

# VUORITEOLLISUUS



N:o 1/1997  
55. vuosikerta  
ISSN 0042-9317

# BERGSHANTERINGEN

Vuorimiesyhdistyksen jäsenlehti – Bergsmannaföreningens medlemstidskrift

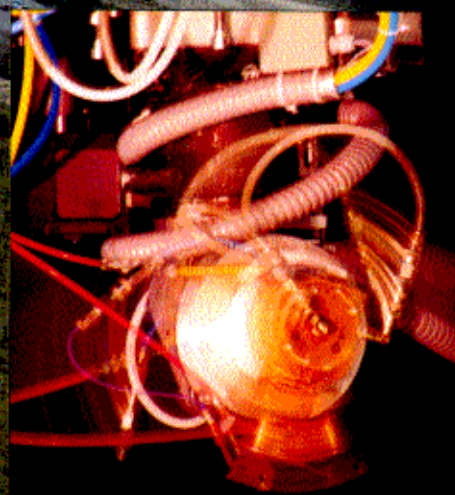


## Kongressi- matka Kiinaan ja Tiibetiin

s. 10

## Laser apu- välineenä

s. 34



## Future of the Mining Industry in Lapland s. 17

Pahtavaaran kaivokset osa luontoa



# SISÄLTÄ RAGALVANOITU

**RAGAL**<sup>®</sup>  
RAUTARUUKKI ZINC COATED STEELS



## Tiedätkö miksi?

Monissa huipputekniikan laitteissa käytetään sinkitystä ohutlevystä valmistettuja osia. Tietokoneen monitorin säteilysuojus on osa elektronista laitetta, jollaista joka päivä käytämme. Osaava valmistaja varmistaa asiakkaidensa turvallisuuden hyvällä suunnittelulla ja moderneilla tuotteilla.

Rautaruukki on osa tätä osaavaa valmistusketjua. Olemme kehittäneet korkealaatuisia kuumasinkittyjä teräksiä, myös ohuin sinkkipinnoittein, vaativan elektroniikkateollisuuden käyttöön. Ohutlevymme soveltuvat erinomaisesti useisiin oman alansa tekniikan kehityksen kärkeä edustaviin tuotteisiin.

Luotettavuus ja turvallisuus sekä vahva osaaminen on myös meidän asiakassuhteittemme kulmakivi.



**RAUTARUUKKI**  
STRIP PRODUCTS

13300 Hämeenlinna  
Puh. [03] 52 860





Julkaisija  
**VUORIMIESTYHDISTYS -  
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**

### PÄÄTOIMITTAJA

*Prof. Martti Sulonen* 09-4511  
Teknillinen korkeakoulu fax 09-451 2660  
Materiaali- ja kalliotekniikan laitos  
02150 Espoo

### TOIMITTAJA, T&K

*DI Asko Vesanto* 09-451 2788  
Teknillinen korkeakoulu fax 09-451 2795  
Materiaali- ja kalliotekniikan laitos  
02150 Espoo

### TOIMITUS

L & B Forstén Öb Ay 019-2415604  
PL 45 fax 019-2415453  
10601 Tammisaari

### TOIMITUSNEUVOSTO

*Prof. Markku Mäkelä, pj* 020 550 22 23  
Geologian tutkimuskeskus fax 020 550 15  
Betonimiehenkuja 4  
02150 Espoo

*DI Matti Palperi* 09-565 1221  
Ulvilantie 11 b D 108  
00350 Helsinki

*FT Yrjö Pekkala* 020 550 11  
Geologian tutkimuskeskus fax 020 550 20  
Betonimiehenkuja 4  
02150 Espoo

*DI Pekka Purra* 09-421 2611  
Outokumpu Harjavalta Metals Oy fax 09-421 2611  
PL 89  
02201 Espoo

*DI Pertti Rantala* 09-803 7122  
VEPU Ky, Kemianteekniikka fax 09-803 4378  
PL 20  
02271 Espoo

*Tkl. Seija Sundholm* 09-698 4033  
Aukustinkuja 4 A 040-546 6366  
00840 Helsinki fax 09-698 2006

### ILMOITUSPÄÄLLIKKÖ

*Ins. Lars Heikel* 09-781 396  
Punahilkantie 5 A 6  
00820 Helsinki

### Ilmoitushinnat vuodelle 1997

II ja III kansi..... 5 120,- 1/2-sivu..... 2 920,-  
takakansi..... 5 900,- 1/4-sivu..... 1 740,-  
1/1 sivu..... 4 330,- Lisäväri/kpl..... 1 600,-  
Ammattihakemisto-ilmoitus 1/1 vs, 660,-  
Koko: leveys 85 mm, korkeus 25 mm  
Vuosikerta 150,- Ulkomaille 200,-  
Irtonumero 65,- Ulkomaille 75,-

### TAITON SUUNNITTELU JA TAITTO:

L & B Forstén

Kirjapaino: Tammisaaren Kirjapaino Oy, Tammisaari 1997

### SISÄLTÖ

<i>Jouko Härkki: Muutos</i>	4
<i>Bo-Eric Forstén:</i>	
Suomen vuoriteollisuus elää ja voi hyvin	5
<i>Bo-Eric Forstén: Kiinalla menee lujaa</i>	7
<i>Elias Ekedahl: Kongressimatka Kiinaan ja Tiibetiin</i>	10
<i>Raimo Matikainen: European Mining Course (EMC)</i>	14
<i>Bo-Eric Forstén: Sulattoinvestoinnit vauhtiin</i>	16

### T & K

<i>Esa Jutila: Future of the Mining Industry in Lapland</i>	21
<i>Pertti Mikkonen, Pekka Mäntylä:</i>	
FEM-tekniikan käyttö valssauksen mallintamisessa	24
<i>Yrjö Pekkala, Mauri Niemelä:</i>	
Vuolukivi - elämää tulikiven lämmössä	27
<i>Tapani Moisio: Tehtäisiinkö se laserilla!</i>	34
<i>A.S. Korhonen, M.S. Sulonen:</i>	40
Suomalaisia kokemuksia yliopistojen ja teollisuuden välisestä yhteistyöstä materiaalitieteessä ja fysikaalisessa metallurgiassa	
BAMFAC	46
<i>Martti Sulonen: Toimitukselle lähetettyä kirjallisuutta</i>	46
Tutkimuselosteet, kirjat ja julkaisut	47

Joukko Tosikkoja	48
Uusia jäseniä - Nya medlemmar	50
Jäsenille	51
In Memoriam	52
Palveluhakemisto	53
Vuorinaisten pikkujoulu, Vuorikiipeilyilta, Syvärannan lottakoti, Vuorinaisten kevät (TH)	54

### Geologijaosto

Viime syksy	55
Ensi syksyn ohjelma	56
Kaivos 1997 -seminaari	56

### Kaivosjaosto

<i>Kari Kokkonen: Kaivosjaoston syysretki Kiirunaan</i>	57
---	----

### Metallurgijaosto

Metallurgijaoston toimintakertomus vuodelta 1996	58
Metallurgijaoston toimintasuunnitelma vuodelle 1997	58
Metallurgijaoston vuosikokous	59
Esitelmäreferaatit: Seppo Turunen, Ove Näsman	59

### Rikastus- ja prosessijaosto

Ekskursio Palavakiven kaivokselle	60
-----------------------------------	----

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen -lehden seuraava numero ilmestyy 15.6.1997. Siihen tarkoitettun aineiston tulee olla toimituksella Tammisaaressa viimeistään 15.4.1997. T&K-aineisto Asko Vesannolle Otaniemeen.

**TkT Aulis Saarinen**, puheenjohtaja 08-883 60  
Rautaruukki Oy fax 08-883 6490  
PL 217  
90101 OULU

**DI Antti Mikkonen**, varapuheenjohtaja 09-132 1339  
Kemira Engineering Oy fax 09-694 0914  
PL 330  
00101 HELSINKI

**DI Pekka Erkkilä** 016-4521  
Outokumpu Chrome Oy  
95400 TORNIO  
**Professori Kari Heiskanen** 09-451 2798  
Teknillinen korkeakoulu  
Materiaali- ja kalliotekniiikan laitos  
Vuorimiehentie 2 A  
02150 ESPOO

**DI Eero Laatio** 09-4211  
Outokumpu Metals & Resources Oy  
PL 43  
02201 ESPOO  
**FM Esko Lundén** 020 455 6550  
Nordkalk Oy Ab  
21600 PARAINEN

**Prof. Markku Mäkelä** 020 550 20  
Geologian tutkimuskeskus  
Betonimiehenkuja 4  
02150 ESPOO

**DI Tuula Purra** 09-6180 2420  
Teollisuuden Voima Oy  
Annankatu 42 C  
001001 HELSINKI

**TkT Peter Sandvik** 08-849 2535  
Rautaruukki Oy  
Raahe Steel  
PL 93  
92101 RAAHE

**DI Erkki Ström** 09-4211  
Outokumpu Copper Oy  
PL 144  
02201 ESPOO

**Ins Timo Vartiainen** 05-668 811  
Larox Oy  
PL 29  
53101 LAPPEENRANTA

**YDISTYKSEN PÄÄSIHTEERI**

**DI Veikko Appelberg** 09-421 3325  
Outokumpu Mintex Oy fax 09-421 3373  
Riihitontuntie 7 C  
02200 ESPOO  
E.mail: veikko.appelberg@outokumpu.fi

**YHDISTYKSEN RAHASTONHOITAJA**

**LuK Marjatta Parkkinen** 09-421 2442  
Outokumpu Oy fax 09-421 3899  
PL 280  
02101 ESPOO

**Geologiajaosto**

**FT Pekka Nurmi**, puheenjohtaja 020 550 2325  
Geologian tutkimuskeskus  
Betonimiehenkuja 4  
02150 ESPOO  
**FK Anne Voutilainen**, sihteeri 09-759 881  
Säteilyturvakeskus  
PL 14  
00881 HELSINKI

**Kaivosjaosto**

**DI Tero Vierros**, puheenjohtaja 020 544 4630  
Tamrock Oy  
Pispalanvaltatie 91  
33270 TAMPERE  
**DI Kari Kokkonen**, sihteeri 09-296 4236  
Oy Atlas Copco Louhintatekniiikka Ab  
Masalantie 346  
02430 MASALA

**Metallurgijaosto**

**TkT Kari Tähtinen**, puheenjohtaja 09-709 5211  
Imatra Steel Oy Ab  
PL 790  
00101 HELSINKI  
**DI Jari-Jukka Asikainen**, sihteeri 05-680 2216  
Imatra Steel Oy Ab  
55100 IMATRA

**Rikastus- ja prosessijaosto**

**DI Seppo Lähteenmäki**, puheenjohtaja 08-769 6111  
Outokumpu Finnmines Oy  
Pyhäsalmen kaivos  
PL 51  
86801 PYHÄSALMI  
**DI Pertti Rantala**, sihteeri 09-803 7122  
Vepu Ky Kemiaantekniikka  
PL 20  
02201 ESPOO

**Tutkimusvaltuuskunta**

**FM Esko Lundén**, puheenjohtaja 020 455 6550  
Nordkalk Oy Ab  
21600 PARAINEN

**Geologinen toimikunta**

**TkT Imo Kukkonen**, puheenjohtaja 020 550 20  
Geologian tutkimuskeskus  
Betonimiehenkuja 4  
02150 ESPOO

**Kaivosteknillinen toimikunta**

**DI Matti Pulkkinen**, puheenjohtaja 020 544 4130  
Tamrock Oy  
PL 100, Pihtisulunkatu 9  
33311 TAMPERE

**Rikastusteknillinen toimikunta**

**Prof. Kari Heiskanen**, puheenjohtaja 09-451 2789  
Teknillinen korkeakoulu  
Materiaali- ja kalliotekniiikan laitos  
Vuorimiehentie 2 A  
02150 ESPOO

**Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien sihteeri**

**FT Jyrki Parkkinen** 09-469 31  
Geologian tutkimuskeskus fax 09-462 205  
Betonimiehenkuja 4  
02150 ESPOO  
email jyrki.parkkinen@gsf.fi



"Tuotteita arvioidaan jo nyt niiden ympäristöarvojen perusteella", Outokumpun ympäristöjohtaja Matti Koponen huomauttaa.

"Eikä ainoastaan itse tuotteita, vaan jopa sitä, miten niiden raaka-aineet – metallit mukaanluettuna – on valmistettu. Olen vakuuttunut, että vastuullisuus on yhä merkittävämpi myyntiargumentti metalleille ja niiden valmistukseen liittyvälle teknologialle. Se on myös ominaisuus, jonka asiakkaamme voivat siirtää omiin tuotteisiinsa."

### **Osaajien täytyy välittää**

Me outokumpulaiset uskomme, että vastuullisuuden periaatteen täytyy kattaa koko käyttämämme ja markkinoimamme metallinvalmistusteknologia sekä metallituotannon jokainen vaihe. Mielestämme on lisäksi ensiarvoisen tärkeää varmistaa, että ympäristöturvallisuus ei koskaan ole vain jälkikäteen lisättävä ominaisuus, vaan sisäänrakennettu osa jokaista prosessia.

Maailmanlaajuisena ja monipuolisena metallien valmistajana meillä on sekä voimavaroja että kykyä toimia näiden periaatteiden mukaisesti.

### **Jatkuvuus edellyttää vastuullisuutta**

Mutta loppujen lopuksi, miksi me menettelemme näin, vaikka hyvin tiedämme, ettei vastuullisuus vielä vaikuta metallin hintaan?

Yksinkertainen totuus on, että kaivoksia ja sulattoja ei rakenneta vuosia, vaan vuosikymmeniä silmäläpäpitäen. Siksi meidän täytyy kat-



## **Jonakin päivänä he kysyvät miten metallimme on tehty.**

soa tulevaisuuteen – turvataksemme investointimme ja varmistaaksemme toimintamme jatkuvuuden.

Olemme vakuuttuneita siitä, että vain ne jotka valmistavat metalleja vastuullisesti, valmistavat niitä menestyksellisesti. Siinä yksinkertainen syy sitoumuksellemme. Tämä toimintatapa luo lisäarvoa, jonka yhteistyökumppanimme

voivat edelleen siirtää omille asiakkailleen – kaikkien yhteiseksi eduksi.

Lisätietoja Outokummusta ja sen ympäristöpolitiikasta saat osoitteesta Outokumpu Oy, Tiedotus, PL 280, 02101 Espoo, fax (09) 421 2429.

 **outokumpu**



# Muutos

PROFESSORI JOUKO HÄRKKI OULUN YLIOPISTO

*Lamaa edeltänyt pitkä, suhteellisen tasaisen kehityksen kausi on takanapäin. Olemme siirtyneet muutosten aikaan. Taloudellinen ja poliittinen yhdentyminen Euroopan yhteisöön etenee kiihtyvällä vauhdilla. Kaikkialla yhteiskunnassa erikoistutaan ja keskitytään. Tehokkuus on päivän sana.*

Yhteiskunnan ja sen myötä teollisuuden rakenne on muuttumassa. Useat yritykset ovat yhtiöittäneet toimintojaan ja muuttavat parhaillaan organisaatioitaan. Tuottavuutta lisätään etenkin automaation avulla. Yritystoiminta ketjuuntuu ja verkottuu. Koulutus- ja tutkimuslaitokset uudistuvat. Yliopistojen työnjakoa terävöitetään ja ammattikorkeakouluja perustetaan. Muutosten tahti on niin kiivas, että on perusteltua puhua murroksesta.

Kun muutos on käynnissä, ollaan liikkeessä. "Lepokitka" on ylitetty ja muutokset seuraavat toisiaan vähemmän ponnisteluin. Kehityshypyt mahdollistuvat, mutta myös erehtymisen riski on suurempi. Tässä ajassa on siis poikkeavan paljon mahdollisuuksia, mutta myös uhkia. Meneillään olevan murroksen kautta olemme ehkä siirtymässä vakiintuneesta ajasta uuteen samanlaiseen tai sitten muutoksesta tulee pysyvä. Jos liike jatkuu nykyisellään, tulevat

muutokset olemaan nopeita ja osin arvaamattomia.

Tämän kaikkinaisen muutoksen keskeillä on työntekijä, ihminen, pitkälti muutumaton ja ihmeissään. Yhteiskunta on jakautumassa joko ihmisten passiivisen (mm työttömyys) tai aktiivisen toiminnan (mm varhaiseläkkeet) seurauksena työelämässä oleviin ja sen ulkopuolisiin. Yhteiskunnassa ikä- ja perherakenteet muuttuvat. Vapaa-aika lisääntyy ja elämän laadun merkitys tulee yhä keskeisemmäksi. Yksilön merkitys kasvaa. Koulutustaso paranee ja työn sisältö muuttuu.

Näiden muutosten nopeus on johtanut tilanteeseen, jossa meillä työntekijöillä, juhlapuheiden voimavaroilla, on vaara pudota kehityksen kelkasta! Tilanne on hälyttävä. Työt kyllä pääsääntöisesti helpottuvat fyysisesti mutta kovenevat psyykkisesti. Kestämmekö?

Tähän muutosten vyöryyn, tähän murrokseen, pyrkii Vuoriteollisuus-lehti vas-

## Lehden päätoimittaja vaihtuu

Professori Martti Sulonen ilmoitti toimitusneuvoston kokouksessa 30. lokakuuta 1996 luopuvansa lehden päätoimittajan tehtävästä, jota hän on hoitanut pidempään kuin yksikään edeltäjistään, 24 vuotta.

Käsillä oleva, uusiutuvan Vuoriteollisuuslehden numero on viimeinen päätoimittaja Sulosen pitkässä lehden ilmestysmiskertojen juoksussa. Vuoriteollisuus-Bergshanteringen esittää Martille parhaat kiitoksensa hänen mittavasta panoksestaan lehden hyväksi.

Vuorimiesyhdistyksen hallitus päätti toimitusneuvoston esityksestä valita lehden uudeksi päätoimittajaksi professori Jouko Härkin. Hänen panoksensa näkyy jo tämän Vuoriteollisuuslehden pääkirjoituksena. Joukolle me kaikki vuorimiehet toivotamme menestystä tehtävässään.

**Markku Mäkelä**

taamaan uudistumalla. Kohderyhmän ovat Vuorimiesyhdistyksen jäsenet, ihmiset. □

Hyvää vuoden 1997 jatkoa kaikille, Jouko Härkki

## Jouko Härkki lyhyesti

**1946**

Syntynyt Viljakkalassa

**1965**

Ylioppilaaksi Uudestakaupungista

**1972**

DI, TKK prosessimetallurgia

**1978**

TkT, TKK prosessimetallurgia

**1973-1985**

Laboratorioinsinööri, TKK metallurgia

**1985-1991**

Yliassistentti, TKK metallurgia

**1991-**

Professori Oulun yliopiston prosessimetallurgia

Lisäksi Jouko Härkki on toiminut TKK:n metallurgian dosenttina vuodesta 1979

ja hoitanut saman laboratorion apulaisprofessuuria 1977-1978 sekä professuuria vuosina 1979, 1986 ja 1987. Vuosina 1980-81 hän toimi vierailevana tutkijana Saksassa. Vuodesta 1990 hän on toiminut Rautaruukin ja Fundian raakarautaja teräs-yhteistyöryhmien jäsenenä sekä vuodesta 1996 Rautaruukki Oy:n innovaatiotoiminnan neuvottelukunnan jäsenenä.

Härkki toimii myös Euroopan hiili- ja teräsyhteisössä raudanpelkistyksen alueella Suomen edustajana.

Vuorimiesyhdistyksen metallurgijaoston jäsenenä Härkki on ollut vuodesta 1972 ja ottanut osaa sen toimintaan johtokunnan jäsenenä vuosina 1978-1979 sekä 1982-1986.





**Martti Sulonen:**

# Suomen vuoriteollisuus elää ja voi hyvin

TEKSTI JA KUVAT BO-ERIC FORSTÉN

Kaksikymmentäneljä vuotta professori Martti Sulonen, 74, on päätoimittajana huolehtinut siitä, että te hyvät lukijat säännöllisin välein olette saaneet käyttöönnne arvokkaan ja monipuolisen vuoriteollisuutta koskevan tietopakettin. Kädessänne oleva Vuoriteollisuus-lehti on päätoimittaja Martti Sulosen jäähyväisnumero. Tässä haastattelussa päätoimittaja Martti Sulonen kertoo lehdestään ja lehtimiestyöstään, professori Martti Sulonen muistelee työtään pedagogina ja tiedemies Martti Sulonen esittää ajatuksiaan tieteen tekemisestä ja tiedemiehen roolista.



*Professori Martti Sulonen on tieteellisen ja pedagogisen uransa ohella toiminut 24 vuotta Vuoriteollisuus-lehden päätoimittajana.*

Vuoriteollisuus-lehti on sota-ajan lapsi. Lehti perustettiin kesken sotia vuonna 1943. Perusteollisuus oli strategisten metallien tuottajana noussut hyvin merkittäväksi tekijäksi maan talouselämän kannalta ja ala oli suuren mielenkiinnon kohteena. Vuoriteollisuus-lehti syntyi teollisuuden aloitteesta. Tautavoimina esiintyivät sen ajan voimamiehet, vuorineuvokset Eero Mäkinen, Outokumpu Oy, ja Berndt Grönblom, Oy Vuoksenniska Ab. Lehden ensimmäinen päätoimittaja Uolevi Raade liittyi myöhemmin vuorineuvoskerhoon Nesteen pääjohtana.

**AIEHEPIIRIN** kiinnostavuudesta kertoo se, että viranomaiset julistivat lehden ensimmäisen numeron salaiseksi.

- Lehti on Vuorimiesyhdistyksen jäsen-

lehti ja äänenkannattaja ja suurin osa vuorimiehistä on teollisuuden palveluksessa, monet talouselämämme merkittäviä vaikuttajiaakin. Mielestäni lehden tehtävänä on seurata ja dokumentoida mitä alalla Suomessa tapahtuu sekä arvioida kansainvälisen kehityksen vaikutuksia vuoriteollisuuteemme. Siksi julkaisemme säännöllisesti myös Vuorimiespäivien pääesitelmät ja yhdistyksen puheenjohtajan katsauksen, joissa useimmiten käsitellään näitä asioita arvovaltaisella ja hyvin informoidulla ta-

solla, sanoo Martti Sulonen.

Martti Sulosen päätoimittaja-aikana lehdestä on kehittynyt osaksi myös tieteellinen julkaisu.

- Aikaisemmin artikkelit olivat sisällöltään pääosin kertovia, ja edelleenkin julkaisemme sellaisia, kuten esim. yritys- ja prosessinkuvauksia sekä tietoja uusista jäsenistä, suoritetuista tutkimuksista jne. Ilmeni kuitenkin, että maasta puuttui alaltamme kanava tieteelliluontoisten artikkelien julkaisemiseen. Niinpä lehtemme on saanut vähitellen myös tieteellisempää painotusta.

**MITKÄ OVAT** tieteellisen julkaisun tunto-merkit?

- Vaikka rajankäynti ei aivan selvää olekaan, tieteellä tarkoitetaan yleensä tutkimukseen perustuvan uuden tiedon luomista, perusteltuja väitteitä ja toteamuksia. Lehtemme osalta tämä merkitsee sitä, että julkaisemme yrityksissä, korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa suoritettujen alaamme liittyvien tutkimusten tuloksia, jotka esitetään lähde- ja kirjallisuusviittein, kuten tieteellisissä tutkimuksissa on tapana.

**MIKÄ ON** Vuoriteollisuus-lehden merkitys tieteellisenä julkaisuna?

- Kansainvälisesti katsoen melko vähäinen. Ehkä sitä käytetään Suomen vuoriteollisuutta koskevana tietolähteenä. Opetuksessa siinä dokumentoidulle tiedolle näyttää olevan käyttöä ja joskus professorinvirkojen hakemuksissakin on viitattu lehdesämme julkaistuihin artikkeleihin. Lisäksi se erottaa meidät erilaisista yrityslehdistä. Pidän edelleenkin tärkeänä tällaisen julkaisukanavan säilyttämisen.

**MARTTI SULOSELLE** päätoimittajuus on aina ollut sivutoimi.

- Jouduin tähän tehtävään 24 vuotta sitten kun edellinen päätoimittaja, professori Paavo Maijala, ohimennen kysyi minulta voisinko ajatella ryhtyä hänen seuraajakseen ja minä sitä enemmän ajattelematta suostuin. Mielenkiintoi-



nen tehtävä tämä on ollut. Mikään rasi-  
te siitä ei koskaan ole muodostunut  
vaikka kirjoitusten kokoon saaminen  
määräaikaan mennessä joskus on tuot-  
tanut hetkellistä tuskaa.

**OSALLISTUMISINNOSTUS** on kuiten-  
kin vaihdellut eri alojen välillä.

- Geologit ja varsinkin Geologian tutki-  
muskeskuksen edustajat ovat aina ha-  
nakasti tarttuneet kynään ja kirjoitustai-  
toa heillä riittää. Tuntuu siltä kuin muilla  
sektoreilla pelko liikesalaisuuksien pal-  
jastamisesta olisi useinkin esteenä, ap-  
rikoi Martti Sulonen todeten samalla,  
että korkeakoulut ovat kiitettävällä ta-  
valla osallistuneet lehden tekoon.

Hän huomauttaa, että itse toimitukselli-  
sessa työssä ei ole koskaan esiintynyt  
minkäänlaisia vaikeuksia.

- Lehden toimittamisessa minulla on ol-  
lut osaaavia ja hyviä työtovereita. Toimi-  
tussihteeri Kaija Marmo opasti minua  
aikoinaan erinomaisella tavalla toimittaj-  
jan tehtäviin. Vuodesta 1982 lähtien  
Lasse Heikel on toiminut toimitussihteer-  
inä, ja yhteistyö hänen kuten toisenkin  
toimittajan kanssa on niinikään ollut  
mitä parhainta. Lisäksi meillä on ollut  
tukena toimitusneuvosto, jonka pitkäai-  
kaisia puheenjohtajia ovat olleet Kalevi  
Kiukkola ja Matti Palperi, toteaa päätoi-  
mittaja Martti Sulonen.

### Opiskelijat samoja nuoria kuin ennenkin

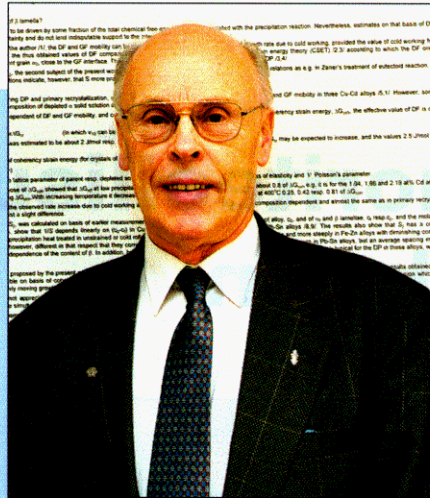
Professori Martti Sulonen jäi eläkkeelle  
11 vuotta sitten, mutta hän ylläpitää  
kosketusta entiseen työpaikkaansa ja  
nuoriin jatkamalla omaa tutkimustyö-  
tään.

- Oulussa syntyi melko pian eläkkeelle  
siirtymiseni jälkeen äkillinen metallurgi-  
en koulutustarve, jonka purkamiseen  
osallistuin. Siitä tuli kahden vuoden tal-  
koot, jolloin olin täystyöllistetty. Silloin  
minulla oli ilo tehdä yhteistyötä Jouko  
Härkin kanssa, joka ottaa nyt päätoimit-  
tajan tehtävät vastaan.

- Viime vuosina olen puolipäiväisesti  
miettinyt omia tutkimuksiani. Vastapal-  
veluksena sille, että olen saanut pitää  
työhuoneeni, osallistun väitöskirjojen ja  
lenssiaattitöiden arvosteluun. Systeemi  
sopii minulle erinomaisesti.

Professori Sulonen vakuuttaa, että  
opiskelijat ovat samoja nuoria kuin en-  
nenkin.

- Ainoa ero on, että opiskelijat ovat  
edeltäjiään fiksumpia, koska he hallit-  
sevat tietotekniikan jo kouluun tullessa.  
Tämä asettaa opettajat uusien haastei-  
den eteen samalla kun se antaa ope-  
tukselle uusia ulottuvuuksia.



**OPISKELUOHJELMIEN** suhteen profes-  
sori Sulonen peräänkuuluttaa syvä-  
lispempää paneutumista joihinkin asioi-  
hin.

- Nyt edetään hyvin leveällä rintamalla,  
ainevalikoima on entistäkin suurempi.  
Tietotekniikkaa sovelletaan paljon,  
mutta samalla oppiminen kokemuksen  
kautta on vähentynyt. Tietomäärä kas-  
vaa, mutta pystyvätkö nuoret valitse-  
maan oikean tiedon ja sitä sovelta-  
maan?

**YHTEISTYÖ** opettajien ja opiskelijo-  
iden välillä on professori Sulosen mie-  
lestä kehittynyt suotuisaan suuntaan.

- Kanssakäyminen on paljon mutkatto-  
mampaa kuin entisinä aikoina. Profes-  
sori ei enää ole pelätty henkilö, vaan  
hänen koetaan kuuluvan samaan tiimiin.

Professori Sulosta ei huolestuta se, et-  
teivät tämän päivän nuoret tunnu arvot-  
tavan vuoriteollisuutta kovin korkealle.

- Kaikki elektroniikkaan liittyvä on nyt  
opiskelijoiden suosiossa, mutta tilanne  
tasaantuu pidemmällä aikavälillä. Suo-  
men vuoriteollisuus seisoo vankalla  
pohjalla ja sen tulevaisuus näyttää hy-  
vältä.

- Meillä on esimerkiksi kromia, vaikka  
muillekin jakaa, tuotantolaitokset ovat  
moderneja ja ne käyttävät uusinta tek-  
niikkaa. Lisäksi Suomeen on tullut tuk-  
ku ulkomaisia yrittäjiä, mikä varmasti  
antaa kehitykselle uutta potkua.

- Kannattaa myös muistaa, ettei kaivos-  
teollisuutta noin vaan siirretä ulkomail-  
le, kuten joidenkin muotialojen työpaik-  
kojen kohdalla saattaa tapahtua.

Martti Sulonen valmistui diplomi-insi-  
nööriksi vuonna 1948. Oltuaan viisi  
vuotta teollisuuden palveluksessa Oy  
Airam Ab:ssa hän palasi korkeakou-  
luun jatko-opintojen pariin. Tekniikan li-  
sensiaatiksi hän tuli vuonna 1954 ja  
väitteli tohtoriksi vuonna 1957. Sinä ai-  
kana hän toimi mm professori Heikki  
Miekk-ojan assistenttina ja tutkimusin-

sinöörinä. Sen jälkeen seurasivat do-  
sentuuri ja paikka Atomienergieneuvot-  
telukunnan tutkijana. Vuonna 1963 hä-  
net nimitettiin vt professoriksi ja kun  
Teknilliseen korkeakouluun perustettiin  
vuonna 1965 uusi metalliopin profes-  
suuri - muokkaus ja lämpökäsittely eli  
ns mekaaninen metallurgia - virka oli  
Martti Sulosen.

- 60-luku oli kasvun aikaa. Perusteolli-  
suusyritykset satsasivat voimakkaasti  
tutkimukseen ja kehitykseen perustaen  
mm omia keskuslaboratoriota. Teknilli-  
nen korkeakoulu oli muuttanut Otanie-  
meen ja määrärahoja löytyi sekä varus-  
teisiin että virkoihin. Oli mielenkiintoista  
saada olla mukana tässä rakentamis-  
työssä, toteaa Martti Sulonen.

### Comeback tiedemiehenä

**VÄITÖSKIRJASSAAN** "Discontinuous  
Precipitation from Solid Solutions of  
Cadmium in Copper" Martti Sulonen  
esitti teorian, joka sittemmin on herättä-  
nyt paljon huomiota alan tutkijoiden  
keskuudessa.

- Kyse on diffuusion indusoimasta rae-  
rajan liikkeestä, joka on, kuten pian ha-  
vaittiin, yleinen tapahtumismekanismi  
useissa faasitransformaatioissa. Esitin  
ajatukseni vuonna 1964 Acta  
Metallurgica'ssa. Kilpailevat teoriat ovat  
viime aikoina ajautuneet ylikäymättö-  
miin vaikeuksiin. Omaani olen nyt esi-  
tellyt, täydentävien kokeiden tukema-  
na, useissa konferensseissa. Joskin pa-  
neutuminen siihen, mitä näistä ilmiöistä  
on kuluneiden 30 vuoden aikana kirjoit-  
tettu, on vaatinut työtä, ovat tilanne si-  
nänsä ja mielipiteiden vaihto muiden  
tutkijoiden kanssa niin mielenkiintoisia,  
että työlle tuntee saavansa täyden vas-  
tineen. Osansa siinä ehkä on myös ri-  
pauksella halusta näyttöön, kuten luul-  
tavasti muillakin tutkijoilla.

**TIEDEMAAILMA** ei ole suinkaan koko-  
naan vienty Martti Sulosta. Aikaa jää  
myös harrastuksille.

- Lukeminen tulee ensimmäisenä, suo-  
sitiin aihe on sotakirjallisuus ja sodan-  
jälkeisen ajan historia. Osallistumme  
vaimoni kanssa myös meille läheiseen  
sotaveteraanitoimintaan. Omaa hyvin-  
vointiamme olemme jo 15 vuoden ajan  
vaalineet viettämällä kylmimmän ajan  
talvesta osaksi lukulomalla etelän au-  
ringossa. Kesällä mökki Päijänteen ran-  
nalla marjastus- ja sienestysmahdolli-  
suuksineen palvelee samaa tarkoitusta,  
mutta vaatii myös työtä, toteaa vuori-  
teollisuuden monitoimimies Martti  
Sulonen. □



# Kiinalla menee lujaa

TEKSTI BO-ERIC FORSTÉN  
KUVAT BO-ERIC FORSTÉN

"Kiinan harjoittama avautumispolitiikka on houkuttanut ulkomaista pääomaa maahan ja talouskasvu on ennennäkemätön. Johtavista teollisuusmaista tuleva iso raha määrää kehityksen, mutta tilaa löytyy myös pienemmille", toteaa Suomen Ulkomaankauppaliiton Kehittyvät markkinat ja tuonti - osaston ryhmäpäällikkö, **Matti Helenius**, joka vuodenvaihteessa palasi Suomeen toimittuaan 11½ vuotta Suomen viennin edistäjänä Pekingissä. Siellä hän toimi ensin kuusi vuotta Finn Miners-vientiryhmän vetäjänä ja sen jälkeen Finland Trade Centerin päällikkönä. Tässä **Matti Helenius** kertoo kokemuksistaan ja antaa käytännön neuvoja mahdollisille Kiinaan menijöille.

- Meille suomalaisille on vaikeaa ymmärtää miten valtavasta markkina-alueesta on kysymys. Asukasluku kertoo kuitenkin jo jotain. Suomalaisia on runsaat 5 miljoonaa ja kiinalaisia on tällä hetkellä noin 1,2 miljardia. Jokaista suomalaista kohti löytyy 240 kiinalaista. Toisekseen Kiinan bruttokansantuote per capita on ainoastaan 1/40 osa siitä mitä se on meillä. Kansan ostovoima kasvaa kuitenkin koko ajan, aloittaa **Matti Helenius**. Hän huomauttaa, että suomalaisten on korkea aika lopullises-



ti romuttaa vanha kiinakuva, jonka näkyvimpinä osina ovat Mao-puku ja riisihatut.

Vuonna 1978 Kiina avasi rajansa ulkomaalaisille yrityksille. Maan eteläosiin perustettiin viisi erikoistalosaluetta. Neljätoista kaupunkia rannikon tuntumassa julistettiin avoimiksi myös ulkomaalaisille. Panostamalla logistiikkaan, rakentamalla asuntoja ja kouluja sekä myöntämällä vero- ja talousetuja paikalle pyrittiin houkuttelemaan sijoittajia. Myöhemmin säädettiin myös laki, joka tekee ulkomaiselle yritykselle mahdolliseksi omistaa kokonaan Kiinassa toimiva yhtiö.

#### TOIMENPITEET OVAT TEPSINEET.

Yhteistyöyrityksiä on jo noin 250 000 ja niiden osuus Kiinan viennistä ja tuonnista on tänä päivänä noin 40 %.

- Kiinan teollinen kehitys on kuitenkin vasta alussa, mikä tekee maan entistä kiinnostavammaksi. Nykyinen kehitysvaihe, jossa maan infrastruktuuri on voimakkaassa kasvussa ei ole jäänyt erimaiden ja alojen laitetoimittajilta huomaamatta.

- Kiinalaiset käyttävätkin taitavasti teollisuusmaiden kiinnostusta hyväkseen. Kansainväliset suuryritykset on saatu liikkeelle. Tosiasia onkin, etteivät kiinalaiset ilman ulkopuolista apua pystyisi

hallitsemaan erittäin nopeaa teollista kehitystä. Tahti on ollut

niin kiivas, että jotkut kehitysvaiheet ovat jääneet tyystin kokematta.

- Teleliikenne on tästä hyvä esimerkki. Rivikansalainen joutuu odottamaan linjapuhelimen asentamista vähintään kaksi vuotta. Näin ollen hän hankkii langattoman puhelimen, kännykän. Vastaavasti kuparikaapeleita ei vedetä, vaan siirrytään suoraan käyttämään optisia kaapeleita.

Matti Heleniuksen mukaan on olemassa vaara, ettei ihminen pysy tässä vauhdissa mukana.

- Maan koulutusjärjestelmä ja koulutusresurssit joutuvat yhä kovemmalle koetukselle, ihmisiltä puuttuvat perusvalmiudet oppia niin paljon uutta yhdellä kertaa.

Toisen haasteen hän näkee maataloudessa.

- Kiinassa asuu 25 % maailman väestöstä, mutta siellä on ainoastaan 7% maailman peltoalasta. Tämä kertoo, että ristiriitatilanteita voi syntyä. Lisääntynyt hyvinvointi muuttaa ihmisten ravintotottumuksia. Sellaiseen ei ole vaurauduttu ja nyt jo on merkkejä siitä, että maanviljelyksessä voi syntyä vaikeuksia. Joistakin tuotteista saattaa syntyä pulaa. Viljatuotteita tuotiin 1996 jo 24 milj.FIM:n edestä! →



**KIINAN LUONNONRIKKAUDET  
KIIINNOSTAVAT**

Kiinan maaperästä löytyy suhteellisen paljon raaka-aineita. Ainoastaan osa valtavan maan luonnonvaroista on tähän mennessä tutkittu ja kartoitettu. Parhaillaan ollaan toteuttamassa mittavaa geologista tukimushjelmaa, jonka tavoitteena on vuoteen 2000 mennessä saada 2 miljoonaa maan 9,6 miljoonasta neliökilometristä kartoitetuiksi. Maan energiahuolto on pitkällä tähtäimellä turvattu. 75 % energiasta perustuu kivihiileen. Maa on lisäksi omavarainen uraanin suhteen. Maassa on 20 uraanikaivosta ja ydinvoimaan panostetaan. Suunnitteilla on neljän ydinvoimalan rakentaminen. Niiden yhteisteho tulee olemaan 6,5 miljoona kW. Kiinalla on myös öljyä. Sen hyödyntämisessä maa on hakeutunut yhteistyöhön mm öljyjätti Shellin kanssa. Hiilivarat ovat valtavat, yhteensä noin

800 miljardia tonnia. Maassa on 500 merkittävää hiilikaivosta ja 20 000 pienempää. Niissä louhitaan vuosittain 1,3 miljardia tonnia. Avolouhokset ovat harvassa, 96 % hiilestä louhitaan maan alta.

Kiinalaiset ovat kuuluisia kullastaan. Kullan vuosituotanto on 100-105 tonnia ja todetut varat nousevat 15000-20000 tonniin. Muitakin värillisiä metalleja löytyy myös melkoisesti.

**RAUTAMALMIA TUODAAN**

Kiina tuottaa 150 miljoonaa tonnia terästä vuodessa, mutta joutuu tuomaan suurimman osan tarvitsemastaan raaka-aineesta, sillä maassa on heikosti rautamalmeja.

Kiinan linja on selvä. Maa ei halua esiintyä raaka-ainetoimittajana, vaan pyrkii nostamaan oman jalostusasteensa mahdollisimman korkealle. Tästä kiina-

laiset eivät kuitenkaan selviä omin päin, sillä tarvittava tekniikka, johtamistaito ja raha puuttuvat.

Halukkaista yhteistyökumppaneista ei kuitenkaan ole pulaa.

Strategisista ja ideologisista syistä jotkut alat pidetään yhteistyön ulkopuolella.

- Kaivosteollisuus ja raskas metalli ovat yleensä hyvin lähellä valtion sydäntä. Niin Kiinassakin. Maan neljännesmiljoonasta yhteistyöyrityksestä ainoastaan 3-5 % toimii tällä alalla. Jotkut ovat kuitenkin onnistuneet. Australialaiset ovat raaka-ainetoimittajina päässeet yhteistyöhön terästeollisuuden kanssa. Saksalaiset, britit ja japanilaiset puolestaan ovat iskeneet kiinni hiilibusiineseen ja kanadalaiset ovat vahvoilla värillisissä metalleissa, varsinkin kultakäivostoiminnassa.

**SUOMALAISYRITYKSET HYVIN ESILLÄ**

Matti Helenius huomauttaa, että suomalaiset vuoriteollisuutta palvelevat yritykset ovat niinikään onnistuneet erinomaisesti omassa painoluokassaan.

- Suomella on harvinaisen täydellinen ja korkealaatuinen paletti tarjottavana

**芬兰矿业集团  
业务多元化的威力**

芬兰采矿工业界为自己的行业开发产品和各种设施，并松散地组成一个名为芬兰矿业集团 (Finnminers Group) 的促进本行业发展的机构。其宗旨是使芬兰的采矿专门技术名扬四海。如今 Finnminers 集团各成员的生产能力已超出采矿领域。Finnminers 集团各成员提供的服务项目，从老矿井和旧设备的现代化改造，到矿井的开发和生产，以及整套承包的“交钥匙”工程，各公司还提供所需的各种机械设备。

有关芬兰的采矿工业和鼎力支持这一工业的公司的事迹，在某种意义上是芬兰历史的反映。芬兰虽然曾为形势所迫签署了不利的协议，但现在已成功适应了客观环境，并把不利因素化为有利因素。芬兰的采矿工业以芬兰东部 Outokumpu 的铜矿床为基础。1910年发现这一矿床，并在三年后开始生产。自1932年起，由国营 Outokumpu Oy 公司以这一矿体进行开采，该公司就以该矿所在市镇取名的。二十世纪

六十年代为芬兰矿业的鼎盛时期，仅在此十年里，就有二十多个新矿床开始作业。七十年代中叶，产量达到百七十八万吨的顶峰，下降。加上金属价格不断下降，1990年只有7口矿床，总产量为五百六十万吨。还有其他因素阻碍。大部分矿床规模不大，尽管新的开采，已经使多个矿



弹火车与机场、水坝与高尔夫球场的建造是另一全新领域。

在建造业内，Tamrock公司的主要客户包括 Han Yang 公司和 Sun Kyung 公司，这两家公司都是当地的大建造商。Han Yang 公司拥有30多台 Tamrock 公司 Commando 和 DIA 地面凿岩机。还有一些目前仍在陆续交货。另一方面，Sun Kyung 公司已选中 Tamrock 公司的 Maximatic 和 Paramatic 隧道掘进钻车，用作地下储油工程。

道路施工和楼宇建造的速度突飞猛进，尽管增加了采石量，但是水泥和混凝土骨料仍供不应求。Tamrock 公司 DHA 成套履带式钻岩设备成功解决了许多采石场的生产率问题。

**矿山和石材采场的机械化**

由于非机械化的开采方法和劳务费用不断上升，南朝鲜采矿工业面临生产率之窘。正面临两种简单的选择：实现机械化还是关门大吉。在这种情况下，约有100座小型矿床已倒闭。剩余的正向机械化迈进，许多矿山装配了 Tamrock Minimatic 隧道掘进钻车和 Toro 装载机与自卸卡车。Dong Bang 公司和 Dong Jin 采矿公司就是最佳的例子。

南朝鲜 500 多个石材采场中已有一些把 Tamrock 公司的设备视为提高生产率和减少劳动力的出路。他们选择了 Tamrock Quarry Line 凿岩设备。由南朝鲜采矿设备公司提供购买设备的资金，对于采矿工业与石材采场的机械化起着非常重要的作用。

Tamrock 公司亚太地区办事处副经理 Kari Anttila 先生说：“我们在南朝鲜所取得的辉煌成就以质量、性能和可靠性为前提，还有赖于良好的合作伙伴与经销商”。

南朝鲜 Sun Kyung 公司选中 Tamrock 公司的 Maximatic HS305T 型三滚轮钻车，用于其地下储油项目。

南朝鲜的高速发展迫使建筑公司和石材采场实现手持式凿岩工作的机械化。Commando Line 提供了解决方案。



通过经销商，Tamrock 公司在东南亚各国建立起销售渠道。Anttila 补充说：“在第一线，我们拥有可随时联系的人员，能拓展业务，因为他们熟悉当地的风俗习惯与文化传统”。

住宅楼宇、港口和机场等都需要进行填海工程。

在过去两年里，Tamrock 公司与当地经销商紧密合作，结果在香港市场售出15台 DHA 成套履带式钻岩设备。香港政府已宣布1992年和1993年兴建总值为150亿美元的工程项目，以填海基础设施，包括新机场、集装箱码头、扩建运输网等。所以私营建造部门将全力投入这些项目。

**兴旺发达的香港市场**

香港的建造业正经历前所未有的蓬勃发展时期。由于缺乏可利用的土地，故挖掘工作需求相当可观。兴

旺发达的香港市场是挖石工程就可能达1.5亿立方米。Kari Anttila 说：“我们的目标是供应各种挖掘工程所需的大部分设备”。

撰稿人：Kaino Ukkonen



Tamrock 公司的 DH600S 型液压与气动锤击式挖掘机，由 Han Yang 公司订购有 16 台这种装置。



tällä alalla. Meillä on osaamista ja tietoa tutkimuksesta, poraustekniikasta, räjäyttämisestä, lastauksesta, rikastamisesta, filtteriteknikasta ja jatkojalostamisesta. Ainoa miinus on, että olemme pieni kansa, resurssimme eivät riitä sellaisiin panostuksiin, joita Kiinan tapaiset markkinat edellyttävät. Meidän osaksemme jää pyrkiminen laitetoimittajina tai alihankkijoina mukaan muiden johdantamiin projekteihin.

Tästä syystä suomalaiset yritykset yhdistivät voimansa perustamalla Finn Miners-ryhmän. Finn Minersin tehtäväksi tuli tehdä Suomea tunnetuksi Kiinan kaivosteollisuuden piirissä ja etsiä markkinarakoja jäsenilleen.

- Tämä oli erinomainen lähestymistapa ja uskon, että jäsenyritykset ovat saaneet vastinetta rahoilleen. Voin taata, että jokaisessa kiinalaisessa kaivoksessa suomalainen laitetoimittaja on pääsyt mukaan listoille. Outokumpu, Tamrock, Larox, Rauma Nordberg - kaikki ovat alan tuttuja nimiä myös Kiinassa, vakuuttaa Matti Helenius.

## KÄÄNNÖSTYÖ VEI LÄPI HARMAAN KIVEN

Yhtenä parhaimmista sales promotion - tapahtumista hän mainitsee Tamrockin kallioporauksen käsikirjan "Handbook for Underground Drilling" kääntämisen kiinaksi.

- Siitä tuli "bestseller". Kirjaa käytetään mm oppilaitoksissa. Levitys tapahtui maakuntahallitusten kautta ja kysyntä oli kovaa. Koko 10 000 kappaleen painos meni jakeluun. Suomalaisten toimittajien tuotteet ja osaaminen ovat kauttaaltaan saaneet arvostusta osakseen.

- Olen tullut siihen tulokseen, että meidän korkeatasoinen varustuksemme ja tietämyksemme johtuvat Suomen karruista olosuhteista. Kallis työvoima, kova kallioperä ja köyhät esiintymät ovat pakottaneet meidät tarkoin miettimään ja kehittämään tekniikkaamme ja laitteistoamme, filosofoi Matti Helenius. Matti Helenius painoittaa, että Finn Miners on Ulkomaankauppaliiton pitkäikäisimpiä ja tehokkaimpia yhteistyöryhmiä.

- Kiinassa Finn Miners on tehtävänsä suorittanut. Outokummulla, Tamrockilla ja Laroxilla on nyt kaikilla omat edustuksensa Pekingissä. Finn Minersin toiminta painottuu nyt latinalaiseen Amerikkaan.

## OHJEITA KIINAAN PYRKIVILLE

Minkälaisia neuvoja alan konkarilla on



tarjota uusille "Kiinan-valloittajille"?

- Ensimmäinen edellytys on pitkäjänteisyys. Nopeista tuloksista on turha haaveilla. Mistään mielenjohteesta sinne ei kannata lähteä. Kahdessa tai kolmessa vuodessa ei pääse muuta kuin alkuun. Neljän, viiden vuoden jälkeen saattaa oikealla miehellä jo olla jonkinlainen tuntuma tapahtumiin.

- Hyvin tärkeää on oikean yhteistyökumppanin löytäminen, muuten ei pääse toimistoa pidemmälle. Partnerin valitseminen ei ole mikään helppo tehtävä. Ei kannata hätäillä, tarjoajia ilmaantuu kyllä mutta on syytä varmistua heidän tarkoituspäristään ja hankkia tietoa heidän taloudellisesta tilanteestaan - ei mikään helppo tehtävä.

Suunnitelmataloudessa teollinen toiminta pyörii erilaisten projektien ympärillä. Projekteja on valtava määrä ja usein on hyvin vaikea arvioida onko kysymyksessä vakavasti otettava suunnitelma tai koepalloksi tarkoitettu ehdotus.

- Oikean projektin valitseminen vaatii ennen kaikkea malttia. Lähtökohtana on luonnollisesti, että projektista on hyötyä omalle yritykselle. On kuitenkin syytä varmistaa, että ko projekti on huomioitu valtion voimassa olevassa 5-vuotissuunnitelmassa, muuten siitä tulee vain rahareikä. Ellei projektin rahoitus ole kunnossa on syytä äärimmäiseen varovaisuuteen, vaikka projekti olisi kuinka houkutteleva.

Luotettavia rahoituslähteitä ovat esimerkiksi Maailmanpankki ja Aasian kehityspankki. Moneen projektiin on myös mahdollista saada japanilainen yendirahoitus.

Mitä tulee ottaa huomioon neuvottelutilanteessa.

- Kiinalaisten kanssa asioidessa kieli-muuri on useimmiten vaikeampi este kuin kulttuurimuuri. Oma, luotettava

tulkki onkin ensimmäinen askel. Ei riitä, että itse osaa jonkin verran Kiinaa. Ainoastaan kiinalainen ymmärtää ja aistii mitä toinen kiinalainen tarkoittaa ja miettii.

- Tulkista voi olla hyvin arvokasta hyötyä epävirallisten tietojen välittäjänä. Neuvottelut ovat yleensä hyvin virallisia, mutta tulkille saattaa avautua mahdollisuus vapaamuotoiseen seurusteluun protokollan ulkopuolella. Tätä kautta saa usein erittäin hyödyllistä tietoa. On esimerkiksi hyvin vaikeaa virallisten neuvottelujen perusteella päättää kuka on vastapuolen varsinainen päätöksentekijä.

Matti Heleniuksen mukaan on syytä kiinnittää huomiota myös huolelliseen valmistautumiseen.

- Kun meitä on vaikkapa 2-3 heitää saatava olla 6-10. Se tarkoittaa, että joukosta löytyy usean alan asiantuntijoita. On syytä osata vastata kaikkiin kysymyksiin.

Edustajien ulkoinen olemus ja ikä saattavat myös vaikuttaa neuvottelujen kulkuun ja tulokseen.

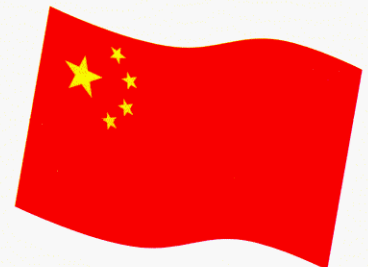
- Kiinalaiset arvostavat elämäkokemusta ja ammattikokemusta. Nuoria ei kuunnella samalla tavalla kuin vanhempaa henkilöä. Jupeille ei ole tilaa neuvottelupöydässä, toteaa Matti Helenius.

## SUOMI PYSYNYT ENTISENÄ

Miten sopeutuminen Suomen olosuhteisiin sujuu 11 ulkomailla vietetyn vuoden jälkeen.

- Koko perhe on yllättävän hyvin saanut suomalaisesta elämänrytmistä kiinni. Kuitenkin lapset, 16-, 14-, ja 11-vuotiaat, ovat periaatteessa viettäneet koko tähänastisen elämänsä Kiinassa. Heidän suurin ihmettelyn aiheensa tulee koulun piiristä. Pekingin amerikkalaisessa koulussa oppilaat eivät kesken tunnin saisi päähänsä syödä eväitä ja juoda cokista. Suomalaisilta opettajilta on viety mahdollisuudet olla kapteenina.

- Muutenkin Pekingissä oli toisenlainen kuri. Kiinalaiset ovat hyvin kurinalainen kansa kaikessa muussa paitsi liikenteessä, lopettaa Matti Helenius. □





# KONGRESSIMATKA KIINAAN JA TIIBETIIN 1.8.-26.8.1996

ELIAS EKDAHL, GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS, KUOPIO

*Geotieteilijöiden suurta-  
pajama, kansainvälinen geolo-  
ginen kongressi, järjestyk-  
sessään kolmaskymmenes  
(30th IGC) pidettiin tänä  
vuonna Kiinassa. Peking on  
kykenevä järjestämään suu-  
ren luokan kongresseja. Pa-  
riisin kokouksesta eli vuo-  
desta 1980 lähtien IGC:ssä  
on kokoontunut yli 4000 hen-  
keä. China Dailyn mukaan  
Pekingin kongressiin osallis-  
tui 6176 tieteilijää 101 eri  
maasta.*

Osallistujista oli kiinalaisia noin 4000, onhan maassa lähes 200 000 geologia. Kokous jakautui 303 sessioon, joissa pidettiin 2 619 esitelmää ja esitettiin 2186 posteria. Abstrakteja tuotettiin 8310 kpl. Varsinainen kongressi Pekin-  
gissä alkoi 4.8. ja päättyi 14.8.

Mukana oleva suomalaisdelegaatio, lähes kaksikymmentä henkeä, edusti GTK:ta, korkeakouluja ja kaivosyhtiöitä. Suomalaisesitykset käsittelivät mm. metallogeenista kehitystä, kerosintruusioita, svekofennidien kehitystä ja kromiesiintymiä. GTK:lla oli oma osasto yhdessä Ruotsin ja Norjan kanssa. Esillä oli muun aineiston ohella erilaisia Mid-Norden karttaelementtejä.

**IGC:n LAAJASTA TARJONNASTA** voidaan havaita, että kyseessä ovat todelliset geologian olympialaiset, jotka myös ajallisesti nelivuositain sivuavat varsinaisia olympialaisia. Pekingin avajaiset olivat mahtipontiset. Kaupungilla ja hotellien edustoilla oli suuria punaisia panderolleja, joissa kokous ja sen osallistajat toivotettiin tervetulleiksi Pekingiin. Avajaisseremonia pidettiin Suuressa Kansojen Hallissa (Parlamentti) Taivaallisen Rauhan Aukion laidalla. Mahtavan marssisoitannon jälkeen pääministeri Li Peng piti avajaispuheen, jolle taputettiin maan tavan mukaan vähän väliä. "Raaka-ainevarat ja ympäristö ovat ihmiskunnan jatkuvuuden ja kehity-

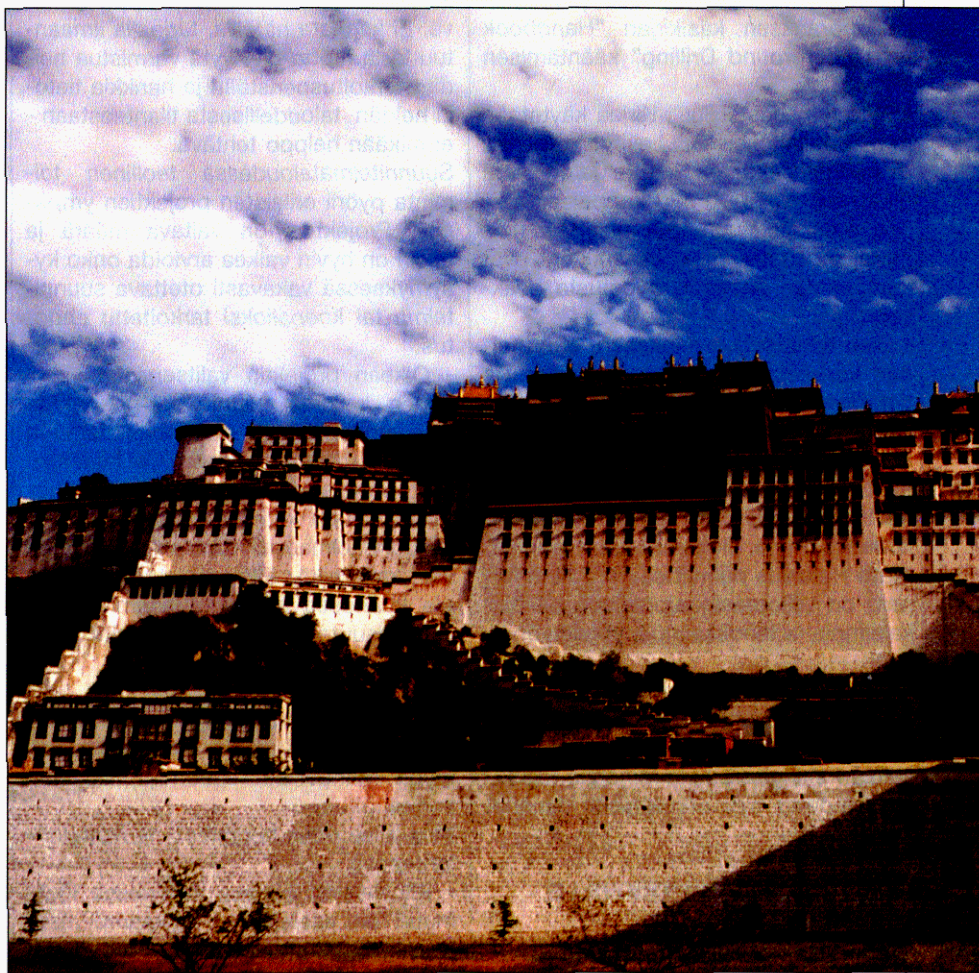
tymisen perusta", julisti Li Peng. Samaa peruslinjaa jatkoivat muutkin juhlapuhujat.

**JUHLALLISESTA** avajaistapahtumasta siirryttiin lähes 10 metriä leveitä sametilla verhoituja, punapukuisten kiinalaisten kaunottarien reunustamia portaita ylös "parin hehtaarin" kokoiseen juhla-kerrokseen mahtavien ruokapöytien ääreen. Ruokalajeja oli kiinalaisen tavan mukaan kymmeniä, toinen toistaan maistavampia sortimenteja. Palanpainikkeeksi nautittiin varsin hyvää paikallista olutta ja valkoviiniä. Kattausta täydensivät posliiniset pandakarhut riisipaukkujen alusina. Salissa istuttiin pöytäkunnittain, joten vapaa seurustelu ja tutustuminen eri ihmisiin jäi vähäiseksi. Tilaisuutta juhlistivat erilaiset ohelma-

numerot, soitto- ja lauluesitykset sekä tietyt akrobaatti- ja oopperakakkelmat. Kiinalaiseen kulttuuriin ja keisarillisen ajan monumentteihin oli erityisesti kokousedustajien seuralaisilla myöhemmin tilaisuus tutustua vielä lähemmin hyvin järjestetyn sosiaalisen ohjelman myötä.

**KONGRESSIN** avausesitykset pidettiin niin ikään Kansojen Hallissa. Esiintyjinä olivat prof. Burke Texasista, prof. Liu Tungsheng Kiinasta, meillekin tuttu nimi prof. P.J. Cook Englannista sekä prof. Xiao Xuchang. Burke tarkasteli koko maapallon kehityshistoriaa laatta-tektoniikan näkökulmasta. Tungsheng toi esiin Kiinan geologisia ympäristöjä, niiden "herkkyyksiä" ja ilmastollisia vaikutuksia maapallonlaajuisesti. Huolen-

*Kuva 2. Potalan luostari - buddhalaisuuden pyhättö - juontaa juurensa 700-luvulle. Varsinaisen asunsa luostari on saanut 1700-luvulla.*







Kuva 3. Yksi ryhmä kahdestatoista autoseurueesta. Vasemmalta dos Santos Meksikosta, Zabka ja Grecula Slovakiasta, kuljettaja Chen ja Elias Ekdahl.

aiheina olivat väestönkasvu, luonnonvarat ja ekosysteemi. Hiukan samaa rataa eteni Cookin puhe ihmiskunnan tulevaisuuden näkymistä. Keskeisenä huolenamme on ilman, veden ja ympäristön säilyminen elinkelpoisena sekä

kyky tuottaa riittävästi elintarvikkeita. Emme saa jättää lapsenlapsenlapsiamme elämää vaille, sanoi Cook. Xuchang käsitteli Himalajan vuorijonon syntyyn liittyen Tiibetin ylängön edelleen kohomista, tämän päivän maanjäristyksiä ja niiden vaikutuksia.

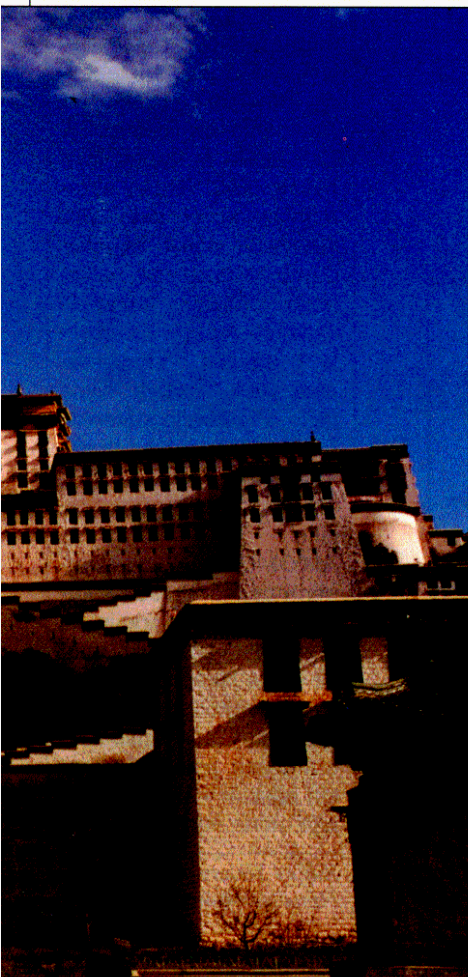
**VARSINAISET KONGRESSIESITELMÄT** ja posterit pidettiin huippuhienossa China World Trade Centerissä n. 4-5 km Taivaallisen Rauhan Aukiolta itään. Sessioiden keskeisimmät teemat käsitelivät maapallon rakennetta, energiaa, pohjavesiä, mineraalivaroja, luonnon suojele- kysymyksiä sekä geologisten katastrofien ennakkointia ja ehkäisyä. Yksi selkeä punainen lanka oli geotieteiden osalle tuleva entistä suurempi vastuu ihmiskunnan tulevaisuuden peruskysymyksissä. Tässä suhteessa GTK on hyvinkin oikealla tiellä etsiessään työnsä välitöntä hyötykäyttöä. "We are responsible" - olemme vastuussa, sanoi kansainvälisen geotieteiden yhdistyksen presidentti W.S. Fyfe.

**PÄÄTTÄJÄISTUNNELMAA** haettiin 13.8. illan hämärtyessä siirtymällä Kiinan eri vähemmistökulttuureja esittelevään puistoon (Chinese Ethnic Culture Park). Sisääntulo tapahtui tiibetiläistorvien ja musiikin soidissa sekä ystävyysden vettä päällepirskoen. Jouduinpa siinä tulovirrassa Kiinan television haastateltavaksi. Kysyttiin kokemuksia kongressista ja Kiinasta. Kiinahan pyrkii avautumaan hyvin nopeasti kansainväliseen markkinatalouteen. Erilaiset kongressit, yritykset, turistit kaikki toivotaan tervetulleiksi. Pekingiä rakennetaan yötä päivää. Pilvenpiirtäjiä ja huippuhienoja hotelleja alkaa olla kuin Tokiossa. Kaikkialla pyritään korkeaan

laatuun. Kommunismista ei näy jälkeäkään. Ihmiset ovat hyvin ystävällisiä ja erityisen ahkeria, kaikkialla on työnteon meininki - ainakin meininki. Rikollisuus Kiinassa on vähäistä, eikä yksinään liikumista tarvitse pelätä. Uskon vahvasti ekonomistien ennustukseen, että 10-15 vuoden kuluttua Kiina on yksi maailman johtavia talousmahteja.

**KONGRESSIIN LIITTYI** valtaisa määrä ekskursionmahdollisuuksia lukuisiin aihepiireihin liittyen kaikkialle Kiinaan. Al-lekirjoittaneella oli tilaisuus osallistua kongressin jälkeen Tiibetiin ja Himalajalle suuntautuneelle ekskursionolle. Kohteilla nähtiin maailman nuorimman vuorijonon (10-40 milj. vuotta) tektoniset vyöhykkeet, jotka ilmentävät mannerlaattojen törmäysprosessia ja vuorijonon syntyä sen seurauksena. Himalajan synty liittyy Intian ja Euraasian laattojen "yhteentörmäykseen". Törmäys johti aikaisemman Thetys meren sulkeutumiseen Intian laatan pohjoislaadalla ja Intian valtameren syntymiseen. Paleomagneettisin menetelmin on osoitettu, että Intian laatta liikkui ennen törmäystä pohjoiseen nopeudella 16 cm vuodessa ja törmäyksen jälkeen 5-6 cm, eikä liike ole vielääkään pysähtynyt eli vuorijono kehittyi edelleen ja Himalaja kohoaa. Kaiken kaikkiaan Intian laatta on kulkeutunut pohjoiseen n. 5700 km myöhäisliitukaudelta lähtien. Törmäysprosessin johdosta on maankuori Tiibetissä epätavallisen paksu (n. 70 km), materiaalia on noussut ylös ja sitä on työntynyt alas. Myös Suomessa on todettu maankuoren paksuuntuneen arkeisen ja proterotsooisien kuoren törmäysvyöhykkeellä.

**EKSKURSION KESTO** oli 10 päivää. Ensimmäinen etappi oli Chengdu, Setšuanin pääkaupunki Tiibetin itä-laidalla, n. 2,5 tunnin lentomatkan päässä Pekingistä. Eräinä tunnuslukuina mainittakoon Chengdun 7 miljoonaa asukasta ja yliopiston 60 000 opiskelijaa. Keskeinen tutustumiskohde oli Teknologia Instituutti, josta käsin johdettiin myös Tiibetin geologisia tutkimuksia. Instituutin prof. Wang Chengshan toimi myös ekskursion johtajana. Hän oli hyvin "vikkelä" kiinalainen, selvästi pomotyyppi - asiat olivat kuitenkin usein levälään, eikä Wangia löytynyt mistään. Instituutissa oli erinomainen geologinen museo, joka oli keskittynyt hiukan meikäläisiä nuorempiin muodostumiin ja fossiileihin. Tutustuimme myös Panda-tutkimuskeskukseen. Onhan alue keskeistä karhu- ja bambualuetta. Lhasa, Tiibetiläisen hengenelämän keskus oli tutustumisemme kohteena pari päivää (**kuva 2**). Aika oli tarpeen totutel-





lessa korkeusolosuhteisiin (3600 m). Tästä eteenpäin liikuimmekin 4000, 5000 ja 5500 metrin korkeudessa. Pääkipu oli lähes jatkuvaa, sydän jyskytti yrittäessään järjestää elimistöön riittäviä happiannoksia. Matkalaukun kantaminen hotellien ylimpiin kerroksiin veti lihakset maitohapoille. Joillakin esiintyi verenvuotoa nenästä, jopa eräs sveitsiläinen pyörtyä pötkähti. Vähitellen olosuhteisiin tottui jotenkuten. Oloa täydensi matkaaminen 3-4 hengen maastoautoilla kivikossa, louhikoilla, jokien yli tai mutavirtoja pitkin. Kyseessä oli kuitenkin Lhasa-Kathmandu Highway. Geologisia kohteita oli päivittäin 2-10 riippuen taivallettavan matkan pituudesta. Matka-aika kului kiintoisien keskustelujen merkeissä. Autoseurueeseenme kuuluivat Slovakian GTK:n johtaja Grecula, GeoHycon johtaja Zabka sekä meksikolainen prof. dos Santos (kuva 3).

**POIKKILEIKKAUSENA** etelästä pohjoiseen sutuuri-vyöhyke on jaettavissa kuuteen ylityöntöjen ja siirrosten rajaa-

maan tektoniseen vyöhykkeeseen (kuva 4). Varsinainen sutuuri, "törmäys-sauma" on Tiibetin alueella 1700 km pitkä ja n. 10 km leveä (kuva 5). Se käsittää ofioliitti-vyöhykkeen, melange-vyöhykkeen ja korkean paineen/alhaisen lämpötilan metamorfisen vyöhykkeen. Sutuuri edustaa suoranaisesti Intian laatan subduktoitumista ("alletyöntymistä") ja törmäystä Thetys meren sulkeutuessa (kuva 6). Vanhaa merenpohjaa edustava ofioliitti-vyöhyke oli kyllä vaikuttava, mutta Himalajalle tyyppillisen valtaisan eroosion johdosta ei kovinkaan hyvin nähtävissä. Kyllä Jormuan ofioliitti-kohteet Kainuussa ovat edustuskelpoisia kohteita. Himalajan ofioliitteja ja niiden ylityöntymistä tarkastellessa alkoi jälleen askarruttaa ajatus, ovatko Jormuan - Outokummun ofioliititkin peräisin Raahe-Laatokka vyöhykkeeltä ja ylityöntyneet tšekäläisessä subduktio-prosessissa pohjoiskoilliseen.

**VAIKUTTAVIA KOHTEITA** olivat myös geologisten aikakausien rajapyykit. Tä-

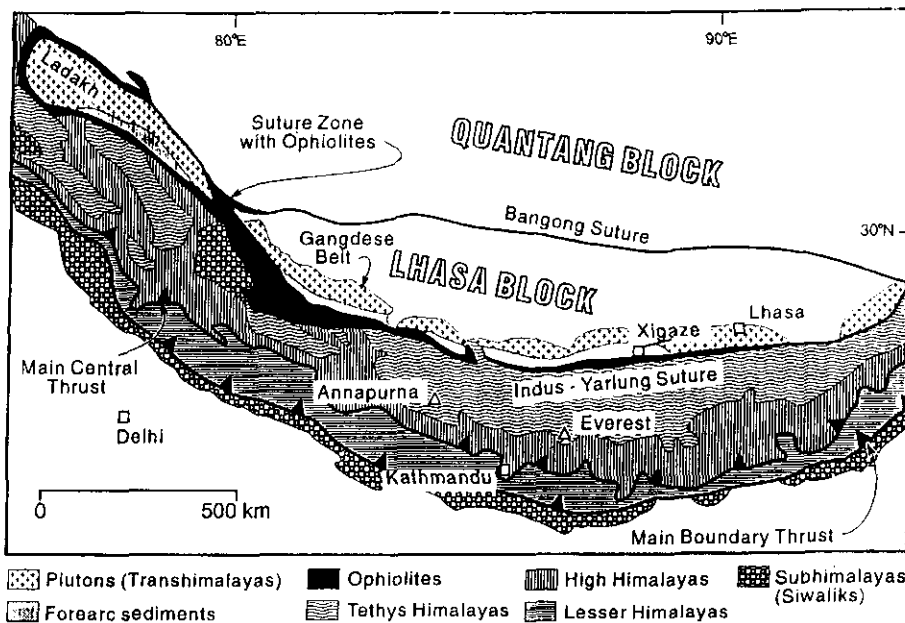
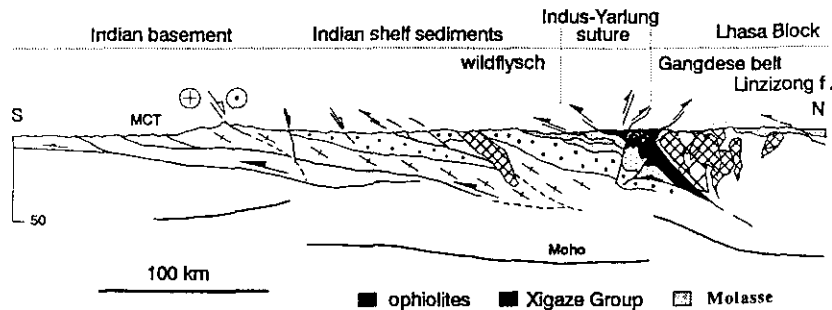
hän päättyi Trias- kausi ja alkaa Jura-kausi tai tähän päättyi Devon-kausi ja alkaa Hiili-kausi. Aluehan on otollista sedimentologisille tutkimuksille ja rajat voidaan määrittää tarkasti fossiilien avulla.

Matkaohjelmaa oli suolattu silloin tällöin luostarikäynneillä. Buddhalaisuus on keskeisin osa tiibetiläisyyttä, eikä sitä voida sivuuttaa. Lhasa on henkisen elämän keskus, jota hallitsee Potalan mahtava luostari. Matkan varrella majapaikkoina olivat Gyangze, Xigaze, Qomolang-ma (= Mt Everest) ja Nylam. "Hotellien" taso laski kaiken aikaa matkan edistyessä. Viimeisessä majapaikassa yövyimme 3-6 hengen huoneissa. Saniteettia edustivat pesuvati, vesi-saavi käytävällä ja potta oven pielessä. Mt Everestin huippua emme päässeet näkemään vaikka lähdimme jo aamuvuodeltä ehtiäksemme ennen pilvien tuloa - emme kuitenkaan ehtineet. Useimmiten huiput ovatkin pilvien peitossa.

**TIIBETILÄISET OVAT AITOA** paimentolaiskansaa, iloisia, huolettomia ja

utelaita. Jokaisella py-sähdyksellä joukossamme tungeksi ukkoja, akkoja ja lapsia kuunnellen pää kallellaan ja silmät pyöreinä oppaiden esitelmiä - siinä kuin me muutkin. Elanto rakentui monimuotoisesta "maanviljelystä", lampaiden, lehmi-en, hevosten ja jakkihärkien laiduntamisesta. Tiibetiläisillä on lapsia runsaasti, sillä heidän autonomiaansa ei sido yksi lapsi/yksi perhe lainsäädäntö. Kiinalainen hallinnointi näkyy kuitenkin vahvasti kaupunkipaikoilla, etenkin Lhasassa. Aina kun valvova silmä vältti, vilautettiin kuitenkin Dalai Laman kuvaa ja samalla pyydettiin varoja Tiibetin "todelliselle johtajalle".

**AIKOMUKSENI** oli alunperin palata Lhasan kautta takaisin Pekingiin ja Finnairilla Helsinkiin, mikä myös järjestäjät ilmoittivat mahdolliseksi lentoaikataulut huomioiden. Mr. Wang ilmoitti kuitenkin reissun alkaessa, ettei hän anna mitään takuita



Kuva 4 Yläkuvassa Himalajan karkea poikkileikkaus, alakuvassa geologiset pääpiirteet.





Kuva 8. Lhasa - Kathmandu Highway maanvieremien jäljiltä. Reppu pykälään ja menoksi.

ehtiä takaisin Pekingiin kyseiselle Finnairin lennolle. On maanvieremiä ja vaikka mitä. Seuraava lento olisi ollut 30.8. Niinpä oli ryhdyttävä uusiin toimiin: viisumi Nepaliin ja uudet matkajärjestelyt Kathmandun kautta, ekskursion kun päättyi Zham-nimiseen kaupunkiin lähellä Nepalin rajaa, viiden tunnin matkan päässä Kathmandusta. Viimeinen päivä oli kuitenkin varsinainen seikkailu. Lhasa-Kathmandu Highway, kärrypolku n. 3-4 km korkeudella Himalajalla oli poikki kymmenistä kohdin. Maanvie-

*Kuva 6.  
Japanilainen geologi  
Atsushi Thetys meren  
pohjaa edustavalla  
hartzburgiitilla.*

*Kuva 5. "Näin se on  
homma tapahtunut".  
Kiinalaisoppaat  
ilmentävät taustalla  
näkyviä ylityöntö- ja  
siirrostapahatumia.*



remät ja tilapäiset "uudet joet" olivat pyyhkaisseet tien mennessään. Matka jatkui kävelen. Tiibetiläiset kantajat kantoivat laukujamme uskomattomalla taidolla ja sitkeydellä tuon 15 km matkan. Välillä tie koostui vain 0,5 m leveistä jyrkänteellä olevista kivenjärkäleistä, jotka jostain kumman syystä eivät olleet vierineet alas rotkoon (**kuva 8**). Näin puolet 40 hengen ekskursionjoukosta saapui myöhään illalla 14 tuntia matkattuaan Kathmanduun, ihanalta tuntuvalla keitaalla. Puolet joukosta palasi takaisin samaa tietä maastoautoilla tuon n. 1500 km Lhasaan. Ei heidänkään osansa ollut kadehdittava. Seuraavat geologian olympialaiset ovatkin vuonna 2000 Etelä-Amerikassa, sokeritopalla. □



# EUROPEAN MINING COURSE (EMC)

TEKSTI RAIMO MATIKAINEN

*Syksyllä 1996 käynnistyi Teknillisessä korkeakoulussa neljän eurooppalaisen kaivosalan yliopiston ja korkeakoulun (Delftin, Aachenin, Lontoon ja Helsingin) yhteishankkeena 6 kk kestävä eurooppalainen kaivoskurssi. Opiskelijat kiertävät kussakin yliopistossa niin, että jaksot vaihtelevat kestoiltaan 4-6 viikkoon. Tämä ensimmäinen vuosi on ns. pilot-vaihe, jolloin testataan opetus- ja muut käytännön järjestelyt ensi vuonna alkavaa varsinaista täyden mittakaavan opetusta varten. Opiskelijointa on ollut nyt vain kahdeksan, kaksi kustakin yliopistosta. Täyden kurssin vahvuus tulee olemaan 20 opiskelijaa syksystä 1997 alkaen.*

Koulutusohjelma rahoitetaan EU:n Socrates- ja Erasmus-ohjelmien avulla ja lisäksi taloudellista tukea on saatu ja saadaan alan teollisuudelta. EU:n rahoitus on nyt saatu kolmeksi vuodeksi. Kurssikokonaisuutta koordinoi Delft.

## HANKKEEN TAUSTA

Syyt eurooppalaisen kaivoskurssin synnylle ovat hyvin samanlaiset kuin TKK:n jo vuotta aikaisemmin käynnistyneellä "Mining Technology and Economics Linkage" -kursilla.

Kaivostoiminnan hiipuminen erityisesti metallikaivostoiminnan alalta on vähentänyt Euroopassa kaivosalan insinööritarvetta, mikä on heijastunut alan opiskelijoiden määrään. Samanaikaisesti yliopistojen tulos- ja tuottavuusperiaatteet vaativat kultakin sektorilta entistä

enemmän tuotteita ja tuloksia entistä vähemmällä resursseilla. On nähty, että tämä kehitys johtaa väistämättä tulevaisuudessa kestävämpään tilanteeseen ja tuotteiden laadun laskuun, jollei yliopistojen yhteistyötä lisätä.

Yliopistojen yhteistyötä tukee myös teollisuuden nopea kansainvälistymisen koko maapallon laajuiseksi. Kanada, Etelä-Amerikka ja Australia ovat tulleet nopeasti tärkeiksi tuotantoalueiksi myös eurooppalaisille yhtiöille. Teollisuus tarvitsee kansainvälisiin tehtäviin entistä enemmän laaja-alaisia ja kielitaitoisia resursseja, jotka hallitsevat tekniikan lisäksi hyvin myös taloudelliset kysymykset.

Ympäristökysymykset ovat tulleet hyvin tärkeiksi Euroopan lisäksi myös maailmalla maapallon laajuudesta toiminnan jälkihoitoon asti. Hankkeessa mukana olevat yliopistot edustavat Euroopassa hyvin monipuolisesti koko kaivosalaa pehmeistä kiviin kiviin, hiilestä ja mineraaleista metallikaivostuotantoon ja kaikissa on hyväksytty kehityslinjoiksi laaja-alainen peruskoulutus geologiasta rikastustekniikkaan ja jatkojalostukseen. Vuosi siten keväällä käynnistyneissä neuvotteissa yritettiin saada mukaan myös

muita pohjoismaisia yliopistoja, mutta ainakaan tässä vaiheessa siinä ei onnistuttu. Mahdollisuudet uusien yliopistojen ja maiden mukaantulolle on pidetty vielä avoimena.

## TAVOITTEET

Eurooppalainen kaivoskurssi (EMC) pyrkii takaamaan sen, että EU:n alueella säilyy teollisuuden tarpeisiin riittävän laaja ja ennen kaikkea korkeatasoinen kaivosopetus myös tulevaisuudessa. Euromines ja Eurominerals organisaatiot ovat kumpikin antaneet tälle hankkeelle varauksettoman tukensa. Yksinään toimittaessa kunkin kaivosalan yliopiston kriittinen raja tulisi väistämättä eteen varsin nopeasti ja monelle se on jo tullut, mutta yhteistyöllä voidaan taata kussakin maassa ainakin yhden yliopiston osalta kaivosalan opetuksen jatkaminen ja Euroopan tasolla voidaan saavuttaa teollisuuden asettamat tavoitteet määrän ja laadun osalta. Opetus tapahtuu tässä eurooppalaisessa kiertokoulussa englannin kielellä. Opiskelijat valitaan hyvin huolellisesti ohjelmaan niin, että kielitaitovaatimuksen lisäksi heillä on hyvä kansainvälinen harjoittelutausta ja laaja-alainen opintoko-





konaisuus. Eurooppalainen kurssi jatkuu kussakin maassa diplomityövaiheella välttömästi oman yliopiston valvonnassa.

**OPETUSOHJELMA**

Kurssiohjelma jakaantuu pääosin 14 ainepakettiin, jotka luennoidaan yhdessä tai useammassa yliopistossa kuluvan 1996/1997 lukuvuoden aikana, kuitenkin niin, että luennot päättyvät pääsiäiseen mennessä. Kurssi alkoi Suomessa syys-lokakuun vaihteessa ja jatkui Lontoossa marras-joulukuussa. Delft ja Aachen hoitavat oman osuutensa alkuvuodesta 1997.

**Kurssikokonaisuudet ja niistä vastaavat yliopistot**

- Feasibility study RSM, HUT, TUD
- Project evaluation RSM
- Mining technology and economics HUT
- Mineral economics TUD
- Mine management RSM
- Applied rock mechanics RSM, HUT
- Geostatistics TUD
- Open pit mining RWTHA
- Environmental issues RWTHA
- Plant design HUT
- Plant design - alluvial mining TUD
- Mining automation and maintenance HUT
- Industrial minerals TUD
- Mine ventilation TUD

RSM = Royal School of Mines, Lontoo  
 RWTHA = Rheinisch-Westfälisch Technische Hochschule, Aachen  
 TUD = Delft University of Technology  
 HUT = Helsinki University of Technology (Teknillinen korkeakoulu)

Kuten oheisesta listasta havaitaan TKK:n ja yleensä Suomen osuus keskittyy pääosin kovan kiven metallikaivostointaan ja prosessin suunnitteluun sekä automaatioon, kunnossapitoon ja talouskysymyksiin.

TKK:ssa annettavasta opetuksesta ovat vastanneet Kalliotekniikan laboratorio sekä Mekaanisen prosessi- ja kierrätystekniikan laboratorio. Erittäin ansiokasta apua olemme saaneet Outokumpu Base Metalsin puolelta niin hyvin huipuasiantuntijoiden antamien luentojen muodossa kuin käytännön kysymyksissä Pyhäsalmen kenttäviikon yhteydessä. Koneautomaation ja kunnossapidon osalta on myös saatu apua Tamrockin puolelta. Kumpikin yhtiö on lisäksi tukenut taloudellisesti kurssin läpivientiä Suomen osalta.

**LINKAGE KURSSIN (MINING TECHNOLOGY AND ECONOMICS) TULEVAISUUS EMC:N RINNALLA**

Ensimmäinen 1,5 vuotta kestävä Linkage-kurssi alkoi v. 1995 ja se saatiin vedettyä läpi vuodenvaihteessa 1996/1997. Linkage-kurssi on avoin myös Euroopan ulkopuolisille Bachelor-tasoisil-

le opiskelijoille. EMC tulee ilmeisesti vähentämään kotimaisten opiskelijoiden määrää tällä kursilla, mikä sinänsä on valitettavaa, mutta ainakin toistaiseksi näitä kumpaakin kurssia vedetään rinnakkain opetusta mahdollisuuksien mukaan yhdistellen. Linkage-kurssi on selvästi laajempi kokonaisuus, sillä useimmilla ulkomaalaisilla opiskelijoilla ei ole vastaavaa laajaa pohjaa kuten EMC-opiskelijoilla.

Ensimmäisestä Linkage-kurssista saatuja kokemuksia hyödynnetään syksyllä 1996 alkaneen toisen Linkage-kurssin opetuksen parantamiseksi ja kehittämiseksi.

**YHTEENVETO**

Nyt alkanut Eurooppalainen kaivoskurssi (EMC) ja aikaisempi Linkagekurssi takaavat Suomessa kaivosalan laaja-alaisen ja korkeatasoisen opetuksen jatkumisen. Ilman näitä ratkaisuja ja eurooppalaista yhteistyötä olisi vaarana ollut putoaminen kansainvälisestä kilpailusta teollisuuden kansainvälistymisen jatkuessa kiihtyvällä vauhdilla. Kummankin kurssin puolesta haluan kiittää Suomen kaivos- ja laitevalmistajateollisuutta sen avusta ja taloudellisesta tuesta näitä kursseja käynnistetäessä. □

**SUMMARY**

A six-month pilot course named European Mining Course started in the autumn of 1996 as a co-operation between the technical universities of Aachen, Delft, London and Helsinki. The pilot course has 8 students, but next year the number of students will increase to 20 in the full scale course. The students of the four universities participate as a group and stay at each university 4 - 6 weeks. Through co-operation between the universities and with financial support from EU the course aims at securing the continuation of quality teaching in mining engineering within the EU.

*European Mining Course 1996 - 97 Teknillisessä korkeakoulussa Otaniemessä. Yläriivi vasemmalta: Petri Ruokolainen, TKK; Norbert Kille, RWTH Aachen; prof. Hans de Ruiter, TU Delft; John Shakour, RSM Lontoo; prof. Raimo Matikainen, TKK; TkT Jyri Liimatainen, TKK; alarivi vasemmalta: Cornelis Oldenziel, TU Delft; Andreas Sans, RWTH Aachen; Robert-Jan Berg, TU Delft; JeanMarie Clouet, RSM Lontoo.*



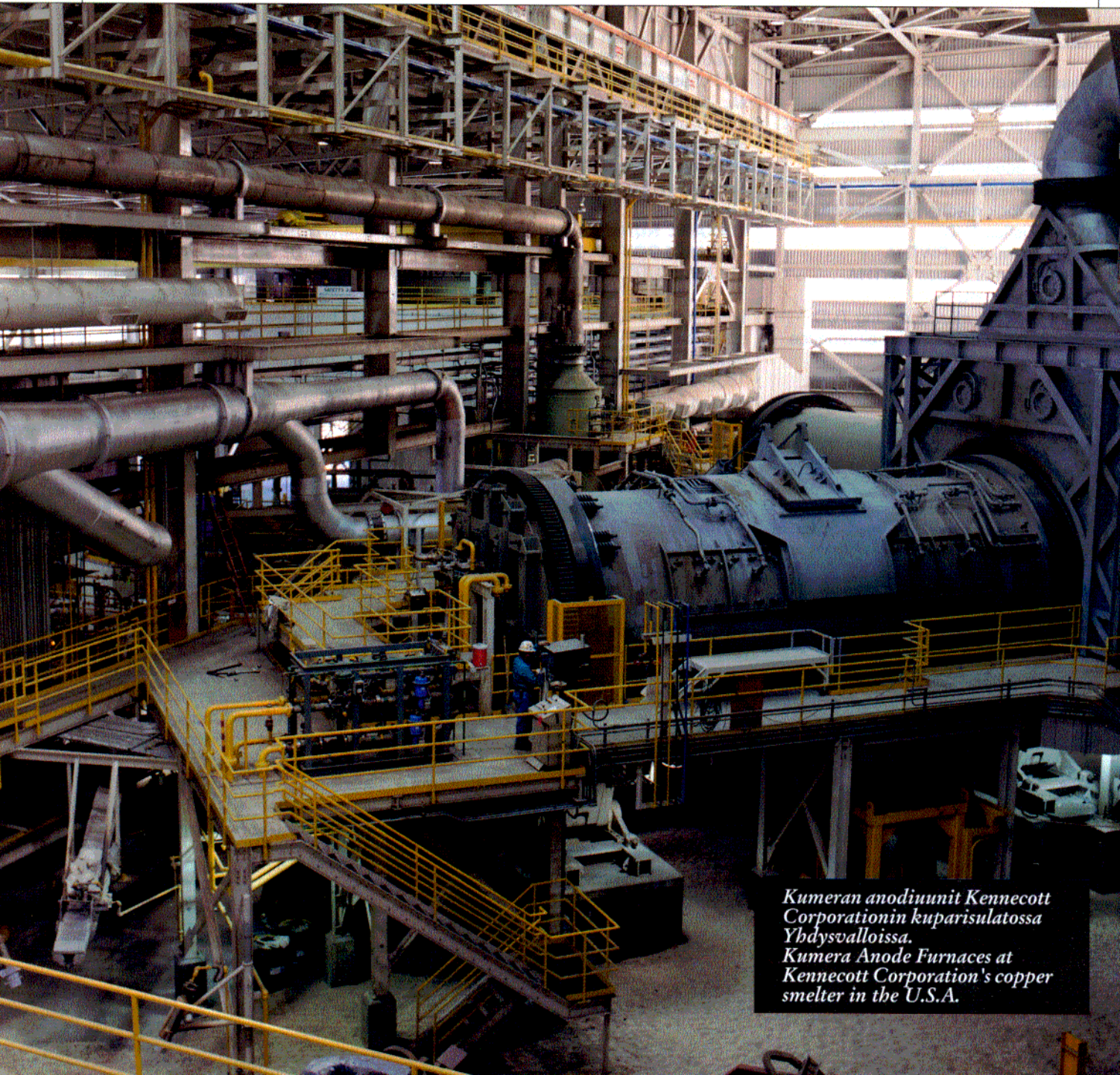
*Fig. 1. European Mining Course 1996/97 at Helsinki University of Technology. Standing from left: Petri Ruokolainen, HUT; Norbert Kille, RWTH Aachen; Prof. Hans de Ruiter, TU Delft; John Shakour, RSM London; Prof. Raimo Matikainen, HUT; Dr. Jyri Liimatainen, HUT; sitting from left: Cornelis Oldenziel, TU Delft; Andreas Sans, RWTH Aachen; Pentti Vihanto, HUT; Robert-Jan Berg, TU Delft; JeanMarie Clouet, RSM London.*



# Sulattoinves- toinnit vauhtiin? Kumeralla pitää kiirettä

"Tulevaisuus näyttää mielenkiintoiselta ja valoisaalta. Valmistaudumme melkoiseen vauhtiin. Tuntuu siltä kuin sulattojen investoinnit lähtisivät käyntiin. Uusia projekteja ilmaantuu koko ajan. Kyselyjä ja tarjouspyyntöjä on melkein ruuhkaksi", sanoo Kumeran Teknologiakeskuksen markkinointijohtaja Hannu Lehtonen.

PHOTO BY: MICKEY PRIM, TUCSON, AZ



*Kumeran anodiunit Kennecott Corporationin kuparisulatossa Yhdysvalloissa. Kumeran Anode Furnaces at Kennecott Corporation's copper smelter in the U.S.A.*



Kumeran Teknologiakeskus suunnittelee ja valmistaa laitteita kaivos- ja prosessiteollisuudelle. Alumiinivalmistajien sekä kupari- ja nikkelisulattojen osalta Kumeran referenssiluettelo on vaikuttava.

Suomen teollisuuden piirissä Kumera on ollut ehkä paremmin tunnettu voimansiirtolaitteiden valmistajana ja toimittajana.

Teollisuusvaihteet ovat toki säilyttäneet asemansa. Pohjoismaissa Kumera kuuluu kolmen johtavan valmistajan joukkoon. Riihimäellä tuotanto kattaa koko alueen, pienimmistä aina 10 tonnia painaviin saakka. Valikoimaa täydentää Kumera AS, Norjan Sandefjordissa, joka valmistaa pääasiallisesti merivaihteita erikoisaluksiin.

Konsernin kolmantena tukijalkana on valimoryhmä, Peiron Oy, jolla on valimoita Kokemäellä, Kangasalla ja Jokelessa. Voimansiirtoryhmän lisäksi Peiron palvelee myös ulkopuolista teollisuutta. Päätuotteiksi ovat tulossa teräsvalut.

## Toiminta tasapainossa

- Kumera seisoo tukevasti kaikilla kolmella jalallaan, jokainen niistä on hyvässä kunnossa ja saa osakseen tarpeellisen huomion konsernin kehittämisessä, vakuuttaa Hannu Lehtonen.

Hän painottaa, että sen rakenne tarjoaa selviä synergiaetuja. Esimerkiksi Teknologiakeskuksen toimituksiin sisältyy yleensä huomattava määrä voimansiirtosyksikön valmistamia laitteita ja niiden käyttö parantaa koko laitteen toimintavarmuutta asiakkaankin mielestä.

Teknologiakeskus onkin se Kumeran osa, joka kiinnostanee Vuoriteollisuuslehden lukijoita eniten.

Teknologiakeskuksen asiakaskunta voidaan jakaa kolmeen osaan:

1. Alumiinisulatot,
2. Kupari- ja nikkelisulatot
3. Pyörivien rumpujen teknologian käyttäjät

## Alumiini norjalaisperintö

Norjalaisen tytäryhtiön kautta alumiiniteollisuudesta on tullut Kumeralle tärkeä kohderyhmä. Norgear on 1950-luvulta lähtien toimittanut sähkömekaanisia ja pneumaattisia säätölaitteita alumiinisulatoille. Norgearin kehittämät elektrolyysin säätölaitteet, ns. anodijakit, joiden avulla säädetään anodien etä-



*Hannu Lehtonen povaa kiireisiä aikoja.*

syys katodeista, ovat olleet varsinainen avaintuote. Niissä käytettyä tekniikkaa on voitu soveltaa moneen muuhun käyttötarkoitukseen.

Kumera on lisäksi määrätietoisesti, yritysostojen, lisenssi- ja yhteistyösopimusten avulla, vahvistanut asemaansa alumiinisulattojen yhteistyökumppanina maailmanlaajuisesti.

Kumera on ollut mukana toimittajana alumiinisulatoissa kaikissa maanosissa. Alumiinisulattojen modernisointien osalta Venäjä on viime vuosina ollut tärkeä markkina-alue.

Elektrolyysiprosessissa anodit kuluvat ja niitä pitää sen vuoksi jatkuvasti uusia. Kumeran erikoisosaamiseen kuuluu ns. anodimassatehtaiden suunnittelu ja toimittaminen. Näitä on useita viime vuosina modernisoitu Venäjällä aikaisempaa tehokkaampaan, ympäristöystävällisempään tuotantoon. Parhailtaan Kumera uusii yhtä laitosta Tadzikistanissa.

## Uuneja ja konverttereja kupari- ja nikkelisulatoille

Kumera suunnittelee ja valmistaa kupari- ja nikkelisulatoille anodiuneja, konverttereita, jauhinyllijä, kuivausrumpuja, kola- ja kauhakuljettimia sekä vaahdotuskennostojen käyttölaitteita. Toimitukset tapahtuvat usein yhteistyössä muiden suomalaisten teknologia-toimittajien kanssa. Esimerkiksi Outokummun kehittämässä liekkisulatusprosessissa käytetään paljon laitteita, jotka kuuluvat Kumeran valmistusohjelmaan.

Kumera on esiintynyt laite- ja projektitoimittajana kaikissa tärkeimmissä kuparin tuottajamaissa.

⇒



*"Vuorimiehelle Kumera on innostava työympäristö", vakuuttaa Jarkko Partinen.*



## Ongelmajätettä poltetaan Kumeran polttolinjoissa

Riihimäellä sijaitsevan Ekokemin polttolaitoksen molemmat polttorummut ovat Kumeran suunnitteleimia ja toimittamia. Vastaavanlaisia polttorumpuja Kumera on toimittanut Hollantiin, Saksaan, Ruotsiin, Unkariin, Englantiin ja Belgiaan, ja on juuri saanut luovutetuksi Hampurin kaupungin ongelmajätelaitoksen polttolinjan.

Tätä 'pyörivien rumpujen' teknologiaa käytetään myös muissa prosesseissa, esimerkiksi kemianteollisuudessa ja kaivosteollisuudessa. Rumpusovellutusten joukosta löytyy kuivausrumpuja, jäähdytysrumpuja, kalsinointiuuneja sekä granulointi- ja päällystysrumpuja.

## Avaimet käteen

Mitä Teknologiakeskus pystyy tarjoamaan asiakkailleen?

- Toimintamme on rakentunut erikoisosaamisemme ympärille. Norgear avasi ovet alumiinimaailmaan, kupari- ja nikkeliprosessin hallintaa olemme kehittäneet vuosien varrella ja merkittävä tapahtuma oli se, että Kumera osti Rauma Repolalta Parkano Engineeringin vuonna 1991 ja näin siirtyi metallurgia-alan osaamista ja tuotteita, mm pyörivi-

en rumpujen teknologia, Kumeralle, kertoo Hannu Lehtonen.

- Olemme tämän ja oman valmistuksemme ympärille rakentaneet organisaation, jolla on laajaa osaamista erityisesti kuparin, nikkelin ja alumiinin valmistuksesta. Suunnittelemme ja toteutamme asiakkaillemme erilaisia projekteja. Kysymys voi olla kokonaisuuksista, mutta yhtä hyvin suurempien investointien osatoteutuksista.

- Asiakkaan kannalta tärkeintä on, että me kannamme vastuun projektin onnistumisesta. Annamme asiakkaalle takuun laitteiston toimivuudesta. Itse projektin läpiviemisessä pidämme keskeiset tehtävät omissa käsissämme, vaikka tarvittaessa käyttäisimmekin toteutuksessa paljon alihankkijoita. Tämän mahdollistaa se, että meillä on talossa erittäin kokenut ja osaava henkilöstö, josta muodostetaan kunkin projektio-rganisaation runko, kertoo Jarkko Partinen.

## Tekninen ja taloudellinen vastuu

Mitkä tehtävät ovat tällaisessa vientitoiminnassa sellaisia, jotka on syytä pitää omissa käsissä.

- Kysymys on projektiviennistä. Ei riitä, että projekti tuottaa toivotun teknisen

tuloksen. Sen on myös oltava taloudellisesti kannattava. Teknisten asiantuntijoiden lisäksi meillä on monen muun alan asiantuntijoita joukossamme. Meiltä löytyy kokemusta projektityöskentelystä mitä erilaisimmissa olosuhteissa.

- Asennusvalvoja voidaan pitää avainhenkilönä. Asennustöissä käytetään yleensä paikallisia alihankkijoita ja me kannamme vastuun heidän työnsä laadusta. Asennusvalvojan tehtävänä on varmistaa, että kaikki toteutuu piirustusten sekä valmistus- ja asennusohjeiden mukaisesti.

Minkä kokoisia projektit ovat taloudellisesti mielessä?

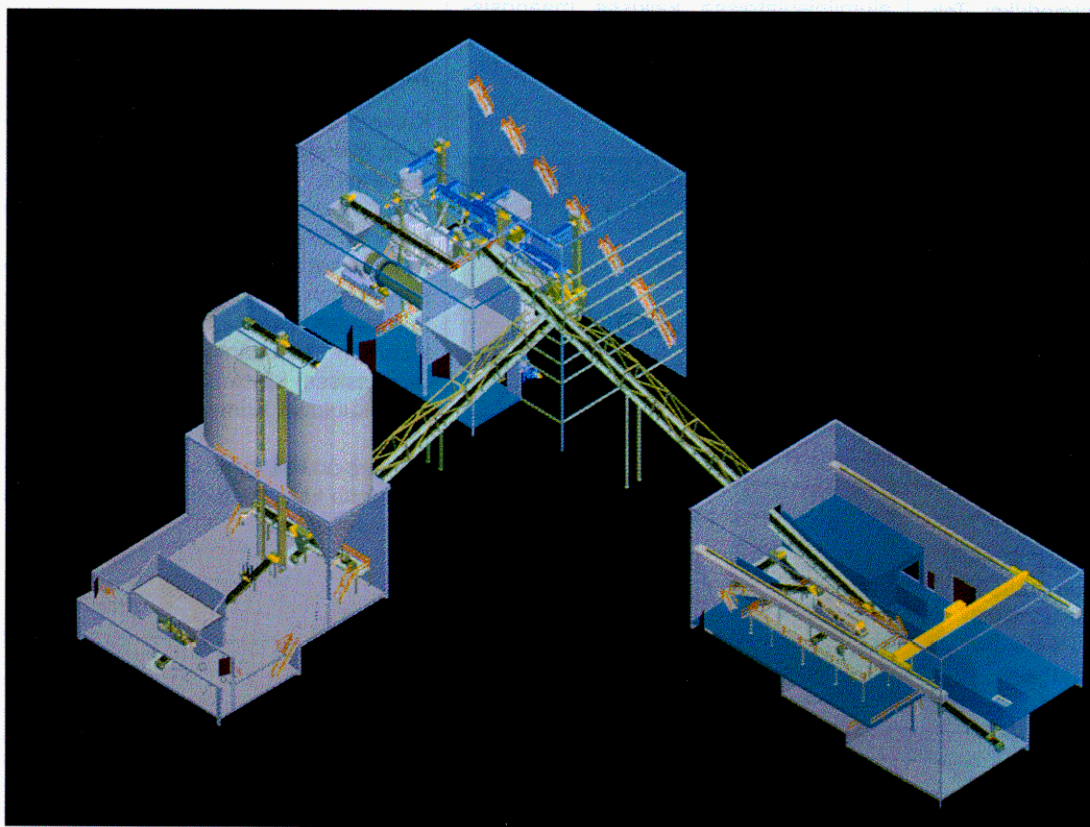
- Tilanne vaihtelee toimituksen sisällön mukaan. Voidaan kuitenkin sanoa, että tyypillisen toimituksen arvo on 10-30 miljoonaa markkaa.

## Ostajan markkinat

Miten projekteja myydään?

- Myyntitilaisuus avautuu silloin kun ostajalla on rahaa investoinnin toteuttamiselle. Silloin meiltä pitää löytyä valmiutta toimittaa se mitä asiakas haluaa. Tämän takia markkinoiden seuranta on erittäin tarkkaa. Tuleva tilanne pitää ennakoida.

Alat, joilla toimimme ovat melko suppeat ja suljetut. Sana uusista hankkeista



3-D-kuva Kumeran anodimassatehtaasta.

3-D Illustration of Kumeran Aluminium Anode Paste Plant.



leviää nopeasti ja kaikki tuntevat toisen-  
sa. Toimittajalta tämä vaatii jatkuvaa  
kehittymistä, sillä kilpailu on kovaa ja  
asiakkaat tietävät miten kilpailuttaa  
meitä, toteaa Hannu Lehtonen.

Toimintaa ei tee helpommaksi se, että  
investointien toteuttaminen seuraa suh-  
danteiden kehitystä. Investointeihin  
ryhdytään yleensä silloin kun ala on yli-  
kuumentunut jo sen verran, että valmis-  
tajalle on kerääntynyt rahaa samalla  
kun kapasiteetti on täydessä käytössä.  
Toimittajan kannalta hankalaa on, että  
tämä tapahtuu samanaikaisesti monen  
valmistajan kohdalla. Investointien jäl-  
keen markkinat saattavat sitten hiljen-  
tyä joksikin aikaa.

- Meidän etunamme on, ettei alumiini  
seuraa samoja suhdanteita kuin kupari  
ja nikkeli. Tasoittavana tekijänä meillä  
on lisäksi laaja ohjelma metallurgia-  
alan tuotteita, joihin edellä viitattiin.

## Työkenttänä koko maailma

Mitä Teknologiakeskuksen työnte-  
kijöiltä vaaditaan?

- Alan hyvä tuntemus on perus-  
lähtökohta. Sen lisäksi valtteja  
ovat monipuolinen kielitaito ja  
kyky sopeutua erilaisiin olosuh-  
teisiin. Koti-ikävä ei aina saa  
olla. Periaatteemme on, että  
lähetämme sopivimman asi-  
antuntijamme liikkeelle, kun  
jotain uutta ilmenee. Chile  
ja Kauko-Itä ovat hyvin  
tuttuja maisemia kupari-  
miehillemme, kun taas alumiiniasi-  
antuntijat ovat viime aikoina olleet Islan-

## SUMMARY

Kumera Corporation is a world-  
wide marketer of manufactured pro-  
ducts and engineering services for  
copper and aluminium smelters,  
as well as mining, metallurgical  
and chemical industries. In addi-  
tion, the range of supply covers  
Scandinavia's largest selection of  
mechanical power transmissions for  
a wide range of industrial appli-  
cations, tailor-made marine trans-  
mission gears, and steel and iron  
cast components for different in-  
dustrial fields. The company is  
also a leading supplier of hazardo-  
us waste burning lines in Europe.

nissa ja Bahrainissa, toteaa Hannu Leh-  
tonen.

Kysymykseen minkälainen Teknologia-  
keskus on työpaikkana, vastaa Jarkko  
Partinen, joka puolisentoista vuotta sit-  
ten, väiteltään tohtoriksi TKK:ssa, siir-  
tyi Teknologiakeskuksen tutkimus- ja  
kehitysjohtajaksi:

- Korkeakouluajoilta peräisin oleva laa-  
ja teoreettinen tausta ja monet ympäris-  
töprojektit teollisuuden kanssa ovat an-  
taneet hyvän pohjan toimia nykyisissä  
tehtävissäni. Nykyinen työkenttäni on  
puolestaan nopeasti tuonut tuntuman  
teollisuuden projektitoimintaan, toteaa  
Jarkko Partinen.

- Jo teknisesti tämä on erittäin innosta-  
va työympäristö. Tekniikka, jonka paris-  
sa työskentelemme, on hyvin monipuo-

lista ja toimintamme ulottuu maailman  
eri puolille. Joka päivä törmää uusiin  
asioihin.

- Toiminta on hyvin kansainvälistä. Eng-  
lantia käytetään jatkuvasti päivittäisenä  
työkielenä. Asiantuntijatiimistämme löy-  
tyy useita kansallisuksia.

- Mieluinen asia on, että korkeakoulu-  
aikana luodut tiiviit ja toimivat yhtey-  
det korkeakouluihin ovat säilyneet. Tut-  
kitutamme tuotteita ja testautamme  
ideoita mm. Otaniemessä, Tampereella  
ja Oulussa. Kiinalainen kollegani, tohto-  
ri Chen on väitellyt Tampereella. Vuori-  
miehelle tämä on haastava ja monipuo-  
linen työpaikka, toteaa Jarkko Parti-  
nen. □

**TECHNOLOGY DIVISION**

**KUMERA CORPORATION**  
Headquarters  
Kumerankatu 2  
FIN-11100 Riihimäki  
Finland  
Telephone +358 19 7491  
Telefax +358 19 749 216  
E-mail kumge@kumera.pp.fi  
Telex 15129 kumge fi

**TECHNOLOGY CENTER**  
KUMERA CORPORATION  
Technology Center  
Kumerankatu 2  
FIN-11100 Riihimäki  
Finland  
Telephone +358 19 7491  
Telefax +358 19 749 320  
E-mail kumge@kumera.pp.fi  
Telex 15129 kumge fi

**INDUSTRIAL AUTOMATION**  
CUMEL OY  
Karoliininkatu 4  
FIN-11100 Riihimäki  
Finland  
Telephone +358 19 831 9511  
Telefax +358 19 831 9515

**MECHANICAL POWER TRANSMISSION DIVISION**

**MECHANICAL POWER TRANSMISSIONS**  
KUMERA CORPORATION  
Mechanical Power Transmissions  
Kumerankatu 2  
FIN-11100 Riihimäki  
Finland  
Telephone +358 19 7491  
Telefax +358 19 734 699  
E-mail kumge@kumera.pp.fi  
Telex 15129 kumge fi

**MARINE TRANSMISSIONS**  
KUMERA AS  
P. O. Box 40  
N-3201 Sandefjord  
Norway  
Telephone +47 33 477 025  
Telefax +47 33 477 360  
Telex 21139 gear n

**REPRESENTATIVE OFFICE IN RUSSIA**  
AO KUMERA  
Ul. Bolshaya Morskaya 19  
191186 St. Petersburg  
Russia  
Telephone +7 812 3141696  
Telefax +7 812 3141696

**FOUNDRY DIVISION**

**STEEL CASTINGS, ALLOY STEEL CASTINGS, ALLOY CAST IRON**  
PERON OY  
P.O. Box 88  
FIN-32801 Kokemäki  
Finland  
Telephone +358 2 540 211  
Telefax +358 2 540 2121

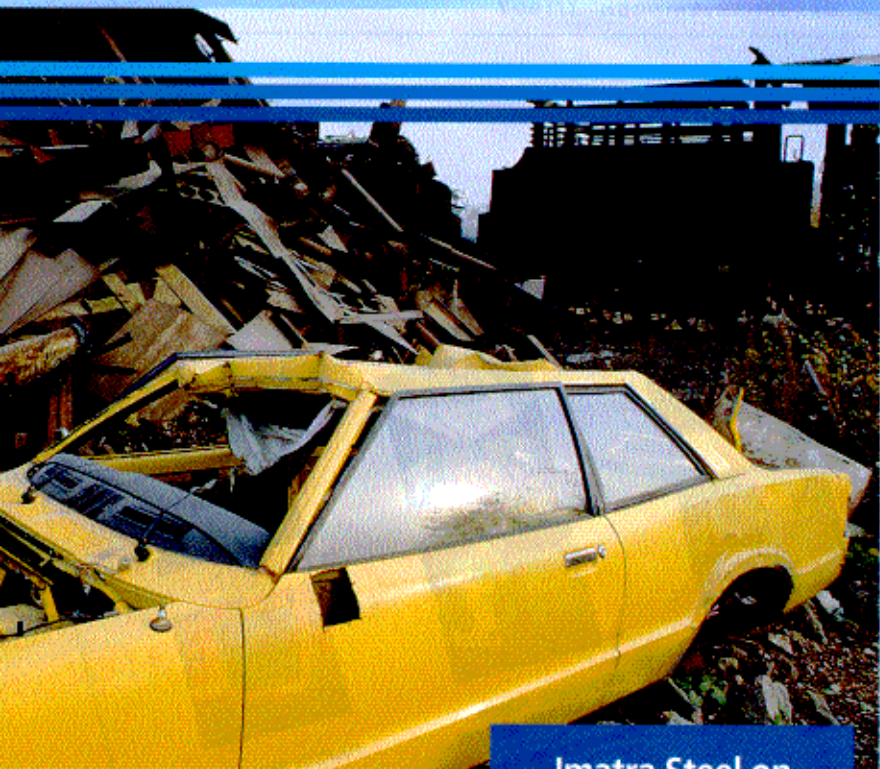
**GREY CASTINGS**  
PERON OY  
Kannistonhe 3  
FIN-36220 Kangasala  
Finland  
Telephone +358 3 3790 000  
Telefax +358 3 3792 323

**MOULDING PATTERNS**  
MALLIKIMSET OY  
Sileenssoninkatu 10  
FIN-33330 Tampere  
Finland  
Telephone +358 3 433 280  
Telefax +358 3 432 880

**KUMERA CORPORATION**

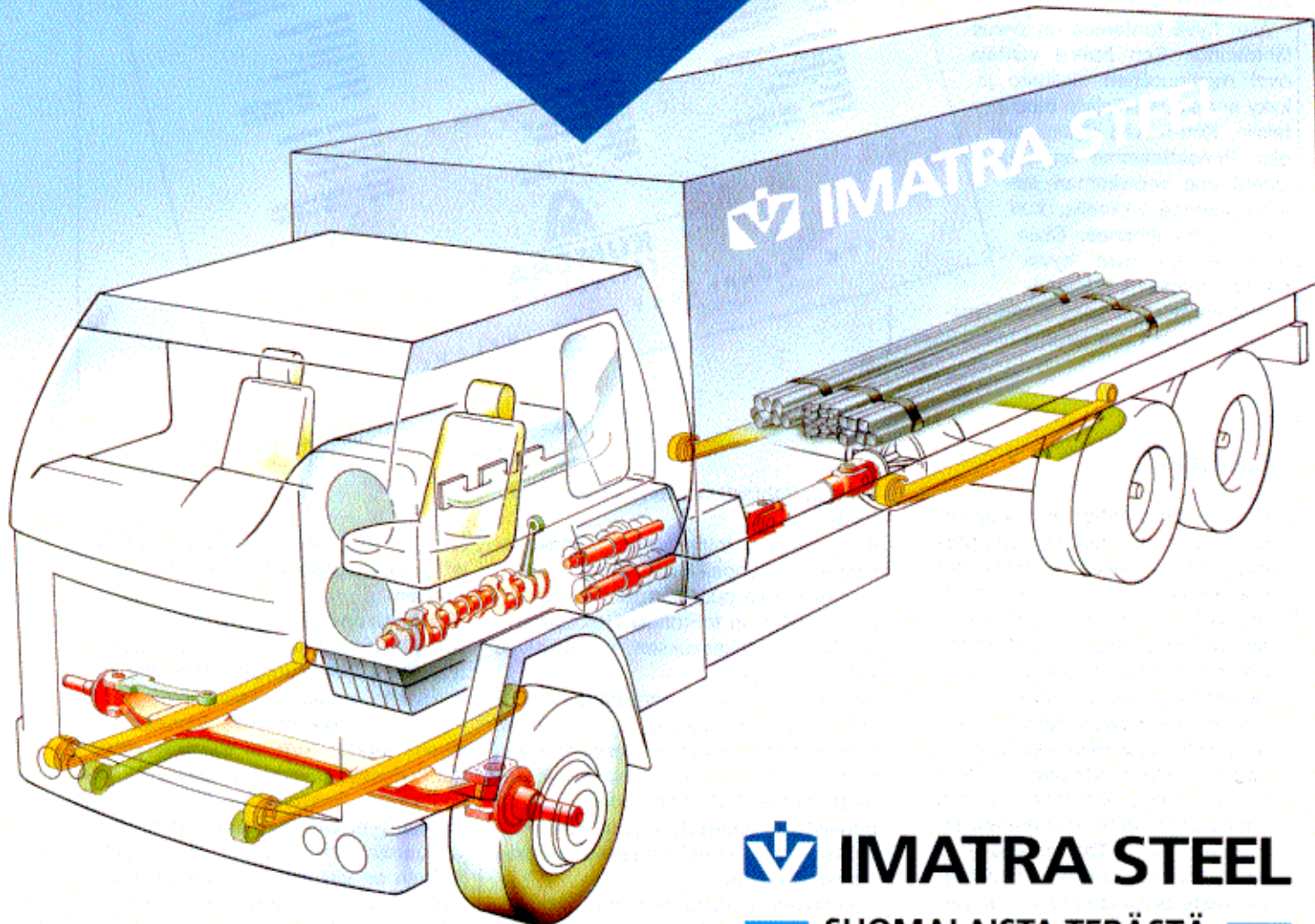
FROM TECHNOLOGY INTO IMPLEMENTATION





# AUTOISTA AUTOIHIN!

Imatra Steel on  
autoteollisuuden  
arvostettu  
teräsentoimittaja.



 **IMATRA STEEL**

≡ SUOMALAISTA TERÄSTÄ ≡





Terra Mining Oy, Pahtavaaran kaivos, Sattasvaara

OY HELIFOTO AB PORVOO

## R & D

# Future of the Mining Industry in Lapland

MANAGING DIRECTOR ESA JUTILA, TERRA MINING OY  
THE SPEECH PRESENTED AT THE ARCTIC SEA CONFERENCE  
IN SODANKYLÄ, NOV 23TH 1996

The European Communities (EC) were officially established in 1967 even though the EC was already preceded by separate organizations since the 1950's, namely the European Coal and Steel Community (ECSC), the European Economic Community (EEC), and the European Atomic Energy Commission (EURATOM). Thus the EC partially stems from the mining industry through its origin in coal mining, which has been very important for the industrialization of several European countries. Therefore, I hope that the European Union of today would not forget its roots but would develop a progressive development programme for mining industries.

The distribution of metal mines in the EU map is not very even; many mines seem to be located either in peripheral areas or in new member countries (see the map next page). Thus, the mining policy of the EU may - or may not - support the equal development of the EU countries, depending on how it is operationalized.

Northern Finland likewise Northern Sweden, Norway and Kola Peninsula are known to have a favourable mineral prospectivity in Europe for base metals such as copper and zinc and also chromium, platinum group elements, gold and diamonds. Mineral exploration and the related research to identify a mineral

deposit to become a proven ore as well as to carry out an extensive Feasibility Study for the basis of the decision-making to open up a new mine, is a long process. For example, Terra Mining Oy's Pahtavaara deposit was found already in 1985 but the production could not be started until in 1996. Even though this seems to be a long period of time, it is more typical than an exception. It takes normally from 10 to 40 years from the first claim to the start up of a mine. For example the operating mines in Sweden in the 1980's had a research history of 25 years in average before starting the production. In some Finnish examples the respective time has varied from two to 55 years. Since the 1980's all Finnish corporations have applied so-called back-to-basics strategy in their business. This has meant that the prospecting in Finland which is not expected to support the core businesses, has been reduced or even closed down. Therefore, the total effort in exploration declined radically. However, there have been two phenomena in Finland which have compensated this main stream: First, the Geological Survey of Finland has continued and even increased its metal prospecting and secondly, after European Economic Space (EES) Agreement 1994, Finland was opened up for foreign companies. Reservations and claims increased radically after this turning point. This increased of course remarkably also the spendings in prospecting. As stated above, the results cannot be estimated until after several years.

Before the EES agreement international capital was allowed to come to Finland through special arrangements. Terra Mining Oy was the first company within the mining industries in Finland having international ownership after the Second World War. This was allowed by a decision of the Finnish Government. Before the EES agreement Finland was a closed country due to the mining industries: for example the Finnish mining law was written just in the national official languages - Finnish and Swedish - but not e.g. in English. This tells about which kind of radical change we have to go through. ⇒

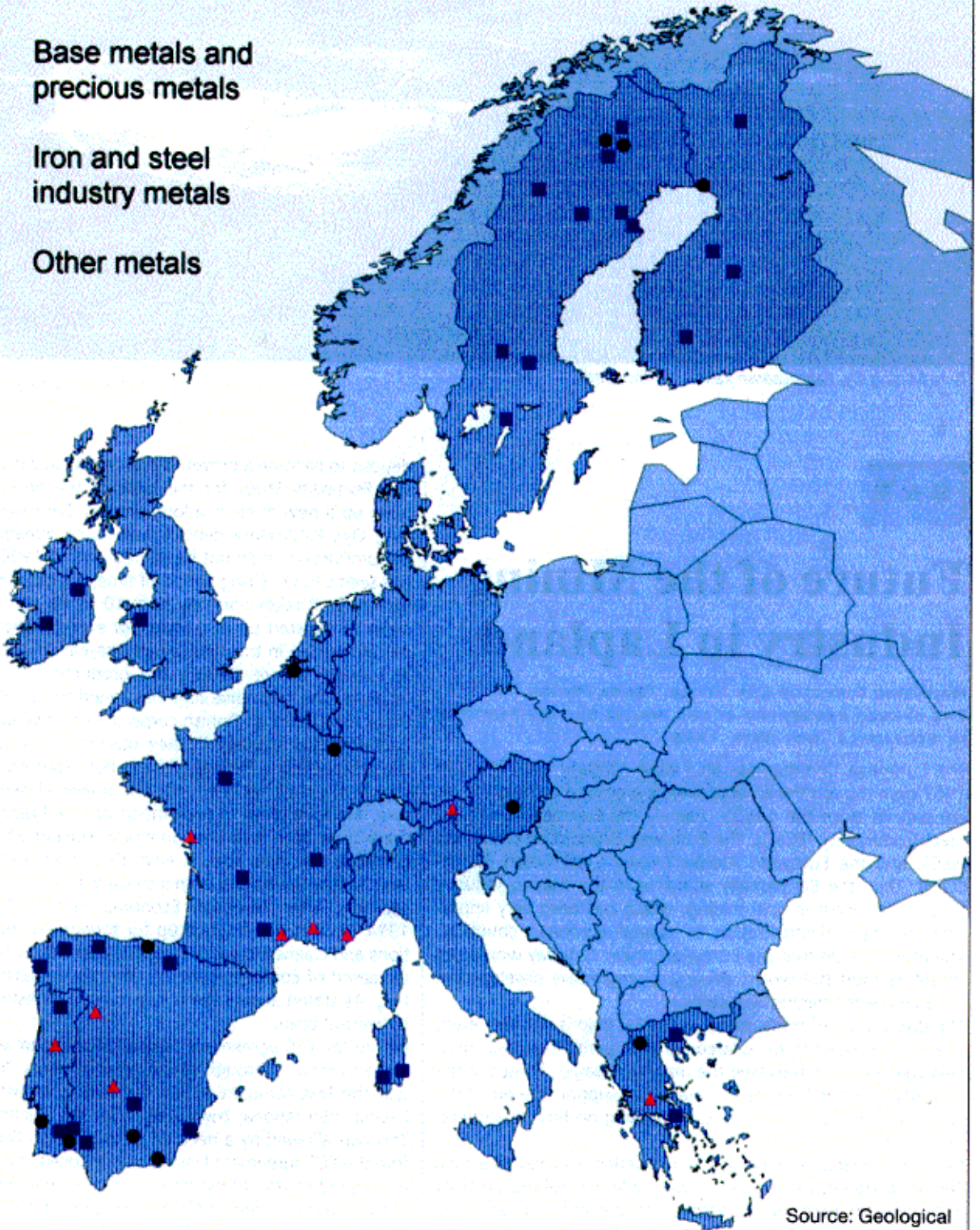


## Metallimineraalikaivoksia EU-maissa

perusmetalleja ja jalometalleja  
rautaa ja seosmetalleja  
muuta metalleja

### METAL MINES IN EU-COUNTRIES

- Base metals and precious metals
- Iron and steel industry metals
- ▲ Other metals



Source: Geological Survey of Finland.



The opening of borders for international companies has mainly produced positive consequences: improved prospecting activities, more financing for prospecting, research and Feasibility Studies of mines, and more capital for mine investments. These actions provide furthermore export revenues, more employment in research, erection of new mines and production. Finally, the increased international competition activates also the domestic companies in Finland.

Lapland is evidently one of the most potential areas in Finland due to mining industries. As the latest examples, the opening of Terra Mining Oy's gold mine in Pahtavaara and the Keivitsa auction, both in Sodankylä as well as the on-going evaluation of the Sokli niobium mineralization are examples of good signs in the mining industries.

As conclusion EU should think about the overall strategy or program for the mining industries, especially taking into account the territorial long-term effects of the mining. The first positive signs of the improved preconditions in Lapland can be summarized as follows:

- several new actors have appeared during the latest years
- advanced prospecting and research methods have been taken into common use
- more funding is available for prospecting, research and investments
- new promising deposits have been found
- Lapland is regarded as one of the most potential areas for new deposits according to the general opinion.

All this tells about the favourable future of the mining industries in Lapland; provided that the national and international economic policy support the positive new era of the mining industries in Lapland. □



ISO 9001  
CERTIFIED

## THIS IS NOT MONEY LAUNDRY !

Good filtration doesn't just save  
your money - it  
makes money for you.

Let us tell you how to  
make it happen.



Tamfelt Corp. Filter Fabrics  
P.O.Box 427, FIN-33101 Tampere, Finland  
Tel. +358 3 3639 111, Telefax +358 3 3639 608  
Telex 22169 tamfe sf

### YHTEENVETO

Pohjois-Suomessa samoin kuin Pohjois-Ruotsissa ja -Norjassa sekä Kuolassa on malminetsinnällisiä lupauksia perusmetallien, kuten kuparin ja sinkin sekä kromin, platina- metallien, kullan ja timanttien esiintymien löytymisestä. Uusien kaivosten avaaminen on kuitenkin pitkälinen prosessi.

Esimerkiksi Terra Miningin Pahtavaaran esiintymä löydettiin jo 1985, mutta tuotanto käynnistyi vasta 1996. Suomessa kaivosyhtiöt vetäytyivät malminetsinnästä vuoden 1980 jälkeen. GTK on kuitenkin jatkanut ja vieläpä lisännyt malminetsintää. Myös sillä, että Suomi on vuoden 1994 EEC-sopimuksella avautunut alan ulkomaisille yhtiöille, on ollut edullisia vaikutuksia. Pahtavaara, Keivitsa ja Sokli osoittavat, että Lappi on maamme lupaavimpia alueita kaivosteollisuudelle edellyttäen kuitenkin kansallista ja kansainvälistä panostusta.



# FEM-tekniikan käyttö valssauksen mallintamisessa

DI PERTTI MIKKONEN, TKT PEKKA MÄNTYLÄ  
RAUTARUUKKI OY RAAHE STEEL

## Johdanto

Asiakaslähtöisessä tuotekehityksessä tuotteen laadulla on keskeinen sija. Robotisoituva konepajatuotanto vaatii yhä tasaisempia mekaanisia ominaisuuksia. Avainsana on tuotteen hallittu käyttäytyminen asiakasprosessissa. Tuotteen tulisi olla robusti. Tuote saisi reagoida mahdollisimman vähän prosessin vaihteluihin. Prosessin hajonnan pienentämiseksi valmistusprosessin mallintaminen on perusedellytys. Fysikaaliset mallit yhdistävät metallurgiset ilmiöt tilayhtälöiden ja elementtimenetelmän (FEM) avulla teräksen muokkausprosessia ja ominaisuuksia kuvaavaksi kokonaisuudeksi.

Rautaruukki, Oulun yliopisto, Mefos ja Tekes ovat panostaneet voimakkaasti viime vuosina elementtimenetelmän ytimen, tilayhtälöiden, määrittämiseen /1,2,3,4,5/. Hankkeissa tilayhtälöt on myös integroitu FEM-ohjelmistoihin. Sovellutuskohteet ovat tulleet Rautaruukilta.

## Mallintaminen

Metallin muokkausta mallinnetaan usein yksinkertaistetuilla analyttisillä menetelmillä. Mallit vaativat monia kokemuseräisiä vakioita, jotka pätevät vain kokeissa, joihin ne perustuvat. Analyttiset menetelmät saattavat perustua myös olettamuksiin, jotka eivät välttämättä pidäkään paikkaansa muokkausprosessissa. Tämän vuoksi tuloksia on vaikea yleistää ja niihin pitää suhtautua tietyllä varauksella. Lisäksi yksinkertaistamisen vuoksi tehdyt oletukset saattavat jossain tilanteessa johtaa hyvinkin erilaiseen lopputulokseen.

Huomattavasti monipuolisempi ja tarkempi lähestymistapa muokkauksen ja erityisesti kuumavalssauksen mallintamiseen on elementtimenetelmä (FEM). Se soveltuu yleisesti erilaisten muodonmuutosten ja laajojen jännityskenttien tutkimiseen. Siinä voidaan ottaa huomioon monia sellaisia asioita, joita muuten mallintamalla on vaikea tai jopa mahdoton huomioida. Pääasialliset esteet elementtimenetelmän soveltamiseen ovat olleet pitkät laskenta-ajat ja ympäristön kuvaamisen vaikeus laskentaa varten, millä tarkoitetaan esimerkiksi kitkaa valssikidassa sekä aihion ja valssien lämpötiloja ja lämmön siirtymistä piston aikana. Tietokoneiden laskentakapasiteetin ja laskennassa käytettävien ohjelmien nopean kehittymisen ansiosta elementtimenetelmien käyttö mallintamisessa on kuitenkin tullut mahdolliseksi.

Elementtimenetelmässä tarkasteltavana oleva kappale tai prosessin osa jaetaan pieniin samanmuotoisiin osiin, elementteihin. Yhdelle elementille tehdään tarvittavat laskutoimitukset, esimerkiksi jännitystilän määrittäminen. Laskennan tulos, tässä tapauksessa jännitystilä, siirtyy elementin solmupisteiden välityksellä viereisen elementin jännitystilän alkuarvoiksi. Tällä tavalla käyt-

dään läpi koko malli, jonka jälkeen saadaan kappaleen kokonaisjännitystilä.

## Sovellutukset

Levyn jännitystilän määrittäminen valssausprosessin eri vaiheissa on yksi mallintamisen tärkeimpiä sovellutuskohteita. Epäedullinen jännitystilä saa aikaan levyn ennakoimattoman käyttäytymisen sekä valssauksessa että asiakkaalla.

Valssauksen epäedullinen jännitystilä voi aiheuttaa esimerkiksi levyn keulan käyristymisen joko ylös tai alas, jolloin pahimmassa tapauksessa keulan taipuminen huonontaa tuotteen laatua ja pienentää tuotosta. **Kuvassa 1** on Dyna3d-ohjelmistolla laskettu tilanne, jossa levyn keula taipuu ylöspäin. Kuvassa ylävalssin kehänopeus on 10 % pienempi kuin alavalssin kehänopeus. Tässä tapauksessa valssattava materiaali virtaa alapuolella nopeammin kuin yläpuolella ja levy taipuu ylöspäin tullessaan ulos valssikidasta. Kuvassa on laskettu valssausuuntaiset jännitykset ja siitä nähdään, että levyn tullessa ulos valssikidasta yläpinnalla vallitsee vetojännitys ja alapinnalla puristusjännitys. Tällainen levyn käyristyminen valssausprosessin aikana on erityisen haitallista levyjen ns nopeutetun vesijähdytyksen yhteydessä. Tällöin levyn käyristynyt keulaosa ennen vesijähdytystä on muuta levyä kylmempi. Vesijähdytyksessä Leidenforst-ilmiön johdosta kylmempi kohta jäähtyy huomattavasti muuta levyä nopeammin. Mirkorakenteesta tulee epätasainen, mikä vaikeuttaa tuotteen mekaanisiin ominaisuuksiin haitallisesti. Levyn käyristymisen hallinta on eräs kehitetyn prosessimallin tärkeä käyttösovellus.

Käyristymistä aiheutuu myös muista tekijöistä, joiden vuoksi valssaus tapahtumasta voi tulla epäsymmetrinen. Valssattavassa levyssä saattaa esiintyä suuria epätasaisesti jakautuneita lämpötilagradientteja, jotka tulevat joko aihion kuumennuksesta tai epätasaisesta jäähtymisestä valssausprosessin aikana. Lämpötilaerot aiheuttavat epätasaisia muokkautumista ja sen vuoksi materiaalivirta valssikidassa ei olekaan tasainen, mistä syntyy em. kaltaisia taipumia. Lisäksi lämpötilaerot voivat aiheuttaa muita tasomaisuusvirheitä, kuten aaltomaisuutta ja jäännösjännityksiä, jotka tulevat esille levyä myöhemmin käytettäessä. Toisena esimerkkinä valssaussovellutuksista voidaan mainita valssiraon muodon vaikutus valssattavan levyn tasomaisuuteen ja sisäisiin jännityksiin. Valssiraon muotoon vaikuttavat: valssien hionta, lämpötilajakauma, valssausvoima, taivutusvoima sekä kuluminen. **Kuvassa 2** on laskettu tilanne, jossa valssirako on keskeltä pienempi kuin laidoilta. Tässä tapauksessa nauha venyy keskeltä enemmän ja nauhaan muodostuu keskiaaltoa. Esimerkiksi pienennettäessä nyt valssien taivutusta muuttuu valssiraon muoto ja aaltomaisuus vähenee. Lopulta tulee tilanne, jossa nauha ei enää lommahda. Tällöin nauha näyttää päällisin puolin tasomaiselta, mutta siinä voi olla sisäisiä jännityksiä, keskellä puristusta ja reunoilla vetoa. Nämä sisäiset jännitykset

*Kuva 1. Levyn keulan muoto valssiraossa, kun ylävalssin kehänopeus on pienempi kuin alavalssin 37% reduktiolla.*

*Fig. 1. A symmetrical rolling of plate. Lower roll speed is bigger than upper roll speed. Reduction is 37%.*

*Kuva 2. Valssiraon muodon vaikutus valssattavan nauhan tasomaisuuteen.*

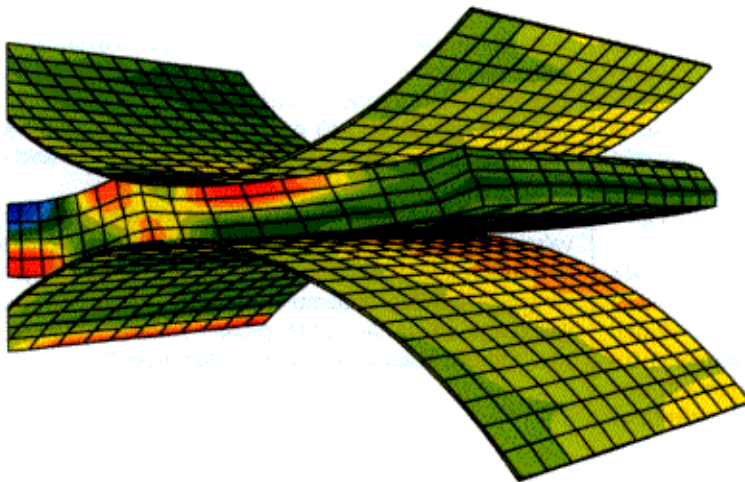
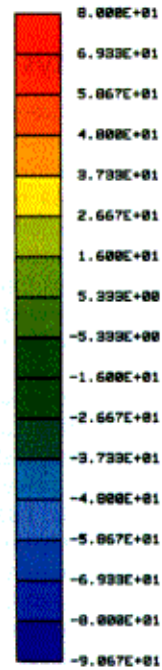
*Fig. 2. The effect of roll gap shape on strip flatness.*



Kuva 1

Paks 80 pisto 30 nop -10 %  
time = 0.20000E+00  
fringes of x-stress  
min=-2.757E+02 in element 460  
max= 2.358E+02 in element 459

fringe levels

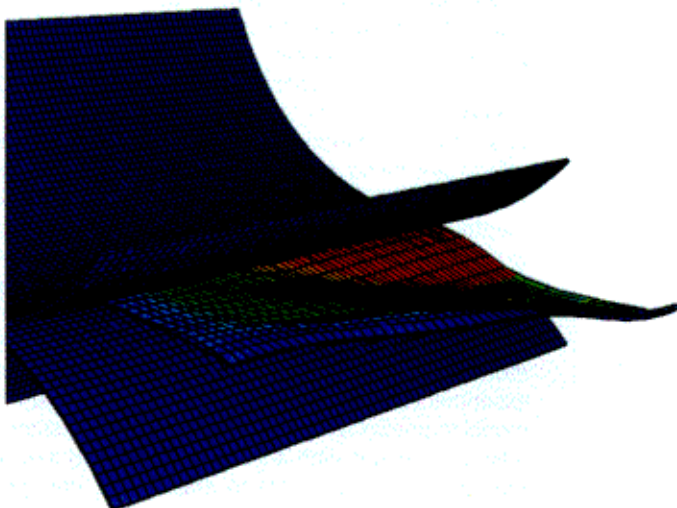
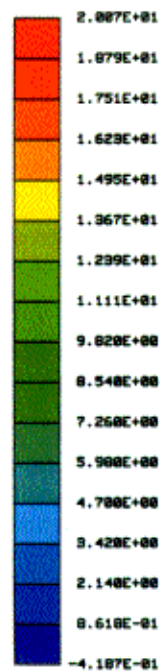


disp. scale factor = 0.100E+01 (default)

Kuva 2

nava F6  
time = 0.35000E-01  
fringes of eff. plastic strain  
min= 0.000E+00 in element 20294  
max= 2.093E+01 in element 16877

fringe levels



disp. scale factor = 0.100E+01 (default)



voivat aiheuttaa ongelmia nauhan loppukäyttäjällä, kun nauhaa leikataan. Siksi jännitysten hallinta valmistusprosessin eri vaiheissa on tärkeää.

## Prosessin tarkkuuden merkitys

Nykyisin teräslevyltä vaaditaan yhä suurempaa mittatarkkuutta, koska liikkuvissa ajoneuvoissa painon merkitys on suuri. Esimerkiksi risteilijöissä ja autolautoissa ylipainosta on haittaa. Se vähentää laivan kantokykyä ja pienentää nopeutta. Kantokyvyn pieneneminen on merkittävää autolautoilla, joilla laivan paino on hyvin suuri kuorma nähden. Autolautan rakentamisessa 0,5 %:n ylipainon pieneneminen merkitsee 6 Mmk:n säästöä yhtä autolautaa kohden. Mitä lähemmäksi suunnittelumittoja levy kyetään valmistamaan, sitä pienempi on rakenteen ylipaino.

Valmistusprosessin tarkkuuden parantamiseksi tarvitaan myös entistä tarkempia matemaattisia malleja kuvaamaan prosessia. Luotettavilla malleilla voidaan merkittävästi vähentää täyden mittakaavan tuotantokokeita, jolloin säästö on kymmeniä tuhansia markkoja yhden kokeen osalta. Lisäksi matemaattisten mallien avulla on helppoa selvittää yhden muuttujan vaikutusta prosessin kulkuun, kun taas tuotantokokeissa meidän tulee hallita useita satoja eri muuttujia. Jos halutaan selvittää yhden muuttujan vaikutusta tuotantokokeen avulla, on kaikki muut muuttujat kyettävä pitämään samalla vakioina. FEM-mallin oikeellisuuden varmistamiseksi riittää muutama koe, eikä valmistusparametreista tarvitse huolehtia, koska kokeesta mitattuja arvoja voidaan käyttää suoraan laskennassa.

## Materiaalimallit

Mallintamisen tarkkuuden kannalta on materiaalimallilla keskeinen osa kuumavalssauksessa. Jotta jäännösjännitykset on mahdollista laskea, on materiaalimallin kyettävä käsittelemään

## Kirjallisuus-References

1. Bergström, Y., The Plastic deformation of metals, A dislocation model and its applicability, Report of the Royal Institute of Technology (1982).
2. Karjalainen, L.P., Stress relaxation method for investigation of softening kinetics in hot deformed steels. Materials Science and Technology (1995), 11, 557-565.
3. Karjalainen, L.P., recrystallization in Nb and Nb-Ti microalloyed steels investigated by the stress relaxation method. Proceedings of the Third International Conference on HSLA Steels, Beijing, China, October 25-29. Ed. Liu Guoxn & Harry Stuart & Zhang, Hongtao & Li Chengji (1995), 179-184.
4. Edberg, J., Computational Modeling of Hot Rolling, Doctorial thesis ISRN HLU-TH-T—187-D—SE, ISSN.
5. Edberg, J., Mäntylä, P., A flow stress model for finite element simulations of hot rollings. Proceedings of the Fifth International Conference on the Technology of plasticity, Columbus, Ohio, USA, October 7-10, (1996). Ed T. Altan, 79-82.

sekä elastiset että plastiset muodonmuutokset. Jäännösjännityksillä ja niiden aiheuttamilla venymillä on merkitystä levyn käyttäytymisessä pistojen välillä sekä valssauksen jälkeen. Lisäksi valssauksessa käytettävän materiaalimallin tulee ottaa huomioon lämpötilan ja muodonmuutosnopeuden vaikutus jännitys-venymä käyrään, koska kuumavalssauksessa esiintyy nopeita lämpötilan ja venymänopeuden muutoksia lyhyellä matkalla hyvin lyhyen ajan kuluessa.

Materiaalimallien kehittämiseksi tarvitaan käytännön kokeita, joissa selvitetään hallitusti muokkausnopeuden, muokkauksen suuruuden ja lämpötilan vaikutusta eri materiaalien ominaisuuksiin. Parhaiten tämä onnistuu laboratoriossa pienoismittakaavassa tehtävillä kokeilla, joissa em. muuttujia voidaan vaihdella hallitusti.

Kitkaolosuhteiden ymmärtämiseksi tarvitaan sekä käytännön valssauskokeita että numereerista mallintamista. Erityisen mielenkiinnon kohteena reunaehdoista ovat kitkamalli ja lämmön siirtyminen, joihin molempiin vaikuttaa useat eri tekijät kuten valssien ja aihion lämpötila, pinnan karheus, teräksen koostumus, hilseen määrä sekä valssien jäähditys. □

## SUMMARY

Mathematical modelling of hot working processes has advanced significantly over the last decade and numerical techniques such as the finite element method (FEM) are now being used extensively. An accurate material model is a prerequisite for simulating hot rolling and other forming processes in which strains and strain rates can vary considerably in the deformation zone and the deformation history in a single pass is complex. Even the effects of the restoration process and the phase transformation subsequent to hot working should be included to reliably predict the final mechanical properties or the residual stresses and flatness of a rolled plate, for instance.

The model includes phenomena such as strain, strain rate and temperature effects including the thermal expansion of the material. In addition, recovery, static and dynamic recrystallization is taken into account. Phenomena such as grain growth, microstructure, phase transformations, strain reversal and anisotropic effects are being worked into the constitutive equations. Despite this, the model is able to predict experimental true stress-strain relationships with an extremely good accuracy and flexibility. The accuracy is of the same level as the accuracy of the material test methods. This is extraordinary since the accuracy of most finite element codes depends very much on the material model itself. The agreement between simulations and experiments is very promising. It is possible to use the model to predict flatness defects due to unsymmetrical rolling conditions with a good accuracy. It is also possible to simulate the cooling after rolling until phase transformations take place. The co-workers are Mefos and the University of Oulu. The codes used are DYN and PALM from Lawrence Livermore National Laboratory.



# Vuolukivi - elämää tulikiven lämmössä

FT YRJÖ PEKKALA GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS ESPOO  
FM MAURI NIEMELÄ GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS KUOPIO

## Historiaa

Vuolukiveä on maassamme käytetty jo kivikaudella koriste- ja tarve-esineiden raaka-aineena. Pohjois-Karjalassa, Juuan Nunnanlahdella on paikallinen väestö käyttänyt vuolukiveä miespolvien ajan tulisijoissaan.

Vuonna 1873 kuvaili Uuden Suomettaren toimittaja asiaa matkareportissaan näin:

Huomaamme joukon miehiä tienpuolella kiveä kirveellä veistämässä. Täällä Pielisjärven tienoilla löytyy useammassa paikassa semmoista pehmyttä kiveä, jota voidaan kirveellä veistää, höylällä höylätä ja veitsellä vuolla vaikka minkä muotoiseksi. Uunina käytettynä se ei kuulu koskaan palavan eikä murenevan, vaan päinvastoin sulavan ja juottuvan yhteen. Kuinka arvaamattomasta hyödyistä eikä tällainen kivilaji voisi olla suuremmissa liikepaikoissa, joissa enemmän rakennetaan. Ehkä tämä kivi tulisi näiden seutuun tärkeäksi ulosvientitavaraksi, kun vaan Pielisjärvi joutuisi kanavoitukseksi /1/. Vuosisadan vaihteen Jugend-tyyli suosi koristeellisia julkisivuja ja sisustuksia. Niinpä maamme johtavien arkkitehtien mielenkiinto vuolukiveä kohtaan heräsi. Helsingissä perustettiin vuonna 1893 Finska Täljsten Ab louhimaan Nunnanlahden vuolukiveä ja jalostamaan sitä Lappeenrannan ja Helsingin kivi-veistämöillä. Perustajajäseniin kuuluivat mm. kreivi Carl Mannerheim, marskimme setä sekä nuori geologi Benjamin Frosterus. Yritys valmisti koristeellisia uuneja ja julkisivuja Pietaria ja Moskovaa myöten. Tältä ajalta ovat Kansallisteatterin ja Kansallismuse-



Kuva 2. Nylands Nation'in talo.  
Fig. 2. Nylands Nation building.

on julkisivukoristeet, Pohjolan talon julkisivu ja Nylands Nation (kuvat 1 ja 2), Pietarin Meriakatemia jne. Kuuluisuutta saavutti myös Pariisiin maailmannäyttelyn Suomen paviljonki. ⇒



Kuva 1. Pohjola talon julkisivu  
Fig.1. The facade of Pohjola building.





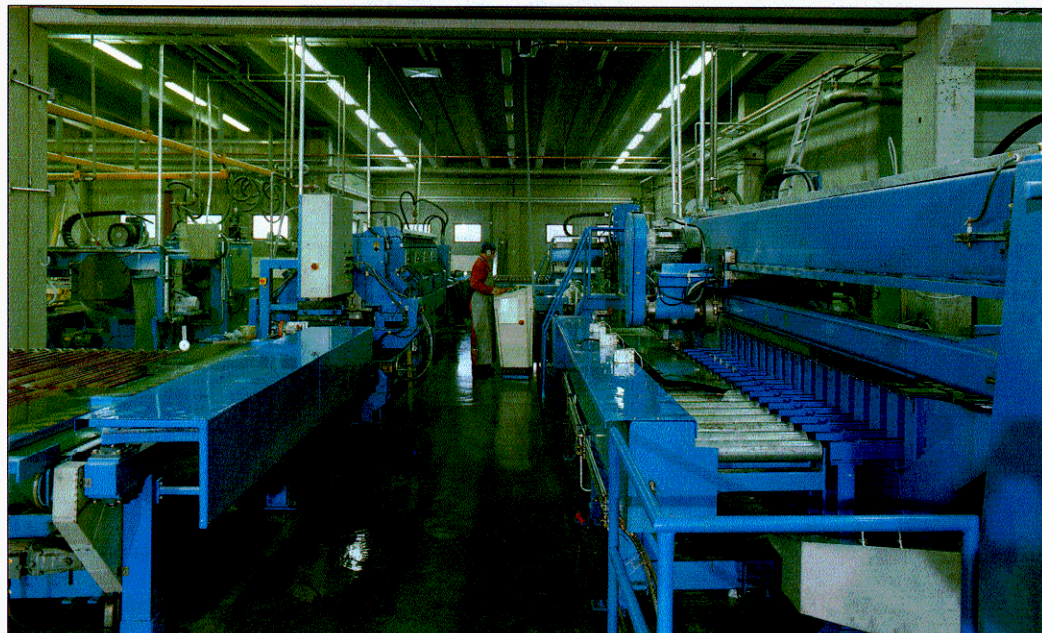
tamiskautena tulisijojen valmistus oli taas vireätä. 1950-luvulla toiminta taas hiljeni, loppuen kokonaan 1970-luvun alussa. Pääasialliset syyt lienevät olleet käsityönä tehtyjen uunien kalleus ja halpa tuontiöljy. **Kuvat 3,4 ja 5** esittävät vuolukiven louhintaa 1920-,1930- ja 1950-luvulla.

*Kuvat 3 ja 4. Vuolukiven louhintaa Nunnanlahdella 1920-30 luvuilla.  
Figs. 3 and 4. Soapstone quarrying at Nunnanlahti in 1920-30's.*



*Kuva 5. Presidentti Urho Kekkonen Nunnanlahdella 1957.  
Fig. 5. President Urho Kekkonen at Nunnanlahti in 1957.*

Japanin sota romahdutti ruplan kurssin ja yritys ajautui vararikkoon v.1907. Tämän jälkeen viipurilaiset liikemiehet jatkoivat toimintaa ja vuolukiveä alettiin käyttää myös teollisuuden tarpeisiin, soodakattiloiden vuorauksiin ja täyteaineena (talkkina) paperinvalmistuksessa. Ensimmäinen maailmansota romahdutti taas valuuttakurssit ja sen myötä hyvät Venäjän markkinat ja yritys joutui lopettamaan. Uusi vakava yritys tehtiin vasta v.1925, jolloin perustettiin Suomen Vuolukivi Oy. Yhtenä neljästä pääosakkaasta oli professori B.Frosterus, joka vuosikausia oli tehnyt työtä vuolukiven käytön edistämiseksi, ei ainoastaan rakennustarkoituksiin vaan myös muuhun teolliseen käyttöön. Nunnanlahdessa tehtiin mittavia investointeja ja Viipurin rakennettiin talkin jauhatuslaitos. Päätuotteina olivat tällöin soodakattilavuoraukset ja talkki. 1920-luvun lopussa tuotanto oli 500 -1000m \*3 ja työllisti satakunta henkeä. 1930-luku oli vaikeaa aikaa ja alalla kilpaili useampia pienempiä yrityksiä. Sotaaikana toiminta lähes tyrehtyi, mutta sen jälkeisenä jälleenraken-



*Kuva 6. Vuolukiven tuotantoa Tulikivi Oy:n jalostamolla 1990-luvulla.  
Fig.6. Soapstone production at Tulikivi Oy's plant in 1990's.*





## Vuolukiven uusi tuleminen

Öljykriisin jälkeen (1974) kallistui lämmitysenergian hinta merkittävästi ja tämä loi pohjaa myös vuolukiven uudelle tulemiselle. Kesti kuitenkin viisi vuotta ennen kuin Suomen Vuolukivi Oy:n toiminta Reijo Vauhkoksen ideomana alkoi uudelleen v.1980. Tuotanto painottui etenkin alkuvaiheessa lämpöä varaavien uunien ja takkojen sekä niiden yhdistelmien valmistukseen. Ja kehitys oli erittäin ripeää.

Tämä perustui ensisijaisesti valmistuksen täysmittaiseen koneellistamiseen ja automatisointiin (kuva 6). Myös vuolukiven ominaisuuksien ja esiintymien geologiseen tutkimiseen sekä tuotekehittelyyn paneuduttiin perusteellisesti. Suomen Vuolukivi Oy kasvoi viidessä vuodessa 100 henkilöä työllistäväksi moderniksi pk-yritykseksi, jonka liikevaihto kasvoi nopeasti. Ei niinollen ollut ihme, että yritys sai tuota pikaa kilpailijan aivan lähinaapuriin, Nunnanlahden Uuni Oy perustettiin vuonna 1982. Liekö naapurusten keskinäinen kilpailu antanut lisäpotkua, sillä molemmat ovat kasvaneet nopeasti ja menestyneet hyvin.

Vuonna 1993 Suomen Vuolukivi Oy vaihtoi nimensä tavaramerkkinsä mukaan Tulikivi Oy:ksi ja 1990-luvun puoliväliin mennessä se tytär- ja osakkuusyhtiöineen, joista suurimmat ovat Mittakivi Oy ja Susiraja Oy, saavutti 160 miljoonan markan liikevaihdon ja työllisti 300 henkilöä. Vastaavasti Nunnanlahden Uuni Oy:n liikevaihto kasvoi 80 miljoonaan markkaan ja henkilöstö 150.

Jo 1980-luvun loppupuolella alkoi näkyä, että kotimaan markkinat eivät tule enää oleellisesti kasvamaan. Niinpä Tulikivi Oy v. 1986 laajensi toimintaansa USA:aan hankkien omistukseensa New Alberene Stone Company Inc:n Virginiassa sekä sen omistamat vuolukivilouhokset ja tuotantolaitokset. Vientiä suunnattiin myös Pohjoismaihin ja Keski-Euroopan mahdollisuuksia kartoitettiin. Vienti sinne aloitettiin 1990-luvun taitteessa ja etenkin Saksassa ja Sveitsissä menestys on ollut hyvä. Vuonna 1995 Tulikivi Oy:n liikevaihdosta yli puolet tuli ulkomailta ja valtaosa tästä Keski-Euroopasta. Myös Nunnanlahden Uuni Oy:n tuloksesta tulee lähes kolmasosa viennistä.

Vuolukivituotteiden viennin kehitys on esitetty kuvassa 7, josta näkyy, että viidessä vuodessa viennin arvo on kasvanut yli 100 milj. markan, joka on 30% koko luonnonkiviennin arvosta. Vuolukiviteollisuudella on aikomus lisätä vientiä edelleen, ja molemmat suuret yritykset panostavatkin merkittävästi tutkimukseen ja tuotekehitykseen, esim. Tulikivi Oy n. 4% liikevaihdostaan eli 5-6 miljoonaa markkaa vuodessa.

Kahden suuren vuolukiviyrityksen lisäksi alalla on useita pienempiä yrityksiä, joiden toiminta on kuitenkin ollut vaikeaa ja usein keskeytynytkin. Yrityksistä mainittakoon jo toimintansa lopettanut Top Stone Oy Savonrannalla ja sen seuraaja Uunikivi Oy, joka louhii kiveä Savonrannalla ja Polvijärvellä. Myös Hyrynsalmella toiminut Kainuun Uuni Oy joutui lopettamaan muutaman toimintavuoden jälkeen. Sen seuraaja Novifol Oy siirsi louhinnan Kuhmon puolelle. Edellä mainittujen lisäksi on useita pienyrityksiä, jotka tekevät vuolukivestä erilaisia tarve-esineitä, kuten kuppeja, pihvikiviä jne., näistä suurin Susiraja Oy työllistää noin 20 henkilöä.

## Vuolukiven ominaisuudet ja esiintymät

### KOOSTUMUS JA ULKOASU

Kirjallisuudessa vuolukivi määritetään magnesium-rautasilikaattien muuttumisen tuloksena syntyneeksi metamorfiseksi kivilajiksi, joka koostuu pääasiassa talkista /2,3/, lisäksi siinä on kiillettä,  
⇒

### Taulukko 1.

#### Suomen vuolukivien kemiallisia ja mineraalikoostumuksia.

Table 1. Chemical and mineral composition of Finnish soapstones

	1	2	3	4
SiO <sub>2</sub>		30-33	42.4	29.2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1-2	4.3	2.5
FeO <sub>tot</sub>		8-10	12.7	9.3
MgO		27-32	27.9	34.5
CaO		1-2	5.2	0.2
CO <sub>2</sub>		20-21	6.8	19.9
Talkki	40-50	40-50	46	44
Magnesiitti	3	40-50		39
Dolomiitti			14	
Kloriitti	40	5-8	27	8
Serpentiini				
Opaakit	3		12	8
Opaques				
Muut			1	
Others				

1. Savonranta (Top Stone Oy:n esite)
2. Nunnanlahti (RT-kortti S-32436)
3. Papinaho (Kainuun Uuni Oy:n esite)
4. Portti (Wiik 1953, Bull. Comm. Geol. Finlande 165)

### Taulukko 2.

#### Suomen vuolukivien teknisiä ominaisuuksia.

Table 2. Technical properties of Finnish soapstones

	1	2
Tiheys (g/cm <sup>3</sup> )	2.98	2.90
Density		
Kovuus (Mohs)	2-3	2-3
Hardness		
Puristuslujuus (MN/m <sup>2</sup> )		
Compressive strength		
0oC	25	53
1000oC	54	135
Taivutusvetolujuus (MN/m <sup>2</sup> )	15.7-16.8	21
Modulus of rupture		
Sulamispiste (oC)	1630-1640	1375
Melting point		
Lämmönjohtokyky (W/mK)	6.4	8.1
Heat conductivity		
Ominaislämpökapasiteetti (kJ/kg oC)	0.98	1.15
Specific heat capacity		

1. Nunnanlahti (RT-kortti S-32436)
2. Papinaho (Kainuun Uuni Oy:n esite)



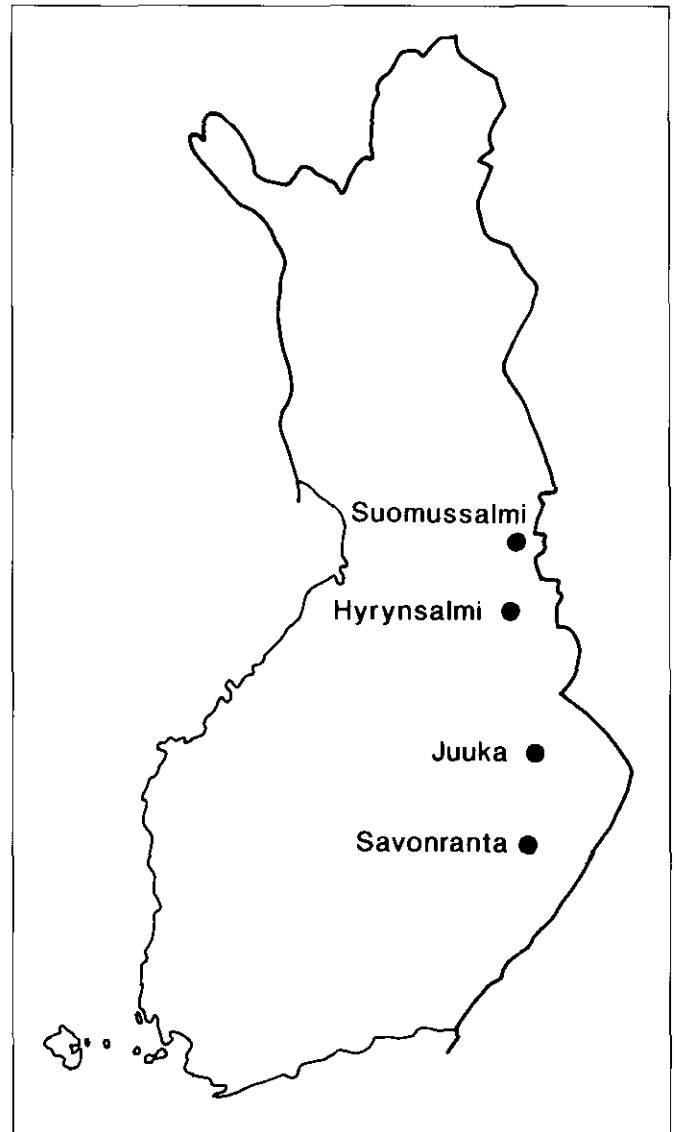
kloriittia, amfibolia ja pyrokseenia. Suomalaiset vuolukivet poikkeavat tästä yleisestä määritelmästä selvästi, sillä niille on tyypillistä karbonaattimineraalien runsaus, usein 40-60% /4/, lisäksi niissä on amfibolia, kloriittia ja serpentiiniä. Karbonaattista on valtaosa magnesiittia (Mg-karbonaattia), pienempi osa dolomiittia (Mg-Ca-karbonaattia). Päämineraalien ohella vuolukivissä on vähän malmimineraaleja; magnetiittia, magneettikiisua, kromiittia ja pentlandiittia. Suomen louhittavien vuolukivien mineraali- ja kemiallisia koostumuksia on esitetty **taulukossa 1**.

Suomen vuolukivet poikkeavat myös iältään useimmista maailman, varsin nuorista vuolukiviesiintymistä (soapstones), sillä maamme vuolukivet ovat hyvin vanhoja. Ne saavuttivat nykyisen asunsa sveko-karjalaisen vuorijonon poimutuksen ja metamorfosin aikana noin 2 miljardia vuotta sitten.

Vuolukivien kemiallinen koostumus heijastelee selkeästi niiden mineralogaa (**taulukko 1**). Hiilidioksidipitoisuus ilmentää kiven karbonaattimäärää ja kalsium vastaavasti dolomiittipitoisuutta. Pääosa raudasta on sitoutunut magnesiittiin, joka yleensä sisältääkin 4-6% FeO. Tästä magnesiitin rautakarbonaattiosuudesta johtuu, että tällainen vuolukivi ulkoilmassa aikaa myöten kellastuu. Vähäisen kiisupitoisuuden vaikutus kellastumiseen on lähes merkityksetön, vaikka yleisesti toisin luullaan.

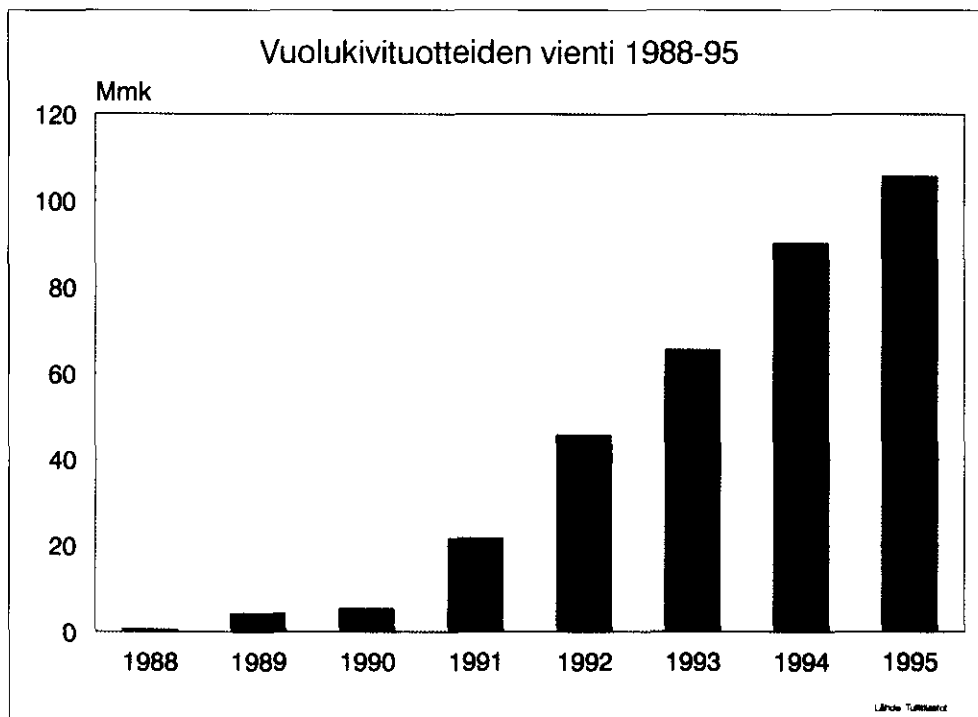
Vuolukiven väri vaihtelee vaaleanharmaasta tummanharmaaseen, sävy on yleensä vihertävä, joskus sinertävä tai punertava. Raekoko vaihtelee hienorakeisesta karkearakeiseen. Ulkoasu on usein tasarakeinen ja massamainen, mutta toisinaan siinä on runsaasti vihertäviä tai tummia raitoja ja pesäkkeitä. Värisävyt ja rakennekuviot saadaan paremmin näkymään erilaisilla pintakäsittelyillä.

Vuolukivi on varsin poikkeuksellinen kivilaji. Monivaiheisen syntyprosessin tuloksena kehittynyt rakenne ja mineraalikoostumus heijastuvat kiven fysikaalisissa ominaisuuksissa. Vuolukivi on pehmeätä, sitä on helppo työstää haluttuun muotoon melko huokein kustannuksin. Se kestää hyvin happeja ja emäksiä sekä rapautumista yleensäkin, samoinkuin korkeita lämpötiloja ja niiden nopeitakin vaihteluita. Myös fysikaalisesti vuolukivi on varsin vahva. **Taulukossa 2** on esitetty vuolukivien teknisiä ominaisuuksia.



Kuva 8. Tärkeimmät vuolukivialueet Suomessa.

Fig. 8. Noteworthy soapstone areas in Finland.



Kuva 7. Vuolukivituotteiden vienti 1988-1995.

Fig. 7. The export of soapstone products 1988-1995.



## Esiintymät

Suomessa tunnetaan toista sataa vuolukiveksi luokiteltavaa esiintymää/paljastumaa /3 / ja lukuisista on menneinä aikoina otettu kiveä paikalliseen käyttöön. Kuitenkin vain harvat esiintymät on todettu kelvollisiksi teolliseen käyttöön (**kuva 8**).

### NUNNANLAHTI

Vuolukivialueista tunnetuin ja hyödyntämismielessä omaa luokkaa on Juuan Nunnanlahti (**kuva 9**). Nunnanlahden tunnetuimmat vuolukiviesiintymät ovat Kärenvaara, Mustanvaara ja Korpi-saari. Tällä hetkellä louhintaa on vain Kärenvaarassa, jossa molemmilla paikallisilla suuryrittäjillä (Tulikivi Oy ja Nunnanlahden Uuni Oy) on omat louhoksensa. Nunnanlahden vuolukivi on hienorakeista (raekoko 0.05-0.1 mm) ja liuskeista, yhteen suuntaan lustamaista.

Väri vaihtelee vaaleanharmaasta siniharmaaseen ja kivelle antavat elävyyttä vaaleat karbonaattikasaumat ja vaaleanvihreät kloriittijuonet. Päämineraalit ovat talkki ja magnesiitti (**taulukko1**) sekä lisäksi kloriitti, dolomiitti ja magnetiitti, vähäisiä määriä on myös magnetiittia, pentlandiittia, rikkikiisua ja kromiittia. Talkki ja magnesiitti ovat kasvaneet tiiviisti toistensa sisään ja muodostavat näin kestäväen rakenteen. Nunnanlahdessa vuolukiveä on useana, erillisenä esiintymänä lähes 10km pitkässä, luode-kaakko-suuntaisessa vyöhykkeessä, alueen pohjagneissin, amfiboliittin ja diabaasin sekä liuskeiden ja kvartsiittien yhteydessä.

### PORTIN VUOLUKIVI

Portin esiintymä sijaitsee Suomussalmen pohjoisosassa, Juntusrannan tien varrella. Geologisesti esiintymä sijoittuu Kuhmon liuskejakson ultramafisiin kivilajeihin, joita tavataan useiden kilometrien matkalla alueen tuffiittien yhteydessä. Portin vuolukivi

on vihreänharmaata, karkearakeista ja liuskeista. Siinä on paikoin puhdasta, vaaleanvihreätä talkkiusketta, muutaman sentin levyisissä hankausvyöhykkeissä ja lisäksi suuria, ruskeita karbonaattirakeita /4/. Päämineraalena ovat magnesiitti ja talkki sekä pienessä määrin kloriitti, magnetiitti ja kromiitti.

Portin esiintymästä on louhittu uunikiveä heti sotien jälkeen. Suomen Vuolukivi/Tulikivi Oy hankki esiintymän omistukseensa 1980-luvun lopulla ja tutkitutti sen varsin perusteellisesti koe-louhintoineen, mutta ainakaan toistaiseksi päätöstä toiminnan aloittamisesta ei ole tehty.

### PAPINAHON VUOLUKIVI

Esiintymä on Hyrynsalmella Moisiovaaran kylässä ja kuuluu geologisesti Kuhmon liuskejaksoon. Alueella on pääkivenä mafista vulkaniittia, jossa on etelä-pohjois-suuntainen amfiboliitti-serpentiiniittivyöhyke, johon vuolukiviesiintymä sijoittuu. Kivi on väriältään tummanharmaata, heikosti vihertävää ja siinä on runsaasti vaaleita, 1-20 mm paksuisia karbonaattijuonia sekä vähäisiä kloriitti- ja talkkijuonia. Päämineraaleina ovat talkki, kloriitti ja dolomiitti, paikoin on runsaasti malmimineraaleja, pääasiassa magnetiittia (**taulukko1**). Talkki ja kloriitti ovat hienorakeisia, kun taas karbonaattien raekoko on selvästi suurempi, jopa 2-3mm.

Kainuun Uuni Oy louhi Papinahon esiintymää 1989-93, mutta on sittemmin siirtänyt louhinnan Kuhmon Verikallion esiintymälle ja jatkaa uunien ja laattojen valmistusta Novifol Oy:nä. ⇒

*Kuva 9. Yleisnäkymä Nunnanlahdelta, etuoikealla Tulikivi Oy:n Kivikylä, takana jalostuslaitokset ja louhokset.*

*Fig. 9. Overview from Nunnanlahti, in front Tulikivi Oy's Kivikylä (Stone village), at the background the plant and the quarries.*





## SAVONRANNAN VUOLUKIVI

Esiintymät sijaitsevat vajaat 10 kilometriä Savonrannan kirkolta pohjoiseen, alueen gneissimaisten kiilleliuskeiden yhteydessä. Vuolukivityypit ovat serpentiinitalkkikivi ja serpentiinitalkkire-moliittikivi eli ne poikkeavat melkoisesti muista tunnetuista/lou-hituista vuolukivityypeistä. Päämineraaleina ovat talkki, serpen-tiini ja kloriitti (**taulukko 1**) sekä tremoliitti. Karbonaattia on hy- vin vähän, ja se onkin tärkein mineraloginen ero muihin vuolu- kiviin verrattuna. Väri on vaihtelevasti musta ja harmaa, sitä elä- vöittävät vihreät, siniset ja ruskeat jääkukkamaiset kuviot. Top Stone Oy on louhinut Savonrannan vuolukiveä kahdesta esiintymästä, ensin 1988-91 Mönkkölästä, sittemmin se on aloittanut louhinnan Risteyksen esiintymästä. Toimintaa jatkaa Uunikivi Oy, joka louhii kiveä myös Polvijärvellä.

## Vuolukiven käyttöalat ja tuotanto tänään

### TULISIJAT

Ylivoimaisesti suurin vuolukiven käyttö on lämpöä varaavien uunien ja takkojen sekä saunankiukaiden valmistus. Lämmitysteholtaan ne vastaavat hyvin nykypäivän vaatimuksia ja hyötysuh- teeltaan ne ovat huippuluokkaa. Teknisiä ominaisuuksia on esi- tetty **taulukossa 2**. Perusteellisen materiaalitutkimuksen ja mo- nipuolisen tuotesuunnittelun tuloksena tulisijat ovat laadukkaita, tyylikkää ja viihtyisyyttä lisääviä mitä moninaisimmissa asu- muksissa. Tulisijoja on saatavissa alkaen pienistä mökkiuuneista ja takoista, suuriin ja taiteellisiin takka-uuniyhdistelmiin. Tuotannon kokonaismäärästä ja arvosta takat ja uunit muodos- tavat yli 80%. Kiinteään vakiomallistoon kuuluvat tuotteet muo- dostavat tulisijatuoannosta yli kaksi kolmasosaa, mutta asiak- kaan toivomusten mukaisten mittatilaustöiden myynti on lisään- tynyt voimakkaasti viime vuosina. Vuonna 1980 alkaneen vuolukiviuunien teollisen tuotannon aikana uuneja on valmistettu kaikkiaan lähes 150 000 ja tämän- hetkisen tuotannon arvo lähentelee 250 miljoonaa markkaa vuodessa. Merkittävä on, että tuotannon arvo muodostuu suur- immaksi osaksi korkeatasoisella teknologialla tehtävästä raaka- kiven jalostuksesta. Luonnonkiven jalostajina Suomen johtavat vuolukiviyrietykset ovat suuria maailmanlaajuisesti kaikki kivenja- lostusyritykset huomioiden ja vuolukiven suhteen ne ovat mark- kinajohtajia.

### MUUKÄYTTÖ

Julkisivurakentamisessa vuolukiveä käytetään sekä sahauspintai- sina laattoina että muotoituina lohkareina tai paksuina levyinä, usein kuvioituna. Sisätiloissa vuolukivilaattoja käytetään varsin yleisesti lattioissa, portaissa, ikkunpenkeissä ja seinissä, myös erilaiset mosaiikki- pinnat sekä pöytä- ja tasolevyt ovat näyttäviä. Edellä esitelty vuolukiven muu käyttö rakentamisessa muodos- taa 10-15% tuotannon kokonaisarvosta. Vuolukiveä käytetään myös mitä moninaisimpien koru-, muisto- ja tarve-esineiden valmistukseen. Niiden osuus ei ole kuin ehkä 5% kokonaisarvosta, mutta suurina kappalemäärinä valmistettu- na ne ovat levinneet laajalti ja tehneet vuolukiven monille tutuksi, vaikkapa pihvinpaistokivinä tai saunan-henkenä kiukaalla. Yhteenvetona vuolukiven käytöstä ja tuotannosta voidaan tode- ta, että vuonna 1980 alkaneen uuden tulemisen jälkeen vuolukivi on vakiinnuttanut asemansa merkittävänä varaavien tulisijojen ja luonnonkivirakentamisen materiaalina Suomessa. Viimeisen vii- den vuoden aikana myös ulkomaanvienti on kasvanut ripeästi ja niin on Uuden Suomettaren toimittajan vuonna 1873 esittämä

arvio vuolukivestä tärkeänä ulosvientitavarana käynyt todeksi. Eikä liene syytä epäillä, etteikö vuolukiven menestystarinalla olisi jatkuvuutta. □

## SUMMARY

### Soapstone -life in the heat of firestone

Soapstone was already used for making decorative ar- ticles and tools in the Stone Age. In the Nunnanlahti area local people have used soapstone for generations to make fireplaces. During the second half of the 19th century the utilisation of soapstone turned into a small scale industry. Especially the Jugend style of architec- ture in particular favoured soap-stone as rawmaterial for the facades of public buildings (Figs. 1, 2). After the first company was established in 1893 the soapstone business encountered successive periods of expansion and decline until in 1930's, when it almost stopped completely. After World War Two soapstone was again used for fireplaces, but its use decreased during the 1950's (Figs. 3-5) and operations ceased entirely in the early 1970's.

A revival of interest in soapstone took place in 1980 when Suomen Vuolukivi Oy started manufacturing heat reserving ovens and fireplaces in a mechanized processing and production plant at Nunnanlahti. The venture proved to be a success from the outset and already in 1982 a compet- itor, Nunnanlahden Uuni Oy was established. Both en- terprises have invested abundant resources (4-5% of turnover) in development and research, and on account of this are equipped with modern, automated machin- ery (Figs. 6,9) and progress has been rapid. By the mid 1990's Tulikivi Oy (Suomen Vuolukivi Oy) had an annual turnover of FIM 160 million, of which well over 50 % represented export earnings and it employed 300 peo- ple. Nunnanlahden Uuni Oy's respective turnover was nearly FIM 80 million, one third of this being from ex- port, and it had 150 employees. The growth in sales of Finnish soapstone products is presented in Fig. 7.

On a global scale Finnish soapstone enterprises are amongst the largest producers of processed natural stone and in respect to soapstone they are market lead- ers.

## Kirjallisuus - References

1. Suomen Vuolukivi Oy:n tiedote, 1981 (Vauhkonen, Reijo).
2. Bates, R.L. and Jackson, J.A., 1987. Glossary of Geology. 3rd ed. Amer.Geol.Assoc., Alexandria, Virginia.
3. Aurola, Erkki, 1964. Teollisuusmineraalit ja teolisuuskivet. Teoksessa: Rankama, K. (toim.). Suomen Geologia, Helsinki, Kir- jayhtymä, 189-237.
4. Vesasalo, Arvo, 1965. Talc Schists and Soapstone Occurrences of Finland. Bull.Comm.Geol. Finlande 216.





# Vuorimiesyhdistys ja POHTO järjestävät kurssin **Pintailmiöt metallurgiassa** **24.-25.04.1997**



**POHTO, Oulu**

Taustalla on tietoisuus aiheen koulutustarpeesta ja pintailmiötuntemuksen käyttämättömistä mahdollisuuksista metallurgisissa prosesseissa. Ilmiöiden analogiasta johtuen uskotaan, että uusien mahdollisuuksien oivaltamista pyrometallurgiassa edesauttaa myös hydrometallurgian sovellutusten käsittely. Teoriatiedon lisäksi ohjelmassa on käytännönläheisiä sovellutuksia ja ryhmätöitä. Ohjelma on suunniteltu korkeakoulujen ja metallurgisen teollisuuden asiantuntijavoimin.

#### **Tavoite**

Pintailmiöiden parempi ymmärtäminen metallurgisissa prosesseissa.

#### **Osallistujat**

Tutkimus-, kehitys- ja käyttöhenkilöt metallurgisessa teollisuudessa sekä tutkimuslaitoksissa ja korkeakouluilla.

#### **Sisältö**

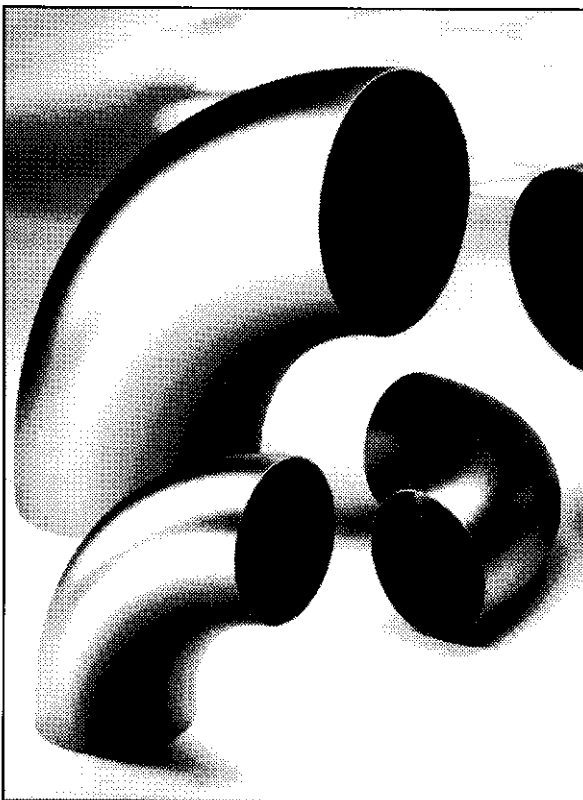
**Pintailmiöt:** Pinnan rakenteen merkitys kiinteä - kaasu -reaktioissa. Pintailmiöt sulametallurgisissa prosesseissa. Aineensiirto pinoilla. Pintojen rakenne. Pintailmiöiden termodynaamiset perusteet. Rajapintailmiöiden karakterisointi.

**Prosessiesimerkkejä:** Pintakemialliset ilmiöt metallien uuttoprosesseissa. Vaahdotuksen pintakemian analogiaa korkealämpötilaprosesseihin. Tulenkestävät pinnat teräksen valmistuksessa. Kuonan kuohuminen. Kuona - kivi -vuorovaikutus.

**Ryhmätöyt:** Pintakuonan ominaisuudet/sulkeumien poisto. Valuputken ja suutiilen tukkeumat. Pintailmiöt jatkuvavalukokillissa. Kaasujen liukeneminen kaato- ja valusuihkuissa. Vedyn ja typen poisto teräksen valmistuksessa.

**Lisätietoja** tilaisuudesta antaa kehittämispäällikkö Markus Hietala, POHTO, puh. (08) 550 9700, faksi (08) 5509 841 ja E-mail: markus.hietala@pohto.fi

**Ilmoittautuminen** POHTO/Asiakaspalvelu puh: (08) 550 9722, faksi (08) 550 9840 ja E-mail: asiakaspalvelu@pohto.fi



**STAINLESS STEEL**

**Jokaisen  
suoran  
jälkeen  
tulee  
mutka.**

**Ruostumattoman teräksen  
asiantuntija.**

**Q jaro**

*Oy JA-RO Ab*

*PL 15, 68601 Pietarsaari*

*Pub. (06) 786 5111 Fax (06) 786 5222*



# Tehtäisiinkö se laserilla!

PROFESSORI TAPANI MOISIO LTKK/LASERITYÖSTÖ

Laserityöstössä hyödynnetään laserin säteilyenergiaa, joka fokuroidaan optisin keinoin. Fokuksessa on energiatiheys erittäin suuri,  $n \times 10^{14}$  kertainen hitsausen valokaaren energiatihyteen verrattuna. Keskitetty energiatuonti on laserityöstön työkalu. Metallipinnan lämpötila nousee siinä  $10^4$ s. aikana yli kiehumislämpötilan. Itse kappale lämpenee kuitenkin hyvin vähän, koska säteen vaikutusaika on lyhyt ja vaikutusalue pieni. Lämmöntuonti on laserityöstössä kymmenesosa tavanomaiseen happiasetyleenileikkaukseen tai MIG-hitsaukseen verrattuna. Työstetyn tuotteen lämpövetelyt pienenevät samassa suhteessa. Syvä ja kapea hitsisula jäähmettyy ja pintakarkaisua varten austenoitu ohut pinta jäähtyy, sammuu ympäröivään kylmään massaan käsittämättömän nopeasti. Tällaisessa käsittelyssä syntyy osin ehkä aikaisemmin tuntemattomia mikrorakenteita, joilla on hyvinkin mielenkiintoisia teknisiä ominaisuuksia.

Tavanomaiset laserityöstötavat ovat merkkkaus, kaiverrus, leikkaus, poraus, hitsaus ja pintakäsittely. Eksoottisia, aivan uusia työstötapoja, joihin laseri soveltuu esitellään lähes jatkuvasti. Laserilla voidaan poistaa maalipinta kerros kerrokselta tai kuoria sähköjohtimen pää kappaleen pintaa vahingoittamatta. Laserilla voidaan aiheuttaa metallilevyyn lämpöjännityksiä hallitusti siten, että ne aiheuttavat toivotut muodonmuutokset, muoto tuotetaan ilman työkalua. Laseria käytetään myös "rapid prototyping"-prosessiin, jolloin joko metallijauheesta sulattamalla tai muovimateriaalista polymeroimalla kasvatetaan halutun esineen malline sen jatkokehittelyä tai suoranaisesti käyttöä varten. Laseri on myös nanoteknologian työväline, ihmisen hiukseen voidaan työstää reikiä tai ainetta voidaan poistaa lähes atomi atomilta, puhutaan ablaatiosta.

## Kustannussäästöjä laserin käytön avulla

Viitisentoista vuotta sitten laserityöstöä sovellettiin, kun se oli ainoa mahdollisuus, eikä kustannustekijä ollut keskeinen. USA oli silloin edelläkävijänä. Nyt laserin käyttäminen materiaalityöstössä on eräs niitä harvoja korkean teknologian tutkimusalueita, missä Eurooppa on johdossa USAhan ja Japaniin verattuna. Japanilaiset hyödyntävät kuitenkin laserityöstöä huomattavasti enemmän käytännön sovellutuksissa, jopa Euroopassa olevissa tuotantolaitoksissaan, kuin mitä eurooppalaiset yritykset tekevät. Laserityöstön merkittävin etu tällä hetkellä on sen kustannustehokkuus. Sen avulla pystytään sekä suoria että välillisiä kustannuksia vähentämään konventionaalisiin tuotantomenetelmiin verrattuna. Laserityöstö on muuttumassa konventionaaliseksi tuotantomenetelmäksi. Siitä on tulossa konepajatekniikkaan merkittävä vaikuttaja. Tuloa hidastaa koneasuunnittelun konservatismi.

Monissa Euroopan maissa aloitettiin laserityöstöön kannustaminen valtioavun toimesta 80-luvun alussa. Vuosikymmenen puolivälissä sekä EU että EUREKA-hankkeet pyrkivät luomaan eurooppalaista yhteistyötä koko laseritekologian alueessa ja siten myös laserityöstön kentässä.

Suomessa laserityöstön tutkimukseen alettiin suhtautua vakavasti 1985. Vasta perustettu TEKES lähti yhtenä ensimmäisistä suurhankkeistaan rahoittamaan Lappeenrannan teknillisen kor-

keakoulun hakemusta "Laserityöstöhanke". Suomessa oli silloin jo neljä noin 500W CO<sub>2</sub> laseria, joilla leikattiin muovia ja metallia. Laserityöstöhankeesta lähdettiin olettamuksesta, että laserileikkaus on kaupallista toimintaa ja tutkimus on syytä kohdistaa laserihitsaukseen ja -pintakäsittelyyn. Tehontarve on näissä prosesseissa suurempi kuin leikkauksessa, so. kilowattien luokkaa.

Ensimmäisen hankinta oli valmis kokonaisuus, 2,5 kW CO<sub>2</sub>-laseri ja 3000x1500x800 m<sup>3</sup> työasema. Tämä varustus antoi mahdollisuuden laserityöstöprosessin tutkimukseen ja teollisuuden tuotekehityshankkeisiin, jopa pilottiskaalan sovellutuksiin.

Kun laite tuli tutuksi hankittiin siihen enemmän varustusta, lisättiin systeemiin suomalaisen valmistajan toimittama pyöritys-pöytä, rakennettiin pieni 2-D työasema ja sille oma säteen kuljetussysteeminsä. Seuraavana vuonna hankittiin myös nivelvarsi-robotti, jolloin oli mahdollista tehdä 3-D työstöä pienille kappaleille kappaletta liikuttamatta. Laserityöstöprojektin viimeinen iso hankinta oli vuonna 1988 erityisesti tutkimuskäyttöön soveltuva 6kW CO<sub>2</sub>-laseri. Tämä liitettiin oleviin työasemiin kytkemällä se aikaisempaan ohjaimeen ja rakentamalla asiaankuuluva säteenkuljetusjärjestelmä.

## Laserleikkauksen käyttö eri materiaaleissa

Työstölaserit olivat tänä aikana lisääntyneet suomalaisessa teollisuudessa, mutta vain yhdellä oli oma tuote. Laserityöstö on muovin ja ohuen teräslevyn leikkausta alihankintatyönä. Suhteellisen pian tuli muutamia erikoissovellutuksia. Tupakkateollisuudessa savukepaperiin lävistettiin reikiä, vaatetusteollisuudessa leikattiin luotat ja osin myös nahkaa. Erityisen tärkeä laseri oli purjemaakareille, kun kevlarkuitupurjeet tulivat käyttöön. Sakset tai veitsi eivät pysty siihen helposti.

Pitkiä sarjoja tekevä autoteollisuus oli maailmalla jo havainnut laajasti laserityöstön kustannustehokkuuden. Syvävedettyjen korinosien aukotus ja reunojen siistaus, samoin kuin sisustuskomponenttien leikkaus olivat tulleet yleisesti käyttöön.

Teräs on hyvin laserileikattavaa materiaalia. Pääsääntöisesti leikkauksen ongelmat lisääntyvät seostussuhteen kasvaessa, mutta tähän tietenkin on poikkeuksia. Eri valmistajien teräslaaduissa saattaa myös olla eroja leikattavuuden suhteen. Kaikissa tapauksissa leikattavuus huononee levyaksuuden kasvaessa. Rakenneteräksellä käytännön raja on 10-12 mm. Erityistilanteissa voidaan paksuakin materiaalia leikata, mutta nopeus on silloin hidaski. Vielä muuan vuosi sitten käsitettiin alumiiniin ja kupariin olevan laserileikkaukseen sopimattomia. Nyt molempia leikataan rutiininomaisesti, joskohta leikkauksenopeudet ja maksimipaksuudet ovat teräkseseen verrattuna pienempiä.

Laserileikkaus on nopeimmin konepajoihin omaksuttu laserityöstötapa. Se on tapahtunut suoraan valmistuksen valintana. Perusteina ovat olleet leikkauksen nopeus ja tarkkuus sekä

⇒

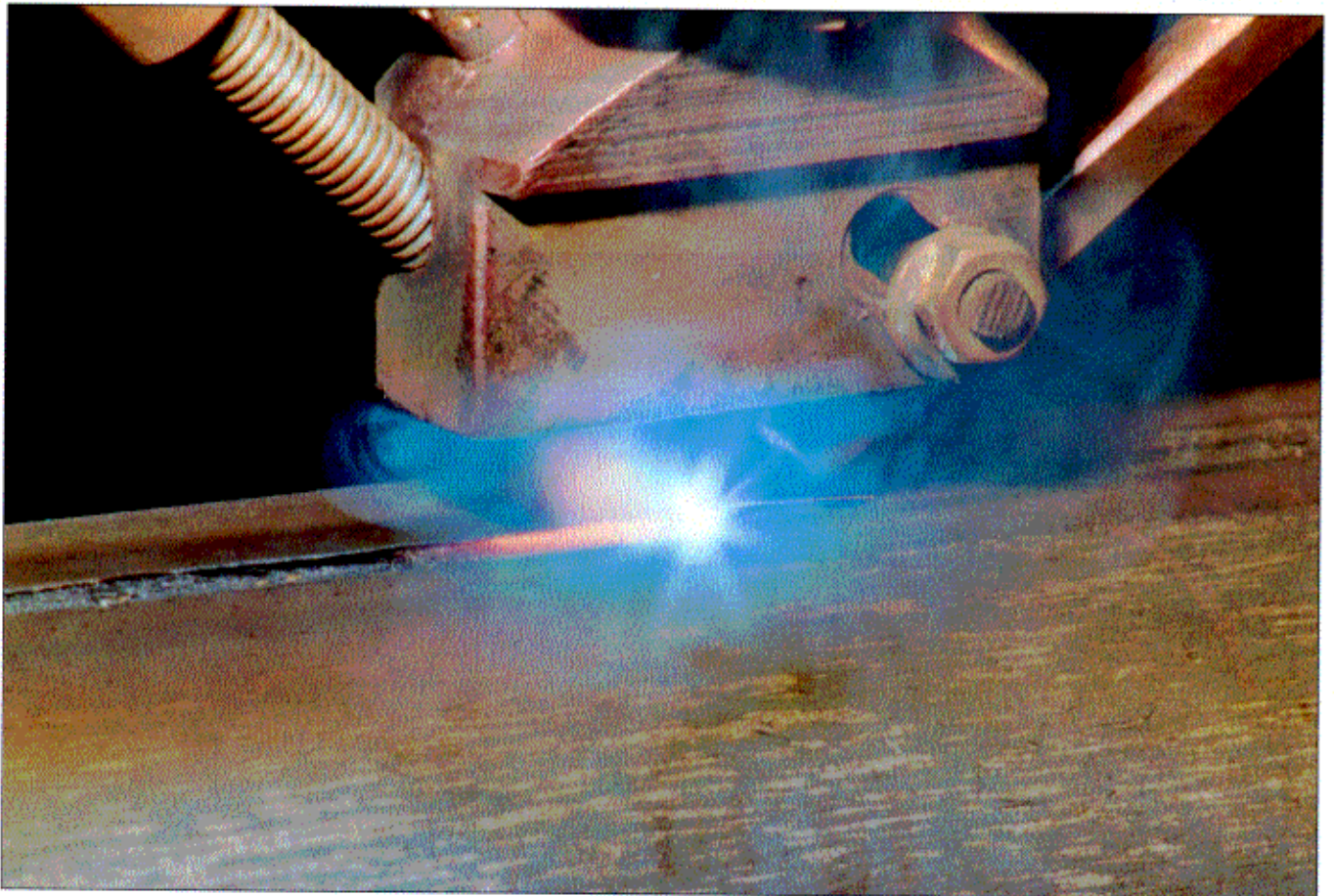
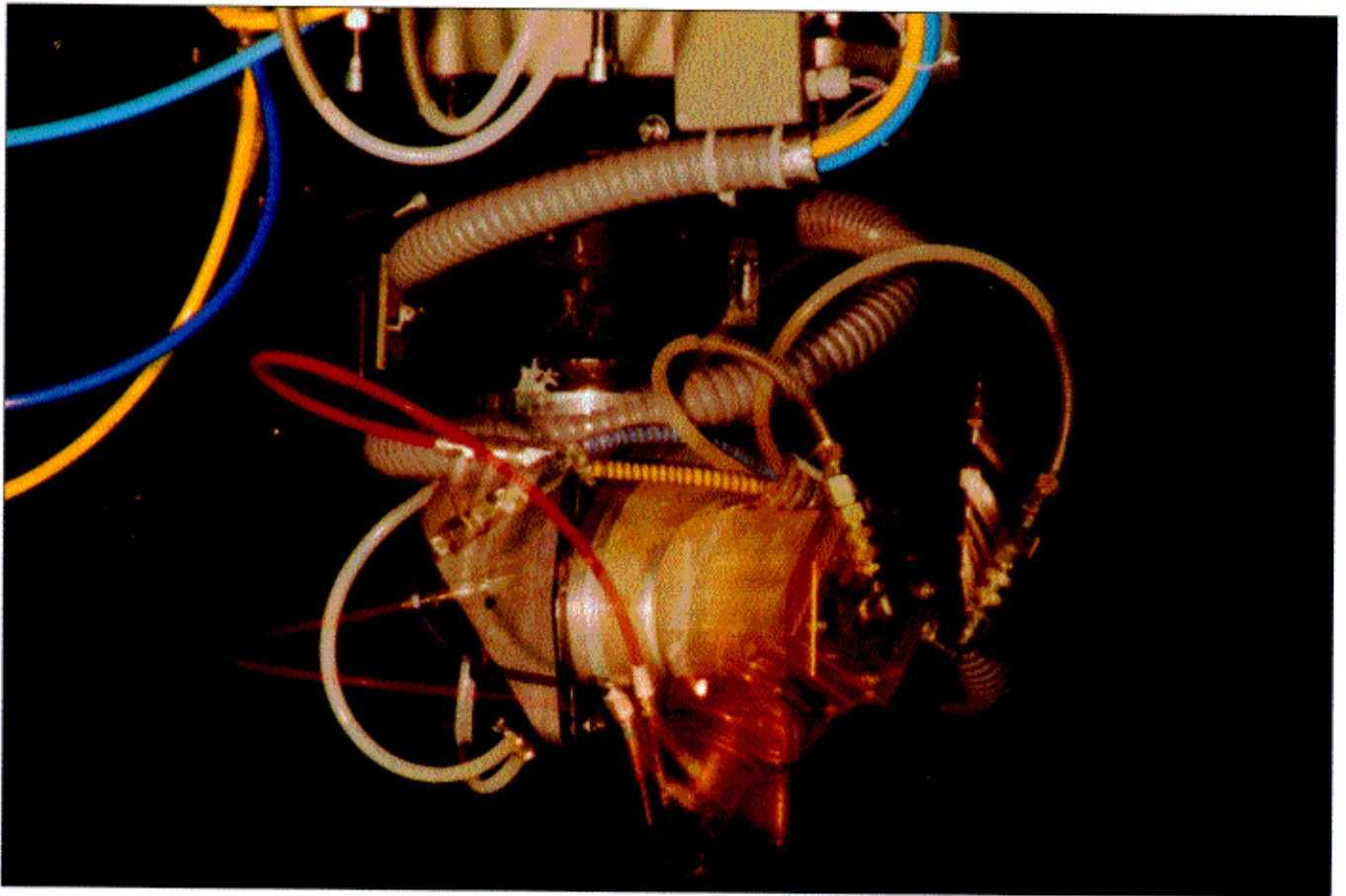
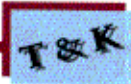
Kuva 1 (ylempi) Ison portaalin kiertyvällä ja kallistuvalla laseripäällä voidaan tehdä 3-D laserityöstöä.

Fig 1 A rotating and tilting laser head enables 3-D laser processing.

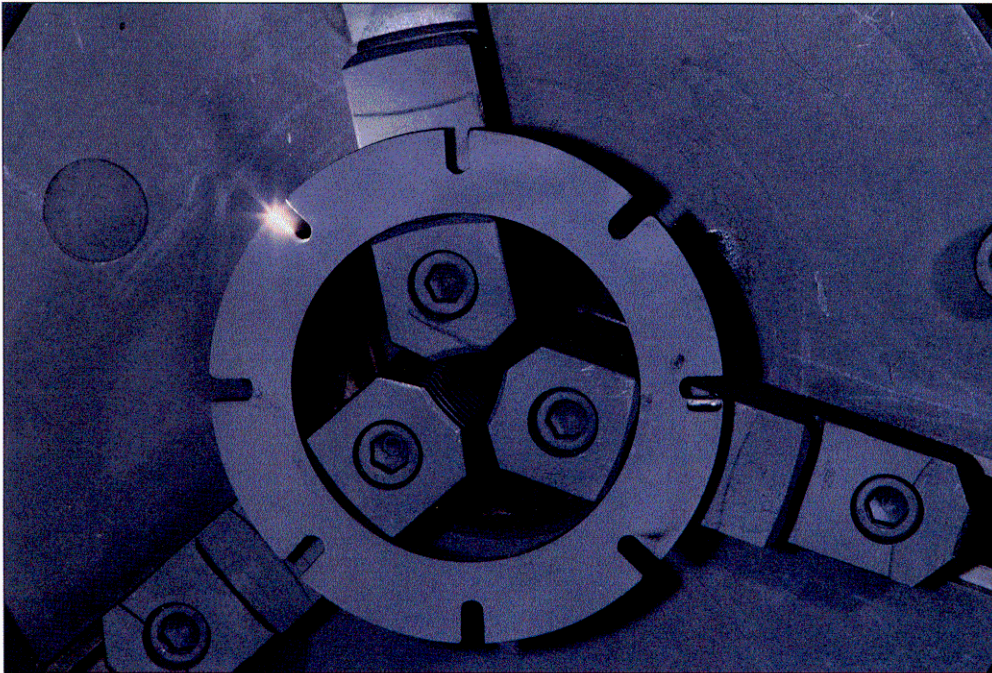
Kuva 2 Lisäaineellista laserihitsausta: perusaine luja rakenneteräs, s=6 mm; rilonvalmistus mekaanisella leikkurilla; 1 mm MAG lanka, 100 mm/s; laseriteho 6kW hitsausnopeus 25 mm/s.

Fig 2 Laser welding with filler: high tensile steel 6 mm thick, mechanically cut edge; 1 mm diameter MAG filler wire, 100 mm/s; laser power 6kW, welding speed 25 mm/s.









Kuva 3 Kytkinlevyn uran pintakarkaisu. Säteen pinta-ala kappaleen pinnalla 4x5 mm<sup>2</sup>, nopeus 200 mm<sup>2</sup>/s.

Fig 3 Laser surface hardening of a clutch palte groove. The area of the beam at the sample surface is 4x5 mm<sup>2</sup>, coverage rate 200 mm<sup>2</sup>/s.

hyvä pinnanlaatu. Laserleikkaus tarjoaa lisäksi runsaasti muita mahdollisuuksia, mutta niiden käyttöönotto edellyttää suunnitteluun paneutumista, todella paneutumista tarjolla olevaan mahdollisuuteen. Laserileikkaajien myyntiponnistusten kautta on joitain uusia ajattelumalleja erittäin rajallisesti tullut hyötykäyttöön.

### Laserhitsaus

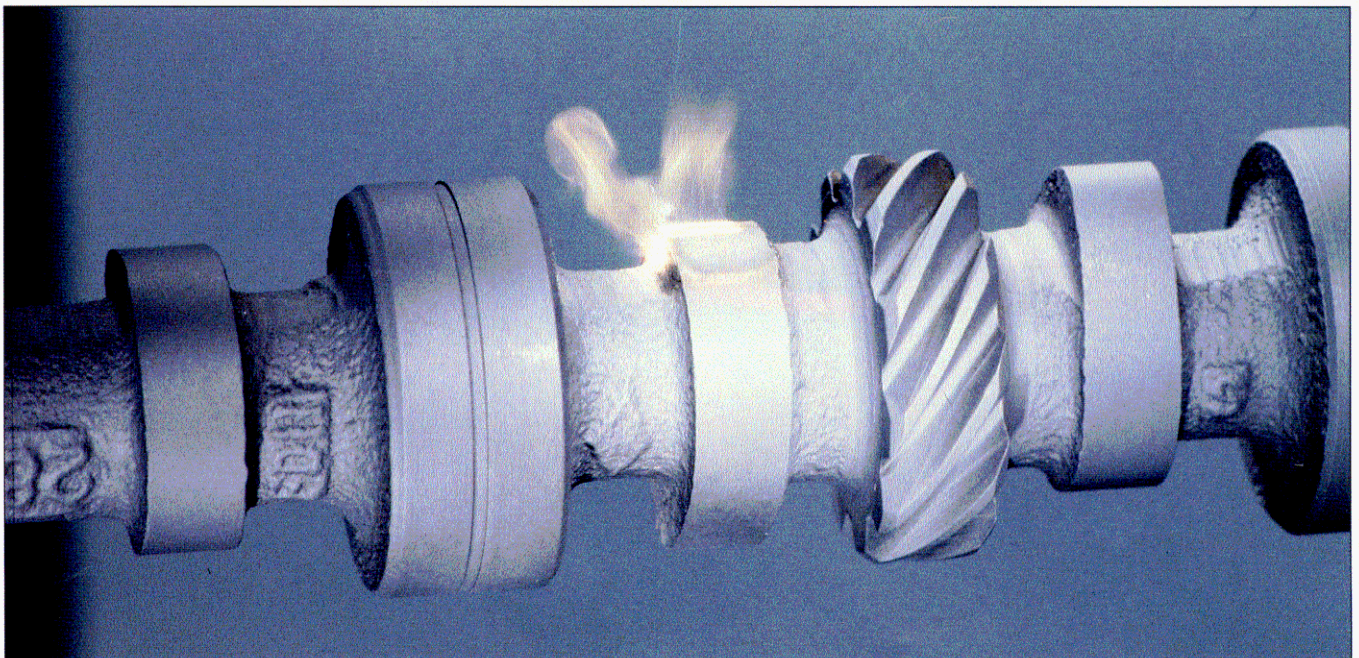
GM USAssa ja Fiat Euroopassa julkistivat ensinnä laserihitsauksen käyttöönoton henkilöautojen voimansiirtokomponenttien massatuotannossa. Aikaisemmin oli kätetty elektronisuihkuhitausta, mutta joustavuus ja laatuksymykset ratkaisivat sovelluksen laserin voitoksi. Nämä toteutukset ovat mies-kone -yhdistelmiä. Kappale siirretään manuaalisesti hitsauslaitteeseen,

laite pyöryttää hitsin ja taas purku tapahtuu manuaalisesti. Automaation taso on yllättävän matala ainakin USAssa. Systemi on kuitenkin tehokas ja laatu luotettava. Fiat raportoi laserihitsauksen käyttöönoton jälkeen, että viidestä miljoonasta laserihitsatusta komponentista oli yksi hylätty hitsausvirheen takia. Koneistettujen voimansiirtokomponenttien hitsaus on helppo toteuttaa ennenkaikkea raijoihyvien sovitteiden ja yksinkertaisen geometrian takia.

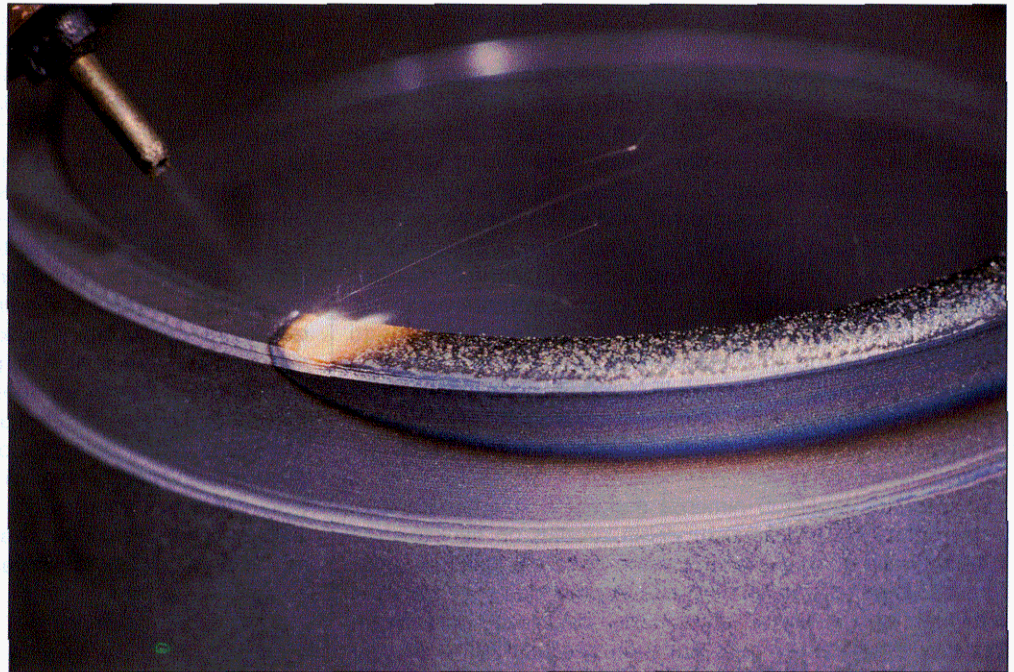
Laserihitsauksen käyttöönotto levyjen liittämässä on paljolti kiinnitin- ja paikannustekniikkaa. Japanilaiset olivat ottaneet la-

Kuva 4 Nokka-akselin nokan pinnan sulatus. Käsittelynopeus 125 mm<sup>2</sup>/s, kerroksen syvyys 0,6 mm.

Fig 4 Surface melting of the cam of a camshaft. Coverage rate 125 mm<sup>2</sup>/s, depth of melted layer 0.6 mm.







Kuva 5 Työkalun pinnoitus  
stelliitti 6:lla. Otsapinnan  
leveys 3 mm,  
käsitteley nopeus 10 mm/s,  
pinnoitteen paksuus 0,8  
mm.

Fig 5 Laser cladding of a tool  
surface. Width of the  
surface 3 mm, speed of  
treatment 10 mm/s,  
thickness of layer 0.8 mm.

serin valsaamolla käyttöön kelan jatkamisessa, mutta kesti kauan ennenkuin autonvalmistus hyödynsi sitä. Audi taisi olla ensimmäinen. Pohjan ahioksi ei ollut saatavissa riittävän leveää kuumasinkittyä levyä. Levy otettiin nyt poikittain ja sopivan mittaisista osista rinnakkain hitsattiin pohjan syvävetoon riittävän pitkä aihio. Samalla voitiin pohjan eri kohtiin käyttää eri pak-suista levyä tarkoituksenmukaisella tavalla.

Laserihitsauksen laajamittaista käyttöönottoa hidastaa sen edellyttämä uuden ajattelutavan käyttöönotto. Automatisoitu hitsaus yleensäkin ja erityisesti laserihitsaus tarjoavat erinomaisia mahdollisuuksia koneensuunnittelun uusiksi ratkaisuksi sekä myös nopeuttamaan valmistusprosessia. Tuotteen valmistuksen taloudellinen toteutus vaatii onnistuakseen lähes poikkeuksetta uudelleensuunnittelua sen käyttötarkoituksesta lähtien. Valmistusteknisesti hitsausrailojen kova tarkkuusvaatimus asettaa ehtonsa, tosin nyt mahdollisuus käyttää lisäainetta helpottaa railon toleranssivaatimusta oleellisesti.

## Laser autoteollisuuden apuna

Autoteollisuus on ottanut ja on edelleen ottamassa laserihitsausta tuotantoon. Ovet ja konepeitot olivat alkua, lähinnä koska liitokset ovat niissä limisaumoja ja kiinnitin vain puristi liitettävät osat tiiviisti toisiinsa. Hyvin pian henkilöautovalmistuksessa tuli esille myös käsite "tailored blanc". Se tarkoittaa, että syvävedettävä korinosan aihio räätälöidään laserihitsaamalla siten, että helman alueella käytetään kuumasinkittyä ja muualla sähkösinkittyä tai jopa pinnoittamatonta levyä sekä valitsemalla myös niiden ainepaksuus tarkoituksenmukaisesti. Matkustajatilasta tehdään näin luja ja turvallinen, muodonmuutos saadaan keskittymään keulaan tai perään törmäystilanteessa. Samalla korin korroosionkestävyys on hyvä, siellä missä korroosionkestävyyttä tarvitaan. Taloudellista etua saavutetaan materiaalisäästöinä, kun syvävedettävät aihiot kootaan laserihitsaamalla levyosista, eikä leikata ja aukoteta suurista levyistä. Laserityöstöä soveltamalla voitetaan ennen tavoittamattomia etuja.

Kosmeettiset korjailut vähenevät samoin aikaisempaan pistehitsaukseen verrattuna. Enää ei tarvita pistehitsien painanteiden täyttöä ja hiontaa näkyvissä pinnoissa. Esimerkit autoteollisu-

desta osoittavat laserin yleistyneen työkaluna pitkien sarjojen valmistuksessa. Lyhyitä sarjoja ja yksittäiskappaleita valmistavaa teollisuutta on askarruttanut tämän hitsauslaitteen korkeaksi mielletty hinta ja toisaalta sen todella mittava tuotantokapasiteetin käyttöönotto on aiheuttanut takkuamista. On kuitenkin helppoa osoittaa, että laserilla hitsattu metri on halpa, jos laite on kokoaikaisesti tuotannollisessa käytössä.

Laserihitsauksen soveltaminen yksittäistuotantoon tai lyhytsarjavalmistukseen edellyttää huomattavasti enemmän perusteellista suunnittelua ja harkintaa. Kannattavuus syntyy uudesta tuotekonseptista, valmistusjärjestyksen muuttamisesta, paremmasta mittatarkkuudesta ja hitsin laadusta. Tuote on hitsattuna valmis, koska laserihitsaus ei asiallisesti aiheuta mittamuutoksia. Osat voidaan koneistaa valmiiksi ja viimeisenä työvaiheena on kokoonpanohitsaus. Säästö syntyy sekä lyhentyneenä läpimenoaikana että vähentyneinä koneistuskustannuksina. Muutoksen mahdollisuudet ovat merkittävät, mutta edellyttävät nykyistä selvemmin suunnittelijan laskeutumista lähemmäs verstaasta ja valmistuksen kykyä yhteistyöhön suunnittelijan kanssa. Suomessa on nyt vain yksi laseri varsinaisesti hitsaustuotannossa. Se tekee suorasäilyä eli edustaa siinä mielessä massatuotantoa. Kaupallisia hitsaussovellutuksia tekevät varsin rajoitetusti vain jotkut yleensä laserileikkausta myyvät "job shop'it" ohutlevyrakenteille. Yleisiin hitsaussovellutuksiin on LTKK:n laserityöstölaboratoriossa parhaat mahdollisuudet ja siellä on toteutettu lukuisia tuotekehitysprojekteja ja lisäksi eräitä, jopa tuotannolliseksi katsottavia sarjoja kokeiluina.

## Laser ja pintakäsittely

Laseripintakäsittely on kolmas tavanomainen laserityöstöprosessi. Yleisimmin käytettyjä menetelmiä ovat pintakarkaisu, pinnan sulatus ja pinnoitus. Tavanomaisiin vastaaviin prosesseihin verrattuna erot syntyvät käsitteley nopeudesta. Pinnan kuumenemista on säädettävä pienentämällä säteen energiatiheyttä, joka yleensä tapahtuu kasvattamalla pintaan kohdistettavan säteen pinta-alaa. Vaikka sitä käytetään suhteellisen paljon, sen metallurgia on "tutkimaton". Syntyvät mikrorakenteet ovat hyvin kaukana termodynamiikan mukaisista tasapainorakenteista ja ⇒





tarjoavat sellaisina monasti uusia, hyvinkin mielenkiintoisia teknisiä ominaisuuksia.

Laseripintakarkaisuissa kerrospaksuus säädetään säteenpitoajalla, mutta austenointilämpötilaa rajoittaa vain sulaminen. Austeniitin raekoko ei hyvin korkeasta lämpötilasta huolimatta ehdi kasvaa, toisaalta eivät myöskään perusaineen suuret karbidierkaumat ehdi liueta. Austeniitin sammuminen ympäröivään kylmään teräkseen on suunnattoman nopea, jos kappale on edes 5-2 x austenoidun kerroksen paksuinen. Sammuttavaa väliainetta ei tarvita. Syntynyt martensiitti on erittäin hienorakeinen ja silloin sekä sen kovuus että sitkeys ovat totuttua parempia. Monissa olosuhteissa on mahdollista jättää pinnan martensiitti päästämättä. Se suo omat etunsa sekä teknisesti että taloudellisesti. Pintakarkaisu voidaan tehdä viimeistelyyn pintaan, koska käsittelyn mittamuutokset aiheutuvat oikeastaan vain martensiittimuutoksen tilavuuskasvusta. Se mahtuu erinomaisesti valmistustoleransseihin.

Pinnansulatus tapahtuu nimensä mukaisesti sulattamalla kappaleen pinta. Lukumääräisesti yleisin sovellus on henkilöauton nokka-akselin nokkien pinnan sulatus. Akseli on pallografiittivalurautaa ja pintasulan jäähmetyessä sen mikrorakenne muuttuu ledeburitiiksi, valkoiseksi valuraudaksi. Tavoitteena on kulumiskestävyyden parantaminen. Sopivalla parametrivalinnalla voidaan ledeburitiittisen kerroksen alle aikaansaada vielä martensiittikarkaistu kerros, jolloin se kantaa käyttötilanteessa pintapaineen kulumiskestävän, mutta hauraan ledeburitiittikerroksen alla. Tavallisen matalahiilisen rakenneteräksen kovuus lisääntyy myös huomattavan paljon pintakarkaisulla ja etenkin pinnan sulatuksella, vaikka teräksessä martensiitin kovuutta tietenkin dominoi sen hiilipitoisuus.

Laseripinnansulatusta käytetään myös parantamaan valettujen alumiinituotteiden, esimerkiksi valumuottien kulumiskestävyyttä. Alumiini-pii -seosten valuominaisuudet ovat hyvät, mutta materiaali on kovin pehmeää, osin valun suuresta raekoosta johtuen. Pinnansulatusta seuraava  $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$  lämpötilan laskeminen johtaa submikroskooppiseen raekokoon ja siten oleellisesti kovempaan pintaan. Tähän kovuuteen vaikuttaa ilmeisesti myös muita tekijöitä kuin pieni raekoko. Tällä alueella koko fyysikaalinen metallurgia ei ole selvillä.

Jos pinnansulatuksessa tyydytään hyvin ohueen pintakerrokseen, on erällä metalliseoksilla mahdollista päätyä jopa amorfiseen rakenteeseen.

Laseripinnoituksessa säteen avulla sulatetaan pintaan lisäaine. Perusaineen ja pinnoitteen seostuminen on erittäin hyvin hallittu, tarvittaessa vain noin 5%. Haluttu pinnoitteen koostumus saadaan silloin ensimmäisellä pinnoituskerroksella. Kun pinnoitteen paksuus voidaan määrittää vaikka 0,4 mm:ksi, on kalliin pinnoitemateriaalin kulutus varsin kohtuullinen. Ohuen pinnoitteen tekeminen johtaa myös pieneen lämmöntuontiin ja siten hyvin pieniin mittamuutoksiin kappaleessa. Loppukoneistuksen kustannus pienenee! Laseripinnoittamalla voidaan toki tehdä paksujakin pinnoitekerroksia.

Laseripinnoitusta sovelletaan ensisijaisesti kohteisiin, joissa vaatimus on ankara. Pinnoittamalla turbiinin siiven etureunasta pieni alue, turbiinin huoltoväli kaksinkertaistuu. Siiven ikä ei enää ole huoltoväliä määräävä tekijä.

Laseripintakäsittely on eräs koneenrakennuksen keino parantaa tuotteen ominaisuuksia ja kustannuskilpailukykyä. Käsittely voidaan kohdistaa tarkasti ja täsmällisesti vain kohtaan, missä tuotteen funktio edellyttää ominaisuuksien muuttamista. Lämmöntuonti on erittäin vähäistä ja vastaavasti esimerkiksi pintakarkaisun aiheuttamat mittamuutokset merkityksettömiä. Pintakarkaisun jälkeen ei koneistusta tarvita ja sulakäsittelyjenkin jälkeen jälkikoneistustarve on minimaalista. Hintakilpailukyky paranee helpon laadunhallinnan lisäksi sekä lyhentyneen läpi-

menoajan että vähentyneen loppukoneistuksen ansiosta. Suomessa on 50-60 työstölaseria, joiden teho on  $>500\text{W}$ . Ne ovat kaikki  $\text{CO}_2$  lasereita. Teollisuudessa on pari pientä Nd-YAG laseria ja suunnitteilla aivan lähitulevaisuudessa, on 4 kW Nd-YAG laseri Lappeenrannan VTT/VAL laboratorioon. Teollisuudessa ei ole käytössä yhtään laseria pintakäsittelyssä ja vain yksi on puhtaasti hitsaussovellutuksessa. Muutama leikkauslaseri tekee satunnaisesti hitsausta ohutlevypuolella, useat, kaikki  $>1500\text{W}$  laserit, olisi helppo muuttaa tekemään myös hitsaustyötä.

LTKK:n laserityöstön laboratorioon 5 kW:n työasemassa on sekä hitsaus-että pintakäsittelyvalmius, lähinnä tutkimukseen ja teollisuuden tuotekehityshankkeisiin. Toiminta on nyt laajentumassa myös suurien, yli 10 m pitkien kappaleiden 3-D työstöön. Laserityöstön volyyymi on Suomessa yllättävän pieni verrattuna esimerkiksi Ruotsiin tai Tanskaan, Saksasta puhumattakaan. Laserityöstön markkinoinnissa on törmännyt toistuvasti suunnittelun konservatismiin, samoin eräiden suurien yritysten jähmyteen. Mielestäni ennusmerkit osoittavat kuitenkin laserityöstön lisääntyvän ja monipuolistuvan vielä tämän noususuhdanteen aikana merkittävästi tässä maassa. On markkinarakoa! □

## SUMMARY

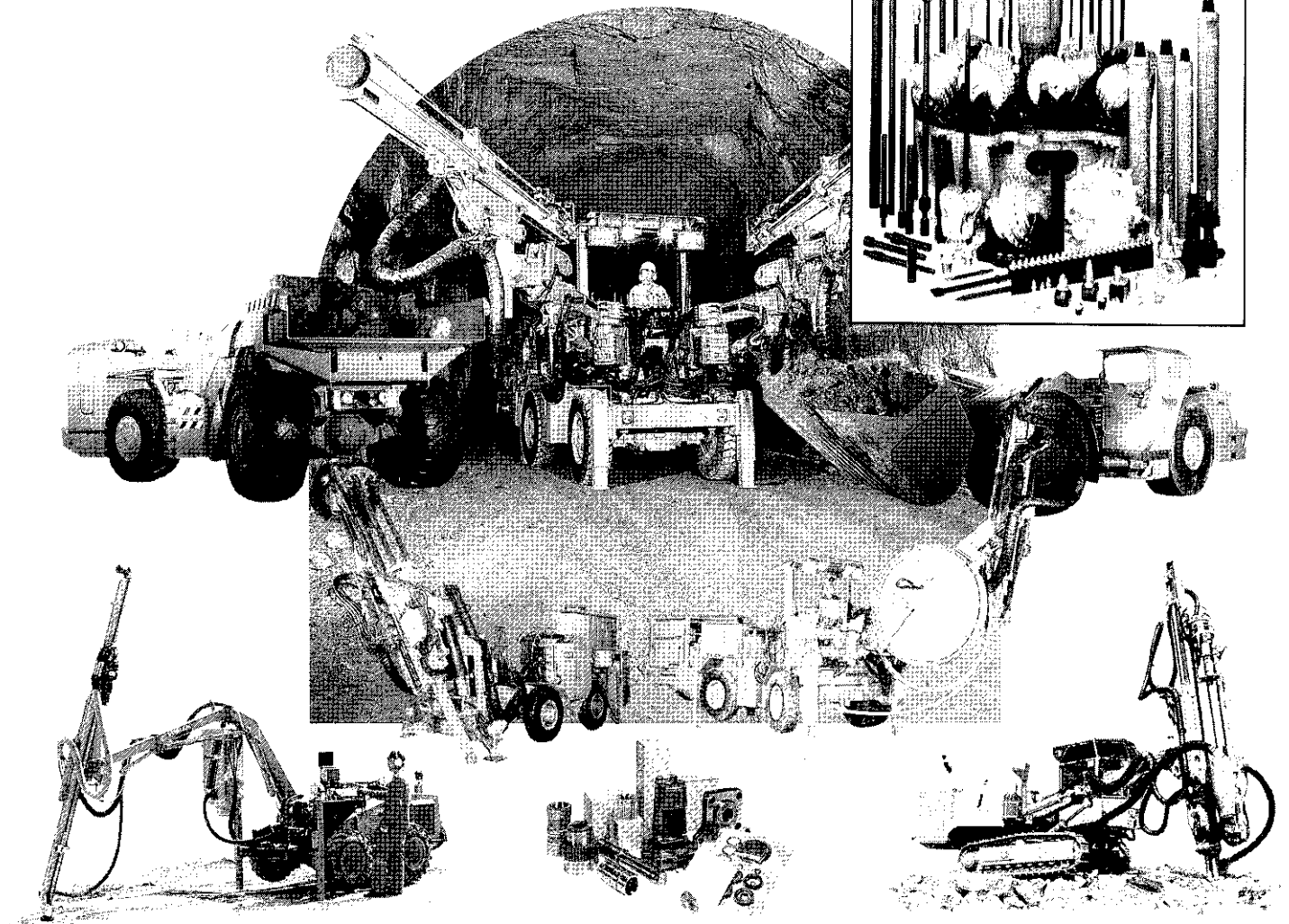
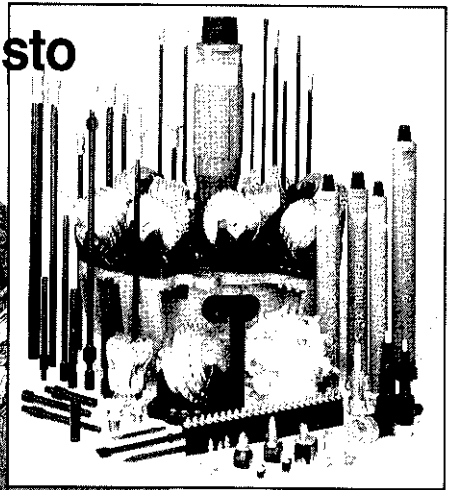
Laser processing of materials has been widely adopted in industrial car production lines, mainly because it competes economically with conventional processing techniques, and in addition provides superior quality and capacity. The European Union made efforts during the 1980's to promote the laser as a tool for small and medium-sized enterprises (SMEs), and similar trends can be seen in most industrialized countries in Europe, organized on a national basis. Laser cutting of metals and non-metals began in Finland around 1980. In 1986 when the Laser Processing Laboratory of Lappeenranta University of Technology was started, sponsored by TEKES, there were already four laser cutting installations in Finland. Research in the Laser Processing Laboratory was therefore concentrated to welding and surface treatment. There are currently 50-60 high power lasers in Finland. The number is rather low in comparison with Sweden and Denmark, irrespective of the way in which the comparison is made.

Industrial lasers have developed significantly over the past 15 years. In addition, the advances made in sensors and computing technology offer many new possibilities. Still, the utilization of laser processing is a new culture for designers and constructors, with all its possibilities and requirements. Those with the ability will make the profits!



# KIVEN JA KALLION LOUHINTAAN

Myös SANDVIK porakalusto



**Myynti: TAMROCK OY,**  
Myllypuronkatu 31, 33311 Tampere, Fax 0205-444 601  
**Kotimaan huolto: TAMROCK OY,**  
Myllypuronkatu 31, 33311 Tampere, Fax 0205-444 608

# TAMROCK

TAMROCK OY, PL 100, 33311 Tampere, Puh. 0205-44 121



# Suomalaisia kokemuksia yliopistojen ja teollisuuden välisestä yhteistyöstä materiaalitieteessä ja fysikaalisessa metallurgiassa

PROFESSORI A.S. KORHONEN JA PROFESSORI M.S. SULONEN, MATERIAALIEN MUOKKAUKSEN JA LÄMPÖKÄSITTELYN LABORATORIO, TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI



A.S. Korhonen



M.S. Sulonen

**Alaviittana:** Käännetty ja hieman lyhennetty A.S.Korhosen esitelmästä "Finnish Experiences on University-Industry Collaboration in Materials Science and Physical Metallurgy", 2nd International Conference on Physics and Industrial Development: Bridging the Gap. Belo Horizonte, Brasilia, 7-10.07.1996.

## Johdanto

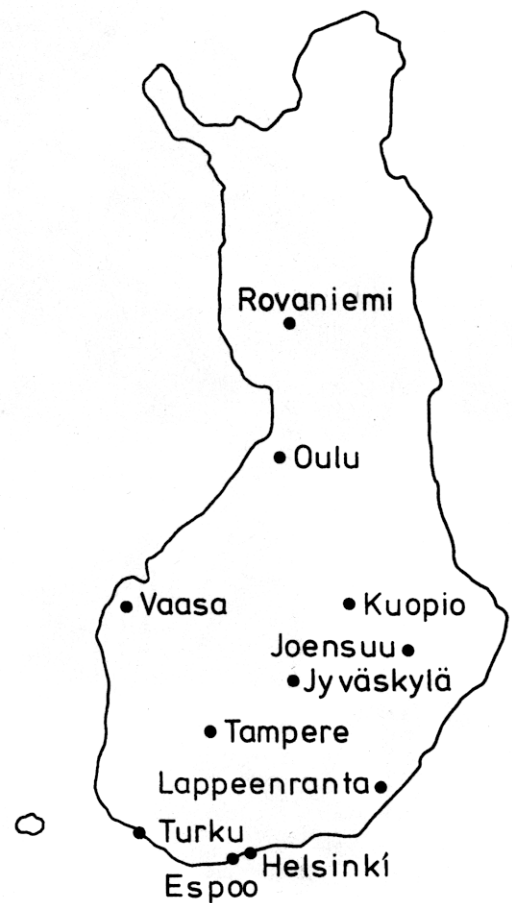
Teollisuuden ja korkeimman opetuksen välinen yhteistyö on katsoitu tärkeäksi nyky-yhteiskunnassa. Aikoinaan, eikä niin kaukaan sitten, pidettiin kiinni korkeakoulujen akateemisesta riippumattomuudesta, mutta nykyisin pyritään voimakkaasti edistämään yliopistojen ja teollisuuden yhteistyötä. Poliitikot näkevät korkeakoulut työpaikkojen luojina, ja arvokkaana voimavarana. Suomessa on 20 korkeakoulua (kuva 1). Lisäksi ns. ammattikorkeakouluille on nyt myönnetty saksalaista "Fachhochschule"-mallia vastaava rajoitettu yliopistollinen status. Ne ovat myös alkaneet saada olennaista lisärahoitusta ja kilpailla teollisuuden tuesta ja kontakteista vanhojen korkeakoulujen kanssa.

Historiallisesti Suomi oli pitkään itäinen, vähemmän kehittynyt ja meren erottama osa Ruotsia. Nykyisin maan teollisen toiminnan painopiste on metalli-, sähkö- ja raskaassa koneteollisuudessa, jotka viennissä ylittivät selluloosa- ja paperiteollisuuden jo 1980-luvulla. Edelleenkin teollinen toiminta on verraten keskittynyttä alueellisesti. Suhteellisen harvat teollisuusyritykset ovat Suomessa kasvaneet maailmanluokkaan; siinä on huomattava ero Ruotsiin verrattuna.

Tärkein teknillisen korkeakouluopetuksen ja tutkimuksen keskus on pääkaupunkiseutu. Teknillinen korkeakoulu aloitti toimintansa Polyteknillisenä Instituuttina 1872. TTK:n kampuksella sijaitsee myös Valtion teknillinen tutkimuskeskus, jossa on 2000 työntekijää ja läheisyydessä ovat Valtion tietokonekeskus, Keskuslaboratorio Oy ja Geologian tutkimuskeskus.

Seuraavassa tarkastellaan korkeakoulu/teollisuus-suhteita materiaalitieteen ja fysikaalisen metallurgian aloilla Teknillisen korkeakoulun näkökulmasta katsoen.

Universities in Finland  
20 universities in 11 cities



Kuva 1. Suomen yliopistokaupungit. Suomessa on 20 yliopistoa 11 kaupungissa. Fig. 1. The University cities in Finland. There are 20 universities in 11 cities.

## Fysikaalisen metallurgian opetuksen kehittyminen Suomessa

Aloite korkeakoulutasoisen metallurgian opetuksen aloittamiseen tuli teollisuuden taholta. Saksalainen metallurgi Otto Barth, joka työskenteli Outokumpu Oy:n kuparitehtaalla Imatralta, aloitti opetuksen 1937, ja hänen opetuksensa yhteydessä syntyi sarja metallurgian oppikirjoja sodan aikana. Hänen jälkeensä Herman Unckel Ruotsista alkoi opettaa metallioppia eli fysikaalista metallurgiaa, kunnes sen opetus siirtyi suomalaisiin käsiin Heikki Miekk-ojan, joka oli yliopistofysikko ja palveli Outokummun metallilaboratorion päällikkönä Porissa tultua ni-



mitetyksi aineen vt. professoriksi vuonna 1951 ja professoriksi 1954.

Miekk-oja perusti opetuksensa selviin fysikaalisiin perusteisiin ja kirjoitti "Metalliopin", jota on sen jälkeen laajasti käytetty sekä korkeakoulu- että alemman tasonkin teknillisessä opetuksessa. Heikki Miekk-oja arvosti korkeasti alansa englantilaista tutkimusta, erikoisesti A.H. Cottrellin työt olivat vaikuttaneet häneen voimakkaasti. Monet Miekk-ojan ja hänen oppilaidensa tutkimukset julkaistiin Philosophical Magazine'ssa, joka oli tärkeä julkaisukanava dislokaatio-tutkimuksille.

Miekk-ojan fysikaalisuonteinen, mutta silti käytännöllistavoiteinen esitystapa veti oppilaita muiltakin opintoaloilta, fyysikasta ja koneenrakennusosastolta. Oppilaat havaitsivat, että jotain uutta ja merkityksellistä oli tarjolla fysikaalisessa metallurgiassa. 1960-luku oli nopean kehityksen aikaa. Teollisuus kasvoi. Valtio-omisteinen Rautaruukki Oy alkoi tuottaa terästä ja valssata levyä ja nauhaa. Se oli ensimmäisiä pelkästään jatkuvavaluemetelmää käyttäviä teräksenvalmistajia. Muukin perusmetalliteollisuus laajensi toimintaansa ja valmistuneilla insinööreillä ja tohtoreilla oli kysyntää perustettuihin ja laajennettuihin tutkimuslaitoksiin.

Uusia professorinvirkoja perustettiin. TKK sai metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn eli mekaanisen metallurgian professorin. Metalliopin professuuri tuli Oulun yliopiston teknilliseen tiedekuntaan. Muita professorinvirkoja perustettiin vähän myöhemmin Tampereelle ja Lappeenrantaan.

## Kasvukipuja

Teollisuuden voimakas investointitoiminta ja uusien työmahdollisuuksien avautuminen synnyttivät innostusta fysikaaliseen metallurgiaan. Rautaruukin tuotanto nousi vuoteen 1977 mennessä 1,5 miljoonaan tonniin, nyt se ylittää 2 miljoonaa tonnia. Vuonna 1976 Outokumpu alkoi tuottaa ruostumattomia teräk-

siä Torniossa, nyt sen vuosituotanto on noin 300 000 tonnia ja investointiohjelma kapasiteetin huomattavaksi edelleen kohottamiseksi on tekeillä.

Fysikaalisessa metallurgiassa elektronimikroskoopi tutkimusvälineenä teki läpimurron 1960-luvulla ja elektronimikroskooppeja hankittiin yliopistoihin ja tutkimuslaitoksiin. Suunnitelmassa oli miljoonan elektronivoltin mikroskoopin hankinta Suomeenkin, koska useita sellaisia oli käytössä mm Englannissa ja Tukholmaankin oli saatu yksi, mutta tämä suunnitelma ei toteutunut. Vaivalla hankittujen pienempien mikroskooppienkin käyttöä haittasi pysyvän palveluhenkilöstön puuttuminen. Ydinreaktorien käyttöönotto energian tuotantoon synnytti metallurgien lisätarpeen 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa. Fysikaalisen metallurgian laboratoriossa toimi aktiivinen ryhmä, mutta pian se absorboitui kasvuvaiheessa olevalle VTT:lle.

Opiskelijoiden sisäänottoa korkeakouluihin lisättiin, ja myös fysikaalisesta metallurgiasta valmistuneiden määrä kasvoi. Teollisuus tarvitsi koulutettua henkilöstöä. Tämä ei ollut pelkästään suomalainen ilmiö. Vallinnutta ajattelua valaisee se, että Jernkontoret eräässä julkaisussaan ennusti työpaikkojen lukumäärän kasvavan terästeollisuudessa lineaarisesti vuoteen 2000 asti. Hyvinä aikoina tällainen suoraviivainen ajattelu on ymmärrettävää.

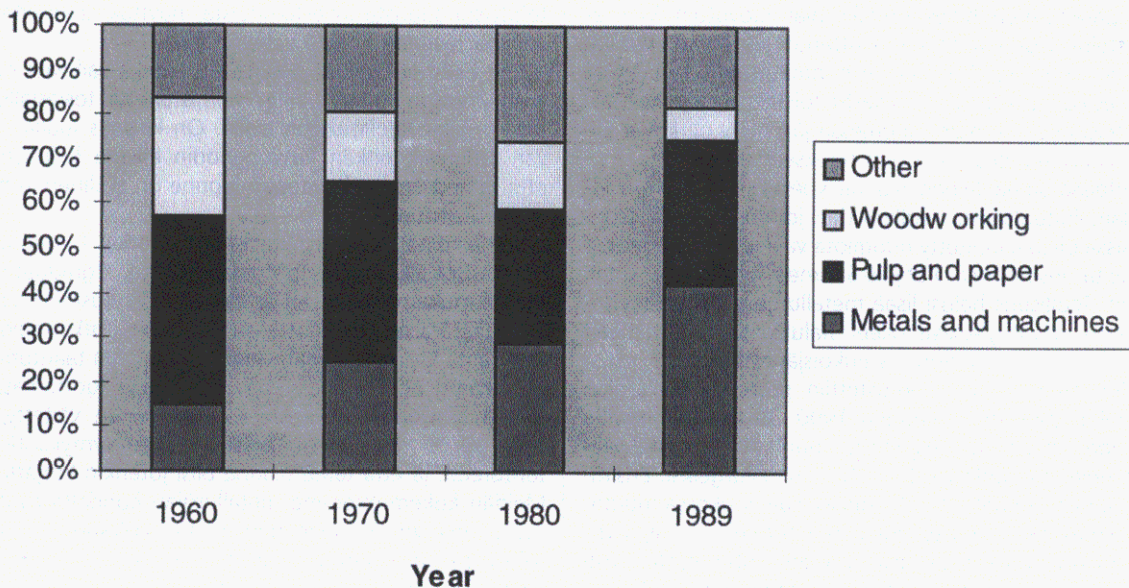
Muutokset tulevat kuitenkin usein odottamatta. Maailma muuttui vuonna 1974 öljykriisin alkaessa. Maailman terästuo-



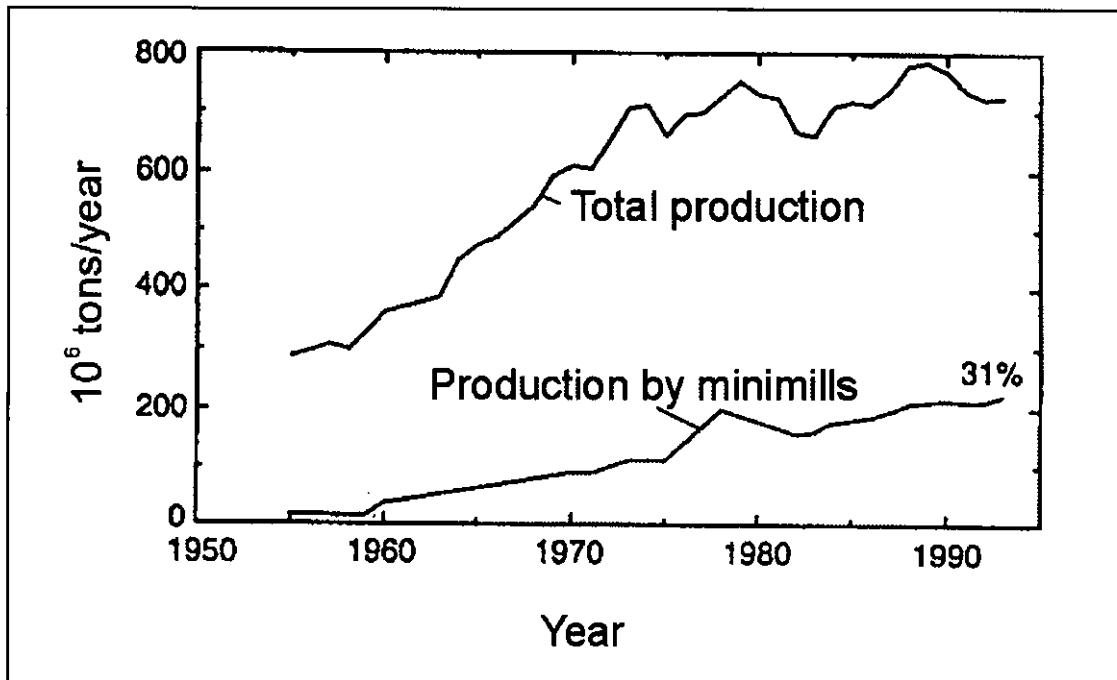
*Kuva 2. Suomalainen vieni teollisuusaloittain 1960-1989. Metalli- ja konepajateollisuus sisältää 1989 konepajojen (25.4%), elektroniikkateollisuuden (7.4 %) ja perusmetalliteollisuuden (9.2 %) viennin. (Lähde: TEKES)*

*Fig.2. Finnish exports by industrial sector from 1960 to 1989. Metals and machines contained 1989 the export of machine shops (25.4%), electronics industry (7.4 %) and basic metals industry (9.2 %). (Courtesy of TEKES)*

**Finnish exports 1960-1989 (%)**







Kuva 3. Maailman terästuotanto. Tiedot Szekeley and Trapaga/31.

Fig. 3. World production of steel. Data from Szekeley and Trapaga/31.

tanto, joka siihen asti oli kasvanut, vakiintui tietylle tasolle (kuva 3). 1970-luvun loppupuoliskolla olimme tilanteessa, jolloin vastavalmistuneet metallurgit eivät löytäneet työpaikkoja. Teollisuuden ja korkeakoulujen edustajat pohtivat tilanteelle ratkaisua. Joka toinen vuosi tapahtuva teollisuuden johtohenkilöiden ja professorien kokous, joita oli pidetty vuodesta 1969 lähtien, oli sopiva foorumi. Päädyttiin ratkaisuun, jota teollisuuden johto oli jo keskuudessaan ajatellut; nuorille palkattaville insinööreille järjestettäisiin noin vuoden mittainen harjoittelujakso alemmissa tehtävissä. Tällainen lattiatason harjoittelu katsottiin tärkeäksi erityisesti henkilöille, jotka tulisivat myöhemmin johtotason tehtäviin. Harjoittelijoille maksettaisiin palkka ja puolen vuoden jakson jälkeen heille tarjottaisiin paikka normaaleissa insinöörin tehtävissä.

Vaikeuksia kuitenkin ilmeni mm siinä, että kaikkien tulijoiden yhtäläinen sijoittelu osoittautui mahdottomaksi. Kun työmarkkinatilanne parani, menettelystä melko pian luovuttiin. Vaikka harjoittelujakson käyttö ei saavuttanutkaan aivan yksimielistä hyväksyntää, on syytä kuitenkin huomauttaa, että tällaista insinöörien esikoulutusta on sovellettu toisissa maissa ja yhtiöissä myönteisin kokemuksin. Suomessa järjestely oli kovin kii-reinen ja massiivinen eikä haluttuun tulokseen päädytty.

Joissain suhteissa samanlainen tilanne koettiin 1980-luvun lopulla. Edellämämainitunlaisissa teollisuuden johdon ja professorien kokouksissa oli jo kiinnitetty huomiota vaikeuteen saada vastavalmistuneita insinöörejä Pohjois-Suomen terästeollisuuden palvelukseen. Teollisuus halusi lisää metallurgeja, mutta etelässä valmistuneet eivät yleisesti olleet halukkaita muuttamaan pohjoiseen. Siksi oli turvaututtava erikoisjärjestelyihin.

Perusmetallin lahjoitusvaroin perustettiin prosessimetallurgian oppituoli Oulun yliopistoon vuonna 1990. Toinen toimenpide oli, että muiden alojen opiskelijoita tai juuri valmistuneita päätettiin täydennys- tai uudelleen kouluttaa metallurgeiksi. Ensimmäisen kurssin vahvuudeksi tuli 15 opiskelijaa, joukossa muutamia äskenvalmistuneita. Kurssi, joka toteutettiin kiinteässä yhteistyössä teollisuuden kanssa, alkoi vuoden 1989 alusta, kesti vuoden ja sen suorittaneet palkattiin terästeollisuuteen. Toinen vastaavanlainen kurssi, jossa oli 11 opiskelijaa, alkoi syksyllä 1990. Myös eräitä muiden alojen kuin metallurgian opiskelijoita

lähetettiin Oulun yliopistosta Helsinkiin saamaan täydennyskoulutusta metallurgiassa ja heille tarjottiin sitten diplomityön suorittamisen mahdollisuutta kotimaassa tai ulkomailla. Teollisuus sitoutui palkkaamaan myös nämä opiskelijat heidän valmistuttuaan.

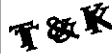
1980-luvulla vallinnut nopean kasvun vaihe oli kuitenkin päätynyt. Japanilaiset kutsuvat tätä periodia "kuplaekonomiaksi". Seurasi maailmanlaajuinen lama. Suomen talous kärsi siitä pahasti. Työttömyys kohosi 20 prosenttiin, eikä ole vielä kukaan kovin paljon vähentynyt. Suomalaiset perusmetallien tuottajat koki-vat, että henkilöstöä oli liiaksi. Ryhdyttiin henkilöstön vähen-nyksiin ja valmistumassa olevat metallurgian opiskelijat totesi-vat, että heitä uhkasi työttömyys valmistuttuaan. Tämä tilanne osittain ohitettiin lisäkoulutuksella Suomessa ja ulkomailla. Teollisuuskin toipui suhteellisen pian lamasta. Kuitenkin, huoli-matta viennin hyvästä vedosta ja perusmetallien tuotantoon tehdyistä suurista investoinneista, näyttää ilmeiseltä, että työ-voimaa tavitaan entistä vähemmän.

Nämä kaksi esimerkkiä osoittavat, kuinka vaikeata on luotetta-vasti arvioida miten paljon valmistuneita tosiasiallisesti tarvi-taan jollakin teollisuuden alalla. On kiusaus luulla kasvun ole-van jatkuvaa; pitkän kasvuperiodin aikana helposti unohtuu, että taloudellisen aktiviteetin luonne on syklinen ja että kasvua seuraa taantuma.

Viime aikoina on alettu korostaa tohtorien tuotannon lisää-misen tarpeellisuutta ja tohtorikoulutusta, "graduate schools"-mallin mukaisesti, on tehostettukin. Opetusministeriöstä tule-vat määrärahat on sidottu suoritettujen tutkintojen määrään. Kun tämä kaikki on tapahtunut voimakkaan taantumana aikana, on alkanut nousta epäilyksiä, että ollaan tuottamassa kasvava määrä työttömiksi joutuvia tohtoreita. On väitetty, että vain noin 30 % maan suurimmista teollisuusyrityksistä työllistäisi tohtoreita, ja että tämä tilanne olisi jotenkin korjattava.

Meidän kokemuksemme metallurgian kohdalta ovat kuitenkin täysin erilaiset. Suomen perusmetalliteollisuus ei ole pelännyt tohtorien palkkaamista. Tutkimusta on aina arvostettu hyvin. Säätiöt, kuten Outokumpu Oy:n Säätiö ja Rautaruukin Rahasto Tekniikan Edistämissäätiössä, ovat mahdollisuuksien rajoissa kiitettävästi tukeneet korkeakouluissa suoritettua tutkimusta ja





koulutusta. Teknillisessä korkeakoulussa metallurgiasta, fysiikasta ja kemiasta on perinteisesti valmistunut huomattavin määrä tohtoreita. Nykyinen aktiivinen tutkimustoiminta tietoliikenteen ja elektroniikan aloilla on lisännyt myös sähköosastolla valmistuneiden määriä.

## Korkeakoulujen ja teollisuuden välinen yhteistyö

On aika luonnollista, että Teknillisellä korkeakoululla on likeiset suhteet teollisuuteen. Katsotaan, että professoreilla itselläänkin pitäisi olla teollisuuskokemusta. Sitä pidetään ansiona hakuprosessissa. Teollisuusyhteistyön muoto on kuitenkin muuttunut. Aikaisemmin kosketukset liittyivät teollisuuden tarjoamien diplomitöiden aiheisiin. Tätä pidettiin tehokkaana tapana suorittaa tutkimusta ja myös arvioida henkilöitä mahdollista paikkatarjosta silmällä pitäen. Tämän usein melko etäinen tapa pitää kosketusta säilyi 1970-luvun lopulle asti, mutta seuraavalla vuosikymmenellä tapahtui muutos, kun Tekniikan Edeistämiskeskus, TEKES, syntyi. Kosketus yrityksiin sai projektiyhteistyön muodon. TEKES'in ohella oli muitakin rahoitusorganisaatioita, mutta esimerkiksi Suomen Akatemian rahoittamiin projekteihin ei yleensä vaadittu teollisuuden osallistumista. Nyt tämäkin näyttää olevan muuttumassa. Kaikessa, vieläpä perustutkimuksessa, pidetään teollisuuden osuutta olennaisena.

Tämä ilmenee myös Euroopan Unionin ohjelmissa. Teollisuuden kannatusta pidetään ansiona vieläpä ensisijaisesti akateemissakin tutkimusprojekteissa. Ensimmäisenä tämä piirre esiintyi pohjoismaiden neuvoston rahoittamissa yhteistyöprojekteissa. Nykyisin eräissä EU:n ohjelmissa edellytetään niin laajaa teollisuuden osallistumista, että korkeakoulujen osallistuminen on käynyt vaikeaksi. Tämä suuntaus on luultavasti seurausta havainnosta, että teollisuuden kontrolloidessa saavutetaan todennäköisemmin suoraan sovellettavia tuloksia. Siten rahoittajat voivat osoittaa tuloksia toiminnastaan ja saada päättäjät vakuuttuneiksi tarpeellisuudestaan.

Tutkimusten suorittaminen projekteina on lisännyt hakemusten laadintaan ja raportointiin tarvittavaa työtä. Projektit ovat tavallisesti enintään kolmivuotisia. Tämä on muuttanut tutkimusten luonnetta korkeakouluissa. Kun sisäinen rahoitus on vähentynyt, tutkimus on tullut lyhytjänteiseksi ja tulosorientoituneeksi, mikä ei välttämättä sovi yhteen tohtorinkoulutuksen tavoitteiden kanssa. Ääritapauksissa enemmän aikaa joudutaan käyttämään vaikuttavien raporttien laadintaan kuin itse työn loppuunsaattamisen kannalta olisi hyödyllistä.

Tabl. 1 Research financing by the State

### Taulukko 1 Valtion tutkimusrahoitus milj.mk 1993

Yliopistot	1481
Suomen Akatemia	449
TEKES	1347
Valtion tutkimuslaitokset	1560
Muut valtion laitokset	897
<b>Yhteensä</b>	<b>5734</b>

(Lähde: Yliopistollinen tutkimus Suomessa, Opetusministeriö)

Siirtyminen tutkimuksessa teollisuusprojekteihin saattaa johtaa korkeakoulut kilpailuun tutkimuslaitosten kanssa samoista rahoituslähteistä. Vaikkakaan ongelma ei ole kovin vakava Suomessa, koska VTT ei kata metallurgian kenttää koko laajuudelta, niin erilaisia näkökantoja esiintyy tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen rooleista yleensä. Useasti tutkimuslaitokset haluavat nähdä itsensä kosketuksen luojina korkeakoulujen ja teollisuuden välillä, kun taas korkeakouluille suorat kosketukset ovat tärkeitä. Runsaalla suoralla rahoituksella valtiolta eräät laitokset ovat kyenneet suorittamaan olennaisen määrän tutkimusta, mikä on saanut korkeakoulut kadehtimaan heidän resurssejaan (taulukko 1).

VTT:n kasvua kritisoiti myös teollisuus. Koettiin sen kasvaneen liian suureksi ja passivoituneen. Siksi muutama vuosi sitten laitos uudelleenorganisoi ja henkilöstöäkin vähennettiin. Edelleenkin VTT on varsin suuri, henkilöstöä on 2000. Ennenkuin VTT itsenäistyi, se oli TKK:n professorien johtama, Kauppa- ja teollisuusministeriön alainen laitos, ja monta vuotta itsenäistymisen jälkeenkin muutamien laboratorioden johdossa oli TKK:n professoreita. Suuri muutos oli TKK:n siirto Opetusministeriön alaisuuteen 1970-luvun alussa. Huolimatta erottumisesta eri ministeriöiden alaisuuteen ja satunnaisesta keskinäisestä kilpailusta, kiinteät siteet vallitsevat edelleen TKK:n ja VTT:n välillä. Tärkeä tehtävä on tämän yhteistyön edelleen kehittäminen.

Seuraavassa on valittu muutamia tutkimusprojekteja esittämään minkä tyyppisiä niitä on meneillä meidän laboratoriossamme.

## Esimerkkejä käynnissä olevista teollisuuden kanssa yhteisistä tutkimusprojekteista

On sanottu, että terästä koskevaa perustutkimusta suoritetaan entistä vähemmän. Joskin tämä varmaan pitää paikkansa Yhdysvalloissa ja läntisessä Euroopassakin yleensä, tunnemme, että Suomessa tilanne kuitenkin on hieman erilainen. Teräksentuottajat ovat täällä todennäköisesti menestyneet paremmin kuin monissa muissa maissa. Kaksi syytä tähän ovat moderni tuotantoteknologia ja pienempi koko, jotka ovat auttaneet meitä välttämään niitä mahtavia kustannuksia, joita vanhentuneet jättilaitokset vaativat kannattavuuden säilyttämiseksi pienenevillä markkinoilla. Tärkeää on myös läheinen yhteistyö pohjoismaisessa terästudkimuksessa, joka on organisoitu Jernkontoretin teknillisissä ryhmissä. Nyt kun Suomi ja Ruotsi ovat EU:n jäsenmaita, lisää kansainvälistä yhteistyötä on tarjolla ECSC:n ohjelmissa.

Yhdessä pohjoismaisessa projektissa, jossa olemme mukana, tavoitteena on tehostetun vesijäähtymisen mallin kehittäminen. Sen tuloksia on käytetty suunniteltaessa Rautaruukin kuumanauhavalssauksen jäähdytysjärjestelmää. Yli 200 laboratoriomittaista kuumavalssauskoetta on suoritettu. Tarkoituksena on saada tietoa, joka huomioi jäähtymisen aikaisten faasitransformatioiden aiheuttamat fysikaalisten ominaisuuksien muutokset. Tämän tutkimuksen ovat koordinoineet teollisuus ja Jernkontoret. TKK:n tutkijaryhmän lisäksi Oulun yliopiston, Tukholman teknillisen korkeakoulun (KTH) ja Luulajan Metallurgisen tutkimusosaston (MEFOS) tutkijoita on osallistunut tähän projektiin.

Terästakeiden tehostettua jäähdytystä tutkitaan eurooppalaisessa Eureka-projektissa. Tavoitteena on kehittää uusia keveitä mikroesteräskomponentteja autoihin. Suoralla jäähdytyksellä takolämpötilasta voidaan saavuttaa halutut ominaisuudet ilman erillistä lämpökäsittelyä. Jäähtymistapahtuma on mallinnettu käyttäen Deform elementtiohjelmää. →



Toinen teollisuuden kustantama projekti on koskenut hermoverkkojen käyttöä teräksen kylmävalssauksen tutkimisessa. Tämä tutkimus kuuluu nyt osana TEKESin rahoittamaan kansalliseen ohjelmaan, joka käsittelee hermoverkkomenetelmän käyttöä prosessiteollisuudessa. Meidän osallamme on prosessimallin kehittäminen Rautaruukin kylmävalssaamolle Hämeenlinnassa. Ohjelman opetukseen on käytettävissä 200.000 valssattavan kelan käsittävä tiedosto. Tavoitteena on tuotteiden mittatarkkuuden ja tasomaisuuden parantaminen.

Outokumpu Copper kuuluu maailman johtaviin kuparituotteiden valmistajiin. Meidän yhteistyömme sen kanssa on keskittynyt kuparijohtimien uusiin valmistusmenetelmiin. Eräs työ on ollut työkalujen suunnittelu kuparin jatkuvaan pursotukseen. Tässä tarkoituksessa on suoritettu sekä FE-mallinnusta että fysikaalista simulointia mallimateriaalein. Tällainen pursotusprosessi kehitettiin UKAEA:ssa jo kauan sitten, mutta tähän asti sitä on käytetty pääasiassa alumiinille, eikä kuparille. Outokumpu Technology kehittää myös kuparitekniikkaa ja myy sitä. He ovat kehittäneet menetelmän, missä jatkuva valu yhdistetään planeettavalssaukseen kupariputkien valmistuksessa. Selaisella suhteellisen halvalla laitteella pyritään korvaamaan raskaat pursotuspuristimet. Ensimmäiset laitokset on rakennettu Etelä-Koreaan, Kiinaan ja Yhdysvaltoihin. Kaksi lisälaitosta on rakenteilla Kiinassa. Me olemme osallistuneet myös VTT Energian kanssa onttojen vesijähdytteisten kuparijohtimien suunnitteluun Tokamak-reaktorin keskussolenoidia varten. Reaktori, nimeltään Globus-M, on rakenteilla pietarilaisten Joffe- ja Eremov-instituuttien yhteistyönä.

Yli eräänä tutkimusalueenamme ovat olleet ohutkalvot ja niiden karakterisointi, johon käytettävä uusi menetelmä on atomivoimamikroskopia. Se on johdattanut meidät osallistumaan mm kahteen kovia ohutkalvoja tutkivaan Brite-Euram -projektiin. Kitkavoimamikroskopiaa olemme käyttäneet metallograafisten näytteiden tutkimiseen, esim. Nb-Ti-suprajohteissa ja Cu-Cd-seoksissa esiintyvien faasien karakterisointiin. PVD-menetelmällä valmistettujen TiN-kalvojen tutkimustyön aloitimme jo 15 vuotta sitten. TiN-kalvoja käytetään nykyisin yleisesti lastuavien työkalujen kulumiskestävyyden parantamiseen. Näyttää kuitenkin siltä, että kuivatyöstössä huomattava työkalun iän pidennys saadaan jos työkappale on kalsiumkäsiteltyä terästä. Teemme yhteistyötä Imatra Steelin kanssa tutkiaksemme reaktiota työkappale/TiN-välipinnalla kuivatyöstössä. Muodostuva suojaava kerros näyttää lisäävän työkalun ikää moninkertaisesti.

## Loppupäätelmä

Teollisuus/korkeakoulu-yhteistyöhön, joka Suomessa on tiivistä, sisältyy molemmipuolista rikastuttavaa vuorovaikutusta. Työkentelyyn tiukasti teollisuuteen suunnattujen tutkimusten piirissä saattaa kuitenkin sisältyä vaara, että työ jää liian lyhytaikaiseksi ja tavoitehakuiseksi, millä voi olla kielteisiä vaikutuksia opinäytteen kannalta. Raportointiin liittyvän huomattavan työmäärän huomioon ottaen kolmivuotinen projekti saattaa olla liian lyhyt hyvän väitöskirjan aikaansaamiseen.

Mitä korkeakoulut odottavat teollisuudelta voitaneen todeta seuraavasti. Toivomme avointa ja luottamuksellista vuorovaikutusta. Toivomme, että teollisuus antaa enemmän rahallista ja henkilökohtaista tukea, erikoisesti nyt, kun julkinen rahoitus on vähenemässä. Toivomme teollisuuden taholta myös pitkäjänteisempää tukea ja ymmärrystä korkeakoulujen roolille. Nykyisin esimerkiksi diplomi-insinöörin tuottaminen vie seitsemän vuotta. Vaikka tätä yritetään vähentää viiteen vuoteen, sekin on pitkä aika. Vaikka yritämme sopeutua jatkuvasti muuttuvan maailman tarpeisiin, viivettä tulee aina olemaan. Lopuksi toivomme,

että henkilöt voivat siirtyä molempiin suuntiin ja että teollisuus voi auttaa meitä pyrkimyksessä lisätä kansainvälistä yhteistyötä. Tekijät ovat kiitollisia monille henkilöille keskusteluista ja tietojen antamisesta. Kiitämme myös Opetusministeriötä saamis- tamme tilastotiedoista ja Teknillisen korkeakoulun rehtoria, professori Paavo Urosta, arvokkaista kommentteista. □

## SUMMARY

The relations between the metallurgy and materials departments at Finnish universities and the metallurgical industry have been traditionally very close. After the second world war the chairs of metallurgy were transferred into Finnish hands. In metallurgy the most influential company at the time was Outokumpu Oy, named after its rich copper mine in eastern Finland. Since at the time both the Helsinki University of Technology and Outokumpu were under the Ministry of Trade and Industry the relations were especially close. Despite the later move of the universities to the Ministry of Education the relations between the universities and industry have remained close and mutually fruitful. Examples of collaboration include the many graduate these topics, joint projects, scholarships of such foundations as Outokumpu Oy Foundation, Rautaruukki Fund of the Tehnology Development Foundation and many others. A very special feature of cooperation is also the biennial meeting of the highest industry executives and the university professors. In this paper we discuss the experiences of the Finnish form of university - industry collaboration. Some examples of joint projects in the field of materials science and physical metallurgy are briefly presented.

## KIRJALLISUUS - REFERENCES

1. O.V. Lounasmaa, Huippuyksikköä ei perusteta - se syntyy. Opetusministeriön työryhmän muistio (1996)3, 169 p.
2. H.M.Miekk-oja, Metallioippi, kolmas painos, Otava, 1965, 671 p.
3. J. Szekely ja G. Trapaga, Stahl und Eisen 114 (1994)9, 43-55.
4. Proceedings of the Seminar on Advanced Materials and Technologies (Eds. V.K. Lindroos ja T.K.R. Alander), Helsinki University of Technology, Laboratory of Physical Metallurgy and Materials Science, Espoo, Finland, 1995, 368 p.
5. High Technology in Finland 1995. The Finnish Academies of Technology, Espoo, Finland, 224 p.



## BAMFAC

### The Baltic Sea Metal Forming and Cutting Seminar

Warsaw University of Technology, Poland  
May 20-21, 1997

#### OBJECTIVES

The Objective of BAMFAC is to provide a forum for academics and industrialists working inside the Baltic Sea region to discuss and disseminate recent developments and advances in metal forming and cutting processes. It will provide an opportunity for those working on experimental research, as well as those involved in numerical modeling, to present their recent works. Young academics, under- and postgraduated students are especially welcomed.

The BAMFAC Seminar follows a 20 year tradition uniting people working in these fields of research first in Nordic countries and recently in the whole Baltic Sea region.

#### SUBMISSION OF PAPERS

Prospective authors are kindly requested to complete the Preliminary Registration Sheet and return it together with a short abstract (max. 200 words) of their papers to the address of the Warsaw University of Technology by 15 February, 1997.

Authors will be notified about the decision of accepting the paper by 28 February, 1997. The full text of papers will be required by 15 April, 1997. Papers will be published and distributed in the seminar.

#### TOPICS

\* Sheet metal forming \* Cutting \* Material formability \* Forging \* CAD/CAM systems \* Theory of plasticity \* Rolling \* Expert systems \* Defects \* Extrusion \* Numerical modeling \* Tool wear \* Wire drawing \* Physical modeling \* Process control



#### SEMINAR ADDRESS

Dr. Krzysztof Chodnikiewicz  
BAMFAC Secretary  
Warsaw University of Technology  
ul. Narbutta 85  
02-524 Warsaw, Poland  
**Tel.** +048 22 49 24 62 (Wednesdays and Fridays),  
+048 22 826 10 51 (the other days)  
**Fax** +048 22 49 97 97  
**E-mail:** kchodnik@wip.pw.edu.pl

## Toimitukselle lähetettyä kirjallisuutta

VIEW FROM THE HELM - MINERAL INDUSTRIES IN TRANSITION TOIM. JOHN E. TILTON, JULKAISIJA MINING JOURNAL BOOKS LTD, LONTOO (1995) 130 S, HINTA £25 (\$US 40.00).

Vuodesta 1982 lähtien Colorado School of Mines on järjestänyt John M. Olin'in säätöön tuella erityisen merkittävien luennoitsijoiden pitämän luentosarjan. *View from the Helm* - Johdon näkemys - koostuu vuoden 1994 seitsemästä esitelmästä. Luen-

noitsijat ovat yleensä toimitusjohtaja- tai varajohtajatasoa kairo- ja metallurgian teollisuuden suuryrityksistä, tällä kertaa Cyprus Amax Minerals-, Placer Dome-, Phelps Dodge Mining-, Ruhrkohle-, Western Mining Corporation-, Nucor Corporation- ja Outokumpu Metals & Resources-yhtiöistä.

Viimemainittua edustaa Heikki Solin 14 sivun mittaisella esitelmällään "Mining Development - a European view". Muiden esitelmien aiheet ovat "Mining in the Twenty-first Century - grappling with cultural upheaval", "Major Challenges for Mining and Mineral Processing at the End of the Twentieth Century - a European view", "The Role of Mining in the Evolving World", "Forces of Change - Finding a middle ground for the mining industry and the environment", "The Nucor Difference", ja "People - world competitors' key asset".

Kirja on siis varsin sisältörikas ja vaikka pari vuotta on vierähtänyt itse tapahtumasta, sisältö tuskin on paljoakaan menettänyt ajankohtaisuudestaan. □ **Martti Sulonen**



# Vuorimiesyhdistys - Bergsmannaföreningen ry:n tutkimuselosteet, kirjat ja julkaisut

## Tutkimuselosteet: sarja A/hinta

- A 9 Rikastamoiden jäteläyden järjestely Suomen eri kaivoksilla, 20,-  
 A 10 Kuilurakenteet 20,-  
 A 20 Rikastamoiden instrumentointi, 20,-  
 A 22 Tulenkestävät keraamiset materiaalit, 20,-  
 A 24 Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus, 20,-  
 A 25 Geofysikaaliset kenttätöyt I - Painovoimamittaukset, 20,-  
 A 27 Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen 45,-  
 A 32 Seulonta, 40,-  
 A 34 Geologisten joukon näytteiden analysointi 50,-  
 A 36 b Pakokaasukomitea - uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset diesel-moottorin saastetuoton vähentämiseksi 50,-  
 A 39 ATK-menetelmien käyttö kallioperäkartoituksissa 25,-  
 A 42 Kaivosten työympäristö 50,-  
 A 47 Murskeen varastointi talviolosuhteissa 0,-  
 A 50 Kaukokartoitus malminetsinnässä 100,-  
 A 52 Suunnattu kairaus 50,-  
 A 53 Kivilajien kairattavuusluokitus 50,-  
 A 54 Nykyaikaiset murskauspiirit 50,-  
 A 55 Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa 50,-  
 A 56 Pölyntorjunta kaivoksissa 50,-  
 A 57 Palontorjunta kaivoksissa 50,-  
 A 58 Paikan ja suunnan määrittäminen geofysikaalisissa tutkimuksissa 50,-  
 A 59 Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar 50,-  
 A 60 Holvautumisen purkumenetelmät 50,-  
 A 61/1 Rakenteisen materiaalin kosteuden mittaus 50,-  
 A 62 Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementti-ohjelmitoista 30,-  
 A 63 Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi 50,-  
 A 64 Suomessa tehdyt kallion jännitystilan mittaukset 50,-  
 A 65 Kiintoaineen ja veden erotus 50,-  
 A 66 Pohjavesikysymys kalliotiloissa 50,-  
 A 67 Crosshole seismic investigation 70,-  
 A 68 Automation of a drying process 70,-  
 A 69 Rakeisen materiaalin jatkuvatoiminen kosteuden mittaus 50,-  
 A 70 Happamien ja intermediaaristen magmakivien kivilajimääritys pääalkuainekoostumuksen perusteella 50,-  
 A 71 Kallion tarkkailumittaukset 50,-  
 A 72 Elementtimenetelmien käyttö kaivostilojen lujuuslaskennassa 50,-  
 A 73 Crosshole seismic method 50,-  
 A 74 Pölynerotus ja ilmansuojelu 70,-  
 A 75 Heikkousvyöhykkeiden geofysikaaliset tutkimusmenetelmät 90,-  
 A 76 Teollisuusmineraaliesiintymien raaku- ja malmityypikartoitus geofysikaalisten menetelmien avulla 50,-  
 A 77 Kaivosten jätevedet, kiinteät jätteet ja ympäristönsuojelu 50,-  
 A 78 Suomen kaivokset ja ympäristönsuojelu 50,-  
 A 79 Kaivosten kiinteiden jätteiden ja jäte-

- vesien käsittely - Ohjeita ja suosituksia 50,-  
 A 80 Hienojen raeluokkien rikastus 100,-  
 A 81 Measurement of Rock Stress in Deep Boreholes 50,-  
 A 82 Avolouhosseinämien puhdistus 70,-  
 A 83 Economical Blasting in Open Pits 50,-  
 A 84 Näytteenotto ja havainnointeiko kaivosteknisten kallio-ominaisuuksien selvittämisessä 50,-  
 A 85 Mineralisaatioiden luokittelu taajuusalueen spektri-IP-mittauksia käyttämällä 10,-  
 A 86 Kalliokaivojen paikantaminen 30,-  
 A 87 Syväähköiset malminetsintämenetelmät 100,-  
 A 88 Suomen nikkelimalmien petrofysikaaliset ominaisuudet 150,-  
 A 89/I Näytteenotto jauheista 70,-  
 A 89/II Näytteenotto jauheista 70,-  
 A 91 Panostuksen mekanisointi ja automatisointi 70,-  
 A 92 Painevalssimurskain - kirjallisuusselvitys 70,-  
 A 93 Kallioperän atmogeokemiallinen tutkimus. Testiprojekti 1898-90, 80,-  
 A 94 Geological waste rock dilution 100,-  
 A 95 Mineralipölyt 80,-  
 A 96 Pohjoismainen datamalliprojekti 80,-  
 A 97 Malmiarvion laatiminen 100,-  
 A 98 Uuden murskaus- ja kuljetusteknologian soveltaminen avolouhintaan 100,-  
 A 99 Termisen infrapunakuvausten käyttömahdollisuudet geologisiin tutkimuksiin Suomessa 100,-  
 A 100 Geologiset ympäristövaikutukset kalliotilojen louhinnassa 80,-  
 A 101 Vuoriteollisuus 2000 - teknologiaohjelma 80,-  
 A 102 Geokemian geofysiikan kompleksitulkinnat 120,-  
 A 103 Kuva-analyysi rikastusmineralogiasa 90,-  
 A 104 Vahvamagneettisen erotuksen soveltaminen suomalaisten metalli- ja teollisuusmineraalimalmien rikastuksessa, Timo Nordman ja Markku Koivisto 70,-

## Koulutus- ja seminaarimonistees, kalliomekaniikan päivien esitelmämonistees sekä muut julkaisut: Sarja B

- B Kalliomekaniikan päivät 1967-78, 1983-84 à 50,-  
 B 12 Kalliomekaniikan sanastoa 10,-  
 B 14 Kaivossanasto 8,-  
 B 16 INSKO 106-73 Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä 45,-  
 B 17 INSKO 49-74 Skänkmetallurgi - Senkkametallurgia 45,-  
 B 18 INSKO 90-74 Investoinnit ja käyttölaskenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa 45,-  
 B 19 INSKO 45-75 Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa 45,-  
 B 23 Laatokan - Perämeren malminvyöhyke 40,-  
 B 25 Raakkulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivostoiminnassa 50,-  
 B 27 Uraaniraaka-ainesymposiumi 50,-  
 B 29 Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja, loppuunmyyty  
 B 30 Teollisuusmineraalisesinaari 50,-  
 B 32 Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämisseminaari 50,-

- B 37 Kaivoskohteiden urakkasopimusjärjestelmä 50,-  
 B 38 Tuotantominalogian seminaari 16.1.1986, 60,-  
 B 39 Maanalaisen louhintatyömaan sähköistys ja automaatio 100,-  
 B 40 Vuorimiesyhdistyksen tutkimuselosteiden kirjoitusohjeet, -  
 B 41 Mineraliteknikan tutkimuksen valtakunnallinen kehittämisselohjelma 1988, 50,-  
 B 42 Malminetsinnän tehtävä ja tarkoituksenmukainen organisointi Suomessa yhteiskunnan ja vuoriteollisuuden kannalta 30,-  
 B 43 Mineralisten raaka-aineiden tarve ja saatavuus Suomessa, loppuunmyyty  
 B 44 Kalliotekniikan tutkimus- ja kehitys-ohjelma 50,-  
 B 45 Kairaus-89 koulutuspäivät, loppuunmyyty  
 B 46 Kalliomekaniikan päivä 89, 80,-  
 B 47 Suomalainen kivi - rakennuskivipäivät Oulussa 26-27.4.90, loppuunmyyty  
 B 48 Kalliomekaniikan päivä 1990, 120,-  
 B 49 Tuotantominalogian seminaari 1990 100,-  
 B 50 Geokemian päivät Oulussa 28-29.11.90, loppuunmyyty  
 B 51 Suomen kalliooperan kehitys ja raaka-ainevarat, Oulu 1-2.10.1992, 100,-  
 B 52 Fragmentointiseminaari 7-8.11.90, 50,-  
 B 53 Malmiarvioseminaari 26.11.92, 100,-  
 B 54 Itä-Suomen kultraesiintymät. Ekskursio-opas 28-29.9.93, 80,-  
 B 55 Kallioteknisen geologian sanasto 50,-  
 B 56 Lapin kerrosintruusiot ja niihin liittyvät malmit. Ekskursio-opas 6-8.9.1994, toim. Jarmo Lahtinen ja Erkki Vanhanen 40,-  
 B 57 Kolmannen Geokemian päivät 6-8.2.1995, toim. Sinikka Roos, Reijo Salminen ja Pekka Nurmi 50,-  
 B 58 Tampereen - Vammalan alueen ekskursio 5-6.10.95, toim. Martti Kokkola ja Raimo Lahtinen 50,-  
 B 59 Geofysiikan X neuvottelupäivät 15-16.11.95, toim. Timo Tervo 70,-  
 B 60 Kalliomekaniikan päivä 15.11.95, toim. Harri Kuula, Reijo Riekkola ja Timo Saarnio 80,-  
 B 61 Ultramafiitit ja niihin liittyvät malmit Pohjois-Karjalassa ja Kainuussa, toim. Anne Voutilainen 70,-  
 B 62 Sovellettu mineralogia kaivos- ja metallurgisessa teollisuudessa, toim. Kari Kojonen ja Jukka Laukkanen 150,-  
 B 63 Malminetsinnän ja kaivostoiminnan tulevaisuus Fennoskandian kilvellä. Laivasymposiumi 11-12.11.96, toim. Anne Voutilainen 70,-  
 Eero Mäkinen mitali (Pronssi) 200,-  
 VMY:n solmio sininen/punainen 150,-

**Vuoriteollisuus-Bergshanterringen-lehden vanhempi numerot myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2,50/numero. Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta kirjallisesti osoitteella: Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y. c/o Outokumpu Oy/M. Parkkinen PL 280, 02101 ESPOO tai telefax 09-4213899**  
**Email: marjatta.parkkinen@outokumpu.fi**





## **Siis mitä eroa on Winnerillä Ja Looserilla? Kas winnerin asiat muuttuvat päivän aikana, looserilla ne muuttuvat yön aikana.**

**SIIS** kävimme tässä mennä kesänä tutustumassa GTK:n tutkimusalue "Geolaan", jonka laituripaikka Jätkäsaareissa on muuten vihjaavasti seuraavana Koffin sukellusveneestä. Aluksen vaikuttavinta kalustoa on tietysti GPS-satelliittipaikannusjärjestelmä, jonka avulla pojat hankkiutuu halutulle paikalle 10 sentin tarkkuudella. Kiinnostavaa sinänsä. Mutta, mutta... Tässä on nyt oltava kieli keskellä suuta. Siis kun naisinsinööri tuon keksii, niin se oitis asentaa aviomiehen nahan alle lähettimen kuin antabusksävelin ja.. No, loputhan tiedetään. Siis ettehän kundit enää voi väittää olleenne ylitöissä puoleenyöhön asti.

**SIIS** kuten lisäksi tiedetään, joutuu jokainen yrityksessä kuikuileva isokin firma kohta hankkimaan itselleen ISO 9000 -sertin. No kenelläkään ei siis ensihätään ole mitää juputtamista, ennenkuin havaitaan, että kas kummaa, systeemin pyörittäminen vaatisi, firman koosta riippuen ja tullakseen kunnolla hoidetuksi, pari kolme uutta toimihenkilövakanssia pelkästään paperisodan pyörittämiseen. Ja tähänhän taas ei kenelläkään ole halu. Karmaiseva totuus paljastuu kuitenkin vasta, kun osoittautuu että systeemi edellyttää säännöllisiä asiakastytyväisyystudkimuksia.

**SIIS** nythän standardin laatija ei ymmärrä mitään perusmetalliteollisuudesta, ei-

hän. Kaivoshan toimittaa rikasteet omille sulatoille, jotka puolestaan lähettää palikat, pulikat ja muun tuotannon johonkin muualle johonkin jatkojalostukseen. Jotain pientä ehkä menee firmasta uloskin. Mutta eihän ne nyt mitään asiakassuhteita ole, eihän? Puhumattakaan, että tässä nyt vielä jotain henki maailman hommia mittailemaan.

**SIIS** Ruotsissa on lehtitietojen mukaan havahduttu siihen, että opiskelijoiden alkoholinkäytöstä on syytä huolestua. Tuoreesta tutkimuksesta käy ilmi, että viina tekee ruotsalaisopiskelijoista mm lihavia ja päihtyneitä. Eipä uskoisi. Mikäli selvitys läheskään on tehty käyttäen meikäläisiä vastaavia menetelmiä, svedut ovat mitä todennäköisimmin panneet em prosessin verifioimiseen vähintään 10 miljoonaa kurnua veronmaksajien rahoja. Asiaa muuten lienee joskus tutkittu joltakin kantilta aikaisemminkin. Silmiimme eräänä päivänä sattuneen, alkoholin vaikutuksia 1600-luvun kansalaisille selvittävän oppaan mukaan mm "Wiina raicastaa hengityksen ja matcaansaattaa hövelin käytöksen". Täytynee jälleen kerran kokeilla Vuorimiespäivillä, josko olisi tuosta apua.

**SIIS** uskokaa tai älkää, mutta alkanut vuosi on Salaurheiluseura Tosikoiden kolmaskymmenes juhluvuosi. Sic transit gloria mundi. Yhdistyksen mukaan juhallisuudet huipentuvat, mon dieu, jälleen kerran Vuorimiespäiville, jossa pyörii yhdistyksen historian roskatynnyreitä pölyttävä, sensuurin hädintuskin läpäissyt videopätkä. Nähtäväksi jää.

**SIIS** miten Finskin charterlento Las Palmasista Helsinkiin eroaa reittilennosta Moskovasta Hesaan? No edellisessä tapauksessa matkustajat taputtaa koneen laskeutuessa, jälkimmäisessä tapauksessa koneen noustessa.○

**JT**



# Uusia jäseniä - nya medlemmar

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

## Kokouksessa 12.12.1996

**Bärs, Klas-Rainer**, TkL, s. 22.11.1964, assistentti, TKK Insinöörigeologian ja geofysiikan lab.

Os: Torrfurstigen 9 bst 52, FIN-02120 ESBO. Jaosto: geo.

**Grind, Kurt-Henrik**, FK, S.

13.11.1959, geologi, Boliden AB.  
Os: Ringen 71 B, S-93631 BOLIDEN, Sverige. Jaosto: geo.

**Kallio, Leena Hannele**, DI, s. 18.3.1968, geofysikko, Astrock Oy Sodankylä  
Os: Jäämerentie 27, FIN-99600 SODANKYLÄ Jaosto: geo.

**Kastell, Jarmo Uolevi**, DI, s. 8.8.1969, vienti-insinööri, Rautaruukki Oy Hämeenlinna  
Os: Katumantie 28 as 23, FIN-13250 HÄMEENLINNA Jaosto: met.

**Koistinen, Mikko Allan**, LL, s. 29.6.1950, vastaava tehtaaneläkäri, Rautaruukki Oy Raahe Steel  
Os: Ruskontie 6 D, FIN-92120 RAAHE Jaosto: met.

## Kokouksessa 29.1.1997

**Heikkinen, Paavo Sakari**, ins. s. 14.1.1956, aluemyyntipäällikkö, rikastusautomaatio, Outokumpu Mintec Oy  
Os: Marmoritie 10 F 24, FIN-00710 HELSINKI Jaosto: rik.

**Heikonen, Mikko Matti**, DI, s. 15.1.1970, tutkija, TKK Materiaalitekniikka  
Os: Piilopolku 3 I 51, FIN-02130 ESPOO Jaosto: met.

**Kaartinen, Harri Pekka**, DI, s. 9.4.1967, ympäristöasiantuntija, Ensto Oy Ab Porvoo  
Os: Porvoonkatu 15 E 125, FIN-00510 HELSINKI Jaosto: met.

**Kattilavaara, Nils S**, s. 9.4.1948, Gruvchef, Nordkals Storgns, Gotland  
Os: Kwilts Väskinde, S-62172 VISBY Jaosto: kai.

**Kotilainen, Heikki Tauno Antero**, TkT, s. 9.9.1942, ylijohtaja, TEKES  
Os: Tuomaantie 13 B, FIN-02180 ESPOO Jaosto: met.

**Kuntsi, Timo Johannes**, DI, s. 21.6.1966, freelance-tiedetoimittaja ja vapaa tutkija, Yleisradio Oy, Helsinki  
Os: Ruutikatu 3 A 7, FIN-02600 ESPOO Jaosto: met.

**Kuronen, Ari Tommi Oskari**, 155,5 ov, s. 9.2.1970, opiskelija, TKK Materiaali- ja kalliotekniikka  
Os: Ylipääntkatu 4 as 12, FIN-95400 TORNIO Jaosto: met.

**Lahtela, Mikko Olavi**, DI, s. 1.10.1959, markkinointipäällikkö, Rautaruukki Oy Raahe Steel  
Os: Pajutie 1, FIN-91100 RAAHE Jaosto: met.

**Lindfors, Jarmo Tapio**, ins. s. 19.8.1953, myyntipäällikkö, Tamfelt Oy Ab Tampere  
Os: Hankotie 2, FIN-36200 Kangasala Jaosto: rik.

**Lybeck, Emma Mari**, 158 ov, s. 1.3.1973, opiskeija, TKK Materiaali- ja kalliotekniikka  
Os: Pitkänkalliontie 5-7 A 10, FIN-02170 ESPOO Jaosto: met.

**Mäkelä, Pasi Tapani**, 160, 5 ov, s. 7.7.1970, opiskelija, TKK  
Os: Jämeräntäival 11 F 140, FIN-02150 ESPOO Jaosto: met.

**Nikula, Katja Maria**, DI, s. 29.5.1972, tutkimusinsinööri, Outokumpu Research Oy  
Os: Koivulantie 16 as 36, FIN-28360 PORI Jaosto: met.

**Nordfors, Rauno Tapani**, ins. s. 20.4.1958, aluemyyntipäällikkö, Tamfelt Oy Ab Tampere  
Os: Nuijatie 19 A, FIN 33710 TAMPERE Jaosto: rik.

**Oksanen, Esa Antero**, ins. s. 7.1.1960, aluemyyntipäällikkö, Tamfelt Oy Ab Tampere  
Os: Ritalankatu 30 G 32, FIN-33400

TAMPERE Jaosto: rik.

**Parviainen, Mari Anneli**, 134 ov, s. 14.1.1974, tekn.yo. TKK  
Os: Ruusulankatu 16 B 37, FIN-00250 HELSINKI jaosto: rik.

**Rautio, Miia Johanna**, DI, s. 21.12.1972, tutkimusinsinööri, Outokumpu Research Oy  
Os: Sackleninkatu 5 A, FIN-28120 PORI Jaosto: met.

**Saastamoinen, Anton Eljas**, 157 ov, s. 17.4. 1970, diplomityöntekijä, Outokumpu Mintec Oy  
Os: Sotkatie 8 A 4, FIN-00200 HELSINKI Jaosto: rik.

**Saxén, Henrik**, TkT, s. 6.11.1959, yliassistentti, dosentti, Åbo Akademi, lämpötekniikan laitos  
Os: Tammukkakuja 1 B 5, FIN-20760 PIISPANRISTI Jaosto: met.

**Selonen, Olavi**, FL, s. 9.6.1959, tutkija, K.H.Renlundin säätiö  
Os: Raskinpolku 8 D 71, FIN-20360 TURKU Jaosto: geo.

**Servo, Matti Kalervo**, ins. s. 26.9.1948, myyntipäällikkö, Tamfelt Oy Ab Tampere  
Os: Saunamäenkatu 1, FIN-33560 TAMPERE Jaosto: rik.

**Söderholm, Christer Ruben**, DI, s. 8.9.1951, markkinointipäällikkö, Aga Oy Ab  
Os: Oy Aga Ab, Karapellontie 2, FIN-02610 ESPOO Jaosto: met.

**Tinnis, Valentin**, DI, s. 20.5.1930, toimitusjohtaja, Ab MIT-ON Oy Espoo  
Os: Metsänvartiantie 1, FIN-02710 ESPOO Jaosto: rik.

**LuK Marjatta Parkkinen** hoitaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenrekisteriä.

Mikäli osoite, tehtävä tai vakansi on muuttunut pyydämme lähettämään muutosilmoituksen kirjallisena siinä muodossa, jossa haluatte sen "Uutta jäsenistä" -palstalle.

### Osoite:

Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y. c/o Outokumpu Oy/M. Parkkinen PL 280, 02101 ESPOO tai telefax 09-4213899

### E-mail:

marjatta.parkkinen@outokumpu.fi





## Vasaran 60-vuotis Jääkausijuhla!

Kaikki vanhat vasaralaiset mukaan

Juhlat vietetään perjantaina 14.3.1997 ko 19.00  
alkaen Suomalaisella Klubilla  
(Kansakoulunkuja 3).

Illalliskortin hinta on alle 250 mk  
sisältäen kolmen ruokalajin illallisen lisäksi  
asiaankuluvat juomat ja  
vauhdikkaat ohjelmanumerot.

Ilmoittautuminen sähköpostilla tai puhelimitse:

Laura Landen: landen@rock.helsinki.fi

Sami Partamies: partamie@.cc.helsinki.fi

Puh. 09: 75557379 (voit jättää viestin  
myös vastaajaan).

**Tervetuloa!**

## Ohjeita tieteellisten artikkelien kirjoittajille

### KÄSIKIRJOITUKSET

joko koneella kirjoitettuna tai disketillä, ASCII Standard-tallennus (paperikopio aina mukaan).

On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuusliitteineen on 4 painosivua.

### PÄÄOTSIKOT JA ALAOTSIKOT

erotetaan toisistaan selkeästi.

### KUVAT JA TAULUKOT

numeroidaan jatkuvasti ja niiden tekstit sekä näiden englanninkieliset käännökset kirjoitetaan erilliselle arkille. Kuvien paikat on merkittävä käsikirjoitukseen.

### KAAVAT JA YHTÄLÖT

on kirjoitettava selvästi ja yksinkertaiseen muotoon. Käytettävä SI-yksiköitä.

**KIRJALLISUUSVIITTEET**  
numeroidaan jatkuvasti //

sulkuihin tekstissä ja esitetaan lopussa seuraavassa muodossa:

1. Järvinen, A.; Vuoriteollisuus-Bergshanteringen, 34 (1976) 35-39.

2. Kirchberg, H., Aufbereitung bergbaulischer Rohstoffe, Bd 1. Verlag Gronau, Jena 1953

Jokaiselle artikkelille on ilmoitettava **ENGLANNINKIELINEN OTSIKKO** sekä laadittava kielellisesti tarkistettu englanninkielinen yhteenveto - **SUMMARY** - pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitusrivää.

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

### Nekrologit

**Nekrologien** pituuden pyydämme rajoittamaan noin 150 sanaan. Valokuva mustavalkoinen tai värikuva.

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen -  
lehden seuraava numero ilmestyy

15.6.1997

Aineisto toimituksella  
(L & B Forstén) viimeistään

15.4.1997.

T&K-aineisto Askon Vesannolle  
Otanimeen.

Kts. sivu 1

## Vapaaehtoiset jäsen- maksut nuorten opiskelijoiden tueksi

Lukuisista kyselyistä johtuen yhdistyksen hallitus ilmoittaa vanhoille, yli 30 vuotta yhdistyksessä olleille jäsenilleen,

että vapaaehtoiset jäsenmaksut käytetään yksinomaan nuorten opiskelijoiden stipendeihin. □

**Matts Gunnar Snellman**  
22.5.1922 - 13.11.1996

Teknologie doktor Matts Gunnar Snellman, avled den 13.11.1996 i sitt hem i Grankulla vid 74 års ålder.

Gunnar Snellman var född 22.5.1922 i Helsingfors och blev student från Svenska privatskolan i Uleåborg 1940. Han avlade lägre rättsexamen vid Helsingfors Universitet 1945 och diplomingeniörsexamen vid tekniska Högskolan år 1948.

Gunnar Snellman hörde till den generation som förtjänstfullt tjänat fosterlandet under både vinterkriget och fortsättningskriget. Han gick in som frivillig redan i vinterkriget som 17-åring och deltog som frontofficer i hela fortsättningskriget. Han befordrades till premiärlöjtnant efter krigets slut.

Sitt egentliga livsverk har Snellman utfört inom Finlands metallindustri. Där kan man särskilja två olika faser nämligen verksamheten inom Oy Vuoksenniska Ab/Ovako Oy Ab 1948-1950 och 1954-1971 samt uppgifterna hos Oy Esab 1972-1986.

Efter avlagd ingenjörsexamen anställdes Gunnar Snellman som kvalitetsingenjör vid Oy Vuoksenniska Ab:s Imatra Järnverk. Han ville dock studera vidare och ansökte om och beviljades år 1950 ett ASLA-stipendium för studier i USA. Han studerade vid Univ. of Pittsburgh och avlade där M.Sc-graden och därefter Dr.Phil. Till hemlandet och Imatra återvände Gunnar Snellman 1953 och tillträdde där posten som stålverkschef. Under sin tid som chef för smältverket höjde han dess årsproduktion med ca 40%. Han påbörjade även i hemlighet försök med syrgasfärs-



ning i el-stålugnarna vilket då var en nyhet. Snellman hade många idéer om ståltillverkningens framtid men tiden var inte ännu mogen för dem alla. En av hans "kungstankar" var att ugnarna bara är smältapparater, stålet skall färdigställas i skänken.

År 1955 utnämndes Gunnar Snellman till överingenjör och chef för valsverken och färdigställningsavdelningen i Imatra vilka avdelningar under hans ledning utvecklades med höjd produktivitet och förbättrad kvalitet som resultat.

Gunnar Snellman utnämndes år 1961 till platschef för Imatra Järnverk. Under hans ledning fortsatte moderniseringen av verket och rationaliseringen av produktionen, bl a installerades Nordens första stränggjutningsanläggning för gjutning av billets, en anläggning som blev en av de första i Europa som kunde sägas fungera tillfredsställande.

Till direktör i Ovako-gruppen med ansvar för företagets R&D utnämndes Gunnar Snellman år 1967. Hans långa och mångsidiga erfarenhet kombinerad med idé-rike-

dom och förmåga att förverkliga sina visioner resulterade bl a i nya produkter av vilka Imatras mikrolegerade borstål för kallstuktningssändamål må nämnas som ett exempel.

Som forskningsdirektör var han en av initiativtagarna till det Nordiska samarbetet inom järn- och stålindustrins forskning, i vilket även högskolor och universitet numera deltar.

Gunnar Snellman inträdde i Oy Esabs tjänst 1972 först som vice verkställande direktör och sedan som verkställande direktör från 1973 till och med 1986. Under hans ledning utvecklades det ledande svetsföretaget i Finland till ett effektivt och lönsamt produktionsbolag. Under 1970-talet byggdes fabriken i Kånala ut, för att dels möjliggöra växande export av elektroder, dels tillverkning av svetstråd för den inhemska marknaden. Under 1980-talet rationaliserades och effektiviserades bolaget, bl a genom att koncentrera hela verksamheten till Kånala. Gunnar Snellman arbetade under sin tid som VD för att i möjligaste mån tillfredsställa den finländska metallindustrins behov av produkter inom svetsbranschen.

Gunnar Snellman hade flere viktiga förtroendeuppdrag och var bl a styrelsemedlem inom Bergsmannaföreningen, Metallindustrins Centralförbund och Föreningen Svenska Dotterbolag i Finland. Även uppgifterna inom Jernkonteret i Stockholm bör särskilt nämnas, framför allt medlemsskapet i tekniska rådet och dess arbetsutskott åren 1968-1972.

Gunnar Snellman var en sällsynt intelligent person med nyskapande ibland överraskande idéer, som han för det mesta även hade förmågan att förverkliga. Han var en stor personlighet, en generös, trogen och pålitlig vän.

**Nils L Gripenberg Krister Relander**



**Rolf Boström**  
11.12.1923-29.7.1996

Rolf Boström är borta. Ett kirurgiskt ingrepp av relativt lindrig karaktär medförde oväntade komplikationer som blev övermäktiga. Rolf Boström var vid sin bortgång 72 år gammal. Han var född i Vasa och blev student från Vasa svenska lyceum. Det pågående fortsättningskriget omöjliggjorde studier och Rolf Boström

gick istället med i kriget som frivillig försommaren 1941. Han var sedan med om hela kriget dels som artillerieldledare, dels som underrättelseofficer. Från denna tid härrörde säkerligen hans livslånga intresse för frivilligt försvarsarbete.

Efter kriget vidtog studierna vid Åbo Akademi, där Rolf Boström 1951 avlade fil.kand.examen i geologi och mineralogi, senare kompletterad med tilläggstentamina i kemi. Hans pro gradu-arbete behandlade porfyrgraniter vid Äva på Brändö, Åland.

Den första delen av hans yrkesliv präglades av prospektering och malmgeologi. Åren 1951-57 arbetade Rolf Boström som geolog vid Oy Prospektor Ab och Oy Malminetsijä Ab för att sedan fortsätta som chefsgeolog och verkställande direktör för sistnämnda bolag åren 1958-1963. Av de tillbuds stående resurserna skapade han en liten men effektiv malmletningsenhet som lokaliserade ett flertal viktiga malmmineralisationer. Utmärkande för Rolf Boström i hans arbete var uthållighet, uppslagsrikedom och en hög beredskap att tillämpa ny teknik och okonventionella metoder.

År 1964 utnämndes Rolf Boström till chefsgeolog vid Pargas Kalk Ab. Han

övergick samtidigt från malmer till industrimineral, av vilka kalkstenen småningom kom att helt dominera hans yrkesverksamma liv. I kalkbolagets geologiska verksamhet införde han från malmletningen viktiga element som uthållighet och målmedvetna regionala satsningar. Det gav också resultat och under Rolf Boströms tid lokaliserades flera nya kalkstensfyndigheter, vilka idag är producerande gruvor.

Rolf Boström innehade ett flertal förtroendeposter inom bl a Geologiska Sällskapet, Bergsmannaföreningen samt Delegationen för geologiska forskningsanstalter. Han var mycket aktiv inom rotaryrörelsen, där han bl a fungerade som president för Pargas Rotaryklubb samt efter pensioneringen som Govenor för Sydvästra Finlands distrikt.

Hans stora fritidsintresse var skärgården och skärgårdsliv och han kom att bli väl förtrogen både med den åboländska och den åländska skärgården.

Rolf Boström kommer att ihågkommas som en mångsidig och uppslagsrik geolog, en positiv och vänfast människa, en gentleman av den gamla stammen.

**Lennart Laurén**



## GEOALAN PALVELUJA

Palvelemme ja suoritamme geoalan tutkimusta kentällä ja ajanmukaisissa laboratorioissamme.

### Geologian tutkimuskeskus

Betonimiehenkuja 4  
02150 ESPOO

Puh. 020 550 20  
Fax. 020 550 12

## PROSESSIJÄRJESTELMIÄ JA -LAITTEITA

### Lietepumput Suodattimet • Syklonit Muut rikastuskoneet



Oy Svedala Ab  
Salmitie 4, 02430 Masala  
Puh. (09) 221 950, fax (09) 2219 5292

## LÄMPÖKÄSITTELYTEKNIKKAA

**SARLIN**  
Furnaces



OY E. SARLIN AB Uunit  
Järvihaantie 10, 01800 KLAUKKALA  
Puhelin: (09) 8789 280 • Telekopio: (09) 8789 2811

## PUMPPUJA



WARMAN INT. SCANDINAVIA OY  
Mariankatu 16 B, 15110 LAHTI  
Puh. 03-7527073 Fax 03-7527103

- Pumput
- Syklonit
- Venttiilit

## POLYURETAANITUOTTEITA

### POLYURETAANITUOTTEET

- TELOJEN, PYÖRIEN JA RULLIEN PINNOITUKSET
- KAAVARIEN TERÄPALAT JA MUUT KULUTUSOSAT
- KÄYTTÖTARKOITUKSEN MUKAISET RAAKA-AINEET

KANTAVUUTTA JA KULUTUSKESTÄVYYTTÄ



**FINN-VALVE OY**

Valimontie 1 / PL 1      puh. (05) 453 4771  
54100 JOUTSENO      fax (05) 453 4100

NEUVONTA • SUUNNITTELU • VALMISTUS

## TUTKIMUSPALVELUT



**OUTOKUMPU RESEARCH**  
GEOANALYYTTINEN LABORATORIO

Mineraali- ja alkuaineanalytiikka  
Materiaali- ja mineraalitutkimukset

PL 74, 83501 OUTOKUMPU puh. 013-5561 fax 013-556610

## TUTKIMUSURAKOINTIA

**SMOY**

SUOMEN MALMI OY

PL 10  
02921 ESPOO

PUH 09-8524 010  
FAX 09-8524 0123

## Vuorinaisten pikkujoulu 12. joulukuuta



Vuorinaisten pikkujoulu vietettiin tänäkin vuonna teatterin ja iltapalan merkeissä. Teatterikappaleeksi oli valittu Laila Hietamiehen "Katariina Suuri" Kansallisteatterin suurella näyttämöllä. Vanhan Katariinan roolissa esiintyi Elli Castrén. Kappale herätti katsojissa erilaisia tunteita ja mielipiteitä.

Iltapala nautittiin entisöidysissä Ravintola Mathildassa, jossa viihdyttiin pitkään hyvässä seurassa. Pikkujouluun osallistui 38 vuorinaista. □ TH

*Vuorinaisia pikkujoulua viettämässä. Vasemmalta: Anna-Liisa Kupias, Marja-Terttu Saksela, Leena Holappa ja Seija Tinnis.*

## Vuorikiipeilyilta 7.10. - vuorikiipeilijä Veikka Gustafsson

Mitä vuorikiipeily on ja millainen on vuorikiipeilijä?

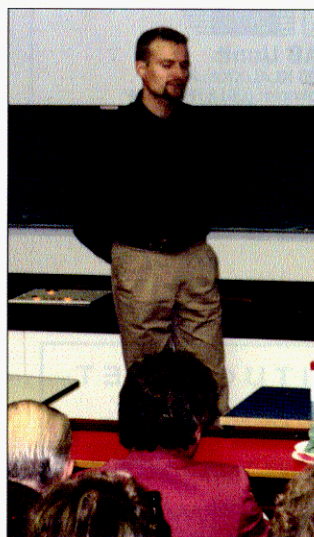
Valaistusta asiaan toi Veikka Gustafsson ja hänen mielenkiintoinen ja mukaansatempaava diaesityksensä. Jo vuoren (K2) juurelle pääseminen osoittautui sellaiseksi seikkailuksi, että kuulijat tuppasivat hengästymään, itse kiipeämisestä puhumatta-kaan.

Maailman korkeimmille vuo-

rille kiipeäminen on leirien rakentamista, vaiheittaista etenemistä ja sopeutumista. Se on myös äärimmäisen tarkkaa ja pitkäjänteisyyttä vaativaa työtä, jossa kuolema ei ole vieras edes voiton hetkellä ja pienikin virhearviointi saattaa olla kohtalokas. Vuorikiipeilyiltaan osallistui ennätysmäärä vuorinaisia avec. □

TH

*Ennätysmäärä yleisöä kuuntelemissa Veikka Gustafssonia.*



*Vuorikiipeilijä Veikka Gustafsson kertomassa vuorinaisille avec jännittävistä hetkistä maailman huipulla.*



## Syvärannan Lottakoti 7. marraskuuta

Sateesta huolimatta tunnelma bussissa oli korkealla, kun vuorinaiset lähtivät tutustumaan keväällä avattuun Tuusulan Rantatiellä sijaitsevaan Syvärannan Lottakotiin. Perillä oli aluksi opastettu kierros Lottamuseossa ja sen jälkeen kahvit kanttiinissa. Perinteisen munkin sijaan syötiin voileipiä.

Lähtiessä vuorinaisilla oli vielä tilaisuus tutustua lottien muonitusnäyttelyyn, joka sijaitsee eri rakennuksessa. Siinä missä opas kartutti nuorempien tietoja lotista, sai hän itsekin uutta tietoa entisiltä lotilta.

Museon suosion salaisuuksia lienevätkin vuorovaikutus ja jatkuva uusituminen. Ne antavat mahdollisuuden puhua ja muistella asioita, joista oli pitkään vaiettava. □ TH

## Vuorinaisten kevään 1997 ohjelmistoa

**Helmikuu**

Vuosikokous

**Maaliskuu**

Vuorimiespäivien seuralaisen lounas ravintola Cotton Clubissa. Ohjelmiana jazzia.

**Toukokuu**

Kevätretki avec.



# VIIME SYKSYN TA- PAHTUMAT

Viime syksy oli geologijaoston tapahtumakalenterissa kiireistä aikaa. Järjestettiin sekä syyssekskursio että laivasymposio. Myös tänä vuonna tapahtumat tulevat painottumaan syksyyn.

## SYYSEKSKURSI

Syyssekskursion teemana oli "Ultramafii- tit ja niihin liittyvät malmit Pohjois-Karjalassa ja Kainuussa". Ekskursio tehtiin 24-25.9. aurinkoisessa syysruskaa aloit- televassa säässä. Mukana oli 39 jaoston jäsentä.

Ekskursiolle lähdettiin varhain aamulla Joensuusta. Ensimmäisen päivän ohjelma oli seuraava: Kyylylahden Cu-Co - aihe Polvijärvellä Lauri Pekkarisen (Outo- kumpu Finnmines Oy) opastuksella, Outokumpu assosiaation kivet Polvijär- ven Horsmanahossa Erkki Kurosen opastuksella sekä viimeisenä Nunna- lahden vuolukivi Juukassa Timo Rossin ja Reijo Vauhkosen (Tulikivi Oy) opastuk- sella. Monet meistä tekivät hyviä ja edul- lisia vuolukiviestoksia.

Auringon laskiessa saavuttiin Hotelli Ka- tinkultaan Sotkamoon, jossa porukka rentoutui keilaamalla ja kylpylän sauna- maailmassa.

Toisen päivän ohjelma oli myös mielen- kiintoinen. Lauri Pekkarinen ja Esa Sand- berg (Outokumpu) esittelivät Talvivaa- ran monimetalliesiintymää ja kertoivat Somuli-projektista. Sen jälkeen tutus- tuttiin Lahnaslammen talkkilouhokseen ja juotiin kahvit louhoksen reunalla. Iltä- päivällä Asko Kontinen (Geologian tutki- muskeskus) kierrätti meitä Jormuan ofioliittikompleksilla. Ekskursion loppua kohti keskustelu vain vilkastui, mutta bussin oli pysyttävä aikataulussa ja suunnattava kohti Kajaania.

Ekskursio-opas on julkaistu VMY:n B- sarjassa No 61, 1996.

## LAIVASYMPOSI

Vuorimiesyhdistyksen geologiajoaston laivasymposio järjestettiin 11- 12.11.1996 Silja Serenadella Helsinki- Tukholma-Helsinki. Teemana oli "Mal- minetsinnän ja kaivostoiminnan tulevai-



Geologijaoston johtokunta kokoontui kesäkuussa Raumalla. Samalla tutustuttiin Olkiluodon ydin- voimalaan. Kuvassa vasemmalta: jaoston varapuheenjohtaja Esko With (Suomen Malmi Oy) Vesa- Jussi Penttilä (Outokumpu Mining Oy), Hituran kaivokselta, oppaamme Sarianna Alhonnmäki- Aalonen (Postiva Oy), jaoston puheenjohtaja Pekka Nurmi (Geologian tutkimuskeskus) sekä oppaam- me C. Karlsson (Teollisuuden Voima Oy). Jaoston sihteeri Anne Voutilainen (Säteilyturvakeskus) oli kameran takana. Jaoston muut jäsenet, Ilkka Tuokko (Finnminerals Oy) ja Risto Pietilä (Outokumpu Mining Oy) eivät olleet paikalla.

suus Fennoskandian kilvellä". Symposiumon osallistui kaikkiaan 64 hen- kilöä Suomesta ja Ruotsista. Esitelmiä pidettiin 12 kpl. Symposium ohjelmassa oli tällä kertaa uutuutena lyhyempien esitysten Open Forum, jossa pidettiin noin 10 minuutin pituisia vapaamuotoi- sia puheenvuoroja tai esitelmiä. Open Forumia seurasi vapaan keskustelun jakso, johon kerättiin ennakkoon ilmoit- tautumislomakkeen mukana ehdotuk- sia keskustelun aiheiksi.

## SYMPOSIOS- SÄ PIDETTIIN SEURAA- VAT ESITELMÄT:

Kalevi Tiihonen, Yritysturvallisuuden Neuvottelukunta, Teollisuuden ja työn- antajain keskusliitto (TT):

"Tutkimus- ja kehitystoiminnan turvalli- suudesta"

Sven-Erik Hjelt, Oulun yliopisto:

"Geoalan koulutus ja perustutkimus uu- sien haasteiden edessä"

Jouni Reino, Outokumpu Base Metals Oy:

"Mikä tekee mineralisaatiosta malmin?"

Heikki Papunen, Turun yliopisto:

"Malminetsinnän geologiset edellytyk- set Fennoskandiassa.

Rolf Jonsson, Boliden AB:

"The Paleoproterozoic Petiknäs volcanic hosted sulphide deposit, Skellefteå field, Sweden"

Esko With, SMOY:

"Kairauksen ym näytteenoton uusinta teknologiaa"

Heikki Soininen, GTK, Aimo Hattula, Kaarlo Mäkelä ja Jussi Aarnisalo, Outo- kumpu Base Metals Oy: "GeoNickel"

Jyrki Parkkinen, GTK:

"3-D structural modelling in deposit eva- luation"

Mikael Nilsson, Terra Mining AB:

"Terra Mining's exploration strategy"

Heikki Nopanen, Outokumpu Base Metals Oy:

"Rikasteiden ja metallien hinnanmuo- dostuksesta ja kaupasta.

Jussi Aarnisalo, Outokumpu Base Metals Oy:

"Hyperspektrininen mineraalikartoitus - tu- levaisuuden työkalu"

Timo Lindborg, Endomines Oy:

"Kaivostoiminnan toimintaympäristön muutoksesta"

## ENNAKKOON TOIVOTTUJA KES- KUSTELUNAIHEITA OLIVAT MM:

\* Suomalaisen malminetsinnän tehot- tomuus - tarua vai totta

\* Tulevaisuuden ratkaisut Lapin alku- peräisväestön ja kaivostoiminnan yh- teensovittamiseksi

\* Mobile ions

\* Vuoriteollisuuden/malminetsinnän edunvalvonta lupaehtojen kiristyessä

\* Riskirahoituksen mahdollisuudet malminetsintään Suomessa

\* Malminetsintää tekevät organisaatiot tulevaisuudessa.

Keskustelu oli vilkasta ja jopa värikästä. Sekä Open Forum että vapaan keskus- telun jakso osoittautuivat onnistuneiksi tapahtumiksi.

Symposiosta laadittiin abstraktikokoel- ma VMY:n sarjaan B, No 63, 1996. Jul- kaisu sisältää tiivistelmät useimmista esitelmistä sekä symposiumin ohjelman. □

# ENSI SYKSYN OHJELMA

## Syyskursio

Geologijaoston toimintaan on kuulunut joka vuosi ekskursiot kiinnostaviin kohteisiin, jotka ovat useimmiten olleet Suomesta tai naapurimaista. Kerran on käyty suuremmalla joukolla Irlannissa. Tänä vuonna on tarkoitus lähteä syyskursiolle *Espanjaan*. Eteläisessä osassa Espanjaa ja Portugalia on Euroopan huomattavin sinkki-lyijymalmaja tuottava vyöhyke, ns *Pyrite-belt*. Alueella on useita maailmanluokan malmiisiintymiä ja useita historiallisia kohteita merkinä jo roomalaisten suorittamasta kaivostoinnasta. Tarkemmat tiedot ekskursiosta tulevat kevään kuluessa. Espanjan ekskursio-ohjelmaa valmistelee mm *Risto Pietilä* Outokumpu Mining Oy:stä.

*Ristoon voi olla yhteydessä puhelimitse 013-556307 tai e-mailin kautta risto.pietila@outokumpu.fi.*

## Geokemian päivät

Vuorimiesyhdistyksen Geologijaosto järjestää yhdessä Geokemian renkaan kanssa *Neljännet Geokemian Päivät 12-13.11.1997 hotelli Rauhalahdessa Kuopiossa*.

Päivien teemana on "Geokemian ja maankamaran kestävä käyttö". Kutsuttujen esitelmien aiheet liikkuvat geokemiallisesta malminetsinnästä ympäristötutkimuksiin ja painottuvat viimeainittujen osalta erityisesti kaivostoinnin ympäristövaikutuksia käsitteleviin aiheisiin.

Tilaisuudessa on mahdollisuus esittää postereina teemaan liittyviä tutkimustuloksia.

Kokouksen jälkeen pidettävällä ekskursiolla tutustutaan Kemiran Siilinjärven kaivokseen ja tuotantolaitoksiin sekä saadaan tietoa, miten ympäristönsuojelu on niiden toiminnassa huomioitu.

Tilaisuuden ohjelma, ilmoittautumiskaavakkeet ja ohjeet posteresityksistä lähetetään myöhemmin keväällä Vuorimiesyhdistyksen geologijaoston jäsenille.

*Tietoja voi kysellä myös Pekka Lestiseltä (1) ja Reijo Salmiselta (2).*

1) *Geologian tutkimuskeskus PL 1237, 70211 Kuopio Puh. 017-0205 5030, fax 0205 5013 E-mail: pekka.lestinen@gsf.fi*

2) *Geologian tutkimuskeskus, PL 96, 02151 Espoo Puh. 09-0205 5020, fax 0205 5012 E-mail: reijo.salmi@gsf.fi*

Tulevista ja menneistä tapahtumista voi tiedustella Geologijaoston sihteeriiltä Anne Voutilaiselta.

*Yhteystiedot:*

*Säteilyturvakeskus, PL 14, 00881 Helsinki Puh. 09-7598 8474, fax 09-7598 8556 E-mail anne.voutilainen@stuk.fi.*

## Kaivos 1997 - seminaari

Kaivostekniikan opetusta Suomessa 50 vuotta. Prof. Kauko Järvinen nimitettiin kaivostekniikan professoriksi Teknillisessä korkeakoulussa 1.1.1947.

**Hanasaari ruotsalais-suomalainen kulttuurikeskus Espoo  
torstai 20.03.1997**

- |       |  |       |  |
|-------|--|-------|--|
| 9.00  | <i>Kahvi</i>   | 14.45 | Poraus- ja lastauskaluston automatisointi, joht. Pentti Kallio, Tamrock Oy                               |
| 9.30  | Seminaarin avaus prof. Raimo Matikainen, TKK   | 15.15 | Panostus- ja ruiskubetonilaitteet ja niiden automatisointi, joht. Jouko Tenhunen, Orion-Yhtymä Oy Normet |
| 9.45  | Kansainvälistyvä kaivosteollisuus, joht. Eero Laatio, Outokumpu Base Metals Oy               | 15.45 | Murskaimet, joht. Olli Aho, Nordberg-Lokomo Oy   |
| 10.15 | Kalliorakentamisen "Fourth wave", joht. Jarmo Roinisto, Rockplan Oy                          | 16.15 | Keskustelua  |
| 10.45 | <i>Tauko</i>   |       |  |
| 11.15 | Kohti uutta kaivoksen toimintamallia, joht. Juha ni Pulkkinen, Outokumpu Chrome Oy           |       |  |
| 11.45 | Kaivostekniikan opetus ja tutkimus TKK:ssa, prof. Raimo Matikainen, TKK                      |       |  |
| 12.15 | <i>Lounas</i>  |       |  |
|       | Professori Kauko Järvinen vuorimiehenä ja ihmisenä, joht. Olli Hermonen, Rautaruukki Oy      |       |  |
| 13.15 | Älykäs kaivos teknologiahanke ja toteutus, TkL Jukka Pukkila TKK/Kalliotekniikan laboratorio |       |  |
| 13.45 | Kaivosprosessin tosiaikainen ohjaus, joht. Esko Alopaeus, Outokumpu Mining Oy                |       |  |
| 14.15 | <i>Kahvi</i>   |       |  |

Osanotto maksuton, korkeintaan 120 henkilöä.

**Ilmoittautumiset 14.3.97 mennessä faxilla (09) 451 2812**

Tiedustelut (09) 451 2803 siht. Seija Miettinen

**Tervetuloa  
Vuorimiesterveisin  
Raimo Matikainen**



# Kaivosjaoston syysretki 1996 Kiirunaan

TEKSTI KARI KOKKONEN,  
KUVAT PAULI SYRJÄNEN

LKAB:n Kiirunan rautamalmikaivos Pohjois-Ruotsissa on nostoltaan Euroopan suurin maanalainen malmikaivos ja samalla maailman suurin maanalainen rautamalmikaivos. Kokonaisnostomäärä on 30 miljoonaa tonnia kiveä, josta 22 miljoonaa tonnia malmin. Malmio on 4 kilometriä pitkä, 60 astetta itään kaatuva massiivinen malmi. Malmion toinen pää on Kiirunan kaupungin ja vierellä olevan järven alla. Yhdessä Malmberg'istä nostetun malmin (10 miljoonaa tonnia) kanssa tuotannon laajuutta voidaan kuvata siten, että kaivoksilta lähtee joka päivä 20 junaa ja 52 autolastillista rikastetta kohti Narvikia tai Luleå'ta. Pitkälle rationalisoitu tuotanto on ollut edellytys suhteellisen vähäarvoisen rautamalmin louhimiseen maanalaisessa kaivoksessa. Miestun-  
tia kohti Kiirunassa louhitaan enemmän malmin kuin monessa keskikokoisessa avolouhoksessa,

Jatkua rationalisointi ja työtapojen kehittäminen ovat myös jatkossa Kiirunan eilinehto. Louhinnan siirtyminen +775 tasolta +1045 tuotantotasolle vuoden 1997 alussa vaativat tehokkuuden edelleen nostamista. Uusia tehokkuutta lisääviä menetelmiä ja niiden edellyttämiä laitteita on nyt testattu vanhalla tuotantotasolla. Vuorimiesyhdistyksen kaivosjaosto kävi 22 jäsenen voimin



Yllä. "Sokeita" avausnousuja porataan myös vesiupporasta käytäen. Menetelmässä pilottireikä porataan esimerkiksi kahdeksan tuuman (reikä 200 mm) WASSARAa käyttäen ja reikä avarretaan haluttuun kokoon ensin avarrusterällä ja toisessa vaiheessa avarrusyksiköllä. Avarrusyksikössä pyritetään pilottireiän kehää pitkin kahta kuuden tuuman WASSARA vesiporakonetta ja näin avarretaan avausnousu haluttuun kokoon.



syysretkellään tutustumassa päivän tilanteeseen Kiirunassa.

Tavoitteena on, että perinteinen poraus- ja lastaustyö muuttuvat prosessiohjatuiksi, sama ammattihenkilö valvoo sekä pitkäreikäporasta että lastausta murskaamon viereen rakennetusta valvomosta käsin. Yhtä mainaria kohden

on jatkossa kolme, jopa enemmänkin lastaus- ja pitkäreikäporauslaitteita. Kauko-ohjattu prosessimainen poraus ja lastaus edellyttävät puolestaan maan alle uusia tiedonsiirtoyhteyksiä. Tässä suhteessa Kiiruna on turvautunut oululaisen yrityksen uuteen COM 2000 kommunikointijärjestelmään. Peräporaus ja panostus suoritetaan eri henkilökunnalla, mutta sitäkin mekanisoidaan.

Radikaalit muutokset vaativat henkilö-

Alla. Lastaukseen on koekäyttöön bankittu uusi kauko-ohjattu TORO 2500 lastauskone, jonka kauban koko on 25 m<sup>3</sup>. Kaivosjaoston matkan aikana kertoi kaivoksen johtaja Rolf Öhrn, että kokeilut ovat siinä vaiheessa, että tieto kahden uuden TORO 2500:n bankinnasta voidaan julkaista.



kunnalta paljon. Muutokseen on valmistauduttu simuloimalla tulevaa tilannetta. Kaivosmiehen toimenkuvaa on muutettu pelkästä yhtä työtä suorittavasta laajemmaksi. Työn kierto on motivoivana tekijänä tätä päivää. Nykyaajan mainari osallistuu työnsä suunnitteluun ja tulosten seurantaan.

Syysretken yhteydessä järjestettiin LKAB:n Kiirunan kaivosta ja sen tuotantomenetelmiä koskeva seminaari. Puhujina olivat Malmivaaran ja Kiirunan kaivoksen johtaja Rolf Öhrnin lisäksi Jan-Olov Nilsson ja Bernt Larsson LKBA:sta, Ingemar Marklund Wassara AB:sta, Tuula Puhakka ja Vesa Kainulainen Tamrock Oy:stä ja Lennart Olofsson Atlas Copco MCT Sverige AB:itä. □

Pitkäreikäporauksessa on menestyksellä kokeiltu Atlas Copcon Simba W469 porauslaitetta, joka poraa kahdella 180 barin vesipainetta käyttävällä WASSARA upporakoneella 20-40 metrin mittaisia 115 mm yläkätisiä louhintareikiä. Hydraulisen upporauksen etuna toiseen käytettyyn menetelmään, päättälyövään putkiporaukseen, verrattuna on hyvä reikäsuuruus ja kuitenkin suuri tunkeutumismenopeus. Ensimmäisellä testilaitteella saavutettiin jo kokeiluajana 300 porametrin vuorokausiteho huipun ollessa 406,3 porametriä.



Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y.

## Metallurgijaoston toimintakertomus vuodelta 1996

### Toiminta

Metallurgijaosto on kokoontunut toimintakauden aikana vuosikokoukseen, kesäretkelle ja syyskokoukseen.

Vuosikokous 22.3.1996 Helsingissä Marina Congress Centerissä. Parhaimmillaan kokouksessa oli paikalla noin 240 osanottajaa

Esitelmät olivat:

Toimitusjohtaja Hannu Savisalo, Savcor Group Ltd Oy:

*"Nuorten hi-tech yritysten kainsainvälistyminen Savcor-ryhmän ja metallurgian näkökulmasta, Savcor Goup's och en metallurgs synvinkel på internationalisering av unga hi-tech företag."*

Toimitusjohtaja Seppo Kreula, Outokumpu Copper Oy:

*"Outokumpu Copper Products - strategia ja tie johtavaksi maailmanlaajuiseksi tekijäksi, Outokumpu Copper Products -strategi och vägen till en globalt ledande roll"*.

Liiketoiminnan kehitysjohtaja Anders Moliis-Mellberg, Fundia AB:

*"Pohjoismainen Fundia panostaa tulevaisuuteen, Nordisk Fundia satsar inför framtiden"*.

Lauantain ekskursiokohde oli Tekniikan museo vuoriteollisuusosasto. Ekskursiolle osallistui 23 henkilöä.

Jaoston kesäretki tehtiin 6.9.1996 kohteena Outokumpu Harjavalta Metals Oy. Retkelle osallistui 54 osanottajaa.

Syyskokous järjestettiin 21.11.1996. Aiheena oli "Tutkimus ja kehitys - avain menestykseen. Mukana oli 86 henkilöä, joista 15 oli jaoston ulkopuolisia. Kokouksessa keskusteltiin alkaen valtakunnallisesta TK-politiikasta aina yksittäisten hankkeiden toteuttamiseen.

Metallurgijaoston jäsenmäärä vuoden 1996 lopussa oli yhteensä 1120, joista uusia on 38 henkilöä.

### Jaoston johtokunta:

*Puheenjohtaja*

TkT Kari Tähtinen, Imatra Steel Oy Ab, Helsinki

*Varapuheenjohtaja*

DI Erkki Ristimäki, Fundia Wire Oy Ab, Lappohja

*Sihteeri*

DI Jari-Jukka Asikainen, Imatra Steel Oy Ab, Imatra

*Jäsenet*

TkT, Jussi Asteljoki, Outokumpu Oy, Espoo

Prof. Lauri Holappa, TKK, Espoo

DI Matti Johansson, JOT-Yhtiöt Oy, Karkkila

DI Pentti Jähi, Viialan Viila Oy, Viiala

DI Arto Mustonen, Fundia Wire Oy, Dalsbruk

DI Erkki Pisilä, Rautaruukki Oy, Raahe Steel, Raahe

Jaoston johtokunta kokoontui toimintavuoden aikana viisi kertaa.

### Koulutustoiminta

Koulutustoiminta on hoidettu Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntijatoimikunnan (Metallurgian VAT) järjestämällä kursseilla, joita toteuttaa POHTO. Pu-

heenjohtajana on ollut TkT Veikko Heikkinen, Rautaruukki Oy.

Vuoden 1996 aikana on järjestetty seuraavat kurssit:

\* Sovellettu mineralogia kaivos- ja metallurgisessa teollisuudessa, POHTO, Oulu, 17.4.1996, 72 osanottajaa.

\* Romun käyttö teräs- ja valimoteollisuudessa, 61 osanottajaa, Imatra, 7-8.11.1996 ja

\* ekskursio Viipuriin 9.11.1996.

### Korkeakoulu yhteistyö

Yhteistyöelimen puheenjohtajana on toiminut professori Lauri Holappa.

### Tiedotus

Jaoston lehteä "Metallurgijaosto tiedottaa" on ilmestynyt kolme numeroa ja syyskokouskutsu numerona 2b.□

*Kari Tähtinen, puheenjohtaja*

*Jari-Jukka Asikainen, sihteeri*

## Metallurgijaoston toimintasuunnitelma vuodelle 1997

Jäsentoiminta hoidetaan yhteisten tilaisuuksien avulla. Nämä ovat vuosikokous esitelmiseen Helsingissä ja kesäretki. Syyskokous järjestetään TKK:n Vuoriteollisuusosaston ja Vuorimieskillan 50-vuotisjuhlavuoden merkeissä. Opiskelevia nuoria jäseniä aktivoidaan jaoston toimintaan.

### Ehdotus johtokunnaksi 1997

*Puheenjohtaja*

DI Erkki Ristimäki, Fundia Wire Oy, Lappohja

*Sihteeri*

DI Arto Mustonen, Fundia Wire Oy, Dalsbruk

*Jäsenet*

Professori Lauri Holappa, TKK, Espoo  
DI Matti Johansson, JOT-Yhtiöt Oy, Karkkila

TkL Salla Sundström, Rautaruukki Oy Raahe Steel, Raahe

DI Pekka Tuokkola, Outokumpu Harjavalta Metals Oy, Pori

TkL Martti Veistaro, Imatra Steel Oy Ab, Imatra

DI Paula Vierros, Huber Testing Oy Ab, Vantaa

### Koulutustoiminta

Täydennyskoulutustarpeita tyydytetään Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntijatoimikunnan (Metallurgian VAT) järjestämällä kursseilla, joita toteut-

taa POHTO. Alustavasti on suunniteltu järjestää seuraavat kurssit: Pintailmiöt metallurgiassa 24-25.4.1997 POHTO, Oulu, ja Metallurgisen teollisuuden kuumennusuunit ja suojakaasutekniikka syksyllä 1997.

### Metallurgian VAT:n kokoonpano:

*Puheenjohtaja*

TkT Veikko Heikkinen, Rautaruukki Oy  
*Jäsenet*

TkL Veikko Alasvuo, Imatra Steel Oy Ab  
DI Kari Helelä, Rautaruukki Oy, Raahe Steel

TkT Heikki Jalkanen, TKK

TkL Antero Järvinen, Fundia Wire Oy Ab  
TkL Raimo Levonmaa, Outokumpu Polarit Oy

DI Hannu Pöntinen, Rauma Oy

TkT Asmo Vartiainen, Outokumpu Research Oy

*Sihteeri*

DI Markus Hietala, Pohto

### Korkeakoulu yhteistyö

Jaoston ja korkeakoulujen välisestä yhteistyöstä huolehtii Metallurgijaoston Korkeakoulu yhteistyöelin.

### Korkeakoulu yhteistyöelimen kokoonpano:

*Puheenjohtaja*

Prof. Lauri Holappa, TKK

*Jäsenet*

TkT Rainer Backman, ÅA

TkT Antti Hynni, TTKK

Prof. Pentti Karjalainen, Oy

TkT Ari Jokilaakso, TKK

TkT Jukka Martikainen, LTKK

### Tiedotus

Metallurgijaoston tiedotus hoidetaan etupäässä Vuoriteollisuus-Bergshanteringen -lehden avulla. Ulkoisen tiedottamisen kohteina ovat alan opiskelijat, oppilaitokset ja teollisuus.□



## Seppo Ilmari Turunen



### Syntynyt

22.7.1943, Kuopio

### Koulutus

1970, Fil.maist., psykologia, Helsingin yliopisto

### Vuosikokousesitelmän referaatti

#### Työkokemus

1966-70 Assistentti, Työterveyslaitos  
1970-74 Psykologi, Työterveyslaitos  
1974-78 Hallintopäällikkö, Oy Ovako  
Ab Imatran Terästehdas  
1978-82 Henkilöstöhallinnon päällikkö,  
Oy Ovako Ab, pääkonttori  
1982-84 Yritysjohdon konsultti,  
Oy Mec-Rastor Ab  
1984-87 Hallintojohtaja, toimitusjohtaja,  
Savonlinnan Oopperajuhlat  
1987-91 Konsulttijohtaja, Mecrastor Oy  
1991--- Henkilöstövoimavarajohtaja,  
Outokumpu Oy, Konsernijohto

#### Harrastukset

Musiikki, golf

## Yrityksen arvot ja ihmiset

80-luvulla alkoi keskustelu yrityskulttuurin ja yrityksen soveltamien arvojen merkityksestä. Moni yritys käynnisti arvoprosessin ja määritteli visionsa ja missionsa. Valitettavasti arvokeskustelu on usein jäänyt vain kauniiksi sanoiksi.

Kokemus osoittaa, että vahva ja yhtenäinen kulttuuri on leimallista menestyneille yrityksille. Heikko kulttuuri ja arvostusten epäyhtenäisyys heikentää menestysennustetta. Menestyneille organisaatioille on ominaista se, että arvo- ja missioprojekteissa on

menty sanoista tekoihin. Arvokeskustelulla on yrityksen tavoitteisiin ja jokapäiväiseen työhön liittyvä sisältö.

Arvojen merkitys on siinä, että organisaatiot ovat ihmisten yhteisöjä ja että arvostukset ovat aina ohjanneet ihmisen käyttäytymistä. Arvostusten varassa tehdään tulkintoja ja johtopäätöksiä ympäröivästä todellisuudesta. Ne ohjaavat ajattelua ja järjenkäyttöä, eikä päinvastoin. Arvot ovat inhimillisten voimavarojen käytölle suunnanantaja. Tästä syystä arvoprosessi kannattaa. □

## Metallurgi- jaoston vuosikokous

Perjantaina 21.3.1997  
kello 14.00  
Marina Congress Center  
Europaea-sali  
Katajanokanlaituri 6 Helsinki

### ESITYSLISTA

1. Kokouksen avaus
2. Kokouksen päätösvaltaisuus
3. Kokouksen järjestäytyminen
4. Toimintakertomus
5. Uusi johtokunta
6. Toimintasuunnitelma
7. Muut asiat
8. Vuosikokousesitelmät
9. Kokouksen päättäminen

## Ove Näsman

### Vuosikokousesitelmän referaatti

## Miten insinööri jaksaa!

Teknisen peruskoulutuksen saaneen vuorimiehen työ on usein enimmäkseen muuta kuin tekniikkaa. Vuorimiehen mahdollinen uupuminen työssään johtuu useimmiten ihmishuone- ja työyhteisötekijöistä. Vuorimies on yleensä esimiesasemassa. Itseen arvostava, henkisesti tasapainossa oleva viisas esimies vaikuttaa koko olemuksellaan paitsi omaan myös monen muun ihmisen hyvinvointiin ja siten koko organisaation menestykseen.

Pärjääminen työelämässä riippuu oleellisesti ihmishuone- ja työyhteisötekijöistä. Joskus vuorimies huomaa olevansa keskellä kaaosta. Mikään ei toimi ja ihmiset organisaatiossa eivät tule toimeen toistensa kanssa. Vaikean ongelman ratkaisu on kuitenkin usein hyvin yksinkertainen.

Teknisen ongelman ratkaisussa tapahtuneen analysointi muodostaa vankan pohjan. Ihmissuhteongelmissa taas analy-

sointi voi johtaa syntipukkien etsimiseen ja lukkiutuneeseen tilanteeseen.

Seuraavat periaatteet voivat olla hyödyksi ihmishuone-ongelmien ratkaisuisissa ja siten auttaa vuorimiestä jaksamaan työssään:

- tehkää lisää sitä, mikä toimii
- jos jokin asia ei toimi, tehkää toisin
- pienet muutokset johtavat suuriin
- miten asia esitetään voi ratkaista koko asian
- tehkää ongelmasta tavoite
- empatiasta on valtava apu
- ottakaa aikaa myös itsellenne
- muutos on välttämättömyys, haluttu muutos on haaste. □

Ove Näsman syntynyt 31.3.1947

Asuinpaikka Taalintehtas

Työ Johtava lääkäri, Fundia Wire Oy Ab

#### Harrastukset

\* Jääkiekkomaajoukkueen lääkäri 1974-83 ja 1987-88 \* Baltic Jazz ry:n puheenjohtaja 1990-93 \* Liikunta (mm lenkkeily, tennis, hiihto, kuntosali, pyöräily) \* Ulkoilu (mm kalastus, metsästys, sienestys, marjastus) \* Lukeminen





# Ekskursio Palavakiven kaivokselle

Vuorimiesyhdistyksen rikastus- ja prosessijaosto järjesti syysekskursion Eettiin palavakiviesiintymälle 16-18.1.1997. Matka tehtiin Silja Linesin laivoilla. Olympiasatamaan kokoonnuttiin torstai-iltana. Hytit jaettiin niin, että tytöt pääsivät omaan hyttiinsä ja seniorit halusivat myös hieman muuttaa hyttijärjestelyjä. Ensimmäisessä vaiheessa suomalaisen tosi turisti, ei porukkaan kuuluva, kaatui Lauri Siiramaan päälle ja hänellä oli todella vaikeuksia nousta ylös. Hänet porukka nimesi metallurgiksi.

Laivamatka sujui mukavasti, kukin haajantuneena omiin porukoihin. Tallinaan saavuttiin perjantai-aamuna. Palavakivestä meitä oli vastassa kolme ihmistä; kaksi viehättävää rouvaa suomenvenäjä ja englant-venäjä -tulkkeina ja teknillinen johtaja Arkadi Petrovitski. Bussimatka Aidu-kaivokselle kesti noin 3 tuntia yhden pysähdyksen kera. Kaivoksella meitä oli vastassa johtaja Väinö Viilup. Siirryimme kaivoksen venäläiseen bussiin ja suuntasimme kulkumme kaivokselle.

Alue on noin 6x4 km. Palavakivi esiintyy yhdeksänä 40 cm:n paksuisena kerroksena ja kokonaislouhinta on 3,3 miljoonaa tonnia vuodessa. Tuotetta saadaan 2,2 milj t/v ja irtomaata joudutaan poistamaan 3 milj m<sup>3</sup>/v. Mineraalivarat ovat 350 miljoonaa tonnia. Eesti on täysin omavarainen energian suhteen. Kiven kuljetus rikastamolle, matkaa noin 5 km, tapahtuu kumipyöräkalustolla. Rikastusme-



netelmä on neljä sink and float-linjaa, joista tullessamme rikastamolle 2 toimi, mutta lähtiessämme vain yksi. Kaivoksella on 780 työntekijää, rikastamolla 100 ja hallinnossa 50. Yhtiö on 100 prosenttisesti valtion omistama, tunnetut länsimaiset yhteistyökumppanit mainittiin, mutta jostain syystä suomalaiset nimet puuttuivat.

Meille tarjottiin kaivoksen ruokalassa lounas. Isännille luovutettiin VMY:n viiri, miehille VMY:n kravattit ja naisille Outo-kumpu Oy:n pipot ja huivit.

Paluumatkalle Tallinaan lähdettiin ilta-päivällä ja laivalla pidettiin kaksi esitelmää. Ylitarkastaja Heikki Vartiainen Kauppa- ja teollisuusministeriöstä esitelmöi aiheesta kaivosrekisteri KTM:n näkökulmasta malminetsintään. Esitelmä oli erittäin mielenkiintoinen ja poiki runsaasti kysymyksiä. Toisen esitelmän piti professori Kari Heiskanen aihe-

*Ryhmäkuva 4 miljoonaa kiloa painavan kaubakuormaan edessä. Kauban tilavuus 35 m<sup>3</sup>*

naan Mineraalitekniikan tutkimusohjelma 1996-1999.

Lauantai-aamuna saavuimme Helsingin satamaan ja mielenkiintoinen ekskursio oli ohi. Kiitos kaikille ekskursiolle osallistuneille. □ **Sihteri**

## Vuorimiesyhdistys, rikastus- ja prosessijaosto

Vuonna 1971 perustetun jaoston tarkoituksena on:

- \* syventää
- \* tehostaa
- \* edistää

jäsentensä ammattitaitoa, ammatillista yhteistoimintaa ja alansa arvostusta.

### Työpaikkajakauma vuonna 1994

- Laitevalmistus & myynti 45%
- Tutkimus & kehitys 21%
- Rikaste- & mineraalituotanto 20%
- Muut (esim. konsultti- ja patenttitoimet, valtion virastot, informaatiopalvelu) 12%
- Nuoret jäsenet 2%

### Jaoston koulutus- ja esitelmätilaisuuksien aiheita:

- \* vedenerotus; uudet sakeutus- ja suodatusmenetelmät
- \* fragmentointi; kiven murskaus ja seulonta
- \* prosessien ohjaus ja mallitus
- \* teollisuusmineraalit; tuotanto ja käyttökohteet
- \* kulutusta kestävä materiaalit
- \* rikastuskemikaalit; valmistus ja käyttö

Ekskursiokohteita:

- \* metalli- ja teollisuusmineraalikaivokset Suomessa, Ruotsissa, Irlannissa ja Kuolasassa
- \* Teollisuusmineraaleja käyttävät, tutkivat, ja soveltavat laitokset Suomessa
- \* Prosessi- ja rikastuslaitteita sekä tarvikkeita valmistavat teollisuuslaitokset Suomessa ja Ruotsissa
- \* Materiaalien uudelleenkäyttölaitokset Suomessa

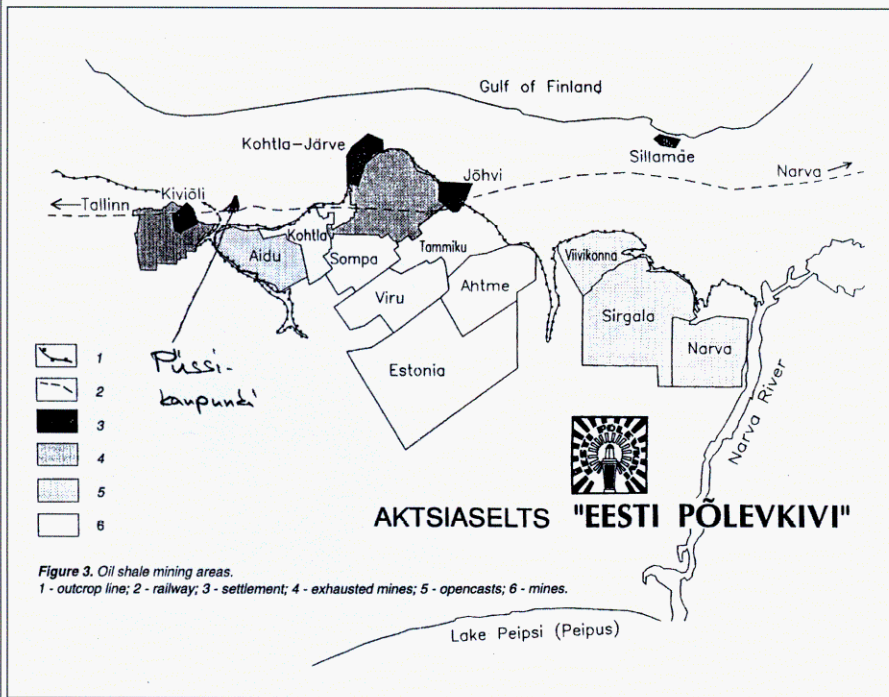


Figure 3. Oil shale mining areas.

1 - outcrop line; 2 - railway; 3 - settlement; 4 - exhausted mines; 5 - opencasts; 6 - mines.