

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.

Sisältö—Innehåll

P. Rautio — A. Korhonen:

Outokumpu Oy, Porin tehtaat

K. Relander — K. Lounamaa:

Mikroseostetut teräkset

O. Vartiainen:

Uusi suodatuslaitteisto nopeasti suodattuvien materiaalien jatkuvaksi suodattamiseksi

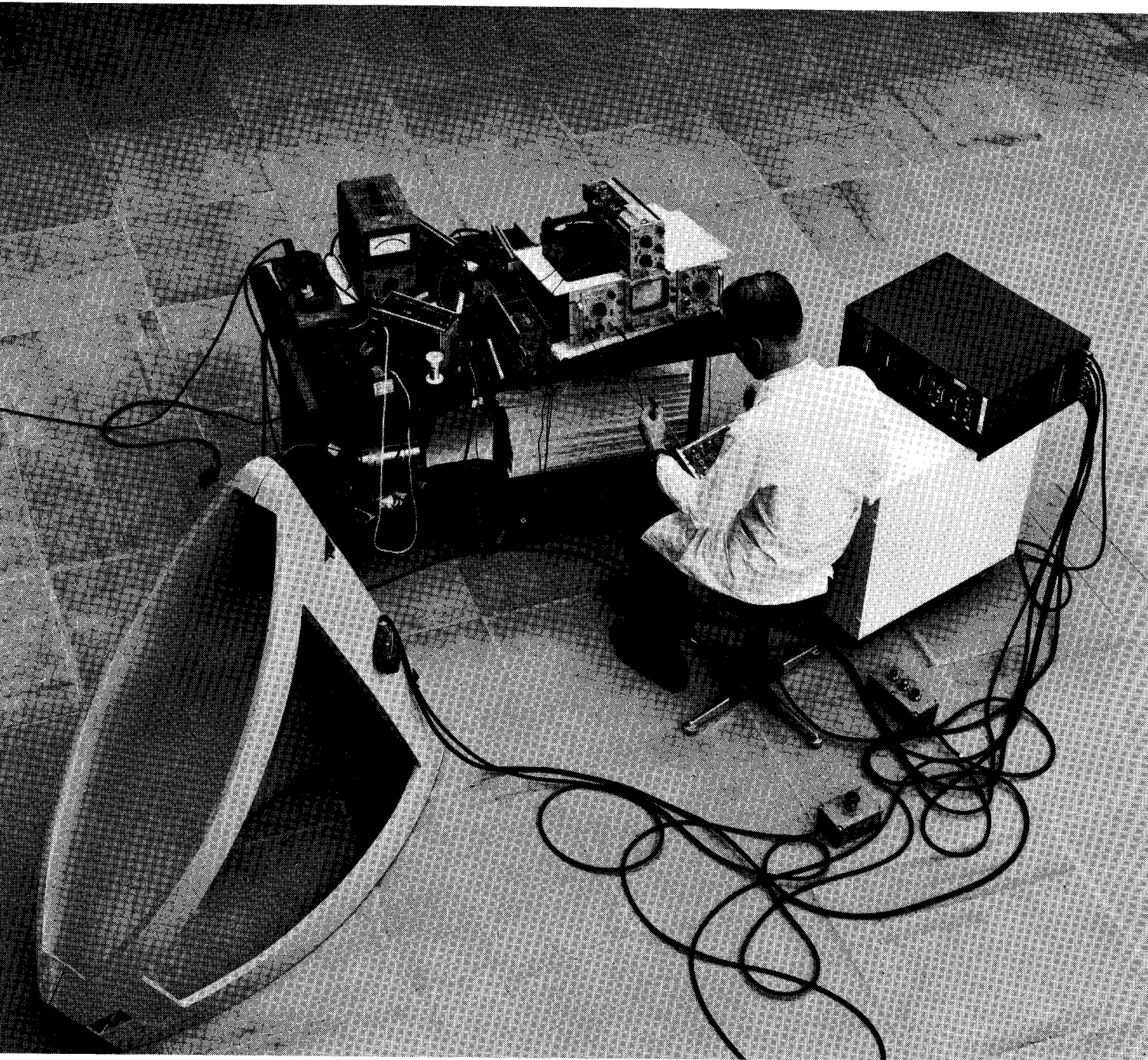
J. Siivola:

Röntgenmikroanalysaattori tutkimusvälineenä

V. Vähätalo — H. Raja-Halli:

Syväkairaustilasto v. 1966

Kalliomekaniikan päivät

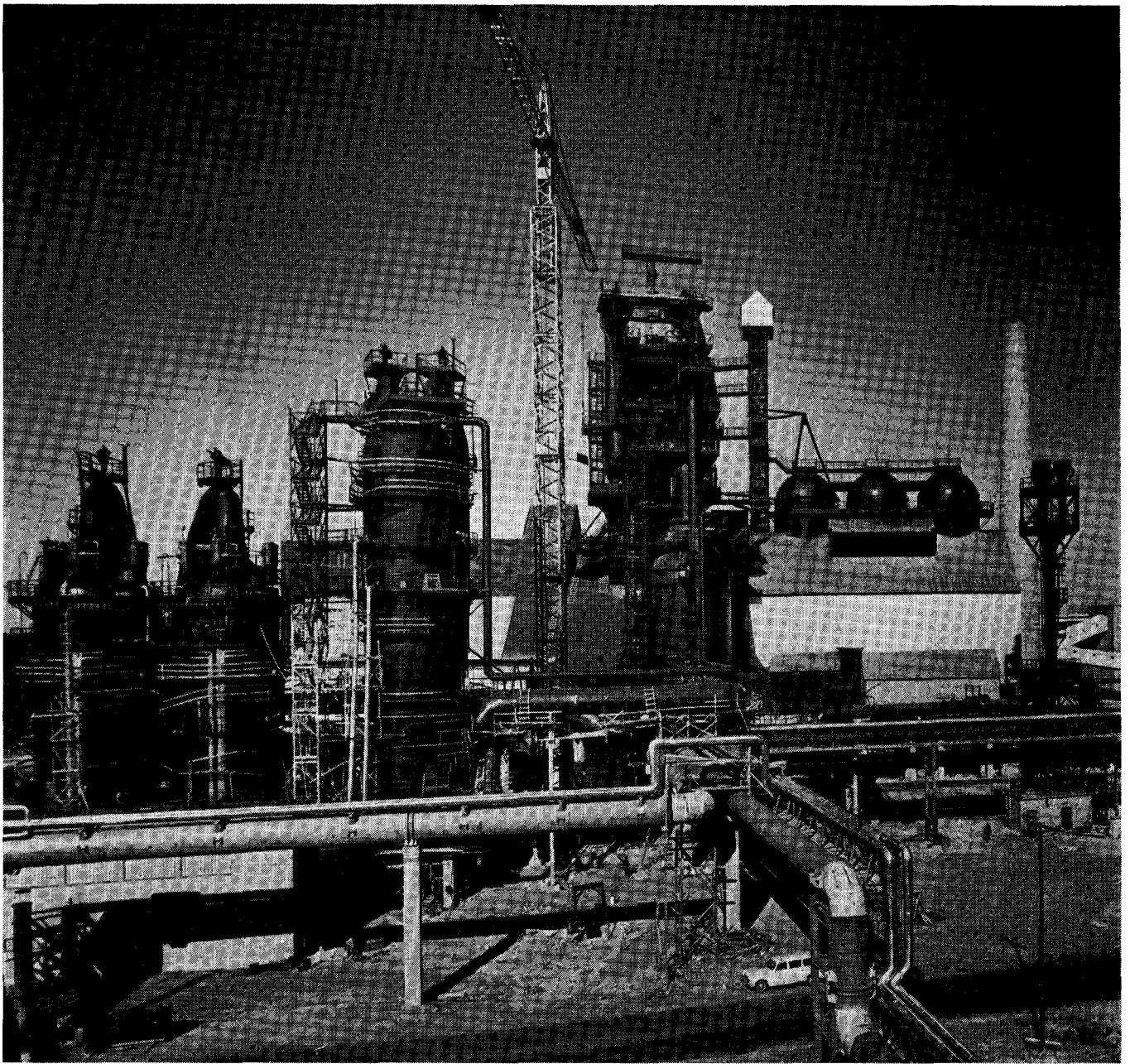


Kuvamme on fysiikan tutkimuslaboratoriostamme. Se esittää erityisesti kaivoksia varten suunniteltua metallinilmaisinta, joka toimii myös magneettisissa malmeissa. Parhailtaan on käynnissä laitteen lopputarkastus. Sitä on edeltänyt monivuotinen syvälliseen teoreettiseen tarkasteluun perustuva kehitystyö. Näin on syntynyt toiminnaltaan ylivoimainen ilmaisin. Pyrkimyksemme on palvella vuoroiteollisuutta kehittämällä sen käyttöön yhä parempia instrumentteja.



Outokumpu Oy

Tapiola, puh. 42 80 22



täydellistä ja asiantuntevaa yhteistoimintaa

**rautametallurgian ja ei-rautametallurgian
teollisuusyritysten rakentamisessa**

tarjoaa neuvostoliittolainen

V/O TJAZHPROMEXPORT /Moskova

mm. seuraavilla sektoreilla:

- 1) malmien etsintä ja tutkimus
- 2) tehtaiden ja laitosten suunnittelu
- 3) laitteistojen hankinta
- 4) rakennus- ja asennustöiden valvonta
- 5) tehtaan käynnistysvaiheesta suunniteltuun tuotantoon perustuva teknillinen neuvonta
- 6) harjoittelumahdollisuuksien järjestäminen käyttöhenkilöstölle neuvostoliittolaisissa tuotantolaitoksissa.

Voidakseen suorittaa sataprosenttista palvelua Tjashpromexport on kiinteässä yhteistyössä neuvostoliittolaisten tieteellisteknisten instituuttien, suunnitteluelinten, teollisuusyritysten ja tehtaiden kanssa, joilla on laaja ja monipuolinen alan kokemus.

Mainittakoon, että Suomessa Tjashpromexport on osallistunut Raahessa sijaitsevan Rautaruukki Oy:n masuunin ja sintraamon rakentamiseen. Ja yhteistoiminta jatkuu tälläkin hetkellä. Tjashpromexport toimii teknillisenä asiantuntijana Rautaruukkiin rakennettavien happikaasuterässulaton ja jatkuvavalkoneiden kysymyksissä.

V/O TJAZHPROMEXPORT Moskova J-324, SNTL

Sähkösoite:

Tjashpromexport Moskova — puh. 2-0-15-89 ja 2-0-16-10





ÖSTERREICHISCH-AMERIKANISCHE
MAGNESIT
AKTIENGESELLSCHAFT · RADENTHEIN / KÄRNTEN

Oy Tulenkestävät Tiilet Ab

Eerikinkatu 14 A Helsinki 10 Puh. 64 53 41-64 53 42
Eriksgatan 14 A Helsingfors 10 Tel. 64 53 41-64 53 42

**Toimitamme teollisuudelle koneita ja laitteita,
joiden valmistajina ovat tunnetut:**

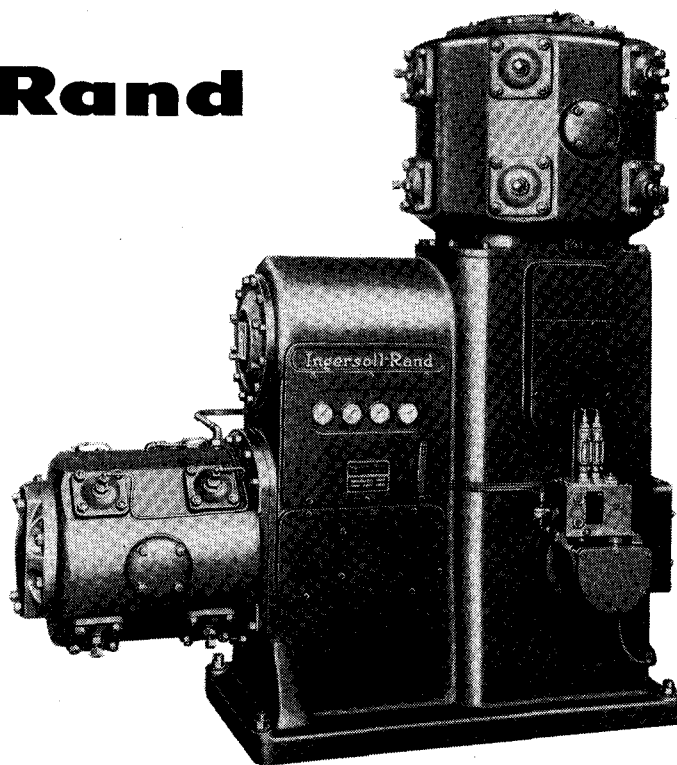
Boyles Industries
Demag Aktiengesellschaft
Denver Equipment Co
Eimco Corporation
Hewitt-Robins
Ingersoll-Rand Co
Marion Powershovel
Morganite Exports Ltd.

Walter Oxe
Thunes Mekaniske Verkstad
Wabco (Le Tourneau-
Westinghouse)
AB Westin & Backlund
Vogel & Schemmann A.G.
Emil Wolff

Ingersoll-Rand

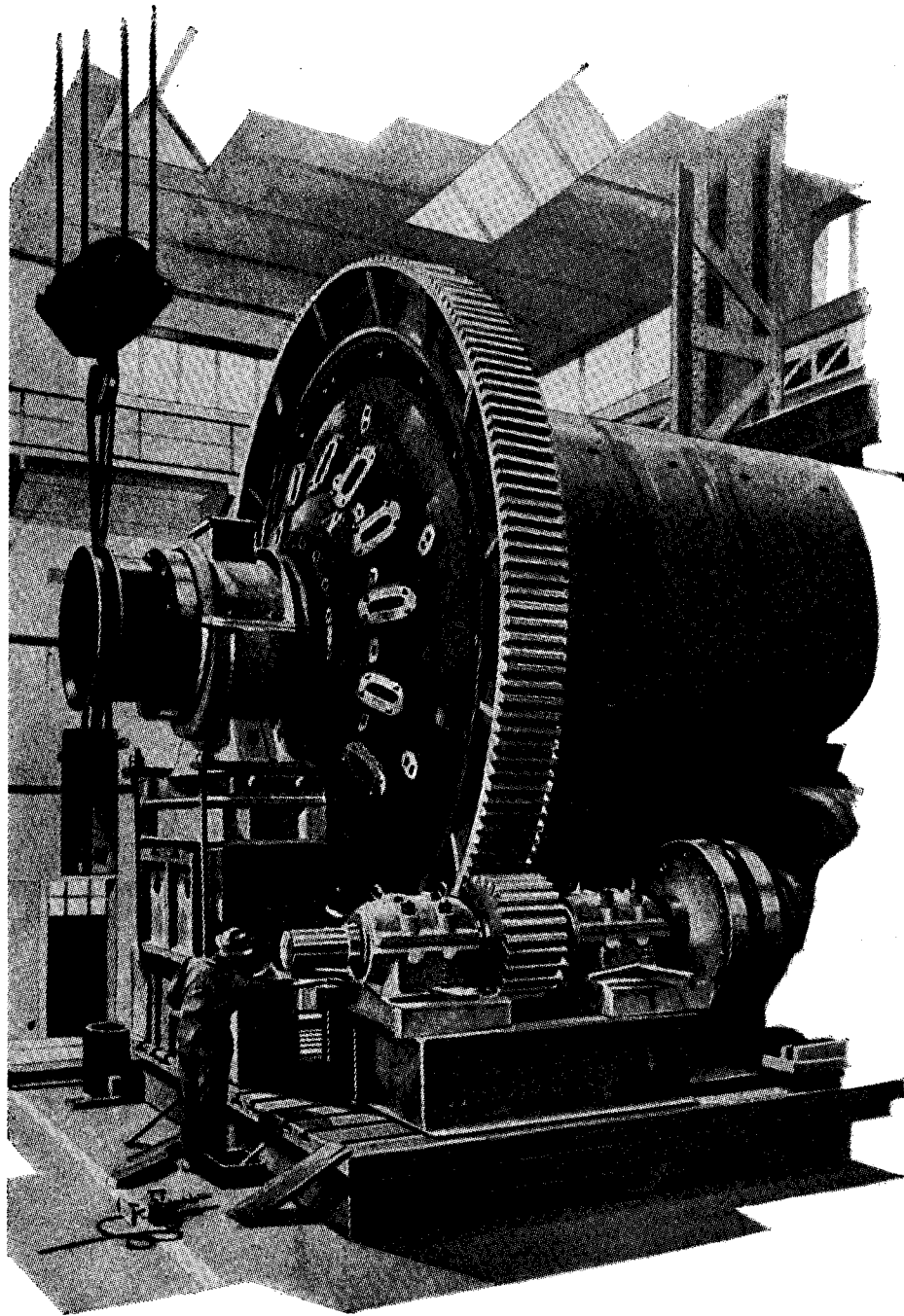
KOMPRESSORIT

takaavat korkeat
hyötysuhteet ja
alhaiset käyttö-
kustannukset



OY GRÖNBLOM AB

Aleksanterink. 48 - Helsinki 10 - Puh. 62 58 61
Turku - Tampere - Oulu



⋮
**Kova
nimi
kaivos-
ja
rikastus-
teolli-
suudessa**

⋮
⋮
⋮
⋮
⋮
⋮
⋮

HUMBOLDT

Murskaajia:

Karamurskaajia, kartiomurskaajia, leukamurskaajia, vasaramurskaajia, iskumurskaajia.

Rikastuslaitteita:

Vaahdotuskennoja, Sink-Schwimm-laitteistoja, magneettisia erottajia.

Jauhatuslaitteita:

Kuulamylyjä, tankomylyjä, tärymylyjä, putkimylyjä, jauhatuskivatusyksikköjä.

Vedenpoistajia:

Sakeuttajia, rumpu-imusuotimia, keskipakoisseuloja, keskipakoislinkoja.

Raesuuruuden säännöstelijöitä:

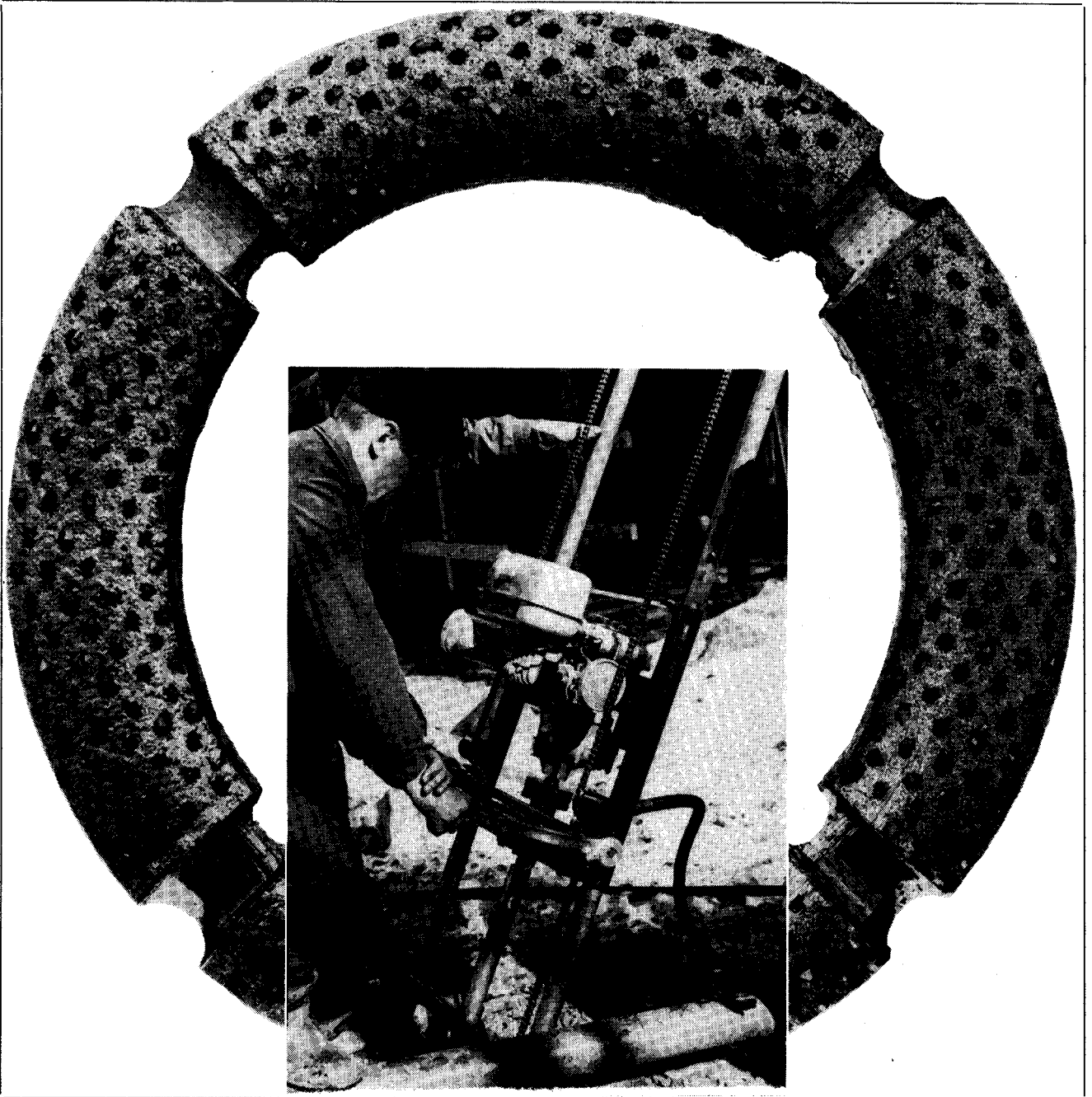
Spiraaliluokittelijoita, raappaluokittelijoita, ilmaluokittelijoita, täryseuloja.

Kuljetuslaitteita:

Tärykuljettimia, ketjukuljettimia, lietepumppuja.

MACHINERY

TEOLLISUUSK. 29, HELSINKI, PUH. 71 67 11
Klöckner - Humboldt-Deutz AG, Köln



KOVA KOTIMAINEN

Kuvassa kristallografisesti orientoiduista länsiafrikkalaisista timanteista 120–200 kpl/kar. valmistettu terä ja ISO-ILO kairauskone. Koneen paino on 60 ... 80 kg. Se voidaan varustaa muutamassa minuutissa vaihdettavilla nopeilla tai hitailla 6 ... 10 hv moottoreilla.

L. A. LEVANTO OY

Lintuvaara

Puh. Helsinki 40 41 33

Mikä on se, joka elää 5 metriä syvällä maan alla
ja syö kiviä?
Juu, se on kivensyöjä.

Nyt vasta oikea kivensyöjä tulee — suurin suomalaista konstruktiota ja suomalaista valmistetta oleva murskain LOKOMO 160



Lokomon satakuuskymppinen, tosi kivensyöjä, toimitetaan huhtikuussa 1968 Malmikaivos Oy:n kupari-kaivoksen murskaamoon Luikonlahteen Kuopion — Joensuun välillä. Satakuuskymppistä täydentää Lokomo K 120, joka sekään ei ole niitä pienimpiä kivensyöjiä.

Satakuuskymppisen kivensyöjämittoja:

kiita-aukko 1600 x 1300/1200 mm

kiinteän leuan pituus 2900 mm

minimi alapään asetus 180 mm

tuotanto asetuksesta

riippuen 300 — 600 t/h

kierrosluku 150 k/min

tehontarve 140—160 kW

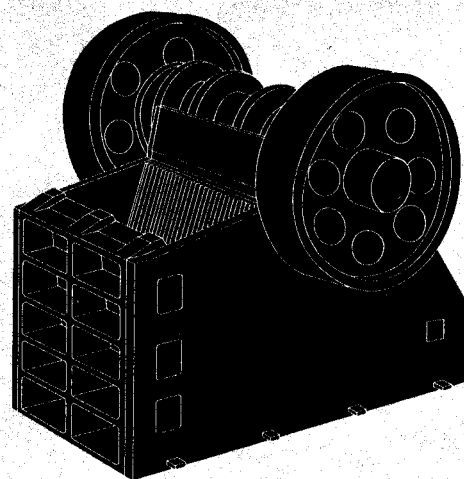
vauhtipyörän Ø 2600 mm

vauhtipyörien yhteinen

huimamomentti 38.000 kgm²

kokonaispaino 100.000 kg

Mitat ovat mahtavia. Mutta Lokomo on tottunut tekemään mitoiltaan mahtavia kivensyöjiä.



LOKOMO

Murskainmyynti: Tampere puh. 931-28 120.
Piiripäälliköt: Helsinki 90-61 343, 90-82 10 01, Jyväskylä 941-15 834, Kuopio 971-15 021, Lahti 918-34 553, Lappeenranta 12 131 ja 13 419, Oulu 43 952, Rovaniemi 2539, Seinäjoki 964-22 363, Turku 921-83 948, Ylivieska 20 677.

Kotimainen ruostumaton,
pintakarkaisu- tai nuorrutusteräs
toimitetaan tarvittaessa jopa
24 tunnin kuluessa tilauksesta



TERÄS

**JONKA SAATTE
NÄIN NOPEASTI
ON IMATRAN SÄHKÖTERÄS**

Viennissä saadun kokemuksen ja oman tutkimustoiminnan tulok-
sena Imatran Rautatehdas tuottaa teräksiä myös huomispäivän
tarpeeseen. Korkea laatu, kilpailukykyiset hinnat ja nopeat toimi-
tukset myyntivarastoista ovat palvelukyvyyn vankka perusta.



Oy VUOKSENNISKA Ab

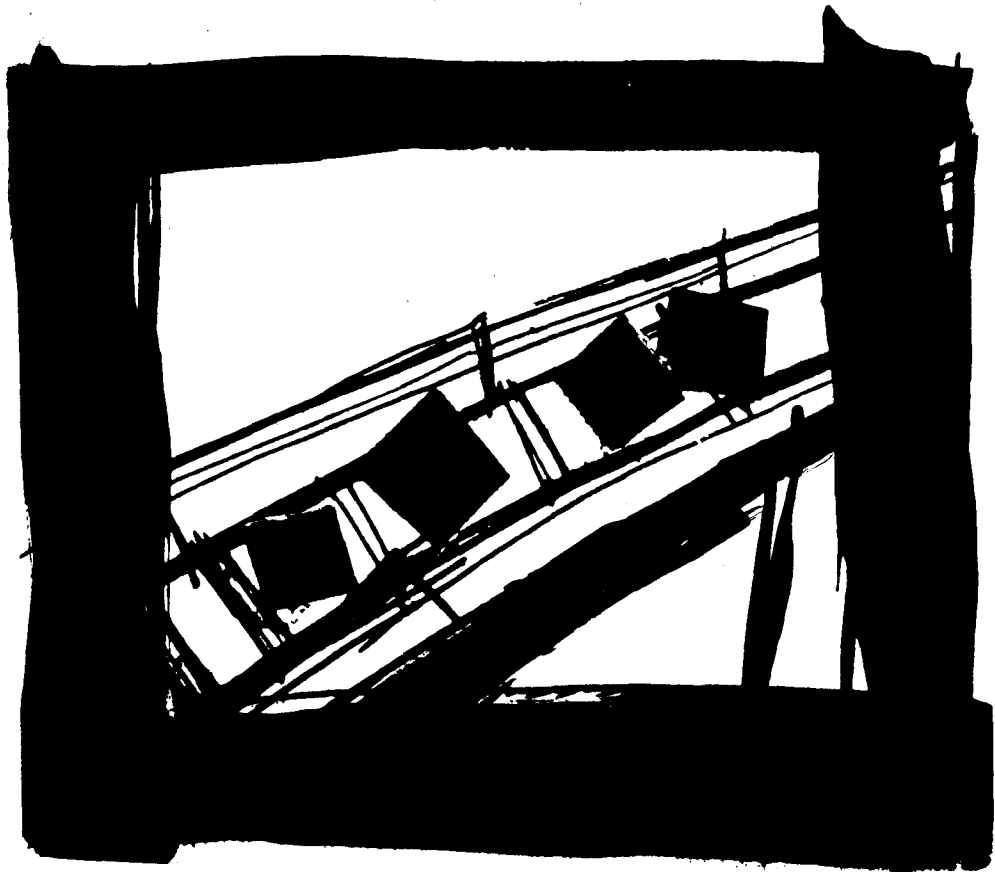
Keskuskonttori: Korkeavuorenk. 32, Hki 13
Puh.: 90-10 561 Telex: ova hfors 12-747

Valtuutetut jälleenmyyjät:

Osakeyhtiö **GHH** Aktiebolag

Oy KONTINO Ab

Oy STARCKJOHANN & Co Ab



kulkee ...

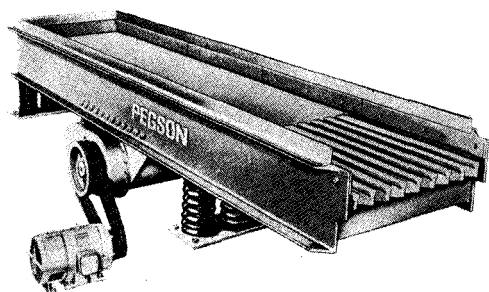
Kone Osakeyhtiö ratkaisee lähisiirtokysymyksenne

Meillä on 30 vuotta vanha taipumus saada kaikki kulkemaan. Laukaista erilaiset pullonkaulat materiaalin käsittelyssä ja sisäisissä kuljetuksissa. Uskomme, että Tekin voitte siksi siirtää näihin kysymyksiin liittyvän päänsärkyne kuljetinosastomme kokeneille suunnittelijoille. Pallo on ollut usein heillä ennenkin. He ovat suunnitelleet kuljettimia ja kuljetinjärjestelmiä metalli-, konepaja-, puunjalostus-, kemiallisen- ja kaivosteollisuuden sekä voimalaitosten ja uittoyhtiöiden käyttöön. Neuvottelu suunnittelijoittemme kanssa ratkaisee Teidänkin lähisiirtokysymyksenne nopeasti ja taloudellisesti. Ottakaa yhteys!

KONE
OSAKEYHTIÖ

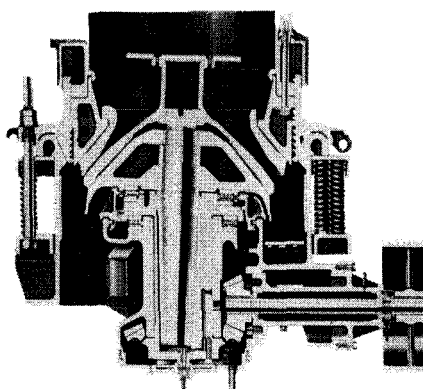
Kuljetinosasto
Hyvinkää puh.
914-13 700
Telex 12-463

TELSMITH -Milwaukeesta -murskaava maailmanmenestys- nyt Suomessa

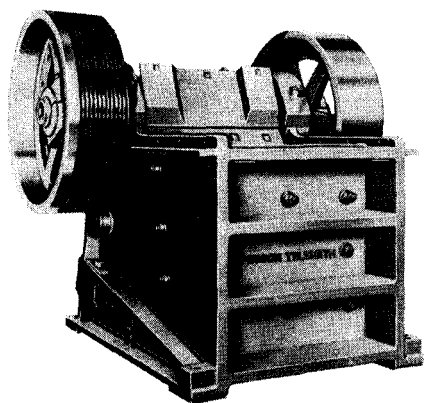


◀ Yhdistetty tärysyöttäjä/-välppä louhetta ja soraa varten. Kokoja 1520 x 6010 mm:iin asti.

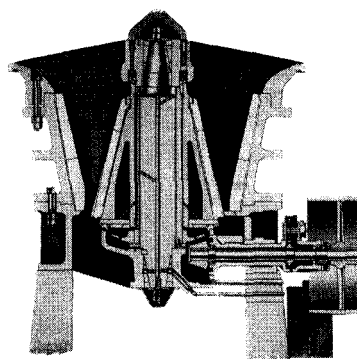
"Gyrasphere" kartiomurskaimia, 11 eri kokoa, 4-420 t/h, asetukset 1/4"-2 1/2". Vierintälaakeroitu kartio, yhdistetty labyrintti- ja männän-rengastiivistys, tasapainotettu. ▶



◀ Uudentyyppinen raskaansarjan kitamurskain. Alhainen paino, hydraulinen asetus, uusi laakerointi, keskusöljyvoitelu ja kuiva murtolevyn laakerointi.



"Gyratory" karamurskaimia. Kokoja 1067 x 4394 mm:n syöttöaukkoihin asti. Yhdensuuntainen murskausliike ja alhainen rakennekorkeus. Elinikäisesti taattu runko ja kara. ▶



Pegson Ltd
Coalville Englanti

Lisenssivalmistaja 1930-luvulta
asti

OSAKEYHTIÖ
Ekströmin
KONELIIKE

HELSINKI 10 • P.LOK. 10310 • PUH 11421



Smith Engineering Works

Division of Barber-Greene
Milwaukee, Wisconsin, U.S.A.



Kaksi vuotta sitten vihittiin Helsingissä Suuren Pässin ja Lauttasaaren välinen

LAPINLAHDEN SILTA,

jolloin yhteydet Helsingistä Lauttasaareen ja Länsiväylän suuntaan olennaisesti paranivat.

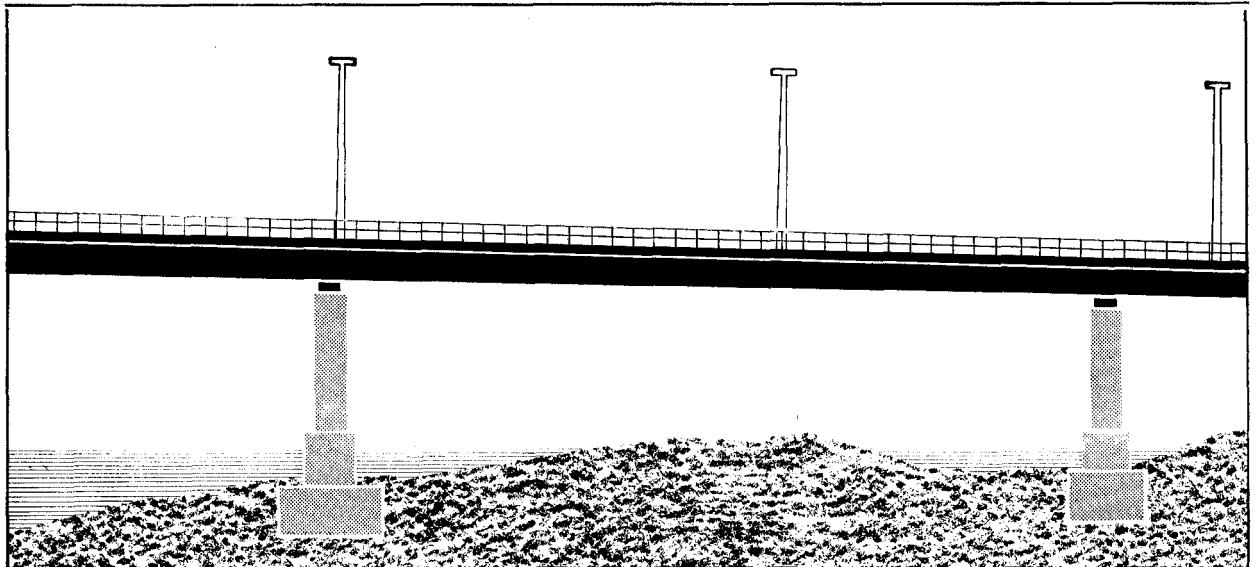
Parhaillaan rakennetaan valtatielle 14 Savonlinnassa Tie – ja vesirakennushallituksen toimesta

KYRÖNSALMEN SILTAA.

Näiden molempien siltojen yhteisenä piirteenä on – paitsi että ne ovat kauniita ja tarkoituksenmukaisia – se, että suurin osa päällysrakenteesta on valmistettu

OXELÖSUNDIN ERITYISEN LUJASTA TERÄSLEVYSTÄ.

Molempia siltoja suunniteltaessa asetettiin teräksen lujudelle matalissakin lämpötiloissa sekä hyvälle hitsattavuudelle vaikeammassakin työskentelyolosuhteissa suuria vaatimuksia. Tarvittiin varma ja luja rakenneteräs. Valittiin Oxelösundin erityisen luja rakenneteräs – teräs jota siltojen, säiliöiden, laivojen, putkistojen, maansiirto- ja rakensuoneiden jne. valmistajat yhä enemmän käyttävät.



Halutessanne seikkaperäisempiä tietoja Oxelösundin erityisen lujista teräksistä – ja myös tavallisista teräksistämme – soittakaa tai kirjoittakaa myyntikonttoriimme Suomessa:

SKANDIATERÄS Oy Ab

Keskuskatu 1 b - Helsinki 10 - Puh. 105 22



Työtä kahdessa vuorossa 50 m maan alla. Yleinen Insinööri-toimisto Oy:n lukuun toimivan Kaiviniike E. Vepsä & Kumpp. omistama CATERPILLAR pyöräkuormaaja tekee nopeasti ja varmasti omaa osuuttaan pohjoismaiden suurimmalla tunnelityömaalla.

Pohjoismaiden suurin maanalainen louhostyömaa

Sköldvikissä – lähellä Porvoota sijaitsee pohjoismaiden suurin maanalainen louhostyömaa. Sinne valmistuu Neste Oy:n Porvoon jalostamon yhteyteen kymmenen maanalaista

raakaöljysäiliötä. Ensimmäinen 70 000 m³ säiliö on jo otettu käyttöön ja muut valmistuvat tämän ja ensi vuoden kuluessa. Säiliöiden yhteispituudeksi tulee n. 3 km, korkeudeksi 22–30 m, leveydeksi 18 metriä ja yhteistilavuudeksi 1 200 000 m³, mikä tunnelityö on tällä hetkellä suurin Skandinaviassa.

Tämän valtavan louhinta- ja maansiirtourakan suorittavat Yleinen Insinööri-toimisto Oy ja Elovuori & Kumppanit Oy. Kuormaustehossa käytetään suuria CATERPILLAR 988 pyöräkuormaajia, joiden kuormausteho tällä työmaalla on n. 1 200 kiintokuutiota kaksivuorotyöpäivän aikana.

CATERPILLAR[®] pyöräkuormaaja 988

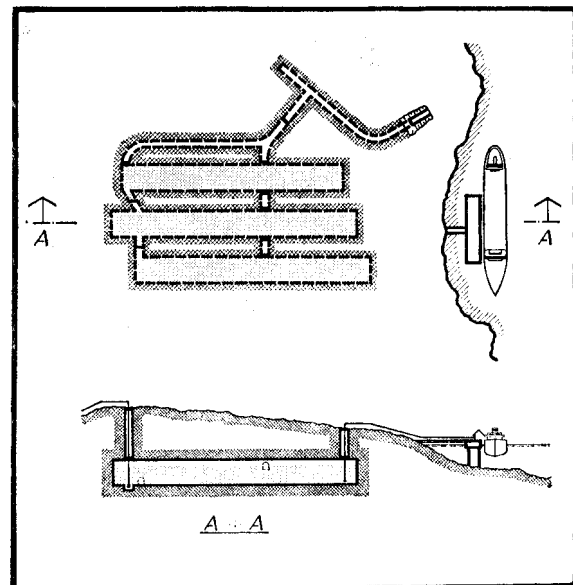
on suuren tehonsa, käytövarmuutensa ja ketterän liikehtimisensä vuoksi osoittautunut suururakoiden avainkoneeksi. Töiden valmistuminen sopimusaikanaan mennessä vaatii ehdottoman luotettavia koneita, niiden pätevää huoltoa ja nopeata varaosien saantia. Witraktorin huolto pitää CATERPILLAR traktorit jatkuvasti työssä kaikkialla Suomessa. Alkuperäiset CATERPILLAR varaosat toimitetaan perille muutamassa tunnissa. Juuri nyt on aloittanut toimintansa Brysselin lähellä suuri CATERPILLAR pyöräkuormaajatehdas, jonka pinta-ala on n. 13 hehtaaria. Täältä suurtehtaalta saadaan CATERPILLAR pyöräkuormaajia Euroopan suurta kysyntää vastavasti.

CATERPILLAR
MAANSIIRTOKONEITA

myy ja huollaa

WIHURI-YHTYMÄ OY
WITRAKTOR

HELSINKI – TAMPERE – ROVANIEMI



*) CATERPILLAR on Caterpillar Tractor Companyn rekisteröity tavaramerkki.

Kaaviopiirros Porvoon jalostamon raakaöljyvarastojen sijainnista. Kalliovarastoissa käytetään hyväksi jalostamon omaa satamaa ja öljyisen veden puhdistamaa.

ILMASTOINTIIN

kotimainen korkealuokkainen kierresaumaputki tehdasvalmisteisena kanavaosineen. Halkaisijat 50–1800 mm, myös TES 1501 standardin mukaan. Ainevahvuudet 0,5–1,2 mm. Pituudet tilauksen mukaan. Putket voidaan valmistaa myös asennuspaikalla. – Muita käyttökohteita: syökytorviksi, sadevesiviemäreiksi, betonirakenteisiin, läpivientiputkiksi jne.

 -putki



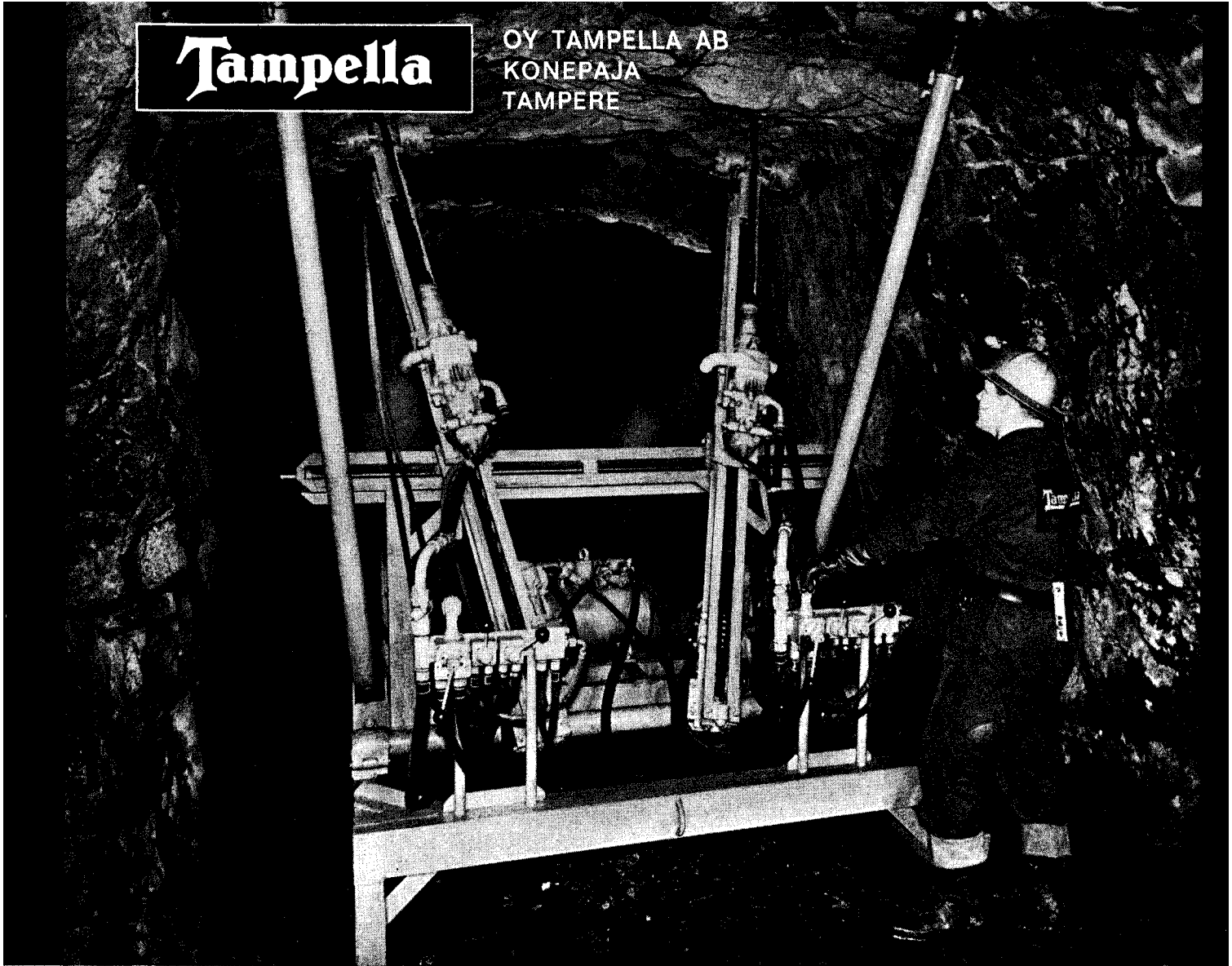
OY NOKIA AB
SUOMEN KAAPELITEHDAS

Tallberginkatu 1 B, Helsinki 18
Puhelin 601 037, 601 035



Tampella

OY TAMPELLA AB
KONEPAJA
TAMPERE



porausvaunut ja -telineet



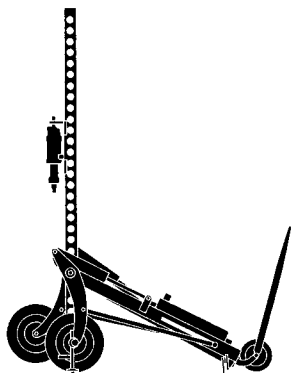
Tampellan tuotanto-ohjelmassa ovat kallioporakoneet ja niiden syöttölaitteiden lisäksi myös erilaiset louhinta-poraukseen sekä valmistavien töiden poraukseen soveltuvat vaunut ja telineet, joista tässä muutamia esimerkkejä.

Niille on ominaista:

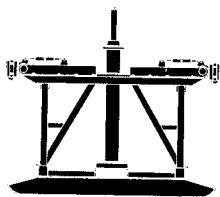
- poraustyön suorittaa yksi mies
- yksinkertainen, vahva ja käyttövarma rakenne
- hankinta- ja käyttökustannukset ovat alhaiset

Olemme aina valmiit neuvottelemaan kullekin asiakkaalle soveltuvan ratkaisun löytämiseksi sekä tekemään tilaus-työnä myös muita erikoistarkoituksiin soveltuvia poraus-laitteita.

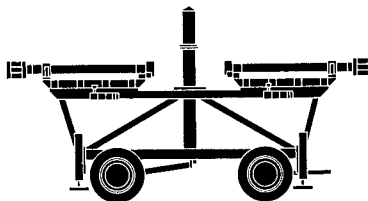
Kuvassa levylouhinnan porausteline LT 2, ketjusyöttölaitteet KS 50, porakoneet S 125KMW, keskusvoitelulaite KVL 30/4 ja pneumaattiset tukipilarit KT 84.



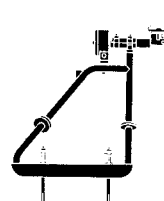
PV 400



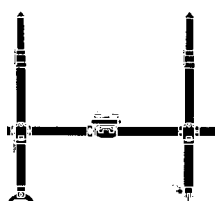
PK 600



PV 1000



VP 200



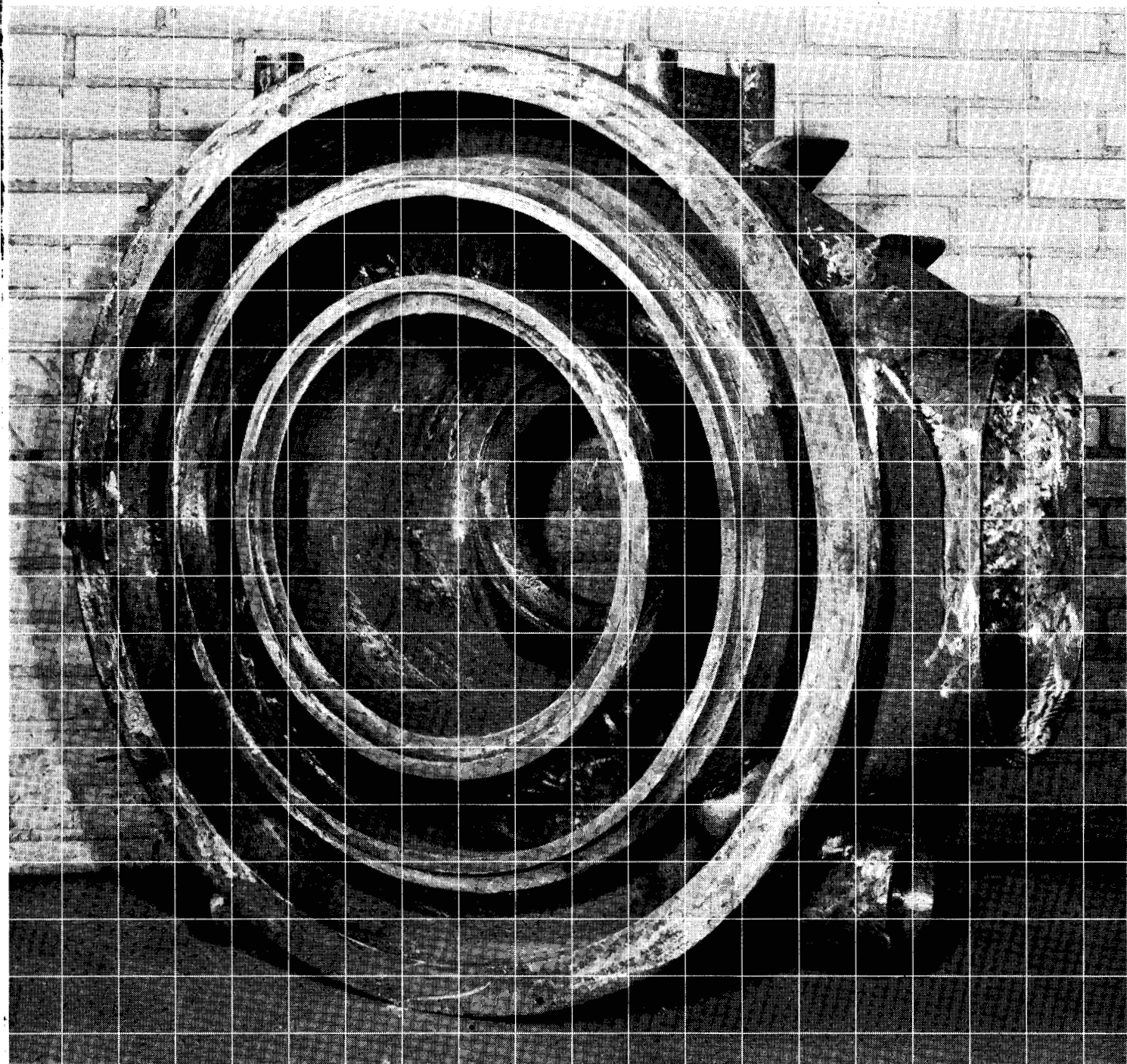
TP 3000

Myynti:

Oy Telko Ab

Oulu, Rovaniemi,
Helsinki, Tampere, Turku

STENBERG



Haponkestävää teräsvalua

JYLHÄ-sihdin runko, paino n. 850 kg

Oy JOHN STENBERG Ab

PITKÄNSILLANRANTA 1, HELSINKI 53 Postilokero 53015
PUH. vaihe 70 421 Sähkeosoite: ARMATUR, telex 12-1008

PERUSTETTU 1882



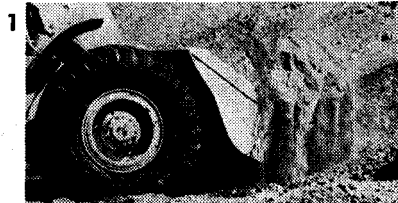
HANKKIJAN MAANSIIRTOKONEET

CHASESIDE

pyöräkuormaajat



TUOTTAVAAN
URAKOINTIIN



CHASESIDE SUPER LOADMASTER 1500

Moottori 137 (SAE) hv, 2400 r/min
Siirtokyky 2721 kg
Kauhan tilavuus 1,53 m³
Työpaino n.9 tonnia



CHASESIDE SUPER LOADMASTER 2000

Moottori 137 (SAE) hv, 2400 r/min
Siirtokyky 3620 kg
Kauhan tilavuus 2 m³
Työpaino n.11 tonnia



CHASESIDE SUPER LOADMASTER 3000

Moottori 224 (SAE) hv, 2200 r/min
Siirtokyky 4536 kg
Kauhan tilavuus 2,48 m³
Työpaino yli 14 tonnia

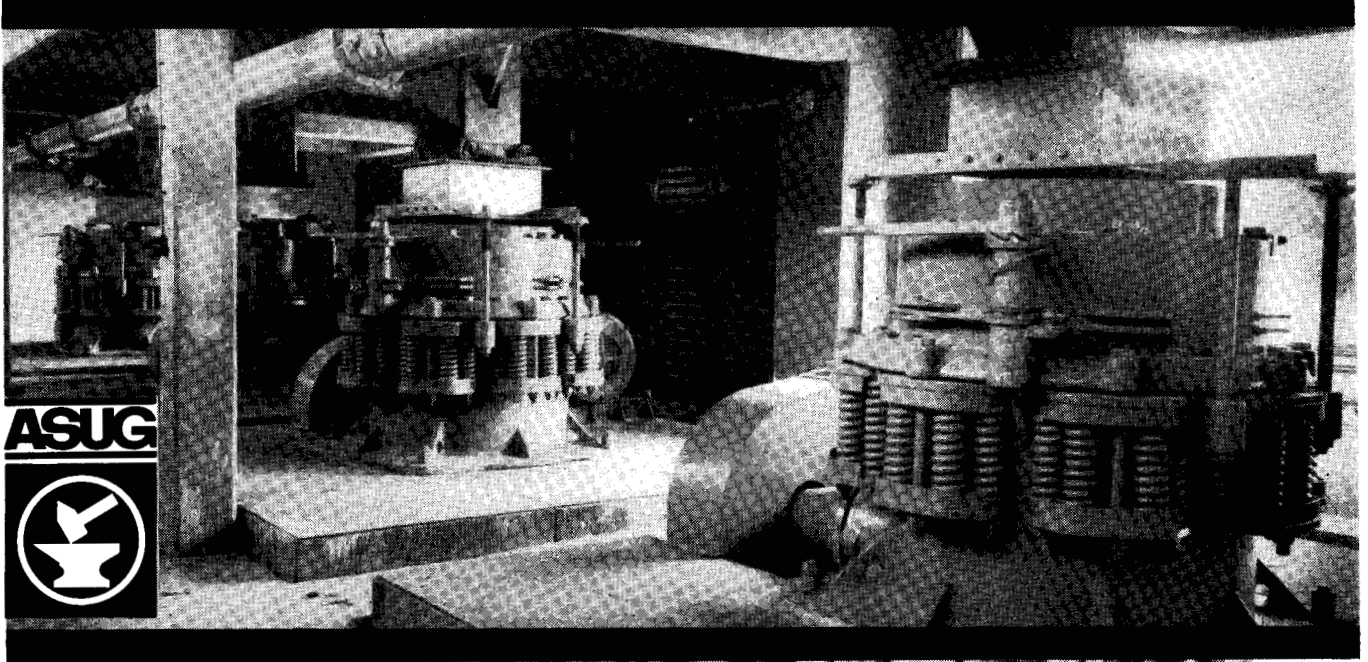
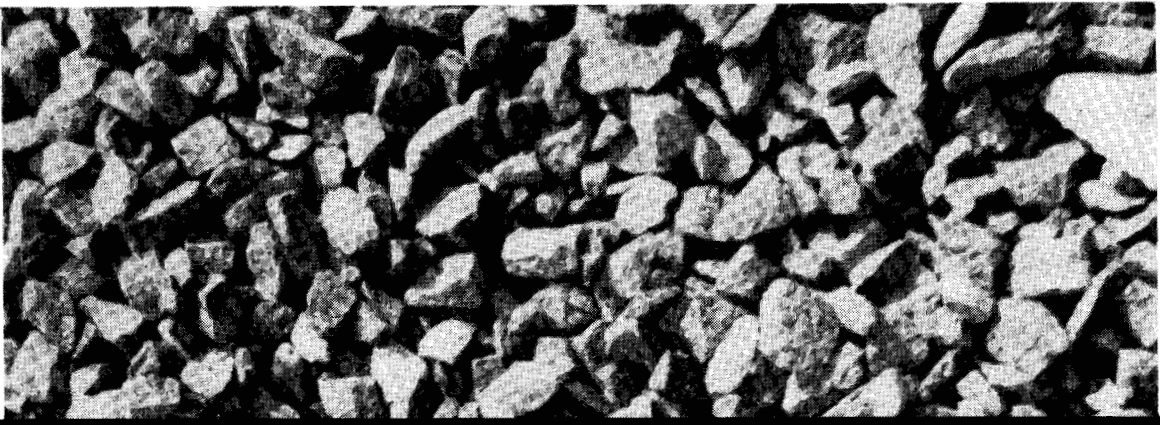
- 1 Hyvä tasapaino – kauha kuljetusasennossa mahdollisimman lähellä konetta.
- 2 Helppo pääsy huoltokohteisiin.
- 3 Lämmityslaitteella varustettu hytti. Nostovarsien kiinnityskohta ajan edessä turvallisuussyistä.

HYVÄ HANKKIJAN KONE –

HYVÄ HANKKIJAN HUOLTO



HANKKIJA



Taloudellinen - tehokas - luotettava

Meidän kartiomurskaimemme ovat erittäin edulliset kaikissa teollisuuden haaroissa, joissa on kysymys luonnonkiven, malmien tai kalkkikiven pienentämisestä. Niiden avulla saadaan taloudellisesti pienirakeista tuotetta. Välimurskaimina ne keventävät kuulamylyjen tai tankomylyjen kuormitusta.

Vuosikymmenien kokemusten perusteella, jotka suotuisasti ovat yhdistyneet uusimpaan teknilliseen tietouteen, on kartiomurs-

kaimiemme nykyisessä suunnittelussa pantu erityistä painoa korkeaan suoritukseen, luotettavaan työskentelytapaan sekä tukevaan ja kulutusta kestäväan rakenteeseen. Nämä ovat etuja, jotka tuottoisasti voivat hyödyttää asiakkaitamme.

Kartiomurskaimia valmistetaan viittä eri kartiokokoa, joihin kuhunkin kokoon voidaan saada erilaisia kartioita, riippuen halutun lopputuotteen raakoosta. Tarkempia teknillisiä tietoja annamme mielellämme yksityiskohtaisissa esittelylehtisissä.

VEB SCHWERMASCHINENBAU ERNST THÄLMANN, DDR-3011 MAGDEBURG — BUCKAU



DIINVEST EXPORT

DEUTSCHER INNEN-UND AUSSENHANDEL

DDR-108 Berlin, Taubenstrasse 7/9

Sähkeet: DIAINVESTA

Telex: 011 2695 diaie dd

Saksan Demokraattinen Tasavalta

Edustus Suomessa:
Oy Finnish Impex Ab
Helsinki 10
Hallituskatu 17

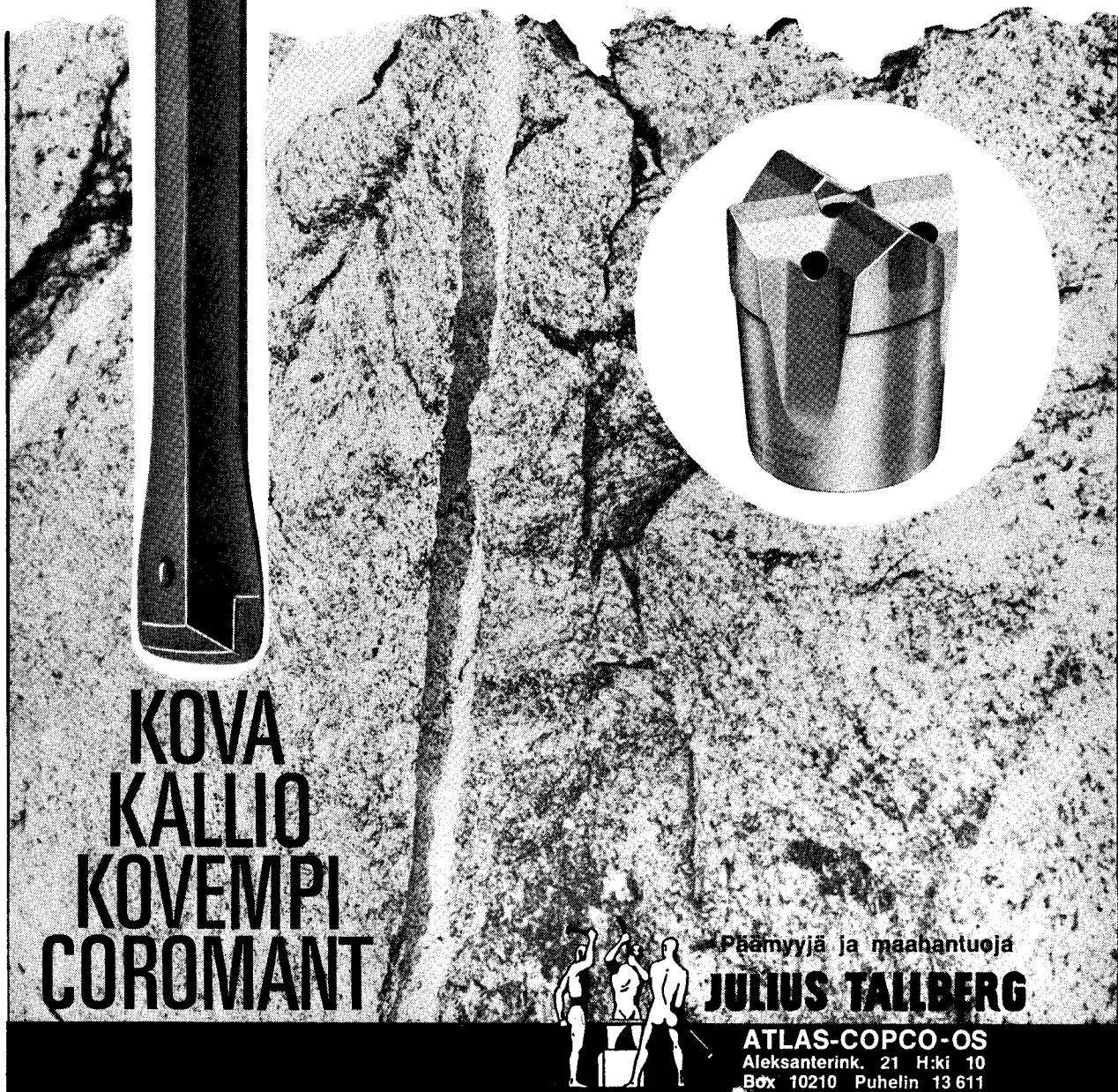
Atlas Copco

SANDVIK
Coromant
SWEDEN

SANDVIK Coromant

TIEDÄTTEKÖ MITÄ PORAMETRINNE MAKSAVAT?
SANDVIK COROMANT PORIEN JA JATKOTANKO-
VARUSTEIDEN KORKEA LAATU TAKAAVAT TEILLE
HALVIMMAT PORAMETRIT

SANDVIK COROMANT – MAAILMAN SUURIN
PORANVALMISTAJA



KOVA
KALLIO
KOVEMPI
COROMANT

Päämyyjä ja maahantuojä

JULIUS TALLBERG

ATLAS-COPCO-OS

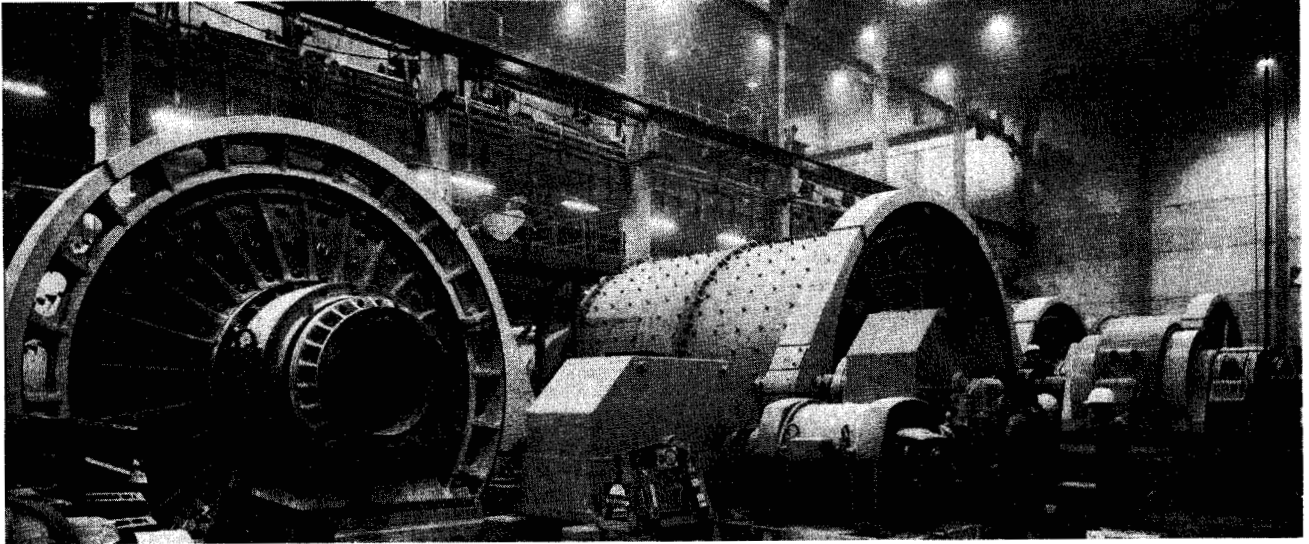
Aleksanterink. 21 H:ki 10
Box 10210 Puhelin 13 611

Myyntikonttorit: Kuopiossa, Likolammentie 16, puh. 14 418 ja 14 419. Tampereella, Järvensivuntie 71, puh. 50 023 ja 50 024. Kokkolassa, Niittykatu 2, puh. 11 185 ja 11 186.



— edelläkävijä kumivuorauksissa

vuorauksia yli 30 eri maahan käsittäen lähes 500 myllyä



Pyytäkää uusin toimitusluettelo

Pyytäkää uusin toimitusluettelo ja tutustukaa lähemmin niihin erilaisiin jauhatuslaitteisiin ja -myllyihin kaikkialla maailmassa, joissa käytetään Skega-kumivuorauksia.

	Ball mill, wet grinding, grates	6,7×2,1 m	
87	Wabush Mines Ltd Seven Islands, Quebec, Canada Ball mill, wet grinding, overflow mill	11'×15' 3,4×4,6 m	Balls 1"—2" 25—50 mm
212	Grängesbergsbolaget Stråssa, Sweden Ball mill, wet grinding, grates	9'×9' 2,9×2,8 m	Balls 1 3/8" 35 mm
269	Cleveland Cliffs Iron Co Empire Mine, USA Pebble mill, wet grinding, grates	12'-6"×24' 3,8×7,3 m	Ore max 5 1/2" 140 mm

SKEGA LINING

- vähentää vuoraukuskustannuksia jauhettua tonnia kohti
- vähentää vuorauksen asennusaikaa (25-75 %)
- vähentää vuorauksen painoa (n. 85 %)
- vähentää melua
- vähentää arinoiden tukkeutumista

SKEGA LININGin menestys johtuu:

- kumivuorauksen oikeasta muodosta
- poikkeuksellisen kulutusta kestävästä kumi-
laadusta
- joustavasta kiinnitysmenetelmästä

Valmistaja:

SKELLEFTEÅ GUMMIFABRIKS AB

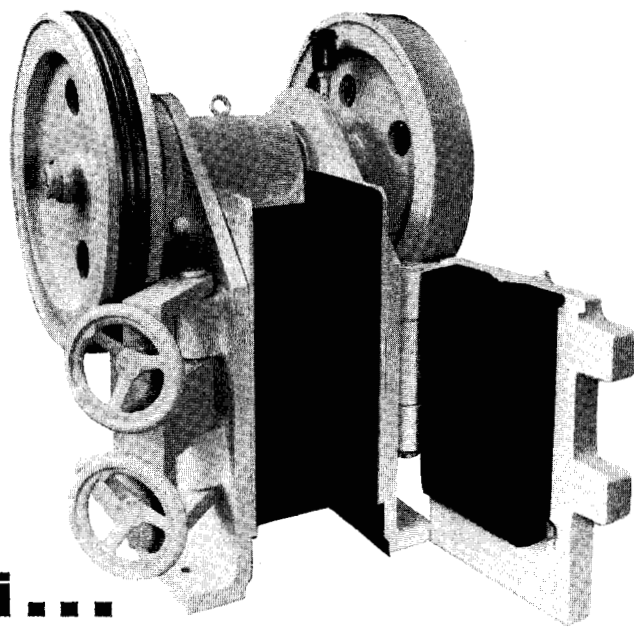
Ersmark

Ruotsi

Edustaja Suomessa:

Oy Telko Ab

Vuoriteollisuusosasto
Helsinki 10, Aleksanterink. 13
puh. 65 80 11



Kuin ovi...

**...avautuu Labor
murskaajamme päätylevy. Tämä
mahdollistaa murskaustilan
nopean ja perusteellisen
puhdistuksen näyte-erien välillä.**

**Valmistamme Labor
leuka- ja kitamurskaajia
tehoalueelle 100-3000 kg/h.**

**Labor-laitteiden
valmistusohjelmamme
käsittää laitteita murskaamista,
jauhatusta sekä
luokittelua varten.**



WEDAG · 463 BOCHUM · HERNER STRASSE 299
VUORIKONE OY, HELSINKI 10, ALEKSANTERINKATU 48, 655519, 655543

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN r. y.

Hallitus: dipl.ins. Börje Forsström, puheenjohtaja, yli-ins. Erkki Hakapää, varapuheenjohtaja, teollisuusneuvos Aarne Heino, yli-ins. Anders Jernström, professori Kauko Järvinen, ylijohdaja Vladi Marmo ja dipl.ins. Jürgen Schmidt.

Rahastonhoitaja: dipl.ins. Paavo Maijala, Outokumpu Oy, Oksasenkatu 4 b A, Helsinki 10, puh. 44 05 11.

Sihteeri: dipl.ins. Erik Jakowleff, Oy Vuoksenniska Ab Korkeavuorenk. 32, Helsinki 13 puh. 10 561.

Kaivosjaosto: dipl.ins. Jarmo Soininen, puheenjohtaja, dipl.ins. Pekka Sundqvist, sihteeri, Otanmäki Oy, Otanmäki.

Metallurgijaosto: yli-ins. Toivo Toivanen, puheenjohtaja, dipl.ins. Rauno Seeste, sihteeri, Outokumpu Oy, Töölönkatu 4, Helsinki 10, puh. 44 05 11.

Geologijaosto: fil.maist. Tor Stolpe, puheenjohtaja, fil.maist. Pentti Markkanen sihteeri, Insinööri-toimisto Vesto Oy, Fabianinkatu 9 B, Helsinki 13, puh. 11 556.

Toimitus: yli-ins. Kalervo Nieminen, päätoimittaja, virkapuh. 64 20 20, prof. Paavo Asanti, apulaistoimittaja, virkapuh. 46 00 11, rouva Kaija Marmo, toimitussihteeri, puh. 46 21 92. Toimituksen osoite: Otaniemi Otakallio 2 B 19.

Ilmoitushinnat: kansisivu 600:—, muut sivut 450:—, puolisivu 300:— ja neljännessivu 200:—.

Lehti ilmestyy kahdesti vuodessa.

N:o 2

1967

25 VUOSIKERTA

Outokumpu Oy, Porin tehtaat

Yli-ins. P. Rautimo ja dipl.ins. A. Korhonen, Outokumpu Oy, Pori

Outokumpu Oy:n tärkeimmän tuotteen, kuparin, jalostusketjussa muodostavat Porin tehtaat viimeisen lenkin. Harjavallan sulatolta tulevasta raakakuparista (99 % Cu) erotetaan sähkökemiallisesti epäpuhtaudet ja samalla otetaan talteen »hyödylliset epäpuhtaudet» kuten nikkeli, kulta, hopea ja seleeni. Näin saatu puhdas elektrolyyttikupari (yli 99,99 % Cu) jalostetaan edelleen joko puhtaana tai seostettuna levyiksi, nauhoiksi, putkiksi, tangoiksi, profiileiksi, ym. myyntikelpoisiksi tuotteiksi. Osasta edellämainittuja muoto- eli puolivalmisteita tehdään esim. putkikäyriä, poimulevyjä, hylsykuppeja jne. Varsinaisen tuotantolinjan ohella suoritetaan mm. koneosien kovakromausta.

Porin tehtaiden suunnittelu aloitettiin v. 1938 ja viimeisen osaston, kuparivalimon valmistuttua elokuussa 1941 käsitti silloinen »Metallitehdas» samat tuotantoalat kuin nykysinkin, mutta tuotantokapasiteetti oli vain noin neljännes nykyisestä.

Koko tehdasalueen pinta-ala on 85 ha ja rakennettu lattiapinta-ala 8,2 ha. Henkilökunnan kokonaisvahvuus on n. 1800, joista toimihenkilöitä n. 400. Useimmilla osastoilla on 3-vuorotyö, osittain keskeytymätönkin.

Porin tehtailla ovat tällä hetkellä seuraavat tuotanto-osastot:

Kuparin ja jalometallien puhdistamot
Suolatehdas ja kromaamo
Valimot

Valssaamo
Putkitechdas
Vetämö

Edellämainittujen lisäksi tarvitaan apuosastoja, kuten laboratoriot, kone-, sähkö- ja instrumenttikorjaamot, rakennushuolto, tarvike- ja tuotevarastot sekä konttori erilaisine apuosastoineen. Yhtiön metallurginen tutkimus on keskitetty Poriin, jossa menetelmiä voidaan tutkia koetehdas-mittakaavassakin.

Kuparin ja jalometallien puhdistamot

Tehtaille tulee raakakupari Harjavallan sulatolla valetujen anodilevyjen muodossa. Sen keskimääräinen koostumus on seuraava:

99 % kuparia
0,4 % nikkeliä
600 g/tn hopeaa
200 » seleeniä
16 » kultaa

Ensimmäinen käsittelyvaihe Porissa on kuparielektrolyysi, jossa raakakupari puhdistetaan sähkökemiallisesti puhtaaksi elektrolyyttikupariksi. Elektrolyysi suoritetaan happamassa kuparisulfaattiliuoksessa eli elektrolyytissä. Altaat on kytketty sähköisesti sarjaan ja virta-

lähteenä on 2300 kVA:n piitasasuuntaaja. Piitasasuuntaajan antaman virran maksimiarvo on 15 000 A ja käytämme virrantiheys, 240 A/m² on suurempi kuin yleisesti käytetty. Allasjännite on 0,33 V. Altaita on kaikkiaan 380 kpl ja kussakin altaassa on 28 anodia ja 29 siemenlevyä, joiden painot ovat vastaavasti n. 300 kg/kpl ja n. 7 kg/kpl.

Anodilla kupari liukenee sähkökemiallisesti samoin kuin osa metallisista epäpuhtauksista, mm. nikkeli. Katodireaktiona erottuu vastaavasti siemenlevylle metallista kuparia ja yhden viikon kuluttua on siemenlevy kasvanut n. 85 kg painoiseksi katodiksi. Kolmen viikon kuluttua palautetaan anodilevyn jäännös uudelleen sulattavaksi Harjavaltaan.

Osa raakakuparin epäpuhtauksista on täysin liukenevatonta, mm. jalometallit ja seleeni, ja ne muodostavat altaiden pohjalle laskeutuvan anodiliejun, joka käsitellään edelleen jalometallien puhdistamossa. Elektrolyyttiliuos on jatkuvassa kierrossa (altaiassa oleva liuos vaihtuu 8 kertaa vrk:ssa), jotta sen koostumus ja lämpötila saadaan pysymään määrättyissä rajoissa. Rikkihappo-, kupari- ja nikkelipitoisuuden lisäksi kontrolloidaan myöskin katodien tiiviyttä edistävien lisäaineiden määrät. Elektrolyytin lämpötilan valvonta on tärkeä mm. vismutin saostumisen estämiseksi (syöttö 63° C, poisto 60° C). Osa liuoksesta, n. 2 % johdetaan ensin elektrolyyttiseen kuparinpoistoon ja sieltä edelleen suolatehtaalle nikkelisulfaatin raaka-aineeksi.

Valmiista katodeista poistetaan elektrolyytti pesemällä kuumalla vedellä, ennenkuin ne lähetetään kuparivalimoon sulatusta ja valua varten.

Katodikuparin keskimääräinen analyysi:

kupari	99,996 %
nikkeli	4 g/tn
rikki	12 »
hopea	8 »
lyijy	3 »
rauta	2 »
kulta	0,1»

Jalometalleja ja seleeniä sisältävästä anodiliejusta poistetaan ensin kupari liuottamalla se elektrolyyttiin ilmahapetusreaktorissa. Liuos palautetaan takaisin kuparielektrolyysiin ja kupariton lieju siirretään seuraavaan käsittelyyn, nikkelin poistoon. Liejun sisältämä nikkelioksidi sulfatoidaan väkevällä rikkihapolla n. 230° C:n lämpötilassa. Syntynyt nikkelisulfaatti liuotetaan veteen ja liuos käytetään nikkelisulfaatin valmistukseen. Kolmantena vaiheena on seleenin poisto kupari- ja nikkelivapaasta liejusta. Lieju pasutetaan väkevällä rikkihapolla 450—500° C:n lämpötilassa. Syntynyt seleeni-dioksidi pelkistetään rikkidioksidilla elementaariseksi seleeniksi, joka puhdistetaan tislamalla (puhtausaste 99,95 % Se).

Näin puhdistettu lieju raffinoidaan edelleen lieskaunissa kemikaalien avulla, jolloin syntyy hopean ja kullan seos. Käsittelemällä siitä valetut anodit elektrolyyttisesti, erottuvat hopea ja kulta toisistaan. Tästä vaiheesta saatu elektrolyyttihopea sulatetaan ja granuloidaan kauppatuotteeksi, 99,99 % Ag. Jäljelle jäänyt raakakulta sulatetaan ja käsitellään uudelleen elektrolyyttisesti. Hienokulta myydään harkoiksi valettuna, puhtausaste 99,99 % Au. Kultaelektrolyyttiin rikastuneet platinametallit saostetaan kemiallisesti kloridisuloina.

Edellämainittujen puhdistamoiden tuotanto v. 1966 oli seuraava:

Katodikuparia	31.912 tn
Hopeaa	16.117 kg
Seleenä	5.431 »
Kultaa	481 »

Suolatehdas ja kromaamo

Kuparielektrolyysistä ja jalometallipuhdistamosta tuleva kuparivapaa nikkelisulfaattiliuos väkevöidään ensin uupopoltinhaihduttimessa käyttämällä raskasta polttoöljyä ja ohjaamalla savukaasut väkevoitävän liuoksen läpi. 145° C:n lämpötilassa syntyy rikkihappoa (70 %) ja nikkelisulfaatin monohydraattisuolaa, jotka erotetaan toisistaan tasosuotimissa. Happo palautetaan kuparielektrolyysiin ja raakasulfaatti liuotetaan veteen kemiallista puhdistusta varten. Liuoksesta saostetaan sopivilla kemikaaleilla rauta, kupari, sinkki ym. epäpuhtaudet, jotka suoditaan pois.

Puhdistetun nikkelisulfaatin vesiliuoksesta kiteytetään lopuksi NiSO₄ · 6 aq-suola jatkuvatoimisessa haihdutus-kiteyttimessä. Tuote myydään galvanoteknillisiin tarkoituksiin ja sen puhtausaste ylittää tiukimmatkin laatuvaatimukset. Nikkelisulfaattia valmistettiin v. 1966 830 tn.

Kuparisulfaattia valmistetaan liuottamalla kuparia rikkihappoon ilmahapetusreaktorissa ja kiteyttämällä liuoksesta suola, joka täyttää teknillisen puhtausasteen. Vuoden 1966 tuotanto oli 994 tn.

Uuden tuotteen, kuparioksiduulin valmistus aloitetaan tänä syksynä.

Kovakromausta on jo usean vuoden ajan suoritettu mm. vetämässä käytettäville teräksisille vetorenkaille ja tuurnille. Viime vuosina on ohjelmaan otettu myöskin ulkopuolisten asiakkaiden tilaamat työt, mm. vaneritehtaiden puristinlevyt sekä erilaiset paperikoneiden telat ja valssit. Kromattavien kappaleiden maksimimitat ovat 2 200 × 4 500 mm tai 800 Ø × 9 500 mm.

Erikoisena sähkökemian sovellutuksena mainittakoon elektrolyyttinen hionta (kiilloitus), jolla voidaan käsitellä kappaleita, joiden pinnan mekaaninen viimeistely on vaikeaa; esimerkiksi jäysteiden poistaminen poratuista sihtilevyistä, joissa reikien lukumäärä saattaa olla 300 000 kpl/m².

Valimot

Kuparivalimossa on kaksi verkkojaksolla toimivaa Scomet-induktiouunia. Itse uunin muodostaa vaakasuora sylinteri, 1,74 Ø × 3,25 m, jonka kummallakin sivulla on kaksi sulatusinduktoria à 250—350 kW, induktorin iästä riippuen. Kussakin induktorissa on yksi stamppamalla tehty sulatusrenkas. Induktorin taloudellinen käyttöikä on n. 6 kk. Raaka-aineen syöttöaukko on sylinterin yläpinnalla ja valuaukko toisessa päädyssä. Uunissa on jatkuvasti n. 10 tn sulaa kuparia ja sulatusteho on yli 4 tn/h.

Toinen Scomet-uuneista on keskittynyt hapettoman, korkeajohtokykyisen HCOKOF-kuparin valmistukseen. Menetelmä perustuu siihen, että hapen tunkeutuminen kupariin estetään uunissa 30 cm vahvalla puuhiilikeroksella ja valun aikana suojakaasulla, joka valmistetaan puuhiilestä siten, että se sisältää n. 30 % hiilimonoksidia. Suojakaasulla täytetään uunin valuaukosta valusuppiloon johtava, suljettu valuränni ja myös kokilli. Valanneuodot ovat laatta (145 × 540 × 1200 mm), pötky



Yleiskuva tehdasalueesta.

(178 Ø tai 216 Ø × 1300 mm) ja lankaharkko (100 × 100 × 1400 mm).

Toinen, edellämainitun kanssa identtinen Scomet-uuni valmistaa etupäässä fosforoitua (0,03 % P) kuparia, jota käytetään kupariputkiin paremman lujuutensa ansiosta korkeissa lämpötiloissa. Myöskin seleeni-, hopea- ja muut seoskuparit valmistetaan tässä uunissa. Sulatus ja valu suoritetaan suojakaasussa kuten edelläkin ja fosfori seostetaan uuniin etuseoksena. Valannemuoto on pötky.

Laatat ja pötkyt valetaan puolijatkuvasti; vesijäähdytteen pystykokillin pituus on 400 mm ja se on alaspäin avoin. Ennen valua nostetaan hydraulisen hissin yläpää kokillin pohjaa vasten, valetaan kokilli melkein täyteen, ja sen jälkeen hissi alkaa liikkua alaspäin vetäen valannetta ulos kokillista. Kokillissa olevan sulatteen pinta pidetään koko ajan samalla tasolla ja hissin nopeus säädetään sellaiseksi, että se vastaa kokilliin tulevan kuparin määrää. Hissi vetää valanteen kokillista vesialtaaseen, missä tapahtuu lopullinen valanteen jäähdytys. Valettu pituus on 5,5 m ja valanteen poisto suoritetaan nosturilla. Valulaite on konstruoitu Porin tehtailla.

Messinkivalimo tuottaa suurimman osan tarvittavista messinki- ja uushopeavalanteista. Käytettävissä on viisi Siemens-Halske verkkojakoinduktiouunia, joissa on kaksoissulatusrenkaas. Sähköinen teho on 180—240 kW ja sulatusnopeus n. 1 tn/h. Uunit toimivat jaksottaisesti eli sulattavat ja valavat 600—800 kg panoksen kerrallaan. Raaka-aineena käytetään Porin tehtaiden omia valmistusjätteitä, ostoromuja ja seosaineita.

Valannemuodot ovat laatta (100 × 700 × 1200 mm), pötky (100—216 Ø × 1300 mm) ja valuharkko (n. 8 kg.) Kahden ensiksi mainitun valu suoritetaan vesijäähdytteisiin pystykokilleihin ja viimeksi mainitulle käytetään valurautamuotteja.

Pronssivalimon tuotannosta on suurin osa valuharkkoja (v. 1966 punametallia 1393 tn ja tinapronssia 290 tn). Raaka-aineena käytetään erilaisia kuparia, tinaa, lyijyä ja sinkkiä sisältäviä ostoromuja. Sulatus suoritetaan pyörivässä, öljyllä kuumennettavassa, n. 10 tn vetoisessa rumpu-uunissa. Suurin osa pronseista ja kaikki sinkki-valanteet tehdään pronssivalimon öljyllä kuumennettavilla ja kipattavilla upokasuuneilla (300 kg upokas). Erikoisuutena mainittakoon alumiinipronseille ja sinkille käytettävä Durville-kippauskokilli.

Erikoisvalimossa on kaksi yksirenkaista induktiouunia à 250 kW, joilla valmistetaan erilaisia pronssi-, messinki- ja punametallivalanteita. Erikoisuutena on jatkuva, vaakasuora valumenetelmä, jossa avopohjainen kokilli on kiinnitetty suoraan sulatusuunin kylkeen. Menetelmä sopii erikoisesti sellaisille seoksille kuten punametallit ja tinapronssit, joiden kuumamuokkaus on mahdotonta tai erittäin vaikeaa. Valamalla tarpeeksi pientä mittaa, esim. 4 mm Ø voidaan käsittelyä jatkaa suoraan kylmämuokkauksella. Koska pinnan laatu on yhtä hyvä kuin pursotetussa tuotteessa, kelpaavat valanteet sellaisinaankin esim. ainesputkiksi. Uuni ja laitteet ovat Porin tehtaiden konstruoimia.

Valssaamo

Kuluneen kesän aikana pääsi osasto siirtämään toimintansa uusiin tiloihin viimeistenkin koneiden osalta, mutta vanha kuumavalssain toimii edelleenkin entisessä rakennuksessa. Uuden rakennuksen pituus on 285 m ja leveys 50 m jaettuna kahdeksi työhalliksi. Itäisellä sivulla on lisäksi 232 m pitkä ja 15 m leveä sivuhalli sähkölaitteita, huoltohuoneita ja toimistoja varten. Koneet ja laitteet ovat suurimmaksi osaksi uusia, vain joitakin apukoneita siirrettiin vanhasta valssaamosta.

Valssaamon tuotantoon sisältyy levyjä, kiskoja, nauhoja sekä näistä edelleen valmistettuja meisteitä, syvävedettyjä kuppeja tai profiloituja levyjä ja nauhoja. Kuparin ja kupariseosten lisäksi käsitellään myös sinkkiä ja lyijyä sekä puhtaina että seostettuina.

Ensimmäinen valmistusvaihe, kuumavalssaus suoritetaan trio-valssaimella 700°—900° C lämpötilassa, seoksesta riippuen, muutamalla pistolla 100 tai 145 mm:stä 11 mm paksuuteen. Sen jälkeen poistetaan levyn kummastakin pinnasta muutaman kymmenesosan paksuinen kerros Torrington-koneella, joka jyräsi kerrallaan koko leveyden. Näin saadaan virheetön pinnan laatu jatkokäsittelyä varten.

Ensimmäinen kylmämuokkaus, 10→3 mm, suoritetaan Achenbach-nelivalssaimella, jonka maks. työleveys on 1 000 mm ja paksuuden työalue 12—0,5 mm. Valssien mitat ovat 450 Ø ja 1000 Ø × 1200 mm, maks. valssausnopeus 180 m/min ja päämoottorin teho 1200 kW. Tasavirtalähteenä on BBC:n elohopeatasasuuntaaja. Eräänä erikoisuutena on työvalssien kuperuuden säätö hydraulisesti taivuttamalla. Paksuus mitataan Strontium 90-säteilymittarilla.

Ensimmäinen välihehkus suoritetaan joko butaanilla kuumentavassa rulla-arinauunissa tai suojakaasun alaisena kupu-uunissa. Kappalepainon suurentamiseksi n. 3 tonniin hitsataan yhteen 4 tai 5 rullaa kaarihitsauksella argonsuojakaasussa. Hehkuksessa syntynyt hapetumakerros poistetaan peittäuslaitteessa, jossa käytetään joko laimeaa rikkihappoa tai rikkihappo/bikromaattiliuosta. Liuos on jatkuvassa kierrossa ja se pumpataan ylivuotokaukaloon, jonka läpi levy tai nauha vedetään.

Toinen kylmävalssaus, 3 mm:stä alaspäin, voidaan suorittaa joko yllämainitulla Achenbach'illa tai Schloemann'in MKW-valssaimella. Jälkimmäinen on rakenteeltaan nelivalssain, jonka työvalssit on tuettu myöskin sivusuunnassa. Sen maks. työleveys on 700 mm ja paksuuden työalue 3,5—0,1 mm. Valssien mitat ovat 125 Ø ja 690 Ø × 800 mm, maks. valssausnopeus 300 m/min ja päämoottorin teho 640 kW. Moottorit ovat tyristori-ohjattuja.

Alle 1,5 mm paksuiset nauhat hehkutetaan kahdessa läpivetouunissa. Kuparin läpivetouunissa käytetään vesihöyryä suojakaasuna, mutta messinkiuunissa tapahtuu hehkus ilmaa, joten peittäuslaite kuuluu oleellisena osana koneyksikköön.

Normaaleja viimeistelyvaiheita varten tarvitaan vielä erilaisia oikaisukoneita, pyörösaksia ja leikkureita. Erikoistuotteiden valmistamiseksi käytetään meistaus- ja kupituskoneita sekä särmäyspuristinta.

Valmisteiden laadun varmistamiseksi ja virheellisten kappaleiden poistamiseksi tuotannosta riittävän ajoissa suoritetaan tärkeimmissä vaiheissa välitarkastuksia. Valmiiden tuotteiden lopputarkastuksessa kontrolloidaan pinnan laatu, mitat, kovuus, suoruus ym. tuotteelle asetetut vaatimukset.

Putkitehdas

Tämä osasto on alusta lähtien eli vuodesta 1963 valmistanut yksinomaan kupariputkia.

Kuumamuokkaus suoritetaan 2500 Mp vaakasuoralla pursottimella, jolla on öljyhydraulinen käyttö ja suurin käyttöpaine 315 aty. Tavallisin pötkyn halkaisija on 216 mm, josta saadaan n. 120 tai 150 kg painoinen putki, esim. 83/70 ja 105/95 mm Ø. Pötkyt kuumentetaan n. 800° C:een kahdessa rinnakkaisessa induktiouunissa. Pursotuksen jälkeen putket peitataan laimeassa rikkihappossa, tarkastetaan, poistetaan mahdolliset pintaviat ja siirretään vetopään supistuksen jälkeen vetokoneille.

Ensimmäiset vedot suoritetaan 45 Mp-penkillä, jossa samanaikaisesti voidaan vetää kolmeakin putkea, koosta riippuen. Suurin vedetyn putken pituus on 44 m, suurin vetonopeus 91,5 m/min ja yleinen mitta-alue 100—40 mm Ø.

Tämän jälkeen jakaantuu tuotanto kieppi- ja suoralle linjalle. Ensinmainittua varten kelataan 45 Mp-penkiltä tulevat n. 110 kg painoiset putket kiepeiksi, hehkutetaan ja vedetään sen jälkeen vetokeloilla kiepiltä toiselle, joten em. kieppipaino säilyy loppumittaan saakka.

Suoraa vetoa varten katkaistaan täyspitkät putket kolmeen osaan, hehkutetaan ja siirretään edelleen jatkovetoja varten 25 Mp-penkille. Se on rakenteeltaan edellämainitun kaltainen kolmoisvetopenkki, vetopituus 50 m, -nopeus 120 m/min ja yleinen mitta-alue 70—16 mm Ø. Pieniä putkia valmistettaessa joudutaan suorittamaan välikatkaisuja ja -hehkuksia.

Erikoismittoja ja pieniä työeriä varten on käytössä 8 Mp-yksittäispenkki, 15 m vetopituus ja vetonopeus 45 m/min.

Kieppinä olevat putket vedetään kahdella 8,6 Mp-vetokelalla, joissa on 1,5 m Ø pystysuora vetorumpu, suurin vetonopeus 600 m/min. Vetokelan kiertokuljettimen sopii 15 kieppiä, jotka 5—7 vetokerran jälkeen siirretään seuraavaan työvaiheeseen. Asiakkaille toimitetaan putket uudelleenkelattuina, pienempinä »vyyhteinä» esim. vesijohtoputkiksi tai litteinä »pannukakku»-kieppinä jäähdytinputkiksi.

Alle 25 mm Ø suoria putkia valmistetaan myöskin vetokelojen kautta siten, että viimeinen veto suoritetaan Schumag-koneella, joka vetää, oikaisee ja katkaisee putket halutun pituisiksi.

Valmiita ja välituotteita hehkutetaan rulla-arinauunissa, jossa butaania ali-ilmamäärällä poltettaessa savukaasut muodostavat samalla lievästi pelkistävän suojakaasun. Putket jäähdytetään vedellä ennen uunista poistoa. Kieppiputkien loppuhehkus suoritetaan sitävastoin tyhjiouunissa.

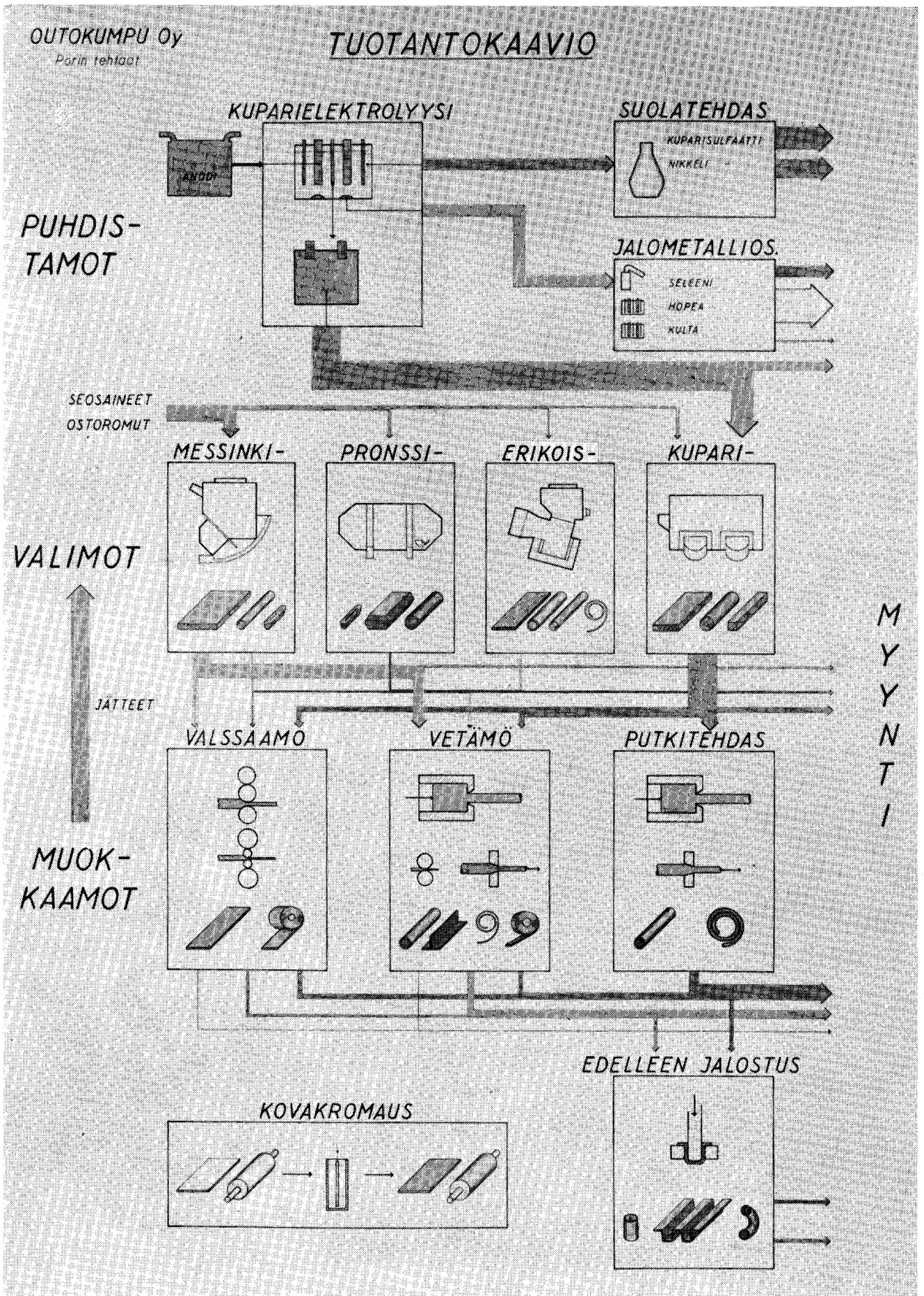
Valmisteiden välitarkastuksia suoritetaan säännöllisesti tärkeimmissä välivaiheissa. Valmiista putkista tarkastetaan lopussa mm. pinnan laatu, sisäpinnan puhtaus, mitat, kovuus, suoruus ja aineen eheys. Viimeksi mainittu todetaan induktiivisella laitteella.

Putkitehtaan kokonaistuotanto v. 1966 oli 9399 tn eli n. 16.500 km, mikä vastaa napapiirin pituutta tai matkaa Helsingistä Sidneyhin.

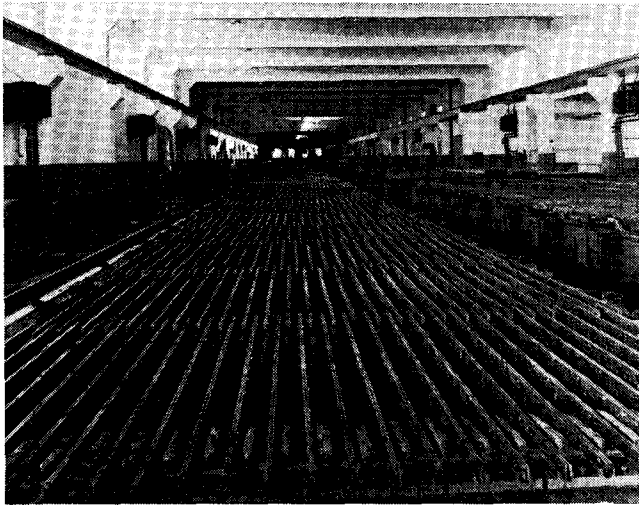
Vetämo

Tällä osastolla valmistetaan valimoiden toimittamista pötkyistä putkia, tankoja, litteätankoja, lankoja, nauhoja ja erilaisia profiileja. Kolme neljäsosaa tuotteista on seoksia ja loput kuparia.

Ensimmäinen työvaihe on yleensä kuumapursotus ja sen jälkeen peittäus kuten putkitehtaallakin. Osa pursot-



Tehtaiden tuotantokaavio



Kuparielektrolyysin allassali.

teista on oikaisun ja katkomisen jälkeen sellaisenaan myyntikelpoisia tuotteita, mutta suurin osa joutuu vielä kylmämuokkaukseen.

Yleisimmät koneet ovat yksittäisvetopenkit, jotka sopivat sekä putkille että tangoille ym. umpiaineille. Veto-keloilla suoritetaan vastaava työvaihe kieppinä oleville tuotteille.

Varsinaisesti tankojen valmistukseen on käytettävissä kaksi Schumag-konetta, jotka samalla läpimenolla vetävät, oikaisevat, katkaisevat ja kiilloittavat vyyhtenä olleen tavaran valmiiksi tangoiksi. Nämä sopivat myöskin neliö- ja kuusiotangoille sekä pienille litteätangoille, tosin ilman kiilloitusvaihetta.

Langan valmistus aloitetaan joko pursotetusta tai valutusta langasta. Ensimmäinen kylmämuokkaus suoritetaan kahdella sarjavalssaimella, joissa kummassakin on 6 valssiparia. Välihehkutuksen jälkeen jatketaan 5-renkaisella sarjavetokoneella tai ilman välihehkutusta 13-renkaisella koneella. Ohuimmat langat, 0,5—0,15 mm Ø vedetään valmiiksi 21-renkaisella koneella. Kahdessa viimeksimainitussa koneessa tapahtuu hehkutus välittömästi viimeisen vetokelan jälkeen, langan itsensä toimiessa vastuselementtinä. Suurin vetonopeus on 21,5 m/sek.

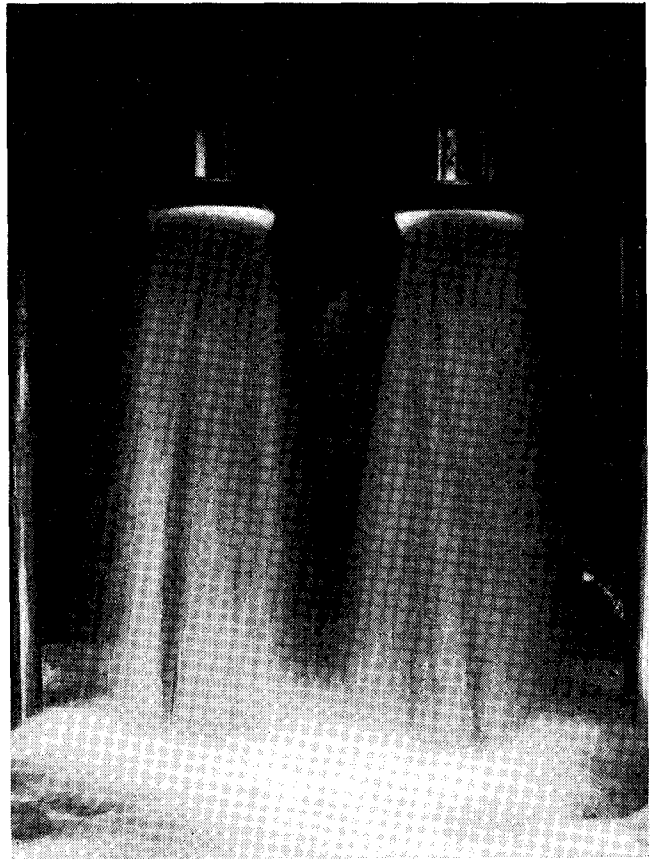
Erikoiskoneista mainittakoon Manurhin-kupituskoneet, joilla pyörötangosta valmistetaan hylsykuppeja patruunateollisuuden hylsyaihoiksi. Ensimmäinen kone pätkii tangon ja kylmätuotteen palaset sopivan muotoisiksi nappeiksi, jotka toinen kone painaa hylsykupeiksi.

Kapeat ja ohuet nauhat valmistetaan pyörölangasta litistysvalssaimella, johon on liitetty myös reunavalssit.

Litteätangot valssataan parivalssaimella, jonka ylävalssi voidaan asettaa 10° kaltevuuteen, mikä tekee mahdolliseksi kiilamaisten lamellitankojenkin valssauksen.

Valmiita ja välituotteita hehkutetaan kahdessa rullarinaruunissa, joissa on vastuskuumennus ja butaanista tehty, heikosti pelkistävä suojakaasu. Vastuskuumennusta käytetään myöskin hylsykuppien hehkutusuuuissa, jossa on teräsnauha-arina ja suojakaasuna krakattu ammoniakki. Päästö- ja välihehkutuksia suoritetaan myös kahdessa suojakaasuttomassa muhveliuunissa.

Viimeistelyvaiheita varten tarvitaan erityyppisiä oikaisukoneita, pyörö- ja vannesahoja ja erilaisia pesulaitteita vetoöljyn poistamiseksi ennen hehkutusta.



Kuparipötkyjen puolijatkuvuvalu.

Erikoistuotteista mainittakoon vielä taivuttamalla tehdyt putkikäyrät sekä liijyputket ja -langat.

Silmämääräisen tarkastuksen lisäksi käytetään apuna ultraääneen tai induktioon perustuvia vianetsintälaitteita.

Vetämön tuotanto v. 1966:

Putkia	2224 tn
Tankoja	6131 »
Lankoja	1390 »
Profiileita, ym.	653 »

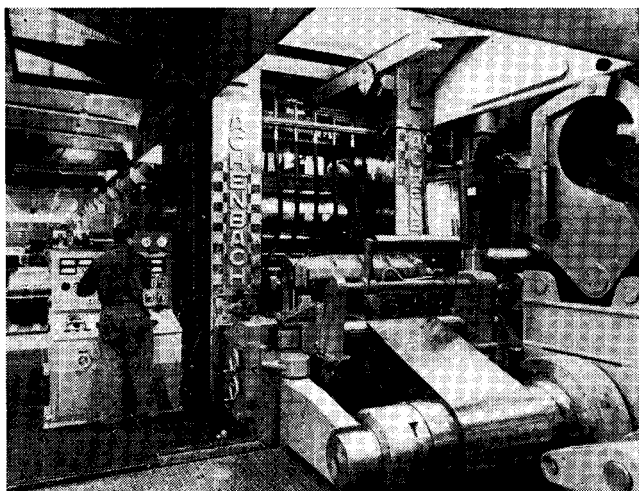
Yht. 10398 tn

Kuparivalmisteita oli 38 % ja seoksia 62 %.

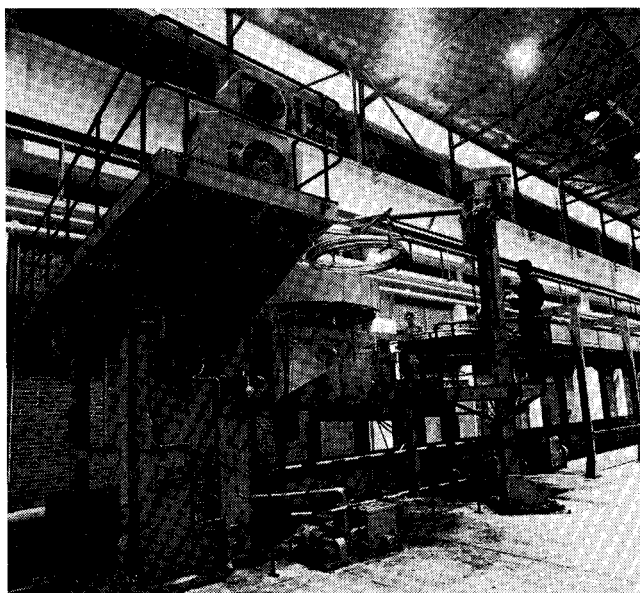
Metallintutkimuslaboratorio

Metallintutkimuslaboratorion pääasiallisina tehtävinä ovat tuotteiden laadunvalvonta, erilaiset valmistusprosesseihin ja tuotteiden laatuun liittyvät tutkimukset sekä asiakaspalveluun kuuluvien erikoiskysymysten selvittely.

Tuotteiden valvonta ulottuu valanteista valmiisiin tuotteisiin saakka. Valanteet toimitetaan muokkaamoille vasta sitten, kun metallintutkimuslaboratorio on ne analyysien ja muiden vaatimusten puolesta hyväksynyt. Muokkaamoilla valvonta kohdistuu välivaiheisiin ja valmiisiin tuotteisiin. Valmiit tuotteet toimitetaan varastoon ja edelleen asiakkaalle vasta sen jälkeen, kun metallintutkimuslaboratorio ja siihen liittyvä tarkastamo antavat luvan. Tarkastamon tehtävänä on tarkistaa tuotteiden mitat ja varmistaa, ettei niissä ole pinta- tms. virheitä, Laboratorio taas suorittaa tuotteille aineen-koetuksen, ts. tarkistaa, ovatko niiden lujuus- ja muut



Achenbach-nelivalssain.



Putkitehtaan 8,6 Mp-vetokela.

ominaisuudet vaatimusten mukaisia. Tavallisimmat aineenkoetusmenetelmät ovat kovuusmittaus, raesuuruusmääritys ja vetokoe. Näiden lisäksi tehdään päivittäin useita muita kokeita kuten esim. jännitysmittauksia (elohopeakoe) messinkiputkille ja -tangoille, kuparin sähköjohtavuusmittauksia, erilaisia taivutus-, kartiointi- ja litistyskokeita.

Pelkkä laadunvalvonta ei pysty tyydyttämään Porin tehtaiden tarpeita. Jatkuva pyrkimys laadun parantamiseen sekä uusien prosessien ja tuotteiden kehittäminen ovat tehneet syvällisemmän metalliopillisen tutkimuksen tarpeelliseksi.

Aineenkoetuslaitteiden ja erilaisten hehkutusuuinien lisäksi tutkimusvälineistä mainittakoon mm. metallimikroskooppi Leitz MM 5, Balzers AG:n valmistamat vakuumi-induktiosulatusuuni VSG 25 ja kaasuanalysaattori EXHALOGRAPH EA 1, röntgendiffraktiolaitteet sekä erilliskiteiden valmistuslaitteisto.

Henkilökunnan kokonaisvahvuus on 68, josta insinöörejä 7, laboratorion henkilökuntaa 25 ja tarkastamossa 36.

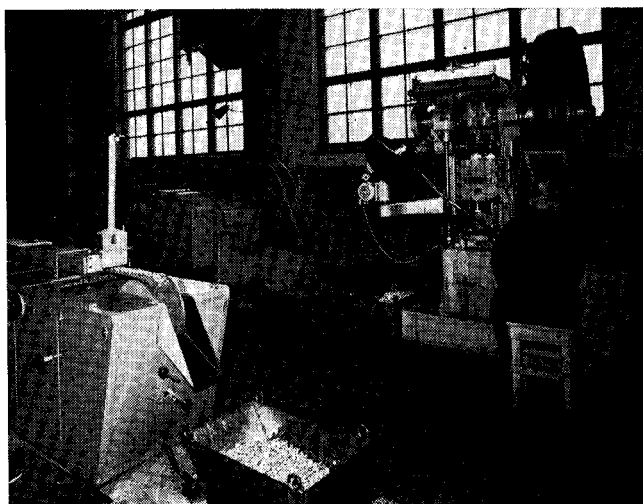
Keskuslaboratorio

Laboratorion tehtäviin kuuluu ensisijassa Porin tehtaiden tuotannon kemiallinen laadun valvonta. Mutta tämän lisäksi joudutaan laboratoriossa tutkimaan runsaasti erilaisia metallurgiseen tutkimukseen ja malminetsintään kuuluvia näytteitä ja analysoimaan ostettavia raaka-aineita sekä yhtiön eri laitosten myyntituotteita.

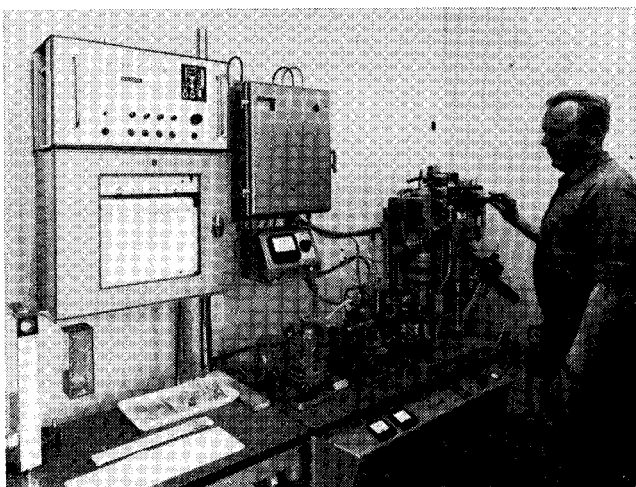
Jalometalliosastolla tehdään kulta- ja hopeamääritykset malmeista, rikasteista, erilaisista välituotteista, hopeasta ja kullasta. Käytössä olevat menetelmät ovat satoja vuosia vanhoja, mutta ne ovat edelleenkin sekä tarkkoja että herkkiä.

Metallianalyysit tehdään röntgenspektri-osastolla. Valimon näytteet tulevat laboratorioon putkipostilla, jonka jälkeen niiden pinta jyrsitään. Messinkien ja pronssien pääaineosat analysoidaan röntgenspektrometrillä. Näytteitä tulee päivittäin n. 200 ja analyysi-aika on n. 3 1/2 minuuttia 7 alkuainetta määritettäessä.

Kupariseosten ja kuparin vähäisten seosaineiden, epäpuhtauksien ja hivenaineiden määrittämiseen käytetään kvantometrejä, joilla päästään erikoistapauksissa alle 1 ppm:n pitoisuuksiin, analyysi-ajan ollessa yksi minuutti.



Hylyskuppien valmistus tangosta. Vasemmalla takana katkaisuja tyssäyskone, etualalla hehkutusuunin jättöpuoli ja oikealla kupituskone.



Kaasujen analysointilaitte Exhalograph.

Optista emissiospektrografia käytetään lähinnä malmin ja sekalaisille metallinäytteille, jotka syystä tai toisesta eivät sovellu kvantometrillä ajettaviksi. Spektri valokuvataan ja tulokset saadaan silmämääräisellä arvioinnilla tai mittaamalla viivojen mustuma mikrofotometrillä.

Atomiabsorptiospektri-spektrometrillä määritetään liuoksista pieniä pitoisuuksia. Tutkittava liuos sumutetaan liekkiin ja mitataan kullekin alkuaineelle luonteenomaisen valon absorptio. Menetelmä on erittäin nopea ja herkkä ja se on tehnyt pienten pitoisuuksien määrittäykset erittäin luotettaviksi.

Muista laitteista mainittakoon korkeajaksouuni, jota käytetään standardinäytteiden valmistukseen ja näytteiden sulatukseen. Automaattisella hiilenanalysointilaitteella määritetään hiili vaikeasti sulavissa metalleissa noin yhdessä minuutissa. Näyte pannaan pieneen upokkaaseen lisäaineiden kera ja poltetaan korkeajaksouunissa, jonka jälkeen hiilipitoisuus saadaan suoraan mittareista mittaamalla syntyneiden kaasujen lämmönjohtokyky.

Kemiallisessa laboratoriossa analysoidaan tutkittavat näytteet »määrillä menetelmillä». Käytettävissä on lukuisia erilaisia mittalaitteita kuten fotometrejä ja liekkifotometrejä, joilla analyysit saadaan tehdyksi nopeasti ja tarkasti.

Laboratorion henkilökunnan luku on 70. Töitä johtaa seitsemän insinööriä ja kaksi tekniikkaa.

Koulutus ja työturvallisuus

Koulutus- ja turvallisuusosasto huolehtii henkilökunnan koulutuksen järjestämisestä sekä työnopetuksen ohjauksesta osastoilla. Erilaisista kursseista mainittakoon 8 tunnin »talo tutuksi»-ohjelma ja 110 teoritunnin peruskurssi työntekijöille. Lisäksi osastolle kuuluu työ- ja paloturvallisuuden edistäminen ja valvonta. Tapaturmatorjuntatyön keskuselimenä toimii turvallisuuslautakunta, jossa ovat edustettuina tehtaan johto, työnjohto ja työntekijät. Tämän lisäksi on kullakin osastolla oma turvallisuustoimikunta, johon jäsenenä kuuluvat osaston johdon, työnjohtajien sekä työntekijöiden edustajat.

Markkinointi ja tulevaisuus

Vuoden 1966 lukujen mukaan meni ulkomaan vientiin suhteellisesti eniten nikkelisulfaattia ja seleeniä, yli 90 % ja muokattuja tuotteita 40 %. Vientimaita oli 22 ja kaikki muut maanosat paitsi Australia. Suurin ostajamme on ollut jatkuvasti Ruotsi.

Ulkomaan vienti, joka valuuttatulojen takia on edullista, on todisteena myöskin siitä, että laadullisesti ja hinnallisesti olemme kilpailukykyisiä, mitkä seikat omalta osaltaan koituvat myöskin kotimaan teollisuuden hyväksi.

Porin tehtaat näyttävät nyt saavuttaneen »tonnimääräisen» tuotannon huipun ja tästä lähtien tulee toiminta tähtäämään jalostusasteen nostoon eli »puolivalmisteiden» muuttamiseen »kolmeneljännnesvalmisteiksi», joista hylsykupit ja sinkistä syvävedetyt kupit paristoja varten ovat tyyppillisiä esimerkkejä.

Summary

»The Production of Semi-Products in Copper and Copper Alloys in Finland»

The article describes the departments and processing methods in the Pori Works of Outokumpu Co., which is the sole producer of

copper in Finland. The Pori Works are the last link in a complete copper production line from several ore bodies to semi-finished products. The city of Pori is situated in Western Finland at Gulf of Bothnia.

The Pori Works comprise of the following production departments: Electrolytic Copper and Precious Metals Refineries, Salt Plant, Casting Shops and Tube, Rod and Rolling Mills. Also the Metallurgical Research and Pilot Plant is located at Pori, in addition to normal maintenance departments and laboratories.

The most modern of the departments is the rolling mill that has started the production with a completely new machinery this autumn. The copper tube mill has been in operation since 1963, but the other departments are about 25 years old and their machineries are partly modernized. Some of the machines and equipment are designed and constructed at the Pori Works, e.g. semi-continuous vertical and continuous horizontal casting machines. A special application of the electrolysis know-how is the hard chromium plating process, where cylinders up to 0,80 × 9,5 m and plates up to 2,2 × 4,5 m can be handled.

The electrolytic copper cathodes, about 32 000 tons a year, are melted in induction furnaces and cast in suitable forms for further processing in the rolling and extrusion & drawing departments. Billets and cakes in standard copper alloys are made in brass and bronze foundries. The production of the rolling mill, 6 000 tons a year, includes plates, sheets and strips. Some of them are processed further to corrugated sheets, blankings, cups for cartridge cases etc. The annual production of extruded and drawn product is nearly 20 000 tons and it comprises of tubes, rods, bars, strips, wires and various sections.

The main copper quality for electrical purposes has the trade name HCOKOF (High Conductivity Outokumpu Oxygen-Free) and it is produced by casting under a reducing protective gas. Some products are made in the so-called certified grade copper, that has a still lower impurity level, and that meets also other special requirements.

NESTE
suomalaisen
teollisuuden
uranuurtaja



Nestekaasua
Liuottimia
Bensiinejä
Moottoripetrolia
Lentopetrolia
Dieselöljyjä
Polttoöljyjä
Tieöljyjä
Bitumituotteita

NAANTALIN ÖLJYNJALOSTAMO
PORVOON ÖLJYNJALOSTAMO

NESTE OY

KAIVOKATU 10 A, PUH. 13 833
HELSINKI 10

Mikroseostetut teräkset

Tekn. tri K. Relander ja tekn. lis. K. Lounamaa, Rautaruukki Oy

Esitelmä Vuorimiesyhdistyksen metallurgijaoston kokouksessa 31. 3. 1967

1. Johdanto

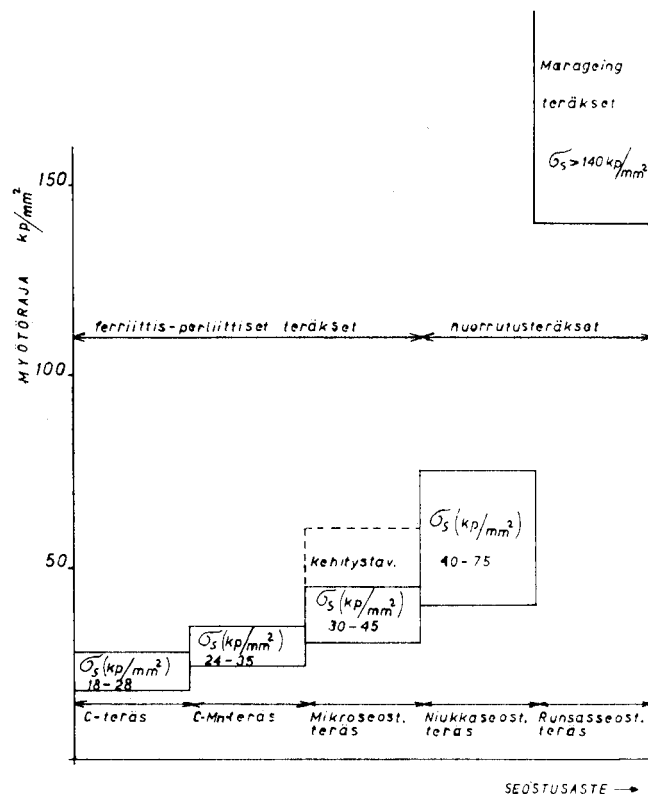
Hitsattavat rakenneteräkset voidaan karkeasti jakaa kahteen pääluokkaan, ferriittis-perliittiset hiili- ja hiili-mangaani-teräkset sekä niukkaseostetut nuorrutusteräkset. Nuorrutusterästen lujuus on suurempi kuin ferriittis-perliittisten terästen, mutta niiden valmistus- ja lämpökäsittelykustannukset ovat hiili-mangaani-teräksiin verrattuna niin korkeat, että niitä yleensä voidaan käyttää vain erikoistarkoituksiin. Taloudelliset ehdot ja teknillisten vaatimusten lisääntyminen ovat näin pakoittaneet tutkimaan ja kehittämään ferriittis-perliittisiä teräksiä. Työn tuloksena on näkyvässä tällaisten ferriittis-perliittisten hienorae- ja erikoislujien terästen käytön nopea lisääntyminen. Pohjoismaissa käytetään näistä teräksistä melko yleisesti Ruotsista peräisin olevaa nimitystä mikro-seostetut teräkset. Nimitys viittaa siihen, että lisäänepitoisuus on alle 0,1 % ja terästä varsinaisesti pidetään hiili-mangaani-teräksenä. Mikrooseosaineiden yhteisenä piirteenä on, että niiden vaikutus pääasiassa perustuu nitridi- ja karbiidierkautumien syntymiseen. Alumiinin tunnettu käyttö hienoraeteräksessä on tavallisin mikro-seostuksen sovellutus. Muut yleisimmät mikrooseosaineet ovat niobi, vanadiini ja titaani. Myös typpi, joka on välttämätön nitridien muodostukseen, on erityisesti alumiini- ja vanadiiniseostetuissa teräksissä muuttunut haitallisesta epäpuhtaudesta hyödylliseksi mikrooseosaineeksi.

Kuva 1 näyttää kaaviollisesti mikroseostettujen terästen aseman muiden hitsattavien rakenneterästen joukossa. Mikroseostettujen terästen lujuusalue sijaitsee hiili-mangaaniterästen ja niukkaseosteisten nuorrutusterästen eli ns. erikoislujien terästen lujuusalueiden välillä. Kuvasta ilmenee havainnollisesti, että vastoin yleistä käytäntöä, käsitettä »mikroseostettu teräs», ei ilman muuta saisi rinnastaa käsitteeseen »erikoislujia teräs».

2. Mikroseostukseen liittyvät metallifysikaaliset ilmiöt

Ferriittis-perliittisten niukkahiilisten terästen murtolujuuden määräävät perliittipitoisuus, seosaineiden aiheuttama ferriitin lujittuminen, erkautumiskarkeneminen ja raekoko. Kolme viime mainittua tekijää vaikuttavat myös myötölujuuteen välittömästi, mutta perliittipitoisuus lähinnä vain raekokoa pienentämällä. Perliittipitoisuuden kasvuun liittyy aina sitkeyden ja hitsattavuuden huononeminen. Kun mikroseostetun teräksen kehityksessä on tärkeintä ollut myötölujuuden lisäys, on yleensä vältetty perliittipitoisuuden lisäämistä ja pyritty pitämään hiilipitoisuus hyvän hitsattavuuden määrämällä tasolla. Ferriitin merkittävä lujittuminen vaatii melko suurta seosainepitoisuutta. Lujittamisesta on seurauksena sitkeyden huononeminen, joka tulee varsin

huomattavaksi, jos rakennetta ei austeniitin hajoamisnopeuden pienemisen takia voida enää pysyttää täysin ferriittis-perliittisenä. Myös erkautumiskarkenemiseen liittyy aina sitkeyden huononemista. Raekoon pienentäminen on näin lujuuden lisäämiseksi ainoa toimenpide, joka parantaa myös sitkeyttä. Kun lisäksi raekoon vaikutus myötölujuuteen on suurempi kuin murtolujuuteen, ja sen vaihtelu on melko suurissa rajoissa mahdollista, on raekoon pienentäminen ymmärrettävästi mikro-seostuksen ensimmäinen selvä tavoite. Sinänsä sitkeässä hienoraeteräksessä voidaan usein sallia määrätty sitkeyden kannalta haitallinen karkeneminenkin. Mikro-seostuksen toiseksi tavoitteeksi on näin tullut erkautuskarkeistun hienoraeteräksen valmistus, jossa teräksessä siis lujuus on selvästi korkeampi kuin peruskokoomuksen ja raekoon perusteella olisi odotettavissa, ja jossa hienorakeisuus takaa tyydyttävän sitkeyden. Mikro-seostus ei vaikuta mainittavasti teräksen varsinaiseen karkenevu-



Kuva 1. Hitsattavien rakenneterästen likimääräiset myötöraja-alueet. (T. Norén, Svetsaren 22, (1963) 207-214).

teen eikä siis myöskään hitsattavuuteen. — Kuva 2 esittää kaaviollisesti eri seostusmenetelmien vaikutusta lujuteen, sitkeyteen ja hitsattavuuteen.

Alumiinilla erikoistivistetyn hienoraeteräksen valmistuksessa on jo kauan käytetty mikrooseostusta tehokkaasti hyödyksi. Kuten tunnettua näissä teräksissä poikkeava raekoko valssauksen jälkeen tavallisesti verrattain vähän raekoosta muissa hiili-mangaani-teräksissä. Huomattava hienorakeisuus saavutetaan vasta normalisoinnin jälkeen. Deoksidaation jälkeen liukukseen jäänyt alumiini pyrkii erkautumaan alumiininitriidinä jäähtymisen aikana. Erkautumisnopeus on kuitenkin niin pieni, että valssauksen jälkeisen jäähtymisen aikana yleensä erkautuminen jää vähäiseksi. Sen sijaan normalisoinnin yhteydessä on aika riittävä alumiininitriidihukkasten syntymiseen. Nämä hiukkaset estävät muodostuvan austeniitin rakeenkasvun. Hienorakeisen austeniitin hajoamistuloksena syntyy myös hienorakeinen ferriittis-perliittinen rakenne. Tavallista normalisointilämpötilaa huomattavasti ylitettäessä nitriidit palloutuvat tai liukenevat ja sallivat austeniittirakeiden kasvamisen samalla tavalla kuin alumiinivapaassa teräksessä. Jos käsittely on oikea, parin sadasosa prosentin alumiinilisäyksellä aikaansaadaan hienoraeteräs. Koska alumiiniseostus ei aiheuta erkautumiskarkenemistä on lujuuden nousu yksinomaan riippuvainen raekoon pienenemisestä.

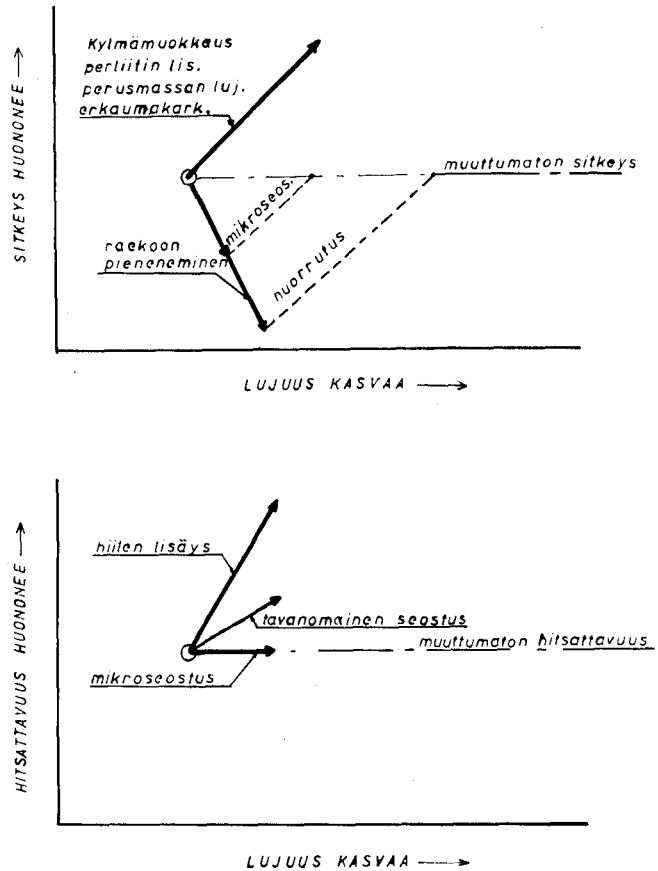
Alumiinista poiketen ovat niobi, vanadiini ja titaani voimakkaita karbiidin muodostajia. Ko. karbiidit ovat tyyppiä MC, ja ne pystyvät liuottamaan huomattaviakin määriä tyyppiä. Niobin affiniteetti tyyppiin on kuitenkin selvästi pienempi kuin vanadiinin ja titaanin. Tästä johtuen ovat niobikarbonitriidit yleensä hiilivaltaisia, kun taas vanadiini- ja titaanikarbonitriidit voivat hyvinkin olla tyypivaltaisia. Karbonitriidit estävät alumiininitriidien tapaa austeniitin rakeenkasvua normalisoinnin yhteydessä. Eri erkautumien tehokkuutta raekoon säännöstelijänä on runsaasti tutkittu. Kuva 3 esittää saatujen tulosten mukaan alumiinilla, niobilla, vanadiinilla ja titaanilla mikrooseostettujen terästen rakeenkasvulämpötiloja seosainepitoisuuden funktiona. Kuvasta käy selville yhtäpitävästi muualla saatujen tulosten kanssa, että niobi estää parhaiten ja vanadiini heikoimmin rakeenkasvua.

Erkautumiskarkenemistä aiheuttavat lähinnä vanadiini- ja niobikarbonitriidit. Jo valssauksen jälkeisen jäähtymisen aikana voi selvää lujittumista tapahtua niobi- ja vanadiiniseostetuissa teräksissä. Suurin lujuuden lisäys saavutetaan kuitenkin, jos jäähdytys austeniittialueelta tapahtuu nopeasti, ja sammutuksen jälkeen suoritetaan hehkutus 550°—650° C:n välillä. Lujittumisen suuruus on riippuvainen monista eri metallurgisista tekijöistä, eikä karkenemismekanismia monista suoritetuista tutkimuksista huolimatta vielä täysin tunnetta. — Kuva 4 esittää elektronimikroskooppikuvan, jossa näkyy hienoja sekä epäkoherentteja että ilmeisesti myös koherentteja karbonitriidierkaumia erään normalisoidun 0,06 % niobia sisältävän teräksen ferriitissä. Jäähtymisnopeuden austeniittialueelta pienessä koherentteja erkaumia ei enää synny eikä lujuus myöskään nouse.

3. Valmistus

Niobin affiniteetti happeen on verrattain pieni. Niobi sopii siis lisäaineeksi myös puolitiivistetyssä teräksessä. Käyttämällä niobia alumiinin asemesta rakeenkasvun ehkäisijänä, on voitu kehittää myös puolitiivistettyjä hienoraeteräksiä. Puolitiivistetyn niobiteräksen valmistukseen asetettiin muutamia vuosia sitten suuria toiveita,

sillä näin pystyttiin välttämään alumiinin haitallisia vaikutuksia ja huomattavasti suurentamaan valannevalun tuotosta. Jatkuvavalumenetelmissä ei tuotos ole samassa määrin riippuvainen tiivistystavasta kuin ko-

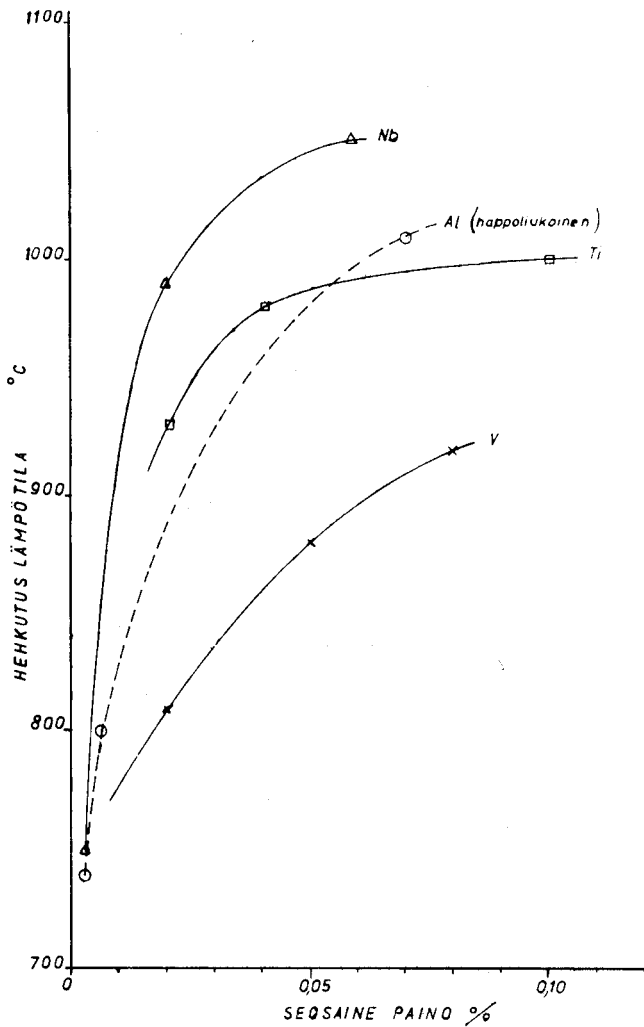


Kuva 2. Sitkeyden ja hitsattavuuden riippuvuus eri lujuutta nostavista tekijöistä kaaviollisesti.

killivalussa. Siksi on jatkuvavalumenetelmien yleistyessä puolitiivistetyn hienoraeteräksen valmistus tutkimuskohteena menettämässä merkitystään. Myös vanadiinin affiniteetti happeen on huomattavasti pienempi kuin alumiinin, ja sen käyttö on mahdollista puolitiivistetyssä ja piitiivistetyssä teräksessä. Titaanin affiniteetti happeen on jo melko lähellä alumiinin affiniteettia. Teräksen melko pitkälle menevä deoksidaatio on suoritettava ennen titaanilisäystä.

Kuten aikaisemmasta on käynyt ilmi, sitoo niobi vain vähän tyyppiä, kun taas vanadiinin ja titaanin karbonitriidit voivat hyvinkin olla tyypivaltaisia. Tämän vuoksi alumiinivapaat niobiseostetut hienoraeteräkset voivat olla vanhenevia, mikäli ei tyypipitoisuus ole kovin alhainen. LD-, Kaldon- ja muut happipuhalletut teräkset yleensä sisältävät Siemens-Martin ja sähköteräksiin verrattuna vähän tyyppiä. Happipuhallusmenetelmät soveltuvat tämän vuoksi hyvin puolitiivistettyjen tai muuten alumiinivapaiden mikrooseostettujen teräslaatuojen valmistukseen.

Kuten edellä on mainittu, on karbonitriidien erkautuminen ratkaisevasti ja melko monimutkaisella tavalla riippuvainen käsittelystä. Valmistuksen viimeistelyvaiheisiin, siis kuumavalssaukseen ja mahdolliseen lämpökäsittelyyn on siksi kiinnitettävä erikoista huomiota. Kaksi erilaista valmistusmenetelmää on yleisesti käytössä nimittäin tavallinen valssaus jälkikäsittelynä normalisointi ja ohjattu valssaus ilman normalisointia. Edelli-



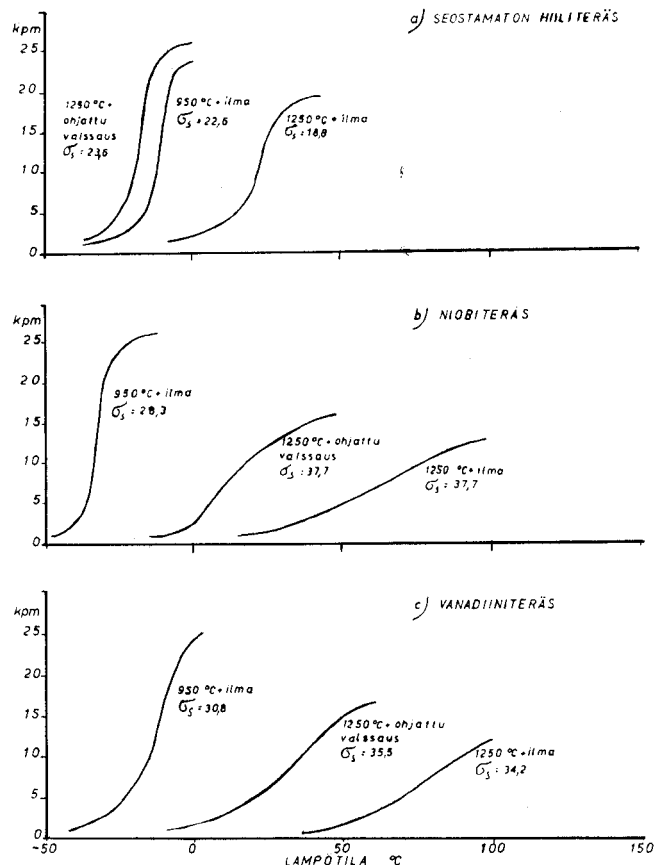
Kuva 3. Rakeenkasvulämpötilan riippuvuus mikroseosaineen pitoisuudesta. (K. Onnela, Rautaruukki Oy)

sellä menetelmällä valmistetaan terästä, jossa raekoko on hieno ja sitkeys erittäin hyvä. Koska karbonitriidien erkautuminen normalisointi-ehkikutuksen aikana on melko täydellistä, ei karkenemista tavallisesti tapahdu normalisoinnin jälkeisen jäähtymisen aikana ja vain kohtalainen lujuus voidaan saavuttaa. Ohjatussa valssauksessa pyritään itse valssaus suorittamaan niin, että rakenne tulee hienorakeiseksi ja sitkeys täten tyydyttäväksi. Jäähtymisen aikana tapahtuva erkautumiskarkeneminen voidaan tällöin käyttää teräksen lujittamiseen.

Ohjattua valssausta käytetään etupäässä niobi- tai vanadiiniseostettujen terästen valmistuksessa korkeaan myötörajaan pyrittäessä. Myös titaani- ja alumiiniseosteisiä teräksiä valssataan ohjatusti, mutta vain keskinertainen myötöraja on tavoitteena. Alkuvalssauslämpötila on suhteellisen korkea eli noin 1200°...1250° C, jotta karbonitriidit liukenisivat mahdollisimman täydellisesti. Loppuvalssauksessa lämpötila on alhainen, noin 850° C, ja samalla reduktioaste suuri, vähintään 10...15 %. Näin saavutetaan rekristallisaation yhteydessä mahdollisimman hieno raekoko. Raekokoa hienontavat todennäköisesti vielä pienin määrin erkautuvat karbonitriidit ja nitiidit. Raekokoa ei kuitenkaan saada niin hienoksi kuin normalisoidussa teräksessä, mikä vaikuttaa haitallisesti iskusitkeyteen. Kuva 5 esittää kahden mikroseostetun teräksen transiitilämpötilakäyriä näiden eri kä-



Kuva 4. Karbonitriidierkautumia mikroseostetun teräksen (0,06 % Nb) ferritissä. (K. Onnela, Rautaruukki Oy)



Kuva 5. Käsitteilyn vaikutus hiiliteräksen ja mikroseostettujen terästen iskusitkeyteen (K. J. Irvine et al. J. Iron Steel Inst. 205, (1967), 161—182)

sittelyjen jälkeen. Valsattujen terästen iskusitkeyteen voi vaikuttaa haitallisesti myös se, että ne ovat jossain määrin taipuvaisia vanhenemiseen, sillä alumiinikaan ei yleensä ehdi sitoa tyypeä riittävästi valssauksen jälkeisen jäähtymisen aikana.

Normalisoitujen teräksien valmistuksessa on lujuuden lisäämiseksi ruvettu käyttämään myös kahden tai useamman mikroseosaineen yhdistelmiä. Esimerkiksi niobi-vanadiiniseostuksella saavutetaan korkeampia myötörajoja kuin pelkällä niobi- tai vanadiinilisäyksellä. Niobikarbonitriidit liukenevat vasta suhteellisen korkeassa lämpötilassa, mutta vanadiinikarbonitriidit huomattavasti jo $900^{\circ}\dots 950^{\circ}\text{C}$:n välillä. Normalisointilämpötilaa voidaan näin nostaa ilman rakeenkasvun ja sitkeydenmenetyksen vaaraa niin korkealle, että vanadiinikarbonitriidit liukenevat ja jälleen jäähtymisen aikana erkautuvat, aiheuttaen lujuuden nousua. Jos edellisten mikroseosaineiden ohella suoritetaan alumiinilisäys, paranee teräksen vanhenemiskestävyys ja samalla myös iskusitkeys.

4. Teräslaadut, ominaisuudet ja käyttö

Etenkin alumiinilla hienoraekäsiteltyjä eli alumiinilla erikoistiivistettyjä teräksiä on käytössä murtolujuusalueella $37\dots 46\text{ kp/mm}^2$ sellaisiin tarkoituksiin, joissa vaaditaan erikoisen hyvää sitkeyttä ja hitsattavuutta. Nykyään käytetään näissä teräksissä alumiinin ohella myös muita mikroseosaineita. Hienoraeteräkset ovat etupäässä käytössä yleisinä rakenneteräksinä, paineastia-teräksinä ja laivateräksinä.

Tavanomaiset normalisoidut mikroseostetut teräkset sisältävät noin $0,15\dots 0,22\%$ hiiltä, $0,8\dots 1,5\%$ mangaania, $0,02\%$ liukoista alumiinia ja/tai $0,01\dots 0,10\%$ niobia, vanadiinia sekä titaania. Taattu myötöraja on suuruusluokaltaan $35\dots 40\text{ kp/mm}^2$, vetomurtolujuuden ollessa vähintään noin 50 kp/mm^2 . Charpy-V-sauvoilla määritetty iskusitkeyden transitiolämpötila on yleensä huomattavasti alle -20°C . Raekoko on yleensä erittäin pieni, ASTM:n mukaan ilmoitettuna useimmiten Nr 10 tai pienempi. Nämä teräkset ovat saavuttaneet suuren käytön muun muassa sillanrakennusteräksinä ja niitä käytetään myöskin erikoislujina laivanrakennusteräksinä.

Varsinaiset erkautumiskarkenevat laadut, jotka sisältävät niobia ja/tai vanadiinia, sallivat $40\dots 45\text{ kp/mm}^2$:n myötölujuuden saavuttamisen. Transitiolämpötila (Charpy-V) on ohjattua valssausta käytettäessä suuruusluokkaa $\pm 0^{\circ}\text{C}\dots +10^{\circ}\text{C}$ ja normalisoiduille, mikroseostusyhdistelmään perustuvilla teräksillä ehkä noin -20°C . Erittäin tärkeänä käyttöalana mainittakoon putkisto- eli »pipe-line»-rakennus.

Mikroseostettujen terästen hitsattavuus on periaatteessa erittäin hyvä. Karkenevuus on pienempi kuin vastaavilla ferriittis-perliittisillä hiili-mangaani-teräksillä kuten kuvasta 6 selviää. Tämä kuva esittää kahden kuuma-valsatun, vain niobipitoisuuden suhteen toisistaan eroavan teräksen karkenevuuskäyriä. Sekä kokonaiskovuus että karkenemissyvyys on niobiteräksessä pienempi. Mikroseostettujen terästen käsittely hitsauksen yhteydessä on yleensä sama kuin hiili-mangaani-terästenkin.

Eri mikroseostettujen terästen valmistuksessa on tähän asti ollut havaittavissa maantieteellistä jakautumista. USA:ssa, missä hiili-mangaaniteräs pääasiallisesti valmistetaan puolitiivistettynä, on samoin kuin Englannissakin niobiseostus yleisintä. Länsi-Euroopan mannermaalla on ollut kiinnostusta alumiinistiivistetyn teräksen lisäksi

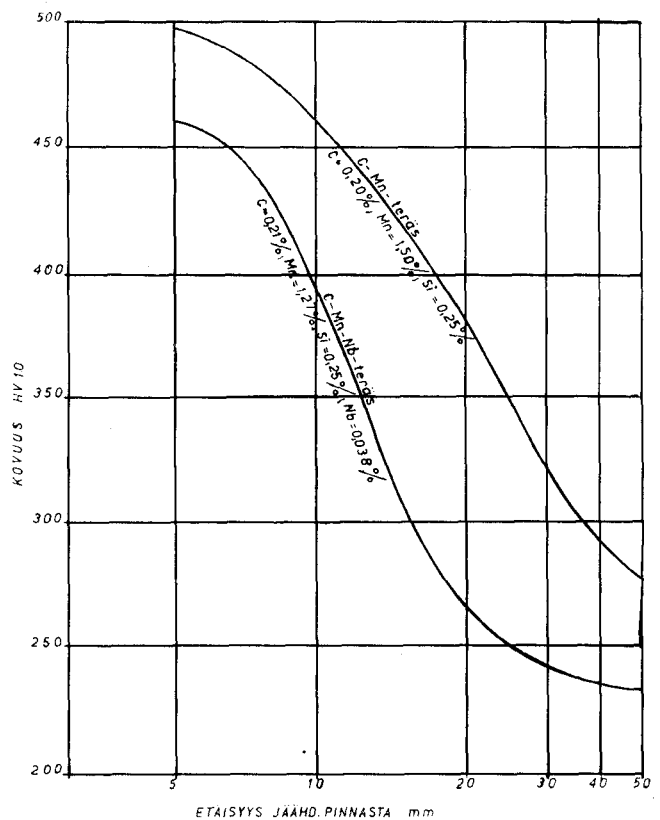
erikoisesti vanadiini-tyyppi-seostettuun teräkseen. Neuvostoliitossa on ilmeisesti kokeiltu ennenkaikkea titaanin käyttöä. Japanissa on seurattu kehitystä eri tahoilla ja valmistettu paitsi niobiseostettuja teräksiä myös omia muunnelmia muista mikroseostetuista teräksistä.

5. Kehityssuuntauksia

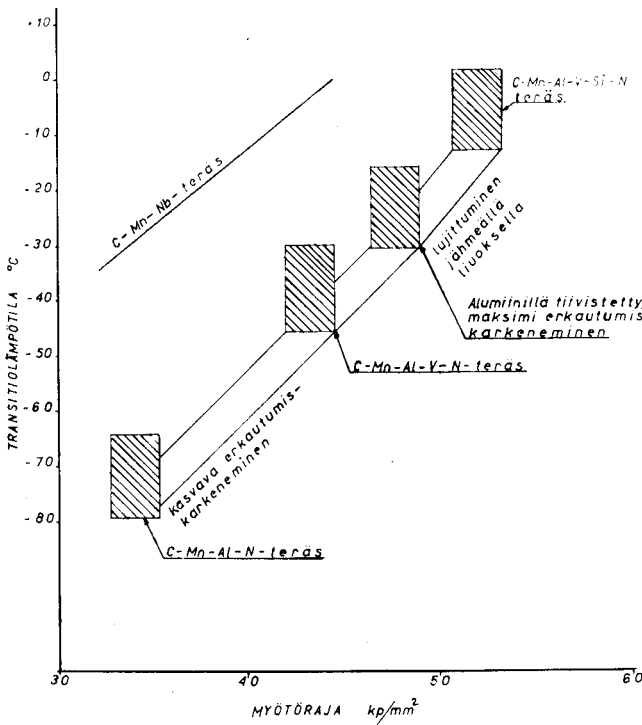
Mikroseostettujen terästen valmistuskustannukset ovat suhteellisen pienet ja myötörajayksikön hinta muodostuu näin ollen alhaiseksi. Suunnittelijan määräämää ainespaksuus ei ole yksinomaan riippuvainen laskentaluudesta. Jäykkyyden, kulumisvaran, korroosiovaran yms. asettamat vaatimukset on myös otettava huomioon. Tästä huolimatta mikroseostetut teräkset ovat epäilemättä taloudellisia erilaisten hitsattujen rakenteiden materiaaleina. Ilmeistä onkin että niiden käyttö tulevaisuudessa tulee yhä kasvamaan. Teräslaatuja pyritään edelleen kehittämään tavoitteena entistä paremmat lujuusominaisuudet ja samalla hyvä sitkeys ja hitsattavuus. Nykyisistä kehityssuuntauksista mainittakoon seuraavaa.

a) *Niukkahiiliteräs*, minkä hiilipitoisuus on alle $0,10\%$ ja missä niobipitoisuutta on nostettu tavanomaisesta arvosta $0,02\%$:sta noin $0,06\%$:iin. Tämän teräksen hitsattavuus on erittäin hyvä, mutta valmistusvaikeutena on hienoa raekokoa ja sitkeyttä varten tarvittava erittäin suuri loppumuokkausaste.

b) *Sammutettu ja erkautushehkutettu teräs*, missä hiilipitoisuus myös on alhainen. Ferriitin raekoko on nopean jäähdytyksen vuoksi erittäin hieno. Karbonitriidit eivät myöskään ehdi erkautua. Noin 600°C :n paikkeilla tapahtuvan päästö- tai erkautushehkutuksen ansiosta nousee myötöraja korkeaksi.



Kuva 6. Kuumamuokatun C-Mn ja C-Mn-Nb-teräksen NW-käyriä (muunnettuja Jominy-käyriä). (T. Noren, Svetsaren 23(1964) 8—15).



Kuva 7. Mikrooseostettujen terästen lujuus- ja sitkeusominaisuuksia. (K. J. Irvine et al, J. Iron Steel Inst. 205, (1967), 161—182)

c) Normalisoitu teräs, mikä perustuu mikroseosaineyhdistelmään Al-V-N tai Al-Nb-V-N. Tässä tapauksessa alumiini tai alumiini ja niobi takaavat hienorakeisuuden ja vanhenemattomuuden, kun taas typpi ja vanadiini aiheuttavat erkautumiskarkeneamista. Kuva 7 näyttää kehityssuuntauksen ja havainnollistaa sitkeyseron kuumavalssattuun niobiteräkseen verrattuna. Myös perusmassaa lujittavalla piilisäyksellä voidaan kuvan mukaan

nostaa myötörajaa, mutta sitkeys tietenkin kärsii vastaavasti. Tämäntapaisen mikrooseostetun teräksen myötölujuus ylittää 50 kp/mm² transiitilämpötilan ollessa alle ± 0° C.

6. Yhteenveto

Mikrooseostetut teräset ovat hiili-mangaani pohjalta edelleen kehitettyjä ferriittis-perliittisiä hitsattavia rakeneteräksiä. Terästen hyvät lujuus-, sitkeys- ja hitsattavuusominaisuudet on saatu aikaan lisäämällä pieniä määriä eli sadasosa prosentteja seosaineita kuten alumiinia, niobia, vanadiinia ja titaania. Mikroseosaineiden edullinen vaikutus perustuu ensisijaisesti siihen, että ne pienentävät raokokoa ja aiheuttavat erkautumiskarkeneamista, mutta eivät lisää teräksen karkenevuutta.

Mikrooseostettuja teräksiä valmistetaan puolitiivistettyinä ja tiivistettyinä joko ohjattua valssausta tai normalisointia käyttäen. Teräksien täysin konkreettinen kehitystavoite on yli 50 kp/mm²:n myötöraja. Mikrooseostettuja teräksiä käytetään mm. yleisinä rakeneteräksinä, silta-, laiva-, paineastia- ja putkiteräksinä.

Summary

The paper outlines the present stand and possible future developments in the field of ferritic-perlitic weldable high strength steels.

Small additions of Al, Nb, V or Ti to ordinary C-Mn structural steels causes precipitation of alloy nitrides, carbides and carbonitrides which in turn produce remarkable grain refinement and hardening without increasing hardenability. It has therefore been possible to develop ductile and weldable high strength steels of moderate cost. These steels are manufactured as semi-killed or fully killed with yield point values usually between 35 and 45 kp/mm². Controlled rolling produces high strength but normalizing gives best ductility. Investigations carried out by Rautaruukki Oy laboratories confirm that suitable adjustment of Al-, Nb- and V-contents will guarantee utmost yield point values also in normalized condition. The predominant applications of the steels in question are general structural purposes, bridges, pressure vessels, pipe-lines and shipbuilding.



Lehtemme entinen päätoimittaja tekn.tri Herman Stigzelius on siirtynyt New York'iin, jossa hän toimii Yhdistyneitten Kansakuntien luonnonvarojen ja kuljetusosaston vuoriteknillisenä neuvonantajana YK:n erityisrahaston projektien suunnittelussa, valmistamisessa ja valvonnassa.

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen kiittää tri Stigzeliusta monivuotisesta työstä ja esittää samalla parhaat kiitoksensa rouva Karin Stigzeliukselle yhtä monivuotisesta työstä lehtemme toimitusihtheerinä.



Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen on myöntänyt tekn. tri Herman Stigzeliukselle hopeisen Eero Mäkinen-mitalin tunnustuksena hänen maamme vuoriteollisuuden hyväksi tekemästään arvokkaasta työstä sekä alan johtavana viranomaisena että Vuoriteollisuus-Bergshanteringen lehden päätoimittajana.

Uusi suodatuslaitteisto nopeasti suodattuvien materiaalien jatkuvaksi suodattamiseksi

Dipl.ins. O. Vartiainen, Outokumpu Oy, Kokkola

Teollisuudessa esiintyy tavallisina sellaisia suodatusprobleemoja, joissa kiintoaineksesta sen edelleenkäsittelemiseksi on poistettava ylimäärä vettä tai muuta nestemäistä väliainetta. Tällöin joudutaan usein pelkästään tämän vuoksi prosessi tekemään ko. osalta epäjatkovaksi esim. varastoimalla materiaali määrätyn ajaksi väli-varastoon, laskeutumisaltauksiin, siiloihin yms. Materiaalin väli-varastointi siirtoineen ja kuljetuksineen on käyttökustannuksiltaan normaalisti kallis toimenpide. On kuitenkin tavallista, että vedenpoistovaiheen tekeminen jatkuvaksi vaatii niin paljon laitteiston perustamiskustannuksia ja käyttömiehistöä, että tyydytään periaatteeltaan primitiiviseen väli-varastosta toiseen siirtämismenettelyyn, mikä suurista kapasiteeteista kyseenolleen vaatii myös suuria markkamääräisiä kustannuksia. Näin ollen tämä prosessivaihe on säilynyt useissa tapauksissa probleemana, johon »parempaakaan ratkaisua» ei ole löytynyt.

Johdanto

Nesteen erotus kiintomateriaalista suodattamalla^{1,2)} tapahtuu jonkin väliaineen, tavallisimmin suodatinkankaan avulla.

Suodatusprosessiin vaikuttavat mm. seuraavat tekijät:

- suodatinväliaineen molempien puolien välillä vallitseva paine-ero
- kiintoainekerroksen aiheuttama virtausvastus
- suodatinväliaineen aiheuttama virtausvastus

Em. tekijöiden lisäksi suodatuksen nopeuteen vaikuttaa myöskin lietteen lämpötila (nopeus yleensä kasvaa lämpötilan noustessa) ja myöskin se suodatinpinta-ala, mikä on käytettävissä kiintoainepainoyksikköä kohden. Erityisen voimakkaasti suodatusnopeuteen vaikuttavat suodatinväliaineen (kankaan) ja suodatettavan kiintoainekerroksen aiheuttamat virtausvastukset.

Sekä suodatinväliaine (kangas) että suodatettava kiintomateriaali muodostavat suotimen pinnalla suuren määrän kanaaleja, joita myöten neste pyrkii valumaan alaspäin joko keinotekoisesti aikaansaadun tai luonnostaan syntyneen paine-eron vaikutuksesta. Nesteen virtaus kapillaariputken läpi noudattaa Poiseuillen laminaarisen virtauksen yhtälöä

$$Q = \frac{\pi r^4}{8\mu l} (p_1 - p_2), \text{ jossa}$$

- Q = putkessa virtaava nestemäärä aikayksikössä
 $p_1 - p_2$ = paine-ero putkessa
 μ = viskositeettikerroin
 l = kapillaariputken pituus
 r = kapillaariputken sisäsäde

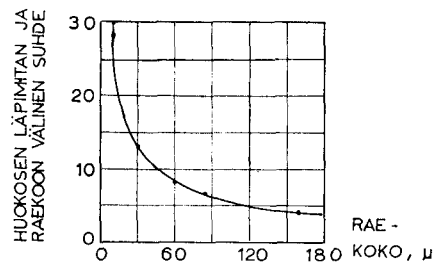
Yhtälön mukaan ohuessa putkessa virtaava nestemäärä aikayksikössä on suoraan verrannollinen kanaalin säteen neljänteen potenssiin ja kääntäen verrannollinen kapillaariputken pituuteen. Se on kääntäen verrannollinen myöskin nesteen viskositeettiin.

On tunnettua, että suodatinväliaineen, kankaan, huokokset täyttyvät hyvin nopeasti suodatettavan kiintomateriaalin suurimmista osasista, jotka muodostavat huokosiin holvin, mikä estää hienoimpien rakeiden poistumisen suodoksen mukana (Bridging Effect), kuva 1. Sama ilmiö tapahtuu myös suodatinkankaan yläpuolella olevassa kiintomateriaalissa, joka itse asiassa toimii suodatinväliaineena hyvin pian suodatuksen alkuhetkistä lähtien.

Jotta edelläesitetty holvaantuminen voisi tapahtua, täytyy huokosen läpimitan ja raekoon noudattaa määrättyä suhdetta, joka on esitetty kuvassa 2 kokeellisesti saatuna käyränä.

On selvää, että mitä tiiviimpi em. holvista muodostuu,

Kuva 1. Mineraalirakeiden holvaantuminen suodatin-kankaassa olevalle aukolle.



Kuva 2. Suodatinkankaan huokosen ja osan koon välisen suhteen riippuvuus osaskoosta.

sitä pienemmäksi suodatusnopeus tulee. Mikäli kuitenkin suodatettava materiaali sisältää suhteellisen vähän kaikkein hienoimpia raeluokkia, niin sekä suodatinkankaassa että sille kertyneessä kiintomateriaalissa vettäläpäisevät kanaalit pysyvät auki pitkiäkin aikoja, varsinkin jos kanaalien pituus, em. Poiseuillen yhtälössä 1, pidetään mahdollisimman lyhyenä ja kanaalin halkaisija mahdollisimman suurena. Molemmat vm. seikat voidaan toteuttaa esim. siten, että syntyneet liian tiiviit »holvit» rikotaan sopivin väliajoin.

Käyttäen hyväksi edellä esitettyä periaatetta on Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtailla kehitetty suodatuslaitteisto granuloidun rautakiven vesipitoisuuden pienentämiseksi sellaisiin rajoihin, että sen jatkokäsittely on mahdollista jatkuvatoimisin laittein.

Tarve uudentyypisen laitteiston kehittämiseen ilmeni sen jälkeen, kun mikään kysymykseen tulevista tunnetuista (kts. kuva 3) suodatusmenetelmistä ei osoittautunut taloudellisesti kilpailukykyiseksi »varastovaluttamis»-käytännön kanssa.

Kuvassa 3^a) on kaaviollisesti esitetty ne olosuhdealueet, joilla yleisesti tunnetut suodatuslaitteistot toimivat.

Tässä yhteydessä käsiteltävä suodatusprobleema kuuluu »nopeasti suodattuvien materiaalien» ryhmään.

Ensimmäiset Pilot Plant-suodatuskokeet tehtiin talvella 1963—1964. n 4 t/h käsittelevällä laitteistolla ja kesällä 1966 siirryttiin täysmittakaavaiseen toimintaan kahdella à 50 t/h kapasiteetin suotimella. Tähän mennessä n. 1 1/2 vuoden käytön jälkeen voidaan todeta suotimien toimivan suunnitellulla tavalla.

Uusi suodatuslaitteisto

Kokkolan tehtailla suodatuslaitteistot on rakennettu rautakiven granulointilaitteiston⁴⁾ yhteyteen. Laitteiston

sijoitus ilmenee kuvasta 4. Kuten havaitaan, niin sekä granulointilaitteet että suodatus- seulpta- ja kuljetuslaitteet ovat kaikki varsinaisten prosessilaitosten ulkopuolella. Granulointilaitteista ja näin ollen myös suodattimista ainoastaan yksi on kerrallaan käynnissä johtuen sulan rautakiven poistamistavasta sulatusuunista. Sula lasketaan jatkuvasti jompaankumpaan granulointialtaaseen. Tämä asettaa suotimelle tärkeän lisävaatimuksen. Se on pystyttävä käynnistämään mahdollisimman vaivattomasti ja yht'aikaa granulointilaitteiston kanssa.

Kuvassa 5 on esitetty suotimen teknillinen rakenne. Sen muodostaa kuljetinketju kolmeen ja suodatinpohja. Kolat on kiinnitetty molemmista päästään kaksoislamelliketjuun (kuvat 6—7). Kolia on kolmea eri tyyppiä, nimittäin nk. tavallinen kuljetinkola, mikä kulkee n. 70 mm:n etäisyydellä suodatinpohjasta, toinen tyyppi on n. 30 mm:n etäisyydellä ja nk. erikoiskola tässä tapauksessa n. 10 mm:n etäisyydellä. Kolat lepäävät suotimen molemmilla sivuilla olevilla kiskoilla.

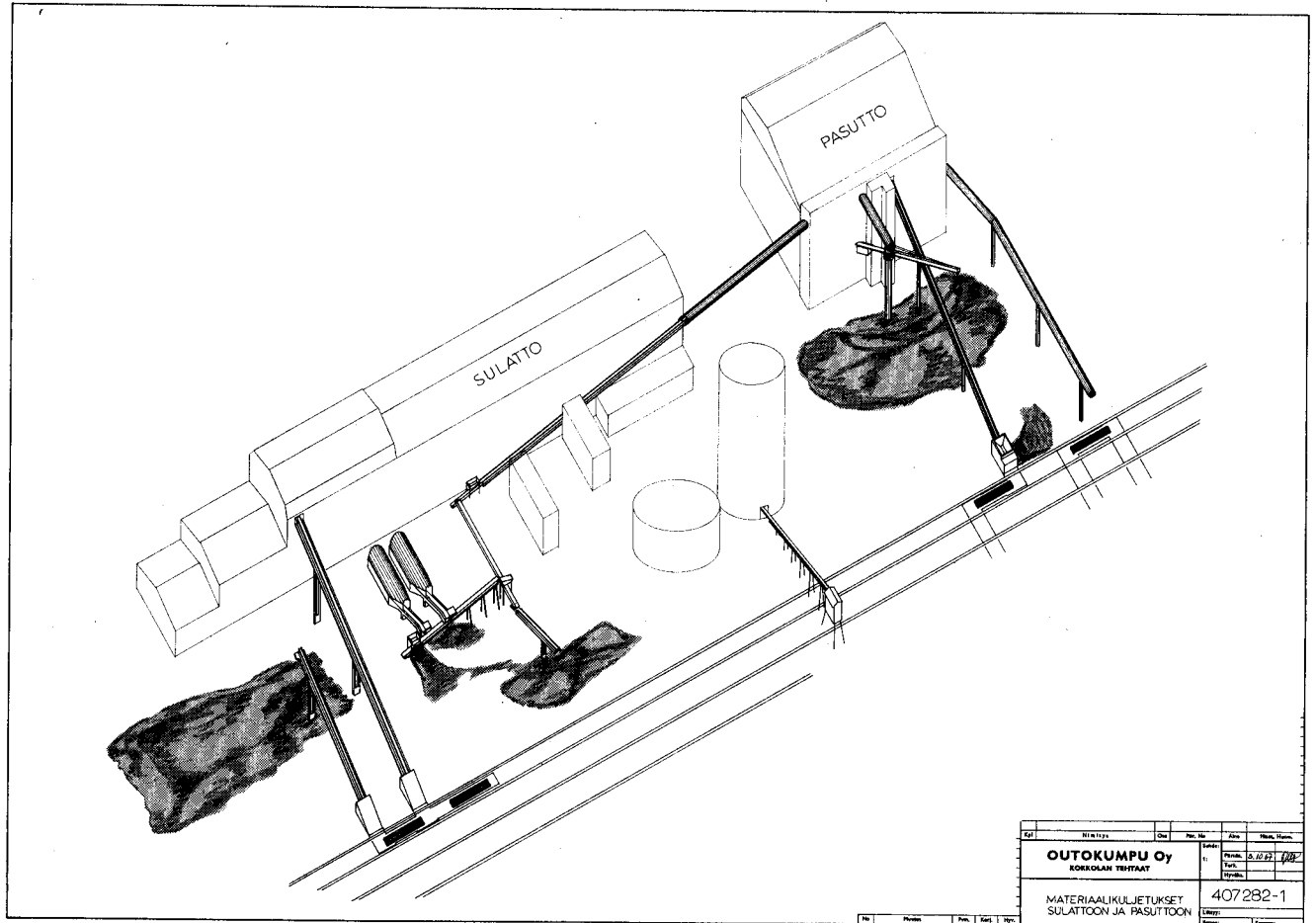
Suodatinseulapohja on 2,5 mm:n pitkittäisaukoilla varustettu »wire-screen»-tyyppinen seula. Se lepää poikittaissuuntaisilla palkeilla, jotka on kiinnitetty siten, että suodatinpohjaa voidaan nostaa ja laskea. Sen pinta-ala on n. 14 m² ja vapaa poikkipinta-ala n. 45 %.

Sulassa tilassa oleva rautakivi (FeS) lasketaan kuljettimen alapäässä olevaan vesialtaaseen samalla kun se granuloidaan ennen allasta olevassa rännissä vesisuihkuin. Tullessaan altaasta se on ennen suodinta n. 20 %:n vesipitoisuudessa ja poistuessaan suodatettuna sisältää n. 5—7 % H₂O. Kuljetin ja suodin ovat 10°:n kaltevuudessa ylöspäin.

Suodatinseulan läpi veden mukana mennyt kiintoaines kerätään aika ajoin suotimen alta kauhakuormaajaa käyt-

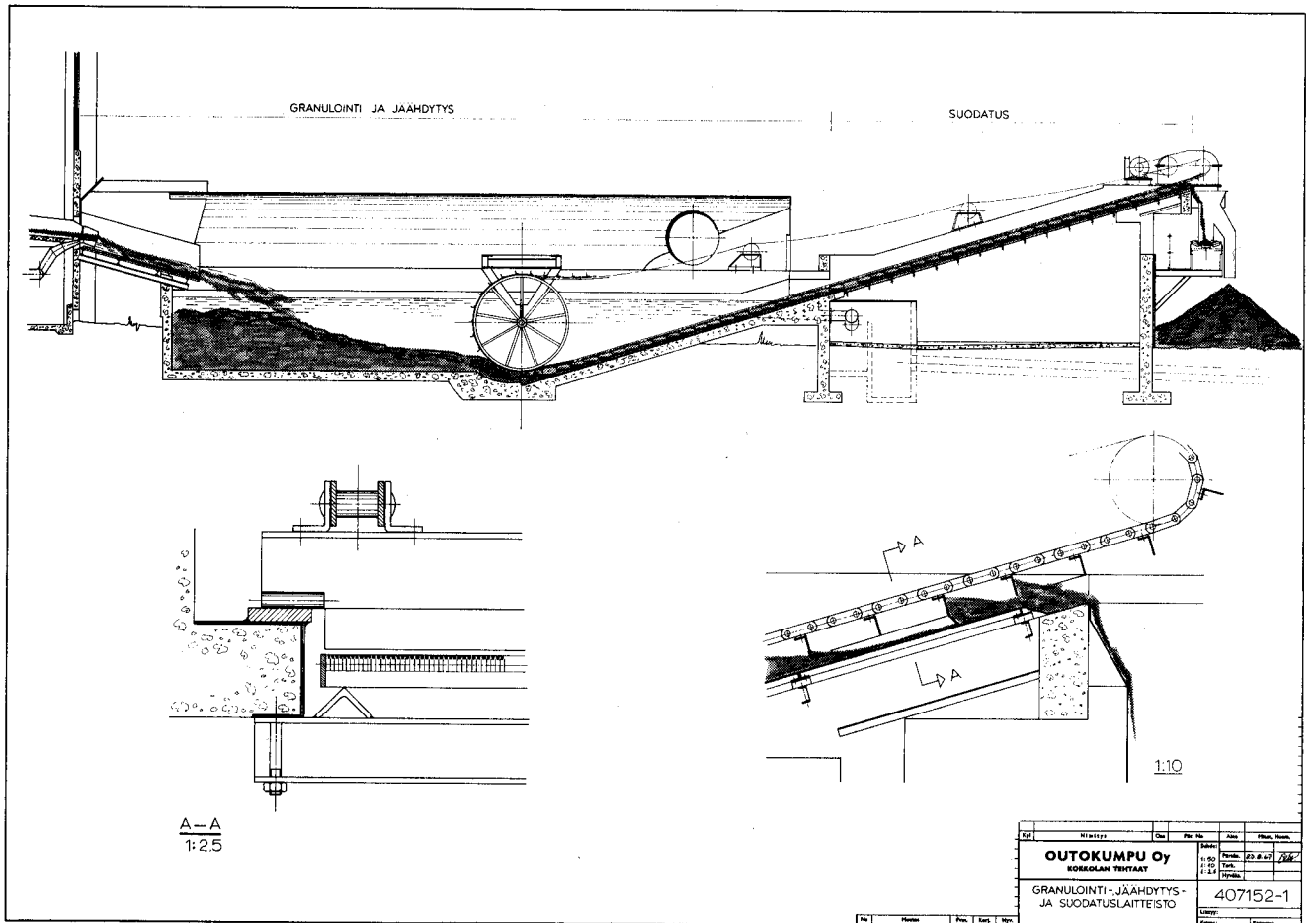
Kuva 3.³⁾ Suodintyyppin valinta materiaalin suodattavuusominaisuuksien perusteella.

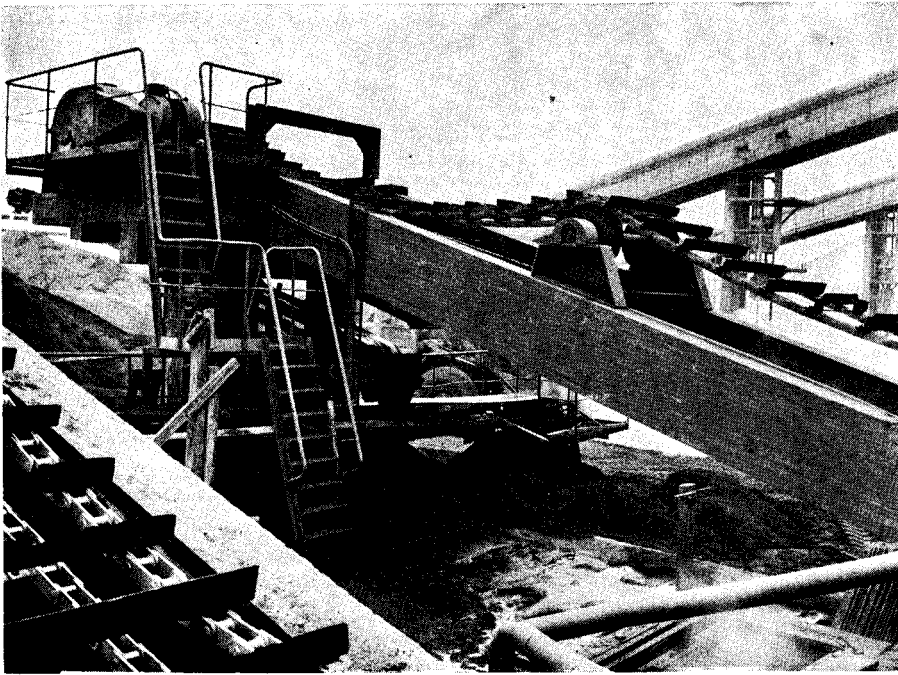
Lietteen ominaisuudet	Nopea suodatavuus	Keskim. suod.	Hidas suod.	Laikea liete	Hyvin laikea liete
Suodatteen muodostuminen	cm/s	cm/min.	0,1—0,5 cm/min.	< 0,1 cm/min.	ei suodatetta
Normaali lietetiheys	> 20 %	10—20%	1—10 %	< 5 %	< 0,1 %
Kiintoaaineen laskeutuminen	äkillinen vaikea liettä	nopea	hidas	hidas	—
Suodatekapasiteetti, kg/h m ²	> 2500	250—2500	25—250	< 25	—
Suodoskapasiteetti, 1/h m ²	> 12000	600—12000	30—60	30—6000	30—6000
Suodintyyppin soveltuvuus:					
Jatkuvatoim. imusuodin					
Monilokeroinen rumpusuodin					
Yksilokeroinen »					
Dorrco					
Suppilovedenerotin					
Top feed-suodin					
Scroll-suodin					
Levysuodin (Tilting-pan)					
Hihnasuodin (Belt-discharge)					
Jatkuvatoim. kiekkosuodin					
» »precoat»-imusuodin					
» »precoat»-painesuodin					
Ei-jatkuvatoim. »leaf»-imusuodin					
» »nutsche»-suodin					
» painesuotimet:					
— levy-ja-kehys (plate-and-frame)					
— pysty »leaf»					
— putkisuodin (tubular)					
— vaakalevysuod. (hor. plate)					
— patruunasuodin (cartridge, edge)					



Kuva 4. Rautakiven granulointi-, suodatus- ja kuljetuslaitteet.

↓ Kuva 5. Rautakiven granulointi- ja suodatuslaitteisto.





Kuvat 6 ja 7.

Rautakiven suodatuslaitteisto.

täen. Määrä on tässä tapauksessa n. 0,1—0,5 %, josta suurin osa tulee suotimen puhdistuksen ja heti suodatusprosessin aloituksen jälkeen.

Suotimen mitoitus ja toiminta selviää parhaiten seuraavasta esimerkkitapauksesta, mikä koskee granuloidun rautakiven suodatusta.

Suodatettava kiintomateriaali, rautakivi

Sulatusprosessissa muodostunut rautakivi lasketaan uunista sulassa tilassa n. 1200°C:n lämpötilassa granulointialtaaseen, jossa granulointi tapahtuu hienojakoisen vesisuihkutuksen avulla.

Rautakiven tyypillinen seula-analyysi on seuraava:

Seula-aukko	Läpäisy
10 mm	98 %
2,38 »	87 »
1,19 »	58 »
0,42 »	12 »
0,21 »	3 »
0,074 »	1 »

Lisäksi on huomattava, että granulointiprosessin jälkeen tuote voi sisältää hajakappaleina suuria, lähinnä laskuranneista peräisin olevia nyrkinkokoisiaakin lohkeita.

Rautakiven valumis- ja suodattavuusominaisuudet

Kuvassa 8 on graafisesti esitetty rautakivestä vapaasti valumalla poistunut vesimäärä valumisajan funktiona. Suodatinkankaana oli 0,2 mm:n seulakangas, suodatinpatjan paksuus oli 40 mm ja lähtökosteus 25 % H₂O kuivapainosta laskien. Saavutettu loppukosteus 30 min:n valumisajan jälkeen vaihteli 5—7 %:n välillä.

Rautakiven imusuodatusta tutkittiin sekä laboratorio-että Pilot Plant-mittakaavassa.

Top-feed-rumpusuodatinta käyttäen päästiin 4—4,5 %:n loppukosteuteen 15—30 sekunnin suodatusajalla. Suotimen kapasiteetti suodosmäärän suhteen oli 2000—



3000 l/h m². Suodatinpatjan paksuus oli n. 30 mm. Ali-paine oli n. 0,62 kp/cm². Rumpusuotimen kapasiteetiksi laskettiin näiden kokeiden perusteella n. 5 t/h m² kuivaa kiintoainesta suodatusjakson pituuden ollessa 30 s.

Laboratorio- ja Pilot Plant-kokeiden yhteenvetona voitiin todeta, että:

1) Imusuotimella saavutetaan n. 4—5 %:n loppukosteus n. 15—30 sekunnin suodatusajalla.

2) Mikäli rautakivestä valutetaan vesi huokaisen pohjan päällä, niin saavutetaan n. 5—7 %:n loppukosteus n. 30 minuutin valumisajalla.

3) Valumisprosessin alussa, 20—30 ensimmäisen sekunnin kuluessa, veden väheneminen rautakivestä tapahtuu kapasiteetilla, mikä on lähes 50 % imusuotimella saavutuista kokonaiskapasiteettiarvoista.

Suodatuslaitteiston mitoitus

a) Suodatinpohjan aukon määrääminen

Rautakivi on valtaosaltaan yli 120 μ :n suuruusluokkaa. Kuvassa 2 120 μ :n raekokoa vastaa suhde n. 4, mikä on huokosen läpimitan ja raekoon välinen suhde. Tämä merkitsee sitä, että kun materiaalin raesuuruus huomattavalta osalta on n. 0,6 mm tai enemmän, niin huokosen läpimita voi olla ainakin n. 2,5 mm. Koska rautakivipartikkelit ovat pyöreitä, niin seulapohjaksi voidaan valita pitkitäisaukoilla varustettu seula.

b) Suodatinpatjan uudistamisjakson pituuden määrääminen

Suoritetaan mitoitus 50 t/h keskimääräistä normaalikapasiteettia varten. Tällöin poistettava vesimäärä lähtien 20 %:n alkukosteudesta on n. 6,5 t/h, kun halutaan päästä n. 7 % loppukosteuteen. Valitaan suotimen pohjan pinta-alaksi 14 m², mihin tässä tapauksessa on päädytty laitteiston mitoituksen optimoinnin perusteella. Tällöin keskimääräiseksi suoduskapasiteetiksi saadaan n. 465 l/h m². Kuvan 8 mukaan tulee sen jakson pituudeksi, jonka kuluttua suodatuspatja on uusittava, n. 150 s. mikä t.s. on se suodatusjakso, jonka kuluttua veden poisto materiaalista on palautettava alkuperäisiin kapasiteetti-arvoihin, jotta keskimääräinen suoduskapasiteetti olisi em. 465 l/h m². Koska kuitenkin suodatettava materiaalmäärä 50 t/h voi vaihdella hetkittäin huomattavastikin, niin patjan uudistamisjakson pituudeksi on syytä valita 150 s:a pienempi arvo, esim. 100 s. Koska ketjun nopeudeksi tässä tapauksessa on valittu 6,9 m/min, niin n.k. erikoiskolat on asennettava ketjuun n. 11,5 m:n välein.

On huomattava, ettei erikoiskolan tehtävänä ole suorittaa yksinomaan materiaalin kuljetusta, vaan lähinnä rikkoo suodatinpatjan tukkeutuneet suoduskanaalit; riittää kun materiaali ainoastaan käännetään erikoiskolan avulla. Tämän vuoksi kola onkin konstruoitu siten, että osa materiaalista pääsee kolan yläreunan yli seuraavalle kolalle, mikä tavallisesti on nk. normaalikola, ja näin ollen erikoiskolan yli päässyt materiaali muodostaa uutta suodatinpatjaa. Ennen erikoiskolaa olevien hieman tavallista kolaa syvempien kolien tehtävänä on »keventää» erikoiskolan kuormitusta. Tämä katsottiin Kokkolan tehtaiden tapauksessa edulliseksi.

Käyttökokemukset

Käyttökokemukset ja tulokset perustuvat täysmittakaavaisten laitteiden 2 \times 50 t/h toimintaan. Laitteet otettiin jatkuvaan käyttöön kesällä 1966. Yli vuoden aikana saadut käyttökokemukset voidaan kiteyttää seuraaviin havaintoihin;

1) On voitu eliminoida materiaalin välivarastoimisiiroja, jotka olivat aikaisemmin välttämättömiä, n. 2000 t/vrk ja samalla tehty mahdolliseksi päävaraston siirtäminen sellaiseen paikkaan, että materiaalin siirto- ja kuljetuskustannukset ovat pienentyneet aivan olennaisesti.

2) Laitteiston toiminnan edistämiseksi jouduttiin kylmimpien talvikuukausien ajaksi rakentamaan muovipeitekatot suodatinosan yläpuolelle. Tämä tuli välttämättömäksi lämpötilan laskeutua alle -20°C.

3) Materiaalin kosteus suotimen jälkeen on ollut talvikuukausina keskimäärin n. 8,0 % ja muina aikoina n. 6,6 %. Seulapohjan puhdistus on suoritettu keskimäärin 1 kerta/viikko. Puhdistus tehdään vesisuihkujen avulla ja kestää 1—2 tuntia. Suotimen pinnalla oleva materiaali pidetään kosteana sinä aikana, kun suodin ei ole käytössä. Suotimen läpi menneen materiaalin määrä on ollut pienempi kuin 0,5 % valtaosan tullessa ensimmäisten tuntein kuluessa laitteiston puhdistuksen jälkeen.

4) Varsinaisia kuluvia osia suotimessa ovat kolliin kiinnitetyt laahauspinnat, jotka on uusittu n. 3000—4000 käyttötunnin jälkeen. Koliin käyttöikä on ollut n. 6000—8000 tuntia. Sen sijaan ketju, kolien kannatuskiskot ja suodatinpohja eivät ole sanottavammin kuluneet 9000 tunnin käytön jälkeen. Veden pH on ollut suodatusvaiheessa 3—4, mistä johtuen pääosa kulumisista on korroosion aiheuttamaa. Kuluvien osien materiaalikokeilut ovat käynnissä.

Muita suotimen käyttöaloja

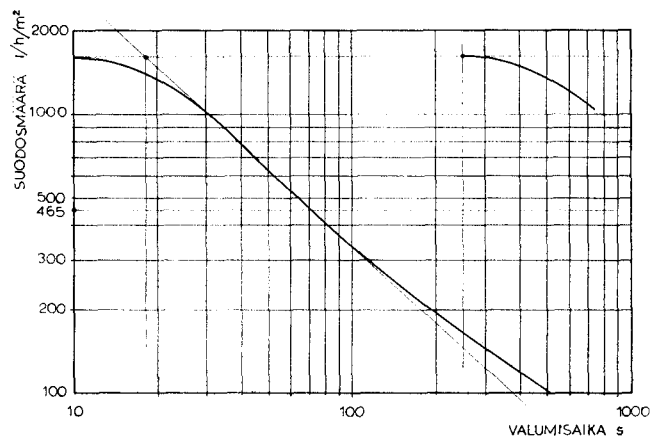
Tässä artikkelissa esitetyllä suodatusmenetelmällä on todennäköisesti myös muita käyttöaloja kuin rautakiven suodatus. Kysymykseen voivat tulla esim. seuraavat tehtävät:

- Karkeiden hiekkojen suodatus pesuvaiheiden jälkeen; lasiteollisuus, betonihiekat jne.
- Sink-float-prosessin eri tuotteiden suodatus.
- Kivihiilifraktioiden vedenerotus.
- Karkeiden tina- ja lyijyrikasteiden tai välituotteiden vedenerotus jne.

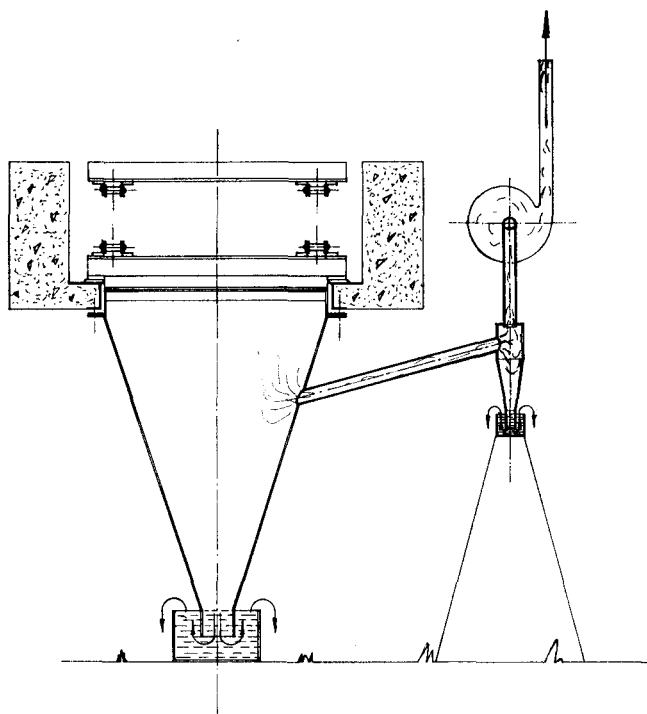
On myöskin mahdollista modifioida edelläesitettua suodatuslaitteistoa siten, että se soveltuu rautakiveä heikommin suodattuvien materiaalien käsittelyyn. Koska nimittäin suodatuspohja on kiinteä, on hyvin yksinkertaista konstruoida pohjaosan alle imulaatikko, esim. periaatekuvan 9 mukaan ja nostaa suodatustehoa nostamalla suodatuspohjan molemmiin puoliin vallitsevien paineiden eroa.

Edelläesitetylle suodatuslaitteistolle ja suodatusmenetelmälle on haettu patenttia.

Kirjoittaja pyytää kiittää Outokumpu Oy:n ylintä joh-



Kuva 8. Rautakivestä vapaasti valumalla poistunut vesimäärä valumisajan funktiona.



Kuva 9. Imulaatikon sijoitus suotimen alle.

toa luvasta saada julkaista oheinen artikkeli ja siinä esitetty tulokset. Kiitos kohdistuu myös Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaiden pasuton ja sulaton käyttö- ja tutkimushenkilöstölle, jonka avulla laitteisto on saatu viimeistelyä.

Kirjallisuusviitteet:

1) George D. Dickey: »Filtration». Reinhold Publishing Corporation, 1961.

- 2) R. T. Hukki: »Mineraalien hienonnus ja rikastus», 1964.
- 3) J. E. Flood, etc.: »Filtration Practice Today», Chem. Eng., June 20, 1966.
- 4) H. Tanner: »Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaat», Vuoriteollisuus, n:o 1, 1964.

Summary

A New Filtration Equipment for Fast or Medium Filtering Slurries.

A new filtration apparatus has been developed at Outokumpu Co's Kokkola Works. It is based on the effective use of the relation $\frac{r^4}{l}$ (r = radius of capillary pipe, l = length of capillary pipe) in the Poiseuille's equation for the laminary flow.

The filter can handle fast or medium filtering slurries to such a moisture content that e.g. screening or transport with inclined belt conveyors is possible.

The material slurry filtered with the equipment in question at Outokumpu is iron sulfide (FeS) matte granulated into water. It contains about 1 %—200 mesh material, the medium size of the particles being about 0,7 mm, and the maximum size 10—15 mm. The water content of the matte is about 20 % by weight when it is separated from the granulation pool. After the filtration the FeS-matte contains about 8 % water. It should be mentioned that using a normal Top-Feed vacuum filter, a moisture content of about 4,5—5,0 % could be reached in this case.

There are two filters parallelly in operation, each one working at a capacity of 50 tons/hr.

Compared with the other types of filters, of which e.g. Top-Feed and belt-discharged vacuum filters were tested in Pilot-Plant scale at Outokumpu Works, the developed filtration equipment has many advantages. It is much more economic in investments, e.g. no suction pumps are needed, the necessary manual labour is low, there are only very few wearing parts and their construction is uncomplicated. Even in winter conditions no heated building is needed.

Using the equipment described in this article the total transport of about 2 000 tons per day of FeS-matte to and from the middle store was eliminated. In store the water content of matte was reduced down to about 7—8 % in 2—3 weeks. Now the process is continuous in this point.

Muutoksia lehden toimituksessa ja yhdistyksen virkailijakunnassa



Yli-ins. *Kalervo Nieminen* on marraskuun alussa siirtynyt ulkoasiainministeriön kehitysaputoimiston palvelukseen toimien kaivosasiatuntijana Etiopian kaivosministeriössä Addis Abebassa. Yli-ins. Nieminen hoiti lehtemme päätoimittajan virkaa tohtori *Stigzeliuksen* jälkeen. Uudeksi päätoimittajaksi on yhdistyksen hallitus kokouksessaan 17. 10. 67 nimittänyt dipl.ins. *Paavo Maijalan*, joka edelleen toimii myös yhdistyksemme rahastonhoitajana.

Yhdistyksemme sihteeriksi on hallitus valinnut yli-ins. Niemisen jälkeen dipl.ins. *Erik Jakowleff'in* Oy Vuokseenniska Ab:stä.

Röntgenmikroanalysaattori tutkimusvälineenä*

Fil.kand. Jaakko Siivola Geologinen tutkimuslaitos, Otaniemi

Vaikka röntgenmikroanalysaattorin periaatteen julkaisemisesta on kulunut jo noin 25 vuotta ja ensimmäinen toiminut laite valmistui suunnilleen 17 vuotta sitten, lienee mikroanalysaattori Suomessa melko tuntematon tutkimusvälineenä. Koska laitteet lähitulevaisuudessa ilmeisesti yleistyvät meilläkin, esitellään seuraavassa, osittain luettelomaisessakin muodossa, mikroanalysaattorin rakennetta, toimintaperiaatetta, käyttömahdollisuuksia, mittauksen virhelähteitä ja tuloks käsittelyssä vaadittavia korjaustermejä. Lopuksi esitetään pieni sovellutus mineralogian alalta, lähinnä analyysitarkkuuden ja -herkkyyden kuvaamiseksi. — Koska esitys on luonteeltaan lähinnä informatiivinen, on asiaa yksinkertaistettu monin paikoin huomattavasti. Varsinkin korjaustermien kohdalla on teoria jätetty melkein kokonaan sivuun ja asiat esitetty pelkkinä toteamuksina.

A. Mikroanalysaattorin rakenne ja käyttömahdollisuudet

Röntgenmikroanalysaattorilla ymmärretään laitetta, jossa analysoitavaan näytteeseen kohdistetaan fokussoitu elektronisuihku, joka herättää preparaateissa olevien alkuaineiden karakteristiset röntgensäteilyt.

Mikroanalysaattorin rakenne voidaan kuvata oheisella kaaviolla, kuva 1. Tästä ilmenevät yleiset peruspiirteet, olkoonpa laite muuten millainen tahansa (laitteen resoluutio, mittausalue, nopeus, yleinen käyttökelpoisuus yms. seikat riippuvat vain valmistajasta).

Analysaattorin tärkein osa, sen ydin, on luonnollisesti elektroni- ja röntgenoptiikkayhdistelmä, kuva 2.

Elektronilähteenä käytetään hiusneulatyypistä wolframielektrodiä. Kiihdytyspotentiaali vaihtelee analysoitavien alkuaineiden mukaan välillä 10—40 kV. Elektronioptiikan normaalirakenne tällä hetkellä on kaksilinsin systeemi. Valitsemalla kondensori- ja objektiivilinsien virrat sopivasti, saadaan elektronisuihku »kutistettua» pieneksi ja fokussoitua näytteen pintaan niin, että suihkun halkaisija on noin 1 μ . Välittömästi elektronioptiikkaan liittyvät poikkeuskelat, joiden avulla elektronisuihkun liikettä voidaan ohjata halutulla tavalla. Aikaisemmin käytettiin pääasiassa sähköstaattista poikkeutusta, kun nykyään suihkun sähkömagneettinen ohjaus on yleisempi tapa. Jos laitteen resoluutiota halutaan parantaa nykyisestään (n. 1 μ), on yhtenä mahdollisuutena lisätä sähkömagneettisten linsien lukumäärää. Yleensä pyritään siihen, että elektronisuihku olisi kohtisuorassa antikatodin pintaa vastaan, vaikkakin myös vinoja ratkaisuja käytetään.

Röntgenoptiikassa on huomattavasti enemmän rakenteellisia eroja. Ensiksikin röntgensäteiden mittauskulma vaihtelee 6°—75°. Tässä on pyrkimys suuriin kulmiin absorptioefektin pienentämiseksi. Itse spektrometrien rakenne on myös vaihteleva. Käytössä on jokseenkin

yhtä paljon »Johann» — ja »Johansson»-tyyppisiä, siis semifokussoituvia ja täysin fokussoituvia spektrometrejä. Yleensä pyritään mahdollisuuksien mukaan täysin fokussoituvaan tyyppiin röntgen-resoluution parantamiseksi. Röntgenoptiikka on suunniteltu siten, että röntgensäteiden lähtöpiste näytteen pinnalla, kidemonokromaattori ja suhteellisuuslaskija pysyvät aina saman ympyrän (Rowland circle) kehällä. Valitsemalla erilaisia kiteitä, joiden d-arvot ovat sopivia, voidaan peittää huomattavan laaja allonpituusalue. Useimmilla kaupallisilla mikroanalysaattoreilla voidaan nykyään mitata aallonpituudet välillä 120—0,4 Å. 1. analysoida alkuaineet Berylliumista Uraaniin. — Röntgensäteily mitataan joko geiger-, tuike- tai suhteellisuuslaskijoilla. Näistä viimeainitut ovat eniten käytettyjä. Geoscan-tyyppisessä analysaattorissa on kaksi suljettua ja kaksi virtauslaskijaa, joiden valinta tapahtuu kulloinkin mitattavan aallonpituuden mukaan. — Spektrometrien lukumäärä analysaattoreissa vaihtelee 1—4 ja niiden liike rajoissa 28°—125° 2 θ .

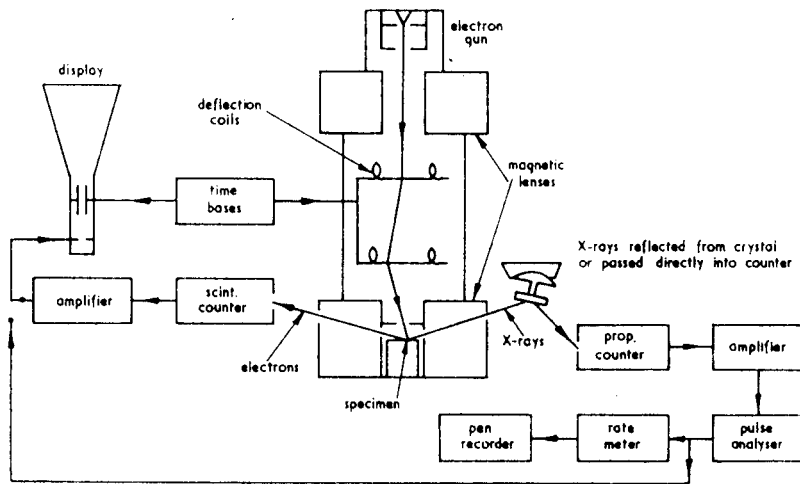
Mikroanalysaattoreissa on myös mahdollisuus mitata näytteestä heijastuvia elektroneja. Osa niistä kerätään läheltä näytteen pintaa, johdetaan valomonistimeen, joka vahvistaa elektronien antaman signaalin ja lähettää sen eteenpäin. Tämä vahvistettu pulssi ohjaa katodisädeputkea niin, että saadaan esille heijastuneiden elektronien energian jakautuminen sekä, vaihtoehtoisesti heijastuneiden tai absorboituneiden elektronien antama kuva näytteen pinnasta.

Röntgenmikroanalysaattorilla voidaan tutkia kaikkia näytteitä, jotka ovat preparoitavissa sopivasti. Näytteelle on asetettava vain kaksi vaatimusta: a) Tutkittavan pinnan on oltava mahdollisimman sileä. b) Tutkittavan näytteen on johdettava sähköä. — Kaikki metallipreparaatit, useimmat malmimineraalit ja monet silikaatit ovat niin hyviä johteita, että niitä voidaan tutkia sellaisinaan. Useimpien silikaattien ja esim. biologisten näytteiden johtokyky on parannettava höyrystämällä niiden pinnalle 50—200 Å paksu metalli- (Al, Cu, Au) tai hiilikalvo.

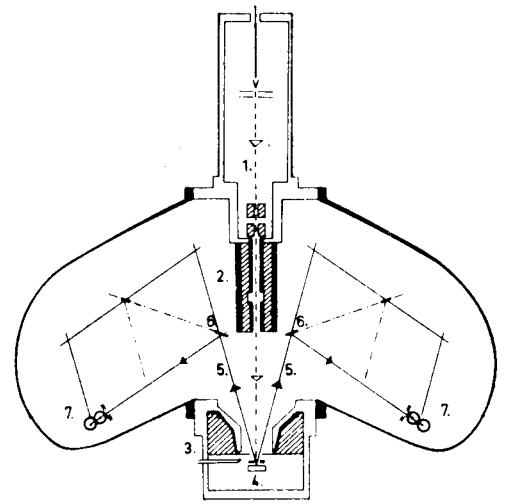
Mikroanalysaattorin erikoisominaisuudet, varsinkin sen erotuskyky ja mittausherkkyyt, tekevät siitä erittäin tehokkaan työvälineen sellaisten tehtävien tutkimisessa, joiden käsittely muilla tavoin olisi mahdotonta. Näistä probleemoista voi lyhyessä luettelossa esittää mm. seuraavat:

1. Alkuaineiden kvalitatiivinen identifioiminen pienissä mineraalirakeissa, sulkeumissa, suotautumissa ja epäpuhtauksissa.
2. Alkuaineiden jakautumisen tutkiminen em. kohteissa sekä diffuusiotapauksissa, »intergranaalissa» jne.
3. Materiaalien homogeneisuuden tutkiminen.

*Lyhennelmä kirjoituksesta Jaakko Siivola: Kvantitatiivinen röntgenmikroanalyyysi ja sen tarkkuus eräiden silikaattimateriaalien pääkomponenttien analytiikassa.



Kuva 1. Röntgenmikroanalysoijan perusrakenne. (Brit. J. Appl. Phys. 5/11. 1960).



Kuva 2. Kaavio Geoscanin elektroniopliikasta sekä spektrometreistä. 1 Elektronisuihku, 2 Kondensori-linssi, 3 Objektiivilinssi, 4 Analysoitava näyte, 5 Analysoitava röntgensäteily, 6 Kideanalysoijatorni, 7 Laskijaputket. (Geologi, No 6, 1965.)

4. Ohuiden kerrosten ja »pintafilmiin» paksuuden ja homogeenisuuden määrittäminen.
5. Valitsemalla sopivasti mittausolosuhteet sekä käyttämällä tunnettuja standardeja ja lisäksi soveltamalla eräitä tulosten korjausmetodeja, voidaan yo. tapauksissa tehdä kvantitatiivinen analyysi, jonka suhteellinen tarkkuus vaihtelee välillä 10 %—1 %, tapauksesta riippuen.

B. Röntgenmikroanalyysin fysikaaliset perusteet

Kohdistettaessa 5—50 keV:n energian omaava elektronisuihku kiinteään kappaleeseen, tapahtuu joukko fysikaalisia ilmiöitä, joita tarkastellaan seuraavassa hieman lähemmin:

1. Syntyy karakteristinen röntgensäteily elektronisuihkun osuessa kohteen elektroneihin, ionisoiden täten kohteen atomeja.

Elektronit, joiden kineettinen energia on riittävän suuri, tunkeutuvat atomien uloimpien elektronikehien läpi ja samalla heittävät pois radoiltaan K-, L-, M- jne. kehien elektroneja. Näille tyhjille paikoille »putoaa» edellisten kehien elektroneja, jotka palauttavat atomin normaaliin energiatilansa. Vapautunut energia »näky» ko. alkuaineen karakteristisena röntgensäteilynä. Tämän säteilyn aallonpituus riippuu järjestysluvusta Z, tunnetun Moseleyn lain mukaan, seuraavasti:

$$\lambda = \frac{C}{(Z - \sigma)^2}, \text{ missä } C \text{ ja } \sigma \text{ ovat vakioita, } 1.$$

mitä raskaampi atomi sitä lyhyempää on syntyvän röntgensäteilyn aallonpituus verrattaessa samoja kehiä keskenään. Toisaalta, jotta tällainen tapahtumien kulku olisi mahdollista, on primäärisuihkun elektronien energian oltava vähintään sama kuin herätettävän elementin kriittinen absorptioenergia.

2. Syntyy valkoista röntgensäteilyä 1. jatkuva röntgenspektri.

Koska suihkun kaikkien elektronien nopeus ei ole sama, syntyy kiinteässä kappaleessa röntgensäteilyä, joka sisältää kaikkia aallonpituuksia.

3. Hitaita elektroneja (< 50 eV) emittoituu kohteesta.
4. Osa suurienergisia elektroneista heijastuu kohteesta, törmättyään kerran tai useampia kertoja kohteen atomeihin.

Väitöskirjassaan (1964) Reed määritteli tämän törmäyksen luonteen seuraavasti, jakaen sen kahteen ryhmään:

- a) Kimmoisa törmäys, jossa primäärielektroni törmäytimeen tai sisäkehien elektroneihin. Tällöin se menettää vain vähän energiastaan, heijastuen suuressa kulmassa.
- b) Kimmoton törmäys, jolloin primäärielektroni törmäy ulkoelektroneihin, menettäen suuren osan energiastaan ja heijastuen pienessä kulmassa. Tähän ryhmään kuuluvat myös ne törmäykset, jolloin kohdeatomi ionisoituu, vaikkakin näiden törmäysten lukumäärä on vain murto-osa kaikista kimmottomista törmäyksistä.

— Lyhyesti voidaan sanoa, että elektronien heijastuminen riippuu kiihdytysjännitteestä ja kohteen (keskimääräisestä) järjestysluvusta.

5. Kohde lämpiää.

Edellä 4 b kohdassa kävi ilmi, että suuri osa elektroneista kärsii kimmottoman törmäyksen ja menettää siten energiansa. Tämä energia jää kohteeseen muuttuen lämmöksi.

6. Syntyy näkyvää valoa.

Osa sekundäärisesti syntyvästä säteilystä on niin pitkäaaltoista, että joudutaan näkyvän valon alueelle (katodoluminisenssi-ilmiö). Jos näytettä katsellaan sen ollessa elektronisuihkun kohteena, voidaan eräät mineraalit nähdä niiden omassa valossaan. Tällaisia luminoivia mineraaleja ovat esim. karbonaatit, maasälvät, skapoliitti ja apatiitti. Mainittua ilmiötä voidaan käyttää hyväksi pienten konsentraatioiden määrittämisessä tai pienten mineraalisulkeumien indentifioimisessa.

C. Virhemahdollisuudet röntgenmikroanalyysissä

Kvantitatiivinen röntgenmikroanalyysi tapahtuu käytännössä siten, että mitataan analysoitavan alkuaineen jonkin karakteristisen viivan intensiteetti tutkittavasta materiaalista ja vertailunäytteestä 1. standardista. Kyseinen toimitus on niin monitahoinen tehtävä, että sen virheetön läpivienti vaatii tietoa siitä, mistä ja miten virheitä voi syntyä ja miten niitä voi välttää. Virhelähteet voidaan jakaa kahteen ryhmään sen mukaan, aiheutuuko virhe mittauksen fysikaalisesta luonteesta ts. mitaustavasta vai ulkonaisista tekijöistä.

A. Mittaustavasta aiheutuvia virhetekijöitä.

1. Päällekkäin sattuvat spektriviivat.
2. Vertailunäytteiden kokoomus ja epähomogeenisuus.
3. Analysoitavan elementin haihtumisesta aiheutuva intensiteetin lasku ja täten tapahtuva analyysipisteen kokoomuksen muutokset.
4. Epäpuhtauksien läsnäolo standardissa ja preparaatissa.

B. Tuloksiin vaikuttavista ulkoisista virhelähteistä voidaan luetella mm. seuraavat.

1. Virran ja jännitteen vaihtelut elektronioptiikassa mittaussvaiheen aikana.
2. Laskijasyntymien aiheuttamat tilastolliset virheet mitattujen röntgenkvanttien määrissä.
3. Laskijoiden jännitteet sekä piirturin herkkyys saattavat muuttua ajon aikana.
4. Koko laitteiston fokuksointivirheet.
5. Kontaminaatio hieen pinnalla.
6. Huomattavat epätasaisuudet hieen pinnassa sekä paksuusvaihtelut metallikalvossa.

D. Korjaustermit

Castaing esitti (1951) väitöskirjassaan mikroanalyysin perusolettamuksen l. mitatun intensiteetin ja konsentraation lineaarisen riippuvaisuuden, ts. preparaatista ja standardista mitattujen intensiteettien suhde on analysoidun alkuaineen vastaavien konsentraatioiden suhde. Castaing totesi kuitenkin heti, että tämä pitää paikkansa vain ensimmäisenä approksimaationa. Korjaukset, jotka hän esitti tehtäväksi laskettaessa etsittyä massakonsentraatiota, olivat kaikki mittauksen fysikaalisesta luonteesta aiheutuva:

1. Laskijasyntymistä aiheutuva kuollutaika-korjaus.
2. Taustasäteilyn vaatima korjaus.
3. Röntgensäteiden absorptiosta aiheutuva korjaus.
4. Karakteristisen ja jatkuvan röntgenspektrin vaatima fluoresenssikorjaus.

Tähän listaan on vielä lisättävä yksi korjaus nim.:

5. Järjestysluvusta aiheutuva korjaus, jota Castaing ei väitöskirjassaan käsitellyt erikseen.

1. Kuollutaikakorjaus

Mikroanalyysissä mitataan erilaisin detektorein elektronisuihkun herättämien röntgenkvanttien lukumäärä. Tällaisesta analyysitavasta johtuen on ensimmäiseksi korjattava mitattujen pulssien lukumäärä, ts. otettava huomioon laitteiston sähköinen hitaus seuraavan kaavan mukaan:

$$n' = \frac{n}{1 - \tau n}, \text{ jossa}$$

n' = todellinen pulssimäärä

n = mitattu pulssimäärä

τ = systeemin hitaus (kertaluokka μ -sekunteja)

Tämä hitain kohta voi olla joko suhteellisuuslaskija, esivahvistin, vahvistin tai pulssimittari. Jos jonkin osan kuollutaika τ on liian suuri, on seurauksena se, että kyseinen osa hukkaa pulsseja. Silloin todellinen pulssimäärä on saatua suurempi. Näin käy varsin helposti, jos mitataan erittäin suuria pulssimääriä aikayksikössä. Jos normaalityöskentelyssä säädetään kiihdytysjännite ja näytevirta sopivasti niin, että pulssimäärä pysyttelee alle 5 000 c/s jää kuollutaikakorjaus jo $< 1\%$, olettaen että hitaus on $2 \mu\text{s}$.

2. Taustakorjaus

Järjestyksessä seuraavaksi on otettava taustasäteilyn aiheuttama korjaus, joka sekin vaikuttaa suoraan mitattuihin pulssimääriin. Intensiteetti, jota mitataan, kun spektrometri on asetettu tietyn alkuaineen viivan kohdalle, käsittää seuraavat osatekijät.

- a — karakteristisen säteilyn, joka syntyy primärielektronien vaikutuksesta
- b — karakteristisen säteilyn, joka syntyy valkoisen röntgensäteilyn vaikutuksesta
- c — karakteristisen säteilyn, joka syntyy muiden läsnäolevien alkuaineiden karakteristisen säteilyn avulla
- d — jatkuvan säteilyn osan, jonka aallonpituus sattuu spektrometrin »ikkunan» kohdalle
- e — sironneen röntgensäteilyn
- f — mahdollisen monokromaattorikiteessä syntyneen fluoresenssisäteilyn
- g — avaruussäteilyn

Mitattu intensiteetti on siis kaikkien näiden summa ja luettelon neljä viimeistä kohtaa muodostavat taustan. Näistä d-, e- ja f-kohdat muuttuvat mittaolosuhteiden mukana (esim. kiihdytysjännite, analysaattorikide ja analysoitava materiaali vaikuttavat tähän).

Taustaa mitattaessa on syytä mitata sen intensiteetti analysoitavan viivan molemmilta puolilta yhtä kaukaa ja laskea sitten näiden keskiarvo. Tämä siitä syystä että röntgen-»piikki» tausta ei ole symmetrinen. Tausta voidaan mitata myös viivan kohdalta, valitsemalla sopiva standardi, joka ei sisällä yhtään analysoitavaa alkuainetta, mutta jonka keskimääräinen järjestysluku on sama kuin näytteen. Tässä tapauksessa on jatkuvan spektrin intensiteetti sama ja juuri se muodostaa suurimman osan taustasta.

3. Absorptiokorjaus

Yleensä mitattaessa minkälaista säteilyä tahansa, on otettava huomioon absorptioyhtälö:

$$I = I_0 e^{-\mu \cdot k}, \text{ jossa}$$

I = mitattu säteily

I_0 = primäärinen säteily

μ = absorptiokerroin (joko lineaarinen tai massa-abs.)

k = vakio, joka sisältää muut mahdolliset muutujat,

ts. kun mitattava säteily joutuu kulkemaan jonkin absorboivan kerroksen läpi, vähenee sen intensiteetti eksponentiaalisesti. Koska röntgenemissiomikroanalyysissä mitattava säteily ei synny aivan kohteen pinnassa, aiheutuu tästä absorptioefekti, jonka vaikutus mitattavaan intensiteettiin on saatava laskennallisesti korjatuksi.

— Philibert (1962) esitti yksinkertaisen korjaustermin, joka absorption lisäksi korjaa jonkin verran järjestyslukuerosta aiheutuvaa virhettä. Philibertin kaava on seuraava:

$$\frac{1}{f(X)} = \left(1 + \frac{X}{\sigma}\right) \left[1 + h \left(1 + \frac{X}{\sigma}\right)\right] \text{ jossa}$$

$$X = \frac{\mu}{\sigma} \operatorname{cosec} \theta$$

σ = ns. Lenardin kerroin, joka riippuu vain kiihdytysjännitteestä (taulukoituu)

$$h = 1.72 \cdot 10^{-8} \frac{A}{Z^2} \cdot V^2$$

Kun $V^2 =$ vakio saadaan:

$$h = 1,2 \cdot \frac{A}{Z^2} \quad (\text{joka voidaan taulukoida})$$

Philibertin korjaustermi on jokseenkin helppo käyttää ja sille voidaan vielä antaa likiarvo

$$f(X) = 1 - \frac{X}{\sigma}$$

Milloin korjaus on alle 5 %, on tämä likiarvo jo riittävän tarkka. Muulloin on käytettävä koko korjauskaavaa. Tämän kaavan käyttökelpoisuutta kuvaa myös se, että se on tällä hetkellä eniten käytetty metodi absorptioefektin korjaamiseksi.

4. Fluoresenssikorjaus

— Karakteristisen spektrin vaatima korjaus.

Elektroniherätteisessä mikroanalyyssissä kutsutaan elektronien herättämää röntgenspektriä »primäärisäteilyksi» ja (karakteristisen) röntgenspektrin herättämää säteilyä »sekundäärisiksi fluoresenssisäteilyksi» tai lyhyemmin vain »fluoresenssisäteilyksi». Kun kohdetta pommitetaan elektronisuihkulla, tapahtuu atomien ionisoituminen kolmella tavalla: 1. Elektronien vaikutuksesta, 2. Karakteristisen röntgensäteilyn vaikutuksesta ja 3. Jatkuvan spektrin vaikutuksesta. Kahdessa jälkimmäisessä tapauksessa mitattavan viivan intensiteetti kasvaa, joten todellinen intensiteetti on pyrittävä saamaan selville laskennollista tietä. Analysoitaessa esim. Fe-Ni-seosta (10 % Fe, 90 % Ni) 30 kV:lla kasvaa FeKa-viivan intensiteetti todellisesta arvosta yli 1.3-kertaiseksi. Runsas 30 % mitatusta arvosta on siten fluoresenssin aiheuttamaa. Tämä on varsin varteenotettava seikka, kun tiedetään, että fluoresenssiherätys tapahtuu paljon suuremmalla alueella kuin primäärisäteilyn synty.

— Jatkuvan spektrin vaatima korjaus.

Varsinaista korjaustermiä ei kukaan ole esittänyt, vaan yleensä tyydytään määrittämään tavalla tai toisella jatkuvan spektrin intensiteetin osuus mitatussa totaali-intensiteetissä. Tämän suuruuden toteamiseksi on suoritettu joukko kokeellisia mittauksia ja todettu jatkuvan spektrin aiheuttaman korjauksen yleensä olevan hyvin pienen. Castaing ja Descamps (1955) saivat mm. seuraavat arvot suhteelle $\frac{I_f}{I} =$ jatkuvan spektrin synnyttämän fluoresenssi intensiteetin suhde karakteristiseen totaali-intensiteettiin, taulukko 1.

Taulukko 1.

	20 kV	29 kV
Zn	0.036	0.031
	0.068 ¹⁾	
Bi		0.059 ²⁾

1) 0.068 on $\frac{I_f}{I}$ ilman absorptiota

2) Toistetut mittaukset osoittavat että 0.07 on todennäköisempi lukuarvo.

5. Järjestyslukukorjaus

Kun edellä esitetyt korjaukset mitattuihin intensiteetteihin on tehty, on vielä jäljellä ns. järjestyslukukorjaus. Se on järjestysluvun funktio siten, että sen suuruus riippuu näytteen ja standardin järjestyslukujen erotuksesta. Järjestyslukukorjaus on suurimmillaan silloin, kun näytteen ja standardin keskimääräisen atomipainon välinen

ero on suuri. Täten siis esim. analysoitaessa silikaatteja sopivilla standardeilla (muilla silikaateilla tai silikaattilaseilla) tämä korjaus voidaan yleensä jättää tekemättä.

E. Korjauskertoimien virhemahdollisuudet

Edellä esitetty erilaisten korjausten käyttö tulosten laskemiseksi on tietysti mahdollista käydä järjestelmällisesti läpi jokaiselle näytteelle. Samalla on kuitenkin pidettävä koko ajan mielessä se, että tällaisen menetelmän kaavaomainen noudattaminen ei suinkaan aina johda parhaaseen lopputulokseen.

Kuollutaika- ja taustakorjaukset on syytä tehdä aina. Jos systeemin aikavakio on mitattu, voidaan toimia niin, ettei hukata pulsseja ja »dead time»-korjauskin voidaan sivuuttaa. Tässä yhteydessä on syytä huomauttaa mitaustavan tilastollisesta luonteesta. Tarkkuuksia arvioidessa on hyvä muistaa, että N:n pulssin standardihajonta on \sqrt{N} , ja jos halutaan standardihajonta = 1 %, on mitattava 10^4 kvanttia.

Kaikki korjaustermit ovat kokeellisten mittausten tuloksia ja jo tästä syystä sisältävät omat mittauserheensä. Absorptio- ja järjestyslukukorjaukset ovat helpoimmin määritettävissä ja ovatkin parhaiten esitetty taulukkomuodoissa. Absorptiokorjaukseen antaa oman virheensä se, että massa-absorptiokertoimia ei tunneta kovin tarkasti. Parhaat tunnetut absorptiotaulukot lienevät KFJ Heinrich'in määrittämät v. 1966. Fluoresenssikorjauksessa noin puolet koko termistä on pelkkää absorptiokorjausta. Täten virheet kasautuvat tuloksiin sitä enemmän mitä monimutkaisempia korjauksia tehdään. Yhteenvetona voidaan sanoa:

- Mikroanalyyssin tarkkuutta ei voida määrittellä yhdellä ainoalla luvulla, vaan se riippuu mitä suurimmassa määrin mittaustavasta ja -materiaalista. Pienten sulkeumien yms. tulostarkkuus on aina paljon huonompi kuin suurten homogeenisten alueiden.
- Yleensä suhteellinen tarkkuus on tuskin pienempi kuin 1 % ja on selvästi huonompi, jos korjaukset ovat suuria tai mitatut konsentraatiot pieniä.
- Koska laskutoimitukset ovat jokseenkin pitkiä, on syytä harkita todella tarvittavaa tarkkuutta. Jos korjaus on samaa luokkaa tai pienempi kuin kokeelliset mittauserheet, ei ole syytä lähteä vaivalloisiin korjauslaskuihin.
- Silloinkin kun korjaukset tuntuvat suurilta, voidaan käyttää sopivia likiarvoja, kärsimättä silti lopputulosten tarkkuudessa.

F. Nykyinen käsitys mikroanalyyssin tarkkuudesta ja herkkyydestä

Röntgenemissio-mikroanalyyssin suurin etu on lähinnä siinä, että sen avulla saadaan informaatiota pienistä tilavuuksista, joihin ei muilla tavoilla päästä käsiksi. Edellä esitettyjen korjausmenetelmien avulla voidaan jo suorittaa kvantitatiivinenkin analyysi täysin hyväksyttävällä tarkkuudella, varsinkin käsiteltäessä yksinkertaisia kahden tai kolmen komponentin (metalli) seoksia. Jos jätetään korjaukset tekemättä, voidaan puolikvantitatiivisen analyyssin suhteellisena tarkkuutena pitää 2—10 %. Huolellisella mittaustekniikalla ja laskemalla korjaukset mahdollisimman tarkasti, voidaan kvantitatiivisen tuloksen tarkkuutena pitää 1—5 %, joka suotuisissa tapauksissa voitaneen pudottaa jopa 0.1 %:iin.

Semikvantitatiivisessa työssä voidaan havaintoala-

rajana pitää välillä Na — U noin 20—200 ppm ja kvantitatiivisessa työssä 10—100 ppm. Oheisena taulukko 2 (Dahl, 1966), johon on otettu eri analysointilaitteilla saavutettuja havaittuja alarajoja eri elementeille (%), sekä Philips-tyyppiselle laitteelle lasketut teoreettiset arvot.

Taulukko 2.

alkuaine	matriisi	Geoscan	Microscan	ARL	Philips	Philips teor.
Mg	Al	0.011	0.013	0.0015	0.016	0.013
Si	»	0.010	0.04	0.005	0.032	0.004
Zn	»	(0.006)	0.007	0.054	0.011	0.015
Ag	»	0.074	0.13	0.008	0.035	0.026
Al	Cu	0.019	0.02	0.01	0.025	0.012
Ni	»	(0.005)	0.013	0.005	0.01	0.013
Ag	»	0.034	0.07	0.02	0.041	0.026
Sn	»	0.020	0.02	0.0066	0.025	0.015

Sinkin ja nikkelin kohdalla on alaraja korkeampi, koska hajonta oli suurempi kuin 3 σ .

G. MnO-analyysit

Tässä esitettävän mittaussarjan tarkoituksena oli testata mikroanalyysointilaitteen herkkyyttä pienten pitoisuuksien mittaamisessa. Näytteitä valittiin yhdeksän kappaletta, joiden analysoidut Mn-pitoisuudet vaihtelevat rajoissa 0.02—3.64 % MnO. Standardiksi valittiin näistä *olivini*, jossa on 0.28 % MnO.

Koska tutkittava materiaali oli aikaisemmin todettu homogeeniseksi, katsottiin riittäväksi mitata Mn $K\alpha_1$ -intensiteetti yhdestä pisteestä, josta mittaus suoritettiin 5 · 40 sekunnin aikana. Tausta määriteltiin ± 1 asteen etäisyydeltä Mn $K\alpha_1$ -viivan maksimista siten, että $+1^\circ$ mitattiin 3 · 40 sekuntia ja -1° 2 · 40 sekuntia. Tuloksia laskettaessa käytettiin intensiteettinä viiden mittauksen summaa, jolloin ensimmäisessä vaiheessa vältettiin likiarvokorotuksilta. Tulokset on esitetty oheisena, taulukko 3, johon on otettu mukaan myös lasketut absorptiofunktion $f(x)$ arvot sekä euliitin kohdalle fluoresenssitermi $1/1 + \gamma$.

Taulukko 3.

MnO — analyysit

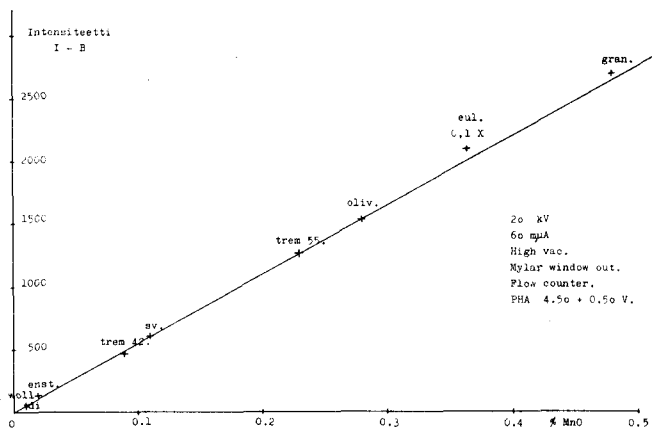
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
<i>oliv.</i>	1872	343	1530	—	0.793	—	—	—	0.28
<i>eul.</i>	21455	540	20915	3.83	0.812	3.74	0.982	3.67	3.64
<i>gran.</i>	3149	468	2681	0.491	0.798	0.49	—	0.49	0.56
55	1625	362	1263	0.231	0.786	0.23	—	0.23	0.26
42	790	321	469	0.086	0.786	0.09	—	0.09	0.13
sv.	897	293	604	0.110	0.787	0.11	—	0.11	0.122
woll.	471	408	63	0.010	0.782	0.01	—	0.01	0.05
enst.	462	327	135	0.024	0.786	0.02	—	0.02	0.02
di.	404	357	47	0.009	0.785	0.01	—	0.01	0.02

- Mitattu totaali-intensiteetti
- Tausta-intensiteetti
- Viiva
- MnO-%
- Absorptiofunktion $f(x)$ -arvo
- Absorption suhteen korjattu MnO-%
- Fluoresenssitermin $1/1 + \gamma$ -arvo
- Korjatut lopputulokset, MnO-%
- »Määrän analyysin» tulos, MnO-%

- Sarakkeessa 4 esitetty MnO-%:n ensimmäinen arvio on laskettu käyttäen suoraan viiva-intensiteettejä (sarake 3).
- Absorptiofunktio $f(x)$ laskettiin Philibert'in korjaustermin (s. 42) avulla.

— Euliitin kohdalla oli lisäksi laskettava fluoresenssikorjaus, joka tässä tapauksessa on melko harvinaisen $K\beta$ — $K\alpha$ -fluoresenssi, sillä raudan $K\beta_1$ -viiva herättää mangaanin $K\alpha$ -viivan. γ -termissä on käytetty kerrointa 0.1 $K\beta$ — $K\alpha$ efektiin laskemiseksi.

Tuloksista nähdään, että jo ensimmäinen arvio (sarake 4) MnO-pitoisuuksista on riittävän tarkka, paitsi euliitin kohdalla. $f(x)$ -termi on euliittia lukuunottamatta kaikilla niin samanlainen, ettei lopputuloksiin tule huomattavaa absorptiokorjausta (vrt. sarake 8). Euliitin kohdalla absorptio- ja fluoresenssikorjaukset yhdessä vievät tuloksen varsin lähelle »oikeaa» arvoa. Suurin poikkeama löytyy wollastoniitin kohdalta, mutta siinä arvo 0.05 % MnO ei ole todellisen määrän analyysin tulos, vaan kolmen »kirjallisuusanalyysin» keskiarvo. Tuloksista voidaan tehdä myös se johtopäätös, että esillä olleista näytteistä juuri oliviini tai vaikkapa granaatti on hyvä Mn-standardi, analysoitaessa Mn-pitoisuuksia välillä 0.0—3.5 % MnO silikaattimineraaleista. Tällöin voidaan käyttää oheista kalibrointisuoraa, kuva 3.



Kuva 3. Mn-kalibrointisuora välillä 0.0—4.0 % MnO.

Mn-analyysien herkkyys voidaan päätellä seuraavasti. Tilanne, jolloin analysoitavaa viivaa ei enää voida erottaa, määritellään: $I - B = 3\sqrt{B} = 3\sigma_B$. 1. viiva on enintään kolme kertaa »korkeampi» kuin taustan standardihajonta.

Tässä esimerkissä

$$\begin{aligned} \text{wollastoniitin tausta} &= 408 \sigma_w = \sqrt{B} = \sqrt{408} \approx 20 \\ \text{diopsidin tausta} &= 357 \sigma_d = \sqrt{B} = \sqrt{357} \approx 19 \\ I - B (\text{woll.}) &= 63 \approx 3 \sigma_w = 60 \\ I - B (\text{di}) &= 47 \approx 3 \sigma_d = 57. \end{aligned}$$

Näissä kummassakin tapauksessa Mn $K\alpha_1$ -viivan intensiteetti vastaa 0.01 % MnO. Täten 0.02 % MnO voidaan pitää ensimmäisenä havaittavana konsentraationa (esim. enstatiitti) analysoitaessa nyt käsiteltyjä mineraaleja.

Kirjallisuutta:

- Castaing, R., 1951: Application des Sondes Electroniques a une Methode d'Analyse Ponctuelle Chimique et Cristallographique. — Thesis, 1951. ONERA Publ. N:o 55.
- Castaing, R. and Descamps, J., 1955: J. phys. radium., 16, p. 304.
- Dahl, M., 1966: Kvantitatiiva analyser med mikrosond. — Yksityinen julkaisu, Uppsala.

Syväkairaustilastoa vuodelta 1966

Fil.tohtori Veikko Vähätalo, Outokumpu Oy Dipl.ins. H. Raja-Halli, Suomen Malmi Oy

Erällä maamme syväkairauskalustoa sekä vuosikairausta esittäville tilastoilla saattaa olla mielenkiintoa vuorimiespiireissä. Kaikkiaan lienee maassamme noin 15 syväkairausta suorittavaa yhtiötä, virastoa tai laitosta. Kaivosyhtiöiden eri kaivokset ja osatot huomioiden voidaan itsenäisiä kairaussyksiköitä sanoa olevan lähes kaksinkertainen määrä.

Ryhmittely voidaan tehdä eri perustein. Malminetsintäyhtiöiden pääkohteena on maanpäällinen etsintä ja inventointikairaus. Kaivosyhtiöiden kairaus on malmien inventointi- tai louhintaa ohjaavaa kairausta, maan päällä tai kaivoksessa. Geoteknillisiä tutkimuksia ja vastaavia tarkoituksia varten tehtävät kairaukset eivät suoranaisesti kuulu vuoriteollisuuden piiriin. Ryhmien välinen raja on epätarkka. Eräitä yleisiä havaintoja oheisen tiivistetyn yhdistelmätaulukon johdosta.

Ilmoittajien mukaan on kairauskoneita käytössä keskimäärin 67, joista maanpäällisissä tehtävissä 46. Kun tiedetään yksinomaan maanpäällisiä koneita olevan maassa noin 80, on näiden koneiden »hyötykäyttö» vain 57 %.

Maassamme käytetään sekä ruotsalaisia että amerikkalaisia koneita, suunnilleen puoliksi kumpiakkin. Vastavasti kairataan sekä Creliuksen mm- että DCDMA-n tuumasysteemin mukaisia E- ja A-reikiä.

E-reikää kairattiin v. 1966 noin 46 % kokonaismetriäärästä, vastaavan %-luvun ollessa v. 1965 noin 50 %. Todettakoon, että »malminetsintäyhtiöiden» maanpäälli-

sestä kairauksesta oli 29 % E-reikää, vastaavan luvun ollessa edellisenä vuonna 27 %.

Mitä tulee ruotsalaisen ja amerikkalaisen standardin käyttöön, todetaan v. 1966 kairatun yhteensä 103 994 metriä ruotsalaista E- ja A-reikää eli 65 % kokonaiskairauksesta, vastaava luku edellisenä vuonna oli myös 65%. Malminetsintäyhtiöiden maanpäällisistä kairauksista oli 61 % ruotsalaista standardia, edellisenä vuonna vastavasti 63 %.

Kokonaiskairauksesta tuli 75% valtion yhtiöiden tai laitosten osalle, ja tästä osuudesta oli 76% maanpäällistä kairausta.

Ollakseen tarkoitustaan vastaava, tulisi tällaisen numeerillisen tilaston olla jatkuva ja havainnollinen sekä sisältää asianomaisia kiinnostavia tietoja. Tilastosta saatava höyty on sitä suurempi, mitä yhdenmukaisempia käsitteitä ja nimityksiä kairaajat käyttävät. Usean vuoden peittävä kairaustilasto antaa varsin mielenkiintoisen kuvan maamme malminetsinnän ja tutkimuksen piirissä suoritettavasta syväkairauksesta ja sen kehityksestä. Näin sitä täydellisemmin, mikäli mukaan saadaan kairauskohteiden ja reikien lukumäärät. Vastavasti on mielenkiintoista seurata syväkairauksen kasvavaa merkitystä geoteknillisten tutkimusten piirissä. Yksistään maanpäällisten kairausten vuosikustannukset lienevät 6—7 milj.markkaa. Tarkoituksenmukaisella kairausten tilastoinnilla, mukaanluettuna teho- ja kustannustilastot, saattaa olla varsin merkittävä osuus näiden kustannusten alentamispyrkimyksissä.

Kairaajaryhmä yhtiö t. laitos	Koneita keskim. käytössä	E-kokoa Ø 36—38 mm		A-kokoa Ø 46—50 mm		Yhdistelmä			
		R-St.	Am.-St.	R-St.	Am.-St.	Maakair.	Kallio- kair.	Yht.	%
I Malminetsintä - kaivokset		m	m	m	m	m	m	m	
1) Valtion yhtiöt t. laitokset									
Kairausta maan päältä	26	12 062	12 985	41 473	24 188	6 407	84 301	90 708	75.8
» kaivoksissa	13	17 664	11 333				28 997	28 997	24.2
Yhteensä	39	29 726	24 318	41 473	24 188	6 407	113 298	119 705	100.0
Yhteensä m - %	39	54 044 m	— 45.1 %	65 661 m	— 54.9 %	6 407	113 298	119 705	
2) Yksityinen sektori									
Kairausta maan päältä	13 1/2	8 708	608	10 702		784	19 234	20 018	60.9
» kaivoksissa	7 1/2	800	6 304	5 727			12 831	12 831	39.1
Yhteensä	21	9 508	6 912	16 429		784	32 065	32 849	100.0
Yhteensä m - %	21	16 420 m	— 50.0 %	16 429 m	— 50.0 %	784	32 065	32 849	
II Geoteknilliset tutkimukset									
3) Julkinen sektori	3	3 242				1 905	1 337	3 242	47.2
4) Yksityinen sektori	4			3 616		1 014	2 601	3 615	52.8
Yhteensä m - %	7	3 242 m	— 47.5 %	3 616 m	— 52.5 %	2 919	3 938	6 857	100.0
III Yhdistelmä I + II									
Kairausta maan päältä	46 1/2	24 012	13 593	55 791	24 188	9 096	104 872	117 583	
» kaivoksissa	20 1/2	18 464	17 637	5 727				41 828	
Kairausta yhteensä	67	42 476	31 230	61 518	24 188	10 110	149 311	159 411	
		61 518 ←	24 188 ←						
		103 994	55 418					159 411	
		65.2 %	34.8 %						
		R-St.	Am.-St.						



Professori Ingvar Janelid Ruotsista esitelmöi Kalliomekaniikan päivillä

Kalliomekaniikan päivät

Kalliomekaniikan päiville 9. ja 10. päivinä lokakuuta osallistui kaikkiaan 120 geologia sekä kaivos- ja rakennusinsinööriä. Osanotto näille ensi kerran Suomessa järjestetyille kalliomekaniikan päiville oli siis yllättävän suuri. Tämä osoitti päivien järjestämisen tarpeellisuuden. Esitelmät pidettiin 9. päivänä lokakuuta Dipolissa, Otaniemessä. Päivien avauksen suoritti TVH:n pääjohtaja *Martti Niskala*. Hän totesi maamme suurimman rakennuttajan edustajana kalliomekaniikan suuren merkityksen rakennustöissä ja tervehti ilolla tämän aiheen esille ottamista juuri tällaisen symposiumin merkeissä. Hän lausui mm.: »Kallion louhinnasta, louhitun kallion käsittelystä ja kalliooperaan sijoitettujen tilojen rakentamisesta on muodostunut varsin monitahoinen tekniikan ala, jossa tarvitaan tietoja monelta tieteen ja käytännön tekniikan alalta. Tämä toiminta ollakseen teknillisesti tehokasta ja taloudellisesti tuottavaa, tarvitsee monenlaisen koulutuksen saaneiden miesten keskeistä yhteistyötä. Työssä tarvitaan tiedemiehiä, käytännön geologeja, fyysikkoja, vuori-insinöörejä, rakennusinsinöörejä jne. Lienee tämän toteamuksen seurausta myöskin se, että tänään ja huomenna pidetään Vuorimiesyhdistyksen kalliomekaniikan toimikunnan, Geoteknillisen yhdistyksen ja Rakennusgeologisen yhdistyksen yhteiset ensimmäiset kalliomekaniikan päivät, joilla kalliotilojen turvallisuuskysymykset korostetusti ovat esillä.»

Päivien järjestelytoimikunnan puheenjohtaja dipl.ins. *Paavo Maijala* selosti sitten kalliomekaniikan aihepiiriin kuuluvia asioita ja niiden merkitystä kaikille kallion kanssa tekemisiin joutuville. Hän kartoitti kalliomekaniikan vaikutusalueen jakaen sen kolmeen osaan:

1. Kallio materiaalina, rakennusaineena

Tähän osaan kuuluvat mm. ne tutkimukset, niin laboratorioissa kuin kentällä, joilla pyritään selvittämään kallion, sen kivilajien ominaisuuksia ja rakennetta, kalliossa esiintyviä rakenteellisia epäsäännöllisyyksiä, tektoniikkaa, jännitystiloja jne. Hän viittasi myös näiden tutkimusten, erityisesti jäännösjännitysten selvittämisen merkitykseen kivilajien tai muodostumien syntyhistorian ja ehkäpä malmienkin muodostumisen selvittelyssä.

2. Kallion särkeminen

Vielä monessa suhteessa kokemusperäisyyteen perustuva kallion ja siis kiven särkeminen — sen poraus, räjäytys, murskaus jne — on kalliomekaanisten tutkimusten avulla saatavissa tieteelliselle pohjalle. Tällä osalla on vielä jäljellä laaja ja työntäyteinen tutkimuskenttä.

3. Kallion särkymisen estäminen

Tässä ns. rakenteellisessa kalliomekaniikassa on kysymys kallioon louhittavien ja louhittujen tilojen kestävydestä.

Ennakkotietojen käyttö louhintatilojen suunnittelussa ja louhinnassa ympäröivän kallion tarpeettoman särkemisen estäminen takaavat louhostiloille pitempiäaikaisen kestävyuden ja vähentävät tukemistoimien määrää.

Kalliomekaniikan vaikutusalueen selvittely liittyi yleiskuvan antamiseen kalliomekaniikasta, johon päivien järjestelyssä pyrittiin. Päivien järjestelyn toinen tarkoitus oli antaa osannottajille tietoja kalliomekaniikan sovellutuksista Suomessa. Tämä osa oli ajan puutteen vuoksi supistettava melko lyhyeksi. Päivien kolmas tarkoitus oli saada kuva kalliomekaniikkaa kohtaan tunnetusta kiinnostuksesta maassamme.

Pohjoismaista yhteistoimintaa tällä alalla edusti Tukholman kuninkaallisen teknillisen korkeakoulun kaitostekniikan professori *Ingvar Janelid*. Hän kertoi kalliomekaniikan kehityksestä, sen alan kansainvälisistä konferensseista ja erityisesti kalliomekaniikan sovellutuksista kaivostoiminnassa. Hän on Ruotsissa pannut alulle kalliomekaniikan päivien järjestämiset. Hän on myös mukana mm. kansainvälisen eli International Society for Rock Mechanics — nimisen yhdistyksen toiminnassa. Hän toivoi yhä tiiviimpää pohjoismaista yhteistoimintaa ja vuorovaikutusta tällä alalla.

Rakentajan ja kalliomekaniikan välistä suhdetta selvitteli dipl.ins. *M. O. Juhola* puheessaan. Hän mainitsi, miten rakentajat ovat jo vuosia saaneet apua maarakennusmekaniikasta, joka on saanut aikaan sen, että maainekset on määritetty, ja että on olemassa normeja, maalajien käyttäytymisohjeita. Hän oli vakuuttunut siitä, että kalliomekaniikan alallakin päästään samaan. Hän toi myös esille rakentajien suhtautumisessa kallioon tapahtuneen muutoksen viime vuosina. Aikaisemmin vältettiin kalliota, kun taas nykyään pyritään siirtymään kallioon. Kallion louhimisen pelko on kadonnut. Louhintakustannukset ovat myös viime vuosina ratkaisevasti pienentyneet. Hänen mielestään »voi sanoa, että louhinnan hinta kuutiometriä kohti on sodan jälkeen pysynyt markkamääräisesti samana, huolimatta siitä, että inflaatio on markan arvoa nakertanut varsin pahasti» — Louhintatyömaa on myös muuttunut, louhintaa ei enää suoriteta sormituntumalla, vaan työ suunnitellaan tarkkaan ja yksityiskohdittain. Räjätysmenetelmät ovat myös kehittyneet. Nykyään suorastaan ylpeilläään louhinnan tarkkuudella ja louhintarinnan sileydellä.

Kallion jännitystilojen mittauksia porareijistä selosti dipl.ins. *Raimo Matikainen*. Hän totesi, että kallion jännitystilain mittauksia on meillä Suomessa ja koko maailmassakin suoritettu yleisesti ottaen melko vähän. Hän selosti aluksi mittausten teoreettista taustaa ja nykyään käytössä olevia yleisimpiä mittaustaitteita, mittausten menetelmiä ja niissä saatuja kokemuksia. Monista laitteista ei valitettavasti ole saatavana kuin joitakin laboratoriotuloksia. — »On huomattava, että mittaukseen vaikuttavina muuttujina ovat mm. reiän halkaisija ja kivimateriaalin kimmo-ominaisuudet, siis kimmomoduli ja Poissonin luku. Jos on määrättyä kolme tasojännitystilaa, niin vastaavasti siitä pystytään matemaattisesti laskemaan yleinen jännitystilaa, sen suunta ja suuruus». — Hän selosti lähemmin viittä erilaista mittaustaitteityyppiä, jotka erosivat toisistaan niiden jäykkyyden mukaan. Ruotsalaisen, prof. Hastin menetelmään ja laitteisiin hän oli tutustunut perusteellisemmin.

Kalliomekaniikka ja geologia oli fil.lis. *Kalevi Kauranteen* esitelmän aiheena. Hän sanoi »kalliomekaniikan ja geologian nivoutuvan toisiinsa syvästi ja leveällä rintamalla. Kiven pienimpien rakennusosasten, ionien, järjestäytyminen on riippuvainen vallitsevasta paineesta».

— Ja edelleen hän mainitsi, että »mineraalit ovat ionien muodostamia tasavälisiä avaruushiloja, joiden rakenne ja symmetria riippuu ionien varauksesta ja suuruudesta. Eräät mineraalit ovat tiiviisti pakkautuneita stressimineraaleja, — Tällaiset mineraalit kestävät hyvin puristusta kuten esim. granaatit. — Kiven lujuuteen vaikuttaa myös sen rakenne. Kivi on yleensä sitä lujempi mitä hienorakeisempi se on». — Hän tarkasteli laajemmin kallio-perämme rakoilu- ja ruhjesuuntia sekä niiden laatua. Niillähän on huomattava merkitys käsiteltäessä kalliota rakennusmateriaalina. Samoin tulivat esille kallion jännitystilain ja liuskeisuuden merkitys louhittavuuteen.

Suomessa on kalliomekaniikan opetus ollut tähän mennessä melko vähäistä, joten oli mielenkiintoista kuulla dipl.ins. *Kalle Hakalehdon* katsaus kalliomekaniikan opetukseen USA:n yliopistoissa. Hän oli juuri palannut Amerikasta, jossa hän oli ollut parin vuoden ajan opiskelemassa kalliomekaniikkaa. Hänen kokemuksiaan voitaneen käyttää apuna suunniteltaessa kalliomekaniikan opetuksen järjestämistä teknilliseen korkeakouluun. — Hän mainitsi mm.: »Koska kalliomekaniikan sovellutus, käyttöönpano, on kentällä, on kalliomekaniikan perusteiden opetuksella merkityksensä niiden henkilöiden koulutuksessa, jotka joutuvat tekemisiin kiven ja sen käsittelemisen kanssa. Kalliomekaniikan tiedot auttavat paremmin ymmärtämään tehtyjä ratkaisuja ja kehittämään uusia taloudellisempia ja turvallisempia työskentelymenetelmiä». — Hän selosti kalliomekaniikan opetukseen liittyviä eri aineyhdistelmiä sekä erilaisia tutkimintoja. Kalliomekaniikassa erikoiskoulutuksen saaneet henkilöt ovat hyvin kysytyjä Amerikassa. — Oman mainintansa ansaitsivat eräiden yliopistojen järjestämät jatkokoulutustilaisuudet, joilla lyhyiden kurssien muodossa pyritään saamaan jo palveluksessa olevat insinöörit kalliomekaniikassa ajan tasalle tai pysymään siinä ajan tasalla. Siinä ohella ne ovat lähentäneet käytännön kenttää ja yliopistojen tutkimustoimintaa.

Fil.maist. *Harry Laine* tarkasteli kalliolouhinnasta aiheutuvia värinävaikutuksia. Hän jakoi esityksensä kahteen pääosaan, louhintavärinän muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä ja louhintaprosessin valvonta. Viime-mainitussa osassa hän käsitteli louhintaprosessia sääteleviä määräyksiä ja ohjeita, louhintatyön ennako- ja jälkitarkastuksia, itse louhintaprosessia sekä mahdollisista vaurioista aiheutuvia valitus- ja korvauskysymyksiä. — Asiasta virisi vilkas keskustelu, jolloin todettiin, että eräät louhintaprosessiin liittyvät ilmiöt kaipaavat vielä selvennyksiä.

Dipl.ins. *Pertti Eklund* oli pitkähkön ajan tutkinut erilaisia holvautumisteorioita. Esitelmässään hän kosketteli niiden hyväksikäyttöä tunnelin holvia mitoitettaessa. Aiheen käsittelystä tuli pakostakin kalliomekaniikan teoreettiseen osaan kuuluva. Siinä todettiin, että »taloudelliseen lopputulokseen ja kallion holvauskysyvyn tarkkaan hyväksikäyttöön pyrittäessä on kiinnitettävä huomiota toisaalta teorioiden ja menetelmien valintaan, käyttöön ja kehittämiseen ja toisaalta kallion rakenteen ja ominaisuuksien mahdollisimman tarkkaan tuntemiseen.»

Ensimmäisen päivän viimeisen esitelmän piti dipl.ins. *Paavo Maijala* aiheesta, mikroseismisten laitteiden käytöstä louhostilojen lujuuden ilmaisijoina. Koska kaikkia louhijoita kiinnostaa tieto louhitun tilan kestävydestä, on kehitetty eräitä menetelmiä, joilla voidaan saada ennakkovaroitusta sortumavaaran uhatessa. Tällaisia ennakkovaroittavia keinoja ovat kallion rakoilujen kartoittaminen, louhostilassa tapahtuvien muodonmuutosten

mittaaminen, paineanturien avulla kalliopulttien jännitustilan muutosten toteaminen ja kallioäänien eli mikro-seismisten äänien jaksoluvun ja voimakkuuden rekisteröiminen. Viimemainittua keinoa käsitellessään selvitti esitelmöitsijä ensin mikroseismisten äänten luonnetta ja sen jälkeen niiden havaitsemiseksi kehitettyjä mitta- ja rekisteröintilaitteita. Lopuksi hän kertoi eräistä mittarien käyttöön liittyvistä seikoista ja käytännön antamista kokemuksista.

Kalliomekaniikan päivien toisen päivän ohjelmaan kuuluivat käynnit Puotinharjun ja Pengerpuiston väestösuojissa. Puotinharjun vielä työn alla olevassa suojassa esitteli dipl.ins. *Raimo Matikainen* Lohjan Kalkkitehdas Oy:n käyttämää, prof. Hastin kehittämää, kallion jännitustilan mittaria ja sen toimintaa. Puotinharjun suojan louhineen yhtiön edustaja selosti heidän käyttämäänsä louhintamenetelmää. Louhintajälki oli erittäin siisti. —

Pengerpuiston väestösuoja oli esimerkki valmiista suojasta, joka oli aikanaan louhittu vanhalla menetelmällä ja josta johtuen jälkityöt olivat tulleet tavattoman kalliiksi. Suojassa selostettiin Lohjan Kalkkitehtaan esitelmän mittarin laitteistoa sekä käytännöstä saatuja esimerkkejä, viimemainittuja kuultokuvien. Dipl.ins. *A. Ruoppa*, Helsingin kaupungin geoteknillinen asiantuntija kertoi myös Helsingin kaupungin alueella rakennetuista ja suunnitelluista väestösuojista. Erityisesti hän korosti ennen suunnittelua tehtävän kallion tutkimuksen tärkeyttä.

Vleiskäsitys kalliomekaniikan päivistä oli myönteinen. Todettiin, että oli ollut korkea aika järjestää sellaiset ja että täydentäviä tilaisuuksia toivotaan tulevaisuudessa. Kun nyt on saatu selville kalliomekaniikkaa kohtaan tunnettu kiinnostus, on jatkotilaisuuksien järjestäminen helppoa.

PVM

Jatkoa sivulta 44

Duncumb, P., 1960: Electron probe methods of x-ray microanalysis. — Brit. J. of Appl. Phys., Vol 11/5, 1960 pp. 169—176.

Philibert, J., 1963: A method for calculation the absorption correction in electron probe microanalysis. — X-ray optics and x-ray microanalysis. Ed. by Pattee, Cosslett, Engström pp. 379—392.

Reed, S. J. B., 1964: Some aspects of x-ray microanalysis in mineralogy. — Ph. D. Thesis, Cambridge.

Siivola, J., 1965: Geologisen tutkimuslaitoksen mikroanalysaattori. — Geologi, N:o 6, 1965, ss. 78—80.

Siivola, J., 1967: Kvantitatiivinen röntgenmikroanalyysi ja sen tarkkuus eräiden silikaattimineraalien pääkomponenttien analytiikassa. —

Summary:

The electron microprobes will be more common also in Finland in near future. In this paper the principles of microprobe techniques are discussed. The theory of the microanalysis is left asides because of the informative nature of this paper. The headlines of the correction procedure needed in calculation of the final results are also described. Only the most important correction, the absorption correction, is given in some more details in the form of Philibert's correction term. One application is given in the mineralogical field. A series of measurements was carried out in order to show the accuracy and the detection limit of the electron microprobe analysis.

Ilmoittajat — Annonserer

Oy Ekströmin Koneliike
 Enso-Gutzeit Oy
 Geofinn Oy
 Oy Grönblom Ab
 Hankkija
 Imatran Voima Oy
 Invest Export
 Kone Oy
 Oy Kovametalli Ab
 L. A. Levanto Oy
 Lokomo Oy Murskainos.
 Machinery Oy
 Neste Oy
 Oy Nokia Ab Suomen Kaapelitehdas
 Oy Nokia Ab Suomen Kumitehdas
 Otanmäki Oy
 Outokumpu Oy
 Oxelösunds Järnverk
 Paraisten Kalkkivuori Oy
 Oy Rolac Ab
 Oy John Stenberg Ab
 Suomen Malmi Oy
 Julius Tallberg Atlas Copco-os.
 Julius Tallberg Vuoriteknillinen os.
 Oy Tampella Ab
 Oy Telko Ab Vuoriteollisuusos.
 Tjzhpromexport
 Oy Tulenkestävät Tiilet Ab
 Oy Witraktor Ab
 Oy Vuoksenniska Ab
 Vuorikone Oy Wedag

Yhdistyksen jäseniä kehoitetaan ilmoittamaan paikan- ja osoitteenmuutoksista yhdistyksen sihteerille tai Vuoriteollisuuslehden toimitukselle



PETTER FORSSTRÖM

7. 11. 1877—13. 11. 1967

Vain muutama päivä sen jälkeen, kun Petter Forsström oli täyttänyt 90 vuotta, seurasi Lohjalta suruviesti: Hän oli siirtynyt ajasta ikuisuuteen.

Petter Forsström oli syntynyt Särkisalossa ja opiskellut ulkomailla suorittaen mm. panimomestarin tutkinnon Saksassa. Vuonna 1895 hän perusti Lohjan Kalkkitehtaan, jonka toimitusjohtajana hän oli yhtäjaksoisesti aina vuoteen 1962 saakka. Eläkkeelle päästyäänkin hän kuitenkin toimi Lohjan Kalkkitehdas Oy:n johtokunnan puheenjohtajana. Vuodesta 1937 vuoteen 1958 hän oli perustamansa Prospektor Ab:n, myöhemmin Oy Malminetsijä Ab, toimitusjohtaja. Oy Saseka Ab:n toimitusjohtajana hän oli vuodesta 1939 vuoteen 1962.

Vuorineuvos Forsströmistä oli vuosien mittaan muodostunut »KALKKI-PETTERI» niminen käsite; jonka komponentteina ovat etevä teollisuusmies ja toisaalta yhteiskunnallisista ja sosiaalisista kysymyksistä lämpimästi kiinnostunut ihminen.

Edellisen komponentin ilmentymänä oli elinvoimaisen, kalkkikiven jalostukseen pohjautuvan teollisuuden perustaja ja kehittäjä, jälkimmäisen nuorison ammattikasvatusta kehittänyt, lukuisia kunnallisia luottamustehtäviä hoitanut ja maanpuolustustyötä tukenut henkilö.

Vuorimiesyhdistys, jonka perustavia jäseniä vuorineuvos Forsström oli, on aina saanut arvovaltaista tukea hänen taholtaan. Vuonna 1963 perusti Vuorimiesyhdistys hänen tekemänsä lahjoituksen turvin »Petter Forsström pris-Petter Forsström palkinto»-rahaston, josta vuosittain jaetaan 2 000 mk:n palkinto yhdistyksen jäsenille. Vuonna 1957 myönsi Vuorimiesyhdistyksen hallitus vuorineuvos Forsströmille Eero Mäkinen mitalin. Vuorineuvos Forsström oli myös Vuorimiesyhdistyksen kunniajäsen.

Vuorimiesyhdistyksen tutkimusselosteita ja kirjoja

Aikaisemmin julkaistuna luettelomaisesti v:n 1966 N:o 1 Vuoriteollisuuslehdessä, s. 63

1. Yleisselostus julkaisuista

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen on jo vuosia harjoittanut julkaisu- ja tutkimustoimintaa. Sen ensimmäisestä kirjasta (*Räjätysopas* kaivoksia, avolouhoksia ja voimalaitostyömaita varten) on viime vuoden lopulla ilmestynyt uusi painos. Oppaassa on käsitelty yleisimmät käytössä olevat räjähdysaineet ja räjäytysvälineet. Mukana on useita käytännön esimerkkejä erilaisista louhintatöistä. Turvallisuusnäkökohdat on erityisesti otettu huomioon. Oppaan liitteenä ovat kaivoksia sekä maanpäällisiä räjäytystöitä koskevat järjestysohjeet.

Yhdistyksen uusimpaan julkaisuun, *Kaivossanastoon*, on kerätty yleisimmät maamme kaivoksissa käytössä olevat ammattisanat ruotsin- ja englanninkielisine vastineineen. Sanasto on jaettu kolmeen osaan, joissa esiintyvät suomen-, ruotsin- ja englanninkieliset sanat vuortellen hakusanoina. Ensimmäisen osan yhteydessä on useiden kaivoskielen sanojen merkityksestä annettu lyhyt kuvaus, joskus kuvallakin täydentäen.

Vuonna 1964 julkaistu *Kaivosmiehen käsikirja* kuvaa nykyaikaisten kaivosten toimintoja, koneita ja laitteita. Se on tarkoitettu etupäässä oppikirjaksi kaivosmieskoulutuksessa ja kaivosmiesten ammattitiedouden täydentämiseksi.

Kaivosten turvallisuusopas julkaistiin vuonna 1963. Siihen on koottu useimpien kaivostöiden turvallisuusohjeet. Ohjeet pohjautuvat sattuneisiin tapaturmiin. Oppaassa on myös paljon yleisiä turvallisuusohjeita ja -neuvoja.

Oman ryhmänsä Vuorimiesyhdistyksen julkaisuista muodostavat *teknilliset tutkimusselosteet*, joita on tähän mennessä ilmestynyt jo 19. Tutkimusaiheet valitsee ja selosteiden julkaisemista valvoo yhdistyksen valitsema tutkimusvaltuuskunta. Kutakin tutkimusaihetta varten nimetään asiantuntijoista tutkimuskomitea, joka määräjajan kuluttua julkaisee työstään tutkimusselosteen.

2. Luettelo julkaisuista hintoineen

		hinta luv:neen
Tutkimusseloste	n:o 1 "Kulutusta kestävä materiaali"	loppunut
"	n:o 2 "Malmiteknillinen näytteenotto"	11:50
"	n:o 3 "Jatkotankoporaus"	loppunut
"	n:o 4 "Öljypoltin"	11:50
"	n:o 5 "Maakairaus ja pliktaus"	11:50
"	n:o 6 "Putket ja rännit"	11:50
"	n:o 7 "Jatkotankoporauksen sovellutus louhintaan"	11:50
"	n:o 8 "Jäännösanomalia- ja gradientti karttojen käytöstä malmin etsinnässä"	11:50
"	n:o 9 "Rikastamoiden jätéalueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	11:50
"	n:o 10 "Kuulurakenteet"	11:50
Liite	n:o 10:een "Kuulunajoa käsittelevää kirjallisuutta"	5:60
Tutkimusseloste	n:o 11 "Raakkulaimennus"	11:50
"	n:o 12 "Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten katto- ja ulkoseinä- rakenteet"	56:—
Piirustusliite	n:o 12:een	56:—
Tutkimusseloste	n:o 13 "Vedenpoisto kaivoksesta"	11:50
"	n:o 14 "Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa"	17:—
"	n:o 15 "Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä"	17:—
Kuvaliite	n:o 15:een	17:—
Tutkimusseloste	n:o 16 "Jauheiden kuivatus"	11:50
"	n:o 17 "Pölyn talteenotto"	11:50
"	n:o 18 "Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	17:—
"	n:o 19 "Kulutusta kestävä materiaali"	(painossa)
"	n:o 20 "Rikastamoiden instrumentointi"	"
"	n:o 21 "Räjähdysaineet ja -välineet"	27:—
"Kaivosten turvallisuusopas" (myös ruotsinkielisenä)	.....	3:—
"Räjätysopas" (2. painos)	.....	4:—
"Kaivosmiehen käsikirja"	.....	12:—
"Kaivossanasto"	.....	15:—
"Kalliomekaniikan päivien esitelmät monisteena" (ilmestyy joulukuussa)	.....	35:—

Julkaisuja on saatavissa Outokumpu Oy:n Helsingin konttorista puh. 44 05 11/ins. Maijalalta tai rouva Heikkiseltä.

Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna

Dipl.ins. *Esa Alakokkare*, toimii Outokumpu Oy:n pääkonttorissa metallurgisella suunnitteluosastolla. Os. Särkiniementie 31 B 13, Helsinki 20.

Fil.tri. *Erkki Aurolalle* on myönnetty professorin arvonimi.

Dipl.ins. *Jaakko Aution* uusi osoite on Lakiala.

Fil.mag. *Alf Björklund*, ny adress: Jorvaskilo, Friisilä

Dipl.ing. *Kaj Grönblad* har utnämmts till avdelningschef vid Oy Helvar Ab.

Dipl.ins. *Kaarlo Hakalehto* on suorittanut tekn. lisensiaatin tutkinnon ja toimii kaivostekniikan vanh.assistentina Teknillisessä korkeakoulussa. Os.: Riihitie 14 C 27, Helsinki 33.

Dipl.ins. *Matti Sakari Hakanen*, Outokumpu Oy, Porin tehtaas, Pori.

Dipl.ing. *Håkan Hakulin* är numera anställd vid Outokumpu Oy, huvudkontor, avdelning för metallurgisk planering. Adress: Kilo.

Övering. *Göran Henriksson* har utnämmts till disponent för Oy Fiskars Ab, Äminnefors bruk.

Dipl.ins. *Pentti Hokkanen*, Outokumpu Oy, Pori, metallurginen tutkimus.

Dipl.ins. *Matti Holma* on suorittanut tekn.lisensiaatin tutkinnon.

Dipl.ins. *Raimo Hopia*, Valmet Oy, Rautpohja, Jyväskylä.

Dipl.ing. *Tor-Leif Huggare*, adress: Föreningsvägen 9, Helsingfors 30.

Dipl.ins. *Mikko Häkkä* on nimitetty Suomen Standardisoimisliiton apul. toimitusjohtajaksi.

Fil.maist. *Viljo Hämäläinen*, uusi os.: Äestäjantie 26 B 5, Helsinki 39.

Dipl.ins. *Heikki Kusti Jalkanen* on siirtynyt Outokumpu Oy:n Porin tehtaille, metallurginen tutkimus.

Dipl.ins. *Hannu Juntunen*, os. Högfors Oy, Karkkila.

Dipl.ins. *Kimmo Kekki* on nimitetty Paraisten Kalkkivuori Oy:n Montolan kaivoksen kaivospäälliköksi, os. Loukolampi.

Dipl.ins. *Heikki Kleemola* toimii TTK:n sovelletun metalliopin laboratoriossa os. Hakamäki 2 C 35, Tapiola.

Dipl.ins. *Tatu Koivuniemi* on nimitetty Outokumpu Oy:n Porin tehtaitten vetämön osastopäälliköksi.

Dipl.ins. *Kyösti Koskinen*, Airam Oy, os. Kantelettarentie 8 D 52, Hki 42.

Dipl.ins. *Ahti Kosonen* on nimitetty Outokumpu Oy:n Porin tehtaitten uusien tuotteiden kehittämisosaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Pertti Kostamo* on nimitetty Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran rautatehtaan tutkimuslaboratorion tutkimusinsinööriksi.

Dipl.ins. *Runar Kristola* on siirtynyt Oy Vuoksenniska Ab:n Imatran rautatehtaal.

Dipl.ins. *Aaro Laurila* on siirtynyt Outokumpu Oy:n pääkonttoriin metallurgiselle osastolle, os.: Harjuviita 14 A, Tapiola.

Akateemikko *Erkki Laurila*, uusi os.: Tiilimäki 31, Helsinki 33.

Dipl.ins. *Otso Lavonius*, uusi os. Mannerheimintie 35, Helsinki 25.

Dipl.ins. *Pekka Lähteenoja* on siirtynyt Outokumpu Oy:n pääkonttoriin teknilliselle osastolle, os. Kirkkosalmentie 5 C 39, Hki 84.

Dipl.ins. *Heikki Martikka* toimii Outokumpu Oy:n Putkitehtaalla Porissa, os.: Itsenäisyydenkatu 28 A 8, Pori.

Dipl.ins. *Raimo Matikainen* on suorittanut tekn. lisensiaatin tutkinnon.

Fil.maist. *Mikael Merivuori* on nimitetty Oy Vuoksenniska Ab:n markkinatutkimus- ja tuotekehittelyosaston päälliköksi.

Fil.mag. *Göran Mitts* har utnämmts till driftsing. för gruvan, adress: Broberga, Pargas.

Fil.maist. *Jorma Mustala* on siirtynyt Boliden-yhtymän Kristinebergin kaivosten geologiksi. Os.: Kristineberg gruva, Kristineberg, Västerbotten, Sverige.

Dipl.ins. *Kalervo Nieminen*, uusi os.: c/o Suomen Suurlähetystö, Addis Abeba, P.O. Box 1017, Etiopia.

Dipl.ins. *Timo Niitti* on siirtynyt Outokumpu Oy:n Outokummun kaivoksen rikastamon käyttöinsinööriksi. Os.: Outokumpu, Kallelan alue.

Dipl.ins. *Kalevi Onnela* on siirtynyt Rautaruukki Oy:n tutkimuslaboratorioon. Os.: Raahensalo.

Dipl.ins. *Mauri Palmu*, uusi os.: Itsenäisyydenkatu 47, Pori.

Dipl.ins. *Mikko Palviainen* on nimitetty Outokumpu Oy:n Kotalahden kaivoksen kaivososaston päälliköksi.

Dipl.ins. *Uolevi Punnonen*, uusi os. Vähäniityntie 22, Helsinki 57.

Dipl.ins. *Erkki Räsänen* on suorittanut tekn. lisensiaatin tutkinnon.

Dipl.ins. *Aulis Veli Artturi Saarinen* on suorittanut tekn. lisensiaatin tutkinnon.

Dipl.ins. *Matti Salimäki*, Koneisto Oy, Helsinki.

Professori *Martti Salmi*, uusi os.: Museokatu 3, Helsinki 10.

Dipl.ins. *Arno Saraste* on nimitetty Suomen Työntajien Keskusliiton teknilliseksi johtajaksi 1. 3. 1968 alkaen.

Dipl.ins. *Pentti Seppänen* on siirtynyt Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivoksen kaivosinsinööriksi. Os.: Pyhäkumpu.

Dipl.ins. *Olavi Sipilä* on nimitetty Valmet Oy:n lentokoneitehtaan tuotekehittelyosaston johtajaksi.

Dipl.ins. *Pentti Similä*, uusi os. Kellosaarenranta 1, Helsinki 18.

Dipl.ins. *Ville Sipilä* toimii VTT:n metallurgian laboratorion korroosioinsinöörinä, Otaniemessä. Os. Graniittitie 13 as. 11, Helsinki 71.

Dipl.ins. *Jarmo Soininen* uusi os. Väinämöisenk. 11, Kajaani.

Tekn.tri. *Herman Stigzelius*, uusi os.: 20 Lambert Road, White Plains, N.Y. 10605, U.S.A.

Fil.maist. *Tor Stolpe* on nimitetty 1. 6. 1968 alkaen Kymn Oy:n Karkkilan tehtaitten isännöitsijäksi.

Dipl.ins. *Rolf Söderström* uusi os. PK-asuntola 7 C, Lappeenranta.

Dipl.ins. *Heikki Tiitinen*, uusi os.: Outokumpu Oy, Pori.

Dipl.ins. *Kyösti Torsti*, uusi os. Pääskylänkatu 1 B 71, Helsinki 50.

Dipl.ins. *Tapani Vainio-Mattila* on siirtynyt Rautaruukki Oy:n palvelukseen. Os.: Raahensalo.

Dipl.ins. *Karri Vartiainen* on suorittanut tekn. lisensiaatin tutkinnon.

Vuoriteollisuusosasto Teknillisessä Korkeakoulussa

Opiskelijat syksyllä 1967

Kaivostekniikan opintosuunta

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

I vuosikurssi

Haveri, Hannu Antero
Heiniö, Jukka Matti
Illi, Jorma Juhani
Kallio, Heikki Yrjö Jooseppi
Kallio, Kari Tapio
Ketonen, Pekka Vesa Tapani
Lindroos, Jarl Birger Runar
Melajärvi, Heikki Yrjö Juhani
Rantanen, Seppo Oskari
Räsänen, Timo Heikki
Suomalainen, Heikki Olavi

Sovelletun geofysiikan linja

Aalto, Marja Tuulikki
Hämäläinen, Mikko Tapio Ilmari

Kalaja, Harri Olavi
Lakanen, Mauri Ensio
Rekola, Timo Pentti
Tuuri, Esa Vilho Nikolai
Vuento, Aimo Erkki

Poissaolevat:

Ahokas, Turo Tauno Tapio
Laasasenaho, Martti Juhani
Tulokas, Karl Untamo Tapio

II vuosikurssi

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

Haapamäki, Ilkka Martti Juhani
Heinonen, Pertti Juhani
Heiskanen, Kari Gustav Henrik
Kallioinen, Jouko Olavi
Kempainen, Hannu Kalevi
Murtoaro, Jukka Olavi
Saarinen, Reino Tapio
Sainio, Pentti Olavi
Stenman, Kari Olavi
Vaarala, Kari Pekka Tapio
Visti, Mikko Juhani
Vuorela, Markku Kalevi

Sovelletun geofysiikan linja

Hallila, Erkki Antti
Leino, Kari Juhani
Liljestrand, Bjarne Wilhelm
Mikkola, Pekka Antero
Paalumäki, Tauno Juhani
Ramula, Pekka Ilmari
Reinikka, Erkki Ilmari

Metallurgian opintosuunta

I vuosikurssi

Eklund, Paul Bertil
Gröndahl, Lauri Juhani
Halin, Esa Tapio

III vuosikurssi

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

Auranen, Erkki Olavi
Huju, Kari Mikael
Hämäläinen, Simo Antero
Parkkinen, Rauno Kalevi
Penttilä, Hannu Pentti Juhani
Pukkila, Arvo Juhani
Salminen Kari Olavi
Sariola, Pekka Juhani
Tiitu, Olli Matti Kalevi

Sovelletun geofysiikan linja

Elo, Seppo Kaarlo Hjalmar
Hattula, Aimo Eljas Vihtori
Jalkanen, Erkki
Jokinen, Tarmo Vilho Juhani
Pesonen, Lauri Juhani
Stigzelius, Erik Anders
Särkkä, Pekka Sakari

IV vuosikurssi

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

Jokinen, Kari Antero
Leskinen, Seppo Tapio Olavi
Paloheimo, Risto Juhani
Pulkkinen, Pekka Juhani
Savolainen, Heikki Juhani

Sovelletun geofysiikan linja

Hintikka, Ossi Veikko Juhani
Katajarinne, Veli Tapani
Korhonen, Juha Ville
Lappalainen, Pekka Juhani

N-vuosikurssi

Louhinta- ja rikastustekniikan linja

Allenius, Hans Alf Gunnar
Alopaesus, Esko Juhani
Hakola, Arto Kalevi
Huhtinen, Pasi Perttu
Koponen, Jorma Kalevi
Koskinen, Vesa Raimo
Pöntynen, Tomi Juhani
Riihikallio, Lassi Peter
Teppo, Pekka Tapani
Vaajoensuu, Kalle Juhani

Sovelletun geofysiikan linja

Autio, Hannu Kalervo
Kivekäs, Liisa Aulikki
Korpi-Anttila, Jaakko Mikael
Manunen, Tauno Ilmari
Niskanen, Pentti Olavi
Peltoniemi, Markku Juhani

Hokkanen, Jukka Sakari
Härkki, Jouko Juhani
Häyrinen, Pekka Antero
Johansson, Rauno Juhani
Juvonen, Olli Arimo
Kaija, Rauno Ilmari

Kaukonen, Reino Kalevi

Kettunen, Risto Juhani
Kiiski, Erkki Juhani
Klemola, Markku Uolevi
Knaapi, Heikki Antero
Krogell, Ole Henrik
Kärävä, Lauri Jussi Ilmari
Laine, Jorma Sakari
Lammi, Jarmo Jaakko
Lehti, Timo Olavi
Leino, Jorma Tapani
Lobbas, Kari Knut Kristian
Mattila, Pauli Viljo Tapani
Mukherjee, Arun Bilash
Pakarinen, Kauko Raineri
Palin, Jukka Kalevi
Pesonen, Jukka Pekka
Pessi, Esko Urho Juhani
Pischow, Kaj Anders
Rantala, Erkki Sakari
Seppänen, Matti Antero
Siikarla, Lauri Antero
Sipilä, Ilkka Matti
Sjöberg, Hasse Armas
Stenfors, Rauli Ilmari
Suppanen, Risto Reimo Ilmari
Tarnanen, Pentti Olavi
Varteva, Esko Kalevi

Poissaolevat:

Levonmaa, Raimo Johannes
Nybergh, Carl-Johan
Ristolainen, Eero Uolevi
Räikkönen, Hannu Veikko
Saarinen, Jorma Sakari
Savivalo, Hannu Antero
Setälä, Pekka Tapio
Terho, Kari Paavo

II vuosikurssi

Fysikaalisen metallurgian linja

Eklund, Lars Olof
Fager, Kurt Erik
Fröber, Per Johan
Ginman, Bengt Åke
Havola, Pekka Antero
Huttunen, Hans Hellmuth
Jussila, Eino Kalervo
Järvinen, Paavo Antero
Kolehmainen, Matti Alpo
Kuoppamäki, Jorma Vilhelmi
Käenniemi, Unto Juhani
Laako, Tero Jussi
Lystilä, Eino Juhani
Manner, Kauko Antero
Närhi, Antti Arvo
Näätänen, Erkki Antero
Pajunen, Jorma Oiva Alfred
Pelli, Reijo Juhani
Penttinen, Raimo Olavi
Poutanen, Kari Juhani
Rantanen, Heikki Kullervo
Rikka, Pekka Olavi
Salminen, Matti Vilho Kalevi
Sörensen, Tom Mikael
Vanhatalo, Voitto Kullervo
Westermarck, Henrik Emil
Vilpponen, Kari Olli

II vuosikurssi

Prosessimetallurgian linja

Asikainen, Seppo Juhani
Hannula, Jorma Kalervo
Hautala, Erkki Väinö Johannes
Hilden, Jarl Henrik
Huhtinen, Aarno Paavo
Iltanen, Raimo Olavi
Jortikka, Erkki Antero
Kytö, Seppo Markku Ilmari
Lempiäinen, Risto Juhani
Mikkola, Osmo Kalevi
Myyri, Jorma Rikhard
Mäkipää, Martti Ilmari
Paananen, Heikki Tapio
Pimiä, Erkki Lauri Antero
Ristikartano, Kari Kalervo
Ritakallio, Pekka Oskari
Seppälä, Kari Olavi
Seppänen Raimo Ensio
Tuovinen, Pertti Jouko
Veistaro, Martti Aarne Harry

III vuosikurssi

Prosessimetallurgian linja

Asteljoki, Jussi Akseli
Blomster, Kari Anders
Falck, Olof Henrik
Heikinheimo, Erkki Juhani
Helne, Aarno Kari Antero
Hultin, Rolf Lennart
Jokinen, Pertti Veikko Johannes
Kaartama, Jorma Juhani
Mäenpää, Jukka Antero
Mäkinen, Juho Kaarlo
Nyyssönen, Aune Maria
Osara, Jouko Ilmari
Peltola, Heikki Juhani
Pylkkänen, Tuula Sisko Mirjami
Rantala, Keijo Mikael
Rantala, Maija-Leena
Ristimäki, Erkki Johannes
Saarinen, Olli Kaarlo
Sulanto, Jukka Sakari
Tiainen, Markku Tapani
Turunen, Matti Tapio

III vuosikurssi

Fysikaalisen metallurgian linja

Fagerholm, Kaj Armas
Heikkinen, Veikko Kullervo
Hirvonen, Matti
Keskinen, Kari Valter
Keto, Voitto Harri Edvard
Ketolainen, Matti Juhani
Kivilahti, Jorma Kalevi
Korri, Esa Ville
Lecklin, Esa Kullervo
Makkonen, Raimo Tapio
Mietola, Jorma Heikki
Murole, Kauko Matti Olavi
Myllyniemi, Jukka Kullervo
Nikkilä, Kalevi Juhani
Nordström, Bengt-Ola Edell Johannes
Purra, Pekka Esko

Sihvo, Risto Veli
Sipilä, Jussi Veikko Samuli
Tuutti, Paavo Juhani
Uitti, Jarmo Juhani

IV vuosikurssi
Metallurgia

Erlamo, Seppo Juhani
Hakala, Juho Kalervo
Honkasalo, Jorma Antero
Hukki, Matti Pekka Heimo
Hätönen, Tenho Kullervo
Höglund, Kaj Holger
Idman, Nils Aulis Uolevi
Kaislaniemi, Ilpo Göran
Kallio, Jukka Kalevi
Kivistö, Heikki Antti Juhani
Koppinen, Ilpo Ilmari
Kumpula, Mikko Aimo
Lalu, Veikko Antero
Mannerkoski, Lauri Pertti
Nenonen, Pertti Olavi
Niskanen, Matti Aslak
Pellikka, Risto Onni Aukusti
Puranen, Pertti Juhani
Riuttala, Esa Ilmari
Savola, Eija Kaarina
Therman, Rolf Yrjö Arnold
Tiittola, Tero Tapio
Tähtinen, Kari Pentti Olavi
Törrönen, Kari Johannes
Wartiovaara, Timo Tapani

N - vuosikurssi

Metallurgia
Alasvuo, Veikko Olavi
Anjala, Yrjö Ensio
Hanhiniemi, Matti Tapio
Hannukainen, Taisto Olavi
Arijoutsu
Heimala, Seppo Olavi
Hyvärinen, Jorma Juhani
Härkönen, Seppo
Jaakkola, Antti Juhani
Jokinen, Hannu Ilmari
Jukka, Lauri Antero
Juusela, Jyrki Tapani
Kaartama, Kari Olavi
Karvonen, Ilkka Juhani
Karvonen, Lauri Tapio
Kempainen, Jorma Heikki
Olavi
Kivinen, Heikki Esko Tapani
Korhonen, Matti Antero
Kukkosuo, Reijo Tapio
Kulmala, Aarno Sakari
Martamo, Tero Aulis
Mäntymäki, Tarmo Kalevi
Nieminen, Mikko Antero
Pesonen, Herkko Olli-Erkki
Rekola, Jorma Kalevi
Saarinen, Risto Uolevi
Salmelin, Klaus Erkki Olavi
Sundberg, Sven Victor
Söderling, Kaj Erik
Urpo, Sirkka-Leena Inkeri
Viherma, Raimo Allan
Viitanen, Pekka Heikki Kalevi

Suoritettuja diplomi-insinöörin tutkintoja :

Anjala, Yrjö Ensio: »Tutkimus neliötangon muovautumisesta soikiourassa», prof. Sulosen johdolla.

Karvonen, Ilkka: »Tykistökranaatin sirpaloituminen», prof. Sulosen johdolla.

Lindholm, Tage Leif: »Blankglödning i myntlegeringar i kontinuerligt arbetande kalkugn», prof. Sulosen johdolla.

Martikka, Heikki Ilmari: »Semimikroanalysaattoria ja alumiini-sinkki-magnesiumseoksia koskevia tutkimuksia», prof. Miekk-ojan johdolla.

Onnela, Kalevi Juhani: »Mikroseostuksen vaikutus niukkahiilisen teräksen ominaisuuksiin», prof. Miekk-ojan johdolla.

Pyyry, Ilkka Kullervo: »Booriseostetun hiiletysteräksen soveltuvuus kaasuhiilettykseen lämpötila-alueella 925—1000°C», prof. Sulosen johdolla.

Riihelä, Mauno Pellervo: »Tutkimus kobolttioksidin hapettamisesta Co₃O₄:ksi», prof. Tikkasen johdolla.

Salimäki, Matti Juhani: »Tutkimus karbidien magneettisista ominaisuuksista», prof. Tikkasen johdolla.

Sariola, Antti Pekka: »Betonitäyttötutkimuksia Outo-kummun kaivoksella», prof. Järvisen johdolla.

Söderling, Kaj: »AlZnMg-seoksen lämpökäsittelytutkimus», prof. Miekk-ojan johdolla.

Vainio-Mattila, Antti Tapani: »Tutkimuksia hiiliterästen hapettumisesta kuumamuokkaushehkuksessa», prof. Sulosen johdolla.

”...VAIKKA LÄPI HARMAAN KIVEN”

Kairaustehtävissä ei luja tahto yksin riitä, tarvitaan toki muitakin. Tarvitaan ajanmukaista kalustoa, tarmokasta tutkijamieltä ja kokemuksen hiomaa ammattitaitoa. Meillä on näitä kaikkia. Kokemusta olemme keränneet yli 30 vuoden ajan. Monipuolisesta kairauskalustostamme voitte valita tehtävän laadun mukaan esim. keveän, käsinkannettavan koneen tai raskaimman, jonka teho ylittää 1000 metriä.

Asiantuntijamme asettavat mielellään kokemuksensa käyttöönne, ottakaa yhteys.

SUOMEN MALMI OY

Otaniemi, puh. 46 06 33





Olemme sanoneet, että Vuorivilla on VUORENVARMA lämmöneriste. Nyt ovat myös ulkopuoliset asiantuntijat sanojemme takana.



Ensimmäisenä ja toistaiseksi ainoana rakennustarkoituksiin käytettävistä lämmöneristeistä on VUORIVILLA saanut Suomen Rakennusinsinörien Liiton vahvistaman laaturyhmityksen. Sen mukaan kuuluvat useimmat luokituspäättöksen tarkoittamista vuorivillatuotteista A-laaturyhmään ($\lambda = 0,035$). Ryhmityksen noudattamista valvoo jatkuva, puolueeton laaduntarkkailu.

PARASTA KÄYTTÄÄ AINA PARASTA

PARAISTEN KALKKIVUORI OSAKEYHTTÖ



Kaivostyö vaatii Nokian erikoisvarusteita

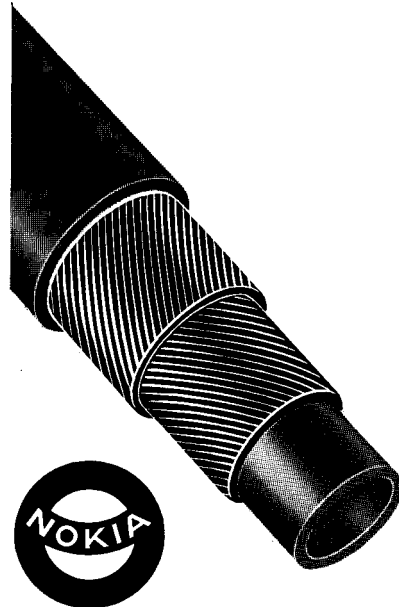
Pukekaa yllenne joustava ja kevyt Kaivos-Ville asu ja vetäkää jalkaanne Nokian reilut kumisaappaat. Silloin voitte olla varma, ettei kosteus ja pöly pääse liian liki.

Yleisesti hyväksytty LCP

cord-vahvikkeinen paineilmaletku kaivoskäyttöön
Käyttöpaineet
12–25 kp/cm².
Ø LCP 12 kp/cm²
10–200 mm.
Ø LCP 25 kp/cm²
10–50 mm.
Erittäin käyttövarma ja notkea letku.

Lisäksi tarjoamme kaivoksille:

- kuljetushihnoja
- kulutuskumi-vuorauksia
- seulalevyjä
- rikastamon lieteletkuja
- kiilahihnoja.





- Rautarikasteita
- Vanadiinipentoksidia
- Ilmeniittirikastetta
- Rikkirikastetta
- Sepeliä

OTANMÄKI OY

BML
BML
BML

IMATRAN VOIMA OSAKEYHTIÖ
BETONI- JA MAALABORATORIO

Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön hyväksymä aineenkoetuslaitos. Suorittaa betonin kelpoisuuskokeita, laadunvalvontaa, raaka-ainetutkimuksia ym. alaan kuuluvia tehtäviä, maaperätutkimuksia, seismisiä luotauksia, syväkairauksia jne.

Posti: Oulu, Ahjotie 4. Puhelin: Oulu 31 133 (vaihte).

Rahti: Oulu.

Olemme saaneet **AB Hagby Bruk'in** timanttiterien, teräputkien ja koneiden ym. syväkairausvälineiden edustuksen Suomesa.

AB Hagby Bruk suorittaa itse myös kairaus- ta, joten valmistetut välineet kokeillaan kentällä ennen markkinoille pääsyä.

AB Hagby Bruk'in tuotteista mainittakoon:

- **Uusi täyshydraulinen kairauskone "TORAM"**
- **Timanttiterät**
- **Teräputket**
- **Kevytmetalli kairaustangot**

PYRIMME NOPEISIIN TOIMITUKSIIN, myymme syväkairauksen kulutustarvikkeita suoraan varastostamme Helsingissä.

GF

Fredrikinkatu 63 A
Helsinki 10
Puhelin 648 642

GEOFINN^{ØY}

EUCLID



**JO YLI
800
POHJOISMAISSA**

Euclid-dumpperit valmistaa maailman suurin yritys General Motors. Myös Suomen kaivos-, tierakennus- ja voimalaitostyömaille Euclid-nimestä on muodostunut luotettavuuden ja tehokkuuden käsite.

Tutustukaa tuottaviin Euclid-dumppereihin. Kuljetuskäy-
vät 15–110 tonnin.

Pyytäkää lisätietoja meiltä.

Euclid-dumpperien myynti, huolto ja varaosapalvelu on
nyt Rolacin käsissä.

ROLAC

Malminkatu 20 Helsinki 10 puh. 64 44 11
Turku 22 155 Oulu 21 171 Kuopio 12 400

VARMATOIMINEN

SALA

SALA NÄYTTEENOTTAJA
KUULUU NYKYAIKASEEN
KAIVOSTEOLLISUUTEEN

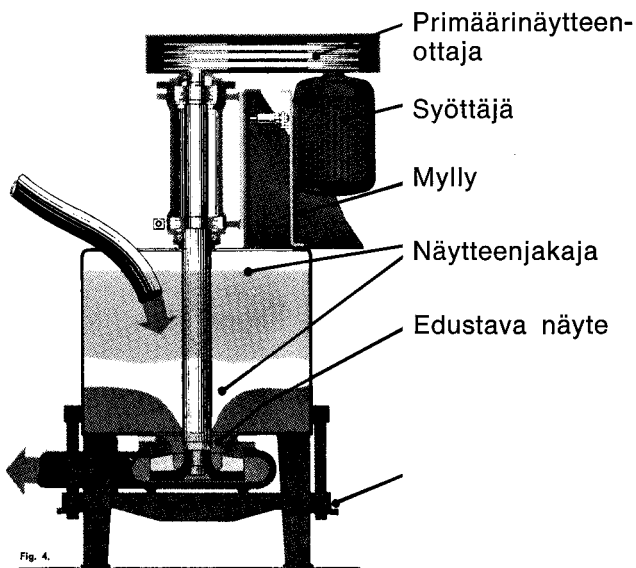
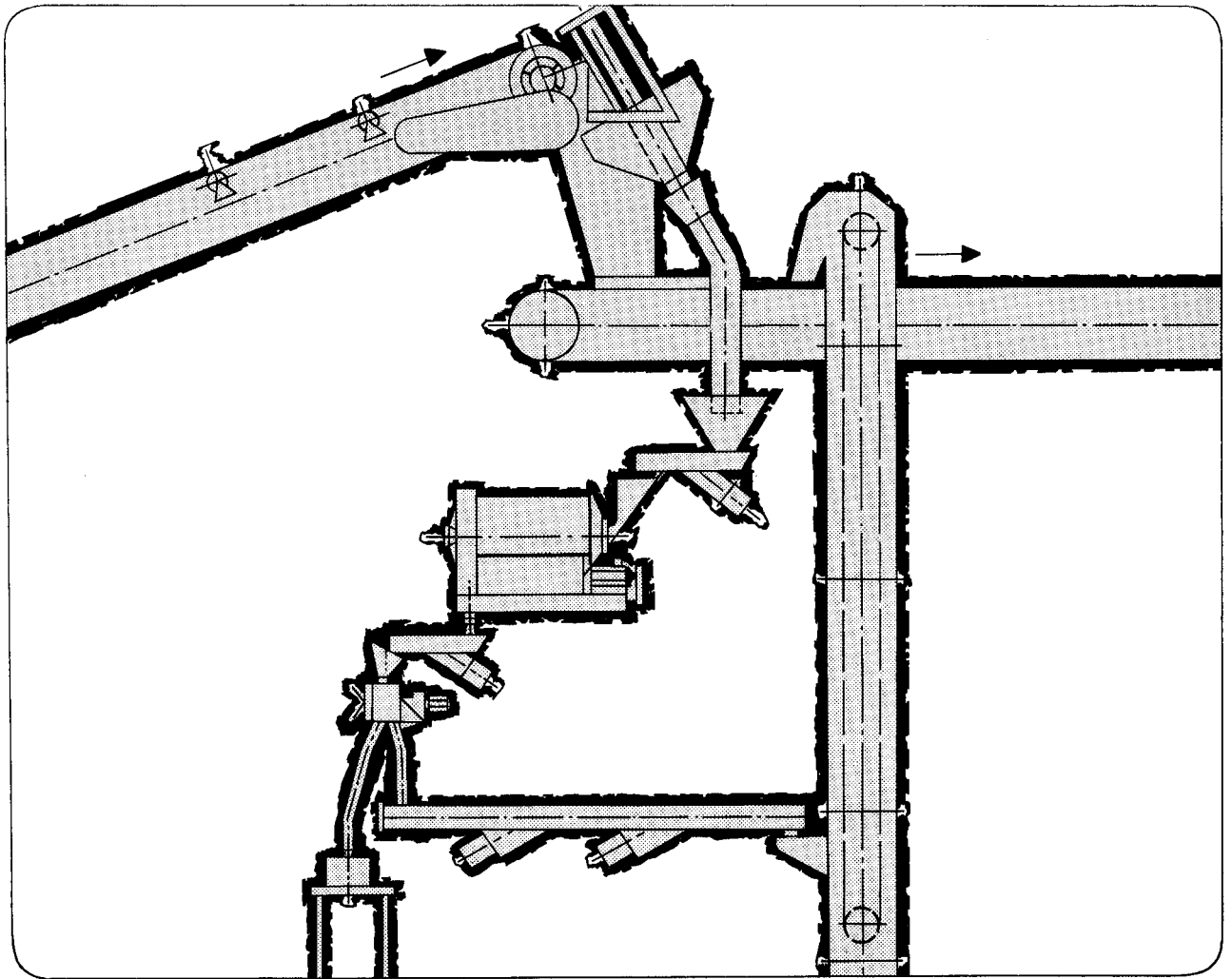
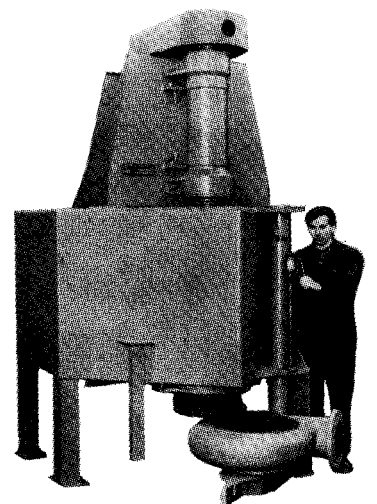


Fig. 4.

SALA pystypumppu

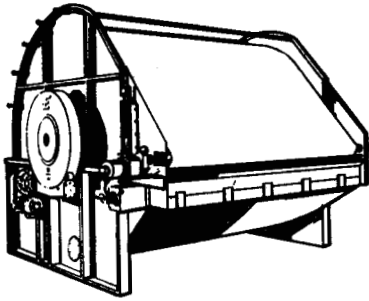
Ei akselitiivistystä
Ei tiivistettä
Ei vuotoja tiivis-
tyksessä
Ei erillistä syöttö-
säiliötä
Ei jalustaa
Ei arka ilmalle
Osat helppo
vaihtaa
Itsesäätyvä
Vakiomoottori
Kiilahihnakäyttö
Säädettävä
moottoriteline
Kulutusosat myös
refrax-piikarbidista



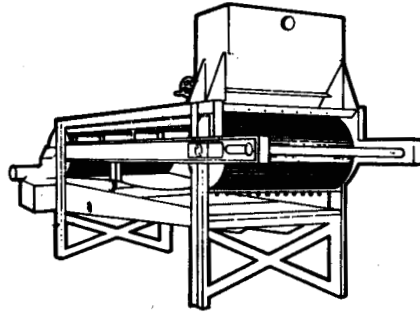
JULIUS TALLBERG

VUORITEKN. OS.
Aleksanterink. 21 H:ki 10
Box 10210 Puhelin 13 611

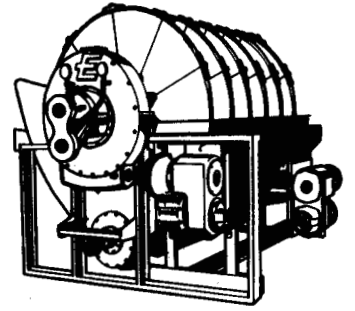
suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle



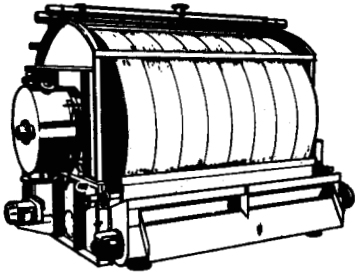
EIMCOBELT SUODATIN



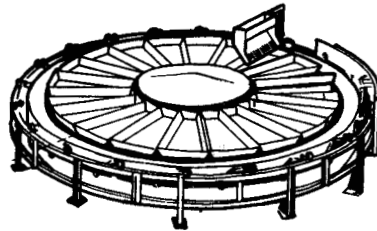
EXTRACTOR SUODATIN



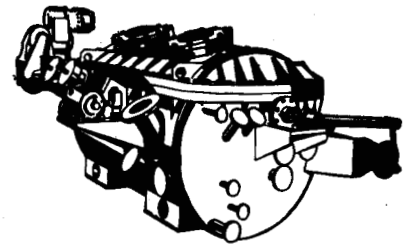
AGIDISC KIEKKOSUODATIN



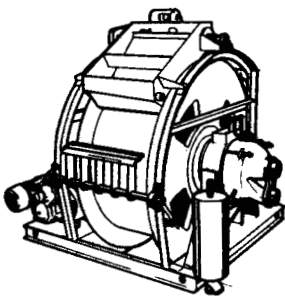
RUMPUSUODATIN



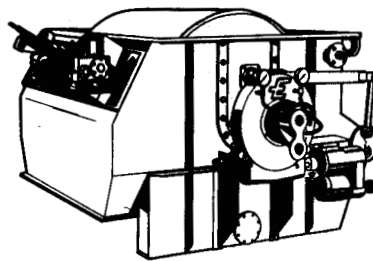
TILTING PAN SUODATIN



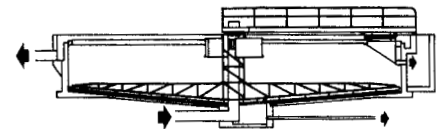
PAINESUODATIN



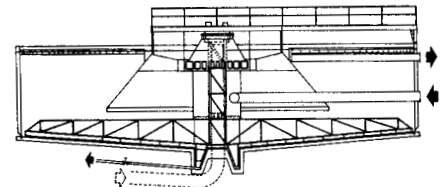
TOP FEED SUODATIN



PRECOAT SUODATIN



SAKEUTIN



SUURTEHOREAKTIOSELKEYTIN

ENSO

ENSO - GUTZEIT OSAKEYHTIÖ

Enso valmistaa The Eimco Corporationin lisenssillä erilaisia kaivosteollisuuden tarpeisiin suunniteltuja suodattimia ja sakeuttimia sekä muita laitteita kiinteitten aineitten erottamiseksi nesteistä.

KONEPAJA • SAVONLINNA