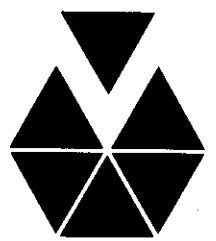


VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1992
50. vuosikerta

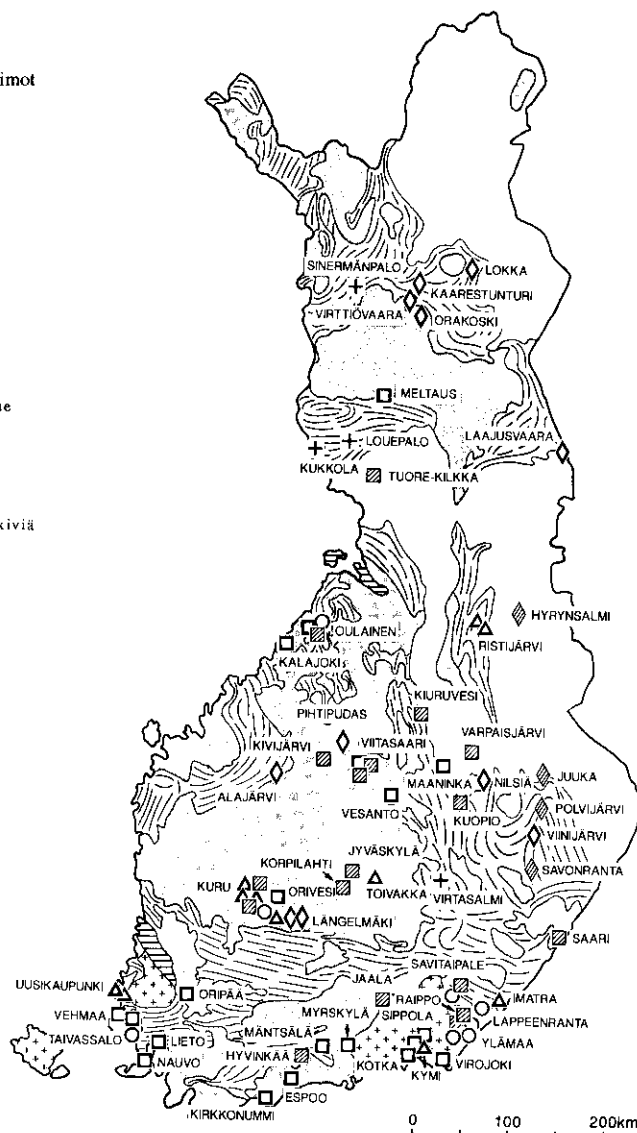
Julkaisija: Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.

Rakennuskivityypit /-louhimot

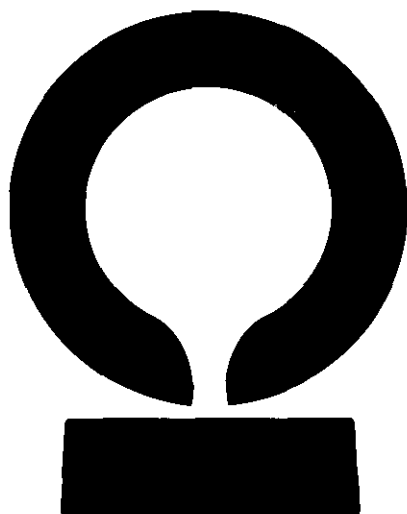
- 1 □ Punaista kiveä
- 2 ▲ Harmaata kiveä
- 3 ○ Ruskeaa kiveä
- 4 ▨ Mustaa kiveä
- 5 + Marmoreita
- 6 ◆ Liuskeita
- 7 ⬠ Vuolukiveä

Kallioperän yleispiirteet:

- 8 □ Gneissigraniittialue
- 9 ▨ Liuskeyöhykkeet
- 10 □ Graniittialueet
- 11 ⬠ Rapakiveä
- 12 ▨ Nuoria sedimenttikiviä



SUOMEN RAKENNUSKIVET 1991



Outokumpu monen metallin taitaja

M O N T A M E T A L L I A

Kupari, kupariseokset, nikkeli, sinkki,
kobaaltituotteet, jalometallit,
ferrokromi, ruostumaton teräs.

M O N E S S A M U K A N A

Malminetsintä, kaivostoiminta,
malmien rikastus, metallien muokkaus,
metallien jalostus,
koneet ja laitteet, teknologia.

M A A I L M A N L A A J U I S E S T I

Kansainvälinen konserni,
tytäryhtiöitä 30 maassa.
Lähes 90 % myynnistä vientiin.

 **outokumpu**

PL 280, 02101 Espoo

The Nordberg Group is in Europe

In France, where some of Europe's largest construction contractors are headquartered, crushing equipment suppliers must take on total turnkey projects.

In the UK and Germany, headquarters for many mining companies and large quarries, special engineering talents are required of crushing equipment suppliers.

In the Scandinavian countries hard rock crushing prevails. Aggregate producers often contend with belts of volcanic and sedimentary rock, separated by gneiss and intrusive granites. Crushers have to be designed tough and operable in sub zero temperatures, yet lightweight and mobile.

In all of Europe, the company that producers rely on for the widest range of quality machinery and crushing expertise is the Nordberg Group.

Because if you're in the crushing business anywhere in the world, no one can serve you better.

Bergeaud S.A., France Fax: +33-85-396 298	Nordberg Australia Pty. Ltd. Fax: +61-2-638 2540	Nordberg China Ltd., Hong Kong Fax: +852-603 0635
Bergeaud Italia s.r.l. Fax: +39-2-5560 0655	Nordberg, Austria Fax: +43-7617 2208	Norberg Nippon K.K., Japan Fax: +81-3-3737 3315
Bergeaud Portugal Ltda. Fax: +351-1-442 0488	Nordberg Industrial Ltda., Brazil Fax: +55-31-621 1912	Nordberg Philippines Inc. Fax: +63-2-816 0481
Bergeaud España S.A. Fax: +34-1-870 3526	Nordberg Machinery Ltd., Canada Fax: +1-519-821 4376	Nordberg Singapore Pte. Ltd. Fax: +65-468 2151
Lokomo Oy, Finland Fax: +358-31-501 207	Nordberg Corporation (Chile) Fax: +56-2-231 7296	Nordberg (UK) Ltd. Great Britain Fax: +44-81-574 1057
Lokomo A/S, Norway Fax: +47-34-704 22	Nordberg GmbH, Germany Fax: +49-6078 8581	Nordberg Inc., USA Fax: +1-414-747 1766

For more information contact:

Nordberg Group • P.O. Box 203 • 00171 Helsinki • Finland
Phone: +358-0-182 851 • Fax: +358-0-608 617



Holmlunds Schakt AB, Sweden – a mobile secondary aggregate production plant



John Wainwright & Company Ltd., UK – basalt aggregate production



Société Routière et de Dragages de l'Est, France – aggregate production

Nordberg
GROUP

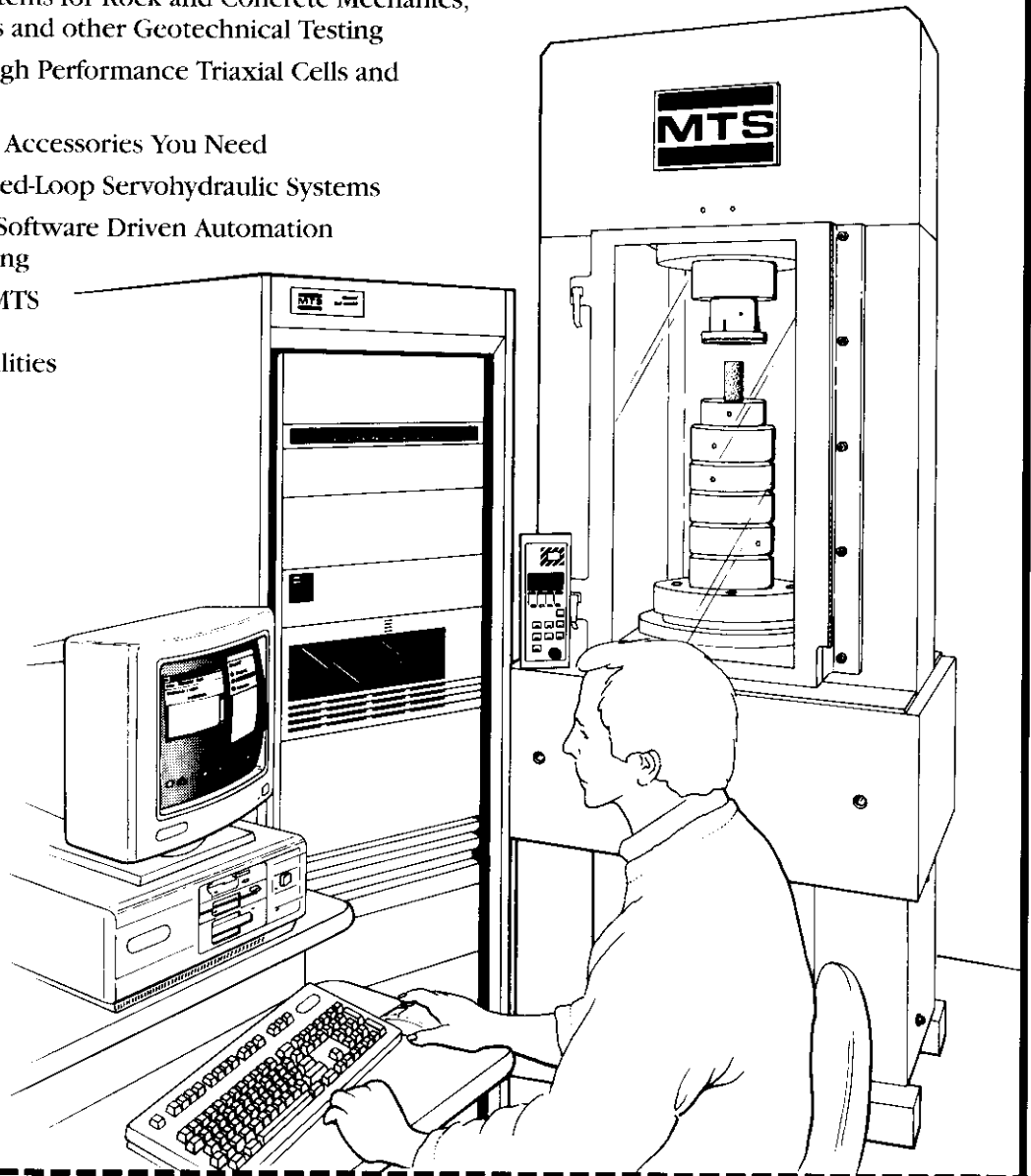
Wherever you are, there's a Nordberg Group company to serve you.

Bergeaud Lokomo Nordberg



For Research Development Studies of Rock, Concrete, Soil or Ice Mechanics

- Complete, Systems for Rock and Concrete Mechanics, Soil Mechanics and other Geotechnical Testing
- A Variety of High Performance Triaxial Cells and Extensometry
- All the Testing Accessories You Need
- Dynamic, Closed-Loop Servohydraulic Systems
- New, TestStar Software Driven Automation for Easier Testing
- Write for the MTS Geotechnical Testing Capabilities Brochure



_____ Send me the MTS Geotechnical Testing Capabilities Brochure

Mail to:

MTS Systems Norden AB

Datavägen 32

S-436 32 ASKIM

Sweden

Phone: 46-31-282185

Fax: 46-31-282329

Name _____ Title _____

Institution _____

Address _____

City _____ State or Prov. _____

Country _____ Postal Code _____

Phone Number _____

LEMMINKÄINEN KALLIORAKENTAMISEN EDELLÄKÄVIJÄ



**RAKENNUS OY
LEMMINKÄINEN**

Kalliorakennusyksikkö
Esterinportti 2, 00240 Helsinki,
puh. (90) 15 991, telefax (90) 148 2680.

VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN



*toivottaa kaikille
lukijoilleen ja
ilmoittajilleen
oikein hyvää kesää
ja
tuloksellista syksyä*



*tillönskar alla sina
läsare och
annonsörer
en riktigt trevlig sommar
och
en resultatrik höst*

SUOMEN MALMI OY FINNEXPLORATION

PL 10, Juvan teollisuuskatu 16 02921 ESPOO
Puh. (90) 853 2422 FAX (90) 853 3010

PORAKONEKAIIRAUKSET

NÄYTTEENOTTOKAIIRAUKSET

UPPOPORAUKSET, MYÖS TEIDEN ALITUKSET

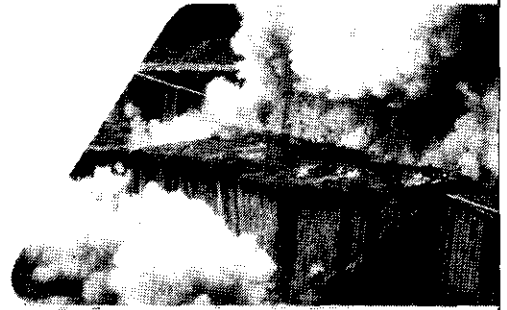
SEISMISET LUOTAUKSET

MAATUTKALUOTAUKSET

GEOFYSIIKAN MITTAUKSET

GEOLOGISET KARTOITUKSET JA SELVITYKSET

Louhintaräjähdysaineet ja Sytytysvälineet



Modernia louhintatekniikkaa
tarvekilouhimolla.

 **FORCIT**

PL 19 10901 Hanko
puh. 911-8001
fax 911-86591

AGGREGATE 1992 JA KALLIOMEKANIIKAN PÄIVÄ 1992

Suomen kalliomekaniikkatoimikunta ja Rakennusgeologinen yhdistys järjestävät AGGREGATE 1992 symposiumin ja KALLIOMEKANIIKAN PÄIVÄN 1992 3. - 4.11.1992.

AGGREGATE 1992 on pohjoismainen murskausta ja murskeen laatua käsittelevä symposiumi, joka pidetään Geologisen tutkimuskeskuksen tiloissa Betonimiehenkuja 4, 02150 ESPOO.

KALLIOMEKANIIKAN PÄIVÄ 1992 pidetään laivatapahtumana Silja Serenadilla Helsinki-Tukholma-Helsinki 3. - 4.11.1992. AGGREGATE 1992 ja KALLIOMEKANIIKAN PÄIVÄ 1992 tapahtumat ovat erillisiä, mutta esitelmistä tehdään yhteinen julkaisu.

Lisätietoja:

Sirkku Halonen tai
Hannu Mäkitie
Geologinen tutkimuskeskus
Betonimiehenkuja 4
02150 ESPOO
puh. 90-46931
fax. 90-462205

Ari Simonen
Teknillinen korkeakoulu
Kalliotekniikan laboratorio
Vuorimiehentie 2
02150 ESPOO
puh. 90-4512802
fax. 90-4512660



VIHTAVUORI OY

LOUHINTATARVIKKEET

RÄJÄHDYSAINEET

STONEX (dynamiitti)
SILOSEX
SILOSEX-10
ANEX (aniitti)
AMONEX N (ammoniitti N)
AMONEX K (ammoniitti K)
KEMIITTI 110
KEMIITTI 510
MENOX 110 (räjäytin 110)

SYTYTYSTARVIKKEET

FIREX-VA-sähköallit
FIREX-UR-sähköallit
FIREX-8 (tulilankanalli)
ISOLTEX 10 (räjähtävätulilanka)
RL 06 JA RLE 06 jatkojohdot

Postiosoite:
VIHTAVUORI Oy
Louhintatarvikeyksikkö
41330 Vihtavuori

Puhelin: 941-779211
Telefax: 941-771093

STEEL GOING STRONG

 **IMATRA STEEL**
IMATRA

paino- työt

- kirjat
- sanomalehdet
- neliväriesitteet
- lomakkeet
- käyntikortit,
kirjekuoret y.m.

PYYTÄKÄÄ TARJOUS, SE KANNATTAA!

tryck- saker

- böcker
- tidningar
- fyrfärgsbroschyer
- blanketter
- visitkort,
kuvert m.m.

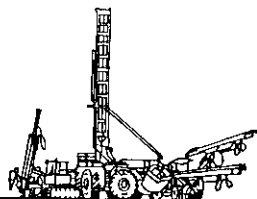
BEGÄR OFFERT, DET LÖNAR SIG!



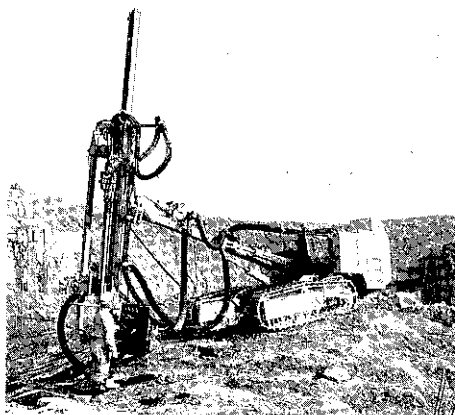
HANGON KIRJAPAINO OY

HANGÖ TRYCKERI AB

VUORIKATU 15-17 BERGGATAN
10900 HANKO-HANGÖ ☎ 911-84531

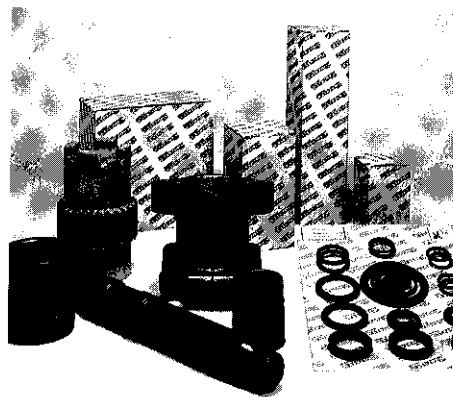


KIVEN JA KALLION LOUHINTAAN



TAMROCK SURFACE

- avolouhintaporauslaitteet
- hyötykiven porauslaitteet



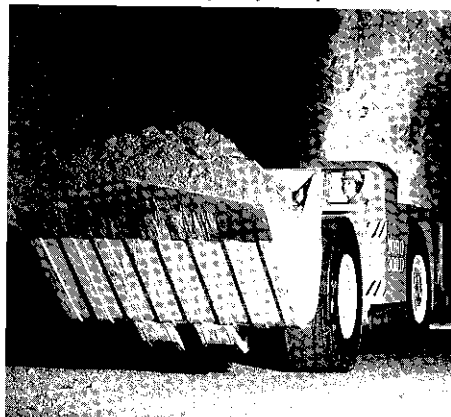
TAMROCK PARTS

- alkuperäiset varaosat
- huoltotuki
- koulutus
- huolto- ja käyttöohjeet



TAMROCK UNDERGROUND

- tunnelin- ja peräajolaitteet
- tuotantolouhintaporauslaitteet
- pultitus- ja rusnauslaitteet
- nousuporauslaitteet



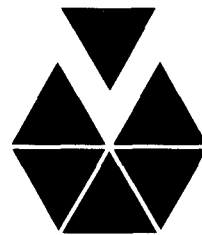
TAMROCK LOADERS

- maanalaiset louheen lastaus- ja siirtolaitteet

TAMROCK

TAMROCK
PL 100, SF 33311 TAMPERE
Puh. 931-241 4111, Fax 931-241 4849
Tlx 22193 sf

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1992
50. vuosikerta

Julkaisija, utgivare:
VUORIMIESYHDISTYS —
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.

Publisher:
THE FINNISH ASSOCIATION OF MINING AND
METALLURGICAL ENGINEERS

VUORITEOLLISUUS — BERGSHANTERINGEN:

Päätoimittaja — Editor-in-Chief:

Prof. Martti Sulonen 90-4511
Teknillinen korkeakoulu Fax 90-451 2660
Materiaali- ja kallioteekniikan laitos
02150 Espoo

Toimittaja — Editor:

Dos. Heikki Laapas 90-4511
Teknillinen korkeakoulu Fax 90-451 2660
Materiaali- ja kallioteekniikan laitos
02150 Espoo

Toimitussihteeri ja ilmoituspäällikkö —
Managing Editor and Advertising Sales
Director:

Ins. Lars Heikel 90-781 396
Punahilkantie 5 A 6
00820 Helsinki

Toimitusneuvosto — Editorial Board:

DI Matti Palperi, pj. 90-4511
Teknillinen korkeakoulu
Materiaali- ja kallioteekniikan laitos
02150 Espoo

TkT Jorma Rekola 90-622 1788
Coopers & Lybrand Consulting Oy Ab
Mannerheimintie 16 A
00100 Helsinki

TkL Seija Sundholm 90-4511
Teknillinen korkeakoulu
Materiaali- ja kallioteekniikan laitos
02150 Espoo

FM Marjatta Virkkunen 90-465 734
Revontulentie 2 F 71
02100 Espoo

TkL Hans Allenius 90-4211
Outomec Oy
PL 84
02201 Espoo

Ilmoitushinnat vuodelle 1992

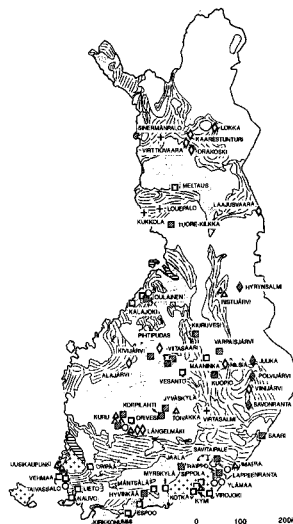
II ja III kansi = 4.830,- 1/2-sivu = 2.760,-
takakansi = 5.570,- 1/4-sivu = 1.640,-
1/1-sivu = 4.090,- Lisäväri/kpl = 1.500,-

{ Ammattihakemisto-ilmoitus 1/1 vsk = 620,-
Koko: leveys = 85 mm \diamond korkeus = 25 mm

Vuosikerta = 95,- \diamond ulkomaille = 130,-
Irttonumero = 60,- \diamond ulkomaille = 70,-

SISÄLTÖ ■ INNEHÅLL

Raimo Matikainen: Puheenjohtajan katsaus vuoriteollisuuden kehitykseen Suomessa vuonna 1991	9
Markku Mäkinen: Euroopan yhdentymisen merkitys Suomen perusmetalliteollisuudelle	12
Jyrki Juusela: Kilpailukyky metallien perusteellisuudessa	15
Seppo Sahlman: Rautaruukin putki- ja profiiliryhmä jatkojalostajana Euroopassa	18
Kari Pääkkönen, Markku Rask, Marjatta Virkkunen: Kiviteollisuus Suomessa — historiaa ja nykypäivää	23
Risto Heiskanen, Kari Knuutila: Lince-kuparikaivos Chilessä	29
Ari Simonen: Uudet kiven testausmahdollisuudet	37
Antero Pehkonen, Jari-Jukka Kukkonen: Korroosionestotekniikan ja materiaalikemian opetus ja tutkimus Teknillisessä Korkeakoulussa	41
In Memoriam	43
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y. Hallituksen toimintakertomus vuodelta 1991	44
Jaostojen ja tutkimusvaltuuskunnan toimintakertomus vuodelta 1991	46
Uusia jäseniä — Nya medlemmar	48
Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna	49
Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina	49
Eero Mäkinen — ansiomitalin jako 20.3.1992	53
Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1991	54



Kansikuva: Suomen rakennuskivet 1991.
Cover: Dimension stone in Finland 1991.

VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS
22.3.1991

Prof. Raimo Matikainen 90-451 2804
puheenjohtaja Fax 90-451 2660
Teknillinen korkeakoulu
Materiaali- ja kalliotekniiikan laitos
Vuorimiehentie 2
02150 ESPOO

TkT Aulis Saarinen 981-327 711
varapuheenjohtaja Fax 981-327 506
Rautaruukki Oy
PL 217
90101 OULU

DI Matti Heiniö 931-241 4111
Tamrock Oy
PL 279
33101 TAMPERE

DI Heikki Rusila 982-301
Rautaruukki Oy, Raahen terästehdas
PL 93
92101 RAAHE

Prof. Veikko Lappalainen 90-469 3200
Geologian tutkimuskeskus
Betonimiehenkuja 4
02150 ESPOO

TkL Matti Tyni 971-671 671
Malmikaivos Oy, Luikonlahti
73670 LUIKONLAHTI

DI Ville Sipilä 968-2811
Outokumpu Kokkola Zinc Oy
PL 26, 67101 KOKKOLA

TkL Hans Allenius 90-421 2849
Outomec Oy
PL 84
02201 ESPOO

DI Eelis Eskelinen 953-510 111
Oy Partek Ab
53500 LAPPEENRANTA

TkL Jorma Kempainen 9698-452 583
Outokumpu Polarit Oy
95400 TORNIO

DI Timo Välttilä 973-5561
Outokumpu Mining Services
83500 OUTOKUMPU

Yhdistyksen sihteerit:
I TkT Heikki Laapas 90-451 2786
Teknillinen korkeakoulu Fax 90-451 2660
Materiaali- ja kalliotekniiikan laitos
Vuorimiehentie 2 A
02150 ESPOO

II DI Erkki Tyni 981-327 711
Rautaruukki Oy Fax 981-327 506
PL 217, 90101 OULU

Yhdistyksen rahastonhoitaja:
LuK Marjatta Parkkinen 90-421 2442
Outokumpu Oy Fax 90-421 3888
PL 280
02101 ESPOO

Geologijaosto
FL Elias Ekdahl, puh.joht. 971-205 111
Geologian tutkimuskeskus
PL 1237
70701 KUOPIO

FK Sirku Halonen, siht. 90-462 233
Geologian tutkimuskeskus
Betonimiehenkuja 4
02150 ESPOO

Kaivosjaosto
DI Kimmo Kekki, puh.joht. 957-254 151
Ruskealan Marmorit Oy
57100 SAVONLINNA

DI Tommy Grahn, siht. 90-4211
Outokumpu Mining Oy
PL 89
02201 ESPOO

Metallurgijaosto:
TkT Kalevi Nikkilä, puh.joht. 90-4211
Outokumpu Engineering
PL 86
02201 ESPOO

TkL Lars Helle, siht. 90-4211
Outokumpu Engineering Contractors
PL 862
02201 ESPOO

DI Jouko Kallioinen, puh.joht. 90-4211
Outomec Oy
PL 84
02201 ESPOO

DI Jukka Karhunen, siht. 90-80471
Kemira Oy
Espoon tutkimuskeskus
PL 44
02271 ESPOO

Tutkimusvaltuuskunta
DI Paavo Eerola, puh.joht. 973-5561
Outokumpu Mining Services
83500 OUTOKUMPU

Geologinen toimikunta:
Prof. Heikki Niemi, puh.joht. 90-451 2720
Teknillinen korkeakoulu
Materiaali- ja kalliotekniiikan laitos
Vuorimiehentie 2 A
02150 ESPOO

Kaivosteknillinen toimikunta:
DI Pekka Lappalainen, puh.joht. 973-5561
Outokumpu Mining Services
83500 OUTOKUMPU

Rikastusteknillinen toimikunta:
DI Jarmo Aaltonen, puh.joht. 971-400 111
Kemira Oy
Siilinjärven tehtaat ja kaivos
PL 20
71801 SIILINJÄRVI

Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien
sihteeri:
FT Jyrki Parkkinen 90-46931
Geologian tutkimuskeskus Fax 90-462 205
Betonimiehenkuja 4
02150 ESPOO

Puheenjohtajan katsaus vuoriteollisuuden kehitykseen Suomessa vuonna 1991

Professori Raimo Matikainen, TKK/Kalliotekniikan laboratorio

Lyhennelmä esitelmästä Vuorimiespäivillä 20.3.1992

YLEISTÄ

Vuosi 1991 oli Suomen vuoriteollisuudelle hankala kansainvälisen ja kotimaisen kysynnän vähentyessä ja suhdanteiden nopeasti huononnutta. Tästä aiheutunut ketjureaktio näkyi ja näkyy edelleen lähes koko vuoriteollisuuden alalla.

MALMINETSINTÄ

Kaivosyhtiöiden vähentäessä malminetsinnän resursseja ja valtion tuen pienentyessä malminetsintä suuntautuu enenevässä määrin toimivien kaivosten ympäristöön ja jo löydettyjen esiintymien jatkokäytöksiin. Geologian tutkimuskeskuksen malminetsintä keskittyi kullan ja perusmetallien etsintään ja kaoliinitutkimuksiin. Mitään uusia merkittäviä esiintymiä ei tiettävästi ole löydetty. Useita esiintymiä on tosin teknis-taloudellisten selvitysten kohteena.

KAIVOSTOIMINTA

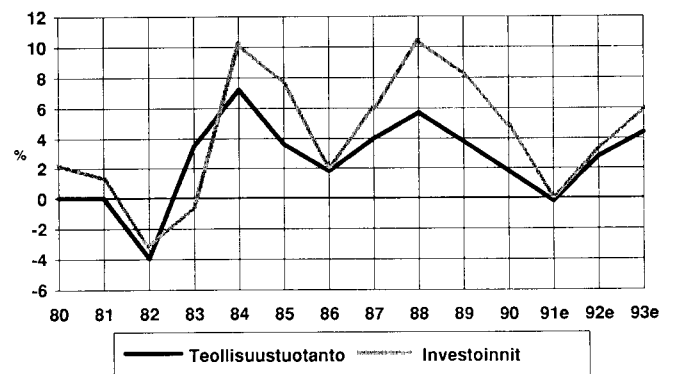
Kaivostoiminnan kokonaisnosto oli yli 27 milj. tonnia ja malmin tai hyötykiven nosto noin 18 milj. tonnia. Edellisen vuoden tuotantoluvut ovat laskeneet 5-10% tuoteryhmästä riippuen. Outokumpu Oy on lisännyt ulkomaisen kaivostoimintansa osuutta ja varmistanut siten oman jatkojalostuksensa raaka-ainehuollon. Laman vaikutukset näkyvät yllättävän vähän kaivosten tuotannossa. Hituran kaivoksessa on aloitettu maanalainen tuotanto.

PERUSMETALLI

Outokumpu Oy

Maailmantalouden laman vaikutukset Outokumpu-konsernin päämarkkina-alueilla olivat vuoden 1991 aikana selvästi ennakoitua suurempia. Taantumien vaikutus kohdistui erityisesti teollisuusinvestointeihin eli alueelle, jonka merkitys konsernin päätuotteiden kysynnälle on suurin. Konsernin liikevaihto, joka oli 12.6 mrd mk kasvoi noin 12% edellisestä vuodesta.

Jo vuoden 1989 alusta alkanut metallien hintojen aleneminen jatkui vuonna 1991, tosin edellistä vuotta hitaampana. Selvimmin se näkyi kuparin ja sinkin kohdalla, nikkelin hinta jäi vain vähän edellisen vuoden tasosta, ja muista poiketen ferrokromin hinta vahvistui. Persianlahden sodan aikana vuoden alussa metallien kysyntä ja hinnat pysyivät alhaalla. Sodan päätyminen piristi kaupankäyntiä ja nosti hintatasoa keväällä, mutta odotetun suhdannekään-



Kuva 1. Teollisuustuotannon ja investointien kasvuprosentit OECD-alueella.

Fig 1. Growth percentages of industrial production and investments in the OECD countries.

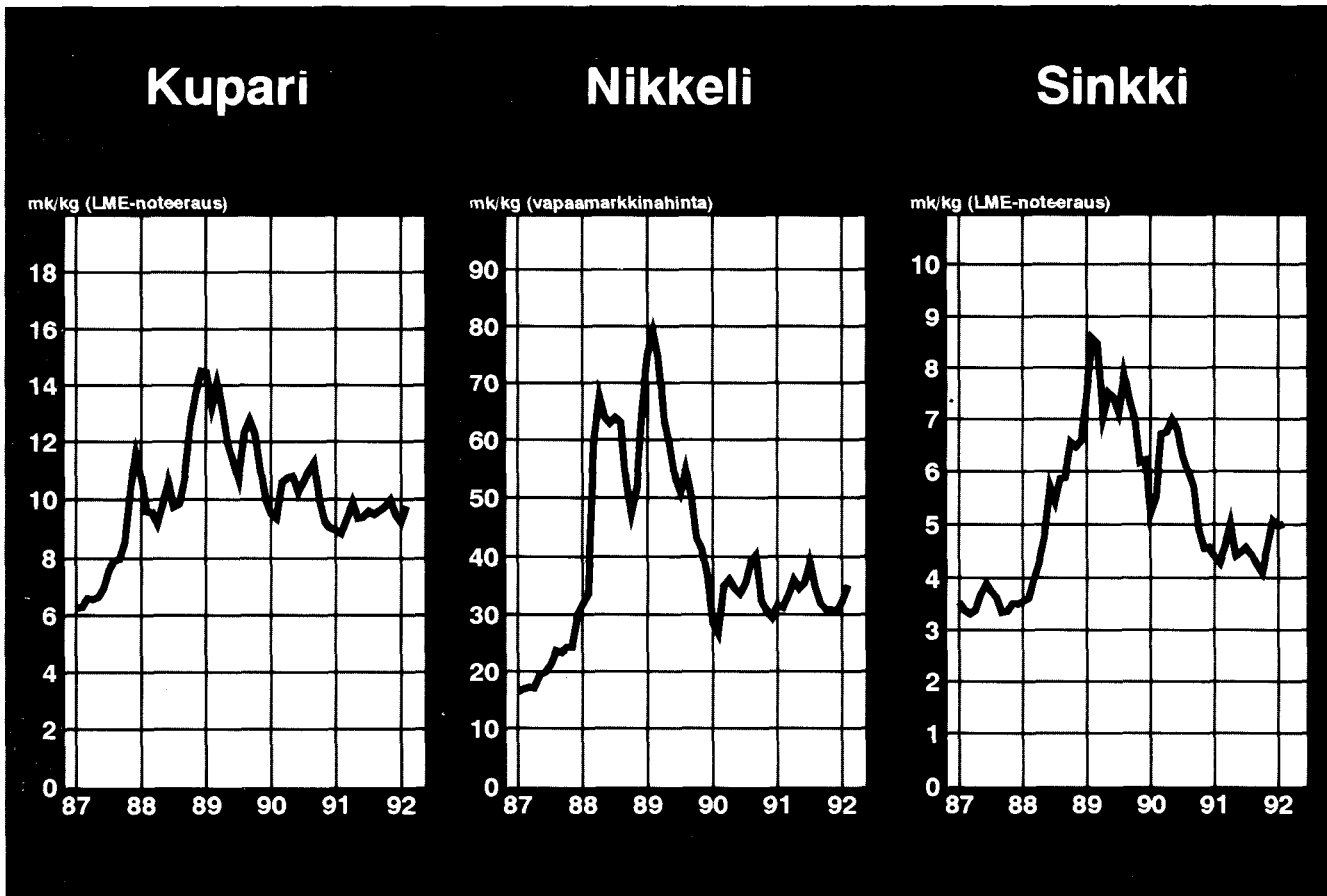
teen siirtyessä eteenpäin hinnat alkoivat uudelleen laskea vuoden lopulla. Valuuttamääräisinä metallien hinnat olivat alimmillaan vuoden lopulla. Markkamääräisten hintojen aleneminen oli markan heikkenemisen takia hitaampaa kuin valuuttahintojen.

Sekä ferrokromin että valssattujen ruostumattomien terästen tuotannossa saavutettiin uudet ennätykset. Yhteensä noin 900 milj. mk maksaneet laajennusinvestoinnit saatettiin päätökseen, kun kylmävalssaamon kolmas hehkutus- ja peittäuslinja vuoden lopulla otettiin käyttöön. Kapasiteetti on nyt 250 000 tonnia kylmävalssattua ruostumatonta terästä ja lisäksi kuumanauhatuotteita noin 100 000 tonnia.

Teknologian liiketoiminta-alueelle viime vuosi oli vaikea. Voimakas, lähinnä yritysostoihin perustuva laajentuminen sijoittui suhdannevaiheeseen, jossa investointitoiminta etenkin kaivos- ja metallurgisessa teollisuudessa laski jyrkästi. Kun isoja projekteja ei käynnistetty, ei kauppakaan käynyt.

Rautaruukki Oy

Kansainvälisen talouden suhdanteiden heikkeneminen vuoden 1991 aikana näkyi teräsmarkkinoilla kysynnän ja hintojen laskuna sekä kilpailun edelleen kiristymisenä. Maailman terästuotanto supistui 5%. Kotimaassa teräksen kysyntä putosi tuotteesta riippuen 25-40%. Hinnat alenivat merkittävästi kotimaan lisäksi myös Skandinavian markkinoilla. Keski-Euroopan markkinoilla kysyntä säilyi tyydyttävänä koko vuoden. Teräksen kulutuksen supistumi-



Kuva 2. Metallien hinnat (Cu: LME-noteeraus, Ni: vapaamarkkinahinta, Zn: LME-noteeraus).
Fig 2. Metal prices (Cu: LME quotation, Ni: Free market price, Zn: LME quotation).

nen itäisen Euroopan maissa lisäsi ylitarjontaa Euroopassa ja laski hintoja. Yhdysvalloissa teräksen kysyntä kääntyi laskuun ja hinnat alenivat.

Rautaruukki jatkoi perusstrategiansa toteuttamista tuotannon jalostusarvoa nostavilla yritysostoilla, omilla investoinneilla ja kilpailukykyä parantavilla toimialajärjestelyillä. Toimialajärjestelyjä toteutettiin Valmet Oy:n kanssa kiskokalustotuotannossa ja yritysostoja tehtiin teräsrakentamisessa, putkiliikeytoiminnassa ja pitkien kauppaterästen alalla.

Rautaruukki-konsernin vuoden 1991 liikevaihto 6.8 mrd mk oli 5% suurempi kuin edellisenä vuonna. Tuotantokapasiteetin käyttöaste pysyi teräsryhmässä korkeana, mutta muiden teollisuusryhmien kapasiteetin käyttöaste laski. Rautaruukki Oy säilytti markkinaosuutensa päämarkkina-alueillaan ennallaan, vaikka kilpailu kiristyi selvästi kaikissa tuoteryhmissä. Terästä tuotettiin yhteensä noin 2.5 milj. tonnia, josta Raahen terästehtaalla noin 2 milj. tonnia ja Dalsbrukin Koverharin tehtaalla 426 000 tonnia. Markkinatilanteen heikentyessä tuotannon painopistettä siirrettiin niihin tuoteryhmiin, joiden kysyntä säilyi vielä tyydyttävänä.

Teräsryhmässä jatkuivat koksaaamon laajennustyöt koksituotannon kaksinkertaistamiseksi. Laajennuksen valmistuttua vuoden 1992 lopulla Rautaruukki Oy tuottaa oman ja osakkuusyhtiönsä tarvitseman metallurgisen koksen. Nauhavalssaamalla otettiin käyttöön valssien pikavaihtolaitteet sekä kuumanauhan profiilin ja tasomaisuuden säätöjärjestelmä.

Tutkimus- ja kehitystoiminnan painopiste oli prosessien ja valmistusmenetelmien tuottavuuden ja tuotteiden laadun kohottamisessa sekä toimitusvalmiuden parantamisessa. Toimitusnopeuden ja -luotettavuuden sekä muun asiakaspalvelun parantamiseksi Rautaruukki Oy kehitti voimakkaasti tuotannon ohjausjärjestelmiä.

Imatra Steel

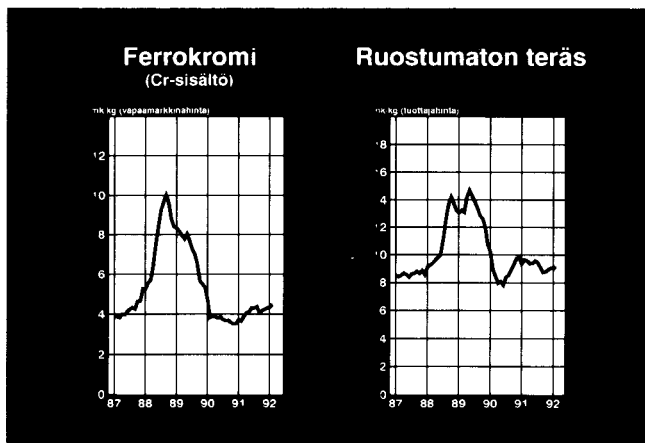
Metran ja SKF:n yhteisesti omistama Ovako AB jaettiin joulukuun alussa 1991 kahtia siten, että Metran omistukseen tulivat Ovako AB:n Suomen yksiköt: Imatran terästehdas, Billnäsän jousitehdas ja Jokioisten naula- ja lankatehdas. Näin muodostettiin vahva ja hallittavissa oleva kokonaisuus Imatran erikoisterästen ympärille. Imatra Steel keskittyy vaativiin auto- ja konepajateollisuuden erikoisteräksiin. Imatra Steelin liikevaihto on noin 650 milj. mk ja henkilöstön lukumäärä noin 1300.

Dalsbruk Oy Ab

Dalsbruk Oy Ab:ssa merkittävin tapahtuma oli pohjoismaisen rakenneratkaisun syntyminen pitkien kauppaterästuottajien välillä. Asian edistymisen kannalta oleellista oli Rautaruukki Oy:n ja Norsk Jern Holding'in toukokuussa yhdessä tekemä ruotsalaisen teräsyhtiön, Fundia AB:n osake-enemmistön osto. 1.1.1992 alkaen Dalsbruk Oy Ab on kuulunut uuteen teräskonserniin nimeltä Fundia, josta Rautaruukki Oy omistaa 50%. Suurimpana investointikohteena yhtiössä oli valssilangan kieppipainon nostaminen 1.4 tonniin, mikä toteutettiin uusimalla toinen Koverharin terästehtaan jatkuvavalukoneista.

KALKKI - JA MINERAALITEOLLISUUS

Rakennustoiminnan jyrkkä väheneminen on näkynyt selvimmin sementti- ja rakennusmateriaalituotannossa, mikä on heijastunut



Kuva 3. Metallien hinnat (Ferrokromi: vapaamarkkinahinta, ruostumaton teräs: tuottajahinta).

Fig 3. Metal prices (Ferrochrome: Free market price, Stainless steel: Producer price).

erityisesti kalkkikivilouhinnan määrään. Sementin myynti on laskenut kahdessa vuodessa lähes 40%.

Kalkkipigmenttituotannossa on havaittavissa kovaa kilpailua, kun paperiteollisuuden tuotanto on laskenut. Kokonaisuutena kotimaisten karbonaattituotteiden käyttö paperiteollisuuden täyte- ja päällystämateriaalina on kehittynyt positiivisesti. Partek on vuoden aikana laajentanut sekä mikrojauhettujen että saostettujen kalsiumkarbonaattituotteiden valmistuskapasiteettiaan Lappeenrannassa. Kalkkituotteita on alettu käyttää rikin sitomiseen ja kasvumahdollisuudet ovat hyvät. Talkin tuotannossa toteutettiin toimialarationalisointi, kun Finnminerals Oy osti Partek Oy:n koko talkkituotannon ja esiintymät. Talkin tuotanto on hieman laskenut.

Lannoitemenekin väheneminen pienensi Siilijärven kaivoksen tuotantoa. Kemira Oy on kehittänyt fosforihappotuotannossa syntyvälle kipsipigmentille paperinvalmistukseen sopivan käyttösovel-

lutuksen. Siilinjärven uusi louhosalue on otettu käyttöön ja fosforihappotehtaan kapasiteettia on lisätty.

TUTKIMUSVALTUUSKUNTA, TUTKIMUS-TOIMINTA

Edunvalvonnassa painopiste oli ympäristökysymyksissä. Tutkimusjohtokunnan asettama työryhmä sai valmiiksi raportin "Kaivosten jälkihoito". Sen pohjalta olisi pyrittävä selkeyttämään ja lieventämään kaivostoiminnan harjoittajalle asetettuja, joskus kohtuuttomia vastuita ja velvoitteita. Pohjoismainen yhteistoiminta jatkui entiseen tapaan toimikuntien työskentelyn ja yhteisprojektien muodossa.

VMY:n tutkimustoiminnan roolista on herätetty keskustelua. Merkittävien yhteisprojektien käynnistäminen on ollut työlästä, ja toisaalta kansallisten ja kansainvälisten tutkimusorganisaatioiden työnjako on epäselvä. Kotimaisen kaivostoiminnan volyyymi näyttää pienenevän. Tässä tilanteessa on katsottu välttämättömäksi selvittää maamme mineraali- ja kaivosalan nykyistä ja tulevaa merkitystä sekä alan tutkimus- ja kehitystarpeita. Selvityksen työntimenä on VUORITEOLLISUUS 2000. Selvitys perustuu kolmihenken työryhmän tekemiin yrityshaastatteluihin. Kokonaisvaltaisten teknologiaohjelmien merkitys on hyvin suuri, kun suunnitellaan vähien tutkimusresurssien suuntausta ja rahoitusta.

TULEVAISUUS

Rakennusteollisuutta lukuunottamatta kansainväliset ennusteet viittaavat markkinatilanteen paranevan. Kaivoskonemyynti on ilmeisesti jo ohittanut pahimman vaiheen. Kokonaisuutena positiivinen kehitys lienee kuitenkin hidasta. Erityisen tärkeitä on tällä hetkellä luoda uskoa tulevaisuuteen myös opiskelevan nuorison keskuudessa ja siinä katseet kohdistuvat lamankin aikana teollisuuteen. Allekirjoittaneen käsityksen mukaan Suomen vuoriteollisuus on nykyisistä vaikeuksista huolimatta erittäin kilpailukykyinen ja että kansainvälistymisen on jatkuttava kiivaana.

SUMMARY

THE ANNUAL MEETING OF THE FINNISH ASSOCIATION OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS

Review by the Chairman professor Raimo Matikainen

MINING INDUSTRY DEVELOPMENTS IN FINLAND DURING 1991

1991 was a difficult year for the Finnish mining industry with domestic and international demand in decline and business conditions generally deteriorating. This produced a chain reaction which was, and continues to be, reflected in almost every sector of the mining industry.

Total ore hoisted dropped in the previous year, although production volumes in the metallurgical industry actually rose in certain sectors. An expansion of the stainless steel production opera-

tion in Tornio was completed. Restructuring in the steel industry led to the establishment of Imatra Steel, a new business group within the Metra Group; Imatra Steel specializes in low-alloy engineering steels. And Dalsbruk Oy Ab was transferred to the Fundia Group, which is half-owned by the state steel producer Rautaruukki Oy. The international expansion and diversification of the Finnish mining industry will continue.

Euroopan yhdentymisen merkitys Suomen perusmetalliteollisuudelle

Ylijohtaja Markku Mäkinen, Kauppa- ja teollisuusministeriö

Vuorimiespäivät 20.3.1992

Esitykseni otsikko "Euroopan yhdentymisen merkitys Suomen perusmetalliteollisuudelle" kuulostaa loppuunkuluneelta. Niin paljon olemme jo kuulleet arvioita ja analyyseja Suomen talouden ja teollisuuden kohtalosta osana uutta Eurooppaa. Useimmat analyysit lienevät olleet tavanomaisia hyvien ja huonojen puolien, mahdollisuuksien ja uhkien arviointia ja tasapainottamista. Ehkä joitakin ultrainnostuneita, teollisuuden uuden mahtavan nousun näkeviä joskin myös synkkiä kilpailukyvyttömyyden povaajia on ollut joukossa.

Olkoon tämä esitykseni yksi lisä näiden aiempien joukkoon. En kuitenkaan pidä tätä harjoitusta turhana. En ensinnäkään usko, että mielenkiinto tähän aiheeseen on tippaakaan laskenut, vaikka aiheesta on kertynyt jo melkoinen määrä. Toisekseen maailma muuttuu ympärillä sellaista vauhtia, tulevaisuus tarkentuu ja jälleen sumentuu, että jatkuva keskustelu on paikallaan. Äskettäin mahdoton EY-jäsenyys näyttää toteutuvan muutaman vuoden päästä. Toisaalla Neuvostoliitto on kadonnut ja sen mukana meidän taloushistoriaamme voimakkaasti vaikuttanut vaihe on ohi. Tulevaisuus on auki.

Integraation merkityksen arvioinnissa on ongelmana erottaa muutos, joka seuraa tästä nimenomaisesta institutionaalisesta järjestelystä, mitä ETA-sopimus tai EY-jäsenyys ovat, niistä kansallisista tai globaaleista taloudellisen kasvun, teknologisen kehityksen, arvojen muuttumisen ja poliittisten mullistusten aiheuttamista muutoksista, jotka olisivat vaikuttaneet teollisuuteen ilman integraatiosopimuksiakin. En tiedä voitaisiinko tätä eroa tehdä ja onko se ylipäättään tarpeen. Tärkeintä lienee arvioida muutosta kuin olla oikeassa sen syissä. Usein sana integraatio, yhdentyminen on ollut sanan tulevaisuus synonyymi. Integraation vaikutuksia arvioitaessa on arvioitu kaikkia tulevien muutosten vaikutuksia.

Tämä sama vaikeus on itselläniikin. Kuitenkin mm. välittömästi sopimuksista aiheutuvat lainsäädäntömuutokset ja sen vaikutukset bisneskäytäntöön voidaan toki erottaa integraation vaikutuksiksi. Vaikeampaa on jo nähdä niitä usein paljon suurempia vaikutuksia, joita pitämällä aikavälillä seuraa siitä, että suomalainen teollisuus on osa laajaa eurooppalaista markkinaa oikeuksineen ja velvolluuksineen. Näihin velvollisuuksiin kuuluu mm. joiltakin osin muiden EY-maiden kanssa yhteensovitettu teollisuuspolitiikka. Sekä näitä välittömiä että pitemmän aikavälin vaikutuksia aion esityksessäni arvioida.

NEUVOTTELUTILANNE

Mutta ensiksi jokin sana yleisestä neuvottelutilanteesta ja aikataulusta. ETA-sopimus, jonka eteneminen pysähtyi aiemmin EY:n tuomioistuimen huomautuksiin, on toteutumassa. Nyt arvioidaan, että ensi vuoden kesään mennessä ETA-sopimus astuu voimaan.

Jos ETA-sopimusta katsoo teollisuuden kannalta, niitä oikeuksia ja velvollisuuksia ja niitä lakien ja säännösten muutoksia, joita se aiheuttaa, ei ETA-järjestely juurikaan poikkea jäsenyydestä. Merkittävin toimiala, mikä jää ETA-sopimuksen ulkopuolelle on maatalous. Teollisuustoimialoista sopimuksen ulkopuolelle jää laivanrakennus, jonka osalta ovat voimassa kansainväliset nk. OECD-



Ylijohtaja Markku Mäkinen esitelmöimässä Vuorimiespäivillä 20.3.1992.

Mr. Markku Mäkinen speaks on the occasion of the annual meeting of The Finnish Association of Mining and Metallurgical Engineers 20.3.1992.

tukiehdot ja EY:n sisällä omat tukisääntönsä, nk. seitsemäs laivanrakennusdirektiivi.

Maatalouden osaltahan pelkkä ETA-sopimus merkitsisi mahdollisuutta sopeuttaa tukijärjestelmiä Suomen sisäisten taloudellisten tarpeiden ja muiden kansainvälisten sopimusten, erityisesti GATT-sääntöjen, tahdissa. Tätä taustaa vasten ymmärtää maatalousyrittäjien kiivaan jäsenyysvastustuksen. Tällä asialla on välillistä merkitystä myös teollisuudelle, koska maatalouden merkittävä tuki vaikuttaa valtiontalouden alijäämän kautta melkoisesti talouden toimintaan. Raha on luonnollisesti pois mm. teollisuuden tutkimuksesta ja tuotekehityksestä tai teollisuuden kannalta oleellisista infrastruktuuri-investoinneista.

Laivanrakennus jäi ETA-sopimuksen ulkopuolelle ilmeisesti EY-maiden laivanrakennusteollisuuden vaatimuksesta. Tämä mer-

kitsee sitä, että ETA-alueella on vähän aikaa tukimielessä eriarvoisia telakoita. EY-maiden telakat voivat saada suoraa tukea n. 10 % toimituksen arvosta omilta hallituksiltaan mainittujen OECD-ehtoisten luottojen päälle. Suomalaiset telakat saavat vain OECD-ehtoisia luottoja, joskin tietysti nekin ovat melkoista tukea. Laivanrakennuksen markkinatilanne on kuitenkin paranemassa ja suomalaisten telakoiden kilpailukyky devalvaation ja hitaan kustannuskehityksen ansiosta on muutoin olennaisesti kohentunut, joten tällä tukierolla ei liene merkittävää vaikutusta, varsinkin kun seitsemäs laivanrakennusdirektiivi umpeutuu jo vuoden 1993 lopussa. Telakoiden tilannehan ei ole terästuottajille vailla merkitystä. Edelleenkin runsas kymmenesosa kotimaan terästoimituksista menee laivanrakennukseen.

Kuten jo sanoin, ETA-sopimus ei muutoin juurikaan poikkea jäsenyydestä mitä puhtaasti taloudellisiin olosuhteisiin tulee. Sopimuksessa sovitaan yhteisön tähän asti kumuloituneen lainsäädännön *acquis communautaire*n hyväksymisestä myös EFTA-maissa, mikä merkitsee mm. kilpailu- ja tukisäännösten yhtenäistämistä. Sopimus ei ole teknisestiäkään vähäpätöinen. Itse sopimus käsittää n. 1000 sivua ja siihen liittyvä sekundäärilainsäädäntö n. 30 000 sivua. Erilaisia enemmän tai vähemmän sitovia direktiivejä, asetuksia, päätöksiä ja komission tiedonantoja on n. 1500 kappaletta. Suomen lainsäädännön muutosten valmistelutyö on jo alkanut. Eduskunnassa ensi syksy on kiireistä aikaa.

Nyt näyttää siltä, että ETA-aika jää varsin lyhyeksi. Kuten hyvin tiedetään Itävalta ja Ruotsi ovat jo aiemmin hakeneet jäsenyyttä ja Suomikin toimitti jäsenhakemuksen toissapäivänä. Nyt arvelaan, että jäsenyysneuvottelut johtaisivat ainakin näiden kolmen maan kohdalla sopimukseen parhaimmillaan jo vuoden 1995 alusta tai ainakin 1996 alusta. ETA-sopimus eläisi vain runsaat kaksi vuotta. Tämä aika on lyhyt taloushistoriassa.

TERÄSTEOLLISUUS

Terästeollisuus poikkeaa muusta teollisuudesta näissä sopimusjärjestelyissä. EY-alueella terästeollisuutta koskevat Euroopan hiili- ja teräsyhteisön säännökset. Euroopan hiili- ja teräsyhteisöhän oli ensimmäinen talousyhteisö, joka aloitti toimintansa jo vuonna 1952. Euroopan talousyhteisöä, nykyistä EY:tä koskeva sopimus, kuuluisa Rooman sopimushan allekirjoitettiin viisi vuotta myöhemmin eli vuonna 1957. Itseasiassa, jos ja kun Suomi liittyisi Euroopan yhteisöön, se liittyisi myös Euroopan hiili- ja teräsyhteisöön.

Suomihan solmi jo 1970-luvulla vapaakauppasopimuksen hiili- ja teräsyhteisön kanssa samalla kuin talousyhteisön kanssa. Teräskriisin yhteydessä muutamaa vuotta myöhemmin Suomi kuitenkin joutui suostumaan ns. vapaaehtoisin vienninrajoituksiin, jotka jatkuivat pitkälle 1980-luvulle. Nyt terästeollisuuden tila EY-alueella on siinä määrin parantunut, että näistä vienninrajoituksista on luovuttu.

Suomen teräsvienti EY-alueelle kasvoikin 1980-luvulla peräti 90 %. Viime vuonnakin vienti lisääntyi 22 %.

ETA-sopimukseen sisältyy erillinen terästä koskeva pöytäkirja, jonka mukaan ETA-alueella, siis myös EFTA-maissa, noudatetaan EY:n yleisiä kilpailu- ja valtiontukisäännöksiä ja, mikä tärkeintä, sopimuspuolet sitoutuvat pidättäytymään kaikesta keskinäisen kauppansa rajoittamisesta. Tähän asti teräksentuottajat ovat vaihtaneet tietoja mm. hintakehityksestä hiili- ja teräsyhteisön kanssa. Tämä tietojenvaihto lisääntyy nyt merkittävästi. Esim. kaiken terästeollisuudelle myönnetyn tuen seuranta on hyvin tiukkaa.

EY-jäsenyys, joka olisi siis samalla jäsenyys hiili- ja teräsyhteisössä, merkitsisi ainakin periaatteessa merkittävää kansainvälisen kontrollin kasvua suomalaisessa terästeollisuudessa. Hiili- ja teräsyhteisöllä on suuret valtuudet puuttua mm. jäsentensä investointeihin. Välttämättä tätä oikeutta ei käytetä varsinkin, kun teräsmarkkinat ovat normalisoitumassa. Sitäpaitsi terästeollisuuden järjestöllinen poikkeavuus on häviämässä tämän vuosikymmenen kuluessa eli hiili- ja teräsyhteisö on suunniteltu sulautettavaksi Euroopan yhteisöön. Tällöin terästeollisuutta todennäköisesti kohdel-

taisiin muun teollisuuden tavoin. Jäsenyydessä olisi edellisen lisäksi uutena tekijänä se, että suomalaiset tuottajat joutuisivat maksamaan hiili- ja teräsyhteisön keräämää tuotantomaksua, joka on 0.3 % tuotannon arvosta. Tämä maksu merkitsisi noin 15 milj. markan kustannuksia suomalaiselle teollisuudelle. Yhteisö tukee tällä rahalla tuottajien teknologiaa parantavia hankkeita. Maksu kuitenkin poistunee viimeistään silloin kuin hiili- ja teräsyhteisökin.

Suomen ja EY:n välisen integroitumisen lisäksi Euroopassa ja koko maailmassa on menossa laajempi yhdentymiskehitys, jolla on merkittäviä vaikutuksia erityisesti terästeollisuuteen. Meneillään olevalla maailmankaupan vapauttamiseen pyrkivällä GATTin Uruguayn kierroksella esitettäneen kaikkien teräskauban kiintiörajoitusten ja tullien poistamista seuraavan kymmenen vuoden kuluessa. Tämä koskee Suomen kaupassa Euroopan vapaakauppa-alueen ulkopuolista kauppaa eli kauppaa esim. Yhdysvaltojen, Japanin ja Korean kanssa. Meidän tullitasomme teräkselle on hieman EY-alueen tasoa alhaisempi ja n. 4 % keskimäärin. Tosin korkeitakin tullee ja joillekin laaduille. Tämä kehitys on sekä mahdollisuus viejille että melkoinen uhka korkean kustannustason tuottajille.

Toinen merkittävä muutos on Euroopassa toteutuva entisten pienten Itä-Euroopan maiden integroiminen Länsi-Euroopan talouteen. EY:n ja toisaalta Tšekkoslovakian, Unkarin ja Puolan väliltä on jo poistettu sopimuksiin perustuvat kiintiöt tuonnille EY-alueelle. Näissä kolmessa maassa on teräksen tuotantokapasiteettia yli 30 milj. tonnia, Tšekkoslovakiassa ja Puolassa kummassakin n. 15 milj. tonnia ja Unkarissakin yli 3 milj. tonnia eli yhteensä peräti neljännes koko EY-alueen kapasiteetista. Terästä riittää näistä maista vientiin varsinkin, kun niiden omat taloudet ovat lamassa ja teräksen oma kulutus supistuu.

Vaikka aivan ilmeisesti osa, ehkä merkittäväkin osa, näiden maiden teräskapasiteetista on kilpailukyvyttöä oloissa, joissa kustannusten on heijastuttava hintaan, voi ymmärtää, että läntisessä Keski-Euroopassa terästuottajat ovat huolissaan. Mahdollista onkin, että joksikin ajaksi sovitaan kansainvälisessä kauppapolitiikassa suosituista "vapaaehtoisista" vienninrajoituksista. Mm. näiden kolmen maan teräsviennissä Suomeen on jo kauan sovellettu näitä vapaaehtoisia rajoituksia.

Tämä kehitys on luonnollisesti uhka myös suomalaiselle terästeollisuudelle, jonka viennistä puolet menee Keski-Eurooppaan ja välillä tuotannostakin kolmannes. Hintakehityksen näillä markkinoilla voisi ainakin olettaa pysyvän hitaana pitkälle eteenpäin.

KILPAILUSÄÄNNÖKSET JA VALTIONTUKI

Koko perusmetalliteollisuudessa ja muussakin tuotantotoiminnassa on otettava huomioon EY:n soveltamat kilpailusäännökset ja niihin liittyvät teollisuuden valtiontukea koskevat määräykset. Perusmetallin tuotannossa näiden säännösten vaikutus on ehkä muuta teollisuutta suurempi, koska yritykset ovat yleensä erittäin isoja, niiden joukossa on useimmissa maissa suuria valtio-omisteisia yrityksiä ja vielä lisäksi perusmetalliteollisuudessa on ollut suuria kriisiyhtiöitä — ei meillä mutta muualla.

Mielenkiintoista on, että EY-alueella on kilpailulainsäädäntöä sovellettu myös ulkomaisiin yhtiöihin, jos niillä on ollut kilpailua vääristäviä vaikutuksia. Puhutaankin vaikutusperiaatteesta. Suomalaisillakin on kokemusta äskettäisestä kartellisyyteestä jaloterästuottajia kohtaan. Syyte raukesi sittemmin.

Koska metallituottajat ovat suuria yrityksiä, niiden väliset erilaiset allianssit ja yrityskaupat joutuvat melkoisella varmuudella komission tarkasteluun. Komissio voi myös kieltää yrityskaupan kuten kävi äskettäin mm. yritykselle koota yhteen lentokoneiteollisuutta. Julkisuudessakin on spekuloitu saksalaisen Metallgesellschaftin suunnitelmilla hankkia haltuunsa espanjalainen käytännössä ainoa EY-alueen kilpailijansa primäärikuparissa. On selvää, että komissio tutkii tällaisen hankinnan tarkasti, jos se nyt aiotaan toteuttaa.

Kilpailupolitiikka törmäkin joskus yhteen yhteisön ja varsinkin

kansallisen teollisuuspolitiikan kanssa. Yhteistyösopimuksia ja suuria yrityskauppoja vieroksuva kilpailupolitiikka voi olla ristiriidassa sellaisen strategisen ajattelun kanssa, joka pyrkii rakentamaan skaalaetun perustuvaa kilpailukykyistä teollisuutta. Rajanvetoa kilpailupolitiikan ja muiden tavoitteiden välillä käydään myös komission sisällä jatkuvasti.

Suomessa eurooppalaisilla kilpailusäännöksillä on todennäköisesti varsin merkittävä vaikutus esim. kaupan rakenteisiin. Mm. yksinmyyntiedustukset tulevat mitättömiksi. Ns. rinnakkaistuonti varmaankin kasvaa, kun teollisuus voi hankkia mm. teräksensä suoraan tuottajilta, tukkuliikettä ei välttämättä aina tarvita välissä. Lisäisikö tämä tuontia kaikenkaikkiaan ja alentaisiko myös hintatasoa Suomessa?

Valtiontukien saajana terästeollisuus EY-alueella on eräs suurimmista syntyisistä. Syntyisistä, jos hyväksymme ajatuksen, että valtiontuki teollisuudelle vääristää kilpailua ja jäykistää rakenteita ja on siten ei-toivottua. Tällaiseen ajatukseen perustuu myös EY-lainsäädäntö valtiontuesta, jotka pääsääntöisesti ovatkin kiellettyjä. Terästeollisuus on ollut tästä säännöstä poikkeus erityisesti 1970-luvulla. Nyt valtiontukea valvotaan erittäin tarkasti, jopa tarkemmin kuin muussa teollisuudessa.

Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteikö perusmetalliteollisuudelle edelleen myönnettäisi tukea EY-alueella ja vieläpä sallitun perusteiden, kielletystä tuesta ei luonnollisestikaan voi tietää. Sallittua on tuki mm. tutkimukseen ja tuotekehitykseen sekä aluetuki. Myös mm. Euroopan investointipankki ja eräät muut rahoituslaitokset myöntävät edullista rahoitusta suuriin luonnonvarojen hyödyntäviin perusteollisuuden hankkeisiin. Tuella on kuitenkin tarkat rajansa. Eräs ongelmallisimmista tukimuodoista on valtion osakepääomasijoitus. Komission huomiota herätti äskettäin Euroopan suurimpiin kuuluvan terästuottajan ranskalaisen Ucinor-Sacilorin omistajalle Ranskan valtiolta saama huomattava pääoma-injektio.

Suomessa perusmetalliteollisuus saa tukea erittäin vähän. Vientiluojojen, takuiden, investointiavustusten, kuljetustuen yms. yhteinen tukimäärä, jonka perusmetalliteollisuus on saanut, on ollut arviolta 30–40 milj.mrk, mikä suhteutettuna alan 20 mrd markan liikevaihtoon tai runsaan yhden miljardin investointeihin on mitätön. Näinhän pitää ollakin. Silti myös suomalaisten perusmetalliyriyten saamat tuet joutuvat helposti tarkastelun alle. Suomalaisetkin yritykset ovat isoja ja usein merkittäviä tekijöitä eurooppalaisilla markkinoilla. Varsinkin valtion osakepääomasijoitus täytyy olla hyvin perusteltu investointi ja sille on myös maksettava käypä tuotto. Näin on toki Suomessa pitkälti meneteltykin.

Kuljetustuki, jolla on merkitystä perusmetallituottajillekin, on tuki, joka on osoittautunut huonosti puolustettavaksi tukimuodoksi EY-säännösten valossa. Se on jatkuvan toimintatuen luonteinen, mikä on aina kiellettyä. Tämä tuki joudutaankin sellaisenaan poistamaan.

YMPÄRISTÖVAATIMUKSET

EY-maiden ja erityisesti Saksan ympäristöpolitiikka on viimeaikoina herättänyt huolestumista suomalaisten paperintuottajien keskuu-

nessa. Erityisesti vaatimus kierrätyskuidun käytöstä voi suurestikin muokata paperiteollisuuden rakennetta. Perusmetalliteollisuudessa sensijaan väistämättä kiristyvät ympäristövaatimukset ovat nähdäkseen enemmänkin mahdollisuus kuin uhka. Jo nyt mm. ilmansaasteiden päästötavoitteet ovat meillä tiukimpien joukossa maailmassa. Perusmetalliteollisuuden tuotantotekniikka onkin meillä kohtuullisissa kunnossa ja mm. energiatehokkuus on hyvä. Jos markkinoilla tulevaisuudessa vieroksutaan likaavin menetelmin tuotettuja metalleja, mikä sekään lienee mahdollista, uskoisin sen keskimäärin parantavan suomalaisten mahdollisuuksia markkinoilla.

VENÄJÄN-KAUPPA

Meillä on myös syntynyt perusmetalliteollisuuden ympärille edistykseellinen ympäristöteknologiaa ja prosessinhallintaa valmistava teollisuus. Varsinkin naapurimaassamme Venäjällä on tällaiselle teknologialle rajattomasti kysyntäpotentiaalia. Vaikka vanhan Neuvostoliiton alue lienee edelleenkin maailman suurin teräksen tuottaja ja värimetalleissa erityisesti nikkelissä merkittävä, Venäjää ja sen naapureita, ylivoimaiselta tuntuvista talousongelmista johtuen, lienee pidettävä pikemminkin teknologian markkinana ja raaka-ainelähteenä kuin ainakaan nopeasti huomattavana kilpailijana metallimarkkinoilla.

Suomen kohdalla tilanne Venäjän kaupassa on oleellisesti muuttunut. Kaupan suomalaispiirteet ovat kadonneet. Venäjän-kaupassakin olemme vain osa Eurooppaa. Venäjän jälleerakennus vaatii sellaisia resursseja ja sellaista kykyä kantaa riskiä, ettei minkään maan teollisuus kykene yksin mittaviin operaatioihin Venäjällä. Toisaalta suomalainen teollisuus voi kuvitella saavansa vain osuutensa, ei yli sen, näistä yhteisesti rahoitetuista projekteista.

Eurooppa on itseasiassa pitkältä aikaa tilanteessa, jolloin sen omalla maaperällä on runsaasti raaka-aineita. Länsi-Euroopan kiinnostus kehittää Venäjän perusmetalliteollisuutta, sen kaivoksia ja sulattoja, voisi olla halua varmistaa Euroopan raaka-ainehuolto, millä edelleen on oma merkityksensä tässä tietoteollisessakin maailmassa. Länsi-Euroopassa kaivoksia ei enää juuri ole. Yhteis-eurooppalaiset panostukset naapurimaan perusteollisuuteen voisivat ollakin tulevina vuosina melkoiset, minkä myös suomalaiset laitetoimittajat huomaisivat.

LOPUKSI

Hyvät kuulijat. Eurooppalaiseen yhdentymiseen on monta näkökulmaa, joista toivottavasti käsitelin joitakin perusmetalliteollisuuden kannalta oleellisia. Suomalaisella teollisuudella on edessään uhkia mutta myös mahdollisuuksia. Kummat painottuvat, riippuu pitkälti teollisuuteen juurtuneesta kyvystä nähdä muutoksia ja reagoida niihin. Tämä kyky kehittyä riittävässä paineessa, siinäkin kokemus auttaa. Perusmetalliteollisuudessa on paljon sellaista, joka on maailmanturuilla liikkunut ja kokemusta kerännyt. Pieni osa on vakaisiin suojaisiin oloihin kasvanut. Sille turbulenssi on vaikeampaa.

SUMMARY

THE MEANING OF EUROPEAN INTEGRATION TO THE FINNISH BASE METALS INDUSTRY

Different aspects of European integration are discussed, particularly from the view of the Finnish base metals industry. The author believes that both new possibilities and some threats will face the industry. Which one of these is more prominent depends on the ability of a particular industry to see and react under changes. This

ability will develop under pressure, assisted by good experience. Most of the base metals industry is operating world-wide and owns a large expertise. Only the minority of companies developed in stable protected environment may have difficulties under turbulent changes to come.

Kilpailukyky metallien perusteellisuudessa

Lyhennelmä Outokumpu Oy:n pääjohtajan Jyrki Juuselan esitelmästä

Vuorimiespäivät 20.3.1992

Laajaa ja monitahoista aihetta on lähestytty keskittymällä niihin neljään metalliin, jotka ovat Outokummun kannalta tässä yhteydessä tärkeimmät eli kupariin, nikkeliin, sinkkiin ja ferrokromiin, teräs on rajattu pois.

Menestymisen kannalta oleelliset seikat voidaan jakaa ulkoisiin, joihin ao. yhtiö ei voi vaikuttaa, mutta joiden valinta on tärkeää, ja sisäisiin, joihin on **vaikutettava**. Näillä tekijöillä ratkaistaan voittajat ja voitettut.

ULKOISET TEKIJÄT

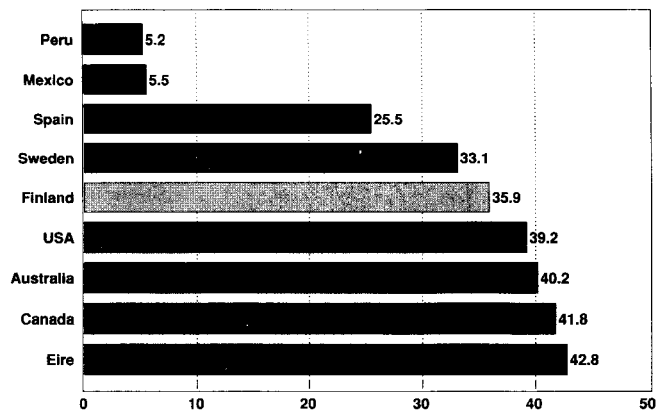
Malmiesiintymän ominaisuudet ovat kaivoksen kilpailukyvyyn kannalta tärkein asia. Niiden vaikutus on ilmiselvää. Elleivät perusasiat malmista ole kunnossa, ei paraskaan yhtiö saa tuotantoaan kilpailukykyiseksi. Portugalissa sijaitsevan Neves Corvon tapainen kaivos, jonka malmin kuparipitoisuus on lähellä 10 %, tulee aina olemaan kilpailukykyisempi kuin Filippiinien Sipalayn tai Tapiain kaivokset, joiden kuparipitoisuus on alle 0,5 %.

Toinen erittäin merkityksellinen tekijä on **valuuttakurssit**, joihin yhtiö ei myöskään voi vaikuttaa, vaikka voikin osittain suojautua. Eri maiden valuuttakursseilla ja inflaatioeroilla on erittäin suuri vaikutus kustannusten kehitykseen. Esimerkkinä voim mainita, että vuosina 1981–87, jolloin kuparin käteisnoteeraus länsimaissa, USAn ulkopuolella, putosi 15 c/lb, valuuttojen devalvaatioiden osuus tästä muutoksesta oli noin 80 %. Yleensä kehitysmaat, jotka ovat riippuvaisia raaka-aineiden ja metallien viennistä, ovat vaikeina aikoina yksinkertaisesti devalvoineet valuuttansa ylläpitääkseen tai parantaakseen kilpailuasemaansa. Tämä vaihtoehto ei kuitenkaan normaalisti ole käytettävissä tai edes hyväksyttävissä teollisuusmaiden tuottajille.

Metallien hinnat voidaan myös luokitella ulkoisiin tekijöihin, vaikka näihin osittain voidaan vaikuttaa ja muutoksia vastaan myös suojautua. 1970-luvulla ja vielä 1980-luvun alussa oli yleisesti tiedossa, että kaivos- ja metalliteollisuuden piirissä hinnat olivat "cost justified". Tämä tarkoittaa, että hinnat määräytyivät tuotantokustannusten perusteella. Tästä huolimatta reaali hinnat laskivat ja ovat erittäin "häiriöitä" lukuunottamatta jatkuvasti reaalisesti laskeutuneet. Pitkä jakso 80-luvulla oli erittäin hankalaa metallituottajille, jolloin kaikkien tärkeimpien perusmetallien hinnat pysyivät erittäin alhaisella tasolla. Huonot hinnat pakottivat kaivosyhtiöt radikaalisti laskemaan kustannuksiaan selvittääkseen, ja monet oppivat sopeuttamaan toimintansa alhaiseen kustannustasoon, seikka mitä he olisivat pitäneet mahdottomana muutamaa vuotta aikaisemmin. Perinteiseksi viisaudeksi osoittautui: paremminkin hinnat määräisivät kustannukset kuin päinvastoin. Hintojen ja kustannusten suhde on todellisuudessa erittäin monimutkainen: hinnat todella vaikuttavat kustannuksiin ja kustannukset vaikuttavat myös hintoihin, riippuvuudet eivät ole yksinkertaisia.

SISÄISET TEKIJÄT

Edellä mainittuihin seikkoihin, malmin laatuun, valuuttakursseihin, metallien hintoihin ja usein ympäristöasioihin eivät kaivosyhtiöt voi vaikuttaa tai, jos voivat, niin vain osittain. On kuitenkin suuri joukko asioita, jotka ovat kilpailukyvyyn kannalta tärkeitä ja joihin yhtiön johto voi vaikuttaa eli **sisäiset tekijät**. Näitä yhtiöiden johdossa joudutaan paljon pohtimaan ja niissä menestyminen erottelee jyvät akanoista.



Kuva 1. Lyijy/sinkkikaivosten työvoimakustannukset. Vertailu maittain 1989.

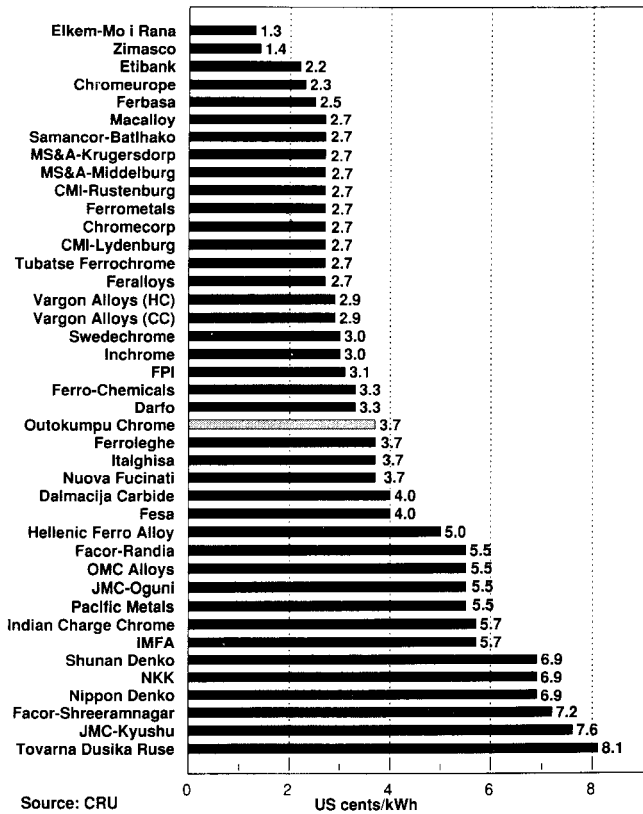
Fig. 1. Lead/zinc mines, labor costs comparison by country 1989.

Työvoimakustannukset ovat usein suurin yksittäinen elementti metallien valmistuksessa. Vertailujen tekeminen eri metallien välillä on vaikeaa jo määrittelysistä. Pyöristetyin luvuin arvioidaan, että työn osuus nikkelivalmistuksen tuotantokustannuksista on noin 45 %, sinkissä 35-40 %, kuparissa 30 % ja ferrokromin sulattokustannuksista noin 20 %. Työvoimakustannuksissa tärkeimmät asiat ovat palkat ja tuottavuus. Yleensä teollisuusmaiden korkeat palkat korvaa korkea tuottavuus; kehitysmaiden talouksissa palkat voivat olla erittäin alhaisia, mutta samoin on myös tuottavuus.

Energiakustannuksilla on myös suuri vaikutus kaivos- ja metallurgisen teollisuuden käyttökustannuksiin. Niiden osuus on jopa 55 % hapettuneiden nikkelimalmien tuotantokustannuksista, noin 40 % ferrokromisulatuksessa, noin 25-30 % sinkissä ja noin 20 % kuparissa.

Energian hinta ja sen käytön tehokkuus määräävät tuotannon energiakustannukset. Vaihtelut ovat suuret eri yhtiöiden välillä. Outokumpu Chromen kustannuksiksi on arvioitu tässä tarkastelussa 3.7 c/kWh, mikä vastaa teollisuuden keskitasoa. Kun huomioidaan tuottavuus, on tulosaarukka myös melkoinen; 4 c/lb Cr-sisältöä Norjassa ja melkein 25 c/lb jugoslavalaisella tuottajalla. Tässä tilastossa Outokumpu Chrome sijoittuu puolivälin yläpuolelle energiankäytön tehokkuuden ansiosta.

Kaivoksen tai tehtaan **yksikkökoolla** on merkittävä vaikutus kilpailukykyyn. Yleensä suuret toimintayksiköt, hyvin johdettuina, pystyvät toimimaan tehokkaasti: osittain suurempien laiteyksiköiden ja koneiden johdosta ja osittain jakamalla kiinteät kustannukset



Kuva 2. Energiakustannukset yhtiöittäin 1990.
Fig. 2. Power tariffs by company 1990.

suuremmille tuotantomäärille. On mahdotonta antaa ehdottoman tarkkoja arvioita yksikkökoon vaikutuksesta kustannuksiin. Esi-merkkinä voin kuitenkin mainita, että erään tuoreen tutkimuksen mukaan kuparin sulatuksessa tuotannon lisäys 100 000 tonnin 200 000 tonniin vuodessa laskee yksikkökustannuksia noin 40 %:lla.

Teknologian tärkeys korostuu erityisesti kuparin kohdalla. Kuparin valmistusteknologia näyttää olevan juuri nyt keskellä uutta teknologista murrosta. Esimerkkinä voi mainita ns. SXEW-menetelmän (liuotus-utto-elektrolyysi). 1980-luvun alkupuolella alle 10 % jalostetusta kuparista tuotettiin tällä menetelmällä; vuoteen 2000 mennessä arvioidaan noin 20 % kuparista valmistettavan tällä tavalla. Tämän menetelmän kustannukset voivat olla todella erittäin alhaiset: jopa vain n. 50 % normaali tasosta. Lisäksi liuotus-utto-elektrolyysi on tehokas ja verrattain pienelläkin tuotannolla, ja mittakaavan kasvattaminen on yksinkertaista toteuttaa. Tämä menetelmä varmaankin tulee osaltaan pitämään kuparin hintaa alhaisella tasolla.

Edellä mainittu prosessi on hyvä esimerkki teknologian kehityksestä ja siitä muutoksesta, jolla pyritään irtiottoon muista tuottajista. Tekniikka on kehittynyt useilla muillakin osa-alueilla sekä kaivoksissa että tehtailta ja kaikilla metalleilla. Jatkuva kilpailu pakottaa yritykset innovatiivisiin, uusiin ratkaisuihin.

Viimeisen 20 vuoden aikana suuri yleisö on tiedostanut **ympäristöasiat**; maailmanlaajuisesti kasvihuoneilmaston ja happosateet sekä paikallisesti ilman ja veden laatuun liittyvät seikat. Niin perusmetalliteollisuudella kuin monella muullakin teollisuuden alalla on paineita ja syytä alentaa tuotantonsa aiheuttamia ympäristövaikutuksia. Yhtiöiden ei ainoastaan pidä toimia vastuullisesti, vaan sen pitää myös näkyä. Laskennallisesti on erittäin vaikeata määrillä ympäristönsuojelun aiheuttamia kustannuksia, mutta ne ovat nousseet satoihin miljooniin dollareihin — ehkä 10-20 penniä kilolle suurelle osalle metallituotantoa. Pelkästään Outokummun in-

vestoinnit tälle alueelle ovat olleet n. 100 Mmk vuodessa. Ympäristönsuojelulliset näkökohdat vaikuttavat metallibusinessiin myös toisella tavalla: ne lisäävät epävarmuustekijöitä uusissa hankkeissa.

Uskon, että tulevaisuudessa kaivos- ja metalliyhtiöt yhä enenevässä määrin kilpailevat ympäristönsuojelullisin perustein, samoin kuin nykyään jo kilpaillaan hinnalla, teknologialla ja markkinoinnilla. Vastuunsa ympäristöasioissakin tuntevalta tuottajalla on pitkällä tähtäyksellä etua maineestaan.

KILPAILUKYKYISIMMÄT TUOTTAJAT

Kun tarkastellaan metallien reaalihintojen kehittymistä viimeisten parinkymmenen vuoden aikana, on muutos ollut dramaattinen. Hinnat ovat painuneet voimakkaasti alaspäin. Kilpailussa ovat pärjäneet vain parhaat.

Sinkin kohdalla menestyneitä kaivoksia on Namibiassa (Rosh Pinah), Meksikossa (Charcas) ja Perussa (Perubar). Ne ovat keski-koikoisia ja hyötyvät siitä, että ovat monimetallituottajia. Perubassa on erittäin korkeat Zn-pitoisuudet. Kaikilla on erittäin alhaiset työvoimakustannukset, ja sekä meksikolainen että perulainen kaivosteollisuus ovat hyötyneet nopeista valuuttojen devalvoimista. Kaivostoiminta on myös erittäin kilpailukykyistä Hellyerissä Australiassa, Polarisin ja Kidd Creekin kaivoksissa Kanadassa sekä Red Dogissa Alaskassa. Nämä kaivokset ovat taas erittäin suuria ja pitkälle automatisoituja ja lisäksi niiden malmipitoisuudet ovat yleensä myös hyviä.

Nikkelin kohdalla halvin tuottaja lienee lateriittipohjainen Cerro Matoson ferronikkelitehdas Kolumbiassa. Tällä yksiköllä on erittäin alhaiset työvoimakustannukset, mutta sen suurin etu on poikkeuksellisen alhainen energian hinta. Kanadan Namew Lake -kaivoksella on myös alhaiset kustannukset: se on pienimuotoinen, mutta hyötyy kuparista sivutuotteena.

Kuparin halvimmat tuottajat ovat nykyään liuotus-utto-elektrolyysi-teknologiaa käyttävät kaivokset, kuten Morenci, Tyrone, Chino ja Ray USAssa. Näissä kaivostoiminta ei vaikuta kaivoskustannuksiin (toiminta käsittää ainoastaan jätteiden tai jo kerran louhitun malmin liuottamista), ja ne käyttävät uutta, halpaa teknologiaa. Kilpailukykyisimmät kaivokset ns. perinteisistä kuparikaivoksista ovat Bingham Canyon (USA), Chuquicamata ja Escondida (Chile), Palabora (Etelä-Afrikka) ja Ertsberg (Indonesia). Kaikki ovat erittäin isoja, korkeasti mekanisoituja avolouhoksia (paitsi Ertsberg on nykyään osaksi maanalainen) ja kaikki hyötyvät sivutuotetuotannosta.

Ferrokromin tuottajista kilpailukykyisimpiä ovat useat etelä-afrikkalaiset, Etibank Turkissa ja Zimasco Zimbabwessa. Nämä kaikki hyötyvät alhaisista malmin ja energian hinnoista ja myös matalista työvoimakustannuksista. Kuitenkin myös Outokumpu on "halvimpien" tuottajien joukossa, johtuen lähinnä toimintojen tehokkuudesta.

MENESTYSTÄ OMIEN VAHVUUKSIEN HYÖDYNTÄMISEKSI

Minkä johtopäätöksen voimme vetää edellä esitetyn perusteella kilpailukykyisimmistä tuottajista? Ovatko parhaat yhtiöt kovin toistensa kaltaisia? Ilmeinen vastaus on, että eivät ole. Jokaisen on täytynyt kehittää omia vahvuuksiaan. Halpoja tuottajia on sekä kehitys- että teollisuusmaissa: mittakaavat voivat olla suuria tai melko pieniä, tuotanto voi olla joko monien metallien tai yhden metallin pohjalla. Tärkeintä on havaita, että teknisellä erityisosaamisella, eri asioiden tasapainoisella hallinnalla ja olosuhteiden oikealla hyödyntämisellä voi pitkälle korvata muita, luonnon aiheuttamia haittoja.

Mikä sitten on se viisaus, millä yksittäinen yhtiö voi selviytyä hengissä nopeasti ja voimakkaasti vaihtelevien hintojen vuoristoradalla? Ensinnä on tärkeää tietää alimman hinnan todennäköinen taso voidakseen arvioida pahinta mahdollista vaihtoehtoa. Ihanne-

Taulukko 1. Tuotantokustannusten erittely, sinkki 1989.
Table 1. Breakdown of production costs, zinc 1989.

	Kaivos + ISP Mine + ISF		Kaivos + Elektrolyysi Mine + Electro	
	c/lb	%	c/lb	%
Työvoima Labour	18.5	38.1	15.6	37.7
Energia Energy	12.8	26.4	9.0	21.7
Muut Other	17.2	35.5	16.8	40.6
Yhteensä Total	48.5	100.0	41.4	100.0

Taulukko 2. Tuotantokustannusten erittely, nikkeli 1990.
Table 2. Breakdown of production costs, nickel 1990.

	Sulfidinen (%) Sulphide (%)	Lateriittinen (%) Lateritic (%)
Työvoima Labour	45	15
Energia Energy	20	55
Muut Other	35	30
Yhteensä Total	100	100

tilanne kilpailukyyn kannalta on, kun omat käyttökustannukset ovat selvästi todennäköisen tason alapuolella ja turvaavat täten selviämisen myös pitkän ja ankaran laskusuhdanteen aikana, joita tässä liiketoiminnassa aina valitettavasti on. Toiseksi, hyvien malmi-

Taulukko 3. Tuotantokustannusten erittely, kupari 1990.
Table 3. Breakdown of production costs, copper 1990.

	Kaivos Mine c/lb	Sulatto Smelter c/lb	Jalostamo Refinery c/lb	Yhteensä Total	
				c/lb	%
Työvoima Labour	14.8	3.1	1.6	19.5	29.6
Energia Energy	8.2	3.8	1.1	13.1	19.9
Muut Other	25.8	5.4	2.1	33.3	50.5
Yhteensä Total -c/lb	48.8	12.3	4.8	65.9	—
-%	74	19	7	—	100

Taulukko 4. Tuotantokustannusten erittely, ferrokromi 1990.
Table 4. Breakdown of production costs, ferrochrome 1990.

	Malmikustannukset mukaanlukien Including cost of ore (%)	Ilman malmikustannuksia Excluding cost of ore %
Malmi Ore	35	—
Työvoima Labour	13	20
Energia Energy	26	41
Muut Other	26	39
Yhteensä Total	100	100

varojen omistamisen lisäksi, on rehellisesti ja puolueettomasti seurattava oman kilpailukyynsä kehittymistä suhteessa muihin ja aktiivisesti omilla toiminnoilla vaikutettava sen muuttumiseen paremmaksi. On oltava kilpailijoitaan parempia, aina ja jatkuvasti!

SUMMARY

COMPETITIVENESS IN THE BASE METALS INDUSTRY

Dr. Jyrki Juusela, Chief Executive of Outokumpu Oy

This extensive subject has been examined in terms of the four metals most important to Outokumpu, i.e. copper, nickel, zinc and ferrochrome. Essential factors for success can be divided into external factors which companies cannot affect but should select with outmost care, and internal ones which have to be affected.

The external factors include properties of an orebody which are essential for the competitiveness of a mine, exchange rates, and metal prices.

Success in handling the internal factors will separate the wheat from the chaff. Labour costs are often the biggest single element in metal production. The focus is on salaries and productivity. Energy costs have a great influence on operating costs in the mining and metallurgical industry. The price of energy and its efficiency determine the energy costs of production. Differences between various companies are substantial. The unit size of a mine or plant also has a significant influence on competitiveness.

The importance of technology is stressed particularly as to cop-

per. The production technology of copper seems to be in a new critical technological phase. The so-called SXEW method, with very low production costs, serves as a good example.

During the last two decades awareness of environmental matters has increased steadily. The base metals industry like many others is under pressure and has grounds to decrease environmental impact caused by production methods.

The most competitive producers have very low labour costs, are very big and highly mechanized, or possess mines with high ore content.

In terms of competitiveness, it is ideal if production costs are under the average level, thus securing survival also during periods of prolonged and deep recession. It is vital to honestly and impartially compare the development of your own competitiveness with others and actively improve it with suitable measures. You must constantly be better than your competitors!

Rautaruukin putki- ja profiiliryhmä jatkojalostajana Euroopassa

Johtaja, oik.kand. Seppo Sahlman, Rautaruukki Oy, Putki- ja profiiliryhmä

Esitelmä Vuorimiesyhdistys ry:n Metallurgijaoston vuosikokouksessa 20.3.1992

JOHDANTO

Luonnon esikuvasta syntynyt putki on yksi vanhimmista ihmiskunnan rakennusmateriaaleista. Vanhinta löydettyä metalliputkea oli käytetty egyptiläisessä temppelissä sadevesijohtona n. 2700 eKr. Rooman valtakunnan aikana putkien käyttö vesi- ja viemärijohtona oli jo varsin yleistä. Putket olivat valmistetut pronssista tai lyijystä. Rauta- ja teräsputket tulivat putkimateriaaleiksi vasta 14. vuosisadalla tuliaseiden tultua sodankäyntivälineiksi. Varsinaisen läpimurron teräsputkien ja profiilien käyttö on saavuttanut vasta tällä vuosisadalla putkien ja profiilien valmistustekniikkojen kehittyttyä kilpailukykyisiksi muihin materiaaleihin verrattuna.

Teräsputkien merkittävin käyttöalue on edelleen nestemäisen tai kaasumaisen aineen ja/tai energian siirto. Toinen merkittävä alue on putkien ja profiilien käyttö erilaisissa rakenteissa lähinnä kuormitusta kantavina rakenneosina.

TERÄSPUTKI- JA PROFIILITUOTANTO

Putkituotanto

Maailman terästuotanto oli vuonna 1990 noin 770 miljoonaa tonnia ja Länsi-Euroopan noin 163 milj. tonnia. Karkeasti arvioiden maailman terästuotannosta n. 10 % jalostetaan teräsputkiksi (kuva 1). Vuoteen 1981 saakka teräsputkien tuotanto kasvoi lähes lineaarisesti vuoden 1960 noin 25 milj. tonnista huippulukuun 75 milj. tonnia, jonka jälkeen tuotanto on vaihdellut 65 – 70 milj. tonnin välillä. Vuonna 1990 tuotanto oli 70 milj. tonnia. Viime vuonna putkituotanto on ilmeisesti ollut tätä alempi johtuen Länsimaiden matalasuhdanteesta sekä Itä-Euroopan ja entisen Neuvostoliiton tilanteesta.

Teräsputkituotanto jakautui vuonna 1990 seuraavasti:

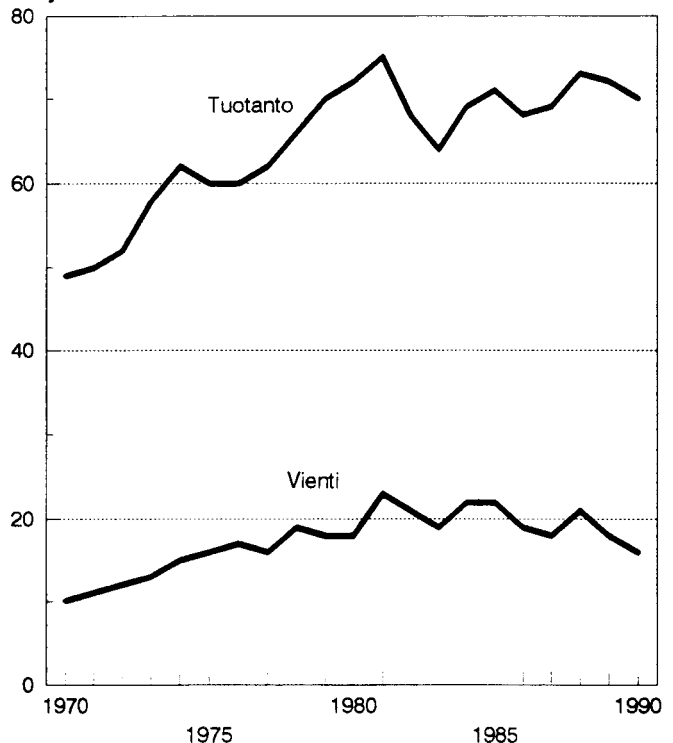
— saumattomat putket	22,6 milj. t	32,3 %
— hitsatut	47,5	67,7
* isot putket (≥ 400 mm)	10,3	
* pienet	37,2	

Saumattomien putkien osuus markkinoista oli vielä 1970-luvun alussa yli 50 % koko putkituotannosta. Viimeisten 20 vuoden aikana saumattomien putkien osuus on laskenut alle 1/3 koko teräsputkituotannosta hitsattujen putkien osuuden vastaavasti kasvaessa.

Suurimmat teräsputkien valmistajamaat vuonna 1990 olivat

— entinen Neuvostoliitto	19,5 milj. t	27,8 %
— Japani	10,5	15,0
— Kiina	4,3	6,1
— USA	4,2	6,0
— Saksa (ent. Länsi-Saksa)	3,9	5,5
— Italia	3,4	4,9
— Ranska	1,5	2,1
— Iso-Britannia	1,4	2,0
— muu EY-alue	2,2	3,1
— Itä-Euroopan maat	4,6	6,6
— muut maat	14,6	20,8
Yhteensä	70,1 milj. t	100,0 %

Milj. tonnia



Kuva 1. Maailman teräsputkituotanto ja vienti 1970-1990.

Fig. 1. World production and export of steel pipes and tubes 1970-1990.

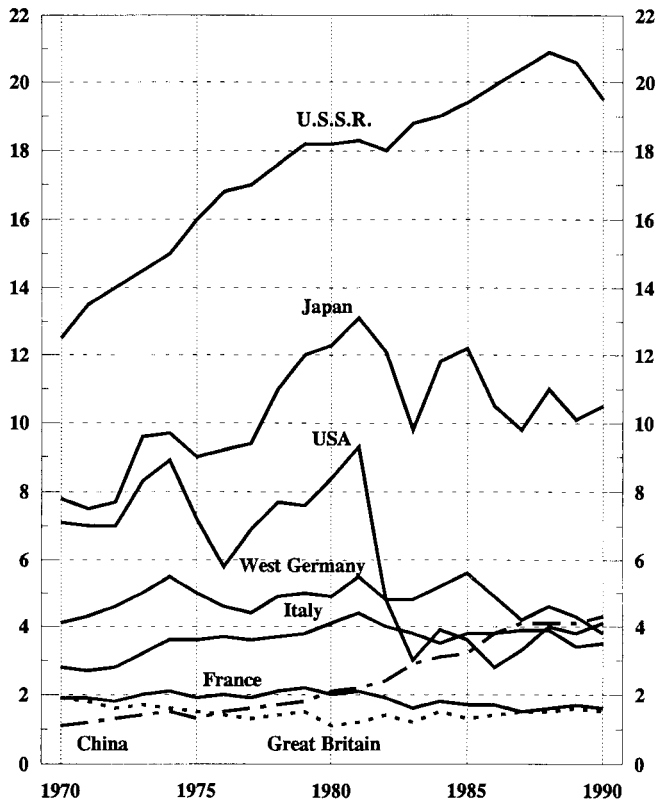
Viime vuosina putkituotanto on voimakkaimmin laskenut entisen Neuvostoliiton ja Itä-Euroopan maiden lisäksi EY-maissa, erityisesti Saksassa. Pudotus kohdistui Saksassa erityisesti isoihin (-35,5 % vuodesta 1989) ja saumattomiin (-11,1 %) putkiin (kuva 2). Myös vuonna 1991 jatkui samansuuntainen kehitys.

Teräsputkista yhä suurempi osa käytetään valmistusmaassa. Viennin osuus on laskenut vuoden 1984 huippuluvusta 32 %:sta viime vuoden osuuteen, joka oli 23 % eli 16 milj. tonnia. Suuria teräsputkien vientimaita ovat

	milj. t	% viennistä
— Japani	3,1	19,6
— Länsi-Saksa	2,4	15,3
— Italia	1,2	7,2
— Ranska	1,0	6,2
— Iso-Britannia	0,5	2,9
— USA	0,4	2,7

EY-maissa vain 13 % teräsputkien kulutuksesta on tuontia EY-maiden ulkopuolelta. EY-maiden sisällä on kuitenkin merkittävästi vientiä maasta toiseen.

Mill. t



Kuva 2. Teräsputkituotanto 1970-1990.
Fig. 2. Production of steel pipes and tubes 1970-1990.

Neuvostoliiton ja Itä-Euroopan tilanteen voimakas muutos on suurin vaikuttaja viennin vähenemiseen ja selvään ylikapasiteettiin Euroopan putkittuotajien isoissa sekä saumattomissa putkissa. Isojen putkien ylikapasiteetin korjaamiseksi ovat mm. saksalaiset Mannesmann ja Dillinger Hütte Saarstahl sekä ranskalainen GTS Industries SA muodostaneet yhteisen yhtiön Europipe GmbH:n. Myös muilla rintamilla on tapahtumassa kapasiteetin sovittamista markkinoita vastaavaksi.

Merkittävimmillä putkitehtailla Euroopassa on yleensä kiinteät omistukselliset siteet teräksen valmistajiin. Rautaruukin kilpailijoista tällaisia ovat mm. British Steel, Mannesmann, Voest-Alpine, Valex, VBF, Longtain. Hoesch on häviämässä putkenvalmistajana Mannesmannin omistukseen. Tämänsuuntainen keskittyminen näyttää jatkuvan.

Kylmämuovautetut profiilit

Kylmämuovattujen profiilien kulutuksen arvioidaan olevan Länsi-Euroopassa noin 1 milj. tonnia vuodessa. Niiden valmistusyksiköt ovat edelleen suhteellisen pienikokoisia ja paljolti muiden kuin teräksen valmistajien omistuksessa. Tämä johtunee osittain myös markkinoiden luonteesta. Osa kylmämuovatuista profiileista on ns. massatuotteita kuumavalssattujen profiilien tai teräsputkien tapaan. Kuitenkin merkittävä osa kylmämuovatuista profiileista on asiakkaalle räätälöityjä ja siten valmistus on usein luonteeltaan paikallista liiketoimintaa. Usein profiilien valmistukseen liittyy myös pidemmälle menevää jalostusta. Kylmämuovattujen profiilien valmistuksessa on myös havaittavissa siirtymää teräksen valmistajien omistukseen. Rautaruukin ohella on itävaltalaisella Voest-Alpinella ollut tämänsuuntaisia aktiviteetteja sen ostettua merkittävän eurooppalaisen profiilien valmistajan Sadefin.

RAUTARUUKIN PUTKI- JA PROFILITUOTANTO

Putkituotannon kehitys

Rautaruukki tuli hitsattujen putkien valmistukseen mukaan 1973 ostamalla Hämeenlinnan kylmävalssaamon vieressä tuotantoaan aloitelleen Paltekin tehtaalla Huhtamäki Oy:ltä. Hämeenlinnan putkitehtaalla oli tuolloin vain yksi putkenhissauslinja. Putkituotanto myytiin aluksi kotimaahan. Vuonna 1975 ostettiin Etna-Rör AB:n putkituotanto Lappohjasta, sekä Hämeenlinnan putkitehdasta laajennettiin. Samalla alkoi myös putkien vienti aluksi lähinnä Ruotsiin.

Tuotannollinen toiminta ulkomailla alkoi, kun Rautaruukki osti v. 1977 tanskalaisen putkitehtaan Nordisk Simplex A/S:n. Nordisk Simplex oli Rautaruukin kilpailija lähinnä Ruotsin markkinoilla ja sen tuotanto oli silloin n. 15 000 t. Oston tarkoituksena oli turvata kylmävalssatun teräksen käyttöä putkenvalmistuksessa sekä vahvistaa asemia Pohjoismaissa ohutseinäputkien valmistajana.

Suomeen rakennettiin vuonna 1977 isoja kierresaumahitsattuja putkia valmistava tehdas Oulaisiin sekä Lappohjan ja Oulaisten tehtaiden tuotanto-ohjelman välialueelle virtausputkia ja putkipalkkeja valmistava tehdas Pulkkilan 1981. Vuonna 1981 Oulaisten tehtaalle rakennettiin kartioputkilinja, jonka tuotanto suurelta osalta oli tarkoitus myydä vientiin. Samoihin aikoihin rakennettiin lisäkapasiteettia myös Hämeenlinnan ja Lappohjan tehtailla sekä Nordisk Simplexillä. Vuonna 1982 Rautaruukin putkituotanto ylitti 200 000 t ja kaikki raaka-aineet tulivat putkenvalmistukseen omilta tehtailta Raahesta ja Hämeenlinnasta.

1980-luvun alussa rakennettu kapasiteetti ylitti selvästi kotimaan tarpeen ja vienti alkoi olla noin 50 % toimituksista. Vienti suuntautui Ruotsin lisäksi muihin Pohjoismaihin ja Keski-Eurooppaan lähinnä Saksaan, Hollantiin ja Englantiin. Lisäksi oli vientiä USA:han ja kartioputkia Saudi-Arabiaan.

1980-luvun puolivälissä Rautaruukki meni vähemmistöosakkaaksi Ruotsissa olevaan saumattomia ja hitsattuja kylmävedettyjä putkia hydraulikkateollisuudelle valmistavaan Structo DOM Europe AB:hen, joka alkoi käyttää DOM-putkituotannossaan Pulkkilan tehtaasta valmistamia emoputkia. Ajatuksena oli tätä kautta oppia DOM-putkitekniikkaa ja päästä eteenpäin jalostusketjussa. Myöhemmin Rautaruukki tuli 100 % omistajaksi Structo DOM Europe AB:ssä.

Ulkomainen putkenvalmistus kasvoi, kun Rautaruukki osti vuonna 1985 Hedpipe AB:n Tukholman läheltä Ruotsista. Tällä ostolla ja tehtaalla kehittämissuunnitelmalla oli tavoitteena varmistaa Rautaruukin johtava asema Ruotsissa sekä nostaa kynnystä kilpailijoiden kiinnostukseen tulla mukaan putkien valmistukseen Pohjoismaissa. Vuonna 1990 ostettiin Wirsbo Stålrör AB, jonka pienten korkealaatuisten virtausputkien ja erikoisputkien tuotanto-ohjelma täydensi hyvin Rautaruukin tuoteohjelmaa. Pienten virtausputkien valmistus keskittiin kokonaan Wirsbo Stålrör AB:lle. Hedpipe AB:n toiminta loppui viime vuonna kannattavuus- ja laatusyistä. Sen markkinat korvattiin toimituksilla Oulaisista, Hämeenlinnan ja Lappohjan tehtailla sekä Nordisk Simplex A/S:lta. Wirsbo Stålrör AB:n oston jälkeen on Pohjoismaihin jäänyt Rautaruukin kilpailijaksi vielä norjalainen putkittuotaja Sönnichsen A/S.

Keski-Eurooppaan Rautaruukilla oli putkien vientiä 1980-luvun alusta lähtien. Sen kasvu oli kuitenkin suhteellisen hidasta johtuen osittain siitä, että myynti hoidettiin Suomesta käsin. 1980-luvun loppupuolella myyntiä siirrettiin tapahtuvaksi kohdemaissa, minkä ansiosta vientimäärät alkoivat kasvaa. Tuotannollinen toiminta Saksassa käynnistyi 1989 Rautaruukin ostettua ohutseinäputkia valmistavan Schmacke Rohr GmbH:n ja vajaata kahta vuotta myöhemmin 50 % osuuden Carl Froh Röhrenwerk GmbH & Co:sta. Tehtaalla sijaitsevat samalla paikkakunnalla n. 120 km Düsseldorfista itään. Molemmille tehtaalle on tyypillistä perusputkenvalmistuksen lisäksi pitkälle menevä jatkojalostustuotanto, erikoistuminen sekä merkittävät toimitukset autoteollisuudelle. Kyseinen tuotantorakenne on tyypillistä saksalaisille ohutseinäputkivalmistajille, jot-

ka ovat menettäneet perusputkimarkkinoita tuonnille Italiasta ja muista naapurimaista. Jatkojalostustuotteiden ohella täydentyi ryhmän tuotevalikoima näiden yksiköiden ostojen myötä mm. kylmälaite-, jarru- ja polttoaineputkillä.

Englannin markkinakanavan turvaamiseksi ja vahvistamiseksi Rautaruukki osti ohutseinäputkukuri Star Tubes (UK) Ltd:n vuonna 1990.

Profiilituotannon kehitys

Kylmämuovattujen profiilien valmistukseen Rautaruukki tuli mukaan vuonna 1983 ostamalla Toijalan Teräsprofiili Oy:n. Toijalan tehdas toimitti profiileja pääasiassa kotimaan markkinoille. Vientitoiminta on kehittynyt siten, että se on tasolla 40 % toimituksista. Tehdasta on laajennettu n. 50 000 t:n vuosikapasiteettiin. Kylmämuovattujen profiilien valmistus Tanskassa käynnistyi viime syksynä, kun green field -pohjalta rakennettu Stelform A/S valmistui. Stelform A/S tähtää Tanskan lisäksi pääasiassa Saksan markkinoille.

Putki- ja profiiliryhmä tänään

Putki- ja profiiliryhmä on yksi Rautaruukin tulosvastuullisista yksiköistä. Ryhmä on organisoitu tuoteryhmäjoon pohjalta, joita ovat

- rakenneputket (putkipalkit, ohutseinäputket)
- virtausputket
- jalosteet
- DOM-putket ja
- profiilit.

Rautaruukin putki- ja profiilivalmistuskapasiteetti on lähes 0,5 milj. tonnia. Tosin viime vuonna johtuen matalasuhdanteesta Länsi-Euroopassa ja erityisen voimakkaasta matalasuhdanteesta Suomessa ja Ruotsissa toimitukset jäivät 415 000 tonniin. Tuotantoa menetettiin edellisvuoteen nähden runsaat 60 000 tonnia.

Rautaruukin putkervalmistusohjelma on mitta-alueeltaan ja tuotteistoiltaan hyvin kattava. Halkaisija-alue on 2,5 mm:stä 1220 mm:iin. Valmistusmenetelmä on alusta alkaen ollut hitsaus: pienet putket HF-, matalataajuus- tai tasavirtamenetelmällä ja isot kierresaumaputket jauhkaarimenetelmällä. Hitsauslinjoja on yhteensä 40 kpl. Profiilituotannossa ovat kaikki standardimuodot sekä asiakkaille räätälöidyt erikoismuodot (kuva 3). Ainevahvuus profiilituotannossa vaihtelee 1,5 mm:stä 12,5 mm:iin ja lähtöaineen leveys 15 mm:stä 800 mm:iin. Profiilintilinoja on yhteensä 13 kpl.

Ryhmän liikevaihto on viime vuosina kehittynyt nopeasti ollen viime vuonna lähes 1 700 milj. mk, joka oli noin 25 % Rautaruukki-konsernin liikevaihdosta. Rautaruukin Putki- ja profiiliryhmässä oli viime vuoden lopussa henkilöstöä yhteensä 2 100, joista Suomessa 580 eli 27 %, Ruotsissa 430 (20 %), Tanskassa 160 (8 %) ja Saksassa 900 (42 %).

Toimituksista oli v. 1991 tonneina laskettuna 53 % rakenneputkia, 18 % jalosteita, 19 % virtausputkia ja 7 % profiileja. Liikevaihtona laskettuna Rakenneputket-ryhmä ja Jalosteet-ryhmä olivat suunnilleen yhtä suuria vastaten 3/4 kokonaisliikevaihdosta.

Toimituksista (t) Suomen osuus oli 23 %, Ruotsin 23 %, Tanskan 8 % ja Norjan 3 %, eli Pohjoismaat yhteensä 57 %. Saksan osuus oli 24 % ja Englannin 7 %. Liikevaihdon mukaan Saksa oli selvästi suurin markkina-alue johtuen Frohn ja Schmacken pidemmälle jalostetuista tuotteista, joiden tonnihinta on selvästi massa-putkituotteita korkeampi.

RAUTARUUKIN KILPAILUASEMA

Teräsputkien ja profiilien markkina- ja kilpailutilanne vaihtelee voimakkaasti eri käyttöalueilla. Yleisesti ottaen voidaan kuitenkin tänä päivänä sanoa alalla olevan ylikapasiteettia, jota eräissä maisissa on ryhdytty purkamaan erilaisin järjestelyin. Pari vuotta sitten oli vielä lähinnä teräsrakentamiseen ja raskaaseen kone- ja laitera-

	D / mm	□ / mm
Putkipalkit	17 - 1220	25x25 - 300x300
Ohutseinäputket DIN 2394 / 2395	2.5 - 133	8x8 - 100x100
Ohutseinäputket DIN 2393	2.5 - 70	-
Kartioputket	60 / 300	-
Vesijohto- ja kaulolämpöputket	17 - 1220	-
Paineputket	2.5 - 1220	-
Öljy- ja kaasuputket	114 - 1220	-
Vedetyt saumattomat putket	50 - 240	-
Kuumamuovattut saumattomat putket	139 - 255	-
DOM-putket	55 - 255	-
Avoprofiilit	L,U,C,Z- ja erik. profiilit	<small>s = 1.5-12.5 mm Naubahveys 15-800 mm</small>
Jalosteet		

Kuva 3. Rautaruukin putki- ja profiilituotteet.
Fig. 3. Rautaruukki's tubular products.

kentamiseen menevillä putkipalkeilla ja kylmämuovatuilla profiileilla kapasiteettipulaa ja markkinoiden kasvuodotuksia. Noususuhdanteen taas alkaessa ovat markkinoiden pitkän aikavälin kasvuodotukset edelleen voimassa, mutta ehkä jonkin verran alhaisemmalla tasolla.

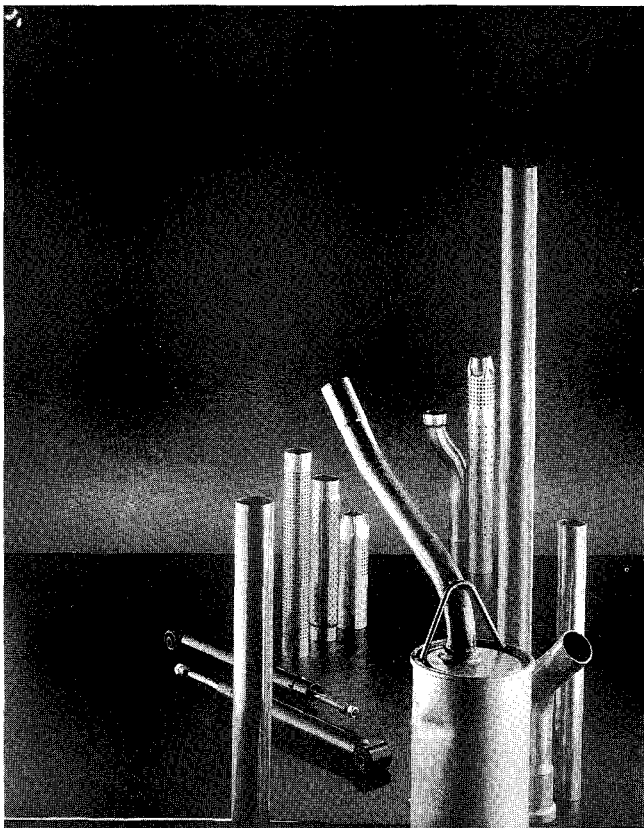
Virtausputkien valmistuskapasiteettia on viime vuosina purettu vastaamaan kysyntää varsinkin suurten putkien osalta. Valmistus on keskittymässä suurille valmistajille Europipe GmbH, Valexy, British Steel, Dalmine. Lisäksi on muutamia pieniä valmistajia kuten Rautaruukki, jotka erikoistuvat ja keskittyvät omille markkina-alueilleen ja pienehköihin projekteihin. Valmistus ja markkinat ovat saavuttamassa isoissa putkissa tasapainon, mistä johtuen on havaittavissa kilpailun tervehtymistä. Rautaruukille luonnollinen virtausputkien markkina-alue on Pohjoismaat ja muualle Oulaisten ja Pulkkilan isojen putkien projektitoimitukset, jotka ovat suurille virtausputkivalmistajille pieniä, mutta ovat Rautaruukille sopivankokoisia. Rautaruukilla on virtausputkien valmistusta Suomessa (Oulainen, Pulkki) ja Ruotsissa (Wirsbo Stålrör AB) sekä Saksassa (Froh).

Putkipalkkien valmistajana Rautaruukki lukeutuu Euroopassa suurten valmistajien joukkoon sekä määrällisesti että mitta-alueen puolesta ja on ollut edelläkävijänä kylmämuovattujen putkipalkkien valmistajana. Pääkilpailijat Rautaruukille luontaisella markkina-alueella, jonka suurelta osin kuljetusetäisyys määrittää, ovat Pohjoismaissa British Steel ja norjalainen Sönnichsen. Muita kilpailijoita ovat varsinkin Keski-Euroopan markkinoilla Mannesmann, Valexy, VBF, Voest ja Longtain. Markkinat ovat pääasiassa bulkkivaramarkkinat, mutta edellyttävät laadukasta tuotetta ja hyvää teknistä asiakasinformaatiota aina mitoitusohjeita myöten johtuen kilpailusta kuumamuovattujen ja kylmämuovattujen putkipalkkivalmistajien välillä sekä kilpailusta betonin ja kuumavalssattujen palkkien kanssa. Putkipalkeissa Rautaruukki on markkinajohtaja Suomessa.

Muissa Pohjoismaissa ei ole vielä saavutettu markkinajohtajuutta. Vienti Keski-Eurooppaan (Saksa, Hollanti, Englanti) on viime

vuosina kehittynyt hyvin. Putkipalkkien valmistusta Rautaruukilla on vain Suomessa. Putkipalkkien markkinoiden arvioidaan kasvavan 2 – 4 % vuodessa koko Euroopassa. Putkipalkkien arvioidaan valtaavan myös jatkossa markkinoita erityisesti rakentamisessa betonilta ja kuumavalssatuilta palkeilta.

Ohutseinäputkien markkinat ovat suhteellisen stabiilit. Markkinoiden luonteessa on Euroopassa suuria eroja riippuen ohutseinäputkia käyttävästä teollisuudesta. Pohjoismaissa on tyypillistä, että putkitechdas toimittaa tuotteet vakiopituutena (esim. 6 m) tai enenevässä määrin määrämittaan katkaistuna seuraavaan jalostusvaiheeseen tai tukkurille varastoon. Saksassa, missä autoteollisuus on erityisen suuri ohutseinäputkien käyttäjä, merkittävä osa putkista jalostetaan jo putkitechdalla puolivalmisteiksi ja toimitetaan edelleen joko suoraan autotechdalle tai autotechdalla alihankkijalle kokoonpanoa varten. Saksalaiset putkitechdat eivät usko pärjäävänsä kilpailussa massaputkilla niiden alhaisten tuontihintojen johdosta, vaan ovat erikoistuneet ja nostaneet jalostusastettaan. Nykyisessä markkinatilanteessa, missä tuonti on voimakkaasti lisääntynyt muissa maissa vallitsevan matalasuhtanteen johdosta ja pudottanut myös ohutseinäputkien hintatasoa, pieniä saksalaisia putkitechdaita suljetaan ja lisäksi isotkin hakevat tukea toisistaan yhdistymällä (Mannesmann, Hoesch). Lähivuosina on odotettavissa edelleen muutoksia omistussuhteissa, joissa aikaisemmin perheomistuksessa olevia putkitechdaita siirtyy isompien, lähinnä terästehtaiden omistukseen. Ohutseinäputkien valmistuksessa Rautaruukki on saavuttanut markkinajohtajuuden Suomessa, Ruotsissa ja Tanskassa. Myös Saksassa Schmackella ja Frohlla on yhteensä noin 15 %:n osuus Saksan ohutseinäputkivalmistuksesta (kuva 4). Rautaruukin panostusalueena ohutseinäputkissa on jatkojalostus, jolta odotetaan selvää kasvua.



Kuva 4. Esimerkkejä putkien jatkojalosteista autoteollisuudelle.
Fig. 4. Examples of value-added tube products for car industry.

Suurimpia kilpailijoita ovat Pohjoismaiden markkinoilla Sönnichsen, VBF ja Voest sekä Keski-Euroopassa lisäksi Präzisrohr GmbH (Mannesmann, Hoesch), Vincenz Wiederholt, Benteler, Valexy, Glynwed, Senior Engineering ja italialaiset putkitechdat.

Kylmämuovattujen avoprofiilien valmistuksessa ei ole juuri kilpailua Pohjoismaissa Rautaruukin mitta-alueella. Kilpailu Pohjoismaihin tulee lähinnä Keski-Euroopasta ja standardiprofiileissa erityisesti IKE-maista halpatuontina. Kilpailua on myös merkittävästi asiakkaiden oman särmäreillä ja rullamuovauksella tapahtuvan valmistuksen kanssa. Tämä kilpailu yleensä kiristyy huonoina aikoina, jolloin oma tuotantolaitteisto halutaan pitää mahdollisimman hyvällä käyntiasteella. Keski-Euroopassa Stelform A/S:n kilpailijoina ovat pääasiassa Voest, yksityiset saksalaiset valmistajat sekä IKE-maiden valmistajat. Toijalan tehtaan kilpailuasema Pohjoismaissa on vankka ja vientiä on lisätty Stelform A/S:n kautta Keski-Eurooppaan. Vasta aloittaneella Stelform A/S:llä on tavoitteena saada merkittävä jalansija Tanskassa ja erityisesti Saksan markkinoilla. Profiilimarkkina on kasvava. Kilpailua käydään paitsi muiden profiilivalmistajien kanssa, myös betonin, kuumavalssattujen palkkien ja putkipalkkien kanssa. Panostusalueena ovat standardiprofiilien kustannustehokas tuotanto sekä toiminnan painottaminen asiakaskohtaisesti räätälöityihin profiileihin, jossa kilpailu on vähäisempää.

PUTKI- JA PROFIILITUOTANNON MERKITYS KONSERNILLE

Teräksen käyttäjänä Putki- ja profiiliryhmän merkitys konsernille on suuri. Putki- ja profiiliryhmä on huipussaan käyttänyt omaa raaka-ainetta n. 340 000 t eli noin 20 % Rautaruukin terästuotannosta. Putki- ja profiilituotanto antaa tasaista peruskormaa Raahen ja Hämeenlinnan tehtaille, toimii merkittävänä Rautaruukin teräksen markkinointikanavana ja toimii suhdannevaihteluiden tasaajana. Vastaavasti oma teräs antaa putki- ja profiilituotannolle vahvan taustan esim. laatu- ja tuotekehitysasioissa.

Putkituotteille asetettavat laatuvaatimukset ovat tänä päivänä niin korkeat, että putkituotanto omalta osaltaan muun muassa ohjaa kuuma- ja kylmänauhojen laatuolosuhteiden kehitystä teräksille asetettavien ominaisuusvaatimusten ja mittatoleranssien suhteen.

Suomen maantieteellinen asema ja siitä johtuva kuljetusetaisyys sekä Suomen korkea palkkataso asettavat rajat luontaiselle ja kannattavalle putkien markkina-alueelle. Päämarkkina-alue on Pohjoismaat ja Keski-Eurooppa. Tuleva luonnollinen markkina-alue on Pietarin seutu, Baltian maat ja Puola, mutta näillä alueilla ei tänä päivänä ole ostovoimaa. Mikäli Rautaruukki olisi vuosien kuluessa jäänyt putkenvalmistajana pelkästään Suomeen, olisi todennäköisesti markkina-asemamme jo kotimaassa saati sitten muissa Pohjoismaissa oleellisesti huonompi. Rautaruukin Tanskan ja Ruotsin putki- ja profiilituotantoa voidaan pitää myös reviiirimerkkauksena ja aseman vahvistamisena, jolloin muiden kilpailijoiden kiinnostus putki- ja profiilituotannon käynnistämiseen Pohjoismaissa on oleellisesti laskenut.

Keski-Euroopan, lähinnä Saksan, markkinoilla voidaan Suomesta käsin toimia markkinoiden koko huomioonottaen eräänlaisena marginaalitoimittajana. Tanska on jo Saksan markkinoiden portilla ja logistinen sijainti on omaan raaka-aineeseen pohjautuvan putki- ja profiilituotannon kannalta erinomainen. Saksan markkinoilla ohutseinäputkien ja myös profiilien markkinoista merkittävä osa on massatuotteita pidemmälle jalostettuja osavalmisteita, joiden toimitukset ovat ns. JIT-toimituksia päivän tai jopa tuntien tarkkuudella. Tällainen liiketoiminta ei ole hallittavissa Suomesta tai Tanskastakaan käsin, vaan edellyttää paikallista toimintaa joko putkenvalmistuksesta alkaen tai jatkojalostusta. Investoimalla putkituotantoon ulkomailla on perusajatuksina ollut, että putkien valmistus ja jatkojalostus on sinällään kannattavaa liiketoimintaa ja että lisäksi voidaan saada synergiaetuja jo olemassa olevan putki- ja terästuotannon kanssa. Näitä ovat mm. oman teräksen käytön

lisääminen, Suomessa valmistettujen putkien jatkojalostus lähellä asiakasteollisuutta, liiketoiminta- ja teknologiaosaamisen siirtäminen yksiköstä toiseen sekä markkinoinnista saatavat synergiaedut.

Putkien ja profiilien jatkojalostus on ryhmälle tärkeä kasvualue. Saksassa oleva malli on osittain sovitettavissa myös Pohjoismaiden markkinoille, vaikka ohutseinäputkien asiakaskunnan rakenne on erilainen ja suuntautunut enemmän kaluste- ja vapaa-ajan tuote- teollisuuteen kuin autoteollisuuteen.

YHTEENVETO

Rautaruukin putki- ja profiilituotanto on perustunut pääasiassa Rautaruukin valmistaman teräksen jalostusasteen nostamiseen ja samalla teräksen käytön kehittämiseen tällä määrällisesti merkittä- vällä käyttöalueella.

Rautaruukin Putki- ja profiiliryhmä on vajaassa 20 vuodessa kasvanut eurooppalaisen mittapuun mukaan merkittäväksi teräspu- tien ja profiilien valmistajaksi. Joillakin tuotealueilla kuten ohu- seinäputkissa ja putkipalkeissa Rautaruukki on suurimpien valmis-

tajien joukossa. Pohjoismaissa Rautaruukki on suurin teräspu- tien valmistaja. Oman raaka-aineen käyttö on merkittävä.

Viennin ja ulkomaan toimintojen osuus toimituksista on yli 70 %, ryhmän henkilöstöstä työskentelee noin 3/4 ulkomaisissa yksiköissä. Ryhmään kuuluu 12 yksikköä, joista seitsemän toimii Suomen ulkopuolella.

Putki- ja profiiliryhmän eurooppalaistumisen myötä on tuoteva- likoima muuttunut markkinoiden tarpeiden mukaisesti massatu- tannon luonteisesta perusputkituotannosta aina pitkälle jalostettui- hin putkiperustaisiin osavalmisteisiin ja komponentteihin. Samalla asiakaskunta on kasvanut ja muuttunut ja vaatimustaso laadun ja toiminnan suhteen on kasvanut. Esim. autoteollisuuden ja niiden alihankkijoiden toimintaperiaatteet edellyttävät nopeita, täsmällisiä ja myös lyhyellä toimitusajalla tapahtuvia toimituksia, jolloin on eduksi, että valmistus on suhteellisen lähellä asiakaskuntaa.

Putki- ja profiiliryhmän merkitys Putki- ja profiilitoimittajana Euroopassa on merkittävä. Ryhmän tunnettavuus, laatu ja kilpailu- kyky on hyvä, mikä antaa vahvan aseman sekä asiakkaiden että kilpailijoiden suhteen.

SUMMARY

THE PRODUCTION OF TUBULAR PRODUCTS AND SECTIONS IN RAUTARUUKKI OY

The production of tubular products and sections in Rautaruukki has been based mainly on raising the value of steel products made by Rautaruukki and also on increasing the use of steel in this quanti- tatively significant field of application.

In less than 20 years the Tubular Products and Sections Division has grown to a prominent producer of steel pipes and sections by European standards. Rautaruukki ranks as one of the biggest pro- ducers in some product areas such as precision tubes and structural hollow sections. Rautaruukki is the biggest producer of steel pipes and tubes in the Nordic Countries. The use of raw materials from the Group's own steel works is significant.

Export and activities abroad account for more than 70 % of de- liveries. About 75 % of the Division's personnel works abroad. The Division consists of 12 units, seven of which operate outside

Finland.

With europeanization the product mix of the Tubular Products and Sections Division has changed from the basic pipe production to value-added pipe products and components as required by the market. At the same time the circle of customers has widened and changed putting increased demands on quality and operations. For example, the operating principles of the automobile industry and their subsuppliers call for quick and prompt deliveries and short delivery times. For this reason fabrication relatively close to the customer is a big advantage.

The Tubular Products and Sections Division is a notable sup- plier of pipes and sections in Europe. The Division is well known, the quality of products is good and competitive, and for this reason the Division has a competitive edge over other producers.

**VUORIMIESYHDISTYS –
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n**

50. VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 19.–20.3.1993

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

**VUORIMIESYHDISTYS –
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s**

50. ÅRSMÖTE

hålles i Helsingfors den 19.–20.3.1993

Närmare uppgifter meddelas i inbjudan som postas vid en senare tidpunkt.

Kiviteollisuus Suomessa – historiaa ja nykypäivää

FM Kari Pääkkönen, Geologian tutkimuskeskus, Kuopio
FM Markku Rask, Geologian tutkimuskeskus, Rovaniemi
FM Marjatta Virkkunen, Geologian tutkimuskeskus, Espoo

VARHAISHISTORIA

Keskiaikaiset linnamme ja kirkkomme ovat osoituksena luonnonkiven ainutlaatuisuudesta kestäväinä ja kauniina rakennusaineina. Tarvittava kiviaines louhittiin mahdollisimman läheltä useista pienistä graniittilouhimoista, eikä värin tasaisuuteen kiinnitetty kovin paljon huomiota. Tuloksena olivat väritään vaihtelevat, elävät kivipinnat.

Uuden ajan alussa vuonna 1556 saapui Turkuun hollantilainen kivenhakkaaja Antonius Timmerman kahdeksan apulaisensa kanssa. Kutsujana oli itse Juhana Herttua, joka oli aloittanut Turun linnan restauroinnin. Timmerman louhi ja jalosti kalkkikiveä Perniöstä ja Kemiöstä Turun linnaa varten, mutta harjoitti myös ulkomaankauppaa tuomalla tänne hiekkakiveä Räävelistä ja kalkkikiveä Gotlannista. Jalostettuna kiveä vietiin ainakin Tukholmaan ja Uppsalaan. Timmermannin kuoltua kivenjalostus taantui maassamme pitkäksi aikaa. Toki kiveä käytettiin paikallisesti esim. linnoitusten, kartanoiden kivijalkojen ja isojen navettojen tekoon.

Pietari Suuri perusti 1703 Suomenlahden perukkaan Nevajoen suistoon Venäjän uuden pääkaupungin Pietarin. Tämän kaupungin rakennustyössä tarvittiin valtavasti luonnonkiveä myös Vanhan Suomen alueelta. Ruskealan marmoriesiintymien käyttöönotossa oli Sortavalan kirkkoherralla Samuel Alopeuksella ratkaiseva merkitys. Marmorinlouhinta ja jalostus aloitettiin 1767 ja se jatkui aina 1800-luvun puoliväliin asti /2/.

Vallitseva tyyliuunta – uusklassismi – käytti paljon pylväitä ja niihin tarvittiin kestävä kiveä. Rapakivien louhinta Virojoen Pyterlahden kylästä ja Viipurin ympäristöstä alkoi 1700-luvun loppupuolella. Tunnetuimpia Pietarin rakennuksista, joissa on käytetty Ruskealan marmorista ja rapakiveä ovat Kazanin kirkko (1801-1811) ja Iisakin kirkko, jonka rakentamisessa käytettiin myös 41 muuta kivilajia. Kirkon rakentaminen kesti 40 vuotta (1818-1858) /3/. Ehkä kuitenkin tunnetuin tuon ajan kivitöistä oli Aleksanteri I:n muistopatsas. Tätä tarkoitusta varten irrotettiin miesvoimin Pyterlahden kartanon mailta 25 metrinen, halkaisijaltaan 3,5 metrinen monoliitti. Kiven louhinta aloitettiin kesäkuussa 1830 ja se jatkui keskeytyksellä seuraavan vuoden syksyyn saakka. Työssä oli lähes kolmesataa miestä. Kesti kuitenkin vielä lähes vuoden ennenkuin patsas oli pystyssä Pietarin Palatsi-aukiolla Iisakin kirkon ja Talvipalatsin naapurina.

Aleksanteri I:n patsaaseen käytetty Pyterlahden rapakivi, ”pyterliitti”, on karkearakeista. Siitä irtosi muutamia rakeita heti patsaan pystyttämisen jälkeen. Samoin huomattiin Iisakin kirkon pylväissä pieniä koloja. Pietarilaiset asiantuntijat huomasivat kiven sopimattomaksi pylväisiin ja kiven louhinta näihin tarkoituksiin loppui /3/. Samalla päättyi se ajanjakso, jolloin kivenlouhinta työllisti Suomessa enemmän väkeä kuin koskaan sen jälkeen. Suurimmillaan kivenlouhinnan sanotaan työllistäneen yli kolmetuhatta miestä /1/. Laiturien, kivijalkojen ja siltojen rakennusaineksi rapakiveä kuitenkin vietiin Pietariin aina ensimmäiseen maailmansotaan asti.

1800-LUKU

Ensimmäisen koneellisen kivenjalostamon perusti Ruotsin etelärannikolta Karlskronasta kotoisin ollut linnoitusupseeri Nils Stensman Turun Kakolanmäkeen /2/. Jalostamon käyttövoimana oli neljä hevosta tai härkää. Työkohteena olivat Turun Akatemian juhlasalin pylväät ja pilasterit. Louhittava kivi oli punaisenruskeaa graniittia. Louhinta aloitettiin 1805, mutta Stensmanin seuraavana vuonna tapahtuneen kuoleman vuoksi toiminta päättyi lähes alkuunsa /1,3/.

Vanha Suomi oli liitetty muun Suomen mukana Suomen suuriruhtinaskuntana Venäjään 1812. Suuriruhtinaskunnan huomattavimmat uusklassisen tyylin rakennukset tehtiin 1800-luvun alkupuolella C.L. Engelin suunnittelemina Helsinkiin. Tyylille oli luonteenomaista marmorin ja muiden vaaleiden läpikuultavien kivilajien käyttö. Koska Suomesta ei tällaisia kiviä louhittu, tyydyttiin halvempaan tekniikkaan; tiilimuuraukseen, rappaukseen ja kalkkimaalaukseen, joka oli uusittava säännöllisin välein. Paikallisia kirjavia graniitteja käytettiin lähinnä rakennusten sokkeleissa ja sokkelimuureissa (esim. Helsingin tuomiokirkko) /4/.

Uusklassismia seurasi arkkitehtuurin tyyliuuntana uusrenessanssi, jossa luonnonkivi oli sokkelikivenä käytetty tekninen välttämättömyys. Tyyliin kuului jäljitelmien käyttö aitojen materiaalien sijasta /3,4/.

KANSALLISROMANTIikka JA KIVITEOLLISUUDEN NOUSU

Vuosisadan vaihteen kansallisen innostuksen ajan arkkitehtuurin tyyliuunta, kansallisromantiikka, suosi kotimaisia rakennusaineita: puuta ja luonnonkiveä. Norja ja etenkin Ruotsi olivat kivenjalostuksessa selvästi meitä edellä. Esimerkki innosti Suomessakin muutamia johtavia geologeja, insinöörejä ja mikä tärkeintä, myös arkkitehteja kotimaisen luonnonkiven jalostukseen ja käyttöön.

Ensimmäisen suomalaisen kivenjalostusyrityksen, Ab Granit Oy:n perusti vapaaherra Anton von Alffhan Hankoon 1886. Muina osakkeenomistajoina olivat insinööri Seb. Tammerlander (toimitusjohtaja), fil.maist. A.R. Frenckell, fil.tri Osc. Nordqvist ja ratsuimestari K. Boije. Vastaperustettu yritys joutui kovaan kilpailuun Venäjän markkinoilla, jossa ruotsalaisilla ja norjalaisilla jo oli vankka jalansija. Tammikuussa 1900 näki päivänvalon Finska Stenindustri Ab – Suomen Kiviteollisuus Oy. Yhtiön perustaja ja pitkäaikainen toimitusjohtaja oli vuori-insinööri Hugo Blankett, joka oli useiden vuosien ajan opiskellut kiviteollisuutta ulkomailla. Hallituksen puheenjohtajana aina vuoteen 1934 toimi professori J.J. Sederholm, Suomen Geologisen Komissionin ylijohtaja. Muina osakkeenomistajina olivat mm. arkkitehdit Lars Sonck, Harald Neovius, Onni Tarjanen ja Vilho Penttilä. Toiminta alkoi Uudenkaupungin harmaagraniittialueella, mutta laajeni jo seuraavana vuonna Vehmaan punaisille rapakivigraniiteille. Samoilta alueille

tuli louhimaan myös Ab Granit Oy /1,2/. Lounais-Suomi onkin vuosisadan alusta lähtien ollut maamme tärkein kiventuotantoalue.

Geologi, fil.tri Benjamin Frosterus oli vuosien ajan tutkinut Pohjois-Karjalan vuolukiviesiintymiä. Hänen innostamana syntyi ensimmäinen vuolukiviyritys, Finska Täljsten Ab 1893. Osakaina Frosteruksen lisäksi olivat mm. arkkitehti Hugo Lindberg, valtionarkeologi Axel Tigerstedt, kauppaneuvos Paul Chmelewsky ja kreivi Carl Mannerheim. Kivi louhittiin ja sahattiin Juuan Nunnanlahdessa. Pääasiallinen vientimaa oli Venäjä. Tämä yritys ja sen seuraajakin Oy Vuolukivi – Ab Täljsten ajautuivat konkurssiin ennen ensimmäistä maailmansotaa. Toimintansa aikana niillä oli ollut muutama hyväkin vuosi. Kolmas yritys, Suomen Vuolukivi Oy perustettiin 1925 /1,3/.

Kansallisromanttisella tyyliuunnalla ja siihen liittyneellä jurgendilla oli suuri merkitys suomalaisen kiviteollisuuden nousulle. Graniitista tuli kansallisen peräänantamattomuuden symboli. Sitä pehmeni pehmeä vuolukivi veistoksissa ja seinäornamenteissa. Alkuaikoina seinärakenteena oli tiili- ja luonnonkivimuurauksen yhdistelmä, jossa 300-400 mm paksu ulkopuolinen graniittiseinä muodosti oman rakenteensa kaarineen ja palkkeineen ja välillä jopa kantoa takana olevaa tiilimuuria. Jo vuosisadan vaihteen tienoilla kun kiven kiinnittämisessä alettiin käyttää pronssiankkureita ja ankkurikiviä, niiden paksuutta voitiin vähentää noin 100 mm:iin /3,4/.

Ensimmäinen kokonaan graniitilla verhottu rakennus Helsingissä on arkkitehti Gustav Nyströmin suunnittelema Yhdyspankin toimitalo Aleksanterinkatu 3:ssa (1898). Seuraavan vuosisadan ensimmäisellä kymmenluvulla rakennettiin mm. Lars Sonckin suunnittelema Tampereen tuomiokirkko ja Helsingin puhelinyhdistyksen talo sekä arkkitehtikolmikon Gesellius-Lindgren-Saarinen suunnittelema Kansallismuseo, Pohjolan talo ja Suomen paviljonki Pariisissa 1900 maailmannäyttelyssä /4,5/.

1900-LUKU

1920-luvulla klassismi syrjäytti kansallisromantiikan. Klassismin kaudella toteutettiin arkkitehti J.S. Sirenin suunnittelema Eduskuntatalo. Tässä työssä kansallisromantiikan raatit kivipinnat oli hylätty, julkisivuissa käytetty graniitti oli uritettu ja kiillotettu /4,5/. Eduskuntatalon sisustuskivenä käytettiin mm. vaaleaa italialaista marmoria ja vihertävää kvartsiitiliusketta Kuusamosta.

1930-luvulla alkaneen funktionalismin aikana sileät vaaleat pinnat ja sen myötä vaaleat tuontimarmorit tulivat muotiin. Suurin osa Suomeen tehdyistä julkisivuista oli rapattuja. Graniitti sai taas väistyä kivijalkoihin ja koristeeksi sisäänkäyntien ympärille. Muutama kivellä verhoiltu rakennuskin tehtiin, niistä ehkä kuuluisin on Bensowin liiketalo Helsingin Erottajalla (1940). Tämä rakennus oli kiinnitystekniikaltaan paljon aikaansa edellä. Siinä ohuet, sileäksi hiottu vuolukivilevyt kiinnitettiin taustaseinänsä teräskiinnikkeillä /4/.

Kiviteollisuutemme vienti oli ennen ensimmäistä maailmansotaa noin 100.000 tonnia vuosittain. Lukuun sisältyvät raakagraniitit, graniittijalosteet, vuolukivet, marmorit ja liippakivet. Tärkein vientimaa oli edelleen Venäjä. Ensimmäinen maailmansota ja Suomen itsenäistyminen katkaisi viennin Venäjälle lähes kokonaan. 1920-luvun kokonaisvienti oli enää keskimäärin 15.000 tonnia vuodessa /1,6/.

Kaikesta huolimatta uusia yrittäjiä tuli vanhojen kilpailijoiksi. E. Lehdon Kiviliike perustettiin Uuteenkaupunkiin, Kiviveistämö Oy Forsman Helsinkiin, Oy Näsi ja Suomen Graniitti, I. Elomaa Kuruun sekä Loimaan Kivi Loimaalle. Venäjän viennin loputtua vientimarkkinat oli haettava muualta. Englanti oli jo vanhastaan tuttu vientimaa. Uusina tulivat sen rinnalle Ranska, Belgia, Saksa ja Australia, myöhemmin myös Yhdysvallat ja Kanada. Aluksi länsivienti oli lähes kokonaan kolmen suurimman kiviyhtymän Suomen Kiviteollisuus Oy:n, Oy Granitin ja Lehdon Kiviliikeen hallinnassa, mutta vuosina 1932-34 tuli vientikauppaan lisää lähes

kaksikymmentä pienempää yritystä. Varsinkin skotlantilaiset kiviliikkeet rupesivat syyttämään suomalaisia dumpppauksesta. Hintakilpailun hillitsemiseksi perustettiin elokuussa 1934 Graniitinjalostajain Vientiliitto ry. Neljä vuotta myöhemmin perustettiin Kivenjalostajain työnantajaliitto, nykyisen Kiviteollisuusliitto ry:n edeltäjä /1/.

1930-luvun loppupuoli oli kiviteollisuudelle kasvun aikaa. Huomattavaa on, että viennin arvosta raakakiven osuus oli vain runsaat 10 % ja jalostetun kiven esim. julkisivukivien, muistomerkkien ja hautakivien lähes 90 % /1/.

Toisen maailmansodan aikana graniittia vietiin lähes yksinomaan Saksaan. 1940-luvun huippu kivenviennissä saavutettiin 1947, jolloin päästiin noin puoleen sotaa edeltäneiden huippuvuosien tasosta. Samana vuonna perustettiin Viitasaaren Mustakivi Oy, joka on edelleenkin johtavia hautakiven tuottajia maassamme.

Sodan jälkeen kiven käyttö kotimaaisessa rakentamisessa oli ymmärrettävästi vähäistä. Tyypillistä kiven käyttöä oli tummien liuskeiden käyttö rakennusten kivijalkojen verhoilussa ja tulisijoissa. Graniittia käytettiin kivijaloissa ja korostamaan rakennusten sisäänkäyntiä. 1950- ja 1960-luvun vähäisissä kivijulkisivuissa kotimainen graniitti ei ollut arvossaan. Jos kiveä käytettiin oli se useimmiten vaaleaa Carrara-tyyppistä marmoria tai huokoista travertiinia. Kivijaloissa tosin käytettiin usein suomalaista mustaa ”graniittia”.

Kotimaisten kiven käyttö julkisivuissa alkoi lisääntyä 1970-luvun alkupuolella. Tähän on useitakin syitä: arkkitehtuuri oli tullut monimuotoisemmaksi, hyväksyttiin useita kivilaatuja ja muita mineraaleja rinnan, muutkin kuin vaaleat kelpasivat, kotimaisten graniittien kestävyys ja helppohoitoisuus alettiin tunnustaa (”Finlandia-talo ilmiö”).

Varsin tasaisten vuosikymmenten jälkeen kiviteollisuus lähti 1970-luvun lopulla vakaaseen nousuun, joka on hidastunut 1980-luvun puolivälissä, muttei täysin pysähtynyt. Eräänä nousun moottorina 1980-luvulla on ollut vuolukiviteollisuus, joka jalostaa kaiken louhimansa kiven ja on kohtuullisella menestyksellä pyrkinyt myös jalostettujen tuotteiden vientiin /7/. Jalostustekniikan kehityksessä, ja hinnan tultua kilpailukyisemmäksi, kotimainen kivi on tullut myös sisustukseen. Graniittisten kiven käyttö on viimeisen viiden vuoden aikana lisääntynyt nopeasti.

KIVITEOLLISUUS TÄNÄÄN

Vuonna 1990 rakennuskivien kokonaislouhinta oli noin 360.000 tonnia – 270.000 tonnia oli graniittia, yli 80.000 tonnia vuolukiveä ja loput marmoria ja liuskeita. Louhitusta graniitista n. 260.000 tonnia vietiin raakakivenä ulkomaille, loput jalostettiin kotimaassa hautakiviksi, muistomerkeiksi, rakennuskiviksi ja paperikoneen telakiviksi /7,8/. Jalosteista suurin osa myytiin kotimaahan. Viime vuosina markkinoille tulleet ohutlaatat ovat valtaosin menneet vientiin.

Vuolukiviteollisuus on kymmenessä vuodessa lähes nollapisteestä lähteneenä saavuttanut lähes kolmasosan kiviteollisuuden tuotannon arvosta, joka 1990 oli runsaat 500 milj. mk. Vuolukivi myydäänkin kokonaan jalostettuina tuotteina (varaavat tulisijat, rakennuskivet) kotimaahan ja viime vuosina enenevässä määrin myös ulkomaille.

Marmoria louhitaan ja jalostetaan vain Pohjois-Suomessa. Sen osuus kokonaislouhinnasta on viimeisen kymmenen vuoden aikana ollut alle 1 %. Suomalaista marmoria on kotimaan markkinoiden lisäksi myyty jalostettuna muutamaa rakennuskohteisiin Ruotsiin ja Venäjälle. Liuskeiden osuus koko kiviteollisuudesta on marmorin tavoin ollut hyvin vähäistä. Tosin aivan viime vuosina on ollut havaittavissa kasvua ja onpa pieniä kauppia saatu ulkomaillekin.

Kiviteollisuus työllisti vuonna 1990 noin 1500 henkilöä eli saman verran kuin huippuvuonna ennen toista maailmansotaa. Vuosikymmenten ajan sodan jälkeen henkilöstön määrä pysytteli 600 – 800 vaiheilla. Kiviteollisuuden lähdettyä nousuun 1970-luvun

lopulla henkilöstön kasvu on ollut varsin tasaista. Tuotanto on tietenkin kasvanut tekniikan ja automaation kehittyessä huomattavasti nopeammin /7/.

Kiven viennin arvo oli 1990 noin 160 miljoonaa markkaa. Siitä oli raakagraniitin osuus vajaat 130 milj. mk. Jalostettuna vietiin mm. vuolukiviuuneja, hautakiviä, paperikoneen telakiviä, julkisivulaattoja ja yhä enenevässä määrin ohutlaattoja. Luonnonkiven tuonti on viime vuosina ollut vähäistä. Vuonna 1990 se oli noin 5000 tonnia, arvoltaan vajaat 6 milj. mk. Pääasiassa tuotiin liuskekiveä Norjasta, marmorialtaliasta ja graniittia Ruotsista /7/.

Raakagraniitin viennistä on 1980-luvulla yli puolet mennyt Italiaan, Espanjan ja Ranskan ollessa seuraavina. Kuitenkin aivan viime vuosina ns. Kauko-Idän maat (Japani, Taiwan ja Korean tasavalta) ovat nopeasti kasvattaneet osuuttaan, joka 1990 oli jo 23 %. Yksistään Japanin viennin arvo oli 13 %, jolla se ohitti selvästi Ranskan (8 %) /7/. Suomalaiset raakagraniitit ovat lähes halvimpia kiviä maailmalla, keskimääräisen vientihinnan ollessa 500 mk/tonni. Hinta ei ole viimeisten vuosien aikana noussut lainkaan, pikemminkin päinvastoin /7,9/.

Kiviteollisuutemme yrittäjien yhteistyöelimenä ja edunvalvojana toimii 1938 perustettu Kiviteollisuusliitto ry. Vuoden 1990 lopussa siihen kuului lähes kaikki merkittävimmät alan yritykset, kaikkiaan 72 jäsenyritystä.

Vanhin kiviteollisuusyrityksemme, Oy Granit (1886) joutui ruotsalaisten omistukseen 1960-luvulla, samoin kävi Lehdon Kiviliike Oy:lle 1973. Ruotsalaiset ovat myöhemmin luopuneet kiviteollisuudesta Suomessa, joten ala on toistaiseksi täysin kotimaisessa omistuksessa. Vanhin tällä hetkellä toimivista kiviyrityksistä on Suomen Kiviteollisuus Oy (1900), jonka omistaa Outokumpu Oy. Se on pitkään ollut suurin kiviyrityksemme, jonka suuruus perustuu graniitin vientiin raakakivenä. Viime vuosina yhtiö on kehittänyt myös jalostetun graniitin vientiä, jota hoitaa A.W. Liljeborg Oy:n omistama SKT-Granit Oy. Vuonna 1991 sen liikevaihto oli noin 16 milj. mk.

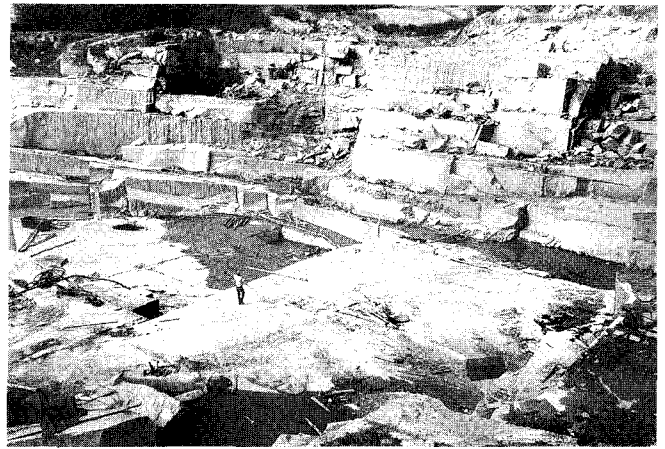
Liikevaihdoltaan Suomen Kiviteollisuus Oy:n kokoluokkaa on suurin ja vanhin vuolukiviyritys, Suomen Vuolukivi Oy (1925). Insinööri Reijo Vauhkonen herätti sen uudelleen henkiin 1980-luvun alussa. Äänivaltaisesta osakekannasta on edelleen valtaosa perustajan, nykyisen hallituksen puheenjohtajan hallussa. Yhtiö on laajentanut tuotantoaan myös USA:han.

Toinen huomattava vuolukiviyritys on Nunnanlahden Uuni Oy. Se myös aloitti 1980-luvun alkupuolella ja on vajaassa kymmenessä vuodessa kiivennyt kiviyritysten keskisarjaan. Yhtiö on käytännössä perheyhtiö.

Muita huomattavia kivialan yrityksiä ovat esim. perheyhtiöt Loimaan Kivi Oy (1921) ja Viitasaaren Mustakivi Oy (1947). Loimaan Kiven tuotevalikoimaan kuuluvat hautakivet, rakennuskivet, sisustusketivet ja huomattava osa maamme kivimuistomerkeistä tehdään Loimaalla. Yhtiö vie myös graniittia raakakivenä ulkomaille. Viitasaaren Mustakiven päätuotteet ovat hautakivet ja julkisivukivet, vuoden 1991 aikana yhtiö on aloittanut ohutlevytuotannon. Se onkin kapasiteetiltaan suurin ohutlevyjen tuottaja maassamme. Oulaisten Kivi Oy (1969) on kotimaan markkinoilla johtava julkisivukivien ja keittiötasojen valmistaja. Yhtiöön on vuodesta 1990 lähtien kuulunut myös Lapin Marmori Oy (1954). Oulaisten Kiven omistavat Saxo Oy (60 %), yhtiön toimitusjohtaja Reijo Suonvieri (20 %) ja Rauno Suonvieri (20 %).

RAKENNUSKIVIEN OMINAISUUKSISTA

Rakennuskivelle asetettavat laatuvaatimukset vaihtelevat kiven käyttötarkoituksen mukaan. Näkyvin ominaisuus on kiven ulkonäkö, kauneus. Vaikutelma muodostuu ennen kaikkea kiven väristä ja rakenteesta. Ulkonäön ohella myös tekniset ominaisuudet vaikuttavat kiven käyttöarvoon. Rakennuskiven tulee täyttää tietyt kansainvälisesti tunnetut, määritetyt lujuuden ja säänkestävyyden vaatimukset. Näin voidaan käyttää rakennuttajan kannalta sopivim-



Kuva 1. Rakennuskiviesiintymän käyttökelpoisuuden lähtökohtana on riittävä eheys. Riittävän harva pystyrakoilu ja sopivin välein toistuvat vaakaraot edesauttavat ja nopeuttavat myös louhintaa. Kuvassa Lörpyn louhimo Kurussa.

Fig. 1. An economic quarrying of a dimension stone deposit requires a widely spaced fracturing. Ideally spaced vertical and horizontal fractures can speed up and thus lower the total cost of quarrying. Picture: Lörpys dimension stone quarry, Kuru.

pia kiviä kuhunkin tarkoitukseen.

Ulkonäöltään ja teknisiltä ominaisuuksiltaan kelvollisen rakennuskiven tulee soveltua myös louhittavaksi. Kalliosta tulee olla mm. louhintaan sopiva rakojen tiheys, siitä tulee saada irrotettua jatkojalostusta varten sopivan suuruisia suorakulmaisia lohkeita (kuva 1).

Suomessa rakennustarkoituksiin louhitaan ns. kovia, puolikovia ja pehmeitä kiviä sekä liuskeita. Kovia rakennuskiviä nimitetään yleensä vain graniiteiksi ja ne erotellaan edelleen värinsä mukaan punaisiksi, mustiksi, ruskeiksi ja harmaiksi graniiteiksi. Petrografiselta koostumukseltaan ne kaikki eivät ole graniitteja vaan granodioritteja, dioritteja, gabroja ja diabaaseja. Keskipöykeä rakennuskiveä on marmori ja pehmeää vuolukiviä.

LOUHIMOT JA KIVILAADUT

Huomattavimmat kivilouhimomme ovat rannikon läheisyydessä, Kaakkois- ja Lounais-Suomen rapakivialueilla (kartta). Satamien läheisyys on tarjonnut alueiden kiviteollisuudelle edulliset viennitiedot. Aikaisemmin esiintymien sijainnilla oli ratkaiseva merkitys kiven kannattavaa louhintaa suunniteltaessa. Nykyään eivät kuljetuskustannukset ole yhtä ratkaisevia kuin ennen. Nimenomaan väriältään ja rakenteeltaan erikoisten ja siten haluttujen kivien kuljetuskustannukset eivät merkitse ratkaisevaa osaa kannattavassa louhinnassa.

Rapakivistä rakennuskivinä merkittävimpiä ovat erilaiset punaiset graniitit. Niillä on useinkin värisävy ja rakenteen mukainen kaupanimitys. Joskus nimi merkitsee samantyyppistä kiveä, jota saadaan useastakin eri louhimosta. Joskus taas nimitys koskee vain yhdestä louhimosta saatavaa kiveä. Samaan tapaan muodostuvat kaupanimitykset myös muun värisillä tarvekivillä.

Vanhimmat kivilouhimot Suomessa ovat Virojoen Pyterlahdesa, jossa on louhittu sikäläistä rapakiveä, pyterliittiä 1760-luvulta alkaen. Pyterliitti on ruskeaan vivahtavaa, porfyyristä rapakiveä, jota kutsutaan "Vironlahden punaiseksi".

Eniten punaista kiveä louhitaan Taivassalossa ja Vehmaalla, Lounais-Suomessa. Tämä kivi tunnetaan "Balmoral Red" -nimisenä. Se on tasalaatuista, kauniin punaista ja tasarakeista. Tätä laatua tuottava Vehmaan Uhlun louhimo on ollut yhtämittaisesti toiminnassa vuodesta 1901 lähtien. "Barmoral Red" -graniitti on tunnetuin vientikivemme.



Dimension stone in Finland 1991.

Dimension stone types/quarries:

1. Red stone, 2. Gray stone, 3. Brown stone, 4. Black stone, 5. Marble, 6. Schists, 7. Soapstone.

General features of the bedrock:

8. Gneissgranite areas, 9. Schist belts, 10. Granites, 11. Rapakivi, 12. Young sedimentary rocks.

Kadun reunuskiveksi otollista rapakiveä tuotetaan Myrskylässä. Näissä kallioissa on kiven rakoilu- ja lohkeamistaipumus sopivaa nimenomaan tähän tarkoitukseen.

Myös rapakivialueiden ulkopuolella louhitaan punaisia kiviä. Vaikkakaan näiden graniittien määrät eivät ole yhtä huomattavia, tarjoavat ne valintamahdollisuuksia hieman poikkeavia kiviä halualueille. Mm. Orivedeltä saadaan vaaleahkonpunaista, porfyyristä graniittia, joka tunnetaan "Cardinal Red" -nimellä. Vesannolla on tasaisen punaista, hienorakeista graniittia, josta tummat ainekset lähes puuttuvat. Oulaisten vaaleanpunertava, "Arctic Red", on keskirakeista ja lievästi porfyyristä. Lappeenrannassa puolestaan louhitaan "Karelian Rose" -punaharmaata granodioriittia.

Punasävyistä kiveä, jossa on isohkoja maasälvän hajarakeita, on "Viitasaari Pink" kuten samantapainen Maaningan kivikin. Punasävyisiä seoskivilajeja, migmatiitteja on louhittu Oripäässä "Romantica"-, Imatralla "Karelia Mystic"- ja Mäntsälässä "Aurora"-nimillä tunnettuina laatuina. Tällaiset kirjavat laadut ovat nykyään haluttuja etenkin sisustustarkoituksiin käytettäviksi. Niiden louhintaa hankaloittaa usein kallioiden rikkinaisuus ja epä säännöllinen rakoilu, jolloin louhinnassa syntyy runsaasti hukkakiiveä.

Ruskeasävyisiä rapakiven muunnoksia on mm. Savitaipaleella, Ylämaalla ja Taivassalossa. Esim. ruskeaa viborgiittimuunnosta on "Baltic Brown" -graniitti, jossa on kivilajille tyypillisiä kehämäisiä maasälvän hajarakeita. Tämä rapakiven laatu on tärkeää vientikiveä. Erittäin viehättävä ruskea kivi on Oulaisten "Magic Brown", joka mineraalikoostumukseltaan on syeniittia. Sitä myydään myös nimellä "Fox Brown".

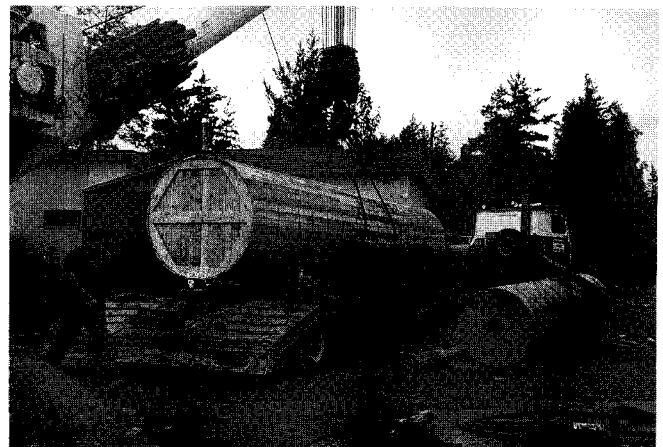
Tummat rakennuskivet ovat yleisimmin gabroa, dioriittia, anortosiittia ja diabaasia. Niiden mineraalikoostumuksessa on tavallisimmin maasälvän ohella tummia mineraaleja kuten pyrokseeniä ja amfiboleja sekä biotiittikiillettä. Kvartsia niissä ei ole ainakaan mainittavia määriä. Mustien kivien louhintaa haittaa usein materiaalin epähomogeenisuus ja rakoilun epäsäännöllisyys. Sen vuoksi saanti saattaa olla jopa alle 5 % irrotetusta kivistä.

Mielenkiintoisia tummia, vihertäviä karkearakeisia kiviä ovat pyrokseenigraniitit, joita louhitaan Raipossa, Lappeenrannan lähellä ja Kiuruvedellä. Viimemainitun kiven kaupp nimi on "Karelian Green", vaikka se on aitoa savolaista tavaraa. Raipon kiveä kutsutaan nimellä "Baltic Green".

Mustia gabroja louhitaan mm. Oulaisissa, josta on peräisin Finlandia-talossa käytetty samettisen musta kivi "Finnish Black". Kivijärven musta kivi on pyrokseenigabroa ja Varpaisjärven hienorakeista pyrokseenidiabaasia. Kivijärven mustan kiven kiillotettua pintaa elävöittävät kauniisti välkehtivät pyrokseenirakeet. Gabroluokan kiveä on myös Saaren kunnasta louhittava "Karjalan Musta", Itä-Suomen hautausmaiden valtakivi.

Viitasaaren, Korpilahden ja Hyvinkään esiintymissä on sekä gabroja että dioriittia kuten on myös Jyväskylässä louhittava "Windsor Black" ja "Nelson Black". Viimemainittua on käytetty raaka-aineena moniin suuriin monumentteihin kuten Paasikiven patsaaseen. "Karelian Ice Black" -nimeä käytetään Jaalasta saatavaa koristeellisesta anortosiitista. Anortosiittia on myös Ylämaalla louhittava tumma kivi, jossa on hajarakeina kauniita spektroliittikiiteitä, suomalaista korukiveä.

Suomessa on ehkä parhaiten rakennuskivistä tutkittu ja tunnettu Kurun perinteinen harmaan graniitin louhosalue /10/. "Kuru Grey" nimellä tunnettu kivi on pienirakeista, ehyttä ja täysin tasarakeista. Kiviteollisuuden tuotteiden huippua edustavat kaikkialle maailmaan leviävät paperikoneiden mahtavan kokoiset telakivet, joiden raaka-aine on lähtöisin Kurun Lörpyksen louhimolta (kuva 2).



Kuva 2. Kurun harmaan graniitin (Kuru Grey) käyttö rakennuskivenä perustuu värin ja sisäisen rakenteen tasalaatuisuuteen. Erityistä tasalaatuisuutta ja ehyttä vaaditaan paperikoneen telakiviltä, joita valmistaa Näsin Kivi Oy.

Fig. 2. The use of Kuru grey-granite is based on its uniform colour and homogeneous texture. Special homogeneity is required when huge roller stones are made for paper machines by Näsin Kivi Oy.

”Kajaani Greynä” markkinoitu kivi ei ole peräisin Kajaanista vaan Ristijärveltä. Siellä on monenlaista harmaasävyistä graniittia, joista eräät ovat varsin vaaleitakin kuten ”Arctic White”. Aikaisemmin runsaasti hyödynnetty ”Uudenkaupungin Harmaa”, koostumukseltaan trondhjemiittia, on peräisin Uudenkaupungin ympäristöstä, mantereelta ja saaristosta. Myös Toivakassa ja Imatralla on louhittu harmaata kiveä. Esiintymien rikkonaisuus ja aineksen epähomogeenisuus ovat haitanneet louhintaa.

Oheisella kartalla on myös muutama marmorin louhinnasta tiedottava merkki. Eniten on dolomiittimarmoria louhittu Tervolan Louepalossa. Sieltä on saatu kellertävää tai harmahtavaa marmoria, jota elävöittävät kiillesulkeumat ja vaaleat kvartsiiraidat. Etenkin Pohjois-Suomen laajoilta dolomiittialueilta löydetään varmaan uusiakin louhintaan sopivia esiintymiä.

Erilaisten liuskekivien louhinta on määrällisesti vähäistä graniittien louhintaan verrattuna. Useita pääasiassa kesäaikaan toimivia liuskelouhimoita on Orijärven-Längelmäen alueella, Alajärvellä, Pihtiputaalla ja Viinijärvellä.

Lapissa on viime vuosina otettu uusia kivilaatuja tuotantoon. Niinpä Lokan altaan eteläreunalta saadaan hohtavanvalkoista serisiittikvartsiittia olevaa laattakiveä. Sodankylän kiveä ovat myös Orakosken vaalean ruskehtava arkoosikvartsiitti, Virttiövaaran vihreä aventuriinikvartsiitti ja Kaarestunturin kvartsiittiliuske. Kvartsiittia ovat myös Kuusamon Laajusvaarasta ja Nilsiän-Rautavaaran alueelta saatavat liuskeet. Mielenkiintoinen on myös Inarin Angelin laaja vaalean anortosiitin alue, jonka kivistä saataneen happosateita sietävämpi vaihtoehto vaalealle marmorille.

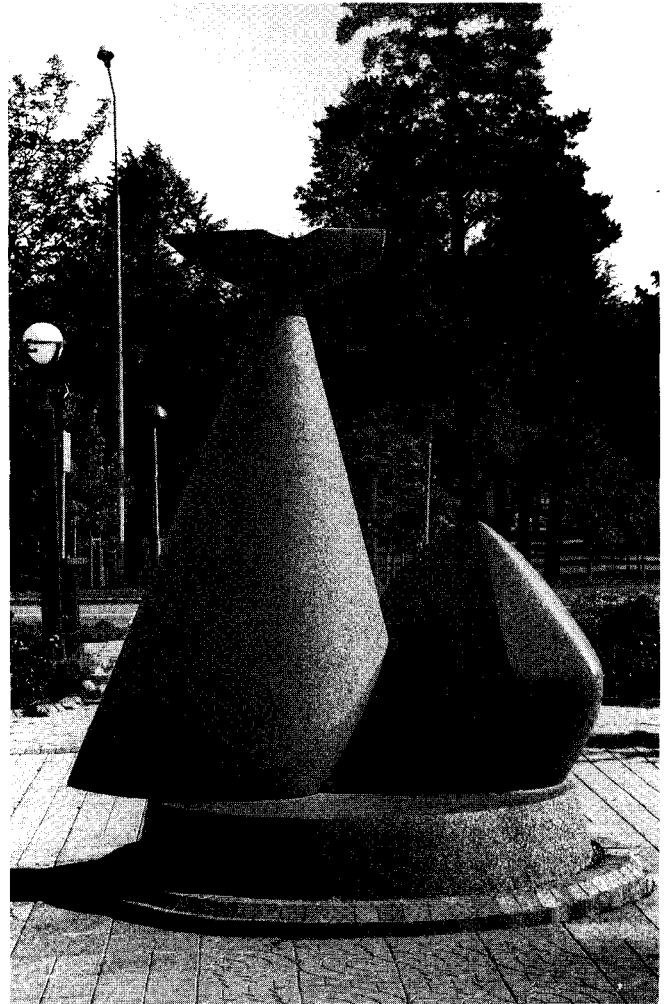
Kokonaan oman lukunsa ansaitsisi Itä-Suomessa pääasiassa viime vuosikymmenen aikana toimintaan herännyt, vuosikymmenet pysähdyksissä ollut vuolukiven louhinta ja jalostus. Vuolukivi-uunien ja rakennuslevyjen tuotannon keskus on Juuan kunnassa. Uusia louhimoita ja yrittäjiä on mm. Savonrannalla, Polvijärvellä ja Hyrynsalmella. Yrittäjien harjoittamalla hyvällä tuotesuunnittelulla on ollut ratkaiseva merkitys vuolukiven menekin voimakkaaseen nousuun.

RAKENNUSKIVIEN ETSINTÄ JA TUTKIMUS

Vuosisadan vaihteessa maamme johtavat geologit, mm. J.J. Sederholm ja B. Frosterus, paitsi että he olivat perustajajäseninä ja omistajina kiviyrityksissä, osallistuivat myös aktiivisesti rakennuskiviesiintymien etsintään, tutkimukseen ja alan koulutukseen. Rakennuskiviä käsiteltiin silloin lukuisissa geologisissa kirjoituksissa ja julkaisuissa. Myös kallioperäkartoitusta suorittavat geologit havaitsivat karttalehtialueellaan (1 : 400 000) rakennuskiviesiintymiä sekä kuvasivat uusia, potentiaalisia kivityyppejä. Valitettavasti geologisen tutkimuksen ja kiviteollisuuden välinen vuorovaikutus väheni etenkin toisen maailmansodan jälkeen, jolloin keskityttiin metallisten malmien geologiseen etsintään ja tutkimukseen. Myös kallioperäkartoittajat ”unohtivat” rakennuskivet, eivätkä sisällyttäneet arvioita uusista raaka-ainelähteistä karttalehtiselityksiin ja muihin geologisiin julkaisuihin. Viennin kasvu 1970-luvulla perustuikin vanhastaan tunnettujen ja hyväksi koettujen kivityyppien myyntiin raakakivenä.

Kiviviennin voimakas kasvu ja markkinayhteyksien avautuminen lisäsivät kilpailua ja synnyttivät uusia yrityksiä. Koska geologisilla etsintä- ja tutkimusorganisaatioilla (esim. GTK) ei ollut luottamuksellisia yhteyksiä kiviyrityksiin, he tekivät etsintätutkimuksensa itse tai yksittäisten konsulttien avulla. Konsulttien rajalliset resurssit niin tutkimusvälineistön kuin perusaineistonkin osalta rajoittivat rakennuskivitutkimusten kehittymistä. Kivivientimme pohjautuikin yhä edelleen rapakivigraniittien tuotantoon.

1980-luvulla aloitettiin luonnonkivien rakennustekninen tutkimus yhteistyössä alan teollisuuden kanssa. VTT:n tekemät tutkimukset ja rakennuskivien teknisten ominaisuuksien määrittäykset loivat pohjaa kotimaiselle kivilajosteiden laajemmalle käytölle ja tuotannon monipuolistamiselle. Valitettavasti arkkitehti- ja insi-



Kuva 3. Suomalaisia rakennuskiviä käytetään usein taideosten esim. patsaiden raaka-aineena. Kuvassa taiteilija Ukri Merikannon suunnittelema Anadyomene-patsas Maarianhaminan kirkkokuistossa. Kivi on Taivassalon punaista graniittia. Kivityön on tehnyt Kaavin Kivi Ky.

Fig. 3. The Finnish dimension stones are used as raw materials for statues etc. The Anadyomene -statue by Ukri Merikanto is located in Maarianhamina. It is made of the red granite from Taivassalo. The stone work was done by Kaavin Kivi Ky., Kaavi.

nööri koulutus ei nykyisellään huomioi riittävästi opetusohjelmis- saan kiveä arvonsa mukaisena, laadukkaana rakennusmateriaalina (kuva 3).

1980-luvun puolivälissä myös GTK ”havahtui” huomaamaan kiviteollisuuden tarpeet omassa tutkimustoiminnassaan. Yhteistyössä Kiviteollisuusliiton kanssa se on uudelleen kouluttanut joukon tutkijoitaan rakennuskivigeologeiksi, jotka tekevät rakennuskivien etsintä- ja tutkimustoimintaa aluetuotoista käsin. Yhteiset ja yritykset ovat myös teettäneet viime vuosina GTK:lla lukuisia, erillisiä rakennuskiviin liittyviä tutkimuksia. Kokemuksen karttuessa ja yhteisen ”kielen” löytyessä GTK on aloittanut myös uusien tutkimusmenetelmien kehittämisen (esim. maatumka). Parhailaan GTK:ssa laaditaan valtakunnallista rakennuskivihavaintojen keruujärjestelmää, jonka kautta alan teollisuus saisi nopeasti tiedot uusista, käyttökelpoisista kivityypeistä.

Korkeakoulujen geologiseen ja geotekniseen opetukseen ja siihen liittyvään tutkimukseen ei ole juurikaan sisällytetty rakennuskiviä. Vuolukiviteollisuuden tuotekehittelyyn liittyen on kuitenkin menestyksellisesti käytetty korkeakoulujen tarjoamia mahdollisuuksia tutkimukseen. Sen sijaan rakennuskivien etsintää ja laa-

dunmäärityä palvelevaan perustutkimukseen ja opetukseen ei ole panostettu. Korkeakoulujen opinnäytteet sisältävätkin rakennuskiivii liittyviä tutkimuksia vain satunnaisina yksittäistapauksina.

KIVITEOLLISUUDEN KEHITTÄMISEN MAHDOLLISUUDET

Suomalainen kivivienti on 90 %:sti rapakivien raakakivikauppaa kivenjalostuksen suurmaihiin. Kilpailukykyisten kivilaatujen vähäinen määrä ja kolmansien maiden kasvava kilpailu ovat esteenä viennin merkittävälle kasvulle. Jopa nykyisten vientimäärien säilyttäminen saattaa olla vaikeaa ellei uusia, markkinoilla haluttuja kivityyppejä saada tuotantoon. Myös kiven käytön ja jalostuksen voimakas kasvu esim. Kauko-Idässä ja Pohjois-Amerikassa muuttavat viennin markkinajakaumaa. Säilyttääkseen asemansa maailman raakakivipörssissä suomalaisten yritysten on kyettävä tarjoamaan tuotteitaan kilpailukykyisesti myös näille kaukomarkkinoille. Tämä saattaa edellyttää tuotannollisia investointeja lähempänä markkina-alueita. Suomalaiset raakakivien tuottajat pystyvät kyllä kilpailemaan myös ulkomaisilla tuotantokentillä, sillä heillä on pitkäaikainen kokemus ja korkealaatuinen louhintateknologia.

Suomalaisen kivenjalostuksen keulakuvaksi on viimeisen kymmenen vuoden aikana kohonnut vuolukiviteollisuus. Alan yrittäjien ennakkoluulottomuus, perinteisiin nojaava tuotekehittäminen sekä teknisesti nykyaikainen massatuotanto takasivat rakentamisen korkeasuhteudessa räjähdysmäisen kasvun. Nykyisessä laskusuhteessa ja mitä ilmeisimmin myös jatkossa yhteen tuoteryhmään nojaava vuolukiviteollisuus joutuu etsimään kannattavuuttaan ja kasvuaan vientimarkkinoilta. Menestyäkseen myös tulevaisuudessa vuolukivien jalostajat joutuvat kehittämään uusia tuotteita sekä käyttämään kehittämäänsä teknologiaa myös muiden pehmeiden kivilaatujen (esim. serpentiniitit) jalostamiseen. Vuolukivijalosteet tulevat olemaan tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyisiä myös kansainvälisillä markkinoilla. Viennin lisääminen edellyttää kuitenkin markkina-alueiden perusteellista tuntemusta sekä niille soveltuvien tuotteiden kehittämistä.

Kovien kivien jalostusmäärää on viime vuosina lisätty voimakkaasti ohutlaattatuotannossa. Pitkälle automatisoiduilla tuotantolinjoilla voidaan valmistaa vientimarkkinoilla kilpailukykyisiä tuotteita. Jalansijan saanti markkinoilla edellyttää kuitenkin kykyä tarjota monipuolista ja osin uuttakin kivivalikoimaa. Alenevat hinnat, lisääntynyt käyttötietoisuus ja uudet käyttöalueet kasvattavat ohutlaattojen markkinointia myös kotimaassa. Tosin ohutlaattateolli-

suudessa on tällä hetkellä ylikapasiteettia, jonka oletetaan tasapainottuvan markkinoiden kehittyessä.

Perinteisen laattajalosteiden (julkisivut, sisustuslevyt) tuotanto riittää tyydyttämään kotimaisen kysynnän vuosiksi eteenpäin. Ylimääräisen kapasiteetin myynti ulkomaille on vaikeaa. Syynä ovat vakiintumattomat markkinointikanavat ja tuotantoyksiköiden pienuudesta johtuva huono kilpailukyky. Ainoastaan uniikkien kivilaatujen jalostaminen voisi tuoda merkittävää viennin kasvua. Toisaalta Neuvosto-Venäjäällä mahdollisesti tapahtuva taloudellinen elpyminen saattaa avata mittavat lähimarkkinat. Tällöin kiviteollisuudellamme olisi etunaan myös markkinoille soveltuvat kivityypit.

TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Rakennuskivien etsintä ja tutkimus on tehostumassa maassamme. GTK:n toiminnassa rakennuskivien etsintä laajenee entisestään. Samalla ryhdytään pitämään rakennuskivirekisteriä. Tutkimusmenetelmiä kehitetään yhteistyössä teollisuuden kanssa heidän tarpeensa huomioiden. Myös rakennuskivien tekniset laatumääritykset monipuolistuvat ja tuotteet standardoituvat vastaamaan paremmin kansainvälisten markkinoiden vaatimuksia. ETA-sopimuksen kautta EY:n sisällä määriteltävät laatu- ja tuotestandardit tulevat myös suomalaisten kivituohtajien ohjenuoraksi.

Rakennuskiviovetusta ollaan parhaillaan sisällyttämässä eräiden maamme korkeakoulujen geologisiin ja geoteknisiin opetusohjelmiin. Tulevaisuuden haasteena on palauttaa kiven ja sen käytön opetus myös arkkitehtien ja rakennusinsinöörien koulutukseen. Yhtä tärkeää on lisätä myös yleistä valistusta kivituohtteiden käyttömahdollisuuksista.

Suomalainen kiviteollisuus on kokenut historiansa aikana räjähdysmäistä kasvua ja jyrkkiä alamäkiä. Tällä hetkellä meneillään oleva rakennemuutos toteutuu hallitummin, kiitos kovien kivilaatujen markkinaosuuksien kasvun ja yhtenevien euromarkkinoiden antamien mahdollisuuksien. Nykyiset laman hetket ohitettuaan kiviteollisuutemme jatkaa kasvuaan tasaisesti sekä viennin että kotimaisen kysynnän lisääntyessä. Tulevaisuuden tavoitteeksi voisimme asettaa kiviteollisuuden viennin arvon kaksinkertaistamisen kymmenen vuoden kuluessa. Tavoite on mahdollista saavuttaa kiviteollisuuden ja heidän sidosryhmiensä välisen kiinteän yhteistyön ja Suomen kallioperän tarjoamien korkealuokkaisten raaka-aineidien avulla.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. *Pohjala, M. A.*, Sinivalokoinen kivi. Kiviteollisuusliitto ry (1984).
2. *Suoninen, P.*, Ruskeala, Pohjois-Karjalan Kirjapaino, Joensuu (1966).
3. *Ringbom, S.*, Stone. Style & Truth. Suomen muinaismuistoyhdistyksen aikakirja (1987).
4. *Mesimäki, P. & Harmaajärvi, R.*, Luonnonkivet ja julkisivut. Rakennuskirja Oy, Helsinki. 112 s. (1989).
5. *Karhula, M.*, Luonnonkivinen julkisivuverho. Acta Universitatis Ouluensis. 214 s. (1983).
6. *Hall, W.*, Kiviteollisuus. Kustannusosakeyhtiö Otava, Helsinki (1936).
7. Kiviteollisuusliitto ry: Vuosikertomukset vuosilta 1975 – 1990.
8. *Salo, U.*, Tilastotietoja vuoriteollisuudesta vuosilta 1979 – 1990. Vuoriteollisuuslehti 1980 – 1991.
9. *Mickos, G.*, Graniitti, ikivanha ja moderni rakennusmateriaali. Vuoriteollisuuslehti, 1 (1985) 48-50.
10. *Aurola, E.*, Kurun alueen rakennuskivet. Geotekninen julkaisu 71 (1967).

SUMMARY

THE DIMENSION STONE INDUSTRY IN FINLAND — PAST AND PRESENT

Granitic dimension stones from the Finnish bedrock have proved to be very durable as can be seen from many historical buildings in Finland, St. Petersburg and elsewhere in the world. The Finnish stone industry itself has experienced alternating periods of growth and recession related to events like war and changes in the architectural styles.

Today the Finnish stone industry exports 80 % (261.000 tpa) of

quarried stone. It is mostly exported as raw blocks (96.5 %) to Italy (42 %), Far East (23 %), Spain (18 %) and other European countries. The manufacturing and export of finished stone products (slabs, table tops, soapstone products etc.) is steadily increasing.

In the near future the growing trend of the Finnish stone industry is assumed to continue thanks to the opening EC-markets and new, attractive stone types found in Finland.

Lince-kuparikaivos Chilessä

DI Risto Heiskanen, toimitusjohtaja, Minera Outokumpu Chile SA
Tkt Kari Knuutila, prosessimetallurgi, Minera Lince Ltda

YHTEENVETO

Lince sijaitsee 100 km pohjoiseen rantatietä Antofagastasta ja edelleen 15 km sisämaahan 850 m meren pinnan yläpuolella (kuva 1). Alue on autiomaata, jossa tuskin koskaan sataa. Compania Minera Carolina de Michilla SA on harjoittanut siellä kuparikaivostoimintaa vuodesta 1959. Yhtiön pääomistaja vuodesta 1979 on tunnettu liikemies Andronico Luksic. Michillan rikastamo, liuotus- ja sementointilaitos sijaitsevat Tyynen Meren rannassa ja maanalainen Susana-kaivos sisämaassa vain 300 metrin etäisyydellä Lincen esiintymästä. Vuonna 1987 Michilla päätti suorittaa Linceä koskevia jatkotutkimuksia ja toteuttaa esiintymän hyödyntämistä koskevan kannattavuustarkastelun.

Kaivoksen rakentamista varten perustettiin vuonna 1989 Minera Lince Ltda, jonka osakkaiksi tulivat Carolina de Michilla 25 %:n, Outokumpu 15 %:n ja Chemical Bank New Yorkista 60 %:n osuudella. Vuoden 1991 lopulla Chemical Bank luopui omistuksesta, jolloin yhtiösopimuksen mukaisesti osakkaiksi jäivät Antofagasta Holdings 60 % ja Outokumpu 40 %. Projektin rahoitus muodostui seuraavasti:

— Omaa pääomaa heinäkuussa 1990	USD 47.5 milj.
— Korko omalle pääomalle 1990-91	USD 5.5 milj.
— Toimitusluotto	USD 1.6 milj.
— Pankkilainaa Chilestä	USD 8.0 milj.

Projektin rakentamiskustannus yhteensä USD 62.6 milj.

Oma pääoma tuli Chileen ns. Chapter XIX -järjestelyn kautta, jossa ulkomainen investoija osti Chilen ulkomaanvelkapapereita 67 %:n kurssiin saaden Chileen pääomaa investointia varten 80 % papereiden nimellisarvosaa.

Lincen rakentaminen aloitettiin tammikuussa 1991, kun suunnitelu oli valmis ja tärkeimmät urakoitsijat valittu. Laitos oli valmis koekäyttöön saman vuoden lopussa. Laitoksen tuotantokustannuksiksi poistot mukaanlukien arvioidaan 67 USc/lb Cu.

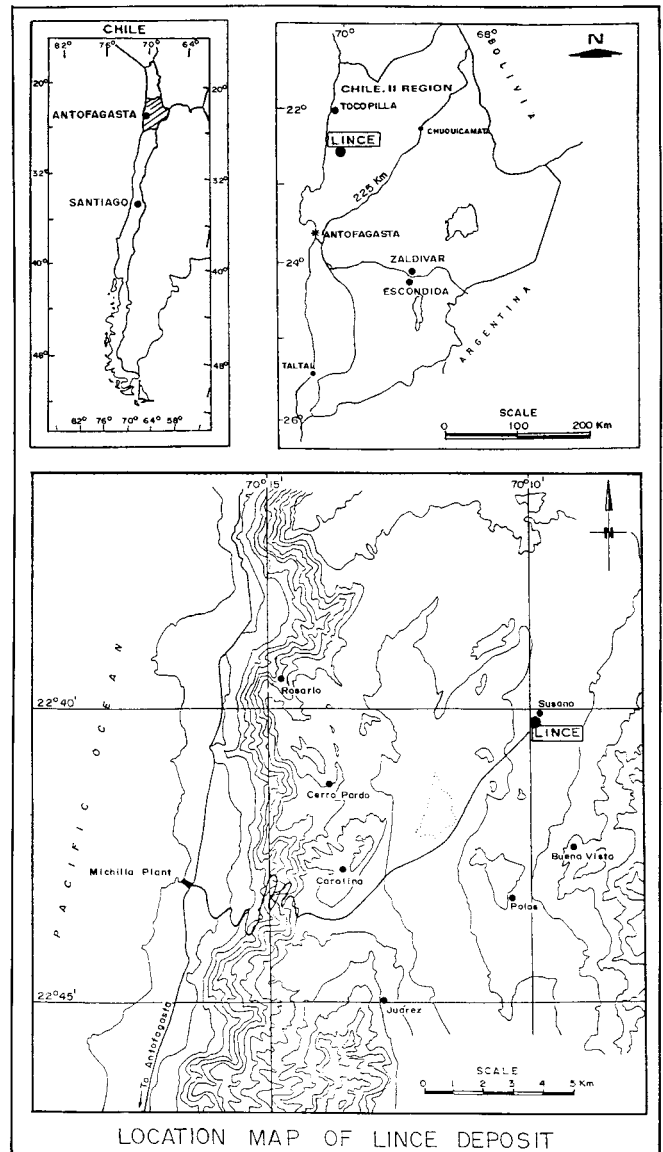
Esiintymän malmivarat ovat 16 milj. tonnia sisältäen 1.56 % kuparia oksidimineraaleissa. Laitos käsittää avolouhoksen, murskaamon, kasaliuotuksen rikkihapolla, uuton ja elektrolyysin. Malmia käsitellään 4500 tonnia päivässä ja tuotanto on 20000 tonnia katodikuparia vuodessa kymmenen vuoden ajan.

Kaivos käyttää yksinomaan merivettä, josta osa puhdistetaan haihduttamalla suolattomaksi prosessin pesuvaihetta ja talousveden valmistusta varten.

Laitoksen ottama sähköteho on 10 MW. Energia toimitetaan Pohjois-Chilen sähköverkosta 74 km:n päästä 110 kV:n linjaa myöten. Lincen oma työntekijämäärä on 206 henkilöä. Lisäksi on noin 100 henkilöä eri urakoitsijoiden palveluksessa. Henkilöstö asuu Antofagastassa.

GEOLOGIA JA MALMIVARAT

Lince-esiintymä löytyi 1984 Michillan suorittaessa tutkimuksia

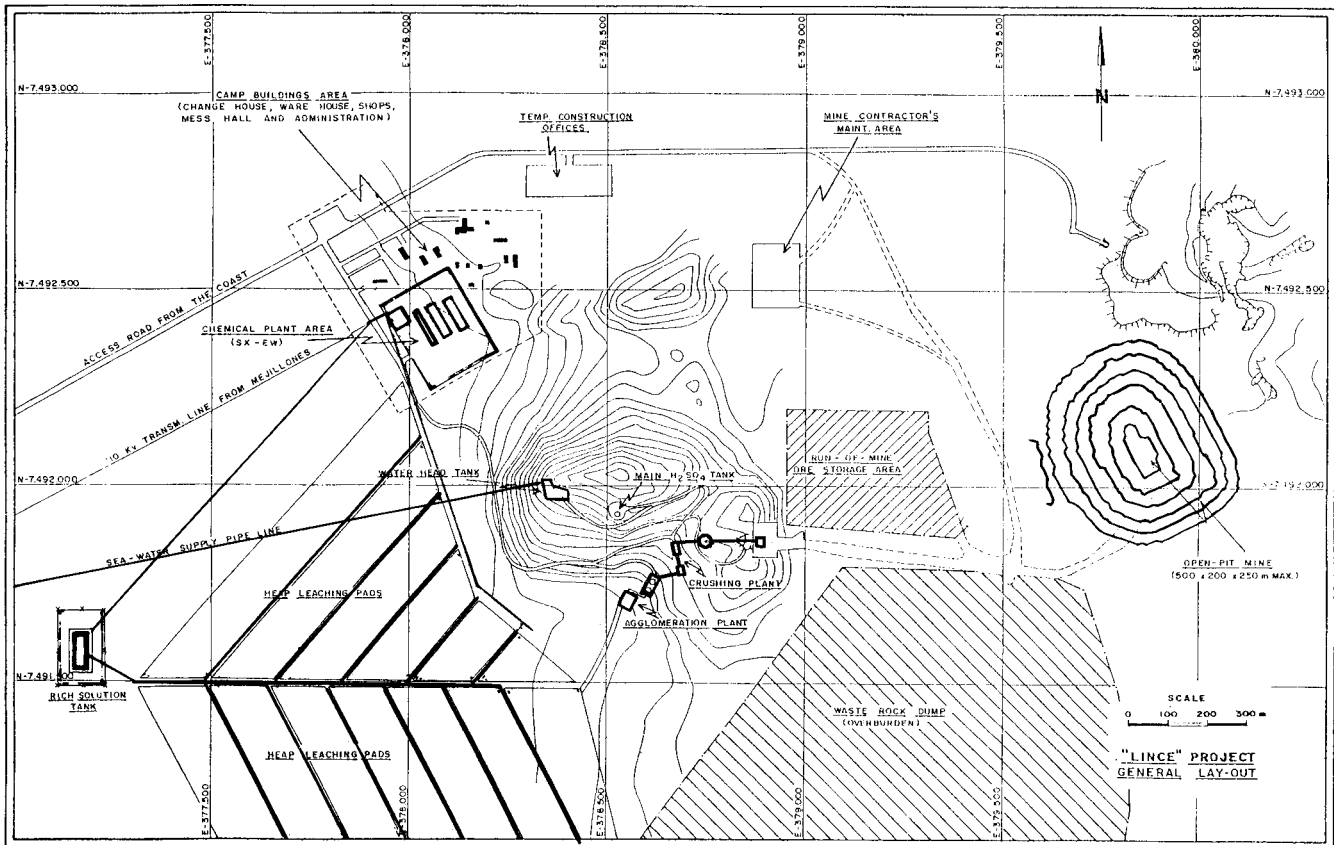


Kuva 1. Kaivoksen sijainti.

Fig. 1. Mine location.

Susana-kaivoksen lähiympäristössä. Vuosina 1984-87 kairattiin 492 kpl pääasiassa soijareikiä yhteensä 77.2 km. Lisäksi 300 m:n päässä sijaitsevasta Susana-kaivoksesta ajettiin 160 ja 260 m:n syvyydessä tutkimusperiä yhteensä 1295 m.

Malmi on määritelty strata bound-esiintymäksi, jonka isäntäkivi on jurakautinen vulkaaninen andesiitti. Ympäriällä on epäsäännöllisiä vihreitä breksioita ja hallitseva intrusiivinen gabro. Esiintymän mitat ovat 250x150 m ja syvyys 300 m (kuva 2).



Kuva 2. Yleiskuva kaivosalueesta.
Fig. 2. General lay-out of the mine.

Sekä Lince että Susana liittyvät suureen alueelliseen Mueller-siirrokseen sijaiten eri puolilla tätä siirrosta.

Malmi muodostuu pääasiassa oksidimineraaleista, joista atakamiitti ja krysokolla hallitsevat suhteessa 3:2. Malmimineraalit esiintyvät täytenä onkaloissa ja raoissa usein yhdessä kipsin kanssa. Paikoin oksidien kanssa on sulfideja kuten kalkosiittia ja kovelliittia. Tämä sekamineralisaatio alkaa lisääntyä 250 m:n syvyydestä alaspäin. Isäntäkivi on enimmäkseen muuttumism mineraaleja kuten kloriittia, kvartssia, kalsiittia ja kipsiä. Lisäksi esiintyy maasälpää, plagioklaasia ja pyrokseenia. Liuenneissa kerroksissa esiintyy myös limoniittia ja savimineraaleja.

Malmiarvio tehtiin PC-MINE-ohjelmistolla käyttäen blokkikokoa 10x10x10 m. Käsiteltäväksi alueeksi otettiin 450x600 m ja korkeudeksi 350 m. Tämän tilavuuden sisälle jäi 482 reikää, joiden tiedot syötettiin ohjelmalle. Geologiseksi malmivaroiksi saatiin 0.5 %:n cut off -arvolla 23.4 milj. tonnia sisältäen 1.47 % Cu. Kuvassa 3 on esitetty poikkileikkaus malmiesiintymästä.

LOUHINTA

Kiven irroitus tapahtuu avolouhintana. Louhossuunnittelu on tehty PC-MINE-ohjelmistolla käyttäen blokkikokoa 10x10x10 m. Louhoksen suunnittelu- ja operatiiviset parametrit ovat:

- Laimennus 5 %.
- Cut off 0.55 % Cu; pitoisuus keskimäärin 1.56 % Cu.
- Materiaalin tiheys 2.7 t/m³ in situ, 1.6 t/m³ louhittuna.
- Pengerkorkeus 10 m.
- Tien leveys 16 m ja kaltevuus 1:10.
- Louhoksen seinämäkaltevuus 45°–52°.
- Malmia 16.2 milj. tonnia.
- Raakua 45.3 milj. tonnia.
- Malmi/raakku -suhde 1:2.8.
- 3 vuoroa päivässä, 25 päivää kuukaudessa; malmia murskauk-

seen 5400 t päivässä.

- Kaivoksen avaamista varten louhittiin 5.1 milj. tonnia.
- Vuosilouhinta yhteensä 6-7 milj. tonnia.
- Kalusto:
 - 2 upporakonetta, 6.5"
 - 1 dieselhydraulinen pengerkone 2.5"
 - 2 kauhakuormaajaa, 13 y³
 - 1 kauhakuormaajaa, 7 y³
 - 6 louhosautoa, 50 t
 - 2 telapuskukonetta
 - 1 pyöräpuskukone
 - 2 kuorma-autoa, 20 t
 - 1 tiekarhu

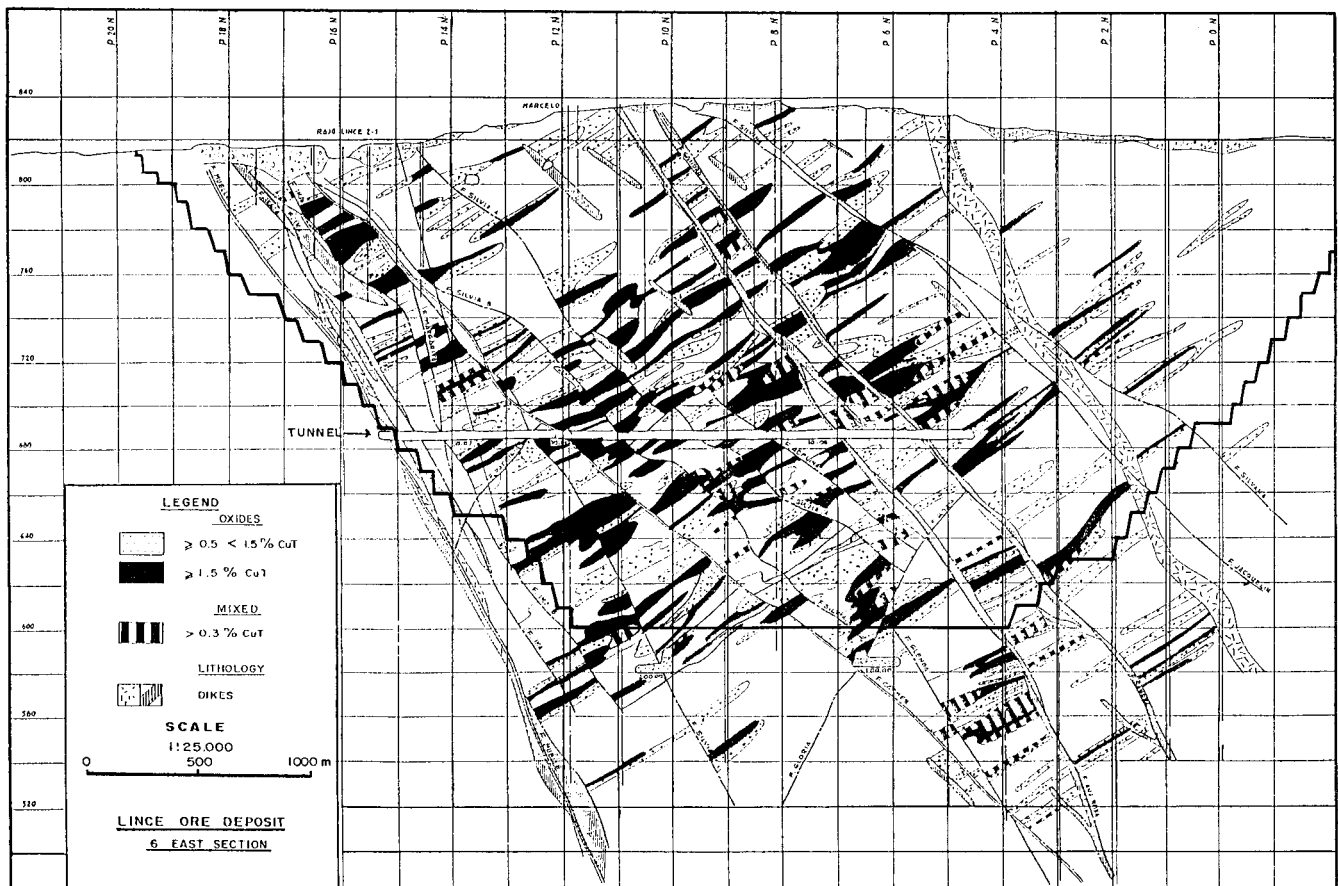
Lastauksen ja kuljetuksen hoitaa urakoitsija.

MALMIN KÄSITTELYLAITOS

Lincen oksidisen malmin käsittelylaitos sisältää seuraavat prosessivaiheet: louhinta, murskaus, agglomerointi, kasaliuotus, uutto ja talteenottoelektrolyysi. Prosessin kapasiteetti on keskimäärin 4500 t malmia päivässä ja 20000 t katodikuparia vuodessa. Kuvassa 4 on esitetty kaavio eri prosessivaiheista.

Murskauksessa malmi hienonnetaan liuotuksen kannalta edulliseen raekokoon. Murskauksen jälkeen on malmin agglomerointi, jossa murske valmennetaan kasaliuotusta varten. Agglomeroinnissa murskeen hienojakoinen osa tarttuu rikkihapon ja veden avulla karkeiden rakeiden pinnoille, jolloin liuotuksen aikana malmikassa ei tapahdu malmin lajittumista eikä liuoksen kanavoitumista liuoksen virratessa kasan läpi.

Kasaliuotuksessa malmin kuparioksidit liukenevat laimeaan rikkihappoliuokseen. Liuotuksen prosessivetenä käytetään merivettä.



Kuva 3. Leikkaus malmiesiintymästä.
Fig. 3. A section of the ore body.

Kasaliuotuksesta kuparipitoisuudeltaan noin 5.5 g/l oleva emälius menee neste-nesteuuttoon, jossa kupari erotetaan orgaaniseen faasiin kloridipitoisesta liuoksesta. Uuton jälkeen prosessiliuos pumpataan takaisin kasaliuotukseen. Uutossa kuparilla rikastunut orgaaninen liuos puhdistetaan pesemällä puhtaalla vedellä. Näin esitetään kloridien pääsy takaisinuuottovaiheeseen, jossa orgaanisen liuoksen kupari-ionit uuttuvat happopitoiseen kuparielektrolyttiin. Kupari saostetaan sähköenergian avulla talteenottoelektrolyysissä ja tuotteena saadaan kuparikatodia.

Malmin murskaus

Malmi murskataan hienouteen 100 % -10 mm (3/8"). Murskaus tehdään kolmessa eri vaiheessa: primääri-, sekundääri- ja tertiäärimurskauksessa. Jokaista vaihetta edeltää malmin seulonta.

Louhittu malmi, jonka kappalekoko on alle 1 m³ (40") tuodaan louhosautoilla primäärimurskaukseen. Malmi kipataan siiloon, josta lohkarieet putoavat tärysäleikölle Faco AV-5"x20", joka erottaa syötteestä hienon osan (-200 mm). Siilon päälle jäävät isommat lohkarieet murskataan hydraulivasaralla (Rammer L940/S56). Tärysäleikkö syöttää malmin leukamurskaimelle, Faco 48"x60", jonka kapasiteetti on 400-480 t/h. Primäärimurskauksen tuote (-200 mm) siirretään hinnakuljettimella (1.20x114 m) varastokasalle, jonka kapasiteetti on 9000 t. Kasan alla on kolme syöttöaukkoa, joissa on tärysytimet. Karkea murske siirretään kuljettimella (1.10x75 m) sekundäärimurskaukseen.

Karkean murskeen varastokasan kapasiteetti, 9000 t, vastaa yhden päivän tuotantoa. Primäärimurskaus toimii kahdessa vuorossa kuutena päivänä viikossa. Sekundääri- ja tertiäärimurskaus toimivat jatkuvassa kolmessa vuorossa.

Ennen sekundäärimurskausta karkea murske seulotaan Allis-

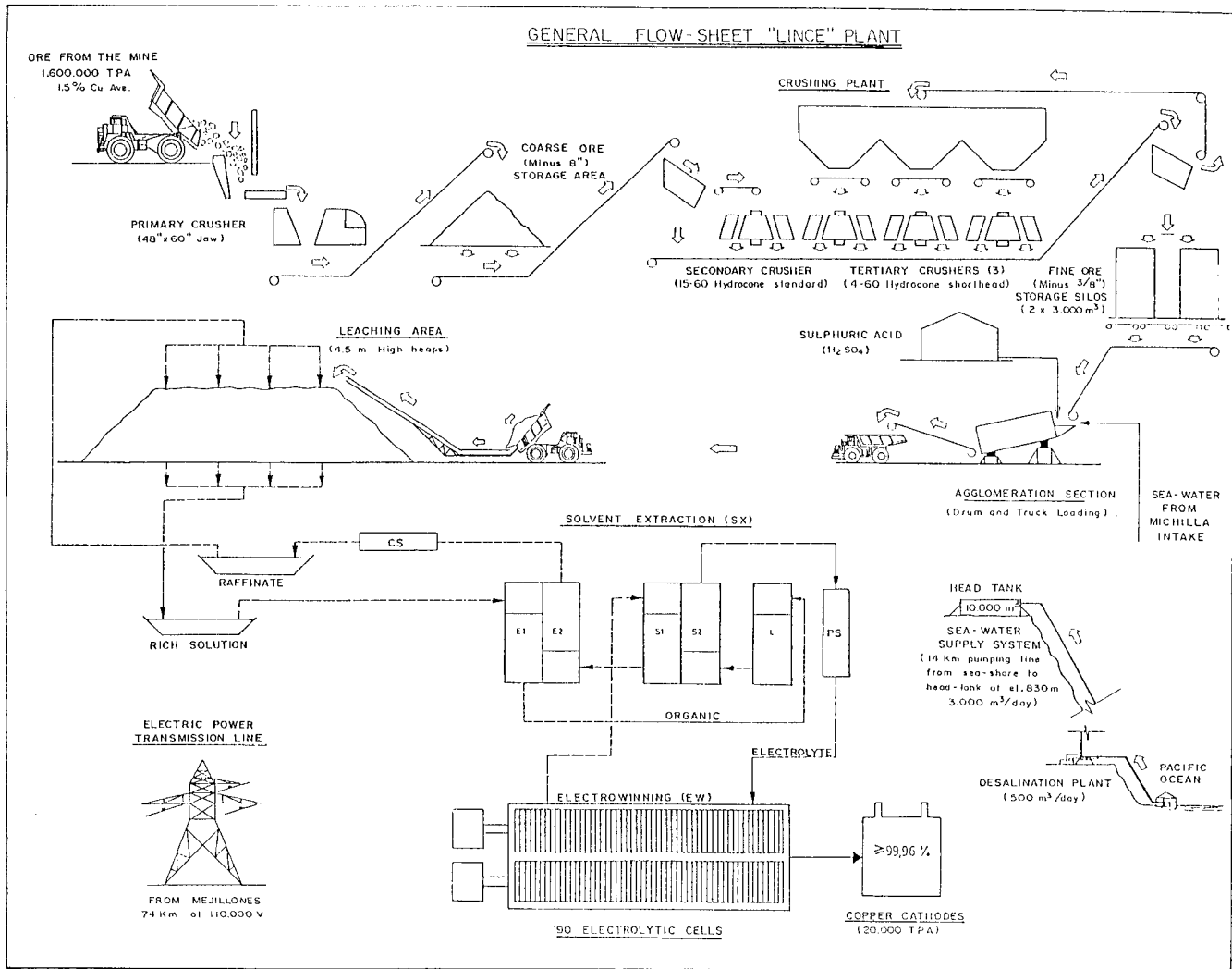
Chalmers XH Rip-Flo -täryseulalla (1.5x4.3 m), jonka seulakoot ovat 50 mm ja 100 mm. Seulonnan alite menee suoraan viimeiseen seulontavaiheeseen. Ylite (+50 mm) syötetään kartiomurskaimen Faco 1560, jonka kapasiteetti on 300 t/h, kun kartiomurskaimen asetus on 20 mm. Sekundäärimurskauksen tuote menee yhdessä tertiäärimurskaamisen kanssa viimeiseen seulontavaiheeseen.

Lopullisen tuotteen seulonnassa on kolme rinnakkaista Allis-Chalmers SH Rip-Flo -täryseulaa (2.4x4.8 m), jotka ovat kaksitasoseuloja. Näin varmistetaan, että lopullisen tuotteen koko on 100 % -10 mm. Tuote siirretään hinnakuljettimella (0.76x80 m) kahteen 3100 m³:n päiväsiiloon. Seulonnan karkea osa menee tertiäärimurskaukseen, jossa on kolme Faco 460 -kartiomurskainta, joiden kapasiteetti on 120 t/h, kun asetus on 10 mm. Kartiomurskaimilla on automaattinen asetuksen säätö (Boliden ASR C). Tertiäärimurskauksen tuote menee sekundäärimurskauksen tuotteen kanssa viimeiseen seulontavaiheeseen. Näin tertiäärimurskaus toimii suljetussa piirissä.

Murskauksessa on pölyn talteenotto ja kaikki kuljettimet ovat koteloidut. Talteenottoa varten on murskausasemalla viisi märkäerotinta, joiden kapasiteetit ovat 180-800 m³/min. Lisäksi siilojen pölynkeräystä varten on pussisuodatin, jonka kapasiteetti on 200 m³/min. Märkäerotimien vedenkierrätys ja lietteen talteenotto on keskitetty yhteen lietealtaaseen.

Agglomerointi

Agglomeroinnissa murskauksen tuote käsitellään pyörivässä rummussa yhdessä meriveden ja väkevän rikkihapon kanssa. Agglomerointirumpu on 7.3 m pitkä ja sen sisähalkaisija on 2.4 m. Rummun kaltevuus on 6.4° ja pyörimisnopeus 6 rpm. Agglomeroinnin viiveaika on 50 s. Rumpu on sisäpuolelta vuorattu kumiprofiililla.



Kuva 4. Prosessikaavio.
Fig. 4. Process flow sheet.

Päiväsiilojen alapuolella olevat syöttökuljettimet syöttävät murskeen kuljetinhihnalle, joka vie murskeen suoraan rummun alkupäähän. Rikkihappo ja merivesi syötetään myös rummun alkupäähän erillisinä suihkuina ja ne sekoittuvat murskeeseen sen ollessa liikkeessä. Rummun pyörintä sekoittaa murskeen, rikkihapon ja meriveden niin, että murskeen pinta kostuu ja hieno malmiaines tarttuu karkean pinnalle. Rummulta agglomeraatti putoaa kuljetinhihnalle, joka syöttää sen edelleen kuorma-autoihin kuljetettavaksi kasaliuotusalueelle.

Murskeen kosteus ennen agglomerointia on alle 2 % ja agglomeroinnin jälkeen 6–8 %. Rikkihapon kulutus agglomeroinnissa on noin 25–30 kg/t ja meriveden 70–100 kg/t murskettä. Agglomeroinnin kapasiteetti on 250–300 t/h ja se toimii jatkuvassa kolmessa vuorossa.

Kasaliuotus

Kasaliuotuksessa tarvitaan malmin 1.6 Mt vuodessa malmin kuparipitoisuuden ollessa 1.56 %. Agglomeroitu malmi kasataan erityisellä kasauslaitteella, joka koostuu syöttökaukalosta, johon agglomeraatti kipataan ja pitkästä kuljettimesta, joka vie agglomeraatin kasalle. Kasan korkeus on noin 4.5 m.

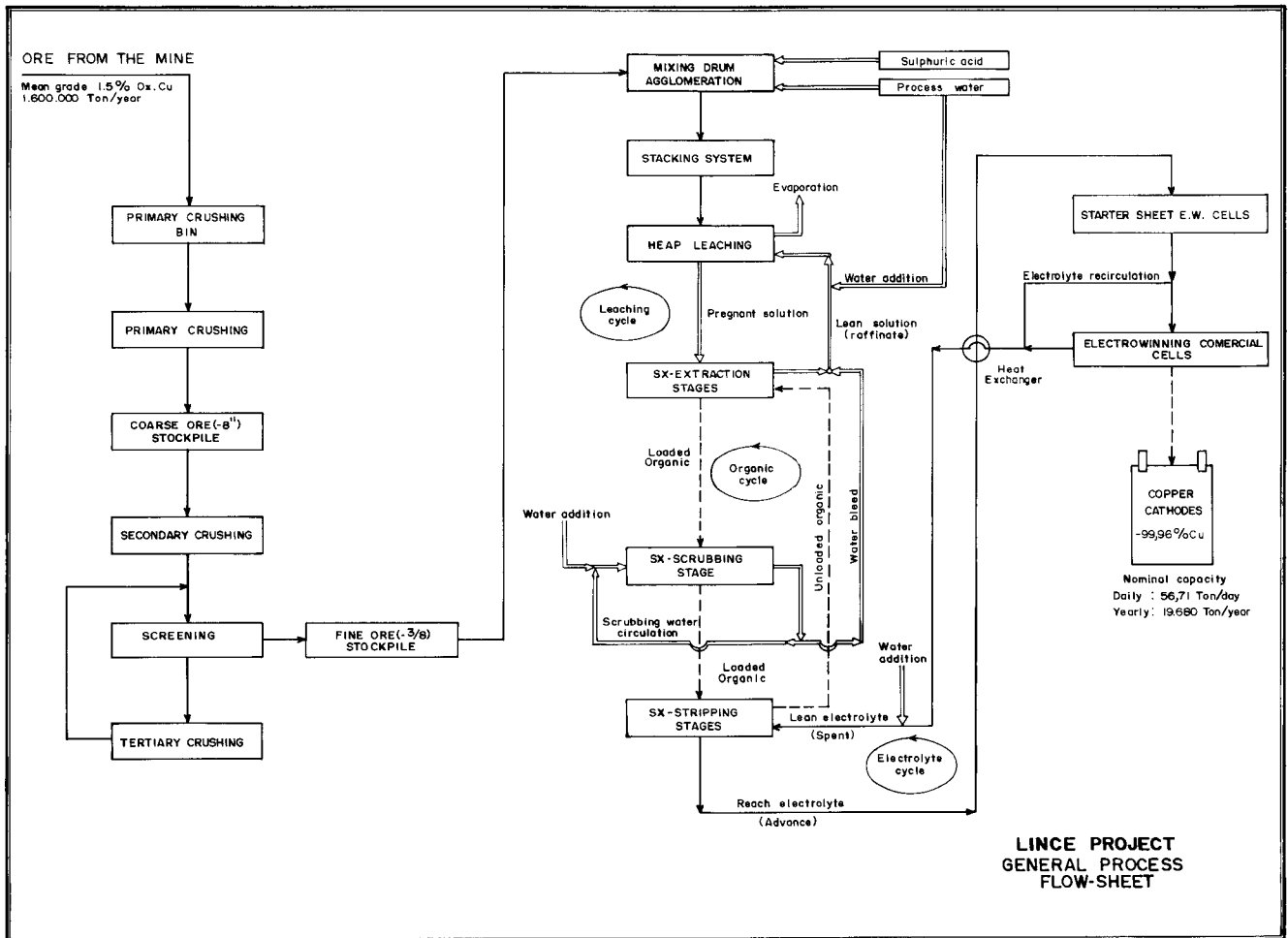
Kasausta varten on valmistettava liuotusaluetta 300.000 m² vuodessa. Liuotusalueen maapohja tiivistetään jo liuotetulla kiviaineksella. Pohja vuorataan vielä muovikelmulla. Lisäksi pohjalle asetetaan kolmen metrin välein salaajaputket, jotka keräävät kasoille

ruiskutetun liuoksen. Ko. emäliuos menee avo-ojia pitkin keräysaltaaseen, jonka tilavuus on 26000 m³. Avo-ojat on vuorattu HDPE-kalvolla.

Kasaliuotukseen syötetään uuttovaiheen jälkeistä uutettua liuosta, jonka kuparipitoisuus on alle 0.6 g/l sekä merivettä, jolla korvataan haihtumat ja kasoihin jäävä liuos. Myös uutto- ja elektrolyysivaiheen pesu- ja jätevedet käytetään liuotuksessa. Liuokseen lisätään vielä rikkihappoa niin, että H₂SO₄-pitoisuus on 10–14 g/l. Liuosta pumpataan kasoille 7000–9000 litraa minuutissa. Liuotuksen jälkeen emäliuoksen Cu-pitoisuus on noin 5.5 g/l, H₂SO₄ 2.0 g/l ja Fe 10.0 g/l. Liuoksen Cl⁻-pitoisuus on noin 50 g/l. Kloridipitoisuus kasvaa meriveden haihtuessa ja kloridipitoisen kuparioksidin, atakamiitin, liuotessa. Kuvassa 5 on esitetty eri prosessivaiheiden päävirtaukset.

Liuotettavan kasan pituus on 100–120 m ja leveys noin 20 m. Yhdessä kasassa on kolme agglomeraattierää ja jokaisessa erässä on malmin 3000–4000 t. Kasaa liuotetaan 30–45 päivää, jonka jälkeen kasan liuotus lopetetaan ja kasan kasteluputkisto siirretään uudelle kasalle. Kasa jää liuotuksen jälkeen paikalleen. Yhtä kasaa kohti on yksi kastelulinja, jossa on sadettimet seitsemän metrin välein. Kasoja ei ole erotettu toisistaan, vaan kasat muodostavat yhtenäisen patjan, jonka koko vaihtelee maaston mukaan.

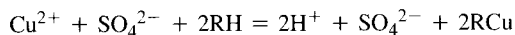
Rikkihapon kulutus on noin 37 kg/t malmin, jossa on myös agglomeroinnissa käytetty H₂SO₄, 25–30 kg/t. Kuparin liukenemisnopeus kasoilla on aluksi hyvin nopeaa niin, että yli puolet kuparista liuotetaan ensimmäisen viikon aikana. Tämän jälkeen liukeneminen hidastuu. Kuparin saanti liuotuksessa on 80–85 %.



Kuva 5. Kaavio eri prosessivaiheiden päävirtauksista.
Fig. 5. Flow sheet of the main process streams.

Neste-nesteuutto

Liutuksen jälkeen kuparipitoisesta liuoksesta, jonka rikkihappopitoisuus on alhainen, erotetaan kupari orgaaniseen faasiin uuttamalla. Orgaanisesta liuoksesta kupari takaisinuuetaan elektrolyysipiiriin rikkihappopitoiseen elektrolyyttiliuokseen. Uuton ansiosta kupari voidaan rikastaa elektrolyyttiin ja estää liuotuspiiriin epäpuhtauksien, erityisesti kloridien ja raudan pääsyn elektrolyysiin. Uutto- ja takaisinuuutto voidaan esittää seuraavan bruttoreaktion avulla:



Uuttaminen tapahtuu sekoitusreaktorissa, mixerissä, jossa orgaanista ja vesifaasia sekoitetaan keskenään. Mixerin jälkeen on selkeytysallas, settleri, jossa vesiliuos ja orgaaninen erottuvat omiksi faaseikseen.

Lincessä sekä uutto että takaisinuuutto tapahtuvat kahdessa vaiheessa vastavirtapiiriissä. Uuton ja takaisinuuuton välillä on orgaanisen faasin puhdistus, missä vedellä pesemällä pienennetään orgaanisen Cl^- -pitoisuutta ja siten myös estetään kloridien pääsy elektrolyysiin. Orgaanisena uuttoaineena on kahden oksimiyhdisteen seos LIX 984 (Henkel Corp.) ja liuottimena keroseni Escaid 103. Uuttoaineen pitoisuus liuotimessa on noin 20 %.

Ensimmäisessä uuttovaiheessa (E1) kohtaavat liuotuksesta tuleva Cu-pitoinen emäliuos ja toisen uuttovaiheen (E2) orgaaninen liuos. Toisessa uuttovaiheessa reagoivat E1:n Cu-pitoisuudeltaan alentunut vesiliuos ja takaisinuuotosta (S2) tuleva orgaaninen faasi. E2:n jälkeen vesiliuoksen Cu-pitoisuus on alle 0.6 g/l ja E1:n jälkeen orgaanisen Cu-pitoisuus on luokkaa 8 g/l. Molemmissa uutto-

vaiheissa (E1 ja E2) on yksi primäärimixer ja kaksi sekundäärimixerä. Viiveaika mixereissä on yhteensä 3 minuuttia ja settlereissä liuosvirtaus on 56 l/min/m². Orgaanisen ja vesifaasin suhde O/A on yksi.

Uuton jälkeen orgaaninen liuos johdetaan orgaanisen varastoliioon, josta se pumpataan puhdistukseen. Puhdistuksessa orgaaniseen liuokseen jäänyt kloridipitoinen vesi, jonka Cl^- -pitoisuus on 50 g/l, pestään puhtaalla vedellä niin, että veden kloridipitoisuus laskee 1.5 g/l:aan. Puhdistusvaiheen vesi on elektrolyysipiiristä poistettua elektrolyyttiä ja prosessivettä sekä puhdistettua vettä, jonka Cl^- -pitoisuus on 10 ppm. Puhdistuksen avulla elektrolyysipiiriin kloridipitoisuus on alle 80 ppm. Orgaanisen pesu tapahtuu yhdessä vaiheessa, jossa on kaksi mixerä ja settleri, joka on samanlainen kuin uutossa ja takaisinuuotossa, pituus 18 m, leveys 17 m ja syvyys 1 m.

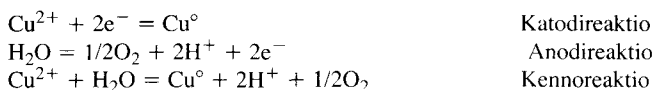
Takaisinuuuton ensimmäisessä vaiheessa (S1) reagoivat toisesta vaiheesta (S2) tuleva orgaaninen ja elektrolyysipiiriin elektrolyytti, jonka kuparipitoisuus on alentunut (30 g/l Cu^{2+} ja H_2SO_4 160 g/l). S1:n jälkeen elektrolyytti siirtyy S2:een, jossa elektrolyytti reagoi puhdistusvaiheesta tulevan orgaanisen faasin kanssa. S2:n jälkeen elektrolyytin Cu-pitoisuus on noussut arvoon 50 g/l ja H_2SO_4 arvoon 130 g/l.

Takaisinuuuton kummassakin vaiheessa on kaksi mixerä ja liuosten viiveaika mixereissä on kaksi minuuttia. Orgaanisen faasin ja elektrolyytin välinen suhde O/A on yksi. Settlereissä liuosvirtaus on 63.5 l/min/m². Koska elektrolyyttiä tulee elektrolyysistä takaisinuuottoon 2000 l/min ja orgaanisen tilavuusvirtaus on 8000 l/min, on elektrolyytin kierto mixer-settlereissä 6000 l/min.

Takaisinuuon jälkeen elektrolyytti menee selkeytysaltaaseen, missä elektrolyyttiin jäänyt orgaaninen erotetaan elektrolyytistä. Selkeytysaltaasta elektrolyytti pumpataan elektrolyysin emälevyaltaille. Takaisinuuon orgaaninen liuos menee ensimmäiseen uuttovaiheeseen.

Talteenottoelektrolyysi

Talteenottoelektrolyysissä kuparisulfaatti-rikkihappoliuoksesta saostetaan kupari metalliseksi kupariksi sähköenergian avulla. Katodireaktionä on kuparin saostuminen ja anodireaktionä on lyijyanodien pinnalla tapahtuva hapenkehitys. Hapenkehityksen yhteydessä elektrolyytin happokonsentraatio kasvaa. Elektrolyysireaktiot voidaan esittää seuraavien bruttoreaktioiden avulla:



Elektrolyysissä muodostuva happo käytetään takaisinuuotossa, jolloin H^+ -ionit siirtyvät orgaaniseen faasiin ja Cu^{2+} -ionit orgaanisesta faasista elektrolyyttiin.

Lincen elektrolyysilaitoksessa kupari saostetaan siemenlevyille, jotka saostetaan emälevyaltailla. Katodin koko on 1 m x 1 m ja elektrolyysin virrantiheys on 206 A/m². Virtahyötysuhde on noin 90 % ja kennojännite 2 V.

Elektrolyysihallissa on kaikkiaan 90 elektrolyysialtasta, jotka ovat kahdessa rivissä, 45 allasta riviä kohti. Tuotantoaltaita 81 ja siemenlevyaltaita 9. Elektrolyysin kapasiteetti on 20000 t kuparia vuodessa.

Elektrolyysialtaat on sähköisesti kytketty sarjaan. Elektrolyysin tasavirta saadaan kahdesta tasasuuntaajasta, joiden kummankin kapasiteetti on 15 kA 200 V:n jännitteellä. Normaali tasasuuntaajien kuormitus on 12.6 kA ja 180 V.

Elektrolyysialtaat ovat polymeerivuorattuja betonialtaita, joiden syvyys on 1400 mm, pituus 6450 mm ja leveys 1150 mm. Elektrolyytti syötetään altaaseen sen pohjaa kiertävän jakotukin (manifold) kautta. Altaissa on 60 katodia ja 61 anodia. Katodien välinen etäisyys on 100 mm. Anodit ovat Pb-Sn-Ca -seosta. Emälevyaltaissa katodit ovat ruostumatonta AISI 316L-terästä.

Tuotantoaltailla katodien nosto on kuutena päivänä viikossa yhdessä vuorossa. Elektrolyysin jälkeen katodit painavat noin 80 kg. Emälevyjen nosto tapahtuu päivittäin yhdessä vuorossa. Siemenlevyjen irroitus emälevyistä tehdään käsin. Siemenlevyjen valmistuksen apulaitteina ovat giljotiini katodikorvien leikkaamista varten ja niitauskone korvien kiinnitystä varten.

Katodit nostetaan tuotantoaltailta 20 katodin erissä ja katodit pestään kuumalla puhdistetulla vedellä teräslevyaltaassa, jossa on ilmapuhallus veden sekoitusta varten. Pesuveden lämpötila pidetään yli arvon 80°C ja vesi lämmitetään lämmönvaihtimessa, jonka vesi kuumennetaan öljykattilassa.

Pesun jälkeen katodit pinotaan 20 katodin nippuihin kääntölaitteella. Tämän jälkeen on katodinipun punnitus, sidonta ja varastointi kuljetusta varten.

Katodien kauppa-analyysijä varten jokaisesta nostettavasta altaasta otetaan yksi katodi näytteenottoon. Katodeista porataan näytteet katodin lävistäjän suuntaisesti viidestä eri kohtaa porausyvyyden ollessa 75 %.

Elektrolyysin katodilisaäineena käytetään Guarfloc-flokkulanttia. Anodien korroosion pienentämiseksi elektrolyyttiin lisätään kobolttisulfaattia. Sekä flokkulantin että kobolttisulfaatin lisäys tehdään jatkuvana lisäyksenä. Elektrolyytin Cl⁻ ja Fe-pitoisuuksien konsentroituminen elektrolyysipiirissä estetään poistamalla jatkuvasti pieni määrä elektrolyyttiä. Fe-taso pidetään alle arvon 1.5 g/l ja Cl alle 80 mg/l.

Emälevy- ja tuotantoaltailla on omat liuospiirinsä. Uutosta tuleva elektrolyytti pumpataan emälevyaltaille virtausnopeudella 2000

l/min eli 220 l/min/allas. Altaassa elektrolyytin Cu-pitoisuus pienee noin 2 g/l. Emälevyaltailta liuos siirtyy elektrolyytin kiertosäiliöön, jonka suurin hyötytilavuus on 132 m³. Kiertosäiliöstä elektrolyyttiä pumpataan tuotantoaltaille nopeudella 12000 l/min eli noin 150 l/min/allas. Kiertosäiliön Cu²⁺-pitoisuus on 33 g/l ja H₂SO₄ 156 g/l. Tuotantoaltaiden jälkeen elektrolyytti sisältää Cu²⁺:a 30 g/l ja H₂SO₄:a 160 g/l. Elektrolyytti palautuu takaisin kiertosäiliöön, jossa tätä liuosta varten on oma osastonsa ja josta sitä pumpataan uuttoon 2000 l/min. Loppuosa liuoksesta sekoittuu säiliön muuhun liuokseen. Elektrolyysiin tulevan ja elektrolyysistä poistuvan elektrolyytin Cu-pitoisuuksien erotus eli delta-Cu on siten 20 g/l. Vastaavasti elektrolyytin H₂SO₄-pitoisuus kasvaa elektrolyytissä.

INFRASTRUKTUURI

Vesihuolto

Malmnin liuotuksessa käytetään merivettä, mutta elektrolyysissä ja uutovaiheen orgaanisen liuoksen puhdistuksessa tarvitaan puhdasta vettä, jonka Cl⁻-pitoisuus on alle 10 ppm. Puhdas vesi valmistetaan merivedestä haihduttamalla alipainekompressorissa, jonka kapasiteetti on 20 m³ lauhdetta tunnissa. Lisäksi laituksella tarvitaan talousvettä, joka tehdään lisäämällä puhtaaseen veteen merivettä ja klooria.

Malmitonnia kohti tarvitaan merivettä noin 0.4 m³, josta 12–14 % jää kasoille liuotuksen päätyttyä, 25–30 % haihtuu ilmaan ja loppu tarvitaan mm. avolouhoksella porausvedeksi ja teiden kasteluun pölyn sitomiseksi. Lisäksi suolanpoistossa tarvitaan merivettä 1100 m³ päivässä. Meriveden kokonaistarve on 3700 m³ päivässä.

Lincen vesilaitos sijaitsee kilometrin päässä Michillan lahden rannasta, noin 130 metrin korkeudessa merenpinnasta ja 14 km:n päästä Lincestä. Vesilaitokselta merivesi ja puhdas vesi nostetaan neljällä rinnakkaisella mäntäpumpulla 150 mm:n teräsputkea pitkin tasaussäiliöön 7 km:n päässä 860 m:n korkeuteen. Tasaussäiliöstä vesi laskee painovoimalla 250 mm:n PVC-putkessa kaivoksen merivesialtaisiin ja puhdasvesisäiliöihin, jotka ovat 830 m:n korkeudessa. Merivesi ja puhdas vesi pumpataan kaivokselle vuorotellen käyttäen samaa putkea.

Sähkön hankinta

Lincen tarvitsema sähköenergia ostetaan Edelnor-jakelu-yhtiöltä, joka puolestaan ostaa sähkön Codelcon hiilivoimalasta Tocopillasta. Linceen on vedetty 110 kV:n sähkölinja 74 km:n päästä Mejillonesta. Linjan maksimi tehosiirtokapasiteetti on 20 MW. Laitoksen sähköenergian tarve on noin 10 MW. Vesilaitosta varten on rakennettu 23 kV:n sähkölinja, jonka pituus on 15 km.

Rikkihapon hankinta

Linceissä tarvitaan rikkihappoa 35–37 kg/t malmia, mikä on noin 170 t rikkihappoa päivässä. Rikkihappo toimitetaan säiliöautoilla Chuquicamatan kuparisulatolta. Rikkihappo varastoidaan 5000 t:n säiliöön, joka vastaa kuukauden H₂SO₄-tarvetta. Toinen mahdollisuus on toimittaa happo laivoilla Michillan satamaan ja edelleen säiliöautoilla Linceen.

Hallinto ja huolto

Lincen muita toimintoja ovat mm. kunnossapito-, laboratorio- ja huoltopalvelut, kuten peseytymis- ja ruokailutilat. Lisäksi yhtiön hallinto- ja talousosasto ovat Linceissä. Kaikkia näitä toimintoja varten on omat rakennuksensa. Linceissä ei ole majoitustiloja, vaan henkilökunta asuu 100 km:n päässä etelään olevassa Antofagastan kaupungissa, josta on bussikuljetukset laitukselle.

PROJEKTIN TOTEUTUS

Kannattavuustarkastelu

Malmivarojen selvitystyö, jonka suoritti RTZ Engineers Michillan kairauksiin perustuen, on esitetty kohdassa Geologia ja malmivarat. Kannattavuustarkastelua varten tarvittiin lisäksi prosessikokeita, jotka aloitettiin ensin laboratoriokokein vuonna 1987. Vuoden 1988 puolivälissä käynnistyi pilot-laitos Michillassa. Pilot-laitoksen kapasiteetti oli 60 kg elektroyttikuparia päivässä ja 20 t käsiteltävää malmia joka neljäs päivä.

Koska malmimineralisaatio on oksidinen, oli luonnollista, että kokeiltavaksi prosessiksi valittiin liuotus, uutto ja elektroyysi. Michilla teki "know-how" -sopimuksen Sociedad Minera Pudahuel -yhtiön kanssa, jolla on operatiivinen kokemus kasaliuotuksesta sekä uutosta ja elektroyysistä. Lisäksi Pudahuelilla on Chilessä voimassa agglomerointia koskeva patenti. Patentoidun menetelmän käytöstä tehtiin lisenssisopimus.

Pilotkokeissa tutkittiin

- Kappalekoon vaikutusta kuparin saantiin liuotuksessa.
- Hapon lisäystä agglomeroinnissa.
- Liuotusaikojä, kasan korkeutta ja kastelun määrää.
- Meriveden soveltuvuutta liuotukseen.

Sopivimmaksi raekooksi osoitautui alle 12 mm ja suunnittelu-parametriksi valittiin 100 % alle 10 mm. Agglomeroinnin rikkihappolisäys tarjoaa useita etuja kuparin liuotuksen kinetiikassa parantaen kasojen läpäisevyyttä ja estäen kanavoitumista ja silikaattien liukenemistä. Sopivaksi hapon kulutukseksi saatiin 30 kg malmitonnia kohti.

Liuotusaika, kasan korkeus ja kastelu riippuvat toisistaan, kun malmin pitoisuus, raekoko ja hapon annostus ovat vakiot. Käyttäen kasan korkeutta 5 m, on liuotusaika 30–40 päivää ja kastelun määrä 0.4–0.6 l/min/m². Merivesi todettiin täysin soveltuvaksi liuotukseen.

Laitoksen suunnittelu-, rakentamis- ja käynnistyskustannukset toteutuivat jokseenkin tarkoin budjetin mukaisesti. Taulukossa 1 on esitetty hankkeen investointikustannukset.

Taulukossa 2 on arvioitu laitoksen kassavirta tyypillisenä toimintavuonna. Käyttökustannukset ovat vuoden 1991 rahassa.

Suunnittelun, oston ja rakentamisen johto, EPCM

EPCM-urakoitsijaksi nimettiin Outokumpu Ingenieria Ltda, jonka toimintaosuus käsitti koko projektin lukuunottamatta sähkön hankintaa ja kaivosta, jotka Lincen oma organisaatio hoiti.

Omistajan eli Lincen organisaation kuului keskimäärin 12 henkilöä. Outokumpu Ingenieria Ltdan vahvuus oli suurimmillaan 42 henkilöä.

Outokumpu Ingenierian Ltdan EPCM-urakkaan kuului seuraavia toimintoja:

- Organisaation suunnittelu ja henkilöstön hankinta.
- Aikataulun suunnittelu ja päivitys.
- Perus- ja detaljisuunnittelu aliurakoitsijoiden kanssa.
- Kustannusarviot.
- Projektin menettelyohjeiden valmistelu ja toteutuksen valvonta.
- Käyttö- ja huolto-ohjekirjojen täydentäminen ja jakelu.
- Kustannusvalvontajärjestelmän luonti.
- Kustannusten raportointi ja budjettivertailu.
- Ostoa ja urakointia koskevien menettelytapohjeiden laatiminen.
- Urakoitsijoiden ja toimittajien valinta tarjouskilpailuun.
- Tarjousdokumenttien laadinta.
- Tarjousten vertailu ja suositukses.

Taulukko 1. Lincen investointikustannukset. (USD × 1000)

Table 1. Investment expenditure. (USD Thousands)

Mine	5.287
Crushing	8.923
Agglomeration	352
Stacking and Leaching	1.317
Chemical Plant	18.819
Power Supply	7.229
Automation	912
Water Supply	5.813
Infrastructure	2.885
Communications	217
Insurances	61
Engineering	1.722
Construction Administration	2.780
Lince Ltda. Expenditures	3.194
Working Capital	4.525
Recovery VAT	(500)
Sale of Edelnor shares	(500)
Total	62.236
Exchange Rate Difference	497
Grand Total	62.733

Taulukko 2. Lincen kassavirta tyypillisenä toimintavuonna vuoden 1991 rahassa laskettuna.

Table 2. Typical Lince projected cash flow. (Using 1991 rates).

Production		USD/t ore	USc/lb
Head Grade Cu%	1.63		
Cathodes tpa	21.555		
Ore to Plant t	1.615.000		
Recovery	0.82		
Cash In			
Operating income	USD Th	40.400	85
Cash Out			
Grand Total	USD Th	27.437	
Mine	5.859	3.63	
Crushing	1.412	0.87	
Agglomeration	5.450	3.37	
Stacking & Leaching	1.955	1.27	
Sx - EW	6.309	3.91	
Maintenance	439	0.27	
Administration	563	0.35	
Operations Management	1.138	0.70	
Marketing	1.497	0.93	
Santiago Office	300	0.19	
Royalty Pudahuel	202	0.13	
Operating Costs Total	25.124	15.56	53
Loan Repayment	1.580		
Interest Payment	733		
Cash Flow before Taxes	12.963		
Depreciation	5.438		
Taxes	911		
Cash Flow after Taxes	12.053		
Total Operating Cost Depr. Incl.	30.562		64

- Laskujen hyväksyntä, takuumaksujen ja pidätysten vapauttaminen.
- Sopivien laivausreittien valinta.
- Tarvittavien tuonti- ym. lupien hankinta.

Minera Lince Ltdan projektijohtaja organisaatioineen hyväksyivät

- Outokumpu Ingenieria Ltdan organisaation.
- Aikataulut.
- Alustavan kustannusarvion sekä kuukausittaiset budjettimuutokset.
- Alustavan suunnitelman, yleiskuvat ja kentällä tehdyt muutokset.
- Tarjouskilpailuun valittavat urakoitsijat ja toimittajat, tarjouskyselyt, tarjousvertailut ja suositukset sekä laskut.
- Kentällä suoritettavat hankinnat ja urakoinnit, muutostilaukset.
- Tarkastus- ja vastaanottopöytäkirjat.

Omistajien edustajista muodostetulle projektin johtotoimikunnalle alistettiin budjetin, budjettimuutosten ja aikataulun hyväksyntä, suurimpien toimittajien ja urakoitsijoiden valinta sekä finanssiointikysymykset. Projektin rakentaminen toteutui sekä budjetin että aikataulun mukaisesti.

KÄYTTÖKOKEMUKSET

Lincen kuparituotanto alkoi 3. tammikuuta 1992, kun elektrolyysivirta kytkettiin päälle. Malmin murskaus ja agglomerointi alkoivat joulukuussa 1991 ja kasaliuotus voitiin käynnistää 30. joulukuuta 1991. Murskauksen tuotanto oli joulutammikussa keskimäärin 2200 t/d, mutta helmikuussa murskaus ja agglomerointi ovat päässeet lähes normaaliin tuotantoon, 3500 t/d.

Elektrolyysi ei ole vielä ollut normaalilla tuotantotasolla, koska liuotettavan malmin kuparipitoisuus on ollut 0.9-1.1 %, jolloin elektrolyysiin ei ole saatu riittävästi kuparia kasaliuotusalueelta. Louhinnan alkuvaiheessa malmin pitoisuus on alhainen, mutta pitoisuus on nousemassa ja tavoiteltuun pitoisuuteen, 1.5 % Cu, päästäneen kesäkuussa 1992. Elektrolyysivirta on ollut helmikuussa luokkaa 14 kA, kun normaali kuormitus on 25 kA.

SUMMARY

LINCE COPPER MINE IN CHILE

Lince copper mine and hydrometallurgical plant is located in Northern Chile 100 km north of Antofagasta at an altitude of 850 m above sea level. The mineable ore reserves are 16 million tonnes containing 1.56 % Cu in oxide minerals. The open pit mine capacity is 5400 tpd ore and 15000 tpd waste. The hydrometallurgical plant is producing copper cathodes 20000 tpa via leaching, solvent extraction and electrowinning.

Construction of the mine was completed in one year and production commenced in January 1992. The total investment cost was USD 62.6 million and the cash operating costs are estimated at 53 US\$/lb.

Compañía Minera Lince Ltda's shareholders are Antofagasta Holdings Group 60% and Outokumpu 40%.

Processing begins with three stages crushing. Prior to leaching the crushed ore is agglomerated with concentrated sulphuric acid and sea water. Leaching time in the heaps is 30 to 45 days with

Kasaliuotus on toiminut odotetusti ilman erityisiä yllätyksiä ja kuparin saanti on ollut noin 80 %. Ensimmäisiä kasoja on jo otettu pois liuotuksesta ja kasaliuotusalueella ollaan laajentamassa uusia liuotuskasoja varten. Liikkuva kasauslaitte saatiin käyttöön helmikuussa viikolla 8, mitä ennen kasat jouduttiin tekemään pyöräkuormaajalla. Pyöräkuormaajalla kasan korkeus jäi kolmeen metriin, kun kasauslaitteella päästään 4.5 metriin.

Uutossa kuparin saanti on ollut suunnitellun mukainen ja liuotuspiiriin liuoksen kuparipitoisuus uutun jälkeen on ollut alle 0.6 g/l. Uutto on toiminut myös selektiivisesti eri epäpuhtauksien suhteen, vaikka emäliuoksen Cu-pitoisuus on ollut alhaalla. Orgaanisen liuoksen puhdistus puhtaalla vedellä on toiminut hyvin ja Cl-pitoisuus on ollut pieni yhtä poikkeusta lukuunottamatta, kun teknisen häiriön takia orgaanisen mukana pääsi liuotuspiiriin liuosta niin paljon, ettei pesuvaiheen kapasiteetti riittänyt. Seurauksena oli elektrolyytin Cl-pitoisuuden nousu ja kloorinkehitys elektrolyysissä. Häiriötä ei pystytty heti huomaamaan, koska orgaanisen liuoksen johtokykyämittausta ei vielä tällöin oltu saatu käyttöön eikä Cl-analyysijä tehty kaikista näytteistä.

Helmikuussa uutto ja elektrolyysi pysäytettiin neljäksi päiväksi erilaisten korjaus- ja huoltotöiden takia. Esimerkiksi kaikki elektrolyysipiiriin hiiliteräsventtiilit jouduttiin vaihtamaan ruostumattomiksi (AISI 3126L). Lisäksi kaksi settleriä jouduttiin tyhjentämään vuotojen paikkaamiseksi.

Uuttolaitoksen suurin ongelma on ollut orgaanisen erottaminen elektrolyytistä. Orgaanisen erottamiseen tarkoitettu selkeytysallas ei ole toiminut suunnitellulla tavalla ja orgaanista on päässyt elektrolyysialtisiin. Erottamisen tehostamiseksi jouduttaneen tekemään muutoksia ja mahdollisesti lisäinvestointeja.

Katodien epäpuhtauspitoisuudet ovat olleet alhaisia ja katodien fysikaalinen laatu on merkittävästi parantunut helmikuun aikana. Laitoksella on ollut useita sähkökatkoja oikosulkujen takia, joihin ovat syynä Lincen alueen ilmasto-olosuhteet. Oikosulkuja aiheuttaa eristeisiin tarttunut pöly yhdessä kostean ilman kanssa. Lämpötila voi laskea yön aikana, jolloin mereltä nousee sanikka sumu, joka kondensoituessaan kostuttaa maan ja rakenteet. Oikosulkujen välttämiseksi sähkölinjojen eristeet on puhdistettava säännöllisesti ja lisäksi huolehdittava, ettei pölyä pääse sähkölaitteisiin.

80-85% copper recovery. Fresh water is necessary in organic scrubbing before stripping stage in order to avoid contamination of chloride ions to the electrolyte and further to the cathodes. Solvent extraction uses LIX 984 organic reagent and there are two extraction and stripping stages.

The tankhouse has 90 cells in two banks of 45 each. Nine cells produce starter sheets, the other 81 commercial cathodes. Each cell has 60 cathodes and 61 insoluble anodes. The current density is 206 A/m².

All process water is pumped up to the mine from the Pacific Ocean. Water consumption is 3700 m³/d a part of which is desalinated by vacuum evaporation for solvent extraction and electrowinning.

Power consumption is 10 MW and the energy is supplied by Edelnor distribution company.

The total Lince Ltda workforce is 206 persons.

Uudet kiven testausmahdollisuudet

TKL Ari Simonen, Teknillinen korkeakoulu, Kalliotekniikan laboratorio, Espoo

JOHDANTO

Suomessa kalliomekaanisia laboratoriotutkimuksia tehdään vain pääasiassa kahdessa laboratoriossa. Suuri osa varsinaisista kalliomekaanisista laboratoriotesteistä on tehty VTT:n Tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratoriossa ja TKK:n kallioteknikan laboratoriossa.

Pääosa laboratoriotutkimuksista on ollut tähän asti yksiaksiaalisia kiven voima/muodonmuutos testejä. Näitä yksiaksiaalisia kiven mekaanisia ominaisuuksia voidaan kutsua lähinnä luokitusominaisuuksiksi, kuva 1. Suunnittelun laboratoriotutkimuksiksi katsotaan kolmiaksiaaliset testit sekä suorat vetomurtolujuustestit. Laskentaparametrien kannalta tärkeimmät laboratoriotutkimusmenetelmät ovat siten kolmiaksiaalikoeket ehjälle kivelle sekä raoille, suorat vetomurtolujuustestit sekä kiven lämpö- ja hiipumakäyttätymistestit.

TKK:n kallioteknikan laboratorioon on hankittu yhteisomistukseen VTT:n kanssa uusi MTS-815 kalliomekaniikan materiaalin testauslaitteisto, joka on maailman ensimmäinen digitaalisesti ohjattu kolmiaksiaalinen kiven testauslaitteisto. Laitteiston hankinnan rahoitukseen ovat osallistuneet Outokumpu Oy, TEKES sekä TKK ja VTT.

Laitteisto mahdollistaa erittäin monipuoliset kalliomekaniikan laboratoriotestaukset. Kiven ja rakojen jännitys/muodonmuutosominaisuudet voidaan testata sekä kylmissä että kuumissa olosuhteissa. Matalataajuiset dynaamiset testit sekä seismiset ja akustiset testit ovat myös mahdollisia. Kolmiaksiaalinen voidaan siirtää ja tilalle asentaa jäädytyskammio, jossa voidaan testata näytteitä jopa $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$:een lämpötilassa. Laitteiston digitaalinen ohjausyksikkö sekä materiaalin testausjärjestelmä on kehittynein maailmassa. Laitteisto otettiin käyttöön vuoden 1992 alussa.

1. KENTTÄTUTKIMUKSET LUOKITUSTA VARTEN	2. KENTTÄTUTKIMUKSET SUUNNITTELU VARTEN
3. LAADUNVALVONTATUTKIMUKSET KENTÄLLÄ	4. VALVONTA- JA TARKKAILUTUTKIMUKSET KENTÄLLÄ
5. KIVEN LUOKITUSTUTKIMUKSET LABORATORIOSA Vesipitoisuus Huokoisuus, huokosluku Palsautuspaine ja -muodonmuutos Rapaantumisluku Yksiaksiaalinen puristusmurtolujuus Yksiaksiaaliset muodonmuutosominaisuudet, E ja v Pistekuormitusluku Los Angeles luku Kovuus (Schmidt, Shore) Seisminen nopeus Kivilajimäärittäjä ja -kuvaus	6. KALLIOMEKAANISEN SUUNNITTELU LABORATORIOTUTKIMUKSET Kolmiaksiaalinen murtolujuus Vetomurtolujuus, suora Vetomurtolujuus, Brasilian koe Leikkauslujuus Läpäisevyys Aikariippuvat ominaisuudet, hiipuma, plastiset ominaisuudet

Kuva 1. Kalliomekaanisten tutkimusten pääluokat, /1/.

Fig. 1. Tabulation of test categories published or scheduled to be published as "Suggested Methods" by ISRM, /1/.

LAITTEISTON PÄÄKOMPONENTIT

MTS-815 kalliomekaniikan materiaalin testauslaitteistoon kuuluvat seuraavat pääkomponentit, kuva 2:

- kuormitusyksikkö ($-1.3...2.6\text{ MN}$), jossa kuormitusmäntä ja 3-kanavainen manuaaliohjausyksikkö
- hydraulikkayksikkö (19 l/min, 11 kW)
- kaksois servoventtiili- ja paineakkuyksikkö
- kolmiaksiaalinen lämmityselementteineen
- sivupaineysyksikkö servoventtiileineen, säiliöineen ja paineen sekä määrän mittauslaitteineen
- huokospaineysyksikkö servoventtiileineen, säiliöineen ja paineen sekä määrän mittauslaitteineen
- digitaalinen ohjausyksikkö lämpötilan kontrollipaneelieineen, 16 kanavaa
- mikrotietokone täydellisellä hallinta- ja mittausohjelmistolla, kirjoitin
- jäädytyskammio yksiaksiaalitestejä varten

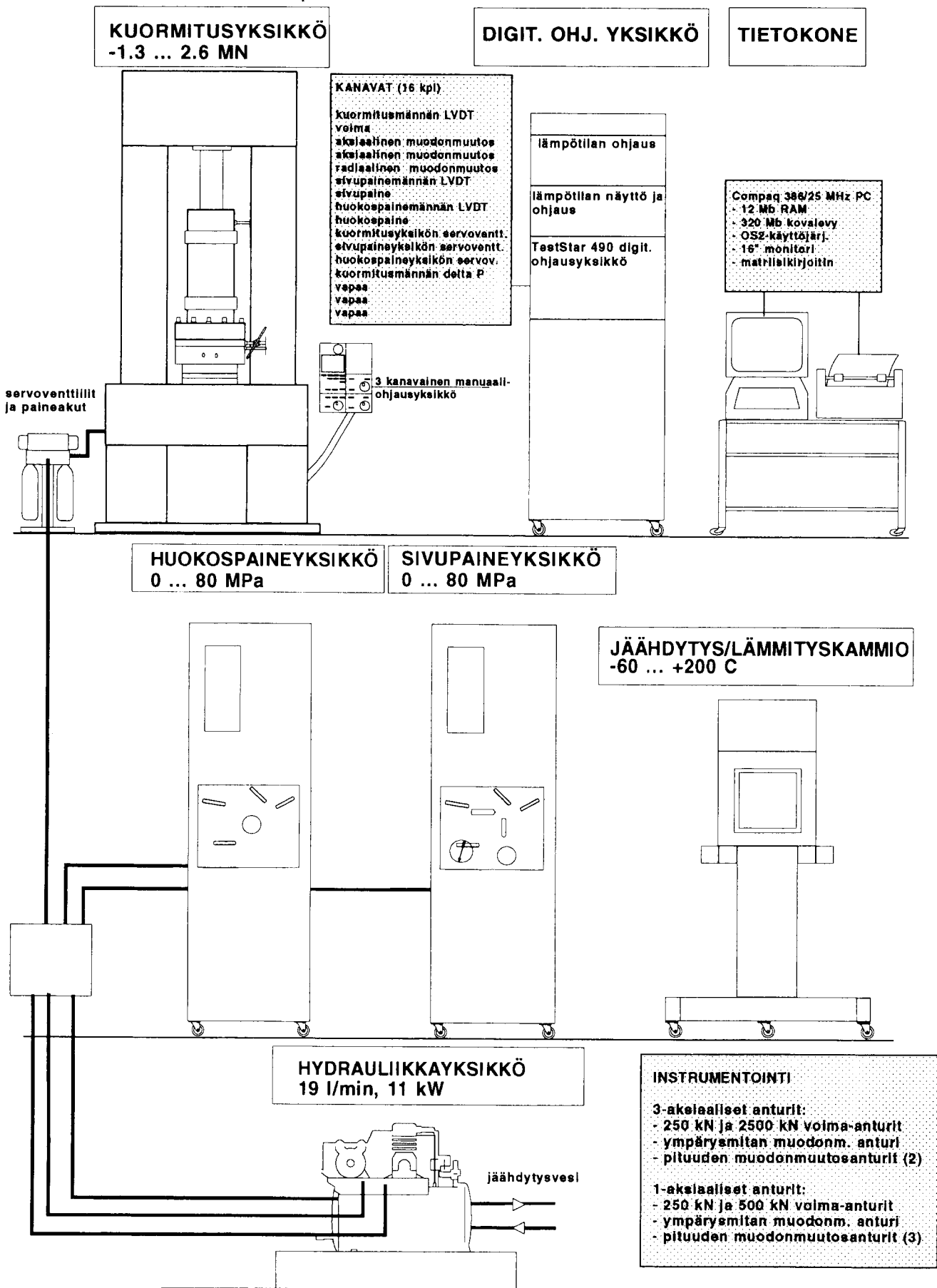
Kuormitusyksikkö on erittäin jäykkä, kahdesta umpinaisesta teräksisestä pysty- ja poikkipalkista koottu kehä, jonka korkeus on 2.35 m ja paino noin 4000 kg. Hydraulikoneistossa on 95 l hydraulikkaöljysäiliö ja 11 kW:n 3-vaihemoottori. Hydrauliohjausjärjestelmään tarvittaessa vesijäädytysyksikkö. Aksiaalinen kuormitusta ohjaavat servoventtiilit (2) ovat irrallaan kehikosta mahdollisimman häiriöttömän mittausolosuhteen varmistamiseksi.

Kolmiaksiaalinen on varustettu kahdella ulkoisella sekä kahdella kennon pohjakappaleeseen sijoitetulla lämmitysvastuksella, kuva 3. Kenno painaa noin 400 kg, ja sitä nostetaan ja lasketaan apusylinterin avulla. Kennossa on läpiviennit huokospainemesteelelle (4 kpl), sähköiselle mittaukselle (6 kpl), lämpötilan mittaukselle (2 kpl) ja näytteen kuumennukselle (3 kpl) sekä koaksiaaliläpiviennit seismisille ja akustisille mittauksille.

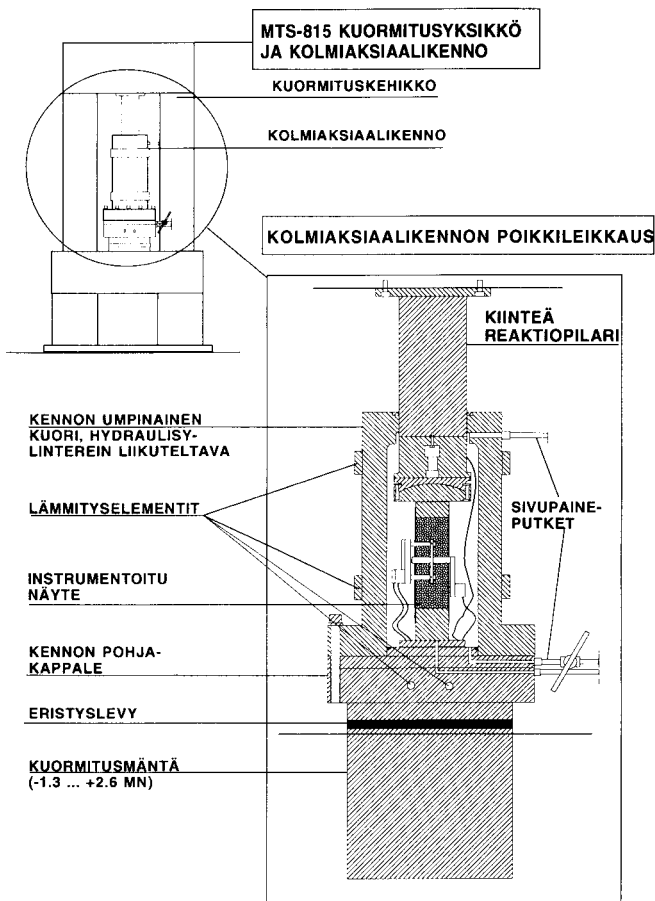
Sivupaine- ja huokospaineysyksiköt ovat 450 kg painavia kaappeja, joihin on sijoitettu servoventtiilien ohjaamat työsylinterit sekä erilliset täyttöpumput. Molemmilla saadaan aikaan 80 MPa:n paine.

TestStar -digitaalinen materiaalin testauksen ohjausyksikkö on koko laitteiston ohjauksen, mittauksen valvonnan ja tiedon tallennuksen hoitava keskus. Yksikössä on 16-kanavainen digitaalinen tiedonsiirto 32 bitin mikroprosessorin ohjaamana. Osaa kanavista käytetään mittaukseen ja muita laitteiston ohjaukseen. Yksikköön voidaan liittää 8 analogista sisääntuloa. 5 kHz:n käyttötaajuus (5000 kertaa sekunnissa) mahdollistaa tarkan mittauksen ohjauksen ja seurannan. Ohjausyksikön kanavat on varattu seuraaville toimintoille:

- kuormitusmäntän liike (LVDT-anturi)
- aksiaalinen voima
- aksiaalinen muodonmuutos (2 kpl)
- radiaalinen muodonmuutos
- sivupainemäntän liike (LVDT-anturi), sivupaine (1+1)
- huokospainemäntän liike (LVDT-anturi), huokospaine (1+1)
- kehikon servoventtiilien ohjaus



Kuva 2. Kaaviokuva MTS-815 -laitteiston pääkomponenteista.
Fig 2. System lay-out of the MTS-815 Rock Mechanics Test System.



Kuva 3. Kolmiaksaalikennon poikkileikkaus.
Fig 3. A Cross Section of The Triaxial Cell.

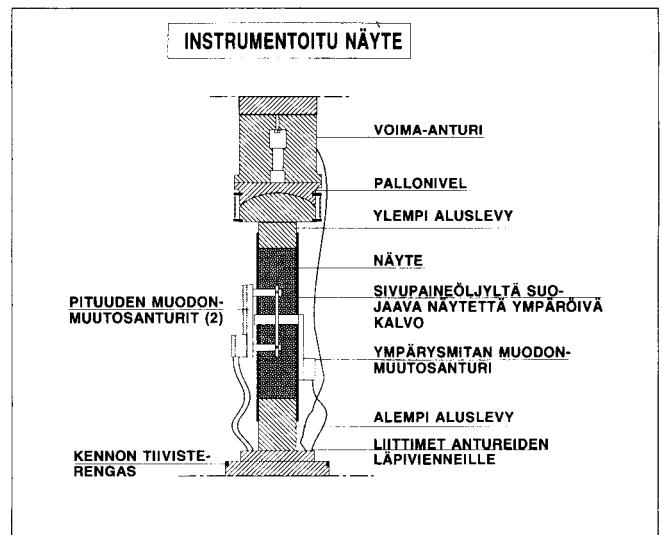
- sivupaineyksikön servoventtiilin ohjaus
- huokospaineysyksikön servoventtiilin ohjaus
- avoimet mittauskanavat, 2 kpl
- väyläkontrollit ja varmistuspiirit (1+1)

Yksikkö on erityisesti suunniteltu moniaksaalisen mittauksen ohjaukseen. Mikrotietokone (Compaq 386/25e, OS/2) ohjaa testiä tietokoneelle ohjelmoidun testiruutiinin mukaisesti. Mikron ruudulta seurataan testiä usean ikkunan avulla, joista nähdään sekä asetusarvot että mittaustulokset. Laitteiston alkuvalmistelut ja näytteen ajo kontaktiin mittaustuloksiin tehdään kuormituskehikon yhteydessä olevalla manuaalisella ohjausyksiköllä.

MITTAUSANTURIT

Voiman ja muodonmuutoksen mittauksessa käytetään eri antureita yksi- ja kolmiaksaalimittauksissa, kuva 2. Voiman mittaus voidaan tehdä puristussylinterin paine-ero-mittauksella 0–2600 kN:iin tai erillisillä voima-antureilla. Yksiaksaalimittaukseen on käytettävissä erillinen voima-anturi 0–250 kN:n ja 0–500 kN:n alueille. Kolmiaksaalimittauksissa käytetään yleensä kennon sisäisiä voima-antureita, joita on kahdelle voima-alueelle: 0–250 kN ja 0–2500 kN. Nämä anturit kestävät sivupaineöljyä ja kylmyyttä sekä kuumuutta.

Muodonmuutosanturit perustuvat venymäliuskatekniikkaan. Liuskoja ei kuitenkaan liimata näytteeseen, vaan ne mittaavat hienomekaanisen muodonmuutosanturin siirtymiä, kuva 4. Yksiaksaalimittauksissa käytettävät anturit eivät kestä sivupainetta, mutta toimivat lämpötila-alueella $-100 - +150$ °C. Kolmiaksaalimittauksen anturit kestävät myös sivupaineen ja öljyn. Kuvassa 4 on esitetty kolmiaksaalikoetta varten instrumentoitu näyte. Näytteen ympärille asennetaan kalvo, esim. kutistemuovi, joka es-



Kuva 4. Kolmiaksaalikoetta varten instrumentoitu näyte.
Fig. 4. Instrumented specimen for triaxial testing.

tää sivupaineöljyn pääsyn näytteeseen. Pallonivel mahdollistaa tarkasti näytteen päitä vastaan kohtisuoran aksiaalisen kuormituksen.

Kaikki anturit ja aluslevyt on suunniteltu neljälle näytekalkaisijalle: 42, 56, 62, ja 100 mm. Huokospaineen ja rakojen läpäisevyyden mittaukseen on omat aluslevyt, samoin suoran vetomurtolujuuden mittaukseen (42 mm).

Lämpötilan mittaukseen käytetään termoelementtejä. Kolmiaksaalisessa mittauksessa kennon sisään sijoitetaan kaksi ja kennon ulkopuolelle yksi elementti. Ulkopuolisella termoelementillä ohjataan lämmitystehoa maksimilämpötilan avulla. Toisella sisäpuolisella elementillä ohjataan kennon sisäistä lämpötilaa ja toisella mitataan näytteen pinnan lämpötilaa.

Kolmiaksaalikennossa on läpiviennit koaksiaalikaapeleita varten. Ne mahdollistavat mm. kiviäytteen seismisten nopeuksien tai akustisen emission mittaamisen kolmiaksaalisen kuormituksen aikana.

MONIPUOLISET MITTAUSMAHDOLLISUUDET LAAJAN TUTKIMUSKOKONAISUUDEN KÄYTÖSSÄ

Laitteisto on suunniteltu kiviäytteen tavanomaisiin laboratorio-testauksiin ja antaa mahdollisuudet hyvin moniin soveltaviin määrittämiin. Kiven ja kalliorakojen ominaisuuksia voidaan tutkia lämpötilakammion avulla jopa $-60 - +200$ °C:een lämpötiloissa, jotka vastaavat esimerkiksi maanalaisten kaasusäiliöiden ja lämpövarastojen olosuhteita. Kallion rakojen vedenjohtavuuden tutkimukset liittyvät useisiin maanalaisten kalliotilojen käyttösovelluksiin, joissa on kyettävä ennustamaan veden liikkuminen kalliossa. Kehittyneiden mitoitusohjelmistojen vaatimat laskentaparametrit voidaan nyt määrittää entistä luotettavammin.

TKK:n kalliotekniikan laboratoriossa on käynnissä laaja kolmi- vuotinen tutkimuskokonaisuus **Kolmiulotteinen kalliomekaaninen suunnittelu, KOLMEX**. Tutkimuksen tavoitteena on kehittää kolmiulotteisesta kalliomekaanisesta mallintamisesta käytännön työkalu kaivos- ja kalliorakennussuunnittelulle. Lopullisena tavoitteena on kehittää menetelmä, jossa kallion ja rakojen mitattujen ominaisuuksien ja havaitun rakenteen perusteella voidaan tehdä kalliomekaaninen kolmiulotteinen malli, jolla voidaan luotettavasti arvioida kaivoksen kokonaisstabiiliteettiä ja mitoittaa louhoksia sekä kalliorakenteita. Lähtökohtana on kaivosteollisuuden käytännön tarpeet.

Kokonaistavoitteeseen pääsemiseksi on asetettu seuraavat osata-

voitteet: 1) Ehjän kalliomassan todellisten materiaaliparametrien määrittäminen, 2) Rakojen ominaisuuksien määrittäminen, 3) Mallinnuksen teoreettinen selvittäminen ja menetelmäkehitys käytännön ongelmia mallintamalla.

Ehjän kalliomassan todellisten materiaaliparametrien määrittämisen tavoitteena on määrittää kolmiulotteisen kalliomekaanisen mitoituksen tarvitsemat ehjän kiven jännitys/muodonmuutosominaisuudet käytännön kokein ja antaa ominaisuuksille käyttökelpoiset arvot. Laboratoriokokeiden avulla saadut arvot muutetaan kalliomassan käyttäytymismalliksi. Kaivosolosuhteissa tärkeää on myös kiven murtumisen jälkeinen "post failure" käyttäytyminen. Uuden laitteiston 5 kHz:n ohjaustaajuus mahdollistaa myös erittäin kovan kiven hallitun mittaamisen murtorajalla ja sen jälkeen, kuva 5.

Rakojen ominaisuuksien määrittämisen tavoitteena on selvittää rakojen ja raketäytteiden kalliomekaaniset ominaisuudet kolmiulotteista kalliomekaanista mallinnusta varten, sekä testata eri testausmenetelmien soveltuvuus ominaisuuksien selvittämiseen ja laatia suositus ominaisuuksien määrittämiseksi. Raon ominaisuuksien tutkimiseen MTS-815 -laitteisto tuo uusia mahdollisuuksia, kun samaa näytettä voidaan kuormittaa hallitusti kasvavassa sivupaineessa askeleittain raon kitkakulman ja koheesion mittaamiseksi, kuva 6.

Mallinnuksen teoreettisella selvittämisellä ja menetelmäkehityksellä käytännön ongelmien mallintamisen avulla tutkitaan valitun ohjelmiston mahdollisuudet ja sopivuus tehokkaaseen, jatkuvaan kaivossuunnitteluun ja samalla etsitään valittujen kohteiden kalliomekaaniset optimiratkaisut. Kalliotekniikan laboratorion käytössä on epäjatkuvaa mallia käyttävä 3DEC-ohjelmisto, jonka vaatimat materiaaliparametrit määritetään edellä esitellyillä testauslaitteistolla.

YHTEENVETO

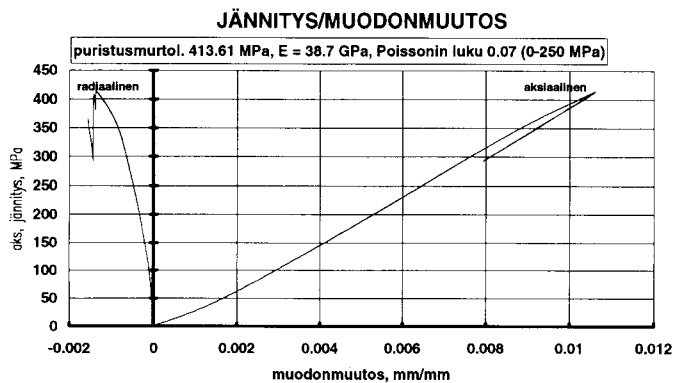
Kalliomekaanisen mitoituksen vaatimustason kohotessa (vaikeat louhintaosuhteet, suuret tilat, 3D-laskenta) on myös käytettävien laskentaparametrien oltava luotettavalla tasolla. Nykyisillä testauslaitteistoilla on voitu tehdä lähinnä yksiakksiaalisia luokitustestejä. TKK:n kalliotekniikan laboratorioon on hankittu yhteisomistukseen VTT:n kanssa uusi MTS-815 kalliomekaniikan materiaalintestauslaitteisto. Laitteisto on maailman ensimmäinen digitaalisesti ohjattu kolmiakksiaalinen materiaalintestauslaitteisto kiven testaukseen. Kiven lujuusominaisuudet saadaan mitattua ratkaisevasti nopeammin, tarkemmin ja luotettavammin kuin on aiemmin ollut mahdollista. Uusi mittaustekniikka antaa kaivostilojen ja kalliorakenteiden mitoitukselle lisää mahdollisuuksia.

Laitteiston hankinnan rahoitukseen ovat osallistuneet Outokumpu Oy, TEKES sekä TKK ja VTT. Hankittu laitteisto ja sen digitaalinen ohjausjärjestelmä mahdollistaa erittäin monipuoliset ja tarkat kalliomekaniikan laboratoriotestaukset. Kiven ja rakojen jännitys/muodonmuutosominaisuudet voidaan testata kiven käyttäytymisen äärialueilla: matalassa pitkäaikaiskuormituksessa, nopeasti

SUMMARY

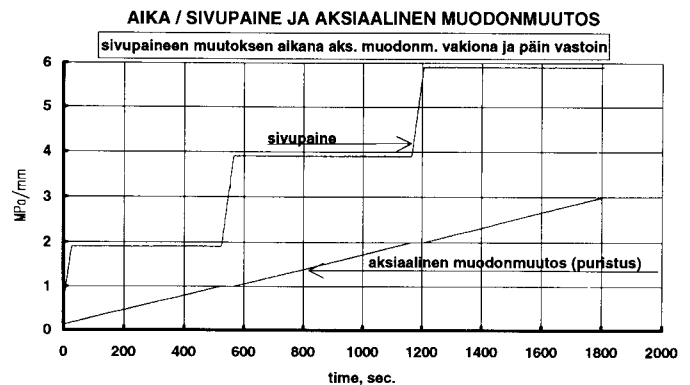
NEW ROCK MECHANICAL TESTING POSSIBILITIES

The Laboratory of Rock Engineering at Helsinki University of Technology (HUT) has acquired a new rock mechanical testing equipment in co-operation with The Technical Research Center of Finland (VTT). Outokumpu Oy's donation made this acquisition possible. Other funding resources were TEKES, HUT and VTT. The new MTS-815 Rock Mechanics Test System consist of a 2600



Kuva 5. Pyhäsalmen lehtiin (\varnothing 61.29 mm) jännitys/muodonmuutoskäyttäytyminen murtumisen jälkeen.

Fig. 5. Post failure phenomena of Pyhäsalmi lehteite.



Kuva 6. Raon testaus kolmella eri sivupaine arvolla, 2, 4 ja 6 MPa aksiaalisesä siirtymäohjauksessa.

Fig. 6. Testing procedure for a joint, three confining pressure rates (2, 4 and 6 MPa) and compression in axial displacement control.

tapahtuvassa murtotilanteessa tai kylmissä ja kuumissa olosuhteissa. Matalataajuiset dynaamiset testit sekä seismiset ja akustiset testit ovat myös mahdollisia. Kolmiakksiaalinen keno voidaan vaihtaa jäähdytyskammioon, jolla voidaan testata näytteitä jopa -60°C :een lämpötilassa. Laitteiston digitaalinen ohjausyksikkö sekä materiaalintestausjärjestelmä on kehittynein maailmassa. Laitteisto otettiin käyttöön vuoden 1992 alussa.

KIRJALLISUUS – REFERENCES

1. ISRM Suggested Methods, 1986. Rock Characterization, Testing and Monitoring, Pergamon Press, Oxford.

Korroosionestotekniikan ja materiaalikemian opetus ja tutkimus Teknillisessä Korkeakoulussa

”Ei ole mahdollista valita aikaansa, mutta on pakko valita itsensä omassa ajassaan missä elää”

DI Antero Pehkonen, DI Jari-Jukka Kukkonen, TKK, Materiaali- ja kalliotekniikan laitos, Otaniemi

Korroosionestotekniikan, sovelletun sähkökemian ja hydrometallurgian opetus ja tutkimus Suomessa aloitettiin Teknillisen korkeakoulun nyt jo edesmenneellä Vuoriteollisuusosastolla, nykyisellä Materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella, 1950-luvun alkupuolella. Korroosionestotekniikan opetus oli sisällytetty metallurgian ja epäorgaanisen kemian teknologian kursseihin. Toiminnan aloitti metallurgian professorina pitkään toiminut ja edelleen alalla aktiivisesti vaikuttava M.H. Tikkanen, joka varhain ymmärsi korroosioneston merkityksen. Juuri professori emeritus Tikkaasta voidaan pitää korroosionestotekniikan keskeisenä pioneerinä Suomessa.

Korroosionestotekniikan perustutkimus ja teollisuutta palveleva toiminta alkoi 1950-luvun lopulla, jolloin Kemian keskusliiton korroosiojaosto käynnisti teollisuuden käytännön tarpeita palvelevan tutkimustoiminnan. Tutkimusta jatkettiin laboratoriossa menestyksellisesti useita vuosia tekn.tri Eino Uusitalon (myöhemmin Kemira Oy:n varapääjohtaja) toimiessa päättäjänä.

Varsinainen korroosionestotekniikan opetus itsenäisenä aineena alkoi 1960-luvun puolivälissä. Tällöin kurssien luennointia varten saatiin määrärahoja korroosionestotekniikan erikoisopettajan palkkaamiseksi. Seuraava edistysaskel alan opetuksessa tapahtui vuonna 1972, jolloin kauppa- ja teollisuusministeriön asettaman komitean suosituksen perusteella perustettiin korroosionestotekniikan apulaisprofessorin virka. Virkaa kutsuttiin hoitamaan korroosioalalla pitkään aktiivisesti toiminut Seppo Yläsaari. Vuonna 1984 apulaisprofessori muutettiin professuuriksi ja samalla laboratorio sai Teknos-Maalit Oy:n lahjoituksena yliassistentin viran. Professorin virkaan kutsuttiin Seppo Yläsaari ja yliassistentin virkaan Olof Forsén. Ilman Teknos-Maalit Oy:n silloisen toimitusjohtajan, insinööri Osmo Kiikan, kaukonäköisyyttä ja selkeää näkemystä alan korkeakouluopetuksen merkityksestä korroosionesto- ja pintakäsittelytekniikan statukselle ei professuuria olisi voitu perustaa.

Professori Yläsaari ja tekn.tri, dosentti Forsén muodostavat edelleen ykkösketjun korroosion ja materiaalikemian laboratoriossa. Heidän johdolla on tutkimus- ja opetustoiminta laboratoriossa kasvanut viime vuosina erittäin voimakkaasti. Korroosion ja materiaalikemian laboratorio lienee resurssieihinsä nähden yksi aktiivisimmista koko prosessi- ja materiaalitekniikan osastolla. Tätä kuvaa hyvin tämän hetken toiminta; tekeillä on 11 diplomityötä, 10 lisensiaattityötä sekä 4 tohtorinväitöstyötä. Kun valtio kustantaa vain em. professorin ja yliassistentin virat ja niiden työajasta huomattava osa väistämättä kuluu hallinnollisiin rutiinitehtäviin mm. opetuksen järjestämisen ja tutkimusprojektien hankkimisen muodossa, laboratorion tutkimuksen ja opetuksen kehittämisen kannalta elintärkeää on läheinen yhteistyö teollisuuden kanssa. Laboratoriossa onkin meneillään lukuisia teollisuuden tarpeita palvelevia, mutta myös voimakkaasti perustutkimukseen keskittyviä tutkimushankkeita.

Materiaalien sähkökemiallisen käyttäytymisen tutkimisessa on välttämätöntä eri tutkimus- ja mittausten hallinta, mikä onkin ollut laboratorion keskeisenä tavoitteena jo pitkään. Tällä alueella on laboratoriolle ollut merkittävä rooli Suomessa ja laboratorio on kilpailukykyinen myös kansainvälisesti. Lähtövaltuutuksen kiinnostavimpia uutuusia laitepuolelta ovat Contact Electric Resistance- eli CER-tutkimusmenetelmä, jolla voidaan mitata noin $10^{-9} \Omega$ erotuskyvyllä johtavan materiaalin pintakerroksen sähkövastus ja sen muutosnopeus, sekä Potential and Current Mapping-menetelmä, jolla voidaan mitata pinnan sähkökemiallinen potentiaali- ja virtatopografia. Laboratorion tutkimusalueita ovat pinnoitettujen materiaalien korroosionkestävyys, katodisen suojauksen ja hydrometallurgian liukenemattomat anodimateriaalit, kuparielektrolyysiprosessin hallinta, merikorroosio, korkealämpötilakorroo-

sio, hapen sähkökemian, ruostumattomien terästen passivoituminen ja adsorboituvien ionien vaikutus passivoitumiseen, hitsiliitosten korroosio sekä inhibiitit korroosionestotekniikassa. Pienessä maassa ainoan alan korkeakoululaboratorion on tehtävä melkein kaikkea!

Materiaalien pinnoilla tapahtuvat ilmiöt, metallien ja erilaisten epäpuhtauksien liukenemis- ja saostumisreaktiot, elektrolyysi, materiaalien ja pinnoitteiden valmistus liuostietä ja tekninen sähkökemian sekä materiaalien kemia on ollut korroosion ja korroosioneston ohella toinen perinteisesti tärkeä alue laboratorion toiminnassa. Tällä sektorilla on erityisesti yhteistyö Outokumpu Oy:n kanssa ollut kiinteää ja menestyksellistä sekä yhtiön tutkimustarpeiden, rekrytoinnin että korkeakoulun perus- ja jatko-opiskelun sekä tutkimustoiminnan kannalta. Outokummun epävirallinen ”kummilapsi”-ajattelu on tuottanut yhtiölle edustavan rivin lisensiaatteja ja tohtoreita samalla, kun alan tietoutta on akkumuloitunut korkeakouluun. Tämä kokemus osoittaa, kuinka tärkeää on yritysten jatkuva näkyminen korkeakoulun sisällä.

Korroosion ja materiaalikemian laboratorion pitkältä taipaleelta aluksi metallurgian professuurin osana ja asteittain itsenäistyvästä tutkimusyksikkönä voidaan poimia monia tärkeitä ja mielenkiintoisia, jopa aikanaan sensaatioarvoa saaneita tutkimusaiheita.

1950-1960 -lukujen taitteessa oli maamme sulfidiläpölyteollisuudella suuria materiaalihaasteita kalorisäätöarvoissa. Näiden tutkimusten yhteydessä selvitettiin ruostumattomien/haponkestävien terästen molybdeenipitoisuuden vaikutus niiden korroosionkestävyyteen näissä oloissa ja todettiin, että alin kestävä pitoisuus oli 2,5 % Mo ja optimaalinen pitoisuus noin 3,5 % Mo. Asialla oli suuri käytännön merkitys, ovathan kalorisäätöarvo tärkeitä ja kallosa osia prosessia.

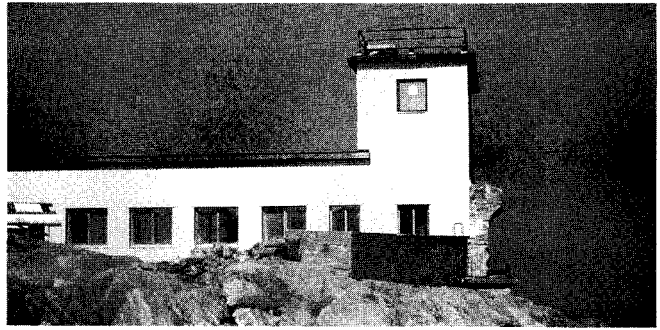
1960-luvun puolivälissä havaitsivat suomalaiset soodakattilaininsinöörit ensimmäisinä maailmassa uusien, aikaisempaa korkeammalla käyttöpaineilla toimivien kattiloiden seinämätuubeissa nopeaa tuubien ulkopintojen korroosiota. Sitä esiintyi sekä ulkopuolen vuorauksen puolella että tulipesän puolella, tosin eri kattilatyypeissä. Ensin mainittu tapaus ratkaistiin aluksi lisäajan voittamiseksi hiilidioksidin syötöllä vuorauksen ja tuubien väliin ja lopullisesti varustamalla seinämätuubit evillä ja hitsaamalla nämä yhteen, jolloin seinämästä tuli tiiviis. Näin estetään soodasulan pääsy tuubiin ulkopuolelle ja siitä aiheutunut kuumakorroosio. Kattilaseinämän tuubien tulipesän puoleinen korroosio todettiin teoreettisen tarkastelun ja myöhempien kokeiden ja kenttätutkimusten perusteella sulfidikorroosioksi, ts. rikkivedyn aiheuttamaksi erittäin nopeaksi (pahimmillaan millimetrejä vuodessa) korkealämpötilakorroosioksi pelkistävissä oloissa. Mainittakoon tässä, että silloinen metallurgian professori M.H. Tikkanen selvitti ensimmäisenä maailmassa molempien edellä mainittujen korroosio-ilmiöiden mekanismit ja nykyinen metallurgian professori Lauri Holappa vastaavasti osoitti ensimmäisenä analyttisesti rikkivedyn läsnäolon huokosissa tuubien pinnalla. Tässä tutkimuksessa kokeilivat kannuksiaan Seppo Yläsaaren apuna myös nykyiset tunnetut metallurgit Ville Sipilä ja Kari Tähtinen. Vakava korroosio-ongelma oli niin uusi, että amerikkalaiset kattilavalmistajat antoivat aluksi armolliseen sävyyn ohjeita kattilaveden käsittelyn parantamisesta luullen kysymyksen olevan tuubien vesipuolen ongelmasta! Soodakattilakorroosiotutkimus oli lopulta laaja suomalais-ruotsalais-amerikkalais-japanilainen yhteistutkimus, jossa käytännön ratkaisut kuitenkin saatiin Suomessa: aluksi kattilan alaosaan päällehitsauksella ja myöhemmin compound-putkien käytöllä. Ylemmissä osissa käytettiin liekki- ja plasmaruiskutettuja pinnoitteita. Paitsi taloudellisessa mielessä asian ratkaiseminen oli ensiarvoisen tär-

keää turvallisuuden kannalta: aikaisemmin kattiloiden viereen jouduttiin rakentamaan teräsbetonisia suojabunkkereita lämmittäjien turvaksi.

Rautaruukki Oy:n ennakkoluulottomuus jatkuvavalutekniikan edelläkävijänä 1960-1970-lukujen taitteessa ei sujunut ilman kamppitusyrityksiä Pohjanlahden toiselta puolen. Silloisen Wärtsilän telakan rakentaessa jäänmurtaja Kieviä se sai määräyksen käyttää neuvostoliittolaista terästä laivan runkomateriaalina. Aluksen sitten operoituva Pohjoisella Jäämerellä, palasi alus telakalle kyljissään hitsisaumojen alueella 5-6 cm leveitä syöpymiä. Telakan otettua yhteyttä Ruotsiin, KTH:n silloinen korroosion ja sähkökemian professori esitti johtopäätöksensä tutkimuksistaan, että syy oli teräksen valmistus jatkuvavalumenetelmällä. Tämä oli vakava syytös ja sai ruotsalaiset lehdet ja ulkomaiset asiakkaat epäluuloisiksi. Oli luontevaa, että asiassa käännyttiin sen jälkeen TKK:n metallurgian professorin puoleen. TKK:n tutkimuksissa selvitettiin, etteivät jatkuvavaletun teräksen korroosio-ominaisuudet poikkea oleellisesti vanhemmalla menetelmällä tehdystä teräksestä. Tragikoomista oli, että selvityksen yhteydessä kävi ilmi, että jäänmurtaja Kievin levyt eivät olleetkaan jatkuvavalettuja teräksi vaan neuvostoliittolaisia, panssarivaunuihin tarkoitettuja perinteisesti valmistettuja levyjä. Levyjen käyttötarkoituksen johdosta niiden mangaanipitoisuus oli erittäin korkea, mikä johti korroosion kannalta huonoon hitsin lämpövyöhykkeen rakenteeseen. Viimeinen pohjoismaiden silloin ainoaan jatkuvavaletun teräksen valmistajaan kohdistuva kamppitusyritys oli vuosia myöhemmin Lidingön kotelopalkkisiltajupakka. Siinä puolestaan Lidingön siltatyömaan pohjassa huonosti tilapäis-suojattujen kotelorakenteiden voimakas paikallinen korroosio pinnon heikoissa kohdissa yritettiin tulkita: ”jatkuvavalussa syntyneiden mangaanisulfidisulkeutumien” aiheuttamaksi. Asia raukesi lopulta näytön heikkouteen. Kansainvälisesti hyvin lanseerattu teoria vaati kuitenkin tiedonsiirron puutteiden vuoksi lisäveronsa. Vielä pitkälle 70-luvulle säästäväiset saksalaiset terästehtaat uhrasivat miljoonia saksanmarkkoja sulkeumateorian tutkimukseen, tosin laihoin tuloksin.

Korroosio on parhaita esimerkkejä poikkiteknisestä ja tieteiden välisestä alasta. Parvitseehan korroosioinsinööri työssään niin ympäristön kemian kuin materiaalin rakenteen ja mekaanisten ominaisuuksien tietämystä. Nykyinen opiskelija-aines on sisäistänyt tämän ilahduttavan hyvin. Korroosionestotekniikan, samoin kuin nykyaikaisen materiaalikemian syventymiskohteekseen valinneita opiskelijoita on niin prosessimetallurgian, fysikaalisen metallurgian, kemian kuin koneosastonkin puolelta. Jotta kaikki maine laajakatseisesta ajattelusta ei menisi kokonaan opiskelijoiden piikkiin, mainittakoon laboratorion viranhaltijoiden vireä toiminta eri puolilla korkeakoulua, mikä on osaltaan kasvattanut korroosionestotekniikalle myönteistä ilmapiiriä.

Jo 1950-luvulta lähtien laboratoriolta on ollut erinomaiset kansainväliset yhteydet joka suuntaan. 1954 Kööpenhaminan kongressista alkanut NKM (Nordiska Korrosionsmöter) -yhteistyö on johtanut mm. onnistuneiden ruosteenpoisto- ja maalausstandardien kehittämiseen. Nämä on sittemmin omaksuttu lähes sellaisenaan kansainvälisiksi standardeiksi. Koska Eurooppa yhdentyy joka tapauksessa joko suoraan EY:n tai erillisten kauppa tms. sopimusten kautta, laboratorio on jatkuvasti lisännyt kansainvälistä yhteistyötä. Alkukesästä 1992 laboratorio järjesti arvostetun Electrochemical Methods in Corrosion Research -kongressin Suomessa. Laboratorion viranhaltijat ovat olleet perinteisesti mukana erilaisissa kansainvälisissä korroosioalan yhteistyöelimissä, esim. International Corrosion Council, European Federation of Corrosion, National Association of Corrosion Engineers (NACE, USA) sekä toimineet usein pohjoismaisten NKM-korroosioakongressien isäntinä tai järjestelyissä. Laboratoriossa on aloitettu myös yhteistyöhankkeita niin itäisten rajanaapureiden kuin Suomenlahden eteläpuolisten heimoveljemme ja -siskojemme kanssa. Kyseisissä tutkimushankkeissa pyritään sekä hyödyntämään heidän tiettyjen alojen vankkaa erityisosaamistaan että myös tukemaan heitä pyrkimyksissä kohti toimivaa yhteiskuntaa. Laboratorion tekninen apu ja henkinen tuki ovat kohdistuneet Tallinnaan, missä ollaan käynnistämässä korroosionestotekniikan ja materiaalikemian opetus- ja tutkimustoimin-



Kuva 1. Isosaaren merikorroosioasema, missä on erinomaiset mahdollisuudet rasisuskorroosio- ja sähkökemian tutkimuksiin todellisissa meriolioissa. Isosaaren merikorroosioasema sijaitsee aivan Helsingin edustalla.
Fig. 1. Isosaari Marine Corrosion Station, which affords an excellent opportunity to carry out marine corrosion tests in real marine environment. Isosaari Marine Corrosion Station lies just off Helsinki.

taa. Laboratoriolla on lisäksi yhteistyötä useimpien alalla merkittävien kansainvälisten korkeakoulujen, mm. saksalaisten ja sveitsiläisten korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa. Yhteistyöllä Venäjän johtavien korroosion ja sähkökemian tutkimusinstituuttien kanssa (Karpov-Instituutti, Venäjän Tiedeakatemia Fysikaalisen Kemian Instituutti) on jo yli 30 vuoden perinteet.

Viime päivien kiivaan yhteiskuntakeskustelun johdosta on kaikenlaisten reunaehtojen määräytyminen ja asettelu tullut erittäin tärkeäksi tulevaisuuden skenaarioissa. Myös korroosion ja materiaalikemian laboratorion reunaehtokomitea on asettanut seuraavat reunaehdot tutkimustoiminnalle ja koulutukselle: tutkimustoiminnan on keskityttävä entistä enemmän palvelemaan teollisuuden tarpeita ja koulutuksessa pääpainon on oltava vankassa perusosaamisessa, missä etenkin jatkokoulutukseen on panostettava merkittävästi. Ainoastaan tämä takaa laboratorion aseman yhä kovenevassa kilpailussa.

Professori emeritus M.H. Tikkasta haluamme kiittää niin esimerkiksi toiminnasta korroosionestotekniikan laajalla alueella kuin valaisevista kertomuksista menneiltä vuosilta.

YHTEENVETO

Korroosionestotekniikan ja sovelletun sähkökemian opetusta ja tutkimusta on ollut Teknillisessä korkeakoulussa jo yli 35 vuoden ajan. Perustutkimus ja teollisuuden tarpeita palveleva toiminta alkoi 50-luvun loppupuolella ja on edelleen vireätä laboratoriossa.

Laboratorion toiminta-ajatus on kanavoida nuorten luovuus, käytännön kokemus sekä tutkimuksen ja tuotekehityksen niin ilot kuin surutkin käytännön tarpeiden ja yhteiskunnan kannalta hyödyllisiksi tuloksiksi käyttäen apuna materiaalitekniikan, korroosion, materiaalikemian ja sovelletun sähkökemian tarjoamia mitä mielenkiintoisimpia tutkimusaiheita. Toiminta-ajatus toteutetaan sekä opetuksen että tutkimuksen muodossa.

SUMMARY

ON THE EDUCATION AND RESEARCH OF CORROSION SCIENCE AND MATERIAL CHEMISTRY IN HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

The teaching and research of corrosion phenomena and applied electrochemistry have been carried out at the Helsinki University of Technology over thirty five years. The organized research activities serving both the basic research and the practical demands of industry started in the late 50's and have continued successfully in the laboratory.

The action idea of the laboratory is an effort to get the creativity of young people, practical experience, research and technical fantasy into useful results by using the possibilities in various fields of materials science, corrosion, materials chemistry and applied electrochemistry. The action idea is realized both in the form of teaching and research.

In Memoriam



HEIKKI JUHANI NUUTILAINEN
3.4.1929 – 16.5.1992

Filosofian tohtori Heikki Juhani Nuutilainen kuoli kotonaan Oulussa 16.5.1992. Hän oli syntynyt 3.4.1929 Ruokolahdella. Ylioppilaaksi hän tuli v. 1948 Imatran yhteiskoulusta ja filosofian maisterin tutkinnon pääaineenaan geologia ja mineralogia hän suoritti vuonna 1954 Helsingin yliopistossa. Opintojaan Juhani Nuutilainen jatkoi työn ohessa suorittaen Oulun yliopistossa filosofian lisensiaattitutkinnon 1964 ja väitellen tohtoriksi vuonna 1968 Misin alueen rautamalmeista.

Valmistumisensa jälkeen Juhani Nuutilainen toimi Hackman & Co:n malminetsintägeologina vuosina 1955-1956 siirtyen v. 1956 Otanmäki Oy:n palvelukseen malminetsintägeologiksi Vuolijoelle, mistä hän siirtyi Rovaniemen malminetsintätoimiston esimieheksi 1959. Rautaruukki Oy:n Malminetsinnän osastopäällikkönä Oulussa hän toimi 1970-1978 ja edelleen Malminetsinnän johtajana vuoden 1985 loppuun, jolloin Rautaruukki Oy:n malminetsintäorganisaatio purettiin. Seuraavan vuoden alussa hän siirtyi Outokumpu Oy Malminetsinnän palvelukseen Lapin Malmin päälliköksi Rovaniemelle. Outokumpu Finmines Oy:n Malminetsinnän johtajaksi hänet nimitettiin vuoden 1990 alusta sijoituspaikkanaan Outokumpu.

Juhani Nuutilainen oli malminetsinnän ammattilainen käytettiin mitta- ja käytännön työsuorituksia tai teoreettista tietoutta. Hän oli Otanmäki Oy:n palveluksessa ollessaan käynnistämässä malminetsintätoimintaa Otanmäen ympäristössä, joka toiminta sitten Rautaruukki Oy:n puitteissa laajeni koko valtakunnan alueelle painopisteen säilyessä kuitenkin Pohjois-Suomessa. Yhtiöiden malminetsintätoimenpiteet johtivat Kärväsvaaran ja Raajärven alueen rautakaivosten avaamiseen 1950-60 lukujen vaihteessa ja Mustavaaran vanadiinikaivoksen avaamiseen 1970-luvun puolivälissä. Hannukaisen rauta-kuparimalmit löytyivät myös 1970-luvulla ja johtivat kaivostoimintaan 1980-luvun alussa. Mittavin Rautaruukin malminetsintäkohde 1970-luvulla oli kuitenkin Soklin fosforimalmi, jonka tutkimuksiin Juhani Nuutilainen aktiivisesti osallistui.

Juhani Nuutilainen sai olla osaltaan vaikuttamassa malminetsinnän ja metallimalmikaivostoiminnan kehittämiseen ja nousuun maassamme 1950-1960-luvuilla. Hän sai kokea maamme malminetsinnän tähtihetket, mutta hän koki myös malminetsinnän 1980-luvulla alkaneiden supistamistoimenpiteiden aiheuttamat ongelmat kaikessa kovuudessaan.

Juhani Nuutilainen oli työstään innostunut omaten poikkeuksellisen laajat tiedot malmigeologiasta sekä eri malminetsintämenetelmistä ja niiden sovellutuksista. Viime vuosina hän paneutui jalometallimalmien tutkimusmenetelmiin sekä etenkin kultamalmin genesikseen. Hänen johdolla tehostettiin 1980-luvun lopulla jalometallimalmien etsintää Pohjois-Suomessa. Hänen kiinnostustaan jalometallimalmien etsintään syvensi Saattoporan kultakaivoksen avaaminen v. 1989.

Juhani Nuutilaisella oli useita luottamustehtäviä ja hän toimi mm. v. 1975-77 Vuorimiesyhdistyksen geologijaoston, v. 1985 Suomen Geologisen Seuran ja v. 1970-72 Lapin tutkimusseuran puheenjohtajana sekä v. 1979-80 Tuuran Rotary-klubin presidenttinä.

Kirjallisuus oli Nuutilaisen tärkeimpiä harrastuksia. Kuten ammattikirjallisuuteenkin, hän paneutui harrastukseensa monipuolisesti ulottaen sen tie-



AARRE STENBERG
3.7.1920 – 8.2.1992

Aarre Pentti Valfrid Stenberg kuoli 8.2.1992 Espoossa. Hän oli syntynyt 3.7.1920 Taivassalossa. Ylioppilaaksi hän kirjoitti sotavuonna -41 ja osallistui sen jälkeen aktiivisesti isänmaamme puolustukseen. Sotilasarvoltaan hän oli luutnantti.

Avioliiton Aarre solmi vuonna -50 sairaanhoitaja Saara Margareetta Lainon kanssa. Perheeseen syntyi kolme lasta Ilkka, Erja ja Vesa.

Aarre opiskeli geologiaa Helsingin Yliopistossa, missä hän suoritti FK-tutkinnon vuonna -53.

Toimittuaan muutamia vuosia geologina Imatran Voimassa hän siirtyi vuonna -59 Outokummun palvelukseen. Jo tätä ennen hän oli useana pitkänä kenttäkautena geologisissa tehtävissä Outokumpu Oy:ssä. Kaivosgeologina hän toimi kesällä -60 Korsnäsissa, mutta varsinaisen kaivosgeologiansa hän toi Aijalan kaivoksella, mistä hän vuonna -71 siirtyi Outokumpu Oy:n Malminetsintään Espooseen ensin kansannäytegeologiksi ja sen jälkeen tutkimusgeologiksi lähinnä Porin Ahlaisten alueen nikkelitutkimuksiin. Tästä tehtävästä hän jäi eläkkeelle vuonna -82.

Jo aktiivigeologiaikanaan oli postimerkkeily Aarre Stenbergin sydäntä lähellä. Hän veti Malminetsinnän postimerkkikerhoa ja jatkoi aktiivisesti tätä harrastustaan eläkepäivinä. Muistamme Aarretta myhäilevänä, ystävällisenä kollegana.

Martti Kokkola

Vuorimiesyhdistys r.y:n geologijaoston jäsen Aarre Pentti Valfrid Stenberg oli vuodesta 1961 lähtien.

Toimitus

tokirjallisuudesta kaunokirjallisuuteen. Tämä laaja-alaisuus auttoi häntä luomaan kontakteja ympäristönsä ja saavuttamaan kanssaihmistensä arvostuksen.

Juhani Nuutilainen oli luonteeltaan tutkija ja kehittäjä, joka huolella ja perinpohjaisuudella paneutui eteentuleviin asioihin niin työelämän piirissä kuin vapaa-aikanakin. Hänellä oli kyky nähdä asioiden oleelliset puolet sekä tuoda selkeästi omat näkemyksensä julki. Juhani Nuutilainen noudatti työn äkilliseen katkeamiseen saakka tinkimättä periaatettansa, että ihmisen tulee jatkuvasti kehittää itseään.

Rauno Hugg
Aimo Hattula

Vuosimiesyhdistys r.y:n geologijaoston sekä kaivosjaoston jäsen Heikki Juhani Nuutilainen oli vuodesta 1957 lähtien.

Toimitus

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1991

Vuosikokous

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 48. vuosikokous pidettiin Messukeskuksessa Helsingissä 22.3.1991. Puheenjohtaja Pertti Voutilainen avasi kokouksen ja esitti katsauksen maamme vuoriteollisuuden kehitykseen vuonna 1990. Yhdistyksen puheenjohtajaksi valittiin prof. Raimo Matikainen ja varapuheenjohtajaksi Dipl. ins. Erkki Ström.

— Petter Forsström pris-Petter Forsström palkinto jaettiin TkL Pertti Heikkilälle hänen kalliomurskeen laatua käsittelevistä artikkeleistaan Vuoriteollisuuslehden numeroissa 1/89 ja 2/90.

— Kokous päätti kutsua rva Karin Stigzeliuksen Vuorimiesyhdistyksen kunniajäseneksi kiitoksena hänen pitkäaikaisesta ja huomattavasta työstään yhdistyksen hyväksi.

Virallisten kokousasioiden jälkeen pidettiin seuraavat esitykset:

— Prof. Raimo Matikainen, Teknillinen korkeakoulu: Vuoriteollisuuden osaaminen myyntituotteena - jatkuuko menestys?

— Johtaja Matti Kilpinen, Repola yhtymä: Vuoriteollisuuden koneiden ja laitteiden valmistus

— Johtaja Olavi Siltari, Outokumpu Oy: Heikki Miekko-ojan muistoluento: Ruostumattoman teräksen valmistus Suomessa

Jaostot kokoontuivat iltapäivällä omien erikoisalojensa merkeissä.

Illalistanssiaisissa ravintola Kalastajatorpalla vastasi isännyydestä Tamrock Oy.

Toimihenkilöt

— Puheenjohtaja: Dipl.ins. Pertti Voutilainen 22.3.1991 asti
prof. Raimo Matikainen 22.3.1991 alkaen
— Varapuheenjohtaja: prof. Raimo Matikainen 22.3.1991 asti
Dipl.ins. Erkki Ström 22.3.1991 alkaen

— Hallituksen jäsenet:
Tekn.lis. Hans Allenius 22.3.1991 alkaen
Dipl.ins. Eelis Eskelinen 22.3.1991 alkaen
Tekn.lis. Jorma Kemppainen 22.3.1991 alkaen
Dipl.ins. Jan Owren 22.3.1991 asti
Prof. Heikki Papunen
Dipl.ins. Raimo Rantanen
Dipl.ins. Heikki Rusila
Dipl.ins. Lauri Siirama 22.3.1991 asti
Dipl.ins. Ismo Suominen 22.3.1991 asti
Dipl.ins. Esko Ulvelin
Dipl.ins. Veijo Vartiainen
Dipl.ins. Timo Välttilä

— Rahastonhoitaja: LuK Marjatta Parkkinen
— Sihteerit: Dipl.ins. Erkki Pimiä 22.3.1991 asti
Tekn.tri Heikki Laapas
Tekn.lis. Martti Veistaro 20.8.1991 alkaen

Yhdistyksen toiminta

Hallitus kokoontui toimintakauden aikana neljä kertaa. Kokouksissa ovat olleet läsnä myös jaostojen puheenjohtajat, rahastonhoitaja ja tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtaja.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus-Bergshanteringen on ilmestynyt kaksi kertaa. Lehden päätoimittajana on toiminut prof. Martti Sulonen ja toimitusneuvoston puheenjohtajana dipl.ins. Matti Palperi.

Jaostot

Pääosan yhdistyksen jäsenoiminnasta on muodostanut jaostojen aktiivinen toiminta eri muodoissa.

Jaostot ovat järjestäneet koulutus- ja esitelmätilaisuuksia sekä ammatillisia retkiä jäsenistönsä alalta. Tarkemmin jaostojen toiminta on esitetty kunkin omassa toimintakertomuksessa.

Jaostojen toimihenkilöt:

Geologijaosto: puheenjohtaja, Fil.lis. Elias Ekdahl; sihteeri, Fil.kand. Sirkku Halonen.

Kaivosjaosto: puheenjohtaja, Dipl.ins. Kimmo Kekki; sihteeri, Dipl.ins. Antti Pihko 1.9.1991 asti, Fil.maist. Tommy Grahn 1.9.1991 alkaen.

Metallurgijaosto: puheenjohtaja, Dipl.ins. Matti Ketolainen 22.3.1991 asti, Tekn.tri Kalevi Nikkilä 22.3.1991 alkaen; sihteeri, Ins. Eero Parviainen 22.3.1991 asti, Tekn.lis. Lars Helle 22.3.1991 alkaen.

Rikastus- ja prosessitekniikan jaosto: puheenjohtaja, Prof. Kari Heiskanen; sihteeri, Dipl.ins. Jukka Karhunen.

Yhdistyksen ja jaostojen jäsenmäärät

Yhdistyksen jäsenmäärä 31.12.1991 oli 1979 jossa lisäystä edellisvuodesta on 20. Uusia jäseniä hyväksyttiin 65. Kuoleman kautta poistui 13 ja erosi 22.

Jaostojen jäsenmäärät olivat seuraavat: Geologijaosto 436, Kaivosjaosto 422, Metallurgijaosto 1062, Rikastus- ja prosessitekniikan jaosto 282.

Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunnan sääntömääräinen vuosikokous oli 22.2.1991. Tutkimusjohtokunta kokoontui vuoden 1991 aikana neljä kertaa.

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana on 31.1.1991 saakka toiminut fil.lis. Tom Bröckl ja 31.1.1991 lähtien dipl.ins. Paavo Eerola. Varapuheenjohtajana on 31.1.1991 saakka toiminut ins. Eero Soininen ja 31.1.1991 lähtien dipl.ins. Juha Pajari. Fil.tri Jyrki Parkkinen toimi valtuuskunnan ja sen toimikuntien sihteerinä.

Toimikuntien puheenjohtajat:

— Geologinen toimikunta: Prof. Heikki Niini.
— Kaivosteknillinen toimikunta: Dipl.ins. Pekka Lappalainen.
— Rikastusteknillinen toimikunta: Dipl.ins. Jarmo Aaltonen.

Suoraan tutkimusjohtokunnan valvonnassa olivat seuraavat projektit:

— Edunvalvonta.
— Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtaja on tutkimusvaltuuskunnan edustaja kansainvälisen kaivosympäristön suojelukongressin valmisteluissa.
— Kaivosten jälkihoito.
— Kaivosten ympäristöasiat.
— Fragmentointi.
— Malmgränsbestämning med borrhålsmätningar.

Toimikunnilla oli käynnissä yhteensä 30 tutkimusta ja selvitystä sekä valmisteltavana 6.

Pohjoismaisessa yhteistyössä on osallistuttu seuraaviin kokouksiin:

— Geomöte Helsingissä ja Lohjalla 11.-12.6.1991.
— Nordiskt Gruvforskningsmöte Enonkoskella ja Savonlinnassa 5.-7.11.1991.
— Nordiskt mineraltekniskt forskningsmöte Titaniassa (Norja) 21.-23.8.1991.
— Muista pohjoismaista on saatu 5 raporttia.

Espoossa 12. helmikuuta 1992

VUORIMIESYHDISTYS

— BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.:n
HALLITUS

Raimo Matikainen
puheenjohtaja

Heikki Laapas
sihteeri

T U L O S L A S K E L M A 1.1.91-31.12.91

**V A R S I N A I N E N T O I M I N T A
V M Y N H A L L I N T O**

TUOTOT			
KULUT			
Palkat	37.607,00		
Muut kulut	23.104,30		
Vuosikokous	64.505,28		
Avustukset	8.000,00		
Jaostot	17.541,30	-150.757,88	-150.757,88

T U T K I M U S V A L T U U S K U N T A

TUOTOT			
KULUT			
Hallinto	105.428,00		
Matkat	14.694,56		
Muut kulut	14.079,00		
TJ-proj	15.000,00		
Toimikunnat	127.460,06	-276.661,62	-276.661,62

J U L K A I S U T

TUOTOT			
B-sarja	155,00		
Muut tuotteet	1.960,00	+2.115,00	
KULUT			
A-sarja	14.837,20		
Pets.Nikkeli	17.063,30		
Jäsenluettelo	20.411,50	-52.312,00	-50.197,00

V U O R I T E O L L I S U U S L E H T I

TUOTOT	+146.288,50		
KULUT	-177.228,25		-30.939,75

K A L L I O M E K A N I I K K A T O I M I K U N T A

M U U T T U O T O T J A K U L U T

TUOTOT			
Korkotulot			+22.948,61
KULUT			
Vakuutukset	1.331,15		
Muut kulut	12.743,45	-14.074,60	+8.874,01
			-499.682,24

V A R A I N H A N K I N T A

Jäsenmaksut	171.187,95		
Tutk. valt.k. kannatusm.	277.500,00		
Lahjoitukset	5.000,00		+453.687,95

T I L I K A U D E N Y L I / A L I J Ä Ä M Ä -45.994,29

T A S E 1.1.91-31.12.91

V A S T A A V A A

R A H O I T U S O M A I S U U S

Rahat ja pankkisaamiset	251.490,93		
Tilisaamiset	37.027,50		
Siirtosaamiset	76.391,50		
Muut rahoitusvarat	200.000,00		564.909,93

V A S T A T T A V A A

L Y H Y T A I K A I N E N V I E R A S P Ä Ä O M A

Tilivelat	58.300,85		
OMA PÄÄOMA			
Yli-/alijäämä edell.v.	552.603,37		
Yli-/alij. tilik.	-45.994,29		564.909,93

T U T K I M U S V A L T U U S K U N T A 1.1.1991-31.12.1991

H A L L I N T O

Palkat	-69.428,00		
Matkat	-14.694,56		
TJ-proj.	-15.000,00		
Muut kulut	-14.079,00		-113.201,56

T O I M I K U N N A T

Geo	Matkat	-23.142,66		
	Atmo	+216,00		
	Sanastoproj.	-12.000,00		
	Geol./ymp/louh	-61.500,00		-96.426,66
Kai	Matkat	-6.178,00		
	Mursk./kulj/avol	-3.326,40		-9.504,40
Rik	Matkat	-27.529,00		
	Vesikierto	-30.000,00		-57.529,00
	Yhteensä			-276.661,62

V A R A I N H A N K I N T A

Jäs.kann.maks.	+277.500,00		
Koul.kann.	+5.000,00		+282.500,00

Y H T E E N S Ä +5.838,38

SALDO 31.12.90 +300.822,39

SALDO 31.12.91 +306.660,67

P E T S A M O N N I K K E L I 1989-1991

T U L O T (myynti)

1989	84.184,00		
1990	63.861,10		
1991	9.262,70		+157.307,80

M E N O T

1989	132.351,20		
1990	26.579,00		
1991	26.326,00		-185.256,20
			-27.948,40

Kirja on loppuunmyyty!

S A L D O T 31.12.1991

T U T K I M U S V A L T U U S K U N T A

Saldo 31.12.1990	+300.822,39		
v. 1991 ylijäämä	+5.838,38		
			+306.660,77

Y H D I S T Y K S E N T O I M I N T A

Saldo 31.12.1990	+251.780,98		
v. 1991 alijäämä	-51.832,67		
			+199.948,31

K O K O Y H D I S T Y K S E N S A L D O 31.12.1991 +506.609,08

**T A L O U S A R V I O V U O D E L L E 1992
V A R S I N A I N E N T O I M I N T A**

V M Y N H A L L I N T O

TUOTOT	Jaostot		
KULUT	Hallinto	85.000	
	Vuosikok.	150.000	
	Avustukset	20.000	
	Jaostot	30.000	-285.000
			-285.000

TUTKIMUSVALTUUSKUNTA

TUOTOT	Osall. tutk.			
KULUT	Hallinto	140.000		
	Tutk. & esiselv.	200.000		
	Teknol 2000	140.000		
	Eduvalvonta	30.000	-510.000	-510.000

JULKAISUT

TUOTOT	A-sarja	5.000		
	B-sarja	4.000	+9.000	
KULUT	A-sarja	40.000		
	Jäsenluett.	5.000	-45.000	-36.000

VUORITEOLLISUUSLEHTI

TUOTOT	Mainostulot	140.000		
	Tilausmaksut	7.300	+147.300	
KULUT		180.000	-180.000	-32.700

MUUT TUOTOT JA KULUT

TUOTOT	Korkotulot	23.000	+23.000	
KULUT	Pankkipalv. maks.	8.000		
	Tulotappiot	12.000	-20.000	+3.000
				-860.700

V A R A I N H A N K I N T A

Jäsenmaksut	135.000		
TVK jäs. maksut	267.500		
Lahjoitukset	5.000		+407.500

TILIKAUDEN ALIJÄÄMÄ -453.200

GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS 1991

Toiminta

Geologijaoston päätapahtumat toimintavuonna 1991 ovat olleet vuosikokous, kairauspäivät, ekskursio ja geofysiikan neuvottelupäivät. Jaoston johtokunta kokoontui 5 kertaa.

Geologijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydessä 22.3.1991 Messukeskuksessa Helsingissä. Kokouksessa oli läsnä 80 jaoston jäsentä. Kokouksen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

— FK Jukka Marmo, Geologian tutkimuskeskus, aiheesta "GTK:n osaminen ja kehitysyhteistyö"

— FL Jussi Aarnisalo, Outokumpu Finnmines Oy, Malminetsintä, aiheesta "Kuvankäsittelyn antamat mahdollisuudet tutkimuksessa ja raaka-aineen etsinnässä"

— Toimitusjohtaja Tuomo Mäkelä, Outokumpu Metals and Resources, Espanja, aiheesta "Geologian alan kansainvälinen kysyntä 1990-luvulla".

Kairauspäivät pidettiin Tampereella 6.–7. helmikuuta. Päiville osallistui 71 henkilöä. Järjestelyistä vastasi työryhmä: Esko With, Suomen Malmi Oy, Esko Räisänen, Geologian tutkimuskeskus, Kurt Karlsson, Myllykoski Oy ja Martti Liimatainen, Outokumpu Finnmines Oy.

Syysekskursio tehtiin 27.–29.9. Viroon, jossa tutustuttiin Kohtla-järven ympäristön palavakiviesiintymiin, Maardun fosforiittilouhokseen ja Vasalemmen kalkkikivilouhokseen. Ekskursiolle osallistui 32 jaostolaista. Järjestelyistä vastasi Maija Haavisto-Hyvärinen, Geologian tutkimuskeskus.

Geofysiikan VIII Neuvottelupäivät pidettiin Espoon Dipolissa 29.–30.10. Osallistujia oli 77. Päivien aikana kuultiin 35 esitelmää, poster-esityksiä oli 11 ja ATK-demonstraatioita oli 4. Järjestelyistä vastasivat apul. prof. Markku Peltoniemi, Helsingin teknillinen korkeakoulu ja DI Timo Rekola, Outokumpu Finnmines Oy.

Toimihenkilöt

Toimintavuonna 1991 vuosikokouksesta lähtien on johtokunnan kokoonpano ollut seuraava: puheenjohtajana FL Elias Ekdahl, sihteerinä FK Sirkku Halonen ja muina jäseninä FM Timo Kopperoinen, FM Tuomo Korkalo, FM Jaakko-Pekka Perttula ja DI Timo Rekola.

Jäsenmäärä

Geologijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1991 lopussa 436. Uusia jäseniä liittyi 19. Kuoleman kautta jaostostamme poistuivat professori Paavo Maijala, joka oli yhdistyksen jäsen vuodesta 1946 lähtien, ja FM Åge Renwall, joka oli yhdistyksen jäsen perustamisvuodesta 1943 lähtien.

Elias Ekdahl
puheenjohtaja

Sirkku Halonen
sihteeeri

KAIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1991

Toiminta

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintavuoden aikana kaksi ja jaoston johtokunta neljä kertaa.

Kaivosjaoston vuosikokous pidettiin Messukeskuksessa, Helsingissä 22.3.1990 kello 14.00 alkaen. Läsnä oli 108 jäsentä. Kokouksen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

1. Suomalaisen kaivososaamisen kilpailukyky ulkomailla.

Johtaja Timo Välttilä, Outokumpu Mining Services

2. Dataporauksella kilpailukykyä.

Johtaja Erkki Holopainen & Markkinointipäällikkö Bjarne Liljestrand, Lemminkäinen Oy, Kalliorakennusyksikkö

3. Miksi rakennamme kallioon?

Projektinjohtaja, Timo Niini, Helsingin kaupunki, kaupungin kanslia

Syyskokous pidettiin syysretken yhteydessä Kemissä 19.9.1991. Läsnä oli 17 jäsentä. Syysretken kohteena oli Outokumpu Chrome Oy:n Kemin kaivos ja Tornion tehtaat. Iltajuhlasta vastasi Outokumpu Chrome Oy, Kemin kaivos.

Kaivosjaoston puheenjohtaja on toiminut Bergsprängningkommittén, Svenska Gruvföreningenin., BEFO:n ja NIF:n yhdysmiehenä.

Kalliomekaniikan toimikunnan johtokunnassa ovat toimineet FL Lennart Lauren ja DI Pekka Loven.

TkT Pekka Särkkä on toiminut ISRM:n yhdysmiehenä.

FL Lennart Lauren on toiminut VMY:n edustajana ISM:ssä ja pohjoismaisessa kaivosmittauskomiteassa.

Toimihenkilöt

Toimintavuonna 1991 on jaoston puheenjohtajana toiminut DI Kimmo Kekki, varapuheenjohtajana DI Antti Seeste ja johtokunnan muina jäseninä DI Bjarne Liljestrand, DI Olavi Paatsola, TkL Timo Soikkeli ja TkL Seija Sundholm. Sihteerinä on toiminut DI, KTM Antti Pihko 30.8 asti, jonka jälkeen DI Tommy Grahn.

Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä oli vuoden 1991 lopussa 422 henkilöä, lisäystä edellisvuodesta neljä henkilöä. Uusia jäseniä hyväksyttiin vuoden aikana 13 kappaletta, joista nuoria jäseniä kuusi kappaletta.

Kimmo Kekki

puheenjohtaja

Tommy Grahn

sihteeeri

METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1991

Varsinainen toiminta

Metallurgijaosto on kokoontunut toimintakauden aikana vuosikokoukseen.

Vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 22.3.1991 Helsingissä Messukeskuksessa. Parhaimmillaan läsnä oli 173 jäsentä.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

■ DI Martti Miettinen, Rautaruukki Oy, Oulu "Korkea teknologia myyntituotteena"

■ DI Juha Hujanen, Larox Oy, Lappeenranta "Metallurgisten prosessilietten pesu ja kuivaus painesuodatustekniikalla"

■ TkT Jussi Asteljoki, Outokumpu Technology Oy, Espoo "Teknologian myynti — Kasvava painopistealue Outokumpukonsernissa"

■ TkT Kari Tähtinen, Ovako Metec Finland, Imatra "Terästuotteiden kehitystoiminnan haasteet 90-luvulla"

Lauantain ekskursioon kohteena oli AIRAM Oy:n Kovametallitehdas.

Jaoston kesäretki tehtiin 23.8.1991 Rautaruukki Oy:n Raahen terästehtaalalle. Retkeen osallistui 27 jäsentä.

Vuonna 1991 ei järjestetty aiemmin tapana ollutta syyskokousta.

Koulutustoiminta

Koulutustoiminta on hoidettu Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntijatoimikunnan (metallurgian VAT) kautta. Puheenjohtajana on toiminut TkT Veikko Heikkinen. VAT on kokoontunut toimintavuoden aikana kolme kertaa.

Varsinaiset koulutustapahtumat on perinteisesti järjestetty yhdessä yhteistyökumppanin, mm. INSKO:n, kanssa. Tällä toimikaudella suunniteltiin, mutta ei käytännössä järjestetty koulutustapahtumia.

Metallurgijaoston Korkeakouluyhteistyöelin kokoontui puhelinkokouksin sekä kokosi koulutustapahtumalistaa, jota julkaistiin jaoston tiedotuslehdessä keväällä ja syksyllä 1991.

Tiedotus

Jaoston lehti "Metallurgijaosto tiedottaa" on ilmestynyt kolme kertaa.

Toimihenkilöt

Toimintavuoden aikana jaoston johtokunta on ollut seuraava: Puh.joht. TKT Kalevi Nikkilä, Ovako Oy, Imatra/ Outokumpu Engineering Oy, Espoo, varaphj. TKT Asmo Vartiainen, Outokumpu Research Oy, Pori, sihteeri TkL Lars Helle, Ovako Oy, Imatra/ Outokumpu Engineering Contractors Oy, Espoo, jäsenet apul.prof. Heikki Jalkanen, HTKK, Espoo, DI Vesa Laakso, AIRAM Kovametalli Oy, Espoo, TkL Raimo Makkonen, Suomen Rahapaja, Vantaa, DI Ilpo Saastamoinen, Tampella Papertech, Tampere, TKT Peter Sandvik, Rautaruukki Oy, Raah.

Jäsenet

Metallurgijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1991 lopussa 1062. Vuoden 1991 aikana jaoston johtokunta puoli uusiksi jäseniksi 24 henkilöä, joista 23 varsinaista ja 1 nuori jäsen (VMY:n hallituksessa hyväksytyttä 27). Tämän lisäksi hylättiin yksi ja palautettiin suositelijoille lausuntoa varten yksi jäsenanomus.

Kalevi Nikkilä
puheenjohtaja

Lars Helle
sihteeri

RIKASTUS- JA PROSESSITEKNIIKAN JAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1991

Toiminta

Rikastus- ja prosessitekniiikan jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 22.3.1991 Messukeskuksessa Helsingissä. Kokouksessa valittiin johtokunnan uudeksi jäseneksi DI Jorma Reinikainen.

Kokouksessa oli läsnä 66 osanottajaa.

Kokouksen jälkeen näytettiin dia-kuvia jaoston syysretkeltä sekä kuultiin seuraavat esitelmät:

- Prof. Kari Heiskanen, Teknillinen korkeakoulu "Postereiden esittely"
- Hallituksen puheenjohtaja Nuutti Vartiainen, Larox Oy "Case Larox"
- Johtaja, Tekn.lis. Hans Allenius, Outomec Oy "Rikastusinsinööri maailmalla"

Toimihenkilöt

Jaoston johtokunnan kokoonpano on 22.3.1991 lähtien ollut seuraava:

Kari Heiskanen, puheenjohtaja
Raimo Bergström
Jouko Kallioinen
Jouko Olkkonen
Jorma Reinikainen
Jukka Karhunen, sihteeri

Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä 31.12.1991 oli 282, lisäystä edelliseen vuoteen verratuna 2 jäsentä.

Jaoston johtokunta kokoontui toimintavuoden aikana kolme kertaa.

Kari Heiskanen
puheenjohtaja

Jukka Karhunen
sihteeri

OTTEITA TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TOIMINTAKERTOMUKSESTA VUODELTA 1991

Tutkimusvaltuuskunta (TVK)

Tutkimusvaltuuskunnan sääntömääräinen vuosikokous pidettiin 22.2.1991 Helsingissä. Valtuuskuntaan kuului toimintakauden aikana tutkimusjäseninä 25 yritystä, kukin yhdellä edustajalla, sekä Outokumpu Oy kahdella edustajalla. Tutkimusvaltuuskuntaan kuuluivat lisäksi VMY:n hallituksen nimittämä asiantuntijajäsen ja VMY:n neljän jaoston puheenjohtajat.

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana toimi DI Paavo Eerola, varapuheenjohtajana DI Juha Pajari. FT Jyrki Parkkinen toimi valtuuskunnan ja sen toimikuntien sihteerinä.

Tutkimusvaltuuskunnan kokoonpano ja toimikaudet:

TUTKIMUSJÄSEN	VARSINAINEN EDUSTAJA	VARAMIES
Ara Oy	DI Harri Hursti	-91 Ins Pentti Kallio -91
Vibrometric Oy	MSc Calin Cosma	-92 DI Reijo Korhonen -92
Finnminerals Oy	DI Hannu Haveri	-92 DI Jouko Olkkonen -92
Oy Forcit Ab	Ins Kalle Ylätalo	-91 FM Rolf Strandberg -92
Oy Förby Ab	DI Harri Eronen	-91 DI Jarmo Suvio -91
Kemira Oy	DI Lauri Siirama	-93 DI Antti Mikkonen -93
Larox Oy	Ins Tapio Keskiisaari	-93 DI Mikko Häkämies -93
Lemminkäinen Oy	DI Bjarne Liljestrand	DI Markku Volotinen -93
Lohja Oy Ab	DI Juha Pajari	-93 FM Heikki Latva -93
Myllykoski Oy	FM Matti Tyni	-91 FM J-P Perttula -91
Orion-Yhtymä Oy, Normet	DI Matti Koskinen	-92
Oulaisten Kivi Oy	FM Reijo Suonvieri	-91
Outokumpu Oy	DI Paavo Eerola	-93 Ins Eero Soininen -93
Outokumpu Oy	DI Pentti Seppänen	-91 DI Pekka Lappalainen -91
Oy Partek Ab	FL Tom Bröckl	-93 FM Esko Lundén -93
Rammer Oy	DI Timo Sippus	-93 DI Matti Westman -93
Rauma-Repola Oy	DI Veikko Linnola	-93 DI Jouko Suominen -93
Rautaruukki Oy	DI Esko Pöyliö	-93 FT Kyösti Heinänen -93
Roxon Oy	DI Alpo Maksimainen	Ins Rauno Ihatsu -93
Ruskealan Marmori Oy	DI Kimmo Kekki	-91 DI Christer Sundström -91
Suomen Malmi Oy	DI Pekka Mikkola	-91 FM Esko With -91
Suomen Vuolukivi Oy	Ins Reijo Vauhkonen	-93
Oy Tampella Ab, Tamrock	DI Rolf Ström	-93 DI Pertti Koivunen -93
Teollisuuden Voima Oy	DI Heikki Hinkkanen	FM Timo Äikäs -93
Terraplan Oy	FM Paavo Taanila	-92 Ins Kalevi Hytti -92
YIT-Yhtymä Oy	DI Pekka Liisanantti	-92 TkL Tuomo Tahvanainen -92

VMY:n hallituksen valitsema asiantuntijajäsen: DI Urpo Salo, KTM

VMY:n jaostojen puheenjohtajat:

Geologijaosto, FL Eljas Ekdahl

Kaivosjaosto, DI Kimmo Kekki

Rikastus- ja prosessijaosto, Prof Kari Heiskanen

Metallurgijaosto, DI Matti Ketolainen

Tutkimusvaltuuskunnan toimintaan ovat tutkimusjäsenien lisäksi kertomusvuoden aikana aktiivisesti osallistuneet seuraavien laitosten tai virastojen edustajat:

- Teknillinen korkeakoulu
- Helsingin yliopisto
- Oulun yliopisto
- Geologian tutkimuskeskus
- Valtion teknillinen tutkimuskeskus
- Kauppa- ja teollisuusministeriö

Tutkimusjohtokunta

Tutkimusjohtokunta kokoontui kertomuskauten aikana viisi kertaa: 23.1. Siilinjärvellä, 22.2. Helsingissä, 23.5. Outokummussa, 12.9. Espoon Otaniemessä, 1.12. Espoon Otaniemessä.

Tutkimusjohtokunnan kokoonpano oli seuraava:

DI Paavo Eerola, Outokumpu Mining Services, puheenjohtaja
FL Tom Bröckl, Oy Partek Ab, jäsen päivämäärään 11.12.1991
Prof Heikki Niini

DI Pekka Lappalainen, Outokumpu Mining Services

DI Jarmo Aaltonen, Kemira Oy

FM Esko Lundén, Oy Partek Ab, jäsen päivämäärästä 11.12.1991

DI Juha Pajari, Lohja Oy Ab, varapuheenjohtaja

DI Urpo Salo, KTM (asiantuntijajäsen)

Tutkimustoimikunnat

- Geologinen toimikunta pj. prof. Heikki Niini
- Kaivosteknillinen toimikunta pj. DI Pekka Lappalainen
- Rikastusteknillinen toimikunta pj. DI Jarmo Aaltonen

Tutkimukset

Käynnissä olleet tutkimukset ja selvitykset

Johtokunta ja toimikunnat valvoivat vuoden aikana kaikkiaan seitsemää-

toista projektia ja seurasivat yhtätoista projektia. Hankkeista kaksi oli yhteispohjoismaisia.

Suoraan tutkimusjohtokunnan valvonnassa olivat projektit:

- Edunvalvonta
- Kaivosten jälkihoito
- Kaivosten ympäristöasiat
- Tuotantominaeralogia
- Kiven fragmentointi
- Malmgränsbestämning med borrhålsmätningar i gruvor
- Gruvventilation

Geologisen toimikunnan valvonnassa olivat projektit:

- Malmiarvion laatimisoheje
- Lämpökuvaus geologisessa tutkimuksessa
- Teknillisen geologian terminologia
- Geologiset ympäristövaikutukset kalliotilojen louhinnassa

Geologinen toimikunta seurasi seuraavan projektin edistymistä:

- Geologinen raakkulaimennus

Kaivosteknillisen toimikunnan valvonnassa olivat projektit:

- Poraustarkkuus suomalaisilla avolouhoksilla
- Uuden murskausteknologian soveltaminen avolouhintaan

Kaivosteknillinen toimikunta seurasi seuraavien projektien edistymistä:

- Kalliorakentaminen 2000 teknologiahanke
- Kauko-ohjattu rikotus
- Geologinen raakkulaimennus
- Kaivossuunnittelun atk-ohjelmistot
- Kaivosten kannattavuusanalyysi
- Pultituksen korroosio
- Kalliomekaaninen 3d-mallinnus
- Räjättyksen aiheuttama rakoilu

Rikastusteknillisen toimikunnan valvonnassa olivat projektit:

- Näytteenoton standardointi
- Kuva-analyysi rikastusmineralogiassa
- Mineraalitekniikan tutkimuksen valtakunnallinen kehittämissuunnitelma
- Lyhyen vesikierron mahdollisuudet

Rikastustekninen toimikunta on seurannut seuraavan projektin edistymistä:

- Mikrojouheet

Tutkimusjohtokunta ja toimikunnat valmistelivat seuraavia projekteja:

- Analys av tremolit i dolomit
- Digitaalinen kaivoskartta
- Mineraali- ja kaivosalan teknologiaohjelma
- Geofysiikan ja geokemian kompleksitulkinnat
- Bergförestärkning
- Vaahdotuksen erikoismenetelmä
- Processmineralogi

Pohjoismainen yhteistyö

Tutkimusjohtokunta

Tutkimusjohtokunta ja eri toimikunnat ovat pitäneet yhteyttä pohjoismaisiin veljesjärjestöihin. Käynnissä oli yksi yhteisprojekti, Malmgränsbestämning med borrhålsmätningar i gruvor (TJ/KT/GT), ja valmistelussa kolme: Bergförestärkning (TJ/KT), Processmineralogi (TJ/RT), Special lation methods (TJ/RT).

Geologinen toimikunta

Geologisten toimikuntien yhteispohjoismainen kokous Geomöte pidettiin Helsingissä ja Virkkalassa 11.–12.6. Kokoukseen osallistui kuusi edustajaa Ruotsista, kolme Norjasta ja viisi Suomesta. Kokouksen teema oli 'Prospekterings nuläge och framtid i de nordiska länderna'. Tilaisuudessa kuultiin 9 esitelmää.

Kaivosteknillinen toimikunta

Pohjoismaisten kaivosteknillisten toimikuntien Nordiskt Gruvforskningsmöte pidettiin Enonkoskella ja Savonlinnassa 5.–7.11. Ruotsista tuli kuusi, Norjasta kolme ja Suomesta yhdeksän osanottajaa. Kokouksessa kuultiin maakohtaisten tilannekatsausten lisäksi useita valmistelevia puheenvuoroja uuteen yhteispohjoismaiseen projektiin Bergförestärkning, selontekoa ja meneillään olevista valmisteluista (Gruvventilation) ja tilannekatsaus projektiin Analys i borrhål (= Malmgränsbestämning.).

Pohjoismainen kaivosmittauskomitea ja

Pohjoismainen poranreikäseimiakkakomitea kokoontuivat vuoden aikana.

Rikastusteknillinen toimikunta

Pohjoismainen rikastusteknillisten toimikuntien Samnordiskt Mineraltek-

niskt Möte pidettiin 21.–23.8.91 Egersundissa ja Titaniassa, Norjassa. Ruotsista ja Norjasta tuli yhdeksän edustajaa molemmista ja Suomesta kuusi. Kokouksen teemana oli laatujärjestelmien toteuttaminen mineraaliteollisuudessa. ISO 9000 -laatujärjestelmän omaksumista mineraaliteollisuudessa pidettiin välttämättömyytenä varsinkin yhdentyneessä Euroopassa.

Raportit ja tiedottaminen

Tutkimusten raportointi

Vuosien 1991/1992 vaihteessa julkaistiin tutkimusvaltuuskunnan tukemista tutkimuksista seuraavat raportit:

- A94 Geological waste rock dilution
- A97 Malmiarvion laatiminen
- B49 Tuotantominaeralogia

Pohjoismaista saadut raportit

Seuraavia kertomusvuoden aikana saapuneita julkaisuja saattoi lainata sihteeriltä vuoden aikana.

Stiftelsen Bergteknisk Forskning BeFo:

- Ras i kraftverkstunnel, Norränge (/Heiner-Stille).
- Nedåtgående igensättningsbrytning — med tillämpning på gruvan i Garpenberg (/Hässler-Häkansson-Stille).
- Datorteknik för brytningsplanering GEOCAD. Pilotprojekt (/From-Nordqvist-Råhman-Sandström).
- Bultars beständighet — undersökning vid Kvarntorps sandstensgruva (/Helfrich-Finkel).
- ITA Recommendations on contractual sharing of risks.
- Datoriserad kalkylmetodik för gruvsystem (/Andersson).
- Harald Elvebakk & Ole Bernt Lile: Geofysiske metoder for sulfidmalmletning, Teknisk rapport Nr. 78.

Muut:

- Protokoll från Samnordiskt Mineraltekniskt Möte 21 och 22 augusti 1990 i Kiruna.
- Protokoll för Nordiskt Gruvforskningsmöte i Kiruna 13-14 nov. 1990.
- Nordiskt Gruvforskningsmöte 5.–7.11.1991 Enonkoski — Savonlinna, Finland.
- Nordiskt Mineralteknisk Forskningsmöte 21.–23.8.91, Titania, Norge.
- Trelleborg AB: Annual report 1989.
- SveDeFo: Verksamheten 1989.
- SKN (Statens Kärnbränsle Nämnd): Geogastransport i berg. Förstudie.
- Tieteellisten seurain valtuuskunnan vuosikertomus 1990.
- Kalliomekaniikan päivä 1990, moniste B48.
- Kaivosten ja louhintatyömaiden kiviaineksen hyötykäyttö, kaivosjaoston seminaarin esitelmämoniste.
- Heikki Niemi (ed.). 1991, Comprehensive Assessment of Nonmetalliferous Deposits. Proc. of the Finnish-Soviet Symposium held in Helsinki, Finland, No 14-15, 1990. TKK, Materiaali- ja kalliotekniikan laitos.
- Pertti Heikkilä: Improving the quality of crushed rock aggregate. Väitöskirja, TKK. Materiaali ja kalliotekniikan laitos.

TKK:n Materiaali- ja kalliotekniikan laitoksen kirjaston kanssa on sovittu, että pohjoismaiset raportit toimitetaan kirjaston johtokunta- ja toimikuntaesittelyn jälkeen, käytännössä valtuuskunnan vuosikokouksen jälkeen vuosittain.

Tutkimusvaltuuskunnan puolesta

Paavo Eerola

puheenjohtaja

Jyrki Parkkinen

sihteeri

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

Vuorimiesyhdistys-Bergmannaföreningen r.y:n hallitus on hyväksynyt seuraavat henkilöt yhdistyksen jäseniksi:

Kokouksessa 09.01.1992

Aarnio, Pasi Petteri, DI, s. 09.06.1964, toimisto/työmaainsinööri kalliorakennus, YIT-yhtymä Oy. Os.: Pursimiehenkatu 23 A 11, 00150 HELSINKI, Jaosto: met.

Ahotupa, Jaakko Juhani, varatuom., s. 29.01.1949, konsernin pääsihteeri, esikuntajohtaja, Outokumpu Oy Pääkonttori. Os.: Iltatie 7 A 2, 02210 ESPOO, Jaosto: met.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaförening ry:n tutkimuseloitteet, kirjat ja julkaisut

Tutkimuseloitteet: sarja A

	hintaa
A 9 "Rikastamoiden jätealueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,-
A 10 "Kuulurakenteet"	20,-
A 20 "Rikastamoiden instrumentointi"	20,-
A 22 "Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,-
A 24 "Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus"	20,-
A 25 "Geofysikaaliset kenttätöy I — Painovoimamittaukset"	20,-
A 27 "Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhitavuuteen"	45,-
A 32 "Seulonta"	40,-
A 34 "Geologisten joukkonäytteiden analysointi"	50,-
A 36b "Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,-
A 39 "ATK-menetelmien käyttö kallioperäkartoituksissa"	25,-
A 42 "Kaivosten työympäristö"	50,-
A 47 "Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,-
A 50 "Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,-
A 52 "Suunnattu kairaus"	50,-
A 53 "Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,-
A 54 "Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,-
A 55 "Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa"	50,-
A 56 "Pölytorjunta kaivoksissa"	50,-
A 57 "Palontorjunta kaivoksissa"	50,-
A 58 "Paikan ja suunnan määritys geofysikaalisissa tutkimuksissa"	50,-
A 59 "Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,-
A 60 "Holvautuminen purkumenetelmät"	50,-
A 61/I "Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus"	50,-
A 62 "Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiyhdistyksistä"	30,-
A 63 "Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,-
A 64 "Suomessa tehdyt kallion jännitystilain mittaukset"	50,-
A 65 "Kiintoaineen ja veden erotus"	50,-
A 66 "Pohjavesikysymys kallioiltoissa"	50,-
A 67 "Crosshole seismic investigation"	70,-
A 68 "Automation of a drying process"	70,-
A 69 "Rakeisen materiaalin jatkuvatoiminen kosteuden mittaus"	50,-
A 70 "Happamien ja intermediaaristen magmakivien kivilajimääritys pääalkuainekoostumuksen perusteella"	50,-
A 71 "Kallion tarkkailumittaukset"	50,-
A 72 "Elementtimenetelmien käyttö kaivostilojen lujuuslaskennassa"	50,-
A 73 "Crosshole seismic method"	50,-
A 74 "Pölynerotus ja ilmansuojelu"	70,-
A 75 "Heikkousvyöhykkeiden geofysikaaliset tutkimusmenetelmät"	90,-
A 76 "Teollisuusmineraaliesiintymien raaku- ja malmityyppikartoitus geofysikaalisten menetelmien avulla"	50,-
A 77 "Kaivosten jätevedet, kiinteät jätteet ja ympäristönsuojelu"	50,-
A 78 "Suomen kaivokset ja ympäristönsuojelu"	50,-
A 79 "Kaivosten kiinteiden jätteiden ja jätevesien käsittely — Ohjeita ja suosituksia"	50,-
A 80 "Hienojen raeluokkien rikastus"	100,-
A 81 "Measurement of Rock Stress in Deep Boreholes"	50,-
A 82 "Avolouhosseinämien puhdistus"	70,-
A 83 "Economic Blasting in Open Pits"	50,-
A 84 "Näytteenotto ja havainnointi kaivosteknisten kalliominisuuksien selvityksessä"	50,-
A 85 "Mineralisaatioiden luokittelu taajuusalueen spektri-IP-mittauksia käyttämällä"	100,-
A 86 "Kalliokaivojen paikantaminen"	30,-
A 87 "Syvä sähköiset malminetsintämenetelmät"	100,-
A 88 "Suomen nikkelimalmien petrofysikaaliset ominaisuudet."	150,-
A 89/I "Näytteenotto jauheista"	70,-
A 89/II "Näytteenotto jauheista"	70,-
A 91 "Panostuksen mekanisointi ja automatisointi"	70,-
A 92 "Painevalssimurskain — kirjallisuus selvitys"	70,-
A 93 "Kallioperän atomegeokemiallinen tutkimus Testiprojekti 1989-90"	80,-
A 94 "Geological waste rock dilution"	100,-
A 95 "Mineraalipölyt"	80,-
A 96 "Pohjoismainen datamalliprojekti"	80,-
A 97 "Malmiarvion laatiminen"	100,-

Koulutus- ja seminaarimonistheet, kalliomekaniikan päivien esitelmämonistheet sekä muut julkaisut: sarja B

	hintaa
B "Kalliomekaniikan päivät 1967-78, 1983-84"	50,-
B 12 "Kalliomekaniikan sanastoa"	10,-
B 14 "Kaivossanasto"	8,-
B 16 INSKO 106-73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,-
B 17 INSKO 49-74 "Skänkmetallurgi-Senkkametallurgin"	45,-
B 18 INSKO 90-74 "Investoinnit ja käyttöäskentä metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,-
B 19 INSKO 45-75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,-
B 23 "Laatokan-Perämeren malmivyöhyke"	40,-
B 25 "Raakkulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivostoiminnassa"	50,-
B 27 "Uraaniraaka-ainesymposiumi"	50,-
B 29 "Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja"	90,-
B 30 "Teollisuusmineraaliesimateriaali"	50,-
B 32 "Valkokallion geologisen tietojenkäsittelyn kehittämisseminari"	50,-
B 37 "Kaivoskohteiden urakkasopimusjärjestelmä"	50,-
B 38 "Tuotantominaalogian seminaari 16.1.1986"	60,-
B 39 "Maanalaisen louhintatyömaan sähköistys ja automaatio"	100,-
B 40 "Vuorimiesyhdistyksen tutkimuslosteen kirjoitusohjeet"	—
B 41 "Mineraalitekniikan tutkimuksen valtakunnallinen kehittämissuunnitelma 1988"	50,-
B 42 "Malminetsinnän tehtävät ja tarkoituksenmukainen organisointi Suomessa yhteiskunnan ja vuoriteollisuuden kannalta"	30,-
B 43 "Mineraalisten raaka-aineiden tarve ja saatavuus Suomessa"	50,-
B 44 "Kalliotekniikan tutkimus- ja kehitysohjelma"	50,-
B 45 "Kairaus -89 koulutuspäivät"	100,-
B 46 "Kalliomekaniikan päivä 89"	80,-
B 47 "Suomalainen kivi — rakennuskivipäivät Oulussa 26.-27.4.90"	loppuunmyyty 120,-
B 48 "Kalliomekaniikan päivä 1990"	100,-
B 49 "Tuotantominaalogian seminaari 1990"	100,-
B 50 "Geokemian päivät Oulussa 28.-29.11.90"	loppuunmyyty

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen lehti

vuosikerta Suomessa	95,-
vuosikerta ulkomaille	130,-
Eero Mäkinen-mitali (pronssinen)	200,-

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden vanhempia numeroita myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2,50/numero.

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta kirjallisesti osoitteella:

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.
c/o Outokumpu Oy/M. Parkkinen
PL 280, 02101 ESPOO
tai telefax 90-4213888

LuK Marjatta Parkkinen hoitaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenrekisteriä. Mikäli osoite, tehtävät tai vakanssi on muuttunut, pyydämme lähettämään muutosilmoituksen kirjallisena siinä muodossa, jossa haluatte sen "Uutta jäsenistä" palstalle.

Os.: Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y.
c/o Outokumpu Oy/M. Parkkinen
PL 280, 02101 ESPOO
tai telefax 90-4213888

NatK Marjatta Parkkinen sköter om Bergsmannaföreningens medlemsregister. Om er adress, arbetsuppgifter eller tjänst har ändrats, anhåller vi om skriftlig ändringsanmälan, till "Nytt om medlemmarna" spalten.

Adr.: Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y.
c/o Outokumpu Oy/M. Parkkinen
PB 280, 02101 ESBO
eller telefax 90-4213888

ILMOITTAJAT – ANNONSÖRER

- AGGREGATE 1992 JA
KALLIOTEKNIIKAN PÄIVÄ 1992
- Oy FORCIT Ab
- FUNDIA AB
- GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
- HANGON KIRJAPAINO Oy
- IMATRA STEEL Oy Ab
- LAROX Oy
- LEMMINKÄINEN CONSTRUCTION LTD
- LOHJA Oy Ab
- MTS SYSTEM NORDEN AB
- OUTOKUMPU Oy
- OUTOKUMPU MINING Oy
- OUTOKUMPU MINING SERVICES Oy –
Geoanalyttinen laboratorio
- RAUMA Oy, Nordberg-ryhmä
- Insinööritoimisto SAANIO & RIEKKOLA Oy
- SUOMEN MALMI Oy
- TAMROCK Oy
- Oy TRELLEX Ab
- VIHTAVUORI Oy

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

Lehden painatuskustannusten pienentämiseksi ja ulkoasun yhtenäistämiseksi kirjoittajia pyydetään noudattamaan seuraavia ohjeita:

Käsikirjoitukset on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkiä 2-välillä. Otamme myös pc-diskettinä kirjoituksenne. Silloin pyydämme liittämään mukaan yhden paperikopion. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuusviitteineen** on 4 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäviksi mahdolliset käsikirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten. 3 konekirjoitusarkkia = noin 1 sivu.

Pääotsikot ja alaotsikot erotetaan toisistaan selkeästi.

Kuvat ja taulukot numeroidaan jatkuvasti ja niiden tekstit sekä näiden **englanninkieliset käännökset** kirjoitetaan erilliselle arkille. Kuvien olisi mahdollista yhden palstan leveydelle (**85 mm**), mutta ne on piirrettävä vähintään kaksinkertaiseen kokoon ottaen viivapaksuuksia ja kirjainkokoja valittaessa huomioon pienennyksen vaikutus. Kuvia ei varusteta kehysviivoin. Kuvien paikat on merkittävä käsikirjoitukseen. Kuvien ja piirustusten tulisi mieluiten olla musta-valkoisia.

Kaavat ja yhtälöt on kirjoitettava selvästi ja yksinkertaiseen muotoon, mahdollisuuksien mukaan välttämällä ala- ja yläindeksien, erikokoisten merkkien ja vieraiden kirjainten käyttöä. On käytettävä SI-yksiköitä.

Kirjallisuusviitteet numeroidaan jatkuvasti // sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

1. *Järvinen, A.*, Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 34 (1976) 35—39.
2. *Kirchberg, H.*, Aufbereitung bergbaulischer Rohstoffe, Bd 1. Verlag Gronau, Jena 1953.

Jokaiselle artikkelille on ilmoitettava **englanninkielinen otsikko** sekä laadittava kielellisesti tarkistettu englanninkielinen yhteenveto — **summary** — pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitusrivää.

Palauttakaa **aina** käsikirjoitus yhdessä korjatun oikovedoksen kanssa takaisin toimitukseen.

Keväällä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle **13.3.** mennessä, syysnumeroon tarkoitetut **14.10.** mennessä.

Eripainoksia toimitetaan kirjoittajan laskuun eri sopimuksella. Eripainoksien minimimäärä on **100 kpl.**

Alli, Jukka Uolevi, DI, s. 02.12.1958, tutkija, TKK Kalliotekniikan laboratorio. Os.: Aittatie 14 A 5, 00390 HELSINKI, Jaosto: kai.

Baarman, Mats Håkan, DI, f. 05.09.1965, produktutvecklingsingenjör, Dalsbruk Oy Ab. Os.: Klockberga B 12, 25900 DALSBROK, Jaosto: met.

Honkanen, Jari Sakari, 115 ov, s. 13.07.1965. Os.: Jämeräntäival 6 F 85, 02150 ESPOO, Jaosto: kai.

Hynnä, Antti Tapio, TKL, s. 30.10.1957, laboratorionsinööri, TTKK Materiaalipolitiikan laitos. Os.: Käpytie 15 A 4, 37550 MOISIO, Jaosto: met.

Korhonen, Kari Johannes, DI, s. 26.01.1963, kehitysinsinööri, Rakennus Oy Lemmikäinen. Os.: Siltapellonkuja 2 R 141, 00740 HELSINKI, Jaosto: kai.

Krankkala, Timo Urpo, DI, s. 19.10.1955, markkinointipäällikkö, Rautaruukki Oy/putki- ja profiiliryhmä. Os.: Tarhurintie 4 D, 13210 HÄMEENLINNA, Jaosto: met.

Matikainen, Marjo Tuulevi, 140 ov, s. 03.02.1965. Os.: Ajurinkatu 3 A 37, 02600 ESPOO, Jaosto: met.

Mänttari, Maunu Juhana, 129, 5 ov, s. 04.08.1966, opiskelija, TKK. Os.: Jämeräntäival 11 M 241, 02150 ESPOO, Jaosto: kai.

Niemelä, Pekka Juhani, DI, s. 25.03.1952, FeCr-tehtaan prosessimetallurgi, Outokumpu Chrome Oy. Os.: Tinankuja 3, 95410 KIVIRANTA, Jaosto: met.

Nikkari, Paavo Juhani, agronomi, s. 05.02.1947, tuotelinjohtaja, Nordkalk Oy Ab. Os.: Sibeliuksenkatu 43 B 20, 04400 JÄRVENPÄÄ, Jaosto: kai.

Nordell, Tom Kenneth Mikael, DI, s. 01.04.1964, tuotekehitysinsinööri, Dalsbruk Oy Ab. Os.: Klockberga B 17, 25900 TAALINTEHDAS, Jaosto: met.

Piispa, Taina Anneli, 85 ov, s. 20.02.1966, lounihintatekniikan tuntiassistentti, TKK Kalliotekniikan laboratorio. Os.: Suunnistajankatu 6 D 59, 01280 VANTAA, Jaosto: kai.

Rautiola, Jouko Kalevi, DI, s. 26.04.1958, tutkija/materiaalitutkimus ja laitteistokehitys, TTKK, Os.: Sammonkatu 10 I 96, 33540 TAMPERE, Jaosto: met.

Räsänen, Heikki Aulis Antero, DI, s. 13.08.1958, tekninen asiantuntija, Ins.tsto Kalliotekniikka Oy. Os.: Kuusitie 8 A 24, 00270 HELSINKI, Jaosto: kai.

Salmi, Jyrki Tapani, 79 ov, s. 11.05.1969, opiskelija, TKK. Os.: Mannerheimintie 136 A 5, 00270 HELSINKI, Jaosto: kai.

Sulako, Liisa Kristiina, 98, 5 ov, s. 19.01.1967, opintoneuvoja, TKK/MAK. Os.: Torkkelinkatu 2 B A 13, 00500 HELSINKI, Jaosto: met.

Taivainen, Minna Marita, DI, s. 22.07.1962, sovellutuspäällikkö, Outokumpu Electronics Oy. Os.: Ahvenkuja 1 C 23, 02170 ESPOO, Jaosto: met.

Timonen, Heikki Antti Tapio, KTM, s. 10.05.1943, toimitusjohtaja, Machinery Oy. Os.: Tavaststjernankatu 17, 00250 HELSINKI, Jaosto: kai.

Tolppanen, Pasi Juhani, 139 ov, s. 21.08.1967. Os.: Junailijankuja 5 B 61, 00520 HELSINKI, Jaosto: kai.

Turunen, Seppo Risto Ilmari, FM, s. 22.07.1943, johtaja/henkilöstövoimavarat, Outokumpu Oy Pääkonttori. Os.: Oppipojantie 13 B, 00640 HELSINKI, Jaosto: met.

Tötterman, Claes Anders, dipl.ekon., s. 08.07.1945, toimialapäällikkö, Suomen Ulkomaankauppaliitto. Os.: Poijutie 26 A 1, 00980 HELSINKI, Jaosto: kai rik.

Väisänen, Tuire Kristiina, 116 ov, s. 29.05.1967. Os.: Vaskivuorentie 22 A 9, 01600 VANTAA.

Väänänen, Esko Armas, ins., s. 25.07.1956, sintraamon käyttöinsinööri, Outokumpu Chrome Oy. Os.: PJ 147 F Karinpää, 95420 TORNIO, Jaosto: met.

Westermarck, Lars Johan, 148, 5 ov, s. 30.04.1965, opiskelija, TKK. Os.: Telämäentie 22, 02170 ESPOO, Jaosto: met.

Kokouksessa 13.02.1992

Eloranta, Esko Henrik, Tkt, s. 23.03.1955, tarkastaja, dosentti, Säteilyturvakeskus, TKK. Os.: Kivihaantie 11 D 47, 00310 HELSINKI, Jaosto: geo.

Johanson, Bo Stefan, FK, s. 07.06.1954, geologi/elektronimikroanalysaattorilaboratorion esimies, GTK. Os.: Jorvaksenpuisto B 10, 02420 JORVAS, Jaosto: geo.

Niskanen, Matti Johannes, 125 ov, s. 25.02.1964, opiskelija, OY. Os.: Kontiotie 6 A 3, 90530 OULU, Jaosto: geo.

Nurmi, Pekka Akseli, FT, s. 17.07.1953, erikoistutkija, malmiosaston perustutkimusryhmän päällikkö, GTK. Os.: Otsolahdentie 7 B 22, 02110 ESPOO, Jaosto: geo.

Peltonen, Petri Tapani, FK, s. 29.10.1961, geologi, tutkija, GTK. Os.: Porintie 2 C 31, 00350 HELSINKI, Jaosto: geo.

Rasilainen, Veikko Kalevi, FK, s. 13.12.1955, tutkija, malmigeologinen tutkimus, GTK. Os.: Aallontaipale 3 A 2, 02320 ESPOO, Jaosto: geo.

Rosenberg, Petri Erik, FK, s. 25.09.1955, geologi, GTK. Os.: Mannerheimintie 82 A 9, 00250 HELSINKI, Jaosto: geo.

Salo, Erkki Kaleva, ekon., s. 18.05.1950, talousjohtaja, Outokumpu Steel Oy. Os.: Lemmikinkatu 1 E, 95430 TORNIO, Jaosto: met.

Kokouksessa 12.05.1992

Kainulainen, Vesa Tapio, DI, s. 23.01.1963, insinööriharjoittelija, Outokumpu Chrome Oy Kemini kaivos. Os.: Nallenpolku 2 C 45, 02110 ESPOO, Jaosto: kai.

Marmo, Jukka Seppo Ilari, FK, s. 21.08.1952, vs. valtiongeologi/teollisuusmineraalit ja rakennuskivet, GTK Espoo. Os.: Nuijavuori 2 G 53, 02630 ESPOO, Jaosto: geo.

Reinikainen, Jukka Pekka, FK, s. 08.11.1964, geologi/malmiosasto teollisuusmineraalitutkimukset, GTK Espoo. Os.: Linakkokuja 3 E 58, 01200 VANTAA, Jaosto: geo.

Suominen, Jouko Juhani, DI, Lokotrack-liiketoiminnan johtaja, Lokomo Oy Tampere. Os.: Almanahde 10, 33700 TAMPERE, Jaosto: kai.

Sysilä, Sampsa Kari Kullervo, 119, 5 ov, s. 08.02.1965. Os.: Naulakalfontie 1 A 1, 00970 HELSINKI, Jaosto: rik.

Tiikkaja, Kari, ins., s. 09.11.1952, tekninen johtaja, E Hartikainen Oy. Os.: Honkasaarentie 14 B, 70100 KUOPIO, Jaosto: kai.

Tuononen, Kari Väinö Veli, 106, 5 ov, s. 15.10.1942. Os.: Vinkvistintie 7 A 3, 04600 MÄNTSÄLÄ, Jaosto: rik.

Venäläinen, Hannu Juhani, FM, s. 08.06.1954, laaturapäällikkö, Partek Minerals Oy Ab Teollisuusmineraali. Os.: Kaarinkatu 2 B 24, 53850 LAPPEENRANTA, Jaosto: rik.

UUTTA JÄSENIÄ —

NYTT OM MEDLEMMARNA

Suomen Malmi Oy:n osakkaat, Suomen valtio, Outokumpu Oy, Rautaruukki Oy, Kemira Oy, Imatran Voima Oy, Oy Lohja Ab, YIT-Yhtymä Oy, Enso-Gutzeit Oy ja Veitsiluoto Oy, myivät 1991 yhtiön koko osakkeen Suomen Malmi Oy:n toimivalle johdolle. Suomen Malmi Oy:n uudet omistajat ovat DI Pekka Mikkola (66 %) ja FM Esko With (34 %).

* * *

Outokumpu Metals & Resources Oy yhtiöitti Mining Services- yksikkönsä 1.1.1992. Uusi yhtiö aloitti toimintansa Outokumpu Mining Services Oy-nimisenä ja sen toiminta sisältää OMS-yksikön entiset toiminnot. Yhtiön toimitusjohtajaksi nimitettiin OMS-yksikön johtaja, DI Timo Välttilä.

Uuden yhtiön teknologian kehityksestä vastaaviksi johtajiksi nimitettiin:

DI Paavo Ererola, vastuualueena mineraalitekniikka.

DI Pekka Lappalainen, vastuualueena kaivostekniikka.

FM Jouni Reino, vastuualueena kaivosgeologia.

Yhtiön palveluryhmien johtajiksi nimitettiin:

DI Pentti Seppänen, asiantuntijaryhmä.

Ins. Eero Soininen, kaivosprojektit-ryhmä.

DI Antero Hakapää, kehityspalvelut-ryhmä.

FM Veikko Palosaari, geoanalyttinen laboratorio.

DI Jarmo Frii, talouspäällikkö.

SUORITETTUA TUTKINTOJA —

AVLAGDA EXAMINA

OULUN YLIOPISTO

Geofysiikan laitos

Filosofian lisensiaatti:

Tuukki, Pekka (1991) Arkeinen Koveron liuskejako ja sen mafisten ja ultramafisten kivien geokemia ja petrogenesis.

Koveron liuskejako sijaitsee arkeisen Ilomantsin vihreäkivi-granitoidi-

alueen länsiosassa Pohjois-Karjalassa. Liuskejako on 60 km pitkä ja 1-8 km leveä kolmen erillisen jakson (Keskijärvi, Kuusijärvi ja Sonkaja) muodostama vyöhyke, jota ympäröivät arkeiset TTG- ja GG-sarjan granitoidit sekä proterotsooiset liuskeet. Liuskejakson kivet ovat deformatuneet monivaiheisesti arkeisella ja osaksi myös proterotsooisella ajalla sekä metamorfoituneet useassa eri vaiheessa amfiboliittifasieksessa ja läpikäyneet retrograadisia muutoksia vihreäliuskefasieksen olosuhteissa.

Liuskejakso koostuu valtaosaltaan mafisista vulkaniiteista ja kiilleliuskeista, mutta sisältää myös felsisiä ja ultramafisia vulkaniitteja, gabromaisia kiviä, konglomeraatteja, rautamuodostumia, sulfidi- ja graniittiliuskeita sekä vulkaniitteja leikkaavia maasälpäporfyryjä. Alueen nuorimmat kivet ovat proterotsooisia diabaaseja. Monivaiheista deformaatiosta ja metamorfoosista huolimatta suprakrustisten kivien vulkaanista alkuperää osoittavat piirteet, kuten esimerkiksi tyynylaavat, laavabreksiat, polygonien rakoiu ja spinifex-rakenteet, ovat paikoin hyvin säilyneet.

Liuskejakson stratigrafia on kuvattu kolmelta erilliseltä jaksolta, joista Kuusijärvi-jaksoa pidetään tyyppialueena. Jakson kivet jaetaan kahteen yksikköön, alinna olevaan Pihlajasuo-ryhmään ja ylinnä olevaan Linnansuoryhmään, jotka on edelleen jaettu muodostumiin. Pihlajasuo-ryhmä koostuu tholeiittisista ja komatiittisista basalteista. Linnansuo-ryhmä sisältää bimodaalisen vulkaanisen sarjan, joka alkaa ryoliittisilla-dasiittisilla vulkaniiteilla ja vaihtuu sekaturffien kautta Fe-tholeiittisiin vulkaniitteihin. Näiden päällä on peridotiittisia komatiitteja ja komatiittisia basalteja sekä gabromaisia kiviä. Kerrossarjassa ylimpänä esiintyy konglomeraatteja, felsisiä vulkaniitteja, sedimenttisiä ja vulkaanisidimenttisiä kiilleliuskeita. Kontaktisuhteiden perusteella ympäröivät granitoidit leikkaavat liuskejaksoa, tai niiden välinen kontakti on tektoninen.

Tholeiitit ja Fe-tholeiitit ovat geokemialliselta luonteeltaan samankaltaisia kuin yleensä arkeisten vihreäkivivyöhykkeiden tholeiitit. Fe-tholeiiteilla on tholeiiteihin verrattuna korkeampi FeO^{tot} (> 12 %), TiO_2 (> 1.0 %), V- (> 300 ppm) ja Zr- (> 100 ppm) pitoisuus. Molemmilla REE-jakaumat ovat tasaisia tai hieman kevyistä lantanoidista köyhtyneitä, mutta Fe-tholeiiteilla taso on keskimäärin korkeampi (11-30 x kondr.) kuin tholeiiteilla (5-20 x kondr.). Komatiittiset basaltit poikkeavat edellisistä mm. korkeamman MgO- (9-15 %), Cr- (600-1500 ppm) ja Ni- (250-500 ppm) pitoisuuden sekä alhaisemman LIL-, TiO_2 - (< 0.5 %) ja Zr- (< 50 ppm) pitoisuuden puolesta. Niiden REE-jakaumat ovat muodoltaan samantyyppisiä, mutta tasoltaan alhaisempia (4-10 x kondr.) kuin tholeiittisilla kivilä. Peridotiittisilla komatiiteilla on muihin vulkaniitteihin nähden korkea MgO- (20-32 %), Cr- (2000-3000 ppm) ja Ni- (700-1700 ppm) pitoisuus ja alhainen LIL-, Al_2O_3 -, CaO -, TiO_2 - ja Zr-pitoisuus sekä alhainen REE-taso (1-4 x kondr.). Komatiittisten basalttien ja peridotiittisten komatiittien välillä on koostumusaukko, joka ilmenee mm. magnesium- ja REE-pitoisuudessa. Gabromaisista kivistä gabromaiset amfiboliitit ja sarvivälkeporfyryrit muistuttavat pää- ja hivenainekoostumukseltaan alueen tholeiittisia vulkaniitteja, kun taas kvartsiamfiboliitit vastaavat koostumukseltaan andesiitteja.

Liuskejakson mafisten ja ultramafisten kivien petrogeneesistä on selvitetty kemiallinen koostumus, erityisesti Mg-, Cr-, Ni-, Zr- ja Ti-pitoisuuksien sekä REE-karakteristiikan perusteella. Fe-tholeiitit, tholeiitit ja komatiittiset basaltit ovat voineet syntyä alhaisen paineen fraktioivan kiteytymisen mukaisesti peridotiittisesta komatiittimagmaasta, jonka koostumus vastaa alueen komatiittien koostumusta. Peridotiittisten komatiittien synty on mahdollista heikosti kevyistä lantanoidista köyhtyneen peridotiittisen vaiipan noin 50 prosentin osittain sulamisen tuloksena. Vulkanitiitten syntyyn ei kuoren kontaminaatiolla ole ollut osuutta. Gabromaiset amfiboliitit ja sarvivälkeporfyryrit ovat tholeiittien ja Fe-tholeiittien puolipinnallisia vastineita. Kvartsiamfiboliitit eivät ole suorassa geneettisessä suhteessa alueen vulkaniitteihin.

Tholeiittiset vulkaniitit muistuttavat kemialliselta koostumukseltaan saarikaaren ja reunaltaan tholeiitteja sekä valtamerenpohjan basalteja. Liuskejakson synty liitetään geotektoniseen ympäristöön, joka käsittää saarikaaren ja siihen liittyvän reuna-alueen.

Prosessiteknikan osasto

Diplomi-insinööri:

Palmu, Petri: "Tulenkestävät materiaalit puhtaana teräksen valmistamiseksi".

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Materiaali- ja kallioteknikan laitos

Tekniikan tohtori:

M.Sc. **Qun Wang**'in väitöskirja "Studies on aggregation and heteroaggregation in particle separation systems" tarkastettiin 24.3.1992 Teknillisen korkeakoulun Materiaali- ja kallioteknikan laitoksella Otaniemessä. Virallisena vastaväittäjänä toimi FT Jarl Rosenholm, Åbo Akademi. Valvojana toimi professori Kari Heiskanen, Teknillinen korkeakoulu.

Aggregation and heteroaggregation were studied in relation to particle separation. Theoretical studies were carried out on three aspects: particle interaction potential energy, Brownian coagulation and shear coagulation. Experimental studies described are the selective dispersion, coagulation and flocculation in an apatite-hematite-phlogopite system.

An approximate power-law formula was obtained for the relationships between the secondary minimum depth and many parameters of the suspension. Theoretical approaches on Brownian primary and secondary stability ratios were achieved based on a concept of relative kinetic energy. By a concept of particle collision relative rate ratio, it was found that heterocoagulation in many cases is favored over homocoagulations. A concept of heterocoagulation relative rate ratio was applied to analyze coagulation selectivity between particles of different sizes. The results show that the size growth of the less stable particles may increase the heterocoagulation rate constant and may cause the loss of coagulation selectivity, especially in the case of the secondary coagulation of micrometer and larger particles. The favored secondary heterocoagulation could also enhance the probability of heteroflocculation and the entrapment of inert particles.

Although large differences in stability and dispersibility existed among the single species suspensions of the minerals, selective coagulation/dispersion in the mixed suspensions almost totally failed. One of the important mechanisms for the loss of selectivity was the heterocoagulation of the ultrafines in the polydisperse suspensions. It destabilized the stabler species and stabilized the less stable species. All the theoretical and experimental results show that the behavior of a mixed suspension can hardly be deduced directly from those of the respective single species suspensions. Selective flocculation of an apatite-hematite suspension was achieved by the use of sodium oleate as a flocculant of apatite and a dispersant of hematite.

Tekniikan lisensiaatti:

Airo, Meri-Liisa: "Magneettisen petrofysiikan ja petrologian merkityksestä magneettisten matalalentoanomaalioiden tulkinnessa".

Työ koostuu kolmesta artikkelista, joissa käsitellään magneettisen mineraalogian ja petrofysikaalisten ominaisuuksien yhteyttä magneettiseen anomaliakuvioon.

Ensimmäisessä artikkelissa verrataan resentiin Islannin vulkaniittien ja prekambriksen metavulkaniittien magneettisia ominaisuuksia. Prekambriksile metavulkaniiteille on tyypillistä jakautuminen heikosti ja voimakkaasti magnetoituneisiin ryhmiin, mikä johtuu nimenomaan susceptibiliteettien vaihtelusta (n. 1000 ja > 10000 10^{-6} SI). Remanenssit ovat alhaisia (emäksisillä metavulkaniiteilla < 3 A/m). Heikosti magnetoituneiden metavulkaniittien määrä on suurin vanhimmissa ja pienin nuorimmissa vertailuryhmissä. Siksi voidaan olettaa, että alhaiset susceptibiliteetit ovat seurausta ennestistä metasomaattisten ja metamorfisten prosessien aiheuttamista muutoksista magneettisten mineraalien esiintymisessä kivien vanhetessa. Resenteillä vulkaniiteilla sekä susceptibiliteetit (basalteilla > 10000 10^{-6} SI) että remanenssit (basalteilla 3-50 A/m) ovat korkeita, mikä viittaa suureen määrään hienon rakkoon titanomagneetteja.

Toisessa artikkelissa tarkastellaan laajemmin kivien magneettisten ominaisuuksien muodostumista geologisissa prosesseissa. Kokonaismagnetoitumaan vaikuttavat kivien sisältämien magneettisten mineraalien määrä, raekoko, koostumus, tekstuuri ja magneettiset ominaisuudet, ja niiden vaihtelu heijastuu petrofysikaalisissa ominaisuuksissa. Geologisen historian aikana kiven magnetoituma voi kasvaa tai laskea ferrimagneettisten mineraalien muodostuessa, muuttuessa tai tuhoutuessa, riippuen esimerkiksi kiven kokonaisrautapitoisuudesta, hapetusasteesta tai vallitsevasta maan magneettikentästä.

Kolmannessa artikkelissa tarkastellaan magneettikiisun aiheuttamia magneettisia anomaliakuvioita, esimerkkinä Kainuun mustaliuskeet. Voimakkaista anomaliahuipuista koostuvat anomaliaketjut ovat tyypillisiä magneettikiisun liittyville anomaliaille, koska niiden muodostumista dominoi remanentti magnetoituma, jonka suunta ei välttämättä vastaa maan kentän suuntaa.

Prekambriksen kivien anomaliat johtuvat pääasiassa magnetiitista. Niissä remanentin magnetoituman osuus kokonaismagnetoitumassa on yleensä

pienempi kuin indusoidun ($Q < 1$). Kuitenkin yksittäisten muodostumien kohdalla remanenssi voi olla merkittävä, ja silloin sen suunta on tunnettava mallinnettaessa anomalia-alueita.

Magneettisen anomalia-alueen jatkuvuuden ja petrofysikaalisten ominaisuuksien vaihtelun perusteella voidaan tehdä yleisiä johtopäätöksiä ferri-magneettisiin mineraaleihin kohdistuneista geologisista prosesseista ja muodostuman geologisesta historiasta. Koska erilaisilla mineralogisilla tekijöillä voi olla samanlainen vaikutus magnetoitumaan, on lisäksi magneettisten mineraalien petrologian tuntemus oleellista geologisessa tulkinnaissa.

Antola, Tuomas: "Sulan teräksen happipitoisuuden hallinta deoksidaation ja reoksidaation vuoroaukautuksessa".

Tämän työn tarkoituksena on ollut selvittää muutoksia sulan teräksen happitasossa eri käsittelyiden aikana ja etsiä keinoja tämän hallintaan. Happipuhallusmenetelmällä melotettu raakateräs tiivistetään voimakkaiden hapensitojen, deoksidaantien, avulla, jolloin syntyvät oksidisulkeumat poistuvat pääosin kuonaan. Tämän jälkeen teräksen happipitoisuuden säätely käsittää sulkeumien poistumisen tehostamisen, metalliin jäävien sulkeumien koostumuksen optimoinnin ja teräksen ympäristön aikaansaaman uudelleen hapettumisen estämisen.

Työn kirjallisuudessa selvitetään ensin deoksidaation, happipitoisuuden alentamisen, termodynaamiset perusteet. Tämän jälkeen tarkastellaan kinetiikan eri vaiheita deoksidaation alkuvaiheesta sulkeumien poistumiseen teräksessä. Kokonaisreaktionopeutta rajoittaviksi vaiheiksi ketjussa osoittautuvat osin sulkeumien kasvu eri mekanismien riittävän nousunopeuden turvaamiseksi, sekä erityisesti sulkeumien sekoituksen edesauttava liike sulassa ja siirtyminen rajapintojen lävitse pois metallifaasista. Sekoituksen tärkeyttä deoksidaatiossa on tarkasteltu sekoitustapoja vertaillen. Oikean menetelmän valinta riippuu halutun käsittelyn voimakkuudesta, kestosta ja vaikutuksesta.

Työn tutkimusosassa selvitetään kuonafaasin aiheuttamaa reoksidaatioita, teräksen uudelleen hapettumista, mikä haitallisesti nostaa metallin happipitoisuutta ja kuluttaa ylimäärin seos- ja tiivistyskomponentteja. Parhaiten kuona-reoksidaatio voidaan estää tehokkaalla kuonan pidätyksellä kaadossa uunista senkaan. Kuonaan päätyneiden hapettavien oksidien pelkistyminen tapahtuu hapen aineensiirtona kuonafaasissa kohden rajapintaa ja edelleen läpi kuona-metalli-rajapinnan metallifaasiin. Aineensiirron vaiheet ovat hitaita nopeaan kemialliseen reaktioon verrattuna.

Happivirta kuonasta metalliin noudattaa aineensiirron lakeja eli aineensiirtokerroin on se tekijä, joka ennen kaikkea sekoitusvoimakkuudesta riippuen säätelee ainevirtoja faaseissa ja faasien välillä. Kerroin on yksilöllinen kullekin systeemille ja sekoitustavalle.

Tutkimustyössä kehitettiin edelleen Ritakallion (1979) reoksidaatiomallia ja määritettiin aineensiirtokerroin sekoitusenergian funktiona tuotantomittakaavan laitokseen soveltaen. Aineensiirtokerrointa vastaavaan ns. reoksidaatiokerroin arvoiksi saatiin $h = 0,061 \cdot \epsilon^{0,23}$ missä ϵ on sekoitusenergia (W/t). Hapen aineensiirton vaikuttaviksi tekijöiksi todettiin kuonafaasin määrä, hapettavien oksidien osuus kuonassa, sekoitus ja osin vallitseva lämpötila.

Eriksson, Leif: "Lyhyen elinajan työkalut levynmuovauksessa".

Tutkimuksessa selvitettiin eri materiaalien käyttöä lyhyen elinajan työkaluissa (LEA). Polymeerien ja betonien käyttöä syvävetotyökalujen rakennemateriaaleina tutkittiin. Lisäksi tarkasteltiin lyhyesti materiaalien käyttöä muiden levynmuovausprosessien työkalumateriaaleina. Tutkimuksessa mitattiin materiaalien mekaaniset ja liuku- sekä kulumisominaisuudet. Koe-työkaluja valmistettiin ja testattiin edellä mainittujen ominaisuuksien vahvistamiseksi. Lopuksi suoritettiin tuotantomittakaavaisia kokeita ja tarkasteltiin LEA-materiaalien käytön taloudellisuutta.

Olenneinen näkökohta tuotusuunnittelussa on materiaalien kuormitusolosuhteisten ominaisuuksien tunteminen. Muovatuksen tuotteen mittatarkkuus riippuu työkalumateriaalin kimmokertoimesta ja myötölujuudesta. Mitä suurempia arvot ovat, sen mittatarkemman tuotteen työkaluilla voidaan valmistaa. Metallirakenteisiin verrattuna on muovirakenteiden suunnittelu vaikeampaa luotettavien materiaaliominaisuuksien huonon saatavuuden takia. Materiaalivaihtelut on selvitettävä itse kokeellisesti.

Tuotantokokeissa todettiin perinteisten työkalukonstruktioiden olevan niin valmistusteknillisesti kuin käytönkin osalta epäsuopivia LEA-työkaluille. Liitos- ja kiinnityselimet tuottivat eniten hankaluuksia työkalunvalmistuksen ja asetuksen aikana. Täytettyjen epoksihartsien todettiin soveltuvan painimen materiaaleiksi, mutta pienen pintapaineen sietokykynsä johdosta ne eivät yleensä sovellu vetorenkaisiksi.

Toisen työkalun konstruktiomateriaalien valinnalla pyrittiin halpaan ja suhteelliseen kestävään rakenteeseen. Kokeiden perusteella voidaan sanoa, että konstruktiot kestävästään astusten ja sisäänajon rasitukset.

Garidis, Hias: "Evaluation of a hot top mould for continuous casting using a simulator".

This work set out to investigate the effect of reduced heat flux at the meniscus zone of a continuous casting mould, on the characteristics of oscillation marks and the way in which to implement it.

In the theoretical part, the theories describing the mechanism of oscillation marks formation are shortly reviewed. Factors affecting the marks' characteristics are comprehensively reviewed as are those affecting heat

transfer in the mould, particularly in the meniscus zone. A short review of crack formation due to oscillation marks has also been presented.

The hot top mould principle, i.e. reducing the heat conductivity of the mould wall by using less heat conductive metal or ceramic inserts was followed in the experimental work. Stainless steel AISI 304, Cr_3C_2 and BN were used as inserts on a continuous caster simulator, the first two as thin coatings and the latter as a 5 mm plate.

Stainless steel proved inadequate because of poor resistance to mechanical wear. Cr_3C_2 and BN exhibited good results, reducing heat flow by up to 37 % and 47 % resp. over conventional mould plates. Oscillation marks characteristics were also improved, with the incidence of subsurface hooks falling by 75 % and 83 %.

Haraldsen, Ane Kristin Ringstad: "Microstructures and mechanical properties of HSLA steels after controlled rolling and accelerated cooling".

Traditionally hot rolled products have to be heat treated after rolling to get the desired properties. Through controlled rolling by controlling the temperature of each pass carefully, the desired properties can be obtained. By using controlled rolling and accelerated cooling of microalloyed steel it is possible to reduce the product costs and use lighter weight sections in constructions for many applications.

The aim of this study was to find out the influence of rolling and cooling parameters on the microstructure, the effect of microalloying on the final properties in as-hot rolled HSLA steels and to make an estimate of the effects of precipitation strengthening on the total strength. A mathematical model for the precipitation hardening was developed to give a reasonable estimate of the precipitation hardening contribution in controlled rolling of microalloyed steels.

The experimental work consists of laboratory rolling trials with manual cooling, laboratory rolling in an accelerated cooling line and rolling simulation by hot plane strain deformation followed by controlled cooling.

The results showed that it is possible to replace traditionally hot rolling and heat treatment by controlled rolling and accelerated cooling. It is however difficult to obtain satisfactory low cooling rates in the laboratory set ups because of the limitations set up by the geometry and the cooling equipment.

The precipitation hardening model calculates the strength increment within an error of 10 %. Both SEM and STM analyses show that a precipitate particle size of 30-40 nm has been obtained.

Hänninen, Pekka: "Maatutkaluotaus maaperägeologisissa tutkimuksissa".

Maatutkaluotaus on radiotaajuusalueella toimiva sähkömagneettinen geofysikaalinen tutkimusmenetelmä. Viimeisen kymmenen vuoden aikana siitä on tullut merkittävä tapa kerätä tietoa maaperästä aina useisiin kymmeniin metreihin asti. Maatutkaluotauksen etuna on sen nopeus sekä tuloksena saatava jatkuva, maaperän sähköisten ominaisuuksien muutoksia kuvaava, profiili.

Maaperägeologisissa tutkimuksissa sähkömagneettisen aallon käyttäytymiseen vaikuttavat lähinnä maaperän johtavuus ja dielektrisyys. Johtavuuden kasvu lisää sähkömagneettisen aallon vähenemistä ja dielektrisyys vaikuttaa aallonkulkunopeuteen, aallon taittumiseen sekä heijastumiseen. Maaperässä dielektrisyys on riippuvainen maaperän sisältämän veden määrästä, mikä edelleen riippuu maaperän hieno-ainesmäärästä. Jatkuvan profiilin ja dielektrisyiden avulla voidaan luokitella karkeat ja hienot lajitteet irtomaat sekä moreenit toisistaan.

Maatutkaluotaus soveltuu parhaiten karkeiden irtomaiden tutkimuksiin. Juuri nämä muodostumat ovat otollisia maa-ainesten oton ja pohjaveden muodostumisen kannalta. Hieno-ainespitoisissa irtomaissa maatutkaluotauksen syvyysulottuvuus on rajallinen ja savilla syvyysulottuvuus loppuu usein jo pariin metriin.

Lampio, Eero: "Analyysitiedon käsittely geokemiallisessa etsinnässä".

Tässä työssä on paino jäätiköityneen prekambrialueen geokemiallisen tiedon käsittelyssä malminetsintää varten. Samalla on tullut esiin malmin-geologista tietoa Mo/Cu-esiintymistä, petrologista tietoa magmakivien koostumusjakaumista sekä atk-sovellustietoa geologisista tietokantaratkaisuista, joilla kaikilla on myös laajempaa yleistä sovellettavuutta.

Svekkarjalaisen granitoidien geologiaa ja geokemiaa tutkittiin 22 kohteella. Kymmenellä kohteella oli molybdeenihohde ja/tai kuparikius- esiintymiä. Näytteiden tavoitteena oli saada edustavat näytteet sekä eri granitoidifaasien geokemiallista tutkimusta varten että esiintymiin liittyvien primaariaurcolien selvittämiseksi. Geokemiallisten näytteiden lisäksi otettiin palanäytteet petrografiaa tutkimuksia varten. Näytteidenottoisuus I näyte / 2-0,5 km² näytti riittävältä potentiaalisten granitoidifaasien löytämiseen. Kupari osoittautui parhaaksi laajojen ja kontrastikkaiden primaariaurcolien tuottajaksi.

Työssä tutkittiin mahdollisuuksia määrittää kivilajinimet happamille ja intermediaarisille magmakiville kemiallisen koostumuksen perusteella ja verrattiin tuloksia modaalikooostumuksista QAP-diagrammilla määritettyihin kivilajeihin. Tutkimusaineisto sisälsi pääalkuaineanalyysit 72 granitoidi- ja dioritoidinäytteestä sekä modaalikooostumusmääritykset 28 näytteestä. Tämän tutkimuksen mukaa mesonormien mukainen luokittelu Q'-ANOR-diagrammilla on paras menetelmä kivilajin määrittämiseksi granitoideille ja

dioritoideille kemiallisesta koostumuksesta. Tällä menetelmällä määritetty kivilaji vastaa melko hyvin modaali-koostumukseen perustuvaa kivilajia, ja on luotettavampi kuin makroskooppinen kivilajimääritys. Monimuuttujamenetelmiä voidaan myös käyttää karkeaan kivilajiluokitteluun, jos aineisto sisältää näytteitä joiden kivilaji tunnetaan.

Geologian tutkimuskeskuksen geokemian osastossa on kehitetty tietokanta- ja sovellusohjelmapaketti suurten geokemiallisten näyte- ja analyysinäytteiden sekä projektitietojen hallintaan ja käsittelyyn. Järjestelmä on suunniteltu tutkijoiden käyttäjäväliseksi työvälineeksi tutkimushankkeiden seurantaan ja hallintaan sekä analyysitietojen varastointiin ja hakuihin tilastollisia ja graafisia sovelluksia varten. Järjestelmän suunnittelussa oli tavoitteena luoda kaikille geokemian osaston nykyisille aineistoille soveltuva ja uusille tepeille helposti muokattava tiedonhallintajärjestelmä. Erityistä huomiota kiinnitettiin myös tietojen oikeellisuuden ja luotettavuuden parantamiseen sekä yhteensopivuuteen Geologian tutkimuskeskuksen muihin järjestelmiin tietojen yhteiskäytön mahdollistamiseksi.

Malinen, Markus: "Teräksen mikrorakenteen mallintaminen".

Tutkimuksessa selvitettiin teräksen mikrorakenteen vaikutusta valssausvoimaan CMn-teräksen ja ruostumattoman teräksen kuumavalsauksessa. Keskeisiä tutkimuskohteita olivat lämpötilan ja staattisen rekristallisaation vaikutus teräksen muodonmuutoslujuuteen valssauksen aikana.

Muodonmuutoslujuutta tutkittiin kolmella eri menetelmällä: tasopuristuskokeilla, laboratoriovallssaimella ja Rautaruuki Oy:n Raahan terästehtaan levyvalssaimen prosessitietokoneelta saatujen tietojen avulla. Koemateriaalina käytettiin normaalisti tuotannosta otetuista jatkuvavaliuhoista leikatuja kappaleita.

Koetulosten avulla kehitettiin valssausvoimamalli, joka laskee tarvittavan valssausvoiman ottaen huomioon staattisesta rekristallisaatiosta johtuvat raekoon muutokset ja rekristallisaatioasteesta riippuvan muodonmuutoslujuuden kasvun.

Mallin avulla on mahdollista tarkentaa valssausvoiman laskentaa perinteisiin valssausvoimamalleihin verrattuna. Merkittävimpiä rekristallisaation vaikuttavia tekijöitä ovat valssauslämpötila ja pistojen välinen aika. Valssausvoimaan vaikuttaa lisäksi kitka ja epähomogeeninen muodonmuutos, jotka riippuvat muun muassa valssattavan kappaleen ja valssien välisistä geometrisistä tekijöistä.

Mallia kehitettäessä oli tavoitteena saada minimoituja laskentaa varten tarvittavien kokeellisten parametrien määrä. Tutkimuksen aikana havaittiin, että varsinkin kitka vaihtelee huomattavasti koemenetelmästä ja valssausolosuhteista riippuen. Teräksen analyysin vaikutus on myös suuri. Näistä syistä johtuen malliin on jouduttu sisällyttämään myös valssaus- ja teräslajikohtaisesti määritettäviä parametreja.

Pitkänen, Jorma: "Ultraäänianturit ja niiden valmistus".

Tutkimuksessa tarkastellaan ultraäänianturin suunnitteluun ja valmistukseen liittyviä tekijöitä. Tutkimuksen kirjallisuusosassa selvitetään eri aaltomuotoja, joita käytetään rikkomattomassa aineen koetuksessa, priesosähköisiä materiaaleja ja niiden ominaisuuksia, anturin pulssiin ja taajuusjakamaan vaikuttavia tekijöitä, anturin mallinnukseen käytettyjä menetelmiä sekä erityyppisiä antureita, joita käytetään materiaalivikojen testauksessa.

Tutkimuksen aikana rakennettiin kulma-antureita, joissa käytettiin PVDF-, PZT- ja PMN-pietsomateriaaleja. Antureille laskettiin ja mitattiin äänikentän koko ja suunta. PVDF-anturilla herkkyyden oli n. 15 dB heikompi kuin keraamisilla värähtelijöillä. Ryömintäaaltolaitteita valmistettiin yksi PMN- ja yksi PVDF-materiaalista. Antureista mitattiin pitkäaikaista äänikeilaa ja ryömintäaallon osuus sekä kauko- että lähikentässä. PVDF-anturilla ryömintäaallon osuus väheni 4 dB etäisyyden kasvaessa 30 mm:stä 70 mm:iin. PMN-materiaalista tehdyllä anturilla väheneminen oli 9 dB. PMN-anturilla herkkyyden oli n. 16 dB voimakkaampi.

Fokusoitu anturi suunniteltiin paksumuotoisen komponentin testaukseen. Fokuspuolesta 140 mm:n syvyydellä suunniteltu fokuksen koko oli 7,28 mm ja mitattu koko oli 7,8 mm. Austeniittisen materiaalin testaukseen suunniteltiin ja valmistettiin SEL-anturi, jonka suunniteltu kulma teräksessä oli 50°. Akustisen sovituksen parantamiseen käytettiin ohuempia kuin 1/4-sovituskerroksia. Sovituskerroksina käytettiin hostafan-muovia ja kuparia. KLM-mallin avulla laskettiin pulssi SEL-anturille. Mitattu pulssi, joka oli 51° kulmassa, vastasi KLM-mallilla laskettua pulssia. Anturin toimivuus mitattiin voimakkaasti ultraääntä sirottavan austeniittisen koekappaleen urista. Signaalikohina-suhde oli n. 6 dB. PVDF-materiaalin toiminta 1/2-värähtelijänä testattiin laskemalla KLM-mallin avulla ja mittaamalla taajuusjakaama. Mitatut ja lasketut taajuusjakaumat ja pulssit vastasivat toisiaan.

Talja, Jyri Juhani: "Boridikuparin termodynaaminen analyysi ja plasmatekninen valmistus".

Työn teoriaosassa selvitettiin boridilujitettujen, TiB₂ ja ZrB₂, dispersiokupariseosainekomponenttien binäärisysteemien termodynaamiset analyysit. Ne sisältävät sekä faasidiagrammit että systeemien termodynaamiset ominaisuudet. Viidestä binääristä systeemistä Cu-Ti, Ti-B ja Zr-B löytyivät optimoituina kirjallisuudesta, tosin niiden tieteellinen taso, tarkkuus ja optimoitujen parametrien luotettavuus vaihtelivat suuresti. Työssä optimoitiin binäärit systeemit Cu-B sekä Cu-Zr. Ternääristä systeemeistä, Cu-B-Ti ja Cu-B-Zr, ei kirjallisuudesta löytynyt kokeellista informaatiota.

Työn kokeellinen osa koostuu rf-plasmatekniikan eri osa-alueista: laitteiston ja reaktorin testaus, energiahyötysuhdetarkastelut sekä sovellukset, joista boridilujitetun dispersiokuparin plasmatekninen valmistus muodostaa teoriaosan kanssa yhtenäisen kokonaisuuden. Toisena plasmateknisenä sovelluksena oli hydrometallurgisesti valmistetun, muodoltaan epäsuunnitellisen kuparijauheen modifiointi rf-plasmatekniikan avulla.

Rf-plasmalaitteiston testaus metallijauheiden käsittelyä varten suunnitellulla ja rakennetulla reaktorilla tehtiin käyttäen molempia laitteistoon hankittuja plasmasoittuja: kvartsisoitu PL-70 sekä kuparisormisoitu CFEI. Laitteiston energiahyötysuhteen, kytkentähyötysuhde ja terminen hyötysuhde, mitattiin eri prosessiparametreilla molempia soittuja käyttäen. Lisäksi selvitettiin metallisen raaka-aineen syöttöä ja käyttäytymistä plasmalosuhteissa.

Kvartsisoitun käyttö jauheiden prosessointiin plasmassa oli helppoa, mutta hukkaenergian osuus oli korkea. Kuparisormisoitulla hyötysuhteet olivat huomattavasti korkeampia, saman suuruisia generaattorin valmistajan ilmoittamien arvojen kanssa. Soitun haittana oli helposti höyrystyvien metallijauheiden syöttö suoraan plasmalokeroon, mikä vaatisi erittäin tarkat syöttöparametrit tai erillisen suojaasuvirtauksen. Molempien plasmasoittujen hyötysuhteen käyttö tehostui seostettaessa kaksiatomista kaasua plasmatai suojaasuum. Kokeellisten havaintojen perusteella selvästi korkein plasmalaitteiston hyötysuhteen osuuteen vaikuttava tekijä oli kuitenkin generaattori ja plasmasoitun välinen sähköinen yhteensopivuus.

Boridilujitetun dispersiokuparin valmistus plasmateknisesti oli mahdollista. Valmistusprosessi oli: esiseostettu kaasuatomoitu kuparijauhe [Ti]₂Cu ja [Zr]₂Cu, alkuaineboorin sekoitus attriittorissa kuparijauheen kanssa, plasmalokeroon, lämpökäsittelyt (erkaus) ja tiivistys. Menetelmällä valmistettujen boridilujitettujen dispersiokuparien mekaaniset ja fysikaaliset ominaisuudet olivat lähellä kaupallisen tuotteen vastaavia arvoja. Boridierkaumiin koosta tai jakautumasta matriisissa ei puutteellisten analysointimenetelmien vuoksi ole täyttä varmuutta.

Metallijauheiden modifiointi rf-plasmatekniikalla osoittautui tehokkaaksi ja toimivaksi menetelmäksi. Plasman pallotustehokkuus oli selvästi energiankäytön funktiona. Jauheiden karakteristiset ominaisuudet paranivat huomattavasti jo suhteellisen alhaisella energiankulutuksella, 5-10 kWh/kg Cu.

Tyni, Matti: "Mineraalien tuotanto- ja käyttöominaisuudet esiintymien hyödyntämiseksi".

Tässä tutkimuksessa on selvitetty näkökohtia esiintymien mineralogian vaikutuksesta kaivostuotannon ja mineraaliteollisuuden sekä mineraalituotteiden käytön kaikinpuoliseen onnistumiseen ja kannattavuuteen. Työssä on tarkasteltu kaivoksen louhinnan, hyötymineraalien talteenasaannin, rikasteiden myyntiarvon, kaivoksen ja sulattojen ympäristövaikutuksien sekä kaivostoiminnan arvottomien sivutuotteiden hyödyntämismahdollisuuksien riippumista esiintymän aineosien, mineraalien, fysikaalisista, kemiallisista ja pintakemiallisista ominaisuuksista. Suomen metsäteollisuudelle tärkeiden teollisuusmineraalien talkin ja muiden paperipigmenttien tuotanto- ja käyttöominaisuuksia on myös käsitelty. Lisäksi eräiden mineraalien terveydellisiä ja työhygienisiä vaikutuksia on pohdittu mineralogiselta kannalta.

Keskeisimpinä esimerkkeinä ovat olleet Enon Paukkajanvaaran uraani-kaivos (toiminnassa 1960-1961, Luikonlahden kuparikaivos (1968-1983) ja talkin tuotanto (1979-1988) sekä Malmikaivos Oy:n mineraalitutkimus (1988-).

Kaivostoiminnan onnistumisen kannalta olisi tärkeää kiinnittää entistä tarkempi huomio hyödynnettävän esiintymän mineraalien ja mineraaliseurueiden mainittuihin ominaisuuksiin, jotka ovat kaivostuotannolle ja mineraalien jatkokäytölle oleellisia. Tämän alan tietopankkiin olisi kerättävä kaikki soveltuva tieto myös aikaisemmasta vuorityöstä kotimaasta ja ulkomailta. Sen avulla voitaisiin kaivoksien tuotantoprosesseja kehittää enemmän malmin laadun vaihtelua ja yksilöllisyyttä sietäväksi. Mineralogisten seikkojen vaikutus malminarvioon ja tuotantoprosessiin pitäisi pystyä selvittämään luotettavasti uuden esiintymän tutkimuksessa jo malminetsinnän varhaisessa vaiheessa.

Vanhala, Heikki: "Mineraalisaatioiden luokittelu taajuusalueen spektri-IP-mittauksia käyttämällä".

Kuudella eri mineralisaatiolla tehtiin spektri-IP-maastomittauksia dipoli-dipoli-konfiguraatiolla ja 20 metrin elektrodivälillä taajuuksilla 0,0156 - 1024 hertsia. Testikohteiden kairsydämistä mitattiin laboratoriospektrit ja määritettiin ohut- ja pintahiiden perusteella kivien mineraalikoostumus ja malmimineraalien tekstuuri. Kohteilla tehtiin myös maavastuuluotauksia.

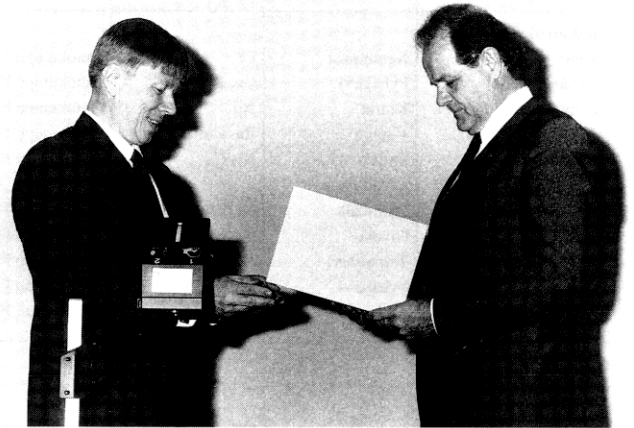
Hyvin erityyppisten malmitekstuuriin, ääriesimerkkeinä kiisipuro ja grafiittigrafiitti, näennäiset aikavakiot eroavat toisistaan selvästi. Sensijaan raekooltaan lähellä toisiaan olevien tekstuuriin, kuten pirote ja verkkomaisen malmitekstuuriin, näennäiset aikavakiot poikkeavat toisistaan vähän tai eivät ollenkaan, eikä niiden erottaminen toisistaan mittaustuloksen perusteella ole aina mahdollista. Tulkintaa voidaan tarkentaa ottamalla huomioon kivien taustaresistiivisyyden vaikutus aikavakioon. Piroteisten kivien näennäisistä spektreistä kahdella eri menetelmällä lasketut raekokoja-kauman huiput vastaavat todettuja raekokoja-kaamia.

Laajojen alueiden mittaamisen menetelmä ei hitautensa takia soveltu. Muilla menetelmillä paikannettujen mineralisaatioiden tekstuuriin tutkimiseen spektri-IP-mittaus sensijaan soveltuu.

PERTTI VOUTILAINEN SAI EERO MÄKINEN-ANSIOMITALIN

Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä jaettiin tänä vuonna Eero Mäkinen-ansiomitali kunniakirjoineen yhdistyksen edelliselle puheenjohtajalle, pääjohtaja Pertti Voutilaiselle.

"Pertti Voutilainen, todellinen VUORIMIES, Vuorimiesyhdistyksen hallitus on myöntänyt sinulle yhdistyksemme ansiomerkin, Eero Mäkinen-mitalin esimerkillisestä ja ansiokkaasta toiminnastasi vuoriteollisuudessa ja yhdistyksen piirissä. Näistä ainutlaatuisista ansioistasi johtunee, että olet nyt valitettavasti siirtynyt ainakin jonkun verran vuoriteollisuuden ulkopuolelle. Me kaikki toivomme sinulle onnea uudessa tehtävässäsi. Toivomme, että tämä mitali, joka minulla on nyt kunnia luovuttaa sinulle muistuttaa sinua tulevaisuudessakin kunniaakkaista vuorimiesperinteistä" sanoi nykyinen puheenjohtaja Raimo Matikainen luovuttaessaan mitalin.



Diplomi-insinööri, KTK Pertti Voutilainen vastaanottaa puheenjohtaja, professori Raimo Matikaisen onnittelut.

Diplomi-insinöörit:

- Ahola, Jukka:** "Lujitus- ja tiivistysmäärät Helsingin pientunneleissa".
Ahveninen, Raimo: "Hydroksidien muodostuminen kompleksisten sulfidien vaahdotuksessa".
Alhainen, Jouni: "Valutilaisen pallografiittiraudan mekaanisten ominaisuuksien ennustaminen termisen analyysin ja jäähmettymisen simuloinnin avulla".
Antila, Esa: "Appearance of silver in anode copper matrix and behavior of silver in the electrorefining process of copper".
Hokkanen, Tero Mikael: "SAMPO-kairareikäanturiin liittyvä numeerinen mallinnus".
Jyrkönen, Satu: "Kuonan ja emäksisen tulenkestävän vuorausmateriaalin välinen vuorovaikutus teräsenkassa".
Kainulainen, Vesa: "Poraustarkkuus suomalaisilla avolouhoksilla".
Kojo, Maria: Tutkimus typpi-hiili yhdisteiden ja kromaattien muodostumisedellytyksistä valokaarisulatuksen olosuhteissa".
Lahtinen, Martti Mikael: "Jokisivun kultaesiintymän rikastaminen".
Laitinen, Lauri Jukka: "Työterveysriskejä aiheuttavat kuitumineraalit lounhinnassa ja kivimateriaalin käsittelyssä".
Levanto, Enni: "Sähkökemiallisia mittauksia luuliimasta kuparielektrolyysiolosuhteissa".
Peltola, Ari: Lämpökäsittävien kovakromipinnoitteiden valmistus".
Peltomäki, Markku Johannes: "Itseliikkuvan murskaimen käyttösovellukset maanlaisessa kaivostoiminnassa".
Pinomaa, Tuomas Mikael: "Boridilujitetun dispersiokuparin valmistaminen plasmatekniikkaa soveltaen".
Räsänen, Heikki: "Pitkät katkot tunnelilouhinnassa".
Tuokko, Taisto: "Ajan vaikutus kalliorakenteiden lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksiin kiteisissä kivilajeissa".
Turkia, Minna: "PVD- ja CVD-menetelmillä valmistettujen metallurgisten TiN-ohutkalvopinnoitteiden korroosionkestävyyden vertailu".
Voutilainen, Jari: "Raaka-ainetoimitukset rikastevaraston hallintatekijänä".
Wiik, Bengt: "Alumiinimatriisikomposiittien muovattavuus".
Yao, Li: "Fine serpentinite powder as an adsorbent for wastewater treatment in mineral processing".
Ärmänen, Esa Olavi: "Geologisten ominaisuuksien soveltaminen rakenuskivien irroituksessa".

ÅBO AKADEMI

Institutionen för geologi och mineralogi

Filosofie licentiater:

Eklund, Olav: "Betydelsen av magmamixing som magmatisk evolutionsprocess i tolkning av post- och anorogena bergarters uppkomst, Åland, s.v. Finland".

Syftet med avhandlingen är att redogöra för magmamixing som en magmatisk evolutionsprocess och mekanismerna bakom denna, samt härleda processen till påvisbara situationer i de post- och anorogena bergarterna sydväst om den Åländska rapakivibatoliten, s.v. Finland. Vidare syftar avhandlingen till att försöka påvisa hur subjotniska basalter smält Svecofenisk jordskorpa, och hur magmamixing förekommit mellan basaltisk magma och de nybildade palingeniska smältorna under uppkomsten av rapakivirelaterade kvarts-fältspatporfyrer. Slutligen kommer kemiska mixingsters användbarhet inom petrologin att diskuteras.

Leino, Hilikka: "Plagioclase porphyritic lavas and related pyroclastites in Dyngjufjöll, central Iceland".

Lindroos, Alf: "De tidigt svecofeniska vulkaniterna i SW Finland, deras stratigrafi och geokemi".

Filosofie kandidater:

Fjäder, Kenneth: "Stratigrafi och tektonik hos Proterozoiska suprakrustala bergarter i Pargas, SW Finland".

Grind, Henrik: "Dolomitkalkstenen i Ala-Siikajärvi — petrologisk, stratigrafisk, och tektonisk tolkning".

Rantanen, Patrik: "Petrologisk beskrivning av fyra ultramafiska-mafiska intrusiv i Kangaslampi kommun, SE Finland".

Selonen, Olavi: "Geologin inom Särkilähti-området, SE Finland".

Väisänen, Markku: "Strukturgeologi i Orijärviområdet, SW Finland: lili-järvi- och Orijärviområdenas strukturella lägen".

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1991
Ylitarkastaja Urpo J. Salo

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu tn	Malmia tai hyötykiveä tn	Kaivostyöntekijöitä keskimäärin			Kaivoksessa suorittajia työntunneja	
						avolouhos	maan alla	yht.		
Malmikaivokset										
1. Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Chrome Oy	4 750 465	878 885	64	—	64	110 664	
2. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	Outokumpu Finmmines Oy	1 437 093	1 042 093	2	105	107	181 380	
3. Saattopora	Kittilä	Au	Outokumpu Finmmines Oy	1 154 843	524 355	31	1	32	56 363	
4. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb	Outokumpu Finmmines Oy	1 049 589	1 004 322		66	66	94 242	
5. Enonkoski	Enonkoski, Savonlinna	Ni, Cu	Outokumpu Finmmines Oy	875 927	668 350	1	53	54	86 061	
6. Vammala	Vammala	Ni, Cu	Outokumpu Finmmines Oy	604 622	581 087		55	55	91 225	
7. Hitura	Nivala	Ni, Cu	Outokumpu Finmmines Oy	497 390	396 390		38	38	64 314	
8. Telkkälä	Taipalsaari	Ni	Outokumpu Finmmines Oy	223 474	188 994		9	9	15 760	
9. Mullikkoräme ¹⁾	Pyhäjärvi	Zn, Cu, S	Outokumpu Finmmines Oy	171 587	171 587		5	5	9 000	
10. Hälvälä	Kerimäki	Ni	Outokumpu Finmmines Oy	60 013	32 173					
Malmikaivokset 10 kpl				Yhteensä	10 825 804	5 488 236	98	332	430	709 009
Kalkkikaivokset										
1. Parainen	Parainen	Klk	Oy Partek Ab	1 757 851	1 564 765	23	4	27	47 604	
2. Ihalainen	Lappeenranta	Klk, Wol	Oy Partek Ab	1 519 374	1 229 189	20	—	20	34 500	
3. Tytyri	Lohjajärvi	Klk	Lohja Oy Ab	679 786	679 786		55	55	89 064	
4. Mustio	Karjaa	Klk	Lohja Oy Ab	578 185	321 185	12	—	12	20 217	
5. Ruokojärvi	Kerimäki	Klk, Dol	Ruskealan Marmori Oy	311 200	296 940	1	15	16	25 575	
6. Vampula	Vampula	Dol	Oy Partek Ab	272 267	251 799	3	—	3	6 177	
7. Ryytimaa	Vimpeli	Dol	Oy Partek Ab	261 579	189 345	5	—	5	8 190	
8. Sipoo	Sipoo	Klk, Dol	Lohja Oy Ab	203 200	203 200	—	17	17	29 700	
9. Siikainen	Siikainen	Dol	Oy Partek Ab	196 726	190 574	3	—	3	5 136	
10. Förby	Särkisalo	Klk	K. Forsström Ab	148 031	132 115	—	16	16	24 875	
11. Siivakkala	Vampula	Dol	Oy Partek Ab	112 876	44 900					
12. Kalkkima	Tornio	Dol, Kv	Saxo Oy	95 314	95 314	1	—	1	2 500	
13. Ankele	Virtasalmi	Dol	Saxo Oy	67 400	38 992	1	—	1	1 920	
14. Sinermäpalo	Kittilä	Mar	Lapin Marmori Oy	4 450	450	1	—	1	1 152	
15. Rantamaa	Tervola	Dol	Lapin Marmori Oy	2 288	2 288				64	
16. Paltamo	Paltamo	Dol	Juuan Dolomiittikalkki Oy	16 400	15 000	1	—	1	1 500	
17. Juuka	Juuka	Dol	Juuan Dolomiittikalkki Oy	8 400	8 400	1	—	1	1 800	
Kalkkikaivokset 17 kpl				Yhteensä	6 235 327	5 263 842	72	107	179	299 973
Mineraalikaivokset										
1. Siilinjärvi	Siilinjärvi	P, Klk	Kemira Oy	7 601 217	5 782 213	73	—	73	124 339	
2. Lahnaslampi	Sotkamo	Tik, Ni	Finminerals Oy	923 819	459 819	15	—	15	27 662	
3. Horsmanaho	Polvijärvi	Tik, Ni	Finminerals Oy	473 168	276 732	2	—	2	5 279	
4. Kinahmi	Nilsia	Kv	Lohja Oy Ab	248 401	243 827	3	—	3	5 500	
5. Lipasvaara	Polvijärvi	Tik, Ni	Finminerals Oy	211 948	118 433	6	—	6	10 361	
6. Tulikivi	Juuka	Vuolukivi	Suomen Vuolukivi Oy	228 810	59 607	24	—	24	39 900	
7. Kemiö	Kemiö	Ms, Kv	Lohja Oy A b	245 105	209 824	4	—	4	7 180	
8. Nunnanlahti	Juuka	Vuolukivi	Nunnanlahden Uuni Oy	121 285	33 018	14	—	14	22 648	
9. Vartsila	Nilsia	Kv	Lohja Oy Ab	21 036	21 036	—	—	—	165	
10. Repovaara	Polvijärvi	Tik, Ni	Finminerals Oy	9 371	9 134	—	—	—	434	
11. Mönkkölä	Savonranta	Vuolukivi	Top-Stone Oy							
Mineraalikaivokset 11 kpl				Yhteensä	10 084 160	7 213 643	141		141	243 468
Muut kaivokset: Vuorivillan ja Sementinvalmistuksen kiviaineista										
1. Näträmälä	Imatra	Al, Fe, Mg	Paroc Oy Ab	44 881	44 881				368	
2. Ybbemäs	Parainen	Al, Fe, Mg	Paroc Oy Ab	19 800	19 800				1 510	
3. Sallittu	Suomusjärvi	Al, Fe, Mg	Paroc Oy Ab	51 500	51 500				2 750	
4. Kuormanpohja	Joutseno	Al, Fe	Paroc Oy Ab	22 794	22 794				336	
Muut kaivokset 4 kpl				Yhteensä	138 975	138 975	3		3	4 964
Kaikki kaivokset 42 kpl					27 284 266	18 104 696	314	439	753	1 257 414
¹⁾ toiminta päättyi										

Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto

	1989	1990	1991
Rikasteet tonnia			
Rikkirikaste	737 796	671 661	724 114
Kromirikaste, palarikaste ja valuhiekka	498 572	489 265	458 018
Fe-pasute, Siilinjärvi ei käyttöä, varastoitu	267 700	233 000	203 000
Nikkelirikaste	130 552	135 397	121 259
Sinkkirikaste	112 787	99 084	107 519
Kuparikaste	56 746	52 449	43 883
Lyijyrikaste	4 868	4 104	2 938
Metallit ja metallurgisia tuotteita tonnia			
Raakateräs	2 921 281	2 860 500	2 890 000
Raakarauta	2 284 032	2 283 000	2 331 500
Jaloteräs (aihiot)	192 212	226 017	258 200
Ferrokromi	169 084	156 518	190 000
Sinkki	162 508	174 923	170 389
Katodikupari	55 689	65 103	64 433
Katodinkkeli	13 355	16 882	13 847
Kadmium	612	569	592
Koboltti	292	333	266
Elohopea/kg	158 679	140 972	74 000
Hopea/kg	31 127	28 508	30 332
Selecni/kg	27 969	31 160	35 210
Kulta/kg	2 510	2 813	2 240
Mineraalit tonnia			
Kalkkikivi yhteensä	4 338 073	4 753 600	3 864 300
Kalkkikiven käyttö			
– Sementin valmistus	2 107 245	2 397 000	1 714 000
– Maanparannuskalkki	1 187 852	1 269 000	1 119 800
– Kalkinpoltto	464 044	439 000	396 600
– Rouheet, tekn.jauheet ym.	578 932	648 600	633 900
Apatiitti	579 690	546 134	472 459
Talkki	397 835	385 207	360 790
Kvartsi	273 935	276 373	200 987
Vuorivillakivi	184 100	153 000	124 412
Maasälpä	54 581	52 630	53 337
Vuolukivituotteita	31 857	33 570	30 583
Wollastoniitti	31 436	29 570	27 844
Kiillerikaste	—	—	4 693
Sementti tonnia	1 596 100	1 666 600	1 324 000

PALVELUHAKEMISTO

GEOALAN PALVELUJA

Palvelemme ja suoritamme geoalan tutkimusta kentällä ja ajanmukaisissa laboratorioissamme.

Geologian tutkimuskeskus

Betonimiehenkuja 4
02150 ESPOO

Puh. 90-46931
Fax. 90-462205

KONSULTTITOIMISTOJA

SKOL ry:n jäsen
INSINÖÖRITOIMISTO

SAANIO & RIEKKOLA OY

Lautokuja 4, 00420 HELSINKI Puh. 90-5666500 fax 90-5663354

- Kalliotilojen yleissuunnittelu
- Rakennesuunnittelu
- Kalliorakennussuunnittelu ja rakennusgeologia
- Kalliotutkimusten ohjelmointi ja tulokäsittely
- Kalliomekaniikka ja atk-palvelut

TUTKIMUSPALVELUT



OUTOKUMPU MINING SERVICES

GEOANALYTTINEN LABORATORIO

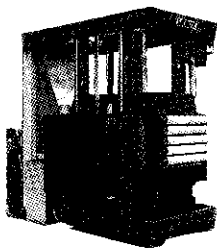
Mineraali- ja alkuaineanalytiikka
Materiaali- ja mineraalitutkimukset

PL 74 83501 OUTOKUMPU puh. 973-5561 fax 973-556610

PAINESUODATUS

SUODATUS

**Larox-menetelmä
alentaa kustannuksia
jopa 70 prosenttia.**



Larox-painesuodatus — muita tehokkaampi ja taloudellisempi

Olivatpa kyseessä kemikaalit, rikasteet, mineraalit, pigmentit, lääkeaineet tai erilaiset jäte-
lietteet, Larox-suodattimet
tuottavat kuivaa kakkua, *täysin automaattisesti*.
Larox-menetelmä antaa jopa 94 %:n kuiva-
ainepitoisuuden.

Larox — korkeata teknologiaa

Laroxin PF-painesuodattimia käytetään eri puolilla maailmaa. Aika on testannut ja koetellut niitä maapallon rankimmissa olosuhteissa. Larox PF-suodattimet toimivat luotettavasti viidessä maanosassa. Ne on suunniteltu ja rakennettu kestäväksi. Prosessin jokainen vaihe: suodatus, kalvopuristus, kakun pesu, ilmakuivaus,

kakun poisto sekä kankaan pesu tapahtuu nopeasti ja automaattisesti.

Suodatuskoe todistaa Larox-painesuodatuksen edut

Vallankumouksellinen Larox PF -suodatin alentaa huomattavasti energiakustannuksia, antaa poikkeuksellisen kirkkaan suodoksen ja tuottaa jatkuvasti puhtaamman tuotteen. Joka päivä, vuodesta vuoteen. Kun haluat varmistua Larox-suodatusmenetelmän eduista, ota yhteyttä! Soita ja kysy lisätietoja koesuodatustarjouksestamme, lähetämme samalla esitteemme.

LAROX®

PL 29, 53101 Lappeenranta
Puhelin (953) 5881, telefax (953) 588 277, telex 58 233

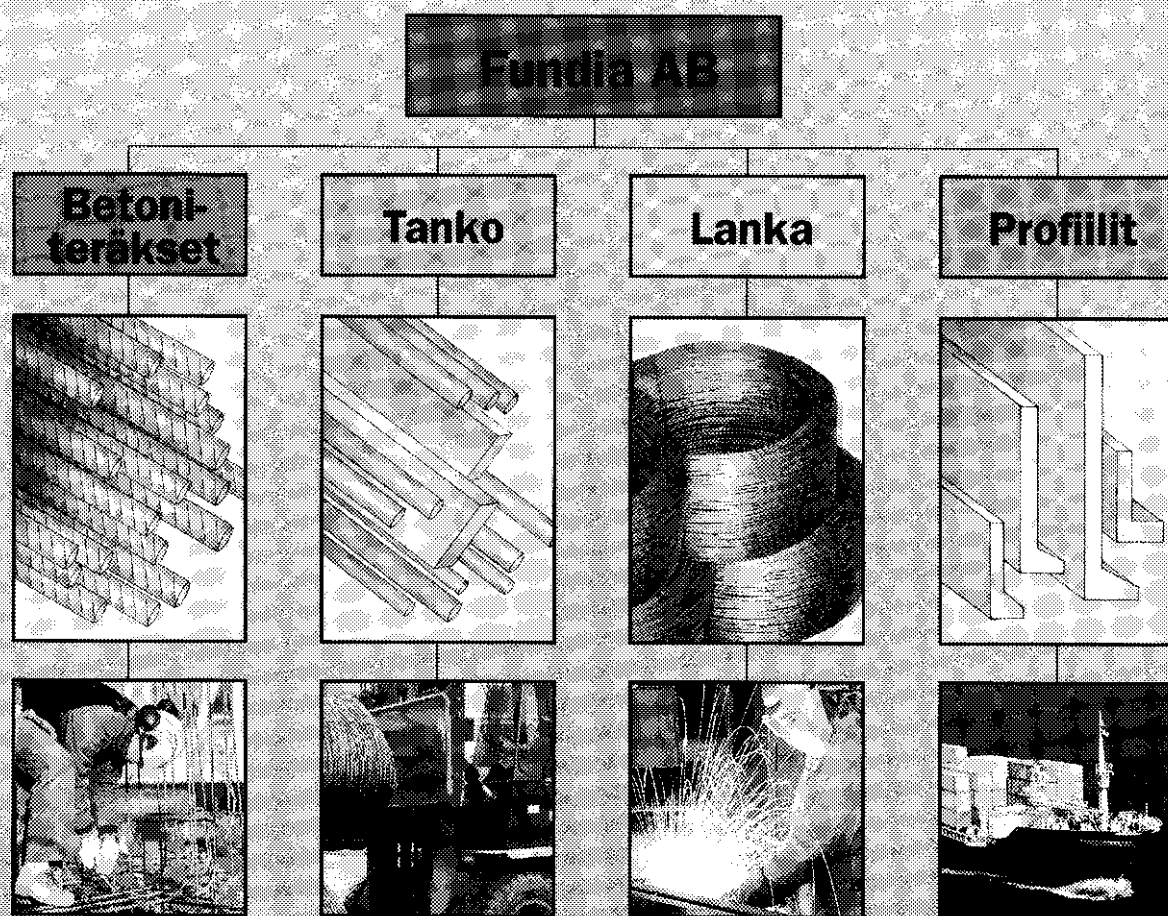
Pohjoismaista terästä yhteisin voimin

Fundia AB on Norsk Jernverk AS:n, suomalaisen Dalsbruk Oy Ab:n ja ruotsalaisen Fundia AB:n yhdessä muodostaman uuden teräskonsernin nimi.

Konsernilla on tuotantoyksiköitä Ruotsissa, Norjassa ja Suomessa sekä myyntiyhtiöitä monissa Euroopan maissa.

Konsernin liikevaihto on 4.000 milj. markkaa ja henkilöstön määrä 4.600. Teräksen tuotanto nousee 1,4 milj. tonniin.

Fundia on jaettu neljään ryhmään: Fundia Betoniteräksset, Fundia Tanko, Fundia Lanka ja Fundia Profilit.



fundia

Fundia, Raatihuoneentori, 10600 Tammisaari. Puhelin 911-62400.

Trellex

TRELLSTEP SEULAVERKKKO

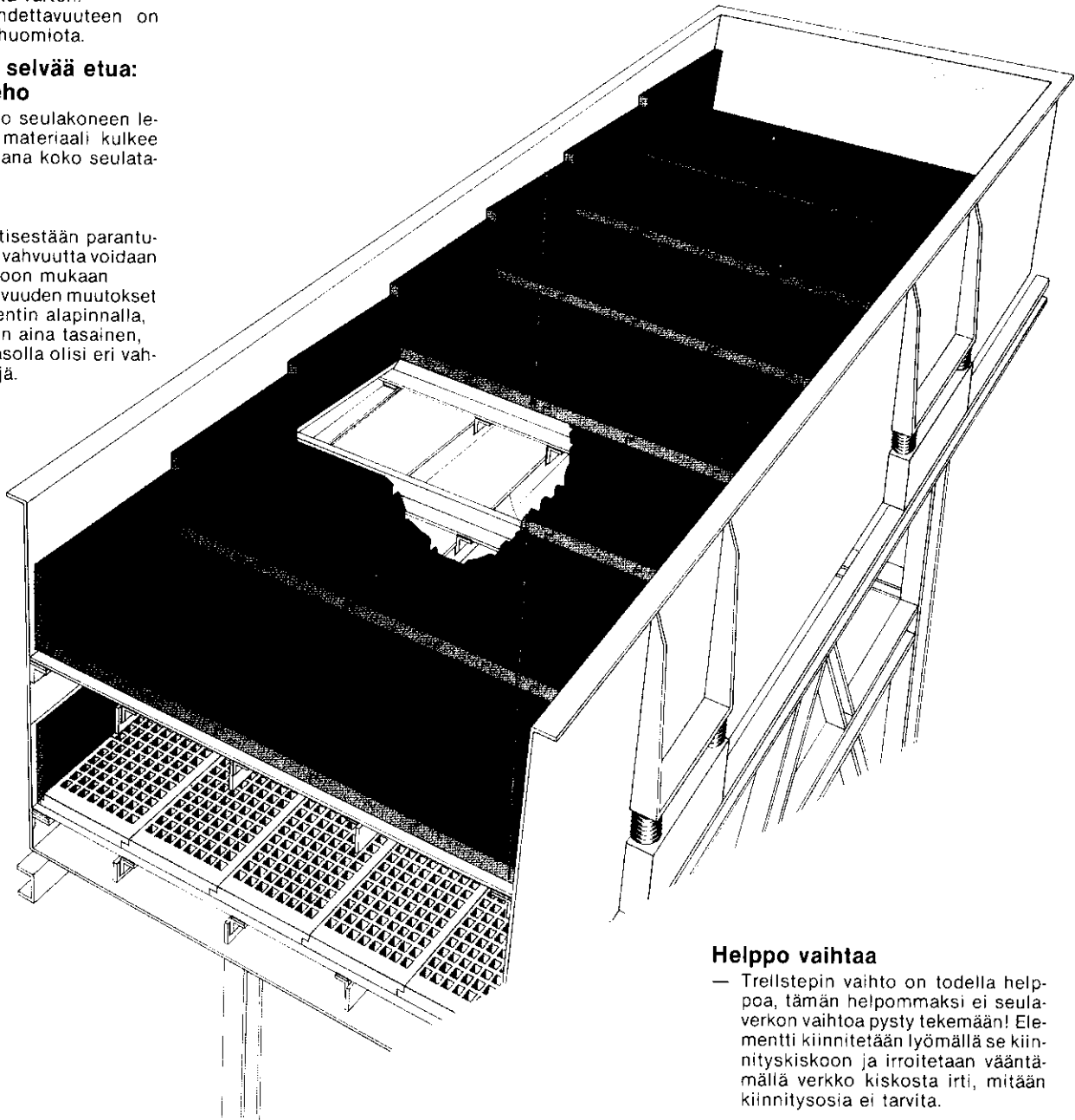
Trellexin uusi **TRELLSTEP**-kumiseula-verkko on kehitetty nimenomaan murskaulaitosten tarpeita varten. Seulaverkkojen vaihdettavuuteen on kiinnitetty erityistä huomiota.

Portaista kolme selvää etua: Hyvä seulontateho

- Täysin suora taso seulakoneen leveyssuunnassa, materiaali kulkee tasavahvana patjana koko seulatason leveydellä.

Pitkä kestoikä

- Kestävyys on entisestään parantunut ja Trellexin vahvuutta voidaan vaihdella aukkokoon mukaan 15—45 mm:n, vahvuuden muutokset tapahtuvat elementin alapinnalla, jolloin yläpuoli on aina tasainen, vaikka samalla tasolla olisi eri vahvuisia elementtejä.



Helppo vaihtaa

- Trellstepin vaihto on todella helppoa, tämän helpommaksi ei seulaverkon vaihtoa pysty tekemään! Elementti kiinnitetään lyömällä se kiinnityskiskoon ja irroitetaan vääntämällä verkko kiskosta irti, mitään kiinnitysosia ei tarvita.

Oy Trellex Ab:n myyntikonttorit

Tampereen myyntikonttori

Kolmihaarankatu 3—5
33330 TAMPERE
Puh. 931-281 8111
Fax. 931-430 122

Vuoksenlaakson myyntikonttori

Paatsamakatu 4
53810 LAPPEENRANTA
Puh. 953-251 311
Fax. 953-251 301

Oulun myyntikonttori

Toivoniementie 9
90500 OULU
Puh. 981-377 847
Fax. 981-373 849

Kymenlaakson myyntikonttori

Rautatiekatu 2
48100 KOTKA
Puh. 952-184 880
Fax. 952-184 881

Helsingin myyntikonttori

Salmitie 4
02430 MASALA
Puh. 90-297 6122
Fax. 90-297 7518

Service Pieksämäki

Helmintie 6
76150 PIEKSÄMÄKI
Puh. 958-232 50
Fax. 958-232 51