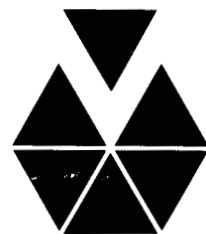
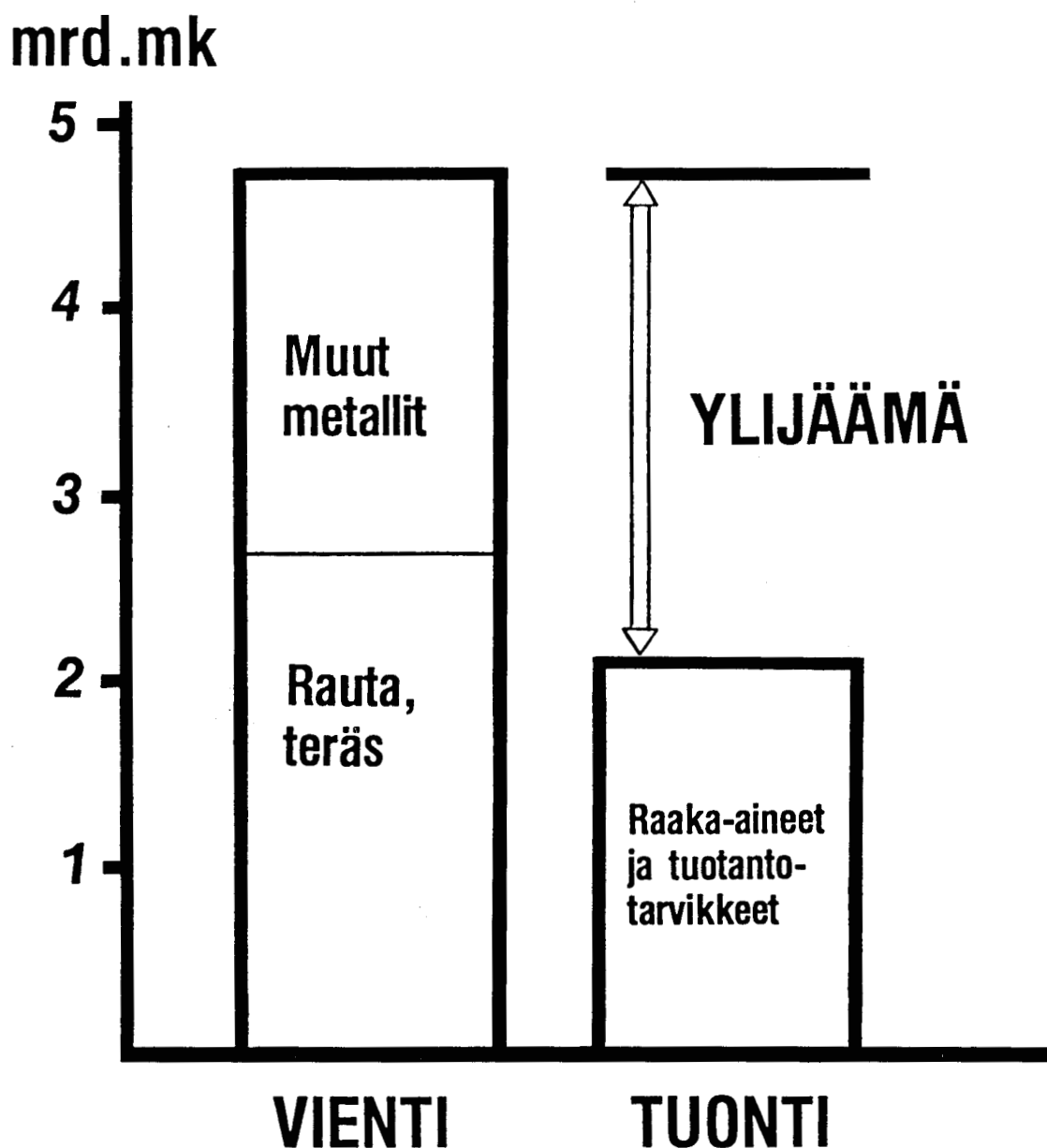


# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1984  
42. vuosikerta

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.



**Kukista korroosio,  
ota käyttöösi  
ruostumattomat**

# **polarit** teräkset

Kun tarvitset lisätietoja ruostumattomien terästen valinnasta ja käytöstä sekä siitä kuinka parhaiten vältät korroosiohaitat, ota yhteys tekniseen asiakaspalveluumme, saat sieltä asiantuntevaa tietoa ja opastusta.



**OUTOKUMPU OY**  
TORNION TEHTAAT

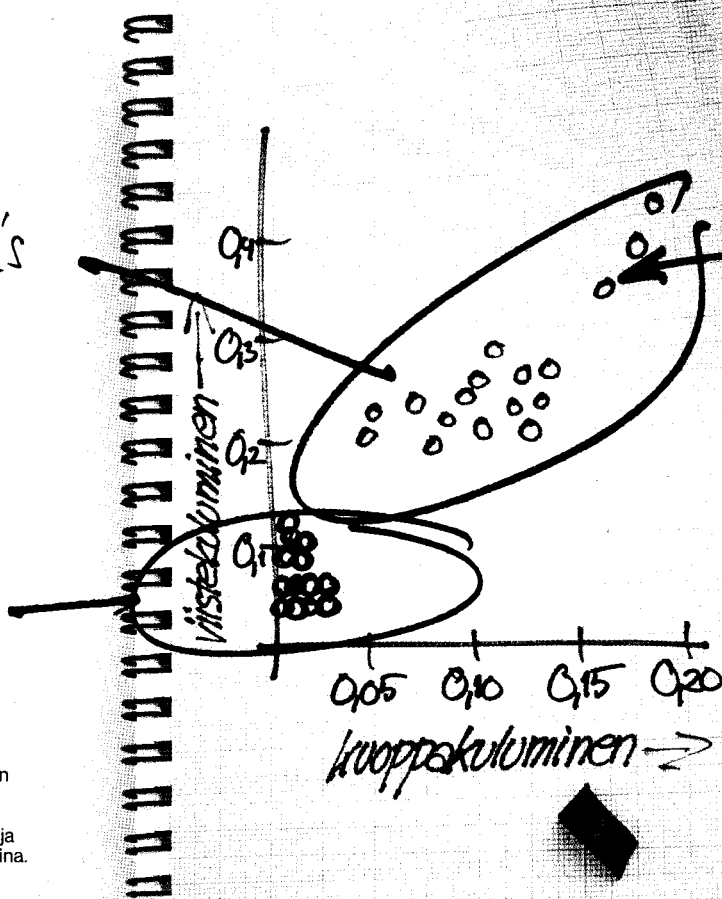
95400 TORNIO, Puhelin 980-4521,  
Telex 35 okto sf

Polarit-jaloterästä myyvät: ASPO OY, KESKO OY, OY RENLUND AB, VALTAMERI OSAKEYHTIÖ

# OVAKON M-TERÄSTEN AIHEUTTAMISTA SÄÄSTÖISTÄ ET VOI VÄLTÄÄ.

normaali  
standarditeräs

M-teräs



todellisia  
työstöongelmia  
luvassa

M-käsittelyn vaikutus kovametalliterän kulumiseen.  
Kuva perustuu käytännön lastuamiskokeisiin, joissa lastuamisolosuhteet ja työstöarvot on pidetty muuttumattomina. Pisteet esittävät saman teräslajin erisulatuksia.

## OVAKON M-TERÄKSET

Ovakon M-teräkset ovat standarditeräksiä. Niitä nimitetään M-teräksiksi, koska ne valmistetaan Ovakon kehittämällä M-käsittelyllä, joka parantaa oleellisesti teräksen lastuttavuutta. Lisäksi tällä menetelmällä hallitaan entistä tarkemmin teräksen rakenne ja analyysi.

Ei siis ole ihme, että Ovakon M-teräkset ovat tänään suomalaisen konepajateollisuuden kasvassa käytössä. Sitä osoittaa myös se, että yli 90% erikoisterästemme kotimaan toimituksista käy läpi M-käsittelyn.

## M-TERÄKSET SÄÄSTÄVÄT SELVÄÄ RAHAA

Olemme suorittaneet seuranta- ja vertailututkimuksia tuotanto-olosuhteissa yhdessä terästen käyttäjien kanssa. Tutkimukset ovat todistaneet kiistatta, että M-teräkset säästävät selvää rahaa.

Tässä lyhyt kertaus siitä miten säästöt syntyvät:

### Terien kesto

Kuvasta näet, että terän viestekuluminen on tasainen vähäistä ja kuoppakuluminen lähes olematonta.

Normaaliin teräkseen verrattuna teräspalat kestävät M-terästä työstetäessä jopa nelinkertaisesti - kun työstöarvoja ei muuteta. Turhat teränvaihdot jäävät pois ja koneen hukk aika vähenee.

### Vähemmän "susia"

Koska terien vaihtoväli harvenee, vähenee myös teränvaihdon yhteydessä mahdollinen tai yhästyttämätön työkappaleen hylkääminen.

### Lastuamisnopeus

Vaihtoehtona terien kestoian pidentämiselle on nostaa lastuamisnopeutta aina 20-30%. Koneen kapa-

siteetti kasvaa. Parhaassa tapauksessa M-teräkseen siirtyminen voi korvata muuten väistämättömän koneinvestoinnin.

### Tasalaatuisuus

Kuva kertoo myös Ovakon M-terästen kiistattomasta tasalaatuisuudesta. Sen kautta vähennetään raaka-aineesta johtuvat tuotannon häiriöriskit minimiin.

### Säästöä toimitustilassa

Valmiin kappaleen nuorrutuskustannukset jäävät pois. Nuorrutettu M-teräs on yhtä helppo lastuta kuin vastaava normaali teräs pehmeäksi hehkutettuna.

## TAKAAMME LASTUTTAVUUDEN

Me emme Ovakossa ainoastaan

vaitä, että M-teräkset olisivat paremmin lastuttavia. Me takaamme sen. Jokaisen tehtaalta lähtevän M-teräsulatuksen lastuttavuus on varmistettu.

## ET VOI VÄLTÄÄ M-TERÄKSEN AIHEUTTAMIA SÄÄSTÖJÄ

M-teräkset ylittävät lastuttavuusominaisuuksillaan reilusti kaikki normaalit standarditeräkset. Saat ne kuitenkin standarditerästen markkinahintaan. Tuotantosäästöt on helppo laskea selvänä rahana. Näistä säästöistä et voi välttää käyttäessäsi M-teräksiä.

## M-TERÄKSIÄ SAAT VARMASTI

Ovakon M-käsitellyjä erikoisteräksiä varastoivat ja markkinoivat: Kontino, Starckjohann - Telko ja Ovakon oma Erikoisteräsvarasto Turenkissa.

Kevään kuluessa tehtaalta lähtevät M-teräkset ovat ovakolaiseen tapaan rullamerkkattuja koko tangon pituudelta. Selvä etu teräksiä tunnistettaessa.

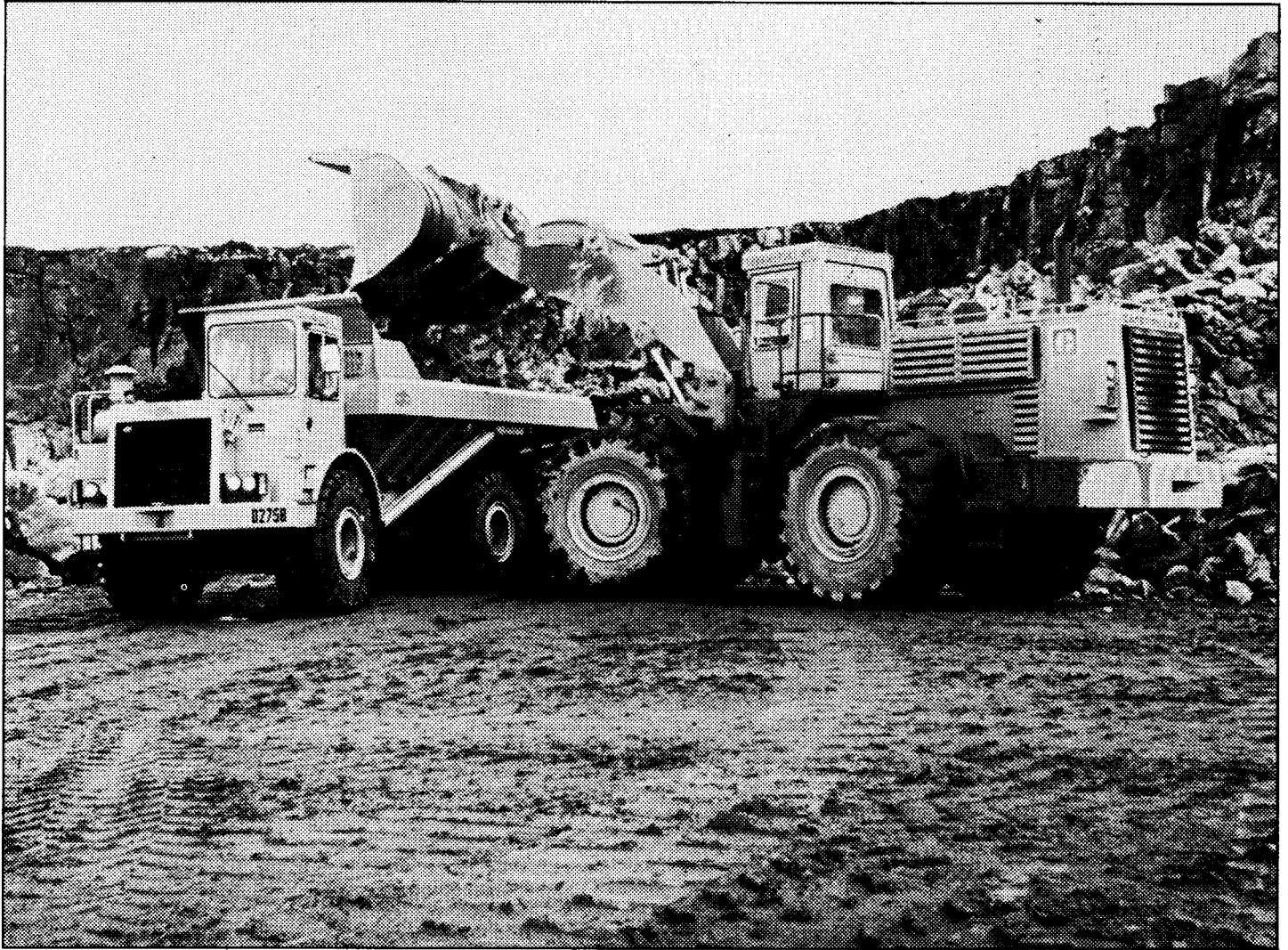


**OVAKO**  
SUOMALAISTA TERÄSTÄ

Kotimaan myyntiosasto  
PL 790, 00101 Helsinki 10,  
puh. (90) 616 21  
telex 122354 ovate sf

Erikoisteräsvarasto  
Teollisuuskuja 1, 14200 Turenki,  
puh. (917) 834 41,  
telex 2370 ovatu sf

# LUOTETTAVA TYÖPARI AVOLOUHOKSIIN JA MAANALAIISIIN KAIVOKSIIN

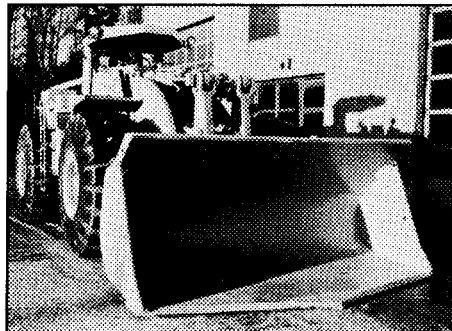


## CATERPILLAR KAIVOSKUORMAAJA & DJB KAIVOSDUMPPERI

Valitse alla olevista Sinun tarkoitukseesi parhaiten soveltuva työpari:

### Dumpperi

DJB D25C	(22,7 t)
DJB D330C	(30 t)
DJB D35C	(32 t)
DJB D350C	(32 t)
DJB D400	(36 t)
DJB D44	(40 t)
DJB D550	(50 t)



### Kuormaaaja

Caterpillar 966D
Caterpillar 980C
Caterpillar 980C
Caterpillar 980C tai 988B
Caterpillar 988B
Caterpillar 988B
Caterpillar 988B

Kysy meiltä lisää näiden työparien kapasiteetistä sekä Witraktorin CAT PLUS palveluista, jotka edelleen kohottavat sijoituksesi kokonaisarvoa.

Ota yhteys! Soita 90-826 311



DJB ENGINEERING LIMITED  
Peterlee, Co. Durham,  
England, SR6 2HX

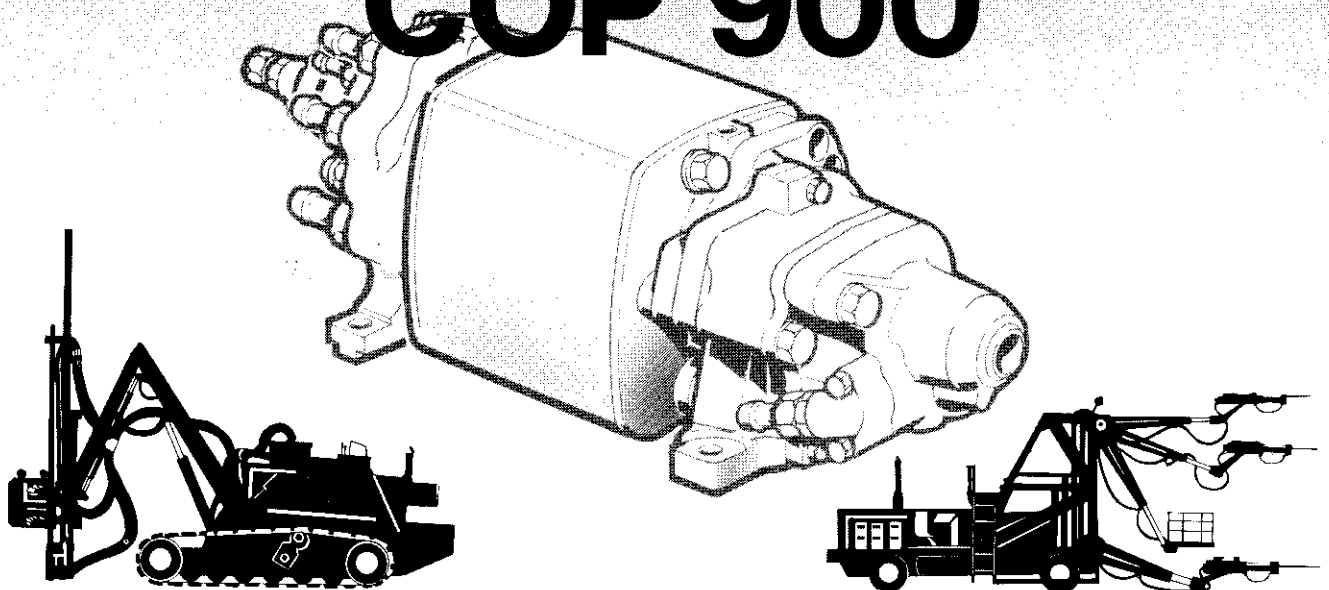


HELSINKI • TAMPERE • OULU • ROVANIEMI • KUOPIO  
826 311 670 200 361 344 15 271 114 611



Lisää tehoa paineilmaporalaitteeseesi

# Atlas Copcon uusi porakonesarja COP 900



**sopii useimpiin paineilmajumboihin ja -vaunuihin.**

Atlas Copco on kehittänyt täysin uuden, ominaisuuksiltaan ylivoimaisen konesarjan COP 900.

- suuri tunkeutumisnopeus pienellä ilman-  
kulutuksella
- öljysumuton pakoilma ja alhainen melu-  
taso
- porakalustoa ja koko laitteistoa säästävä  
rekyylinvaimennus
- erillispyöritys

- helposti asennettavissa kaikkiin yleisim-  
piin paineilmajumboihin ja -vaunuihin
- soveltuvuus reikäkokoalueella 35...64 mm

COP 900 -sarjan porakoneet sopivat kiinto- ja jatkotankokalustolle, ovat rakenteeltaan yksinkertaisia ja huoltoystävällisiä.

**Uudeksi porakoneeksi COP 900 –  
80-luvun paineilmaporakone!**

**ATLAS COPCO**  
oikeaa tehoa

**TALLBERG**  
**ATLAS COPCO**

Helsinki puh. 90-670112, Turku puh. 921-373777, Tampere puh. 931-633622,  
Kuopio puh. 971-122411, Kokkola puh. 968-17255, Oulu puh. 981-222255,  
Kotka puh. 952-25411. Sekä valtuutetut jälleenmyyjät



NordKalk AB Gotlannissa valmistaa korkealaatuista kalkkikiveä teollisuuden raaka-aineeksi.

Tuotteitamme käytetään raudan ja teräksen valmistuksessa antamaan kuonalle oikea kemiallinen koostumus, raaka-aineena karbidin valmistuksessa, puunjalostus- sekä kemian teollisuudessa.

Tämän lisäksi toimitamme suuria kalkkikivimääriä kalkkiteollisuudelle poltetun sekä sammutetun kalkin valmistukseen. Kalkki on myös tärkeä tekijä taistelussa peltojemme, metsiemme sekä järviemme happamoitumista vastaan.

NordKalk AB  
Storugns  
S-620 34 Lärbro  
Sverige

Markkinointi Suomessa:

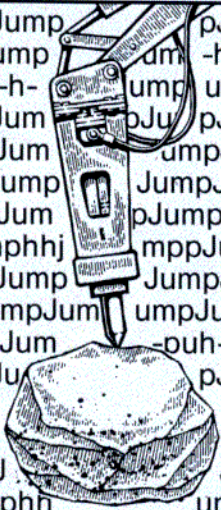
Oy Partek Ab  
Mineraaliyksikkö  
21600 Parainen  
Puh. 921-742 111  
Telex 62220 pkpar sf



# Tässä ne eroavat!

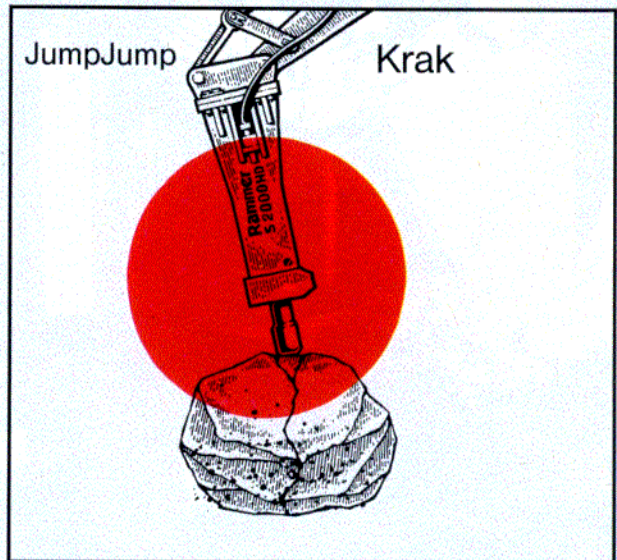
## Muut hydraulivasarat

JumpJumpJump pJumpJumpJu  
 JumpJumpJump dm -hhhJumpJum  
 Jump-puh-h- ump umpJumpJum  
 JumpJumpJum pJu pJumpJumpJu  
 PhjJumpphhJum umpJumpJumpJu  
 JumpJumpJump JumpJumpJumpJu  
 JumpJumpJum pJumpJumpJumpJu  
 phuppJumpphj mppJumpJumpJum  
 JumpJumpJump JumpJumpJumpJu  
 Jump-hhhJumpJum umpJumpJumpJum  
 JumpJumpJum -puh-h-JumppJum  
 JumpJumpJu pJumpJumpJu  
 PhjJumpphh JjumpJumpJ  
 JumpJumpph pJumpJump  
 JumpJumpJ JumpJumpJu  
 phuppJumpph umpJumpJump  
 JumpJumpJumpJumpJump-hhhJumpJum



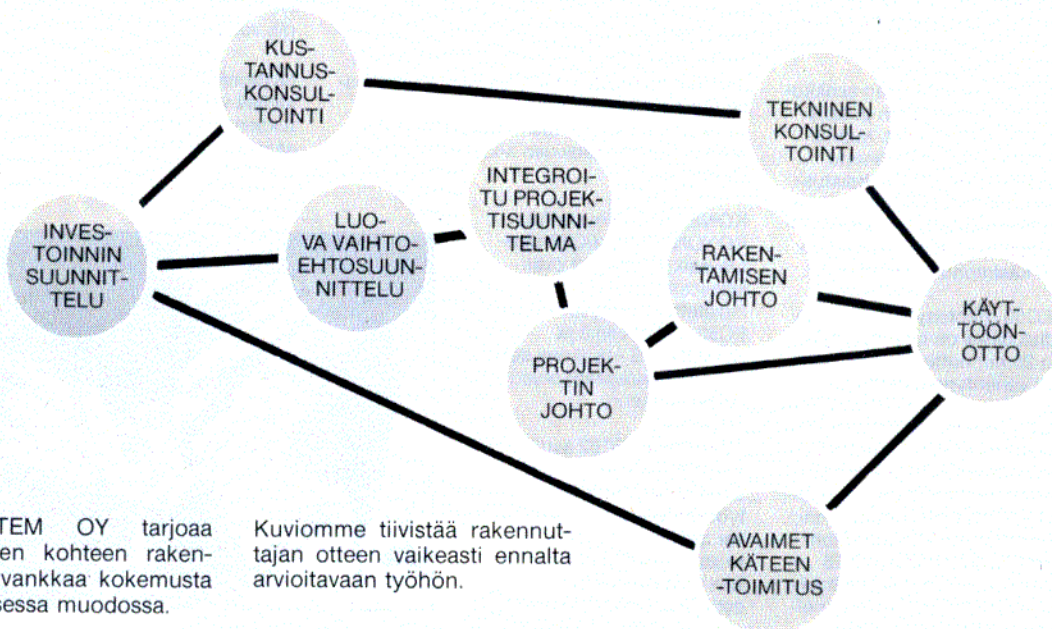
Jump = isku  
 Krak = rikki

## Rammer hydraulivasarat



**Rammer Oy**, Taivalkatu 8, 15170 Lahti 17  
 Puh. (918) 514 646, telex 16265  
**Marakon Oy**, Jäähdyntie 12, 00770 Helsinki 77  
 Puh. (90) 381 114  
 Kari Veijalainen autoon 949-201114

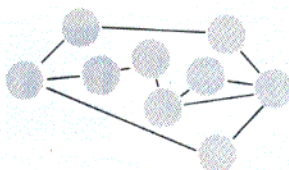
# KALLIORAKENTAMISEN KUVIO



clikta

WPL-SYSTEM OY tarjoaa maanalaisen kohteen rakennuttajalle vankkaa kokemusta nykyaikaisessa muodossa.

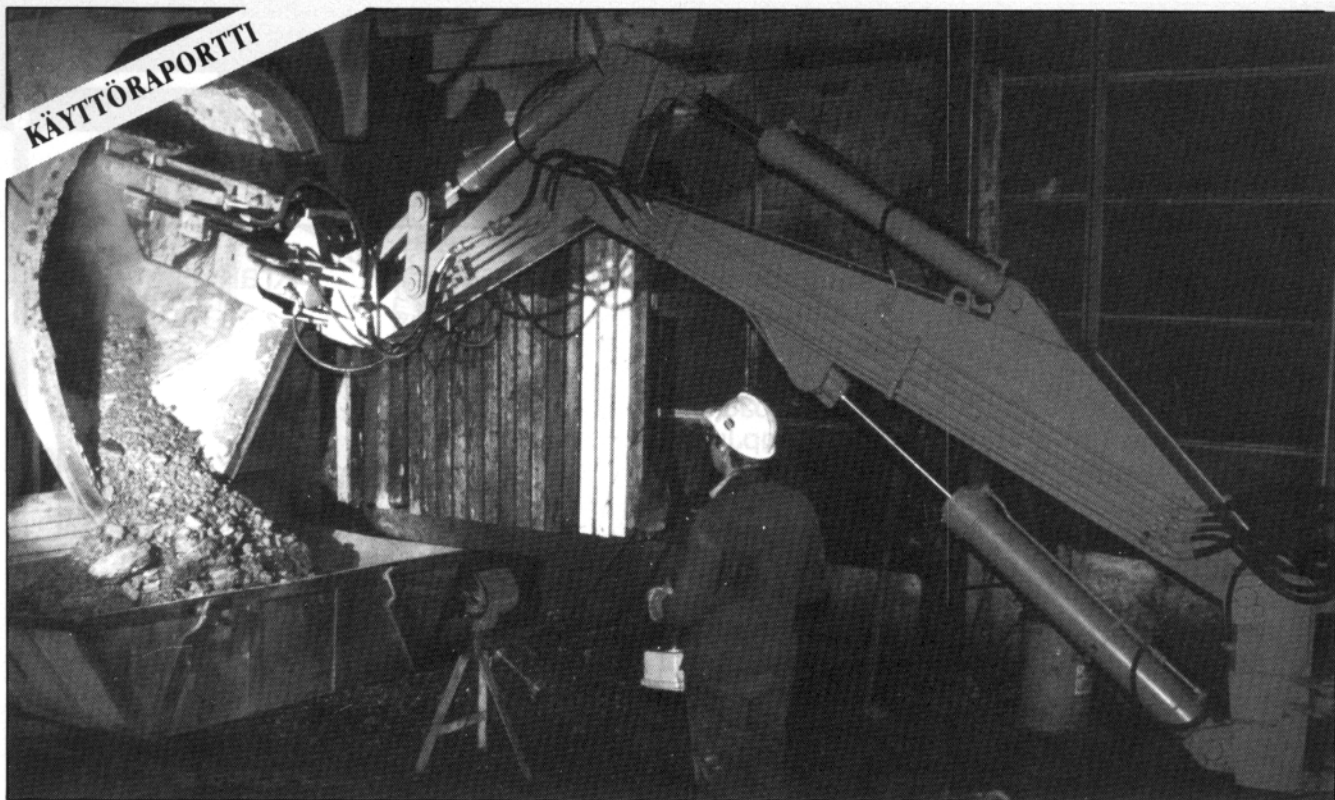
Kuviomme tiivistää rakennuttajan otteen vaikeasti ennalta arvioitavaan työhön.



# WPL-SYSTEM OY

Esterinportti 2, 00240 Helsinki 24, puh. 90-1599457 tai 1599465





## ROXON-RIKOTUSYKSIKKÖ ALENTAA VALUSENKKOJEN PUHDISTUSKUSTANNUKSIA 50 %

KONE Oy toimitti lokakuussa 1982 norjalaisen Elkem A/S PEA:n tehtaille ROXON-puomirikotusyksikön. Tämä toimitus oli jo toinen samalle tilaajalle. Puomi on tyyppiä LB490/EC52, ja sitä käytetään valusenkköjen puhdistukseen.

Tilaajan, Elkem A/S PEA:n tehtaitten vuosituotanto on 440.000 tonnia ferro- ja silikoni-mangaania. Tästä määrästä 55.000 tonnia käsitellään yhdeksällä valusenkalla. Näitä valusenkköjä on vuodesta 1979 lähtien puhdistettu mekaanisesti ROXON LB490/EC50 -rikotusyksiköllä.

Keväällä 1978 ryhdyttiin kehittämään senkköjen puhdistamista, ja nyt senkköjen puhdistuslaitokseen kuuluvat siirtolaitteet, kuonalaarit, huippumuri ja kiinteästi asennettu ROXON-rikotusyksikkö sekä itse puhdistus-asema. Laitoksessa puhdistetaan päivittäin 4 valusenkkaa, ja siihen osallistuu mekanisoinnin jälkeen keskimäärin 3,5 työntekijää, kun heitä aikaisemmin käsintehtäen tarvittiin 8.

ROXON LB490/EC50 -rikotusyksikön avulla valusenkan puhdistusaika on lyhentynyt 30 % ollen keskimäärin 25 minuuttia, ja puhdistuskustannukset ovat vähentyneet peräti 50 %.

Käyttöinsinööri Kjell Gundersenin mukaan investoinnin kannattavuus oli huomattavasti ennakoitua parempi; vuoden 1978 kokonaistuotannon ollessa 420.000 tonnia olivat senkkäkustannukset 9,50 Norjan kruunua/ tonni; mekanisoidun puhdistuksen käyttöönoton jälkeen luvut olivat 440.000 tonnia ja 3,25 kruunua/tonni. Rikotusyksikön takaisinmaksuaika osoittautui olevan alle vuoden, ja nel-

jän vuoden kustannussäästöt olivat US\$ 350.000, väittää ins. Gundersen.

"Hyvien kokemustemme perusteella hankimme syksyllä 1982 uusinta mallia olevan ROXON LB 490/EC 52 -rikotusyksikön", kertoo Kjell Gundersen ja jatkaa: "Uuden ohjausjärjestelmän ansiosta työskentely on nopeutunut ja tarkentunut entisestään. Valusenkan sekä puhdistusaika että kuluminen pienenevät edelleen 20 %:lla."

"Uusi ROXON on todella moderni konstruktio. Uudessa puomissa on huomattavasti pidemmät huoltovälit; tämä säästää käyttökustannuksia. Vanhaa yksikköä käytämme nyt varakoneena kuormitushuippujen tasaamiseen ja huoltoseisokkien aikana", sanoo Gundersen.

KONE Oy:n valmistaman ROXON LB490/EC52-rikotusyksikön pääosat ovat: kaksiosainen nivelpuomi, jousitettu kiinnityspukki, EC52 -jatkokelkka ja ROXON 700 -iskukone sekä hydraulisagregaatit ohjausjärjestelmineen.

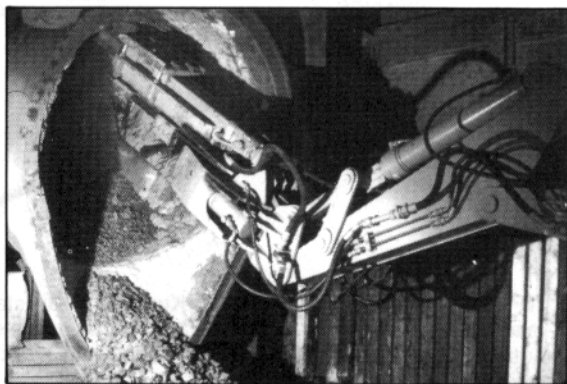
Jatkokelkan EC52 avulla saadaan kuonan irrotuksessa iskukoneelle tehokas työskentelyasento valusenkan perimmäisissäkin nurkissa. Tämän ja puomin tarkkan ohjausjärjestelmän ansiosta valusenkan ulompi tiili-

vuoraus voidaan poistaa vaurioittamatta sisintä kerrosta.

Ohjauskonsoli on kannettava ja näin työntekijällä on esteetön näkyvyys kaikissa tilanteissa.

Valusenkat puhdistetaan kuumina. Lämpövaihtelut pienenevät ja valusenkköjen kestoikä kasvaa. Koska ei tarvitse odottaa senkköjen kylmenemistä, puhdistettu senkka palaa työkiertoon nopeasti, ja senkköjen lukumäärää voidaan pienentää.

Nytemmin Norjan työsuojelulainsäädäntö kieltää valusenkköjen manuaalisen puhdistuksen — vaihtoehtona on kustannuksia säästävä, tehokkuutta lisäävä ROXON LB490/EC52 -rikotusyksikkö.

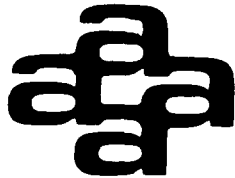


# ROXON BY KONE

KONE OY  
Iskukonedivisioona  
15870 Salpakangas  
Puh. (918) 801 311  
Telex 16225 konex sf

**KONE**





**KOMETA**

## **SUOMALAISENA**

tuotteena **KOMETA** -kallioporan on menestyttävä kotikentällään pystyäkseen kilpailemaan vientimarkkinoilla.

## **LAATUOMINAISUUDET**

ovat keskeisiä kilpailutekijöitä kotimaisten ja ulkomaisten tuotteiden paremmuutta mitattaessa. Suomalainen **KOMETA** kestää erinomaisesti laatuvertailut.

## **AMMATTITAITO**

on tärkeä tekijä **KOMETA** -porassa. Suomalainen porantekijä ammattimiehenä osaa työnsä ja kotimaiset **KOMETA** -porat ovat kehitetyt suomalaisten tarpeita vastaaviksi.

## **TIETO**

on tuottanut osaamisen ohella uusia poraustyötä helpottavia tuotteita **KOMETA** ssa. Kometalaiset ovat ratkaisseet myös vaikeiden kivilajien porausongelmat.

## **SUOMALAISET**

ovat sitä mieltä, että kotimaisen **KOMETA** -poran ostaminen ja käyttäminen edistää suomalaista tuotantoa ja luo työpaikkoja.

## **KOTIMAINEN**

**KOMETA** vuodesta 1951, uutta kehittäen ja luoden.

OY AIRAM AB

**KOMETA**

Lampputie 4 00750 HELSINKI 75

PL 6 00751 HELSINKI 75

Puh: 36921 Telex: 124298

# TÄYSI HYÖTY.

Mausser Oy



Vuoriteollisuuden tuotteiden jalostaminen vaatii monipuolisia, teknisesti viimeistelyä ja taloudellisesti toimivia laitteita. Vain siten on saatavissa täysi hyöty jalostettaessa malmi teollisuuden raaka-aineeksi.

Rauma-Repola Oy on yksi Suomen suurimmista metalliteollisuusyrityksistä. Yhtiön tuotantoon kuuluu joukko vuoriteollisuustuotannon keskeisiä laitteita: Lokomo-leuka-, kara- ja kartiomurskaimet sekä seulat ja syöttimet sekä Parkanon konepajan valmistamat mylyt, kiekko-suotimet, anodiunit ja kaivosjunat. Niitä toimii tänä päivänä eri puolilla maailmaa – Alaskasta Filippiineille, Tokiosta Montrealiin.

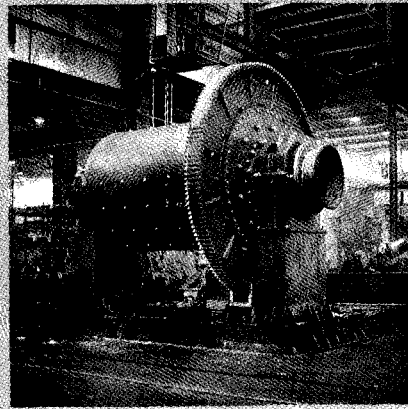
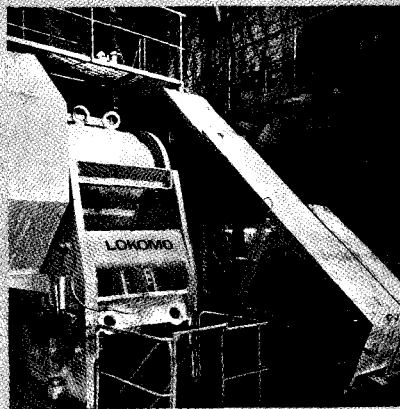
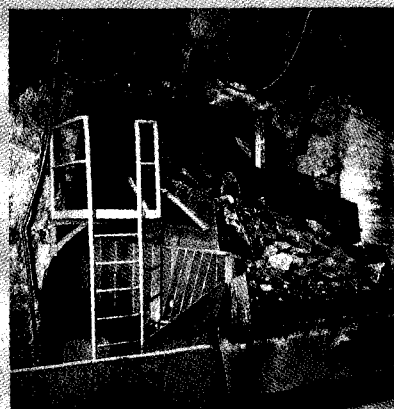
Ottakaa täysi hyöty vuoriteollisuudestanne! Soittakaa tai kirjoittakaa – se on ensimmäinen askel taloudellisiin tuotantoratkaisuihin.



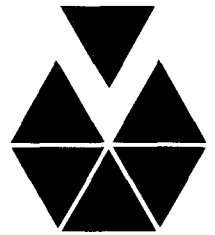
## RAUMA-REPOLA

NELES OY LOKOMO  
Murskaintehdas  
PL 306  
33101 TAMPERE 10  
Puh. (931) 33100  
Telex 22133 rrtok sf

Parkanon konepaja  
39700 PARKANO  
Puh. (933) 1151,  
Telex 22156 rrpno sf



# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1984

42. 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 90-4554 122  
Teknillinen korkeakoulu  
Vuoriteollisuusosasto  
02150 Espoo 15

**Toimittaja — Editor:**

DI Seija Poitsalo 90-4 554 122  
Teknillinen korkeakoulu  
Vuoriteollisuusosasto  
02150 Espoo 15

**Toimitussihteeri ja ilmoitus-  
päällikkö — Managing Editor  
and Advertising Sales Direc-  
tor:**

Ins. Lars Heikel 90-781 396  
Punahilkantie 5 A 6  
00820 Helsinki 82

**Toimitusneuvosto — Editorial  
Board:**

DI Matti Palperi, pj. 90-6162 713  
Ovako Oy Ab  
Bulevardi 7  
00120 Helsinki 12

TkT Jorma Rekola 90-811 511  
Kuusakoski Oy  
PL 6  
02781 Espoo 78

DI Rolf Söderström 921-742 111  
Oy Partek Ab  
21600 Parainen

FM Marjatta Virkkunen 90-4693 387  
Geologian tutkimuskeskus  
02150 Espoo 15

DI Olli Korhonen 90-4 211  
Outokumpu Oy, Tekn.vienti  
PL 27  
02201 Espoo 20

Ilmoitushinnat vuodelle 1984

Kansisivut 3.100,-, muut sivut 2.600,-

1/2 s. 1.750,-, 1/4 s. 1.100,-, lisäväri 950,-

Vuosikerta 55,-, ulkomaille 70,-

Irtonumero 30,-, ulkomaille 35,-

## SISÄLTÖ ■ INNEHÅLL

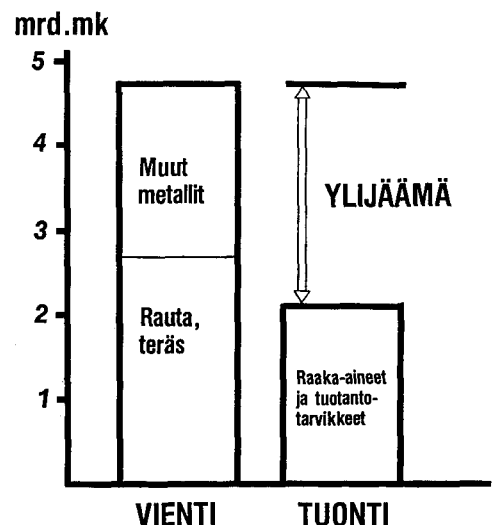
<b>Pertti Voutilainen:</b> Vuoriteollisuuden tulevaisuus Suomessa	9
Petter Forsström-pris, jakotilaisuus 30.3.1984	16
— Malmien taloudellisuus	
<b>Herman Stigzelius:</b> Malmi ei loppu Suomesta	17
<b>Markku Mäkelä:</b> Taloudellinen näkökulma malminetsinnän strategiaa suunniteltaessa	19
<b>Olli Hermonen:</b> Rautamalmien taloudellisuuteen vaikuttavat tekijät	22
<b>Reijo Saikkonen:</b> Teollisuusmineraaliesiintymä ja sen hyödyntämiseen vaikuttavat tekijät	24
<b>Erkki Ström:</b> Teräksen tulevaisuus	27
<b>Tero Hakkarainen:</b> Korroosio iskee ruostumattomiin teräksiinkin — aiheuttaja yleensä kloridi	31
<b>Veikko Lindroos:</b> Auger-elektronimikroskopia: tehokas pinta-analyysi	36
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y. Toimintakertomus	44
Uusia jäseniä — Nya medlemmar	48
Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna	48
Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina	49
Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1983	58

### Kansikuva:

Perusmetallituotannon ulkomaankaupan tase 1983.

### Cover:

The foreign trade balance in 1983 of basic metal production.



**VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS**  
**30.3.1984**

DI Olli Hermonen 981-327 711  
 puheenjohtaja  
 Rautaruukki Oy  
 Keskuskonttori  
 PL 217  
 90101 Oulu 10

DI Georg Ehrnrooth 912-41 511  
 varapuheenjohtaja  
 Oy Lohja Ab  
 08700 Virkkala

DI Pentti Hintikka 931-32 400  
 Oy Tampella Ab  
 Tamrock  
 33310 Tampere 31

Prof. Lauri Hyvärinen 90-46 931  
 Geologian tutkimuskeskus  
 02150 Espoo 15

TkT. Kalevi Kiukkola 90-440 281  
 Kemira Oy  
 Malminkatu 30  
 00100 Helsinki 10

DI Jaakko Lautjärvi 982-301  
 Rautaruukki Oy  
 Raahen rautatehdas  
 92170 Raahensalo

DI Markku Leiritie 921-742 111  
 Oy Partek Ab  
 21600 Parainen

Prof. Toimi Lukkarinen 90-4554 122  
 Teknillinen korkeakoulu  
 Vuoriteollisuusosasto  
 02150 Espoo 15

DI Mikko Palviainen 90-4 211  
 Outokumpu Oy  
 PL 27  
 02201 Espoo 20

TkT Kari Tähtinen 954-63 688  
 Ovako Oy · Ab Imatra  
 55100 Imatra 10

DI Juhani Vahtola 968-19 011  
 Outokumpu Oy  
 Kokkolan tehtaot  
 PL 26  
 67101 Kokkola 10

**Yhdistyksen sihteeri:**  
 I DI Erkki Tyni 981-327 711  
 Rautaruukki Oy  
 Keskuskonttori  
 PL 217  
 90101 Oulu 10

II DI Heikki Savolainen 912-41 511  
 Oy Lohja Ab  
 08700 Virkkala

**Yhdistyksen rahastonhoitaja:**  
 DI Pekka Sundquist 981-327 711  
 Rautaruukki Oy  
 Keskuskonttori  
 PL 217  
 90101 Oulu 10

**Geologijaosto**  
 FT Markku Mäkelä, pj. 968-19 011  
 Outokumpu Oy  
 Kokkolan tehtaot  
 PL 26  
 67101 Kokkola 10

FK Ritva Harinen, siht. 921-742 111  
 Oy Partek Ab  
 21600 Parainen

**Kaivosjaosto**  
 DI Carl-Fredrik Bäckström, pj. 912-24 411  
 Oy Lohja Ab  
 Tytyri  
 08100 Lohja 10

FK Heikki Latva, siht. 912-24 411  
 Oy Lohja Ab  
 Tytyri  
 08100 Lohja 10

**Metallurgijaosto**  
 DI Matti Palperi, pj. 90-6 162 713  
 Ovako Oy Ab  
 PL 790  
 00101 Helsinki 10

TkL Raimo Levonmaa, siht. 939-26 111  
 Outokumpu Oy  
 Porin tehtaot  
 PL 60  
 28101 Pori 10

**Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto**  
 DI Timo Niitti, pj. 90-4 211  
 Outokumpu Oy  
 PL 27  
 02201 Espoo 20

DI Hannu Penttilä, siht. 90-4 211  
 Outokumpu Oy  
 PL 27  
 02201 Espoo 20

**Tutkimusvaltuuskunta**  
 DI Timo Välttilä, pj. 984-41 250  
 Outokumpu Oy  
 Pyhäsalmen kaivos  
 86900 Pyhäkumpu

Geologinen toimikunta:  
 Prof. Heikki Niini, pj. 90-4554 122  
 Teknillinen korkeakoulu  
 Vuoriteollisuusosasto  
 02150 Espoo 15

Kaivosteknillinen toimikunta:  
 DI Pentti Seppänen 973-561  
 Outokumpu Oy  
 83500 Outokumpu

Rikastusteknillinen toimikunta:  
 TkL Hans Allenius 90-4565 570  
 VTT, Metallurgian laboratorio  
 Mineraalitekniikan jaosto  
 Metallimiehenukuja 2  
 02150 Espoo 15

Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien  
 sihteeri:  
 DI Anneli Salonen 982-85 381  
 Outokumpu Oy  
 Vihannin kaivos  
 86440 Lampinsaari

DI Pekka Sundquist hoitaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenkortistoa. Mikäli osoite, tehtävä tai vakanssi on muuttunut, pyydämme lähettämään muutosilmoituksen mieluummin kirjallisena siinä muodossa, jossa haluatte sen "Uutta jäsenistä" palstalle.  
 Os.: Rautaruukki Oy, PL 217, 90101 Oulu 10, puh. 981-327 711.

DI Pekka Sundquist sköter om Bergsmannaföreningens medlemsregister. Om er adress, arbetsuppgift eller tjänst har ändrats, anhåller vi om ändringsanmälan, helst skriftlig, till "Nytt om medlemmarna" spalten.

Adr.: Rautaruukki Oy, PB 217, 90101 Oulu 10, tel. 981-327 711



# Vuoriteollisuuden tulevaisuus Suomessa

Toim.joht. Pertti Voutilainen, Outokumpu Oy, Helsinki

Lyhennelmä esitelmästä Vuorimiespäivillä 30.3.1984

Vuorimiesyhdistyksen johtomiehet kääntyivät viime syksynä puoleeni pyynnöllä, että pitäisin tässä vuosikokouksessa vuoriteollisuutemme tulevaisuutta käsittelevän esitelmän. Toimeksianto sisälsi toivomuksen, että esitys olisi hengeltään valoisa ja optimistinen. Pyyntöön suostumista helpotti se, että tuolloin uskoin taloudellisen yleistilanteen tähän päivään mennessä merkittävästi kohentuvan ja että tästä syystä olisi helpompaa olla optimistinen. Kehitys ei kuitenkaan ole ollut niin hyvä kuin luultiin, joten optimismin aiheet on löydettävä jostakin muualta kuin tämänpäiväisestä taloustilanteesta. Ehkä on hyväksi, ettei tällaisen aiheen pohdiskelu ajoitu enempää pahimman laman kuin parhaimman nousukaudenkaan aikaan. Ihmismieli nimittäin pyrkii tulevaisuuden suhteen olemaan ylioptimistinen silloin, kun asiat ovat hyvin ja ylipessimistinen silloin, kun eletään vaikeuksien keskellä.

Saamani toimeksiannon tavoitteet ovat helposti ymmärrettävät. Vuorimiesten mielteet ovat viime vuosina varmasti olleet huolestuneita. Metalliset malmimme ovat hyvää vauhtia hupenemassa ja kaivostoiminnan merkittävä supistuminen on valitettava tosiasia vielä tällä vuosikymmenellä. 1970-luvun puolivälistä alkaen olemme eläneet taloudellisesti vaikeita aikoja, josta syystä päähuomio on pitänyt kohdistaa olemassa olevien operaatioiden elinkelpoisuuden turvaamiseen. Uusien toimintojen rakentaminen on pakosta jäänyt vähemmälle. Tällainen tietenkin masentaa mielet.

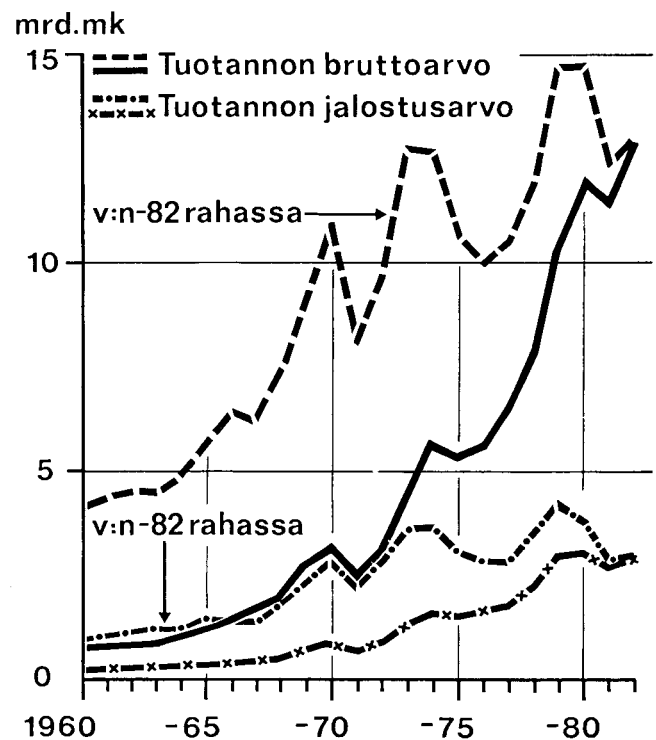
Kukaan ei pysty tarkasti ennustamaan tulevaa kehitystä. Niinpä minunkin täytyy tyytyä yleisluonteisesti kuvaamaan omia subjektiivisia käsityksiäni siitä, mikä tämänhetkisessä päätöksenteossa on tärkeää, jotta vuoriteollisuutemme tulevaisuus olisi mahdollisimman valoisa. Vaikka ulkopuoliset voimat pitkälti määrittelevätkin toimintaedellytyksemme, olisi väärin antautua virran vietäväksi. Omilla toimillamme voimme toki merkittävästi vaikuttaa tulevaisuutemme muovaantumiseen. Tässä tehtävässä täällä läsnäolevat henkilöt ovat avainasemassa.

## VUORITEOLLISUUDEN MERKITYS TÄNÄÄN

Vuoriteollisuus on käsitteenä vähän epämääräinen, joten sen rooli maan talouselämässä myös on tarkoilla numeroilla vaikeasti määriteltävissä. Jotta tietäisimme minkälaisia arvoja tu-

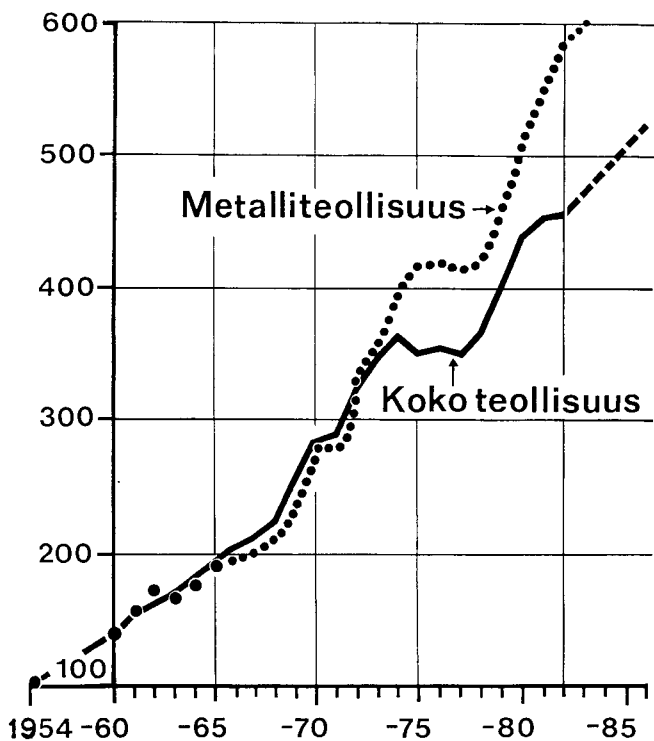
levaisuudesta puhuessamme puolustamme, yritän seuraavassa kuitenkin tehdä karkean arvion tämän roolin tärkeydestä. Jo tässä vaiheessa joudun pyytämään anteeksi sitä, että käytettävissäni olevien tilastotietojen pohjalta joudun keskittymään lähes kokonaan metallien tuotantoon.

Vuoden 1982 teollisuustilaston mukaan malmikaivosten ja metallien valmistuksen yhteenlaskettu tuotannon bruttoarvo oli 12,9 mrd.mk (kuva 1). Tässä täytyy toki huomauttaa, että kaivosten tuotannosta valtaosa menee metallurgisten laitosten syötteeksi, joten tuotannon arvojen yhteenlaskeminen voi johtaa harhaankin, mutta toiminnan mittasuhteista tämä antaa oikean kuvan. Metalliteollisuus kokonaisuutena on viimeisimmän kymmenvuotisjakson aikana kasvanut muuta



Kuva 1. Suomen perusmetalliteollisuuden kehitys (Malmikaivokset + metallien valmistus).

Fig. 1 Development of Finland's basic metal industry (Ore mines + refining of metal ores).



Kuva 2. Suomen teollisuustuotannon volyymin kehitys (1954 = 100).

Fig. 2. Development of the volume of industrial production in Finland. (1954 = 100).

## Malmikaivostoiminta

	1960	1970	1980	1982
<b>TUOTANNON BRUTTOARVO</b>				
	%			
• osuus metalliteollisuudesta	3,3	4,2	2,0	1,6
• osuus koko teollisuudesta	0,7	1,1	0,5	0,4

## Metallien valmistus

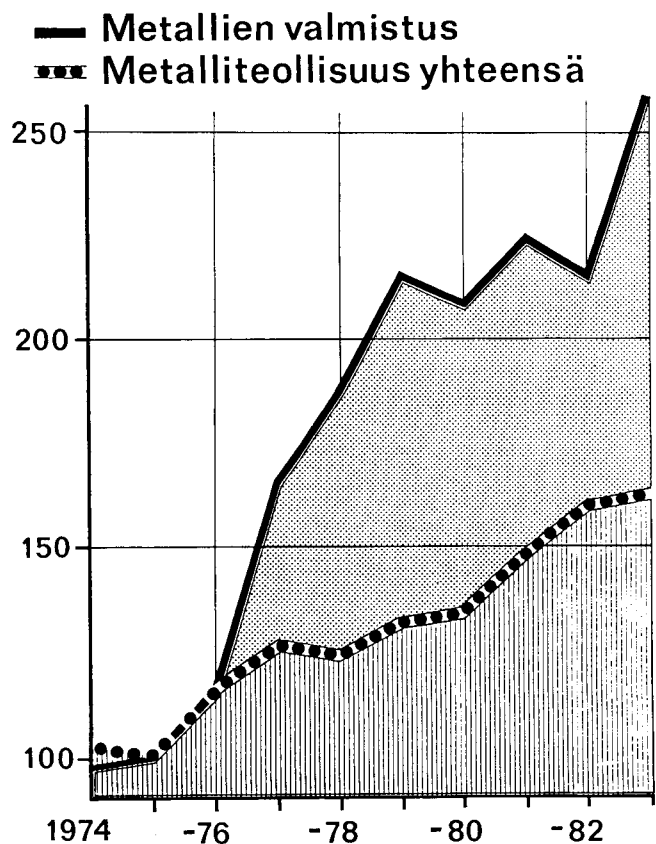
	1960	1970	1980	1982
<b>TUOTANNON BRUTTOARVO</b>				
	%			
• osuus metalliteollisuudesta	23,5	28,1	26,1	23,2
• osuus koko teollisuudesta	5,1	7,2	6,5	5,9

Kuva 3. Malmikaivostoiminnan ja metallien valmistuksen tuotannon bruttoarvot vuosina 1960–1982.

Fig. 3 Gross values of the output of ore mines and metal refineries in 1960–1982.

teollisuutta nopeammin (kuva 2). Tässä kasvuvauhdissa perusmetalliteollisuus valitettavasti ei ole pysynyt mukana rintaman koko leveydeltä, sillä malmikaivokset ovat menettäneet osuuttaan. Malmikaivosten tuotannon arvo oli vuonna 1982 0,4 % koko teollisuuden tuotannon arvosta (kuva 3) ja 1,6 % metalliteollisuuden tuotannon arvosta. Kymmenessä vuodessa tämän tuotannonalan suhteellinen merkitys on pudonnut puoleen. Metallien hintatason lasku tietenkin selittää osan tästä kehityksestä. Metallien valmistuksessa kasvuvauhdissa on paremmin pysytty mukana ja vastaavat %-luvutkin ovat merkittävästi korkeampia kuin kaivostuotannossa. Tuotannon arvo oli vuonna 1982 5,9 % koko teollisuuden tuotannon arvosta ja 23,1 % metalliteollisuuden tuotannon arvosta. Nämäkin osuudet ovat viime vuosina hieman laskeneet, mikä selittyy metallien epätavallisen alhaisella hintatasolla. Malmikaivokset ja metallien valmistus yhdessä työllistivät vuonna 1982 24 500 henkilöä, mikä on 3,9 % koko teollisuuden ja 11,9 % metalliteollisuuden työllistämästä henkilömäärästä.

Perusmetallien vienti on viime aikoina nopeasti kasvanut (kuva 4) ja sen kasvuvauhti selvästi ylittää metalliteollisuuden viennin keskimääräisen kasvuvauhdin. Jo kauan sitten olemme saavuttaneet kehitysvaiheen, jossa kaikki kasvu kotimarkkinoiden kyllästymisestä johtuen joudutaan hakemaan vientikaupasta. Erityisesti tämä pätee Outokumpu Oy:hyn, jonka myynnistä viennin osuus jo vuosikautia on lähennellyt 80 %:a. Ulkomaankauppatilaston mukaan perusmetalliteollisuuden ulkomaankaupan vientiylilijäämä vuonna 1983 oli noin 2,5



Kuva 4. Suomen metalliteollisuuden viennin volyymin kehitys (1975 = 100).

Fig. 4. Development of the volume of the exports of Finnish metal industries (1975 = 100).

mrd. mk (kuva 5). Kun välillisten vienti- ja tuontipanostenkin tase tällä alalla lienee selvästi positiivinen, voidaan todeta, että ulkomaan-valuutan tuojina meillä on tärkeä rooli.

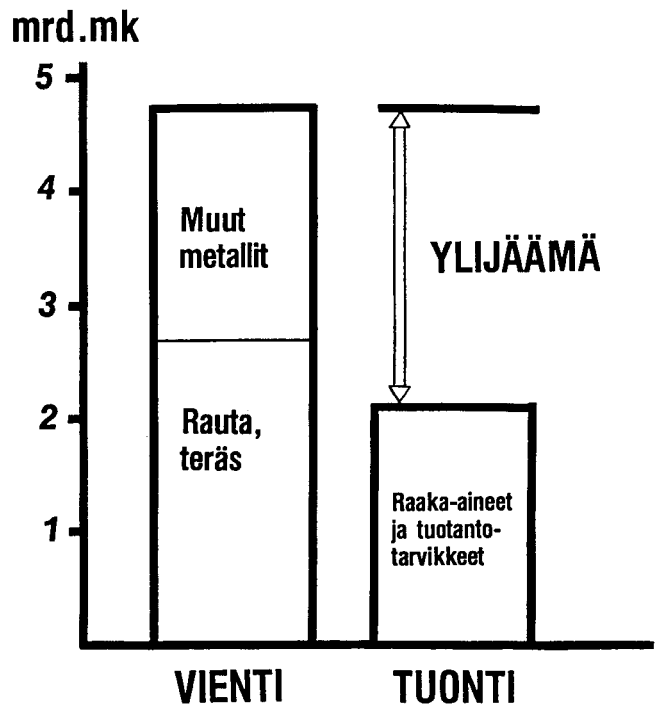
Yksinomaan metallien valmistukseen on viimeisimmän kymmenen vuoden aikana investoitu 5,3 mrd. mk, joten uudisrakentamisen kohteena tämä tuotannonala viime vuosien lamasta huolimatta on ollut erittäin merkittävä.

Edellämainitut tuotannonalat käsittävät vain osan vuoriteollisuudesta. Tilastotietoja ei ole ollut käytettävissäni esimerkiksi teollisuusmineraalisektorista, joka kasvuvauhdilla mitattuna lienee viime vuosina ollut vuoriteollisuuden nopeimmin kehittyvä osa-alue. Yleistä on tässä yhteydessä puhua myös ns. seurannaisteollisuuksista eli aloista, joiden syntyyn ja kasvuun kotimainen vuoriteollisuus olemassaolollaan on ratkaisevasti vaikuttanut. Kaivos- ja metallurgisen teollisuuden koneiden ja laitteiden valmistuksen vuosivolyymi lienee nyt noin miljardi markkaa. On selvää, että ilman kotimaista vuoriteollisuutta tämä toiminta olisi paljon vaatimattomampaa. Epäorgaanisen kemian teollisuutemme on myös suuressa määrin syntynyt ja kasvanut hyvin merkittäväksi alaksi vuoriteollisuuden ansiosta. Korkealaatuinen rakennusaineteollisuutemme myös perustuu omasta maaperästä kaivettaviin raaka-aineisiin.

Koska on mahdotonta tarkkaan määrittellä, mihin saakka vuoriteollisuuden vaikutukset ulottuvat, on myös mahdotonta tarkkaan mitata sen merkitystä. Edelläesitetystä voitaneen kuitenkin vetää se kiistaton johtopäätös, että kysymyksessä on maan talouselämän ja hyvinvoinnin kannalta ajatellen hyvin merkittävä teollisuudenala, joten sen tulevaisuus on kansallisestikin merkittävä asia.

### MALMIKAIVOSTEMME TULEVAISUUS

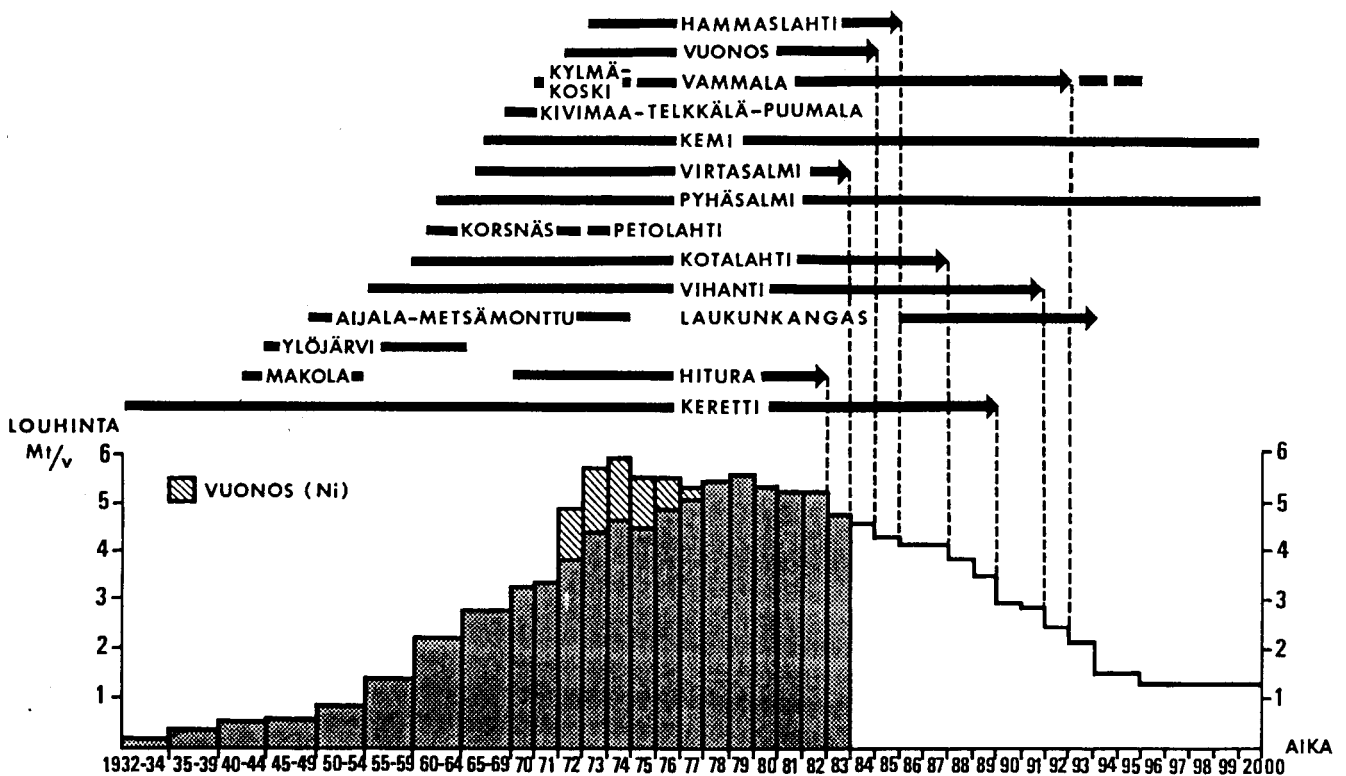
Vuoriteollisuutemme suurin huolenaihe tällä hetkellä on metallisten malmivarojemme nopea hupeneminen. Malmin louhinta Outokumpu Oy:n kaivoksista (kuva 6) on kääntynyt las-



Kuva 5. Perusmetallituotannon ulkomaankaupan tase 1983.

Fig. 5 The foreign trade balance in 1983 of basic metal production.

kuun tämän vuosikymmenen alussa. Aleneva kehityssuunta näyttää jatkuvan niin, että vuosikymmenen lopulla louhintamäärä on vain puolet 1970-luvulla saavutetusta huipputasosta.



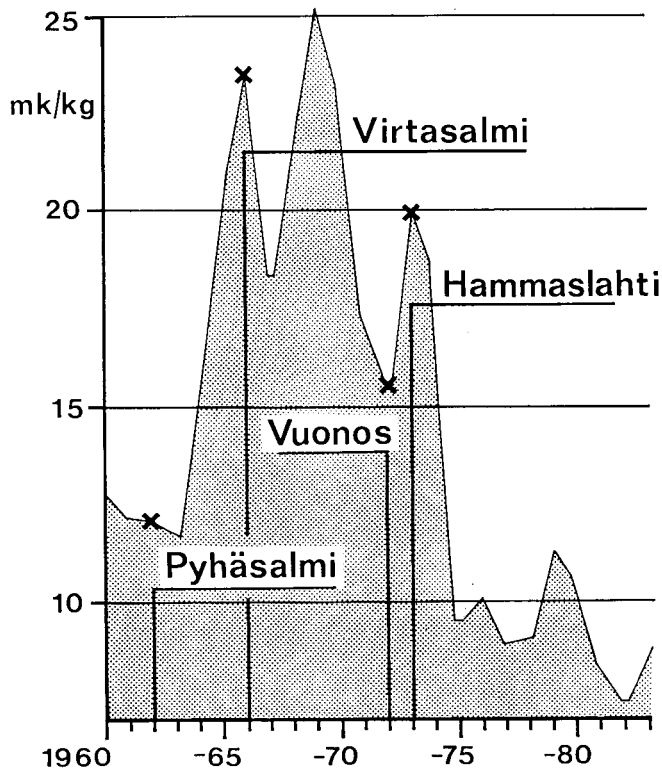
Kuva 6. Malmien louhinta Outokumpu Oy:n kaivoksissa ja todettujen malmivarojen riittävyys.

Fig. 6. Ores mined by the Outokumpu company and estimates of remaining ore resources.

Vielä tätäkin rajumpi supistuminen uhkaa Rautaruukki Oy:n kaivostoimintaa. Kaivoskuolemien syyt näissä kahdessa yhtiössä tosin ovat erilaiset. Rautaruukin kaivoksissa olisi nykyisenlaista malmia jäljellä, mutta sen louhinta ei ole kannattavaa. Outokummun kaivostoiminta on kannattavaa, mutta malmivarat ehtyvät.

Geologimme vakuuttavat, että potentiaalia uusien malmien löytämiselle on olemassa. Tähän on helppo uskoakin. Mutta mistä johtuu, ettei uutta malmia viimeisten 10–15 vuoden aikana ole riittävästi löytynyt?

Yksi vastaus löytyy metallien hintakehityksestä. Paras esimerkki tästä lienee kupari (kuva 7), jonka markkamääräinen reaalihintaa 1970-luvulla koki todella jyrkän alamäen. 1960-luvun lopun huippuarvosta reaalihintaa on pudonnut noin yhteen kolmasosaan. Pitkäaikaisen hintakehityksen valossa 1960-luvun loppu ja 1970-luvun alku tosin näyttävät muodostavan epätavallisen korkean hinnan kauden, joten lienee väärin pitää sitä "oikeaa" hintatasoa kuvaavana vertailukohtana. Näin useasti kuitenkin tehdään, mikä johtunee siitä, että monen suomalaisen kuparimalmin löytyminen ja kuparikaivoksen perustaminen ajoittui tuolle ajanjaksolle. Aleneva hintakehitys tietenkin on merkinnyt sitä, että ekonomisten kuparimalmien löytäminen on sitten 1960-luvun päivien tullut tavattoman paljon vaikeammaksi. Kuparikaivostemme kannattavuuden turvaaminen näissä oloissa on edellyttänyt toiminnan tehostamista ja suurempaa tuotantoa, mikä sekkin on nopeuttanut malmivarojemme hupenemista. Olen edellä käyttänyt kuparia esimerkkinä, mutta samansuuntainen kehityskuva pätee moneen muuhunkin metalliin. Valtamerirahtien aleneminen sekä tehokkaiden ja tuotantokustannuksiltaan halpojen avolouhoskaivosten syntyminen kaukomaihin on ratkaisevasti heikentänyt rautamalmikaivosten toimintaedellytyksiä ei vain



Kuva 7. Kuparin reaalihinnan kehitys. Outokummun kaivosten perustamisajankohdat. (Hinnat 1983 rahassa).

Fig. 7. Trend of the real price of copper (in terms of the 1983 price level). Dates of the establishment of the mines owned by the Outokumpu company.

Suomessa, vaan koko pohjoisella pallonpuoliskolla. Rautamalmien hintojen jyrkkä alamäki ajoittuu 1950- ja 1960-luvuille ja reaalihintaa on 1950-luvulta pudonnut noin puoleen.

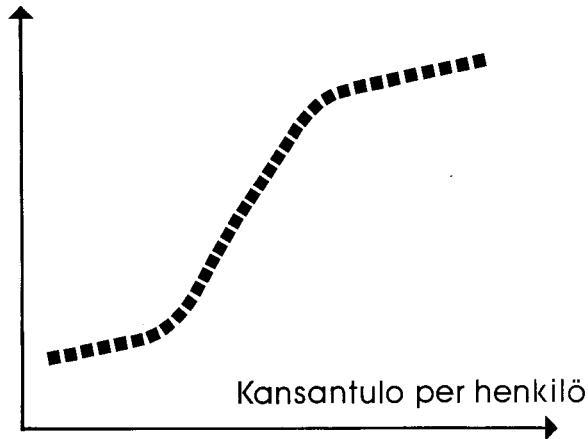
Etsittäessä syitä siihen, että uutta malmia ei odotetussa määrin ole löytynyt, on uskallettavaa kysyä myös sitä, onko malminetsintä maassamme kunnossa. Tähän yleisesti vastataan, että tietomme ja taitomme edustavat maailman huippua ja että käytettävissämme on alan parhaat laitteet. Tämä lie neekin totta. Yhden huolenaiheen haluan kuitenkin mainita. Jo pitemmän aikaa on ollut olemassa sellainen tunne, että paniikinomainen pakko löytää uusia malmeja voi johtaa voimien tuhlaukseen. Malminetsijälle saattaa käydä samoin kuin kilpailujännityksestä kärsivälle keihäänheittäjälle, joka pelkän voiman avulla yrittää saada hyvää tulosta aikaan. Malmia yritetään tehdä sellaisestakin kivistä, josta ei malmia ainakaan lyhyellä tähtäyksellä tule. Tiedän, että tutkimusprojektin lopettamispäätös on vaikea asia kaikessa tutkimustoiminnassa, eikä tutkimusjohtajan asema ole kadettava, kun hän taloudellisiin syihin vedoten joutuu katkaisemaan ammatillisesti ja tieteellisesti ehkä hyvinkin kiinnostavan projektin. Taloudellisten näkökohtien tulee kuitenkin ohjata malminetsintääkin. Sen tuottojen täytyy olla kustannuksia suuremmat. Pyydän jo etukäteen geologeilta anteeksi, kun sanon, että Koitelaisen työmaa on mielestäni ollut esimerkki projektista, jossa epärealististen odotusten varassa tehtiin paljon työtä. Koitelaisen kairassa sijaitseva esiintymä ei millään voine olla ekonomisen malmin niin kauan, kun Kemissä riittää louhittavaksi paljon parempaa malmia. Jos otan toiseksi esimerkiksi Seinäjoen antimonitutumukset, olenkin ehkä jo riittävästi ärsyttänyt geologeja, ja on aika tunnustaa, että löytyy hyviä esimerkkejä myös siitä, että työmaa on lopetettu liian aikaisin. Enonkosken tutkimukset lopetettiin toistakymmentä vuotta sitten toivottomina, mutta paluu vanhoille jäljille on nyt osoittanut, että luovuttiin liian helpolla. Lupaani olla ensimmäisten onnittelijoiden joukossa, jos Koitelaisessa ja Seinäjoella joskus käy samoin.

Malmia Suomesta kannattaa edelleen etsiä, sillä varmasti sitä on vielä olemassa. Tämän käsityksen puolesta puhuvat muun muassa lukuisat hyvät, vielä toistaiseksi selvittämättömät lohkaröydöt. Kun kaivosyritykset liiketaloudellisiin syihin vedoten ilmeisesti joutuvat supistamaan malminetsintäpanostaan nykyisestä tasosta, on tärkeää, että löydetään keinot kansalliselta ja kansantaloudelliselta kannalta ajatellen riittävän esintävolyymin ylläpitämiseen. Totunnaisten kuvioiden muuttaminen on aina työlästä ja pelottavaakin, mutta olisi mielestäni tyhmää tässäkin asiassa jääräpäisesti puolustaa nykyistä työn- ja kustannusjakoa. Viisaampaa olisi ennakkoluulottomasti etsiä ratkaisumalleja, jotka parhaiten takaavat elintärkeiden tavoitteiden saavuttamisen.

Kun metallien hintojen alamäkeä on edellä pidetty suurimpana syynä siihen, että malmivaramme ehtyvät, olisi tietenkin hyvä tietää, mitkä ovat tässä suhteessa pitemmän tähtäyksen näkökulmat. Hinta tietenkin määräytyy sen mukaan, kuinka paljon metalleja tulevaisuuden maailmassa tarvitaan ja kysytään. Yleisesti ennustetaan, että talouskasvu maailmassa on tulevaisuudessa hitaampaa kuin mihin olemme viime vuosikymmeninä tottuneet. Teollistuneen maailman sanotaan olevan pitkälti valmiiksi rakennettu, joten perusmetalleja ei enää entisessä mitassa tarvita, vaan vähäininkin talouskasvu rakentuu uudenlaisen teknologian ja "pehmeämpien" investointien varaan. En minä tähän aivan varauksetta usko, mutta ainakin puoli totuutta väittämä varmasti sisältää. Perusmetallien kuluksen kannalta ratkaisevan tärkeä asia on se, kuinka nopeasti kehitysmaat tulevat siihen vaiheeseen, että alkavat luoda niiltä nyt vielä puuttuvaa teollista infrastruktuuria. Perusmetal-



Perusmetallien kulutus  
per henkilö



Kuva 8. Perusmetallien kulutuksen riippuvuus kansantulosta.

Fig. 8. Dependence of the consumption of basic metals on national income.

lien kulutukseen pätee monille kuulijoille ehkä tuttu S-käyrä (kuva 8), joka kuvaa kulutustason nousun riippuvuutta ihmisten tulotason kehittymisestä. Useimmat teollisuusmaat ovat jo nyt käyrän ylempällä loivalla osalla, jossa perushyödykkeiden kulutus nousee hyvin hitaasti, vaikka tulotaso nouseekin. Valtaosa ihmiskuntaa kuitenkin elää alemmalla loivalla osalla, joten ratkaisevan tärkeä asia on se, koska he pääsevät kehityksessään käyrän jyrkästi nousevalle osalle.

Jotta voitaisiin arvioida nykyisen hintatason hyvyttä tai huonoutta, pitää sitä verrata tuotantokustannuksiin, ei yksinomaan meillä vaan maailmanlaajuisesti. Otan jälleen esimerkiksi kuparista. Suurten kuparintuottajien tuloskehitys on erittäin huolestuttava (kuva 9). Viime vuosien tappioluvut ovat olleet valtavan suuret. On selvää, ettei tällainen voi jatkua loputtomiin. Hintojen täytyy nousta, sillä yksinomaan rationaalisointitoimin ei ole mahdollista nostaa kuparintuotantoa kannattavuusrajan yläpuolelle. Kun katsotaan tuotantokustannuksia eri maissa (kuva 10), nähdään kuitenkin, että on turha toivoa paluuta niihin hintoihin, jotka 10–15 vuotta sitten olivat vallitsevia. Kuparikaivosteollisuuden on totuttava siihen ajatukseen, että vaikka hintataso luultavasti paraneekin, on tultava toimeen hinnoilla, jotka ovat korkeintaan 20–30 % paremmat kuin viimeaikainen taso. Kehitysmaissa on riittävästi olemassa malmeja, joiden tuotantokustannukset jäävät äsken mainitsemani hintarajan alapuolelle. Valitettavasti aika ei salli esittää samanlaista analyysiä muiden metallien osalta, mutta mikään harvinainen poikkeus kupari ei ole. Metallien hintojen kohoamisesta on siis turha odottaa pelastajaa metallikaivoksillemme. Ainoa pelastus tulee sitä kautta, että geologit löytävät riittävän hyviä malmeja, ja että insinöörit kehittävät entistä parempia menetelmiä niiden hyödyntämiseksi.

Kovin iso optimisti en edelläesittämäni valossa uskalla malmiakaivostoimintamme suhteen olla, vaikka uskonkin, että Suomi on merkittävä kaivosmaa vielä tulevaisuudessakin. Missään tapauksessa ei kannata "heitteä kirvestä kaivon". Saattaa olla niinkin, että Suomen metallikaivostoiminnalla on loistava tulevaisuus varsinaisten perusmetallien ulkopuolella. Todennäköisesti tähän saakka ei ole riittävästi kiinnitetty huomiota jalometallien ja monien muiden eksoottisempien metallien tarjoamiin mahdollisuuksiin.

milj. USD	1979	1980	1981	1982	1983 (9 kk)
Amax	365	470	231	-390	-122
Anaconda	33	-38	-261	-332	-111
Asarco	264	237	50	-39	47
Boliden	122	95	34	3	
Codelco	467	401	97	161	147
Inco	138	219	-470	-204	-189
Kennecott	130	192	-20	-189	-66
Marinduque	—	-36	-111	-215	
Newmont	179	197	80	49	51
Noranda	395	408	165	-83	-5
Phelps Dodge	111	91	69	-74	-32
SPCC	120	85	-10	-70	

Lähde: A Sutulov  
Chilean Copper Outlook for 1984/1990

Kuva 9. Maailman suurimpien kuparintuottajien tuloksen kehitys.

Fig. 9. Development of the output of the world's major copper producers.

USD/lb	1976	1980	1982
<b>Yhdysvallat</b>	<b>0.68</b>	<b>0.88</b>	<b>1.02</b>
<b>Kanada</b>	<b>0.50</b>	<b>0.62</b>	<b>0.90</b>
<b>Chile</b>	<b>0.38</b>	<b>0.60</b>	<b>0.46</b>
<b>Peru</b>	<b>0.57</b>	<b>0.65</b>	<b>1.00</b>
<b>Mexico</b>	<b>0.57</b>	<b>1.00</b>	<b>1.06</b>
<b>Sambia</b>	<b>0.62</b>	<b>0.75</b>	<b>0.89</b>
<b>Papua-U.G.</b>	<b>0.48</b>	<b>0.67</b>	<b>0.77</b>
<b>Filippiinit</b>	<b>0.50</b>	<b>0.72</b>	<b>0.77</b>
<b>Läntisen maailman keskiarvo</b>	<b>0.57</b>	<b>0.74</b>	<b>0.90</b>
<b>LME-käteishinta</b>	<b>0.64</b>	<b>0.99</b>	<b>0.67</b>
<b>Hinta / tuotantokustannukset</b>	<b>0.07</b>	<b>0.25</b>	<b>-0.23</b>

Lähde: A Sutulov  
Chilean Copper Outlook for 1984/1990

Kuva 10. Kuparintuotannon kustannuskehitys.

Fig. 10. Cost trend of copper production.

## MINERAALIKAIVOSTEMME TULEVAISUUS

En ole kovin hyvä asiantuntija puhumaan kalkkikivi- ja teollisuusmineraalikaivostemme nykytilasta enempää kuin tulevaisuudestakaan, joten joudun sivuuttamaan tämän osan esityksestäni kovin lyhyesti.

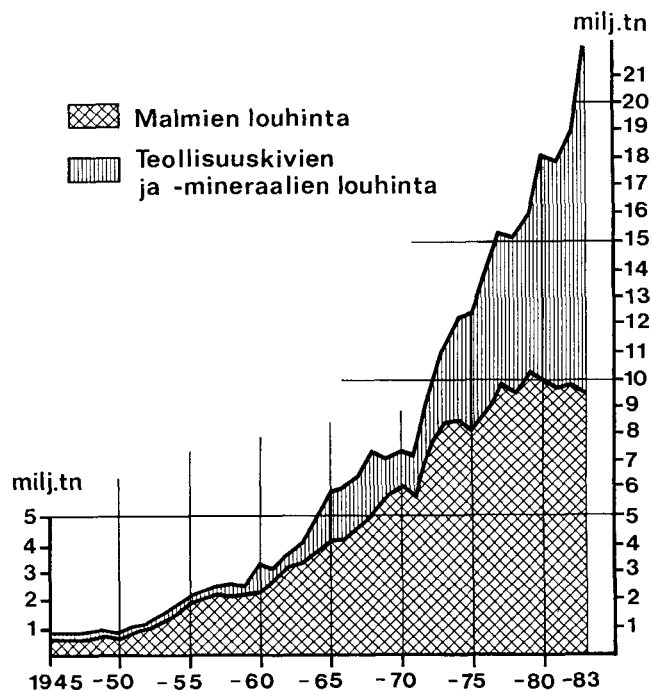
Mineraalikaivostemme louhintamäärät ovat viime vuosina nopeasti kasvaneet (kuva 11), ja ainakin tonnimäärillä mitaten tästä kaivostoiminnan osa-alueesta on tulossa koko teollisuudenalankin hallitseva osa. Reservien puute ei tällä sektorilla myöskään ole kehitystä jarruttava tekijä. Kalkkikiveä ja fosforiraaka-aineita on tiedossa kymmeniksi ja sadoiksi vuosiksi eteenpäin. Sama pätee paperin täyte- ja päällysteaineisiin. Ala kokonaisuutena on laajempi ja monipuolisempi kuin yleensä tiedetään. Tuotekehitys- ja markkinointitaidoista lähinnä riippuu tämän alan tulevaisuus eikä näiden taitojen suhteen ole syytä olla huolissaan. Innovaatiokyvystä on osoituksena viimeaikainen nopea kehitys, jonka uskon jatkuvan tulevaisuudessakin.

Teollisuusmineraaliesiintymien etsiminen on astetta vaikeampaa puuhaa kuin metallisten malmien etsintä. Aivan viime vuosina tähän työhön on Geologian tutkimuskeskuksessa ja alan yrityksissä kuitenkin kiinnitetty lisääntyvää huomiota. Lieneekö tämän ansiota se, että juuri tällä hetkellä on useita lupaavia esiintymiä työn alla.

## METALLIEN VALMISTUKSEN TULEVAISUUS

Kotimaisen raaka-aineen varaan syntynyt metalleja valmistava teollisuutemme on muuttumassa tuontiraaka-aineesta riippuvaiseksi. Kaivostuotannon supistumisen lisäksi tätä kehitystä edesauttaa kilpailukyyn turvaamiseen pohjaava tarve suurentaa metallurgisten tuotantolaitosten kapasiteettia. Jottei kenellekään jäisi väärää kuvaa, korostan sitä, ettei tässä ole kysymys mistään kertaheitolla tapahtuvasta mullistavasta käänteestä, sillä jo nyt noin puolet käytetystä raaka-aineesta on ulkomaista. Vaiheittain kehitys kohti lisääntyvää tuontisuutta on ollut käynnissä jo toistakymmentä vuotta.

On selvää, että tulevaisuus tuontiraaka-aineen varassa on epävarmempi kuin se olisi kotimaiseen pohjaan perustuen.

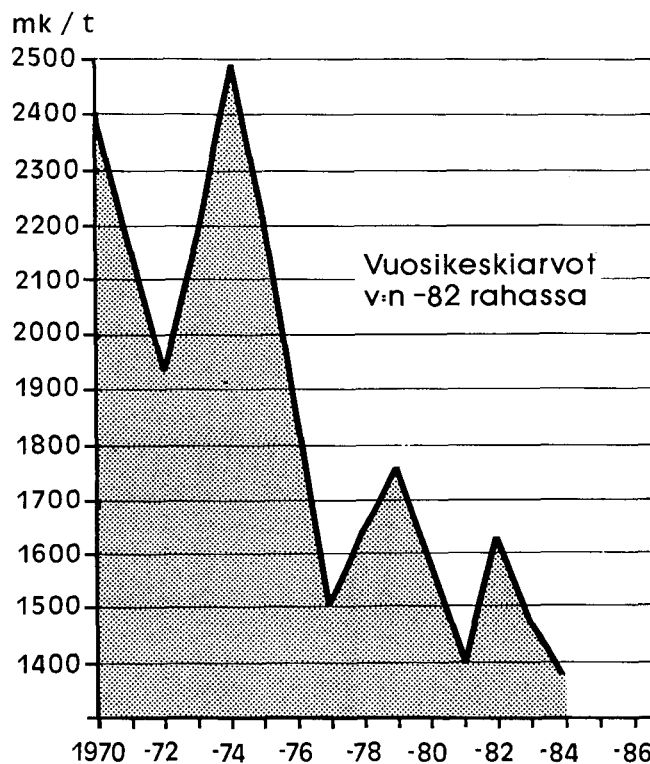


**Kuva 11.** Louhinnan kehitys Suomessa vuosina 1945–1983.  
**Fig. 11** Development of mining in Finland 1945–1983.

Normaalioloissa raaka-aineita kuitenkin on saatavissa, mikäli metallurgiset tuotantolaitoksemme ovat kilpailukykyisiä, mikä tarkoittaa sitä, että niiden on pystyttävä maksamaan raaka-aineistaan kilpailukykyinen hinta. Ainakaan lyhyellä tähtäyksellä ajatellen en näe kilpailukyyn suhteen suuria huolenaiheita. Metallurgiamme on korkealla tasolla ja tuotantolaitoksemme kunto hyvä. Tästä ei tietenkään pidä vetää sitä johtopäätöstä, että kaikki on hyvin ja voisimme jäädä lepäämään laakereillemme. Kilpailijamme tekevät joka päivä työtä tehostaakseen toimintaansa ja kehittäkseen entistä parempia menetelmiä. Tässä kilpajuoksussa meidän on pakko pysyä mukana.

Metallien valmistuksen alueella terästeollisuus lienee se osa-alue, joka maailmanlaajuisesti ajatellen on viime vuosina ollut kaikkein eniten keskustelujen kohteena. Hyvin pitkään vallinnut ylitarjontatilanne on johtanut alati kasvaviin vaikeuksiin. Euroopassa kilpailuasetelma on erittäin epäterve. Terästeollisuudelle monissa maissa maksettava valtion tuki on muuttanut kilpailun asiakkaista kansantalouksien väliseksi kilpailuksi. Arvioidaan, että EEC-maissa terästeollisuuden saama tuki vuosina 1975–83 oli yhteensä 165 miljardia Suomen markkaa eli millään pikkurahoilla ei tässä pelissä pelata. Teräksen hinta (kuva 12) ei tästä syystä ole seurannut tuotantokustannusten kehitystä ja tuotannon kannattavuus on alentunut. Arvioidaan, että koko läntisen maailman terästeollisuuden yhteenlaskettu tappio viime aikoina on ollut tasolla 15 miljardia dollaria vuodessa. Kun Suomen terästeollisuus näissäkin oloissa on säilynyt elinkelpoisena ilman tukitoimia, on tämä mielestäni vahva osoitus kilpailukyvyttämme.

Terästeollisuusyritystemme järkevä työnjako on merkittävä kilpailukykyä edistävä seikka. Meillähän päällekkäistä työtä tehdään hyvin vähän, josta syystä emme kotimarkkinoilla-



**Kuva 12.** Teräksen reaalihintakehitys. Kuumavalssatun kvarttilevyn perushinta vapaasti vaunussa Raahessa/Hämeenlinnassa.

**Fig. 12.** Trend of the real price of steel. Basic price of hot-rolled heavyplate f.o.b. by freight train in Raah/Hämeenlinna.

kaan juuri joudu taistelemaan toisiamme vastaan. Suhteellisen korkea työn tuottavuus, energiaa säästävät tuotantomenetelmät ja tuotteiden korkea laatu ovat myös tunnusomaisia piirteitä terästeollisuudellemme. Tornion jaloterästehdas on omalla alallaan tavallista edullisemmassa asemassa, koska se saa merkittävimmät raaka-aineensa kotimaasta. Raudanvalmistusta ajatellen Suomi sijaitsee erittäin edullisesti Kiirunan ja Kostamuksen välissä. Monille terästuotteille on myös olemassa merkittävä kysyntä kotimaassa, joka tietenkin on suuri etu. Teräksen valmistajillemme on suuriarvoinen asia, että te-lakkateollisuutemme on tähän saakka menestynyt hyvin ja toivoa sopii, että näin käy tulevaisuudessakin.

Yhteenvetona voitaneen todeta, että terästeollisuutemme tällä hetkellä on kilpailukykyistä, eivätkä sen tulevaisuuden näkymätkään anna aihetta isoon huoleen. Teräsmarkkinoiden lienee pakko lähivuosina tervehtyä, ja tervehtyneillä markkinoilla kyllä tulemme toimeen. Kuten jo edellä totesin, jatkuvaa huolenpitoa kilpailukykyvystä tämä tietenkin edellyttää. Isojakin satsauksia täytyy olla valmis tekemään. On helppo ymmärtää, että koksaamon rakentamispäätös on ollut vaikea asia Rautaruukin johdolle, koska rahaa tarvitaan paljon. Kaksin saatavuuden varmistamisen ja kilpailukykyyn säilyttämisen kannalta tämä jättiläisinvestointi kuitenkin lienee välttämättömyys.

Ylitsepääsemättömiä ongelmia en näe myöskään värimetallien valmistuksen puolella. Kotimaisen raaka-ainetarjonnan supistuminen tosin lienee tällä sektorilla suurempi riskitekijä kuin raudanvalmistuksessa. Kun markkinat lisäksi ovat pääasiassa ulkomailla, vaaditaan tuotantolaitoksiltamme merkittävästi parempaa kilpailukykyä kuin lähempänä raaka-ainelähteitä ja markkinoita sijaitsevilta kilpailijoiltamme. Tällä hetkellä olemme kilpailukykyisiä ja uskon, että pystymme siitä pitämään huolen vastakin. Raaka-ainepohjan muuttuminen pakottaa uusimaan prosesseja, mutta siihen uskon tietojemme ja taitojemme riittävän. Uskon myös, että energiahuoltomme tulevaisuutta koskevat päätökset lopulta pystytään tekemään järkisyillä ja sähköä on myös tulevaisuudessa saatavissa kilpailukykyiseen hintaan. Sähkömetallurgiselle teollisuudellemme tämä on kohtalonkysymys.

Metallien muokkaus on meillä suurelta osin metallien valmistukseen integroitunut jatkojalostusvaihe, joten sen käsittely sopinee tähän yhteyteen. Perusmetalliteollisuutemme kehityssuunnista helpommin ennustettavia lienee se, että jalostusastetta on nostettava ja painopistettä on siirrettävä pitemmälle jalostettuihin erikoistuotteisiin. Tämä tietää työtä metallin muokkaajille ja metalliopin taitajille. Mitä erikoistuneempiin tuotteisiin mennään, sitä tärkeämmäksi tulee myös markkinoinnin merkitys. Tuotekehitysprojekteja, joissa kaupalliset näkökohdat yhdistyvät korkeatasoiseen materiaalituntemukseen, toivon nykyistä enemmän näkeväni tulevaisuudessa. Pelkäänpä, että jokapäiväisessä työssämme ja ajattelussamme olemme liiaksi ankkuroituja tämän päivän puuhiin ja esimerkiksi metallien valmistuksessa jalostusketjun raskaaseen alkupäähän. Liian vähälle huomionlelle jäävät huomispäivän tarpeet.

Teknologista futurologiaa pitäisi enemmän harrastaa, jotta osaisimme askarrella oikeiden asioiden pariin. Materiaalitutkimukselle tulevassa maailmassa varmasti on paljon tehtäviä tarjolla. Ymmärtääkseni meillä on edellytykset vastata tällä alueella hyvinkin vaativiin haasteisiin. Tällä alueella on mahdollista kehittää tuotteita, joilla saavutetaan korkea markkinaosuus ja sen seurauksena myös parempi hinta kuin massatuotteille. Jokapäiväisen huolenaiheemme, huonon hintakilpailukykyyn, merkitys riskitekijänä on tällaisissa tuotteissa myös vähäisempi. Varoittava sana on tässäkin paikallaan niille, jotka ehkä kuvittelevat, että tässä on hieno idea, joten ryhtykäämme kaikki valmistamaan yksinomaan korkean tek-

nologian tuotteita. Tässä asiassa on pitkä tie kuljettavana ja valtaosa vuorimiesten elannosta vielä hyvin pitkään saadaan jalostusketjun raskaasta alkupäästä ja massatuotteiden valmistuksesta.

## ULKOMAANTOIMINTOJEN TULEVAISUUS

Vuoriteollisuutemme samoin kuin sen tarvitsemia koneita ja laitteita valmistavan konepajateollisuuden ulkomaiset toiminnot ovat nopeasti kehittyneet.

Outokumpu Oy on lähtenyt mukaan ulkomaiseen kaivos-toimintaan tarkoituksena sen avulla varmistaa raaka-ainehuoltoaan. Yhtiö on tällä hetkellä osakkaana kahdessa toimivassa kaivoksessa ulkomailla. Malminetsintää ja selvitystyötä kaivososakkuuksien hankkimiseksi tapahtuu noin kymmenes-sä eri maassa. Tavoitteena on kehittää tästä merkittävä toiminto tulevaisuudessa.

Suomalaiseen teknologiseen osaamiseen perustuva vientikauppa on viimeisimmän kymmenen vuoden aikana vuoriteollisuuden alalla nopeasti kasvanut. Suomalaiset vuoriteollisuuden koneiden ja laitteiden valmistajat ovat tehneet itsensä tunnetuiksi kaikkialla maailmassa. Ei ole mitään aihetta epäillä, etteikö tämä toiminta voisi vielä merkittävästikin kehittyä tulevaisuudessa. Projektiviennin alueella Outokumpu Oy on vuoriteollisuuden uranuurtaja. Toiminta alkoi liekkisulatoista, mutta on nyt laajennettu kattamaan yhtiön koko toiminta-alue. Osittain on menty oman toimialan ulkopuolellekin, jolloin toimintafilosofiana on ollut yhdistää oma projektiosaaminen ostettuun tai partnerin toimittamaan prosessiosaamiseen. Projektiviennin uskon tulevaisuudessa olevan entistäkin tärkeämmän osan suomalaista vuoriteollisuutta. Kokemuksesta kuitenkin sanon, että ken tällä alueella haluaa lähteä kultaa voilemaan, saa varustautua kulkemaan pitkän ja vaivalloisen tien.

Jalostustoiminnan kansainvälistymisessä olemme ottaneet vasta ensiaskeleet. Mitä pitemmälle jalostettuihin ja asiakas-läheisempiin tuotteisiin siirrymme, sitä lähemmäksi kuitenkin tulee ajatus myös valmistuksen viemisestä sinne, missä markkinatkin ovat. Tällä vuosikymmenellä todennäköisesti näemme useitakin tällaisia tapauksia.

## TUTKIMUKSEN JA OPETUKSEN TÄRKEYS

Yleinen käsitys on, että vuoriteollisuutemme tutkimuksen ja opetuksen taso on kansainvälisestäkin ajatellen korkea. Tätä asiaahan on vaikea millään muulla mittarilla mitata kuin kat-somalla mitä tutkimuksen ja opetuksen tuloksena on saatu aikaan. Parin viimeisimmän vuosikymmenen aikana vuoriteollisuutemme on kehittynyt nopeasti ja Suomi on tänään alan asi-antuntijoiden piirissä kaikkialla maailmassa tunnettu korkean teknologian hallitsevana vuoriteollisuusmaana. Eiköhän tämä riitä todisteeksi tutkimuksen ja opetuksen tasosta.

Tulevaisuutemme kannalta tämän tason säilyttäminen on ensiarvoisen tärkeä asia. Tosiasia lienee, että tiedot metallisten malmivarojemme vähenemisestä ovat nuorisonkin keskuudessa synnyttäneet liian pessimistisen mielikuvan tämän alan tulevaisuudesta. Meidän oma vikamme on, ellemme löydä keinoja tämän tiedon oikaisemiseksi. Tarvitsemme kyvykkäitä nuoria opiskelijoita kasvamaan tutkimuksen ja käytännön työn tehtäviin. Luvassa on paljon haastavaa ja mielenkiintoista työtä. Vuorimiesten kouluttajiksi toivon tulevaisuudessakin löytyvän asiaansa innostuneita henkilöitä, jotka teoreettisen viisauden lisäksi pystyvät istuttamaan oppilaisiinsa ennakkoluulottoman ja etsivän mielen.

## RIITTÄÄKÖ USKALLUSTA?

Suomalaisen vuoriteollisuuden historia on täynnä esimerkkejä rohkeista ja ennakkoluulottomista päätöksistä. Meillä tuskin olisi esimerkiksi Rautaruukkia, Tornion jaloterästehdasta, liekkisulatusmenetelmää, talkin tuotantoa tai Siilinjärven kaivosta, ellei rohkeutta ja ennakkoluulottomuutta olisi riittävästi ollut.

Uskalluksesta tai uskalluksen puutteesta paljolti riippuu myös tulevaisuutemme. Aika ajoin hiipii mieleen pelko siitä, että nykyajan tarkat laskenta- ja suunnittelumenetelmät tekevät meidät liian varovaisiksi päätöksentekijöiksi. Oikea näkemys tulevaisuuden suurista kehityslinjoista on tärkeitä päätöksiä tehtäessä merkittävämpi asia kuin numeroiden muotoon puettavissa oleva tieto nykypäivästä ja lähitulevaisuudesta. Henkilöitä, joilla on tämä oikea näkemys ja myös uskallusta toimia sen mukaan, uskon joukostamme löytyvän. Näin olen ei ole mitään syytä olla suhtautumatta optimistisesti vuoriteollisuutemme tulevaisuuteen.

## SUMMARY

### ON THE FUTURE OF THE FINNISH BASIC METALS AND MINERALS INDUSTRY

News on the depletion of metallic ore reserves in Finland has been widely publicized and has contributed to the formation of too pessimistic an impression about the future of the entire Finnish basic metals and minerals industry. The industry, as a whole, is fit to survive and will continue to prosper.

The basic metals and minerals industry plays an important role in the Finnish economy, not only as such but also as a sector with significant impact on the development of other industries. The gross value of production in mining and metal

refining amounted to about FIM 14 000 million in 1983, and these two fields alone provide jobs for some 23 500 people.

Metal mining activities in Finland are on the decrease as the country's known ore reserves diminish. Still, there is every reason to believe that ores exist which are yet to be discovered. Intensive exploration should continue.

Reserves of industrial minerals and limestone are abundant. Progress within this sector of the Finnish extracting industry has been swift and also the outlook for its future development is bright.

The Finnish metal refining industry will have to increase its quotas of imported raw material already in the near future. To maintain competitiveness, the industry must adapt to the new situation. The challenge is considerable especially in non-ferrous metals production, but we have all the prerequisites to succeed. We possess the metallurgical know-how needed and our production facilities are in good shape.

It will be our aim in the Finnish basic metals and minerals industry also in the future to continue to raise the processing degree in all production. Standard products will give way to more sophisticated, higher-technology products.

The international activities of the Finnish basic metals industry and its associated engineering industry have grown rapidly and are foreseen to expand. More and more geologists, and mining or metallurgical engineers will in the future find themselves stationed in jobs abroad.

With regard to the entire field ranging from geology through mining and mineral processing to metallurgy, both research and education in Finland are on a high international level. To be able to meet its further new challenges, the industry must secure available material as well as intellectual resources for itself also in the future. New young, bright minds, technological progress and innovative R & D will be needed and all the more important as we begin to exploit ores with ever lower grades and as diminishing own raw material reserves threaten our metallurgical production.

The history of the Finnish basic metals and minerals industry is full of examples of brave, unprejudiced decisions. Similar valour and open-mindedness will be needed also in the future as we continue to develop this important sector of our country's basic industry.

## PETTER FORSSTRÖM PRIS- PETTER FORSSTRÖM PALKINTO

Vuoriteollisuus-lehden toimitusneuvoston esityksen perusteella päätti Vuorimiesyhdistyksen hallitus 20.1.1984 pitämässään kokouksessa myöntää Petter Forsström pris-Petter Forsström palkinnon tekn.lis. Heikki Aulangolle hänen Vuoriteollisuus-lehdessä 1/1983 julkaistun artikkelinsa "Historiikkia ja muistelmia Vuorimiesyhdistyksen 40-vuotistaipaleelta" johdosta. Palkinto luovutettiin vuosikokouksessa 30.3.1984.

Vuorineuvos Petter Forsströmin nimeä kantava, v. 1963 perustettu palkinto jaettiin nyt kymmenennen kerran. Viime vuonna Oy Lohja Ab halusi korottaa palkinnon arvoa ja ilmoitti jatkavansa palkinnon lahjoittamista 5000 markan suuruisena viiden vuoden ajan. Palkinto annetaan lähinnä Vuoriteollisuuslehdessä julkaistusta ansiokkaasta kirjoituksesta.



Tekn.lis. Heikki Aulanko (vas.) vastaanottaa hänelle myönnetyn Petter Forsström-palkinnon yhdistyksemme puheenjohtajalta, DI Olli Hermostelta.



# Malmien taloudellisuus

*Geologiliitto piti marraskuussa 1983 symposium, jossa valotettiin malmien tutkimiseen liittyviä taloudellisia näkökohtia. Seuraavana on tiivistelmät neljästä kuullusta esitelmästä: Herman Stigzelius ”Malmi ei lopu Suomesta”, Markku Mäkelä ”Taloudellinen näkökulma malminetsinnän strategiaa suunniteltaessa”, Olli Hermonen ”Rautamalmien taloudellisuuteen vaikuttavat tekijät” ja Reijo Saikkonen ”Teollisuusmineraaliesiintymä ja sen hyödyntämiseen vaikuttavat tekijät”.*

*Lisäksi Risto Virrankoski puhui kaivosinvestointien kannattavuuteen vaikuttavista seikoista ja Arto Levannon esitelmän aiheena oli ”Mikä malmi on”.*

Tämän artikkelin on koordinoanut FM Marjatta Virkkunen Geologian tutkimuskeskuksesta.

## Malmi ei lopu Suomesta

**Herman Stigzelius**

Kaivosteollisuus elää tätä nykyä kansainvälistä lamakautta ja kaikkialla maailmassa joudutaan sulkemaan kaivoksia ja ollaan hyvin pidättyväisiä uusien kaivosten avaamisessa. Niin on tilanne Suomessakin.

Kansainvälinen hintataso ja kotimaisten tuotantokustannusten nousu selittävät osaltaan, miksi metallimalmien lounhinta lakkaa monilla paikkakunnilla Suomessa ja miksi vain jokunen uusi malmikaivos on suunnitteilla. Julkisuudessa on turhan korostetusti tuotu esille, että syynä kielteiseen kehitykseen olisi vain se, että tunnetut malmivarat louhitaan loppuun ja että uusia malmeja ei olisi löytynyt. Koska tällaiset arvioinnit eivät edistä kaivosteollisuutta eivätkä geologikunnan intressiä, lienee paikallaan tarkastella asiaa lähemmin.

### **KAIVOKSET TOIMIVAT USEIN ARVIOITUA PITEMPÄÄN**

Tunnetut malmivarat Suomen kaivoksilla eivät yleensä ole koskaan olleet suuria. Kun uusia malmeja on löytynyt, on yleensä pyritty mitoittamaan tuotanto lyhyen kuoletusajan puitteissa tuottavuuden optimoimiseksi. Jos investoinnit on tehty kahdenkymmenen vuoden tuotantoa silmällä pitäen, niin ei pitäisi liioin ihmetellä, vaikka malmi loppuisikin kah-

denkymmenen vuoden kuluttua. Usein kaivostoimintaa on kuitenkin voitu jatkaa huomattavasti pitempään kuin mitä alunperin on arvioitu sen johdosta, että kaivoksista yleensä on löydetty lisää malmeja louhinnan aikana. Monilta kaivoksilta on jatkuvasti löydetty enemmän uusia malmivaroja kuin mitä vastaavana aikana on louhittu.

Alkuperäinen malmiarvio on vain harvoin pitänyt paikkansa suhteellisen tunnettujen suomalaisten malmikaivosten kohdalla. Niin sattui kuitenkin Aijalan kaivoksen kohdalla, missä loiva siirros katkaisi malmin malmiarvion edellyttämässä syvyydessä, eikä jatkeita voitu löytää. Tosin tässäkin tapauksessa voitiin jatkaa kaivostoimintaa paikkakunnalla kilometrin päässä Aijalasta löydetyn Metsämontun malmin varassa. Myös Luikonlahden kaivoksella malmiarvio, joka tehtiin louhinnan alkaessa, osoittautui varsin tarkaksi.

Totta kai jokainen malmi loppuu, kun se louhitaan pois. Niin on esimerkiksi käynyt Virtasalmen Hällinmäellä, missä kaivos nyt sulkee porttinsa. Sellaisenaan tämä on tietenkin ikävää, mutta siinä on ilonkin aihetta, sillä malmeja riitti 17 vuodeksi, vaikka kaivostoiminta oli suunniteltu vain kahdeksi vuodeksi.

Outokummussa on vihdoon todella varauduttava lounhinta-kelpoisen malmin loppumiseen jo tämän vuosikymmenen loppussa. Tässäkin tapauksessa malmeja on kuitenkin vuosien varrella löytynyt paljon enemmän kuin mitä aikoinaan arvioitiin. Esimerkiksi vuonna 1912 malmivaroiksi ilmoitettiin 1,2 miljoonaa tonnia, mutta kokonaisuudessaan tulee louhituksi noin 29 miljoonaa tonnia.

Viime vuosina löydetty viitteet Vuonoksen malmin jatkeesta koilliseen osoittavat, että koko ja laatu heikkenevät ratkaisevasti samalla, kun syvyys kasvaa, joten edellytyksiä malmin taloudelliseen hyödyntämiseen ei nykyisellään liene olemassa.

Hammaslahden kaivoksessa on myös todettu eräitä jatkeita, joiden louhimista ei kuitenkaan katsota taloudellisesti perustelluksi.

Kaikkien kaivosten kohdalta malmiarviot sisältävät vain varmuudella todetut määrät. Kaivosgeologeilla ei ole lupaa liioin kertoa näkemyksiä mahdollisista toistaiseksi puutteellisesti tutkituista jatkeista.

## **KANNATTAVUUS KAIVOSTOIMINNAN EDELLYTYKSENÄ**

Esimerkkeinä kaivoksista, joiden sulkemista nyt suunnitellaan, vaikka malmi ei ole suinkaan loppunut, voidaan mainita Mustavaara ja Otanmäki. Vanadiinin alhainen hinta maailmanmarkkinoilla on molemmissa tapauksissa tärkein syy kaivostoiminnan lopettamiseen.

Sekä Mustavaarassa että Otanmäessä olisi vielä runsaasti malmia, jos sen louhinnalla olisi riittävästi taloudellisia edellytyksiä. Otanmäessä olisi kuitenkin tarpeen syventää kuilu ja avata uusi päätaso. Siihen vaadittavaa investointia ei tätä nykyä pidetä perusteltuna.

Tässä yhteydessä voitaneen kysyä, ollaanko joskus liian ankaria vaatimalla kaivostoiminnalta lamakautenakin ehdotonta kannattavuutta. Edes osittainen omavaraisuus metallien suhteen on sentään merkityksellistä. Muistuu mieleen, miten Otanmäki aloitti toimintansa vuonna 1953 kannattamattomana kaivoksena ja miten yritys valtion varoin suoritettujen saneerauksen ja vanadiini-pentoksidin valmistuksen aloittamisen jälkeen pääsi jaloilleen ja tarjosi raaka-ainetta kotimaiselle titaanivalikoisen valmistukselle ja Raaheen rakennettavalle terästehtaalle. Otanmäki on esimerkki alkujaan kannattamattomasta kaivoksesta, joka merkittävästi myötävaikutti maan vuoriteollisuuden kehittämiseen ja monipuolistamiseen.

Jos puhtaat kannattavuusnäkökohdat olisivat maamme talouselämässä yksin määräävinä, niin voitaisiin kysyä, kannattaisiko Suomessa harjoittaa maataloutta nykyisessä laajuudessa. Omavaraisuus on epäilemättä tärkeää.

## **UUSIA MALMEJA LÖYTYY**

Malminetsinnän tuloksena on jatkuvasti löytenyt uusia malmeja, mutta nykyisillä kansainvälisillä metallihinnoilla ja kotimaisella kustannustasolla on ymmärrettävästi oltu varsin pidättyväisiä uusien kaivosten perustamisen suhteen. Rima on asetettu korkealle ja useimmat uudet löydökset on jouduttu sijoittamaan hyllylle odottamaan parempia aikoja.

Enonkosken nikkelimalmi on yksi niitä uusia malmilöydöksiä, joiden hyväksikäyttöä tällä hetkellä valmistellaan.

Suhteellisen uutena malmilöydöksenä voidaan myös pitää Rautuvaaran vierestä löytenyttä Laurinojan kuparipitoista rautamalmia, jonka hyväksikäyttöön on vasta ryhdytty. Mikä-

li tuotanto osoittautuu kannattavaksi, saattaa malmia riittää varsin pitkäksi aikaa.

Melko uutta malmituotantoa on myös talkkikaivoksilta sivutuotteena saatu nikkelirikaste. Sen tuotanto on jatkuvasti kasvanut ja loppumisesta ei ole tietoa.

Viime vuosina on tutkittu eräistä grafiittirikkaista mustista liuskeista löytyneitä heikkoja nikkeli- ja kuparipitoisuuksia. Niitä tavattiin ensin Sotkamosta. Mikäli tätä liusketta joskus kannattaa louhia, niin malmia todennäköisesti riittäisi hyvinkin pitkään.

Koitelaisen kairasta Sodankylästä löydetty kromimuodostumat sisältävät Euroopan suurimmat kromireservit. Tällä hetkellä niitä ei kuitenkaan kannata louhia, ja nekin jäävät odottamaan vuoroaan.

Ei ole tarpeen eikä paikallaan tässä luetteloida kaikkia niitä viime vuosina löydettyjä malmeja ja malmiaiheita, joiden tutkimus vielä on kesken. Osa niistä saattaa hyvinkin milloin tahansa osoittautua merkittäviksi malmilöydöksiksi.

## **HELPOSTI LÖYDETTÄVIÄ MALMEJA ON RUNSAASTI JÄLJELLÄ**

Liian usein kuulee ammattimiestenkin väittävän, että kaikki helposti löydettyvät malmit olisi jo löydetty. Kun tarkastellaan tunnettujen malmien löytöhistoriaa, voidaan todeta, että useimmat malmit nykypäiviin asti ovat löytyneet joko sattumanvaraisesti tai normaalilla malminetsintäruutiinilla eli "helposti". Niiden löytyminen olisi yhtä hyvin voinut ajoittua tuleville kuin menneille vuosikymmenille.

Ehkä paras osoitus siitä, että helposti löydettyjä malmeja on edelleen löytämättä, ovat ne 6982 malmilohkareihetta, joiden emäkalliota ei ole selvitetty ja jotka 19.9.1983 olivat listattuina Geologian tutkimuskeskuksen malmiaihetiedostoon. Jos useat malmilohkareet esiintyvät lähellä toisiaan ja ovat ilmeisesti peräisin samasta emäkalliosta, ne on listattu yhdessä yhtenä aiheena. Lohkaretiedot vaativat toki kriittistä tarkastelua, sillä toisaalta tiedosto ei ole täydellinen ja toisaalta siihen sisältyy sellaisia lohkaretyyppejä, että niiden emäkallio todennäköisesti saattaa osoittautua louhintakelvottomaksi. Todettakoon tässä vain, että lohkarieet varmuudella ovat peräisin jääkaudella kalliopintaan puhjenneista malmimineraalisistaatioista, joiden paikantaminen maanpeitteen altakin on mahdollista ja usein saattaa olla helppoakin nykyaikaisilla tutkimusmenetelmillä.

Aerogeofysikaaliset kartat samoin kuin maasta käsin tehdyt laajojakin alueita peittävät geofysikaaliset kartat sisältävät suuren määrän mielenkiintoisia anomaliaita, joiden tulkinta on puutteellinen ja jotka saattavat sisältää tärkeitä malminetsinnällisiä viitteitä.

Alueelliset geokemialliset kartat sisältävät niin ikään runsaasti hyvinkin mielenkiintoisia anomaalisen korkeita metallipitoisuuksia niin purosedimentti- kuin moreeninäytteissä. Vain murto-osa näistä anomaliaista on ehditty selvittää.

Malmilohkareiden alkuperän jäljittämässä on toistaiseksi vain eräissä tapauksissa ehditty turvautua nykyään käytettävissä olevaan moreenin kulkeutumista selvittävään tutkimusmetodiikkaan.

Jos kaikki geologiset ja muut tiedot käytetään hyväksi jonkin malminetsintäkohteen selvittelyssä, saattaa edelleenkin löytyä runsaasti kalliopintaan puhkeavia uusia malmeja varsin helpostikin. Todennäköisesti vain murto-osa niistä on toistaiseksi löydetty.

# Taloudellinen näkökulma malminetsinnän strategiaa suunniteltaessa

Fil.tri Markku Mäkelä, Outokumpu Oy, Malminetsintä, Kokkola

## JOHDANTO

Malminetsinnän onnistumiselle olennaisia tekijöitä ovat oikeat geologiset mallit ja oikein valitut, kehittyneet etsintämenetelmät. Tästä johtuen geologisten, geofysikaalisten, geochemiallisten ja vastaavien tietojen tulee muodostaa ydin mille tahansa jatkaa/lopettaa -päätökselle malminetsinnässä. Talouselämän lakien mukaan toimivassa organisaatiossa nämä tieteellis-tekniset päätöksenteon perusteet täytyy jotenkin kääntää kielelle, joka on talouselämän kieli. Muutoin malminetsinnässä tehtävät päätökset ovat mielivaltaisia organisaation kannalta. Päätösten tulee siis heijastaa, vaikka vajavaiisiinkin tietoihin perustuvaa, käsitystä niistä kustannuksista, riskeistä ja tuotoista, jotka liittyvät tiettyihin vaihtoehtoihin malminetsinnän suunnittelussa.

Jotta malminetsintään liittyviä taloudellisia näkökohtia ja riskitekijöitä voitaisiin ymmärtää, tarvitaan kaksi perusmääritelmää.

Ensimmäinen niistä on käsite ”**malmineralisaation löytäminen**”. Sillä tarkoitetaan malminetsinnän teknis-geologista onnistumista, kun kairauksella on lävistetty mineralisaatio, joka pitoisuuksiensa ja lävistyspituuden puolesta täyttää mahdollisessa kaivostoiminnassa edellytettävät raja-arvot. Malmineralisaation löytäminen johtaa inventointiluonteisen kairauksen aloittamiseen.

Toinen määrittelyn vaativa käsite on ”**taloudellisesti hyväksikäytettävä mineraaliesiintymä**”, lyhyesti ”**malmiesiintymä**”. Malmiesiintymän tulee täyttää hyväksyttävän minimikoon vaatimus sekä vaatimus taloudellisesta tuotosta tiettyjen taloudellis-teknisten olosuhteiden vallitessa.

Edellä esitettyjen määritelmien pohjalta voidaan malminetsinnän kustannuksia, riskejä ja tuottoja tarkastella parametrien C, p ja R avulla (taulukko 1).

C edustaa teknis-geologisen onnistumisen vaatimia kustannuksia. R on etsinnän vaikutin, motivaattori. Yhdistävä tekijä kustannusten ja mahdollisen tuoton välillä on epäonnistumisen todennäköisyys (1-p). Yleisesti malminetsinnälle on tyypillistä suuri riski ja suuri mahdollinen tuotto verrattuna malmineralisaation löytämisen vaatimiin kustannuksiin. Ainoastaan tässä mielessä malminetsintä on uhkapeliä. Se tosiseikka, että malminetsintäorganisaatiolla on mahdollisuus osittain kontrolloida tekijöitä C, p ja R, tarjoaa pohjan malminetsinnän suunnittelulle.

## MENNYT TIENVIITTANA TULEVAAN

Malminetsinnässä on erotettavissa kaksi eri päätöksenteon tasoa, strateginen ja taktinen.

Strategisella tasolla, kun tehdään päätöksiä mistä hakea ja mitä, tarkastelunäkökulma on historiallinen. Eri geologisten ympäristöjen malminetsinnällisiä mahdollisuuksia tarkastellaan näissä ympäristöissä aiemmin tehtyjen töiden kustannus-

ten, riskien ja tuottojen pohjalta. Tämä tietysti edellyttää sitä, että arvoiteltavissa ympäristöissä on työskennelty riittävän kauan ja kattavasti.

## Taulukko 1. Mineraalitalouden keskeisiä parametrejä

**Table 1.** Essential parameters of mineral economics. EV = Expected Value per Economic Discovery, R = Average Return associated with an Economic Mineral Deposit, C = typical or average exploration cost associated with the discovery of a mineral occurrence, p = probability of an economic mineral deposit, given the discovery of a mineral occurrence, E = C/p = average exploration cost required to discover and take an inventory of an economic mineral deposit, A = exploration funds available or required over a relevant planning horizon, n = A/C = number of mineral occurrences, P = probability of making at least one economic discovery

EV	=	MALMINETSINNÄN ODOTUSARVO LÖYDETTYÄ MALMIESIINTYMÄÄ KOHTI
R	=	MALMIESIINTYMÄN KESKIARVOINEN TUOTTO
C	=	KESKIARVOISET KUSTANNUKSET, JOTKA LIITTYVÄT MALMINERALISAATION LÖYTÄMISEEN
p	=	TODENNÄKÖISYYS SILLE, ETTÄ LÖYDETTY MALMINERALISAATIO ON MALMIESIINTYMÄ
$E = \frac{C}{p}$	=	KESKIMÄÄRÄISET MALMINETSINNÄN KUSTANNUKSET, JOTKA VAADITAAN MALMIESIINTYMÄN LÖYTÄMISEEN JA INVENTOINTIIN
A	=	MALMINETSINTÄÄN KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT TAI VAADITTAVAT VARAT TIETYN SUUNNITTELUJAKSON AIKANA
$n = \frac{A}{C}$	=	MARKKAMÄÄRÄN A SIOITTAMISELLA LÖYDETTÄVIEN MALMINERALISAATIOIDEN LUKUMÄÄRÄ
P	=	TODENNÄKÖISYYS SILLE, ETTÄ MALMINETSINTÄ-ORGANISAATIO LÖYTÄÄ AINAKIN YHDEN MALMIESIINTYMÄN

Esimerkkinä malminetsinnän strategisen tason päätöksenteon vaikuttavasta taloudellisesta arvioinnista käytän Kanadassa koskevaa Brian MacKenzen vuonna 1980 tekemää tutkimusta. Tähän runkoon lisään vastaavaa tietoa Suomesta: soveltuvien osin ja siinä määrin, kuin sitä on Outokumpu Oy:n Malminetsinnässä käsitelty.

On ymmärrettävä, ettei malminetsintää voi taloudellisesti erottaa mineraalisten raaka-aineiden tuotantoprosessista. Malminetsintään sijoitettu raha nähdään liian usein uhruksena ja malminetsintä menosyksikkönä. Jotta malminetsintään liittyviä taloudellisia aspekteja voitaisiin hyödyntää päätöksenteossa ja malminetsinnän tulosta arvostella, on se nähtävä osana niissä kassavirroissa, joilla kuvataan mineraalisten raaka-aineiden tuotantoprosessia, kehitystä malminetsintätahtuman alusta kaivoksen ehtymiseen.

Brian MacKenzen tutkimuksen aineiston muodostavat kassavirta-arviot 131 mahdollisesta malmiesiintymästä, jotka on löydetty Kanadassa vuosien 1951 ja 1974 välisenä aikana. Mahdolliseksi malmiesiintymäksi on katsottu sellainen mineraalikonsentraatio, jonka kokonaistuotto on vähintään 20 miljoonaa Kanadan dollaria ja sisäinen korko projektista vähintään 8 %. Tämä 20 miljoonaa vuoden 1979 rahassa.

Tarkasteltavien 24 vuoden aikana investoitiin Kanadassa malminetsintään liki 2 miljardia dollaria (taulukko 2). Tämä investointi johti tutkimuksen mukaan **87 malmiesiintymän** löytämiseen. Täten keskimääräiset malminetsinnän kustannukset yhtä malmiesiintymää kohti laskettuna olivat 23 miljoonaa dollaria, nykyrahassa noin 100 miljoonaa markkaa. Kun tämä 23 miljoonaa diskontataan 8 %:n tasolla malminetsintätapahtuman alkuun, se edustaa 16 miljoonaa dollaria. Tällä panoksella saatiin keskimääräisesti 77 miljoonan dollarin tuotto jokaisesta löydetystä malmiesiintymästä. Kun tuotosta, joka sekun on diskontattu malminetsintävaiheen alkuun, vähennetään keskimääräiset etsintäkustannukset 16 miljoonaa dollaria, saadaan 61 miljoonaa, joka siis on malminetsinnän tuottama määrä uutta hyvinvointia jokaista löydettyä malmiesiintymää kohti, ts. malminetsinnän **odotusarvo**. Tämä odotusarvo voidaan ilmaista myös sisäisenä korkona, joka on 17,5 prosenttia. Malminetsintä oli siis ajanjaksona

**Taulukko 2.** Arvio malminetsinnän kannattavuudesta Kanadassa vuosina 1951–74; värilliset metallit (MacKenzie, 1980)  
**Table 2.** Base metal exploration: Potential value assessments: Canada, 1951–74, Expected value prices

<b>TOTAL EXPLORATION EXPENDITURE</b>	<b>\$ 1,979 MILLION</b>
<b>NUMBER OF ECONOMIC DISCOVERIES</b>	<b>87</b>
<b>AVERAGE EXPLORATION EXPENDITURE FOR AN ECONOMIC DEPOSIT (UNDISCOUNTED)</b>	<b>\$ 23 MILLION</b>
<b>EVALUATION OF AN ECONOMIC DEPOSIT AT THE START OF EXPLORATION:</b>	
<b>AVERAGE EXPLORATION EXPENDITURE (E)</b>	<b>\$ 16 MILLION</b>
<b>AVERAGE RETURN (R)</b>	<b>\$ 77 MILLION</b>
<b>EXPECTED VALUE (EV)</b>	<b>\$ 61 MILLION</b>
<b>RATE OF RETURN</b>	<b>17,5 PERCENT</b>

1951–1974 Kanadassa tuottavaa toimintaa.

Malminetsinnän kokonaiskustannukset 1979 miljoonaa dollaria, 8 545 miljoonaa markkaa, edustavat ekvivalenttikupariksi laskettuna 58 pennin kustannuksia kilolta ja ekvivalenttiseksi laskettuna 28 penniä kilolta.

Suomessa investoitiin malminetsintään vuosien 1954–1982 välisenä aikana **1 118** miljoonaa markkaa. Tähän määrään on päädytty laskemalla teollisuuden sijoittamalle rahalle 10 %:n korko kumulatiivisesti.

Suomalaisten värimetallikaivosten kumulatiivisista kassavirroista 1954–1982 saadaan yhteenlaskemalla niiden kokonaistuotoksi 2 523 miljoonaa markkaa. Laskelma malminetsinnän sisäiseksi koroksi tälle ajalle antaa tulokseksi lähes 19 %.

Malminetsinnän taloudellisuutta Kanadassa ajan funktiona tarkastellaan taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Arvio malminetsinnän kannattavuudesta Kanadassa aikajaksoittain; värilliset metallit (MacKenzie, 1980)  
**Table 3.** Base metal exploration: Potential value assessments: Time trends

	<b>TOTAL EXPLORATION EXPENDITURES (\$ MILLION)</b>	<b>NUMBER OF ECONOMIC DISCOVERIES</b>	<b>AVERAGE EXPLORATION EXPENDITURE (E) (\$ MILLION)</b>	<b>AVERAGE RETURN (R) (\$ MILLION)</b>	<b>EXPECTED VALUE (EV) (\$ MILLION)</b>	<b>RATE OF RETURN (PERCENT)</b>
<b>1951 - 74</b>	<b>1,979</b>	<b>87</b>	<b>16</b>	<b>77</b>	<b>61</b>	<b>17,5</b>
<b>1951 - 56</b>	<b>239</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>71</b>	<b>61</b>	<b>20,6</b>
<b>1957 - 62</b>	<b>488</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>9,1</b>
<b>1963 - 68</b>	<b>599</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>79</b>	<b>63</b>	<b>17,0</b>
<b>1969 - 74</b>	<b>653</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>108</b>	<b>92</b>	<b>20,1</b>

24 vuoden aika on siinä jaettu neljään 6 vuoden jaksoon. Malminetsinnän kustannukset ovat nousseet ajan myötä.

Ensimmäisen ajanjakson tuloksissa heijastuu uuden teknologian, erityisesti lentomittausten, käyttöönotto alueilla, joilla malminetsintää on tehty vähän. Tällöin malminetsinnän kustannukset esiintymää kohti ovat merkittävästi alemmat kuin keskiarvo 16 miljoonaa.

Keskimääräinen tuotto on sekin keskiarvoa alempi, sillä malminetsintä ei ollut riittävän suunnitelmallista; parhaita esiintymiä ei löydetty ensimmäisinä. Keskiarvoa alhaisempi kokonaistuotto johtuu esiintymien suhteellisen pienestä koosta. Vaikka vuosien 1951–1956 malminetsinnän odotusarvo on sama kuin koko 24 vuoden jakso, sisäinen korko on selvästi suurempi.

Malminetsinnän tulos heikkenee seuraavan jakson 1957–1962 aikana. Vaikka kustannukset kaksinkertaistuvat, löytymissuhde heikkenee. Nyt tarvitaan keskimäärin 21 miljoonaa dollaria malmiesiintymän löytämiseksi. Malminetsinnän keskimääräinen tuotto putoaa 26 miljoonaan. Odotusarvo on siten vain 5 miljoonaa. Sisäinen korko merkitsee, että kustannukset ja tuotot ovat tasapainossa, kun pääomalle lasketaan hinta 8 %. Malminetsintä keskittyi lentomittausten tuloksena saatuihin toisen ja kolmannen luokan indikaatioihin.

Kahden viimeisen periodin 1963–1968 ja 1969–1974 aikana on havaittavissa malminetsinnän tuloksellisuuden paraneminen. Hyvään menestykseen on syynä geologisten mallien kehittyminen ja sen myötä tutkimusalueiden parempi valinta ja kohteiden luokittelu.

Metallien hinnat ovat tärkein ja vaikeimmin arvioitava muuttuja nyt puheena olevan kaltaisia laskelmia tehtäessä. MacKenzien laskelmissa on käytetty taulukossa 4 esitettyjä keskihintaennusteita eri metalleille.

Taulukko 5 kertoo, mitä tapahtuu, jos laskelmissa sovelletaan alimpia odotettavissa olevia hintoja; ja mitä, jos korkeimpia.

Aina, kun malminetsintäponnistelut johtavat malmimineralisaation löytämiseen, on olemassa vain pieni todennäköisyys sille, että löydetty lopulta osoittautuu malmiesiintymäksi. Tätä todennäköisyyttä, p, voidaan käyttää arvioitaessa malmin-

**Taulukko 4.** Pitkän tähtäyksen ennuste metallien hinnoiksi ala- ja ylärajoineen (MacKenzie, 1980)

**Table 4.** Forecast long-term metal prices (1979 dollars)

COMMODITY	LOWER LIMIT	EXPECTED VALUE	UPPER LIMIT
COPPER (\$/LB.)	0,70	1,05	1,50
ZINC (\$/LB.)	0,40	0,50	0,70
LEAD (\$/LB.)	0,32	0,42	0,62
MOLYBDENUM (\$/LB. IN CONCENTRATE)	4,50	7,00	10,00
SILVER (\$/OZ.)	6,00	8,00	12,00
GOLD (\$/OZ.)	200,00	270,00	450,00

etsintäorganisaation mahdollisuutta onnistua tehtävässään löytää malmiesiintymä, kun organisaatio toimii rajoitetun budjetin varassa. Käänteisesti tätä todennäköisyyttä voidaan käyttää arvioitaessa sellaisen budjetin kokoa, joka tarjoaa mahdollisuuden onnistumiselle tietyllä luotettavuustasolla. Toisin sanoen P:n ja A:n määrittelemiseen (taulukko 1).

Todennäköisyyttä, p, tietyssä aikana voidaan arvioida jakamalla tänä aikana löydettyjen malmiesiintymien lukumäärä löydettyjen malmimineralisaatioiden lukumäärällä. Mikäli löydettyjen malmimineralisaatioiden lukumäärä ei ole kohdekohteelta selvitettävissä, sitä voidaan arvioida epäsuorasti jakamalla tarkasteluperiodin aikaiset malminetsinnän kokonaiskustannukset tyypillisillä tai keskimääräisillä kustannuksilla, jotka liittyvät malmimineralisaation löytämiseen (taulukko 1).

Arvio keskimääräisistä malmimineralisaation löytämiskustannuksista perustuu määrittelyyn tyypillisestä malminetsintäohjelmasta kyseisessä geologisessa ympäristössä kyseisenä aikana.

Malmimineralisaation löytämisen kustannuksia Suomessa kuvatkoon kaksi esimerkkiä:

Kalajoella sijaitsevan Jouhinevan Pöllän Cu-Co-Au-mine-

**Taulukko 5.** Arvio malminetsinnän kannattavuudesta Kanadassa metallinhintojen funktiona. Metallien hinnat taulukon 4 mukaisesti (MacKenzie, 1980)

**Table 5.** Base metal exploration: Potential value assessments: Metal price variants

TOTAL EXPLORATION EXPENDITURES (\$ MILLION)	NUMBER OF ECONOMIC DISCOVERIES	AVERAGE EXPLORATION EXPENDITURE (E) (\$ MILLION)	AVERAGE RETURN (R) (\$ MILLION)	EXPECTED VALUE (EV) (\$ MILLION)	RATE OF RETURN (PERCENT)
<b>LOWER LIMIT PRICES 1,979</b>	<b>48</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>9,8</b>
<b>EXPECTED VALUE PRICES 1,979</b>	<b>87</b>	<b>16</b>	<b>77</b>	<b>61</b>	<b>17,5</b>
<b>UPPER LIMIT PRICES 1,979</b>	<b>124</b>	<b>12</b>	<b>153</b>	<b>141</b>	<b>27,8</b>

ralisaation löytämisen kustannukset olivat 1,3 miljoonaa markkaa vuoden 1982 rahassa.

Aittojärven Mo-mineralisaation löytymisen kustannukset olivat vuoden 1982 rahassa 2 miljoonaa markkaa.

Kun malminetsintään investoitiin vuosien 1954–1982 välisenä aikana aiemmin puheena ollut 1 118 miljoonan markan suuruinen summa, saadaan, jos käytetään Joughinevan kustannuksia keskimääräisinä mineralisaation löytämisen kustannuksina, mineralisaatioiden lukumääräksi  $n = 1\ 118 / 1,3 = 860$ .

Mikäli keskimääräisiksi kustannuksiksi otetaan Aittojärven kustannukset, mineralisaatioiden lukumäärä on 559 kpl.

Soveltaen todennäköisyyttä  $p = 0,02$ , saadaan malmiesiintymien lukumääräksi Joughinevan esimerkkiä käyttäen  $0,02 \times 860 = 17$  ja Aittojärven esimerkkiä käyttäen  $0,02 \times 559 = 11$ .

Vuosien 1954–1982 välille ajoittuvien malmiesiintymien lukumäärä on todellisuudessa 17.

## HALLITTU RISKI

Mikäli malmimineralisaation löytäminen maksaa 1,3 milj. markkaa, kuten Joughinevan tapauksessa, malminetsintä tarvitsee Suomessa käyttöönsä 78 milj. markkaa suunnittelujakson aikana, jotta yhden malmiesiintymän löytymisen todennäköisyys olisi 70 % (taulukko 6).

**Taulukko 6.** Arvio organisaation riskistä: Suomi  
**Table 6.** Organizational risk considerations: Finland

MALMINETSINTÄÄN KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT VARAT A <sub>1</sub> (MILJ. SMK)	MALMINETSINTÄÄN KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT VARAT A <sub>2</sub> (MILJ.SMK)	TODENNÄKÖISYYS SILLE, ETTÄ ORGANISAATIO LÖYTÄÄ AINAKIN YHDEN MALMIESIINTYMÄN P
44	68	0,50
59	90	0,60
78	120	0,70
104	160	0,80
148	228	0,90
192	286	0,95

SELITYS: A<sub>1</sub>, KUN C<sub>1</sub> = 1,3 MILJ. SMK (JOUHINEVA)

A<sub>2</sub>, KUN C<sub>2</sub> = 2,0 MILJ. SMK (AITTOJÄRVI)

Malminetsintään sanotaan investoidun vuonna 1983 Suomessa noin 100 milj. markkaa. Soveltaen laskennassa Aittojärven kustannuksia ja p:n arvoa 0,02 olisi tämän investoinnin tullut noin 65 prosenttisella todennäköisyydellä (taulukko 6) johtaa edes yhden malmiesiintymän löytymiseen.

## KIRJALLISUUS — REFERENCES

MacKenzie B.W., Centre for Resource Studies, Working paper no. 19, 1980 48 pp.

# Rautamalmien taloudellisuuteen vaikuttavat tekijät

Dipl.ins. Olli Hermonen, Rautaruukki Oy

## YLEISTÄ

Jokainen malmiesiintymä on kaikkine ominaisuuksineen yksilö, joka myös taloudellisuuteen vaikuttavilta tekijöiltään voi poiketa hyvinkin paljon toisesta esiintymästä. Asioita voidaan pelkistää jättämällä pois useitakin muuttujia ja tarkastella malmien hyödyntämisedellytyksiä tietyillä kotimaan olosuhteisiin soveltuville lähtökohdilla. Tältä pohjalta seuraavassa esitetään rautamalmien taloudellisuuteen vaikuttavia oleellisiä tekijöitä ja niiden vaikutusta oletettujen malmiesiintymien hyödyntämismahdollisuuksiin.

## TALOUDELLISUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Tärkein malmiesiintymän taloudellisuuteen vaikuttava tekijä on siitä saatavien tuotteiden hinta. Rautamalmituotteiden hinta määräytyy kansainvälisten markkinoiden mukaan kuten malmituotteiden yleensäkin. Maailman rautamalmimarkkinoilla tapahtui 1960-luvun loppu- ja 1970-luvun alkupuolella

oleellinen muutos, kun suuret laivat ja niiden myötä alhaiset rahdit toivat valtamerien takaiset rautamalmiesiintymät myös Euroopan markkinoille. Kun 1960-luvulla suurimmat malmlaivat ottivat kymmeniätuhansia tonneja malmia, ottivat vastaavat 1970-luvulla satojatuhansia tonneja.

Muun muassa em. tekijöistä johtuen ovat rautamalmien maailmanmarkkinahinnat nousseet viimeisten 10–15 vuoden aikana selvästi kaivostoiminnan kotimaisia kustannustekijöitä hitaammin ja malmiesiintymien hyödyntämisedellytykset ovat siten huonontuneet. Sama koskee muitakin metallimalmeja vaikuttaen oleellisesti viime vuosien vaatimattomiin malminetsintätuloksiimme.

Seuraavassa on lueteltu eräitä rautamalmien taloudellisuuteen vaikuttavia tekijöitä:

- kuljetusmatka kaivokselta käyttöpaikalle,
- sijainti asutuskeskuksiin ja rautatiehen nähden,
- esiintymän koko,
- vuosilouhint,
- malmin laatu,
- esiintymistapa ja malmin muoto,
- ympäristötekijät.

Tarkastelussa käytettyjä lasku- ym. perusteita:

- oletetut malmit sijaitsevat asutuskeskuksen ja rautatien läheisyydessä — ei yhdyskunta- ja rautatieinvestointeja,
- louhintamäärät ”kotimaisella tasolla” 1–2 milj. t/a,
- avolouhoksissa malmi-sivukivi -suhde 1:1 ja irtomaapeite 0-5 metriä paksu,
- maanalainen louhinta ilman täyttöä, helposti louhittava malmi (välitasolouhinta),
- magneettinen rikastus, tuote rautarikaste Fe n. 67 %,
- investoinnit ja käyttökustannukset arvioitu kotimaisten kaivosten toteutuneiden kustannusten mukaan,
- rikasteen hinta tuontirikasteen hinnan ja rautatierahtien mukaan,
- hinnat ja kustannukset v. 1983 tasolla.

### RAUTAMALMIKAIVOSTEN KUSTANNUKSET SEKÄ NIIDEN RIIPPUVUUS LOUHITUN MALMIN LAADUSTA JA MÄÄRÄSTÄ (kuva 1)

Käyttökustannusten osuus tuotantokustannuksista kaivoksella vaihtelee kaikilla tarkastelluilla vaihtoehdoilla 50 ja 70 % välillä riippuen lähinnä louhittavasta malmimäärästä.

Tuotantokustannukset kaivoksella ovat esimerkkitapauksissa maanalaisella rautamalmin 25–40 % suuremmat kuin vastaavanlaisella avolouhosmalmilla. Malmin vuosilouhinnan vaikutuksesta voidaan todeta, että noin 2 milj. t/a maanalaisen kaivoksen kustannukset ovat suunnilleen samat kuin noin 1 milj. t/a avolouhoksen. Kun malmin louhinta muuttuu 2 milj. t/a:sta 1 milj. t/a:iin, lisääntyvät kustannukset maanalaisella kaivoksella n. 35 % ja avolouhoksella n. 30 %.

Rautamalmin hyödynnettävän rautasisällön eli malmin laadun merkitys malmin taloudellisuuteen on aivan ratkaiseva. Rikastemäärän louhitusta malmista muuttuessa 60 %:sta 30 %:iin nousevat tuotantokustannukset noin kaksinkertaisiksi.

### KULJETUSKUSTANNUSTEN VAIKUTUS TALOUDELLISUUTEEN (kuva 2)

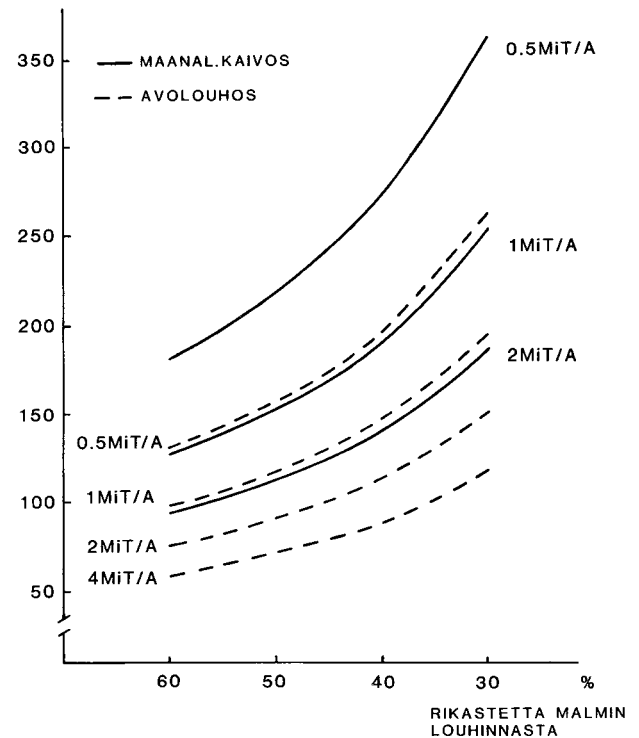
Koska rautamalmin kaivosten tuotantomäärät ovat suhteellisen suuria ja tuotteen arvo alhainen, on rahtikustannuksilla eli malmin sijainnilla käyttöpisteeseen nähden hyvin oleellinen, jopa ratkaiseva merkitys malmin taloudellisuuteen. Jo noin sadan kilometrin kuljetusmatkalla on rautatierahdin osuus nykyisillä kalustoilla ja junapainoilla lähes 20 % rikasteen hinnasta tehtaalla. Vastaava luku on 300 km:n matkalla noin 30–35 % ja 500 km:n matkalla jo 40–50 %. Esim. kuparirikasteella vastaavat luvut olisivat suuruusluokaltaan kymmenesosa em. luvuista.

### RAUTAMALMIEN KANNATTAVUUS ERI TUOTANTO-, LAATU- JA KULJETUSMATKAVAIHTOEHDOILLA

Rautarikasteen hinta kaivoksella on esitetty tässä tarkastelussa 5–10 %:n marginaalilla. Näissä rajoissa hinta voi hyvinkin vaihdella riippuen sekä rikasteen rautasisällöstä että rikasteen ominaisuuksia parantavien tai huonontavien aineiden määrästä.

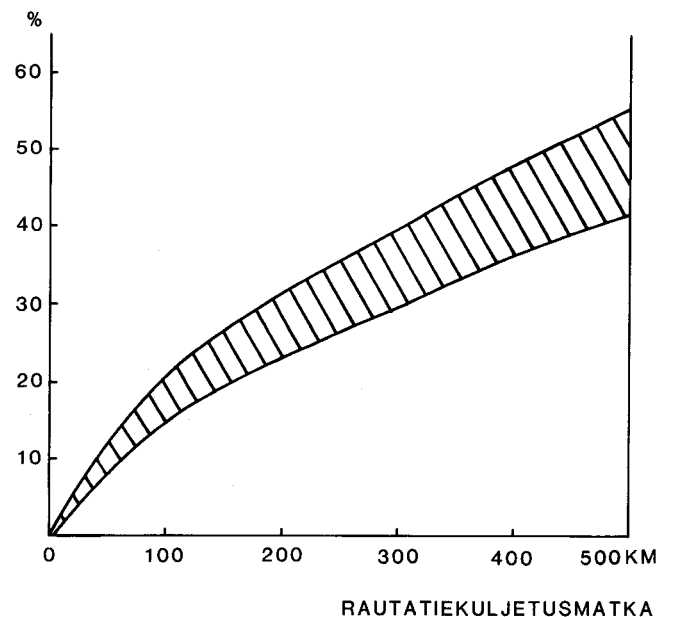
Sekä maanalaisen kaivoksen että avolouhoskaivoksen kustannukset on arvioitu 1 ja 2 milj. t/a malmin louhinnoilla käyttäen laatuvaihteluna lukuja 50–60 % rikastetta malmin louhinnasta. Suomessa nykyisin käytössä olevat ja aiemmin louhitut rautamalmit huomioon ottaen on 60 % hyvin optimistinen luku ja 50 prosenttiakin edellyttää jo esim. Rautuvaaran malmeja parempia esiintymiä.

KUSTANNUKSET  
KAIVOKSELLA  
MK/RIK.T



Kuva 1. Rautamalmin kaivosten kustannusten riippuvuus louhitun malmin laadusta erilaisilla louhituilla määrillä.

Fig. 1. The dependence of iron-mining costs on the grade of the ore as calculated for various amounts of ore mined.



Kuva 2. Rahdin osuus rautarikasteen hinnasta tehtaalla eri kuljetusmatkoilla.

Fig. 2. The share of freight charges in the cost of iron concentrate to a refinery calculated for different distances.



## MAANALAINEN RAUTAMALMIKAIIVOS

Vuosilouhinnalla 1 milj. t/a olisi maanalainen rautamalmikavos tarkastelluilla edellytyksillä taloudellinen aivan rikasteen käyttöpaikalla ja malmin pitäisi olla laadultaan erittäin hyvää. Kahden miljoonan tonnin vuosilouhinnalla päästäisiin taloudelliseen tulokseen 100–200 km:n kuljetusmatkalla, kun rikastetta saadaan 50 % malmin louhinnasta. Kuljetusmatka voisi olla 300–400 km, mikäli malmin laatu olisi 60 % rikastetta malmin louhinnasta.

Tämä tarkastelu osoittaa, että käytännössä uuden maanalaisen rautamalmikavoksen avaamiselle Suomessa ovat edellytykset nykynäkyillä varsin vähäiset.

## AVOLOUHOS-RAUTAMALMIKAIIVOS

Rautamalmilla, josta saadaan rikastetta 50 % louhitusta malmista, olisi tarkastelun mukaan taloudelliset edellytykset 2 milj. tonnin vuosilouhinnalla vielä noin 400–500 km:n etäisyydellä rikastetta käyttävältä tehtaalta. Jos louhitusta malmista saadaan rikastetta 60 %, ovat vastaavat edellytykset yli 500 km:n kuljetusmatkalle olemassa.

Malminlouhinnaltaan 1 milj. t/a oleva avolouhosmalmi olisi taloudellisesti hyödynnettävissä noin 100 km:n etäisyydellä tehtaalta laadulla 50 % rikastetta malmin louhinnasta ja

200–300 km:n etäisyydellä, jos laatu on 60 % rikastetta malmin louhinnasta.

Avolouhos-rautamalmilla on Suomessa vielä näillä näkyillä mahdollisuus tulla taloudellisesti hyödynnetyksi sopivien sijainti-, laatu- ym. tekijöiden vallitessa.

## YHTEENVETO

Malmin hinta, laatu, määrä, kuljetusmatka tehtaalle, sijainti rautatiehen ja yhdyskuntiin nähden ovat oleellimmat rautamalmien taloudellisuuteen vaikuttavat tekijät.

Rautamalmien taloudellisuuteen vaikuttavia tekijöitä ja niiden vaikutusta on edellä tarkasteltu tietyillä lähtökohtaolemmuksilla. On otettava huomioon, että edellä annetut arvot ovat vain suuntaa antavia suuruusluokkalukuja. Rautamalmien käyttöönottomahdollisuuksia voidaan joissakin tapauksissa esim. työllisyysnäkökohdat huomioon ottaen parantaa erinäisillä tukitoimenpiteillä, joita ei edellä ole otettu huomioon. Käsittely on koskenut vain puhtaita rautamalmeja. Malmin taloudelliset edellytykset voivat huomattavasti parantua malmin sisältäessä magnetiitin lisäksi muita hyödynnettäviä mineraaleja. Esimerkkejä tällaisista malmeista on Suomessa olemassa.

Pelkällä rautamalmilla on taloudelliset edellytykset Suomessa vain avolouhosena ja sellaisenakin hyvälaatuisena ja hyvissä olosuhteissa.

# Teollisuusmineraaliesiintymä ja sen hyödyntämiseen vaikuttavat tekijät

**Päägeologi Reijo Saikkonen, Oy Lohja Ab**

Kaivosteollisuuden käyttämistä maankamaran raaka-aineista muodostavat teollisuusmineraalit ja -kivilajit monipuolisimman ja ominaisuuksiltaan vaihtelevimman ryhmän. Amerikkalaisen jaottelun mukaan puhutaan kemiallisesti vaikuttavista ja fysikaalisesti toimivista mineraaleista. Kemiallisia mineraaleja (taulukko 1) käytetään sisältämiensä alkuaineiden vuoksi, joiden suhteen mineraaleille asetetaan laatuvaatimuksia. Teollisissa prosesseissa nämä mineraalit reagoivat kemiallisesti tai muuttuvat korkeissa lämpötiloissa toisiksi yhdisteiksi eivätkä siten enää esiinny lopputuotteissa alkuperäisessä muodossaan. Fysikaaliset mineraalit (taulukko 2) säilyttävät valmistusvaiheissa pääasialliset ominaisuutensa aina lopputuotteisiin saakka. Niiden käyttö perustuu enemmänkin siihen miten ne toimivat prosesseissa kuin mitä ne sisältävät. Tärkeitä fysikaalisia kaupalliseen arvoon vaikuttavia ominaisuuksia ovat raekoko, raejakaantuma, vaaleus, kovuus, plastisuus, absorptio- ja lujuusominaisuudet ym. Fysikaaliset mineraalit voidaan edelleen käytön mukaan ryhmitellä rakennusaineiteollisuudessa käytettyihin, täyteaineisiin ja pigmentteihin,

prosessien lisä- tai apuaineisiin, hionta-aineisiin, valimo- ja sähköteollisuudessa käytettyihin teollisuusmineraaleihin.

## SUOMEN TUOTANTO

Nykyisin Suomessa tuotetaan seuraavia teollisuusmineraaleja ja -kivilajeja: maasälpä, kvartsi, talkki, apatiitti, wollastoniitti, kalsiitti, kromiitti ja ilmeniitti sekä kalkkikivi, graniitti, marmori ja erilaiset liuskeet. Teollisuusmineraalien ja -kivilajien osuus maamme kaivosteollisuuden tuotannossa on ollut aina hyvin merkittävä ja nykyisin se on yhteismäärältään suurempi kuin metallisten malmien louhinta. Viimeisimmät kaivosteollisuutemme tuotantolisäykset ja uudet aluevaltauksat ovatkin tapahtuneet juuri teollisuusmineraalien jalostuksessa. Vuonna 1983 louhittiin teollisuusmineraaleja yhteensä 6,1 milj. tonnia, kalkkikiveä 5,8 milj. tonnia ja teollisuuskivilajeja yhteensä 0,25 milj. tonnia.

**Taulukko 1.** Pääasiallisimmat kemialliset mineraalit.  
**Table 1.** Principal chemical minerals.

	Kemiall. raaka-aine	Lannoite-raaka-aine	Keraam. raaka-aine	Metallurg. raaka-aine
Keraaminen savi				
Bauksiitti	x		x	
Booraksi	x		x	
Bromi	x			
Kromiitti	x		x	
Dolomiitti		x	x	
Maasälpä			x	
Tulenkestävä savi			x	
Fluorisalpa	x		x	x
Kipsi		x		
Ilmeniitti	x			
Kaoliini			x	
Syaniitti			x	
Poltettu kalkki	x			x
Kalkkikivi	x	x		x
Litiumsuolat	x		x	
Magnesiitti	x		x	
Mulliitti			x	
Fosfaatit	x	x		
Kalium		x		
Vuorisuola	x			
Silika (kvartsi)			x	
Natriumkarbonaatit	x		x	
Rikki	x	x		
Talkki			x	
Zirkoni			x	

**Taulukko 2.** Pääasiallisimmat fysikaaliset mineraalit.  
**Table 2.** Principal physical minerals.

	Rakennus-mineraalit	Lisä- ja täyteaineet	Teollisuuden apuaineet
Asbesti	x	x	x
Baryytti		x	x
Betoniitti		x	
Jauhettu kalsiumkarbonaatti		x	
Sementti	x		x
Diatomiitti		x	
Dolomiitti		x	
Kipsi	x	x	
Kaoliini		x	
Kevytsora	x		
Kiille		x	
Nefeliinisienyiitti		x	
Perliitti	x		x
Silika (kvartsi)	x		
Talkki		x	
Vermikuliitti	x		
Wollastoniitti		x	

## TEOLLISUUSMINERAALIEN MONI-ILMEISYYS

Teollisuusmineraaleina voidaan käyttää eräitä mitä tavallisimpia kivilajien mineraaleja. Toisaalta taas erällä teollisuusmineraaleilla on raskasmetallimalmeja pienempi esiintymistiheys maankuoressa. Monia teollisuusmineraaleja on selvästi pidettävä meidän kallioperäämme kuulumattomina. Vastavalla tavalla vaihtelevat eri teollisuusmineraalien myyntihinnat. Tärkeimpiä hintaan vaikuttavia tekijöitä ovat saatavuus,

kysyntään vaikuttavat käytön tavanomaisuus ja käyttösovellustusten lukumäärä, tuotannon laajuus sekä kuljetus- ja käsitteilykustannukset tuottajalta kuluttajalle.

Useimpien teollisuusmineraalien hinta tonnia kohti sijoittuu 300–750 mk:n välille (taulukko 3). Monilla teollisuusmineraaleilla ei ole yhtä kiinteää markkinahintaa, vaan samalla mineraalilla yksikköhinta voi vaihdella riippuen tuotteen käyttösovellutusten vaatimista eri ominaisuuksista. Hintaan vaikuttavat jalostustoimenpiteet. Esimerkkinä mainittakoon, että kanadalaisen krysotiiliasbestin viisi laatuluokkaa eroavat etupäässä kuidun pituuden mukaan toisistaan. Eri laatuluokkiin sijoittuvien tuotteiden hinnat vaihtelevat 900–8 400 mk/t. Teollisuusmineraaleille ominainen piirre on niiden moninaiskäyttö, millä on suuri merkitys mineraaliesiintymän hyödyntämiselle. Samaa mineraalia voidaan käyttää erilaisilla teollisuuden aloilla kuten esim. kromiittia kemian teollisuudessa ja valimoteollisuudessa.

**Taulukko 3.** Eräiden teollisuusmineraalien keskimääräisiä myyntihintoja v. 1982 (Bureau of Mines, USA).

**Table 3.** Average sales prices of various industrial minerals in 1982 (Bureau of Mines, U.S.A.)

	USD/TONNI
Teollisuustimantit	63 000 000
Asbesti	1 000
Grafiitti	676
Kiille	380
Boorimineraalit	300
Wollastoniitti	177
Fluorisälpä	131
Bauksiitti	127
Baryytti	125
Talkki	110
Kaoliini	89
Poltettu kalkki	85
Kaliumsuolat	80
Maasälpä	65
Sementti	60
Kromiitti	59
Ilmeniitti	40
Fosforiitti	33
Vuorisuola	23
Sepeli	4,80
Hiekka ja sora	3,90

## HYÖDYNTÄMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

### Arvomääritel m ä t

Uuden teollisuusmineraaliesiintymän hyödyntämiseen vaikuttavat monet tekijät, jotka ovat monessa suhteessa samoja kuin metallisten malmien arvioinnissa. Näitä kriteerejä ovat esiintymän koko, laatu ja sekä maantieteellinen että louhintatekninen sijainti. Esiintymästä saatavien tuotteiden suhteen voidaan puhua teollisuusmineraalin **paikka-arvosta**, **yksikkö-arvosta** ja **aika-arvosta**. Nämä ovat suhteellisia ja toisistaan riippuvia teollisuusmineraalin arvon määreitä, jotka ovat käyttökelpoisia verrattaessa keskenään erilaisia teollisuusmineraaleja. Paikka-arvolla tarkoitetaan sitä suhteellista arvoa, mikä mineraalilla on kun sitä voidaan tuottaa lähellä jatkojalostavaa teollisuutta tai kun tällainen teollisuus on alueellisesti hyvin keskittynyttä. Sementin valmistukseen käytettävällä kalkkikivellä on korkea paikka-arvo, kun sementtitehdas on

vieressä, mutta esimerkiksi 30 km:n päässä maanteitse kalkkikiven paikka-arvo on pieni. Samoin satamayhteyksien tuntumassa olevalla esiintymällä on korkea paikka-arvo. Yksikkö-arvo eli hinta tehtaalla riippuu kysynnän ja tarjonnan suhteesta ja siihen vaikuttaa kotimainen tai kansainvälinen markkina-tilanne. On luonnollista, että arvokkaimpien teollisuusmineraalien suhteen kuljetuskustannuksilla ei ole samanlaista ratkaisevaa merkitystä kuin tavallisten ja halpojen mineraalituotteiden kohdalla, joilla samalla on myös pieni yksikköarvo.

Mineraalin korkealla aika-arvolla tarkoitetaan hetkellistä tai tietyn ajan kestävä kysynnän äkillistä huippua, mikä voi johtua yleisestä taloudellisesta noususuhdanteesta, uuden käyttösovellutuksen kehittämisestä tai kilpailutilanteen edullisesta muutoksesta. Kreikkalaisen luonnonmagneesiitin lisääntynyt käyttö tulenkestävissä tuotteissa sekä baryytin käytön voimakas kasvu öljynporauksessa ovat esimerkkejä korkeasta aika-arvosta.

#### Laatuvaatimukset

Erilaisten käyttösovellutusten laatuvaatimukset ovat teollisuusmineraaliesiintymän hyödyntämiselle oleellisia. Nämä vaatimukset kohdistuvat paitsi itse mineraaleihin myös eri tuotantomenetelmillä aikaansaatuihin ominaisuuksiin kuten puolijalosteen laatuun, raekokoon ja kosteuteen. Esiintymästä tuotetut mineraalirikasteet eivät useimmiten ole täysin puhdaita mineraalilajeja, vaan niiden fysikaaliset ominaisuudet ja kemiallinen koostumus vaihtelevat. Ei-toivotuille ominaisuuksille tai epäpuhtauksille mineraaliraaka-aineen käyttäjä määrittelee tietyt rajat.

#### Rikastettavuus

Vaikka teollisuusmineraaliesiintymä monesti koostuu pääosaksi halutusta mineraalista tai mineraaleista, on tuotantoa varten usein kehitettävä esiintymän rikastamiseksi oma sovellutuksensa. Mm. mineraalirikasteiden epäpuhtaudet ja saanti muodostuvat tavallisesti keskeisiksi rikastusteknisiksi kysymyksiksi.

#### Korvattavuus

Taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttaa myös teollisuusmineraalien keskinäinen korvattavuus. Korvaava mineraali toimii täysin samalla tavalla, mutta voi lisäksi tuoda mukanaan selviä teknisiä tai kustannusetuja. Keskenään helposti korvattavia ovat esimerkiksi täyteaineina ja pigmentteinä teollisuudessa käytetyt mineraalit, jopa keinotekoisesti valmistetut tuotteet voivat korvata luonnon teollisuusmineraaleja. Uusi markkinoille tuleva teollisuusmineraali voi siis joutua kilpailemaan sekä saman tuotteen että sitä itseään korvaavien tuotteiden kanssa.

Monet teollisuusmineraalit ovat täysin välttämättömiä teollistuneelle yhteiskunnalle. Niitä ei voida koskaan korvata täysin muilla mineraaleilla. Tällaisia mineraaleja ovat mm. asbesti, bauksiitti, kaoliini, boori- ja fosforimineraalit, kalisuolat, vuorisuola ja magneesiitti. Näistä monia tuotetaan vain harvoissa paikoissa maailmassa. Kehittynyt louhinta- ja rikastustekniikka ja pyrkimys omavaraisuuteen on kuitenkin tehnyt mahdolliseksi heikkolaatuisten ja köyhien esiintymien hyödyntämisen. Tästä on kotimaisena esimerkkinä Siilinjärven apatiitin tuotanto ja Lapinlahden anortosiitin käyttö alumiinisulfaatin valmistuksessa.

Amerikkalainen Edward Kliff on määritellyt muutamia avaintekijöitä, jotka kuvaavat mahdollisen teollisuusmineraaliesiintymän taloudellista kannattavuutta ja sen edellytyksiä, (taulukko 4).

**Taulukko 4.** Teollisuusmineraaliesiintymän ekonomiatekijät.  
**Table 4.** Economic factors bearing upon an industrial mineral deposit.

1	Fysikaaliset erikoismineraalit. Näiden tuotantoarvo on korkea verrattuna kemiallisiin tai useimpiin fysikaalisiin mineraaleihin.
2	Rajatut markkinat. Tarkoittaa maantieteellisesti rajattuja suhteellisen pieniä markkinoita sekä vain muutamia harvoja käyttösovellutuksia.
3	Hajanainen käyttäjäpiiri, joka koostuu monista pienkäyttäjistä. Näistä kenenkään ei todennäköisesti itse kannata aloittaa omaa mineraalituotantoaan.
4	Suuret esiintymät, jotka kuuluvat suhteellisen harvalukuisille erikoistuneille tuottajille.
5	Korkeahkot alkuinvestoinnit, mitkä yleensä ovat tarpeellisia laadullisen tuotannon aloittamiseksi.
6	Käyttösovellutusten suhteen hyvä taitotieto
7	Korkea tekninen osaaminen, joka voi sisältää myös käyttösovellutusten kehitystyötä.
8	Tehokas jakelujärjestelmä, jolla tuotteet toimitetaan markkinoille.

#### KIRJALLISUUS — REFERENCES

*Edward J. Kliff:* "Industrial minerals: Products, companies and opportunities" Proc. of the 1st IM International Congress London 1974.  
*William C. Peters:* "Exploration and mining geology" John Wiley & Sons, New York 1978, "Commodity Data Summaries 1983" U.S. Bureau of Mines "Industrial Minerals" September 1983.

\* \* \*

#### SUMMARY

##### ECONOMIC FACTORS RELATING TO ORES

The Geological Society of Finland held a symposium in November 1983 at which light was shed on the economic aspects of ore exploration. In the foregoing are résumés of the following papers read on this occasion: Herman Stigzelius, "Finland Will Not Run out of Ore"; Markku Mäkelä, "The Economic Point of View in Planning the Strategy of Ore Exploration"; Olli Hermonen, "The Factors Affecting the Economic Value of Iron Ore Deposits"; and Reijo Saikkonen, "The Industrial Mineral Deposit and the Factors Determining Its Utilization."

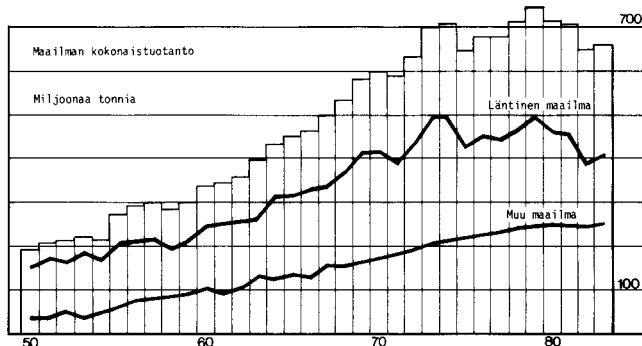
In addition, Mr. Risto Virrankoski gave a talk on the circumstances affecting the profitability of mining investments, and Mr. Arto Levanto dealt with the subject "What Ore Is."

# Teräksen tulevaisuus

DI Erkki Ström, OVAKO Oy · Ab

## KULUTUS JA TUOTANTO TÄHÄN MENNESSÄ

Teräksen kulutus ja tuotanto on kehittynyt kuvan 1 osoittamalla tavalla. Maailman kokonaislukujen ja suhteellisen tasaisen kehityksen taakse peittyi kuitenkin dramatiikka, mitä teräslajien kehittyminen on aiheuttanut teollisuudelle. Siitä ei paljastu selkeästi alueellisten painopisteiden muutokset, joita tänäkin päivänä elämme. Lisäksi tarkkaan katsoen kasvu on pysähtynyt viime vuosina. Ennenkuin tarkastellaan teräksen käytön kehitysnäkymiä ja siihen vaikuttavia tekijöitä, selvitetään joitakin yleisimpiä tekijöitä teräksen kulutuksen ennustamisesta.



**Kuva 1.** Maailman raakateräksen tuotanto vuosina 1950–1981.

**Fig. 1.** The world's output of raw steel in 1950–1981.

## KULUTUKSEN ENNUSTAMINEN

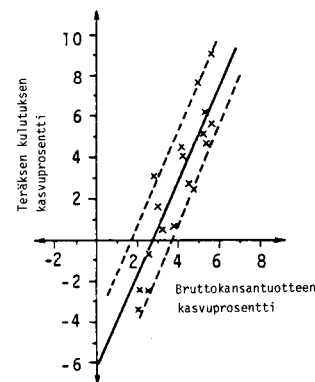
Taloudellisen kasvun vakaina vuosina teräksen kulutus ja kansantuotteen kasvu olivat lineaarisessa korrelaatiossa toisiinsa. Teräksen kulutuksen kasvu oli ennustettavissa kansantuotteen kasvuennusteesta tai päinvastoin.

Kuvan 2 riippuvuussuorat ovat hyvä esimerkki. Samanlaisia riippuvuuksia on analysoitu useista maista. Pitkälle 1970-luvulle lineaarinen riippuvuus oli ennustamisen perustana. Ennusteiden epäonnistuminen selitettiin tilapäisillä kasvuhäiriöillä, uskottiin palattavan takaisin trendisuoralle.

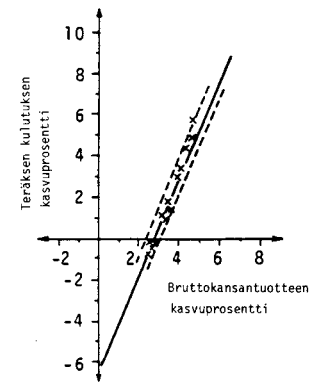
Politiikan osuuteen tai niin voimakkaiden poliittisten muutosten olemassaoloon ei uskottu, että ne vaikuttaisivat teräksen kulutuslukuihin.

IISI:n Projektio 1985, joka julkaistiin 1972, esitti selityksen teräksen kulutuksen kasvuun vaikuttavista tekijöistä. Aikaisemmin lineaariset mallit yhdistivät kansantuotteen kasvun ja teräksen kulutuksen kasvun. Tästä esimerkki kuvassa 3. Teräksen kulutus per capita osoitettiin Projektio 85:ssä riippu-

a. Viiden vuoden aikavälein



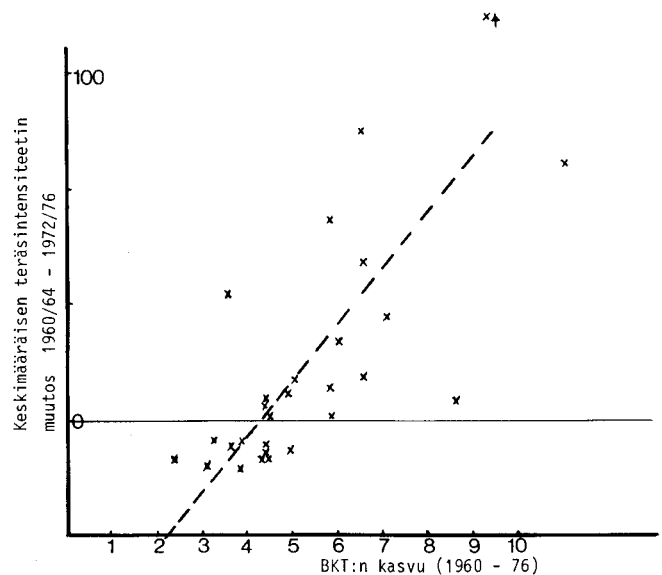
b. Kymmenen vuoden aikavälein



Source: Forecasting Steel Consumption OECD 1974.

**Kuva 2.** Suhteelliset bruttokansantuotteen muutokset ja teräksen kulutus Yhdysvalloissa viiden ja kymmenen vuoden aikavälein vuosina 1947–1968.

**Fig. 2.** Relative changes in GNP and steel consumption in the United States at five- and ten-year intervals, 1947–1968.



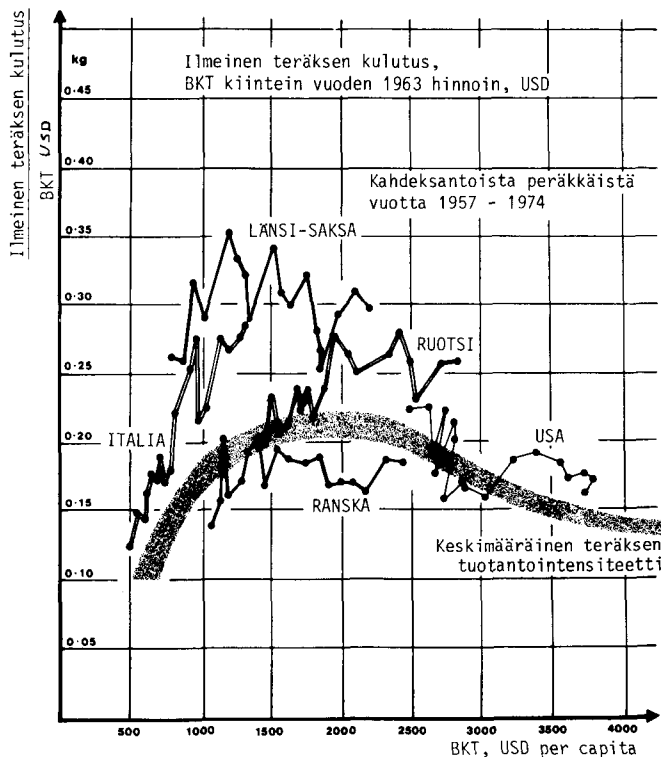
**Kuva 3.** Teräsintensiiteetin muutoksen suhde bruttokansantuotteen kasvuun vuosina 1960–1976.

**Fig. 3.** The relation of the change in steel intensity to the growth of the GNP in 1960–1976.

van kansantuotteen tasosta kuvan 4 ja 5 mukaisesti. Tiedämme nyt, että ennusteet Projektio 85:ssä menivät vikaan. Vuoden 1980 virhe oli 228 miljoona tonnia eli 24 % alle ennusteen. Kuvassa 6 on nähtävissä ennusteet ja todellisuus.

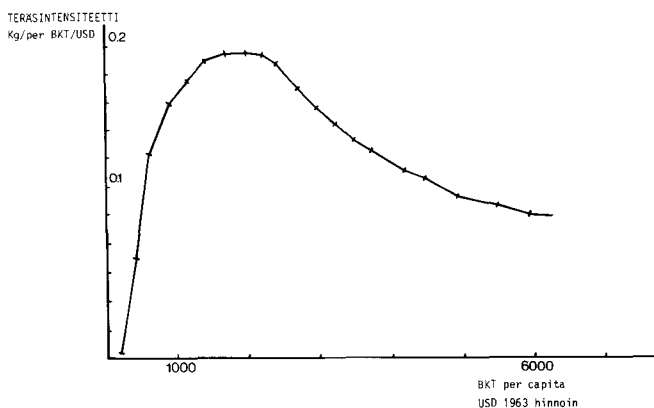
Yhtenä syynä epäonnistumisiin on virheelliset ennusteet yleisestä taloudellisesta kehityksestä.

Myöhemmin on kehitelty teräksenkulutuksen ennustamismalleja historian kokemuksiä hyväksikäyttäen. On rakennettu ns. sektorimalleja, joissa pyritään tarkentamaan kehitystä ja teräksenkulutusta tärkeimmillä käyttäjäsektoreilla. Jotta näillä malleilla saavutettaisiin käyttökelpoisia tuloksia, on tehtävä hyvin perusteellisia selvityksiä kaikilla käyttäjäsektoreilla toisistaan riippuvilla talousalueilla. Selvityksiä tehdään eri puolilla maailmaa, mutta valmista ei vielä ole käytettävissä.

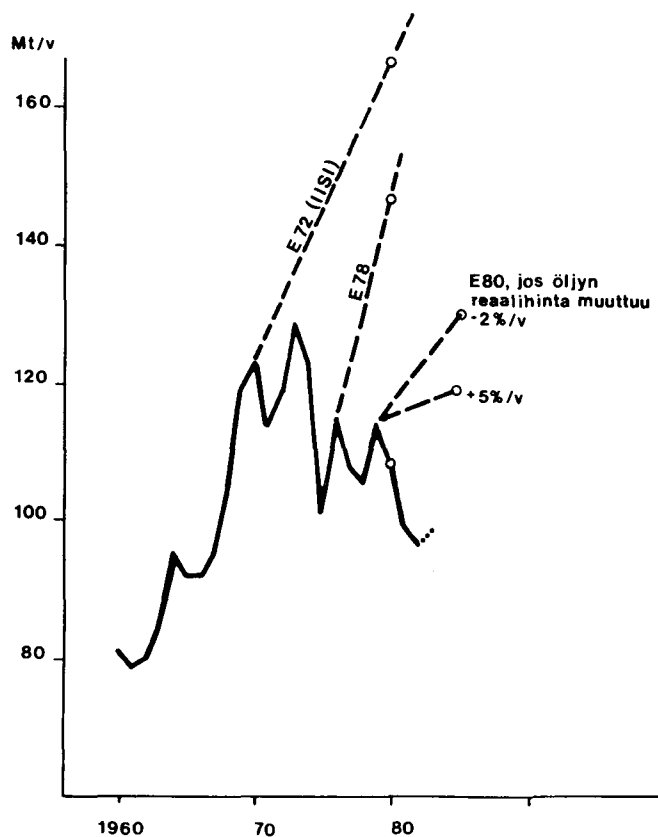


**Kuva 4.** Teollisuusmaiden vuotuiset teräksen tuotantointensiteetin muutokset ja keskimääräinen teräksen tuotantointensiteetti.

**Fig. 4.** Yearly changes in the intensity of steel production in industrial countries and the average intensity of steel production.



**Kuva 5.** Projektio 85 — teoreettinen teräsintensiteetikäyrä.  
**Fig. 5.** Projektio 85 — theoretical curve representing the intensity of steel production.



**Kuva 6.** Teräksen kulutus nykyisissä EC-maissa raakateräspainona.

**Fig. 6.** Steel consumption in present EC countries, in terms of the weight of raw steel.

IISI:n rinnalla myös muita suuria organisaatioita on toistuvasti ollut työssä ennustemallien rakentamiseksi. Toistaiseksi kulutuksen kehitystä ei ole onnistuttu selittämään kunnollisesti.

Euroopan ja koko teräsalan kannalta kohtalokasta oli se, että EC:n viralliset ennusteet pohjautuivat samanlaisiin näkemyksiin kuin jo aiemmin mainitut IISI:n tutkimukset. Euroopan talousyhteisön investointien suunnittelun pohjaksi vielä 1976 annettiin teräksen kulutus, joka 1983 vertailussa on 72 % liian korkea toteutuneeseen verrattuna. Nyt puretaan työllä ja tuskalla ylikapasiteettia, jota vieläkin on EC-maissa 25–30 milj. tonnia.

Tällä hetkellä aikaisemmin optimistiset ennustajat arvioivat Euroopan ja koko länsimaisen tuotannon laskevan nykyisestä, vuoden 1984 noin 420 milj. tonnin tasosta noin 10 % seuraavan 10 vuoden aikana. Vastaavana aikana kehitysmaissa arvioidaan kasvuksi runsaat 20 %.

Teollistuneet maat ja varsinkin Euroopan terästeollisuus ovat joka tapauksessa menettäneet tuottajina otettaan. Runsaaseen vientiin perustunut tuotannon laajuus on vaikeuksissa. 1950 länsimaiden osuus koko maailman terästuotannosta oli 80 %, 1972 osuus oli 70 % ja 1982 osuus oli 60 %.

Samaan aikaan kehitysmaissa ja puolikehittyneissä maissa teräksen kulutus ja tuotanto on kasvanut. Tosin ennusteita on siltäkin jouduttu tarkistamaan alaspäin.

Kokonaiskysynnän pessimistinen kehitysarvio antaa myös aiheen kysyä: onko nyt tapahtumassa ennustevirhe alaspäin, kun aikaisemmin oltiin liian optimistisia?

## TERÄKSEN KÄYTTÖ ERI KULUTUSSEKTOREILLA

Terästen kehittämiseen, kulutuksen ennustamiseen ja tuotannon suuntaamiseen halutaan tietoja kokonaiskäytännön ja kautumisesta ja muutoksista eri sektoreilla.

Koko länsimaiden kulutusta kattavaa luotettavaa mallia ei ole ollut. Markkina-alueittain tarkasteluja on ollut käytettävissä.

Oheisena tarkastellaan tilannetta Ovakon yritysuunnitelun laatiman Taulukko 1 selvityksen perusteella. Samaa taulukkoa käyttäen voimme kysyä, millä käyttäjäsektorilla tapahtuvat ne muutokset, joita täytyy olla, jotta ennustettu supistuminen mm. Euroopassa tapahtuu.

Suuret käyttäjäsektorit ovat rakentaminen, kulkuvälineet ja koneenrakennus. Teräksen tulevaisuuden arvioiminen voidaan pitkälti tapahtua suurien käyttösektoreitten arvioimisella.

**Taulukko 1.** Teräksen kulutus läntisissä teollisuusmaissa.  
**Table 1.** Steel consumption in Western industrial countries.

Kulutussektori	Määrä 79 milj. tonnia
Rakentamissektori	120
Talonrakennus	50
Muu rakentaminen	
Ajoneuvoteollisuus	40
Henkilöautot	30
Hyötyajoneuvot	
Koneet ja laitteet	100
Laivanrakennus	12
Rautatiet	13

### 1. Rakentaminen (sisältää talonrakentamisen ja muun rakentamisen)

Teollistuneissa maissa rakentaminen on vähentynyt. Yleisesti uskotaan jo saavutetun riittävä perustaso. Investoinnit suuntautuvat enemmän kone- ja laitepuolelle ja ns. korkeateknologiaan.

Toisaalta on jo näkyvissä infrastruktuurin rappeutumisen merkkejä. Japani on käynnistänyt kartoituksen teollistuneitten maitten infrastruktuurin tilasta. Myös IISI on lähtenyt liikkeelle rinnan ja yhteistoiminnassa ko. japanilaisen projektin kanssa.

Tarkoituksena on saada valtioiden päättävillä elimillä tuki-materiaalia. Tietojen toivotaan antavan herätteitä päätöksiin, jotka aikanaan auttaisivat terästeollisuutta, koska infrastruktuurin rakentamiseen tarvitaan terästä.

Lähivuosien näkymät eivät lupaa merkittävää pirstystä rakentamisen sektorilla.

### 2. Kulkuneuvoteollisuus

Tiedämme henkilöauto- ja hyötyajoneuvoteollisuuden teräsenkäytön lievästi supistuneen. 1981–82 supistunut tuotanto selittää laskun. Tilapäinen lasku on 1983–84 kääntynyt nousuun, mutta autoteollisuuden trenditekijät ovat teräksen kannalta huolestuttavat.

Ajoneuvojen paino supistuu tasaisesti ja teräksen kanssa kilpailevat materiaalit korvaavat teräsosia.

### 3. Koneet ja laitteet

Hyvin heterogeeninen tuotanto ja tuotantoon tarvittava teräslajien ja muotojen lukumäärä tekee ryhmästä vaikean analysoitavan. Yleinen taloudellisen kehityksen arviohan esitti, että investointien elpyminen alkaa kone- ja laiteinvestoinneilla. Suhdannekierron sisäinen vaihtelu edellyttää juuri tällä hetkellä kone- ja laiteinvestointien lisääntymistä. Merkit ovat heikkoja. Pitemmän aikavälin trendi osoittaa kuitenkin teollistuneitten maitten rakennemuutosten suosivan korkeateknologiaa ja palveluja enemmän kuin raskasta koneenrakennusta. Euroopan kannalta onkin tärkeä kysymys, missä maailman osassa koneenrakennus kehittyy ja missä autojen komponenttivalmistus tapahtuu. Autonmoottorien valmistuksen muutoksista on paljon arveluja. Valmistuksen siirtoa Espanjaan on jo tapahtumassa. Siirtyminen kokonaan pois Euroopasta on myös ollut esillä.

### 4. Laivanrakennus

Teräksen käyttö alalla on jonkin verran lisääntynyt aivan viime aikoina, mutta ei Euroopassa. Euroopan vaikeudet ymmärtää, kun 1983 laivatilauksista meni 50 % Japaniin. Lisäksi samoilla nurkilla kasvavat Etelä-Korean ja Taiwanin telakoitten kilpailu.

### 5. Muut

Muita käyttäjäsektoreita, kuten pakkaukset ja säiliöt ravistelee kilpailevien materiaalien mm. alumiinin hyökkäys.

## TERÄKSEN LAJIEN JA MUOTOJEN JAKAUTUMA

Kun edellä on muotoiltu yleiskuva koko käytöstä, on joitakin näkökohtia itse teräksestä paikallaan.

Levyt ja ns. pitkät tuotteet kilpailevat omilla sektoreillaan muita metalleja ja materiaaleja vastaan. Euroopassa käyttö jakautuu siten, että levytuotteiden osuus on 65 % ja pitkien tuotteiden 35 %. Kumpikin ryhmä sisältää ruostumattomat teräkset. Erikoisteräkset ja kauppateräkset kilpailevat elintilasta käyttösovellutuksia kehitellen. Jakautuman tämänhetkistä tilaa kuvaa EC:n terästuotannon jakautuma, jossa 20 % on erikoisteräksiä.

## KILPAILEVAT MATERIAALIT

Useammin on jo edellä vilahtanut käsite teräksen kanssa kilpailevat materiaalit.

Luettelona tärkeimmät ovat:

Metallit

- alumiini
- magnesium
- titaani
- kupari
- lyijy
- sinkki

Muovit ja lujitemuovit

- laaja joukko perusmuoveja
- komposiittimateriaalit, joissa kuituina voi olla
  - lasikuidut
  - hiilikuidut
  - boorikuidut
  - aramiidikuidut
  - erikoiskuidut mitä monimuotoisimpiin tarkoituksiin karbiidi-, nitriidi- tai muina yhdisteinä.

Taulukko 2 esittää yhteenvedon materiaaleista.

Materiaalien kilpailukykyyn vaikuttaa hinta, lujuusominaisuudet, saatavuus ja käyttösovellutukset.

Taulukossa 3 on pelkistettyjä tietoja materiaaleista.

Keveys on monessa käyttösovellutuksessa tärkeä argumentti. K-F Linstrandin mukaan säästetty painokilo eri käyttökoh-teessa on arvoltaan:

— auto	10 kr
— lentokone	10 000 kr
— telesatelliitti	20 Mkr.

**Taulukko 2.** Teräksen kanssa kilpailevat materiaalit.

**Table 2.** Materials competing with steel.

Materiaali	Tyypillinen päivän hinta	Energia-sisältö <sup>1)</sup>	Raaka-aineen pitoisuus maan-kuoressa <sup>2)</sup>
	MK/T	KWH/KG	%
Teräs	2	16	5, (Fe)
Alumiini	12	80	8,1
Magnesium	20	115	2,8
Titaani	160	200	0,4
Muovi	6-16	22-45	
Lasikuitu	5-25	3 (lasi)	27,2 (Pii)
Muut kuidut	50-400		

1) Koko valmistusketjussa tuotteeseen sitoutunut energia

2) Keskimääräinen pitoisuus

**Taulukko 3.** Teräksen kanssa kilpailevat materiaalit.

**Table 3.** Materials competing with steel.

Materiaali	Tuotanto tänään maailmassa	Siitä teräksen kanssa kilp.	Kysynnän kasvu 80-luvulla
	1000 t	1000 t	%/V
Teräs	713 000		
Alumiini	20 000	10 000	1-3
Magnesium	300	60	3,5-5
Titaani	24 (USA)		4-7
Muovi	55 000	20 000	
Lasikuitu	1 000	850	3-5
Muut kuidut (Hiili-, armidi-yms. kuidut)	8	6	10 15
Tuotanto yhteensä (teräksen käyttöalueella)		30 916	

## MITEN TERÄS SELVIYTYY TULEVAISUUDESTA

Kuten olemme nähneet, teräs on ylivoimaisesti eniten ja monipuolisimmin käytetty materiaali. Se joutuu puolustautumaan kaikkia vastaan yhteisesti ja kutakin vastaan erikseen. Erityiskäyttökohteissa kilpailevalla materiaalilla saatetaan päätyä taloudellisempaan lopputulokseen kuin perinteinen teräsratkaisu on. Kuitenkin jos terästä käyttävät suunnittelijat todella tietävät, mitä ja ketä vastaan kilpailu käydään, voisivat hekin todennäköisesti parantaa oman vaihtoehdonsa kilpailukykyä.

Perinteisin menetelmin, perinteisin teräksin emme pysty hillitsemään muiden materiaalien etenemistä. Uudistuminen myös teräsrusteissa ratkaisussa on välttämätöntä. Turvallisen tuntuinen ylivoima voi huolettomasti eläen kääntyä tap-pioksi. Uhkia on, mutta vastalääkkeitäkin löytyy.

Aikaisemmin teräksen käyttösektoreitten tarkastelussa oli esillä henkilöautojen valmistus. Länsimaissa terästä käytetään henkilöautoteollisuudessa noin 40 milj. tonnia vuodessa. Onko siellä uhkia?

Yleisen painon vähennyksen rinnalla on tehty kansainvälisiä projekteja tulevaisuuden autojen rakenteesta. Volvon kokoamasta projektityöstä eräitä ratkaisuja, joita väitetään taloudellisesti kannattaviksi:

- paino 200 kg keveämpi kuin keskipaino nykyisin,
- alumiinia on 1/4 auton painosta,
- terästä ja valurautaa 1/4 auton painosta,
- muovia, kumia, tekstiilejä noin 30 % auton painosta.

Jos kuvattu projektio laajasti toteutuisi, olisi teräsalalla miettimistä.

Kaikkea ei teräksestä ole otettu vielä irti. Kehitysmahdollisuuksia on ominaisuuksien, tuotantoprosessien ja käyttösovellutusten puolella. Unohtaa ei sovi teräksen käyttöä komposiittiratkaisujen osana. Teräsalan kehitystyö näkyy mm. teräksen reaali-hinnan alenemisena n. 2 % vuodessa. Kilpailukyky muita materiaaleja vastaan näin kasvaa. Valitettavasti teräsalan kannalta vain harvat ovat kyenneet kustannustehokkuuteen, jolla reaali-hinnan laskua voisi perustella.

Suomen terästeollisuus on pienimuotoista eurooppalaiseenkin ympäristöön verrattuna. Millä säilytämme riittävän osan pienenevästä kakusta? Viime ajat ovat onneksemme hävittäneet aikaisemmin hallinnan skaalaetuajattelun. Teräsalallekin on tullut apuvälineitä, joilla tuottavuuskilpailussa pienempikin pärjää. Edelleenkin pätee se, että "korvien välistä" on kiinni tärkein osa menestystä. Kilpailukykyisiä "korvien välejä" Suomessa on metallurgian alalla runsaasti. Jos tähänastinen yrityshenki ja usko tulevaisuuteen säilyy, säilyttää suomalainenkin teräs asemansa muita teräsmaita ja kilpailevia materiaaleja vastaan.

Uskomus ja korulauseet eivät kuitenkaan takaa menestystä. Kehittämisen määrätietoinen jatkaminen ja riittävien resurssien käyttö on teräsalallakin tärkeää. Väitän virheelliseksi uskomusta, että teräsala on niin kypsä tai ylikypsä ettei siihen enää kannata uhrata kehityspanosta. Jatkossakin teräs on korvaamaton perusmateriaali, jonka varaan teollisuutta rakennetaan.

## SUMMARY

### FUTURE OF STEEL

The increase in production and consumption of steel has ceased in the last few years. This breaking point in the development has caused problems of adaptability, particularly in the old industrialized countries.

Attempts have been made by several organizations to improve the prediction of the consumption. A noteworthy estimate is the one made by IISI in 1972 for the production in 1985. Today we are aware that the estimate failed. Even the more recent estimate models have proved to be inaccurate.

The use of steel and its competitiveness towards other materials finally depend on the development of technology and improvement of economical competitiveness. Although other materials (of metals or plastics) taken over a part of the traditional end uses of steel, it still remains a basic material. The competitiveness of steel can be increased by investing in development work and by directing the development to improvement of the overall economical design of steel structures.



# Korroosio iskee ruostumattomiin teräksiinkin — aiheuttaja yleensä kloridi

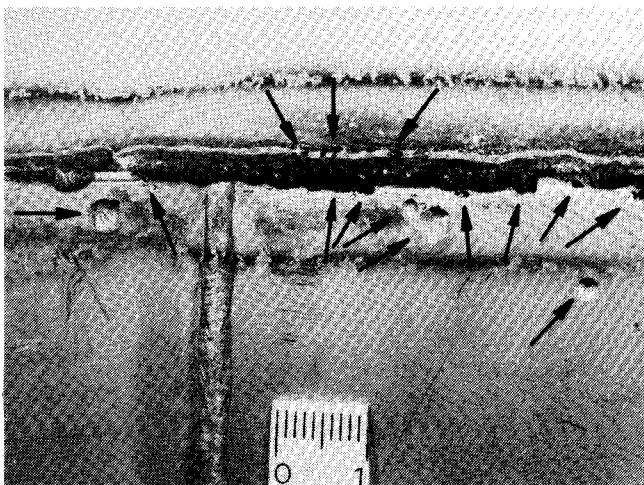
Tutkimusprof. Tero Hakkarainen, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Metallurgian laboratorio, Espoo

Ruostumattomissa teräksissä esiintyy kiusallisen usein korroosivaurioita näennäisen harmittomissa käyttöolosuhteissa, ja tämän vuoksi yleensä täysin yllättäen. Korroosionmuoto on tavallisesti pistesyöpyminen, piilokorroosio tai jännityskorroosio. Näille korroosionmuodoille on yhteistä ensinnäkin syöpmisen paikallisuus. Syöpyminen keskittyy tarkasti rajautuille pienille alueille valtaosan pinnasta pysyessä käytännöllisesti katsoen täysin syöpmättömänä. Toinen yhteinen piirre on, että lähes aina syöpmiseen ovat syynä kloridi-ionit, joiden pitoisuus on syystä tai toisesta kohonnut olennaisesti suuremmaksi kuin rakenneosan käyttö varsinaisesti edellyttää. Usein ei kloridipitoisuuden paikallisen kohoamisen mahdollisuutta ilmeisesti ole edes tultu ajatelleeksi. Kloridi-ioneja taas on yleensä läsnä kaikissa vesissä, ellei niitä ole nimenomaan poistettu — ja joskus silloinkin.

## PISTESYÖPYMINEN JA PIILOKORROOSIO

Pistesyöpmisessä teräkseen muodostuu teräväräjäisiä, usein onkalomaisia, nopeasti kasvavia syöpmäkuoppia. Samankaltainen syöpyminen voi alkaa ns. piilokorroosiona kapeissa raiissa tai esimerkiksi saostumien alla. Piilokorroosiossa syöpmien muoto voi vaihdella suhteellisen laajoista näennäisesti yleisenä syöpmisenä kasvavista syöpmäalueista ”oikean” pistesyöpmisen kaltaisiin syviin kuoppiin. Jälkimmäinen syöpmismuoto tulee vallitsevaksi erityisesti silloin, kun alunperin hyvin kapea rako laajenee tai ”avautuu” syöpmisen tuloksena.

Hitsatuissa rakenteissa pistesyöpymiä syntyy usein eniten, joskaan ei ehkä yksinomaan, hitsausliitoksen yhteyteen (kuva 1).



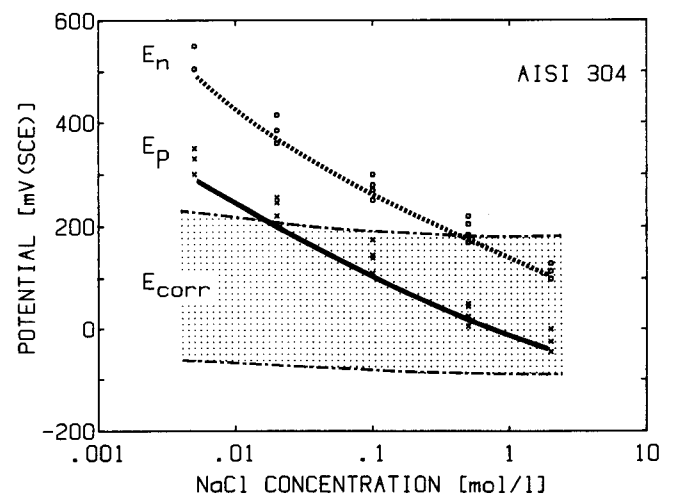
**Kuva 1.** Pistesyöpymiä ruostumattoman teräksen hitsausliitoksessa ja sen läheisyydessä.

**Fig. 1.** Corrosion pits at a weld joint in stainless steel.

## Vaikuttavia tekijöitä

Pistesyöpmistä ja piilokorroosiota ruostumattomissa teräksissä esiintyy yleensä vain, jos ympäristössä on kloridi-ioneja, ja vain olosuhteiden ollessa riittävän hapettavat. Ympäristön hapettavuutta voidaan mitata teräksen omaksumalla elektrodipotentialilla. Mitä hapettavammat olosuhteet ovat, sitä korkeampi on elektrodipotentiali ja sitä todennäköisempää pistesyöpyminen tai piilokorroosio. Pistesyöpmistäipumuksen suoranaisena mittana voidaan käyttää ns. kriittisiä elektrodipotentialiaaleja, joiden ylittämistä syöpmien muodostuminen tai kasvu edellyttävät. Molemmat potentialit riippuvat hyvin voimakkaasti paitsi teräksestä myös ympäristöparametreista, eivätkä siten ole yleisiä materiaaliparametreja. Pistesyöpmien ydintymispotentiali on yleensä vähintään 100 mV korkeampi kuin kasvuun vaadittava vähimmäispotentiali (uudelleenpassivoitumispotentiali). Rakokorroosion tapauksessa ei ole samanlaisia selkeitä kriittisiä potentialiaaleja kuin pistesyöpmisessä.

Sekä pistesyöpmis- että piilokorroosiovaara kasvavat ympäristön kloridipitoisuuden lisääntyessä (kuva 2). Muiden negatiivisten ionien, esim. sulfaatin, läsnäolo liuoksessa kloridin ohella vähentää yleensä syöpmistäipumusta erityisesti, kun niiden pitoisuudet ylittävät kloridipitoisuuden. Lämpötilan

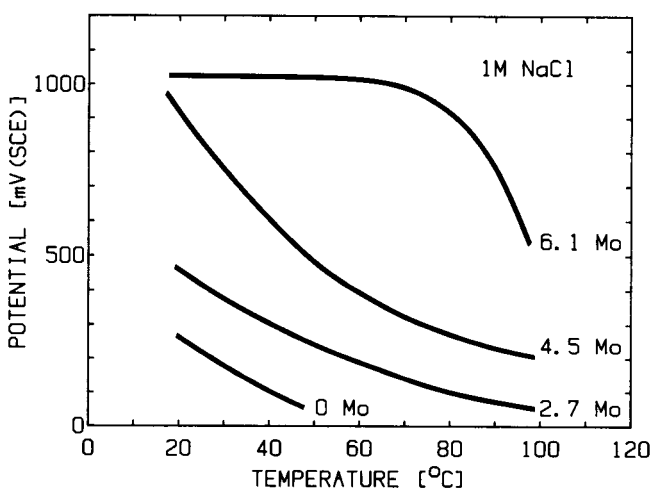


**Kuva 2.** Ruostumattoman 18/9-teräksen pistesyöpmistäipumuksen (kriittisten potentialien riippuvuus NaCl-liuoksen pitoisuudesta. Tuloksia laboratoriokokeista.  $E_n$  = ydintymispotentiali,  $E_p$  = uudelleenpassivoitumispotentiali,  $E_{corr}$  = vapaan korroosiopotentialin alue.

**Fig. 2.** The dependence of the pitting susceptibility (critical potentials) of an 18/9 stainless steel on the concentration of NaCl solution. Results from laboratory experiments.  $E_n$  = nucleation potential,  $E_p$  = repassivation potential,  $E_{corr}$  = free corrosion potential region.

kohoaminen lisää pistesyöpymisvaaraa (kuva 3). Liuoksen virtausnopeudella teräksen pinnalla on erittäin suuri vaikutus pistesyöpymien esiintymismahdollisuuteen. Jatkuva nopea virtaus estää syöpymien synnyn kokonaan. Seisovassa liuoksessa syöpymisvaara lisääntyy, jos paikallisten pitoisuusvaihteluiden tasoittuminen diffuusion välityksellä vaikeutuu.

Pistesyöpymistä ja piilokorroosiota voi esiintyä kaikissa tavanomaisissa ruostumattomissa teräksissä. Teräksen seosaineista voimakkain vaikutus on molybdeenilla. Mitä enemmän teräksessä on molybdeenia, sitä vähäisempi on syöpymisvaara (kuva 3). Myös kromipitoisuuden lisääminen on eduksi. Saman vaikutuksen aikaansaamiseksi on kromilisäyksen kuitenkin oltava yli kolminkertainen molybdeenin lisäämiseen verrattuna. Ns. "haponkestävän" teräksen (18/10/2,5) paremmuus "tavalliseen" ruostumattomaan teräksen (18/8) verrattuna johtuu juuri molybdeeniseostuksesta. Tietyin edellytyksin edellinen saattaa säilyä syöpymättä esim. Itämeren vedessä, jälkimmäinen ei taas yleensä kestä. Teräksen hiilipitoisuudella tai kidemuodolla (austeniittinen — ferriittinen) ei yleensä ole suoranaista vaikutusta. Sen sijaan mangaanipitoisuuden vähentämisen hyvin pieneksi väitetään vaikuttavan edullisesti.



**Kuva 3.** Austeniittisen ruostumattoman teräksen Mo-pitoisuuden ja lämpötilan vaikutus pistesyöpymien ydintymispotentiaaliin 1M NaCl-liuoksessa. (Käytetty hyväksi lähde: Avesta Information 78146, Avesta Jernverks AB, 13.9.1978.)  
**Fig. 3.** The dependence of pit nucleation potential of austenitic stainless steel on the Mo content of the steel and on the temperature (After: Avesta Information 78146, Avesta Jernverks AB, 13.9.1978.)

### Syöpymien kasvumekanismi

Tavallisissa käyttöympäristöissä ruostumattoman teräksen pinta on passivoitunut ja pysyy käytännöllisesti katsoen täysin syöpymättömänä. Mahdollisesti syntyvät paikalliset passiivikalvon vauriot korjaantuvat yleensä itsestään, eivätkä johda syöpyvien jatkumiseen.

Pistesyöpyvät ydintyvät yleensä pinnan heterogeenisuuksien, ennen kaikkea mangaanisulfidien, yhteydessä tapahtuvan paikallisen liukenemisen tuloksena. Jos ympäristöolosuhteet ovat pistesyöpymiselle suotuisat, ja pinnan elektrodipotentiaali on riittävän korkea, ei tällainen paikallinen syöpyiskohta passivoidukaan, vaan metallin syöpyminen jatkuu aktiivisena. Kasvavien pistesyöpymien sisällä oleva liuos on väkevää metallikloridia, jonka pH on n. 0–1. Liuoksen metalli-ionipitoisuus pysyy suurena suuren liukenemisnopeuden vuoksi. Kloridi-ioneja taas vaeltaa syöpymään tasapainotta-

maan metalli-ionien positiivista varausta. Väkevä metallikloridiliuos muuttuu happamaksi metalli-ionien, ennen kaikkea Cr<sup>3+</sup>-ionien, hydrolysoitumisen vuoksi. Syöpyvien kasvunopeus on aluksi hyvin suuri, jopa n. 1 mm tunnissa, mutta pienenee nopeasti syöpyvien kasvaessa.

Kapeissa raoissa voi teräksen passiiviseen tilaan liittyvä erittäin hidaskorrosio johtaa metalli- ja kloridi-ionipitoisuuksien kasvuun ja raossa olevan liuoksen pH:n alenemiseen siten, että korrosio alkaa "yleisenä syöpymisinä" raossa. Rako- eli piilokorroosion kasvumekanismi on samankaltainen kuin pistesyöpyymisen.

Syöpyvien kasvuun liittyvästä suuresta anodisesta virrantiheydestä seuraa, että vapaassa korroosiossa tietty metallipinta voi ylläpitää vain tietyn määrän kasvavia syöpyviä.

### Testauksen periaatteet

Pistesyöpyiskokeissa voi olla erilaisia päämääriä. Jos halutaan verrata eri terästen paremmuutta yleisesti, tehdään kokeet yleensä "standardiympäristöissä". Näitä ovat mm. FeCl<sub>3</sub>-liuos, erilaiset natriumkloridiliuokset tai tiettyjen reseptien mukaan tehty "merivesi". Vertailtaessa eri teräksiä tietyn tyyppisissä ympäristöissä voidaan esim. pyrkiä määrittämään niiden pistesyöpymistäipumuksen muuttuminen kloridipitoisuuden tai lämpötilan tai molempien funktiona. Tietylle teräkselle voidaan haluta määrittää esim. pistesyöpyymisen esiintymiseen vaadittava vähimmäislämpötila, vähimmäiskloridipitoisuus tai kriittinen elektrodipotentiaali. Jos halutaan yrittää ennustaa tietyn materiaalin käyttäytymistä tietyssä sovellutuksessa, on kokeita yleensä tehtävä käyttöympäristössä tai sen kanssa samankaltaisissa olosuhteissa.

Pistesyöpyiskokeita voidaan tehdä useilla eri tavoilla. Uputuskokeissa vapaassa potentiaalissa on huolehdittava siitä, että katodipintaa on riittävästi. Liian vähäinen pinta-ala voi johtaa potentiaalinen alenemiseen syöpyvien ydintymisvaiheessa ja syöpyvien alkujen välittömään passiivoitumiseen. Uputuskokeet voidaan tehdä myös siten, että potentiaali säädetään haluttuun arvoon, mutta primäärinen kriteeri pistesyöpyymiselle on edelleen näköhavainto. Katodipinnan suuruus ei tällöin aseta rajoituksia näytteen koolle. Hyvin pienet näytteet voivat kuitenkin johtaa liian optimistisiin tuloksiin sopivien ydintymispaikkojen puutteen takia.

Sähkökemiallisissa kokeissa on syöpyvien primäärinenä kriteerinä yleensä näytteen kautta kulkevan sähkövirran suuruus. Kokeen jälkeen on kuitenkin syytä varmistua syöpyvien luonteesta tarkastelemalla näytettä joko paljain silmin tai mikroskooppilla. Sähkökemiallisella kokeella pyritään yleensä määrittämään pistesyöpyymiselle joko ydintymispotentiaali tai uudelleenpassivoitumispotentiaali tai molemmat.

### Torjuntakeinot

Ruostumattomien terästen pistesyöpyymistä voidaan yrittää välttää monilla eri tavoilla. Usein melko varma, joskaan ei aina ehkä taloudellisesti tai edes teknisesti järkevä tapa, on valita huomattavasti runsaammin molybdeenia sisältävä teräs kuin rakenteen nimelliset käyttöolosuhteet edellyttäisivät. Kloridien välttäminen kokonaan, tai kloridipitoisuuden vähentäminen ruostumattomien terästen käyttöympäristöstä, on suositeltavaa, mikäli se vain on järjestettävissä.

Jos kloridien esiintymistä käyttöympäristössä ei voida välttää, on pyrittävä huolehtimaan siitä, ettei kloridipitoisuus eikä lämpötila rakenteen missään osissa pääse kohoamaan tarpeettomasti. Erityisesti on huomattava, että saostumien tai kerrostumien alla alkava vähäinenkin piilokorroosio voi johtaa huomattavaan paikalliseen kloridipitoisuuden suurenemiseen. Sa-

manaikaisesti voi myös lämmönsiirtokyvyn väheneminen aiheuttaa lämpötilan kohoamisen. Teräspinnan pitäminen puhtaana esim. riittävän suurella nesteen virtausnopeudella onkin usein hyvä keino pistesyöpyymisen torjuntaan. Virtauksen on oltava jatkuva, sillä jos teräs on käyttöolosuhteissa taipuvainen piilokorroosioon, voi muutaman päivän tai jopa vain muutaman tunnin katkos virtauksessa johtaa korroosiovaurioiden muodostumiseen.

Kloridipitoisessakin ympäristössä voidaan pistesyöpyminen kokonaan estää säätämällä teräksen potentiaali riittävän matalaksi. Tarkoitukseen voidaan parhaiten käyttää ulkoista jännitelähdettä. Myös galvaaninen kytkentä uhrautuviin anodeihin on ainakin periaatteessa mahdollinen suojausmenetelmä. On huomattava, että potentiaalia ei tarvitse laskea yhtä alas kuin tavallisen teräksen katodisissa suojauksessa. Pistesyöpyymisen tapauksessa riittää, että kriittinen potentiaali alitetaan. Tällöin myös suojavirran tarve jää yleensä melko vähäiseksi. Haluttaessa varmuus, ettei piilokorroosiotakaan esiinny, on potentiaalia laskettava jonkin verran alemmaksi.

## JÄNNITYSKORROOSIO

Lähes kaikissa metalliseoksissa esiintyy jännityskorroosiota joissakin käyttöympäristöissä. Nämä ympäristöt ovat yleensä suhteellisen harvalukuisia ja vaihtelevat suuresti metalliseoksesta toiseen. Ehkä tavallisimmat jännityskorroosiovauriot käytännössä syntyvät austeniittisiin ruostumattomiin teräksiin kloridipitoisissa ympäristöissä. Sopivan ympäristön ohella tarvitaan jännityskorroosiomurtumien muodostumiseen vetojännitystilaa metallin pinnalla. Lisäksi on pinnan elektrodipotentiaalın oltava oikealla alueella. Tuloksena on hitaasti etenevä, näennäisesti hauras murtuminen olosuhteissa, joissa sen paremmin mekaaninen rasitus kuin ympäristön syövyttävyykään ei yksinään johda merkittävään materiaalin vaurioitumiseen (kuva 4).

Jännityskorroosioon vaadittavan vetojännityksen synnä voi olla esim. rakenteen ulkoinen kuormitus. Riittävä vetojännitystilaa voi aiheutua myös ns. sisäisistä jännityksistä. Näitä jännityksiä voi syntyä esim. hitsauksessa, kylmämuokkauksessa tai vaikkapa asennuksen yhteydessä tehdyissä sovituksissa.

Joissakin tapauksissa jännityskorroosioon näyttää liittyvän ns. kynnsjännitys tai jännityskorroosion kriittinen jännitys-



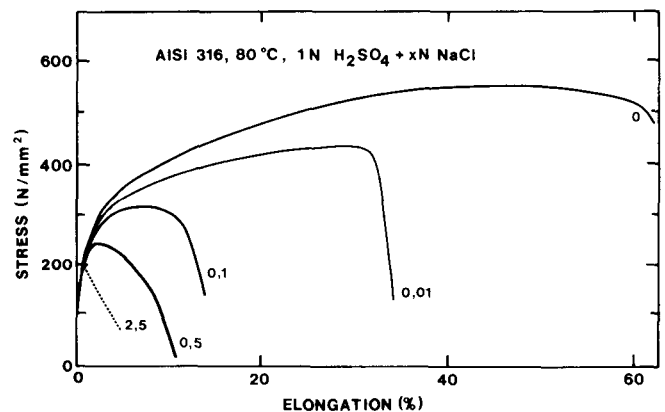
**Kuva 4.** Kloridin aiheuttamia jännityskorroosiomurtumia austeniittisessä 18/10/2,5-tyyppisessä ruostumattomassa teräksessä.

**Fig. 4.** Chloride induced stress corrosion cracking in a type 18/10/2.5 austenitic stainless steel.

tensiteetti  $K_{ISCC}$ , joka on ylitettävä, jotta jännityskorroosio voisi edetä. Tavallisimmissa austeniittisen ruostumattoman teräksen murtumisympäristöissä, kuumissa kloridipitoisissa liuksissa, tällainen kynnsjännitys on kuitenkin yleensä erittäin pieni. Lovivaikutuksesta johtuen tehollinen jännitys murtuman kärjessä voi olla huomattavasti suurempi kuin kappaleen nimellinen jännitys.

## Esiintymisolosuhteet

Yleisin austeniittisiin ruostumattomiin teräksiin jännityskorroosiovaurioita tuottava ympäristötyyppi ovat kuumat kloridipitoiset liuokset. Käytännössä murtumia syntyy yleensä vain lämpötilan ylittäessä noin 80 °C. Vähimmäiskloridipitoisuuden määrittäminen sen sijaan on sekä vaikeaa että suorastaan harhaan johtavaa. On nimittäin osoittautunut, että käytännössä murtumia aiheuttaneiden liuosten nimellinen kloridipitoisuus ei yleensä riitä aiheuttamaan jännityskorroosiota laboratoriokeissa. Varsinainen syy jännityskorroosiovaurioihin käytännössä onkin lähes poikkeuksetta, että liuoksen kloridipitoisuus, ja usein myös lämpötila, on päässyt paikallisesti kohoamaan huomattavasti. Kloridipitoisuuden kohoamisen syy voi olla esim. veden haihtuminen tai paikallinen kiehuminen taikka alkava piilokorroosio tai pistesyöpyminen saostumien tai kerrostumien alla tai kapeissa raoissa. Laboratoriokeissa vaaditaan jännityskorroosiomurtumien tuottamiseen neutraaleissa kloridiliuksissa hyvin suuria jopa kymmenien prosenttien kloridipitoisuuksia. Hyvin happamissa liuksissa sen sijaan jännityskorroosiomurtumia muodostuu myös pienehköillä kloridipitoisuuksilla. Kloridipitoisuuden lisääminen kiihdyttää murtumista (kuva 5).



**Kuva 5.** Tuloksia 18/10/2,5-tyyppisen ruostumattoman teräksen jännityskorroosiokeikoista vakiovetonopeusmenetelmällä. 1 mm:n paksuiset levynäytteet, vetonopeus  $3,5 \cdot 10^{-7}$  1/s. Luvit ilmoittavat liuoksen kloridipitoisuuden (x).

**Fig. 5.** Results from stress corrosion cracking tests with a constant extension rate method. Type 18/10/2.5 stainless steel, 1 mm thick sheet specimens, strain rate  $3,5 \cdot 10^{-7}$  1/s. The figures indicate the chloride content of the solution (x).

Myös teräksen elektrodipotentiaalilla voi olla ratkaiseva vaikutus jännityskorroosion esiintymiseen. Yleensä murtumia syntyy vain kapealla potentiaalialueella. Tämän potentiaalialueen ylärajalla jännityskorroosio muuttuu tavallisesti asteittain pistesyöpymiseksi tai yleiseksi syöpymiseksi. Alarajalla taas syöpyminen loppuu käytännöllisesti katsoen kokonaan. Jos kappaleen vapaassa korroosipotentiaalissa tapahtuu jännityskorroosiota, anodinen polarisaatio kiihdyttää sitä ja katodinen polarisaatio hidastaa.

## Mekanismi selvittämättä

Erittäin runsaasta tutkimustyöstä huolimatta jännityskorroosion yksityiskohtainen mekanismi tai mekanismit ja näitä määräävät tekijät ovat edelleen selvittämättä. Tästä johtuen ei jännityskorroosion esiintymistodennäköisyyttä olosuhteissa, joista ei ole käytännön kokemusta, yleensä osata ennustaa.

Murtuman ydintymisvaiheen katsotaan yleensä olevan syöpymisprosessin, jonka yhteydessä muodostuu alkulovi tai särö ja siihen murtuman kasvulle otolliset olosuhteet. Kloridien aiheuttamassa jännityskorroosiossa murtuminen etenee yleensä rakeiden läpi haarautuvaan pitkin tasomaisia pintoja. Liuos murtumassa on hapanta ja sen kloridipitoisuus on suuri. Käytännössä murtuminen näyttää usein alkavan pistesyöpymistä, joiden kasvu kuitenkin lakkaa, kun jännityskorroosiomurtuminen lähtee käyntiin.

Jännityskorroosiomurtuman kasvumekanismeja selittävät mallit voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- liukenemismallit
- vetyhaurausmallit
- adsorptiomallit.

Liukenemismalleissa lähdetään ajatuksesta, että murtuman kärjessä jännityshuipun vaikutuksesta tapahtuva plastinen deformaatio paljastaa jatkuvasti tai yhä toistuvasti tuoretta metallipintaa, joka aluksi syöpyy huomattavasti nopeammin kuin pitkän aikaa liuoksen kanssa kosketuksissa ollut pinta. Näin murtuman kärki on jatkuvasti aktiivisessa tilassa, kun taas murtuman kyljet "passivoituvat" suhteellisen lyhyen ajan kuluessa. Liukenemismalleilla voidaan selittää mm. murtumisen potentiaaliriippuvuus sekä anodisen ja katodisen polarisaation vaikutukset. Tärkein vastaväite mallia vastaan on, että sen ei katsota selittävän murtopinnan haurasta luonnetta.

Vetyhaurausmalleissa oletetaan, että murtuman sisällä tapahtuvan katodisen reaktion tuloksena pelkistyy vetyä ja että vetyatomeita tunkeutuu metallihiilaan. Vetyatomit keräytyvät murtuman kärjen edessä olevalle suuren jännityksen vyöhykkeelle ja haurastavat metallia. Mallin mukaan murtuminen etenisi hauraana mekaanisena murtumana samankaltaisesti kuin niukkaseosteisten terästen vetyhaurauden yhteydessä. Vetyhaurausmallin sanotaan selittävän murtopintojen hauraan luonteen. Tärkein kritiikki kohdistuu anodisen ja katodisen polarisaation vaikutuksiin. Yleensä anodinen polarisaatio hidastaa ja katodinen polarisaatio kiihdyttää vedyn pelkistysreaktiota. Polarisaation vaikutus jännityskorroosioon on kuitenkin päinvastainen.

Adsorptiomallin mukaan kloridi-ionit sitoutuvat metallipintaan heikentäen samalla metalliatomien välisiä sidoksia. Murtuminen voisi tällöin edetä puhtaasti mekaanisena murtumana. Mallin sanotaan selittävän niin hauraan murtopinnan, jännityskorroosion esiintymisen vain aivan määrättytyyppisissä ympäristöissä, kuin potentiaaliriippuvuudenkin. Vaikeus ymmärtää, miten ja miksi adsorptio heikentäisi metalliatomien välisiä sidoksia näyttää kuitenkin johtaneen siihen, että mallia ei yleensä pidetä edes varteenotettavana vaihtoehtona.

## Näkökohtia testauksesta

Jännityskorroosiotestauksessa voi olla erilaisia päämääriä. Joskus ehkä halutaan selvittää, voiko koemateriaalissa yleensä lainkaan esiintyä jännityskorroosiot koeolosuhteiden kaltaisissa oloissa. Toisinaan taas ehkä pyritään määrittämään joidenkin parametrien kriittisiä arvoja. Näitä parametreja voivat olla esim. kynnysjännitys, jännityskorroosion kriittinen jännitysintensiteetti, lämpötila, potentiaali tai jännityskorroosiot estävien tai estävien aineiden vähimmäispitoisuudet. Toisinaan taas halutaan ehkä vain vertailla yleisesti materiaa-

leja keskenään (esim. seostuksen tai mikrorakenteen vaikutus).

Koemenetelmät on luonnollisestikin valittava kokeen tarkoituksen mukaisesti. Tärkeimmät huomioon otettavat tekijät ovat jännitystila, koesauvojen tyyppi, koeympäristö sekä sähkökemialliset muuttujat.

Jännitystila voidaan aikaansaada erilaisilla kuormitusjärjestelyillä. Koesauvan kokonaisuutena voidaan pitää vakiona lukitsemalla jännitetyn sauvan päät vakioasemaan toisensa suhteen. Tämän tapaisen kuormituksen katsotaan yleensä vastaavan melko hyvin käytännön kuormitustilanteita. Koesauvaan kohdistuva kuorma voidaan pitää vakiona esim. painojen ja vipujen avulla. Viime aikoina on yleistynyt kuormitustapa, joka aiheuttaa koesauvaan hitaan, jatkuvan muodonmuutoksen (kuva 6). Tällöin sauvaa kuormitetaan murtumiseen asti riippumatta siitä, syntykö jännityskorroosiomurtumia vai ei. Myös voidaan käyttää erilaisia hitaasti vaihtelevia kuormituksia.

Kaikkissa näissä tapauksissa voidaan koesauvaa kuormittaa joko vetämällä tai taivuttamalla. Kokeita voidaan luonnollisestikin tehdä myös mahdollisimman tarkoin käytännön olosuhteita jäljitellen, esim. hitsatuilla tai kylmämuokatuilla rakenteilla.

Koesauvat voivat olla joko sileäpintaisia tai niihin voidaan tehdä alkulovi koneistamalla tai alkusärö väsyttämällä. Koeympäristöksi voidaan valita joko todellinen käyttöympäristö, laboratorioissa koeolosuhteita jäljittelevä ympäristö tai jokin edellisistä poikkeava ympäristö. Viimeksi mainittu ryhmä sisältää mm. erilaiset "standardiympäristöt", joissa usein on pyrkimykseen saada mahdollinen jännityskorroosiotaipumus esille verrattain lyhyessä ajassa. Koeliuoksen valinnassa on otettava huomioon mm. liuoksen koostumus, lämpötila, pH, happipitoisuus sekä mahdolliset muutokset kokeen kestäessä.

Kriteerinä jännityskorroosion esiintymiselle kokeessa voi olla mm. sauvan katkeamiseen kuluva aika, murtumien havaitseminen, koesauvan murtokuorma, -venymä tai -kurouma, murtumien kasvunopeus tai murtumien ulkonäkö. Kokeen jälkeen on yleensä syytä aina varmistua esim. metallografisilla menetelmillä, että mahdollisen murtumisen on todella aiheuttanut jännityskorroosio eikä jokin muu syy, kuten yleinen syöpyminen, pistesyöpyminen tai pelkkä mekaaninen rasitus.

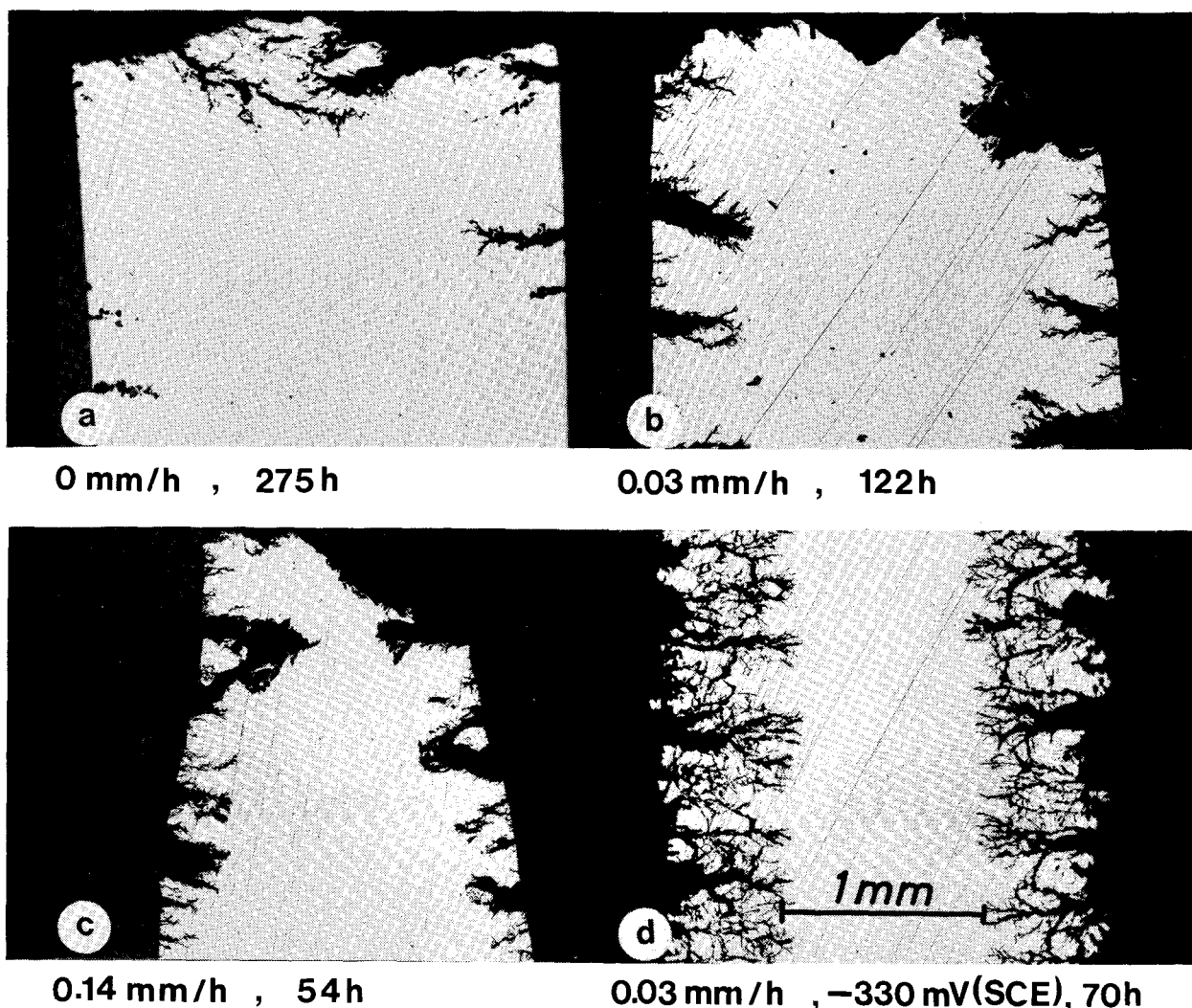
## Jännityskorroosion torjuntakeinoja

Periaatteessa varma, mutta käytännössä usein vaikeasti sovellettavissa oleva, keino jännityskorroosion välttämiseksi on vetyjännitysten täydellinen eliminoiminen. Hitsatuissa tai kylmämuokatuissa rakenteissa voidaan jännityksiä huomattavasti pienentää myöstöhehkutuksella. Kuulapuhalluksella voidaan metallin pintaan aikaansaada jopa puristusjännitys.

Kloridipitoisuuden ja lämpötilan tarpeettoman kohoamisen estäminen olisi usein riittävä keino jännityskorroosiovaaran torjumiseksi. Käytännössä valvonta voi kuitenkin olla vaikeata, ellei jännityskorroosion mahdollisuutta ole asianmukaisesti otettu huomioon jo rakenteen suunnitteluvaiheessa.

Terästyypin valinnalla voidaan myös vaikuttaa jännityskorroosion mahdollisuuteen. On kuitenkin huomattava, että päinvastoin kun pistesyöpymisen yhteydessä, molybdeeniseostus ei yksinään yleensä auta. Rungas nikkeliseostus vähentää austeniittisten ruostumattomien terästen jännityskorroosiovaaraa tavanomaisissa jännityskorroosioympäristöissä. Samoin tekee mikrorakenteessa esiintyvä ferriitti. Huomattavan määrän ferriittiä sisältävissä austeniittisissä tai kokonaan ferriittisissä ruostumattomissa teräksissä ei kloridi yleensä aiheuta käytännössä lainkaan jännityskorroosiot.

AISI 304, 5N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0.5N NaCl, ROOM TEMPERATURE



**Kuva 6.** Vetonopeuden ja anodisen polarisaation vaikutuksia vakiovetonopeudella tehdyssä jännityskorroosiokokeessa. 18/8-tyyppinen ruostumaton teräs. Pyörösauvojen halkileikkauksia, sauvojen mittapituus n. 12 mm. Vapaa korroosiopotentiaali n. -360 mV (SCE).

**Fig. 6.** Effects of strain rate and anodic polarization in constant extension rate stress corrosion tests on type 18/8 stainless steel. Cross sections of cylindrical test rods, test length about 12 mm. Free corrosion potential about -360 mV (SCE).

Jännityskorroosiota voidaan myös torjua mm. käyttämällä inhibiittoreita tai säättämällä teräksen potentiaali alueelle, jossa jännityskorroosiota ei esiinny.

#### LOPPUTOTEAMUKSIA

Valtaosa ruostumattomien terästen korrosio-ongelmista näennäisesti harmittomissa ympäristöissä niin teräksen käsitteilyn kuin käytönkin aikana on palautettavissa kloridi-ionien aiheuttamaan pistesyöpymiseen, piilokorroosioon tai jännityskorroosioon. Tämän vuoksi pääasialliset ohjeet korrosiovaurioiden välttämiseksi voidaan kiteyttää muutama nyrkkisääntöön:

— Tahatonta kloridipitoisen liuoksen joutumista kosketukseen teräksen kanssa on vältettävä. Erityisesti on pyrittävä estämään mahdollisuus kloridiliuoksen väkevytykseen haihtumalla.

- Teräksen pinta tulee pitää puhtana (paljaana), koska klorideja luultavasti kuitenkin on läsnä.
- Liitoksiin ei saa jäädä rakoja, eikä esim. hapettumakerroksia (hitsien puhdistus).
- Tarpeettomia jännityksiä on vältettävä.

#### SUMMARY

#### CORROSION ATTACKS ALSO STAINLESS STEELS - THE CAUSE IS USUALLY CHLORIDE

Chloride induced forms of localized corrosion attack, pitting corrosion, crevice corrosion and stress corrosion cracking, in common stainless steels are reviewed. It is emphasized that the chlorides are often present as an undesirable impurity in concentrations that the user may not be aware of. Conditions of occurrence, mechanisms, test methods and means of prevention are dealt with for all three forms of corrosion.

Opetusministeri Gustav Björkstrand vihki 17.2.1984 käyttöön Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosaston metalliopin laboratorion uuden Auger-elektronimikroskoopin, jonka hankinnan valmistelu on aloitettu 1970-luvun jälkipuoliskolla. Koska laitteen hankintahinta vastaa laboratorion 45 vuoden yhteenlaskettua laitemäärärahaa, on hankinnan rahoitusta valmisteltu yhteistyössä suomalaisen teollisuuden (Outokumpu Oy, Rautaruukki Oy, Oy Nokia Ab Elektroniikka ja Vaisala Oy) kanssa; lisäksi Valtion teknillinen tutkimuskeskus osallistuu laitteen rahoitukseen. Näiden valmistelujen tuloksena laboratorioon hankittiin amerikkalaisen Perkin-Elmer -yhtiön valmistama PHI 595 Scanning Auger Multiprobe.

## Auger-elektronimikroskopia: tehokas pinta-analyysi

Professori Veikko Lindroos, Teknillinen korkeakoulu



Auger-elektronimikroskooppi Perkin-Elmer/PHI Multiprobe 595. Tutkittava näyte asetetaan taka-alalla näkyvään vakuu-  
mikammioon; etualalla laitteen ohjaus- ja tulostuskäsittely-  
yksikkö.

Auger Electron Microscope Perkin-Elmer/PHI Multiprobe 595. The specimen is placed in the vacuum chamber in the background. In foreground the control- and data collection-console can be seen.



Vihkiäistilaisuuden kutsuvierasjoukkoa tutustumassa uuteen Augermikroskooppiin.

Inaugural guests making acquaintance on the new Auger microscope.

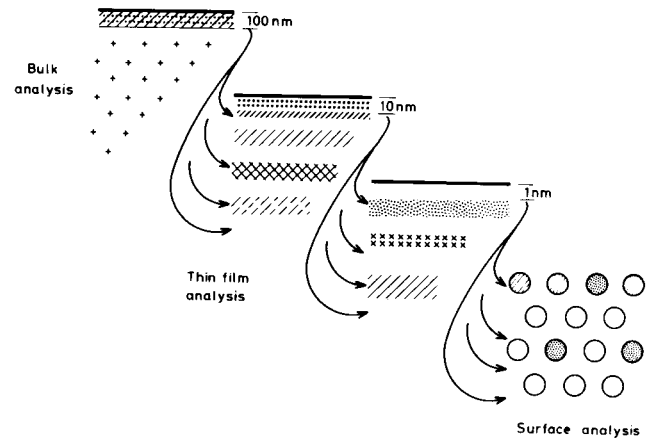
## LAITTEEN KÄYTTÖTARKOITUS JA TOIMINTAPERIAATE

Merkittävän laiteteknillisen kehitystyön tuloksena (kuva 1) Auger-elektronimikroskopia mahdollistaa alkuaineanalyysin muutaman atomikerroksen syvyydeltä (tavallisilla laitteilla n. 10 000 atomikerrosta) materiaalin pinnasta paremmalla kuin 1  $\mu\text{m}$ :n erotuskyvyllä.

Sanotun ominaisuutensa perusteella Auger-elektronimikroskopia avaa uuden ulottuvuuden materiaalien, erityisesti metallien ja puolijohdeiden valmistuksessa, jatkojalostuksessa ja käytössä, koska erilaisten pintojen (mm. ulkopinta, raerajapinta, korroosiopinta, murtopinta, katalyyttipinta ja puolijohdepinta) rakenne ja koostumus hallitsevasti vaikuttavat materiaalien toimintakykyyn erilaisissa kuormitusolosuhteissa.

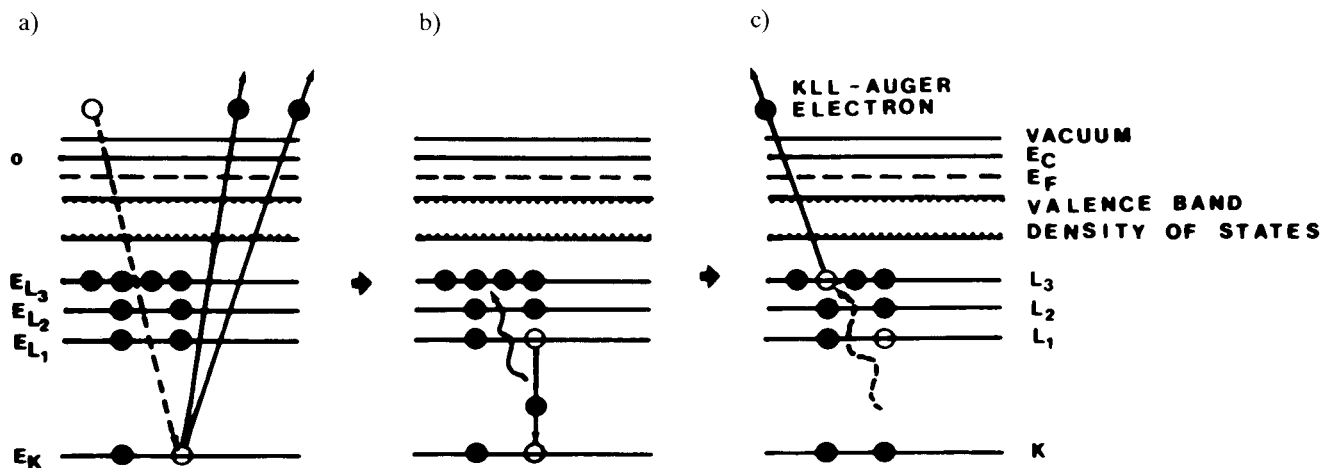
Auger-elektronimikroskopian syntyjuuret johtavat 1920-luvun puolivälille, jolloin Auger havaitsi atomin elektronikellä tapahtuvan ilmiöketjun, jonka tuloksena atomista emittoituvaa elektronia kutsutaan havaittajansa mukaan Auger-elektroniksi. Myöhemmin vuonna 1953 ehdotettiin, että alkuaineiden kemialliseen tunnistamiseen käytettäisiin ulkoisten elektronien avulla herätettyjen Auger-elektronien (kuva 2) liike-energiaa mittaamista ultratyhjiössä.

Nykyaikaisessa Auger-laitteistossa käytetään suurerotuskykyistä pyyhkäiselektronimikroskooppia mittauskohdan havaitsemiseen, josta voidaan suorittaa alue-, viiva- ja pisteanalyysin lisäksi vielä Auger-karttaus sekä alkuaineiden syvyysprofilointi.



**Kuva 1.** Perusmateriaalin, ohutfilmin ja pinnan analysointisyvydet.

**Fig. 1.** The regimes of bulk, thin film and surface analysis.



**Kuva 2.** Auger-elektronien muodostumisen perusvaiheet: (a) ulkoa tulevan elektronin avulla ionisoitu atomi on aluksi menettänyt erään sisäkuoren elektroneistaan, jolloin (b) atomi pyrkii palautumaan normaalitilaan järjestämällä elektronejaan ja siten matalan energiatason aukko täyttyy korkeammalta energiatasolta siirtyvällä elektronilla. (c) Joku atomin muista elektroneista voi vastaanottaa siirroksessa vapautuneen fotonin ja jos se silloin saa riittävästi liike-energiaa, se kykenee irtoamaan isäntäatommista tälle ominaisena Auger-elektronina tyhjiötilaan, missä sen liike-energia voidaan atomin tunnistamista varten todentaa.

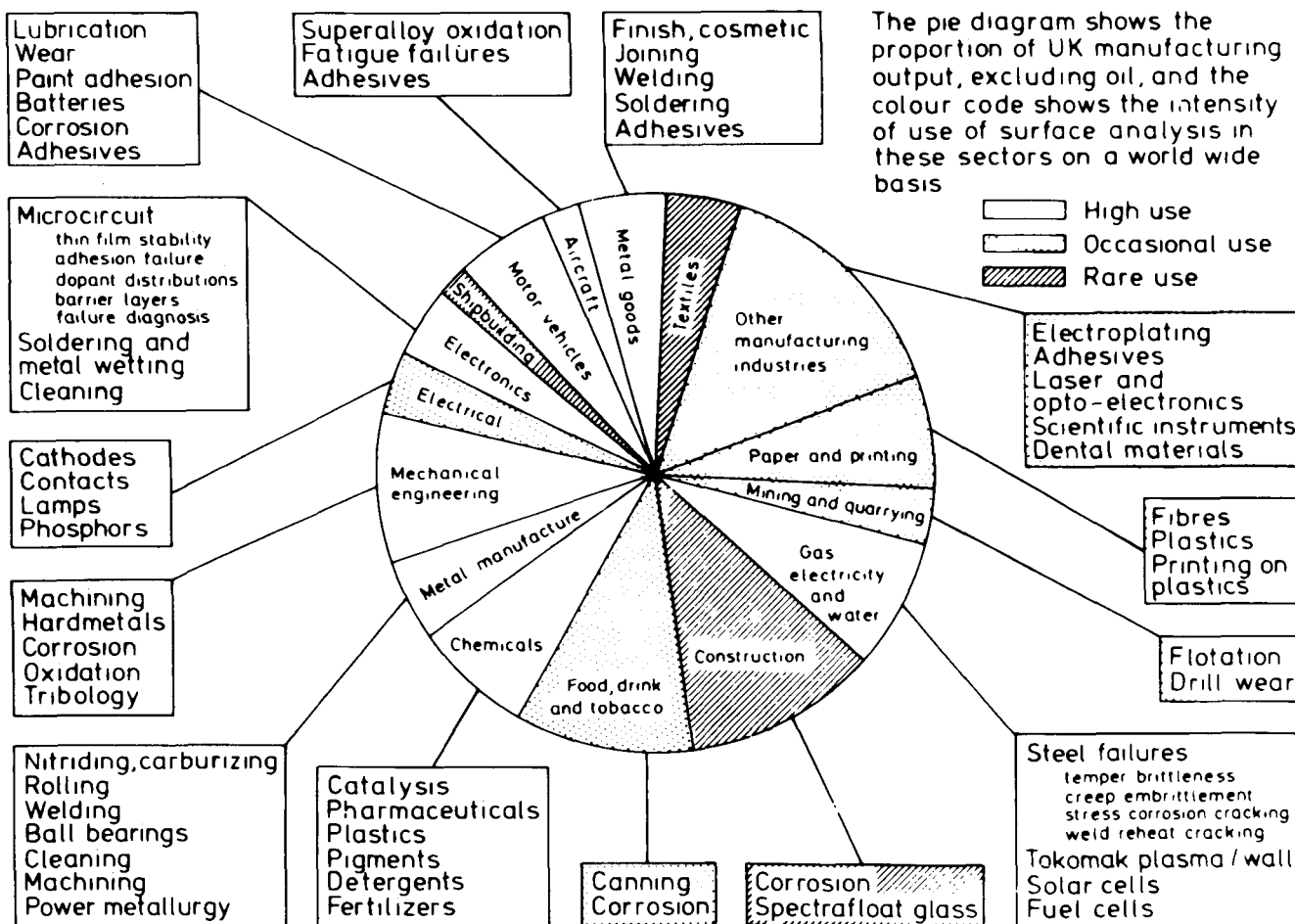
**Fig. 2.** The basic stages of Auger electron formation: (a) An atom ionized by incident electron, has lost an inner shell electron and (b) will return toward the normal stage through rearrangement with an electron from higher shell falling into the initial hole. (c) The energy released in this transition may be transferred to another electron and, if it has received sufficiently excess kinetic energy, it will be ejected from the atom into the vacuum, where the kinetic energy can be detected and the element can be identified.



## AUGER-LAITTEEN SOVELLUTUSALUEISTA

Laitteen sovellutusten spektri kattaa materiaaleihin kohdistuvan kehitys- ja tutkimustyön käytännöllisesti katsoen läpi koko tuotannollisen toiminnan alueen (kuva 3). Suomalaisia oloja ajatellen sovellutuksia löytyy eritoten metallien perusteellisuuden, muun prosessiteollisuuden, raskaan konepajateollisuuden

kuin myös piitekologiaan liittyvissä puolijohdemetallurgisissa ja elektroniikkateollisuuden sovellutuksissa. Seuraavassa tarkastellaan esimerkinomaisesti eräitä tutkimuskohteita, joita vastikään vihityllä laitteella on Otaniemessä suoritettu.



Kuva 3. Pinta-analyysin sovellutusalueet.

Fig. 3. The intensity of application of surface analysis, illustrated by the manufacturing sectors.

### Haurasmurtumatutkimus

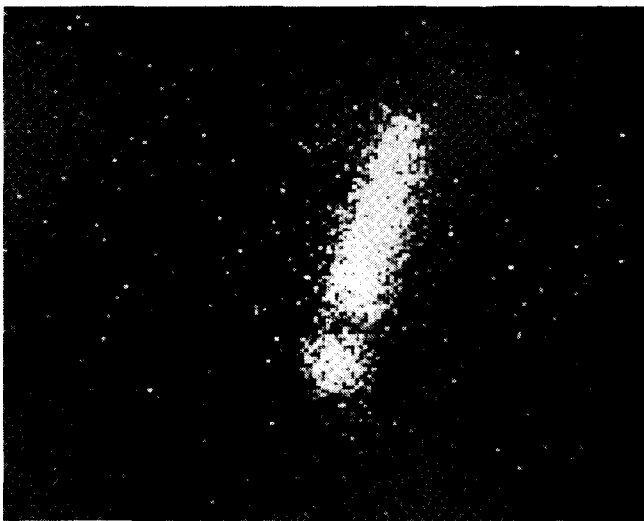
Kehitettäessä yhä sitkeämpiä teräksiä mikroskooppiset haurasmurtumamekanismit on tunnettava mahdollisimman tarkasti. Teräksissä haurasmurtuma voi ydintyä mm. sulkeumaan tai erkaumaan aiheuttaen joko rakeiden läpi etenevän murtuman eli lohkomurtuman tai eräissä tapauksissa raerajoja pitkin etenevän murtuman eli raerajamurtuman.

Auger-laitteistoa on haurasmurtumatutkimuksessa käytetty tähän mennessä lohkomurtuman ydintymismekanismien selvittämiseen, josta on esitetty esimerkki kuvassa 4. Koemateriaalina on käytetty ferriittistä ruostumatonta terästä, jossa erityisesti korostuu haurasmurtumatutkimuksen merkitys. Ku-

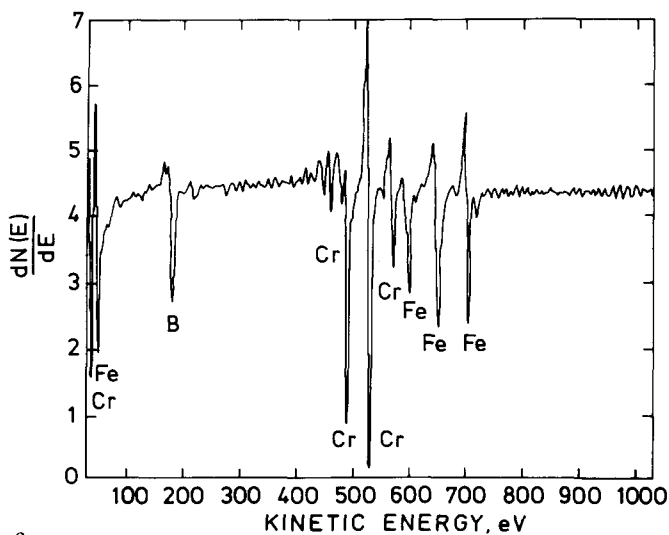
vassa 4a on pyyhkäisyelektronimikroskooppikuva erästä murtuman ydintymiskohdasta, jossa on pitkänomainen haljennut erkauma. Alueen B Auger-kartta ja erkauman piste-analyysi (kuva 4b ja 4c) osoittavat erkauman olevan boridi. Havainto on uusi kyseisessä tutkimusmateriaalissa, jossa aiemmin ainoastaan karbidien ja karbonitridien on todettu ydintävän lohkomurtuman. Tutkimuksessa on tullut erityisesti esille Auger-spektroskopian hyödyllisyys murtopinnassa olevien pienten erkaumien analysoinnissa, mikä konventionaalisilla röntgenlaitteistoilla ei yksikäsitteisesti ole mahdollista. Vastaavanlaisia erkauma- ja faasianalyyskejä voidaan tehdä esim. kiillotetusta ja syövytetystä pinnasta. Lisäksi haurasmurtumatutkimuksista mainittakoon edelleen päästöhaurausilmiöt, joiden selvittämiseksi Auger-spektroskopiaa on laajasti sovellettu.



a



b



c

**Kuva 4.** Lohkomurtuman ydintymispaikka ferriittisessä ruostumattomassa teräksessä (26 Cr — 1 % Mo — 0,1 % Nb): (a) SEM-kuva ydintymispaikasta, (b) boorin Auger-kartta ja (c) boorin pisteanalyysi.

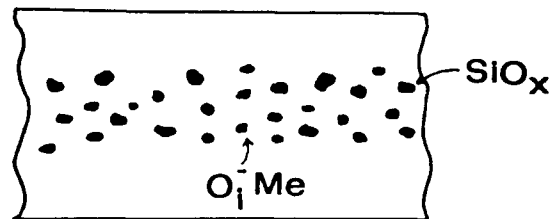
**Fig. 4.** A point of origin of cleavage fracture in a 26 Cr — 1 Mo ferritic stainless steel: (a) scanning microscope picture of the initiation site, (b) boron Auger map and (c) point analysis of the precipitate.

### Piiteknologia/puolijohdemetallurgia

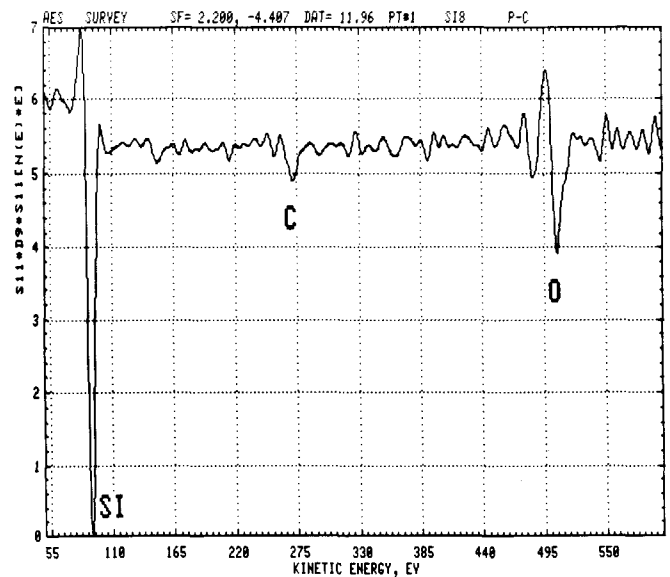
Koska nykyaikaisten integroitujen piirien dimensiot ovat hyvin pieniä, pienimmillään noin mikrometri, puolijohdeiden tutkimiseen käytetyltä Auger-elektronimikroskoopilta vaaditaan hyvin suurta paikkatarkkuutta.

Integroitujen piirien valmistukseen liittyy keskeisesti piikiekkojen sisäinen ”getterointi”, jolla kyetään alentamaan piikiekkon entisestäänkin pientä epäpuhtauspitoisuutta saattamalla ko. epäpuhtaudet sähköisesti epäaktiiviin tilaan ja diffundoimalla ne pois piirien aktiiviselta alueelta. Sisäinen getterointi tehdään erkauttamalla happi piidioksidierkaumiksi kiekon keskelle. Sopivilla lämpökäsittelyillä diffundoidaan happi pois kiekon pinnasta, jolloin piirien aktiivinen alue tulee virheettömäksi.

Kuvassa 5a nähdään sisäisen getteroinnin periaate. Auger-elektronimikroskoopin hyvä paikkaresoluutio antaa mahdollisuuden tutkia pienten, noin mikrometrin kokoisten erkaumien koostumusta. Kuvan 5b spektristä nähdään erkauman sisältävän hapen ja piin lisäksi kiteessä käytettyä seosainetta, fosforia ja hiiltä. Kiteen seosainepitoisuus on niin pieni, ettei sitä kyetä havaitsemaan matriisista. Tulokset osoittavat seosaineen ja epäpuhtauksien rikastuvan erkaumaan, johon epäpuhtaudet kulkeutuvat yhdessä hapen kanssa — myös erkauman jännityskenttä ”imee” epäpuhtauksia luokseen.



a



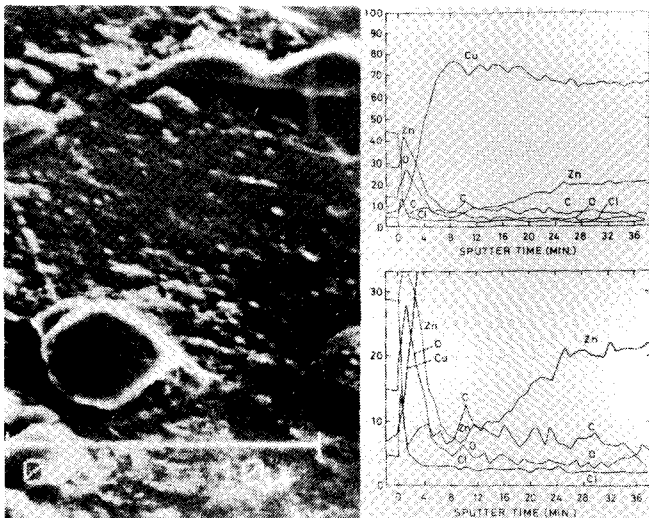
b

**Kuva 5.** (a) Sisäisen getteroinnin periaate. Epäpuhtaudet, joista haitallisimpia ovat metallit (Me), diffundoituvat yhdessä hapen kanssa erkaumaan, jolloin matriisin epäpuhtauspitoisuudet laskevat huomattavasti. (b) Erkaumasta otettu Auger-spektri; erkauma sisältää hapen ja piin lisäksi hiiltä.

**Fig. 5.** (a) Principle of the internal gettering. Impurities, most notably metallic (Me), are diffusing with oxygen to the precipitate resulting impurity content in matrix to decrease considerably. (b) Auger spectrum from precipitate; precipitate contains in addition to silicon and oxygen also carbon.

## Selektiivinen korroosio

Auger-laitteiston avulla voidaan analysoida sekä ulkopintojen että murtamalla paljastettujen sisäpintojen pinnanalaista alkuainejakaumaa. Kuvassa 6 on selektiivisen korroosion altistaman messinkipinnan syvyysprofilointitulostus, joka on mitattu viidelle alkuaineelle samanaikaisesti, kun pinnan atomikerroksia on kuorittu argon-ionisputteroinnilla nopeudella 30 Å/min. Mittaustulos osoittaa tässä tapauksessa, että altistamattoman perusmateriaalin päällä on kaksi erilaista muutosvyöhykettä; sinkistä ja hapestä rikastunut ulkovoxyhyke ja sinkistä köyhtynyt välixyhyke. Mittaustuloksesta voidaan päätellä, että sinkin paikallisen minimin ja kuparin paikallisen maksimin osoittama muutosvyöhykkeiden välinen rajapinta on ollut aktiivinen liukenemispinta ja edelleen, että sinkistä köyhtyneessä metallivöyhykkeessä sinkkiatomit ovat kulkeutuneet liukenemispinnalle nopeutuneen diffuusiomekanismin välityksellä.



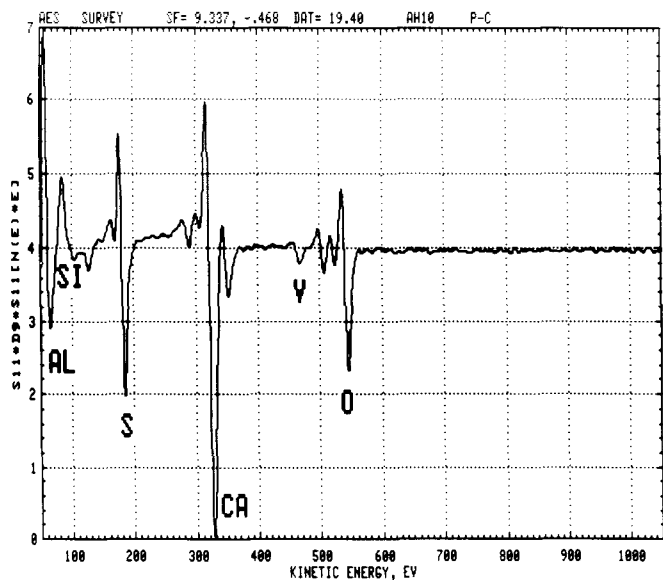
**Kuva 6.** Suolahappoliuoksen altistaman messingin pinnanläheisistä kerroksista nopeudella 30 Å/min syvyysprofiloitu alkuaineiden jakauma.

**Fig. 6.** Relative amplitudes of various Auger peaks as a function of sputtering time recorded at rate 30 Å/min through the nearsurface zones of HCl-exposed brass.

## Pulverinäytteiden analyysi

Laitteella kyetään analysoimaan myös pulverimuodossa olevia näytteitä. Analysoitava pulveri puristetaan sopivaan matriisiin, jolloin pulveri ei karise ja kontaminoi analysaattoria. Käyttökelpoinen matriisi on esimerkiksi indium, joka on riittävän pehmeää pulverin kiinnittämiseen.

Tässä esimerkissä on tutkittu leijukeroskattilassa syntyvää lentotuhkaa. Eräät alkuaineet ovat haitallisia ja korrodoivat kattilaa, mikäli niitä ei saateta epäaktiiviin tilaan. Pulverianalyysi (kuva 7) osoitti partikkelien sisältävän huomattavia määriä kalsiumia, rikkiä, alumiinia ja happea sekä vähäisempiä määriä piitä ja vanadiinia. Auger-elektronimikroskooppi soveltuu erinomaisesti pulverimaisten partikkelien tutkimuksiin johtuen laitteen hyvästä tilavuusanalyysierotuskyvystä analysoitaessa partikkelien pinnalle syntyneitä eri ainekerrospaksuuksia tai rajapintojen syvyysprofileja.



**Kuva 7.** Pulverinäytteen analyysi; lentotuhkapartikkelit sisältävät alumiinia, piitä, rikkiä, kalsiumia, vanadiinia ja happea.  
**Fig. 7.** Analysis of the powder specimen; fly ash particles contain aluminium, silicon, sulphur, calcium, vanadium and oxygen.

## LOPPUSANAT

Teknillisen korkeakoulun parantuneista laitehankintaresursseista huolimatta edellä tarkasteltu hanke ei olisi ollut mahdollinen ilman suomalaisen teollisuuden merkittävää panostusta, josta korkeakoulu haluaa esittää parhaan kiitoksensa rahoitukseen osallistuneille yrityksille. Teknillinen korkeakoulu tulee puolestaan työskentelemään sen hyväksi, että Suomeen näin saatua uutta laiteresurssia hyödynnetään tehokkaasti maan tutkimus- ja tuotannollisessa toiminnassa.

## SUMMARY

### THE NEW AUGER-ELECTRON MICROSCOPE

Minister of Education Gustav Björkstrand inaugurated on 17 February 1984 the new Auger-electron microscope of the Helsinki University of Technology, Department of Mining and Metallurgy, Laboratory of Physical Metallurgy. The preparations for purchase of the microscope were initiated in the late 1970's. Because of the high cost of the instrument, corresponding 45 years' equipment budget of the laboratory, the financing of the instrument was prepared together with the Finnish industry (Outokumpu Oy, Rautaruukki Oy, Nokia Corporation Electronics and Vaisala Oy); furthermore the State Technical Research Centre participated in the financing. As a result of the above preparations, a PHI 595 Scanning Auger Multiprobe, made by Perkin-Elmer, was purchased to the laboratory.

Even though the equipment budget resources of the Helsinki University of Technology have been currently improved, the present purchase of the Auger electron microscope would not be possible without the substantial financial contribution from Finnish industry, which is gratefully acknowledged. Accordingly, Helsinki University of Technology will promote the efficient use of such a new resource in Finland in the fields of production as well as research and development.

# Tutustumismatka Unkarin terästeollisuuteen 17.—21.10.1983

**Yli-ins. Jaakko Lautjärvi, Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas**

Lokakuussa 1983 Vuorimiesyhdistyksen edustajat Mikko Pietilä Outokummun Tornion tehtaalta, Nils-Göran Mattfolk Ovakon Taalintehtaalta ja allekirjoittanut Rautaruukin Raahen rautatehtaalta, tutustuivat kolmeen unkarilaiseen terästehtaaseen sikäläisen veljesjärjestömme Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület'n eli OMBKEN vieraina. Matka oli vastavierailu kolmen OMBKEN edustajan vuonna 1981 tekemään kaivos- ja tehdasvierailuun.

Unkarin terästuotanto on n. 4 milj. t vuodessa ja rauta- ja terästeollisuuden perinteet ulottuvat satojen vuosien taakse. Vanhin tutustumiskohteista, Lenin Kohászati Művek (LKM), on perustettu v. 1770. Tällä hetkellä se on Unkarin erikoisterästehdas, jonka palveluksessa on 17 000 henkilöä. Kolmen masuunin tuottama rautamäärä on 640 000 t/v. Terästuotannosta 1 050 000 t/v, 57 % on konvertteriterästä, 29 % sähköuuniterästä ja 14 % Siemens-Martin-terästä. Lisäksi tehtaalla on ASEA-SKF:n vakuumikäsitteilylaitos ja v. 1982 käyttöön otettu jv-kone billettien valamiseksi. Valssauustuotanto on 833 000 t/v, josta 400 000 t erikoisteräksiä, 300 000 t erilaisia profiileja ja 133 000 t kiskoa. Seostamattomia teräksiä valmistetaan 500 000 t vuodessa ja seostettuja 200 000 t/v. Lisäksi tehtaalla on valimot sekä rauta- että teräsvalulle, takomo ja vetäjä. Voimakkaasti uudistetun teräksenvalmistuksen ja valssauksen jälkeen kehitysuunnitelmat keskittyvät nyt takomoon.

Ozdin terästehdas on perustettu n. 140 vuotta sitten. Henkilökuntaa on lähes 12 000. Se on esimerkki vanhasta ja uudesta. Teräksenvalmistusta varten tehtaalla on 9 kpl SM-uuneja, jotka kaikki ovat käytössä. Niiden yhteinen kapasiteetti on 1,4 milj. t/v. Suurin osa tuotannosta valetaan valanteiksi, mutta käytettävissä on myös 6-nauhainen billettivalukone. Teräk-

sen senkkäkäsittelyä varten on injektointilaitos. Valssauksia on useampia. Niiden yhteinen kapasiteetti on n. 650 000 t/v, josta valssilankaa lähes 400 000 t. Lankavalssaus on kaksilinjainen, ja valmistettavan langan läpimitta vaihtelee 5,5 mm:stä 12 mm:iin. Lisäksi valssataan tankoa 13 mm:stä 36 mm:n läpimittaan.

Uusin terästehdas Unkarissa on Dunai Vasmü. Se on perustettu v. 1954 ja sen kapasiteetti on 2,2 milj. t. Sielläkin teräksenvalmistus perustui aluksi SM-uuneihin, joita vieläkin on käytössä 3 kpl. Rinnalle on kuitenkin valmistunut v. 1981 happikonvertterilaitos, jossa on kaksi 130 t:n konvertterea. 85 % teräksestä valetaan jatkuvavaluna, loput 15 % valanteiksi. Tuotanto käsittää pääasiassa ohutlevyalaatuja, putkiteräksiä on 20 %. Lisäksi tuotantoon kuuluu sähköteknisiä teräksiä. Dunai Vasmü tuottaa levyjen lisäksi spiraalisaumaputkia, radiaattoreita, kylmämuovattuja profiileja, perforoituja levyjä, sinkittyjä tuotteita ja rakenteita sekä erilaisia kemiallisia tuotteita koksaamolta.

Unkarin terästeollisuus on uudistumassa. Suuntaviivat ovat selvät. Pyrkimyksenä on luoda tuotantolinjat, joissa hyödynnetään tehokkaimpia sekä idässä että lännessä kehitettyjä menetelmiä ja laitteita, ja jotka mahdollistavat korkealaatuisten ja vaativien tuotteiden valmistuksen. Tarvittavan pääoman puute hidastaa kuitenkin tätä muutosprosessia ja paljon työtä on vielä tekemättä. Myös Unkarissa on havaittavissa ihmisten hakeutumista pois terästeollisuudesta "pehmeisiin" ammatteihin. Tämäkin osaltaan hidastaa kehityksen kulkua. Isäntämme sekä tehtaiden että OMBKEN piirissä esittivät toivomuksen yhteistyön tiivistämisestä maittemme välillä yritysten ja myös yhdistysten kesken.

## UUSI TIETOKANTA KÄYTTÖÖN

Suomen ja Neuvostoliiton välisen tieteellisen yhteistyökomitean kirjasto- ja informaatiopalvelualan työryhmässä tietokantayhteistyö on johtanut siihen, että VINITI on toimittanut Teknillisen korkeakoulun kirjastolle Referativnyj Zhurnal Gornoje Delo-tiivistelmäjulkaisun magneettinauhaversion alkaen toukokuulta 1983. Tietokanta, nimeltään VINI, on päätteellä haettavissa Valtion tietokonekeskuksen MINTTU-ohjelmalla. Tietokantaan rekisteröidään n. 25.000 viitettä vuosittain. Sen aihealoihin kuuluvat:

1. Kaivostekniikan yleiset ongelmat, alan teollisuus, talous, automaatio, rakennustyöt
2. Perusprosessit (poraus, räjäytys, turpeen hyväksikäyttö, maanalaiset kuljetukset)
3. Kaivosteollisuuden tukiprosessit (maanmittaus, kaivosgeologia, tuuletus, kaivoksen valaistus, kaivoskaasut ja -pöly, työsuojelu jne.)
4. Oljyn ja kaasun saanti
5. Rikastus (jauhatus ja rikastusmenetelmät, kuljetus, varastointi jne.)

Sekä vapaa tekstin haku translitteroiduin venäläisin sanoin tai muilla kielillä samoin kuin UDK-luokan käyttö hakuavaimena ovat mahdollisia.

VINI-manuaalin saa soittamalla Anu Ronkaiselle, puh. 90-4512815. Haut ovat lähikuukausina ilmaisia. NORDINFO on tukenut kokeilua.

**Elin Törnudd**

## SÄHKÖKEMIAN JATKOKOULUTUSKURSSI

Teknillinen korkeakoulu, Helsingin yliopisto ja Suomen Kemian Seura järjestävät yhdessä sähkökemian käsittelevän fysikaalisen kemian kesäseminaarin 20.–24.8.1984 TKK:n kemian osastolla, Otaniemessä.

Tiedustelut: prof. Göran Sundholm puh. 90-4512741 tai Margit Hagberg puh. 90-4512477 (Fysikaalisen kemian laboratorio)

## AMERIKKALAINEN PALKINTO OULULAISELLE TERÄSENTUTKIJALLE

Vuonna 1919 perustettu amerikkalainen hitsausalan yhdistys American Welding Society on julkistanut vuosikokouksensa yhteydessä 11.4.1984 Dallasissa Texasissa myöntäneensä McKay-Helm -palkinnon vs. yliassistentti, tekn.lis. **Veli Kujanpäälle** Oulun yliopiston metalliopin laitokselta. Tunnustus, joka käsittää kunniakirjan ja 1000 US dollarin rahapalkinnon, myönnetään vuosittain järjestön maailmanlaajuisesti leviävässä aikakauslehdessä Welding Journal julkaistusta parhaasta työstä, joka koskee niukkaseosteisten tai ruostumattomien terästen hitsausta tai pinnoitehitsausta.

Palkittu työ koskee hitsausmuuttujien vaikutusta ruostumattomaan teräslevyyn syntyviin hitsausvikoihin.

# In memoriam



**MATTI RIALA**

22.1.1918 — 12.10.1983

Lokakuun 12. päivänä 1983 kuoli kaivoksenjohtaja Matti Johannes Riala Oulussa. Hän oli syntynyt Siikajoella 22.1.1918. Valmistuttuaan diplomi-insinööriksi vuonna 1946 hän tuli Outokumpu Oy:n palvelukseen 1951. Kaivoksenjohtaja Riala työskenteli aluksi Outokummun kaivoksella, josta siirtyi Ylöjärven kaivokselle ja nimitettiin kaivoksen johtajaksi 1964. Aijalan kaivoksen johtajana hän oli vuosina 1966–71. Vuodesta 1971 alkaen hän toimi Vihannin kaivoksen johtajana aina eläkkeelle siirtymiseensä, vuoteen 1976, saakka. Sotilasarvoltaan Matti Riala oli majuri.



**LAURI KONTTINEN**

24.9.1919 — 17.12.1983

Filosofian maisteri Lauri Johannes Konttinen kuoli Helsingissä 17.12.1983 vaikean sairauden murtamana. Hän oli syntynyt 24.9.1919 Valkealassa. Ylioppilaaksi hän pääsi Kouvolan Lyseosta vuonna 1941. Vv. 1940–44 hän toimi sotapalveluksessa viestiupseerina panssarivoimissa. Sotilasarvoltaan hän oli reservin luutnantti. Korkeakouluopintonsa Lauri Konttinen suoritti Helsingin Yliopistossa pääaineenaan geologia ja mineralogia. Hänen pro gradu-tutkielmansa käsitteli Etelä-Suomen emäksisiä vulkaniitteja. Hän valmistui filosofian kandidaatiksi vuonna 1957. Vuodesta 1955 lähtien hän toimi Lohjan Kalkkitechdas Oy:ssä geologina ja osallistui niihin geologisiin tutkimuksiin, jotka ovat myöhemmin johtaneet kotimaisen teollisuusmineraalituotannon laajentamiseen Lohjalla ja aloittamiseen Siilinjärvellä, Mustiolla, Kemiössä ja Polvijärvellä. Lauri Konttinen siirtyi eläkkeelle 30.10.1979 Oy Lohja Ab:n geologiselta osastolta. Hän oli Suomen Geologisen Seuran ja Geologiliiton jäsen. Vuorimiesyhdistys ry:n geologi- jaoston jäsen hän oli vuodesta 1963 lähtien.

Reijo Saikkonen





**TOINI MIKKOLA**

**28.3.1907 — 4.2.1984**

Filosofian lisensiaatti Toini Aurola Mikkola (o.s. Teittinen) kuoli 4. helmikuuta Helsingissä. Hän oli syntynyt 28.3.1907 Pieksämäellä, valmistui filosofian kandidaatiksi Helsingin yliopistosta 1943 pääaineenaan geologia ja mineralogia ja filosofian lisensiaatiksi 1967.

Toini Mikkola oli Geologisen tutkimuslaitoksen (nykyisin Geologian tutkimuskeskus) kallioperäosaston palveluksessa vuodesta 1942 aluksi tutkimusassistenttina, myöhemmin geologina vuoteen 1971, jolloin hän siirtyi eläkkeelle. Tutkimustyönsä erikoisalana hänellä oli optinen mineralogia, miltä hän julkaisi tutkimuksia. Lisäksi hän julkaisi lukuisia artikkeleita mm. Uudessa Tietosanakirjassa, Mitä-Missä-Milloin-kirjassa, päivä-, ammatti- ja aikakauslehdissä mineralogian ja kristallografian sekä näihin läheisesti liittyvän jalokiviopin alalta.

Toini Mikkola suoritti The Gemmological Association of Great Britain'ille gemmologian diplomitutkinnon 1960, toimi Suomen Gemmologisen Seuran hallituksen jäsenenä yli kymmenen vuoden ajan ja opetti kultaseppä-alan kursseilla jalokorukivien mineralogian, kideoptiikkaa ja -geometriaa. Hän teki useita opinto- ja kongressimatkoja ulkomaille, mm. moniin Euroopan maihin, Algeriaan, Yhdysvaltoihin, Meksikoon ja Japaniin.

Ansioistaan Toini Mikkolalle oli myönnetty mm. Suomen Valkoisen Ruusun Ritarikunnan ritarimerkki, toisen luokan Vapaudenmitali sekä Jatkosodan muistomitali. Hän oli naimisissa lahjakkaan geologin, filosofian tohtori Erkki Mikkolan kanssa, joka reserviluutnanttina kaatui talvisodassa 1940.

Kai Hytönen



**LEA AHO**

**1.11.1927 — 26.3.1984**

Lea Tuulikki Aho syntyi 1.11.1927 Porvoossa, jossa hän pääsi ylioppilaaksi vuonna 1946. Vuonna 1956 hän suoritti filosofian kandidaatin ja 1973 filosofian lisensiaatin tutkinnot Helsingin yliopistossa pääaineenaan geologia ja mineralogia. Valmistuttuaan hän tuli tutkimusassistentiksi Geologian tutkimuskeskukseen, josta 1958 siirtyi Tanskaan, Kryolitselskabet Øresund A/S:n geologian ja mineralogian osaston palvelukseen. Täältä Lea Aho palasi Geologian tutkimuskeskukseen, jonka malmiosastolla hän toimi erilaisissa geologin tehtävissä kuolemaansa saakka.

Lea Ahon erikoisala oli malmimineralogia, miltä alalta hänellä oli tutkimuksia mm. Pielaveden Ritovuoren monimetaliesiintymästä ja Pielaveden manganoilmenitistä.

Vuorimiesyhdistyksen jäsen Lea Aho oli vuodesta 1966.

MV

# Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

## HALLITUKSEN TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1983

### Vuosikokous

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 40. vuosikokous pidettiin Helsingissä 25.3.1983. Avauspuheenpuheessa puheenjohtaja Olli Hermonen tarkasteli yhdistyksen toiminnan painopistealueita 40 vuoden ajalta sekä esitti katsauksen vuoriteollisuuden kehityksestä 1982.

Eero Mäkinen -ansiomitali luovutettiin vuorineuvos Jorma Honkasalolle ja professori Aimo Mikkolalle.

Perustajajäsenille luovutettiin yhdistyksen viiri.

Yhdistyksen puheenjohtajaksi seuraavaksi toimikaudeksi valittiin DI Olli Hermonen ja varapuheenjohtajaksi DI Georg Ehrnrooth.

Virallisten kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

Vuorineuvos Yrjö Pessi, Kemira Oy: "Vuoriteollisuus kemianteollisuuden näkökulmasta"

Prof. Raimo Matikainen, Teknillinen korkeakoulu: "Pienten malmiesiintymien louhinnan kannattavuusedellytykset"

Jaostot kokoontuivat iltapäivällä omien erikoisalojensa merkeissä.

Illallistanssiaisissa ravintola Marskissa vastasi isännyydestä Rauma-Repola Oy.

### Toimihenkilöt

Yhdistyksen luottamustehtävissä ovat toimineet:

- puheenjohtajana DI Olli Hermonen
- varapuheenjohtajana DI Georg Ehrnrooth
- hallituksen jäsenenä  
Prof. Lauri Hyvärinen  
DI Jorma Illi  
DI Matti Kilpinen  
TkT Kalevi Kiukkola  
DI Kristian Lobbas  
Prof. Toimi Lukkarinen  
DI Mikko Palviainen  
TkT Kari Tähtinen  
DI Juhani Vahtola
- rahastonhoitajana DI Pekka Sundquist
- sihteereinä DI Erkki Tyni ja DI Heikki Savolainen

### Yhdistyksen toiminta

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

Hallitus on keskustellut laajasti yhdistyksen mahdollisuuksista edistää malminetsintätoimintaa Suomessa. Yhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan toimialaan on katsottu kuuluvan myös vuoriteollisuuden yleisiin toimintaedellytyksiin liittyvät teknistaloudelliset selvitykset. Hallitus on 20.1.1984 hyväksynyt tutkimusvaltuuskunnan työvaliokunnan valmisteleman tutkimustoiminnan uuden ohjesäännön.

Yhteistyötä Unkarin vuorimiesyhdistyksen OMBKE:n kanssa on jatkettu suomalaisen valtuuskunnan vierailulla Unkarin terästeollisuudessa 17.–21.10.1983.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus — Bergshanteringen on ilmestynyt kaksi kertaa. Lehden päätoimittajana on toiminut professori Martti Sulonen ja toimitusneuvoston puheenjohtajana DI Matti Palperi.

Yhdistyksen viiri luovutettiin World Mining-lehdelle pienten kaivosten symposiumin yhteydessä 16.6. sekä eri tilaisuuksissa yhdelletoista yksityishenkilölle.

NIF Bergingeniørenes Avdelingin kevätkokouksessa 19.–22.4. edusti yhdistystä yli-ins. Heikki Tanner ja syyskokouksessa 26.–28.10. FT Heikki Wennervirta. Yhdistyksen edustajana oli Svenska Gruvföreningenin vuosikokouksessa 23.11. DI Timo Niitti.

### Jaostot

Pääosan yhdistyksen jäsenoiminnasta on muodostanut jaostojen aktiivinen toiminta eri muodoissa.

Jaostot ovat järjestäneet koulutus- ja esitelmätilaisuuksia sekä amatillisia retkiä jäsenistönsä alalta. Jaostot ovat ylläpitäneet yhteyksiä alansa muihin yhdistyksiin kotimaassa ja kansainvälisellä tasolla. Tarkemmin jaostojen toiminta on esitetty kunkin omissa toimintakertomuksissa.

### Yhdistyksen jäsenmäärä

Yhdistyksen jäsenmäärä 31.12.1983 oli 1719, missä on lisäystä edellisestä vuodesta 45. Uusia jäseniä tuli yhdistykseen 54, kuoleman kautta poistui 3 ja erosi 6.

### Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunta on kokoontunut toimikauden aikana kerran ja sen työvaliokunta kolme kertaa. Valtuuskunnan puheenjohtajana on toiminut DI Timo Välttilä, varapuheenjohtajana DI Antti Mikkonen ja sihteerinä DI Anneli Salonen.

Toimikuntien puheenjohtajina ovat toimineet:

- Geologinen toimikunta: FM Esko Lundén
- Kaivosteknillinen toimikunta: prof. Raimo Matikainen 3.3.1983 asti, siitä lähtien DI Pentti Seppänen
- Rikastusteknillinen toimikunta: TkL Risto Rinne

Toimikauden aikana on ollut käynnissä seitsemän kollektiiviprojektia, neljä työkomiteaa, joista yksi yhteispohjoismainen ja kolme esiselvitystä. Tutkimuslaskelmia on valmistunut yksi englanninkielinen.

Pohjoismaista yhteistyötä on jatkettu ja tutkimuslaskelmien vaihdossa on Ruotsista saatu 15 ja Norjasta 4 tutkimuslaskelmaa.

Toimikuntien yhteispohjoismaisia kokouksia on pidetty seuraavasti: geologiset toimikunnat 21.–23.3.1983 Orkangerissa Norjassa, kaivosteknilliset toimikunnat 8.–9.2.1983 Kiurunassa Ruotsissa ja rikastusteknilliset toimikunnat 25.–26.8.1983 Suomessa.

Vuoden 1983 aikana tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien valvomissa tutkimuksissa on varojen käyttö ollut yhteensä noin 1,9 miljoonaa markkaa.

### VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS

Olli Hermonen Erkki Tyni  
puheenjohtaja sihteeri

### TULOSLASKELMA 1.1.—31.12.1983

#### Tulot

Jäsenmaksut .....	90.883,93	
Tutkimusvaltuusk. kannatusm. ....	105.822,17	
Osallistuminen esiselv. ....	25.386,80	
Selosteiden myynti .....	5.271,30	136.480,27
Jäsentoim. ja koulutus .....		30.860,—
Kalliomekaniikkatoimik. ....		38.831,90
Lehden tulot .....		114.879,40
Käsikirjan myynti .....		12.460,50
Solmiot ym. myynti .....		4.359,20
Lahjoitukset .....		5.000,—
Korkotulot .....		3.351,70
<b>Tulot yhteensä</b>		<b>mk 437.106,90</b>

#### Menot

Tutkimusvaltuuskunta .....	45.191,58	
Esiselvitykset .....	38.050,30	
Selosteiden valmistus .....	1.519,—	84.760,88
Jäsentoim. ja koulutus .....		37.708,75
Matkat ja avustukset .....		3.075,80
Kalliomekaniikkatoimik. ....		22.059,59
Lehden menot .....		127.573,70
Virkailijapalkkiot .....		17.041,—
Vuosisjuhlamenot .....		12.392,80
Toimisto- ja sekal. menot ...		9.024,60
Solmioiden hankinta .....		9.508,—
<b>Menot yhteensä</b>		<b>323.145,12</b>
Tilivuoden ylijäämä		113.961,78
		<b>mk 437.106,90</b>

TASE 31.12.1983

**Vastaavaa:**

Rahoitusomaisuus		
— Postisiirtotili	3.223,15	
— Talletustilit	103.869,15	107.092,30
Tilisaamiset		57.371,60
		<u>mk 164.463,90</u>

**Vastattavaa:**

Vieras pääoma		
— Tilivelat		4.697,40
Oma pääoma		
— Ylijäämä ed. vuodelta	45.804,72	
— Tilikauden ylijäämä	113.961,78	159.766,50
		<u>mk 164.463,90</u>

**TULO- JA MENOARVIO VUODELLE 1984**

**Tulot**

Jäsenmaksut 60 mk/jäsen		91.000,—
Tutkimusvalt. vuosimaksut	102.300,—	
Osallistuminen esiselv.	8.000,—	
Selosteiden myynti	5.700,—	116.000,—
Kalliomekaniikkatoimikunta		4.000,—
Lehden tulot		132.000,—
Käsikirjan myynti		7.000,—
Solmiot yms. myynti		4.000,—
Lahjoitukset		10.000,—
Korkotulot		3.000,—
Tulot yhteensä		<u>mk 367.000,—</u>

**Menot**

Tutkimusvaltuuskunta	44.000,—	
Esiselvitykset	118.000,—	
Selosteiden valmistus	5.000,—	167.000,—
Jäsenoiminta ja koulutus		60.000,—
Matkat ja avustukset		10.000,—
Kalliomekaniikkatoimik.		6.000,—
Lehden menot		132.000,—
Virkailijapalkkiot		18.000,—
Vuosijuhlamenot		15.000,—
Toimisto- ja sekal. menot		20.000,—
Palkinnot		5.000,—
Jäsenluettelo		25.000,—
Menot yhteensä		<u>mk 458.000,—</u>

Ylijäämä edellisiltä vuosilta		159.766,50
Tilikauden tappio		91.000,—
Ylijäämä vuodelle 1985		mk 68.766,50

**GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS 1983**

**Toiminta**

Geologijaosto on kokoontunut toimintavuoden aikana vuosikokoukseen ja syysekskursiolle. Tämän lisäksi jaoston johtokunta on kokoontunut neljä kertaa.

Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydessä 25.3.1983 Rakennusmestarien talolla Helsingissä. Kokouksessa oli läsnä 73 jaoston jäsentä. Kokouksien jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- DI Markku Leiritie ja FM Christer Sundström, Oy Partek Ab: "Kalkki — monipuolinen teollisuuskemikaali"
- DI Heikki Savolainen, Oy Lohja Ab: "Kalkkikivi teollisuusmineraalina"
- FT Markku Mäkelä, Outokumpu Oy: "Outokumpu-jakso ennen ja nyt"

Jaoston syysekskursio suuntautui 6.—7.10.1983 Itä-Suomeen teemana kaivokset ja teollisuusmineraalit. Tutustumiskohteina ja esitteilyaiheina ensimmäisenä päivänä olivat Keretin kaivos, Kaivosmuseo,

Outokumpu-projekti, talkin rikastus ja talkkitehdas. Toisen päivän käyntikohteina olivat Horsmanahon talkkilouhos, Kontiolahden kya-niittiesiintymä, Nunnanlahden vuolukiviveistämö ja Luikonlahden kaivos. Opastuksesta ja isännyydestä vastasivat Outokumpu Oy, Oy Lohja Ab, Geologinen tutkimuslaitos, Suomen Vuolukivi Oy ja Myllykoski Oy. Syysretkeen osallistui 31 jaoston jäsentä.

Jaosto järjesti Geofysiikan IV neuvottelupäivät 1.—2.11.1983 hotellilla Rauhalahdessa Kuopiossa. Päivien aikana kuultiin yhteensä 34 esitystä. Näistä sai hyvän katsauksen ajankohtaisista sovelletun geofysiikan tutkimuksista ja käytännön sovellutuksista. Järjestelyistä vastasivat DI Aimo Hattula ja FL Timo Tervo. Tilaisuuteen osallistui 90 henkeä.

**Toimihenkilöt**

Toimintavuonna on geologijaoston puheenjohtajana ollut FT Kauko Puustinen, varapuheenjohtajana DI Aimo Hattula ja muina johtokunnan jäseninä FT Markku Mäkelä, FM Kauno Vormisto, FM Kurt Karlsson (ekskursiomestari) sekä sihteerinä FK Maria Nikkarinen.

**Jäsenet**

Geologijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1983 lopussa 375 henkeä, jossa on lisäystä edellisvuoteen 11 henkeä.

**Kauko Puustinen**  
puheenjohtaja

**Maria Nikkarinen**  
sihteeri

**KAIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1983**

**Toiminta**

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintavuoden aikana kahdesti VMY:n vuosikokouksen yhteydessä sekä jaoston syysretkellä. Tämän lisäksi jaoston johtokunta on kokoontunut neljä kertaa.

Kaivosjaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 25.3.1983 Helsingissä hotellilla Marskissa. Läsnä oli noin 90 jaoston jäsentä. Kokouksien jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- DI Karl Hahti, "Förbyn kaivos"
  - DI Ilmo Autere, "Virtasalmen kaivos"
  - Bergsing, Lars Hermansson, "Forskningsgruvan i Luossavaara"
- Esitelmien jälkeen käytiin niihin liittyvä keskustelu.
- Syysretki, johon osallistui noin 55 jaoston jäsentä, suuntautui Lappeenrantaan ja Ylämaalle 6.10.1983. Retken yhteydessä hotellilla Lappeenrannassa pidetyn syyskokouksen jälkeen kuultiin Kaakkois-Suomen louhintateollisuudesta seuraavat esitelmät:
- Timo Vainikka, "Oy Partek Ab:n Lappeenrannan laitokset"
  - Veli-Juhani Hänninen, "Suomen Kiviteollisuus Oy:n Ylämaan louhokset"

Kaivosjaosto järjesti 19.—20.1.1983 TTK:n vuoriteollisuusosaston sekä Otaniemen väestösuojia II:n tiloissa täydennyskoulutustilaisuuden työmällä "Pultituspäivät". Osanottajia oli yli 60.

Kaivosjaoston puheenjohtaja on perinteiseen tapaan toiminut Bergsprängningskommittén'in, Svenska Gruvföreningen'in, BeFo:n sekä NIF:n yhdysmiehenä.

Muina yhdysmiehinä ovat toimineet FM Ole Lindholm, International Society of Mine Surveying; prof. Raimo Matikainen, International Society for Rock Mechanics

Kaivosjaosto järjesti 22.—26.5.1983 17 puolalaisen kaivosinsinöörin tutustumiskäynnin Suomeen vastavierailuna vuoden 1981 Puolan ekskursionille.

**Toimihenkilöt**

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana ollut prof. Raimo Matikainen, varapuheenjohtajana DI Kimmo Kekki ja johtokunnan muina jäseninä DI Ilmo Autere, DI Carl-Fredrik Bäckström, DI Heikki Euro ja DI Olavi Paatsola. Sihteerinä on toiminut TkT Pekka Särkkä.

**Jaoston jäsenmäärä**

Kaivosjaoston jäsenmäärä oli vuoden 1983 lopussa 373 henkeä.

**Raimo Matikainen**  
puheenjohtaja

**Pekka Särkkä**  
sihteeri

## METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1983

### Toiminta

Metallurgijaosto on kokoontunut toimikauden aikana vuosikokoukseen ja syyskokoukseen.

Metallurgijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 25.03.1983 Helsingissä Rakennusmestarien talolla. Läsnä oli 167 jaoston jäsentä.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

- Prof. M.H. Tikkanen, "Näkemyksiä plasmametallurgian nykyvaiheesta"
- TkL Timo Hakkarainen Rautaruukki Oy, "Mikroseosteräkset ja niiden metallifysiikka"
- DI Esko Nermes ja DI Timo Talonen Outokumpu Oy, "Lyijyrakasteiden liekkisulatus"

Lauantain ekskursio tehtiin Finnairin korjaamoille. Ekskursioon osallistui 52 kiinnostunutta metallurgia. Lounas nautittiin ravintola Fenniassa Retuperän musikaalisessa seurassa.

Jaoston kesäretki tehtiin 26.08.1983 Hankoniemeen Ovakon Koverharin laitoksiin. Muina vierailukohteina olivat Tvärminne, Kone, Forcit ja Printal. Kesäretken yhteydessä suoritettiin operaatio sulutusvene, johon osallistui 95 innokasta metallurgia. Onnistuneen kesäretken päätteeksi nautittiin illallinen Casinon viihtyisissä tiloissa.

Syyskokous pidettiin Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla 28.10.1983. Kokoukseen osallistui 52 jaoston jäsentä. Kokouksessa esittivät prof. Holappa, Lilius, Lindroos ja Sulonen omien professuuriensa varsin mielenkiintoiset esittelyt tutkimusaiheineen. Lisäksi kuunneltiin seuraavat esitelmät:

- DI Asmo Vartiainen, "Partikkelisuihkusulatusmenetelmä kuparikiven ja -kuonan valmistamisessa ja kuparikuonan pelkistys päättäpuhalluslaitteistolla."
- DI Heikki Ylönen, "Teräksen sulkeumakontrolli"
- TkL Olof Forsén, "Anodiongelmia kuparielektrolyysissä"
- DI Risto Toivanen, "Selektiivinen liukeneminen messinkien sinkkadossa"
- DI Mauri Veistinen, "Erkaumien ja sulkeumien koon ja muodon vaikutus ferriittisten terästen iskusitkeyteen"
- DI Simo Mäkimattila, "Sinkityn ohutlevyn käyttäytymisestä muovauksessa"
- TkT Raimo Rätty, "TiN-pinnoitteiden rakenne"

Esitelmien aiheet olivat hyvin mielenkiintoisia ja antoivat hyvän kuvan TKK:n ajankohtaisista tutkimusaiheista. Ennen illallista saunottiin hotellilla Dipolissa.

Syyskokouksen sponsoreina olivat Vuorimiesyhdistys, Kuusakoski Oy, Oy Suomen Bofors AB, Oy Höganäs Ab, Oy Lohja-Höganäs Ab, Suomalainen Oy sekä TKK.

### Koulutustoiminta

Koulutustoiminta on hoidettu Metallurgian Valtakunnallisen Asian-tuntijatoimikunnan (VAT) kautta. Puheenjohtajana on toiminut TkL Markku Kytö. Yhteistoimin INSKO:n kanssa järjestettiin kaksi koulutustilaisuutta:

- "Prosessitiedon hyväksikäytön tehostaminen metallurgisessa teollisuudessa" pidettiin 17.—19.05.1983 Tampereella. Suunnittelu-toimikunnan puheenjohtajana oli TkL Kyösti Karjalhti. Kurssiin osallistui 21 henkilöä.
- "Kaivos- ja metallurgisen teollisuuden kulumisongelmia — ratkaisumalleja" pidettiin 23.—24.11.1983 Aulangolla. Suunnittelu-toimikunnan puheenjohtajana oli DI Pekka Vaarno, Kurssiin osallistui 20 henkilöä.

TKK:n Vuoriteollisuusosasto yhdessä Metallurgian VAT:n kanssa järjesti lisäksi "Energiapäivä" -seminaarin 29.09.1983. Seminaariin osallistui 34 henkilöä, joista 10 korkeakoulun ulkopuolelta.

Metallurgijaoston korkeakouluhdyismiehet kokoontuivat Otaniemessä 28.10.1983.

### Muu toiminta

Unkarin Verein Ungarischer Berg- und Hüttenleuten kutsusta tutustuit metallurgijaoston edustajat DI Jaakko Lautjärvi, DI Mikko Pietilä sekä DI Nils-Göran Mattfolk Unkarin terästeollisuuteen 17.—20.10.1983.

### Tiedotus

Metallien perusteellisuuden informaatioilta ensimmäisen vuosikursin vuorimiehille ja -naisille järjestettiin 22.11.1983. Infoillasta vastasi TkT Jouko Härkki.

Jaoston lehti "Metallurgijaosto tiedottaa" on ilmestynyt kolme kertaa. Vastaava toimittaja on ollut DI Nils-Göran Mattfolk.

### Toimihenkilöt

Toimintavuoden aikana jaoston puheenjohtajana on toiminut DI Matti Palperi, varapuheenjohtajana TkT Juho Mäkinen, sihteereinä

DI Nils-Göran Mattfolk sekä jäsenenä DI Pekka Havola, TkT Jouko Härkki, DI Osmo Mikkola, DI Kari Norberg ja TkL Pekka Ritakallio. Johtokunta on kokoontunut seitsemän kertaa.

### Jäsenet

Metallurgijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1983 lopussa 959, mikä on 2,1 % suurempi kuin vuotta aikaisemmin. Viime vuosiin verrattuna jäsenmäärän kasvu on hidastunut.

### Matti Palperi

puheenjohtaja

### Nils-Göran Mattfolk

sihteeri

## RIKASTUS- JA PROSESSITEKNIKAN JAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1983

### Toiminta

Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydessä 25.3.1983. Kevätretkellä 12.5. vierailtiin Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivoksella. Marraskuussa pidettiin seminaari aiheesta "Prosessiautomaatio vuoriteollisuudessa".

Kokouksessa 25.3.1983 kuultiin seuraavat esitelmät:

1. "Talvivaaran mustaliuske-esiintymän hyödyntämistutkimukset" DI Jukka Järvinen, Outokumpu Oy

2. "Rakoon jakautuman esittäminen" DI Heikki Laapas, Teknillinen korkeakoulu

Kokoukseen osallistui 58 jaoston jäsentä. Kevätretki tehtiin 12.5. Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivokselle. Ohjelma sisälsi rikastamon esittelyn ja kiertokäynnin lisäksi esitykset isoreikäarina-jauhuksesta, Sink-float-rikastuksesta, OK-38- ja OK-60-vaahdotusko-neista, Precon malmipöimuristä, suotopuristimesta CF 100, baryytti-vaahdotuksesta ja Procon 200 tietokonesäädöstä.

Kevätretkelle osallistui 31 jaoston jäsentä.

### Koulutustoiminta

Jaoston seminaari järjestettiin 18.11.1983 Espoossa Teknillisen korkeakoulun tiloissa. Seminaarin aiheena oli "Prosessiautomaatio vuoriteollisuudessa".

Timo Niitin avaussanojen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

1. "Katsaus IFAG-symposiumin esitelmiin" M. Kongas, Outokumpu Oy, T. Meriluoto, Outokumpu Oy
  2. "Rikastusprosessien dynaamiset mallit staattisine vastineineen ja säätösovellutuksiin" A. Niemi, HTKK
  3. "Digitaalisäätö sementtitehtaalla" E. Nordenswan, Partek Oy
  4. "Sementtiuunin säätöjärjestelmä" T. Aura, Oy Lohja Ab
  5. "Sementin raaka-aineen analysointi ja säätöjärjestelmä" K-E. Nyman, Partek Oy
  6. "Pyhäsalmen rikastamon automaatio" J. Miettunen, Outokumpu Oy
  7. "Siilinjärjen rikastamon automaatio" K. Laukkanen, Kemira Oy A. Meskanen, Kemira Oy
  8. "Jauhatuspiirin monimuuttujasäätäjän suunnittelu ja toteutus INA-menetelmää ja graafista CAD-ohjelmistoa hyväksi käyttäen" H. Melama, Outokumpu Oy
- Esitelmien jälkeen tutustuttiin Landis & Gyr Oy:n toimintaan Ma-salassa.

Seminaariin osallistui kaikkiaan 56 henkilöä, joista 17 oli Helsingin ja Lappeenrannan teknillisten korkeakoulujen opiskelijoita.

### Toimihenkilöt

Jaoston johtokunta 26.3.1983 lähtien: Timo Niitti (pj.), Hans Allenius, Hannu Haveri, Jussi-Pekka Mäki, Esko Pöyliö ja Hannu Kemp-pinen (siht.). Johtokunta kokoontui vuoden aikana 3 kertaa.

### Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä oli 31.12.1983 265 jäsentä. Lisäys vuoden aikana oli 3 jäsentä.

### Timo Niitti

puheenjohtaja

### Hannu Kemppinen

sihteeri

## TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TOIMINTA- KERTOMUS VUODELTA 1983

### Yleistä

Toimikauden aikana on ollut käynnissä seitsemän kollektiiviprojektia, neljä työkomiteaa, joista yksi on yhteispohjoismainen ja kolme esiselvitystä.

Tutkimusvaltuuskunta on kokoontunut toimikauden aikana kerran ja työvaliokunta kolme kertaa.

Työvaliokunta on kokouksissaan keskustellut toiminnan edelleen kehittämistä ja yhteistyömahdollisuuksista metallurgien kanssa.

Työvaliokunta on valmistellut tutkimustoiminnan uutta ohjesääntöä.

### Kokoonpano

Tutkimusvaltuuskuntaan kuului kannattavia jäsenyrityksiä 20, joilla oli edustajansa (Outokumpu Oy:llä kaksi) tutkimusvaltuuskunnassa. Uudet jäsenyritykset olivat Ekono Oy ja Perusyhtymä Oy, ARA. Näiden lisäksi tutkimusvaltuuskunnassa olivat edustettuina VMY:n neljä jaostoa puheenjohtajiansa välityksellä. Hallituksen nimittämiä lisäjäseniä olivat Sakari Heiskanen, Heikki Paarma ja Jouko Talvitie. Tutkimusvaltuuskunnan kokouksiin osallistuivat myös toimikuntien puheenjohtajat, VMY:n rahastonhoitaja ja tutkimusvaltuuskunnan sihteeri.

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana on toiminut Timo Välttilä, varapuheenjohtajana Antti Mikkonen ja sihteerinä Anneli Salonen.

Tutkimusvaltuuskunnan kokoonpano toimikauden lopussa oli seuraava:

### Kannattava jäsenyritys ja sen varsinainen edustaja, varamies (suluisa)

Ekono Oy, Risto Rinne, Oy Forcit Ab, Erkki Wiinämäki (Kalle Ylätaalo), Geotek Oy, Juha Kalla (Paavo Taanila), Imatran Voima Oy, Pentti Lehtinen (Reijo Gardemeister), Karl Forsström Ab/Oy Förby Ab, Karl Haahti (Jarmo Suvio), Kemira Oy, Antti Mikkonen (Kalevi Kiukkola), Kone Oy, Alpo Maksimainen (Asko Kankaanpää), Larox Oy, Kari Heiskanen (Pertti Ovaskainen), Oy Lohja Ab, Carl-Fredrik Bäckström (Heikki Latva), Maa ja Vesi Oy, Antti Natukka (Esko Partio), Myllykoski Oy/Ruskealan Marmori Oy, Matti Tyni (Lauri Koivikko), Outokumpu Oy, Timo Välttilä (Paavo Eerola), Outokumpu Oy, Pentti Seppänen (Paavo Kupias), Oy Partek Ab, Rolf Söderström (Esko Lundén), Perusyhtymä Oy/ARA, Harri Hursti, Rauma-Repola Oy, Pertti Suurmaa, Rautaruukki Oy, Aarre Juopperi (Aimo Hiltunen), Suomen Malmi Oy, Pekka Mikkola (Antti Mikkonen), Oy Tampella Ab/Tamrock, Kalle Hakalehto (Rolf Ström), Yhtyneet Paperitehtaat Oy Suomen Talkki, Hannu Haveri (Jouko Olkonen), Geologiajaosto, Kauko Puustinen, Kaivosjaosto, Raimo Matikainen, Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto, Timo Niitti, Metallurgiajaosto, Matti Palperi.

### Käynnissä olleet kollektiiviprojektit

- Näytteenottoyksikkö-projekti
- Kallion seuranta-projekti
- Avolouhoksen seinämästabiileetti
- Pinta- ja pohjavesikysymys avolouhoksissa
- Kuivat rikastuspiirit
- Kosteuden mittaus
- Sakeutus — suodatus

### Käynnissä olleet työkomiteat

- Vertaileva tutkimus litogeokemiallisten joukkonäytteiden kemialliseen koostumukseen perustuvista geologisista ja tilastollisista luokittelemenetelmistä
- Lohkaretiotojen hyväksikäyttö malminetsinnässä
- Heikkousvyöhykkeet

### Käynnissä olleet esiselvitykset

- Sähkömagneettiset poranreikämittaukset
- Lohkarekoon optimointi
- Ajotien pinnoituksen kehittäminen

### Yhteispohjoismaiset työkomiteat

- Reikäseismisten tutkimusmenetelmien kehittäminen

### Tutkimustoimen rahoitus

Tutkimusvaltuuskunnan juoksevat kulut on rahoitettu kannattavilta jäseniltä perityillä jäsenmaksuilla ja tutkimuslosten myynnistä saaduilla tuloilla.

Kollektiiviprojekteihin on toimikauden aikana käytetty yhteensä yli 1,83 milj.mk, josta julkisen rahoituksen osuus on n. 667.000 mk. Tilinpäätös ei sisällä em. summia.

### Valmistuneet raportit

- A 68 "Automation of a drying process".

### Pohjoismainen yhteistyö

Geologisten toimikuntien yhteispohjoismaisessa kokouksessa Orangerissa, Norjassa oli Suomen edustus mukana, samoin kaivosteknillisten toimikuntien yhteispohjoismaisessa kokouksessa Kiirunassa, Ruotsissa. Rikastusteknillisten toimikuntien yhteispohjoismainen kokous pidettiin Espoossa. Lisäksi osallistuttiin Svenska Gruvföreningin kevätkokoukseen.

Pohjoismaisilta veljesjärjestöiltä on toimikauden aikana saatu seuraavat tutkimuslsteet:

### Svenska Gruvföreningen:

- B 260 "Användning av mineralberedningens restprodukter"
- B 261 "Djupprospektering med hjälp av geokemisk undersökning inom Stollbergs malmfält i Kopperbergs län"
- B 262 "Utvinning av industrimineral ur svenska fyndigheter"
- B 263 "Brand- och katastrofförebyggande åtgärder i gruvor"
- Arbetskadestatistik vid svenska malmgruvor år 1982
- B 264 "Testmetoder för ballastmaterial"
- Meddelande nr 160, volym 11: Svenska Gruvföreningens årsmöte den 25 november 1982.

### BeFo:

- Openings and Slopes in Weak Rock
- Kai Palmqvist: "Tätning av Bergtunnlar", Injekteringsutförande och resultat
- Activities 1981-83
- K. Röshoff, J. Worin: "Lakningens inverkan på Avestagnejens mekaniska egenskaper"
- G. Reh binder, K. Ingevald: "Mätning av termiska spänningar och deformationer i berget". Etapp 1.

### MinFo:

- Meddelande från MinFo Nr 4 1982 "Starkmagnetiska anrikningsmetoder"
- Meddelande från MinFo Nr 5 1983 "Utvinning av industrimineral"

### Sveriges Geologiska Undersökning:

- Rapporter och meddelanden nr 34 "Berggrundsgeokemi som prospekteringsmetod i Sveriges urberg"

### BVLI:

- TR 52/2 Prosjekt "Nyere metoder for planbyging og styring av gruve- og dagbruddsarbeider" Delrapport "Jasså- har du tenkt å kjøpe data maskin?"
- TR 58/1 Prosjekt "Gråbergsinnblanding" — Delrapport I "Gråbergsinnblanding — problemer og kostnader i oppredningen"
- TR 36/4 Prosjekt "Støybekjempelse ved Bergverk" Delrapport IV "Støyforskriftene og Bergverkene"
- TR 47/4 Prosjekt "Rensing av gruvevann ved hjelp av oppredningsavgang" Delrapport IV "Undersøkelse av rensing av gruvevann ved bleikvassli gruber"

Timo Välttilä  
puheenjohtaja

Anneli Salonen  
sihteeri

## UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y:n hallitus on hyväksynyt seuraavat henkilöt yhdistyksen jäseniksi:

### Kokouksessa 20.1.1984

- Airas Risto**, DI, s. 24.10.1955. TKK, met.muokk. ja lämpök. lab., tutkija. Os: Savilankatu 1 A 16, 00250 HELSINKI 25. Jaosto 3.
- Apajalahti Mikko**, DI, s. 8.4.1954. Rautaruukki Oy Raahen tehdas, tutkimusinsinööri. Os: Koulukuja 4 F 57, 92120 RAAHE 2. Jaosto 3.
- Ekholm Esa**, DI, s. 19.9.1954. Kuusakoski Oy, tuotantopäällikkö. Os: Taikatie 11 E 22, 04230 KERAVA 3. Jaostot 3 ja 4.
- Eskola Jaakko-Veikko**, s. 15.6.1958. VTT Metallurgian lab., tutkija. Os: Servin-Maijan tie 12 B 19, 02150 ESPOO 15. Jaosto 3.
- Hinnelä Jan**, DI, 16.10.1955. Ovako Oy Ab, Koverhar, utvecklingsingeniör. Adr: Sägars 2 G 44, 10820 LAPPVIK. Sektion 3.
- Hämäläinen Timo**, DI, s. 23.1.1958. TKK, tutkija. Os: Porttitie 18, 02180 ESPOO 18. Jaosto 3.
- Härmälä Olli**, FK, s. 10.5.1953. Kemira Oy Siilinjärven kaivos, tutkimusgeologi. Os: Puijonsarventie 9 A 4, 70280 KUOPIO 28. Jaostot 1 ja 2.
- Kahila Hannu**, DI, s. 19.5.1956. TKK, prosessimetallurgian lab., tutkija. Os: Maininkitie 12 G 93, 02320 ESPOO 32. Jaosto 3.
- Kemppainen Seppo**, DI, s. 3.2.1957. TKK, tutkija. Os: Paraistentie 17 B 18, 00280 HELSINKI 28. Jaosto 3.
- Knuutila Kari-Hannu**, DI, s. 6.12.1958. TKK Vuoriteollisuusos., tutkija. Os: Kelohongantie 2 D 29, 02120 ESPOO 12. Jaosto 3.
- Koskinen Tapani**, DI, s. 17.11.1954. TKK, prosessimetallurgian laitos, tutkija. Os: Karakalliontie 14 B 13, 02620 ESPOO 62. Jaosto 3.
- Lehtonen Tapio**, DI, s. 22.10.1952. Outokumpu Oy malminetsintä, Kakkola, geofysikko. Os: Mäntynäädänkatu 3 B 7, 67800 KOKKOLA 80. Jaosto 1.
- Molarius Jyrki**, DI, s. 18.2.1956. TKK, met.muokk. ja lämpök. lab., tutkija. Os: Avaruuskatu 3 D 59, 02210 ESPOO 21. Jaosto 3.
- Mäkelä Ulla**, DI, s. 30.10.1956. TKK, met.muokk. ja lämpök. lab., tutkija. Os: Rakuunantie 3 B 26, 00330 HELSINKI 33. Jaosto 3.
- Naakka Martti**, Ins., s. 23.8.1942. Kuusakoski Oy, suunnittelujohdaja. Os: Tommolankatu 18, 18130 HEINOLA 13. Jaosto 3.
- Pekkala Merja**, DI, s. 11.11.1952. Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, tietopalveluinsinööri. Os: Koulukuja 4 C 29, 92120 RAAHE 2. Jaosto 3.
- Pelto Markku**, DI, s. 18.7.1958. TKK, prosessimetallurgian lab., tutkija. Os: Avaruuskatu 4 A 16, 02210 ESPOO 21. Jaosto 3.
- Poikonen Ari**, TkL, s. 10.5.1956. Geologinen tutkimuslaitos/geof. os., geofysikko. Os: Puosunrinne 4 C 53, 02320 ESPOO 32. Jaosto 1.
- Renkonen Asko**, DI, s. 17.12.1958. VTT, metallurgian lab., tutkija. Os: Pictarinkatu 6 C 72, 00140 HELSINKI 14. Jaosto 3.
- Roos Johan**, DI, f. 14.1.1958. Tekn. högskola, bergsindustriavd. forskningsbiträde. Adr: Ilmarigatan 6 A 13, 00100 HELSINGFORS 10. Sektion 3.
- Saksa Pauli**, DI, s. 27.1.1956. VTT, geotekniikan lab., tutkija. Os: Raisiontie 3 A 6, 00280 HELSINKI 28. Jaosto 1.
- Saukkonen Helena**, DI, s. 12.3.1957. Imatran Voima Oy, laboratorionsinööri. Os: Palkkatilankatu 6 B 13, 00240 HELSINKI 24. Jaosto 3.
- Stén Jorma**, Tekn. s. 8.3.1944. Oy Tampella Ab, Tamrock, kotimaan myyntipäällikkö. Os: Kumpulperä, 31200 SIURO. Jaosto 2.
- Tinnis Valentim**, DI, f. 20.5.1930. Ekono Oy. Adr: Skogvaktarvägen 1, 02720 ESBO 72. Sektion 4.
- Toivonen Lasse**, DI, s. 27.1.1952. Rautaruukki Oy Raahen tehdas, tutkimusinsinööri. Os: Koulukuja 6 A 16, 92120 RAAHE 2. Jaosto 3.
- Tonteri Hannele**, DI, s. 13.7.1955. TKK, V-os/mtg, tutkija. Os: Ristiaallokontie 3 B 39, 02320 ESPOO 32. Jaosto 3.
- Ulfves Arne**, DI, s. 25.1.1959. Oy Vestek Ab, myynti-insinööri. Os: Kaupintie 13 D 45, 00440 HELSINKI 44. Jaosto 3.
- Wasén Kai**, FM, s. 23.6.1954. Outokumpu Oy, Porin tehtaas, analyttinen kemisti. Os: Koivulantie 6 as. 21, 28130 PORI. Jaosto 3.
- Venäläinen Jorma**, FK, s. 8.10.1955. Lohja Oy, malminetsintä, kaoliiniprojektin geologi. Os: Lintukorventie 2 D 42, 02660 ESPOO 66. Jaosto 1.
- Vepsä-Hirvonen Liisa**, DI, s. 23.8.1954. Vepsä Oy, tekninen johtaja. Os: Mynämäenkuja 2 B, 54100 Joutseno. Jaosto 2.

### Kokouksessa 8.3.1984

- Hämäläinen Osmo**, DI, s. 16.1.1933. Kemira Oy, Helsinki, Kemira engineeringin johtaja ja yhtiön ulkomaantoimintojen johtaja. Os: Pattistentie 14 A, 02170 ESPOO 17. Jaosto 2.
- Jaakonmäki Ari**, DI, s. 13.2.1957. Oy Tampella Ab, Tamrock, application insinööri. Os: Tesomajärvenkatu 4 H 120, 33310 TAMPERE 31. Jaosto 2.
- Laurila Heikki**, DI, s. 19.1.1958. Larox Oy, projekti-insinööri. Os: Koulukatu 34 as. 11, 53100 LAPPEENRANTA 10. Jaosto 4.
- Puputti Leo**, Ins. s. 14.2.1946. Rautaruukki Oy Raahen tehdas, neuvontainsinööri. Os: Kansantie 2, 92160 SALOINEN. Jaosto 3.
- Sarikoski Lotta**, DI, s. 16.6.1960. Outokumpu Oy, Hammasslahden kaivos, harjoittelija. Os: Opintie 28 B, 82200 HAMMASLAHTI. Jaosto 4.
- Westerlund Alf**, DI, f. 7.11.1958. Adr: Kilobranten 10 D 71, 02610 ESBO 61. Sektion 2.

## UUTTA JÄSENIÄ — NYTT OM MEDLEMMARNA

- DI Eija Alasaarela**, Oy Lohja Ab, Lohja-Minerals, tuotekehitys ja asiakaspalvelu. Os: Marttatuventie 7 A 11, 08700 VIRKKALA.
- FK Risto Anttonen**, Lapin Malmi oy Rovaniemi. Os: Markkinakatu 7 as. 23, 96200 ROVANIEMI 20.
- DI Markku Arvilommi**, Outokumpu Oy Tevi, projekti-insinööri. Os: Taimenpolku 12 E, 02170 ESPOO 17.
- DI Erkki Auranen**. Os: Lukupuronrinne 2 B 4, 02200 ESPOO 20.
- DI Kari Dammert** on nimetty yli-insinööriksi 21.2.1984 alkaen.
- DI Jaakko-Veikko Eskola**. Os: Nittykatu 19, 02200 ESPOO 20.
- DI Mikael Forss**, Outokumpu Oy Tevi, myynti-insinööri. Os: Sepelahdentie 10 F 94, 02230 ESPOO 23.
- FT Gabor Gaal**. Os: Niipperintie 86, 02970 ESPOO 97.
- TkL Teuvo Grönfors** on kutsuttu Outokumpu Oy konepajatoiminnan johtajaksi.
- DI Jukka Gustafsson**. Os: Espoonkatu 11 B 15, 02770 ESPOO 77.
- DI Pirjo Haahdi**, Outokumpu Oy keskuskonttori. Os: Kuusilahdenkuja 3, 00340 HELSINKI 34.
- DI Pekka Hanniala**, Outokumpu Oy Tevi, prosessimetallurgi. Os: Etelätie 30 A 2, 02710 ESPOO 71.
- DI Terho Harju**. Os: Valtakatu 7 A 14, 28100 PORI 10.
- DI Risto Heikkinen**. Os: Palosuonkatu 3, 83500 OUTOKUMPU. Geol.ins. **Into Heikkilä**, Outokumpu Oy KTR, projekti-insinööri. Os: Kirkkopolku 28 as. 1, 83500 OUTOKUMPU.
- DI Lauri Heikkilä**. Os: Pussikatu 1 A, 15240 LAHTI 24.
- DI Pekka Heikkinen** on nimetty 1.3.1984 Rammer Oy:n toimitusjohtajaksi.
- DI Seppo Helin**. Os: Saarenpäänkatu 7, 95400 TORNIO.
- FK Olavi Helovuori**. Os: Opiskelijankatu 12 C 53, 33720 TAMPERE 72.
- DI Caj Holm**. Adr: Nordenskiöldsgatan 25 B 19, 06100 BORGÅ 10.
- DI Yrjö Julin**. Os: Joukahaisentie 23 B 14, 49510 HUSUPYÖLI, Vehkalahti.
- DI Heikki Jutila**. Os: PEO 14, Nederlandse Aardolie, Mig. BV, Postbus 28, 9400 AA Assen, Nederlande.
- DI Jukka Järvinen**, Outokumpu Oy Helsinki, ulkomaisten kaivosprojektien projektipäällikkö.
- DI Ilpo Kaislaniemi**, Wärtsilä repr.office, Tokio. Os: 2-10-10-205 Motoazabu, Minato-Ku, TOKYO 106, Japan.
- TkT Antti Kari**. Os: Kone Oy Eng. Div., 15870 SALPAKANGAS.
- DI Liisa Kari** on Liisa Heikinheimo. TKK, Materiaalitekn. lab., assistentti. Os: Kuunsäde 10 B 71, 02210 ESPOO 21.
- FK Veikko Keinänen**. Os: Ruokasenkatu 10 A 7, 96200 ROVANIEMI 20.
- DI Seppo Kempinen**. Os: Lintukorventie 2 E 53, 02660 ESPOO 66.
- DI Ilpo Koppinen**, The Nippert Company, USA noin vuodeksi, tuote- ja markkinakehitys.
- DI Tapio Korpinen**. Os: Savcor Consulting Oy, Vuorikatu 5 A, 50100 MIKKELI 10.
- DI Arto Korpisalo**. Os: Täysikuu 3 A 1, 02210 ESPOO 21.
- Ins. Arimo Kortehisto**. Os: Koivulantie 4 as. 14, 28130 PORI 13.



## SUORITETTUJA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

DI **Tapani Koskinen**. Os: Heimotie 23, 18600 MYLLYOJA.  
DI **Mikko Kumpula**, Neles Oy Lokomon terästehdas, myyntipäällikkö. Os: Pohtolankatu 69 I 62, 33400 TAMPERE 40.  
DI **Jukka Kyllönen**. Os: Minna Canthin katu 5 A, 00250 HELSINKI 25.

FT **Seppo Lahti**. Os: Päivänkaari 12 C, 02210 ESPOO 21.  
TKT **Heikki Lantto** on suorittanut pappistutkinnon ja toimii Tuuran seurakunnan pappina Oulussa. Hän on edelleen myös rikastustekniikan dosenttina Oulun yliopistossa.

DI **Antero Leikko**, eläkkeellä. Os: Kuusikuja 3, 31600 JOKIOINEN.

DI **Reijo Leiwo**. Os: Kaisankuja 1, 37800 TOIJALA.  
TKL **Raimo Levonmaa**, Outokumpu Oy kupariteollisuus, tutkimusinsinööri. Os: Outokummuntie 61 D 31, 28330 PORI 33.

DI **Esa Lindeman**. Adr: Lökken Gruber, 7332 Lökken verk, Norge.

DI **Matti Lindström**. Os: Kirkkotie, 13880 HATTULA.  
DI **Pekka Lovén**, Outokumpu Oy KTR, tutkimusinsinööri. Os: Ruuhitie 40 D 8, 80160 JOENSUU 16.

DI **Markku Matilainen**, Oy SKF Ab, tuotepäällikkö. Os: Miniatoritie 3 C 7, 02360 ESPOO 36.

DI **Nils-Göran Mattfolk**, Aluminiumsmelteiset A/s, Strømsveien 87, 1473 Skårer, Norge. Adr: Haukiverkko 12 B 17, 02170 ESPOO 17.

DI **Olavi Mattila**. Os: 05470 HYVINKÄÄ 47.  
DI **Liisa Muurinen**, Teknillinen tarkastuskeskus, tarkastaja. Os: Merivalkama 1 H 67, 02320 ESPOO 32.

DI **Timo Muurinen**, Telemekaniikka Oy, myyntipäällikkö. Os: Merivalkama 1 H 67, 02320 ESPOO 32.

DI **Eija Naakka** on nyt Eija Meriläinen. Os: Säynäväntie 5 B, 02170 ESPOO 17.

DI **Harri Natunen**. Adr: N-7332 Lökkenverk, Norge.  
TKL **Harri Nevalainen**, Insinööritoimisto Harri Nevalainen, tuotekehitys-, materiaali- ja lämpökäsittelykäsytymysten konsultti. Os: PL 25, 55611 IMATRA.

DI **Juha-Pekka Niukkanen**. Os: Tammikuja 1, 21110 NAANTALI 2.

TKL **Martti Paju**, Max-Planck-Institut für Eisenforschung, tutkija. Os: Hüttenstr. 65, D-4000 Düsseldorf.

DI **Mikko Palviainen**. Os: Hakarinne 2 N 178, 02100 ESPOO 10.  
DI **Kari Parvento**. Os: Mustalahdenkatu 26 A 8, 33210 TAMPERE 21.

FK **Risto Pietilä**. Os: Pohjoisahonkatu 19 as. 7, 83500 OUTOKUMPU.

DI **Heikki Pitkänen**, Rautaruukki Oy Rautuvaaran kaivos, rikastusinsinööri. Os: Raippellontie 1 A 3, 95900 KOLARI.

TKL **Raimo Pulkkinen**, VTT Metallurgian laboratorio, metallien muokkaus- ja lämpökäsittelytekniikan jaoston päällikkö. Os: Puisto-kaari 19 B 16, 00200 HELSINKI 20.

TK **Jukka Putro**. Os: Vilpunnitky 3, 92130 RAAHE 3.  
Ins. **Markku Päiväläinen**. Os: Puutarhakatu 7 B 29, 95400 TORNIO.

DI **Sisko Päiväläinen**. Os: Puutarhakatu 7 B 29, 95400 TORNIO.

DI **Esa Rantaheikka**, Outokumpu Oy Engineering Division, Espoo, projektipäällikkö. Os: Friisinniityntie 30 A, 02240 ESPOO 24.

DI **Eeva-Liisa Riihimäki**. Os: Krapistontie 27, 28450 VANHALVILA.

Ins. **Esko Riikonen**. Os: 7306 Bobolink CT, Columbia MD 21046, USA.

DI **Olaus Ritamäki**, Ovako Oy Ab Engineering, Koverhar, kehitysinsinööri. Os: Solhult 2 as. 1, 10820 LAPPOHJA.

DI **Paavo Rönkkö**, Zeofinn Oy Haminan tehtaas, käyttöinsinööri. Os: Rälssimiehentie 2 A 2, 49470 KIVELÄ.

FK **Tapio Salaterä**, Ruskealan Marmori Oy Louhen kalkkitechdas. Os: 58220 LOUHI.

DI **Taneli Salervo**. Os: Vapaudenkatu 18 B 17, 28100 PORI 10.

DI **Alpo Seppänen**, Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos, rikastamon tutkimus- ja kehitysinsinööri. Os: Koivikkotie 4 A, 86900 PYHÄKUMPU.

Ins. **Erik Silander**, eläkkeellä. Os: Jalustinkatu 3 F 70, 20880 TURKU 88.

FK **Saara Soininen**, Oy Tamro Ab Laboratoriotuotelinja APTA, tuotepäällikkö.

DI **Sauli Suominen**, Oy Höganäs Ab, Teollisuusmineraalit, myyntinsinööri. Os: Perämiehenkatu 4 B 22, 00150 HELSINKI 15.

FK **Klaus Säynäjärvi**. Os: Kaarikatu 3 A 1, 33100 TAMPERE 10.

DI **Timo Tervonen**. Os: Voionmaankatu 71 A 6, 33300 TAMPERE 30.

FK **Olavi Waldén**. Os: Itätuulenkuja 7 B 31, 02100 ESPOO 10.

DI **Pekka Vauramo**. Os: Laationtie 3 B, 86440 LAMPINSAARI.

DI **Jouko Virta**. Os: Sitarla, 09630 KOISJÄRVI.

FK **Erkki Vornanen**. Os: Kenttäpostinkuja 2 B, 90160 OULU 16.  
DI **Antti Öhberg**, Saanio & Laine Oy, projekti-insinööri.

### HELSINGIN YLIOPISTO

#### Geologian laitos

Filosofian lisensiaatti:

**Punkari, Mikko**: "Baltian kilven itäosien glasiodynamiikka".

Filosofian kandidaatit:

**Backman, Birgitta**: "Pohjavesien likaantuminen erilaisissa geologisissa muodostumissa".

**Berger, Juha**: "Eräiden Keski-Uudenmaan meriviemärin tunneliosuuskien vaikutus alueen pohjavesiolosuhteisiin".

Työssä tutkitaan eräiden Keski-Uudenmaan meriviemärin tunneliosuuskien vaikutusta alueen pohjavesiolosuhteisiin sekä tarkastellaan lyhyesti ennen tunnelin rakentamista, konsultin toimesta tehtyjen esitutkimusten onnistumista (tunnustelureiän, injektointien sekä ruiskubetonoinnin käyttö).

Tunnelinlinja jaettiin osa-alueisiin sen mukaan, onko pohjavesiolosuhteissa tapahtunut muutoksia. Tutkimuksessa ei havaittu muutoksia pohjavesiolosuhteissa sellaisilla alueilla, joilla alitettiin tunnelin suurin sallittu kokonaisvuotovesimäärä 6 l/min/100 m (= 8,64 m<sup>3</sup>/vrk/100 m). Tutkitulla linjalla oli kolme aluetta, joilla pohjavesiolosuhteet ovat tunnelirakennuksen vuoksi muuttuneet (Koivuhaka plv 2200–2300, Ruskeasanta sekä Harjusuo) sekä yksi alue, jolla pohjavesiolosuhteet mahdollisesti ovat muuttuneet (Koivuhaan urakkajakso).

Koivuhaan (plv 2200–2300) alueella ilmenevät muutokset pohjavesiolosuhteissa johtuvat tunneliin valuvista suurista vuotovesimääristä. Vuodot liittyvät luoteis-kaakko-suuntaiseen ruhjevöhykkeeseen, ja ruhjevöhykkeen kivi on suurelta osin voimakkaasti kemiallisesti rapautunutta. Voimakkaimmillaan vuodot ruhjealueella ovat olleet noin 270 m<sup>3</sup>/vrk ja joulukuussa 1982 valui tunneliin pohjavettä n. 100 m<sup>3</sup>/vrk. Vuodot aiheuttavat alueellista pohjavedenpinnan alenemista ja joulukuussa 1982 määritettiin sen alueen halkaisijaksi, jolla pohjavedenpinta on alentunut vähintään 1/2 m n. 500 m. Alueella muodostuvan pohjaveden määräksi vuosikeskiarvona laskien määritettiin 55–110 m<sup>3</sup>/vrk.

Ruskeasannan alenema-alue havaittiin erittäin paikalliseksi ja alenema pieneksi (n. 1/2 m). Pohjavedenpinta nousi normaalkina pidettävään tasoon tunnelissa tehtyjen tiivistystoimenpiteiden jälkeen. Tunnelissa mitatut vuotovesimäärät olivat tällä alueella suurimmillaan n. 50 m<sup>3</sup>/vrk.

Harjusuo-alueella mitattiin suurimmillaan yli 400 m<sup>3</sup>/vrk suuruisia vuotovesimääriä ja näihin liittyen alueella esiintyi voimakasta pohjavedenpinnan alenemista. Pohjavedenpinta saatiin nostetuksi normaalille tasolle tunnelin tiivistämisen ja keinotekoisien pohjaveden imeytämisen avulla. Tiivistystöiden päätyttyä oli tunneliosuus saatu niin tiiviiksi, että pohjavedenpinta pysyi normaalilla tasollaan, vaikka pohjaveden imeytys lopetettiin.

Tunnelinlinjalla tehtyjen esitutkimusten perusteella ennakoituista esi-injektointimääristä toteutui 64 %, jälki-injektointimääristä 67 % ja ruiskubetonoinnista 30 %. Tehtyjen ruiskubetonointien vähäinen määrä selittyi osittain sillä, että tunneli louhittiin pääosin pientunnelina, jolloin lujitusten tarve on pienempi kuin poikkipinta-alaltaan suuremmassa tunnelissa. Esitutkimuksissa on havaittu kaikki tunnelirakennuksen kannalta merkittävät ruhjeet ja ne on useimmiten paikallistettu varsin tarkkaan. Paaluvälillä 2200–2300 oleva voimakas ruhje on arvioitu huomattavasti lievemmäksi kuin se todellisuudessa on, eikä siihen liittyviä voimakkaita vesivuotoja ole ennakoitu.

**Haila, Heikki**: "Ancyclusjärven rannansiirtyminen Helsingin lähellä."

**Huttunen, Timo**: "Maaperäkartoituksesta ja erityyppisten maaperäkartoitusten välisistä eroista."

**Muhonen, Airi**: "Lapinlahden harjun synty ja myöhäisempi kehitys."

Lapinlahden harju, joka kuuluu osana Jaamankankaan reunamuodostumasta alkavaan ja Pohjanlahden rannikolle päätyvään harjujaksoon, on muodostunut kahden kielekevirran välisenä saumamuodostumana. Kielekevirtojen syntymiseen on vaikuttanut lähinnä maaston topografia. Harjun kasannut jäätikköjoki on virrannut näiden kahden eri paksuisen ja eri nopeudella virranneen kielekevirran välillä.



Noin 8700 B.P. jää oli hävinnyt kokonaan, ja harjun peitti myöhäisglasiaalinen meri. Voimakkaan maankohoamisen ja vedenpinnan regressioon vaikutuksesta harju nousi vähitellen merestä. Tästä kehityksestä on merkkeinä harjun rinteillä eri korkeuksilla olevat muinaiset rantatörmät, pallekivikot ja rantavallit. Ylin ranta on Yoldia III, jonka korkeus on noin 160 m. Alempia Yoldia-vaiheiden rantoja on myös havaittavissa. Ancyclusranta näkyy paikoin myös selvästi, ja sen korkeus on 110 m. Ancyclusrannan ikä voitiin myös ajoittaa eräästä rannasta löytyneen orgaanisen kerroksen avulla, ja rannan iäksi saatiin radiohiilijoiutuksella  $8520 \pm 100$  B.P. Suursaimaan rantoja voidaan erottaa kaksi, joista ylempään korkeus on 108 m ja alemman 103 m.

Rantakerrostuma peittää harjua lähes kauttaaltaan, ja sen erottaa primäärisestä harjusedimentistä ohut kivikerros. Tyypillistä Lapinlahden harjulle on materiaalin hienous. Sedimenttirakenteista ristikerroksellisuus on vallitseva.

Harjun morfologia vaihtelee korkeista selänmuodoista tasaisiin hiekkakenttiin. Paikoitellen harjuaines on peittynyt kokonaan postglasiaalisedimenttien alle.

Pohjavesi- ja soravarojen vuoksi harju on Lapinlahden kunnalle hyvin merkittävä. Soranotto on laajamittaista, ja se onkin tuhonnut harjumaisemaa jo pahoin.

**Nupponen, Juha:** "Luumäen Juvainsaarensuon kehityshistoria ja soveltuvuus turvetuotantoon."

Tutkielman tarkoituksena on selvittää Juvainsaarensuon kehityshistoria ja soveltuvuus turvetuotantoon. Siitepölytutkimusten lisäksi on tarkasteltu turpeen keskeisimpiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia ja niiden muutoksia syvyyden kasvaessa. Tutkimuskohteena oleva Juvainsaarensuo sijaitsee Luumäen kunnassa Kaakkois-Suomessa. Suosta on turveinventoinnin lisäksi otettu siitepölynäytteet mäntäkairalla ja näytteet tilavuustarkalla kairalla laboratoriotutkimuksia varten.

Juvainsaarensuo on ojituksen vaikutuksesta pitkälle muuttunut rakkavaltainen rämettyypin suo. Keskimaatuneisuus on H 5.6. Kuiva-aineen määrä on keskimäärin  $77 \text{ kg/m}^3$ . Tuhkapitoisuus, pH ja rikkipitoisuus kasvavat syvyyden myötä. Ojitus on vaikuttanut tilavuuspainoon ja suon vesipitoisuuteen suon pintaosissa. Tilavuuspaino ja lämpöarvo ovat suurimmillaan suon pinta- ja keskiosissa. Tilavuuspainoon vaikuttavat erityisesti vesipitoisuus ja ojitussyvyyden alapuolella maatumisaste.

Juvainsaarensuon energiasisällöksi on saatu 50 %:n kosteudessa 5.772 milj. GJ. Saatujen tulosten perusteella Juvainsaarensuon voittoa sopivan hyvin polttoturvetuotantoon.

**Parviainen, Jouko:** "Hydrometeorologisten, litologisten ja antropologisten tekijöiden vaikutuksesta ilmakehän ja maamme pohjavesien epäorgaaniseen aineskoostumukseen".

**Peura, Heikki:** "Harjujen geologiasta Lammilla, Tuuloksessa ja Hauholla."

**Suuronen, Jari:** "Maalajien tutkiminen räjäytysseismisellä refraktioluotauksella."

Tutkimuksessa on tutkittu 28 seismistä linjaa yksityiskohtaisesti ja vertailtu luotaustuloksia linjalta tai sen välittömästä läheisyydestä saatuihin koekuoppa- ja kairaustietoihin.

Seismisen luotauksen on todettu soveltuneen vain otollisissa olosuhteissa maalajien määrittämiseen. Virhemahdollisuuksia ovat lisänneet maa- ja kalliopinnan topografiset vaihtelut, ohuet pinta- ja välikerrokset, kaltevat maakerrokset ja rikkonainen, rapautunut kallio.

Ohuen pintakerroksen seismisiksi nopeuksiksi on todettu säännöllisesti 200–500 m/s riippumatta heijarikairausvastuksella määritetyn tiiveyden suuruudesta. Pohjavedenpinnan yläpuolisten moreenimaalajien nopeusvaihteluiden onkin todettu riippuvan joko tiiveyden ja/tai vesipitoisuuden muutoksista.

Sora-alueilta on määritetty maalajien kiviäpitoisuuksia. Niiden on todettu suurentaneen seismistä nopeutta selvemmin kivisyyden noustessa yli 50 %:n. Myös suurien kivien (yli 300 mm) määrän lisääntymisen on todettu vaikuttaneen seismistä nopeutta suurentavasti.

Pohjavedenpinnan yläpuolisen, pintakerroksen alla olevan moreenin seismiset nopeudet on todettu yllättävän pieniksi keskittyen välille 700–900 m/s. Pohjavedenpinnan alapuoliset nopeudet ovat olleet enimmäkseen "normaalit" — 1700–2000 m/s. Todetut soran pääasialliset nopeudet, 400–900 m/s, menevät moreenin nopeuksien kanssa osittain päällekkäin. Soralla ja kivisellä soralla on todettu yli 1000 m/s nopeuksia. Hiekan nopeuksissa on myös havaittu huomattavaa vaihtelua niiden ollessa pohjavedenpinnan yläpuolella 280–850 m/s.

**Tirronen, Tauno:** "Kartta- ja ilmakuvatulkinnan perusteista ja käytöstä pohjavesigeologiassa. Vertailualueina Oulun vesipiirin neljä pohjavesihavaintoasemaa."

Työn tarkoituksena oli selvittää erityyppisten karttojen ja ilmakuvien

pohjavesigeologista tulkintakelpoisuutta. Tulkinta-alueiksi valittiin Oulun vesipiirin neljä pohjavesihavaintoasemaa lähiympäristöineen. Koska ilmakuvien ja karttojen mittakaavat vaihtelivat 1:400 000–1:20 000 välillä ja tulkitsijana oli yksi ja sama henkilö, ei varsinaista paremmuusvertailua eri materiaalien välillä tehty. Tulkintapohjana käytettiin 1:30 000 mustavalkoita ilmakuvia sekä tulkinnan apuna karttoja ja vääräväri-ilmakuvia. Lisäksi 1:60 000 väärävärikuviasta tehtiin osatulkintoja. Alueista piirrettiin pintavesistö- ja maaperäkartat, havaitut pohjavesien virtaussuunnat sekä kallioperän heikkousvyöhykkeitä kuvaavat lineamenttikartat. Kartakkeista piirrettyjä liitekuultoja vertailtiin keskenään eri elementtien keskinäisen vaikutuksen selvittämiseksi. Kirjallisuustarkastelussa kävi selväksi ilmakuva- ja karttamateriaalin monipuolinen käyttö ja suositeltavuus vesistö-, maaperä-, kasvillisuus- ja rakennusgeologisissa tarkasteluissa. Lineamenttien vaikutusta kalliopohjavesien virtauksiin ei pohdittu eikä kalliopaljastumien kenttähavaintoja tehty. Omassa tulkintaosuudessa käytiin rinnan kaikkea kuvamateriaalia tukemaan tai hylkäämään tulkinnan yksityiskohtia. Väärävärikuviat osoittautuivat erittäin antoisiksi kosteudesta riippuvien elementtien havaitsemiseen. Tulkintatulokset ovat henkilökohtaisen geologisen tiedon, alueen tuntemisen ja kuvatulokinnan summa.

**Uutela, Anneli:** "Veteen kerrostuneiden hienorakeisten sedimenttien suhteesta ylimpään rantaan Loimaan, Porvoon, Jyväskylän, Savitaipaleen ja Kuopion karttalehtien alueilla kairausaineiston perusteella."

## OULUN YLIOPISTO

### Prosessiteknikan osasto

#### Diplomi-insinöörit:

**Alasaarela, Eeva:** "Sulatusten suunnittelumallin kehittäminen."

Tilautusten leikkausongelmalla (cutting stock problem) tarkoitetaan bruttokokojen (stock size) leikkaamista tilausten vaatimiin kokoihin minimoimalla materiaalihäviö tai kokonaiskustannukset. Tutkimuksen kirjallisuusosassa tarkastellaan 1- ja 2-dimensioisten tilausten leikkausongelmien käytännön sovellutuksia ja ongelman ratkaisuun kehitettyjä algoritmeja. Tarkastelun pääpaino on Gilmoren ja Gomoryn paperiteollisuuden trimmityshäviöongelmiin (trim loss problem) kehitettyjen algoritmien kuvauksessa. Lajitteluongelman (assortment problem) kuvauksessa tarkastellaan bruttokokojen dimensioiden ja kappalemäärän vaikutusta syntyvään materiaalihäviöön.

Kokeellisessa osassa kartoitetaan Rautaruukki Oy:n Raahan rauta-tehtaan sulatusten suunnitteluparametrit ja reunaehdot sekä esitetään miten nämä voidaan huomioida koneellisessa sulatusten suunnittelussa. Koneellisessa sulatusten suunnittelussa tavoitteena on vaihtoehtoisia aihokokoja ja vaihtoehtoisia aiholaatuja käyttämällä suunnitella tuotokseltaan ja kustannuksiltaan optimaalisia sulatuksia. Lopuksi esitetään malli, jossa vaihtoehtoisten aihokokojen ja vaihtoehtoisten aiholaatuojen yhdistelmämahdollisuudet käytetään hyväksi pyrittäessä tasakokoisiin ja suosituspainoisiin sulatuksiin. Mallia sovelletaan todelliseen aineistoon ja tuloksia verrataan samalla aineistolla manuaalisesti suunniteltuihin sulatuksiin.

**Ingerntilä, Kauko:** "Koksimurskeen laadun vaikutus sintraustulokseen."

Tutkimuksessa on tarkasteltu polttoaineen laadun ja raekoon sekä palautemäärän vaikutusta sintraustulokseen.

Kirjallisuusosassa on tarkasteltu sintraukseen soveltuvia polttoaineita ja niiden optimiraekokoa. Lisäksi on tarkasteltu koksien parasta lisäyskohtaa.

Koesintrauksissa on havaittu parhaimmaksi polttoaineksi norjalainen koksimurska. Raekokotarkastelussa on polttoaineen paras koko 0,5–4 mm, jolloin on saatu suurin tuotanto pienimmällä kulutuksella. Optimipalautemääräksi on saatu noin 30 %.

**Keskitalo, Erkki:** "Lämmönsiirron kriteerien määrittäminen jäähdytysenergian kulutuksen optimoimiseksi."

Työn alkuosa käsittelee eri lämmönsiirtomekanismeja ja niissä vaikuttavia tekijöitä. Sen lisäksi tarkastellaan eri jäähdytysjärjestelmien soveltuvuutta ja taloudellisuutta rauta- ja terästehtäissä.

Esimerkkitapauksina tutkitaan lämmönsiirtoa jatkuvavalkokoneen kokillissa ja masuunin vaipan jäähdytystä. Muodostuva ilmarako on suurin lämmönsiirron vastus kokillissa ja jäähdytysveden virtausolosuhteilla voidaan vaikuttaa kokonaislämmönsiirtoon vain vähän. Sen sijaan pumppauskustannusten säästämiseksi veden virtausmäärää voidaan vähentää erilaisilla jäähdytyskanavajärjestelmillä. Lisäksi paine-



häviö kokillissa on niin pieni, että suurin osa kokonaispainehäviöstä tapahtuu kokillin ulkopuolella. Tämä edellyttää pumppauskustannuksia ajatellen oikeaa putkistosuunnittelua.

Masuunin vaipan jäähdytyksessä suurimmat lämmönsiirtoon vaikuttavat tekijät ovat tulenkestävä muuraus ja sen tilalle muodostuva autogeeninen muuraus. Ilman näitä jäähdytyselementit palavat puhki suurimmassa osassa masuunia. Energian kulutuksen kannalta suljettu jäähdytysjärjestelmä on edullisempi avoimeen jäähdytysjärjestelmään verrattuna.

## TAMPEREEN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

### Materiaaliopin laitos

Diplomi-insinöörit:

**Herjo, Raimo:** "Spektrofotometrin testaaminen".

Työssä kalibroitiin ja tarkastettiin materiaaliopin laitoksen venäläisvalmisteen spektrofotometri DFS-36. Laitteisto kalibroitiin tietyille metalliseostyypeille koostumukseltaan tunnettujen standardien avulla.

Tarkastuksessa analysoitiin pitoisuusiltaan tunnettuja näytteitä. Tarkoituksena oli selvittää analysaattorin tarkkuus ja toistavuus. Tulokset esitettiin osaksi taulukkoina, osaksi graafisesti. Ne osoittivat, että spektrometrin tarkkuus ja toistavuus eivät ole erityisen hyviä käytetyillä standardeilla ja analysointiparametreilla eivätkä yllä nykyaikaisen analysaattorin tasolle. Laitteiston kunto ja toiminta olivat sinänsä moitteettomat, mutta koska spektrometrissä on pyritty tekemään yleisanalysaattori, jolla voitaisiin tutkia hyvin monentyyppisiä seoksia, on selvää, että sillä ei sellaisena voida analysoida mitään seostyyppiä tarkasti. Jatkossa olisikin päätettävä, mitä seostyyppiä sillä halutaan analysoida, ja viritettävä laitteisto vastaaville alkuaineille.

**Junnila, Jarmo:** "Kuparin ja messingin nopea deformaatio".

**Karavirta, Olli:** "Jauhinlevyn materiaalit".

Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla olemassa olevia jauhinlevymateriaaleja ja kehittää niitä edelleen.

Kaikille koemateriaaleille suoritettiin seuraavat kokeet: iskukoe, korroosio- ja magneettisuusmittaus ja kulutuskokeet. Kulutuskokeet tehtiin kahdessa osassa: ensimmäisessä vaiheessa tutkittiin koemateriaalin kulumista törmäyskulman funktiona. Tämän kokeen perusteella valittiin materiaalit jatkokeiteita varten. Toisessa vaiheessa tutkittiin jauhinterän tärkeintä ominaisuutta eli hampaan leikkaavan särmän kykyä pysyä terävänä.

Työn tuloksena löydettiin useita materiaaliyhdistelmiä, joiden jauhatusominaisuudet ovat paremman kuin vertailumateriaalilla. Lupavimpia materiaaleja suositeltiin täyden mittakaavan kokeisiin.

**Lehtonen, Pentti:** "Eroosiokorroosion simulointi leijukerrosproloosissa".

**Nikkilä, Antti-Pekka:** "Hiomakiven kestävyys".

**Nummelin, Tapani:** "Pallograafiittirautojen valmistukseen liittyvistä ongelmista".

**Nurminen, Pasi:** "Teräslangan profilointimuokkaus".

**Ritakorpi, Arto:** "Nuorrutettujen erikoislujien rakenneterästen hitattavuustarkastelu".

**Uimonen, Kari:** "Ruostumattoman teräksen väsymiskestävyys merivedessä".

Tämän tutkimustehtävän tarkoituksena on ollut selvittää tyhjökäsittelyn vaikutusta niukkahiilisen martensiittisen ruostumattoman teräksen väsymiskestävyteen merivedessä. Vertailumateriaalina käytettiin samaa terästä valokaariuunissa sulatettuna.

Materiaalien väsymislujudet määritettiin vakiojännitysmenetelmällä sinimuotoisissa veto-puristus- ja kiertotaivutuskokeissa. Kokeet suoritettiin huoneenlämpötilassa ilmassa ja keinokeisissa merivedessä. Saatut tulokset osoittivat, että ilmassa tutkittujen terästen väsymiskestävydet eivät eronneet toisistaan. Merivedessä suoritetuissa kiertotaivutuskokeissa tyhjäkäsitellyn teräksen korroosioväsymiskestävyys oli huomattavasti parempi kuin valokaariuunissa sulatetun teräksen. Valokaariuunissa sulatettu teräs sisälsi runsaasti mangaanisulfideja, jotka tyhjäkäsitellystä teräksestä puuttuivat lähes kokonaan. Veto-puristuskokeissa materiaalien korroosioväsymiskestävydet eivät eronneet toisistaan. Eroa ei tullut, koska jännitys tässä kokeessa jakautui tasaisesti koko sauvan poikkipinnalle.

## TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

### Vuoriteollisuusosasto

Tekniikan tohtori:

Teknillisen korkeakoulun Vuoriteollisuusosastolla tarkastettiin 17.12.1983 klo 12. isossa luentosalissa V4 (Vuorimiehentie 2) tekniikan liseniaatti **Heikki Sundquist**'in väitöskirja "Ion plating as a Deposition Method for Tribological Coatings". Vastaväittäjänä toimii professori John Halling Englannista, Salfordin yliopistosta ja kustoksena toimi professori Martti Sulonen Teknillisestä korkeakoulusta.

Väitöskirja käsittelee kulutusta kestävien pinnoitteiden valmistamista lähinnä metallien muovaavan ja lastuavan työstön työkalujen kestoian pidentämiseksi. Pinnoitusmateriaalina olivat titaaninitridi ja alumiinipronssi. Työssä osoitettiin, että menetelmällä voidaan pikaterästyökalujen kestoikä nostaa 3...50 kertaiseksi pinnoittamattomiin verrattuna työstömenetelmästä riippuen.

Tekniikan liseniaatit:

**Auerkari, Pertti:** "Höyryputkistojen virumisvaurio ja jäännöselinikä".

Työssä on tarkasteltu niitä syitä, jotka ovat estäneet virumisvaurion teorian suoranaista hyväksikäyttöä voimalaitosten kuumien höyryputkistojen elinikäarvioissa. Pääsyy piilee käyttökelpoisen ennusteen vaatimuksiin nähden epätarkkoissa tiedoissa putkistojen käyttöhistoriasta. Vaikkeitä voidaan kuitenkin kiittää, sillä virumisvaurion kehityksenopeudella on rakennekohtainen tilastollinen yläraja, jota ilmaisee höyryputkistoissa rikkomattomalla jäljennetarkastuksella havaittava raerajakolojen morfologia. Tähän perustuva vaurion ja minimikäyttöiän luokittelu sopii hyvin höyryputkiston muotokappaleille, joista aika jättää todennäköisesti ensimmäisenä. Suorien putkenosien ja tulistimien eliniän arviointi käy paremmin virumiskoetulosten perusteella; erikoistapauksissa myös putkien virumamittauksia voidaan hyödyntää.

Kokeellisena osana on arvioitu yli kaksi kertaa suunnittelukänsä ylittäneen höyryputkiston osan kuntoa ja jäännöselinikä. Tulokset osoittavat systeemiä jännitysten ratkaisevaa osuutta kriittisissä putkiston kohdissa, sillä vaurio oli pisimmälle edennyt putkiston seinämältään paksuimmissa osissa. Paikoitellen laajalle levinnyt makroskooppinen virumisräöily viittaa siihen, että särötkin etenivät tarkastusvälien mittakaavassa suhteellisen hitaasti. Jäljennetarkastuksen normaali arvosteluasteikko näyttää riittävän takaamaan käyttöturvallisuuden oikein tehdyn tarkastuksen ja siihen mahdollisesti liittyvien korjausten jälkeen. Kokonaisten komponenttien tai putkiston osien uusiminen ei todennäköisesti ole yleensä tarpeen vanhoisakaan laitoksissa, vaikka höyryputkistoista havaittaisiin säröilyksi kehittyneitä virumisvaurioita.

**Blomqvist, Runar G.:** "Teollisuusmineraalien käyttö Suomessa tarkasteltuna eräiden teollisuuden toimialojen perusteella".

Tutkimuksessa tarkastellaan teollisuusmineraalien teollista käyttöä Suomessa. Teollisuusmineraaleilla tarkoitetaan niitä luonnon mineraalisia aineita ja näihin verrattavia keinotekoisia aineita, joita voidaan hyväksikäyttää teollisesti muussa tarkoituksessa kuin metalli- tai energiasäilytyksensä vuoksi.

Ensiksi tarkastellaan tilastollisen aineiston (teollisuustilaston) perusteella teollisuusmineraalien käyttöä maamme teollisuudessa kokonaisuutena ja erikseen sen eri toimialoilla. Tarkastelun pohjaksi koottu taulukkomuotoinen aineisto sisältää käytön määrät, arvot ja kotimaisuusasteet.

Tämän jälkeen tarkastellaan yksityiskohtaisesti teollisuusmineraalien käyttöä kahdella valikoidulla teollisuuden toimialalla ja arvioidaan raaka-aineiden käytön kartoituksen sekä laatuvaatimuksia koskevien tarkastelujen perusteella potentiaalisten kotimaisten raaka-ainevarojen hyväksikäytön edellytyksiä. Toimialat ovat lasin valmistus ja kumin valmistus. Näistä edellinen edustaa teollisuuden niitä toimialoja, joissa teollisuusmineraalit ja näiden jalostukseen perustuvat kemikaalit käytännössä muodostavat valmistettavan tuotteen pääasialliset raaka-aineet ja joissa tuotanto usein on jakuvuotoimisiin prosesseihin perustuvaa massateollisuutta. Jälkimmäinen toimiala taas on esimerkkinä toimialasta, jossa teollisuusmineraaleja käytetään muiden raaka-aineiden täydentäjinä, esimerkiksi täyteaineina, ja jossa käytön määrät ovat pienehköjä, mutta laatuvaatimukset korkeat.

**Häkkinen, Kari:** "Materiaali tapaturmatekijänä".

Työssä selvitetään materiaalitekniikan ja työturvallisuuden välisiä yhteyksiä sekä materiaalien ja tuotteiden turvallisuustason arviointitapoja. Teknisen järjestelmän turvallisuus määräytyy järjestelmän vaaroista sekä tapaturmariskistä. Riski voidaan kuvata erilaisina tapaturmien esiintymisen yleisyyden ja seurausten vakavuuden yhdistel-

minä. Turvallisuuden edellytys on, että tapaturmariski on hyväksyttävällä tasolla.

Materiaalivauriot vaikuttavat turvallisuutta huomontavasti joko suoraan tai välillisesti, ne voivat olla joko tapaturmien syytekijöitä tai seurauksia. Vaurio on seurausta materiaalin ylläsituksesta jonkin kestävyysominaisuuden suhteen. Eräitä ehdotuksia vaurioitumismekanismien luokittelujärjestelmiksi on olemassa. Tavallisimpia metalleihin liittyviä vaurioitumistapoja ja niiden ehkäisyä kuvataan kirjallisuuden perusteella ilmiökohtaisesti, painottaen turvallisuuden kannalta keskeisiä näkökohtia.

Materiaalivaurioiden syyt voidaan jakaa tuotevikoihin ja käyttövirheisiin. Lähes kaikkien vaurioiden taustasyitä ovat inhimilliset virheet ja puuttuva tieto. Kaikkien vauriotapausten systemaattinen tutkinta voi toimia varoitusjärjestelmänä ja estää vakavien onnettomuuksien syntymisen. Kytkeillä vaurioitumisen suunnitteluun ja tuotantoprosessiin tuotteen ominaisuudet voidaan kehittää entistä paremmin vaatimuksia vastaavaksi. Suunnittelussa vaurioitumisriski on perinteisesti pyritty hallitsemaan varmuuskertoimien avulla. Luotettavuuteen perustuvalla suunnittelumenetelmällä voidaan arvioida myös todellinen vaurioitumisriski. Materiaalin valinnassa kestävyys- ja rasitusfunktiot sovitetaan yhteen halutun luotettavuuden aikaansaamiseksi.

Sidontavanteita käytetään yleisesti mm. ohutlevyjen pakkauksessa. Turvallisuusongelmia ovat vanteiden katkeilu kuljetuksissa sekä iskut ja viiltohaavat sidontatöissä. Turvallisuuteen vaikuttavia ominaisuuksia ovat lujuus ja sitkeys, iskunkestävyys, liitoskohtien kestävyys, katkeamistapa ja reunojen terävyys. Vetokokein verrattiin teräs- ja muovivanteita sekä eri liitosmenetelmiä. Kokonaisarviointi tehtiin arvonaluysia käyttäen. Vaikka polypropeenin- ja polyesterivanteilla saavutetaankin tavanomaisiin teräsvanteisiin nähden turvallisuutta edistäviä parannuksia, bainitoitujen teräsvanteiden turvallisuustaso on korkein vaativissa käyttöolosuhteissa hyvien lujuus-sitkeysominaisuuksien ja liitosten kestävyysominaisuuksien ansiosta.

Toinen arviointikohde oli levyjen nostotarraimet. Tarraimen kiinnitysriippuu kitkaolosuhteista ja puristusvoimasta levyn ja tartuntapintojen välissä. Kulumisen heikentää nopeasti tartuntaominaisuuksia niissä tarraimissa, joissa puristusvoima suhteessa vetoon on pieni. Kokeellisesti verrattiin epäkeskotarraimien puristusveto-suhteita, tarraimien jättämiä puristusjälkiä sekä varmuuslaskinnan tehokkuutta. Tutkitut tarraimet asetettiin paremmuusjärjestykseen arvoanalyysin avulla.

**Paju, Martti:** "Tutkimus booriterästen iskusitkeyteen vaikuttavista tekijöistä."

Työn johdanto-osassa on laaja-alaisen kirjallisuustutkimuksen avulla pyritty selvittämään nykyistä käsitystä booriterästen metalliopin keskeisistä kysymyksistä: boorifaasit ja niiden esiintyminen, boorin suotauminen austeniitin raerajoille, boorin suojaus, boorin karkenevuusefekti ja sitä koskevat teoriat sekä boorin vaikutus teräksen lujuuteen, sitkeyteen sekä muihin teknologisiin ominaisuuksiin.

Kokeellisessa työssä on koeläpätusten avulla tutkittu boorin vaikutusta fosforin suotautumiseen austeniitissa sekä boorin suojaustavan vaikutusta teräksen karkenevuuteen, iskusitkeyteen, rakeenkasvuun ja lastuttavuuteen. Suotautumistutkimuksissa määritettiin raerajamurtuman määrä pyyhkäiselektronimikroskopiolla (SEM). Suojaustapututkimuksissa käytettiin normaalin aineenkosketusmenetelmän lisäksi SEM:aa tutkittaessa murtumismuodon riippuvuutta suojaustavasta. Koemateriaalien rakennetutkimukset tehtiin valo- ja läpivalaisuelektronimikroskopiolla.

Suotautumistutkimuksissa havaittiin boorin voimakkaasti vähentävän austeniitissa tapahtuvan fosforin suotautumisen aiheuttamaa raerajahaurautta ja Auger-tutkimuksissa tämän todettiin johtuvan boori-seostuksen aikaansaamasta fosforin raerajapitoisuuden alenemisestä. Ilmiö on selitetty repulsiivisen boori-fosforivuorovaikutuksen avulla, käyttäen Guttmanin suotautumismallia.

Suojaustapatutkimuksissa havaittiin yksinomaisella Al-suojausella saavutettavan parhaat iskusitkeysominaisuudet samalla, kun boorikarkenevuus oli hyvä eivätkä teräksen rakeenkasvuominaisuudet ja lastuttavuus olleet muilla tavoin suojattuja teräksiä heikommat.

Diplomi-insinöörit:

**Bergman, Susanna:** "Varusteluksiköiden käytön optimointi pienten erikoislaivojen konehuonesuunnittelussa ja rakentamisessa".

Työ selvittää varusteluksikkörakentamisen edut ja haitat konehuoneen suunnittelussa ja rakentamisessa. Työssä käydään läpi eri vaihtoehtoja, joista voidaan rakentaa varusteluksiköitä. Näistä vaihtoehtoista valittiin kolme, joista suunniteltiin varusteluksiköt. Mainituista kolmesta varusteluksiköstä tehtiin taloudellisuustarkastelu, jossa verrattiin varusteluksikkörakentamisen kannattavuutta siihen, että vastaavat järjestelmät rakennettaisiin suoraan laivaan. Lisäksi on käsitelty, kannattaako telakan itse rakentaa varusteluksiköt vai onko ne edullisempaa hankkia alihankintana.

Lopuksi on suositukset jatkotoimenpiteiksi.

**Ekman, Kim:** "Ett litteraturstudium i aluminiumlegeringars användning som fasadmateriel och faktorer som inverkar därpå."

Syftet med arbetet har varit att belysa framställningen av aluminiumprofiler, deras ytbehandling och egenskaper samt vilka faktorer som inverkar på produktiviteten och kvaliteten. En förfrågning hos dörr- och fönsterverkstäder väntades ge en bild av äsikterna om aluminium som verkstadsmaterial jämfört med andra material.

De viktigaste legeringarna för fasadkonstruktioner är AlMgSi och AlSi1Mg. Dessa är lätta att extrudera och de har egenskaper som gör dem lämpliga för fasadkonstruktioner. De har god färgbarhet och korrosionsbeständighet. Den vanligaste framställningsmetoden är direkt extrudering men röster har höjts för olika former av indirekt extrudering. Fördelarna anses vara bättre kvalitet och mindre andel skrot. Faktorer såsom homogenisering, presshastighet och presstemperatur anses ha största inverkan på resultatet och dessa försöker man kontrollera. Kraven på god ytkvalitet är inte alltid i harmoni med kraven på hög produktivitet eller goda mekaniska egenskaper. Homogeniseringen och den konstgjorda åldringen skall ha största inverkan på resultatet av ytbehandling.

Verkstäderna ställer sig i allmänhet positivt till aluminium. Aluminium anses vara hållbart i praktisk användning om det bearbetas med omsorg. Uppfattningen om de inhemska aluminiumproducenterna är god. De anses kunna tävla med utländska i fråga om kvalitet och leveranspåltilighet.

**Eskola, Jaakko-Veikko:** "Liukulaakereina käytettävien valkometalli-, pronssi- ja sinkkiseosten rakenne ja liukuominaisuudet."

Työssä tutkittiin tavallisimpien liukulaakerimateriaalien mikrorakenteita sekä selvitettiin materiaalien kulumiskestävyys ja kulumismekanismia rajavoiitelualueella.

Kirjallisuustutkimuksessa tarkasteltiin kitkan ja kulumisen yleistä teoriota voitelemattomassa ja voidellussa kosketuksessa sekä tavallisimpia liukulaakerimateriaalien kitka- ja kulumisominaisuuksia.

Kokeellisessa osassa tutkittiin pronssien, valkometallien ja sinkkiseosten kitkaa ja kulumista tavallista akseliterästä vastaan liukuvassa kosketuksessa normaalivoiman ja liukunopeuden funktiona tappikulutuslaskuneella. Liukulaakerimateriaalien ja akselimateriaalin välinen kosketus oli joko voideltu tai kuiva. Voideltuja kokeita verrattiin voitelemattomiin. Voiteluöljyn EP-lisäaineen merkitys kokeiltiin.

Rajavoidelluissa olosuhteissa tinapronssien ja sinkkialumiiniseosten kulumiskestävyys olivat parhaimmat. EP-lisäaine lisäsi kulumisnopeutta, mutta ei vaikuttanut kitkakertoimeen johdonmukaisesti. Kuivassa kosketuksessa valkometalli ja sinkki-alumiiniseokset kuluiivat vähiten. Valkometallien kitkakertoimet olivat alhaisimmat sekä rajavoidelluissa että kuivassa kosketuksessa.

**Gunaratnam, Lawrence A.R.:** "Test methods for evaluating slag — refractory reactions."

The aim of this thesis was to study the refractory wear mechanism and to select suitable refractories for copper converters and hot-metal mixers and to develop refractory mortar for furnace application.

In order to understand the corrosion mechanism and to evaluate the slag attack on refractories, a rotating finger test and an improved test method "Modified sessile — drop method" are employed. In developing the conventional sessile — drop method consideration has been given to the effect of surface roughness on the contact angle and the chemical reaction between the slag and refractory. Results show that magnesia-chrome and alumina-chrome refractories possess good resistance to iron silicate slags. The basic refractory magnesia-chrome (MC 29) wear is decreased by the addition of MgO into the slag. Porosity is found to be the most important measurement for slag infiltration evaluation.

The importance of the refractory mortar is discussed and a novel mortar was developed with powdered chromium oxide and a bonding agent monoaluminum phosphate  $Al(H_2PO_4)_3$ .

**Hettula, Eero:** "Epäpuhtauksien vaikutus kuparianodin jäähmettymisrakenteisiin ja liukenemiseen kuparielektrolyysissä."

Kirjallisuudessa on käsitelty pienten epäpuhtausmäärien käyttäytymistä anodikuparin jäähmettymisen yhteydessä. Tasapainopiirrosten ja jäähmettymisen kineettisten edellytysten perusteella on tarkasteltu muodostuvia rakenteita. Lisäksi on selvitetty kuparin, vismutin ja nikkelin liukenemista sulfaattipohjaisessa elektrolyysissä.

Kokeellisessa osassa valmistettiin näytteitä, jotka sisälsivät 0,0–2,0 p-% Bi, 0,0–1,2 p-% Ni, 0,0–0,75 p-% O sekä loput kuparia. Jäähmettymisrakenteita tutkittiin valo- ja pyyhkäiselektronimikroskopiolla. Koekappaleista valmistetuille anodeille tehtiin elektrolyysikoe. Elektrolyysissä syntyneitä liukenemispiintoja sekä anodiliejua vertailtiin jäähmettymisrakenteisiin. Erityisesti tarkasteltiin oksidierkaumien syntymistä jäähmettymisen yhteydessä sekä liukenemista elektrolyysissä.

Häpottomissa kuparianodeissa muodostui jäähmettymisen yhteydessä kuparirakeiden väliin vismuttikalvoja, jotka epäjalompina liukenevat kuparirakeita nopeammin.



Vismutin vaikutus happipitoisiin kuparianodeihin ilmeni kaikilla kokeissa käytetyillä vismutti- ja nikkelipitoisuuksilla. Kuparianodeihin muodostui jäähdyttämisen loppuvaiheissa faasi, jossa oli pääasiassa vismuttia ja happea, mutta myös kuparia. Tämä faasi esiintyi erillisinä oksidisulkeumina tai kuorimaisena faasina kuparioksiduulin ja nikkelioksidin pinnalla. Vismuttioksidisulkeumat liukenivat elektrolyysissä.

Nikkelioksidi kasvoi korkeilla happipitoisuuksilla (0,75 p-% O) dendriittimäisesti ja noudatti pääpiirteissään termodynaamisia laskelmia. Alhaisella happipitoisuudella nikkeli ei haptunut termodynaamikan edellyttämällä tavalla, sillä jähmeän faasin hidas diffuusio esti tasapainottumisen tapahtumista.

**Hämäläinen, Timo:** "Epäpuhtaan kuparianodin liukeneminen ja passivoituminen elektrolyysiolosuhteissa."

Työssä tarkasteltiin tekijöitä, jotka vaikuttavat epäpuhtaan kuparianodin liukenemiseen ja passivoitumiseen kuparielektrolyysissä. Eryteisesti tarkasteltiin passivoitumistaipumuksen riippuvuutta anodin koostumuksesta ja rakenteesta.

Kokeellisessa osassa tehtiin sähkökemiallisia liuotuskokeita kuparianodeilla, joihin oli seostettu arseenia tai antimonin. Eräisiin anodeihin lisättiin happea ja nikkeliä. Epäpuhtauksien jakautumista eri faaseihin ja elektrolyysikokeissa syntyviä anodien liuotusmorfologioita tutkittiin.

Epäpuhtaudet jakautuivat anodeissa epähomogeenisesti. Anodeissa, joiden arseeni- tai antimonipitoisuus oli suurempi tai yhtäsuuri kuin 0,7 p-% As tai 0,7 p-% Sb, todettiin erkautuneen arseeni- tai antimonipitoista faasia. Elektrolyysikokeissa arseenipitoiset anodit liukenivat niin, että raeraja-alueet jäivät liukenematta. Tämä oli yhtäpitävää tasapainopotentiaalimittausten kanssa, joissa todettiin, että arseeni- tai antimonipitoinen faasi on jalompi kuin puhdas kupari.

Puhdas kuparianodi passivoitui nopeammin kuin arseeni- tai antimoni- tai happipitoinen anodi. Arseenin depassivoiva vaikutus oli suurempi kuin antimonin, kun anodeihin oli lisätty sama määrä näitä aineita. Kun anodin arseenipitoisuus kasvoi yli 0,7 p-% As, heikkeni arseenin depassivoiva vaikutus. Arseenipitoisuuden kasvaessa kasvoi samalla todennäköisyys, että epäpuhtaus reagoi anodifilmissä muodostaen anodia passivoivaa kerrosta.

**Koljonen, Ulla:** "Tutkimus erikoislujan teräksen jännityskorroosiomurtumisesta kloridipitoisessa liuoksessa."

Työn tarkoituksena oli tutkia erikoislujan hiiliteräksen St 1080/1250 jännityskorroosioherkkyyttä eri kloridiliuoksissa, huoneenlämpötilassa. Myös vedyn aiheuttamaan murtumiseen kiinnitettiin huomiota. Vertailumateriaalina käytettiin rakenneterästä Fe 37 D.

Kirjallisuudessa käsitellään aluksi jännityskorroosiomurtuman yleisiä piirteitä ja mekanismia. Tärkeimmät jännityskorroosiolle alttiit materiaalit esitellään lyhyesti, samoin yleisesti käytetyt koemethodit. Lisäksi käsitellään vedyn aiheuttamaan murtumiseen ja jännityskorroosiomurtumiseen vaikuttavia eri tekijöitä, pääasiassa erikoislujujen terästen kannalta.

Kokeellinen osa jakautuu kahteen kokonaisuuteen; sähkökemialliset kokeet ja taivutuskokeet. Sähkökemiallisina kokeina suoritettiin lepopotentiaalimittaukset sekä polarisaatiokäyrien ja polarisaatiovastuusten määrittäminen. Taivutuskokeisiin kuuluivat staattisella kuormalla tehdyt 3-pistetäivutuskokeet ja U-taivutuskokeet. Sähkökemiallisilla kokeilla pyrittiin löytämään jännityskorroosiomurtuman kannalta kriittiset olosuhteet, joita käytettiin hyväksi taivutuskokeita suoritettaessa.

Polarisaatiokäyristä nähdään, etteivät teräkset passivoitu käytetyissä kloridiliuoksissa. Taivutuskokeet suoritettiin neljässä potentiaalissa: lepopotentiaali ( $E_R$ ), katodinen potentiaali — 1000 mV(SCE) ja kaksi anodista potentiaalia,  $E_R + 50$  mV ja  $E_R + 300$  mV. Kumpikaan teräs ei katodisella alueella tehtyjen kokeiden perusteella osoittautu herkäksi vedyn aiheuttamalle murtumalle. Teräksellä St 1080/1250 havaittiin jännitystasoilla  $0,7 \times R_{p0,2}$  ja  $0,9 \times R_{p0,2}$  taipumusta jännityskorroosiomurtumiselle, mutta jännityksellä  $0,5 \times R_{p0,2}$  ei tapahtunut murtumista millään potentiaalialueella. Teräs Fe 37D puolestaan on täysin immuuni jännityskorroosiomurtumiselle käytetyissä koeolosuhteissa.

**Laurila, Heikki:** "Virtausten tutkiminen eräissä pneumaattisissa keskipakoluokittimissa."

Työssä tutkittiin Larox Oy:n valmistamien pneumaattisten EC-keskipako- ja mikroluokittimien sekä kehitteillä olevan pyörrekammio- luokittimen virtausolosuhteita sekä mitattiin niiden tilavuusvirtaukset. Lisäksi mikroluokittimella suoritettiin luokituskokeita eri tilavuusvirtauksilla. Kehitteillä olevan pyörrekammio- luokittimen toimintaa tutkittiin Partekin Lappeenrannan tehtaan wollastoniittipiirissä ja Larox Oy:n koelaboratoriossa.

Virtausolosuhteiden tutkimuksessa todettiin luokittimien erotuskammioiden muodoissa ja rakenteissa olevan parantamisen aihetta. Pyörrekammio- luokittimen virtaukset olivat "virheettömimmät" ja

EC-luokittimen virtauksissa oli eniten korjattavaa tutkituista luokittimista. EC- ja mikroluokittimien ongelmana on luokittimien etu- ja takaseinämien pinoilla olevat virtaukset sekä "vuotokohtat" hienotuoteaukkojen ympärillä olevien ohjainlevyjen ja etuseinien välissä. Kyseisiä virtausvirheitä ja "vuotokohtia" pyrittiin korjaamaan. Mikroluokittimella tehtyjen kokeiden perusteella saatiin selville muutosten aiheuttavan n. 6 % parannuksen luokituksen erotusterävytyteen hienotuotteen hienouden kuitenkin muuttumatta.

Pyörrekammio- luokittimen ongelmana on ollut säätömenetelmien puuttuminen. Tehtyjen luokituskokeiden perusteella todettiin korkeatuoteaukon koon vaikuttavan hienotuotteen hienouteen, mikä olisi siten hyvä säätömenetelmä. Muita harkitsemisen arvoisia säätömenetelmiä olisivat kokonaisilmamäärän muuttaminen ja hienotuoteaukon paikan siirtomahdollisuus.

Mitattujen ilmamäärien tarkkuutta tutkittiin puhallinlakien avulla ja saatuja tuloksia verrattiin puhaltimien toimintakäyrästä otettuihin arvoihin. Puhallinlakien perusteella saadut tulokset ovat todennukaisia, mutta toimintakäyrästä otettavat tilavuusvirtaukset ovat liian suuria.

**Lehtosalo, Osmo:** "Muovattujen ohutlevyosien muototarkkuus."

Työssä tutkittiin metallisiin ohutlevykappaleisiin sekä muovauksen aikana että sen jälkeen syntyviä muotovirheitä. Levyn rypytymisen syyinä ovat epäyhtenäisen tai epäsymmetrisen jännityskentän aiheuttamat levyn pinnan suuntaiset puristusjännitykset. Muovauksen aikaisten jännitysten elastinen palautuminen voi muuttaa huomattavasti kappaleen muotoa muovauksen jälkeen. Kappaleeseen jäävät jäännösjännitykset puolestaan heikentävät tuotteen ominaisuuksia ja aiheuttavat mahdollisesti muodon muuttumista rajauksessa.

Yoshidan lommahduskokeessa aiheuttaa epäyhtenäisen vetojännityksen aihion lommahtamisen, jota lujuuden kasvu ja levyn oheneminen voimakkaasti lisäävät. Kartiomaisen kupin seinämän rypyttyiskokeessa vähensivät kriittistä kupinsyvyttä erityisesti levyn ohenemisen ja levyn ja työkalun välisen kitkakertoimen pienentäminen. Elastisen palautumisen aiheuttamaa seinämän takaisinjoustot tutkittiin liuskanvetokokeella. Takaisinjoustot olivat suurimmat austeniittisella ruostumattomalla teräksellä sekä karkenemattomalla seosalumiinilla. Pienikin jäännösjännitys aiheuttaa alumiinilla alhaisen kimmomoduulin takia huomattavan muodonmuutoksen.

**Leinonen, Jukka:** "Kalliomekaaniset, etenkin mikroiseismiset mittaukset Hanasaaren syvävarastossa."

Työn tarkoituksena oli rakennusaikaisten kalliomekaanisten tarkkailumittausten suorittaminen eri mittausmenetelmillä. Mittaukset tehtiin Helsingin kaupungin energialaitoksen kalliosäiliötyömaalla. Eri tarkkailumittausmenetelmiä pyrittiin myös vertaamaan toisiinsa.

Kirjallisuustutkimus on painottunut mikroiseismisen emissio- syntymekanismin, ominaisuuksien ja käyttömahdollisuuksien selvittämiseen. Lisäksi on selvitetty myös muita työssä käytettyjä tarkkailumittausmenetelmiä. Työn jälkimmäisessä osassa on pyritty erityisesti vertaamaan mikroiseismisiä mittauksia muihin tarkkailumittauksiin. Tarkkailumittausten tuloksia on verrattu myös kahden eri elementtilaskelman antamiin tuloksiin.

Tarkkailumittausmenetelminä käytettiin jatkuvia jännitystilamittauksia, ekstensometrimittauksia, mikroiseismisiä mittauksia, konvergenssimittauksia, maanpäällistä tarkkavaaitusta ja rakojen siirtymien tarkkailua.

**Leppänen, Olli:** "Arvo- ja jalometallien talteenotto Outokumpu Oy:n Vihannin kaivoksen rikastamon prosessijätteestä."

Työssä on tutkittu mahdollisuuksia saada Outokumpu Oy:n Vihannin rikastamon prosessijätteestä vaahdottamalla yhteisrikaste, jota voitaisiin taloudellisesti edelleen hyödyntää. Prosessijäte sisältää keskimäärin 0,51 % Zn, 0,14 % Cu, 0,13 % Pb, 0,32 g/t Au ja 13 g/t Ag.

Tehtyjen mineralogisten tutkimusten mukaan jätteessä olevat malmimineraalit ovat hyvin hienojakoisina sulkeumina sivukiivaaneiksi. Lisäjauhuksesta olisi apua arvo- ja jalometallien talteen saamisessa, mutta toisaalta lisäjauhatusta asettaa esteen vaahdotuksen onnistumiselle runsaan liejunmuodostuksen takia.

Parhaat olosuhteet jätteen vaahdottamiselle koetulosten perusteella ovat, kun jätettä vaahdotetaan sen luonnollisessa pH:ssa pienillä reagenssिमäärillä n. 10–15 min. Prosessijäte sisältää ilmeisesti jonkin verran kemikaaleja, joten tarvittavat reagenssisisäykset ovat pieninä. Sinkkivälke ei vaahdotu ilman  $\text{CuSO}_4$ -aktiivointia.

Vaahdotuskoe- tulokset osoittivat, että Minerec- ja Merkaptan-tyypiset kokoojat eivät sovellu jätteen vaahdotamiseen. Myöskään  $\text{Na}_2\text{S}$ -sulfidointi ei parantanut metallien saantia rikasteeseen, vaan sillä oli lähinnä painajavaikutus malmimineraaleihin nähden. Liejunerotus, jossa erotusrajana oli 10  $\mu\text{m}$ , osoitti suuren osan jätteen malmimineraaleista olevan liejuaineiksessa.

Koska ksantaattivaahdotukset eivät antaneet hyviä tuloksia, on syytä olettaa, että mineraalipinnat jätteessä ovat haptuneet.  $\text{SO}_2$ -sul-

fidoinnin jälkeen suoritetusta ksantaattivaahdotuksesta saatiin yhteisrikaste, johon metallit olivat nousseet 50–80 %:n saannilla.

**Lähdemäki, Riitta:** "Maanalaisen ajotien pinnoitteen kehittämisen."

Työn päätavoitteena oli kirjallisuuden ja eri kaivoksilla tehtyjen pinnoittekokeiden perusteella kartoittaa maanalaisten ajoteiden mahdolliset pinnoitteet ja pinnoittamiseen liittyvät ongelmat. Kaivosten pinnoitteista saatuja kokemuksia käyttäen pyrittiin kehittämään pinnoitemalli, jota voitaisiin tutkia ja kehittää jatkossa.

Eri pinnoitteita käsiteltäessä kiinnitettiin huomiota rakentamis- ja kunnossapitokustannuksiin. Kaivoksilla käytetyistä pinnoitteista kerättiin tekniset tiedot ja saadut kokemukset taulukkomuotoon.

Yhteenvedossa päädyttiin siihen, että pohjatyöt ja erityisesti kuivaus on tehtävä hyvin. Eri pinnoitteita verrattaessa todettiin kysymykseen tulevan riittävän paksun betonipinnoitteen, jonka alkulujittumista kannattaa nopeuttaa imukäsittelyllä. Toinen sopiva pinnoitemateriaali on masuunikuona, jota käytettäessä on otettava huomioon hidas lujituksenkehitys. Masuunikuonan lujituksenkehitystä voidaan kuitenkin nopeuttaa lämpökäsittelyllä, jona toimii asfalttikerros masuunikuonakerroksen päällä.

**Malmi, Henrik:** "Sulakepuristimen työkalujen kulumisen puhe-  
linlangan solumuovieristyksessä."

Työssä on pyritty selvittämään sulakepuristimen työkalujen kulumissyistä eristettävässä puhelinlankaa Lupolen 3412 Dx MDPE-solumuovilla. Kulumiseen vaikuttavat tekijät pyrittiin selvittämään. Työkalujen kulumiskestävyyttä pyrittiin parantamaan muotoilun tai materiaalivalinnan avulla.

Työkalujen kulumisen keskittyi virtaushäiriöalueille. Virtaushäiriöalueilla muovi alkaa pyörteillä eli laminaarinen virtaus muuttuu turbulenteiksi. Häiriöalueilla paine pienenee, jonka seurauksena muovin liukoisuusrajan ylittävistä kaasusta muodostuu mikrokuplia. Kaasukuplien hajotessa työkalupintaa vasten voi vaahdotusaineen hajotessa muodostunut ammoniakki yhdessä turbulentsin virtauksen kanssa aiheuttaa työkalujen nopean kulumisen. Kulumissyys on eroosiokorroosio.

Eroosiokorroosiosta johtuva nopea kulumisen voidaan estää, kun virtaushäiriöalueet poistetaan työkalujen uudelleen muotoilulla tai valitsemalla kulumiskestävä materiaali.

**Manninen, Helena:** "Wolframkarbidin valmistus."

Työn tarkoituksena oli tutkia WC-Co-kovametallin rakenteeseen ja lujuusominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä.

Kirjallisuusosassa tutkittiin kovametallin mikrorakenteen ja lujuusominaisuuksien välisiä riippuvuuksia. Tärkeimmät vaikuttavat tekijät ovat kobolttipitoisuus, kobolttin keskimääräinen vapaa matka (MFP), WC:n raekoko ja raekoon jakauma, kontikiteetti I. "naapurusteikiä" ja hiilen yli- tai alimäärä. Nämä tekijät vaikuttavat kovametallikappaleen kovuuteen, taiputusmurtolujuuteen, puristuslujuuteen, murtumismekanismiin ja kulumisen kestävyys.

Työn kokeellinen osa käsitti neljä vaihetta: kobolttin esijauhatus, karbuointikartoitus, kovametallien valmistus ja niiden testaus.

Kobolttin esijauhatuskassa jauhettiin Co-pulveria hienorakeisen WC:n kanssa attriittori-myllyllä. Jauhatuskassa kobolttin pitkäomaisen rakenteen katkeilee ja siinä oleva  $\beta$ -faasi muuttuu  $\alpha$ -faasiksi. Muuttamalla WC:n määrää ja jauhatusaika esitettiin jauhatukselle käyttökelpoiset arvot. Parhaan tuloksen antoivat 30p-% WC:a ja jauhatusaika 4 tuntia. Tällöin kobolttin rakenne oli katkeillut ja yli 90 % siitä oli  $\alpha$ -faasina.

Karbuointikartoituksella selvitettiin lämpötilan, karbuointiajan ja ylistökiometrisen hiilen vaikutuksia syntyvään WC:iin. Käytettäessä ylistökiometristä hiilimäärää voidaan karburoida korkeammassa lämpötiloissa pidemmällä karbuointiajoilla.

Parhaimmilla em. arvoilla valmistettiin kovametalleja, joista tutkittiin rakenne ja lujuusarvoja. Kokeissa havaittiin, että yhihiilikarbuoinnilla valmistettu kovametalli oli rakenteeltaan tasaisinta ja sen taiputusmurtolujuus oli suurempi kuin stökiometrisesti valmistetun kovametallin. Rakenteeseen jäänyt yhihiili aiheutti grafiittierkaamia.

**Niklander, Simo:** "Puoli johdemetallurginen tutkimus; piikiekkujen hionta, läppäys ja alkalisyövytys."

Työn tarkoituksena oli tutkia hienotyöstömenetelmillä, hionnalla ja läppäyksellä aikaansaatuja tasomaisuutta ja vauriokerroksen paksuutta halkaisijaltaan 3"n ja 100 mm:n piierilliskidekiekoissa sekä alkalisyövytystä kyseisen vauriokerroksen poistamiseksi.

Kirjallisuustutkimuksessa on selvitetty vauriokerroksen paksuutta ja luonnetta piierilliskiteessä. Hiontaan liittyen käsitellään timanttilaikkojen rakennetta, ominaisuuksia ja käyttöön liittyviä tärkeimpiä tekijöitä. Läppäyksen osalta esitetään ajoparametrien, läppäyspulverin ja kantajanesteen merkitys työstössä. Alkalisyövytyksen perusteet on selvitetty lyhyesti.

Kokeellisessa osassa sahattuja piikiekkoja hiottiin 6A2- tyyppisillä timanttilaikoilla. Vastaavia sahattuja kiekkoja läpättiin myös kaksitasoisilla läppäyskoneilla. Hienotyöstön jälkeen mitattiin kiekkojen tasomaisuus. Vauriokerroksen paksuus määritettiin alkalisyövytyksellä.

Hionnalla saavutettu tasomaisuus riippuu ratkaisevasti timanttilaikan kunnosta; ali- ja ylikuormitusta on vältettävä. Läppäyspaine ja kantajanesteen viskositeetti vaikuttavat hienolla raekoolla voimakkaasti läppäyksen materiaalinpoistonopeuteen. Tavalliset läppäyspulverit eivät sovellu piikiekkujen läppäykseen. Läppäyksellä saavutetaan oleellisesti parempi tasomaisuus kuin hionnalla. Vauriokerroksen paksuus riippuu käytetystä menetelmästä ja raekoosta. Kiekkojen pinnankarheus huononee alkalisyövytyksessä, mutta tasomaisuus säilyy melko hyvänä.

Jatkotutkimuksissa selvitetään edelleen timanttilaikan ja ajoparametrien vaikutusta hiontatulokseen. Läppäyksen osalta tutkitaan kantajanesteen ja eri läppäyspulverien ominaisuuksia sekä vauriokerrosta.

**Nummela, Harri:** "Pyrometallurginen lyijyn raffinoiti ja titaanioksidin vaikutus lyijyoksidin aktiivisuuteen PbO-TiO<sub>2</sub> ja PbO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> -kuonissa."

Tavoitteena työssä oli valottaa transitiometallioksidin TiO<sub>2</sub> vaikutusta PbO:n aktiivisuuteen näiden binäärikuonissa ja silikaattisulissa kiinteäelektrolyyttimenetelmällä. Kirjallisuuteen tukeutuen etsittiin TiO<sub>2</sub>:n rakenteellisten ja ja termodynaamisten tekijöiden puitteissa yhtymäkohtia Ti<sup>4+</sup>:n ns. valenssivaikutuksen osuuteen Ti-kuonien poikkeukselliseen käyttäytymiseen.

Lyijyn raffinoitkatsauksessa esiteltiin eri pyrometallurgisia puhdistusvaiheita painottaen erityisesti kuonakemian, kuonatyon ja osittain reaktiokinetiikan merkitystä lukuisten yksikköprosessien optimoinnissa.

Kokeellisessa osassa hahmoteltiin PbO:n termodynaamisten tunnuslukujen avulla sen käyttäytymistä tutkituissa kuonasuulissa, ja verrattiin saatuja tuloksia muutamien muihin tunnetuihin kuonasuuliin.

Vuorovaikutus PbO:n ja TiO<sub>2</sub>:n välillä todettiin voimakkaasti repulsiiviseksi, mikä ilmeni huomattavana poikkeamana positiiviseen suuntaan Raoulfin aktiivisuudesta. Silikaattikuonissa TiO<sub>2</sub>:n vaikutus lyijyoksidin aktiivisuuteen havaittiin lähes olemattomaksi.

**Pelto, Markku:** "Seleenin, telluurin ja tinan sekä arseenin ja antimoinin poistaminen raakakuparista alkalikuonien avulla."

Työssä tutkittiin seleenin, telluurin ja tinan kuonautumista Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>- ja Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-CaO -kuoniin sekä arseenin ja antimoinin kuonautumista Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-kuoniin tasapainotuskokein lämpötilassa 1200° C. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-CaO -kuonien CaO-pitoisuudet olivat 10 p-%, 20 p-% ja 30 p-%.

Koetulosten perusteella määritettiin tutkittujen epäpuhtausainesten jakautumiskertoimet metallifaasin ja kuonafaasin välillä. Lisäksi määritettiin epäpuhtausoksidien aktiivisuuskertoimet äärettömän laimeissa Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>- ja Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-CaO -kuonissa.

**Raatikainen, Jorma:** "Sähkömagneettisesta pulssimenetelmästä."

Sähkömagneettisen pulssimenetelmän (Sirotem) käyttökelpoisuutta malminetsintätutkimuksiin testattiin kolmessa eri maanpintamittauskohteessa (Kemin Ajos, Tornion Liakka ja Vammalan Posionlahdi) ja kahdessa poranreikäkohteessa (Kolarin Rautuvaara ja Ranuan Niitylampi).

Maanpintatestimittaukset osoittivat Sirotem-laitteiston soveltuvan perinteisiä taajuusalueen menetelmiä paremmin tutkimuksiin alueilla, joissa kasvat irtoaakerrokset vaikeuttavat johteiden paikallistamista kallioperästä.

Poranreikätestimittaukset osoittivat tämän tyyppisen menetelmän soveltuvuuden kairareikiä ympäröivän kallioperän tutkimuksiin.

**Saarikoski, Lotta:** "Tutkimus talkin valkoisuudesta ja magneettisen erotuksen käytöstä talkin puhdistuksessa."

Työn ensimmäisessä osassa tutkittiin talkkirikasteen valkoisuuden riippuvuutta jauhatushienoudesta ja epäpuhtauspitoisuuksista. Epäpuhtaudet olivat magnesiittia ja sulfideja. Työn toisessa osassa selvitettiin talkkimalmin sulfidiepäpuhtauksien eli magneettikiuisen ja pentlandiitin erottamista heikkomagneettisella erottimella. Lopuksi tutkittiin talkkirikasteen puhdistamista suprajohavuuteen perustavalla magneettisella erottimella.

Talkkirikasteen valkoisuus kasvoi hienouden lisääntyessä, koska hajaheijastuneen valon määrä kasvaa rajapintojen lukumäärän lisääntyessä. Magnesiitin tai nikkeliirikasteen lisääminen talkkirikasteeseen alensi rikasteen valkoisuutta kaikissa hienouksissa. Epäpuhtaudet absorboivat valoa, mikä aiheutti valkoisuuden alenemisen. Magnesiittia sisältävien seosten valkoisuudet kasvoivat hienouden lisääntyessä. Sulfideja sisältävien seosten valkoisuudet sen sijaan laskivat hienouden lisääntyessä.

Heikkomagneettisen erotuksen syöte oli talkin rikastusprosessin jauhatus-luokitus-piiristä. Parhaat rikkisaannit magneettiseen frakti-

oon olivat noin 75 %. Nikkelin saanti oli korkeimmillaan noin 30 %. Talkkimalmissa oleva magneettikiisi oli siis normaalia magneettisempaa, koska sen erotus onnistui heikkomagneettisesti.

Talkkirikasteen rikki- ja nikkelipitoisuus alenivat supramagneettisen puhdistuksen avulla. Supramagneetilla puhdistetun rikasteen valkoisuudet olivat suihkujauhatushienouksissa korkeammat kuin magneettisesti puhdistamattoman rikasteen valkoisuudet vastaavissa hienouksissa.

**Salmi, Petri:** ”Tutkimus piirilevyjen elektrolyytisistä kuparoinnista.”

Työn teoreettisessa osassa tarkasteltiin aluksi elektrolyytisessä pinnoituksessa metallipinnoitteen jakaamaan vaikuttavia fyysikaalisia ja sähkökemiallisia tekijöitä. Pääpaino tarkastelussa asetettiin kuitenkin piirilevyjen komponentti- ja läpivientireikien kuparoinniseen. Piirilevyreikien elektrolyytistä kuparointia tarkasteltiin lähinnä Kesslerin ja Alkiren kehittämän matemaattisen mallin dimensiottomien pinnoitusparametrien avulla. Parametrit kuvaavat eri tekijöiden yhteisvaikutusta kuparipinnoitteen jakaamaan piirilevyn rei’issä. Näitä erilaisia tekijöitä ovat geomietriset ja ohmiset tekijät sekä varauksen- ja ai-neensierrot. Parametrien avulla voidaan ennustaa suurin sallittu virrantiheyden arvo piirilevyn pinnalla sekä pienin tarvittava sekoitus rei’issä hyvälaatuiseen pinnoitejakamaan saavuttamiseksi.

Työn kokeellisessa osassa tutkittiin aluksi kennon geometristen ja elektrolyytin sähkökemiallisten tekijöiden vaikutusta virrantiheyden ja kuparipinnoitteen jakauman tasaisuuteen piirilevyn pinnalla. Suoritetut kokeet osoittivat selvästi geometristen tekijöiden suuren merkityksen virrantiheyden ja kuparipinnoitteen tasaisuuteen.

Piirilevyn reikien elektrolyytistä kuparointia tutkittiin muuttamalla lähinnä pinnoituksessa käytettävän virrantiheyden suuruutta sekä käyttämällä erilaisia sekoitusmuotoja.

Kuparipinnoitteen jakautumista piirilevyn rei’issä tarkasteltiin Kesslerin ja Alkiren mallin pinnoitusparametrien avulla. Suoritetujen kokeiden perusteella pinnoitusparametrit eivät kuvanneet kuparipinnoitteen jakautumista teoriaosassa suoritetujen tarkastelujen mukaisesti, kun elektrolyytin sekoitus oli epätasainen. Kun sekoitus järjestettiin tasaiseksi levyn pinnassa ja rei’issä, jakautui kuparipinnoite pääpiirteisään teoriaosassa käsitellyn mallin esittämällä tavalla.

**Salmi, Teijo:** ”Paikallisen murtumislujuuden määrittäminen ja soveltaminen eräiden jousiterästen sitkeyden arvioinnissa.”

Työn tarkoituksena oli soveltaa nelipistetäivutuskoetta kahden jousiteräksen paikallisen murtumislujuuden määrittämiseen sekä verrata saatuja tuloksia iskukokeen iskuenergioihin. Sauvojen murtopintatarkasteluilla pyrittiin määrittämään murtumistyyppi sekä etsimään murtopinnasta mahdollinen murtuman ydintymiskohta.

Kirjallisuusosassa perehdyttiin lovetun sauvan loven alle muodostuvaan jännitysjakautumaan sekä sen eri analysointimenetelmiin. Samalla kartoitettiin paikallisen murtumislujuuteen vaikuttavia tekijöitä sekä tutustuttiin mikroskooppiseen murtumistapahtumaan ja eri murtumismalleihin. Lopuksi tarkasteltiin nelipistetäivutuskoetta käyttäen paikallisen murtumislujuuden soveltamisessa murtumissitkeyden määrittämiseen ja suotautumistutkimuksiin.

Kummallekin teräkselle tehtiin sama lämpökäsittelyohjelma, jossa oli kolme eri päästölämpötilaa. Paikallisen murtumislujuuden todettiin kasvavan lujuuden noustessa ja riippuvan lämpötilasta. Iskuenergiat olivat erittäin alhaisia johtuen terästen suuresta lujuudesta.

Transitiolämpötilan alapuolella iskuenergia korreloi teoreettisesti paikallisen murtumislujuuden ja myötölujuuden erotuksen kanssa, joka kuvaa transitiolämpötilan alapuolella plastisen alueen kokoa ja siten sauvaan tehtävää työtä iskun aikana. Tutkittujen terästen havaittiin noudattavan hyvin tätä korrelaatiota. Isku- ja taivutussauvoissa murtuma lähti liikkeelle sitkeänä loven pinnalta, jossa venymä on suurin, mutta muuttui kaikissa koelämpötiloissa näennäislohkomurtumaksi. Murtopintatutkimusten mukaan näennäislohkomurtuma oli käytetyissä koemateriaaleissa ja -lämpötiloissa venymän kontrolloima.

**Salo, Sari:** ”Erään yrityksen laitesuunnittelijoiden koulutustarpeen selvitys.”

Työn tarkoituksena oli selvittää henkilöstön koulutusta ja muuta kehittämistoimintaa ja sen suunnittelua yrityksissä sekä perehtyä koulutustarveselvityksen tekoon ja tulosten analysointiin.

Kirjallisuustutkimuksessa tarkasteltiin erityisesti koulutustarvekäsitetä ja erilaisia koulutustarpeen kartoitusmenetelmiä sekä selvitettiin koulutustarpeen havaitsemiseen ja sen eri tarkastelukulmiin liittyviä tekijöitä.

Käytännön selvitystyönä tehtiin erään yrityksen laitesuunnittelijoiden koulutustarpeen selvitys. Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallista kyselyä ja haastatteluja.

Laitesuunnittelijoiden ja heidän esimiestensä esittämät koulutustarpeet olivat laadullisesti melko samanlaisia, mutta määrällisesti erilaisia. Esimiesten koulutustarve-ehdotuksia oli lähes kaksinkertainen

määrä alaisten omiin arvioihin verrattuna. Kaikkein eniten koulutustarpeita kohdistui kielitaitoon. Muita paljon ehdotettuja aiheita oli mm. CAD.

Käytetyt menetelmät soveltuivat hyvin koulutustarpeiden selvittämiseen. Esitetyt koulutustarpeiden määrät osoittivat sen, ettei koulutustarjonta ole ilmeisesti ollut riittävä. Vaikkei toteutettavan koulutuksen määrä olisikaan yhtä suuri kuin esitettyjen tarpeiden, tulokset ovat hyvänä pohjana laitesuunnittelijoiden koulutuksen suunnittelulle.

**Selin, Jarmo:** ”Compound- ja ruostumattomien levyjen käyttö kemikaalitankkilaivoissa — vertaileva kustannustutkimus.”

Työssä tarkastellaan compoundlevyjen ja ruostumattomien terästen ”ruostumattomuus” -käsitettä teoreettisesti ja esitellään tyypillisimmät esiintyvät korroosiotyypit sekä seosaineiden vaikutusta korroosio-ominaisuuksiin. Lisäksi selvitetään näiden terästen hitsattavuuteen liittyviä tekijöitä. Levyjen käsittely on pyritty esittämään käytännön tasolla huomioiden telakkaolosuhteet.

Compoundlevyjen valmistusmenetelmät, saavutettavat lujuusominaisuudet ym. on työssä esitetty. Compoundlevyissä käytännössä esiintyneet pinnoitteen irtoamisoingelmat on työssä käsitelty sekä teoreettiselta että käytännön kannalta. Käytettävissä olleita koeselvityksiä on esitetty ja pyritty arvostelemaan kriittisesti.

Käytettävissä olleiden koeolosten perusteella ei ole voitu osoittaa compoundlevyjen aiheuttavan riskitekijää tankkilaivakonstruktiossa.

Lopuksi on yksityiskohtaisesti vertailtu muodostuvia kustannuksia, kun kemikaalilaivan keskitalankkialue valmistetaan tavallisesta teräksestä, compoundlevyistä tai ruostumattomasta teräksestä.

**Silvonen, Aulis:** ”Turpeen pelletointi- ja briketointilaitteiden puristustyökalujen materiaalinvalinta.”

Turpeen puristuslaitteiden työkaluissa esiintyy huomattavaa kulumista kohdissa, joissa vallitsevat pintapaineet ovat suuret. Työkalujen materiaalinvalintaan on paneuduttu ottamalla ensisijaisesti huomioon materiaalin kulumiskestävyys tuotanto-olosuhteissa.

Pelletointi- ja briketointiolosuhteissa vallitseva kulumistilanne on analysoitu kirjallisuutta hyväksi käyttäen sekä laboratorio- ja kenttäkokein. Kokeiden avulla selvitettiin eri koemateriaalien (13) kulumiskestävyys sekä kulumismekanismien muutokset vaihtuvissa olosuhteissa.

**Tahvanainen, Iris:** ”Paikanmäärittäminen geofysikaalisissa maastomittauksissa.”

Työn tarkoituksena oli tutkia geofysikaalisissa maastomittauksissa käytetyn linjoitus-suunnistus-paikannusmenetelmän tarkkuutta ja mahdollisuuksia pienentää paikannuskustannuksia linjavälillä suurentamalla tai siirtymällä sellaisiin navigointimenetelmiin, joilla linjoitus olisi kokonaan korvattavissa.

Erityyppisissä maasto-olosuhteissa tehdyt mittaukset osoittivat, että linjoitus- ja suunnistuspaikannuksella päästään vähintään  $\pm 15$  m tarkkuuteen. Nykyistä linjavälillä, joka on 0.5 km, suurennettaessa virhe kasvaa nopeasti, joten linjoitusta voidaan harventaa vain erittäin hyvässä maastossa.

Radio-, inertia- ja satelliittipaikannusmenetelmillä päästään riittäväen tarkkuuteen ja lähinnä satelliittipaikannus on tulossa merkittäväksi vaihtoehdoksi siviilikäyttöön saatavien järjestelmien valmistuttua. Niistä on jo saatavissa kooltaan ja painoltaan maastokelpoisia laitteistoja.

**Viitala, Raimo:** ”Kallion porattavuus hydrauliskuporauksessa nastakruunuilla.”

Kallion porattavuudella tarkoitetaan kallioporan tunkeutumiskoepuutta ja porakaluston kulumista. Porattavuuteen vaikuttavat kallio-tekijät ja kiven geologiset ominaisuudet, poraus- ja porakalusto sekä työmenetelmät, joita kaikkia tarkastellaan kirjallisuustutkimusosassa. Kokeellisessa osassa rajoitetaan kiven vaikutukseen.

Kentäkokeissa porattiin viittä erityyppistä graniittia, kvartsiidiiritia, gabroa, granaattikiillegneissia, amfiboliittia ja kalkkikiveä. Kokeissa käytettiin pengerporausvaunua, jossa oli hydrauliskuporakone ja porakalustona oli jatkotankkalusto varustettuna  $\varnothing 64$  mm nastakruunuilla. Tunkeutumisnopeudet mitattiin vakio- ja optimiarvoilla. Teoritusväli mitattiin aina uudella kruunulla optimiarvoilla.

Laboratorio-olosuhteissa määritettiin porattujen kivien geologiset ja kalliomekaaniset ominaisuudet. Lisäksi määritettiin Norjan teknillisessä korkeakoulussa kehitetyt porattavuusindeksit DRI (Drilling Rate Index) ja BWI (Bit Wear Index). DRI:n määrittäminen perustuu kiven haurausarvoon ja pienen laboratorioporan tunkeutumisnopeuteen. BWI saadaan DRI:n ja kivijauhetta vasten kulutetun koepalan painon menetyksen avulla. Menetelmällä saatujen tulosten on mm. norjalaisten kokemusten mukaan todettu vastaavan käytäntöä.

Tehdyn selvityksen perusteella tunkeutumisnopeutta selittivät parhaiten kiven raekoko, vetomurtolujuus ja DRI, jolle selitysprosenttik-



si saatiin 81 %, kun huomiointiin kaikki poratut kivet. Nastakruunun kulumista selittivät parhaiten koepalan painonmenetyks ja kiven Vic- kersin kovuus, jonka selitysprosentti oli 98 %. Nastakruunun teroi- tusvälin todettiin aikaisemmista tutkimustuloksista poiketen olevan riippumaton tunkeutumismuutoksesta.

**Väisänen, Ari** ”Jännitysten esipäästön soveltaminen Pyhäsalmen kai- voksella.”

Tutkimuksella pyrittiin määrittämään esipäästömenetelmien (de- stressing methods) soveltamismahdollisuudet, -tapa ja jatkokutkimus- tarve Pyhäsalmen kaivoksella. Tavoitteena oli parantaa korkeaan vaakajännityskenttään louhittavien louhosten pysyvyyttä vaikutta- malla esipäästömenetelmillä jännitystilän muotoutumiseen tilan ympä- rillä.

Kirjallisuusosassa käsiteltiin esipäästömenetelmien sovellutustapo- ja erällä kaivoksilla. Erityisesti on painotettu kalliomassan räjäyttä- mistä paikoilleen ennen louhintaa ja sen eri sovellutuksia.

Kokeellisessa osassa tutkittiin 75 m korkean louhoksen pysyvyyttä esipäästömenetelmiä sovellettaessa. Käytetyt menetelmät olivat:

1. Louhoksen sisäisen louhintajärjestyksen vaikutus.
2. Edullisen jännitystilän saavuttaminen myötävään vyöhykkeen po- raamisella louhoksen yläosaan ja yläpuolelle jäävään vaakapila- riin.

Louhoksen avauksen järjestelyllä saavutettiin hyvä louhoksen py- syyvyys. Sivukivipintoja vasten jätettyjen malmikuorten toiminta raak- kulaimenuksen vähentämiseksi onnistui myös hyvin. Malmikuorten räjäyttämisen jälkeen raakun määrä malmin seassa kasvoi nopeasti.

Louhoksen yläosan myötäämistä ei saavutettu suoritettulla porauk- sella. Lähitulevaisuudessa kokeillaan vastaavassa louhoksessa päästö- vyöhykkeen räjäyttämistä paikoilleen myötäämisen aikaansaamiseksi.

**Walden, Olli Johan:** ”Eräiden valurautojen ja kovapinnoitteiden ku- lumiskestävyys.”

## ÅBO AKADEMI

### Geologisk-mineralogiska institutionen

Filosofie licentiat:

**Kallio, Jarmo:** ”Den porfyriska granodioriten i Joutsa, dess intru- sionsmekanism och tektoniska ställning.”

Den porfyriska granodioriten i Joutsa är intrusiv och skär de omgi- vande bergarterna. Den bildar ett oregelbundet format massiv, vars uppkomst tydligen har haft samband med horisontella rörelser som skett i jordskorpan sprickzoner. Deformationsmekanismen har varit av typen simple shear (enkel skjvning). De uppkomna krosszonerna har kontrollerat magmans uppträngning. Utrymme för magman har

bildats som en följd av att jordskorpan utvidgats. Beroende på jord- skorpan tillstånd har det bildats graben-strukturer och normalför- kastningar, framför allt i sköra bergarter, medan det i mera plastiskt tak-/sidoberg (jordskorpa) har bildats tensionssprickor, i vilka mag- man har kunnat stiga som diapirer. I skörare jordskorpa (bergart) har intrusionsmekanismen varit av typen stoping.

Magmans kristallisation har varit långvarig, och senmagmatiska processer har haft betydelse bl.a. som orsak till kalifältspatmegakrys- ternas tillväxt (autometasomatos).

De sprick- och krosszoner som behandlas i detta arbete har tolkats från satellitbilder i skalorna 1:1 000 000, 1:400 000 och 1:200 000 samt från flygbilder i skalorna 1: 100 000 och 1:60 000. Vid klassifice- ringen av djupbergarterna har de av Streckeisen (1975) framförda principerna såvitt möjligt följts.

Filosofie kandidat:

**Nordström, Egon:** ”Olkajärvi områdets berggrund och skarnminera- lisationer.”

Skarnen i Olkajärvi området uppträder tillsammans med kalevis- ka suprakrustalbergarter i norra delen av Peräpohja skifferzon. Skar- nen uppträder som osammanhängande horisonter, öster om det post- kaleviska granitmassivet.

Skarnen indelas i fyra huvudtyper: diopsidskarn, granatskarn, an- draditskarn och tremolitskarn. Diopsidskarnen innehåller både sulfid- er (bl.a. kopparkis) och scheelit. Granatskarnen saknar sulfider men innehåller scheelit. Andraditskarnen, som skiljer sig från granatskar- nen i utseende, uppträdande och mineralogi, saknar scheelit men in- nehåller kopparkis. Scheelit är det enda volframmineral som före- kommer. Scheelit och kopparkis påträffas tillsammans i områdets skarnamfiboliter.

Koppar-volframmineralisationerna kan förklaras med flera olika uppkomstteorier. För mineralisationer i diopsidskarn ger en exhala- tivt-sedimentär uppkomstteori den bästa förklaringen. Diopsidskar- nen har uppkommit i epidot-amfibolitfacies eller i övergången till am- fibolitfacies.

Andraditskarnen hör till kontakt-pyrometasomatiska kopparvol- frammineralisationer och de har uppkommit i amfibolitfacies under relativt låga tryck och höga temperaturer.

Tremolitskarnen uppträder stratabundet i en sedimentär miljö i vil- ken förekommit subvulkanisk aktivitet. Tremolitskarnen har upp- kommit i grönskifferfacies. Grönskiffer-, epidot-amfibolit- och amfi- bolitfacies zonerade karaktär tyder på en kontaktmetasomatisk zone- ring. Skarn med låg metamorfograd påträffas längre bort från den postkaleviska granitens kontakt, än skarn med hög metamorfograd.

Antofyllit-kordieritbergarterna på området innehåller kopparkis. De har bildats av kontaktmetasomatiska-hydrotermala processer och/ eller av tidigare eller samtidiga regionalmetamorfa processer. P-T för- hållandena motsvarande amfibolit-subfacies förhållanden.

Området består av överstjälpna veck i W-E riktning. Skiffriheten stryker i NW-SE och stupar svagt. Stratigrafin överensstämmer med den allmänna stratigrafin i Peräpohja skifferzon.

## VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n

### VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 29.—30.3.1985.

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

## VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s

### ÅRSMÖTE

hålles i Helsingfors den 29.—30.3.1985.

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



# Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry:n tutkimuslsteet, kirjat ja julkaisut

## Tutkimuslsteet: sarja A

A 1	"Kulutusta kestävä materiaali"		A 63	"Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 2	"Malmitekniillinen näyteenotto"	hintaa	A 64	"Suomessa tehdyt kallion jännitystilamittaukset"	50,—
A 3	"Jatkotankoporaus"	loppunut	A 65	"Kiintoaineen ja veden erotus"	50,—
A 4	"Öljypolttimet"	"	A 66	"Pohjavesikysymys kalliofiloissa"	50,—
A 5	"Maakairaus ja pliktaus"	"	A 67	"Crosshole seismic investigation"	70,—
A 6	"Putket ja rännit"	20,—	A 68	"Automation of a drying process"	70,—
A 7	"Jatkotankoporaussovellus louhintaan"	20,—	A 69	"Rakeisen materiaalin jatkuvatoiminen kosteuden mittausta"	50,—
A 8	"Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä"	20,—	A 70	"Happamien ja intermediaaristen magmakivien kivilajimääritys pääalkuainekoostumuksen perusteella"	50,—
A 9	"Rikastamoiden jätealuiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,—	<b>Koulutus- ja seminaarimnisteet, kalliomekaniikan päivien esitelmämnisteet sekä muut julkaisut: sarja B</b>		
A 10	"Kuulurakenteet"	20,—	hintaa		
A 10b	"Kuulunajoa käsittelevää kirjallisuutta"	loppunut	B 1	"Kalliomekaniikan päivät 1967"	35,—
A 11	"Raakkulaimennus"	20,—	B 2	"Kalliomekaniikan päivät 1969"	40,—
A 12	"Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten katto- ja ulkoseinäarakenteet"	56,—	B 3	"Kalliomekaniikan päivät 1969"	40,—
A12b	"Piirustusliite n:o 12:een"	loppunut	B 4	"Kalliomekaniikan päivät 1970"	40,—
A 13	"Vedenpoisto kaivoksesta"	"	B 5	"Kalliomekaniikan päivät 1971"	40,—
A 14	"Suunnan ja kaltevuuden mittausta syväkaivauksessa" (uusi kopio)	30,—	B 6	"Kalliomekaniikan päivät 1972"	45,—
A 15	"Näyteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä"	20,—	B 7	"Kalliomekaniikan päivät 1973"	50,—
A 15b	"Kuvallitte n:o 15:een"	loppunut	B 8	"Kalliomekaniikan päivät 1974"	50,—
A 16	"Jauheiden kuivatus"	20,—	B 9	"Kalliomekaniikan päivät 1976"	50,—
A 17	"Pölyn talteenotto"	20,—	B 10	"Kalliomekaniikan päivät 1977"	50,—
A 18	"Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	50,—	B 11	"Kalliomekaniikan päivät 1978"	50,—
A 19	"Kulutusta kestävä materiaali" — n:o 1:n täydennys"	20,—	B 12	"Kalliomekaniikan sanastoa"	10,—
A 20	"Rikastamoiden instrumentointi"	20,—	B 14	"Kaivossanasto"	8,—
A 21	"Räjähdysaineet ja räjäytysvälineet"	loppunut	B 15	"Rajäytysopas 1978"	8,—
A 22	"Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—	B 16	"INSKO 106—73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
A 24	"Kaivosten ja avolouhoksen geologinen kartoitus"	20,—	B 17	"INSKO 49—74 "Skänkmetallurgi-Senkka-metalluriga"	45,—
A 25	"Geofysikaaliset kenttätyöt I — Painovoimamittaukset"	20,—	B 18	"INSKO 90—74 "Investoinnit ja käyttöolokenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
A 27	"Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—	B 19	"INSKO 45—75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
A 28	"Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	20,—	B 20	"Kotimaiset rikastuskemikaalit"	30,—
A 29	"Lämmön talteenotto metallurgisessa teollisuudessa"	50,—	B 21	"Rikastuskemikaalien käsittely-, mittausta- ja annostelumenetelmät"	30,—
A 31	"Pakokaasujen käsittely maanalaisissa tiloissa: Selvitys normi- ja toimenpideehdotuksineen"	loppunut	B 22	"Kulutusta kestävä materiaali"	40,—
A 32	"Seulonta"	40,—	B 23	"Laatokan-Perämeren malmivöhyke"	40,—
A 33	"Louhintaurakkasopimuksen laatimisohejet"	20,—	B 24	"Malminkäsittelylaitosten käyttöasteen ja kunnossapidon optimointi"	30,—
A 34	"Louhintaurakkasopimuskavake"	2,—	B 25	"Raakkulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivostoiminnassa"	50,—
A 34	"Geologisten joukonäytteiden analysointi"	50,—	B 25b	"Waste rock dilution and its economic significance in mining"	50,—
A 36	"Pakokaasukomitea — selvitys tutkimustyön jatkamisedellytyksistä"	20,—	B 26	"Pientunnelisymposiumi"	70,—
A 36b	"Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—	B 27	"Uraaniraaka-ainesymposiumi"	50,—
A 39	"ATK-menetelmien käyttö kallioeräkartoituksissa"	25,—	B 28	"Tuuletussymposiumi"	50,—
A 40	"Kaivosten jätealueet ja ympäristönsuojelu"	45,—	B 29	"Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja"	90,—
A 42	"Kaivosten työympäristö"	50,—	B 30	"Teollisuusmineraaliseminaari"	50,—
A 44	"Geologinen näyteenotto"	50,—	B 31	"Kaivosten työsuojelu"	50,—
A 47	"Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—	B 32	"Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämisseminaari"	50,—
A 48	"Kaivosten jätealuiden saattaminen uudelleen kasvullisuuden peittämäksi"	50,—	B 33	"Pultituspäivät 1983"	70,—
A 50	"Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—	B 34	"Kalliomekaniikan päivät 1983"	60,—
A 52	"Suunnattu kairaus"	50,—	B 35	"Avolouhintaseminaari 1984"	100,—
A 53	"Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—	Vuoriteollisuus — Bergshanteringen lehti vuosikerta Suomessa 55,—		
A 54	"Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—	vuosikerta ulkomailla 70,—		
A 55	"Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhtevaatimukset Suomessa"	50,—	Eero Mäkinen -mitali 200,—		
A 56	"Pölyntorjunta kaivoksissa"	50,—	<b>Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden vanhempia numeroita myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2,50/numero.</b>		
A 57	"Palontorjunta kaivoksissa"	50,—	<b>Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta DI Pekka Sundquistilta mieluummin kirjallisesti osoitteella:</b>		
A 58	"Paikan ja suunnan määrittäminen geofysikaalisissa tutkimuksissa"	50,—	<b>Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.</b>		
A 59	"Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,—	<b>Rautaruukki Oy</b>		
A 60	"Holvautumien purkumenetelmät"	50,—	<b>PL 217</b>		
A 61/I	"Rakeisen materiaalin kosteuden mittausta"	50,—	<b>90101 Oulu 10</b>		
A 62	"Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiohjelmistoista"	30,—	<b>tai puh. 981-327 711</b>		

## ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

- Oy AIRAM Ab, KOMETA
- Oy ALGOL Ab
- BOART Oy
- EKONO Oy
- IMATRAN VOIMA Oy
- KEMIRA Oy, Vihtavuoren tehtaat
- KONE Oy, Iskukonedivisioona
- LAROX Oy
- Oy LOHJA Ab
- MYLLTKOSKI Oy, Luikontahden kaivos
- OUTOKUMPU Oy
- OVAKO Oy-Ab
- Oy PARTEK Ab, Mineraaliyksikkö, Parainen
- RAMMER Oy
- RAUMA-REPOLA Oy, NELES Oy
- RAUTARUUKKI Oy
- Oy SKEGA Ab
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Oy ATLAS COPCO Ab
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Vuorikoneet
- Oy TAMPELLA Ab, TAMROCK
- WIHURI Oy, WITRAKTOR
- WPL-System Oy

## OHJEITA KIRJOITTAJILLE

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

**Käsikirjoitukset** on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkiä 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoi-neen ja kirjallisuuviitteineen** on 5 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäviksi mahdolliset käsikirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten. 4 konekirjoitusarkkia = noin 1 sivu.

**Päätöskot ja alaotsikot** erotetaan toisistaan selkeästi.

**Kuvat ja taulukot** numeroidaan jatkuvasti ja niiden tekstit sekä näiden **englanninkieliset käännökset** kirjoitetaan erilliselle arki-le. Kuvien olisi mahdollista yhden palstan leveydelle (**85 mm**), mutta ne on piirrettävä vähintään kaksinkertaiseen kokoon ottaen viivapaksuuksia ja kirjainkokoja valittaessa huomioon pienennyk-sen vaikutus. Kuvia ei varusteta kehysviivoin. Kuvien paikat on merkittävä käsikirjoitukseen.

**Kaavat ja yhtälöt** on kirjoitettava selvästi ja yksinkertaiseen muo-toon, mahdollisuuksien mukaan välttäen ala- ja yläindeksien, eri-kokoisten merkkien ja vieraiden kirjainten käyttöä. On käytettävä SI-yksiköitä.

**Kirjallisuuviitteet** numeroidaan jatkuvasti // sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

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

Jokaiselle artikkelille on ilmoitettava **englanninkielinen otsikko** sekä laadittava kielellisesti tarkistettu englanninkielinen yhteen-veto — **summary** — pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitus-riviä.

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

Keväällä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle **helmikuun loppuun** mennessä, syysnumeroon tar-koitetut **syyskuun loppuun** mennessä.

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

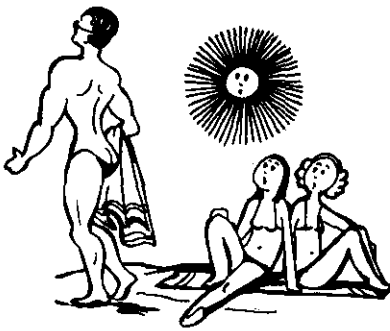
## KAHDEN SUUREN YHTEINEN AMMATTILEHTI

TERÄSPALAT on Rautaruukki Oy:n ja Ovako Oy:Ab:n yhdessä julkaisema rauta- ja teräsalan ammattilehti. Sen tarkoituksena on tarjota teräsalan teknistä ja taloudellista perustietoa yhtiöiden henkilöstölle, ennen kaikkea työnjohto- ja työntekijäkuntaan kuuluville ammattimiehille, jotka ovat kiinnostuneet alasta oman tehtävänsä näkökulmaa laajemmin, mutta jotka kielivaikeuksien takia eivät voi seurata kansainvälisiä julkaisuja.

Teräspalat on ilmestynyt viime vuoden alusta neljä kertaa vuodessa. Kirjoittajat ovat olleet tähän asti julkaisijayhtiöi-

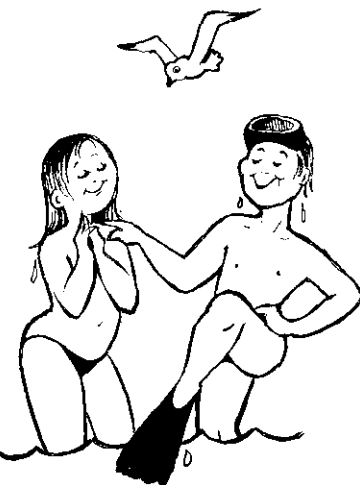
den piiristä, mutta myöskin kansainvälisiä teräsalan lehtiä seurataan. Lehden päätoimittaja on tekn.tri Ulla-Maija Levanto Rautaruukin Oulun keskuskonttorista ja nelihenkinen toimitusneuvoston puheenjohtaja on dipl.ins. Seppo Härkönen Ovakon Imatran tehtaalta.

Vaikka lehti on lähinnä tarkoitettu julkaisijayhtiöiden omalle henkilöstölle, sitä voidaan rajoitetusti toimittaa ulkopuolisillekin asiasta kiinnostuneille. Toimituksen osoite on Rautaruukki Oy, PL 217, 90101 OULU 10.



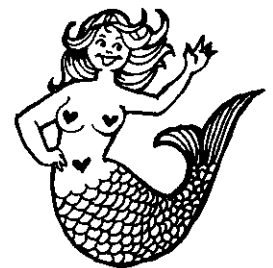
**VUORITEOLLISUUS**  
**BERGSHANTERINGEN**

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



**VUORITEOLLISUUS**  
**BERGSHANTERINGEN**

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



Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1983  
Ylitarkastaja Urpo J. Salo

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu tn	Malmia tai hyötykiveä tn	Kaivostyöntekijöitä v. 1983 aikana			Kaivoksessa suoritettuja työtunteja
						avolouhos	maanalla	yht.	
<b>Malmi-kaivokset</b>									
1. Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Oy	2 559 430	510 220	60	—	60	111 460
2. Mustavaara	Taivalkoski	V	Rautaruukki Oy	1 816 100	1 572 000	29	—	29	52 880
3. Otanmäki	Vuolijoki	V, Fe, TiO <sub>2</sub>	—	1 253 000	1 253 000	—	92	92	159 700
4. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb	Outokumpu Oy	1 137 342	1 055 993	—	161	161	276 172
5. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	—	977 244	795 359	—	198	198	336 730
6. Hammaslahti	Pyhäselkä	Cu	—	956 053	412 100	26	59	85	148 990
7. Hannukainen	Kolari	Fe, Cu	Rautaruukki Oy	824 749	435 572	12	—	12	22 268
8. Rautuvaara	Kolari	Fe	—	796 900	796 900	—	79	79	134 379
9. Hitura	Nivala	Ni, Cu	Outokumpu Oy	574 042	—	12	—	12	23 211
10. Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	—	520 512	480 612	—	98	98	167 101
11. Keretti	Outokumpu	Cu, Zn, Co, S	—	487 718	430 631	—	163	163	277 900
12. Vammala	Vammala	Ni, Cu	—	405 087	359 097	—	41	41	70 332
13. Vuonos	Outokumpu	Cu, Zn, Co	—	403 129	402 559	—	70	70	118 380
14. Virtasalmi*	Virtasalmi	Cu	—	320 000	310 000	—	14	14	22 478
15. Luikonlahti*	Kaavi	Cu, Zn, Co, S	Myllykoski Oy	178 200	177 000	—	11	11	17 936
Malmikaivokset 15 kpl				13 209 506	8 991 043	139	986	1125	1 939 917
<b>Kalkkikivi-kaivokset</b>									
1. Parainen	Parainen	klk	Oy Partek Ab	2 093 197	1 829 636	26	5	31	58 166
2. Tytyri	Lohja	klk	Oy Lohja Ab	919 166	919 166	—	56	56	95 009
3. Ihalainen	Lappeenranta	klk, Wol	Oy Partek Ab	826 922	826 922	17	—	17	32 645
4. Mustio	Karjaa	klk	Oy Lohja Ab	633 006	487 020	11	—	11	20 903
5. Siikainen	Siikainen	dol	Oy Partek Ab	335 554	303 419	6	—	6	9 706
6. Ruokojärvi	Kerimäki	klk, dol	Ruskealan Marmori Oy	289 814	271 989	5	21	26	44 487
7. Äkäsjoensuu	Kolari	klk	Oy Partek Ab	256 000	256 000	5	—	5	8 600
8. Ryytimaa	Vimpeli	dol	—	251 261	239 047	4	—	4	7 734
9. Ankele	Virtasalmi	dol	—	226 206	162 812	2	—	2	3 495
10. Kalkkimaa	Tornio	dol, kv	Rauma-Repola Oy	220 000	220 000	3	—	3	6 808
11. Förby	Särkisalo	klk	K. Forsström Oy	153 878	143 718	—	28	28	48 388
12. Sipoo	Sipoo	klk, dol	Oy Lohja Ab	146 782	146 782	—	11	11	20 207
13. Vampula**	Vampula	dol	Oy Partek Ab	26 180	—	4	—	4	6 047
14. Juuka	Juuka	dol	Juuan Dol.kalkki Oy	15 122	14 622	1	—	1	740
15. Louepalo	Tervola	dol, marm.	Lapin Marmori Oy	9 089	4 037	2	—	2	2 681
16. Rantamaa	Tervola	dol	—	6 656	4 111	—	—	—	320
17. Sinermänpalo	Kittilä	Cr-marm.	—	1 187	237	—	—	—	396
Kalkkikivi-kaivokset 17 kpl				6 410 020	5 829 518	86	121	207	366 332
<b>Mineraali-kaivokset</b>									
1. Siilinjärvi	Siilinjärvi	P, Klk	Kemira Oy	7 161 790	5 129 740	78	—	78	143 863
2. Lahnaslampi	Sotkamo	Tlk, Ni	Yht. Paperitehtaat Oy	894 437	319 910	14	—	14	27 410
3. Horsmanaho	Polvijärvi	Tlk, Ni	Oy Lohja Ab	223 695	203 415	4	—	4	8 500
4. Kinahmi	Nilsjä	Kv	—	203 142	199 052	4	—	4	8 000
5. Repovaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Malmikaivos Oy	171 201	108 801	5	—	5	8 336
6. Kemiö	Kemiö	Ms, Kv	Oy Lohja Ab	122 115	106 447	5	—	5	9 164
7. Lipasvaara***	Polvijärvi	Tlk, Ni	Malmikaivos Oy	22 283	18 872	2	—	2	4 201
8. Hiikkämäki	Nilsjä	Kv	Oy Lohja Ab	13 755	13 755	—	—	—	200
9. Haapaluoma	Peräseinäjoki	Ms	—	12 500	12 500	—	—	—	480
10. Tikanmaa	Tervola	Kv	—	—	—	—	—	—	—
Mineraali-kaivokset 10 kpl				8 825 460	6 112 492	112	—	112	210 154
Muut kaivokset: vuorivillan ja sementinvalmistuksen kiviaineisia									
1. Mikonvaara	Parikkala	Al, Fe	Oy Partek Ab	49 794	49 794	—	—	—	2 550
2. Sompujärvi	Keminmaa	Al, Fe, Mg	—	47 578	47 578	—	—	—	2 700
3. Ybbernas	Parainen	Al, Fe, Mg	—	40 300	40 300	—	—	—	930
4. Sallittu	Suomusjärvi	Al, Fe, Mg	—	30 800	30 800	—	—	—	1 070
5. Piilola	Kolari	Al	—	29 700	29 700	—	—	—	1 200
6. Usmi	Hyvinkää	Al, Fe	—	25 000	25 000	—	—	—	1 580
7. Kuurmanpohja	Joutseno	Al, Fe	—	23 424	23 424	—	—	—	1 785
8. Mustämäki	Lemi	Al, Fe	—	5 368	5 368	—	—	—	296
Muut kaivokset 8 kpl				251 964	251 964	7	—	7	12 111
Kaikki kaivokset yht. 50 kpl				28 696 950	21 185 017	344	1107	1451	2 528 514

\*) toiminta päättyi

\*\*) rakenteilla

\*\*\*) koelouhinta

Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto

	1981	1982	1983	Keskipitoisuus v. 1983
<b>Rikasteet</b> tonnia				
Rautarikasteita yhteensä	1 230 511	1 237 700	1 276 500	64,4
— rautarikaste ja pelletit	871 260	883 800	862 100	66,1
— purppuramalmi, pasutteet (Kokkola ja Siilinjärvi)	359 251	353 900	414 400	61,0
Rikkirikaste	403 352	385 465	448 848	48,5
Kromirikaste, palamalmi ja valuhiekka (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %)	412 312	345 018	245 416	41; 27, 4; 47,2
Kuparirikaste	164 695	159 383	164 613	23,0
Ilmeniittirikaste (TiO <sub>2</sub> %)	161 500	167 800	163 900	45,2
Kobolttirikaste	136 061	143 933	147 910	0,7
Sinkkirikaste	108 428	111 544	116 212	48,6
Nikkelirikaste	90 311	90 972	60 383	8,8
Lyijyrikaste	3 623	3 111	4 033	52,7
<b>Metallit ja metallurgisia tuotteita</b> tonnia				
Raakarauta (malmeista)	1 965 270	1 944 000	1 898 458	
Raakateräs (romusta)	367 657	330 000	371 170	
Sinkki	139 835	143 882	155 336	
Jaloteräs (aihiot)	87 209	106 777	122 013	
Ferrokromi	51 623	54 532	58 698	
Katodikupari	33 796	47 969	55 376	
Katodinikkeli	13 310	12 615	14 837	
Vanadiinipentoksidi	5 557	5 619	5 694	
Koboltti	1 229	1 455	1 550	
Kadmium	621	566	616	
Molybdeeni	165	216	218	
Elohopea, kg	67 190	71 273	64 000	
Hopea, kg	37 805	36 964	30 478	
Seeleni, kg	19 422	10 020	11 172	
Kulta, kg	992	1 144	790	
Palladium, kg	62	145	71	
Platina, kg	50	129	68	
<b>Mineraalit</b> tonnia				
Kalkkikivi yhteensä	3 819 300	3 979 203	4 661 800	
Kalkkikiven käyttö:				
— sementin valmistus	2 416 092	2 446 397	2 608 400	
— maanparannuskalkki	630 590	864 253	1 370 100	
— kalkkipoltto	382 903	359 377	344 100	
— rouheet, tekn.hienojauheet ym.	315 009	257 634	287 300	
— sulfiitti- ja metallurginen kivi	74 706	51 542	51 900	
Apatiitti	200 927	233 053	381 216	
Talkki	307 915	325 298	318 430	
Kvartsi	255 169	249 429	213 000	
Vuorivillakivi	140 500	105 623	134 237	
Maasälpä	63 066	69 609	52 066	
Sementinvalmistuksen lisäkiveä	20 400	39 280	35 068	
Wollastoniitti	13 690	14 962	15 402	
Baryytti	—	—	3 400	
<b>Sementti</b> tonnia	1 787 079	1 794 199	1 886 300	

# Lohja taitaa mineraalien jalostuksen

*Kalkkikivi*

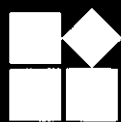
*Dolomiitti*

*Kvartsi*

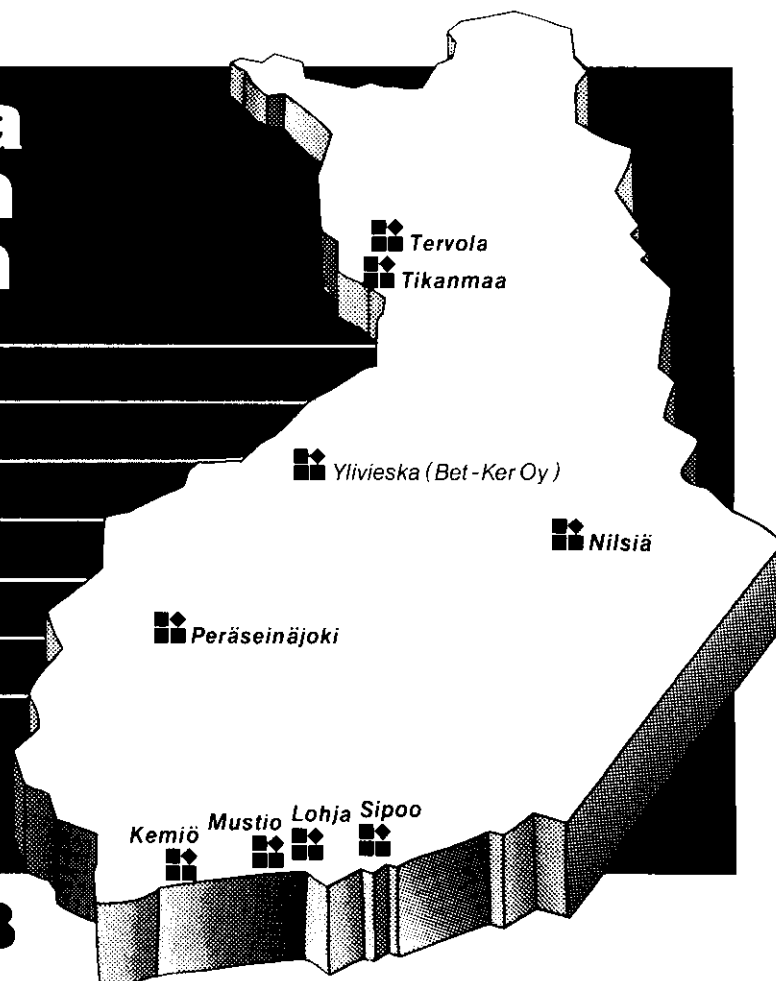
*Maasälpä*

*Liuskesirote*

*Tulenkestävät massat*



## OY LOHJA AB



# TAMROCK

SF 33310 TAMPERE 31 PUH. 931-431411

**SKEGA**

# OY SKEGA AB valmistaa polyuretaani-elastomeereja

Investoinnit uudenaikaisiin koneisiin mahdollistavat monenlaisten polyuretaani-tuotteiden valmistuksen, esim. kaivos-, betoni- ja kivenkäsittelyssä käytetyt kulutus- ta kestävät osat; vaahdotuskoneiden osat, pumpun vuorausosat ym. kulutusosat.

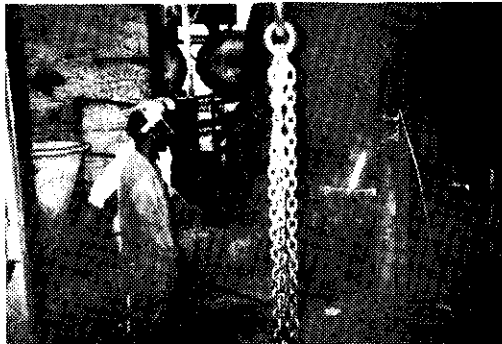
Valmistamme myös polyuretaani-elastomeereja asiakaspiirustusten mukaan.

Yhtiömme muu toiminta jatkuu perinteiseen tapaan ja toimitamme kaivos-, kivi- ja betoniteollisuudelle kulutusta kestäviä kumituotteita.

**OY SKEGA AB**

Tehtas ja Myynti  
PL 20 (Teräskatu 2) PUH. 971-312022  
70151 KUOPIO teleksi 42-157 skega sf.

# EKONO OY VUORITEOLLISUUS



*Tina-Litiumi  
Zimbabwe*



*Teräs*

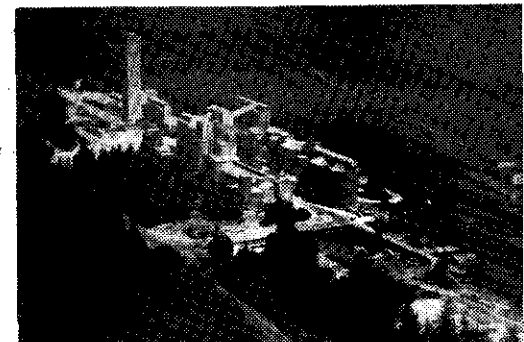
**MAAILMALLA**

**Esiselvityksiä  
Suunnittelua  
Projektipalvelua  
Prosessi, energia- ja  
ympäristönsuojelu-  
asiantuntemusta**

**SUOMESSA**



*Turve  
Burundi*



*Kalkki*

OOO  
**EKONO**

PL 27, SF-00131 Helsinki 13,  
puh. 90-46911, telex 124822

EKONO Inc.  
410 Bellevue Way S.E.  
Bellevue, WA 98004  
USA  
Tel. 1-206-455 5969  
Telex 329471

EKONO Consultants Ltd.  
Toronto Dominion Centre  
Suite 4650, P.O. Box 77,  
Toronto  
Ontario, Canada M5K 1E7  
Tel. 416-364-0521  
Telex 06-524285

EKONO GmbH  
Hietzinger Hauptstr. 122 b,  
A-1130 Vienna,  
Austria  
Tel. 43-222-827 494  
Telex 135966

EKONO IBERICA S.A.  
Po de la Castellana, 51  
Planta 3/10 a,  
Madrid-1, Spain  
Tel. 34-1-410 4213  
Telex 45602

EKONO LIAISON OFFICE  
13-31 Yoido-Dong  
Yeongdeungpo-ku, Seoul,  
Republic of Korea  
Tel. 783-1380  
Telex kosami k 25659



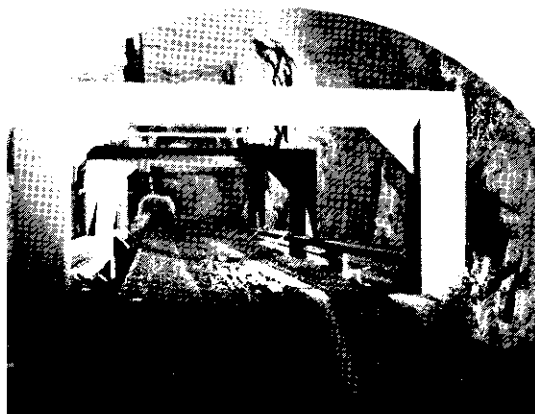
# Vuoriteollisuuden suurhankkija

## Asiantuntemusta

Vuoriteollisuuden tuntemus pohjautuu Algolissa vuosikymmenien perinteisiin. Pitkään kokemukseen yhdistyy tuore tekninen tieto: kansainväliset yhteytemme tuovat meille alan uusimmat saavutukset maailmalta. Kaikki tämä koituu hyödyksenne.

Edustamme tehtaita, joiden tuotteisiin on totuttu luottamaan Suomessa ja Suomen ulkopuolella: Lurgi, Mannesmann Demag, Didier, esimerkiksi. Mukaan niveltyy oman Herttoniemen konepajamme nosturit tuotanto, suomalaisella ammattitaidolla.

Osoittakaa ongelmanne meille, kun se liittyy vuoriteollisuuden, metallurgian tai prosessiteknikan alueille. Mielsänne voi olla yksittäinen laitetarve, laajan projektin suunnittelu tai kysymys, johon haluatte vastauksen. Olemme palveluksessanne.



# ALGOL

Eteläranta 8 • PL 170, 00131 Helsinki 13  
Puhelin (90) 176631 • Telex 121430 algol sf

## Tuotevalikoimaa

Algol ja vuoriteollisuus, metallurgia, prosessiteknikka. Tuotteissa on valinnanvaraa:

- kaivoshissit
- hihnakuuljetimet
- nosturit
- koneistot pasutukseen
- koneistot malmien sintraukseen
- koneistot sintterin jäähdyttämiseen
- tyhjiökuivausrummut
- uraanimalmin käsittelykoneistot
- tulenkestävät keraamiset aineet uunien vuoraukseen
- sähkösuodattimet

# Tutkimuspalvelua ja erikoislouhintaa asiantuntemuksella

- syväkairausta ja iskuporausta
- geofysiikan mittauksia
- geologista konsultointia
- alimak- ja pitkäreikänousuja
- louhintaporausta



**MYLLYKOSKI OY**

Tutkimuspalvelu ja erikoislouhintaa  
73670 LUIKONLAHTI  
puh. (971) 671 701  
telex 42-169 mylui sf

# Sähkö johtaa eteenpäin.

Imatran Voima Oy (IVO) on valtion omistama voimayhtiö.

Yhtiö perustettiin 1932.

Jo viisikymmentä vuotta tehtävämme on kuulunut maan energiahuollon monipuolinen hoitaminen.

Sähköä pyrimme aina tuottamaan niin kotimaisesti ja kokonaisuutta ajatellen edullisesti kuin mahdollista.

Sähköstä onkin tullut meille suomalaisille turvallista, tuotettavaa energiaa – omaa energiaamme.

Yhdessä olemme nähneet, että sähkön varaan kannattaa rakentaa. Sähkö johtaa eteenpäin.



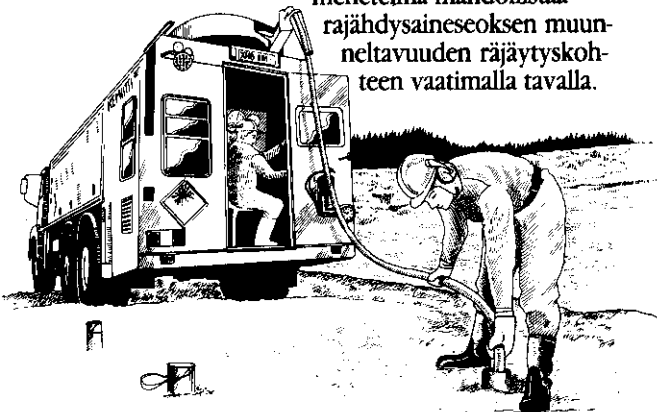
IMATRAN VOIMA OY



## KEMIITI -käyttöpaikalla valmistuva nestemäinen räjähdysaine

Kemiitti on suurehkoihin louhintakohteisiin soveltuva, valmistukseltaan ja käytöltään turvallinen louhintaräjähdyksine. Lopullisesti se muodostuu räjähdysaineeksi vasta poranreiässä. Jatkuvatoiminen sekoittaa/pumpata

-menetelmä mahdollistaa räjähdysaineseoksen muunneltavuuden räjäytyskohteen vaatimalla tavalla.

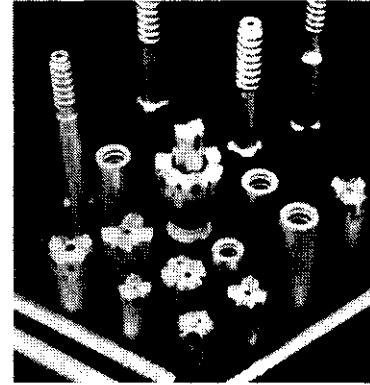


**KEMIRA OY**  
VIHTAVUOREN TEHTAAT

# EUROOPAN PARHAAT.

Boart on yksi tunnetuimmista nimistä keskusteltiinpa poraamisesta ja porakalustoista missä päin maailmaa tahansa.

Boart on kahdessa vuodessa lisännyt merkittävyttään huomattavasti myös Suomessa perustettuaan maahantuontia ja myyntiä varten erikoisyhtiön maahamme.



## BOART SUOMESSA.

(Boart porat sekä Longyear kairauskoneet ja tarvikkeet)



Juhani Mertenanen  
toimitusjohtaja



Eero Dimitrow  
tekninen edustaja



Ossi Lämsä  
toimistoinsinööri



Matti Korhonen  
myynti-insinööri



Eeva Mertenanen  
toimistosiihteeri



Leena Kinnunen  
toimistosiihteeri



**Boart Oy**

Makasiininkatu 2  
70620 Kuopio  
Puhelin 971-125 252  
Telex 27344 boart sf

Myynti:  
BOART OY,  
MONIVUOKRAUS KY,  
PORATUKKU OY,  
LOUHINTATARVIKE M. VUOLLET KY

Tilaa vievät, öljyä paljon  
kuluttavat kuivausrummut  
ovat tarpeettomia.  
Kosteuspitoisuuden saat nyt  
suodattamalla alemmaksi kuin  
koskaan ennen. Automaattisesti.

## Energiaa säästävä **LAROX<sup>®</sup> PF** painesuodatin

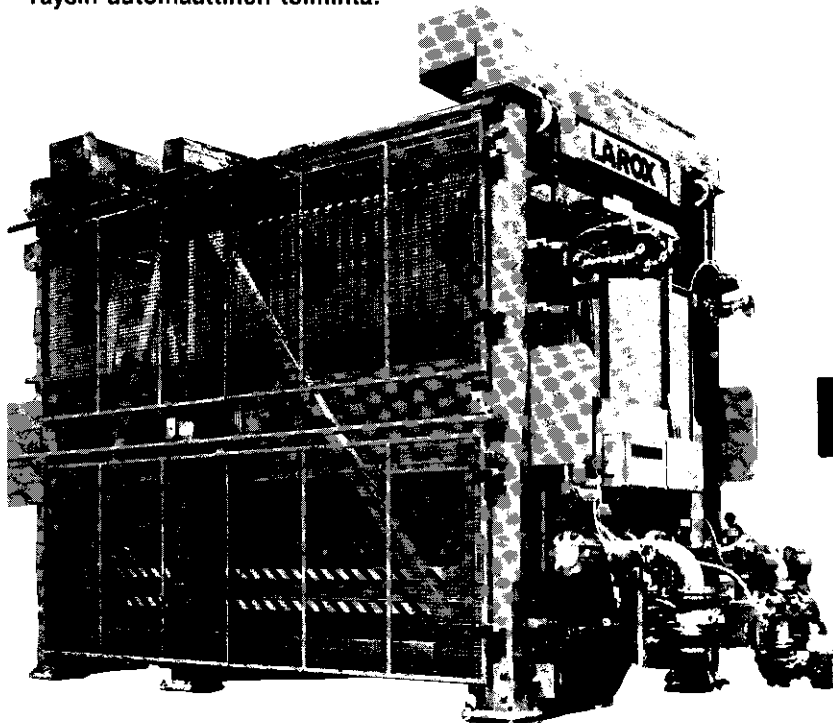
11 vakiokokoa.  
Suodatuspinta-ala 0,8—32 m<sup>2</sup>.  
Toiminta täysin automaattinen  
— myös kakun poisto ja kankaan  
pesu.

# LAROX

Larox Oy,  
PL 29, 53101 LAPPEENRANTA  
Puh. (953) 117 60, telex 58233 larox sf



11 vakiokokoa.  
Suodatuspinta-ala 35—200 m<sup>2</sup>.  
Täysin automaattinen toiminta.



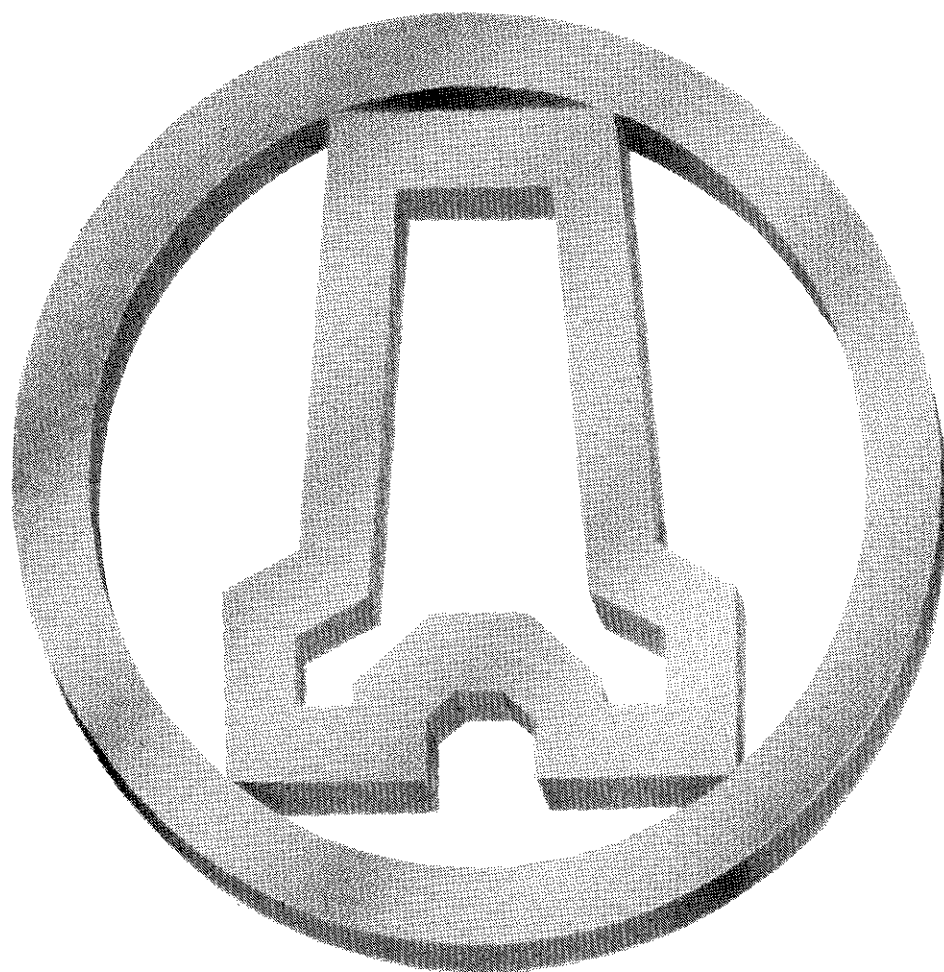
Nyt voit automatisoida  
suurten, alhaisen kiinto-  
ainepitoisuuden omaavien  
lietemassojen käsittelyn.  
Samalla saat kosteuspitoisuu-  
den alemmaksi kuin koskaan  
ennen. Automaattisesti.

## Energiaa säästävä **LAROX<sup>®</sup> CF** kammiosuodatin

# LAROX

Larox Oy,  
PL 29, 53101 LAPPEENRANTA  
Puh. (953) 117 60, telex 58233 larox sf

**Rautaruukki on terästä.  
Siihen nojaa teollistunut  
Suomi.**



Joka kolmas Suomen teollinen työpaikka on metalliteollisuudessa, jolle toiminnan tärkein edellytys on korkealaatuinen teräs. Rautaruukin teräs on suomalaisen osaamisen huipputuote, jolla on suuri merkitys koko kansakunnan hyvinvoinnille.

**RAUTARUUKKI OY**

— ilman terästä Suomi ei tule toimeen—

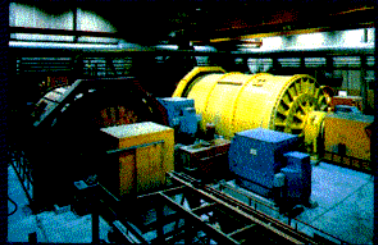


# Pidä jauhatuskustannukset kurissa. Valitse markkinoiden luotettavin kiinnitysjärjestelmä.

Myllyvuorausten kiinnitysjärjestelmään on voitava luottaa. Vain sillä edellytyksellä voit laskea tuotantokustannuksia.

Siksi valitset kiinnitysjärjestelmän, jonka toimintavarmuus tiedetään vuosikymmenien ajalta. Ja joka kestää koko vuorauksen käyttöajan, kauemminkin.

Tähän tapaan mietittiin LKAB:ssa valittaessa Viscariaan Trelleborgin myllyvuoraukset.



## JÄLJITELTY MUTTA YLITTÄMÄTÖN

Trellex-vuorauksien kiinnitystapaa ei ole tarvinnut muuttaa 20 vuoteen! Jäljittely-yrityksiä olemme nähneet ja lisää lienee tulossa. Trellex-järjestelmän ylittänyt ei vain ole tehty.

Taitaapa 20 vuoden etumatka olla ylivoimainen kopioitavaksi. Ja markkinoiden matalin kiinnitysjärjestelmä mahdollistaa kumiosien täydellisen hyväksikäytön.

**TRELLEBORG** 



**TALLBERG**  
vuorikoneet

Karapellontie 11, 02610 Espoo 61  
puh. 90-594 011