehoihin 7/8" jatko-tangoilla porattaessa. Vastaava teho yhdistelmällä T 10 + Y 52 on ollut 35–40 m/vuoro.

Keskiraskaasta ja raskaasta kalustoa käytetään pääasiassa välitasolouhinnassa viuhkaporauskeeseen, jossa niiden hidas siirto ja pystytys eivät ole haitaksi. Avolouhoksella käytettäessä varustetaan porausteline pyörillä, jolloin siirto on nopeampi. Reikien suuntaus ja suunnan säilyttäminen on helpompaa kuin kevyellä kalustolla. Poraustöihin tarvitaan näilläkin kalustoyhdistelmillä yksi mies, onpa Vihannissa yksi mies hoitanut kahtakin porakonetta. Kaluston siirtoon tarvitaan yleensä kaksi miestä.

Keskiraskaassa kalustossa ainoana käytössä olevana porakoneena on T 10 varustettuna hydraulis-pneumaatti-

sellä, ketju- tai ruuvisyöttäjällä. Vuorotehot ovat paremmat kuin yleissyöttäjällä varustettuna, minkä osoittavat Ylöjärven kaivoksella saadut kokemukset: yleissyöttäjällä 37 m/vuoro ( $\varnothing = 35$  mm), hydraulis-pneumaattisella 44 m/vuoro ( $\varnothing = 41$  mm). Kahden porakoneen käyttöä samassa poraustelineessä (pilarisarja) yhden miehen hoitamana kuvaavat Vihannin kaivokselta ilmoitetut maksimivuorotehot 70—80 m ( $\varnothing = 36$  mm).

Raskasta kalustoa edustaa porakone BBC 43 ruuvi- tai ketjussyöttäjällä varustettuna. Suuremasta reikäläpimitästä huolimatta ovat vuorotehot suuremmat kuin kevyellä ja keskiraskaalla kalustolla. Esimerkiksi Ylöjärvellä on päästy 50—52 m:n vuorotehoihin. Vastavasti Ojamossa on saavutettu keskiteho 63 m/vuoro, kun se kevyellä kalustolla on 40—45 m/vuoro.

#### *Tunkeutumismopeudet*

Eri työkohteista saatuja arvoja ei voida suoraan verrata keskenään, sillä porauskalustot ja varsinkin olosuhteet vaihtelevat. Käytävissä olleista kuvaajista on esimerkiksi otettu kuvassa 1. esitetty käyräsarja. Käyrästä voi saada ainoastaan käsityksen siitä, millä nopeudella käyttöolosuhteiden puitteissa poraus voidaan eri kivilajeissa suorittaa. Seuraavassa on esitetty ne tekijät, jotka vaikuttavat tunkeutumismopeuteen.

- kivilaji
- reiän läpimitta
- porakoneen isku- ja kiertoteho
- syöttölaitteen syöttövoima
- ilmanpaine
- tankosarjan pituus ja paino
- liitosholkkien lukumäärä
- reiän suunta
- huuhtelu.

Komitean työn puitteissa ei ole voitu eritellä näiden tekijöiden vaikutusta, eivätkä ne käy selville tehdyistä käyrästäistäkään. Muutamia tietoja näistä käyristä kuitenkin saadaan.

- Outokummussa on kokeiltu rinnan kalustoyhdistelmiä BBX 72 + BMP 31 ja T 10 + Y52  $\times$  450. 12 m:n syvyyteen laskettuna oli edellinen n. 37 % nopeampi.
- Vihannin, Ojamon ja Outokummun kokemusten mukaan kevyellä kalustolla ja 7/8" jatkotangoilla porattaessa ovat tunkeutumismopeuskäyrät alkuosaltaan voimakkaasti laskevia saavuttaen 8—15 m:n paikkeilla kaikille muillekin kalustoille ominaisen käyräkaltevuuden.
- Tytyrin koetulosten mukaan n. 12—15 m:n syvyydessä 1" ja 1 1/4" jatkotankokalustoilla saadut tunkeutumismopeudet ovat yhtä suuret. Pienemmällä syvyyksillä voittaa 1", suuremmilla 1 1/4". Kyseessä on ilmeisesti tapaus, jossa, pehmeästä kivistä johtuen, parantuneen huuhtelun vaikutus on suurempi kuin teräpäpimitan suurenemisesta johtuva poraustyön lisääntyminen. Jos vastaava vertailu tehtäisiin esim. kovassa lehtiitissä, voitaisi 1" kalusto todennäköisesti myös suuremmilla syvyyksillä.

#### *Kustannukset*

Vertaillaessa eri kalustoyhdistelmiä, ovat kustannukset luonnollisesti mielenkiintoisimmat ja tärkeimmät vertailuperusteet.

Kevyttä kalustoyhdistelmää on Outokummussa kokeiltu toisaalta 7/8", toisaalta 1" jatkotankokalustolla

varustettuna, jolloin 7/8" jatko- ja niskatangot ovat olleet vanhaa romuterästä, joihin on tehty Böhler-kierteet. Jatko- ja niskatankokustannuksiksi on siis laskettu kierteytyskustannukset + romuarvo, 1" köysikierrakalusto sensijaan on ollut uutta. Osoittautui, että 1" jatkotankokalusto tuli lähes 60 % kalliimmaksi kuin 7/8", ja tästä vain n. 35 % meni jatko- ja niskatankojen tilille, loput johtuivat teräkustannuksista ja porauspalkoista (pienentynyt tunkeutumismopeus ja raskaamman tankosarjan käsittely). Kokonaiskustannukset 1" kalustolla olivat 382 mk/m, 7/8" kalustolle 242 mk/m. Porakoneena oli T 10 yleissyöttäjällä varustettuna.

Ylöjärvellä sensijaan tultiin päinvastaiseen tulokseen siirryttäessä 7/8" kalustosta 1" kalustoon. Porauskalusto oli keskiraskas (T 10 + TS 84). Kokonaiskustannukset per parametri putosivat n. 16 %:lla eli 44 mk/parametri (269 mk:sta 225 mk:aan). Jatkotankokaluston kustannukset putosivat peräti 40 %:lla vanhoista 7/8" tangoista huolimatta. Edelleen siirryttäessä 1" jatkotankokalustoa käyttäen raskaaseen porauskalustoon (BBC 43 + ketjussyöttäjä) laskivat totaalkustannukset 27 mk:lla metriä kohti. Tämä johtuu pääasiassa poraustehon paranemisesta, mutta myös varaosakulutuksen pieneni. Vahvemman koneesta huolimatta jatkotankokalusto kesti yhtä hyvin kuin T 10:llä porattaessa. Siirtyminen, samaa porauskalustoa käyttäen, edelleen 1 1/4" jatkotankokalustoon, ei nostanut kustannuksia. Voittona saatiin tällöin suurempi reikä.

Yleensä voidaan edellisestä päätellä, että siirtyminen raskaampaan kalustoon pienentää reikämetrikustannuksia, koska kalusto kestää paremmin ne suuret rasitukset, jotka pitkiä reikiä porattaessa siihen kohdistuvat. Voimakkaampi kone puolestaan korvaa suurentuneesta reikäläpimitästä johtuvan lisätyön. Vain Outokummun kokemukset ovat päinvastaiset. Tämän voi katsoa johtuvan osittain kovemmasta ja kuluttavammasta kivilajista, osittain käytetystä syöttölaitteesta, joka edellytti tankosarjan käsinnostoa.

### **III Jatkotankoporaus geologisessa tutkimuksessa.**

Malmiesiintymien detaljitutkimuksissa louhinnan suunnittelua varten käytetään jatkotankoporausta osittain korvaamaan, osittain täydentämään timanttikairausta. Riippuen tutkittavan malmin ominaisuuksista, käytetään erilaisia tutkimusmenetelmiä (soijanäytteet, permeabilitteittimitaus suoraan reiän seinästä). Koska itse tutkimusmenetelmä ei käytännössä aseta alarajaa reikäläpimitälle, pyritään tämä pitämään mahdollisimman pienenä, siten lisäten tunkeutumismopeutta ja samalla bruttototehoa.

Bruttototeholla on merkitystä paitsi suoraan reikämetrihintaan, myös siksi, että tutkimusporaus usein häiritsee muita kaivostöitä. Tutkimusporaukselle luonteenomaisia ovat pitkät reiät ja niistä johtuen huuhteluvaikeudet. Yli 60 m:n reiätkään eivät ole harvinaisia vaikkakin reikäpituus luonnollisesti pyritään pitämään mahdollisimman pienenä.

Tutkimusporaus, useimmiten soijanäyttein, suoritetaan monessakin kaivoksessa, mutta tavallisesti niitä ei tilastoida erikseen, vaan liitetään ne louhintaporauksen tilastoihin. Vain Otanmäen kaivokselta on saatavissa tietoja puhtaasta tutkimusporauksesta. Tästä johtuen seuraava esitys perustuu kokonaan Otanmäessä kerättyihin kokemuksiin.

Taulukko 2  
TUTKIMUSPORAUKSISSA KÄYTETYT KALUSTOYHDISTELMÄT

Otanmäki:	T 10 B	BBC 43 RBL	DQD	DH 99
Porakone	T 10 B	BBC 43 RBL	DQD	DH 99
Syöttölaite	P 64 × 1250	BMM 12	WD	SFH 99
Teline	—	pukkivaunu	pilarivaunu	pukkivaunu
Jatkotankokalusto	7/8"	1"	1"	1"
Tankopituus (MM)	1600	1800	1800	1800
Teräläpimitta (mm)	34	38—41 <sup>1)</sup>	38—41 <sup>1)</sup>	43—45 <sup>1)</sup>
Reikiä suunta	± 50°	± 60°	± 100°	± 60°
Reikäpituus, K-arvo/max. (m)	18/30	38/60	38/60	35/60
Miehistön tarve (kpl)	1	1	1	1
Yksikön <sup>2)</sup> paino muutossa (kg)	n. 350	n. 800	n. 800	n. 800

<sup>1)</sup> 1 tankosarjan yhteydessä käytetään nykyisin vain 38 mm:n teriä.

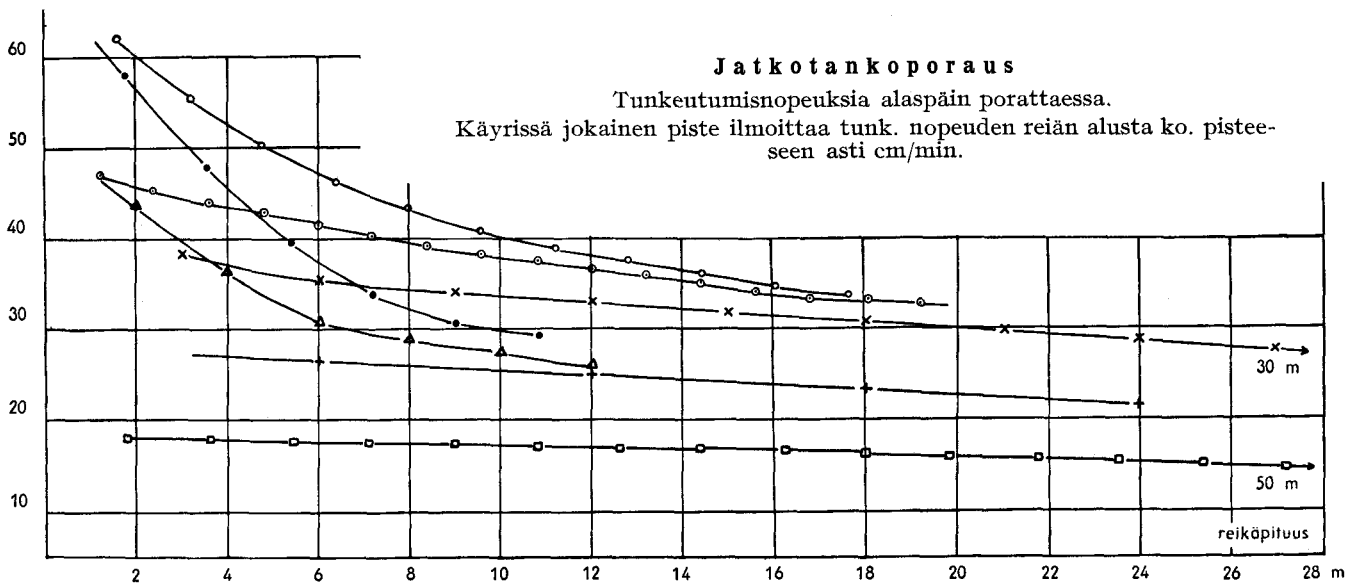
<sup>2)</sup> käsittää porakoneen, syöttölaitteen, poravaunun, jatkotangot, letkut, työkalut ym.

Kalustoyhdistelmät ja niiden vertailu

Käytössä olevat kalustoyhdistelmät (taulukko 2) voidaan tässä tapauksessa jakaa kahteen ryhmään: kevyet ja raskaat. Kevyttä kalustoyhdistelmää edustaa polvisyöttöinen T 10-porakone ja 7/8" jatkotankokalusto. Kaluston siirtoa varten on kevyt lavavaunu, joka porauksen ajaksi voidaan nostaa radan sivuun. Raskaaseen kalustoyhdistelmään kuuluu, kuten louhintaporaauksessakin, ketju- tai ruuvisyöttöinen raskas porakone, mutta tässä tapauksessa vain 1" jatkotankokalusto. Syöttölaitteet on kiinnitetty kiskoilla liikuteltaviin poravaunuihin. Porakoneita on kolme: Atlas Copcon, Climaxin ja Gardner-  
Denverin.

Käyttönäkökohdat

Kevyt kalusto on ainoa mahdollinen vaikeapääsyisissä paikoissa, esim. louhoksissa. Samoin se on edullinen siellä, missä muutakin kaivostoimintaa on samanaikaisesti käynnissä, koska kone nopeasti voidaan siirtää hetkeksi paikaltaan ja keskeytyksen jälkeen jatkaa porausta. Rajoituksena sillä on suhteellisen lyhyet reiät, käytännöllisen rajan ollessa alle 30 m. Näin lyhyitä reikiä esiintyy kuitenkin usein, joten em. rajoituksesta ei ole ratkaisevaa haittaa. Sensijaan varjopuolena voidaan pitää sitä, että kalustolla ei voi porata kovinkaan pitkiä jyrkkiä reikiä, sillä tankosarjan käsittely tuottaa vaikeuksia.



	Vihanti	Outokumpu	Pirttikoski	Tytyri	Ojamo	Otanmäki	Pirttikoski
Tunk. nop.käyrä	— ● — ● —	— △ — △ —	— × — × —	— ⊙ — ⊙ —	— ○ — ○ —	— □ — □ —	— + — + —
Jatkot. pit.	1800	2000	3000	1200	1200	1800	6000
Tanko Ø	7/8"	7/8"	7/8"	1 1/4"	7/8"	1"	2"
Kierteet	Böhler	Böhler	köysik.	köysik. 1 1/4"	Böhler	köysik. 1"	köysik.
Terä Ø mm	36 (meiss.)	38	42 (meiss.)	48 (4-terä)	34—36	41 (4-terä)	89
Reiän suunta	86° alas	90° alas	90° alas	32—86° alas	47—50° alas	alas	90° alas
Kivilaji	malmi	malmi	graniitti	kalkkikivi	kalkkikivi	malmi	graniitti
Huuhtelu	vesi (6—9 aty)	vesi	vesi (6 aty)	ilma	vesi	vesi (16 aty)	vesi (6 aty)
Porakone	T 10 CW	T 10 CW	T 10 CW	BBC—43 RBL	T 10 B	BBC-43	TM-500
Syöttölaite	Joy-ketjus	Y 52 × 450	TS 84 × 5000	BMM 12 K 151 ketjus	Y 52 × 450	BMM 12 K 151	TWM-2 A
Lepopaine	8	7.5	6.5	6.7	6.3	7	6.5
Työpaine	6.8—7.3	6.5—7		5.5	5.8		
Reikiä, kpl	3		7	3	3		

Kuva 1.

Kalustoyhdistelmällä on saatu keskimääräiseksi brutto-tehoksi n. 20—21 m/vuoro.

Edellistä pitempiä reikiä porattaessa käytetään raskaita kalustoyhdistelmiä, joiden maksimisuorituskyky on yli 60 m. Kalustojen siirto- ja pystytysajat muodostavat n. 20—25 % totaaliajasta, joten niitä ei kannata käyttää lyhyiden reikien poraamiseen. Lisäksi rajoittuu niiden käyttö kiskotetulle alueelle. Käyttöominaisuuksiltaan ovat kaikki kolme kalustoyhdistelmää samaa luokkaa, vuorotehojen vaihdellessa olosuhteista riippuen välillä 19—28 m.

#### *Tunkeutumisenopeudet*

Kevyistä kalustoista on T 10:n ohella porattu kokeilumielessä myös BBX 72:lla, tosin vain yksi reikä. Vaikkakin on otettava huomioon, että mainittu koereikä on porattu erinomaisissa olosuhteissa, näyttää siltä, että BBX 72:lla on mahdollista päästä ainakin yhtä hyvin tunkeutumisenopeuksiin kuin T 10:llä. Raskaat kalustoyhdistelmät ovat tunkeutumisenopeuksiltaan likimain samanarvoisia keskenään. Tunkeutumisenopeuksia on tarkemmin käsitelty loughintaporausten yhteydessä.

#### *Kustannukset*

Vertailuja voidaan tehdä vain raskaan ja kevyen kaluston välillä. Kevyt kalustoyhdistelmä käyttää vanhoja 7/8" tankoja, mutta siitä huolimatta ovat jatkotankokaluston kustannukset sillä porametriä kohti lasketuina n. 2-,—3-kertaiset 1" kalustoon verrattuna. Tämä johtuu suureksi osaksi 7/8" liitosholkkien huonosta kestävydestä. Porakoneista T 10 B on selviytynyt ihmeellisen pienin varaosakustannuksin (11:—/m). Kevyt ja raskas kalustoyhdistelmä on totaalikustannuksiltaan loppujen lopuksi samaa luokkaa, eli n. 370—380 mk/m. Kevyen kalustoyhdistelmän suuria jatkotankokustannuksia kompensoivat nimittäin pienet siirto- ja pystytyskustannukset.

### **IV. Porakoneet ja syöttölaitteet jatkotankoporauksessa.**

#### *Porakoneet*

Kevyistä porakoneista osoittautui BBX 72 sekä Outokummussa että Otanmäessä T 10:tä tehokkaammaksi. Outokummussa todettiin eron tunkeutumisenopeudessa olevan lähes 40 % 12 m:n syvyyteen laskettuna. BBX 72:n paineilman kulutus on myös vastaavasti korkeampi, sekä paino suurempi. Valitettavasti ei vielä ole saatavissa vertailua varaosakulutukseen nähden.

Raskaat porakoneet ovat ilmakulutukseltaan keskenään samaa luokkaa, samoin myös teholtaan. BBC 43 on näistä kevyin, eroa on peräti 22 kg sen ja raskaimman porakoneen Climax DQD:n välillä. Otanmäessä on todettu BBC 43:n ja DQD:n suurimmaksi varjopuoleksi taaksepäin kiertomahdollisuuden puuttuminen. DH 99-koneessa tämä on. Viimemainitussa vesipilli on liian pieni.

#### *Syöttölaitteet*

Kevyille porakoneille soveltuvat hyvin normaalit pneumaattiset syöttölaitteet, polvi- ja yleissyöttäjä. Syöttövoimaltaan samaa luokkaa on Atlas Copcon pengersyöttäjä, joka on kuitenkin erikoissyöttäjä jatkotankoporausta varten. Tampellan hydraulispneumaattinen syöttäjä on jo vähän vahvempi. Se on tarkoitettu käytettä-

väksi poraustelineen kanssa. Raskaita porakoneita käytettäessä on siirryttävä pakkosyöttöisiin laitteisiin, ketju- tai ruuvisyöttäjiin. Näistä ruuvisyöttäjä antaa tasaisemman syötön, pitäen porakruunun paremmin kiinni kaliossa ja liitokset tiiviimpinä. Tällä on merkitystä sekä kaluston kestävyYTEEN että poraustehoon. Ketju on myös käytössä osoittautunut aremmaksi kuin ruuvi. Numerollista vertailua ei kuitenkaan ole saatavissa.

#### *Telineet*

Syöttölaitteiden kiinnitykseen käytetään pilarisarjoja tai erilaisia poraustelineitä. Poraustelineet tehdään yleensä omalla kaivoksella omien vaatimusten mukaisiksi. Poraustelineiden kiinnityksestä ja suuntauslaitteista on esitetty enemmän poraustekniikan yhteydessä.

### **V Jatkotankokalustot.**

#### *Terät*

Meikäläisissä kaivoksissa on käytössä vain meisseli- ja ristipääteriä. X-teriä on käytetty vain Pirttikoskella. Ne ovat hankalia teroittaa ja sitäpaitsi niiden optimikäyttöalue on vasta 3":sta ylöspäin (ne tekevät pyöreämman reiän kuin ristipäät). Viimemainitut tekevät reiän seinämän rihlaiseksi. Valinta ristipää- ja meisseliterän välillä riippuu ennenkaikkea kivistä. Yleisesti voidaan sanoa, että pehmeissä ja rikkinäisissä kivissä ristipää on parempi, kovassa ja ehjässä meisseliterä. Voimakkaasti läpimittaa kuluttavissa kivilajissa on ristipäällä etuna suurempi kulutuspinna. Otanmäessä on lisäksi todettu porakoneen vaikuttavan asiaan. On nimittäin huomattu, että BBC 43 + ristipääteri antaa huomattavasti paremman tunkeutumisenopeuden kuin sama kone + meisseliterä. Muilla koneilla tällaista eroa ei ole havaittavissa.

Terien kestävyYdet vaihtelevat hyvin laajoissa rajoissa erilaisista olosuhteista johtuen. Monet käytettävissä olleista kestävyys- ja kustannusarvioista perustuvat suppeahkoihin tilastoihin, joten vertailua eri teräkokojen ja -laatuJen välillä ei ole syytä tehdä.

#### *Jatkotangot*

Kuten jo aikaisemmin on mainittu, perustuu 7/8" jatkotankojen käyttö vanhan romuteräksen olemassa-oloon, jolloin jatkotankoja saadaan kierteityksen hinnalla. Sarjojen suuruudesta ja laskuperusteista riippuen vaihtelevat tankojen kierteityskustannukset Böhlerkiertein 38—150 mk/kierte.

7/8" jatkotankojen, erikoisesti kierreosan, kestävyys on kuitenkin huono ja, kuten jo on todettu, jatkotankokustannukset yleensä muodostuvat suuremmiksi kuin paksummille jatkotangoille. Koska kierreosa 7/8" jatkotangoissa on heikoin kohta, on Förbyn kaivoksella otettu käyttöön ns. 1" kevyt kalusto, siis 7/8" tangot 1" kiertein. Kierteityskustannukset ovat olleet n. 500 mk/kpl. Käytökokemukset ovat rohkaisevia, vaikkakin käyttötilasto on vielä suppea. Valmistajat suorittelevat pienimpänä tankodimensiona 1":a, raskaille koneille mieluummin 1 1/4" tai suurempaa.

#### *Niskatangot*

Niskapituudet vaihtelevat käyttöolosuhteiden mukaan. Lyhyestä syöttöpituudesta ja ahtaista tiloista johtuen käytetään joskus niskatankosarjaa. Sikäli ovat lyhyet niskat edullisia, että tällöin liitos jää tangon jatkamista varten valmiiksi näkyviin tarvitsematta nostaa tankosarjaa. Vähennysmuhvin välttämiseksi pyritään niska-

tangoissa käyttämään samaa kierrettä kuin jatkotangoissa. Huuhtelureikä on järjestetty joko porakoneen vesipillin läpi tapahtuvaa tai erillistä huuhtelusysteemiä varten.

#### *Liitosholkit ja kierteet*

Outokummussa on kokeiltu eri teräslaatuja ja lämpökäsittelyjä paremman kestävyuden saamiseksi 7/8" Böhler-holkkeihin. Holkin pintakovuuden kasvaessa parani kestävyys, josta johtuen nykyisin kaikki holkit tilataan karkaistuna.

7/8" tangoissa käytetään vain Böhler-kierrettä, koska esim. vastaavan köysikierteen kestävyys on vieläkin heikompi. Böhler-kierreliitos on lisäksi tiiviimpi kuin köysikierteenliitos. Sen varjopuolena on huono iskunvälityskyky, koska isku siirtyy tangosta toiseen kierteen välityksellä tankojen päiden ollessa erillään toisistaan.

1" tangoissa Böhler-kierrettä ei käytetä, sillä kierrepinnan suurenemisesta johtuen tarttuvat liitokset niin lujasti kiinni, että aukaiseminen tuottaa suuria vaikeuksia.

Köysikierteenliitoksessa tankojen päät ovat vastakkain, joten isku siirtyy suoraan tangosta toiseen ja näin ollen välityskyvyn pitäisi olla hyvän. Välityskyvyn selville saamiseksi pyysi komitea erästä valmistajaa suorittamaan kokeilua, mutta tämä katsoi ko. kokeilun liian hankalaksi. Koska siihen olisi joka tapauksessa tarvittu erikoiskalusto, ei komiteakaan halunnut tässä vaiheessa esittää sitä minkään kaivoksenkaan suoritettavaksi.

Gardner-Denwer-liitoksessa siirtyy myös isku suoraan tangosta toiseen. Liitos on tiivis muistuttaen Böhler-liitosta. Ilmeisesti kierteen tiukkuudesta johtuen liitosholkit eivät kuitenkaan ole kestäneet erikoisen hyvin.

Otanmäessä on aloitettu kokeilu edellämäntä poikkeavalla liitostyyppillä. Asiasta lähemmin huuhtelukysymyksen yhteydessä.

## VI Jatkotankoporausten tekniikkaa.

### *Reikien suuntaaminen ja suunnan säilyttäminen*

Sekä louhinta- että tutkimusporauksessa on tarkka reikien suuntaaminen tarpeen. Eri syöttölaitteiden ja telineiden paremmuutta reiän suuntaamisessa ei tässä yhteydessä kannata pohtia. Yleisenä toteamuksena on, että käsin on huomattavan vaikeata aloittaa reikä oikein. Annetun porauskaavion tai muun ohjeen mukainen aloitus on yleensä helpompi jos käytettävissä on teline, joka voidaan sitoa haluttuun suuntaan.

On osoittautunut, että reikää aloitettaessa helposti syntyy kampeamista. Tämän vuoksi on kone uudelleen suunnattava reiän mukaiseksi, jollainen tarkistus on suoritettava useamminkin porauksen aikana, muutoin kalusto rasittuu ja porausteho laskee.

Kun Ylöjärven kaivoksella nousunajossa käytetään pitkäreikäavausta, aloitetaan reikä kalliota vasten valedulta betonilaatalta. Betoni on koetettu saada mahdollisimman samankaltaiseksi kuin kalliokin. Tällöin on mahdollisuus eliminoida vinoista aloituspinnoista johtuvat suuntausvirheet. Reiän taipumisen estämiseksi on myös kokeiltu ohjausputkea jatkotangon ympärillä. Putki on varustettu ruuveilla kiinnitetyillä teräsluiskoilla, jotka muodostavat kulutuspinnan. Ohjausputki seuraa välittömästi terää ja huonontaa jonkun verran tunkeutuvaisuutta.

Ylöjärvellä kartoitettiin porareikien sijainti sekä ylä- että alapäästä. Tämän lisäksi mitattiin jokaisen reiän

kaltevuus Suomen Malmi Oy:n konstruoimalla kaltevuusmittarilla 10 m:n syvyyseroin. Tällä mittarilla pystyttiin melko tarkasti määrittämään reikien kaltevuuspoikkeamat lähtökaltevuudesta, mutta ei sivusuuntaista poikkeamaa. Reikien syvyys oli 30.5 m ja kaltevuus 79° alas. Suunta-poikkeama oli täysin mielivaltainen sekä sivulle että pystytasossa. Pystytasossa oli loiveneminen yhtä yleistä kuin jyrkkeneminenkin. Kuitenkin suurin poikkeama oli sellainen, että reikä löytyi lähes 3 m:n päässä arvioidusta kohdasta. Yleensä hajonta oli alle 1 m.

Otanmäen kaivoksella on todettu, että tutkimusmielissä poratut jatkotankoreiät löytyvät noin 3—4 m:n säteellä teoreettisesta paikasta reikäpituuden ollessa keskimäärin 40 m. Ei ole tutkittu, mikä olisi tavallisin poikkeamasuunta. Muiden kaivoksien kokemusten mukaan on maksimipoikkeama noin 1 m kymmentä parametria kohden.

Selvittämättä on, missä määrin eri kalustot vaikuttavat reiän suunnan muutoksiin. Näyttää kuitenkin selvältä, että iso terä yhdistettynä pieniläpimittaiseen jatkotankokalustoon aiheuttaa suurimmat poikkeamat.

On osoittautunut, että koko reiän onnistumiseen ja suunnan säilyttämiseen suuressa määrin vaikuttavat reiän aloitus ja parin ensimmäisen tangon ajo.

Ruotsalaisesta tutkimuksesta »Borrhåls-avvikelser» (kirj. luettelo: 4) selviää, että aloitusvirhe vain pieneltä osalta johtuu väärästä suuntauksesta. Virheeseen vaikuttavat tekijät ovat lähinnä poraustelineen asennus, syöttöpaine sekä tankosarjan jäykkyys, joten on ryhdyttävä toimenpiteisiin, jotka vähentävät näitä virhelähteitä, sillä alussa syntyvä poikkeama on vähintään yhtä suuri kuin kallion sisällä tapahtuvat suunnanmuutokset. Tutkimuksesta käy vielä selville ohjausputkien käytön tärkeä merkitys suorien reikien teossa. 1 1/4" tankosarjaa käytettäessä on keskimääräinen poikkeama 20 m reiällä 1/5 siitä mitä se olisi ilman ohjausta.

### *Koneiden siirto ja pystytys*

Koneiden siirtojen määrä on riippuvainen porauksen tarkoituksesta sekä louhintamenetelmästä. Pengerlouhintaa käytettäessä on siirto suoritettava aina jokaisen reiän porauksen jälkeen, minkä vuoksi syöttölaitteet ovat kevytrakenteisia ja yhden miehen nopeasti siirrettävissä.

Viuhkaporauksessa on yleensä mahdollista porata samasta paikasta niin suuri reikämäärä, että koneen siirto tulee kysymykseen vain noin kerran viikossa. Raskaammasta kalustosta johtuen tarvitaan siirrossa yleensä kaksi miestä. Jos käytetään paineilmapilareita tai kevytrakenteisia pukkeja poraustelineinä, voi porauskaluston siirron välitasoperässä suorittaa yksikin mies. Paineilmapilareiden välinen puomi voidaan tehdä niin pitkäksi, että samasta asennosta voidaan porata kaksi viuhkaa. Tällöin pitää välipuomi olla tukeva, sillä muutoin esiintyy haitallista värinää, joka heikentää poraustehoa. Porausputki kiinnitetään kallioon yleensä rintillä, minkä lisäksi joudutaan usein poraamaan toinen lyhyt apureikä, johon pannaan esim. katkennut poranpätkä estämään pukin kiertymistä.

Käytettäessä jatkotankoporausta tutkimustarkoitukseen, ovat muutot usein pitkiä ja aikaavieviä. Otanmäessä on siirtojen nopeuttamiseksi koneet asennettu joko laivettivaunuille tai irroitettavien pyörien päälle, joten ne ovat verraten helposti yhden miehen siirrettävissä. Isojen koneiden telineet on rakennettu siten, että kaikki porauksessa tarvittava kalusto (letkut, työkalut, jatko-

tangot jne) seuraavat konetta kuormattuna samaan vaunuun. Koneen pystyttämisen porausasentoon on nopeaa ja yksinkertaista. Syöttölaitteen puomi kääntään haluttuun asentoon ja kiinnitetään paikoilleen, vaunu lukitaan kiskoihin ja poraus voidaan aloittaa. Climax-koneen alta otetaan pyörät pois porauksen ajaksi. Pneumaattisten pilareiden avulla voidaan syöttölaitteen puomi nostaa haluttuun korkeuteen, minkä jälkeen samat pilarit painavat kattoa vasten lukiten telineen paikoilleen.

Kiinnitystavat eivät ole täysin tyydyttäviä, sillä uusi rata perien päissä antaa periksi. Pneumaattiset pilarit taas joustavat, jos katto on korkealla.

#### *Tankojen jatkaminen ja terien vaihto*

Kun tankopituus on porattu, irroittaa poraaja niskan tangosta ja kiertää uuden tangon paikoilleen, johon hän kiinnittää niskan uudelleen. Niskapituus on riippuvainen syöttölaitteesta, esim. Outokumpu Oy:n Ylöjärven kaivoksella köysikierrekaluston yhteydessä käytetään 300 mm:n niskakappaletta, jonka etuna on se, että liitoskohta jää esille, joten tankoja ei tarvitse nostaa niitä jatktaessa. Tankojen saaminen reikään ja siitä pois esim. teränvaihdon ajaksi saattaa olla hankalaa, jos syöttölaite on senlaatuinen, ettei sitä voi siirtää sivuun. Tankojen jatkamisen ja noston nopeudella on suuri merkitys kokonaistyösuoritukseen nähden sellaisissa paikoissa, joissa terien teroitusväli on lyhyt.

Yleensä tankosarjan käsittelyyn käytetään normaalia pora-avaimia sekä joillakin Outokummun kaivoksilla lisäksi ns. yhdenkäden rigid-avaimia.

Jos reikäpituus on niin suuri, että käsinnosto ei ole mahdollista, voidaan käyttää erilaisia poratankojen ulosvetäjiä. Ylöjärven kaivoksella Atlas BBC 43 RBL-koneen yhteydessä kokeillaan erästä tällaista laitetta. Sen muodostaa pyöröraudasta valmistettu koukku, joka pannaan koneen taakse kiinni. Koukun toisessa päässä on sara-noitu hahlo, johon poratanko pannaan. Hahlo tarttuu nostettaessa poratankoon.

Lohjan Kalkki Oy:n Tytyrin kaivos käyttää tankojen nostossa koneen »hartioille» ripustettua vaijerilenkkiä, johon on kiinnitetty toisesta päästään vapaasti pyörivä liitosholkki. Holkin kiinnitys nostettavan tankosarjan päähän käy nopeasti käsin kiertäen; nopeammin kuin Leyner-niskan kiinniajo. Viimeksimainitun suhteen on myös olemassa irtiluiskahtamisvaara, jolloin tangot putoavat reikään. Jos kuitenkin tankopaino alkaa lähennellä 250 kg ja reikä on loiva, muodostavat muhvit porareian pohjaan kerrostunutta poraliejua vasten niin suuren vastuksen, että nosto on suoritettava Leyner-niskaa käyttäen, jolloin koneella voidaan pyörittää nostettavia poria vastuksen pienentämiseksi.

Liitokset aukeavat yleensä helpommin koneen puolelta, varsinkin, jos konetta käytetään hetkinen vähäisellä syöttöpaineella. Tämän vuoksi on edullista käyttää niskaa, jossa on samat kierteet kuin tankosarjassa, jolloin vältytään vähennysmuhvien siirroilta.

Jyrkissä rei'issä esiintyy vaikeuksia saada tankosarja pysymään paikoillaan sitä jatkettaessa tai purettaessa. Tangot karkaavat joko reikään tai poraajan päälle. Syöttölaitteiden puomien päihin on Otanmäellä sijoitettu tankopitimet, mutta ne eivät ole toimineet missään mallissa tyydyttävästi. Pidikkeen tulisi olla niin tehokas, että se estää tangon sekä karkaamasta että pyörimästä liitosta avattaessa.

Yleensä tankosarjan käsittelyä jouduttaa huomattavasti

koneen reversiibeli kiertomahdollisuus. Liitokset avautuvat yleensä helpommin, jos ne on rasvattu.

Jotta kaikki tangot joutuisivat tasaisesti rasitukselle alttiiksi, ovat Lohjan Kalkki ja muutamat Outokummun kaivokset ottaneet käyttöön erityisen tankotelineen, johon tangot asetetaan määrättyyn järjestykseen siten, että edellisessä reiässä ensimmäisenä ollut tanko tulee seuraavassa reiässä viimeiseksi.

#### *Tankojen pyydystäminen*

Tavallisimmin katkeavat tangot jonkin matkaa terän jälkeen. Jos poraaja heti huomaa vahingon, tulee kalusto yleensä helposti vetämällä pois reiästä. Liitosholkin halkeaminen aiheuttaa usein koko kaluston menetyksen. Kiinniajot porausliejuun tai lustaan teettävät paljon ylimääräistä työtä, sillä silloin on usein tankosarja liitosliitokselta avattava oikeakätisillä kalastustangoilla. Valtaosa terämenetyksistä johtuu kiinniajosta. Jos tankosarjaa koetetaan irroittaa avaimella vääntämällä, on suositeltavaa käyttää ns. »räikkäavainta», sillä tavallisella jäykällä avaimella tiukalle kierretty tankosarja on aiheuttanut tapaturmia avaimen iskiessä sen käyttäjää tai apumiestä.

Yleisimmät pyydysvälineet ovat kartio- tai tappi-poranpyydyskset, riippuen siitä, onko tankosarja katkenut mahdollisesti liitosholkin kohdalta tai keskelta tankoa. Halvin lienee käytetyistä 7/8" poratangoista valmistettu pyydyskalusto, joka on varustettu oikeakätisillä Böhler-kierteillä. Jos tavallista jatkotankokalustoa käytetään pyydyskalustona, soveltuu se vain irrallaan olevien osien nostoon.

#### *Poraliejun poishuuhdeltu*

Koska normaalissa louhintaporauksessa reikien pituus harvoin ylittää 20 m, ei yleensä ole havaittu merkittäviä poraliejun huuhteluvaiveuksia. On kuitenkin osoittautunut, että pitkissä rei'issä ei aina pystytä käyttämään koneiden ja syöttölaitteiden täyttä tehoa. Varsinkin jos kiven porattavuus on hyvä, syntyy helposti tilanne, jolloin poraliejua syntyy enemmän kuin huuhtelu pystyy kuljettamaan.

*Vesihuuhtelu:* Komitean mielenkiinto on lähinnä kohdistunut vesihuuhteluun, koska se on pääasiallisesti kaivoksissa käytössä ja koska sen aiheuttamat ongelmat näyttävät vaikeimmin ratkaistavilta.

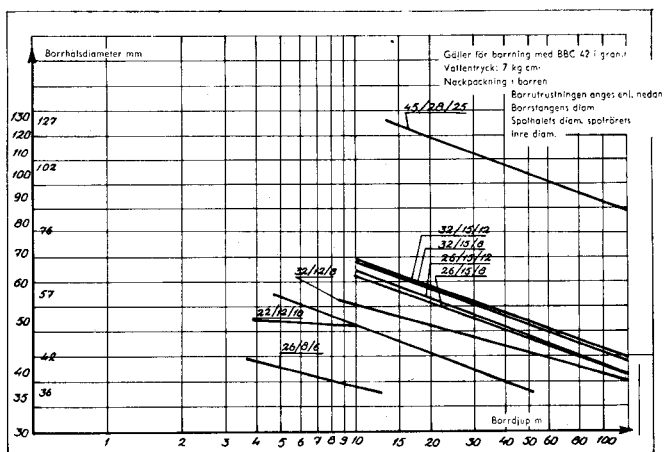
#### *Huuhteluun vaikuttavat tekijät:*

1. poishuuhdeltavan liejun määrä aikayksikköä kohti;
2. huuhteluveden määrä aikayksikköä kohti;
3. huuhteluveden nopeus tankosarjan ulkopuolella;
4. reiän pituus;
5. liitosten lukumäärä.

#### *Ilmahuuhtelu*

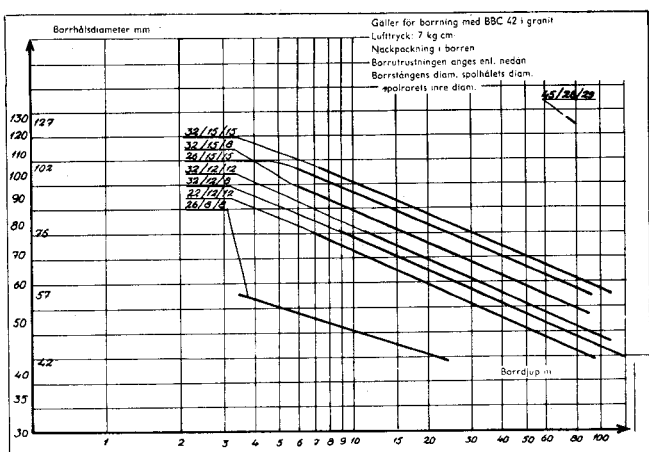
Vesihuuhteluun vaikuttavat tekijät ovat myöskin määrävinä kun tarkastellaan ilmahuuhtelua. Normaalikalusto, jossa on sangen ahtaat huuhtelureiät, toimii kuitenkin yleensä tehokkaammin ilmahuuhtelulla. Tämä käy selville myös kuvista 2 ja 3, joissa on teoreettisesti laskettu eri reikäläpimittoja vastaavat maksimireikäsyvytydet toisaalta vesi-, toisaalta ilmahuuhtelulle. Voidaan esim. verrata 1 1/4" tankosarjaa, jossa huuhtelureiän läpimitta on 12 mm ja terän läpimitta 50 mm. Vesihuuhtelulla on maksimisyvyys n. 16 m, kun se ilmahuuhtelulla on n. 60 m. Laskettuja maksimipituuksia on pi-





T. G. M. 7. 3. 55	Max. borr djup för renspolning, vattenspolning	Ty-67 Kurvblad 15
----------------------	---	----------------------

Kuva 2.



T. G. M. 7. 3. 55	Max. borr djup för renspolning, luftspolning	Ty-67 Kurvblad 16
----------------------	---	----------------------

Kuva 3.

dettävä suhteellisia arvoina, koska ne ainakaan vesi-huuhtelun osalta eivät ole yhtäpitäviä käytännön kokemusten kanssa. Esim. 1" kalustolla, jossa on 8 mm:n huuhtelureikä ja 42 mm:n terä, on vesihuuhtelua käyttäen porattu (BBC 43) yli 60 m:n reikiä. Käyrästön mukaan max. syvyys on 3.5 m.

Kalliassa esiintyvä kosteus on haitallinen ilmahuuhtelulle, koska porajauhe muodostaa vaikeasti huuhdeltavan taikinan. Tästä syystä on usein pakko siirtyä vesihuuhteluun.

*Huuhtelun tehostumisen vaikutus tuloksiin:*

1. Porausvarmuus paranee. Kiinniajon vaara pienenee, kun lieju ei pääse kasautumaan reiän pohjalle. Tästä johtuen tapahtuu sekä aika- että materiaalisäästöä.
2. Porausteho kasvaa. Tunkeutumisenopeus suurenee määrättyyn rajaan asti, jolloin poralieju poistuu riittävän nopeasti. Paitsi porausvarmuuden paraneemisesta aiheutuva ajansäästö, lisää tehoa myös poraajan työpanoksen suurentuminen työn sujussa häiriöttä.

3. Kone- ja varaosakulutukset pienenevät. Teroitusväli kasvaa, kun terää ei käytetä jo irroitettujen porajauheen lisähienonnuksen. Lisäksi jää kalusto harvemmin reikään.
4. Reikien optimi- ja maksimipituudet kasvavat.

*Mahdollisuudet huuhtelun parantamiseksi*

1. Tärkein parannus on liitosten tiivistäminen. Otanmäessä suoritettu koe 50 m:n pituisella köysikierrakalustolla osoitti, että koneen läpi menevän vesimäärän ollessa yli 50 l/min., oli terän läpi tuleva 2-3 l/min. Loput vuoti liitoksista. Muiden kalustojen suhteen ei ole havaittu samassa määrin hukka- vuotoa. Komitean käydessä Ruotsissa keskustellessa mm. liitoskysymyksistä, esitettiin liitosten tiivistämiseksi Bodåsin kaivoksella käytössä olevaa tiivistysvoidetta. Kokoomus on seuraava:

- 15 p-% grafiittia, hyvin hienoksi jauhettuna
- 5 » Cu-pulveria » » »
- 5 » Pb-pulveria » » »
- 75 » tavallista koneöljyä.

Kyseistä seosta ei ole saatu ainakaan Otanmäessä kestävästi.

2. Tankosarjan huuhtelureikää suurettamalla saadaan tietysti ratkaiseva parannus, edellyttäen, että kohta 1) on tyydyttävästi hoidettu. Ilmahuuhtelun yhteydessä mainittu esimerkki vesihuuhtelusta päätyi asianomaisella kalustolla 16 m:n maksimipituuteen. Suurentamalla huuhtelureikä 12 mm:stä 15 mm:iin, saadaan kuvaajan mukaan maksimipituudeksi 42 m. Venäjällä on tehty kokeilu (kirj.luettelo: 9), jossa on vertailtu jatkotankoina teräspuutetta 31x8 mm ja normaalia pyöreätä poratankoa 32 mm. Kalustossa on käytetty kartioliitosta. Seuraavat tulokset saavutettiin: tankojen elinikä kasvoi 1.5-kertaiseksi, tunkeutumisenopeus parani 7 %, tankosarjan paino väheni n. 20 %:lla ja porausteho nousi. Otanmäessä tutkitaan parhaillaan vastaavanlaista parannusta, jossa on siirrytty muhviitoksesta liitostapaan, joka muistuttaa timanttikairausputkissa käytettyä. Tällöin voidaan esim. 36 mm:n teräläpimitalla käyttää tankosarjassa yli 15 mm:n huuhtelureikää. Tankoläpimita on 32 mm. Pyrkimyksenä on paitsi huuhteluveden määrän suurentaminen, myös virtausnopeuden lisääminen tankosarjan ulkopuolella. Kokeilut ovat kesken, mutta ovat antaneet myönteisiä tuloksia.
3. Pienennetään tankosarjan ulkopuolista vesitilaa. Näin saadaan veden virtausnopeus ja samalla sen nostoteho suurenemaan vesimäärää lisäämättä. Riippuen porattavan kiven teräläpimittaa kuluttavista ominaisuuksista on mahdollista enemmän tai vähemmän pienentää terän alkuläpimittaa. Otanmäessä, jossa läpimitan kulminen on merkityksellinen, on menty siihen, että teräläpimitan ja liitosholkien läpimitan välillä on eroa vain 3 mm ja huomattu poraustehon parantuneen. Missä määrin tämä johtuu pienentyneestä poraustyöstä ja missä määrin tehostuneesta huuhtelusta, ei voida sanoa. Huuhtelun parantumisen osoittaa kuitenkin se, että kiinniajot ovat huomattavasti vähentyneet.
4. Koska vettä yleensä on putkistossa riittävästi, voidaan huuhtelua parantaa vesipainetta lisäämällä. Pitkillä tankosarjoilla yläraja saavutetaan kuitenkin hyvin nopeasti.

5. Suurenetaan porakoneen vesipilliä. Vesipillin osuus painehäviöistä on kuitenkin verraten pieni tankosarjaan verrattuna.
6. Siirrytään yhdistettyyn vesi-ilma-huuhteluun. Otanmäessä tehty koe osoittaa tunkeutumisenopeuden parantuneen n. 10—12 cm/min:illa.

#### VII Kirjallisuusuusluettelo

1. Långhål vid bergsbrytning JKA, vol. 138, 1954.
2. Gångförbindningar för skarvborrning. Tekn. Tidskrift, 24/1959.
3. Långhålsborrning i Malmberget. Tekn. Tidskrift, april 1954.
4. Borrhålsavvikelser: Uppmätning, provborrning, styranordningar Atlas Copco: Tutkimuspöytäkirja. Tutkimusvaltuuskunnan hallussa.
5. Långhålsborrad stigtort i Timmergruvan. Atlas Copco: Tutkimuspöytäkirja. Tutkimusvaltuuskunnan hallussa.
6. Nya metoder sänker kostnaderna för undersökningsborrning vid Otanmäki med 60 %. Tryckluft Nr 2, 1958.
7. Provtagningsborrning med långa borrhål. Tekn. Tidskrift 1953, s. 237.
8. Percussion Drill Is Designed For Deep Hole Drilling. Eng. & Min. Journal, July, 1953.
9. Bohrer aus dickwandigen Rohren. Bergbau-Wiss. 5, 1958.
10. Blasthole Drilling At Inco Mines. Can. Min. & Met. Bull., Oct. 1953.
11. Das Schwingungsverhalten vom Bohrstangen beim schlagenden Bohren. Erzmetall, März, 1953.
12. Die mechanische Beanspruchung von Bohrstangen

- beim schlagenden Gesteinsbohren. Glüchauf, Dez. 1953.
13. Jämförande prov mellan Sandvikens och Hellefors 1 1/4" skarvborr (Statens Vattenfallsverk, 24. 11. 1959; Bert Edvingar och Thure Mellin).
14. Basic Studies of Percussion Drilling. Mining Engineering, January 1959 ss. 68—75.
15. Some Further Factors Attending Percussive Drilling Performance and their Influence on the Size Distribution of the Cuttings. Trans Instn. Min. & Met. 68 (1958/59): 2 s. 37—51. Disk 4 s. 151—158. s. 279—281. 9 s. 457—459 (I: Bull. Instn. Min. & Met. 1958 Sept. 1959, Jan., Mars, Juni)
16. Tutkimus pitkäreikäporauksesta Lohjan Kalkkitehdas Oy:n Tytyrin kaivoksella. A. U. Matikkala. Tutkintotehtävä v. 1958.
17. Tutkimuksia jatkotankoporauksesta. R. K. Tuovinen. Tutkintotehtävä v. 1959.

#### SUMMARY

During the year 1959 a committee made investigations into the use of extension rod drilling in Finnish mines. This investigation included the drawing of comparisons as regards reliability and operating costs in service. In addition the paper deals with the technique of extension rod drilling. In Finland extension rod drilling is the only method employed for producing deep bores. Further to this, it is also used in geological research work, as an aid in the solution of problems concerned with ore bodies. To date, the deepest holes drilled are of more than 60 metres. When drilling holes of such a depth, effective flushing has proved essential. The paper describes the attempts that have been made to improve hole flushing, and the factors affecting this.

#### ARNO SOLIN †

Marraskuun 19 p:nä 1959 kuoli vuorineuvos Arno Solin. Hän oli syntynyt 1889, tuli ylioppilaaksi 1907 ja suoritti diplomi-insinööritutkinnon Teknillisessä korkeakoulussa 1912. Aluksi hän toimi piirtäjänä Tampellan konepajassa ja harjoitteli sen jälkeen Saksassa eri teollisuuslaitoksissa. Palattuaan kotimaahan Solin työskenteli Lapinniemen ja Barkerin puuvillatehtailla vuoteen 1925, jolloin hänestä tuli Tampereen Pellava ja Rautateollisuus Oy:n teknillinen johtaja. Neljä vuotta myöhemmin hänet nimitettiin yhtiön toimitusjohtajaksi. Vuorineuvoksen arvo hänelle myönnettiin vuonna 1939, ja vuonna 1949 hänet vihittiin tekniikan kunniatohtoriksi.

Vuorimiesyhdistyksen jäsen vuorineuvos Solin on ollut vuodesta 1943.

#### ERIK AMINOFF †

Bergsingenjör, friherre Erik Aminoff avled den 5 januari 1960. Han föddes år 1879, tog studenten 1899 och utdimitterades från Bergsakademien i Freiberg år 1903. Efter att i fyra år ha verkat vid olika gruvföretag i USA, Kanada och Mexico, ett par år i Petsamo och vid Murmansk-kusten samt ett år vid en kolgruva i Anschersk, ledde baron Aminoff i sex års tid det stora företaget Övre Amurs guldgruvekompani. Därefter ägnade han sig en tid åt bearbetandet av egna guldfyndigheter i Amurprovinsen, vars gruvägarförenings ordförande han var. Efter en mängd äventyrligheter under revolutionen kom baron Aminoff till Mandshuriet och verkade i femton års tid som konsulterande gruvingenjör i Harbin. Efter ett par års anställning i Manila på Filippinerna, kom baron Aminoff till Finland och blev år 1939 disponent för Oy Vuoksenniska Ab:s Haveri gruva, vilken post han innehade, tills han år 1952 blev pensionerad.

Baron Aminoff var Bergsmannaföreningens medlem från år 1943.

#### LAURI HELENIUS †

Joulukuun 7 p:nä 1959 kuoli vuorineuvos Lauri Helenius. Hän oli syntynyt 1887, tuli ylioppilaaksi 1905 ja valmistui diplomi-insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta vuonna 1909 ja seuraavana vuonna sähköinsinööriksi. Oltuaan kolmen vuoden ajan Sveitsissä opintomatalla hän aloitti käytännöllisen toimintansa L. Nobelin dieselmootoritehtaassa Pietarissa vuonna 1914. Parin vuoden kuluttua hänet kutsuttiin Tampereelle Oy Lokomon teknilliseksi johtajaksi, ja vuonna 1922 hän tuli saman yhtiön toimitusjohtajaksi. Kaksi vuotta myöhemmin vuorineuvos Helenius siirtyi Tampereen Pellava- ja Rautateollisuus Oy:n konepajan yli-insinööriksi, missä toimessa hän oli vuoteen 1940 saakka, jolloin hänestä tuli Suomen Teollisuusliiton toimitusjohtajaksi. Vuodesta 1942 hän toimi Fiskars-yhtymän pääjohtajana ja siirtyi eläkkeelle vuonna 1957. Vuorineuvoksen arvonimen hän sai vuonna 1943 ja vuonna 1949 hänet vihittiin tekniikan kunniatohtoriksi.

Vuorineuvos Helenius kuului Vuorimiesyhdistykseen vuodesta 1943 alkaen.

#### FOLKE PETRÉN †

Den 12 februari 1960 avled övering. Folke Petré. Han var född 1910 och anställdes efter avslutade studier som driftsingenjör vid Bolidens Gruf Ab. År 1941 knöts övering. Petré till Svenska Metallverken först som gjuveriingenjör, året därpå som laboratorieförst i Västerås och efter ytterligare ett år som överingenjör och chef för västeråsverken. År 1952 utsågs han till disponent för verken, vilken post han innehade till sin död.

Överingenjör Petré tillhörde Bergsmannaföreningen sedan år 1946.

# MALMITEKNILLINEN NÄYTTEENOTTO

*Fil.maist. Heikki Paarma, Otanmäki ja*

*fil.maist. Reino Himmi, Outokumpu Oy, Ylöjärvi*

*Työkomiteaselustus N:o 2.*

Vuorimiesyhdistys r.y:n tutkimusvaltuuskunta määräsi kokouksessaan 1. 12. 1958 yhdistyksen geologijaostosta muodostettavaksi komitean tutkimaan malmiteknillistä näytteenottoa.

Komiteaan ovat kuuluneet seuraavat jäsenet:

Puh.joht. H. Paarma, Otanmäki Oy  
R. Himmi, Outokumpu Oy  
V. Hämäläinen, Suomen Malmi Oy  
P. Similä, Lohjan Kalkkitehdas Oy  
G. Strandström, Oy Vuoksenniska Ab.

V. Hämäläisen pyydettyä terveydellisistä syistä eroa komitean jäsenyydestä, valitsi komitea Suomen Malmi Oy:stä hänen tilalleen A. Mikkosen tutkimusvaltuuskunnan puh.johtajan suostumuksella.

## *Kokoukset*

Näytteenottokomitea on työnsä aikana pitänyt seuraavat kokoukset sekä suorittanut seuraavat tutustumiskäynnit:

21/1	—59	Otanmäki Oy:n toimistossa Helsingissä
18—20/2	—59	Otanmäen ja Vihannin kaivoksilla
20—22/4	—59	Ojamon, Tytyrin ja Aijalan kaivoksilla
26—27/5	—59	Haverin ja Ylöjärven kaivoksilla
28—29/9	—59	Outokummun kaivoksella
27—28/10	—59	Pirttikosken voimalaitostyömaalla sekä Kärväsvaaran kaivoksella
11/12	—59	Oy Vuoksenniska Ab:n konttorissa Helsingissä
29/1	—60	Outokumpu Oy:n konttorissa Helsingissä.

## *Muut toimenpiteet*

Paitsi niissä tilaisuuksissa, jotka edellä on lueteltu, on komitea kerännyt näytteenottoa koskevaa tietoutta jäseniltään lähettämällä näille asiaa koskevat tiedustelut. Näytteenottokomitea päätti keskittyä selvittämään näytteenottoon liittyviä kysymyksiä kahdelta pohjalta. Ensiksi: koota toimivien kaivosten näytteenotosta sellaiset selostukset, joista käy ilmi ne malmin erikoisominaisuudet, jotka ovat olleet vaikuttamassa näytteenottoon, näytteenoton tavoitteet, käytetyt näytteenottomenetelmät sekä perusteet näiden valintaan. Toisaalta lähetettiin kaikille jäsenille kyselykaavake nimeltä »Kairaussydänten tutkimisessa käytetyt määritykset». Näytteenottokomitea toivoi, että tämänkaltaisella kyselyllä saataisiin eri ammattialojen edustajien toivomukset ja käsitykset tiedoksi malminetsintää ja inventointia suorittaville geologeille ja että vastaukset kunkin kohdalta sisältäisivät erikseen kaivosinsinöörin, rikastusinsinöörin, metallurgin, geofyysikon sekä geologin käsitykset asiasta. Arvokasta apua toivotiin erikoisesti tutkimus- ja opetuslaitoksilta.

Jotta kaivoksilta tai oikeammin kaivosgeologeilta olisi saatu ensimmäiseen kyselyyn samoin jäsennellyt vastaukset, laati komitean varapuheenjohtaja R. Himmi malliksi selostuksen näytteenotosta Ylöjärven kaivoksella.

## **I. Kaivosten näytteenotto**

Kaivoksilta ja malmitutkimuksia suorittavilta yhtiöiltä sekä laitoksilta saatu aineisto todistaa malmiesiintymäin tutkimuksessa käytettävän erilaisia näytteenottomenetelmiä milloin itsenäisenä, milloin jotakin toista tutkimusmenetelmää täydentävänä. Paikalliset olosuhteet, malmin rakenne ja erikoisominaisuudet ym. tekijät, samoin kuin tutkittavan asian laatu vaikuttavat kuhunkin kohtaan sopivan näytteenottomenetelmän valintaan. Tulosten oikeaa arviointia varten on välttämätöntä, että mahdolliset virhetekijät tunnetaan niinhyvin näytteenottotavan kuin näytteen laadunkin suhteen. Selvästi voidaan havaita, että yhä suuremmassa määrässä on päädytty samojen määrättyjen näytteenottomenetelmien käyttöön varsinkin silloin kun jatkuva näytteenotto on osoittautunut välttämättömäksi.

### *Lieteporausksen yleistyminen*

Kaivosten näytteenoton eräänä päämääränä on oltava mahdollisuus käytettävissä olevista tiedoista ennakoita määrätä louhittavan malmin pitoisuudet. Tutkimuskäynteillä on ilmennyt, että tässä suhteessa ovat onnistuneet parhaiten ne kaivokset, joissa näytteenotto on voitu yhdistää louhintatyöhön kuuluvaan säännölliseen poraukseen. Tämä johtuu siitä, että lieteporausnäytteitä on saatu tiheämmin kuin asia on silloin, kun on jouduttu tyytymään miltei yksinomaan timanttikairauseräisiin. Hyvänä esimerkkinä edellämämainitusta ovat Ylöjärven, Vihannin sekä Outokummun kaivokset. Näissä kaivoksissa on voitu mennä hyvinkin pienten yksiköiden ennakoitiin. — Näyttää siltä, että pitkäaikainen lieteporausmenetelmä voi monissa tapauksissa muutenkin täydentää timanttikairausta jo louhintasuunnitelmaa varten tarvittavien malmin rajojen määräämisessä. Tällöin kuitenkin voi olla tarpeellista, että myöhemmin tapahtuvassa louhintaporausessa on riittävästi mahdollisuuksia malmin laadun kontrolliin, esim. siihen tapaan, kuin on käytäntö Outokummun kaivoksen soijaporausessa.

Tässä yhteydessä on syytä viitata siihen Otanmäen kaivoksella saatuun kokemukseen, että jatkotankoreikiä on porattu kustannuksin, jotka ovat vain n. 1/3 timanttikairausten kustannuksista.

### *Fysikaaliset reikämittausmenetelmät näytteenottoa täydentävinä*

Tällä hetkellä on pitkien jatkotankoreikiä käyttämisestä tutkimusporauksessa hyviä kokemuksia Otanmäki Oy:llä sekä Oy Vuoksenniska Ab:llä. Molemmat ovat ottaneet käyttöön sopivan geofysikaalisen välineen, joka on mahdollistanut sen, ettei lietenäytettä ole tarvis ottaa

talteen. Vastaavanlaisia mahdollisuuksia on myös muiden malmien suhteen löydettävissä. Näytteenottokomitea viittaa edelleen tässä suhteessa jatkotankoporauskomitean mietintöön, jossa poraustekniikan mahdollisuudet ovat monipuolisesti selostetut. Tietoisena em. selostuksen laatimisesta ei näytteenottokomitea puolestaan ole halunnut perehtyä jatkotankoporausksen yksityiskohtiin eikä kustannuksiin tai ryhtyä keräämään vertailevia kustannustietoja halutessaan määritellä kantansa tiimanttikairauksen tai jatkotankoporausksen edullisuuteen. *Tällainen selvitys saattaisi olla hyödyksi.*

### Louhinnan valvonta

Saaduista vastauksista ja eri tahoilta saaduista vaikutteista on selvästi käynyt ilmi, että useassa tapauksessa keskeisenä näytteenoton probleemana on ollut pyrkimys löytää keinoja, joilla voitaisiin hallita louhintaan sekoituvan sivukiven laimentavaa vaikutusta. Tässä yhteydessä voidaan todeta, että tehokkaan valvonnan aikaansaaminen näyttää riippuvan paitsi henkilöiden asenteesta myös tehtävien ja vastuun oikeasta jakamisesta.

On haluttu kiinnittää erityistä huomiota siihen, että olisi löydettävä keino sivukivilaimennuksen louhoskohtaiseksi paikantamiseksi. Yleisnäytteestä (rikastamon syöttö) suoritettu selvitys antaa kokonaiskäsityksen, mutta ei selvitä raakun mukaantulopaikkoja. Tässä mielessä Otanmäellä, jossa raakkulaimennus on keskeinen kysymys, ollaan kokeilemassa kahta makasiinilouhintaan soveltuvaa keinoa.

Raakkulaimennus pitäisi voida suuruusluokalleen ennustaa oikein ennen kaivoksen tai sen osan avaamista. Jos malmiesiintymä on lähellä kannattavuusrajaa, pitäisi näytteenotolle asettaa velvoite selvittää huolellisesti raakkulaimennukseen vaikuttavat tekijät. Geologi ei voi määritellä raakkulaimennuksen osuutta oikein, jollei hän tunne louhintasuunnitelmaa. Siten louhintasuunnittelijalle jää viime kädessä velvollisuus huolehtia siitä, että käytettävissä olevin tiedoin raakkulaimennuksen vaikutus otetaan huomioon etukäteen.

### Tilastomatematiikan hyväksikäyttö

Yleinen ongelma on, kuinka hyvin rikastamoiden käyttötulokset vastaavat kaivosgeologien ennusteita. — Kaivoksien tuotantoprosesseissa on niin monta käsiteltävää malmin laatua vaikuttavaa tekijää, että niiden hallitseminen voi eräissä tapauksissa olla mahdotonta. Tilastomatematiikan regressioanalyysin avulla voidaan prof. Lokin mukaan menetellä esim. allaesitetyllä tavalla.

Ajattelemme lastauspaikat numeroiduksi juoksevasti  $i=1,2..N$ , ja merkitsemme jokaisesta paikasta lastatun malmin keskipitoisuutta  $p_i$ :llä ( $i=1,2..N$ ) ja otamme tutkimuksen kohteeksi  $M$  päivää ja numeroimme ne  $j=1,2..M$ . Olkoot  $a_{ij}$  nyt lastauspaikasta  $i$  päivänä  $j$  lastattu kivimäärä. Jos päivänä  $j$  nostettiin kiveä kaikkiaan määrä  $A_j$  ja koko noston keskipitoisuus oli  $P_j$ , niin ilmeisesti

$$A_j P_j = a_{1j} P_1 + a_{2j} P_2 + \dots + a_{Nj} P_N.$$

Tällainen yhtälö voidaan konstruoida jokaiselle päivälle  $j=1,2..M$ . Jos nyt yhtälöiden luku on paljon suurempi kuin tuntemattomien ( $p_i$ ) eli  $M > N$ , saadaan tilastollisesti keskiarvot suureille  $p_i$ , voidaanpa arvioida, paljonko malmin laatu yksityisinä päivinä keskimäärin poikkeaa a.o. lastauspaikan malmin laadun keskiarvosta.

Selostuksista ja tutustumiskäynneillä on ilmennyt, että erityisesti tutkimusvaiheessa on näytteenotolle jouduttu asettamaan sitä suurempia vaatimuksia, mitä epähomogeenisempi ja *köyhempi malmi on*. Epähomogeenisissa tapauksissa ei minkään kaivoksen kohdalta oltu pyritty laskemaan esim. sellaista tilastokäsitettä kuin keskiarvon hajontaa. Jos lähdetään siitä, että itse näytteenotossa ei ole systemaattisia virheitä, pitäisi suuresta joukosta näytteitä eli analyysejä voida laskea, millä todennäköisyydellä saatu keskiarvo tietyn atomilajin suhteen poikkeaa todellisesta keskiarvosta enintään tietyn määrän. Tällaisen seikan laskeminen saattaisi olla myös kriteeriona sille, onko käytetty reikätiheys ollut sopiva. Edellä esitettyyn vedoten on ajateltu, että geologien jatkokoulutukseen liitettäisiin tilastomatematiikan kurssi, jossa nimenomaan kiinnitettäisiin huomiota keskiarvon laskuun ja tähän liittyviin todennäköisyystekijöihin. — On itsestään selvää, että malmin ollessa laadultaan erittäin epähomogeenista, ei parhaimmalla näytteenotollakaan päästä ennusteissa tyydyttävään tulokseen. Tästä syystä on kaivosgeologien kannalta ilolla tervehdittävä niitä mahdollisuuksia, joita lisääntyvä automaattinen laadun tarkkailu antaa rikastamoille pyrittäessä tasamaan epähomogeenisen syöttömalmin aiheuttamia mahdollisia käyttöhäiriöitä.

### Yhteistoiminta

Kaivosten suunnittelu- ja käyttöhenkilöstöllä on monenlaisia kysymyksiä, joihin kaivosgeologien on pyrittävä vastaamaan. Kaivosgeologien on toisaalta otettava nämä toivomukset huomioon, mutta toisaalta aktiivisesti informoitava suunnittelu- ja käyttöhenkilöstöä riittävän ajoissa esim. tulevista muutoksista malmityyppien runsaussuhteissa. Tässä mielessä on syytä kiinnittää huomiota osastojen väliseen informaatioon sekä siihen, että kaivosten henkilöstön *geologiseen koulutukseen kiinnitetään riittävästi huomiota.*

### Koulutus

Näytteenottokomitean keräämään aineistoon olisi epäilemättä vastavalmistuneiden geologien syytä perehtyä. On toivottavaa, että nekin geologit, jotka eivät ole tekeemisissä kaivosten näytteenottotehtävien kanssa, mutta joilla tulee olemaan tehtäviä malminetsinnän tai inventoinnin parissa, saisivat niinkään mahdollisuuden tutustua selostuksiin. — Komitean mielestä geologien opetuksessa yleensäkin pitäisi panna painoa malmitekniilliseen näytteenottoon, kuten Vuorimiesyhdistys aikanaan on esittänyt.

Koska näytteenottomenetelmiin ja niiden tarkoitukseen voi kuitenkin parhaiten perehtyä itse paikan päällä, olisi suositeltavaa, että nuorille geologeille varattaisiin mahdollisuus kiertokäyntiin kaivoksilla,

## II. Kairaussydänten tutkimuksessa käytetyt määriykset

### Yleistä

Moniin tarkoituksiin näyttää tarvittavan kairaussydäntä näytteitä enemmän kuin on saatavissa. Tästä syystä olisi tarkoituksenmukaista siirtyä käyttämään nykyistä suurempaa sydänkokoa. Monilla tahoilla on nimittäin saatu kokemuksia siitä, ettei suuremmalla sydänkoolla kairaminen ole sanottavasti kalliimpaa. Sydänsaanti on parempi suuremmalla koolla kairattaessa ja rakennepiirteet

näkyvät selvemmin. Lisäksi on ilmeistä, että kairausrei'issä suoritettavat geofysikaaliset mittaukset yleistyvät. Kojeitten rakentamista helpottaa suurempi reikäläpimitta.

#### *Edustavan osanäytteen ja yhdistelmänäytteen kokoamistavat*

##### *Sydänhukka*

Geologien vastaukset kyselykaavakkeen geologiseen osaan ovat kutakuinkin yhdenmukaisia, joten tässä yhteydessä lienee syytä korostaa ensisijaisesti sydänhukan merkitystä. Sen oikein arvostaminen voi kohdata monia vaikeuksia, joista on yleisimmin selvitty vain paremman kaluston avulla (esim. T-AX-kaksoisteräputki, malli Graelius). Magneettisiin rautamalmeihin nähden on jo olemassa hyviä keinoja, joiden avulla voidaan kairausreiän seinästä tutkia hukkakohtien laatua. Vastaavia mahdollisuuksia pitäisi aktiivisesti etsiä kiisumalmien puolelta. Sydänhukan tarkastelussa ovat ns. hukkadiagrammit osoittautuneet hyödyllisiksi, kuten järempänäkin asiasta tulee puhe.

Tuloksellista voi olla sen seikan tutkiminen, onko sydänsaanti tilastollisesti riippuvainen malminäytteiden pitoisuuksista. Tällaiselta tarkastelulta putoaa pohja pois, ellei ole pidetty kiinni siitä, että *siitä osaa sydäimestä, jossa on huomattavaa sydänhukkaa, ei saa sekoittaa sellaiseen näytteeseen, jossa on täysi saanti.*

##### *Yhdistelmänäyte*

Yleinen kokemus näyttää viittaavan siihen, että yhdistelmänäytteet kootaan malmilävistyksittäin. Näin saadusta materiaalista voidaan suorittaa monia erikoismäärittäyksiä, joita on epätarkoituksenmukaista suorittaa yksittäisistä näytteistä.

Painoina yhdistelmänäytteitä koottaessa on yleisemmin käytetty osanäytteiden pituuksia. Ominaispainoja ei siten yleensä ole otettu huomioon, vaikka teoreettisesti oikeampi tapa sitä edellyttäisi. Ominaispainoja sekä erityisesti sen vaihteluja malmin laadun muuttuessa voidaan kuitenkin käyttää hyväksi muuhunkin tarkoitukseen, kuin ylläsanottuun yhdistelmänäytteen kokoamiseen. Tästä syystä on suositeltavaa, että geologit erityisesti rikastusta ajatellen piirtäisivät diagrammoja, joista ilmenee ominaispainon muuttuminen malmin laadun funktiona.

Eräisiin erikoistarkoituksiin tarvitaan kairausrydännäytteitä vieläpä enemmän kuin mitä yhden profiilin eristä voi tulla. Tutkimuksen myöhäisessä vaiheessa saattaa esiintyä tarvetta uusien yleisnäytteiden kokoamiseen. Tällaisen varalta on ehdotettu, että A-kokoa oleva kairausrydän jaettaisiin timanttisahalla kolmeen osaan ja yksi osa säilytettäisiin yhdistelmänäytettä varten myöhemmin määrättävin punnitussuhtein odottamaan jatkokesittelyä.

##### *Selektiivisiä liuotuskeinoja*

Ruotsista periytyneen tavan mukaan on rautamalmien analysointikeinona aikaisemmin yksinomaan käytetty tapaa määrätä HCl-liukoinen rauta. Kun tiedetään, että monista mineraaleista, etenkin kiilteistä ja kiisuista liukenee näiden sisältämä rauta helposti suolahappoon, ei turvautumista yksinomaan HCl-liukoisen raudan määrittäykseen voida pitää suositeltavana.

Arvottoman raudan osuuden selvittämiseksi on syytä tehdä tiettyjä separointeja, koska selektiivistä analysointikeinona magneettitiraudan määrittämiseksi ei ole. Näinollen on todettava, että nimenomaan uuden rautamalmeesiintymän alkututkimuksissa on syytä rinnan tehdä Fetot.- ja FeHCl-määrittäyksiä.

Fe-tot.-määrittäyksiä, joita ovat nimenomaan käyttäneet Otanmäki Oy sekä Oy Vuoksenniska Ab, on eri keinoin pyritty löytämään se kerroin, jolla Fe-tot.-analyysi on kerrottava, jotta saataisiin magneettiin sisältämä rauta.

Kiisumalmien puolella on käytetty bromi-typipihappoliuotusta tarkoituksella jättää malmin sisältämä magneetti liuottamatta. Samoin mielenkiintoisia ovat kokeilut magneettikiisun määrittämiseksi.

Selektiivisenä arvoaineen määrittämiskeinona voidaan pitää myöskin sellaisia tapoja, joissa esim. jotain hydrometallurgista prosessia matkien pyritään selvittämään hydrometallurgisesti eroitettavan arvoaineen saanti. Tässä suhteessa Otanmäki Oy:n kokemusten mukaan erilaiset vanadiinia sisältävät titaanirautamalmit ovat hyvin erilaisia. On perusteltua, että kairauksia johtavat geologit pyrkisivät seuraamaan hydrometallurgisten prosessien kehitystä, jotta tältä alalta saataisiin luonnollisesti metallurgien apuun turvautuen lisäkeino malmin arvonnäyttämiseksi.

##### *Arvoaineen fysikaaliset määrittäiskeinot*

Kun on kysymys magneettiä, scheliittiä tai radioaktiivisia mineraaleja sisältävistä malmeista, ovat fysikaaliset määrittäiskeinot meidänkin maassamme jo varsin yleisiä. Erilaiset fysikaaliset analysointimenetelmät kehittyvät kuitenkin voimakkaasti. Uusia mahdollisuuksia on odotettavissa mm. seuraavien menetelmien hyväksikäytössä: röntgenfluoresenssianalyysi, infrapuna-analyysi differential-thermalanalyysi sekä radioisotoppeja hyväksikäyttävät menetelmät.

##### *Arvomineraalien laskennallinen määrittäminen*

Geologeille ovat jo opiskeluaajoilta tuttuja sellaiset mineraalikoostumuksen selvittämiseen käytetyt laskumenetelmät kuten ne, jotka perustuvat Nigglin-lukuihin. Kairausrydän määrittäminen ei kuitenkaan yleisesti tehdä kokonaisanalyysijä, joten mineraalikoostumuksen laskennallista ratkaisua varten on turvaututtu yksinkertaisempiin menetelmiin. Alla esitetään eräs yleinen kaava tähän tarkoitukseen;

$$A + B + R = 100$$

$$a_1 \times A + b_1 \times B + r_1 \times R = L_1$$

$$a_2 \times A + b_2 \times B + r_2 \times R = L_2$$

Edellä A sekä B tarkoittavat määrättäviä arvomineraaleja, R merkitsee hyödyttömien mineraalien yhteismäärää (=harme), kertoimet  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $r_1$  jne. tarkoittavat analysoidun ( $L_1$ ) arvoaineen pitoisuutta puhtaissa mineraalifraktioissa. Nämä pitoisuudet on luonnollisesti kuskakin tapauksessa kokeellisesti määrättävä. Sikäli kun on käytettävissä useampia analyysijä ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  jne.), voidaan mineraalikoostumus laskea vielä varmemmin käyttäen tasoituslaskukeinoja. Edellä esitetty menettely vaikeutuu, jos kahdessa tai useammassa mineraalissa on vain samoja pääalkuaineita. Ultra-äänipesun on Geologien Tutkimuslaitos ottanut käyttöön yrkiessään valmistamaan erittäin puhtaita (pölyvapaita) mineraalifraktioita. Siten saadaan tarkat arvot kertoimilla a, b jne.

### *Rikastukseen liittyvät kokeet*

Rikastukseen liittyvät tärkeimmät kokeet on toivomuksien mukaan suoritettava mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Siten on syytä kairaussydänten kahtioinnissa, säilytyksessä ja jatkokäsittelyssä huomioida edellämäinittu tarve. Rikastusmiehet ovat ilmeisesti tottuneet siihen, että kairaussydämiä on saatavissa vain niukalti. Tässä suhteessa voidaan odottaa muutosta tilanteeseen, jos kairaajat siirtyvät käyttämään suurempaa sydänkokoa yleisemmin sekä jos sydämen halkaisu suoritetaan siten, että laatikkoon jäävä osa olisi pienempi kuin puolikas.

Näyttäisi edelleen siltä, että kairausta johtavien geologien tulisi aktiivisemmin hakea rikastusta haittaavia minerologisia rakenteita ja pyrkiä osoittamaan tällaisten rakenteiden olemassaolo.

Valokuvat, sekä tavalliset että värikuvat ja mahdollisesti tulevaisuudessa infrapunavalokuvat antavat geologeille erinomaisen mahdollisuuden esittää rikastukseen liittyviä mikro- ja makrorakenteita. Valokuvauskeinoja käytettäessä on nimenomaan syytä huomioida, että normaalirakenteiden esittäminen on poikkeusrakennetta tärkeämpää.

Kuten tunnettua, malmikappaleista (kansannäytteistä) näkyvät monet rakennepiirteet parhaiten timanttisahan jäljiltä. Samasta syystä ovat timanttisahalla kahtioinnista kairaussydämiä otetut valokuvat puhuvampia. Näin menetellen ei valokuvausta tarvitsisi suorittaa aina ennen kairaussydämen halkaisua. Jälleen yksi syy, mikä puhuu timanttisahauksen puolesta. — Tarvittavista muista rikastusta ennakoivista testeistä löytyy kuvauksia Työkomiteaselostuksessa. Lisättäköön näihin, että magneettisia karkeaseparointimäärytyksiä on Suomen Malmi Oy tehnyt kairaussydämiä visuaaliseen menetelmän ja Otanmäki Oy siten, että kairaussydämiä on ajettu läpi Otanmäen murskaamon. Vain jälkimmäinen tapa soveltuu magnetiittiprotteisten sydämien tarkasteluun.

### *Louhintaominaisuuksien selvittely*

Voimalaitosrakentajat ovat kiinnittäneet eniten huomiota menetelmiin, jotka pyrkivät kairaussydämiä määrittämään lujuusominaisuuksia. Tässä suhteessa suositellaan tutustumista Oulujoki Oy:n käyttämiin työtapoihin. Näille on ominaista kairaussydänten valokuvaaminen, vesimenekkimittaus, kairaussydänten rikkonaisuushavainnot ja sydänhukkadiagrammit.

Eräät malminetsintäyhtiöiden geologit sekä jotkut kaivosgeologit ovat esittäneet sydänhukkaa diagrammien muodossa ja siten voineet tuoda esille toetoja heikkousvyöhykkeistä. Kairaussydämiä raportoidessaan tulisi geologien kiinnittää huomiota myös kaikkiin muihin lujuusominaisuuksiin. Huomautettakoon lisäksi, että kairauseri'issäkin voidaan suorittaa rakoiluhavainnot South African National Physical Research Laboratoryn konstruimalla mittarilla.

Näyttää siltä, että louhintaominaisuuksien selvittäminen ennakoita on vaikea mutta kiintoisa työala, jossa Oulujoki Oy:n kokemukset viitoittavat tietä ja jossa tarvitaan sekä kokemusten vaihtoa että tutkimustyötä.

### *Malminetsintään liittyvät kairaussydänten tutkimustavat*

Kuten edellä on tullut esille, on haluttu kiinnittää huomiota siihen, että malminetsinnässä, näytteenotossa tai näytteiden jälkikäsittelyssä monet fysikaaliset keinot

ovat tulevaisuudessa yleisempiä kuin nykyään. Erityisesti maanalainen kaivoksissa tapahtuva malminetsintä voi menestyksellisesti käyttää hyväkseen kivien erilaisia fysikaalisia ominaisuuksia. Tästä syystä olisi kairaussydämiä entistä enemmän suoritettava sellaisia fysikaalisia mittauksia, joista kyselykaavakkeessa haluttiin tietoja. Näitä tietoja olisi sitäpaitsi syytä koota erityisesti niiden käyttöön, jotka suunnittelevat uusia malmin tutkimus- tai -etsintävälineitä.

### *Jalostusprosessia ennakoivia testejä*

Voidaan kai sanoa, että metallurgisen jalostusportaan miehet ovat siksi etäällä prospektauselimistä, etteivät he vielä ole tulleet vaatimaan itselleen jo varhaisessa vaiheessa näyttemateriaalia. Geologien olisi kuitenkin syytä kartuttaa tietoja metallurgian niillä alueilla, jotka auttavat arvioimaan malmiesiintymän arvoa. Ainakin raudan ja teräksen valmistajilla on ollut mielessään eräitä esimerkkejä siitä, että muutamissa metallurgisissa prosesseissa rikasteiden laadusta riippuvat kustannuserot voivat olla louhinta- tai rikastuskustannusten suuruusluokkaa. Näin on asianlaita myös eräissä muissa metallurgisissa prosesseissa.

### *Yhteenveto*

Komitean olisi ehkä heti alkuun pitänyt rajoittaa työnsä suppeampaan alaan, mutta toisaalta oli ehkä hyödyksikin se, että aihetta »Malmitekniillinen näytteenotto» lähdettiin käsittelemään laajalta pohjalta. Näin oli mahdollisuus saada kartoitetuksi se, mikä tällä alalla on ajankohtaista.

Edelläolevassa selostuksessa on tehty ehdotuksia toimenpiteiksi malmitekniillisen näytteenoton tehostamiseksi. Sen lisäksi on komitea työnsä aikana tehnyt havaintoja tutkimusalaansa läheisesti liittyvistä seikoista ja on halunnut ehdottaa tutkimusvaltuuskunnalle alla luettelut tutkimuskohteet:

1. Raakkulaimennus
2. Louhinnallisten heikkousvyöhykkeiden tutkimus- ja esittämismenetelmät
3. Sydänhukka
4. Maakairaus
5. Malmin makro- ja mikrostruktuurin esittäminen valokuvain käytännön tarpeita varten.

### YHTEENVETO

Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan asettama malmitekniillistä näytteenottoa tutkinut komitea on koonnut selostukset kaivosten näytteenottomenetelmistä. Rautamalmien näytteenotto on korvattu timanttikairausta täydentävillä jatkotankoporausten avulla suoritettavilla fysikaalisilla mittauksilla. Kiisumalmien puolella taas on lieteporaus yleistynyt. Erityistä huomiota on kiinnitetty raakkulaimennukseen, näytteenottotulosten tilastolliseen käsittelyyn sekä koulutuskysymyksiin.

Kairaussydänten jatkokäsittelyä koskeva kysely antoi tulokseksi m.m., että moniin eri tarkoituksiin kaivataan runsaammin näytettä kuin on ollut yleisesti käytettävissä. Tästä syystä on suositeltu siirtymistä suurempaan sydänkokoon.

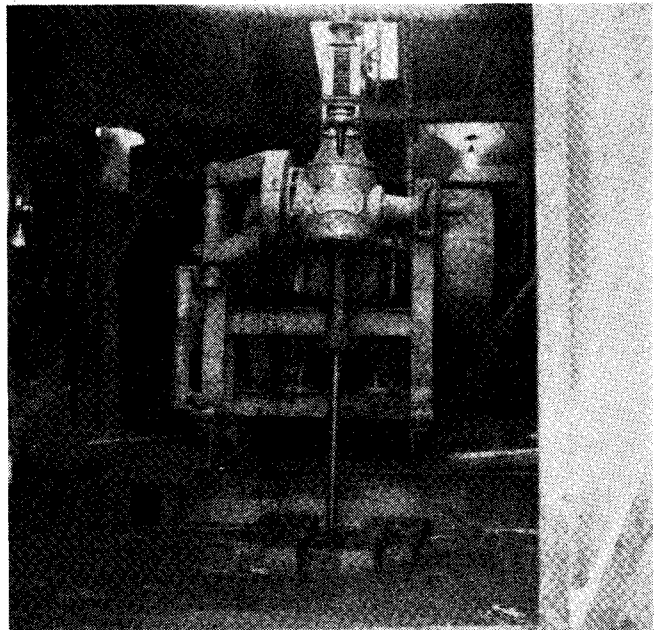
Voimalaitosrakentajat ovat tehneet eniten työtä pyrkimään kairauseri'issä kallioperän lujuusominaisuuksia. Ilmeisesti on paikallaan jatkaa useiden tämänkaltaisten kokemusten keräämistä.

# Muhoksen muodostuman alueella, Limingan Tupoksella suoritettu syväkairaus

*Fil.maisteri Juha Kalla, Oulujoki Osakeyhtiö Betoni- ja geoteknillinen toimisto, Rovaniemi*

Kuten tunnettua, esiintyy Oulujoen eteläpuolella, Kempeleen, Muhoksen, Limingan ja Tyrnävän pitäjien alueella maamme kallioperässä täysin ympäristöstään poikkeava metamorfoituman sedimenttikerrostuma. Mainittu sedimenttikerrostuma tavattiin ensi kerran Valtion koskitoimikunnan voimalaitostutkimuksiin liittyvissä syväkairauksissa Muhoksen Montanlammella. Tämän ns. Muhoksen muodostuman alueella suoritetuissa tutkimuksissa lävistettiin sedimenttipatja Muhoksen aseman läheisyyteen kairatulla syväkairausreiällä. Graaniittinen peruskallio tavattiin 524 m syvyydessä. Muualta ei sedimenttipatjan paksuudesta ole tähän mennessä ollut käytettävissä tietoja.

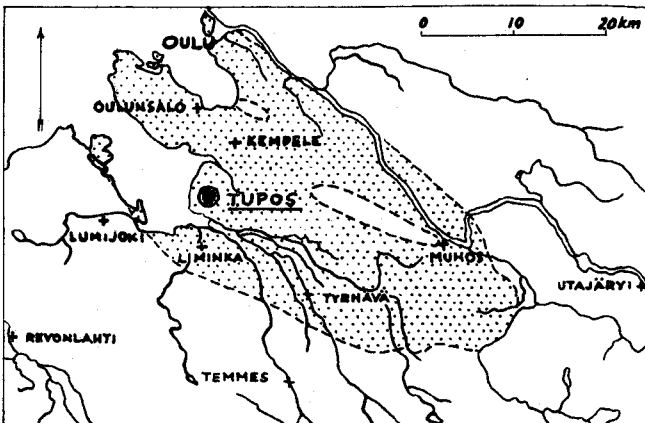
Koska Oulujoki Osakeyhtiön rakentama Montan voimalaitos jouduttiin perustamaan sedimenttimuodostuman varaan, oli välttämätöntä suorittaa tarkkoja tutkimuksia erityisesti muodostuman pintaosan teknillisten ominaisuuksien selvittämiseksi. Näiden ja Geologisen tutkimuslaitoksen sekä Paraisten Kalkkivuori Oy:n suorittamien syväkairausten lisäksi katsoivat Oulujoki Osakeyhtiö ja Imatran Voima Osakeyhtiö aiheelliseksi suorittaa jatkotutkimuksia savikivialuetta koskevien, monessa suhteessa vielä puutteellisten tietojen täydentämiseksi. Tässä mielessä päätettiin suorittaa syväkairaus, jolla sedimenttipatja lävistettäisiin. Tutkimukset annettiin Oulujoki Osakeyhtiön Betoni- ja geoteknillisen toimiston huoleksi.



Kuva 2. B 3 kairauskoneen poranpää.

Kairausreiän paikan määrittelemiseksi suoritettiin Limingan-Tyrnävän alueella painovoimamittaus, jonka tulosten perusteella kairaus päätettiin suorittaa Limingan Tupoksella. Paikka on noin 4 km Limingan kirkolta pohjoiseen rautatien ja meren välissä (kuva 1). Kairaus valmistui tammikuun alkupäivinä v. -60, ja saadun näyttemateriaalin käsittely on aloitettu yhteistoiminnassa Geologisen tutkimuslaitoksen kanssa. Tämän työvaiheen ollessa vielä kesken, ei siihen ole tässä yhteydessä syytä puuttua, sensijaan itse kairaus oli siinä määrin mielenkiintoinen ja maassamme erikoislaatuinen, että lienee paikallaan kuvata sitä muutamalla sanalla.

Koska suoritettujen gravimetrausten perusteella näytti ilmeiseltä, että sedimenttipatjan paksuus on niin suuri, ettei maassamme saatavissa olevien kairauskoneiden teho riitä sen lävistämiseen, annettiin työ Svenska Diamantbergrörning Ab:n tehtäväksi. Mainittu yhtiö asetti työhön dieselkäyttöisen Craelius B 3 kairauskoneen (kuva 2), jonka kapasiteetti on 1.200 m 56 mm reikäkoolla. Kai-



KUVA 1. MUHOKSEN MUODOSTUMAN ALUE (PILKUTETTU) V. OKON MUKAAN

## ZUSAMMENFASSUNG

Der von der Forschungsdelegation des »Vuorimiesyhdistys«-vereins eingesetzte Ausschuss, der mit der Untersuchung der erztchnischen Probenahme beauftragt worden ist, hat die Berichte über die Probenahmemethoden von verschiedenen Gruben gesammelt. Bei den Eisenerzen ist die frühere Probenahme meistens durch physikalische Messungsmethoden ersetzt worden, die man als Ergänzung der Diamantbohrungen in — mit Verlängerungsbohrstangen gebohrten Löchern — durchführt. Bei den sulfidischen Erzen ist die Probenahme aus Bohrschlamm üblich geworden. Ganz besonders ist die Aufmerksamkeit auf das

Vermengen des Nebengesteines sowie die statistische Resultatenbehandlung der Probenahme und die Ausbildungsfragen gerichtet.

Eine Rundfrage über die weitere Verwendung der Diamantbohrkerne ergab u.a. das Ergebnis, dass man zu vielen verschiedenen Zwecken das Probematerial mehr braucht, als dieses im allgemeinen zur Verfügung gestanden hat. Darum hat man für das Bohrloch einen grösseren Durchmesser empfohlen.

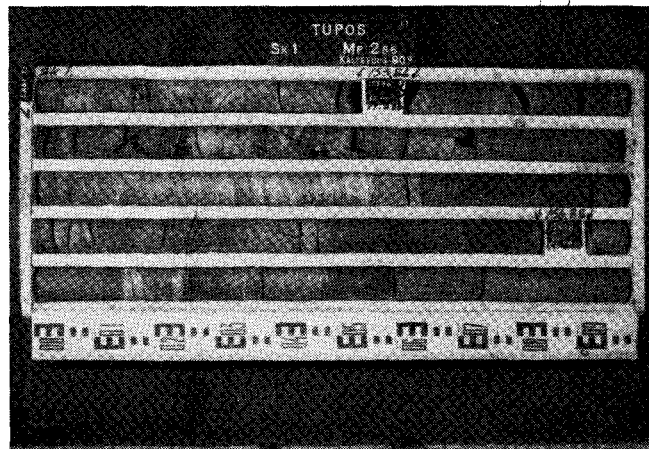
Beim Bauen der Wasserlagen hat man sich viel Mühe gegeben, um die Festigkeit des Felsengrundes mittels des Bohrungsmaterials festzustellen. Vielleicht ist es nötig immer noch viele solche Erfahrungen zu sammeln.



Kuva 3. Kairaustorni.

rauskone oli varustettu teräksisellä 15 m korkealla tornilla (kuva 3). Sekä koneen että tornin perustus valettiin betonista.

Maakairaus aloitettiin 6" maaputkilla, jotka juntattiin 59.5 m syvyyteen. Siitä eteenpäin jatkettiin maakairausta 4" putkilla savikiven pintaan, 82.5 m syvyyteen saakka. Maakairauksessa käytettiin huuhteluveden asemesta bentoniittilietettä. Liete toimii ikäänkuin rasvana putken ja maan välissä ja helpottaa työtä huomattavasti. Seikka, johon maakairauksissa on syytä kiinnittää huomiota! Koska savikivi on paikoin hyvin rikkonaista ja lisäksi pehmeää käytettiin kalliokairauksessa suuria teräkkokoja ja Craeliuksen kaksinkertaisia laakeroituja K-sarjan teräputkia. Huuhtelu tapahtui koko kairauksen ajan bentoniittilietellä. Bentoniittiliete vähentää näytteen kulumista sekä tukkii raot kallioperässä ja estää siten reiän sortumisen. Mainittakoon, että sydämen saanti oli tässä kairauksessa 100%. Kalliokairaus suoritettiin kolmella teräkkokoolla siten, että 86/58 mm (sydän 58 mm) terillä kairattiin 277 m syvyyteen, mihin syvyyteen reikä putkitettiin 84/77 mm suojaputkella. Kairausta jatkettiin 76/48 mm (sydän 48 mm) terillä 773 m syvyyteen. Mainittuun syvyyteen suoritettiin jälleen putkitus 74/67 mm suojaputkilla. Reiän loppuosa 1.021 m syvyyteen kairattiin 66/38 mm terillä. Johtuen savikiven pehmeys-



Kuva 4. 86/58 mm terällä kairattua sydäntä. Punaista ja harmaata kerroksellista savikiveä.

destä ja pienirakeisuudesta ei kairauksessa luonnollisesti voitu saavuttaa suuria vuorotuloksia. Keskimääräinen etenemä oli noin 3 m/työvuoro.

Kairauksessa tavattiin graniittinen kallioperä 977 m syvyydessä. Irtomaapeitteen paksuuden oltua 82.5 m oli siis Muhoksen muodostuman paksuus 894.5 m. Reiän koko syvyydeksi tuli 1.021 m, joten se on tiettävästi syvin Suomessa kairatuista rei'istä. Reiän mahdollinen taipuminen tarkistettiin Raja-Hallin kaltevuusmittarilla. Mittaus osoitti reiän säilyneen erittäin hyvin pystynä, taipumisen ollessa noin 1° suuruusluokkaa. Kairauksen valmistuttua jätettiin 4" maaputki ja 84 mm suojaputki paikoilleen, jotta mahdollisesti myöhemmin kysymyksen tulevien, reiässä suoritettavien mittausten tekeminen olisi mahdollista.

Suoritettu kairaus osoitti, että Muhoksen muodostuman pohjana olevan peruskallion pinta on Limingan alueella noin 500 m alemmalla tasolla, kuin Muhoksella. Alueen kallioperässä on siis tapahtunut varsin huomattavia liikuntoja. Kairauksen yhteydessä kairaussydäminä saatu täydellinen profiili muodostaa erittäin huomattavan tutkimusmateriaalin selvitettyä tähän maamme kallioperässä erikoislaatuiseen muodostumaan liittyviä kysymyksiä.

#### SUMMARY

The article is a brief description of a diamond drilling on the Muhos formation at Liminka, Tupos in Northern Finland. The thickness of this formation of unmetamorphosed siltstones and shales was 894.5 m. The hole was drilled into the depth of 1021 m. It is the deepest hole ever drilled in Finland.

#### Metallurgijaoston

kesäretkeily tehdään elokuun loppupuolella  
OY FISKARS AB:n Äminneforsin tehtaille.



# HALLITUKSEN KERTOMUS VUODELTA 1959

## VUOSIKOKOUS

Vuorimiesyhdistys kokoontui sääntömääräiseen vuosikokoukseensa Helsingissä maaliskuun 20 päivänä 1959. Läsnä oli 182 yhdistyksen jäsentä. Jaostojen kokoukset pidettiin seuraavana päivänä eli maaliskuun 21 päivänä 1959. Kutsuvieraina vuorikokouksessa oli Svenska Gruvföreningin edustaja, isännöitsijä John Hedlund. Virallisten asioiden jälkeen kuultiin ylijohtaja Erkki Kinnusen esitelmä »Teollistamisen nykynäkymistä» sekä ins. Andreas Eriksen'in esitelmä »Om diamantborrning». Iltapäivällä kokoonnuttiin ravintola Royal'in cocktail-tilaisuuteen, jonka tarjosi Suomen Kumitehdas Oy. Vuosikokouspäivän iltana oli illallistanssiaiset ravintola Adlon'issa, missä erittäin onnistuneesta ohjelmasta vastasi Oy Wärtsilä-Yhtymä Ab. Vuorimiespäivien toisena päivänä pidettiin jaostojen vuosikokoukset sekä esitelmät. Lopettajaislounas tarjottiin totuttuun tapaan ravintola Seurahuoneella.

### *Yhdistyksen toimihenkilöt*

Puheenjohtajana on edelleen toiminut fil.tri Åke Bergström ja varapuheenjohtajana vuorineuvos Petri Bryk. Edellisten lisäksi hallitukseen ovat kuuluneet seuraavat henkilöt: tekn.lis. Urmas Runolinna, fil.tri Oke Vaasjoki, dipl.ins. E. Autere, dipl.ins. Bo Sandberg, dipl.ins. Fjalar Holmberg ja tekn.tri Herman Stigzelius. Yhdistyksen sihteerinä on toiminut tri.ins. Paavo Asanti, joka luovutti tehtävät 1. 1. 1960 dipl.ins. Sakari Seesteelle. Rahastonhoitajan tehtäviä on hoitanut dipl.ins. Paavo Majala.

Yhdistyksen hallitus on toimintavuoden aikana koontunut yhteensä 3 kertaa. Jaostojen puheenjohtajat ovat olleet kokouksissa läsnä. Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus—Bergshanteringen on ilmestynyt vuoden aikana kaksi kertaa. Lehden toimittajina ovat olleet tekn.tri Herman Stigzelius päätoimittajana ja tri.ins. Paavo Asanti. Toimitussihteerinä on edelleenkin toiminut rouva Karin Stigzelius, jonka ansiosta lehden talous on jatkuvasti ollut hyvä.

Dipl.ins. Kalervo Räisänen oli Vuorimiesyhdistyksen edustajana Tukholmassa Svenska Gruvföreningin vuosikokouksessa 28. 11. 1959.

Vuorimiesyhdistyksen edustajana kaivosmiesammatin oppiohjelmatoimikunnassa, jonka kauppa- ja teollisuusministeriön ammattikasvatusosasto on asettanut, on ollut dipl.ins. Heikki Aulanko.

Vuorimiesyhdistyksen viralliseksi edustajaksi Lontoossa keväällä 1960 pidettävään rikastuskongressiin on nimetty prof. R. T. Hukki.

### *Yhdistyksen jäsenmäärä*

Toimintavuoden lopussa oli varsinaisten jäsenten lukumäärä 497 joista nuoria jäseniä 35. Eronneita jäseniä oli 3. Kuoleman kautta on keskuudestamme poistunut 4 jäsentä.

### *Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan toiminta*

Hallitus vahvisti tutkimusvaltuuskunnalle ohjesäännön 30. 1. 1959. Valtuuskunnan puheenjohtajana on toiminut tekn.lis. Urmas Runolinna ja varapuheenjohtajana

yli-ins. Heikki Tanner. Valtuuskunta on ensimmäisenä toimintavuotena saanut valmiiksi 3 ansiokasta tutkimusselostusta, joista kuullaan selostukset jaostojen kokouksissa 26. 3. 1960: »Kulutusta kestävä materiaali», puheenjohtajana dipl.ins. E. Lehtonen, »Malmiteknillinen näytteenotto», puheenjohtajana fil.maist. H. Paarma ja »Jatkokoporaus», puheenjohtajana dipl.ins. R. Sandelin. Tutkimusselostukset julkaistaan lyhenneltynä Vuoriteollisuuslehdessä. Täydelliset tutkimusselostukset monisteina ovat saatavina Vuorimiesyhdistyksen sihteeriltä à 1000:—/kpl.

### *Geologijaosto*

Geologijaoston puheenjohtajana on toiminut fil.maist. Kurt Lupander. Jaosto on toimintavuoden aikana pitänyt kaksi kokousta sekä järjestänyt oman kesäretkeilyn 14. 8. 1959 Oy Vuoksenniska Ab:n Nyhamnin kaivokselle. Kokouksessa on pidetty seuraavat esitelmät:

Fil.tri Paavo Haapala: Havaintoja afrikkalaisista malmialueista.

Fil.maist. O. Helovuori: Pyhäsalmen tutkimuksista. Jaoston jäsenmäärä on 101.

### *Kaivosjaosto*

Kaivosjaoston puheenjohtajana on toiminut prof. Kauko Järvinen.

Jaosto on kokoontunut kaksi kertaa, joista toinen oli syysretkeily 13. 11. 1959 Lohjalle Lohjan Kalkkitehdas Oy:n laitoksille. Kokouksissa on pidetty seuraavat esitelmät:

Dipl.ins. Lars Wetzell: Kaivosten jätetäyttö.

Prof. Olli Lokki: Rikastusprosessin tilastomatemattiset analysointimahdollisuudet.

Tekn.lis. Urmas Runolinna: Tuloksia Otanmäen rikastuspiirin tilastomatemattisesta analysoinnista.

Tekn.lis. Urmas Runolinna: Kärväsvaaran esittely.

Dipl.ins. Urho Valtakari: Ammoniumnitraattiräjähdyksaineiden käytöstä.

Dipl.ins. Eero Turunen: Kotalahden esittely.

Jaoston jäsenmäärä on 131.

### *Metallurgijaosto*

Metallurgijaoston puheenjohtajana on toiminut prof. M. H. Tikkanen.

Jaosto on pitänyt kaksi kokousta ja seuraavat esitelmät:

Joht. J. Lögdö: Teknillisiä ja taloudellisia näkökohtia uuneja hankittaessa.

Vuori-ins. P. O. Strandell: Suojakaasu ja suojakaasun valmistuslaitteet.

Dipl.ins. A. H. Dohns: Eräitä esimerkkejä suojakaasulämpökäsittelyuuneista.

Vuori-ins. K. G. Thafvelin: Pikakuumennus.

Yli-ins. Erik Hackzell: Eräs esimerkki raffinointiin käytettävästä metallinsulatusuunista.

Fil.maist. A. Melart: Terästeollisuuden uunien säätölaitteita.

Ins. N. Romberg: Kaasun puhdistus metallurgisessa teollisuudessa.

Dipl.ins. Tatu Koivuniemi: Mikrorakenteen vaikutus teräksen induktiopintakarkaisussa.

Dipl.ins. Markku Mannerkoski: Wolfram-hehkulangan rekristalisaatiosta.

Tekn.tri Martti Sulonen: Liukenemisesta jähmeässä tilassa.

Dipl.ins. Jouko Vilkuna: Pikateräksestä.

Tekn.lis. Simo Mäkipirtti: Uusi sintrausyhtälö metallijauheille.

Dipl.ins. Risto Makkonen: Uusi menetelmä eräiden oksidiyhdisteiden identifioimiseksi.

Jaoston jäsenmäärä on 184.

#### Museotoimikunta

Hallitus päätti 30.1.1959 asettaa pysyvän museotoimikunnan ja kutsui sen jäseniksi seuraavat henkilöt: Aarne Laaksonen, Aarne Laitakari, Ilmari Levanto, Herman Stigzelius ja Eskil Strandström.

#### Toiminta:

Kokouksia on toimintavuoden aikana ollut kolme, joista ensimmäisessä 21. 3. 59 valittiin toimikunnan puheenjohtajaksi Aarne Laitakari ja v.a. sihteeriksi Aarne Laaksonen.

Toimikunnan työ on ollut alustavaa laatua:

1. Vuoriteollisuusmuseon suuntaviivoja harkittaessa on ryhdytty komiteamietinnön selvittelyihin ja tultu tulokseen, että periaatteessa museon tulisi palvella kolmea päätarkoitusta: sen arkiston tulisi olla tietolähteenä tutkijoille, ja sen esineistön apuvälineenä opetustarkoituksissa, jonka lisäksi museon tietenkin tulisi kuvastaa vuoriteollisuutemme kehittymistä alkuaajoista nykypäiviin.

2. Museomateriaalin varsinaiseen keruuseen ei voida ryhtyä ennen kuin löydetään sopivaa säilytystilaa sellaiselle. Tilapäistä suojaa on jonkin verran tarjolla Otaniemessä ja mahdollisesti Orijärvellä. Kun vuoriteollisuusmuseo tulee merkittävästi palvelemaan myös opetustoimia, on suunniteltu osittaista tilojen varaamista sille myös suunnitteilla olevaan kaivostekniikan rakennukseen Otaniemessä.

3. On pidetty tärkeänä toimikunnan tutustumista ainakin oman maamme tehdas- ja muihin teknillisiin museoihin. Tässä mielessä on toimikunta käynyt Tampereen teknillisessä museossa ja sihteerin Fiskarsin tehdasmuseossa. On oltu myös yhteydessä Suomen Teknilliseen Museoyhdistykseen, Suomen Museoliittoon, Suomen Rakenusteollisuusmuseoon ja Muinaistieteelliseen toimikuntaan.

4. On pohdittu vanhojen kaivosten ja sulattojen rauhoittamismahdollisuuksia. Orijärven erikoisrakenteisen kaivostornin suojaamista pidetään myös suotavana, torni kun on ikivanhaa ruotsinmaalaista tyyliä.

5. Yhdistyksen toimialaan kuuluville kaivoksille ja muille laitoksille suunnitellaan lähetettäväksi kirjelmä, jossa korostetaan vuoriteollisuusmuseon merkitystä ja kehoitetaan museokelpoisen materiaalin talteenottoon ja suojelemiseen vastaisen varalle.

Helsingissä maaliskuun 24 päivänä 1960.

Vakuudeksi:

*Åke Bergström*

*Sakari Seeste*

## VUOSIKOKOUS

Vuorimiesyhdistys—Bergsmannaföreningen ry:n vuosikokous pidettiin 25—26. 3. 60 Helsingissä.

Kokouksessa oli läsnä n. 250 Vuorimiesyhdistyksen jäsentä, mukana maamme huomattavimpia geologian, kaivostekniikan ja metallurgian edustajia. Kutsuvieraina olivat: Dir. B. Wickbom Svenska Gruvföreningen'in edustajana ja overingenjör Worm Lund Norske Ingenjörsföreningen, Bergsingeniörenes Avdeling'in edustajana. Tilaisuudessa nähtiin myös valtiiovallan edustajina kansliapäällikkö Reino R. Lehto ja ylijohtaja Erkki Kinnunen.

Kokouksen puheenjohtajana toimi fil.tri Åke Bergström.

Vuorimiesyhdistyksen uudeksi puheenjohtajaksi valittiin vuorineuvos Petri Bryk ja varapuheenjohtajaksi toimitusjohtaja, dipl.ins. Fjalar Holmberg.

Erovuorossa olleiden hallituksen jäsenten tilalle valittiin tekn.tri Mats Snellman ja fil.maist. Heikki Paarma sekä dipl.ins. Kalervo Räisänen.

Vuosikokouksen pääesitelmänä kuultiin esitelmäsarja Suomen rautamalmivaroista:

1. Fil.maist. T. Stolpe kertoi Jussarön ja Nyhamnin rautamalmivaroista mainiten mm. Jussarön kaivoksen valmistavien töiden olevan täydessä käynnissä.
2. Fil.maist. Heikki Paarma käsitteli Otanmäen alueen rautamalmiesiintymiä, Kärvasvaaran ja Raajärven alueita sekä Kolarin rautamalmialuetta, joiden tutkimukset ovat käynnissä Otanmäki Oy:n johdolla. Lisäksi esitelmöitsijä selosti Tervolan kunnan alueella olevaa rautamalmiesiintymää, jonka käyttömahdollisuudet oleellisesti paranevat Kemijoen voimalaitos-

työmaan yhteydessä valmistuvien Kemijoen yli aikaansaatavien liikenneyhteyksien johdosta.

3. Yli-ins. Heikki Tanner kuvaili esitelmässään Outokummun ja Pyhäsalmen kiisuihin sisältyviä huomattavia rautamalmivaroja, joiden jalostusmahdollisuudet paranevat huomattavasti Outokumpu Oy:n rakennettua kiisusulaton Kokkolaan.

Perjantaina 25. 3. Outokumpu Oy tarjosi Vuorimiesyhdistyksen jäsenille rouvineen cocktailin Hotelli Kämpissä Outokummun malmilöydön 50-vuotispäivän johdosta.

Lauantaina 26. 3. piti fil.tri A. Kahma esitelmän oloisamme harvinaisen uuden malmiesiintymän, Kemin kromiesiintymän, tutkimuksen nykyisistä vaiheista. Lisäksi kuultiin seuraavat esitelmät:

Dipl.ins. Esko Lehtonen: Kulutusta kestävä materiaali

Dipl.ins. Reino Sandelin: Jatkotankoporaus.

Fil.maist. Heikki Paarma: Malmiteknillinen näytteentotto.

## U U D E T T U T K I M U S K O M I T E A T

Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunta on kokouksissaan 26. 2. ja 25. 3. 1960 nimennyt seuraavat työkomiteat ja niiden jäsenet:

— *Geofysikaalisen komitea-aiheen valinta*

Puh.joht. A. Levanto (yhden miehen komitea)

— *Rännit ja putket*

Puh.joht. T. Lukkarinen

jäsenet E. Koskela  
R. Kristola  
P. Leinonen  
K. Michelson

— *Maakairaus ja plikkaus*

Puh.joht. A. Palomäki  
jäsenet J. Kalla  
K. Kauranne  
M. Palviainen  
H. Wennervirta

— *Jatkotankoporaoksen sovellutus louhintaan*

Puh.joht. C-F. Bäckström  
jäsenet K. Hahti  
Eero Erkkilä  
C-F. Mäklin

— *Öljypolttimet*

Puh.joht. A. Melart  
jäsenet Esko Erkkilä  
K. Kaasila  
B. Nikander  
E. Tuulos  
E. Vuoristo

Näiden komiteatyöskentelyyn johtaneiden aiheiden lisäksi on tutkimusvaltuuskunta käsitellyt seuraavia aiheita:

1. Mahdollisimman kulutusta kestävä Ni-hard'in laatuominaisuuksien tutkiminen.  
Ni-hard kulutusmateriaalina, jauhinkappaleina. Kovuuden ja sitkeyden merkitys.
2. Jätteiden käsittelytavat Suomen eri kaivoksilla.
3. Rikastamon syötemalmin laatuvariaatioiden vaikutukset.
4. Kokemukset eri vaahdotuskonetyypeistä.
5. Raakkulaimennus.  
Mistä raakua tulee, miten raakun määrää voidaan vähentää. Tilastomatemattinen käsittely; valvovan henkilökunnan koulutuksen merkitys; organisaation vaikutus, kuka käytännössä on ratkaisevassa asemassa; rikastamon syötemalmin laadun ennustelun tarkkuus.
6. Louhinnallisten heikkousvyöhykkeiden tutkimus- ja esittämismenetelmät. (Mahd. diplomityö.)  
Louhintaan vaikuttavien tekijöiden määrääminen kairausnäytteistä; lujuusominaisuudet, valokuvat, sydänhukka; seismotronimittaukset.
7. Sydänhukka.  
Keinot sydänhukan välttämiseksi, tavat sen laadun arvostelemiseksi.
8. Fysikaaliset malmianalyysimenetelmät kappaleesta, jauheesta sekä kalliosta.  
Mitä menetelmiä on kehitetty; magneettiset, sähköiset, radioaktiiviset menetelmät.
9. Malmin makro- ja mikrostruktuurin esittäminen valokuvoin.  
Kokoava havainnollinen esitystapa; värikuvaus, infrapunakuvaus.
10. Kansannäytteiden ja muiden malmietietojen kerääminen yhteen niin, että ne tavalla tai toisella olisivat julkisia asiasta kiinnostuneille.
11. Jatkotankoporaoksen sovellutus geologisiin tutkimuksiin. (Mahd. diplomityönä paikallisena tutkimuksena.)

12. Porauskalustojen vertailu samanlaisissa olosuhteissa. (Mahd. diplomityön aiheena)
13. Kuilunajotekniikka.
14. Peränajotekniikka.

Näistä tutkimusaiheista osa on jatkotutkimuksia kolmen ensimmäisen työkomitean aiheisiin, osa on uusia. Ylläesitetystä kohteista vain muutama on sopiva komiteatyöskentelylle. Valtuuskunta on kuitenkin halunnut saada mielenkiintoisimmat käsittelyn aiheena olleet tutkimuskohteet yleiseen tietoisuuteen, jotta osa niistä tulisi diploimitöinä tai muulla tavoin tutkittua.

*Urmas Runolinna*

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtaja

Tutkimusvaltuuskunta on luovuttanut yhdistyksen sihteerille seuraavat Ruotsista saadut selostukset ja artikkelit:

- 1 — Provtagning av malm i fast klyft.
- 2 — Borrhålsavvikelser; uppmätning, provborrning, styranordningar. av Bengt-Olov Centervärn.
- 3 — Långhålsborrad stigort i Timmergruvan, Grängesberg av Bengt-Olov Centervärn.
- 4 — Bergsprängningskommittén. Protokoll från diskussionsmöte i Stockholm den 14 och 15 november 1958.
- 5 — Förteckning över litteratur, som berör bergborrning, sammanställd för Gruvföreningens kommitté för borrhörningsteknik räkning på Institutionen för gruvbrytning med gruvmätning, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm.
- 6 — Sakregister till föregående.
- 7 — Förteckning över tidskrifter, som berör gruvbrytningen, sammanställd på Institutionen för gruvbrytning med gruvmätning, Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm.

Tämä kirjallisuus on sihteeriltä lainattavissa.

Tutkimusvaltuuskunnan toimesta on tutkimusselostuksia

- Kulutusta kestävä materiaali
- Malmitekniillinen näytteenotto
- Jatkotankoporaus

monistettu 100 kpl kutakin. Kulujen peittämiseksi on yhdistyksen hallitus päättänyt, että näitä selostuksia voi tilata sihteeriltä hintaan 1.000 mk kappaleelta.

## Vuoriteollisuusosasto Teknillisessä Korkeakoulussa

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

30. 9. 59 Risto Juhani *Makkonen*.  
Dipl.työ aiheesta »Osatutkimus systeemeiden CoO—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ja CoO—CaO olotilapiirroksista» prof. Tikkasen johdolla.
28. 10. 59 Timo Juhani *Vältilä*.  
Dipl.työ aiheesta »Tutkimus lietteiden pump-pauksesta sekä lietepumppujen taloudellisuudesta Keretin rikastamossa» professori Hukin johdolla.
21. 1. 60 Olli Antero *Hermonen*.  
Dipl.työ aiheesta »Tutkimus levylohinnan soveltamisesta eräaseen Otanmäen Kaivoksen malmialueeseen» professori Järvisen johdolla.
6. 2. 60 Risto Heimo Akilles *Heiskanen*.  
Dipl.työ aiheesta »Tutkimus kaivosten näytteenoton antamien tulosten analysointimahdollisuuksista» professori Mikkolan johdolla.
11. 3. 60 Seppo *Yläsaari*.  
Dipl.työ aiheesta »Tutkimus kuparin oksidien reaktioista kiinteässä tilassa» professori Tikkasen johdolla.

## Uusia jäseniä — Nya medlemmar

Vuorimiesyhdistys r.y. — Bergsmannaföreningen r.f:n vuosikokouksessa maaliskuun 25 p:nä 1960 hyväksyttiin seuraavat henkilöt yhdistyksen varsinaisiksi jäseniksi:

*Eriksson, Karl Birger*, dipl.ins., syntynyt 14. 12. 1920. W. Rosenlew & Co Oy:n palveluksessa Porin Konepajalla. Osoite: Satakunnankatu 18 C 38, Pori.

*Johansson, Edvin B.*, ing. född 16. 7. 1903. Verkstäl-lande direktör för Sala Maskinfabriks Ab. Adress: Sala, Sverige.

*Julila, Lasse*, dipl.ins., syntynyt 21. 10. 1920. Rikki-happo- ja Superfosfaattitehtaat, Oy:n Vihtavuoren tehta-  
taan tuotantopäällikkö. Osoite: Vihtavuori.

*Järvinen, Väinö*, ins. syntynyt 14. 12. 1917. Suomen Forsiitti—Dynamiitti Oy:n palveluksessa. Osoite: Hanko.  
*Haavisto, Helge Otto Holger*, dipl.ins., syntynyt 2. 8. 1920. Rautaruukki Oy:n toimitusjohtaja. Osoite: Tiilimäki 35, Munkkiniemi, Helsinki.

*Karttunen, Paavo Joel*, dipl.ins., syntynyt 13. 7. 1910. Outokumpu Oy:n Kakkolan kiisusulaton tekn.johtaja. Osoite: Kokkola.

*Koivuniemi, Tatu Jaakko*, dipl.ins., syntynyt 17. 8. 1933. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautateh-  
taalla. Osoite: Imatrankoski.

*Kujanpää, Jorma Pertti*, fil.maist., syntynyt 6. 3. 1936. Outokumpu Oy:n palveluksessa malminetsintäosastolla. Osoite: Raivionmäki, Outokumpu.

*Lyytikäinen, Erkki*, fil.maist., syntynyt 7. 7. 1925. Geo-  
logisen tutkimuslaitoksen palveluksessa. Osoite: Otaniemi.  
*Lögdö, John Henrik*, bergsing., född 29. 5. 1914. Verk-  
ställande direktör för Svenska Metallverkens Ugns Aktie-  
bolag. Adress: Lekgatan 19, Västerås, Sverige.

*Mela, Martti Juhani*, dipl.ins., syntynyt 22. 6. 1933. Oy Vuoksenniska Ab:n palveluksessa Imatran rautatehtaalla. Osoite: Imatrankoski.

*Mäyrä, Matti Veikko*, dipl.ins., syntynyt 20. 2. 1930. Fiskars Oy, Loimaan tehtaitten tekn.johtaja. Osoite: Loi-  
maa.

*Nurmi, Aimo Akseli Ensio*, fil.maist., syntynyt 14. 2. 1923. Geologisen tutkimuslaitoksen palveluksessa. Osoite: Pit-  
känsillanranta 17 B, Helsinki.

*Piirainen, Tauno*, fil.maist., syntynyt 22. 4. 1929. Atomi-  
energia Oy:n palveluksessa. Osoite: Hiihtomäentie 28 A 3, Herttoniemi, Helsinki.

*Rautimo, Pentti Jaakkima*, dipl.ins., syntynyt 12. 7. 1918. Outokumpu Oy:n Porin metallitehtaan teknillinen johtaja. Osoite: Pori.

*Saarinen, Heimo Unto August*, ins., syntynyt 5. 7. 1930. Outokumpu Oy:n Harjavallan kuparisulaton laboratorio-  
päällikkö. Osoite: Harjavalta.

*Saraste, Arno Kalevi*, dipl.ins., syntynyt 6. 3. 1914. W. Rosenlew & Co. Oy:n palveluksessa Porin Konepajalla. Osoite: Hallituskatu 5, Pori.

*Thafvelin, Karl Gunnar*, bergsing., Höganäs—Billesholms Aktiebolag. Adress: Höganäs, Sverige.

*Talvitte, Jouko Juhani*, fil.maist., syntynyt 9. 6. 1932. Outokumpu Oy:n palveluksessa Vihannin kaivoksella. Osoite: Lampinsaari.

## Nuoriksi jäseniksi hyväksyttiin:

*Alakokkare, Esa Antero*, syntynyt 8. 4. 1935. Osoite: Otaniemi D 63.

*Asikainen, Hannu Matti*, syntynyt 9. 2. 1939. Osoite: Mannerheimintie 25 A 23, Helsinki.

*Hiilamo, Seppo Juhani*, syntynyt 9. 7. 1936. Osoite: Kyy-  
luodontie 1, Lauttasaari, Helsinki.

*Härkki, Seppo Untamo*, syntynyt 29. 2. 1936. Osoite: Otaniemi B 24.

*Kaivola, Markku Eero A.*, syntynyt 6. 12. 1937. Osoite: Malminkatu 24 A Helsinki.

*Palomäki, Asho Inari*, syntynyt 17. 9. 1937. Osoite: Las-  
tenkodinkatu 7 A 5, Helsinki.

*Tuominen, Tapio Kalevi*, syntynyt 20. 11. 1937. Osoite: Otaniemi E 72.

*Uvelin, Esko Emil*, syntynyt 24. 8. 1936. Osoite: Ota-  
niemi I 35.

## Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna

Dipl. ins. *Robert Alander* on siirtynyt Outokumpu Oy:n kiisusulatonle. Osoite: Kokkola.

Dipl.ing. *Hans-Arnold Arppe* har flyttat till A. Ahlström Oy Iittala bruk. Adress: Iittala.

Dipl.ins. *Raimo Eriksson* on siirtynyt Fiskars-yhtymän palvelukseen Äminneforsin tehtaalle. Osoite: Äminnefors.

Dipl.ing. *Kaj Grönblad* har överflyttat till Oy Vuoksen-  
niska Ab:s Åbo Järnverk. Adress: Slottsgatan 21 A 28, Åbo.

Dipl.ing. *Per-Olof Grönqvist* har överflyttat till Outo-  
kumpu Oy:s nickelfabrik i Harjavalta. Adress: Harjavalta.

Dipl.ins. *Olavi Haapala* toimii nykyään Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivoksen rikastuspäällikkönä. Osoite: Pyhäsalmi.

Fil.tri. *Paavo Haapalalle* on myönnetty professorin arvo-  
nimi.

Övering. *Erik Hackzell* har utsetts till försäljningschef och viceverkställande direktör för Svenska Metallverkens Ugnsaktiebolag.

Fil.maist. *Olavi Helovuori* toimii nyttemmin Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivoksen geologiasaston päällikkönä. Osoite: Pyhäsalmi.

Fil.lis. *Olavi Jänntti* on nimitetty Puolustuslaitoksen tutkimuskeskuksen päälliköksi.

Dipl.ins. *Kauko Kaasila* toimii nykyään Outokumpu Oy:n kiisusulatonle Kokkolassa. Osoite: Kokkola.

Dipl.ins. *Jorma Karvila* on siirtynyt Outokumpu Oy:n kiisusulatonle Kokkolaan. Osoite: Kokkola.

Direktör *Ake Kihlman* har utnämnts till verkställande direktör vid Tampella Oy.

Dipl.ins. *Tapani Kilponen* on muuttanut Outokumpu Oy:n Vihannin kaivokselle. Osoite: Lampinsaari.

Dipl.ins. *Erkki Koskela* toimii nykyään Outokumpu Oy:n Ylöjärven kaivoksella. Osoite: Outokumpu Oy, Tam-  
pere.

Dipl.ins. *Seppo Lappalainen* on nyttemmin Outokumpu Oy:n palveluksessa Ylöjärven kaivoksella. Osoite: Outo-  
kumpu Oy, Tampere.

Fil.lis. *Mauno Lehijärvi* on väitellyt filosofian tohtoriksi.

Fil.tri *Vladi Marmo* on nimitetty Geologisen tutkimus-  
laitoksen ylijohtajaksi.

Dipl.ins. *Martti Merenmies* on siirtynyt Rautaruukki Oy:n palvelukseen. Osoite: Salomoninkatu 17, Helsinki.

Dipl.ins. *Reino Mäkelä* on siirtynyt Rautaruukki Oy:n palvelukseen. Osoite: Salomoninkatu 17, Helsinki.

Tekn.lis. *Simo Mäkipirtti* on väitellyt tekniikan tohto-  
riksi.

Fil.maist. *Eero Pehkonen* on nykyään Outokumpu Oy:n palveluksessa Outokummun kaivoksella. Osoite: Torikatu 9  
A 2, Outokumpu.

Filosofian lisenssiaattitutkinnon on suorittanut fil.maist. *Maunu Puranen*. Osoite: Menninkäisentie 5 C 24, Tapiola.

Dipl.ins. *Rauno Seeste* toimii nykyään käyttöinsinöörinä Outokumpu Oy:n nikkelitehtaalla Harjavallassa. Osoite: Harjavalta.

Dipl.ins. *Juhani Tanila* on nykyään Outokumpu Oy:n palveluksessa Vihannin kaivoksella. Osoite: Lampinsaari.

Dipl.ins. *Heikki Tanner* on nimitetty Outokumpu Oy:n kiisusulaton isännöitsijäksi. Osoite: Kokkola.

Dipl.ins. *Matti Varonen* on siirtynyt Rautaruukki Oy:n palvelukseen. Osoite: Salomoninkatu 17, Helsinki.

Dipl.ins. *Per Westerlund* on nyttemmin Otanmäki Oy:n palveluksessa Kärvasvaaran kaivoksella. Osoite: Kärvas-  
vaara, Mäsi.

## Osoiteenmuutoksia - Adresförändringar:

Dipl.ins. *Väinö Alho*. Uusi osoite: Toukotie 6, Kouvola.  
Dipl.ing. *Allan Backman*. Ny adress: Bergslagsgatan  
31 E, Sala, Sverige.

Fil.mag. *Torvald Borg*. Ny adress: Hoplaksvägen 11 B 35,  
Munksnäs, Helsingfors.

Dipl.ing. *Mauritz Bäckström*. Ny adress: Ulfsbyvägen  
19 F 16, Munkshöjden, Helsingfors.

Dipl.ing. *Halvdan Eklund*. Ny adress: Vasaesplanaden 2,  
Vasa.

Ins. *Mauri Eskola*. Uusi osoite: Sammonkatu 15 as 5,  
Kaleva.

Dipl.ins. *Sakari Hiltunen*. Uusi osoite: Opettajainkatu 5,  
Pori.

Toimitusjohtaja *Martti Hovi*. Uusi osoite: Hietalahdenkatu 2, Helsinki.

Fil.tri. *Maunu Härme*. Uusi osoite: Rakuunantie 5 B 16, Munkkiniemi, Helsinki.

Fil.lis. *Olavi Jäntti*. Uusi osoite: Mechelininkatu 28 b A 15, Helsinki.

Fil.maist. *Juha Kalla*. Uusi osoite: Inapolku 3, Rovaniemi.

Dipl.ins. *Aarne Kapanen*. Uusi osoite: Hallitalo, Pori.  
Dipl.ins. *Pentti Kettunen*. Uusi osoite: Pajalahdentie 8 B, Lauttasaari, Helsinki.

Dipl.ins. *Olavi Koponen*. Uusi osoite: Maurinkatu 4 B, Helsinki.

Dipl.ins. *Reino Kurppa*. Uusi osoite: Pyhäsalmi.  
Dipl.ins. *Jaakko Lehmus*. Uusi osoite: Laanila, Oulu.

Dipl.ins. *Pekka Lehto*. Uusi osoite: Kaskenkaatajantie 6 A, Tapiola.

Rehtori *Reino Linnala*. Uusi osoite: Kumpula, Outo-kumpu.

Dipl.ins. *Pekka Lähteenoja*. Uusi osoite: Kallela, Outo-kumpu.

Fil.maist. *Väinö Makkonen*. Uusi osoite: Maakuntakatu 20 B 8, Rovaniemi.

Dipl.ins. *Risto Myyryläinen*. Uusi osoite: Pyhäsalmi.

Dipl.ins. *Kalervo Nieminen*. Uusi osoite: Vuorimiehenkatu 23b A 9, Helsinki.

Fil.mag. *Åge Renvall*. Ny adress: Ikalis.  
Dipl.ins. *Olavi Sipilä*. Uusi osoite: Tourulantie 6, Jyväskylä.

Dipl.ins. *Holger Tillman*. Uusi osoite: Raatihuoneenkatu 21, Hämeenlinna.

Dipl.ins. *Kyösti Torsti*. Uusi osoite: Koskelantie 42 a A 9, Helsinki.

Tekn.tri. *Veikko Valorinta*. Uusi osoite: Sammonkatu 23 E 76, Tampere.

## Kirjallisuutta — Litteratur

*Miekk-oja H. M.*: METALLIOPPI. Kustantaja: Teknillisten Tieteiden Akatemia — Akademin för Tekniska Vetenskaper. Helsinki 1960. 669 sivua, 490 piirrosta ja 123 kidekuvaa. Jakelusta huolehtii Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunnan metallikerho, Otaniemi.

Kirjan 6 ensimmäistä lukua omistetaan metallin rakenteen yleisten perusteiden selvittämiseen. Luvuissa 6—7 tarkastellaan yksityisiä metalleja, niiden käsittelyä, ominaisuuksia ja käyttöä. Päähuomio kohdistetaan teräkseen, varsinkin sen lämpökäsittelyyn. Viimeisessä luvussa esitetään yhteenvedo metallien käyttäytymisestä jännityksen alaisina.

*Stigzelius, Herman*: KAIVOSMITTAUS. Kauppa- ja teollisuusministeriön ammattikasvatusosasto, Helsinki 1959. 102 sivua, 30 kuvaa.

Kirja on tarkoitettu kaivosmittauksen oppi- ja käsikirjaksi.

*Neubert Karl und Stein Walther*: PLAN- UND RISSKUNDE. Band I. Bergakademie Freiberg, Fernstudium. 1958. 294 sivua 134 kuvaa.

Kirja käsittelee lähinnä kaivoskarttojen piirustusoppia. Kirjaan sisältyy laajahko historiallinen katsaus.

*Asanti, Paavo*: VALUKAPPALEIDEN SUUNNITTELU I. Tekn. korkeakoulun monistustoimisto, Helsinki 1959. Koko A5, 89 sivua, 4 liitettä, 93 kuvaa. Jakelu: TKK monistustoimisto, hinta 525 mk.

Kirja on tarkoitettu suunnittelijoille ja valimotekniikan opiskelijoille.

Telaketjujalustainen

# Ingersoll-Rand

## „GRAWL-IR” VAUNUPORAKONE

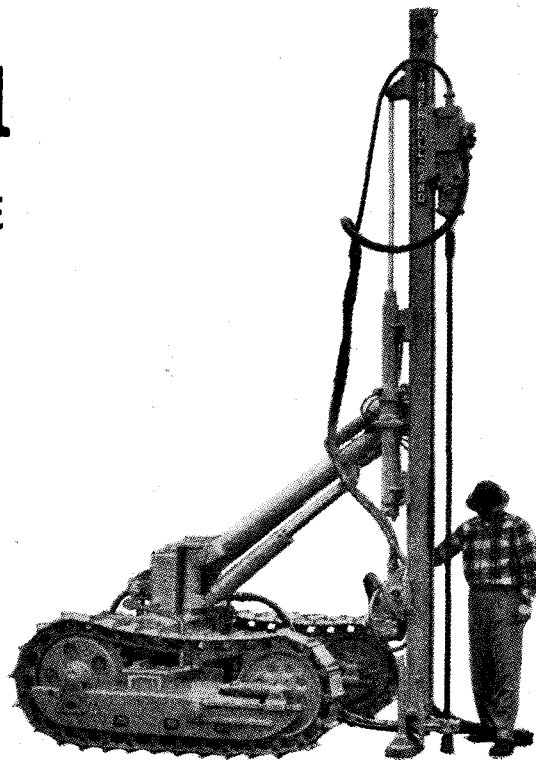
Suurtehoporauksiin

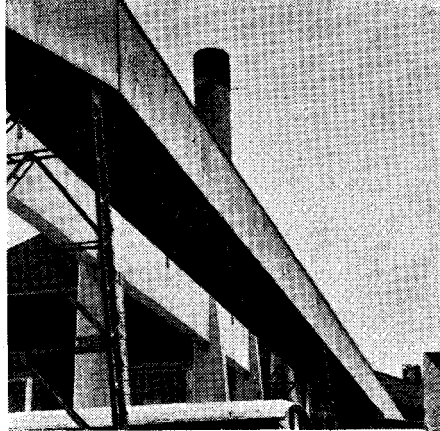
Reikäkoko  $2\frac{3}{4}$  —  $3\frac{1}{2}$ "  
Porausteho 3" reikää 60 m/vuoro  
Tehollinen porausaika 75 — 80 %  
Ilmankulutus 12,5 m<sup>3</sup>/min.

Crawl-IR merkitsee  
ILMAISTA RATIONALISOINTIA

oy GRÖNBLOM AB

HELSINKI - TURKU - TAMPERE - OULU

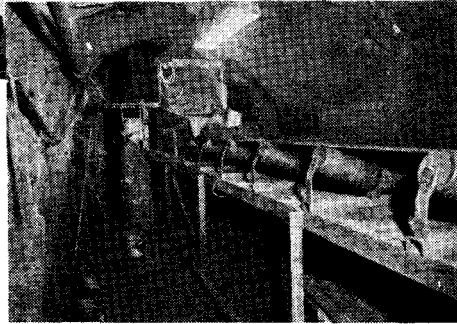




# KULJETTIMIA

vuori- ja  
kaivosteollisuudelle

Tehtaamme on erikoistunut erilaisten teollisuus-  
kuljettimien valmistamiseen. Kuljetinholkkiketjut  
kuuluvat myös valmistusohjelmaamme.

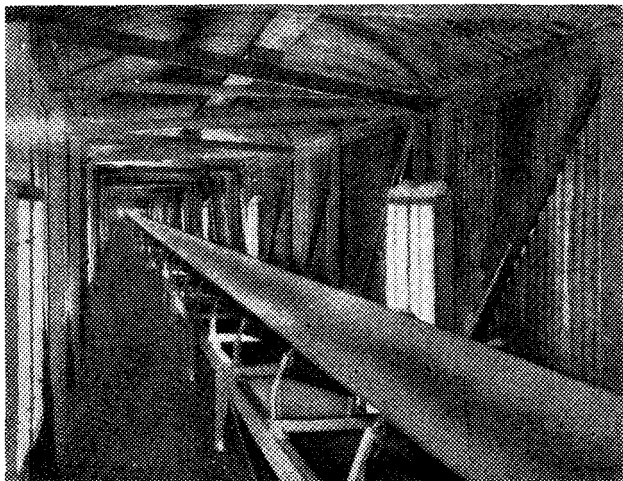


## RAAHE OY

RAAHE

# TAMMER

## KULJETUS- JA ELEVAATTORIHIIHNOJA



### TAMMER

Teollisuuden tavallisiin kuljetuksiin.

### SIRO

Keveämmän tavarankuljetukseen.

### HERKULES-BALATA

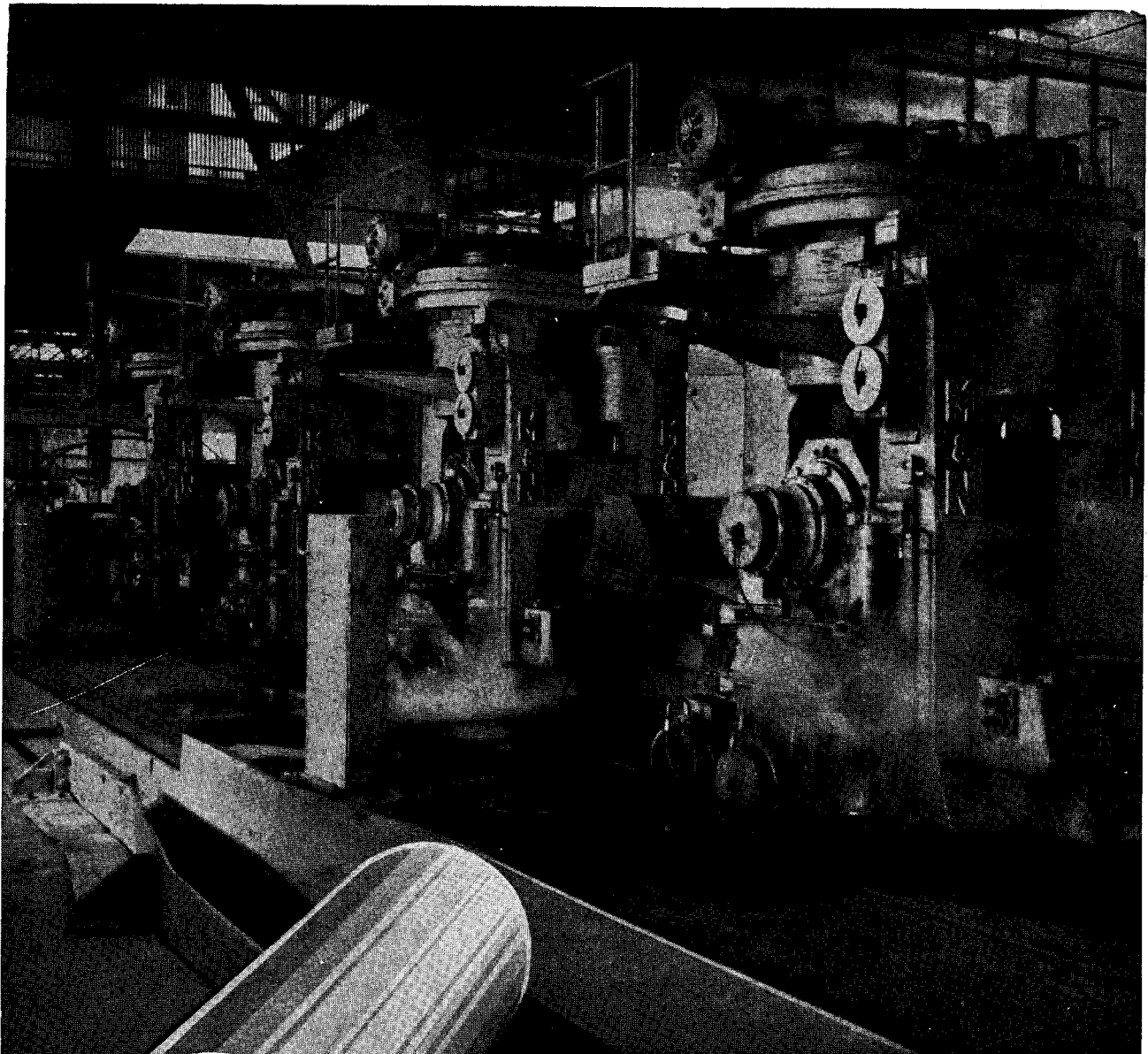
Kuljetushihna, joka sopii erinomaisesti myös  
elevaattorihihnaksi.

Toimitamme myös **ERIKOISVALMISTEISIA  
KULJETUSHIIHNOJA** kuten:

- kumipäällysteisiä puskurikudoksin (Breaker Strips) kivi-, malmi- ja propsikuljetuksiin.
- lämmön- ja öljynkestäviä.
- kohokepintaisia suuriin nostokulmiin



**TAMMER TEHTAAT OY** TAMPERE



Kontinuierliche Warmbandstrasse

**WIR PLANEN UND LIEFERN:**

Warm- und Kaltwalzwerke,  
Walzwerkshilfmaschinen und -hilfseinrichtungen.

**MOELLER & NEUMANN**

Walzwerkbau

**ST. INGBERT-SAAR**

Finnische Vertretung

**OY LILIUS & Co AB**  
HELSINKI

# KUE-KEN

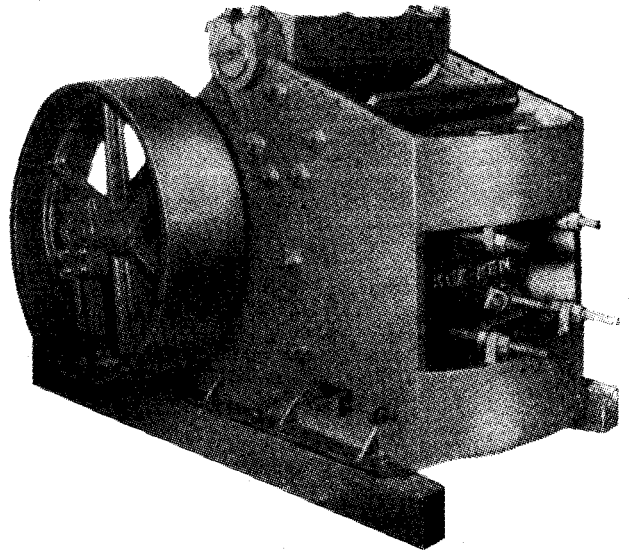
Leuka- ja kartio-  
murskaimia

VALMISTAJA

**ARMSTRONG WHITWORTH LIMITED**

(Metal Industries)

Englanti



EDUSTAJA

oy **ALGOL** AB



12 631 / 269

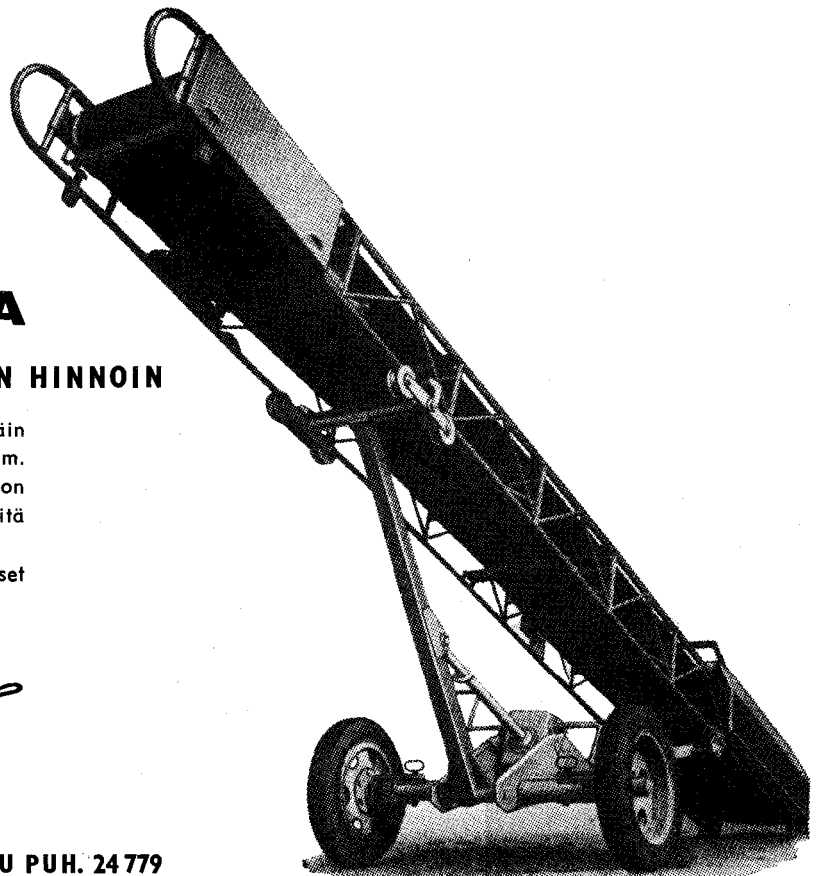
## NYT SAKSALAISIA HIHNAKULJETTIMIA

ENTISTÄ EDULLISIMMIN HINNOIN

Kuljettimet ovat putkirakenteesta johtuen erittäin vankkoja ja keveitä, kouruhihnan leveys on 500 mm. Korkeussäätöisen ajoalustan kaksi kumipyörää on käännettävissä 90°. — Olemme toimittaneet näitä kuljettimia maahamme jo toistasataa kappaletta. Annamme mielellämme Teille lisätietoja, toimitukset suoraan varastostamme.

*Smorring*

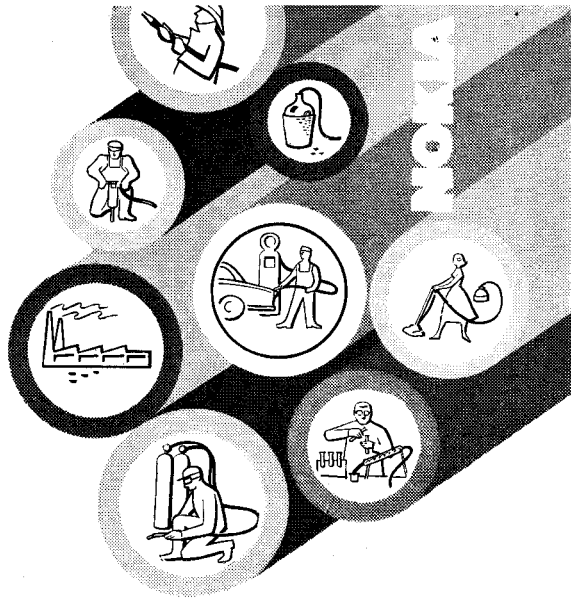
HELSINKI PUH. 58166 TURKU PUH. 24779





# KUMILETKU

## korvaamaton teollisuusletku



NOKIAN kangas-, punos- ja teräsvahvisteiset kumiletkut johtavat ilmaa, vettä, kaasuja, höyryä, polttoainetta ym. elinkeinoelämämme palvelukseen. Myös vuoriteollisuudessa kumiletku on ainoa mahdollinen, todella käyttökelpoinen letku.

# NOKIA

*Suomen Kumitehdas Osakeyhtiö*

## AEG

### TÄRYTEKNIKKAA

Rationalisointia  
automaattisesti  
säädetyn tärykouruin

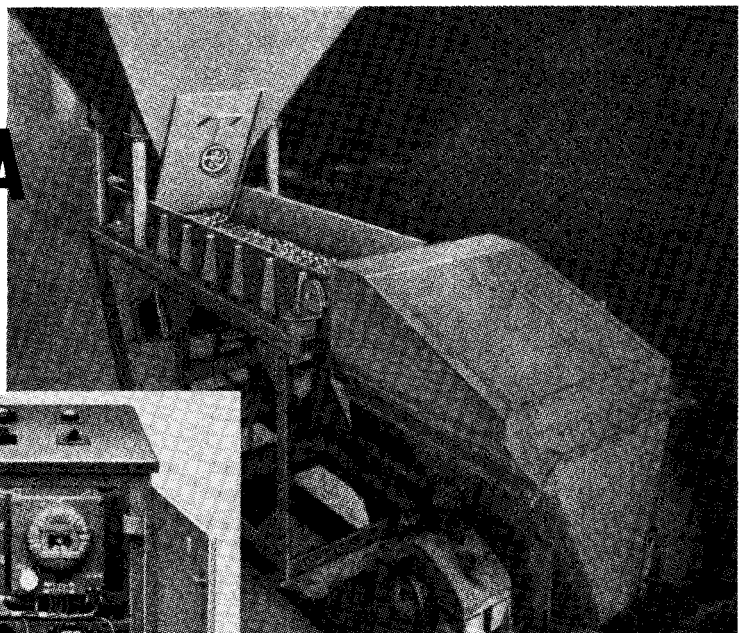
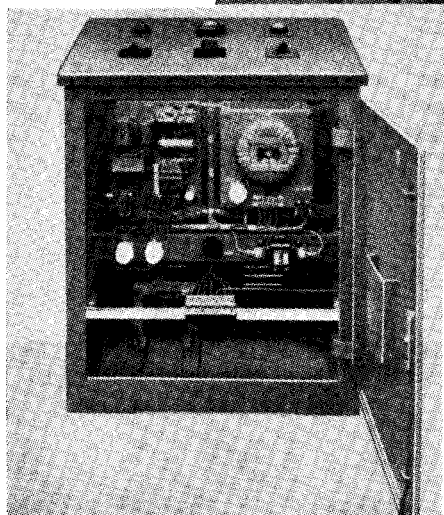
Sähkömagneettisin täryttimin varustettu kouru toimii jauhatuslaitoksen syöttäjänä. Ainemäärää säättää transduktorilla varustettu kojeisto. Syötettävä määrä asetettavissa portaattomasti haluttuun arvoon.

Huolto on vähäinen, koska tärytin ja säätöjärjestelmä eivät sisällä pyöriä tai toisiaan vastaan hankaavia rakennneosia.

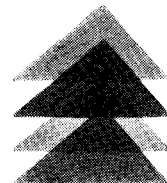
Pääedustaja Suomessa

**SÄHKÖLIIKKEIDEN OY**

Helsinki, Satamak. 4. Puh. 11 501



Jauhatuslaitos



Ohjauskaappi

# VIHTAVUOREN TEHTAAT

valmistavat:

- DYNAMIITTIA
- VARMUUSRÄJÄHDYSINEITA
- SÄHKÖRÄJÄYTYSNALLEJA
- TULILANKANALLEJA
- TULILANGAN SYTYTTIMIÄ

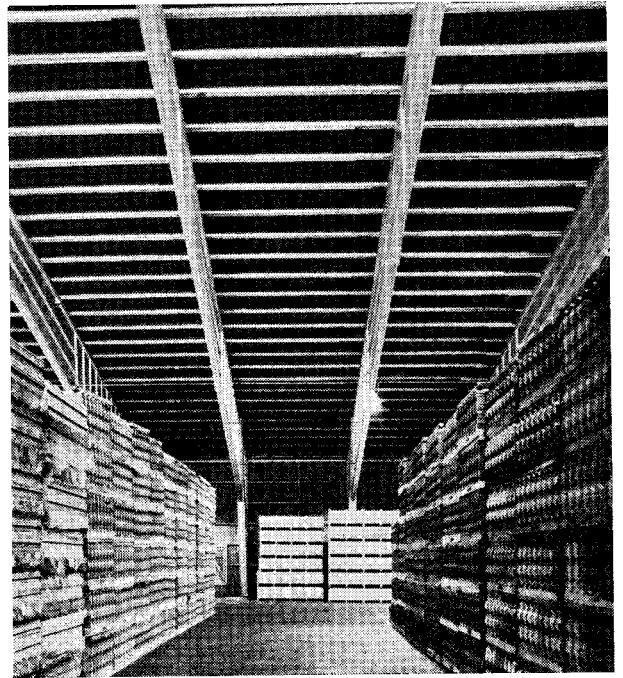
VARMAA VOIMAA  
VIHTAVUORESTA!



**RIKKIHAPPO**  
JA SUPERFOSFAATTITEHTAAT OY



Suomen Mineralin Muijalan  
tehtaan mineriittirakenteista  
mineriittivarastoa.



**MINERIT**

**KEVYT  
UUSI ASU  
TEOLLISUUDELLE**

Muovieristeinen  
kaivoskaapeli  
(konsentrinen  
nollajohdin)

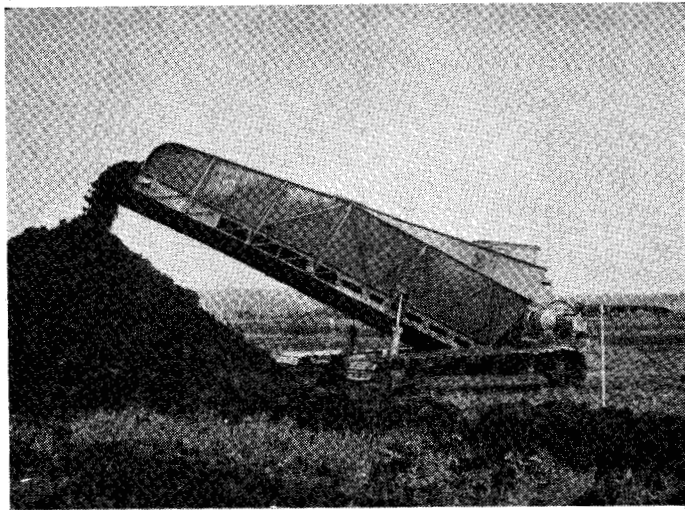
Muovieristeinen  
kaivoskaapeli  
litteälanka-armeeraus

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

# KAIIVOS- KAAPELEITA



SUOMEN KAAPELITEHDAS OSAKEYHTIÖ  
HELSINKI



**TURPEESTA  
TEHOKKAILLA KONEILLA  
HALVIMMAT  
KALORIAMAT**

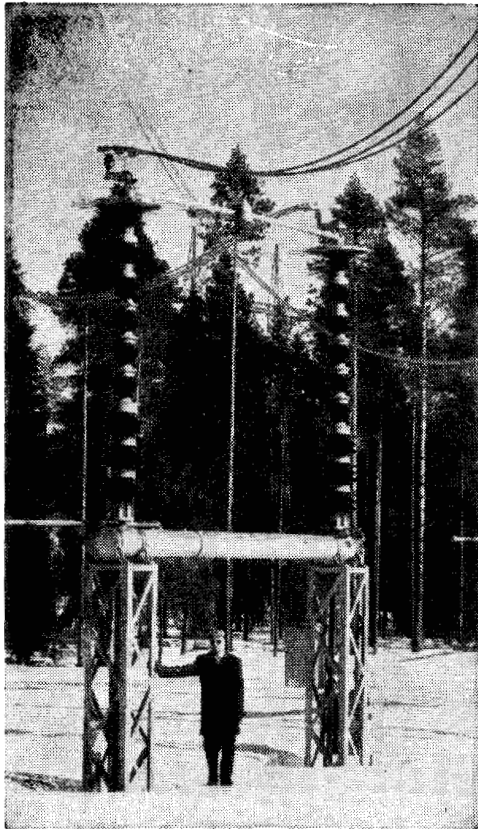
← Neuvostoliittolainen koneturpeen  
aumaaja työssään.

**V/O MACHINOEXPORT**

EDUSTAJA SUOMESSA:

*Cy Finnish Impex Ab*

HELSINKI — Hallituskatu 17 — Puhelin 66 03 68



400 kV erotin

## 400.000 voltin jännite

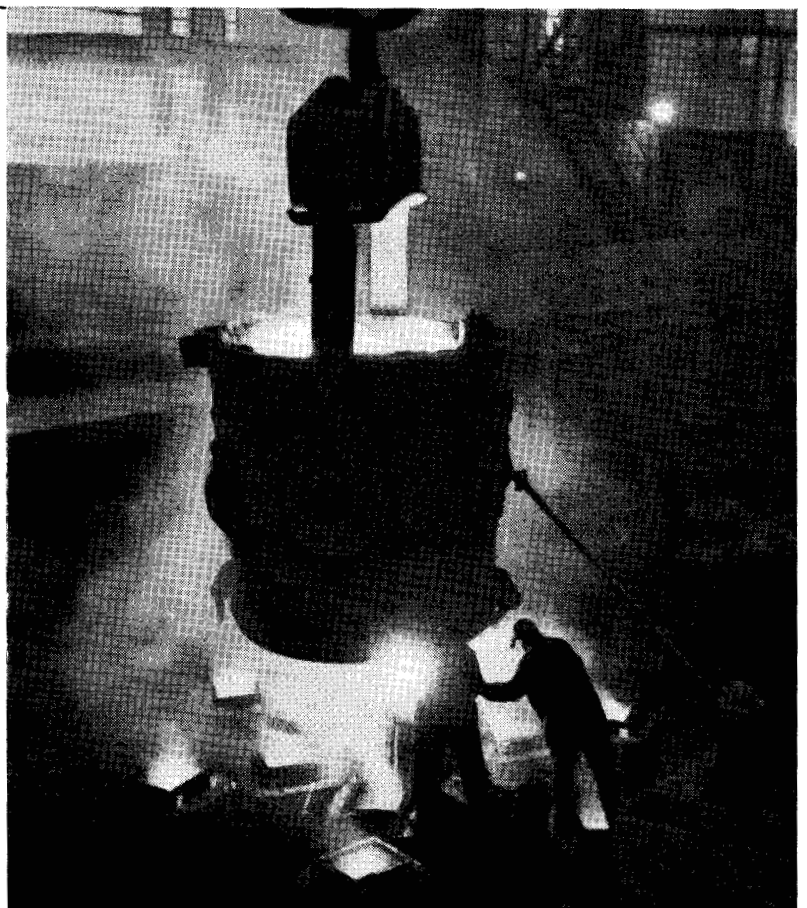
otetaan syksyllä käyttöön Imatran Voiman voimansiirrossa. Näin korkeaan siirtojännitteeseen on turvaututtava rakennettavien voimansiirtojohtojen lukumäärän ja rakennuskustannusten rajoittamiseksi sekä siirtohävikkien supistamiseksi. Tämän uuden, 400 kV voimansiirtojärjestelmän vaatimat varusteet eroavat kooltaan kaikesta maassamme aikaisemmin nähdyistä, sillä ne ovat tietenkin paljon järeämpiä kuin pienemmillä jännitteillä tarvitut.

## IMATRAN VOIMA OSAKEYHTIÖ

## KULUMISTAKESTÄVÄÄ TERÄSTÄ

valssattuina tankoina  
valukappaleina

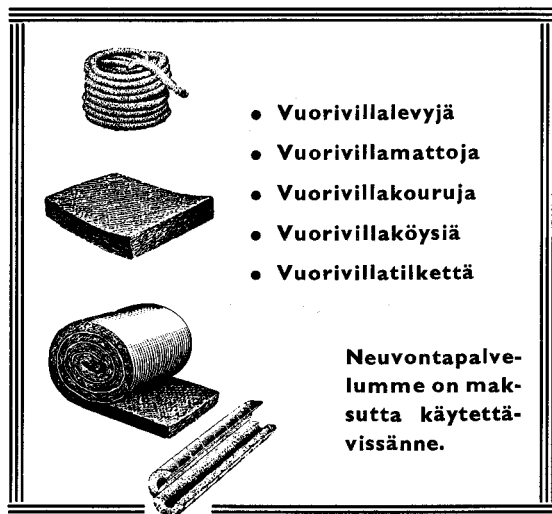
Oy VUOKSENNISKA Ab



# VUORIVILLA

## ylivoimainen eristysaine

- jolla on paras mahdollinen eristyskyky
- jota on helppo käsitellä
- joka on huokeaa



Vuorivilla soveltuu yhtä hyvin puu-, tiili- ja betonirakenteisiin

### VUORIVILLA

kuuluu palonkestävään A-luokkaan

### VUORIVILLAN

lämmönjohtoluku on vain 0,028

### VUORIVILLA

on mineraalikuitua eikä sisällä mätäne

### VUORIVILLA

on kevyt ja miellyttävä käsitellä

### VUORIVILLA

on kimmoisa

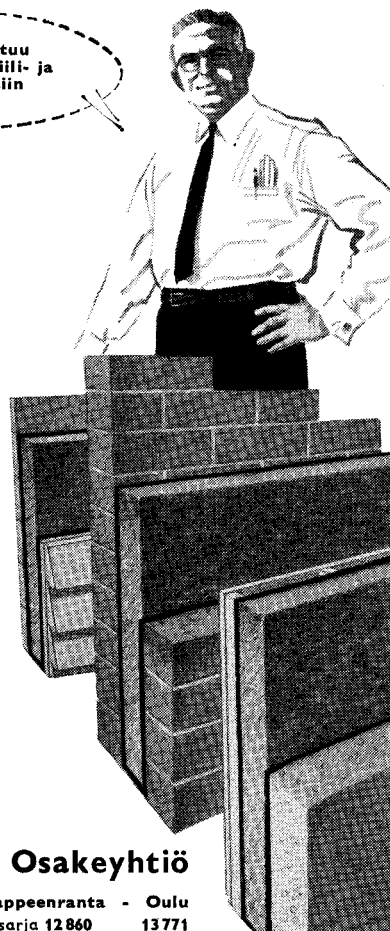
### VUORIVILLA

säästää lämmityskustannuksia

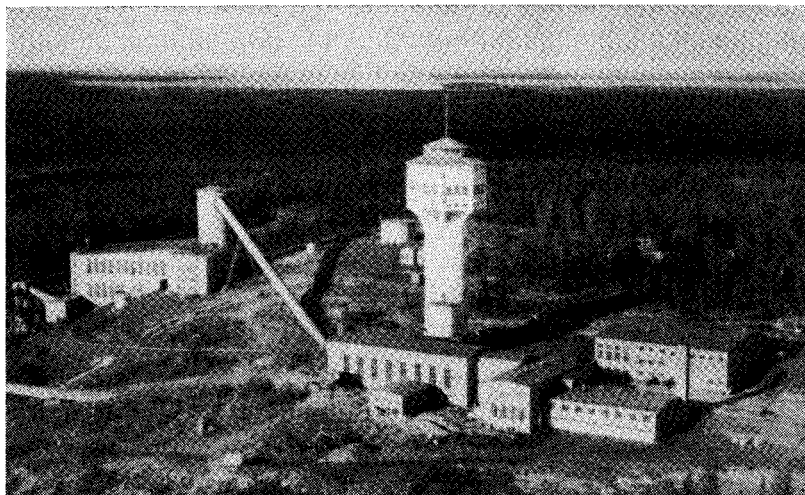


## Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö

Parainen - Turku - Helsinki - Lappeenranta - Oulu  
vaihde 44422 20381 10091 sarja 12860 13771



# OTANMÄKI OY



### HELSINGIN TOIMISTO

Postiosoite: Aleksanterinkatu 48 A  
Sähkeosoite: Otanmäki, Helsinki  
Puhelin: 58844

### KÄRVÄSVAARAN KAIVOS

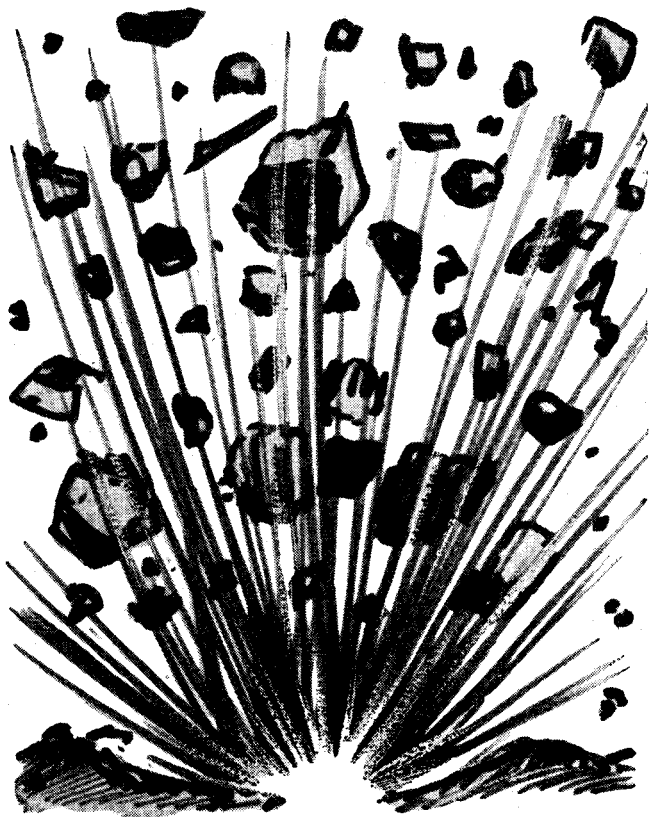
Postiosoite: Misi, Kärvasvaara  
Sähkeosoite: Otanmäki, Misi  
Puhelin: Misi 16

### PÄÄKONTTORI

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

### SATAMA

Postiosoite: Oulu, Malmisatama  
Sähkeosoite: Malmisatama, Oulu  
Puhelin: 15347



# IMATREX

**KLORAATTI**

**RAKEET**

maan, kantojen, kivien ja jään räjäyttämiseen.

**TEHOPANOKSET**

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

**BRIKETIT**

kallion louhintaan.

KOTIMAINEN VALMISTE



**OSAKEYHTIÖ SAVO**

**ELEKTROKEMIAALLINEN TEHDAS**

Imatra - Puh. 1132

Myyntikonttori Helsingissä: Unioninkatu 9, puh. 12 420

## OY TEOLLISUUSRAKENNE — INDUSTRIKONSTRUKTION AB

Dipl. ing. C. Birger Salonen

Ark. Safa Tor-Eric Herler

**Teollisuuden  
rakennusongelmat**

**Industrins  
byggnadsproblem**

HELSINKI, Kluuvikatu 3. Puhelin 61 751

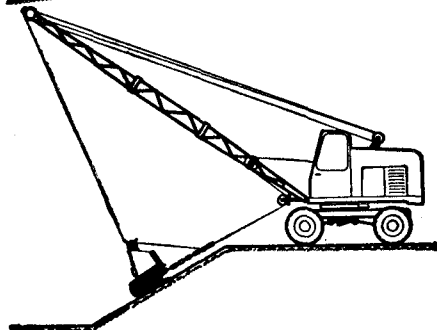
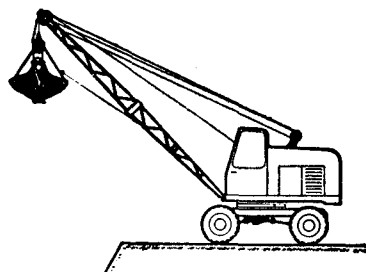
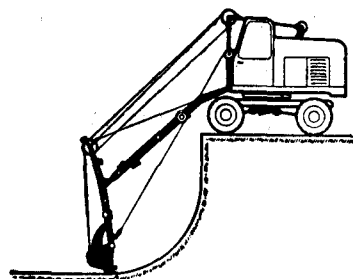
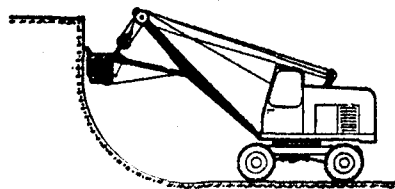
HELSINGFORS, Glogatan 3. Telefon 61 751

### Ilmoittajat - Annonserer:

Algol  
Asea  
Ekströmin Koneliike  
Finnish Impex  
Fiskars  
Grönblom  
Imatran Voima  
Karhula  
Kesko  
Knorring  
Lilius  
Lokomo  
Machinery  
Mercantile  
Otanmäki  
Outokumpu  
Paraisten Kalkkivuori  
Raabe  
Rautakonttori  
Rikkihappo- ja Superfosfaattitehtaat  
Savo  
Suomen Mineraali  
Suomen Kaapelitehdas  
Suomen Kumi  
Suomen Maanviljelijäin Tehdas  
Sähköliikkeiden Oy  
Tallberg  
Tammer Tehtaat  
Tampella  
Teollisuusrakenne  
Teollisuustiili  
Troili  
Tulenkestävät Tiilet  
Valmet  
Vuoksenniska

**Länsi-saksalaisia  
laatukoneita**

**GROSS**



Tukevarakenteiset ja kardaanivetoi-  
set Gross nosturit ja kaivukoneet ovat  
luokassaan eniten myytyjä Länsi-Sak-  
sassa. Joka mallissa 3 eri nosto- ja  
kääntymisnopeutta jokaista työolo-  
suhdetta varten.

GROSS koneet toimitetaan seuraa-  
villa työvarustuksilla:

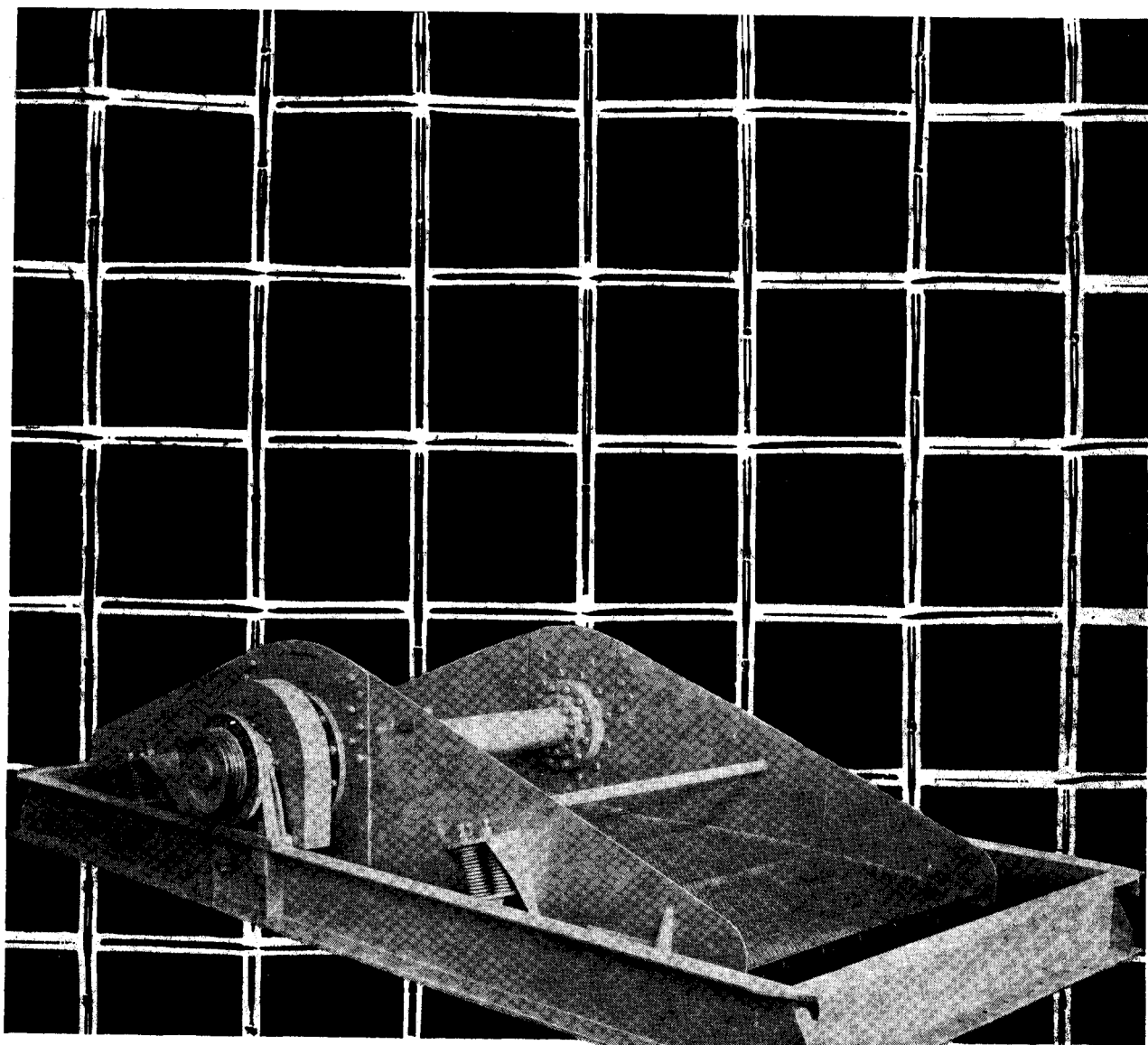
- pistokauha
- kuokkakauha
- kahmurikauha
- laahauskauha
- nosturi
- junttalaitteet

Kaikissa malleissa Deutz ilmajäähdy-  
tetty dieselmoottori. Koneet saatavana  
joko taka- tai jokapyörävetoisina.  
Suuremmat mallit voidaan varustaa  
nestekytkimellä.

**JULIUS TALLBERG**

VUORITEKNILLINEN OSASTO

Helsinki - Vaihde 13 611



# Täryseuloja

## vaativiin seulomistehtäviin

Valmistusohjelmassa useita erikokoisia 1-, 2- ja 3-tasoseuloja, joissa seulapinta-alat  $500 \times 1000 \text{ mm}$  —  $1750 \times 3500 \text{ mm}$ .

Täryseuloilla on laaja käyttö tuotannon eri vaiheissa niin kaivosteollisuudessa kuin monella muullakin teollisuuden alalla.

Määrättyyn tarkoitukseen soveltuvan täryseulan valintaan vaikuttaa ratkaisevasti seulottavan aineen ominaisuudet ja tavoitettu tuotanto.

Ilmoittakaa käyttöolosuhteet mahdollisimman tarkkaan — asiantuntijamme laativat Teille sopivan ehdotuksen.



Yhteistyössä Morgårdshammars Mek. Verkstads AB:n kanssa.