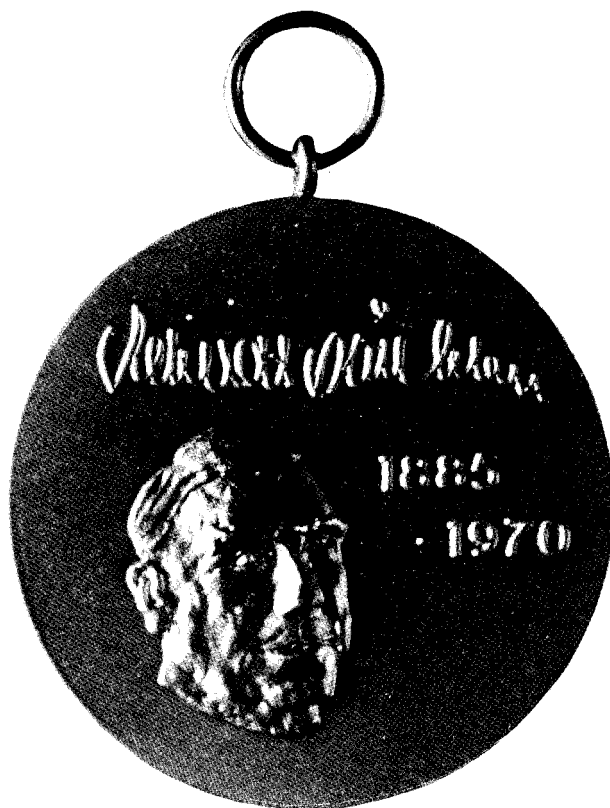


# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1986  
44. vuosikerta

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.



BERNDT GRÖNBLOM-ANSIOMITALI

# HETI PAIKALLA

saat tarvitsemasi alkuaineanalyysit Outokumpu  
Elektroniikan suunnittelemalla ja valmistamalla  
X-MET 840 röntgenfluoresenssianalysointorilla

## Nopea

- Useimmiten ei lainkaan näytteen esikäsittelyä
- Jopa kuuden alkuaineen pitoisuudet samanaikaisesti
- On-line käyttömahdollisuus

## Helposti liikuteltavissa

- Vaivatta kannettava, paino vain n. 9 kg
- Toimii myös omilla akuillaan

## Monikäyttöinen

- Alkuaineet alumiinista uraaniin
- Näyte voi olla kiinteä, jauhemainen tai neste
- Käyttö ei vaadi erikoiskoulutettua henkilöstöä



Tyypillisiä sovellutuksia ovat mm. polttoaineiden ja voiteluöljyjen epäpuhtaudet ja lisäaineet, päällystemateriaalin paksuu-

den ja täyteaineen määrän mittaus esim. paperiteollisuudessa, epäorgaanisten alkuaineiden analyysi suoraan prosessista.

 **outokumpu**  
ELEKTRONIikka

PL 85 02201 ESPOO Puh. 90/4211  
Telefax 90/4212614 Telex 123677 OKEL SF

# LUOTETTAVA TYÖPARI AVOLOUHOKSIIN JA MAANALAIISIIN KAIVOKSIIN

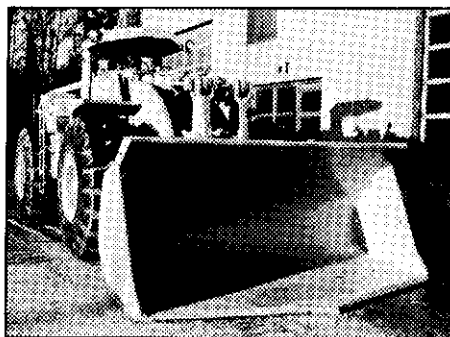


## CATERPILLAR KAIVOSKUORMAAJA & KAIVOSDUMPPERI

Valitse alla olevista Sinun tarkoitukseesi parhaiten soveltuva työpari:

### Dumpperi

CAT D25C (22,7 t)  
CAT D250B (22,7 t)  
CAT D35C (32 t)  
CAT D350C (32 t)  
CAT D400 (36 t)  
CAT D44 (40 t)  
CAT D550 (50 t)



### Kuormaja

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

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

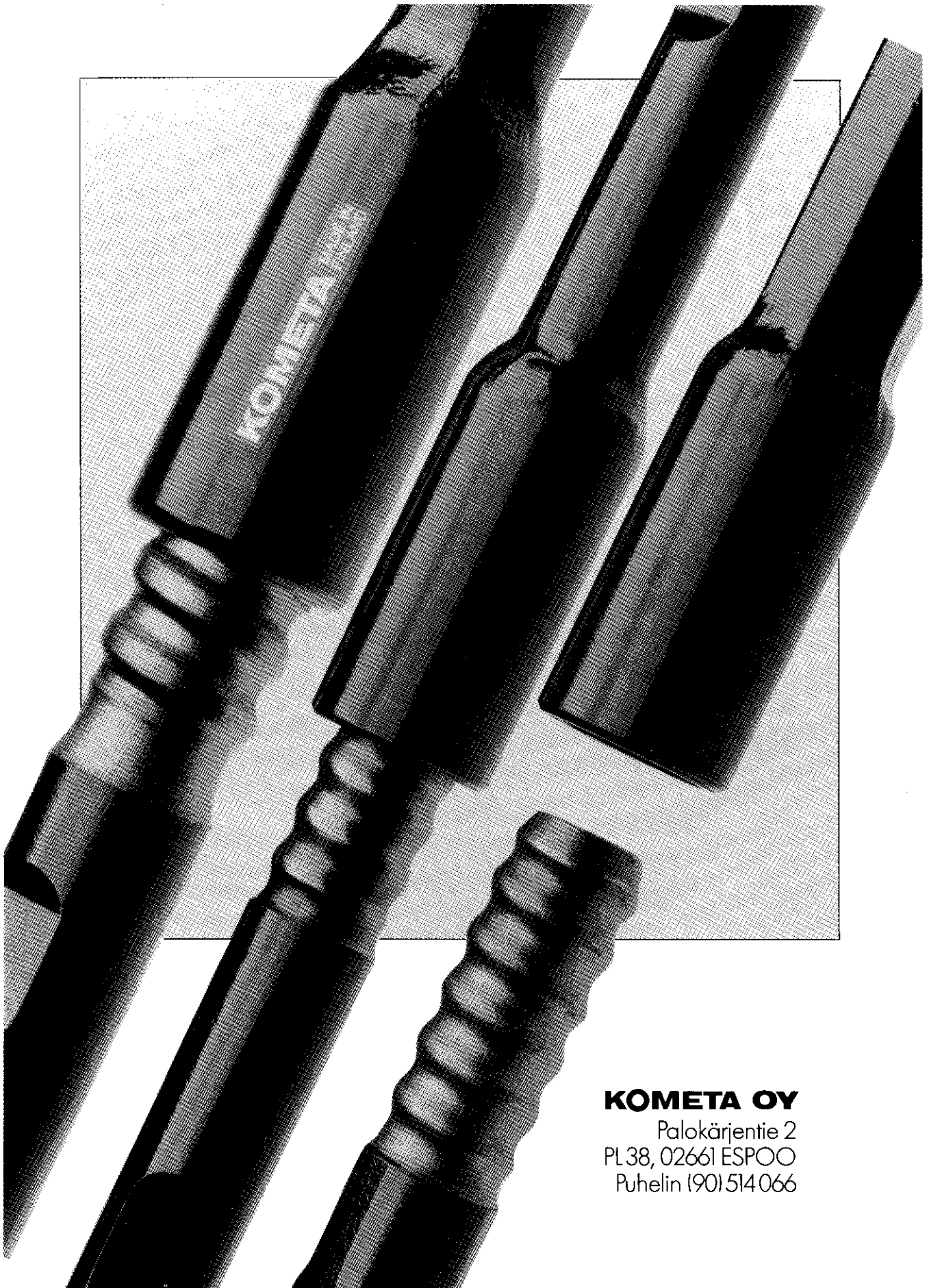
Ota yhteys! Soita 90-826 311



Caterpillar, Cat ja  ovat Caterpillar Tractor Co:n tavaramerkkejä



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



**KOMETA OY**  
Palokärjentie 2  
PL 38, 02661 ESPOO  
Puhelin (90) 514 066

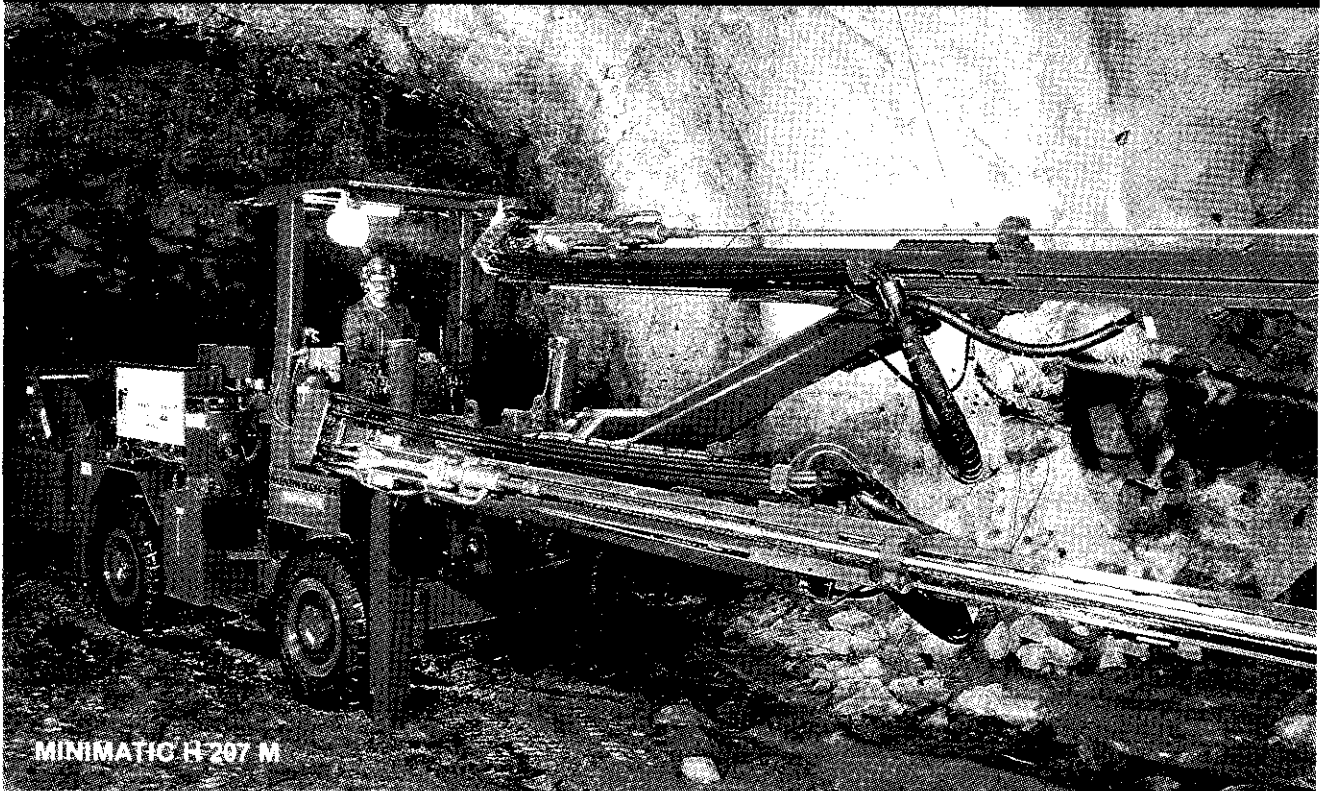


# KALLION PORAUKSEEN



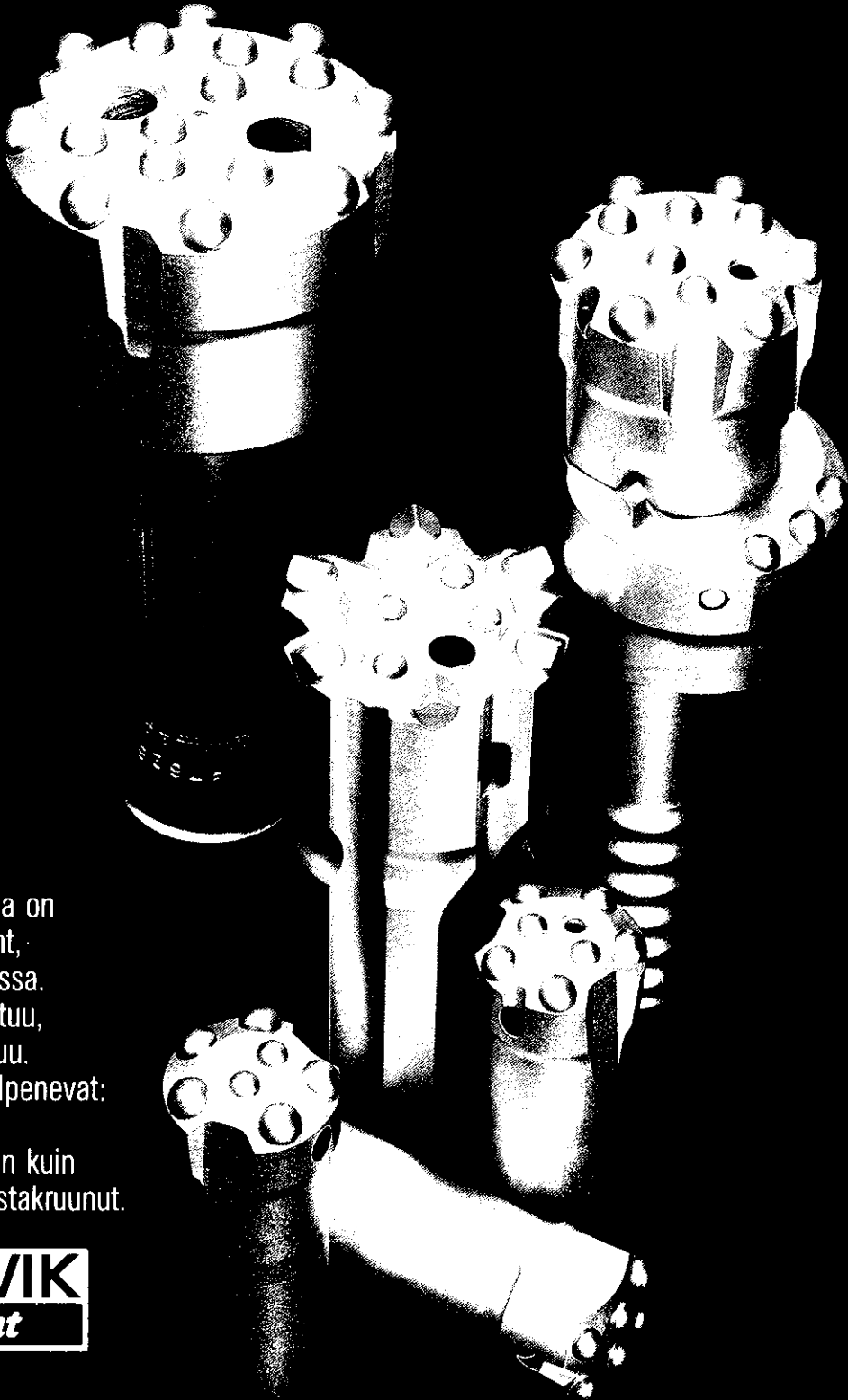
# TAMROCK

33310 TAMPERE 31 PUH. 931-431 411



MINIMATIG H-207 M

# ONKO PORAKALUSTONNE TERÄKUNNOSSA?



Kun porakruununa on Sandvik Coromant, asiat ovat kunnossa. Poraustyö nopeutuu, keventyy, tehostuu. Ja parametrit halpenevat: Coromant kestää selvästi paremmin kuin tavanomaiset nastakruunut.

**SANDVIK**  
*Coromant*

Soita! Saat tarkat tiedot  
Sinulle parhaiten soveltuvasta  
porakalustosta.

**TALLBERG**  
ATLAS COPCO

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

# Vuoriteollisuuden suurhankkija

## Asiantuntemusta

Vuoriteollisuuden tuntemus pohjautuu Algolissa vuosikymmenien perinteisiin. Pitkään kokemukseen yhdistyy tuore tekninen tieto kansainväliset yhteytemme tuovat meille alan uusimmat saavutukset maailmalta. Kaikki tämä koituu hyodyksenne.

Edustamme tehtaita, joiden tuotteisiin on totuttu luottamaan Suomessa ja Suomen ulkopuolella: Lurgi, Mannesmann Demag, Didier, esimerkiksi. Mukaan niveltyy oman Herttoniemen konepajamme nosturituotanto, suomalaisella ammattitaidolla.

Osoittakaa ongelmanne meille, kun se liittyy vuoriteollisuuden, metallurgian tai prosessiteknikan alueille. Miellessanne voi olla yksittäinen laitetarve, laajan projektin suunnittelu tai kysymys, johon haluatte vastauksen. Olemme palveluksessanne.



# ALGOL

Eteläranta 8 • PL 170, 00131 Helsinki 13  
Puhelin (90) 12581 • Telex 121430 algol sf

## Tuotevalikoimaa

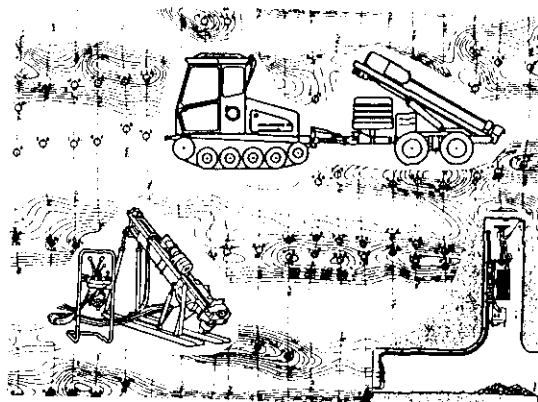
Algol ja vuoriteollisuus, metallurgia, prosessiteknikka. Tuotteissa on valinnanvaraa:

- kaivoshissit
- hihnakuljettimet
- nosturit
- koneistot pasutukseen
- koneistot malmien sintraukseen
- koneistot sintterin jäädyttämiseen
- tyhjiokuivausrummut
- uraanimalmin käsittelykoneistot
- tulenkestävät keraamiset aineet uunien vuoraukseen
- sähkösuodattimet



# KUN TARVITSET

- syväkairausta ja iskuporausta
- geofysiikan mittauksia
- geologista konsultointia
- alimak- ja pitkäreikänousuja
- louhintaporausta



# ME TEEMME

\*  MYLLYKOSKI OY

Tutkimuspalvelu ja erikoislouhinta  
73670 LUJKONLAHTI  
puh. (971) 671 701  
telex 42-169 mylui sf



# NONEL<sup>®</sup> UNIDET

# NONEL<sup>®</sup> GT

MAAHANTUOJA:

**OY FORCIT AB**



Nitro Nobel Ab:n Ruotsissa rekisteröimä tuote

VALMISTAJA:

**Nitro Nobel**

17116 02900 \*nitro-G&T 25100

## KEMIITTI -käyttöpaikalla valmistuva nestemäinen räjähdysaine

Kemiitti on suurehkoihin louhintakohteisiin soveltuva, valmistukseltaan ja käytöltään turvallinen louhintaräjähdyksine. Lopullisesti se muodostuu räjähdysaineeksi vasta poranreissä. Jatkuvatoiminen sekoittaa/pumpata -menetelmä mahdollistaa räjähdysaineseoksen muunneltavuuden räjäytyskohteen vaatimalla tavalla.



**KEMIRA OY**  
VIHTAVUOREN TEHTAAT

## Lohja taitaa mineraalien jalostuksen

*Kalkkikivi*

*Dolomiitti*

*Kvartsi*

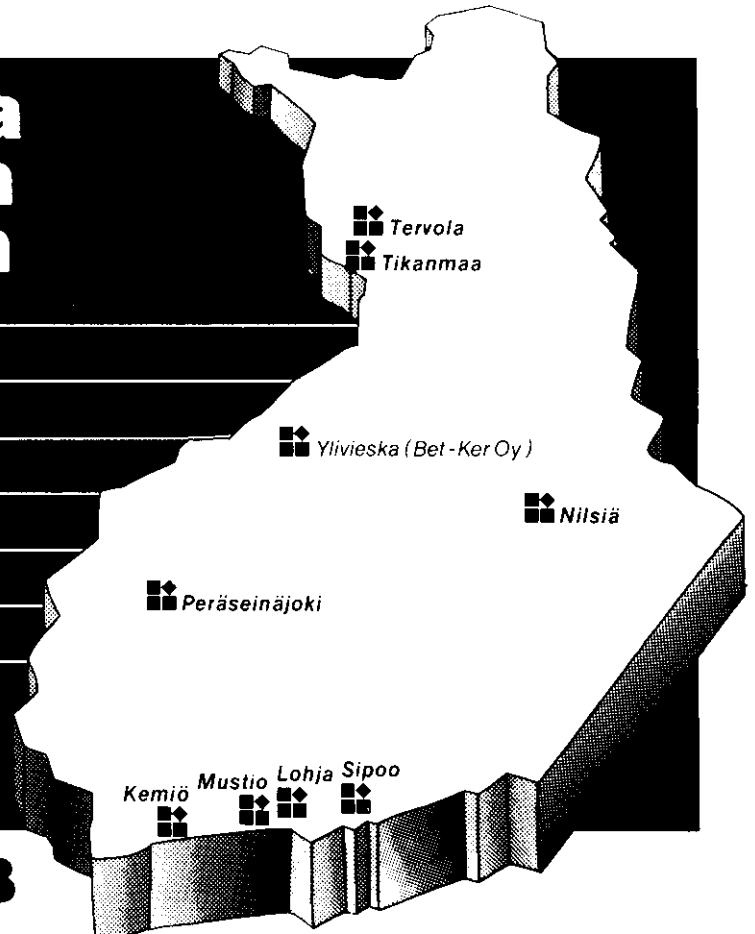
*Maasälpä*

*Liusesirote*

*Tulenkestävät massat*



**OY LOHJA AB**





From left to right Mr. Pertti Koivistoinen and Mr. Seppo Lähteenmäki, Outokumpu and Paul Nikku, Trelleborg.

## "Sweating it out in the famous sauna of Pyhäsalmi Mine, Trelleborg got the idea how to increase the life of a mill lining by 25%."

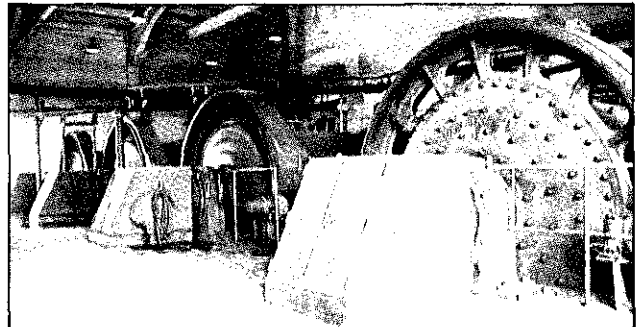
The Pyhäsalmi Mine of the Outokumpu Company, Finland is producing copper, zinc, baryte and pyrite concentrates. The Pyhäsalmi concentrator is well known for its high level computer operated process control.

"The ore is ground in three stages", says Mr Pertti Koivistoinen, Mill Superintendent, "i.e. one primary lump mill, two secondary pebble mills and one tertiary pebble mill. All our mills are rubber lined as we have found rubber more favourable than steel. But naturally we wanted our linings to last longer still, especially in the heavy-duty lump mill, grinding lumps of 80-300 mm size. I want to point out the super abrasive character of the Pyhäsalmi ore which contains lots of pyrite and quartzite.

We got in contact with Trelleborg who had so far not done any mill lining jobs for us but they were very eager to get the opportunity."

We did our homework, came over and studied the case together with the Outokumpu people on site. We then came up with the idea of a new lining design - inofficially we must admit that the Pyhäsalmi sauna can do a lot of good to your creativity.

The new design was of course thoroughly checked in our CAD equipment in Trelleborg. And it works.



Today the new lining design has shown a nice increase in lifetime of the lining compared with the old linings. This means a lot when it comes to reducing downtime and maintenance costs. So it could be very favourable to invite Trelleborg over when you have got wear problems in your grinding process. Because this is the way we work - not merely as suppliers of hardware but as engineering and consultant advisors to the mineral processing industry. Specialized in solving industrial problems related to wear.

**TRELLEBORG**   
Trellex Products

**Australia:** Trelleborg BTR Pty Ltd, AUBURN, Tel 02-647 28 22 • **Austria:** Trelleborg Gummi GmbH, WIEN, Tel 0222-83 65 08 • **Belgium:** Trelleborg S.A.-N.V., BRUXELLES, Tel 02-735 81 97 • **Canada:** Trelleborg Ltd, MARKHAM, Ontario, Tel 0416-475 50 00 • **Denmark:** Trelleborg Gummi A/S, HELSINGØR, Tel 02-21 10 11 • **Finland:** OY Trelleborg AB, HELSINKI, Tel 90-692 65 00 • **France:** Trelleborg SA, AULNAY-SOUS-BOIS, Tel 01-866 22 91 • **Iran:** Trelleborg Iran Co, TEHERAN, Tel 083-44 71 • **Italy:** Trelleborg S.r.l., TORINO, Tel 011-220 16 66 • **Mexico:** Trelleborg SA de CV, MEXICO D.F., Tel 05-395 4515 • **Netherlands:** Trelleborg Rubber (Nederland) B.V., VLAARDINGEN, Tel 010-434 55 66 • **Norway:** Trelleborg Atlas A/S, OSLO, Tel 02-32 20 90 • **Spain:** Trelleborg SA, MADRID, Tel 0455-16 11 • **Sweden:** Trelleborg AB, TRELLEBORG, Tel 0410-510 00 • **UK:** Trelleborg Ltd, RUGBY, Warwickshire, Tel 0788-627 11 • **USA:** Trelleborg Inc, SOLON, Ohio, Tel 0216-248 86 00 • **West Germany:** Trelleborg GmbH, WASBEK/Neumünster, Tel 04321-606-0

# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1986  
44. vuosikerta

Julkaisija, utgivare:  
VUORIMIESTYHDISTYS –  
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.

Publisher:  
THE FINNISH ASSOCIATION OF MINING AND  
METALLURGICAL ENGINEERS

VUORITEOLLISUUS – BERGSHANTERINGEN:

Päätoimittaja — Editor-in-  
Chief:

Prof. Martti Sulonen 90-4554 122  
Teknillinen korkeakoulu  
Vuoriteollisuusosasto  
02150 Espoo

Toimittaja — Editor:

Dos. Heikki Laapas 90-4554 122  
Teknillinen korkeakoulu  
Vuoriteollisuusosasto  
02150 Espoo

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

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

Toimitusneuvosto — Editorial  
Board:

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

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

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

FM Marjatta Virkkunen 90-4693 387  
Geologian tutkimuskeskus  
02150 Espoo

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

Ilmoitushinnat vuodelle 1986

Kansisivut 3.500,—, muut sivut 2.970,—

1/2 s. 2.000,—, 1/4 s. 1.240,—, lisäväri 1.080,—

Vuosikerta 60,—, ulkomaille 80,—

Irtonumero 30,—, ulkomaille 40,—

## SISÄLTÖ ■ INNEHÅLL

<b>Kalevi Kauranne:</b> Geologinen tutkimus ja malminetsintä maassamme eilen, tänään ja huomenna	9
<b>Esko Alopaeus, Leo Grundström, Rauno Pitkänen, Markku Virtanen:</b> Outokumpu Oy:n Enonkosken kaivos	16
<b>Ari Simonén:</b> Pitkäreikäporauksen suuntatarkkuus	24
<b>Yrjö Huhtamäki:</b> Euroopan suurin maanalainen räjäytys	28
<b>Pekka Salminen:</b> Porattavuusmääritykset ja niistä saatava käytännön hyöty	31
<b>Aimo Hattula:</b> Uutta teknologiaa maasto- ja kaivosmittausten tiedonkäsittelyssä	35
<b>Tatu Koivuniemi, Mauri Palmu, Aarne Pöysti:</b> Kokemuksia vanhan kuumavalssainlaitteiston hankinnasta ja modernisoinnista Outokumpu Oy:n Porin tehtailla vuosina 1981-1982	40
<b>Kari Heiskanen:</b> Mineraaliraaka-aineet ja niiden tutkimus Pohjoiskalotti-projekti 1980-1986	43
Berndt Grönbloom — ansiomitalin jako 21.3.1986	46
Eero Mäkinen — ansiomitalin jako 21.3.1986	47
Kansainvälinen kongressi	47
In memoriam	48
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y. Toimintakertomus	50
Uusia jäseniä — Nya medlemmar	54
Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna	54
Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina	56
Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1985	58



**Kansikuva:** Berndt Grönbloom-ansiomitali.  
**Cover:** Medal of Berndt Grönbloom.



**VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS**  
**21.3.1986**

DI Väinö Juntunen 912-4 511  
 puheenjohtaja  
 Oy Lohja Ab  
 08700 VIRKKALA

DI, KTK Pertti Voutilainen 90-4031  
 varapuheenjohtaja  
 Outokumpu Oy  
 PL 280  
 00101 HELSINKI

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

TkL Antero Järvinen 911-43 100  
 Ovako Oy Ab  
 Koverhar  
 10820 LAPPOHJA

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

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

Prof. Kaj Lilius 90-4554 122  
 Teknillinen korkeakoulu  
 Vuoriteollisuusosasto  
 02150 ESPOO

DI Antti Mikkonen 971-421 144  
 Kemira Oy  
 Siilinjärven kaivos  
 71800 SIILINJÄRVI

DI Asko Ojanen 968-281580  
 Outokumpu Oy  
 Kokkolan tehtaat  
 PL 26  
 67101 KOKKOLA

DI Urpo J Salo 90-1601  
 Kauppa- ja teollisuusministeriö  
 Kluuvikatu 3A  
 00100 HELSINKI

Prof. Jouko Talvitie 90-46931  
 Geologian tutkimuskeskus  
 02150 ESPOO

**Yhdistyksen sihteeri:**  
 I DI Heikki Savolainen 912-4 511  
 Oy Lohja Ab  
 08700 VIRKKALA

II DI Erkki Pimiä 90-4 211  
 Outokumpu Oy  
 PL 27  
 02201 ESPOO

**Yhdistyksen rahastonhoitaja:**  
 DI Kalle Vaajoensuu 973-561  
 Outokumpu Oy  
 Kaivosteknillinen ryhmä  
 83500 OUTOKUMPU

**Geologijasto**  
 FT Markku Mäkelä, pj. 968-281580  
 Outokumpu Oy  
 Kokkolan tehtaat  
 PL 26  
 67101 KOKKOLA

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

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

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

**Metallurgijaosto**  
 TkT Juho Mäkinen, pj. 939-741500  
 Outokumpu Oy  
 29200 HARJAVALTA

TkL Raimo Levonmaa, siht. 939-26 111  
 Outokumpu Oy  
 PL 60  
 28101 PORI

**Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto**  
 TkL Hans Allenius, pj. 90-46911  
 Ekono Oy  
 PL 27  
 00131 HELSINKI

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

**Tutkimusvaltuuskunta**  
 DI Antti Mikkonen, pj. 971-421 144  
 Kemira Oy  
 Siilinjärven kaivos  
 71800 SIILINJÄRVI

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

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

Rikastusteknillinen toimikunta:  
 TkL Hans Allenius 90-46911  
 Ekono Oy  
 Tekniikantie 4  
 02150 ESPOO

Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien  
 sihteeri:  
 DI Alf Westerlund 90-4554 122  
 Teknillinen Korkeakoulu  
 Vuoriteollisuusosasto  
 02150 ESPOO

DI Kalle Vaajoensuu hoitaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenkortistoa. Mikäli osoite, tehtävät tai vakanssi on muuttunut, pyydämme lähettämään muutosisloituksen mieluummin kirjallisena siinä muodossa, jossa haluatte sen "Uutta jäsenistä" palstalle. Os.: Outokumpu Oy, KTR, 83500 Outokumpu, puh. 973-561.

DI Kalle Vaajoensuu sköter om Bergsmannaföreningens medlemsregister. Om er adress, arbetsupp-gifter eller tjänst har ändrats, anhåller vi om änd-ringsanmälan, helst skriftligt, till "Nytt om med-lemmarna" spalten.

Adr.: Outokumpu Oy, KTR, 83500 Outokumpu, tel. 973-561.

# Geologinen tutkimus ja malminetsintä maassamme eilen, tänään ja huomenna

Ylijohtaja, professori Kalevi Kauranne, Geologian tutkimuskeskus, Otaniemi

## MALMINETSINNÄN ALKUVAIHEET

Maamme geologisten luonnonvarojen käyttö alkoi ensimmäisten ihmisten saapuessa Suomeen. Askolan kvartsilouhoksella valmistettiin nuolenkärkiä, kirveitä ja kaapimia jo noin 9 500 vuotta sitten. Jo lähes ensimmäisiin saviruukkuihimme sekoitettiin asbestikuitua Pohjois-Karjalassa 6 000 vuotta sitten. Pronssin raaka-aineita ei maassamme tunnettu ja ensimmäiset rautaesineetkin olivat tuontitavaraa. Kuitenkin jo noin 500 v. e.Kr. osattiin kyläpajoissa valmistaa järvimalmista rautaa, Porvoon Bölen haudoista on löytynyt sekä suomalmia että rautakuonaa. Dominikaanimunkit polttivat savitiiliä Turun kirkkoa ja linnaa varten jo AD 1286. Kustaa Vaasan hallituskaudella kannustettiin kansaa malminetsintään hopeapikarein ja verohelpotuksin.

1542 alkoi Erik Fleming louhia Ojamolta rautaa mm. Mus-tion masuunille. Vuoden 1618 koko tuotanto oli 40 tonnia. Kuningas Kustaa II Adolf perusti Vuorikollegion (1630) huolehtimaan kaivostoiminnasta ja raudantuotannosta sekä malminetsinnästä. Ruotsi-Suomi oli nousemassa suurvalaksi ja tarvitsi metalleja niin sodan kuin rauhankin tarpessiin.

## AMMATTIMAINEN MALMINETSINTÄ

Vuonna 1609 palkattiin ensimmäinen ”valtioneologi” Didrik Hansson Borg. Ensimmäiseksi vuorimestariksi Suomeen nimettiin ”hyvämaineinen asessori Turusta”, Henrik Martins-son Teit 1638. Vuonna 1640 perustettiin Turun Akatemia, jonka kemian professorit huolehtivat geologian opetuksesta. Jo ennen tätä oli Sigfrid Aronus Forsius (1550–1624) kirjoittanut oppikirjansa ”Minerographia”, mikä tosin painettiin Tukholmassa vasta 1643.

1600-luvulla toimi maassamme parhaimmillaan 8 masuunia ja 15 rautatehdasta vuosituotannon ollessa 1000 tonnia. Isoviha tuhosi kaiken, mutta jälleenrakennus 1700-luvun puolivälissä nosti tuotannon uuteen kukoistukseen. Valtion malminetsijä Jakob Forsskål kirjoitti 1736 malminetsintäoppaan. Daniel Tilas kehitti lohkarie-etsintämenetelmän (1743), jonka prof. Pehr Kalm vei Pohjois-Amerikkaan. Tilas kierteli myös maamme pitäjissä ja antoi ennen paikkakunnalle tuloaan kuu-luttaa kirkkoissa, milloin tulee tarkastamaan mahdollisesti löytyneet malmikivet. Kemian ja geologian professori Pehr Gad-din oppilaat tekivät väitöskirjoja malmien jalostamisesta.

Haverin rauta- ja Orijärven kuparimalmit löytyivät, jälkimäinen 1757 ja sitä louhittiin aina vuoteen 1956 asti. Muita kaivoksia olivat Sillböle, Stansvik ja Hämeenkylä (Helsinki) sekä Heinäsuo (Kisko).

Seuraavalle vuosisadalle siirryttäessä oli Akatemian kemian professorina Johan Gadolin, mineralogi, joka löysi uusia mineraaleja ja uusia alkuaineita. Ensimmäinen kenraalikuvernöörimme Fabian Steinheil pyrki tekemään maamme Ruotsin raaka-aineista riippumattomaksi. Häntä avusti Vuorihallituksen yli-intendentti Nils G. Nordenskiöld.

Kaivostuotanto nousi niin, että 1817–1884 oli toiminnassa 55 kaivosta ja niistä louhittiin paitsi rautaa myös kuparia, lyijyä, hopeaa ja kultamalmia. Tähän johti ennakkoluuloton yritteliäisyys ja malminetsinnän tehostaminen. Kaivosvouti Carl Brehmer julkaisi 1824–25 kaksiosaisen kirjansa silloin tunnetuista malmeista. Senaatti samoin kuin eräät ruukinpatruunat ryhtyivät maksamaan 25–500 hopearuuplan suuruisia palkkioita ”puhtaista” malmilöydöistä. Varsinaisen hakuteoksen malminetsijöille aikaansai kuitenkin vuorikonduktööri Henrik Holmberg (1858) kerätessään kaikki siihen mennessä löydettyjä malmiaiheita koskevat tiedot yksien kansien väliin.

## MALMINETSINNÄN TARVITSEMAN TAUSTATIEDON HANKINTA

Nordenskiöld ryhtyi voimakkaasti ajamaan systemaattisen geologisen kartoituksen aloittamista. 1865 aloitettiin geologisen kartoitus mittakaavassa 1:50 000. Kartoitusapuna oli 15 teknillisen reaalikoulun oppilasta ja myös ahkeraksi mainittu maisteri Karl A. Moberg sekä käyttövaroja 13 469 markkaa.

Ranskassa kehitelty teoria jääkaudesta alkoi vuosisadan puolivälissä vallata alaa. Adolf Moberg, yliopiston fysiikan professori, oli ensimmäisiä, joka esitelmöi ja kirjoitti jääkaudesta ja sen vaikutuksista.

Kemistä 1837 löytynyt kulturalohkare aikaansai laajat yli koko pohjoisen Suomen ulottuneet etsintätyöt. Kultaa löytyikin Kuusamon Apajalahdesta 1860 ja Tenjoelta 1867. Kultaryntäys Ivalojoelle kuitenkin alkoi kahden amatöörin 1869 Portti-koskelta tapaamasta rikkaasta alluviaalikultaesiintymästä.

Porkosen-Pahtavaaran esiintymä löytyi 1860-luvun alussa. Pitkärannassa ja Orijärvellä kokeiltiin uutta magnetometriä ja

sen antamien vihjeiden perusteella uutta timanttikairausta sillä seurauksella, että syvemmältä löytyi lisää malmia. Laajempi malminetsintä kuitenkin kärsi edelleen paitsi malmigeneettisen taustatiedon myös kallioperän alueellisen tuntemuksen puutteesta. Aloitteita asian tilan parantamiseksi teki mm. Suomalainen Tiedeseura.

## **GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUKSEN ALKU**

Vuonna 1877 hyväksyi senaatti Suomen Geologillisen Toimintuskunnan ohjesäännön, jonka mukaan seuraavat 10 vuotta piti maan geologista kartoitusta tehdä 15 000 markan vuosibudjetilla mittakaavassa 1:200 000. Työtä tehtiin ahkerasti Karl Mobergin johdolla. Helmikuussa 1885 päätti senaatti kannattaa valtiopäiväin ehdotusta, että geologista tutkimusta olisi jatkettava suuremmalla voimalla Teollisuushallituksen alaisessa Geologisessa Komisionissa. Komisionilla tuli, 21.5.1885 annetun Keisarillisen Majesteetin Armollisen Julistuksen mukaan, olla ”tirehtori, 2 geologia, geodetinen insinööri, 13 apulaista ja tarpeellinen määrä käytrejä” sekä 32 700 mk/v määrärahat.

Vuonna 1893 johtajaksi tullut Jakob Johannes Sederholm (1868–1934) työskenteli vuoteen 1933 asti. Hän nosti tutkimuksen kansainväliselle tasolle. Taloudellisen geologian puolella merkittävimmiksi muodostuivat Hiipinän apatiittiesiintymän, Outokummun kuparimalmin ja Petsamon nikkelimalmin löydökset.

Pitkärannan kaivokselta 1904 komisionin valtioneologiksi tullut Otto Trüstedt (1866–1929) löysi varsin jännittävän kaksivuotisen etsintätyön tuloksena Outokummun malmin 1910. Tämän malmin louhinta ja jalostus ovat paljolti luoneet sen tieto-aidon, minkä varassa omaa kaivostoimintaamme ja metallurgiaa on kehitetty ja millä menetelmien ja laitteiden viennissä on menestytty. Outokummun löytyminen antoi uskoa malminetsinnän mahdollisuuksiin ja kaivosteollisuuden kannattavuuteen maassamme.

## **MALMINETSINNÄN UUSI NOUSU**

Itsenäisyytemme ensi vuosikymmeninä Geologisen komisionin malminetsintä suuntautui Petsamoon, mistä löytyi Kamikivitungurin nikkelimalmi 1921. Seuraavina vuosina Hans Hausenin ja Väinö Tannerin retkikunnat löysivät lisää malmeja. Suurimmaksi havaittiin Kaulan vähintään 5 Mt suuruinen nikkelimalmio.

Vuonna 1935 muutettiin komisioni Geologiseksi toimikunnaksi, perustettiin valtion malminetsintäyhtiö Suomen Malmi Oy ja Outokumpu Oy aloitti Pohjois-Karjalassa malminetsinnän, ns. suuren malminuotan vedon. Geologinen toimikunta kasvoi 22 htv:n suuruiseksi ja johtajaksi tullut Aarne Laitakari aloitti voimakkaan kansannäytepropagandan. Vuonna 1938 oli saatujen kansannäytteiden lukumäärä jo reilusti yli 1000.

Eräs näytteistä johti Makolan nikkelimalmin, toinen Ylöjärven kuparimalmin ja kolmas Kärvasvaaran rautamalmin löytymiseen. Irtolohkareet johtivat etsijät myös Otanmäen rautamalmin 1938. Atri Oy löysi Kittilän Sirkasta kultapitoisen kuparimineralisaation. Vuoksenniska Oy tutki Mätäsvaaran molybdeenin- ja Haverin rauta (kulta)- sekä Jussarön rautamalmin. Luikonlahden kiisuminalisaatioita tutkivat paitsi GTK myös Outokumpu Oy ja Malmikaivos Oy.

Vuonna 1946 toimikunta muutettiin Geologiseksi tutkimuslaitokseksi. Henkilökunnasta, 45 htv, oli peräti 28 akateemisen loppitutkinnon suorittaneita ja 6 htv kausiapulaisia, loput konttori- ja kenttätöntekijöitä. Entistä tehokkaammat säh-

köiset luotausmenetelmät, painovoimamittaus ja varsinkin vuonna 1951 aloitettu aerogeofysiikka antoivat niin runsaasti anomaliaita, että niiden seulontaan oli otettava moreenigeokemiallinen tutkimus 1952. Korkealentokartoitus saatiin valmiiksi 1972 ja jo hiukan aikaisemmin aloitettiin magneettinen, sähköinen ja radiometrinen kartoitus 30–40 metrin korkeudelta. Tämä johti maastomittaustarpeen vähenemiseen ja Suomen Malmi Oy:n harjoittaman aerogeofysiikan lopettamiseen.

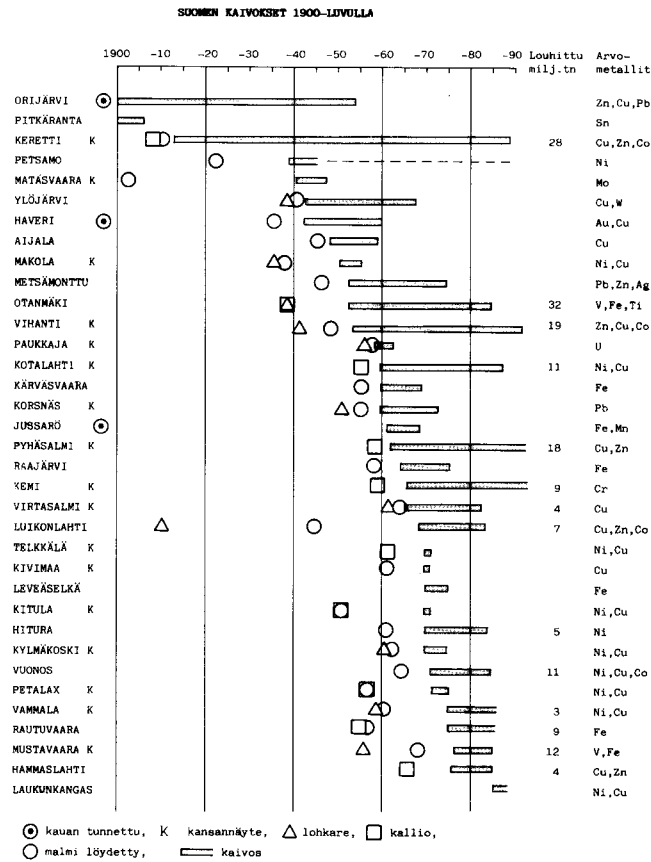
Laboratorioihin saatiin automaattiseen hivenaineanalyysiin sopivat laitteet 1960-luvulla ja 70-luvun alussa, jolloin saatiin myös tietokone. Nyt oli edellytykset sekä geofysiikan että geokemian tehostamiselle ja ne erotettiin omiksi osastoiksi 1962 ja 1973. Kun aluetoimistot v. 1974 perustettiin Kuopioon ja Rovaniemelle, oli laitoksen henkilökunnan määrä 742 htv. Ripeästi kehittynyt tiedonkäsittelytekniikka soi myös mahdollisuuden geologisen kartanteon ja raporttien kirjoittamisen automaatiolle sekä geologisen, geofysikaalisen ja geokemiallisen tiedon integroidulle käytölle, joka aloitettiin 1980-luvun alkuvuosina. Kun tutkimuslaitos 1984 muutettiin Geologian tutkimuskeskukseksi, oli henkilökuntaa 920 htv, siitä akateemisen loppitutkinnon suorittaneita 250 ja kausiapulaisia 70 htv.

Tehostuneet malminetsintämenetelmät ja sodanjälkeinen raaka-ainetarve johtivat lukuisten malmien löytöön ja monien kaivosten avaamiseen. GTL löysi Vihannin sinkkimalmin 1947, Korsnäsin lyijymalmin 1955, Petalaxin nikkelimalmin 1957, Kemin kromimalmin 1959, Hituran nikkelimalmin 1963, Kangasjärven sinkkikuparimalmin 1964, Virtasalmen kuparimalmin 1964 sekä Hammaslahden kuparimalmin 1969. Muista löydöksistä parhaita lienevät Seinäjoen antimoni- ja tinaesiintymät, Säviän kupari-, Riikonkosken kupari-, Koitilaisen vanadiini- ja kromi-, Talvivaaran sinkki- nikkeli-, Nummi-Pusulan uraani-, Rantasalmen kulta-, Ruossakeron nikkeli- ja Kuusamon kobolttiesiintymät. Nyt nämä ovat epäekonomisia, mutta monasti aiemminkin on löydöksestä kaivoksen perustamiseen mennyt pitkä aika (kuva 1).

Outokumpu Oy:n 1951 perustettu malminetsintä oli pian alallaan maan suurin. Otanmäki Oy perusti oman malminetsintäyksikkönsä v. 1957, vuodesta 1969 se kuului Rautaruukki Oy:öön. Suomen Malmi Oy lopetti omatoimisen malminetsinnän vuonna 1966 ja on sen jälkeen keskittynyt palvelututkimukseen, lähinnä timanttikairaukseen.

Malminetsijä Oy työskenteli etenkin 1950–60-luvuilla jatkaen Prospektor Ab:n perinteitä. Vuonna 1955 perustettu Atomienergia Oy löysi ja louhi Paukkajanvaaran uraanimalmin 1960. Imatran Voima Oy koerikasti Askolan Lakeakallion uraanimalmia 1950-luvulla. Kemi Oy:llä oli jonkin aikaa pieni malminetsintäyksikkö ja Kajaani Oy on harjoittanut malminetsintää viimeisten 15 vuoden ajan. Yliopistomme ovat aktiivisesti osallistuneet malminetsintään KTM:n myöntämien projektirahojen puitteissa.

Malmeja löytyi aluksi tiiviiseen tahtiin. Suomen Malmi Oy löysi lyijymalmin Aijalasta 1945 ja Metsämontusta 1946 sekä Rautuvaaran rautamalmin 1957. Outokumpu Oy:n malminetsintä löysi Kotalahden nikkelimalmin 1954, Pyhäsalmen sinkkimalmin 1958, Kalliokylän sinkkikuparimalmin 1959, Vammalan ja Telkkälän nikkelimalmit 1961, Kylmäkosken nikkelimalmin 1962, Vuonoksen (nikkeli- ja kuparimalmin 1965. Pitkän työn takana oli Enonkosken nikkelimalmin löytö 1979 ja Outokumpu-projektin erinomaisen tutkimuksen tuloksena löytyneet syvämalmit sekä Kylynlahden kuparimalmi. Parhaita reserviesiintymiä lienevät Riihilahden CuCo-, Suhangon Ni-, Pahtavuoman U- ja Cu-, Saattoporan AuCu- ja Aittojärven Mo- malmit. Rautaruukki Oy:n malminetsinnät johtivat Raajärven rautamalmin löytöön 1958, Hannukaisen rauta- ja kuparimalmin 1974 sekä Mustavaaran vanadiinimalmin löy-



**Kuva 1. Malmien löytyminen ja kaivosten toiminta-ajat**  
**Fig. 1. The discovery of the ores and the establishing of the mines.** K = initiative by a layman found erratic, △ = boulder, □ = bedrock, ○ = year of discovery, — = years of activity.

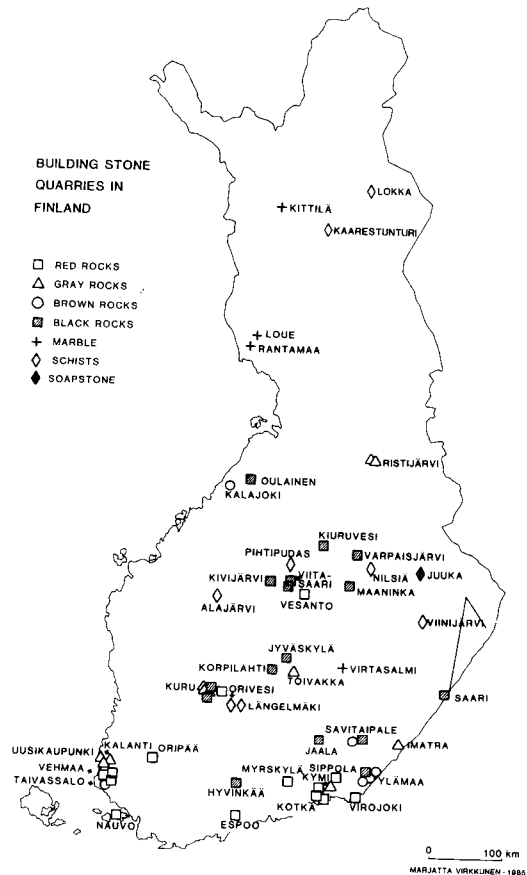
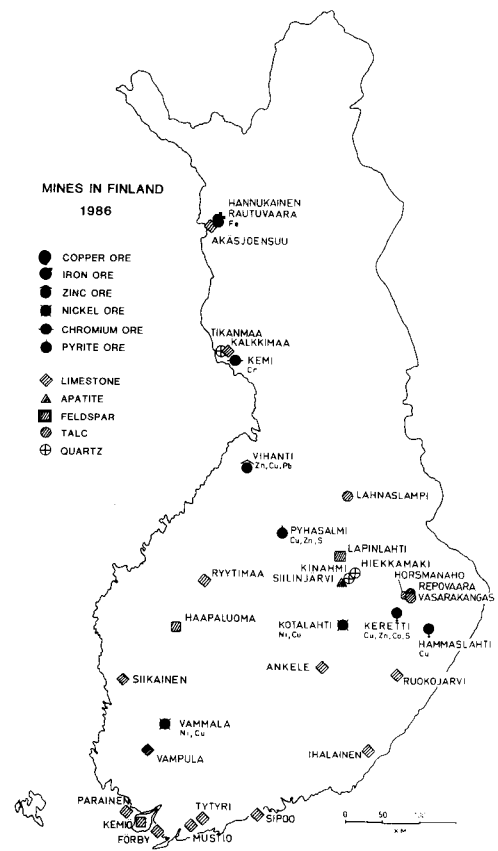
toon 1967. Varsin huomattava löydös on Soklin fosforikiviesiintymä vuodelta 1967, mikä 1986 siirtyi Kemira Oy:n omistukseen.

1970–80-luvuilla on sementtiteollisuutemme suunnannut malminetsintänsä teollisuusmineraaleihin, kiinnostuksen kohteina kotimaassa ovat sementin ja vuorivillan valmistukseen sopivien kivilajien lisäksi olleet kyaniitti, kalkki, talkki, wollastoniitti ja kaoliini. Teollisuusmineraali- ja kivilajietsintään on toki osallistunut myös GTK ja alan suurimmaksi kehittynyt Siilinjärven apatiittia louhiva Kemira Oy. Rakennuskivilaitosten käyttö on lisääntymässä ja rakennuskiviesiintymien etsintä ja jalostus ovat alkaneet kiinnostaa tällä kovasti kilpailulla alalla myös kaivosyhtiöitä (kuva 2).

### MALMINETSINTÄ TÄNÄÄN

Suoranaisen malminetsintään käytettiin merkittävimmissä organisaatioissamme varoja kymmenvuotiskaudella 1971–1980 seuraavasti:

Outokumpu Oy 198 Mmk, GTL 158 Mmk, Rautaruukki Oy 122 Mmk ja Kajaani Oy, Lohja Oy, Malmikaivos Oy sekä Partek Oy yhteensä 42 Mmk eli kaikkiaan 520 Mmk. Tämä vastasi vuoden 1980 rahana 700 Mmk ja vuoden 1985 tasossa 1080 Mmk. Vuonna 1983 käytettiin suoraan malminetsintään yhteensä 110 Mmk ja vuonna 1984 102 Mmk. Vuosina 1983 ja -84 KTM:n avustus yhtiöille oli 14 Mmk, vuonna 1985 yhteensä 20 Mmk, yliopistot saivat projekteihinsa noin 2 Mmk.



**Kuva 2. Suomen tärkeimmät kaivokset ja louhokset vuonna 1986 sekä Suomen tärkeimmät rakennuskivilouhokset ja -alueet.**

**Fig. 2. The most important mines and quarries in 1986 and the quarries or areas of most important building stones according to Marjatta Virkkunen.**

**Taulukko 1.** Malminetsintä 1985.

**Table 1.** Exploration in 1985. Investments MFIM, diamond drilling km, bought services %, personal pwy. OKU = Outokumpu Co, RR = Rautaruukki Co, GTK = Geological Survey, Muut = others, yht = together.

	OKU	RR	GTK	Muut	Yht.
Sijoitettu Mmk	44	17	24	12	97
Timanttikairattu km	40	13	25	20	98
Ostettua palvelua %	22	1	8	-	-
Henkilökunta htv	180	93	179	45	497

Kaivoksistamme louhitun malmin arvo oli 1985 yhteensä 1552 Mmk. Siihen perustuvan jalostusteollisuuden raaka-ainehuolto on lähinnä kaivosyhtiöittemme sydäntä, siksi Outokumpu Oy on keskittynyt kuparin, sinkin, nikkelin ja kobolttin etsintään, Rautaruukki Oy lejeerinkimettalien (W ja Ni) mutta myös lantanidien etsintään, yhtiöiden yhteisen Lapin Malmin ohjelmassa tärkeimpänä olivat platinametallit ja kulta. Kajaani Oy:n huomattavin kohde on ollut hopeamalmi, GTK:n tutkimuskohteina ovat olleet paitsi metallit (Au, Cu, Zn, Co, W, Ni, Mo ja U) myös teollisuusmineraalit. Malmikaivos Oy on tina- ja antimoniutkimusten ohessa etsinyt perusmetalleja ja teollisuusmineraaleja. Kalsiitti, dolomiitti, wollastoniitti, kaoliini ja maasälvät ovat olleet Lohja Oy:n ja Partek Oy:n pääkohteena.

Outokumpu Oy on osallistunut malminetsintään Kanadassa ja ostanut kaivosten osuuksia mm. Norjassa, Irlannissa ja Australiassa. Aivan halpaa ei tälläkään ole, Mining Magazine mukaan 49 % osuus Lady Loretan (9 Mt 14,8 % Zn, 6,5 % Pb ja 95 g/t Ag) kaivokseen maksoi 40 Mmk ja lupauksen 27 Mmk:n sijoittamisesta tutkimus- ja kehitystyöhön.

Tällä vuosisadalla on toiminnassa ollut 36 metallimalmikaivosta ja niistä on nostettu arviolta yhteensä 200 milj. tonnia malmia. 1984 oli toiminnassa 15 metallimalmikaivosta ja niiden yhteinen vuosilouhinta oli 15 Mt, josta malmia oli 9,1 Mt. Taulukossa 2 on kaivostemme tuotantoa vertailtu Ruotsin kaivostuotantoon. Samana vuonna louhittiin kalkkikaivoksista 6,5 Mt, josta hyötökiveä oli 7,2 Mt (kuva 2).

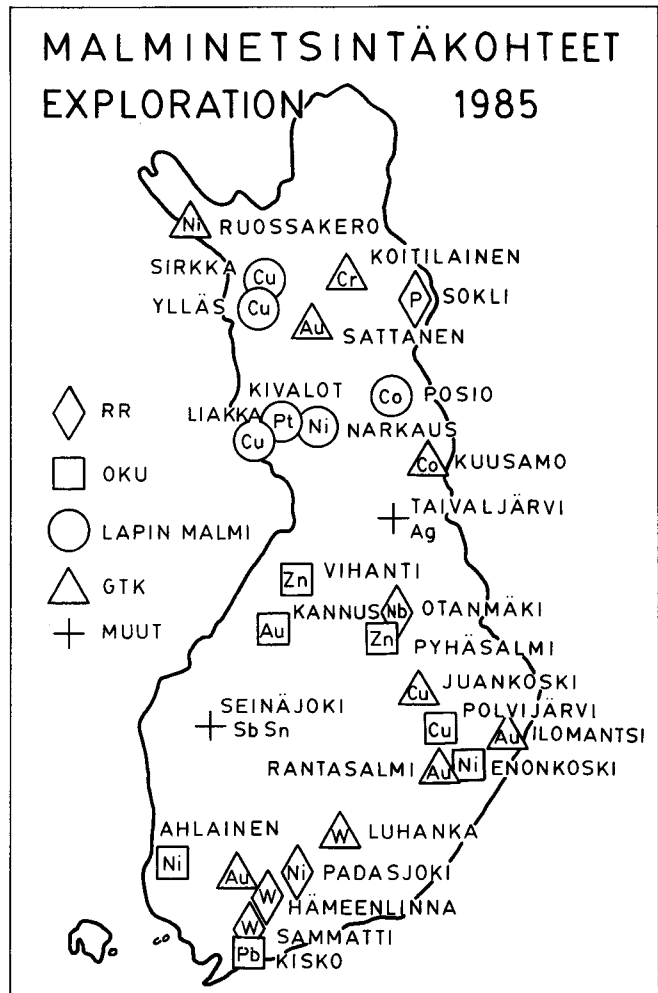
**Taulukko 2.** Rikastetuotanto Ruotsi ja Suomi (kilotonnia).  
**Table 2.** Production of different concentrates in Sweden (S) and Finland (SF) in kilotonnes.

Rikaste	1978		1983		Keski- pitoisuus Suomessa
	S	SF	S	SF	
MAGNETIITTI	21480	1088	13212	1231	65,5 % Fe
RIKKIKIISU	484	216	430	426	50,3 % S
KROMIITTI	-	507	-	446	-
KUPARIKIISU	197	197	304	136	22,6 % Cu
ILMENIITTI	-	132	-	167	45,1 % TiO <sub>2</sub>
KOBOLTTI	-	168	-	130	0,7 % Co
SINKKIVÄLKE	300	111	376	126	47,5 % Zn
PENTLANDIITTI	-	64	-	86	8,0 % Ni
LYIJYHOHDE	117	2	116	5	49,4 % Pb
APATIITTI	83	4	91	477	36,0 % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
TALKKI	5	195	4	327	~ 100 %
MAASÄLPÄ	54	4	55	56	~ 100 %
KALKKIKIVI + DOLOMIITTI	6600	3809	7150	4207	~ 100 %

Lähi vuosiina tulee kaivostemme määrä rajusti vähenemään, ensi vuosituhanalla nykyisistä kaivoksistamme toimivat vain Kemin kromi- ja Pyhäsalmen sinkkikaivokset. Vielä nopeampi väheneminen on tapahtunut Ruotsissa, viime vuosikymmenen 130 kaivoksesta on nyt jäljellä 24 ja kato jatkuu.

Mining Annual Reviewin mukaan 1985 oli länsimaissa toiminnassa 1173 kaivosta ja niiden päätuotanto jakautui Pt 0,8 %, Au 18,1 %, Ag 3,6 %, Cu 17,7 %, Zn 9,1 %, Pb 4,4 %, Ni 4,4 %, Cr 2,2 %, Mo 0,8 %, Mn 2,2 %, Fe 15,1 %, Al 3,6 %, U 6,0 % ja muut 12,4 %. Uusia kaivoksia avattiin tai vanhojen tuotantoa laajennettiin seuraavasti: Pt 0,4 %, Au 41,1 %, Ag 4,8 %, Cu 14,2 %, Zn 4,1 %, Pb 3,0 %, Ni 3,0 %, Cr 1,1 %, Mn 1,7 %, Fe 6,1 %, Al 8,8 %, U 2,1 % ja muut 0,6 %, yhteensä 521 tapausta. Luvut antavat aavistuksen yritteliäisyydestä eri puolilla maailmaa, mutta eivät kerro investointien suuruudesta, mikä olisi merkittävämpää.

Kultaan kohdistuu, sen tämänhetkisestä alhaisesta hinnasta (n. 60 mk/g) riippumatta, suurin mielenkiinto. Käynnissä olevista kaivoksista 18 % elää kullalla, uusista kaivoksista ja teollisuuden laajennuksista 41 % kohdistuu kultaan. Vuonna 1984 oli uusia kultaan kohdistuvia yrityksiä 186, v. 1985 niitä oli 213 eli absoluuttinenkin määrä on kasvanut. Vuonna 1984 luetteloitiin 90 uutta kupariyrittystä, 1985 niitä oli 74. Alumiinin suosio (1984 40 yritystä, nyt 46) on myös noussut, samoin raudan (1984 n. 20, nyt n. 30), mutta laskenut olemassa oleviin kaivoksiin verrattuna (15 %; 6 %). Oheinen kuva 3 esit-



**Kuva 3.** Tärkeimmät tutkimusalueet Suomessa vuonna 1985. RR = Rautaruukki Oy, OKU = Outokumpu Oy, 0 = Lapin Malmi Oy, GTK = Geologian tutkimuskeskus, + muut organisaatiot.

**Fig. 3.** The targets of exploration in 1985. RR = Rautaruukki Co, OKU = Outokumpu Co, 0 = Lapin Malmi Co, GTK = Geological Survey of Finland, + = others.

**Taulukko 3.** GTK:s malmiosaston timanttikairauskohteet 1985.

**Table 3.** Diamond drilling for various metals by Geological Survey of Finland in 1985 in meters and %. Kulta = Au, nikkeli = Ni, koboltti = Co, wolframi = W, kupari = Cu, sinkki = Zn, uraani = U, grafiitti = graphite.

	metriä	%
kulta	7 442	29,4
nikkeli	5 272	20,8
koboltti	4 556	18,0
wolframi	3 606	14,4
kupari	2 235	8,8
sinkki	1 351	5,3
uraani	494	3,0
grafiitti	391	1,5
<b>Yhteensä</b>	<b>25 347</b>	<b>100,0</b>

tää eräiden malminetsintäorganisaatioiden viimeisen vuoden tutkimusalueet, taulukko 3 timanttikairauskohteet.

50 vuotta sitten "malmien ja mineraalien etsintä oli kiihtymässä" (A. Laitakari, Uusi Suomi 5.1.1936). Timanttikairauksia tehtiin Outokummun, Orijärven ja Pitkärannan kaivoksilla sekä Teerijärven, Alavieskan ja Vihannin malminetsintäkohteilla ja odotettiin uutta "pikakairauskonetta". Vuorineuvos Grönblom tutkitutti Mätäsvaaran, Jalovaaran ja Haaverin esiintymiä, Suomen Mineraali Oy Otravaaraa ja muut yksityiset Kälviän ja Soanlahden aiheita. Eräitä näistä alueista olemme menettäneet, erällä tutkimusta olisi jatkettava, malminetsintää olisi "kiihdytettävä".

## MALMINETSINTÄ HUOMENNA

Malminetsinnän luonne tulee muuttumaan. Omassa maassa on varauduttava menemään syvemmälle tai etsimään muutoin vaikeammin löydettäviä malmeja. On myös panostettava ennistä enemmän loughinta-, rikastus- ja jalostusmenetelmien kehittämiseen sekä rohkeasti pyrittävä uusien kotimaisten raaka-aineiden käyttöönottoon.

Mitä kallioperästä saatavia raaka-aineita tarvitaan ja mitä voitaisiin käyttää? Luonnollisesti ensimmäisenä ovat ne, mitä teollisuutemme jalostaa, taulukko 2. Eräitä niistä saadaan omista esiintymistä riittävästi, eräistä on pulaa. Suomeen tuodaan mm. rauta-, sinkki- ja kuparirikasteita siksi, että kotimainen rikaste tulee kalliimmaksi kuin tuontitavara taikka metallurgisen teollisuuden kapasiteetti on kaivostuotantoa suurempi.

Rakennusteollisuus on tärkein kiviainesten käyttäjä, se kuluttaa vuosittain soraa ja hiekkaa n. 35 Mm<sup>3</sup> (noin 7 mrd mk) yhteensä talon- sekä tie- ja vesirakennukseen, sen lisäksi käytetään melkoiset määrät metalleja ja muoveja.

Teollisuutemme voisi käyttää kotimaisia metalleja tai mineraaleja monien tuontiaineiden asemesta, näistä mainittakoon molybdeeni, wolframi, tantaali ja eräät muutkin seosmetallit,

**Taulukko 4.** Metallin ja muovin käytön kehitys rakennustoi-  
minnassa.

**Table 4.** The development of the use of metals and plastic in building industry. teräs = steel, Fe-valut = iron castings, alumiini = Al, kupari = Cu, sinkki = Zn, titaani = Ti, synteettiset polymeerit = synthetic polymers.

	1970		1980		1980
teräs	595	Mt	717	Mt	1200 G mk
Fe-valut	81	Mt	84	Mt	104 G mk
alumiini	10,3	Mt	16,1	Mt	180 G mk
kupari	6,4	Mt	7,8	Mt	62 G mk
sinkki	5,6	Mt	6,2	Mt	19 G mk
titaani	0,06	Mt	0,08	Mt	13 G mk
synteettiset polymeerit	38	Mt	75	Mt	325 G mk

uraani, samoin kuin litium, beryllium, magnesium, alumiini ja mangaani sekä eräät toistaiseksi vähän käytetyt alkuaineet kuten niobi, germanium, gallium, pii ja harvinaiset maametallit. Näiden etsintää voisi tehostaa. Kullan etsintäänkin on vasta nyt panostettu reilummin. Energian halventuessa ja teollisuuden tuottaessa esim. happoja yli oman tarpeen on syytä tutkia voitaisiinko meiltä löytyneistä mineraaleista rikastaa ja jalostaa em. metalleja. Teollisuusmineraaleista paljon käytetyt kalliini ja magnesiitti ovat tuonnin varassa, niiden löytämiseksi kotimaasta olisi ponnisteltava. Rakennuskiven arvo nousee.

Erityistä huomiota tulisi kiinnittää tulevaisuuden todennäköisiin tarpeisiin. Lähitulevaisuudessa eletään kuten nyt (ihminen kaiken mitta), pyritään keveyteen, halpaan, nopeaan, kestävään. Automaatiikka, tiedonhallinta ja -tulkinta tulee tärkeämmäksi. Kulkeminen ja kuljettaminen lisääntyvät, mutta maantie pitää pintansa, joten autoa ja polttomoottoria tullaan käyttämään edelleen. Metalliseoksissa alumiinia, litiumia, magnesiumia ja niobia käytetään enemmän. Automaatiikka ja elektroniikka näyttelevät isompaa osaa, mm. germaniumia ja piimetallia tarvitaan. Korkeammat paineet ja palamislämpötilat edellyttävät katalyyttien käyttöä, platinametallien tarve kasvaa jne.

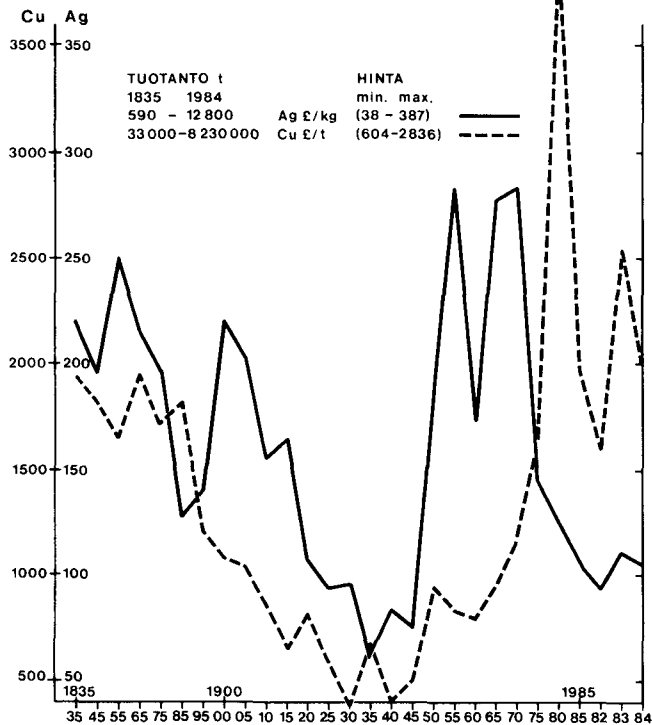
Malmiähtiedostoa ja teollisuusmineraaliedostoa on karutettava. Kivilajianalyseista olisi kerättävä samanlainen tiedosto. Kansannäytteiden analysointia olisi sekä määrällisesti että alkuainevalikoiman suhteen lisättävä. Kansannäytegeologia olisi koulutettava harvinaisempien mineraalien tunnistamiseen.

Malmitedoston olisi sisällettävä kaikki mahdollinen tieto. Kun kutakin malmityyppiä on tiedostossa tilastollisesti merkitsevä määrä, voidaan etsiä tätä tyyppiä kontrolloivat ja karakterisoivat geologiset, geofysikaaliset ja geokemialliset tekijät. Tämä vaatii tehostettua malmigeneettistä tutkimusta, syvemmälle ulotettuja mittauksia ja kairauksia ja lisää kalliogeokemiaa. Isotooppikoostumukseen, mineralogiaan, litologiaan, metamorfoosiasteeseen, stratigrafiaan ja tektoniikkaan sekä malmiossa, sen emäkivessä että sitä ympäröivissä muodostumissa kohdistuvaa perustutkimusta on lisättävä.

Malmeja löytyy runsaasti silloin, kun on kehitetty uusi malminetsintämenetelmä, ja löydösten määrä vähenee sitä mukaa kun tämän menetelmän ulottuvilla olevat malmit on löydetty. Tällä hetkellä käytössä olevat menetelmät toki tuottavat edelleen uusia löydöksiä, ne vain ovat olleet joko liian pieniä tai



KUPARIN JA HOPEAN HINTAVAIHTELU 1835-1984  
(1984 HINTATASOSSA)



Kuva 4. Kuparin ja hopean hintojen kehitys vuoden 1984 rahan arvon mukaan. Tilastot: Mining Annual Review.  
Fig. 4. The development of copper and silver prices to the statistics of Mining Annual Review, at 1984 price value.

liian köyhiä taloudellisesti louhittaviksi nyt, kun metallihinnat ovat ehkä alempana kuin koskaan 30-luvun pulavuosia lukuunottamatta (kuva 4).

Nykyalmelilla on lähes kaikilla kalliopintaan asti ulottuva ”puhkeama”. Epäilemättä meillä on samanlainen määrä (samanlaisia) malmeja ilman pintapuhkeamaa ja joiden painopiste on syvemmällä. Malmiähtiedoston lähes 6000 lohkaaren emäkallioista lienee suurin osa myös löytämättä.

Aerogeofysikaaliset matalalentomittaukset ovat lähes yhtä tarkkoja kuin maanpinnalta tehdyt ja tulevat epäilemättä autamaan suuresti sekä kalliion rakenteen selvittäessä että malminetsinnässä. Timanttikairauskohteita valittaessa toki maanpintaluotauksia edelleenkin tarvitaan. Maan kattava geokemiallinen kartoitus harvalla näytenpisteverkolla (1 piste/300 km<sup>2</sup>) on valmistunut. Se on antanut jo nyt kuvan paitsi kallioperän geokemiallisista maakunnista ja lohkorakenteesta samoin kuin malmipotentialisista vyöhykkeistä jopa eräitä suoranaisia malminetsintävihjeitä. Näytteenoton tihentäminen ja uusien alkuaineiden liittäminen analyysiohjelmaan tulevat antamaan malminetsinnälle arvokkaita tuloksia.

Geologisen, geofysikaalisen ja geokemiallisen tiedon yhdistämistä kokeileva malminetsinnällinen monimenetelmäprojekti Pohjois-Savossa on antanut erinomaisia tuloksia ja työtä tullaan jatkamaan. Pohjois-Suomen kallioperägeologit on värvätty selvittämään vulkaniittien luonteenpiirteet ja malmimahdollisuudet. Vuosien 1980–86 välillä toteutettiin yhteispohjoismainen Nordkalott-projekti malmipotentialisten kivilajimuodostumien löytämiseksi ja rajaamiseksi geofysikaalisten, kalliio- ja maaperägeologisten, geokemiallisten ja tilastomatematiikan tutkimusten avulla. Tulokset tulevat julkisuuteen tuotapikaa ja osoittavat toivon mukaan malminetsinnällisesti otolliset alueet.

Turvetutkimusten nopeuttamiseksi on kokeiltu maatulkaa, joka tuntuu käyttökelpoiselta irtomaan laadun ja kalliopinnan määrittämisessä. TT-yhteistyönä Unkarin kanssa kokeiltu kanadalainen sähkömagneettinen laajakaistaluotain Maxiprobe on niin ikään antanut hyviä viitteitä syväalmien etsinnässä. Isotooppigeokemian menetelmin (S, Pb ja O) on alettu selvittää malmien ja lohkaroiden alkuperää. Maahuokoskaasun koostumusta tutkimalla, määrittämällä mm. argon, radon ja hiilivedyt on saatu mainioita vihjeitä syvemmälläkin olevista malmeista. Kaasuanalyysejä, kairasydänten ja paljastumien kenttäanalyysejä sekä reikämittausmenetelmiä olisi kehitettävä. Paleomaantiedettä voidaan käyttää upamalmien (placer) ja rapautumalla syntyneiden malmien (Al-rikastumat) sekä liuoksena liikkuneiden ja saostuneiden malmien (kulta, uraani) etsinnässä. Satelliittien kasvavaa erotuskykyä voitaneen hyödyntää geologisessa tutkimuksessa.

Malminetsintä etenee vaiheittain, kussakin käytetään etsintäkohteelle sopivia menetelmiä. M. Gallagherin keräämien 77 malmin löytämistä koskevien mielipiteiden mukaan geologia oli ratkaisevan tärkeä 62 %:ssa, geofysiikka 57 %:ssa ja geokemia 55 %:ssa tapauksista. Ei mikään menetelmä yksinään riitä. Viimeisenä kalleimpana vaiheena on timanttikairaus, U.S.A.:ssa ja Kanadassa siihen sijoitetaan keskimäärin 30 %, Australiassa 40 %, GTK on käyttänyt 20 % ja Outokumpu Oy 32 % malminetsintäbudjetista. Outokummun malminetsintäbudjetti sisältää lisäksi geologiaa 15 %, geofysiikkaa 12 % ja geokemiaa 11 % (sisältää myös laboratoriokulut).

Mitä malminetsintä maksaa? Kanadan peruskallioalueet ovat lähes samanlaisia kuin meillä, siellä on samat malmit ja käytetään samoja etsintämenetelmiä, niinpä siellä tehdyt laskelmat pätevät meilläkin. Kanadan pinta-ala on n. 9 976 000 km<sup>2</sup>, Suomen n. 337 000. Kanada on siis lähes 30 kertaa Suomen suuruinen. Kanadassa käytettiin 1984 malminetsintään 1 670 Mmk, Suomessa 102 Mmk, ei siis lainkaan huonosti meillä. Koko Pohjois-Amerikassa käytettiin vuonna 1981 yht. 3 330 Mmk ja 1982 yht. 2 650 Mmk. Vuosien 1946–1977 välisenä aikana Kanadassa käytettiin malminetsintään kaikkiaan 10 400 Mmk ja löydettiin 100 taloudellisesti louhittavissa olevaa malmiesiintymää. (Mainittakoon, että viime aikoina löydettyjen kultamalmien hinnaksi on tullut n. 40–50 mk/g Au.)

Samana aikana Australiassa kulutettiin malminetsintään 5 200 Mmk ja löydettiin 16 taloudellisesti louhittavaa malmiesiintymää, tosin suurempia ja rikkaampia (ja paksumman rapautumiskuoren alta) kuin Kanadassa. Western Mining Corporation Australiassa käytti 1955–1978 malminetsintään n. 8 500 Mmk, löysi 100 esiintymää, joista 43 oli ekonomisia, eli yhden malmin hinnaksi tuli 200 Mmk. Sitkeyttä ja uskoa tarvitaan kuitenkin enemmän kuin rahaa. Olympic Dam (rikas Cu-malmio 300 metrin syvyydellä) etsintä kesti 17 vuotta ja maailman ehkä suurimman kultamalmin Hemlon (640 t Au 8,5 g/t malmia) löytäminen kesti 111 vuotta. Lapin vihreäkivissä on hyvin Hemlon kaltaisia vyöhykkeitä.

Suomessa on louhittu noin 40 suurehkoa malmia — niiden puhkeamien pinta-ala on noin 50 × 100 m eli yhteispinta-ala on 20 ha. Suomen pinta-ala on 33 700 000 ha. Kallioperästä vain 3–5 % on paljaana, malmipuhkeamat ovat olleet 5–20 metrin paksuisen irtomaan peitossa ja sieltä tavattavissa vain kairaamalla. Jotta voisi olla varma, että osuu malmiin, pitäisi maa kairata vähintään 50 metrin ruutuun, eli tehdä 135 miljoonaa reikää Suomeen. GTK:n Lopen kairasydänarkistoon on koetettu saada kaikki timanttikairasydämet — niitä on siellä 6300 reiästä. Teoriassa tarvittavien ja tehtyjen reikämäärien suuresta epäsuhteesta voi päätellä, että 1) joko suurin osa malmeista on edelleen löytämättä tai 2) malminetsijät ovat erittäin etevä reikiä sijoittaessaan. Jälkimmäinen näistä leikkiolettamuksista on lähellä totuutta. Esimerkin siitä, miten harvassa malmeista todella on ja miten vaikeaa malminetsintä

on, antaa iso 120 km pitkä Päijännetunneli, joka malmiotollisen Etelä-Suomen lävistäessään leikkasi vain yhtä pientä epäekonomista malmimineralisaatiota.

Malmiintä me siis kohtalaisesti osataan. Pienehkön

maan on elettävä suurten ehdoilla, mutta mikään ei estä ottamasta kaikkea sitä lisäoppia, mikä maailmalla on saatavana ja hiomasta malminetsintä- ja metallinjalostustekniikkaa niin hienoksi, että kilpailussa pärjää. Ellei sitten uskon puute.

## SUMMARY

### GEOLOGICAL RESEARCH AND EXPLORATION IN FINLAND — YESTERDAY, TODAY AND TOMORROW

Finnish village blacksmiths were already making iron of bog ore about 2500 BP. Prospecting for ores was begun in the 16th century by encouraging people with prizes and exemption from taxes. The first state geologist was appointed in 1609 and the first commissioner of mines in 1638. The first geological textbook, "Minerographia" by S.A. Forsius, was printed in 1643, although it had been written earlier.

In the 18th century, exploration by boulder tracing, a method developed by D. Tilas, bore results, and several iron, copper (e.g. Orijärvi), lead and silver occurrences were found. Geological research was conducted at the Academy of Turku by the professors of chemistry and economics, P. Gadd, P. Kalm and J. Gadolin; soils, ores, new minerals and even new elements were studied.

In 1823, Finland obtained a Bureau of Mines and in 1877 a Geological Office. The Geological Survey started operations in 1885. After being moved to Helsinki, the university took over the main responsibility for geological research. The first professor of geology was appointed in 1877. In the course of geological mapping and the inventory of resources, the Geological Survey intensified investigations, and by the time of J.J. Sederholm ranked high by international standards.

A number of important discoveries, including the Outo-

kumpu copper ore deposit in 1910 and the Petsamo nickel ore deposit in 1923, boosted confidence in exploration, and during the second half of the 20th century investment in geology has risen substantially. Both private and state-owned mining companies have had their own prospecting units, and chairs in geology have been established at Åbo Akademi, the universities of Turku and Oulu, and the technical universities of Helsinki and Tampere.

In the best years, some 130 million marks have been invested in exploration, a roughly similar sum in geological mapping and research, and about 500 million marks in geotechnical and engineering geological studies, the total amounting to 750 million marks (150 million US dollars).

Only three new occurrences have been mined during the last 15 years. Although this may be due partly to low metal prices, another reason may be that new types of ore cannot be found with old methods. We are, therefore, working to develop new methods, to integrate new results with the old, and thus to deepen and broaden our basic knowledge of geological formations and ore genesis. More consideration is being given to the search for industrial minerals and to new uses for these minerals and metals.

# Outokumpu Oy:n Enonkosken kaivos

Dipl.ins. Esko Alopaeus, fil.lis. Leo Grundström, dipl.ins. Rauno Pitkänen ja dipl.ins. Markku Virtanen,  
Outokumpu Oy, Enonkosken kaivos

## YLEISTÄ

Enonkosken malmiesiintymä sijaitsee Mikkelin läänissä Enonkosken kunnan Laukunkankaalla n. 14 km Enonkosken kirkonkylästä lounaaseen ja n. 30 km Savonlinnan kaupungin keskustasta pohjoiseen. Savonlinnan ja Enonkosken välisen kuntarajan tuntumassa. Matkaa lähimmälle rautatieasemalle, Kerimäen Silvolaan on n. 30 km ja Savonlinnan lentokentälle n. 25 km.

Kaivoksen alue lähiympäristöineen on ollut malminetsintätöiden kohteena 1950-luvulta lähtien, koska sen tiedettiin olevan varsin otollista nikkelimalmien esiintymiselle.

Outokumpu Oy:n malminetsinnän inventoitua alueelta löydetyn malmiesiintymän, joka Outokumpu Oy:n kaivosteknillisen ryhmän alustavan kannattavuustarkastelun perusteella sisälsi 3,8 Mt louhintakelpoista Ni-Cu-malmia (1,2 % Ni, 0,4 % Cu), aloitettiin kaivoksen ja rikastamon suunnittelu.

Yhtiön hallintoneuvosto teki päätöksen kaivoksen avaamisesta 11.5.1984. Päätöksellä purettiin aikaisempi tutkimustyömaa ja perustettiin 1.6.1984 alkaen Outokumpu Oy:n kaivosteollisuustoimialalle tuotantolaitos, jonka nimeksi tuli Enonkosken kaivos.

Suunnitelmien tarkistuksen ja tarvittavien ennakkovalmistelujen jälkeen alkoivat alueella asteittain heinä-syyskuussa rakennustyöt sekä maanalaisen kaivoksen avaustyöt.

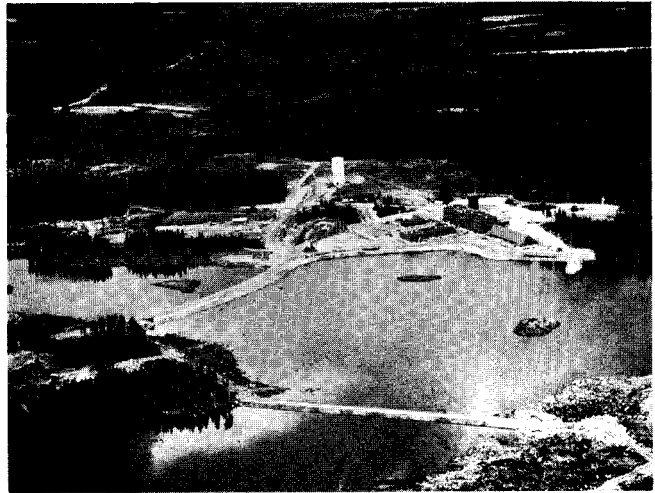
Tuotannon alkamisen vaatimien rakennus- ja laiteasennustöiden tultua aikataulun mukaisesti valmiiksi päästiin rikastamon koekäyttö aloittamaan marraskuussa 1985 ja virallinen tuotanto 2.1.1986

Malmin nosto ja murskaus tapahtuvat tuotannon alkaessa urakoitsijavoimin. Lopullinen murskaus ja nostolaitteisto tulee käyttövalmiuteen kesään 1986 mennessä.

Tuotannon alkaessa oli kirjoilla oleva kokonaisvahvuus 97 henkilöä, johon tulee louhinnan täysimittaisesti alkaessa n. 10 henkilön lisäys. Koko vakinainen henkilöstö on yhtiön muilta kaivoksilta siirtynyttä ja omaa ennestään vankan ammattikokemuksen ja -taidon.

## MALMIN LÖYTÖHISTORIA

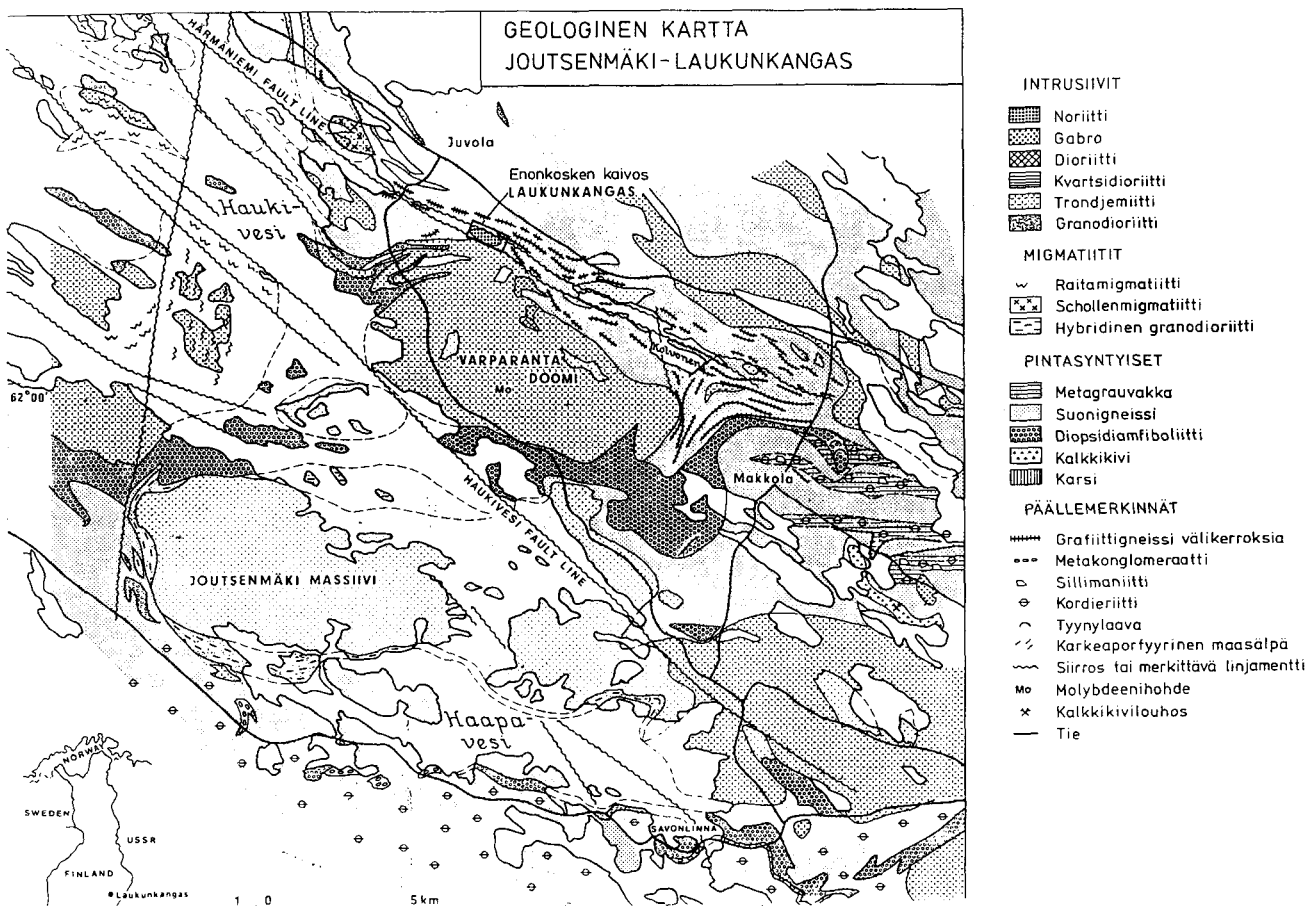
Kotalahden malmin löytymisen jälkeen levisi alueellinen malminetsintätyö 1950-luvulla Varkauden ja Kangaslammin kautta myös Enonkosken-Säämingin-Savonlinnan alueille vuonna 1958. Kyseisiltä alueilta saivat Outokumpu Oy, Geologinen tutkimuslaitos ja Ruskealan Marmorin Oy useita Ni- ja/tai Cupitoisia kansannäytteitä. Näiden pohjalta ei tässä vaiheessa löydetty mitään merkittävää. Kerimäen Makkolasta O-P. Muhosen 25.1.1962 Outokumpu Oy:lle lähettämä kansannäyte aiheutti etsintätöiden aloittamisen uudelleen. Tämän lisäksi saatiin v. 1964 Kolvosenjärven Kuokkasaaresta K. Torvisen lähettämä samantyyppinen, mutta heikkopitoisempi kansannäyte. Vuoteen 1965 asti jatkuneet malmitutkimukset lopetettiin tuloksettomina.



Outokumpu Oy:n Malminetsinnän käynnistämisen ns. valtakunnallisen nikkeli-ohjelman puitteissa jatkettiin tutkimuksia Haukiveden alueella v. 1969. Loppukesällä näytteiden keruu ja geologinen kartoitus siirtyi Juvola-Muhola-alueille. Laukunkankaan kohdalla oleva ovaalin muotoinen aeromagneettinen anomalia selittyi kartoituksen avulla paikallistetulla noriittimuodostumalla. Proxan-laitteen avulla paikallistettiin muodostuman itäpäästä 0,5–1,5 m:n vahvuisen irtomaapeitteen alta merkittäviä kiisupitoisuuksia kalliosta. Montutustöiden jälkeen alkoi maanpinnalta timanttikairaus jo samana vuonna marras-joulukuun vaihteessa. Tämä ensimmäinen kairausvaihe päättyi toukokuussa 1971. Malmiarvion mukaan löydetty 4,5 milj. tonnin mineralisaatio, jonka Ni = 0,33 % ja Cu = 0,10 % todettiin pitoisuuksiensa ja epähomogeenisuutensa vuoksi liian heikoksi, jonka vuoksi aiheen jatkotutkimuksista päätettiin luopua toistaiseksi.

Toinen kairausvaihe alkoi huhtikuussa 1980. Vanha kairausmateriaali ja siitä nikkeli-ohjelman menetelmin saatu analyysiaineisto oli käsitelty uudelleen. Työn pohjalta voitiin osoittaa muodostuman differentiaation suunta ja osoittaa esiintymän koillisreuna malminetsinnällisesti kriittisimmäksi ja potentiaalisimmaksi osaksi. Maanpinnalta tehtiin lisäksi ti-hennettyjä geofysikaalisia mittauksia. Mittaustuloksia voitiin tulkita entistä tehokkaammin uusien ATK-ohjelmien ja laitteiden avulla. Jo ensimmäiset uudet syväkairareitit osoittivat saadut johtopäätelmät oikeiksi ja parempilaatuinen peridotitiin liittyvä pirotemalmi, jota reunustavat massiiviset, kompaktit malmit löydettiin ennustetulta kohdalta. Malmin löytöminen perustuu Outokumpu Oy:n Malminetsinnän omiin pitkäjänteisiin tutkimuksiin.

Outokumpu Oy:n hallintoneuvosto teki 11.5.1986 päätöksen Enonkosken kaivoksen perustamiseksi.



Kuva 1. Yksinkertaistettu geologinen kartta Joutsenmäki-Laukunkangas alueesta.  
Fig. 1. Simplified geological map of the Joutsenmäki-Laukunkangas region.

## Geologiasta

Enonkosken kaivoksen Ni-Cu-malmi sijaitsee kaakkois-Suomessa ja kuuluu ns. Kotalahti nikkeliyöhykkeeseen. Intrusio on svekocarjalaisessa intensiivisesti poimuttuneessa ja migmatisoituneessa metasedimenttijaksossa, eikä liity suoraanaisesti mihinkään suurempaan syväkivi-intruusioon. Kuva 1 esittää lähialueen geologiaa. Varparannan trondhjemiidoomin ja Laukunkangan intruusiota erottaa toisistaan n. 100 m leveä gneissivyöhyke, missä on runsaasti grafiittigneissi- ja mustaliuskevälikerroksia. Esiintymän N-puolella on runsaimmin grafiittigneissejä, ja ne ovat täällä paikoin hyvin voimakkaasti poimuttuneita.

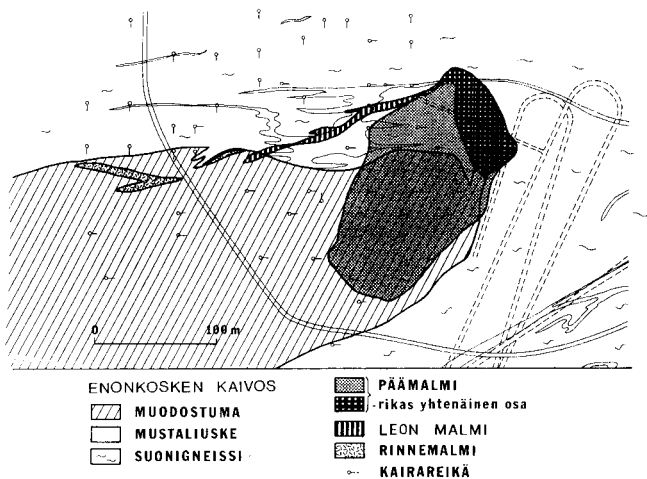
Kallioperähavaintoihin ja geofysikaalisiin mittauksiin perustuen on intrusiivi maanpintaleikkauksessa ellipsinmuotoinen. Sivukivielekkeet, jotka tunkeutuvat syvälle intruusion sisään, tekevät sisäisen rakenteen paikoin heterogeeniseksi. Vertikaalisesti intrusio on piippumainen ja sen kaade on jyrkkä, n. 75–80° NW-suuntaan. Sisäiset vertikaaliliikunnot ja ruhjeet, joita on todettu intruusion keski- ja eteläreunalla breksioivat muodostumaa melkoisesti. Massiivin suurin pituus on n. 950 m ja maksimileveys n. 300 m. Syvyysulottuvuutta tunnetaan ainakin 800 metriin.

Laukunkangan intrusio käsittää differentiaatiosarjan kivet peridotiteista kvartsidioriitteihin. Tutkimalla kivilajien jakautumaa ja kemisiä nikkeliyhjelmän menetelmin on voitu todeta intruusion seuraavat karakteristiset piirteet.

- 1) Selvä differentiaatiosarja peridotiteista kvartsidioriitteihin. Kivet kuuluvat oliviinitholeiittisarjaan.
- 2) Sisäinen jyrkästi NW-kaatuva kryptinen kerrosrakenne, joka näkyy koostumukseltaan vaihtelevina erillisinä kivilajilaatoina, etenkin MgO:n ja Sr-, Ba- ja Zr:n -pitoisuuksia.
- 3) Silikaatteihin sitoutuneen nikkelin pitoisuus osoittaa myös selvästi kryptistä kerroksellisuutta.
- 4) Sisäinen kerrosrakenne näkyy myös sulfidifaasin Ni-pitoisuusjakautumasta.
- 5) Eri kerroslaatat ovat intrudoituneet peräkkäin aiheuttaen breksioitumista varhaisempien intrusiovaiheiden kivilajeissa. Ympäristöstä on tempaantunut intrudoitumisvaiheissa mukaan sivukivestä grafiittipitoisia kivilajifragmentteja. Näihin on muodostunut selvästi ympäristön grafiittikivistä poikkeava nikkeli-rikas sulfidimineralisaatio.
- 6) Intruusiota leikkaa lukuisat happamat pegmatiittijuonet ja emäksiset diabaasijuonet.

## Malmit

Yleisesti voidaan todeta, että differentiaatiosarjan noriitit ja tätä emäksisimmät kivilajit sisältävät aina vaihtelevia määriä sulfidiaanesta. Kuitenkin vain intruusion itäpäässä olevat ultraemäksiset kivilajit ovat rikastuneet sulfideilla malmiksi. Tä-



Kuva 2. Eri malmioiden sijainti intruusion nähden ja malmien projektiot maanpinnalle.

Fig. 2. Location of orebodies in relation to the intrusion and projections of the orebodies onto the surface.

män hetkisen malmiarvion mukaan on malmiot jaettu seuraavasti, kuva 2.

- 1) Päämalmi käsittää paljastetun noriittialueen sekä siitä koilliseen ja pohjoiseen liittyvän peridotiittisen ns. rikkaan malmin osan ja tähän liittyvät kompaktit malmit. Tämän malmion syvimät osat ovat n. 350 m maanpinnasta.
- 2) Leonmalmi on yhteydessä rikkaan päämalmin kattopuolen kompakteihin osiin. Luonteeltaan se on offset-tyyppinen ja se sijaitsee pääasiassa "vieraassa ympäristössä" intruusion ulkopuolella kiillegneisseissä, trondhjemiiteissa ja mustissa liuskeissa. Rikkaimmat malmin osat ovat tasojen Z +150 ja Z +230 väleissä.
- 3) Rinnemalmin muodostaa intruusion pohjoiskontaktin yhteydestä tavattu heikkolaatuisempi esiintymä pääosin noriittisissa kivissä. Malmion syvyysluottuvuutta tunnetaan n. 150 m:n.
- 4) Syvämalmiin luetaan eteläkontaktiin liittyvät mineralisaatiot ja intruusion keskiosasta tavatut hajanaiset ja heikkopirotteiset linssimäiset kiisuuntumat, joita on tavattu vielä n. 800 m:n syvyydeltä.

## Malmityypit

Malmityypeinä voidaan erottaa

- 1) pirotemalmit noriiteissa ja gabroissa, 2) verkkomalmit peridotiiteissa, 3) karkea verkkomalmi oliviinioriitissa, 4) massiivinen pisaratyyppi, 5) breksiamalmit ja 6) kiisujuonet sivukivigneisseissä.

Magneettikiisu, pentlandiitti ja kuparikiisu ovat päämalmineraaleina kaikissa malmityypeissä.

Aksessorisesti on vaihtelevia määriä ilmeniittä, magnetiittia, grafiittia, violariittia, kromiittia, spinelliä, gersdorffiittia, pyriittia, rutiilia, sinkkivalkettä ja nikkoliittia ja harvoin molybdenihohdetta.

## Malmiarvio

Viimeisimpien arvioiden mukaan louhintakelpoista malmia on n. 3,8 milj. tonnia, jonka Ni-pitoisuus on 1,2 % ja Cu-

pitoisuus 0,3 %. Malmin karakteristisia parametreja ovat:

	Ni/Co	Ni/Cu	Cu/Co	SF <sup>Ni</sup>
1. Päämalmi	ka 21,1	ka 3,5	ka 6,1	3,7-5,0
2. Leonmalmi	ka 34,2	ka 1,8	ka 19,2	1,6-6,4
3. Rinnemalmi	ka 17,4	ka 2,8	ka 6,1	2,9-3,3
4. Syvämalmi	ka 18,2	ka 3,4	ka 5,3	3,4-4,0

Geologiset tutkimukset ovat kohdistuneet kaivoksen rakentamisen aikana pääasiassa avattavien louhosten malmin rajojen määrittämiseen. Siksi mahdollisuudet lisämalmien löytymiseksi tunnettujen malmien jatkeilta selviävät lähitulevaisuudessa. Vinotunnelin jatkuminen intruusion keskiosiin n. tason 400 tuntumaan avaa hyviä tutkimuskohteita.

## KAIVOS

### 1. Yleistä

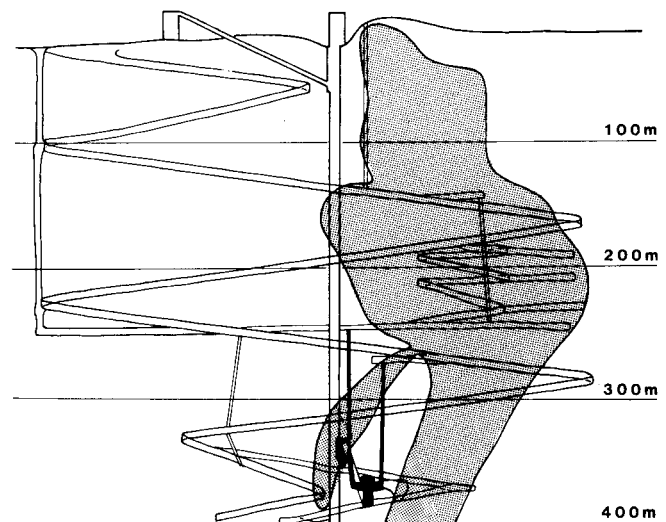
Kaivoksen maanalaiset valmistelutyöt saatiin käyntiin elokuun 1984 alusta ja kaivos saatiin louhinnan osalta tuotantokuntoon helmikuussa 1986. Louhintaan tähtäävät valmistavat työt on tehty omana työnä. Malminkäsittelylinjan louhinta-työt on teetetty urakoitsijoilla.

Kaivoksen päälouhintamenetelmänä on välitasolouhinta. Louhinnassa käytetään sekä raakku- että kovettuvaa täyttöä.

Kaivoksen kaikki porauslaitteet ovat sähköhydraulisia. Myös louhintalastaus tehdään pääosin sähkölastauksella.

Malmi murskataan maan alla +380 tasolla yksivaiheisessa murskaamossa ja nostetaan kuilunostona maanpintaan (kuva 3). Malminkäsittelylinja valmistuu kesällä 1986.

Työntekijävahvuus maan alla tulee olemaan 40. Työnjohtajia on neljä ja työskentely tapahtuu kahdessa vuorossa.



Kuva 3. Enonkosken kaivoksen pituusprojektiio.

Fig. 3. Longitudinal projection of the Enonkoski mine.

### 2. Kaivoksen avaustyöt

Kaivoksen avaustöihin päästiin käsiin elokuun 1984 alussa. Malmin louhintaan tähtäävät peränaivot tehtiin omana työnä taulukon 1 mukaisella kalustolla. Peränaivot suoritettiin keskeytyvässä kolmivuorotyössä. Peränaivon vaatima pultitus teh-

**Taulukko 1.** Avaustöiden peräänajokalusto.  
**Table 1.** Equipment for development drifting of the mine.

Kpl	Konetyyppi		
<b>PORAUS</b>			
1	Tamrock Paramatic	H 307 M	3 minirondo-puomia
1	Tamrock Pramatic	H 207 M	2 ZR650 -puomia
<b>PANOSTUS</b>			
1	Normet PK 4000 nostolava ja sähkökäyttöinen 4.5 m <sup>3</sup> /min ruuvikompressor		
<b>TUKEMINEN JA MUUT TYÖT</b>			
1	Tamrock Robot	H 451	pultitusjumbo betoni-Swellex-pulteille
1	Normet PK 4000 nostolava		
<b>LASTAUS JA KULJETUSURAKOITSIJAN KALUSTO</b>			
1	Caterpillar 980 C		
1	Caterpillar 966		
4	Mercedes-Benz 2623 K (20t)		
1	Fiat-traktorikaivuri puhdistuslastaus		

tiin omana työnä. Ruiskubetonointi ostettiin paikalla olevilta urakoitsijoilta. Vuoden 1985 loppuun ajettiin periä 5853 jm.

Tuuletusyhteydet, lukuunottamatta raitisilmakuilua +230-tasolle, teetettiin urakoitsijalla. Ilmastointikuilut on tehty täysprofiilimenetelmällä. Tuuletusyhteydet valmistuivat syksyllä 1985.

Malminkäsittelylinjan työt (kaatonousut, murskaamotilat, hinnakanaalit, siilot ja nostokuilu) teetettiin myös urakoitsijoilla. Malminkäsittelylinjan työt ovat louhintojen osalta valmiit. Rakennus ja asennustyöt valmistuvat kesällä 1986. Kuilu louhittiin neljässä osassa, joista välit mp – +60 -taso ja +360 – +400 tehtiin pitkäreikäkänousuna. Väli +60 – +360 tehtiin kahdessa osassa, pilottinousu Alimak-menetelmällä joka avarrettiin työlavalta määrämittänsä. Nostotorni rakennettiin (kuva 4) samanaikaisesti kuilun louhinnan kanssa.

Kireästä aikataulusta sekä ennakkotietoja huonommista kivilajiolosuhteista huolimatta saatiin kaivos tuotantokuntoon aikataulun mukaisesti.

### 3. Louhinta

Päälouhintamenetelmänä on välitasolouhinta. Leonmalmissa, joka on pystyasentoinen ja, jonka paksuus vaihtelee 1 m–20 m sovelletaan pitkittäistä välitasolouhintaa. Malmin epäsäännöllisyydestä johtuen on tasoväli 15–20 m. Leonmalmiin jätetään yksi louhinnan aikainen pilari. Nämä louhokset täytetään sivukivellä.

Niin sanotun päämalmin louhintaa vaikeuttaa päämalmin itäpäässä oleva mustaliuskeruhje. Tätä ruhjetta vasten oleva rikas malmin osa louhitaan pengerialouhintana, kovettuvaa täyttöä käyttäen (P-louhos kuvassa 5). Päämalmin muut osat louhitaan poikittaisena välitasolouhintana järjestyksessä EA, EC, EB, ED (kuva 5). Näistä louhoksista EA ja EC täytetään kovettuvalla täytteellä.

Päämalmin, etenkin P-louhoksen louhinta perustuu runsaaseen vaijeripultituksen käyttöön. Vaijeripultituksen tehoa lisätään harjateräsverkotuksella ja teräsnauhojen käytöllä.

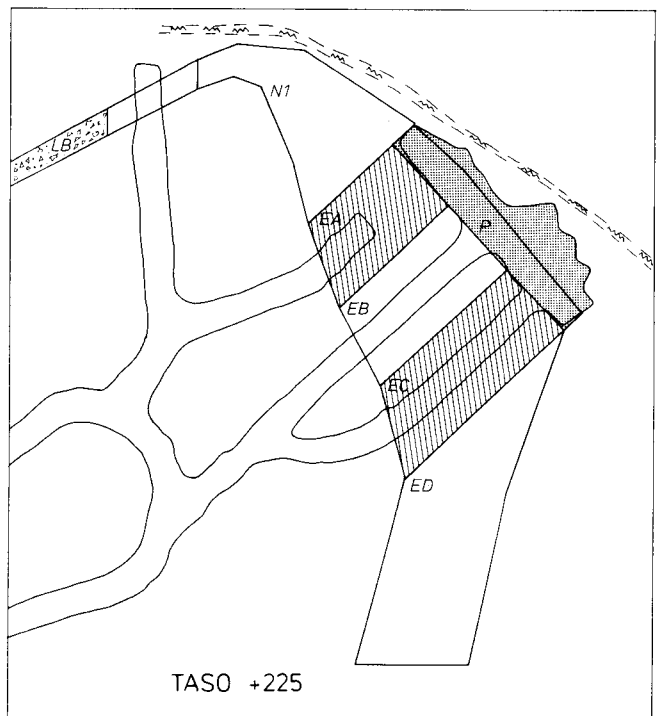
Päämalmissa tasoväli on 20 m. Parhaimmillaan on louhoskoko tässä malmin osassa 125 000 t.

Malmin rajojen tarkennusta suoritetaan vielä louhintapöytäaikaan käytettävissä olevalla johtavuuskymittarilla.



**Kuva 4.** Nostotornin rakennustyömaa. Liukuvalu suoritettu loppuun.

**Fig. 4.** Construction site of the headframe. Sliding formwork concreting completed.



**Kuva 5.** Vaakakuva päämalmin louhinnasta. Louhokset EA, EC ja P täytetään kovettuvalla täytteellä.

**Fig. 5.** Horizontal section of the stoping of the main orebody. Stopes EA, EC and P will be filled with consolidated backfilling.



Taulukko 2. Louhintakalusto.  
Table 2. Equipment for stoping.

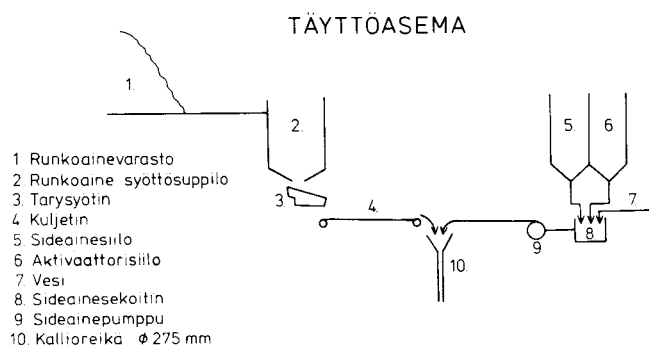
Kpl	Konetyyppi	
<b>PITKÄREIKÄPORAUSKALUSTO</b>		
1	Tamrock SOLO 608 H DATASOLO	5' porauspituus
1	Tamrock SOLO 606 H	5' porauspituus
1	Atlas Copco SIMBA H 221	6' porauspituus
<b>PANOSTUS</b>		
1	PK 4000 nostokorilla varustettuna 2x250 l anosäiliöt	
<b>LASTAUS</b>		
1	Perusyhtymä Oy ARA TORO 500 E (sähkökäyttöinen)	
1	Perusyhtymä Oy ARA TOTO 500 D	
<b>RIKOTUS</b>		
1	Atlas Copco Boomer HB 128	
<b>MUU KALUSTO</b>		
Toyota Hilux 4WD ja maasto-autoja		

Louhintaporaukset suoritetaan sähköhydraulisesti, kahdella (tilapäisesti kolmella) pitkäreikäyksiköllä (taulukko 2). Leonmalmi lastataan +250 -tasolta sähkölastauskoneella (TORO 500 E) samoinkuin osa päämalmista. Loput päämalmista lastataan sähkölastauskoneella +275 -tasolta kaatonousuihin. P-louhoksen lastaus perustuu kauko-ohjaukseen. Louhinnassa käytetty kalusto on esitetty taulukossa 2. Kaivossuunnittelussa tullaan ottamaan käyttöön Outokumpu Oy:n kehittämä laaja kaivossuunnitteluohjelmisto.

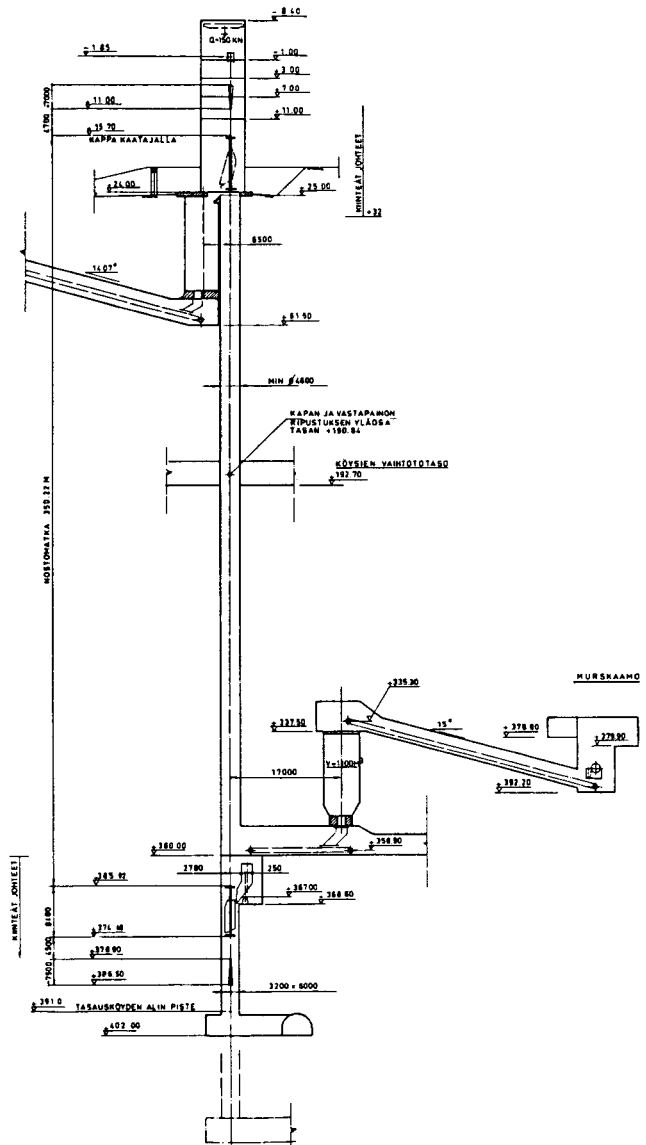
#### 4. Täyttö

Kovettuva täyttö suoritetaan optimivesipitoisena. Täyte valmistetaan maanpinnalla josta se johdetaan suoraan louhoksiin reikien kautta. Kaaviokuva kovettuvan täytön asemasta on kuvassa 6.

Täytön runkoaineena on murskattu sepeli  $\varnothing$  0–35 mm ja sideaineena käytetään masuunikuonaa ja aktivaattorina kalkkimaitoa. Sideainelisyys on n. 100 kg/m<sup>3</sup> täytettä. Täyteen lujuusvaatimus on 3 MPa.



Kuva 6. Kaaviokuva kovettuvan täytön valmistuksesta.  
Fig. 6. Preparation of consolidated backfilling.



Kuva 7. Maanalaisen malminkäsittelylinjan kaavio.  
Fig. 7. Flowsheet of underground ore handling.

#### 5. Murskaus ja nosto

Maanalaisen malminkäsittelylinjan kaavio on esitetty kuvassa 7.

+250- ja +275 -tasoilta malmi lastataan säleikköjen läpi kaatonousuihin ja näiden kautta +380 -tasolla sijaitsevalle murskaamolle. Yksivaiheisen murskauksen (Lokomo K 140) jälkeen malmi siirretään kuilun vierellä sijaitsevaan 1000 t siiloon 230 m pitkällä hihnakuljettimella. Siilosta malmi lastataan hihnakuljettimella 10 t mittataskuun ja siitä edelleen kappalla maanpinnalle louhittuun 4000 t siiloon.

Murskauksen ja noston laitteet ovat suurimmalta osaltaan käytettyjä. Murskaamon laitteet ovat Otanmäen kaivokselta. Hihnakuljettimet ja muut syöttimet Vuonoksen kaivokselta. Nostokone (Asea HSCE 2.06) on hankittu Ruotsista Idgerbergetin kaivokselta.

Murskauksen ja noston valvonta tapahtuvat maan päältä rikastamon valvomosta käsin.

## 6. Muut toiminnot

Tuuletusilmaa puhalletaan kaivokseen n. 270 000 m<sup>3</sup>/h Ø 4 m raitisilmanousun kautta. Raitisilmanousulta pääosa ilmasta johdetaan louhinta-alueille ja osalla ilmasta tuuletetaan murskaus- ja nostolinja. Poistoreitteinä toimivat louhinta-alueilta poistoilmanousut ja vinotunneli sekä murskaus- ja nostolinjalta nostokuilu. Pakkaskautena huolehtii tuuletusilman lämmityksestä Nestelämpö Oy 2,5 MW raskasöljylaitoksessa. Tuuletuksen ohjaus tullaan siirtämään prosessitietokoneen hoitavaksi.

Veden- ja liejunktäsittelyä varten on rakennettu pumppaamotilat +380 -tasolle. selkeytetty vesi pumpataan maanpintaan Ahlström 5A-125/175 (2 kpl) pumppuilla. Laskeutunut lieju imetään liejupumpulla painesäiliöön josta se veden ja paineenkorotuspumpun avulla siirretään kaivosvesipumppujen painepuolelle ja kaivosveden mukana jätealueen selkeytysaltaaseen. Pumppauksen ja liejunerotuksen ohjaus ja valvonta suoritetaan rikastamon valvomosta.

Räjähdysainehuoltoa varten on rakennettu +190 -tasolle räjähdysainearasto, jossa on kaksi 4000 kg ANO-säiliötä ja 2000 kg patruroidun räjähdysaineen varasto sekä nallivarasto. ANO-säiliöihin tuodaan valmiiksi sekoitettu ammoniumnitraatti suursäkeissä (n. 1000 kg) suoraan räjähdysainetehtaan autolla.

+230 -tasolle on rakennettu tilat koneiden huoltoa ja korjausta varten, samaan yhteyteen on sijoitettu myös porakaluston varasto- ja käsittelytilat, tarvikevarasto ja ruokatupa.

Yhteydenpitoa kaivoksessa on tehostettu kaivosradiopuhelimen (Montan-Forschung) käyttöön otolla. Radiopuhelimit toimivat 290/430 KHz taajuudella ja tarvitsevat antennikaapeliverkoston. Tällä hetkellä käytössä on tukiaseman (+230 -tasolla) lisäksi kaksi kannettavaa puhelinta ja kolme ajoneuvoasemaa.

## RIKASTAMO

### 1. Yleistä

Enonkosken rikastusprosessi perustuu vuosina 1980–1982 kariesydännäytteillä tehtyihin laboratoriokokeisiin ja minerologisiin tutkimuksiin sekä vuonna 1983 tehtyyn malmin koeajoon Kotalahden rikastamolla. Jauhatusmenetelmää testattiin vuosina 1983–1984 Outokummun jauhatuskoeasemalla.

Rikastamon prosessisuunnittelu alkoi vuonna 1983 laboratoriokokeiden ja malmiarvion jälkeen, lopullinen suunnittelu vuoden 1984 alussa.

Rikastamon rakennusteknilliset työt alkoivat syksyllä 1984 ja töiden aikataulullinen tavoite oli tuotannon aloitus vuoden 1986 alussa.

### 2. Suunnittelu

Rikastamon suunniteltu malminkäsittelykapasiteetti on n. 700.000 tonnia vuosisyöttönä ja nikkelikastemääränä 120.000 tonnia vuodessa. Suunnitellut rikasteiden pitoisuudet olivat: 7 % Ni nikkelikasteessa ja 25 % Cu kuparirikasteessa.

Suunnittelun ”punaisena lankana” oli sekä käyttökustannuksiltaan ja investoinneiltaan taloudellinen rikastusprosessi, missä on käytetty muilta Outokumpu Oy:n laitoksilta vapau-

tuvia vanhoja laitteita hyödyksi. Rikastamon korkea instrumentointi- ja automaatioaste suo mahdollisuuksia kehittää prosessia taloudellisempaan ajotyyliin. Rikastamolle tyypilliseksi erikoispiirteiksi voidaan mainita:

- kallioon louhittu rikastamon varastosilo
- täysautogeenijauhatus
- karkeavaahdotus syklonin alitteelle
- vaahdotuskennojen paljeputkipinnansäätö
- mittauksen ja säätöjen suoritus laitteiden punnitukseen avulla
- koko malminkäsittelylinjan keskitetty valvonta rikastamon valvomoon
- rikastamon toimisto- ja valvontatilat jauhatuksen ja vaahdotusosastojen välissä

Rikastamon suunnittelu tapahtui Outokumpu Oy:n KTR:n toimesta. Suunnitteluapua saatiin muilta tulosyksiköiltä sekä yksityisiltä suunnittelutoimistoilta. Suunnittelutyö valmistui pääosin vuoden 1984 loppuun mennessä.

## 3. Rikastusprosessi (kuva 8, sivu 22)

### 3.1. Malmin varastointi

Kaivoksessa karkeamurskattu malmi nostetaan kapalla (1) maanpinnalle louhittuun 4000 tonnin malmin varastosiloon (2). Varastosiloon alle sijoitetulla vaunusyöttimellä (3) ja hihnakuljettimella (4) malmi siirretään rikastamon vastaanotto-siloihin (à 300 ton) (5). Murskatusta malmista voidaan tarpeen vaatiessa seuloa erilleen lohkatteet mahdollisen jauhin-kappalepulan varalta.

### 3.2. J a u h a t u s (kuva 9, sivu 23)

Jauhatuskokeiden perusteella päädyttiin täysautogeenijauhaukseen, jolloin hienomurskaamo jäi tarpeettomaksi. Autogeenijauhatus antoi myös suuremman liikkumisvaran kapasiteetin suhteen.

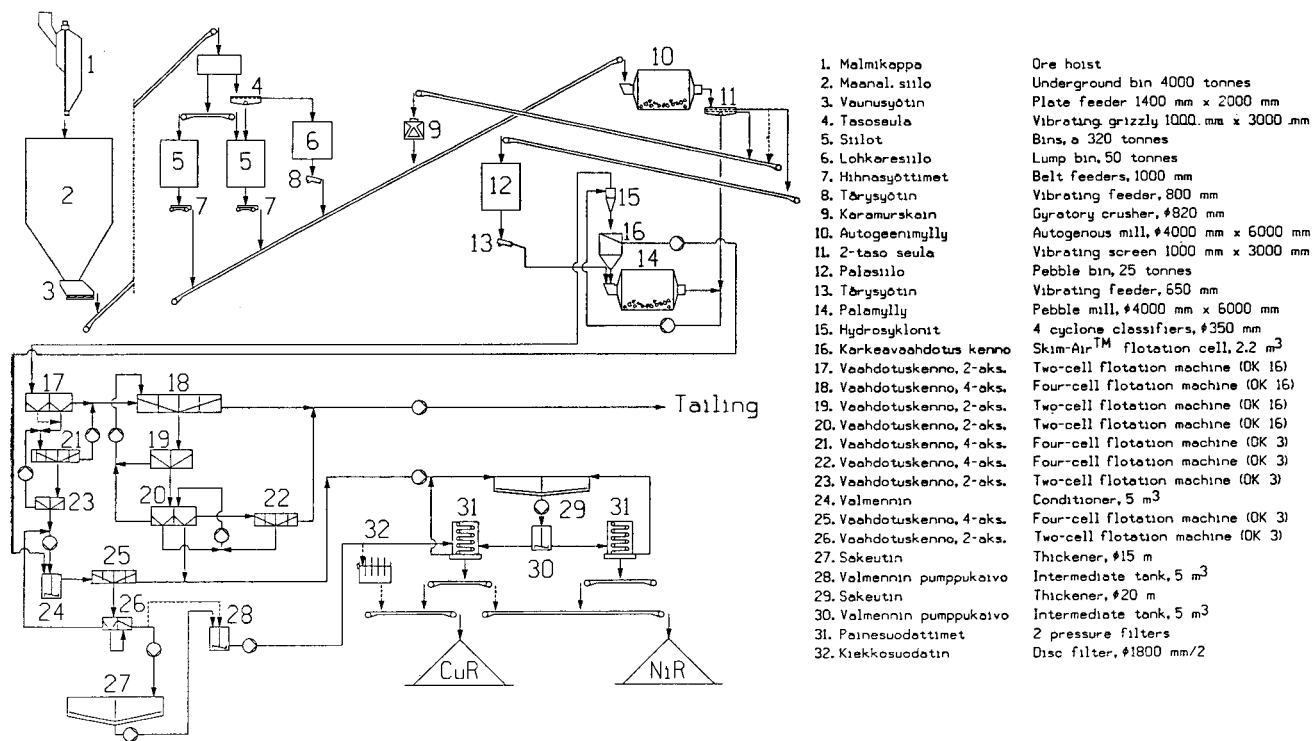
Primääriautogeenimyllyssä (10) toimii Ø 4.0 m × 6.0 m jauhinhimly. Malmin syöttöä myllyyn säädetään kahdella hihnasyöttimellä (7). Mylly on varustettu isoreikäarinalla, mikä mahdollistaa jauhautumattoman kriittisen materiaalin ja sekundäärijauhauksen vaatiman palojen poistumisen myllystä. Autogeenimyllyn tuotosta seulotaan kaksitasoseulalla (11) palat (+35 mm) palasiiloon (12) tai ne johdetaan yhdessä kriittisen materiaalin (+5...-35 mm) kanssa karamurskaimen (9) kautta takaisin autogeenimyllyyn. Tuotteiden siirtoon käytetään lokerokuljettimia. Liette (-5 mm) pumpataan yhdessä palamylyn tuotteen kanssa luokitussykloneihin (15). Syklonin alitteesta vaahdotetaan karkeavaahdotuskennolla (16) karkea pentlandiittirikaste suoraan Ni-Cu-erotusvaahdotukseen.

### 3.3. V a a h d o t u s (kuva 10, sivu 23)

Malmin vaahdotus tapahtuu kolmessa eri vaiheessa: Ni-Cu-yhteisvaahdotus, Ni-Cu-erotusvaahdotus sekä sulfidien yhteisvaahdotus.

Ni-Cu-yhteisvaahdotus tapahtuu luontaisessa pH:ssa kaksiosaisessa OK-16-kennossa (17). Saatu esirikaste kerrataan kahdesti neljä- ja kaksiosaisessa OK-3-kennossa (21, 23).

Kerratusta yhteisrikasteesta erotetaan pentlandiitti ja kuparikiisu nostamalla lietteen johtokykyä kalkkimaidolla ja lisäämällä dekstriiniä. Erotusvaahdotus tapahtuu neljäosaisessa



Kuva 8. Rikastamon virtauskaavio.  
Fig. 8. Flowsheet of the concentrator.

OK-3-kennossa (25) ja kuparirikasteen kertaus kaksiosaisissa OK-3-kennossa (26).

Yhteisvaahdotuksen jätteestä vaahdotetaan sulfidit laskeamalla lietteen pH (n. 4.5) ja kertaamalla saatu rikaste kahdesti. Vaahdotukseen käytetään neljä-, kaksi- ja yksiakselisia OK-16-kennoja (18, 19, 20). Sulfidirikasteesta poistetaan magneettikiisu pH:n nostolla (n. 12.5) ja saatu heikkopitoinen pentlandiittirikaste yhdistetään lopulliseen nikkelirikasteeseen.

Yhteisvaahdotuksen jäte ja magneettikiisujäte yhdistetään lopulliseksi jätteeksi ja pumpataan jätealueelle.

Rikastuksessa käytetään seuraavia kemikaaleja:

— Na-IBX	150 g/malmitonni
— Dekstriini	30 g/malmitonni
— CMC	50 g/malmitonni
— OULU 421	100 g/malmitonni
— Flokkulantti	1 g/malmitonni
— väkevä H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5–8 kg/malmitonni
— CaO	3–6 kg/malmitonni

### 3.4. Rikasteiden vedenpoisto ja varastointi

Saadut nikkelirikasteet sakeutetaan Ø 20 m sakeuttimessa (29) ja ohjataan valmenninpumppukaivoon (30), mistä liete pumpataan 22 m<sup>2</sup> painesuodattimille (31). Kuparirikaste sakeutetaan vastaavasti Ø 15 m sakeuttimessa (27) ja ohjataan valmenninpumppukaivon (28) kautta painesuodattimille. Kuparirikaste on mahdollista suodattaa myös kiekkosuodattimella (32). Sakeuttimien ylitevedet johdetaan jätevesien neutralointikaivoon.

Suodatetut rikasteet kuljetetaan hinnakuljettimien avulla katettuun rikastevarastoon ja edelleen rautateitse Kerimäen Silvolan aseman kautta Outokumpu Oy:n Harjavallan tehtaille.

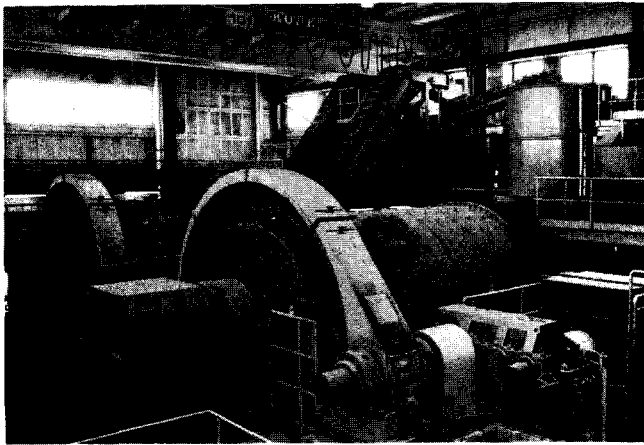
## 4. Prosessin ohjaus ja analysointi

Koko rikastusprosessi ja malminkäsittelylinja valvotaan jauhatus- ja vaahdotusosaston välissä olevasta valvomosta. Prosessin ohjaukseen ja säätöön sekä kemikaalien annostukseen käytetään PROSCON 210 PM digitaalista prosessisäätöjärjestelmää. Pitoisuussäätöön tarvittavat analyysit saadaan COURIER-300 röntgenanalyysatorilla. Kemialliset analyysit tehdään rikastamon laboratoriossa.

## 5. Jätteen käsittely ja vedenhankinta

Rikastamon kiintojäteallas ja selkeytysaltaat, kuten myös koko teollisuusalue, sijaitsevat tiiviiden moreenikankaiden muodostamassa notkelmassa, joten rakennettavien patojen osuus on melko pieni. Padot ovat pääsääntöisesti tiiviitä moreenipatoja louherungolla.

Rikastamon jäte pumpataan n. 1 km päässä olevaan 44 ha kiintojätealtaaseen. Altaan selkeytysvesi johdetaan 20 ha selkeytysallas I:een, mikä toimii samalla rikastamon kierrätysveden varastoaltaana. Ylimäärävesi neutraloidaan kalkkimaidolla ja sakeuttimien ylitevesillä ja johdetaan selkeytysallas II:een, minne raskasmetallit saostuvat. Altaalta poistuva vesi ilmastetaan ja johdetaan Sortavalajärveen ja sieltä edelleen Haukiveden Tevanlahteen laskuluvan edellyttäminä aikoina.



**Kuva 9.** Näkymä jauhatusosastosta.  
**Fig. 9.** A view of the grinding section.

Prosessin tuorevesi sekä kaivoksen porausvedet saadaan Sortavalajärven puolessa välin olevasta pumppaamosta. Vesilinjan pituus on noin 2 km.

## 6. Rikastamon miehitys

Rikastamon miehistö käsittää rikastamon päällikön, ylityönjohtajan, automaatioinsinöörin, tutkimusinsinöörin sekä 20 rikastusmiestä.

Rikastamo käy keskeytymättömässä kolmivuorossa, vuorovahvuus kolme henkilöä, päivävuoron vahvuus on 3 henkilöä ja laboratoriossa 2 henkilöä.

## 7. Teknillisiä tietoja rikastamosta

Tilavuus 29.900 m<sup>3</sup> (rikastamo),  
10.700 m<sup>3</sup> (rikastevarasto)

## SUMMARY

### OUTOKUMPU OY, ENONKOSKI MINE

The Enonkoski mine is located in Eastern Finland, about 30 kilometers north of the town Savonlinna.

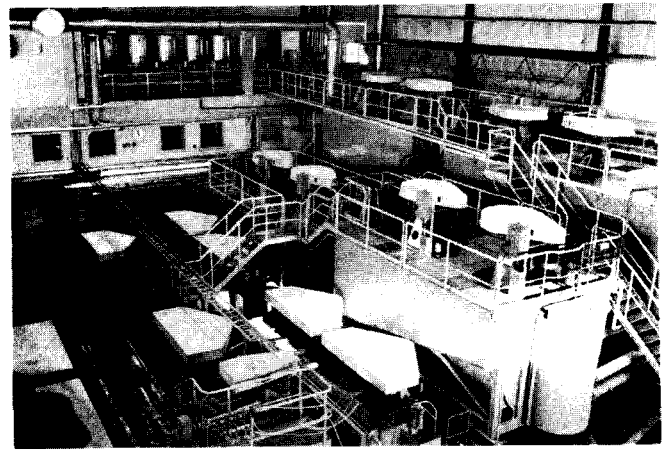
The mine district has been subject to exploration activities since the 1950's, and the present orebody was found as result of the second drilling program, which was started in April 1980.

The ore deposit is associated with a basic — ultrabasic intrusion, and the most important ore minerals are pentlandite, chalcopyrite and pyrrhotite.

The mineable ore reserves are estimated to be 3.8 million tons with an average nickel content of 1.2 % and copper content of 0.3%.

The main mining method is sublevel stoping with waste rock and consolidated filling.

The ore is crushed in one stage underground and



**Kuva 10.** Näkymä vaahdottamosta.  
**Fig. 10.** A view of the flotation section.

Kokonaisala 2.800 m<sup>2</sup> (rikastamo),  
1.200 m<sup>2</sup> (rikastevarasto)  
Kapasiteetti 350.000–700.000 t/v malmia  
Tuotteet: 30.000–120.000 t/v Ni-rikastetta  
1.500– 4.500 t/v Cu-rikastetta

Rikastustuloksia, esimerkki:

	Analyysit					Saanti	
	%Ni	%Cu	%Co	%S	%MgO	Ni	Cu
Ni-rikaste	10,0	1,37	0,40	25,0	3,0	87,5	46,1
Cu-rikaste	0,8	25,0	–	28,8	–	0,4	49,5
Jäte	0,21	0,02	–	5,5	–	12,1	4,4
Malmi	1,50	0,39	0,06	11,0	–	100,0	100,0
Energian kulutus	27,0 kWh/malmitonni						
Veden kulutus	2,6 m <sup>3</sup> /malmitonni						

# Pitkäreikäporauksen suuntatarkkuus

DI Ari Simonen, Outokumpu Oy

## JOHDANTO

Pitkäreikäporauksen suuntatarkkuudella on todettu monessa yhteydessä olevan suuri merkitys louhinnan tekniselle onnistumiselle. Kaivosten tuotantolouhinnassa poraustarkkuus vaikuttaa lisäksi tuotantokustannuksiin ja tuotannon arvoon raakkulaimennuksen ja malmitappioiden muodossa, kuva 1. Hyvä porauksen tarkkuus antaa mahdollisuuden pitkien reikien hyväksikäyttöön. Hyvästä poraustarkkuudesta saatava hyöty kustannussäästöinä voi olla jopa kymmenien prosenttien luokkaa.

Pitkäreikäporauksen suuntatarkkuutta tutkittiin Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan ja sen kaivosteknisen toimikunnan sekä teollisuuden alullepanemassa ja rahoittamassa tutkimusprojektissa ”Pitkäreikäporauksen suuntatarkkuus.” Projektin tavoitteeksi asetettiin suora, oikeassa

suunnassa oleva oikean pituinen reikä, jolla saavutetaan suunniteltu louhintatulos.

Projektin organisaatio oli seuraava:

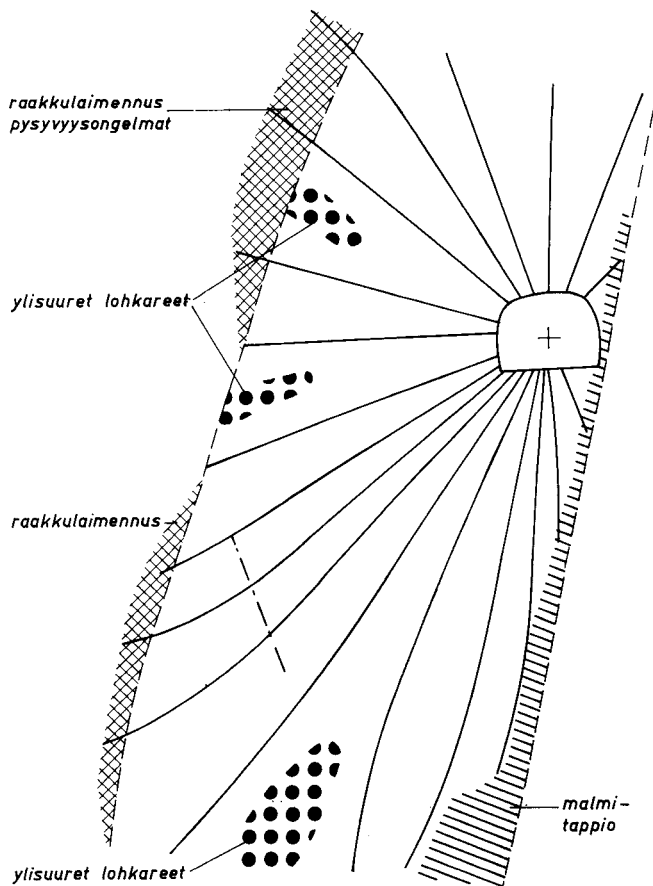
Ohjausryhmä: Pekka Lappalainen Outokumpu Oy, puh.joht; Heikki Latva, Oy Lohja Ab; Pertti Heikkilä, Oy Tampella Ab, Tamrock; Raimo Matikainen, TKK; Timo Kallio, Imatran Voima Oy; Tuomo Tuohino, Rautaruukki Oy ja Kalevi Laakkonen, Oy Airam Ab, Kometa.

Tutkija: Ari Simonen

## NYKYINEN SUUNTATARKKUUS VÄLITASOLOUHINNASSA

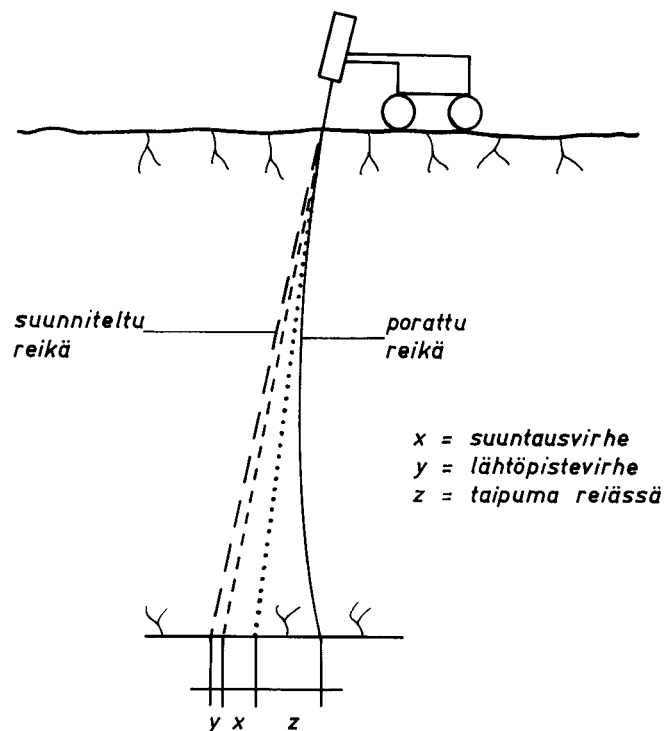
Mittauksin selvitettiin pitkäreikäporauksen suuntatarkkuutta nykyisellä poraus- ja suuntaustekniikalla. Kohteina oli kuusi kaivosta:

- Kotalahden kaivos
- Pyhäsalmen kaivos
- Vihannin kaivos
- Enonkosken kaivos
- Rautuvaaran kaivos
- Tytyrin kaivos



Kuva 1. Suuntapoiikkeamien vaikutuksia välitasolouhinnassa /2/.

Fig. 1. Consequences of hole deviation in sublevel stopping /2/.



Kuva 2. Suuntapoiikkeaman eri tekijät /1/.

Fig. 2. The factors of hole deviation /1/.

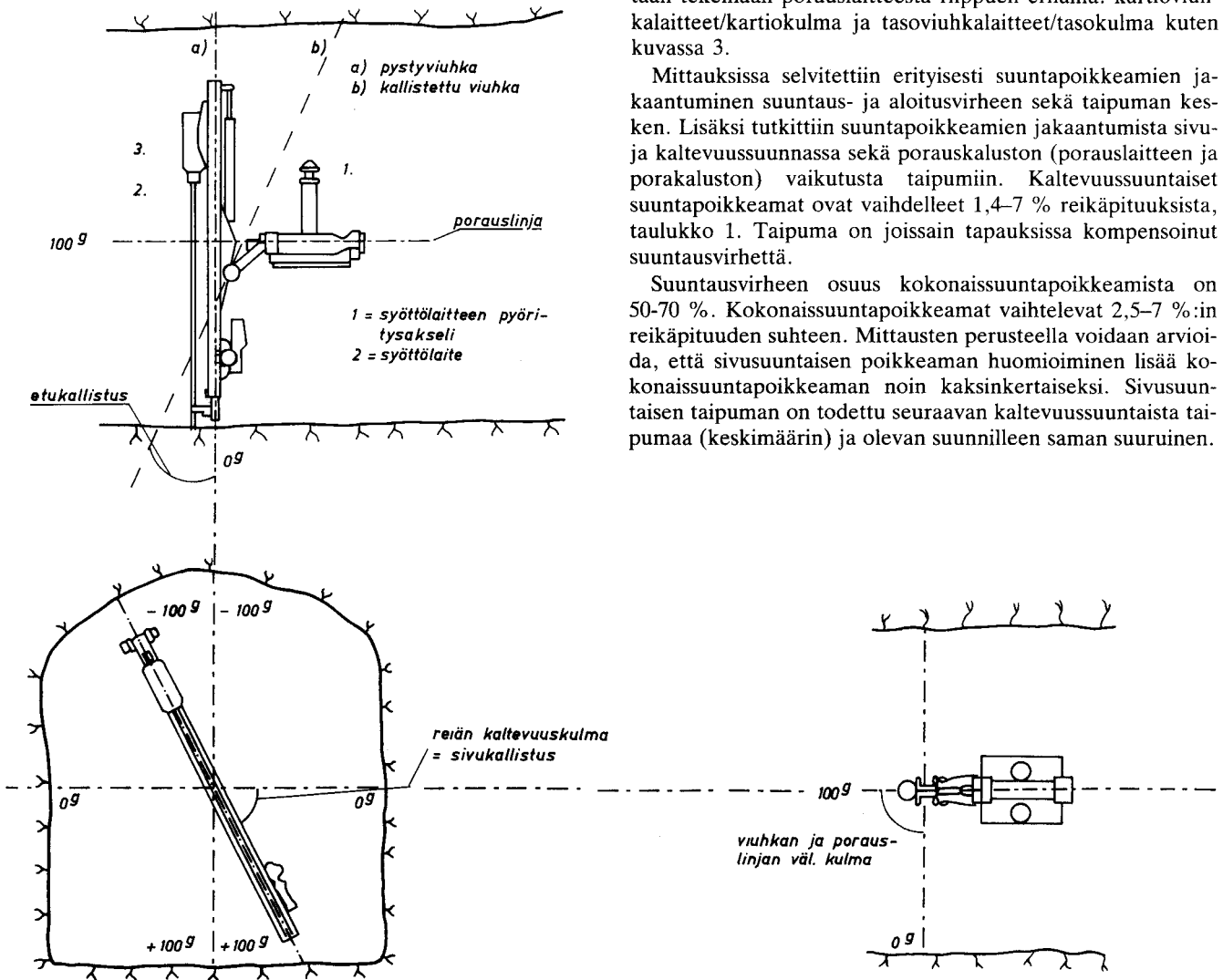
Sivusuuntamittarilla mitattiin kaivoksilla 89 reikää, joista vain 45:stä saatiin luotettavia tuloksia. Mittaukset ja osittaisen mittaustulosten käsittely teki Suomen Malmi Oy. Mittauslaitteina käytettiin Eastcoa (Multiple Shot Directional survey instrument type DT) ja Fotoboria (ABEM reflex-Fotobor DIP&Direction Indicator). Lisäksi tehtiin mittauksia kaivosten PP-kaltevuusmittareilla.

Sivusuuntamittauslaitteiden todettiin soveltuvan rajoitetusti kaivoksissa käsin tehtävään mittaukseen. Fotoborin käyttöä rajoittaa sen koko ja Eastcon käsittelyä magneettiset häiriöt. PP-kaltevuusmittarilla voidaan reikiä kaltevuuskulma mitata luotettavasti ja nopeasti.

Seuraavassa käytettyjä käsitteitä on selvitetty kuvissa 2 ja 3. Suuntaoikeama esitetään tässä poikkeaman (x+y+z) suhteena reikäpituuteen prosentteina. Kulmamääritykset joudutaan tekemään porauslaitteesta riippuen erilaisilla: kartioviuhkalaitteet/kartiokulma ja tasoviuhkalaitteet/tasokulma kuten kuvassa 3.

Mittauksissa selvitetiin erityisesti suuntaoikeamien jakaantuminen suuntaus- ja aloitusvirheen sekä taipuman kesken. Lisäksi tutkittiin suuntaoikeamien jakaantumista sivu- ja kaltevuussuunnassa sekä porauskaluston (porauslaitteen ja porakaluston) vaikutusta taipumiin. Kaltevuussuuntaiset suuntaoikeamat ovat vaihdelleet 1,4-7 % reikäpituuksista, taulukko 1. Taipuma on joissain tapauksissa kompensoinut suuntausvirhettä.

Suuntausvirheen osuus kokonaissuuntaoikeamasta on 50-70 %. Kokonaissuuntaoikeamat vaihtelevat 2,5-7 %:in reikäpituuden suhteen. Mittausten perusteella voidaan arvioida, että sivusuuntaisen poikkeaman huomioiminen lisää kokonaissuuntaoikeaman noin kaksinkertaiseksi. Sivusuuntaisen taipuman on todettu seuraavan kaltevuussuuntaista taipumaa (keskimäärin) ja olevan suunnilleen saman suuruinen.



Kuva 3. Käytettyjä käsitteitä, kulmamääritykset /3/.

Fig 3. The used concepts, angel definitions.

Taulukko 1. Mitattujen suuntaoikeamien keskiarvot (% reikäpituuksista).

Table 1. The averages of measured hole deviations in different mines (% of hole length).

kaivos	reikä- määrä kpl	keskim. pituus m	reikä- koko mm	porakalusto terä	tangot/ putket	suuntaus- virhe %	taipuma taipuma %	suunta- poikk. %
OKKO	2	25,5	64	pala	R 38	5,5	2,6	4,3
OKP	5	24,6	90	retrac	K 51	1,4 *	0,8 *	1,4 *
OKP	10	21,9	90	retrac	P 76	2,1 *	0,9 *	2,1 *
OKVI	7	17,0	51	pala	R 32	2,3 *	1,5 *	3,7 *
Rautuv.	8	19,2	64	pala	R 32	1,6 *	6,0 *	7,0 *
Rautuv.	4	17,5	64	retrac	R 38	1,7 *	2,0 *	3,4 *
Rautuv.	4	19,8	64	pala	R 38	3,5 *	1,0 *	2,5 *
Rautuv.	15	12,8	51	pala	R 32	3,5 *	2,3 *	3,9 *
Tytyri	8	32,9	48	pala	R 32	2,1	1,7	2,9
Tytyri	6	36,3	51	pala	R 32	2,3	1,0	3,0

\* vain kaltevuussuunnassa

## VIUHKOJEN PAIKAN MITTAUS JA SUUNTAUS

Mittaus- ja merkintäteknikka selvitettiin kaivoksille lähetyllä kyselyllä. Mittauskäytäntö ja käytetty kulma-asteikko (aste/grad) vaihtelevat eri kaivoksilla saman yhtiön sisälläkin; yhtenäistä käytäntöä ei ole syntynyt.

Mittausryhmät (2 miestä) mittaavat kaivoksilla louhinta-viuhkojen paikat. Eräissä tapauksissa viuhkojen paikan mittaa ja merkitsee työnjohtaja tai porari. Kaivossuunnittelijan piirtämästä kuvasta viuhkojen paikat siirretään kaivokseen käyttäen seuraavia välineitä:

- kartta ja suhdeviivain
- mittanauha ja luoti
- teodoliitti ja prisma
- suuntalevy, latta.

Mittauksessa käytetään pohjana kaivoksen kiintopisteverkkoa. Usein viuhkat ovat kohtisuorassa porauslinjaa (usein peränajon suuntapistelinja) vastaan. Jos näin ei ole, suunta voidaan antaa teodoliitilla. Viuhkojen etu mitataan mittanauhalla ja kulma porauslinjaa vastaan joko prismalla ta suorakulmalla. Joissain tapauksissa mitataan vain ensimmäisen viuhkan kulma porauslinjaa vastaan ja muiden viuhkojen paikat mitataan mittanauhalla ensimmäisestä viuhkasta lähtien perän molemmille seinille.

Viuhkojen paikat ja numerot merkitään perän seinään molemmin puolin 2–5 cm:m levyisillä maalimerkeillä syöttölaitteen suuntausta varten. Porauslinjaa ei yleensä merkitä. Reikien kaltevuuskulmat (sivukallistus/etukallistus) ja pituus annetaan porauskaaviossa.

Poraustarkkuuden suurimmat puutteet ovat suuntauksessa. Yli puolet suuntaepöikeämistä johtuu suuntaus- ja aloitusvirheistä. Nykyinen merkintä- ja suuntaustekniikka antavat mahdollisuuden suhteellisen suureen suuntausvirheeseen varsinkin sivusuunnassa. Sivusuunta saadaan viuhkaporauksessa perän seiiniin tehdyistä maalimerkeistä suuntaamalla syöttölaitte niiden mukaisesti. Sivusuunnan pysymistä ei voida näin ollen tarkistaa pystytköillä rei'illä ja menetelmä on sinänsä epätarkka: yhden asteen tarkkuuden saavuttaminen tarkoittaa sitä, että syöttölaite (pituus noin 3 m) on suunnattu  $\pm 1$  cm tarkkuudella maalimerkkien (2-5 cm) mukaan oikein.

Kaltevuuskulma mitataan suuntauksen yhteydessä useimmiten irrallisella kaltevuusmittarilla, porauslaitteen kulmakehiä ei yleensä käytetä. Kaltevuusmittareiden lukemataarkkuus on 1° ja mittaustarkkuus riippuu mittarista ja sen kunnosta. Suuntausta ei porauksen aloituksen jälkeen tarkisteta, joten aloituksessa mahdollisesti syntyvä virhe jää korjaamatta.

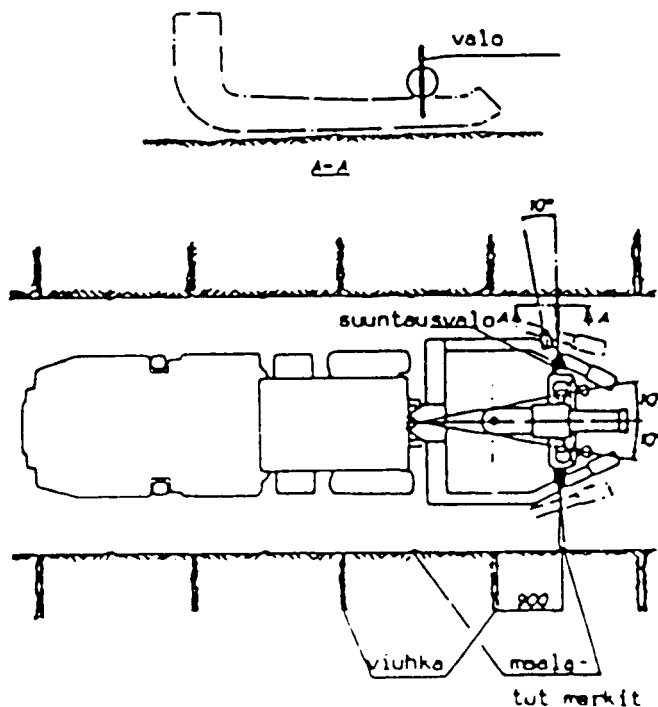
## PORAUSTARKKUUDEN PARANTAMINEN

### Mittaus- ja merkintäteknikka, suuntaus

Koska usein yli puolet pitkäreikäporauksen suuntaepöikeämistä syntyy jo ennen porausta suuntauksessa, on viuhkojen paikan mittaukseen ja merkintään sekä suuntaukseen kiinnitettävä lisää huomiota.

Porauskaaviot tulee suunnitella suuntauksen kannalta kohtisuoraan porauslinjaa vastaan silloin kun se on mahdollista. Kallistettujen tasoviuhkojen merkintää ja suuntausta on kehitettävä. Jos suunnittelussa tiedetään millä porauslaitteella reiät aiotaan porata, tulee ominaisuudet huomioida. Porauspituuden lisäksi porauskaaviossa suositellaan ilmoitettavaksi reiän poraukseen käytettävä tanko- tai putkimäärä.

Viuhkojen suuntausta parannetaan ja helpotetaan merkittävällä porauslinjaa perän kattoon ja maalaamalla viuhkamer-



**Kuva 4.** Sivulle osoittavat suuntausvalot (Oy Tampella Ab Tamrock) /2/.

**Fig 4.** Directioning lights for long hole drilling unit (Oy Tampella Ab Tamrock) /2/.

kinnät perän seiiniin ja kattoon. Käytettävien merkkien tulee olla oikeassa paikassa ja sopivan kapeat.

Suuntauksen parantamiseksi suositellaan käyttöönotettavaksi ylös ja sivulle osoittavat suuntausvalot (kuva 4). Sivulle osoittavien valojen tulee osoittaa todellisen viuhkan kohdalle suuntauksen aikana. Ylös osoittavia valoja käytettäessä porauslinja on merkittävä perän kattoon.

Ainakin uusissa porauslaitteissa suositellaan jatkuvatoimisten kulmanmittauslaitteiden käyttöönottoa. Kun harkitaan kulmanmittauslaitteiden asentamista käytössä olevaan porauslaitteeseen, on selvitettävä soveltuvatko aioidut laitteet kyseiseen porauslaitteeseen, ja onko mittauslaitteiden toiminta ja näyttö soveltuva kaivoksen suunnittelukäytäntöön. Lisäksi on selvitettävä onko porauslaite tarkoitettu tasoviuhkojen vai kartioviuhkojen poraukseen. Kulmanmittauslaitteen näytön on osoitettava suoraan suunnittelijan porauskaavion merkittäviä lukuarvoja.

Uusia suuntausta helpottavia laitteita käyttöönottaessa on huolehdittava asiaa koskevien henkilöiden riittävästä koulutuksesta. Mittauksessa ja suuntauksessa tulee pyrkiä yhtenäiseen käytäntöön.

### Porauslaitteet ja porakalusto

Porauslaitteiden kunnossapidossa on tarkastettava nivelien ja syöttölaitteen välykset sekä poraohjaimien kunto ja tarvittaessa korjattava välykset. Syöttölaitteen tukisylinteri lisää poraukseen vakautta ja vähentää nivelien kulumista ja välyksistä aiheutuvaa suuntausvirhettä.

Porarilla tulee olla esteetön näköyhteys porauksen aloituskohtaan, jotta hän näkee aloituksessa mahdollisesti syntyvän virheen. Suuntauksen apulaitteiden näyttöjen tulee olla helpolukuisia ja niiden tulee sijaita hallintalaitteiden lähellä porarin näkökentässä.

Oikean porauspituuden saavuttamiseksi on suositeltavaa ottaa käyttöön uusissa porauslaitteissa automaattinen poraus-



pituudenmittauslaite. Laite voi ilmoittaa esimerkiksi valomerkillä kun suunniteltu pituus on saavutettu, tai laite voi olla yhteydessä pysäytysautomaatiikkaan.

Porakaluston vaikutuksen taipumiin on todettu olevan merkittävä. On tärkeää valita mahdollisimman jäykkä kalusto valittuun reikäkokoon. Kiinteäholkkisen kaluston käyttö on jäykkyyden vuoksi suositeltavaa. Putkikaluston edut tulevat esiin varsinkin pitkiä reikiä porattaessa. Putkikaluston etuja normaaliin kalustoon verrattuna ovat: hyvä huuhtelu, jäykkyys ja suuntatarkkuus, sileys sekä pienempi kiinnijuuttumisen vaara. Terän ja holkin halkaisijoiden suhde ei saa olla yli 1,2. Suurilla reikähalkaisijoilla (yli 89 mm) tanko- tai putkikaluston jäykkyys mahdollistaa suuremmankin halkaisijoiden suhteen (1,1–1,5).

Useissa yhteyksissä on todettu, että palaterällä saadaan suurempi reikä kuin nastaterällä. Terätyypin ja ohjauskalustojen vaikutusten selville saamiseksi tulee tehdä lisätutkimuksia.

Eriyistä tarkkuutta vaativien reikien porauksessa (esimerkiksi pitkäreikänousut) on käytettävä ohjauskalustoa: ohjaus tankoja tai -holkkeja. Myös putkikaluston putkea suositellaan käytettäväksi ohjausputkena, kun se kiinnitetään normaaliin tankokalustoon liittokappaleella. Tällöin putkea käytetään ensimmäisen tangon asemasta.

## YHTEENVETO

Reikien suunnassa ja pituudessa olevat poikkeamat aiheuttavat ylisuuria lohkarkeitä, raakkulaimennusta ja malmitappioi-

ta. Lisäksi poikkeamat huonontavat jäljellejäävän kallion pinnanlaatua ja pysyvyyttä sekä aiheuttavat kynsiongelmia avolouhoksilla.

Suunta-poikkeamat ovat kohteina olleilla kaivoksilla vaihdelleet 2,5–7 % reikäpituuden suhteen välitasolouhinnassa. Poikkeamista yli puolet on johtunut suuntausvirheestä. Tutkituista syistä taipumaan vaikutti eniten porakalusto: kaluston jäykkyys ja terän ja tankokaluston halkaisijoiden suhde.

Suuntausta voidaan parantaa ja helpottaa porauslaitteeseen asennettavien suuntausvalojen ja jatkuvatoimisten kulmammittauslaitteiden avulla. Oikean porauspituuden saavuttamiseksi voidaan käyttää automaattista pituudenmittauslaitetta.

Suunta-poikkeamien jatkuvaan seurantaan ei ole käytettävissä sopivia laitteita tai valmiita menetelmiä. Kaltevuussuuntaiseen seurantaan voidaan käyttää PP-kaltevuusmittaria.

Suunta-poikkeamien haittojen vähentämiseksi on suositeltavat reikäpituudet välitasolouhinnassa nykyisellä poraustarkkuudella tutkimuksen mukaan noin 27 m 4–5 % keskimääräisillä suunta-poikkeamilla ja 50–60 m 2,5 % suunta-poikkeamilla riippuen kohteesta ja porauskalustosta. Mainittuja reikäpituuksia vastaavat tasovälit ovat 25 m ja 40–50 m.

Hyvä poraustarkkuus vähentää kustannuksia ja helpottaa työskentelyä, koska tarvittava ominaisporaus (t/po.m) kasvaa ja lohkar koko parannee. Kustannussäästö voi olla kymmeniä prosentteja. Rikkojen määrä voi vähentyä samoin kymmenillä prosenteilla. Kun poraustarkkuus paranee, raakkulaimennus ja malmitappiot pienentyvät ja tuotannon arvo nousee. Tarkat reiät mahdollistavat pitkien reikien tuomat edut.

## KIRJALLISUUS—REFERENCES

1. *Almgren, G., Klippmark, K.*, 1981. Economic Aspects on Hole Deviation in Sublevel Stopping. Design and Operation of Caving and Sublevel Stopping Mines. AIME, New York, p. 559-573.
2. *Simonen, A.*, Deviation in long hole drilling (in Finnish). Master's

- Thesis, Helsinki University of Technology, Helsinki.
3. *Simonen A.*, 1985. Deviation in long hole drilling in sublevel stopping (in Finnish). Vuorityö ja -tekniikka 1/85, Vantaa.

## SUMMARY

### HOLE DEVIATION IN LONGHOLE DRILLING

Hole deviation in longhole drilling can have great consequences on mining, especially on fragmentation, dilution and ore losses. The Finnish Association of Mining and Metallurgical Engineers and Finnish mining industry have carried out a project, whose goal was a straight hole in right direction.

Deviation of longhole drilling in mines has varied between 2,5 and 6 %. Over half of deviation is caused by wrong alignment. It is very important to choose as stiff drilling equipment as possible to avoid deviation inside the hole.

The alignment can be improved by using directioning lights and angle indicators. The right length of a drill hole can be ac-

chieved by using automatic length measuring apparatus.

The longest recommended hole length is about 27 m with 4–5 % hole deviation and 50–60 m with 2,5 % hole deviation in different cases and with different drilling units and equipment. The largest sublevel intervals are 25 m and 40–50 m, respectively.

Accurate drilling saves expenses because the amount of drillmeters needed is reduced and the fragmentation becomes better. The value of production increases due to the lower dilution and lower ore losses. Accurate drilling makes it possible to use longer holes and to exploit fully their advantages.

# Euroopan suurin maanalainen räjäytys

Dipl.ins. Yrjö Huhtamäki, SSAB, Luossavaara

Euroopan suurin maanalainen räjäytys suoritettiin Luossavaaran koekaivoksella Kirunassa tammikuun 31. päivänä 1985 kello 13.15. Räjäytyksessä käytettiin räjähdettä 78.800 kg, jolla irroitettiin 291.600 tonnia malmia (kuva 1). Luossavaaran rautamalmi on noin 2 km pitkä ja kohtalaisen kapea esiintymä, joka alkaa maanpinnasta ja on tunnettu yli 500 m syvyyteen. Malmia louhittiin ensin avolouhoksena ja myöhemmin jatkettiin louhintaa maan alla. Kaivos suljettiin 1960-luvulla kannattamattomana. Louhinta aloitettiin undelleen Forskningsstiftelsen Svensk Gruvteknik'in johdolla 1981.

Luossavaaran louhintamenetelmä on suureikälouhintaa, joka on edelleen kehitettyä välitasolouhintaa. Luossavaarassa käytetty reikäkoko on  $\varnothing$  165 mm. Louhintamenetelmä on avoimen tilan menetelmä, joka jättää louhokset tyhjiksi louhinnan jälkeen. Jotta vältetään sivukivien sortuminen ja siten myös raakkulaimennus jätetään louhosten väliin pystypilarit ja yläpuolelle vaakapilari. Lopuksi räjäytetään, usein yhdellä räjäytyksellä, sekä vaaka- että pystypilari. Luossavaaran tapauksessa suurräjäytyksellä räjäytettiin vaakapilari.

Luossavaaran tutkimuskaivos on kehittänyt suureikälouhintaa, mm seuraavasti:

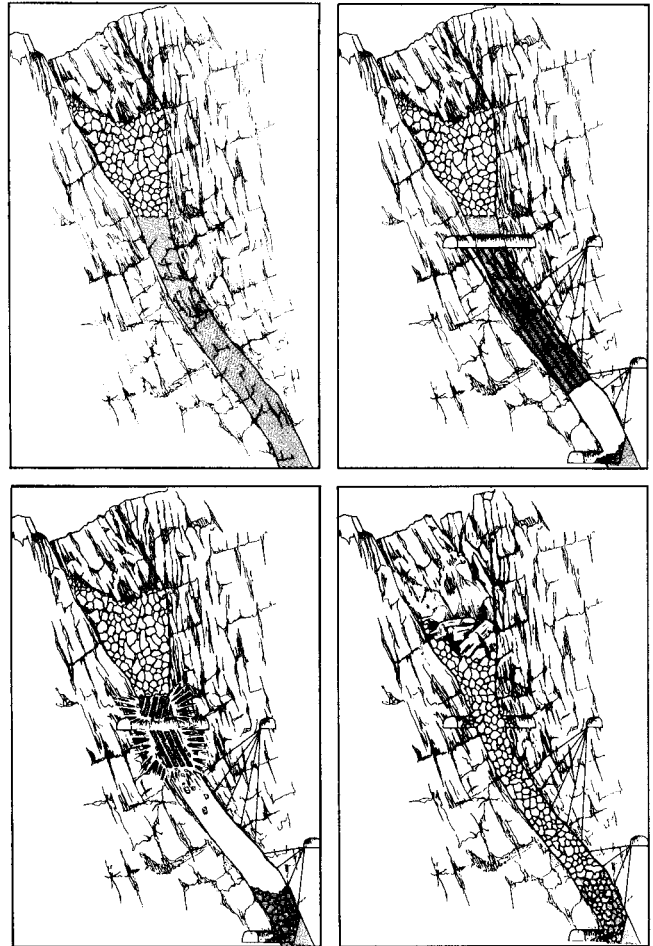
- poraustarkkuutta on parannettu ja siten reikäpituutta on voitu kasvattaa 40–50 m:stä aina 100 m:iin
- jatkuva näytteenotto (näyte/1.5 m) porauksen aikana malmin rauta- ja fosforipitoisuudesta, mikä on mahdollistanut malmirajojen paremman paikantamisen
- porausvirheen mittaustekniikan kehittäminen suureille, mikä yhdessä jatkuvan näytteenoton kanssa muodostaa tietokonepohjaisen louhinnansuunnitteluohjelman
- malmin ja sivukiven deformaation ja liikkeen jatkuva seuraaminen instrumentein (extensometrejä yms) on lisännyt turvallisuutta ja kertoo myös sivukiven sortumista

Luossavaarassa poraustaso on ajettu 265-tasolle ja tästä malmin poikki porausperät 10 m välein sekä lastaustaso 365-tasolle. Reikäpituus ( $\varnothing$  165 mm) on keskimäärin 92 m ja pisimmät reiät ovat yli 100 m. Kaikkiaan on suureikää porattu noin 44.000 m porauskaaviolla 3.3x4.0 m. Malmi on jaettu neljään louhokseen, joiden väliin jää kolme pystypilari. Panostus tapahtuu poraustasolta (265 m), joka kulkee vaakapilarissa. Pilarin kokonaispaksuus on noin 30 m.

Ensivaiheessa on louhittu neljä louhosta, joiden leveys vaihtelee 15–35 m, korkeus 80 m ja keskipaksuus noin 20 m. Toisessa vaiheessa louhittiin kahden louhoksen välinen pilari, jonka leveys oli 35 m, korkeus 80 m ja paksuus noin 20 m.

Suurräjäytyksellä räjäytettiin vaakapilari tämän syntyneen tilan yläpuolelta (2 louhosta + 1 pilari, n. 90 m). Irroitettu malmimäärä oli 291.600 tonnia, johon käytettiin 78.800 kg räjähdettä jakautuneena 1.713 reikään. Työ oli hieman moni-

## Storsalvan i Luossavaara 850131 kl 13.15



**Kuva 1.** Poikkileikkaus Luossavaaran malmista sekä kuvaus louhintamenetelmästä (kuva: Forskningsstiftelsen Svenska Gruvteknik'in ja Nitro Nobelin esite suurräjäytyksestä).

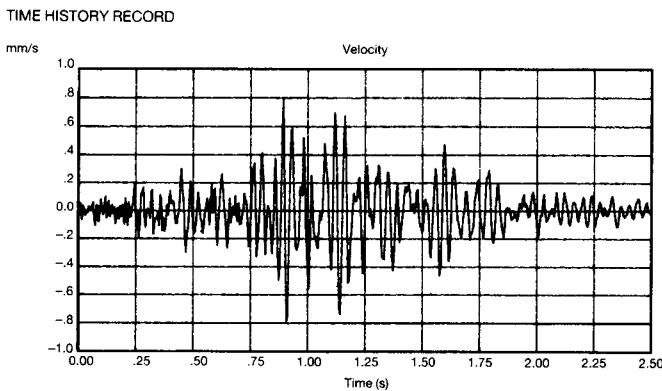
**Fig. 1.** Cross section of Luossavaara ore showing the stoping method.

mutkaista, koska poraustason yläpuoli oli porattu "pienrei'illä" ( $\varnothing$  57 mm) ja alapuoli suurei'illä ( $\varnothing$  165 mm). Pienreikien määrä yläosassa oli 1.500 kpl ja suureikien alaosassa

2123 kpl. Malmin määrä oli samaa suuruusluokkaa poraustason ylä- ja alapuolella. Yläkätiset reiät panostettiin 51x1000 mm Dynamex M:llä ja alakätiset pääasiassa (85 %) ANO:lla sekä määrät reiät slurryllä ja emulsiolla.

Tämän suuruusluokan räjäytysten ongelmana on pitkä sytytysaika ja -järjestys. Räjäytyksen aiheuttamat värinät ympäristön rakennuksissa eivät saa nousta sille tasolle, joka aiheuttaa vurioita niissä. Tässä räjäytyksessä ongelma ratkaistiin käyttämällä Nitro Nobelin ei-sähköistä sytytysmenetelmää, Nonel Unidet, jonka hidasteen aikahajonta on pieni. Kytkemällä sarjaan neljä nallia saadaan 2 sek. perushidaste, missä kunkin nallin hidaste on 500 ms. Tällä tavoin saatiin rajoitettua momentaanisesti detonoivat määrät samalle tasolle kuin aikaisemminkin. Suurräjäytyksen yhteydessä mitattiin värinöitä kuudessa rakennuksessa Luossavaaran läheisyydessä. Näistä mittauksista värinätaso todettiin matalaksi. Heilahdusnopeus oli suurimmillaan 1,4 mm/s. Se rekisteröitiin noin 1 km päässä räjäytyskohteesta. Tätä voidaan verrata aikaisempiin huomattavasti pienempiin räjäytyksiin, joissa heilahdusnopeus on ollut suurimmillaan 1.0–1.2 mm/s.

Yhdessä rakennuksessa rekisteröitiin tärähtely magnetofoninauhalle (kuva 2). Nauhan purkaminen osoitti, että hidastejakauma oli suunnitellun mukainen; teoreettinen detonaatioaika oli 1897 ms.



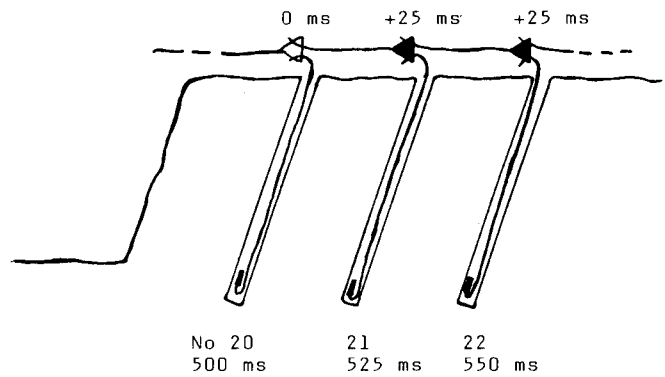
**Kuva 2.** Nauhalle tallennettu värinämittaus on purettu piirturilla. Tulos osoittaa detonaatioajaksi noin 2 sekuntia, kun teoreettinen aika on 1897 ms (kuva: sama kuin kuva 1).

**Fig. 2.** Time history record of blasting vibrations. Measured detonation times is 2000 ms compared to the theoretical time of 1897 ms.

## NONEL UNIDET — SYTYTYSMENETELMÄ

Kiitos ennätysräjäytyksestä Luossavaarassa lankeaa uudelle sytytysmenetelmälle. Teoreettisesti tämä sytytysmenetelmä tekee mahdolliseksi räjäyttää rajoittamattoman määrän panoksia. Menetelmä koostuu vain neljästä erilaisesta komponentista, joita kytetään toisiinsa. Nalli U500, jonka hidaste on  $500 \pm 6$  ms, ja kytkentähylsy UBO, UB17 tai UB25, joiden hidasteajat ovat vastaavasti 0, 17 ja 25 ms.

Käytettäessä Nonel Unidet menetelmää pannaan jokaiseen reikään samanlainen nalli (U500). Tämä jälkeen yhdistetään reiästä tulevat Nonel-letkut kytkentähylsillä. Näillä kytken-

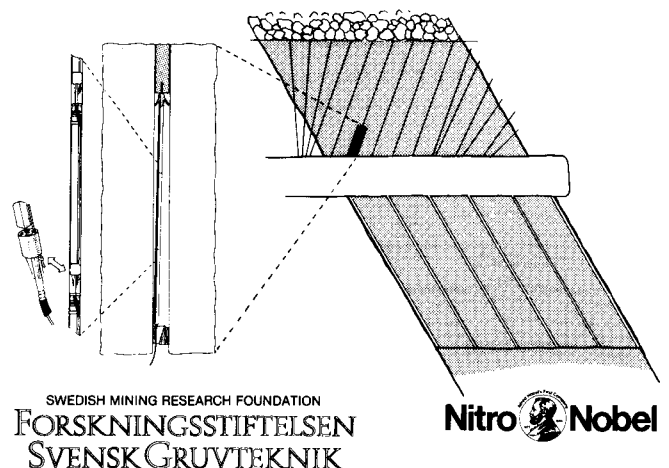


**Kuva 3.** Kuva esittää kuinka kytkentähylsillä määrätään reikien syttymisjärjestys. Kunkin nallin hidaste on 500 ms (kuva: Nitro Nobelin esite Nonel Unidetistä).

**Fig. 3.** The arrangements of connectors to give a wanted ignition sequence. The delay of each detonator is 500 ms.

tähylsillä määrätään reikien syttymisjärjestys valitsemalla suunniteltu hidasteaika (0, 17 tai 25 ms) eri reikien välille. Jokaiselle reiälle rakennetaan oma kokonaishidasteaikansa, perushidaste 500 ms + sitä ennen palaneet (samassa sarjassa) kytkentähylsyt sekä myös detonoivut Nonel-letku (2000 m/s), mutta letkun hidasteajat ovat lähinnä näennäisiä (kuva 3). Pitkän perushidasteen ja hidasteajan pienen hajonnan periaate ja etu on, että kaikki nallit ovat saaneet sytytysimpulssin ennen kuin ensimmäinen panos räjähtää. Tällä vältetään paineaallon ja sinkoilevien kiven aiheuttamat vahingot sytytysvaiheessa.

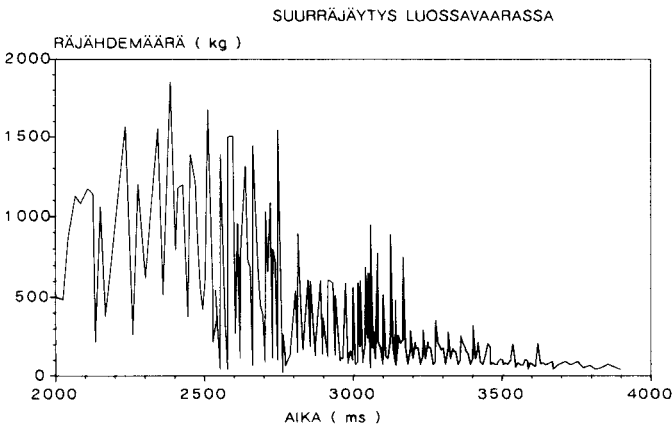
Luossavaaran suurräjäytykseen ei riittänyt 500 ms perushidaste, koska oli sytytettävä 216 eri intervallia. Rakensimme neljästä sarjaankytketystä nallista 2000 ms perushidasteen (kuva 4). Nallit sijoitettiin muoviputkeen ja eristettiin toisistaan puupalikoilla. Luossavaara tarpeita varten Nitro Nobel



**Kuva 4.** Luossavaaran perushidasteen (2000 ms) rakenne ja sijoitus porareikään (kuva: sama kuin kuva 1).

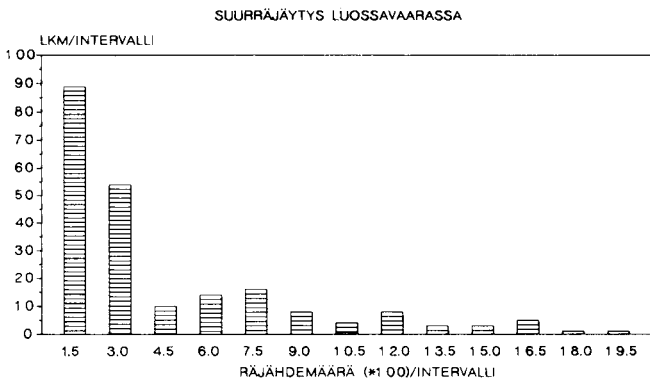
**Fig. 4.** The structure of the basic delay element (2000 ms) in Luossavaara and its placement in the bore hole.

kehitti myös kytkentähälysyn UB42, jonka hidasteaika on 42 ms. Luossavaara hidasteajat (intervallit) olivat 25-42 ms. Suurin yhdellä intervallilla räjäytetty räjähdemäärä oli 1857 kg ja keskiarvo oli 365 kg/intervalli (kuva 5 ja 6). Käsitöksen kallion deformaatioista malmin kattopuolella antaa kuva 7.



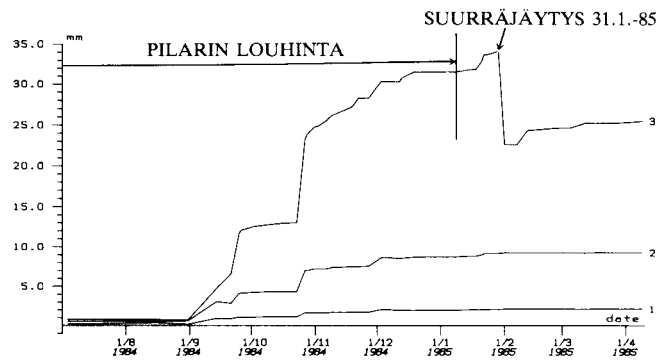
**Kuva 5.** Räjähdemäärän teoreettinen jakautuminen eri intervalleille. Hidasteajat (intervallit) alkavat 2000 ms, koska jokaisella panoksella on 2000 ms perushidaste (kuva: Forskningsstiftelse Svenska Gruvteknik).

**Fig. 5.** Theoretical distribution of explosive between different time intervals. The time scale starts at 2000 ms as the basic delay of each charge is 2000 ms.



**Kuva 6.** Intervallien lukumäärän jakautuminen eri räjähdemäärille (kuva: sama kuin kuva 5).

**Fig. 6.** The frequency distribution of intervals at different explosive quantities.



**Kuva 7.** Kallion deformaatiot malmin kattopuolella. Extensometri on sijoitettu malmin kattopuolelta keskelle pilaria, jonka kummallekin puolelle on louhittu ensivaiheen louhos. Extensometri lävistää malmikontaktin louhoksen alaosassa. Ankkuri 3 on pari metriä malmin kontaktista, ankkuri 2 noin 11 m ja ankkuri 1 noin 25 m kattopuolella. Toisessa vaiheessa louhittiin pilari pois, jolloin kattopinta oli noin 90 x 80 m. Kolmannessa vaiheessa räjäytettiin suurräjäytyksellä vaakapilari avoimen louhoksen yläpuolelta, jolloin louhosmassat täyttivät koko louhoksen (kuva: sama kuin kuva 5).

**Fig. 7.** The rock deformation at the hanging wall side. The extensometer is placed from the hanging wall side into the middle of a pillar surrounded by stopes from both sides. The extensometer goes through the ore contact at the lower part of the stope. Anchor no 3 is a couple of meters from the contact, anchor no 2 about 11 meters, and anchor no 1 about 25 meters at the hanging wall side. At the second stage the pillar was mined out which gave a roof of 90 by 80 m. At the final stage a horizontal pillar above the open stope was blasted using a large blast, and the whole stope was filled with rock masses.

## SUMMARY

### EUROPES LARGEST UNDERGROUND BLASTING

The Europes largest underground blasting was carried out at the Luossavaara pilot mine (Kiruna) on 31st May 1985 at 1.15 pm. A total amount of 78800 kg of explosives were used yielding 291600 tons of ore. The problem in such large blastings is the long ignition time and sequence which may produce harmful vibrations into surroundings. In this case the problem was solved by using a non-electric ignition system developed by Nitro Nobel, called Nonel Unidet. By connecting four detonators (delay 500 ms) in series it was possible to achieve a basic delay of 2000 ms which was necessary to avoid too large instantaneous detonation. Connectors with 25 and 42 ms delay were used to connect various holes. The largest amount of explosive per one interval was 1857 kg and the average was 365 kg.

**VUORIMIESYHDISTYS —  
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n**

## VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 3.-4.4.1987

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

**VUORIMIESYHDISTYS —  
BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s**

## ÅRSMÖTE

hålles i Helsingfors den 3.-4.4.1987

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

# Porattavuusmääritykset ja niistä saatava käytännön hyöty

Dipl.ins. Pekka Salminen, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Otaniemi

## JOHDANTO

Kallion porattavuuden, eli poranterän tunkeutumisnopeuden ja terän kuluminen, tunteminen on louhijalle tärkeää ennen louhinnan suunnittelua louhintatyön parhaan mahdollisen teknistaloudellisen toteutuksen saavuttamiseksi. Kallion porattavuus voidaan varmminkin selvittää kalliota poraamalla. Kallion poraaminen ennen varsinaisen louhintatyön aloittamista on useimmissa tapauksissa louhintatyön suorittajalle liian kallista ja hidasta työtä. Tämän vuoksi on tarpeellista selvittää poranterän tunkeutumisnopeus ja terän kuluminen kalliassa ennen louhintatyötä tehtävillä laboratoriomäärityksillä porauspaikalta tuodusta kiviäyttemateriaalista.

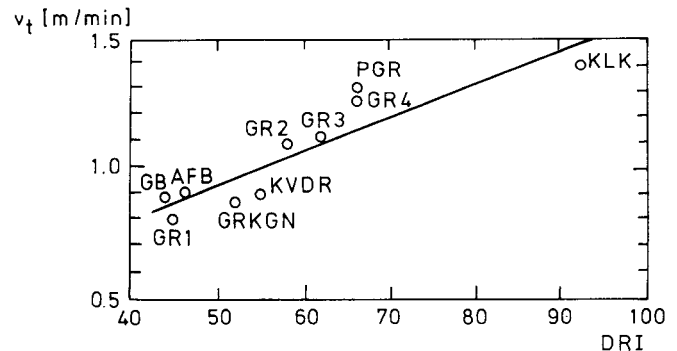
Teknillisen korkeakoulun Louhintatekniikan laboratoriossa on tutkittu laboratoriossa tehtäviä porattavuusmäärityksiä vuodesta 1982 lähtien. Tutkimuksen esiselvitysvaiheessa /1/ havaittiin, että poran tunkeutumisnopeutta hydraulisessa iskuporauksessa selittää parhaiten Norjan teknillisen korkeakoulun (NTH) kehittämä laboratoriomenetelmä Drilling Rate Index, DRI. Nastaterän kulumista selittäväksi tekijäksi havaittiin kiven Vickersin kovuus. Porattavuusmääritysmenetelmien suoritustavoista on kirjoitettu artikkeli Vuoriteollisuuslehdessä numerossa 2/1984. Tutkimuksen toteutukseen ovat osallistuneet Oy Airam Ab Kometa, Oy Tampella Ab Tamrock, Outokumpu Oy, Elovuori Oy, Suomen Kiviteollisuus Oy sekä Kauppa- ja teollisuusministeriö.

Tutkimuksen esiselvitysvaiheessa tutkittu kivilajivalikoima oli verrattain suppea ja tutkimus tehtiin Suomessa toimivilla tarve- ja rakennuskivilouhoksilla pengerporauskalustolla. Jatkotutkimusvaiheessa oli tavoitteena selvittää DRI:n soveltuvuus tunkeutumisnopeuksien arviointiin Suomen kaivoksilla käytettävillä porauslaitteilla penger- ja tunneliporauksessa kaivosten yleisimmissä kivilajeissa. Lisäksi tehtiin vertailukoeket TKK:ssa ja NTH:ssa neljällä eri kivilajilla TKK:n ja NTH:n porattavuusmääritysmenetelmien välisten erojen selvittämiseksi.

## PORATTAVUUSMÄÄRITYKSET

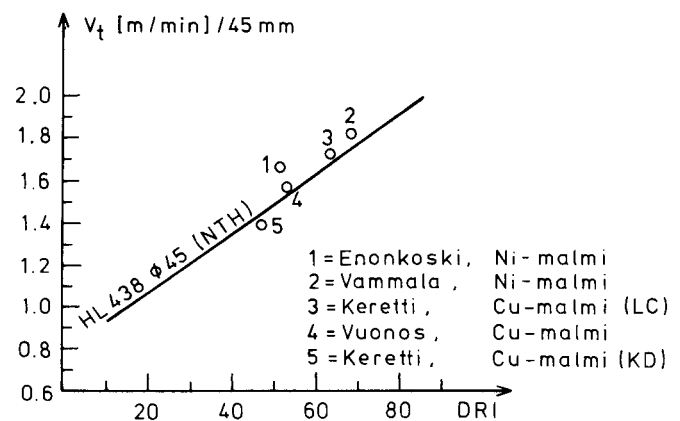
Tutkimus toteutettiin alkuvaiheessa kenttäkokeilla Suomen metallimalmikaivoksilla ja loppuvaiheessa laboratoriokokeilla TKK:n Louhintatekniikan laboratoriossa. Kenttäkokeiden yhteydessä mitattiin kaivoksilla käytettävien porauslaitteiden poranterän tunkeutumisnopeus ja kuluminen eri kivilajeissa. Kenttäkokeiden yhteydessä saatiin tutkimustuloksia noin 40 eri kivilajista. Laboratoriossa määritettiin DRI:n lisäksi kivilajien kalliomekaanisia ominaisuuksia ja tutkittiin näiden ominaisuuksien vaikutusta kivilajien porattavuuteen.

Tutkimustulosten perusteella voidaan poran tunkeutumisnopeus arvioida käytännössä vaadittavalla tarkkuudella DRI:n avulla sekä penger- että tunneliporauslaitteille (kuvat 1



**Kuva 1.** Tunkeutumisnopeuden ( $v_t$ ) riippuvuus DRI:stä pengerporauksessa.  $v_t = 0.28 + 0.01DRI$ ,  $r^2 = 81\%$ . Tamrock Zoomtrak DHAT, HL 438,  $\varnothing 64$  mm /1/.

**Fig. 1.** Relationship between DRI and penetration speed ( $v_t$ ) in bench drilling.  $v_t = 0.28 + 0.01 DRI$ ,  $r^2 = 81\%$ . Tamrock Zoomtrak DHAT, HL 438,  $\varnothing 64$  mm /1/.



**Kuva 2.** Tunkeutumisnopeuden ( $v_t$ ) riippuvuus DRI:stä tunneliporauksessa (malmikivet).  $v_t = 0.70 + 0.017 DRI$ ,  $r^2 = 80\%$ . Tamrock Paramatic, HL 438,  $\varnothing 45$  mm /2/.

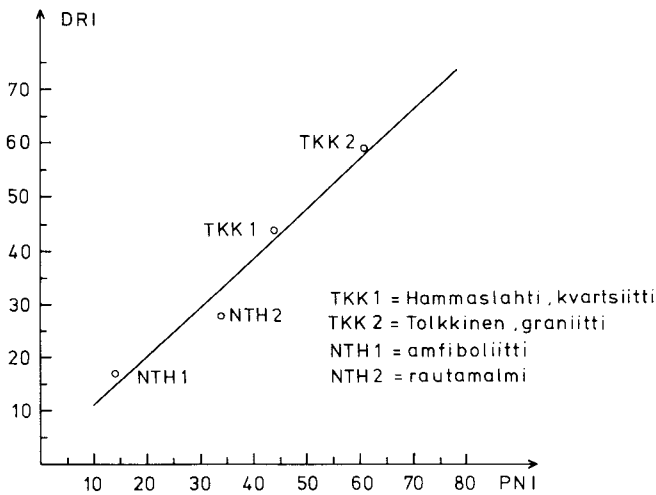
**Fig. 2.** Relationship between DRI and penetration speed ( $v_t$ ) in tunnelling (ores).  $v_t = 0.70 + 0.017 DRI$ ,  $r^2 = 80\%$ . Tamrock Paramatic, HL 438,  $\varnothing 45$  mm /2/.

ja 2) homogeenisissa kivilajeissa. Rikkonaisissa ja epähomogeenisissa kivilajeissa ei tunkeutumisnopeuksia voida arvioida, koska tällöin on porausolosuhteita riittävän hyvin edustavan näyttemateriaalin saaminen hankalaa. Rikkonaisissa ja epähomogeenisissa kivilajeissa vaikuttavat tunkeutumisnopeuteen suuresti mineralogisten ja kalliomekaanisten ominaisuuksien lisäksi myös kallon rakoilu, jännitystila ja pohjavesi,

joiden simulointi laboratorioissa tehtävillä kokeilla on hankalaa, ellei peräti mahdotonta.

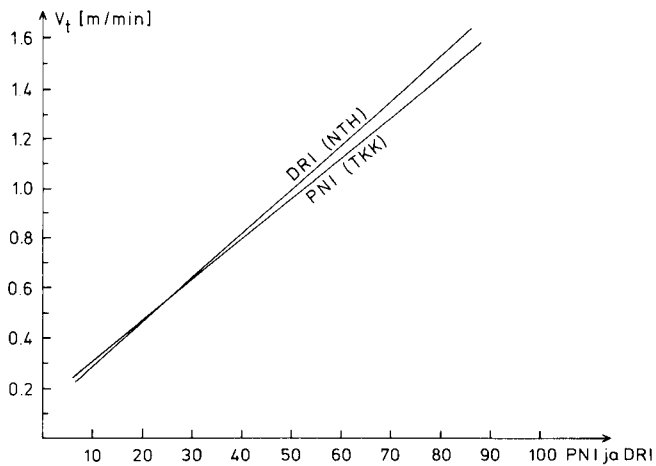
TKK:n ja NTH:n porattavuusmäärittämenetelmien välisten erojen selvittämiseksi tehtiin vertailukokeet TKK:ssa ja NTH:ssa neljällä eri kivilajilla. TKK:n porausnopeusindeksi, PNI ja NTH:n Drilling Rate Index, DRI korreloivat hyvin toisiaan (kuva 3). PNI- ja DRI-arvoja verrattaessa toisiinsa havaitaan PNI- ja DRI-tunkeutumiskoekäyrien kulmakertoimissa pieni ero (kuva 4). Kuva on piirretty NTH:n ja TKK:n suorittamien kenttäporauksien perusteella HL 438 -porakoneella ja Ø 64 mm nastaterällä.

Käytännössä on havaittu, että ulkomailla suoritetuista louhintaprojekteista on hankalaa toimitaa Suomeen DRI:n vaatima noin 10 kg:n näytelohkare. Tämän vuoksi kehitettiin Louhintatekniikan laboratorioissa PROTO<sub>20</sub>-menetelmä korvaamaan haurausarvokoe. Haurausarvo ja PROTO<sub>20</sub>-koe



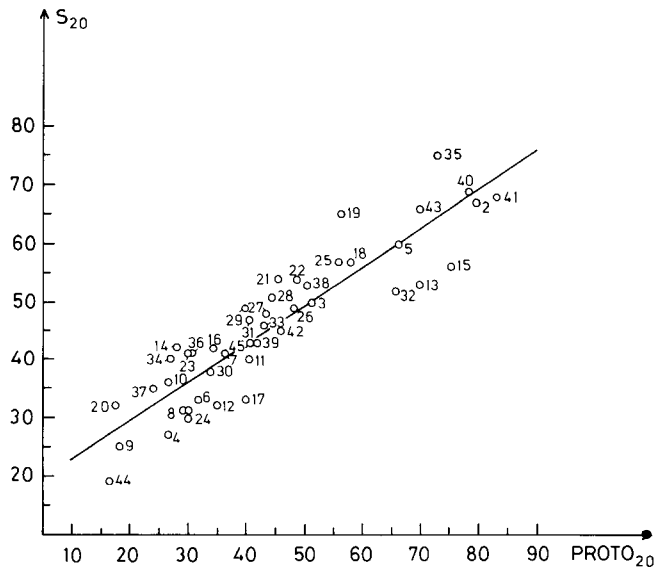
**Kuva 3.** PNI:n ja DRI:n välinen riippuvuus.  $DRI = 1.82 + 0.92 PNI$ ,  $r^2 = 96.5\%$  [2].

**Fig. 3.** Relationship between DRI and PNI.  $DRI = 1.82 + 0.92 PNI$ ,  $r^2 = 96.5\%$  [2].



**Kuva 4.** PNI:n ja DRI:n välinen yhteys 2. tangon tunkeutumiskoekäyriä. Tamrock Zoomtrak DHAT, HL 438, Ø 64 mm [2].

**Fig. 4.** Relationship between DRI, PNI and penetration speed for 2nd rod. Tamrock Zoomtrak DHAT, HL 438, Ø 64 mm [2].



**Kuva 5.** S<sub>20</sub>:n ja PROTO<sub>20</sub>:n välinen yhteys 45 kivilajille.  $S_{20} = 16.5 + 0.66 PROTO_{20}$ ,  $r^2 = 82.4\%$  [2].

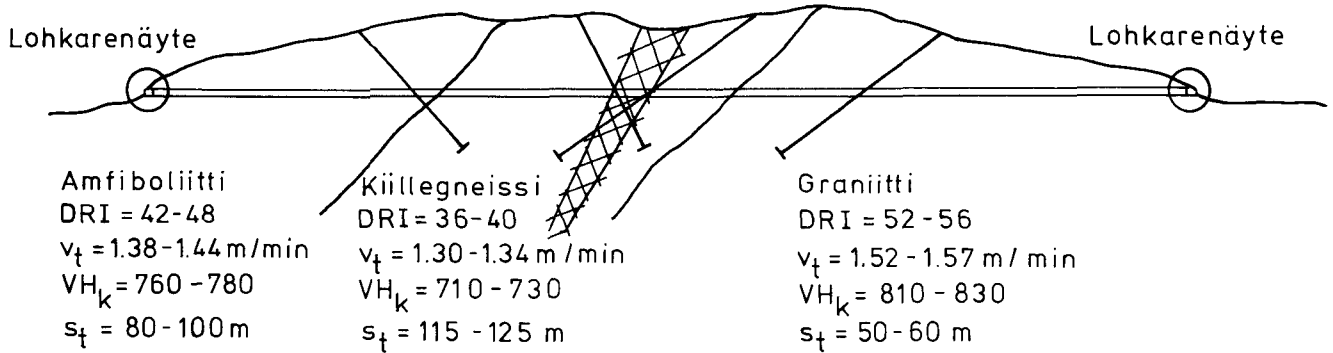
**Fig. 5.** Relationship between S<sub>20</sub> and PROTO<sub>20</sub> for 45 rock types.  $S_{20} = 16.5 + 0.66 PROTO_{20}$ ,  $r^2 = 82.4\%$  [2].

korreloivat hyvin toisiaan,  $r^2 = 82.4\%$  (kuva 5). Haurausarvon määrittämiseen tarvitaan murskattua kivimateriaalia noin 7–8 kg, kun PROTO<sub>20</sub>-koe voidaan tehdä halkaisijaltaan 32 mm:n ja pituudeltaan noin 15 cm:n kairasydästä. DRI:n määrittämiseksi PROTO<sub>20</sub>-kokeen avulla tarvitaan lisäksi noin 5 cm:n pituinen halkaisijaltaan 32 mm:n kairasydän, johon voidaan tehdä Sieversin SJ-porauskoeket. Tarvittava kokonaisnäytämäärä on siten vain 20 cm halkaisijaltaan 32 mm:n kairasydäntä. Edistysaskel on merkittävä ajatellen tunnelilouhintaurakoita, joiden yhteydessä ei ole tähän asti ollut mahdollisuutta saada edustavaa näytämateriaalia tunnelin oikealta syvyydeltä. Kallion porattavuus voidaan määrittää tunnelilouhinnan kohdalla kairattavista tutkimusrei'istä saatavasta kairasydänmateriaalista hyvin tarkkaan riippuen rei'itetyistä.

Poraterän kulumisen määritetään kiven Vickersin kovouden perusteella kivilajin mineraalikoostumuksesta. Kivilajin mineraalikoostumuksen selvittämiseksi valmistetaan näytelohkareista tai kairasydämistä 1–3 ohutia kiven homogeenisuuden mukaan. Kiven Vickersin kovouden avulla määritetään poranterän kulumista kuvaava nastaterän teroitusväli tätä tarkoitusta varten laadituista kaavioista. Kivilajien kuluttavuusennusteiden on todettu vastaavan kohtuullisen hyvin kenttäporauksista saatuja arvoja.

## CASE 1: JÄTEVESITUNNELI

Case n:o 1 käsittelee 2 km:n pituisen jätevesitunnelin tutkimista porattavuuden kannalta (kuva 6). Tunnelilinjalle kairataan neljä Ø 46 mm timanttikairausrei'ää, jossa kairasydämen halkaisija on 32 mm. Kairatuilla rei'illä tutkitaan kallion rakenteellisia ominaisuuksia ja erityisesti tunnelilinjalla olevaa heikkousvyöhykettä. Rei'istä laadittavan geologisen selosteen jälkeen voidaan kairasydämistä tehdä myös porattavuusmäärittäykset. Porattavuusmäärittäykset tehdään myös tunnelin puhkaisukohdista 10–15 kg:n lohkaräntäyttestä.

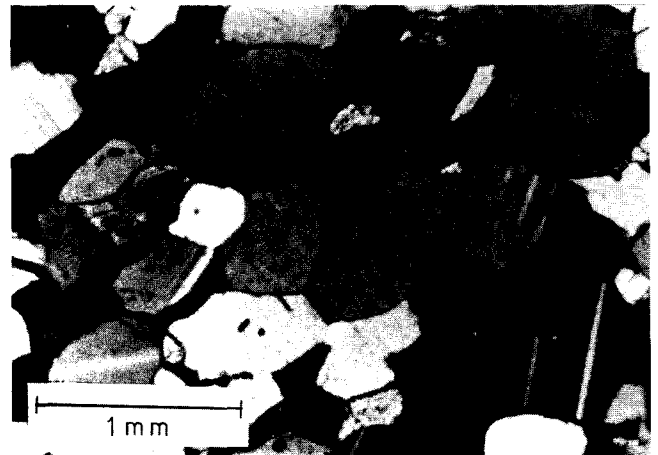


**Kuva 6.** 2 km:n pituisen jätevesitunnelin porattavuuden tutkiminen ja porattavuusennusteet Tamrockin HL 438-porakoneelle 45 mm:n terällä.

**Fig. 6.** Rock drillability studies in 2 kilometer long waste water tunnel and drillability prognosis for Tamrock's HL 438 rock drill and 45 mm bit.

Tunneli lävistää kolme kivilajivyöhykettä: amfiboliitin, kiillegneissin ja graniitin. Poranterän tunkeutumisenopeus ja kivilajin kuluttavuus vaihtelevat eri kivilajien mukaan. Alhainen tunkeutumisenopeus ei välttämättä merkitse runsaasti kuluttavaa kivilajia. Suomalaiset graniitit ovat suhteellisen kuluttavia korkean kvartsipitoisuuden vuoksi (kuva 7), vaikka tunkeutumisenopeudet ovat keskimääräistä korkeampia.

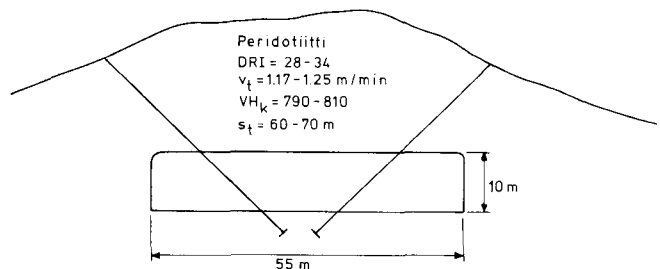
Tunnelilinjan lävistämille kivilajivyöhykkeille esitetyt porattavuusarvot vastaavat kyseisten kivilajien "normaaleja" arvoja. On korostettava, että porattavuus saattaa vaihdella huomattavasti kivilajinimikkeen sisällä, näin on esimerkiksi graniiteissa. Kivilajien tunkeutumisenopeudet on ennustettu DRI:n avulla Tamrockin HL 438-porakoneelle 45 mm:n terällä.



**Kuva 7.** Hienorakeista kvartseja graniitissa.  
**Fig. 7.** Fine-grained quartz in granite.

## CASE 2: MAANALAINEN HALLI

Case n:o 2 käsittelee kallioperään sijoitettavan hallitilan kivilajien porattavuutta (kuva 8). Louhittavan hallin kohdalle kairataan kaksi timanttikairausreikää, joilla tutkitaan kalliolaatua. Rei'istä saatavaa kairasydänmateriaalia voidaan erinomaisesti käyttää porattavuustutkimuksiin. Näyttemateriaali kattaa hyvin koko hallialueen sekä horisontaalisessa että vertikaalisessa suunnassa. Tehtävillä porattavuusmäärittämisillä voidaan siten arvioida luotettavat tunkeutumisenopeus- ja kuluttavuusennusteet. Tunkeutumisenopeudet on ennustettu DRI:n avulla Tamrockin HL 438-porakoneelle 45 mm:n terällä.



**Kuva 8.** Kallioperään sijoitettavan hallitilan porattavuuden tutkiminen ja porattavuusennusteet Tamrockin HL 438-porakoneelle 45 mm:n terällä.

**Fig. 8.** Rock drillability studies in underground cavern and drillability prognosis for Tamrock's HL 438 rock drill and 45 mm bit.

## YHTEENVETO

Ennen varsinaista louhintatyötä tehtävät porattavuusmäärittäykset mahdollistavat aikaisempaa paremman louhinnan suunnittelun sekä aikataulun tarkentumisen kaluston kulutus- ja kestävyystietojen myötä. Urakoitsijoiden välinen kiihtyvä kilpailu urakkasopimuksista ja porauslaittevalmistajien tarjouskilpailu ulkomaisten kaivos- ja kalliorakennusprojektien laitetöimäksistä vaativat lisääntyvää tietoutta työkohteena olevan kallion porattavuudesta kilpailukyvyyn parantamiseksi ja louhintatyön parhaan mahdollisen teknistaloudellisen tuloksen saavuttamiseksi.

Vuosina 1982-1985 TKK:n Louhintatekniikan laboratorioissa tehtyjen porattavuustutkimusten perusteella poran tunkeutumisenopeus voidaan arvioida DRI:n avulla luotettavasti ehjissä ja homogeenisissa kivilajeissa sekä pengertä tunneliporauksessa. Luotettavat kivilajien kuluttavuusennusteet voidaan arvioida kiven Vickersin kovuuden perusteella. Kivinäytteen on edustettava porattavaa kivilajia hyvin, jotta porattavuusennusteet olisivat luotettavia. Rikkonaisissa ja "sot-

kuisissa" kivilajeissa ei porattavuutta voida arvioida.

Louhintatekniikan laboratoriossa kehitetty PROTO<sub>20</sub>-menetelmä mahdollistaa luotettavan porattavuusmäärityksen pituudeltaan 20 cm:n ja halkaisijaltaan 32 mm:n kairasydän-näytteestä. Porattavuusennusteet voidaan tehdä tunnelilin-jauksen kohdalle kairattavista tutkimusrei'istä saatavasta kai-rasydänmateriaalista tunnelin oikealta syvyydeltä. Kallion po-rattavuus voidaan määrittää hyvin tarkkaan riippuen tutki-musreikien tiheydestä tunnelilinjauksen kohdalla.

GR3	granite,
GR4	granite,
GRKGN	garnetmicagneiss,
KLK	limestone,
KVDR	quartz diorite,
PGR	porphyric rapakivigranite,
s <sub>t</sub>	regrinding interval of button bit
v <sub>t</sub>	penetration speed

Taivassalo  
Kotka  
Parainen  
Parainen  
Jyväskylä  
Ylämaa

### Käytetyt lyhenteet — Abbreviations

AFB	amphibolite,	Parainen
GB	gabbro,	Korpilahti
GR1	granite,	Kuru
GR2	granite,	Vehmaa

### KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. *Viihala, R.*, Kallion porattavuus hydrauliskuporauksessa nastakruunuilla. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto. Otaniemi 1983.
2. *Salminen, P.*, Suomen malmikaivosten kivilajien porattavuus. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, vuoriteollisuusosasto. Otaniemi 1986.

### SUMMARY

#### DRILLABILITY STUDIES AND THE OBTAINABLE PRACTICAL ADVANTAGES

Drillability studies before excavation start-up improve stoping design, scheduling as well as abrasion information of drilling equipment. Increasing competition between contractors as well as in drilling equipment sales to foreign mine and rock construction projects need more information about the rock drillability to improve capability of competing and to obtain the best possible stoping results, both technically and economically.

Drillability studies have been done in the Laboratory of Mining Engineering at the Helsinki University of Technology during the years 1982-1985. The results show that penetration rate in bench drilling and in tunnelling can be reliably predicted for practical purposes by DRI in the case of solid and

homogeneous rock types. Reliable abrasion prognosis of rock types can be estimated by the Vicker's hardness of the rock. A reliable penetration rate prognosis demands representative rock samples. The penetration speed in fractured and unhomogeneous rock types can not be estimated.

The PROTO<sub>20</sub>-method, developed in the Laboratory of Mining Engineering, make possible to get reliable drillability determination of bored core samples (diameter 32 mm, length 20 cm). The research holes which have been drilled to the right position of the tunnel line render possible drillability prognosis from the right depth of the tunnel. Rock drillability can be determined accurately depending on the frequency of the research holes at the tunnel line.



## HANGON KIRJAPAINO

— *hyvän tuulen talo*

Vuorikatu 15—17  
10900 HANKO  
Puh. 911-84531

Helsingissä:  
Puh. 90-642 505  
642 506



# Uutta teknologiaa maasto- ja kaivosmittausten tiedonkäsittelyssä

Dipl.ins. Aimo Hattula, Rautaruukki Oy, Oulu

## JOHDANTO

Geologisen tutkimuksen parissa työskenteleville on yhteistä ja tyypillistä, että hankimme oleellisen osan käsiteltävästä primääritiedosta maastosta. Tietojen saamiseksi olemme kehittäneet tutkimushaarasta riippuen monia erilaisia menetelmiä, joilla olemme pystyneet kasvattamaan tulosten määrää tai laatua tai molempia: näytteenottoon kairauksia, maastomittausten avuksi lentomittauksia jne. Tietojen hyödyntämisen kannalta merkittävimpiin uudistuksiin kuuluu tietokoneiden käyttö tulosten käsittelyssä ja tulokinnassa. Tapahtuneesta kehityksestä huolimatta emme pääse — ja tuskin toivommekaan — koskaan tilanteeseen, että jokin robotti tai vastaava toisi automaattisesti haluamamme tiedot kentältä kirjoituspöydällemme, vaan edelleen tulemme tekemään ja teettämään oleellisen osan töistämme maastossa. Automatisoinnin kohteet tulevat keskittymään tutkimusten suorittamiseen tarvittavien menetelmien kehittämiseen ja työvaiheiden yhteen niveltämiseen nykyisen teknologian suomat mahdollisuudet huomioiden. Menossa on kehitysjakso, jossa pyritään sopeuttamaan mm. tulosten hankintavaiheen toiminnot rutiininomaisesti tietokoneilla suoritettavaan tulokäsittelyprosessiin.

Geofysiikassa, geokemiassa ja viime vuosina myös geologiassa kartoituksessa tiedot on kerätty niitä varten suunnitelluille lomakkeille. Niiden käyttöön ovat vaikuttaneet mm.:

- keruu on järjestelmällistä tai tietyt asiat toistuvat systemaattisesti
- eri henkilöt keräävät ja eri henkilöt käsittelevät
- tulosten vienti atk:lle

Automaattisen tiedonkäsittelyn trendeihin puolestaan kuuluu, että tieto pyritään tallentamaan digitaalisessa muodossa jo syntypaikallaan. Geologian alan tutkimuksissa (geologia-geofysiikka-geokemia) tätä päämäärää tukevia seikkoja ovat:

- 1 tulokäsittely ja tulkinta suoritetaan tietokoneella
- 2 tallennettavan tiedon suuri määrä havaintopaikalla
- 3 tiedon synty- ja käyttöhetken välisen ajan minimoiminen

Tulosten käsittelyvaiheessa tietokoneen merkitys on kasvanut, sillä kerätyn aineiston monipuolisen käsittelyn päämääränä on viime kädessä eri tutkimushaarojen tuottamien tietojen hyödyntäminen yhdessä ja erikseen.

## MAASTOMITTAUSTEN TIEDONKÄSITTELYJÄRJESTELMÄ

Rautaruukki on kehittänyt geofysiikkaan maastomittauksiin tiedonkeruu- ja tulokäsittelyjärjestelmän, jolla päästään au-

tomaattisesti maastomittauksista sama-arvokartoiksi rutiinistyövaiheihin.

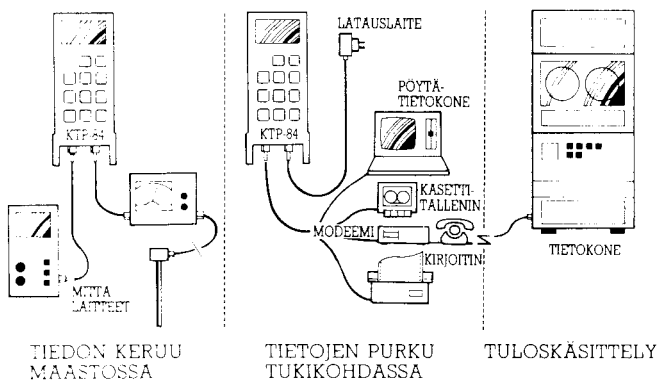
Mittaryhmällä on mittalaitteisiin kytkettävä hihnasta olalla kuljetettava maastotietokone KTP-84, jolla mittaustieto kentällä kerätään puolijohdemuistiin. Laitteen käyttäjä ei tarvitse tietokoneiden eikä ohjelmakielten tuntemusta. Tietojen tallennus tapahtuu täyttämällä laitteen opastamana sen muistissa olevaa lomaketta automaattisesti kytkemällä KTP mittalaitteisiin tai käsin näppäillen tai molempia käyttäen (kuva 1). Liitettävät mittalaitteet voivat olla sekä analogisia että digitaalisia ja niitä voidaan liittää useita yhtä aikaa. KTP-84 suorittaa tiedoille järjestyystarkastuksen, minkä lisäksi käyttäjä voi milloin vain tarkistaa haluamansa tiedon. KTP-84 voidaan ohjelmoida avustamaan myös mittausta esimerkiksi integroimalla laitelukemia tietyn ajan.

Maastossa kerätyt tiedot voidaan tukikohdassa siirtää tietokoneeseen, tallentaa kasetille, lähettää modeemin ja puhelinlinjan kautta tietokoneelle tai tulostaa suoraan kirjoittimelle



**Kuva 1.** Maastotietokone KTP-84 ja automaattinen tiedonkeruu slingrammagneettisessa mittauksessa.

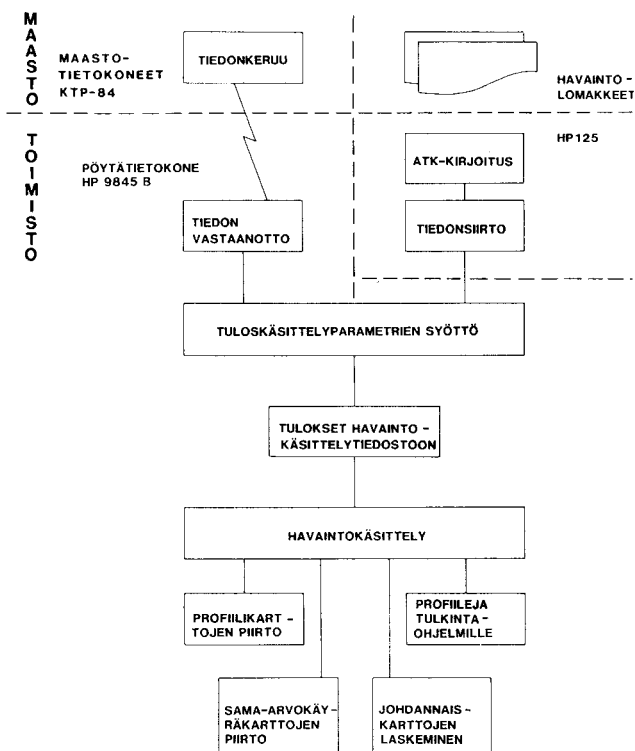
**Fig. 1.** Hand-held computer KTP-84 and automatic data acquisition in slingram-magnetic measurement.



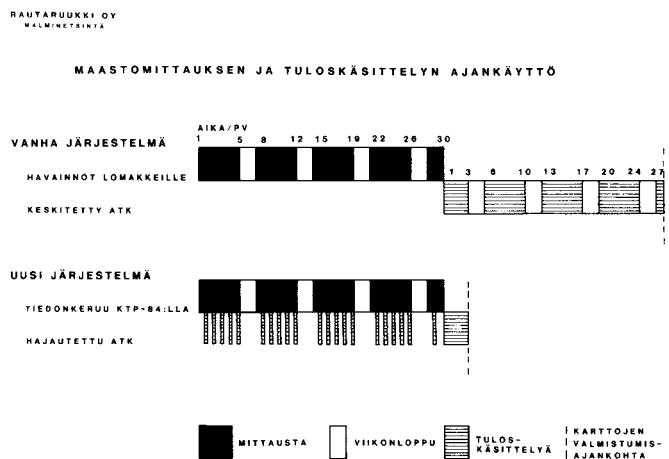
**Kuva 2.** Nykyaikainen tiedonkeruu- ja käsittelyjärjestelmä.  
**Fig. 2.** Modern data collecting and processing system.

tai piirturille (kuva 2). Rautaruukissa geofysiikan tulokset siirretään päivittäin puhelinlinjaa myöten toimistolla olevalla HP9845-pöytätietokoneelle.

Geofysiikan tulokäsittelyohjelmisto sisältää itsenäiset moduulit tulosten vastaanotosta sama-arvokarttojen ja johdannaiskarttojen laatimiseen (kuva 3). Vastaanotetuista tuloksista voidaan ottaa listaus välittömästi lähetyksen jälkeen. Havaintotuloskäsittely merkitsee laitelukemien muuttamista geofysikaaliseksi yksiköiksi käyntikorjauksineen ja reduktioineen. Ensivaiheessa tulostetaan profiilikartat, jotka palvelevat myös tulosten tarkistusta havainnollisella tavalla. Samaarvokarttojen laatimiseen on kehitetty ns. suuntainterpolointimenetelmä, jolla voidaan piirtää vinosti mittaustuloksia leikkaavat anomaliat ilman katkeilua. Havaintokäsittelyn jälkeen voidaan suoraan poimia linjoja profiilitulkintaan.



**Kuva 3.** Rautaruukin tulokäsittelyjärjestelmän lohkokaavio.  
**Fig. 3.** Block structure of data processing system of geophysical ground measurements by Rautaruukki Oy.



**Kuva 4.** Tulokäsittelyjärjestelmän merkitys geofysikaalisten tutkimusten ajankäyttöön.

**Fig. 4.** Significance of the development of the data collecting and processing system for geophysical surveys.

## TULOKSÄSITTELYJÄRJESTELMÄN MERKITYS

Oheisella kaaviolla esitetään pelkistetysti, mikä merkitys tiedonkeruu- ja tulokäsittelyjärjestelmän kehittämisellä on ollut geofysikaalisille tutkimuksille Rautaruukissa (kuva 4). Musta aikajana kuvaa kentällä suoritettavia maastomittauksia ja viivotettu jana tulokäsittelyyn toimistolla käytettyä aikaa. Vanhassa keskitetyssä järjestelmässä kuukauden pituisen mittaustyömaan tulosten käsittelyyn meni lähes toinen kuukausi. Tästä ajasta suurin osa kului siihen, että tulokset olivat postissa, tarkastusjonossa, tarkistuksissa, tietokonekäsittelyssä ja niiden uusinta-ajoissa.

Nykyisessä järjestelmässä, jossa tieto kerätään KTP-84 laitteilla ja siirretään päivittäin toimistolla olevalla pöytätietokoneelle, tuloksia voidaan päivittäin käsitellä halutuissa erissä. Mittaustyön päätyttyä kuluu enää korkeintaan joitain päiviä, kun alueen kartat ovat valmiit. Näin mittaustyön ja tulosten valmistamisen välistä aikaa on voitu supistaa oleellisesti. Säästynyt aika voidaan hyödyntää muiden malminetsintävaiheiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Tuloksierron nopeutuminen vaikuttaa työmaan kokonaisajankäyttöön, mittaustyön välittömään ohjaukseen, resurssien jakoon ja tutkimusalueen kokonaisuunnitteluun.

## TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄ

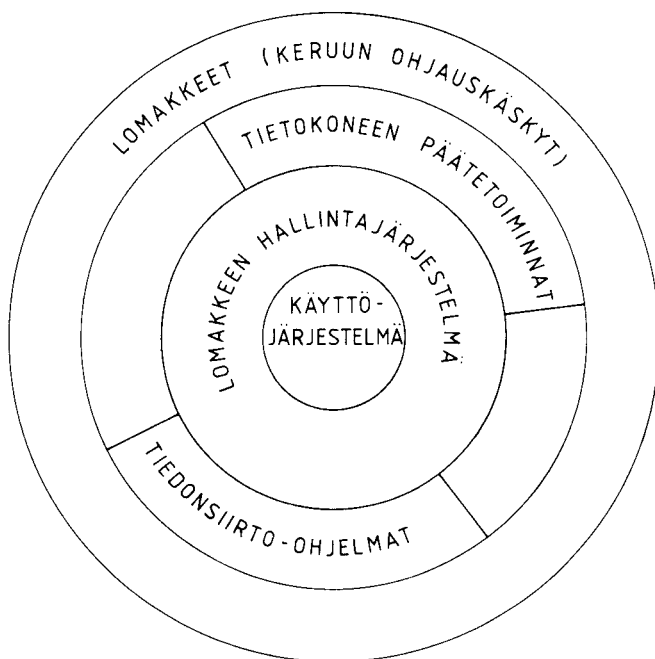
Palatkaamme lähemmin itse tiedonkeruujärjestelmän tarkasteluun ja sen käyttöön muissa kuin maastomittaussovellutuksissa. Maastotietokonetta KTP-84 edelsi ns. repputietokone KTP-18, joka oli käytössä geofysikaalisissa mittauksissa Rautaruukissa 6 vuotta, tulokäsittelyjärjestelmä koko laajuudessaan 4 vuotta. KTP-84:n suunnittelussa hyödynnettiin edellisestä mallista saatu pitkä käyttökokemus ja uuden teknologian suomat mahdollisuudet.

Kuten maastomittausten tulokäsittelyjärjestelmän esimerkki osoitti taloudellisessa mielessä ratkaisevaa on kokonaisjärjestelmän toimivuus. Siten laiteinvestointejakaan ei pidä tarkastella vain jonkin osatoiminnan kannalta; esim. kalliimpi keruulaite kuin mittalaite, keruulaite/havaintokirje jne. Merkittävintä on kerättävän tiedon arvo ja sen käsittely. Sen lisäksi tulevat luonnollisesti myös työvaiheiden väheneminen

ja työsuoritusten helpottuminen. En käy yksityiskohtaisesti selostamaan, miten nämä tavoitteet on toteutettu KTP-84 teknisissä ratkaisuissa. Esitän vain peruslähtökohdat:

- 1 Yleiskäyttöisyys ja monipuolisuus
  - tiedonkeruujärjestelmän piiriin voidaan ottaa niin vanhat kuin uudetkin mittalaitteet
  - useiden mittalaitteiden samanaikainen liitännämahdollisuus
  - uusien mittalaitteiden yhteydessä ei tarvitse maksaa joka kerta tiedonkeruuosasta
  - tarvitaan vain yksi tiedonsiirto- ja vastaanotto-ohjelma
- 2 Laitteen toimintavarmuus
  - ympäristöolosuhteet: pakkanen, kosteus, lumi ja vesi
  - mekaaninen lujuus
  - tietojen säilyminen muistissa
- 3 Käyttäjystävällisyys
  - tallennus kuviteltavissa lomakkeen täytöksi
  - mittaustyön helpottuminen; automaattinen tiedon luku laitteesta
  - tiedon taltioinnin yksinkertaistuminen: mieluummin vastaa koneen kysymyksiin, kuin kirjoittaa kynällä tietty merkit tiettyyn ruutuun oikeassa järjestyksessä
- 4 Tulokäsittelyn toimivuus
  - automaattisen tiedonkeruun niveltäminen koko tulokäsittelyjärjestelmään
  - tukeutuminen yhteen tallennusjärjestelmään mittalaitteesta riippumatta
  - riittää käyttötoimenpiteiden opetteleminen ja perehtyminen vain yhteen järjestelmään

Pelkistetysti laitteen toimintajärjestelmä on esitettävissä oheisen kaavion avulla (kuva 5).



**Kuva 5.** Maastotietokoneen KTP-84 toimintarakenne.  
**Fig. 5.** Functional structure of hand held computer KPT-84.

## KAIVOSOVELLUTUKSET

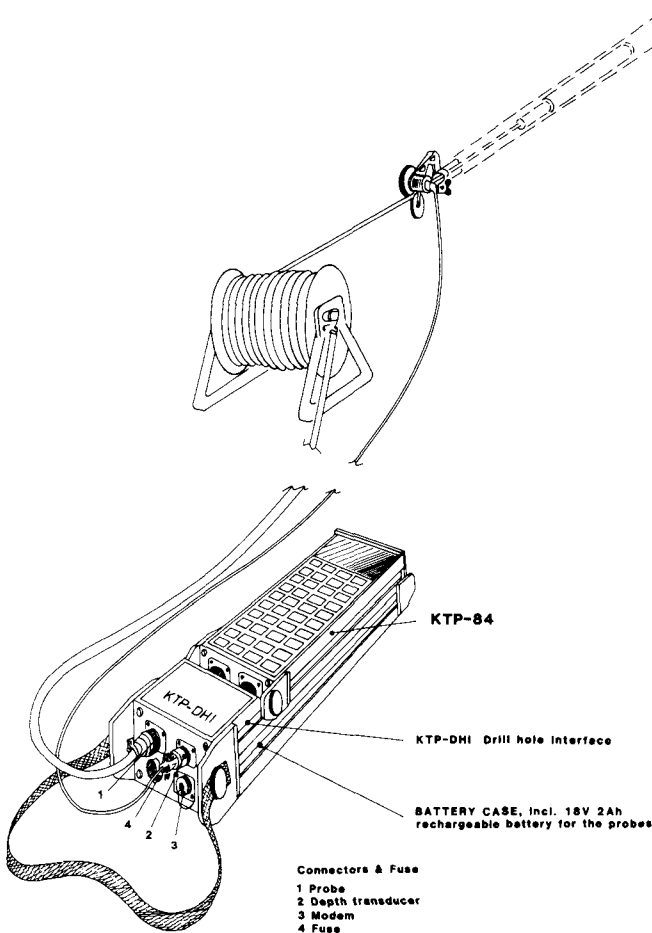
Kaivosmittausten tulokäsittelyä on yhä enenevässä määrin alettu suorittaa tietokoneella. Tätä varten Suomessakin on osittavissa valmiita tietokoneohjelmia. Tulokäsittelyn automatisointiin on vaikuttanut mm. digitaalisten teodoliittien ja etäisyysmittareiden sekä niihin kytkettävien tiedonkeruuyksiköiden tulo markkinoille (kuva 6). Mm. KTP-84:ään on tehty maanmittausohjelmapaketti, jolla voidaan automaattisesti kerätä tiedot teodoliitista ja joka antaa työn etenemisen kannalta tarvittavat ohjaustiedot. Keskeisimmät toiminnot ovat karttoitus, vaaitus ja paalutus.

Poranreikämittausten käyttäminen louhinnan suunnittelussa malmin rajojen määrittämiseen ja laadun mittaamiseen on ollut varsin rajoitettua. Magnetiittipitoisuuden määrittäminen susceptibiliteettimittausten avulla on kuitenkin ollut pitkään tuotannollisessa käytössä Rautaruukin kaivoksilla. Sen vuoksi louhinnan suunnitteluun ja ohjaukseen tarvittavat reiät on voitu tehdä iskuporauksena, mikä on merkinnyt huomattavia kustannussäästöjä.

Rautaruukin uusimmat poranreikäanturit on kehitetty itenäisiksi laitteiksi. Sen vuoksi rekisteröintimuoto on käyttäjän tarpeiden mukaan valittavissa: näyttöyksikkö, piirturi tai yksinkertainen tiedonkeruulaite. KTP-järjestelmässä on reikämittauksia varten oma keruuohjelma ja poranreikäsovitin, jolla voidaan mitata  $\pm 4$  dekadin mitta-alue samalla tarkkuudella



**Kuva 6** KTP-84 maanmittaus- ja kaivosmittaussovellutuksissa.  
**Fig. 6.** Topographic surveying using KTP-84 computer.



Kuva 7. KTP-84 reikämittausjärjestelmä.  
Fig. 7. Borehole logging system based on KTP-84 computer.

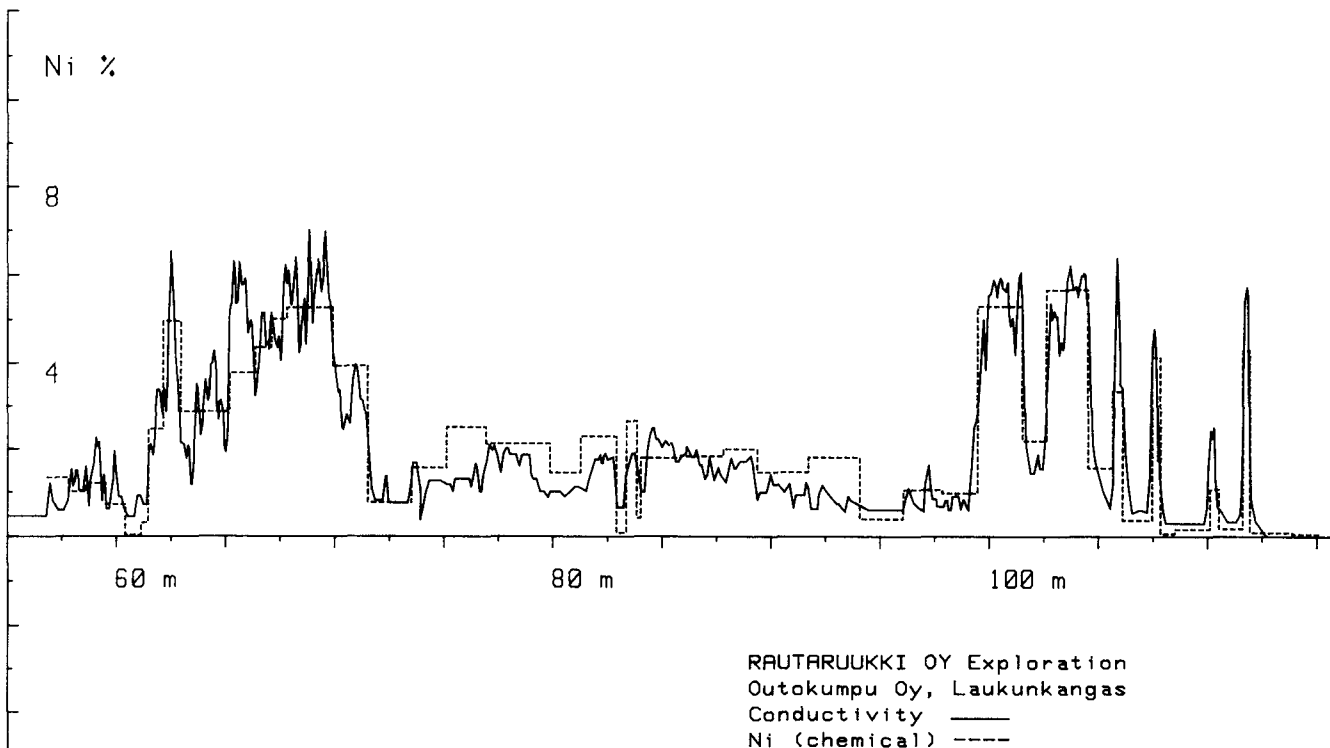
(kuva 7). Sovitinyksikön yhteydessä on kotelo poranreikäanturien akkupakettia varten. Reiän suulla on sähköinen mittapyörä, joka rekisteröi anturin kulkeman matkan kaapelin liikkeen perusteella. Käyttäjä voi KTP:stä valita menetelmän ja anturityypin mukaan millaisella pistevälillä hän haluaa mitausarvot tallennettavan digitaaliseen muotoon. Tietokoneella tulokset on piirrettävissä halutussa mittakaavassa reikäprofiileiksi yksittäin tai kairausleikkauksittain.

Poranreikämittalaitteiden ja -menetelmien kehitys on tuonut esiin uusia mahdollisuuksia laatumittausten suorittamiseen mm. sulfidimalmien yhteydessä. Tästä esimerkkinä on RRJ-10 induktiivisella johtavuusmittauksella saatu reikämittaus tulos Outokumpu Oy:n Enonkosken kaivokselta, jossa johtavuusanturin vaste on voitu kalibroida osoittamaan suoraan Ni-pitoisuutta (kuva 8). Tuloaan tekevät myös radiometriset pitoisuusmittausmenetelmät.

Reikämittausten merkitystä tulee lisäämään atk-pohjaisten louhinnan suunnittelujärjestelmien käyttöönotto. Mittausten rekisteröinti suoraan digitaalisesti tulokäsittelyprosessiin sopivassa muodossa mahdollistaa rationaalisen reikämittausten hyväksikäytön louhinnan suunnittelun apuna. Tulokäsittelyn kehittyminen helpottaa myös laatumittausten kalibroinnin teknistä suoritusta ja tarkkuutta, sillä esiintymä- ja malmityyppikohtainen kalibrointi on fyysikaalisten menetelmien käytössä onnistumisen ydin.

#### UUSIA SOVELTAMISMAHDOLLISUUKSIA

Tiedonkeruulaitteiden käyttöä geologiseen kartoitukseen ja geokemialliseen näytteenottoon ollaan suunnittelemassa. Geokemian osalta toteutusmahdollisuus on melko suoraviivainen, sillä työskentely maastossa on yleensä systemaattista ja tiedon taltiointi on tehtävissä yksiselitteisesti lomakkeille. Vastaavan lomakkeen tai lomakkeiden laatiminen KTP-84 muistiin käy helposti. Käyttäjä pystyy niitä tarvittaessa myös



RAUTARUUKKI OY Exploration  
Outokumpu Oy, Laukunkangas  
Conductivity ———  
Ni (chemical) ----

Kuva 8. Induktiivisen johtavuusmittauksen soveltaminen malmin rajojen ja laadun määrittämiseen.  
Fig. 8. An example of a possibility to calibrate inductive conductivity with ore content.

muuttamaan tai tekemään uusia. Keruuvaiheessa vähenee kirjoitustyö, kun vakiona pysyviä tietoja ei tarvitse syöttää kuin kerran ja tietyt tiedot voi kuitata koneen kysymistä valmiista vaihtoehdoista. Varsinainen hyöty tämänkin luonteisessa tiedonkeruussa tulee koko käsittelyjärjestelmän toimivuudesta. Esimerkiksi siten, että keskustietokoneella oleva tulokäsittelyohjelma ottaa vastaan toisaalta maastossa taltioidut tiedot ja toisaalta kemiallisesta analyysistä tulevat tulokset, yhdistää ne ja käsittelee haluttuun muotoon.

Geologisessa kartoituksessa työn luonteesta johtuen lomakkeita on otettu käyttöön vasta viime vuosina. Tarve kasvanut tietojen atk:lle siirtämisestä. Kokeneesta geologista lomakkeen käyttö kartoituksessa tuntuu edelleen eräänlaiselta pakkopaidalta. Aloittelijalle kaavake voi toimia hyvänä muistilistana. Tietojen monipuolisen hyödyntämisen myötä atk-käsittely tulee kuitenkin lisääntymään. Toisaalta lomakkeiden tuomat hankaluudet kannattaa tunnustaa ja yrittää löytää keinot keruutapahtuman helpottamiseksi. Eräs tällainen yritys on testata tiedonkeruulaitteen käyttöä kartoituksessa. KTP-84 laitetta tullaan testaamaan yhteistyössä Pohjois-Karjalan malmiprojektin kanssa. Jotta kokeilu kannattaa suorittaa, keruulaitteesta on nähtävä jo tässä vaiheessa joitain etuja lomakkeisiin verrattuna. Tällaisia ovat mm.:

- 1 Tiedot voidaan tallentaa selväkielisenä, ei koodausta
  - kivilajinimet kuten raporttitekstissä — lyhentämättä tai vakiintunein lyhentein
  - paljastuman koko todellisenä ilman numero- tai kirjainsymbolia

- 2 Toistuvien tietojen tallennus vain kerran, osa täysin automaattisia
  - alueen/karttalehden vakiotiedot tarvitsee kirjoittaa vain kerran
  - päiväys, paljastumien numerointi jne. automaattisesti
- 3 Kirjoitustyön väheneminen
  - valikon käyttö: oikean kohdan kuittaus valmiista vaihtoehdoista; esim. paljastuma, rakka, rapakallio tai muu.
  - syötettyjen tietojen hyväksikäyttö seuraavalla paljastumalla
- 4 Tiedot siirrettävissä suoraan tietokoneelle
- 5 Käsittely maasto-olosuhteissa
  - havainnot eivät "rähjääny"
  - ei tulkintavaikeuksia jatkokäsittelyssä

Vaikeuksiakin tulee olemaan käyttökelpoisen ratkaisun löytämiseksi, kuten kuvauksen kirjoittamisen tekeminen helppoksi jne.

Tiedonkeruuyksiköiden käytön ja toimintojen suunnittelussa pätee sama viisaus kuin muuhunkin tietokonetoimintaan: meistä ei saa tulla koneen orjia, vaan koneista on tehtävä palvelijoitamme. Syytä on myös muistaa, että ratkaisut ovat omilla käsissämme. Voimme olle konservatiivisiakin, mutta emme saa vetäytyä kirjainten atk:n taakse,

## SUMMARY

### NEW TECHNOLOGY IN DATA PROCESSING OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL GROUND AND MINE SURVEYING

Rautaruukki Oy has developed a data collecting and processing system for geophysical surveys producing contour maps automatically from the measured data. The measuring team carries a lightweight hand held or neck trap data logger — a field computer KTP-84 — which is connected to the measuring instruments and into which the instrument readings are entered automatically.

The collected data is transmitted daily via telephone lines to a HP 9845 desk-top computer for processing and interpreta-

tion. The software consists of independent modules covering the processing from data reception to drawing up contour and derived maps, and interpretation.

The KTP-84 acquisition system is of general nature. It can be used with old and new instruments, analogue or digital ones. The user needs no previous knowledge of computers. Some of the latest applications are geophysical borehole logging, topographic surveying and geological mapping.

**EAPKY — Impinä Kössölässä**

# Kokemuksia vanhan kuumavalssainlaitteiston hankinnasta ja modernisoinnista Outokumpu Oy:n Porin tehtailla vuosina 1981–1982

Dipl.ins. Tatu Koivuniemi, dipl.ins. Mauri Palmu ja ins. Aarne Pöysti, Outokumpu Oy, Pori

## HANKKEEN TAUSTA JA VAIHTOEHTOJEN SELVITTELY

Valssaamo oli ensimmäinen tuotanto-osasto, joka aloitti toimintansa Outokumpu Oy:n Porin tehtaitten, silloisen Metallitehtaan, perustamisvaiheessa v. 1940. Tuotanto käsitti kupari- ja messinkilevyjä ja nauhoja. Kuumavalssain hankittiin Saksasta Krupp - Gruson Werkiltä ja se samoin kuin valssaamon muukin konekanta edusti senaikaista tekniikan huipputasoa. Kyseisen trio-kuumavalssaimen suurin valssausleveys oli n. 1000 mm, mutta valssattavat aihio-koot olivat ainoastaan 500–600 kg.

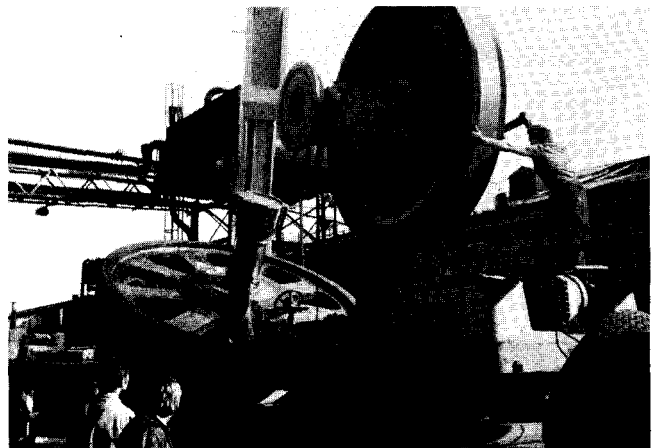
Huolimatta vuosien varrella tehdyistä pienistä parannuksista kuumavalssauslaitteisto oli neljänkymmenen vuoden käytön jälkeen teknisesti auttamattoman vanhentunut ja myös kapasiteetti alkoi käydä riittämättömäksi. Kylmävalssaamo oli 60-luvun loppupuolella kokonaan uusittu prosessin perustuessa 4 t:n rullapainojen käsittelyyn. Kuumavalssauksen osalta ratkaisut oli kuitenkin siirretty myöhempään ajankohtaan ja suuremmat rullapainot saatiin aikaan hitsaamalla yhteen 4–5 kpl esivalssattuja aihioita n. 3 mm:n paksuudessa. Tämä ratkaisu oli sekä kustannus- että laatumielessä heikko. 80-luvulle tultaessa nähtiin välttämättömäksi löytää kuumavalssauksen osalta uusi ratkaisu, joka parantaisi kannattavuutta, lisäisi kapasiteettia ja varmistaisi valssaamon toiminnan jatkumisen pitkällä tähtäyksellä. Tätä ajatusta tuki myös valimoitten alueella tapahtunut kehitys, joka mahdollisti suurten laattakokojen valun jatkuvavalumenetelmällä. Vanhan kuumavalssaimen modernisointi ei ollut mahdollista, taloudellisesti kannattavaa vuokratavalssausvaihtoehtoa ei löytynyt ja kuumavalssauksen ohittava nauhavaluteknikka ei ollut vielä kehittynyt sille tasolle, että koko tuotanto olisi voitu perustaa sen varaan. Uusi kuumavalssauslaitteisto olisi ollut aivan liian kallis ottaen huomioon, että sen käyttöaste n. 20.000 t:n vuosituotannolla olisi jäänyt erittäin alhaiseksi. Ainoaksi vaihtoehtoksi jäi etsiä käytetty laitteisto, joka olisi teknisiltä perusominaisuuksiltaan sopiva ja saatavissa riittävän alhaisella hinnalla.

## LAITTEISTOJEN HANKINTA

Sopiva ratkaisu tuli näköpiiriin v. 1980 alussa, kun Enfield Rolling Mills Ltd Englannissa ilmoitti lopettavansa toimintansa ja myyvänsä koko konekantansa. Nopea tutustumiskäynti tehtaalla osoitti, että kuumavalssauksen koneet olisivat tietyin muutoksin Outokummun Porin tehtaitten käyttöön erittäin sopivia. Valssain tosin oli lähes 50 v vanha, mutta sitä oli jälkeinpäin modernisoitu sekä mekaanisen puolen että sähkökäytön osalta. Aikaisemmin tehtyjen kannattavuuslaskelmien perusteella voitiin varsin nopeasti määritellä se hintataso, mi-

kä koneista kannattaisi maksaa ottaen huomioon siirto- ja modernisointikustannukset. Päätös ostotarjouksen jättämisestä tehtiin yhtiön johtokunnassa välittömästi ja kesäkuussa varmistui, että tarjous oli hyväksytty. Kauppa käsitti kuumavalssaimen, laattaauinin ja 2-puolisen jyrsinkoneen kuumavalssatun nauhan pintojen jyrsintää varten.

Myyjän ehtona oli, että koneet puretaan ja siirretään pois ostajan toimesta 3 kk:n kuluessa, mikä oli erittäin lyhyt aika. Tehtävää varten perustettiin projektiryhmä, jossa projekti-päällikön lisäksi oli valssaamoinsinööri ja sähköinsinööri. Tämä ryhmä oli purkupaikalla koko purku- ja kuljetusvaiheen ajan suunnittelemassa ja valvomassa töiden suoritusta. Purkutyö urakoitiin paikalliselle yritykselle ja kuljetuksesta huolehti suomalainen kuljetusyhtiö (kuva 1). Tehokas valvonta projektiryhmän toimesta osoittautui ensiarvoisen tärkeäksi ja hyödylliseksi jatkovaiheita ajatellen. Sen lisäksi, että koneisiin päästiin jo tässä vaiheessa tutustumaan perusteellisesti voitiin varmistaa, että kaikki saatiin ehjinä, asianmukaisesti merkittyinä ja suojattuina siirrettyä Poriin odottamaan kunnostusta ja uudelleen kokoonpanoa. Myös kaikkien olemassa olevien dokumenttien saanti varmistettiin. Työ sujui täysin aikataulun mukaan ja tavaraa kertyi viisikymmentä rekka-auto-kuormallista eli n. 1000 t.



Kuva 1. Suurten valssaimen osien lastausta Brimsdown'issa Englannissa.

Fig. 1. Loading of heavy rolling mill parts at Brimsdown, England.

## MODERNISOINTISUUNNITELMA JA SEN TOTEUTUMINEN

Kun kiireellinen purku- ja siirtotyö oli saatu toteutetuksi päästiin täystehoisesti suunnittelemaan uuden kuumavalssauksen lay-out'ia, laitteistojen kunnostusta ja modernisointia sekä tarvittavia rakennusteknisiä töitä. Sama projektiryhmä, joka huolehti purkutyön, hoiti myös erään täydennyksin varsinaisen suunnittelun ja toteutuksen.

Keskeiset tavoitteet projektia käynnistettäessä olivat seuraavat:

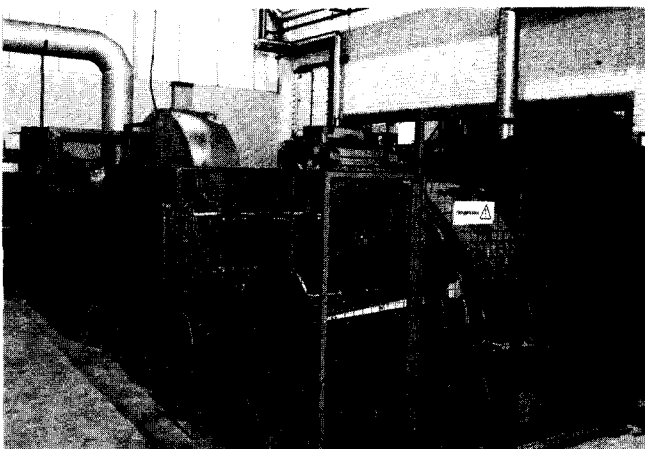
- Laitteistolla on voitava valssata 4 t:n aihioita max 1000 mm:n levyisinä kuparista ja niistä kupariseoksista, jotka kuuluvat tuotanto-ohjelmaan.
- 20.000 t:n tuotantoa vastaava kuumavalssaustarve on voitava hoitaa yhdessä vuorossa neljällä työntekijällä.
- Laitteisto on perusteellisesti kunnostettava ja modernisoitava siten, että toimintavarmuus on hyvä ja huolto- ja kunnossapitotarve mahdollisimman vähäinen.
- Energian säästöön tähtääviä muutostöitä tehdään edellyttäen, että investointien takaisinmaksuaika ei ylitä 4-5 vuotta.

### Kuumavalssain

Valssain on v. 1933 rakennettu Krupp-parivalssain, jossa valssin halkaisija on 815 mm, suurin valssausleveys 1250 mm, suurin erotusvoima 1000 t ja suurin valssausnopeus 110 m/min. Sähkökäyttönä on Ward-Leonard-Ilgner-laitteisto (kuva 2), jossa valssaimen käyttömootorin teho on 1120 kW ja hetkellinen huipputeho 2240 kW. Valssin on varustettu sivuvalsseilla ja kelaimella.

Perusteellisten kunnostustöiden lisäksi valssaimen rullaroja jatkettiin 40 m:stä 60 m:iin ja ennen kelausvaihetta tarvittavaa nauhan jäähdystä varten rakennettiin vesijäähdystunneli. Valssien vesijäähdystä muutettiin emulsiojäähdysteksi, jolloin mukaan tuli emulsionsuodatus- ja jäähdystylaitteet. Valssain varustettiin myös keskusvoitelujärjestelmällä.

Kapasiteetin ja tasaisen laadun varmistamiseksi muutettiin ohjaus manuaalisesta täysin automaattiseksi Outokummun Procon 20 MG/20 DS -järjestelmää käyttäen. Konsulttiapua automaation suunnittelussa saatiin Rautaruukki Oy:ltä, jolla oli jo ennestään kokemusta asiassa. Automaatio osoittau-



**Kuva 2.** Ward-Leonard-Ilgner -järjestelmän tasavirtageneraattori sekä taustalla vaihteistoja.

**Fig 2.** DC generator of Ward-Leonard-Ilgner system and the pinion stand in the background.



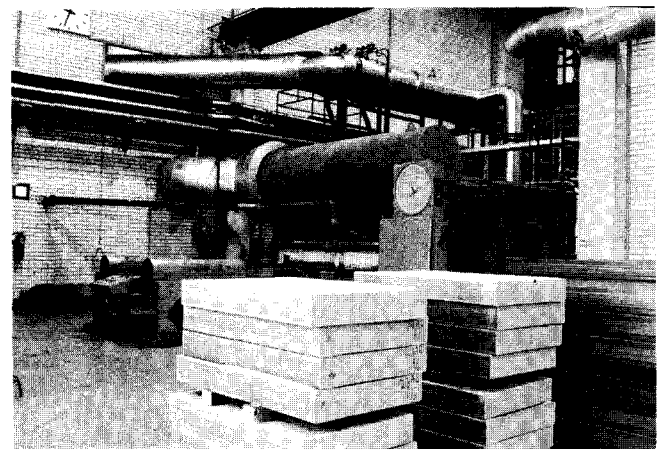
**Kuva 3.** Näkymä kuumavalssaimen ohjaamosta.

**Fig 3.** View from the control cabin of the rolling mill.

tui arvioitua suuritöisemmäksi, mikä pitkitti jonkin verran projektin valmistumista. Siitä oli kuitenkin erittäin suuri hyöty, koska se pakotti laskemaan ja suunnittelemaan pistosarjat ja valssaukset huolellisesti etukäteen ja tämä puolestaan nopeutti käyntiinlähtöä ja täyteen tuotantotehoon pääsyä oleellisesti. Oma osuutensa tähän oli myös valssauksen työpaikan yksityiskohtaisella suunnittelulla, jossa ergonomiset näkökohdat, ohjaamon ilmastointitarve ym. otettiin huomioon (kuva 3).

### Laattauni

Uuni on kaasukuumentainen Wellman-askelpalkkiuuni, joka on rakennettu v. 1971. Max. käyttölämpötila on 1050°C, mikä riittää lähes kaikille kupariseoksille. Laatan max. pituus on 3600 mm, mikä leveydestä ja paksuudesta riippuen vastaa 4-5 t:n laattapainoa (kuva 4). Kuumennusteho vaihtelee vastavasti alueella 15-30 t/h. Laattaunun kapasiteetti on valssauskapasiteettia pienempi ja määrää siten koko kuumavalssauksen kapasiteetin.



**Kuva 4.** Laattaunun panostuspää.

**Fig. 4.** Loading end of the cake furnace.

Uunin kohdalla jouduttiin tekemään melko suuria muutoksia, koska se oli aikaisemmin toiminut maakaasulla ja oli nyt muutettava butaanikäyttöiseksi. Koska myös polttoilman esilämmitys päätettiin ottaa käyttöön, jouduttiin koko poltinjärjestelmä uusimaan. Nykyisellään polttoilma esilämmitetään pakokaasujen avulla 400°C:een, jolloin säästetään huomattavasti energiaa.

Aikaisempi tiilivuoraus korvattiin seinissä ja katossa kuituhuopavuorauksella, joka mm. epäjatkuvan käytön vuoksi on edullisempi. Myös uuni varustettiin keskusvoitelujärjestelmällä.

### Jyrsinkone

Loewy-Robertson jyrsinkoneessa kuumavalssattu nauha kulkee kelalta kelalle ja molempien puolien jyrsintä tapahtuu samanaikaisesti koko leveydeltä. Koneessa jouduttiin tekemään kunnostustöiden lisäksi ainoastaan pieniä muutoksia.

### Energiansäästöinvestoinnit

Entisessä käyttöpaikassaan laitteiden energiansäästöön ei oltu kiinnitetty erityistä huomiota. Modernisointisuunnittelun yhteydessä tehdyillä laskelmilla voitiin kuitenkin osoittaa useita kohteita, joissa energiaa säästävät investoinnit olisivat kannattavia ja niitä päätettiin toteuttaa. Tärkein on jo edellä mainittu laattaunun polttoilman esilämmitys. Lisäksi otetaan pakokaasuista lämpöä talteen lämmönsiirtimen kautta tehtaan kuumavesiverkostoon. Myös kuumanauhan jäähtyöksessä veteen siirtyvää lämpöä otetaan talteen samaan verkostoon. Käyttökokemusten perusteella on säästölaskelmien voitu todeta toteutuneen varsin hyvin.

Projekti kokonaisuudessaan kaupantekohetkestä tuotantoon käyntiin kesti n. 30 kk. Uusien koneiden hankintaan verrattuna kesto aika ei ole oleellisesti pitempi. On myös huomattava, että kuumavalssaamaa varten jouduttiin rakentamaan lisätiloja. Kustannusarvio ylittyi n. 20 %, mikä johtui osittain siitä, että projektin aikana tehtiin eräitä lisäyksiä alkuperäisiin suunnitelmiin. Myös suunnittelutyö osoittautui arvioitua suuremmaksi.

Projektin aikana oli laitteistoihin perehdytty niin hyvin, että kokoonpano ja käyttöönotto pystyttiin hoitamaan kokonaan omin voimin. Apua ei tarvittu koneiden valmistajien sen enempää kuin edellisen käyttäjänkään taholta.

## SUMMARY

### EXPERIENCES ON MODERNIZATION OF AN OLD HOT ROLLING EQUIPMENT AT OUTOKUMPU OY PORI WORKS IN 1981-1982

The Copper and Copper Alloy Rolling Mill at Outokumpu Oy Pori Works started its production in 1940. After complete modernization of cold rolling facilities in the late 60's different alternatives were studied to increase hot rolling capacity and to make possible the handling of 4-5 ton cakes. The old three-high hot mill could handle max. 1 ton cakes. Due to rather small production the only way to keep the capital costs on acceptable level was to buy a larger old hot rolling equipment and to modernize it.

A suitable equipment including hot rolling mill, cake furna-

### KOKEMUKSET KOLMEN VUODEN KÄYTÖN JÄLKEEN

Käytettyjen koneiden hankintaan suhtaudutaan Suomessa yleensä suurin epäilyksin. Niistä puuttuvat tekniikan uusimmat hienoudet ja hankinta on työläämpää kuin uuden koneen osto. Kuitenkin monissa maissa, esim. Yhdysvalloissa, missä pääomakustannuksiin kiinnitetään paljon huomiota, on käytettyjen koneiden osto ja modernisointi varsin yleistä varakkaissakin yrityksissä.

Porin tehtaitten kuumavalssaamon kohdalla syyt on jo edellä todettu. Käytettyjen koneiden osto nähtiin paitsi taloudellisesti kannattavaksi myös ainoaksi kysymykseen tulevaksi vaihtoehdoksi ja siihen päädyttiin, vaikkei aikaisempia vastaavia kokemuksia ollutkaan. Jälkeenpäin arvioiden hanke toteutui jopa arvioitua paremmin. Laitteisto on toiminut erittäin hyvin ja suunniteltu tuotantoteho saavutettiin varsin pian käyttöönoton jälkeen. Myös ne valmistuskustannusten säästöt, joihin hankkeen kannattavuuslaskelmat perustuivat, ovat toteutuneet. Nykyisellä n. 25.000 t/a valssaamotuotannolla kuumavalssausta pystytään hoitamaan yhdessä vuorossa muun valssaamon toimiessa kolmessa ja kahdessa vuorossa.

Automatiikasta voidaan todeta, että sitä ei kaikilta osin käytetä hyväksi. Vaikka valssaustapahtuma voitaisiin hoitaa täysautomaattisesti on valssaaja halunnut mieluummin ajaa mm. rullaratoja käsisäädöllä ja automatiikka hoitaa lähinnä valssiraon säädön ohjelmien mukaan. Perusteluna on, että työ tällä tavalla on mielekkäämpää ja myös hieman nopeampaa. Automatisoinnista saatu hyöty on kuitenkin kiistaton.

Hankkeen onnistumista kokonaisuudessaan edesauttoi se, että Porin tehtailla oli ennestään pitkäaikainen kokemus kuumavalssauksesta. Hankittavien koneiden sopivuus ja modernisointimahdollisuudet pystyttiin nopeasti arvioimaan ja kunnostus- ja muutostyöt suunnittelemaan ja toteuttamaan pääasiassa omin resurssein käyttäen apuna kotimaisia alihankkijoita. Sellaisissakin tapauksissa, joissa kyseessä on yritykselle uusi tekniikka, voi käytetyn koneen hankinta olla edullinen vaihtoehto. Apuna modernisointityössä voidaan tällöin käyttää koneen alkuperäistä valmistajaa, jolloin mukaan saadaan myös uusinta tietämystä.

ce, and double-sided milling machine was available in UK in 1980 and it was bought and transferred to Finland during the same year. The modernization was very thoroughly planned and special attention was paid to automation, maintenance free operation and energy saving.

The mill has now been in operation for over three years and it works very satisfactorily. The capacity and running costs are according to original calculations and the quality of hot rolled material excellent. The present output of the rolling mill 25,000 tons/year can be hot rolled in one shift.



# Mineraaliraaka-aineet ja niiden tutkimus

Professori Kari Heiskanen

Virkaanastujaisesityelmä, 4.2.1986, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi

Maaperän raaka-aineita on hyödynnetty rikastamalla käytäen tuttuja ja tunnettuja menetelmiä pitkään. Siitä on muodostunut prosessiteollisuutta, joka huolehtii tarpeellisen metalliraaka-aineen toimituksista metallurgiselle teollisuudelle, toimittaa raaka-aineita mm. kemian-, lasi-, keramiikka-, kumi-, muovi-, maali-, paperi-, rakennus- ja jopa koneenrakennusteollisuudelle.

Useiden raaka-aineiden kulutus maailmalla on lakannut kasvamasta tai kasvaa enää hyvin hitaasti. Lukuisten maaperän mineraalien käyttämättömien raaka-ainevarojen paras osa on nykyään kehitysmaissa, joissa niitä usein hyödynnetään poikkeavin taloudellisuuskriteerein. Tämä on johtanut useiden metallien ja teollisuusmineraalien ylituotantoon. Tästä syystä monien maaperän epäorgaanisten raaka-aineiden hinnat ovat matalia tuotantokustannuksiinsa verraten. Tällaisia tuotteita ovat mm. useat metallit kuten kupari, sinkki, tina, lyijy sekä monet muut raaka-aineet. Maassamme alalla on vielä lisäksi kotoisia ongelmia, joista voi mainita esiintymien pienen koon ja vaatimattomat arvoainepitoisuudet sekä metallimalmivarojen vähenemisen. Yksinkertaistettuna tämä on johtanut maamme omien raaka-ainevarojen kohdalta myös siihen, että markkinahintojen laskiessa mineraalisaatioiden cut-off- ja volyyimiraja on noussut yhä korkeammalle ja yhä harvemmat mineralisaatiot täyttävät malmin kriteerin.

Miten tämä edellä lyhyesti esitetty huolestuttava kehitys vaikuttaa raaka-aineiden tuotannon ja niiden hyväksikäytön tutkimukseen?

Jos haluamme edelleen olla raaka-ainetuottajia, kuten uskon, meidän on pystyttävä tuottamaan yhä parempilaatuisia raaka-aineita yhä halvemmalla yhä huonommista mineraaliesiintymistä. Tätä on toistettu niin usein, että se alkaa tuntua tyhjältä fraasilta, mutta tutkimukselle asettamiltan tavoitteiltaan sanonta on tarkemmin mietittyä valtava.

Olemme tuottamiemme maaperän epäorgaanisten raaka-aineiden suhteen pientuottajia emmekä pysty vaikuttamaan hintoihin. Voimme ainoastaan vaikuttaa tuotantokustannuksiin ja tuotteiden laatuun parantamalla prosesseja ja soveltamalla uusia menetelmiä sekä käyttämällä kaikkia teknologian kehityksen suomia mahdollisuuksia heti hyväksemme. Toinen tie on kehittää jo hyödynnettävistä tai meillä vielä hyödyntämättömistä mineraaleista kokonaan uusia tuotteita, joiden hinta on parempi ja kilpailu ainakin aluksi vähäisempää.

Jotta edellä esitettyjä tavoitteita voidaan pitää realistisina, on lähdettävä kehittämään sitä rikkautta ja miksei välillä rasi-tettakin, mikä mineraalitekniikalla on. Tällä tarkoitan sitä, että mineraalitekniikka on aina soveltanut monien eri tieteen ja tekniikan alojen tietoja ja taitoja. Mineraalien erotusmenetmissähän mineraalit erotetaan toisistaan muuttamatta niiden fyysikaalista luonnetta. Tässä käytetään hyväksi mineraalien toisistaan poikkeavia fyysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia. Mineraaleja on erotettu toisistaan niiden koon, värin, tiheyden, magneettisen susceptibiliteetin, sähköjohtokyvyn, pintakemiallisten ominaisuuksien ym. avulla. Toisaalta tämä

kaikki on tehty teollisuusprosesseina, jotka on yhdistetty monista yksikköprosesseista kuten murskaus, jauhatus, luokitus, vaahdotus, magneettinen erotus, sakeutus ja suodatus. Koska mineraalitekniikan spesialisti on samalla useiden tekniikanalojen ”yleismies Jantunen”, voidaan tätä rikkautta kehittää, paitsi tietenkin kehittämällä mineraalitekniikan opetusta, eri tekniikan alojen yhteistyöllä. Yhteistyön tulee olla molempiin suuntiin toimivaa. Eri tieteen ja tekniikan aloja käytetään ratkaisemaan mineraalitekniikan ongelmia ja muiden alojen ongelmia voidaan ratkaista mineraalitekniikan keinoin esimerkiksi jätteiden käsittelyssä ja ympäristönsuojelussa.

Tarkastelen eräitä tutkimustyön tarpeita ja kehitysnäkymiä ensin metallimineraalien ja sitten teollisuusmineraalien osalta.

Maamme mineraalien rikastustekniikan suurimpana tehtävänä on ollut ja on vieläkin metallimineraalien rikastaminen. Useimpien esiintymien sulfidien rikastaminen vaahdottamalla ei ole tuottanut ylipääsemättömiä vaikeuksia. Tulevaisuus tässä suhteessa ei näytä yhtä helpolta. Voi mainita mm. Enonkosken ja Hituran nikkeliesiintymät, joiden rikastustekniset ongelmat eivät ole läheskään ratkaistut. Toinen kehitystrendi on ulkolaisiin raaka-ainelähteisiin turvautuminen omien jatkojalostuslaitosten raaka-ainepohjan turvaamiseksi. Nämä esiintymät ovat usein vaikeita raekoko- ja mineraalikoostumukseltaan.

Vaahdotus tulee säilymään monipuolisimpana erotusmenetelmänä vielä pitkään ja sen osuus sulfidisten metallimalmien rikastuksessa on dominoiva.

Tutkittaessa vaikeiden esiintymien mineraalien talteensaantia vaahdottamalla on vaahdotuksen makroprosessien tutkimisen tie jo liian kuljettu. Emme saa riittävän spesifistä tietoa näiden raaka-aineiden hyödyntämis- ongelmien selvittämiseksi tekemällä pelkästään eri kemikaalikombinaatioilla panosvaahdotuskokeita. Tutkimuksen on pureuduttava syvemmälle vaahdotuksen perusteisiin, kemikaalien adsorptioon ja sen kontrollointiin eri tavoin, eri lietteessä olevien ionien vuorovaikutuksiin keskenään ja mineraalipintojen kanssa. Tämä edellyttää modernien mineralogisten, pinta- ja sähkökemiallisten tutkimusmenetelmien käyttöä yhdessä mineraalitekniikan omien menetelmien kanssa. Tästä on erittäin hyvänä esimerkkinä se tutkimus, mitä on tehty sähkökemiallisin menetelmin nikkelimalmeilla.

Hienon jauhatuksen vaativien materiaalien tutkimusta on voimakkaasti tehostettava. Edellä mainittu vaahdotuksen perusteiden tutkimus on siinä ratkaisevassa osassa. Toinen osatekijä on mineraalien erotuksen kinetiikka, joka on hyvin hienoilla rakeilla karkeista poikkeava. Nykyään erotus tehdään laitteilla, joiden suunnittelussa on otettu huomioon vain karkeampien raeluokkien ominaisuudet. Nimenomaan hienojen materiaalien erotukseen suunnitellut erottimet saattaisivat antaa selvästi parempia tuloksia.

Mineraalien rikastuksessa suuri energian kuluttaja on hienonnuus. Huolimatta viimeaikaisten energian hinnan halpene-

misesta on energiansäästö edelleen tärkeää. Jotta tähän voitaisiin päästä on tutkimuksen mentävä kohti hienonnuksen ja luokituksen mikroprosessien parempaa ymmärtämistä. Toisaalta tutkimuskenttää riittää niinkin yksinkertaiselta kuulostavan asian kuin kiertokuorman ja erotusterävyuden vaikutusten tutkimisessa. Aihe on ns "ikuisuusaihe", mutta ei ole menettänyt ajankohtaisuudestaan mitään. Aiheen kimppuun on vain hyökättävä uusin aseina, joilla tarkoitan myös muiden tekijöiden huomioonottamista kuin yksinomaan jakoa riittävän hienoihin ja liian arkeisiin rakeisiin. Näitä ovat myllyjen ja luokittimien dynamiikka, jauhatustapahtuman mikroprosessit ja jauhatuksen kinetiikka sekä lietteen reologisten ominaisuuksien muutokset raekoon muuttuessa ja tämän muutoksen vaikutus takaisinpäin jauhatukseen.

Jauhatuksen ja luokituksen tutkimuksessa on vaalittava sitä tutkimusperinnettä, joka TKK:lla ja VTT:llä syntyi professori Hukin aikana ja sai aikaan huomattavia tuloksia niin hienonnutustapahtuman ja jauhatusprosessin ymmärtämisessä kuin luokittimien kehittämisessäkin. Valitettavasti tämä tutkimusperinne on kärsinyt VTT:n mineraalitekniikan laboratorion Otaniemestä poismuuton yhteydessä.

Sulfidirikastamoilla automaatio koki Suomessa valtavan nousun 60- ja 70-lukujen vaihteessa ensimmäisten joukossa maailmassa soveltaen ennakkoluulottomasti silloin vielä suhteellisen uutta prosessitietokonetekniikkaa. Kehitys on viime vuosina ollut vaatimattomampaa. Tämä on jossain määrin hämmästyttävää, koska anturit ja mittalaitteet sekä tietojen käsittelylaitteet ovat nopeasti kehittyneet. Positiivista uutta on alalla vaahdotuksen potentiaaliohjaus, joka on tuomassa uuden ulottuvuuden säädön kehitykseen vaahdotuksessa. Syitä nykyiseen kehityksen tilaan lienee monia, joita tässä yhteydessä en pohdi. Tulee kuitenkin mieleen eräs omantunnonkysymys. Onko kehityksen eräänä esteenä meidän rikastusinsinöörien puutteellinen kyky ja taito? Koulutusta pyritään tässä suhteessa kehittämään ja ajanmukaistamaan. Emme saa menettää sitä etua, mikä meillä on ollut aikaisemmin modernimman mahdollisen tekniikan ennakkoluulottomasta soveltamisesta. Säättömenetelmienkin kehityksessä päästään eteenpäin, kun käytetään prosessin mikrotason tietämys hyväksi yhdessä kehittyneiden säätö- ja tiedonkäsittelymenetelmien ja -laitteiden kanssa.

Suomalainen tietotaito on sulfidirikastuksen alalla varsin tunnustettua ennenkaikkea laitevalmistajana, joista hyvinä esimerkkeinä ovat mm. murskaimet, vaahdotus- ja automaatiolaitteet, luokittimet ja suotimet. Myös laitevalmistajien tarpeiden tulee näkyä tutkimuksessa.

Joskus ei kuitenkaan vältty siltä ajatukselta, että olemme luutuneet sulfidimalmeja käsitellessämme ja tutkiessamme joidenkin yksikköprosessien ja kemikaalien rutiinomaiseen käyttöön.

Teollisuusmineraalien käsittely ja rikastus on noussut merkittäväksi mineraalitekniikan osaksi. Tämä alue on herättänyt paljon kiinnostusta ja toiveita. Moni on asettanut suuria odotuksia teollisuusmineraalien mahdollisuuksiin täyttää sulfidimalmien vähenemisestä aiheutuva "aukko". Onkin totta, että teollisuusmineraalien tuotantovolyyymi on Suomessa noussut viime vuosina erittäin nopeasti. Tämä on kuitenkin jossain määrin tilastollinen asia, koska se johtuu pääasiassa vain yhden tuotantolaitoksen kapasiteetin noususta.

Näen teollisuusmineraalien mahdollisuudet näiden odotusten täyttäjänä rajoitettuna ja vaikeina keskipitkälläkin aikavälillä.

Teollisuusmineraalit voidaan jakaa loppukäytön mukaan kemiallisiin ja fysikaalisiin mineraaleihin. Kemiallisia mineraaleja käytetään raaka-aineina niiden sisältämien kemiallisten aineiden takia. Niiden laatuvaatimukset ovat kemiallisten pitoisuuksien osalta usein erittäin tiukkoja ja raekoon suhteen

mineraaleittain vaihtelevia. Fysikaalisia mineraaleja käytetään puolestaan niihin liittyvän jonkin fysikaalisen ominaisuuden takia mm rakennusmateriaaleina, täyteaineina, pigmentteinä, hionta-aineina jne. Niiden laatuvaatimukset ovat paitsi kemiallisia pääasiassa raekokoon, raemuotoon ja ominaispinta-alaan ym. liittyviä fysikaalisia vaatimuksia.

Teollisuusmineraaleissa voidaan erottaa kaksi tutkimustarpeiltaan hieman poikkeavaa ryhmää; volyymituotteet ja erikoistuotteet. Volyymituotteella tarkoitan tuotetta, joka on markkinoitavissa sen täyttävässä yleisesti esitetyt laatuvaatimukset.

Suomessa volyymituotteisiin voidaan lukea tällä hetkellä rakennusmateriaalit, apatiitti, kalkkikivituotteet lähes kokonaan ja suuri osa dolomiitti-, kvartsi- sekä maasälpätuotteista. Volyymituotteille on ominaista suurehko tuotantomäärät ja matalahko hinta. Mahdollisuuksia kapasiteetin suuriin lisäyksiin on olemassa vain, jos voidaan korvata tuontia tai rakennetaan lisää jatkokäyttökapasiteettia. Esimerkkinä on Siilinjärven apatiittituotanto. Pelkiksi vientituotteiksi ei useimmista volyymituotteista ole muuta kuin erikoistapauksissa.

Volyymituotteiden tutkimus on tehtävän asettelultaan samantyyppistä kuin sulfidisten esiintymien tutkimukset, joissa tutkimuksen painopiste on olemassa olevien tuotteiden tuottaminen halvemmalla ja uusien esiintymien käyttöönotto siten, että kehitetään rikastusmenetelmä, jolla tuotetaan markkinoille vaatimukset täyttävää raaka-ainetta. Tuotteen käyttäjän spesifisillä vaatimuksilla ja tuotekehityksellä ei ole kovin suurta tutkimusta ohjaavaa merkitystä. Tärkeimmät yksikköprosessit ovat kuten sulfideillakin hienonnuksen ja vaahdotuksen, mutta tuotannossa saatetaan joutua soveltamaan monia yksikköprosesseja. Ongelmat ovat usein vaikeampia kuin sulfideilla. Niinpä vaahdotustutkimuksissakin on kokooja- ja säännötelykemikaalien toiminnan tunteminen tärkeämpää ja vaikeampaa kuin sulfidivaahdotuksessa.

Volyymituotteiden tutkimus on ollut maassamme viime aikoina melko vaatimatonta lukuunottamatta apatiittirikasteen tuottamiseen suunnattuja tutkimuksia ja litiummineraalien tutkimusta.

Vaikka raja on häilyvä, erikoistuotteiksi lasken sellaiset teollisuusmineraalit, jotka ovat sovelletut määrättyyn käyttötarkoitukseen jatkojalostamalla. Tyypillisiä jatkojalostustapoja ovat mm. hienojauhatus ja luokitus, kalsinointi ja pinnoitus. Tällaisille mineraaleille on ominaista korkeampi hinta, laajemmat markkinat ja erällä tuotteilla erittäin suuri kasvupotentiaali, mutta yleensä kuitenkin rajoitettu tuotantovolyyymi. Tuotteen käyttäjän spesifisillä vaatimuksilla ja tuotekehityksellä on tutkimuksessa suuri merkitys varsinaisen prosessin tutkimuksen lisäksi. Kukin uusi mineraalilähde vaatii soveltavat tutkimuksensa, vaikka se nimellisesti täyttäisikin laatuvaatimukset. Paperin täyteaineet ja päällystyspigmentit ovat tyypillisiä suomalaisia tuotesovellutuksia, joissa olemme melko vahvoja ja joissa meidän tulee olla vielä vahvempia. Meillä on voimakas paperiteollisuus ja erittäin iskukykyinen talkkituotanto. Uusi paperiteollisuuden kotimainen raaka-ainelähde saatta syntyä kaoliinista, jota nyt tuodaan suuria määriä ulkomailta. Esiintymät pohjois-Suomessa ovat lupaavia, mutta vaativat useiden mineraalitekniisten ja sovellutusongelmien ratkaisua. Lisäksi meillä on myös muita potentiaalisia raaka-aineita paperiteollisuudelle.

Muilla teollisuudenaloilla on erikoistuotteiden kirjo laaja. Monet hyvät teollisuusmineraalisovellutukset ovat valitettavasti liian pieniä tuotantovolyymitään, jotta tuotanto olisi kannattavaa. Tyypillinen tällainen ryhmä on elektroniikkateollisuuden raaka-aineet. On kumottava esitetty väite, että koska pii on elektroniikkateollisuuden pääraaka-aine ja piidioksidin luonnon yleisimpiä rakennosasia, on raaka-ainetta siis kaikkialla. Johtuen korkeita laatuvaatimuksista on riittävän

puhtaita esiintymiä vähän. Mineraaliteollisuuden mitta-kaavassa kotimainen raaka-ainetarve on vaatimatonta eikä tuotantoa voi suunnitella vähänkään epäpuhtauksia sisältävän esiintymän varaan, jollei muuta lisävolyymia ole.

Erikoistuotteita kehittävä tutkimus on erittäin vaikea ja suuri haaste yhteistyölle. Talkin tutkimus käyttökelpoiseksi paperin täyteaineeksi kesti vuosikymmenen ja päällystepigmentiksi vähintään yhtä kauan.

Paitsi mineraalitekniikan prosessien soveltamista usein ääri-rajoihlaan tarvitaan syvällistä tietoa mineraalien fysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien vaikutuksista itse tuotantoprosessissa. Esitänkin suuren huoleni, että tällaiseen monipuoliseen ja loppukäyttäjän tarpeista lähtevään teollisuusmineraalien soveltavaan tutkimukseen ei olla valmistauduttu eikä sen suuria ongelmia ja esteitä mielletä. Esteinä tutkimukselle ovat teollisuudenalojen välinen tiedonsiirto, taloudellisten intressien ristikkäisyys sekä tutkimuksen suhteellinen kalleus verrattuna lopputuotteen hintaan ja mahdolliseen tuotantovolyymiin.

Jotta alussa esittämäni kuva teollisuudenalan tulevaisuudes-

ta ei kääntyisi negatiiviseen suuntaan, tarvitaan paljon pitkäjänteistä tutkimustyötä ja tietysti hyviä uusia mineraaliesiintymiä.

Teknillisen korkeakoulun mineraalitekniikan tutkimus ei tietenkään voi olla mukana kaikessa tässä tutkimuksessa omien vähäisten resurssiensa takia eikä se ole tarkoituksenmukaistakaan. On kuitenkin sellaisia tutkimusaloja, joihin pyrimme edelleen paneutumaan syvällisesti. Näitä ovat jauhatuksen ja luokituksen tutkimus, partikkelitekniikka, hienon jauhatuksen vaativien mineraalien hyödyntämistutkimukset sekä eräät teollisuusmineraalisovellutukset. Monia näitä tutkimusaloja yhdistää erittäin hienojen partikkeleiden synnyn ja ominaisuuksien tutkimus.

Kuten alussa mainitsin voi edellä esitettyjä tutkimustavoitteita pitää realistina, jos kehitetään mineraalitekniikan rikkautta soveltamalla monien eri tieteen ja tekniikan alojen tietoja ja taitoja mineraalien jalostusmenetelmiin. Tämä on mahdollista vain korkeakoulun sisäisen yhteistyön ja muiden korkeakoulujen sekä teollisuuden yhteistyön avulla.

## HUOMATTAVA KIRJALAHJOITUS TEKNILLISEN KORKEAKOULUN TALOUDELLISEN GEOLOGIAN LABORATORIOILLE

Teknillisen korkeakoulun taloudellisen geologian laboratorio vastaanotti tammikuun 17. päivänä 1986 merkittävän kirjalahjoituksen, kun taloudellisen geologian emeritusprofessori Aimo K. Mikkola luovutti laboratorion käsikirjastoon sovellettua geologiaa ja geofysiikkaa koskevan kirja-, eripainos-, sarja-, raportti- ja diakokoelman. Tämä materiaali kertyi professori Mikkolalle hänen työskennellessään koti- ja ulkomailla teollisuudessa sekä kolmattakymmentä vuotta professorina Teknillisessä korkeakoulussa. Lahjoitus käsittää n. 4000 nimekettä tai volyyminumeroa.

Saadun lahjoituksen arvokkaimpia osia ovat neljän vuoden välein pidettyjen laajojen kansainvälisten geologisten kongressien esitelmäjulkaisut vuodesta 1956 vuoteen 1980. Ne antavat tiiviin ja kattavan kuvan geologian erilaisten aihepiirien ja sovellutusten koko kentästä ja kehityksestä kolmelta viime vuosikymmeneltä. Tieteellisistä sarjoista merkittävien ja laboratorion tutkimusprojektin kannalta antoisin lienee Chemical Geologyn täydellinen volyymisarja sen julkaisemisen alusta eli vuodesta 1966 alkaen. Professori Mikkola kuului itse sarjan toimituskuntaan. Erityisesti alan pääaine- ja jatko-opiskelijoille tulee olemaan suureksi hyödyksi yksittäisten kirjojen ja raporttien lisäksi laaja eripainoskokoelma, kunhan se saadaan aiheenmukaisesti inventoiduksi. Opetuksen kannalta varsin merkittäviä ovat lisäksi hyvin lukuisat luentosarjojen oheismateriaalit ja diasarjat, jotka ovat paljolti yhä ajankoh-  
taisia.

Lahjoituksen merkitys taloudellisen geologian laboratorioille ja sen kautta maamme sovelletuille geotieteille on erityisen

suuri aikana, jolloin yliopistojen ja korkeakoulujen kirjallisuushankintamäärärahat ovat todella niukat ja koko tieteen taso siten uhattuna.

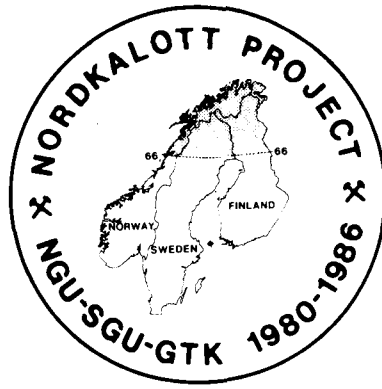
Luovutustilaisuudessa olivat läsnä professori Mikkola ja rouva Leena Mikkola, vararehtori Tapani Jokinen, vt. hallintojohtaja Esa Luomala, vuoriteollisuusosaston osastonjohtaja professori Lauri Holappa, professorit Raimo Matikainen ja Kari Heiskanen sekä TKK:n tiedottaja Kaarina Lahti. Kutsuvieraina olivat lisäksi toimitusjohtaja Pekka Mikkola Suomen Malmi Oy:stä ja Geologian tutkimuskeskuksen korkeinta johtoa, ylijohtaja Kalevi Kauranne sekä tutkimusjohtajat Kauko Korpela ja Lauri Hyvärinen. Lisäksi laboratorion oma henkilökunta oli runsaslukuisena läsnä.

Juhlamojen ohjaajan laboratorionsinööri Jalle Tammenmaan lausuttua vieraat tervetulleiksi, alkoi varsinainen luovutustilaisuus, jossa professori Mikkola luonnehti korkeakouluopettajalle ja tutkijalle kertyvää kirjallista materiaalia. Lahjoituksesta kiittivät korkeakoulun puolesta vararehtori Tapani Jokinen ja taloudellisen geologian laboratorion esimies professori Heikki Niini, joka kiitospuheessaan kuvasi lahjoituksen merkitystä laboratorioille.

Mieliinpainuva ja lämminhenkinen tilaisuus päättyi kahvia ja kakkutarjoiluun. Tilaisuudesta muodostui samalla merkkitapaus Suomen geologian juhluvoonna, jolloin sekä Suomen Geologinen Seura että Geologian tutkimuskeskus viettävät satavuotisjuhliiaan.

E.H.E.

## Pohjoiskalotti-projekti 1980-1986



## Nordkalott-projektet 1980-1986

Yhteispohjoismaisen Pohjoiskalotti-projektin tarkoituksena on identifioida ja rajata pohjoisen Fennoskandian malmipitoiset muodostumat. Varsinainen maasto- ja laboratiotyö on tehty Norjan, Ruotsin ja Suomen geologisten tutkimuslaitosten resurssein. Grönlannin geologinen tutkimuslaitos osallistuu osaan toiminnoista. Yhteisiin ekskursioihin, suunnittelu- ja seurantakokouksiin sekä raporttien ja karttojen painatukseen saadaan varat Pohjoismaiden ministerineuvostolta (yli 6 milj. Norjan kruunua).

Työ aloitettiin 1980 ja sen tulokset tullaan esittämään IAGOD:in kokouksen yhteydessä Luulajassa elokuussa 1986. Suomeksi projektin tulokset tullaan esittämään Suomen Geologisen Seuran, Geologian tutkimuskeskuksen ja Vuorimiesyhdistyksen yhteistilaisuudessa 23.10.1986. Julkistamisen jälkeen Pohjoiskalottiprojektin tietopankit tulevat olemaan julkisia ja siten Norjan, Ruotsin ja Suomen malminetsintäorganisaatioiden ja muiden asiasta kiinnostuneiden käytössä.

Pohjoiskalotti-projektin tulokset tullaan julkaisemaan projektiselityksenä, malmi- ja teollisuusmineraaliesiintymät luetteloina sekä seuraavina 1:1 milj. mittakaavaisina karttoina:

Avsikten med det samnordiska Nordkalott-projektet är en definiering av malmförande formationer i norra Fennoskandien med hjälp av regionala geologiska, geofysiska, geokemiska och fotogeologiska undersökningar. Fält- och laboratoriearbetena har utförts av de geologiska undersökningarna i Finland, Norge och Sverige. Delvis har också Grönlands geologiske undersøgelse deltagit i verksamheten. För samexkursioner, rapporteringsmöten samt tryckningskostnader av kartor och rapporter har Nordiska ministerrådet bidragit med över 6 milj. norska kr.

Arbetet påbörjades 1980 och resultaten kommer att avrapporteras på IAGOD-mötet i Luleå i augusti 1986. Efter avrapporteringen kommer projektets datafiler att kunna användas av prospekteringsbolag och andra intresserade i Finland, Norge och Sverige.

Publiceringen av Nordkalott-projektets resultat sker i form av en projektbeskrivning, fyndighetsregister över metall- och industrimineralförekomster samt följande kartor i skala 1:1 milj.:

Geological map, Tectonic-metamorphic map, Metallogenetical map, Map of industrial minerals and rocks, Gravimetric map, Aeromagnetic map, Geophysical interpretation map, Quaternary deposits, Glacial geomorphology and paleohydrology, Indicators of ice movements, Quaternary stratigraphy, Dominating ice flow directions, Minerals assesment map, Geochemical interpretation map, Geochemical Atlas (40 elements in scale 1:4 milj).

### SUOMEN GEOLOGINEN SEURA JA GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

järjestävät torstaina 23 lokakuuta 1986 klo 9.15–15.30 Helsingin yliopiston geologian laitoksella, Snellmaninkatu 5

### POHJOISKALOTTI-PROJEKTIN esittelypäivän

jossa esitellään Pohjoismaiden ministerineuvoston tukeman ja Pohjoismaiden geologisten tutkimuslaitosten toteuttaman NORDKALOTT-projektin tulokset.

### OHJELMA

- 9.15–9.20 Suomen Geologisen Seuran puheenjohtaja avaa kokouksen
- 9.20–9.30 Ylijohtaja L.K.Kauranne NORDKALOTT-projekti
- 9.30–10.15 DI Juha Korhonen: Geofysiikan osaprojekti
- 10.15–11.00 FL Vesa Perttunen: Kallioperägeologian osaprojekti
- 11.00–11.45 FT Kauko Puustinen: Metallogenian alaprojekti
- 11.45–12.45 LOUNAS
- 12.45–13.30 FM Kalevi Mäkinen: Maaperägeologian osaprojekti
- 13.30–14.15 Prof. Alf Björklund: Geokemian osaprojekti
- 14.15–15.00 FM Nils Gustavsson ja FM Mikko Tontti: Tiedosto osaprojekti
- 15.00–15.30 Loppukeskustelu

Jokaista esitystä varten on varattu puoli tuntia ja 15 min. keskusteluun.

## ENSIMMÄINEN BERNDT GRÖNBLOM-ANSIOMITALI ÅKE BERGSTRÖMILLE

Kunnioittaakseen Suomen nykyaikaisen terästeollisuuden uranuurtajan, vuorineuvos Berndt Grönblomin elämäntyötä on OVAKO Oy-Ab päättänyt hänen syntymänsä 100-vuotispäivänä 20.12.1985 perustaa hänen nimeään kantavan kultaisen ansiomitalin. Mitalin nimi on Berndt Grönblom-ansiomitali.

Mitali voidaan antaa suomalaisen terästeollisuuden palveluksessa toimivalle tai toimineelle henkilölle, joka on ansiotunut alan kehittämisessä tai pohjoismaisen yhteistyön rakentamisessa.



Filosofian tohtori, diplomi-insinööri Åke Bergström (vasemmalla) saa ensimmäisenä Berndt Grönblom-ansiomitalin.

Mitalin ja sitä seuraavan kunniakirjan jaosta päättää Vuorimiesyhdistyksen hallitus. Ensimmäinen Berndt Grönblom-mitali luovutettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksessa 21.3.1986 OVAKO Oy-Ab:n entiselle pitkäaikaiselle varatoimitusjohtajalle, filosofian tohtori, diplomi-insinööri Åke Bergströmille.

Samassa tilaisuudessa luovutettiin mitalin mallikappale diplomi-insinööri Sten Gustaf Grönblomille.



Diplomi-insinööri Sten Gustaf Grönblomille luovutettiin Berndt Grönblom-ansiomitalin mallikappale.

## OLLI HERMOSELLE EERO MÄKINEN — ANSIOMITALI

Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksessa luovutettiin tämänvuotinen Eero Mäkinen-ansiomitali kunniakirjoineen yhdistyksen edelliselle puheenjohtajalle, diplomi-insinööri Olli Hermoselle. Edesmenneen vuorineuvos Eero Mäkisen kunniaksi lyötetty mitali luovutettiin DI Hermoselle hänen suurista ansioistaan vuoriteollisuudessa ja Vuorimiesyhdistyksen toiminnassa.

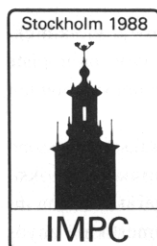


Diplomi-insinööri Olli Hermonen (vasemmalla) vastaanottaa yhdistyksen puheenjohtaja Väinö Juntusen onnittelet.

## OUTOKUMPU-SÄÄTIÖ JAKOI APURAHAT VUODEKSI 1986

Outokumpu Oy:n Säätiö on vuoritekniikan, metallurgian ja geologian opetuksen ja tutkimuksen edistämistä varten jakanut hallituksensa kokouksessa 19.12.1985 vuosittaiset apurahansa. Varoja jaettiin yhteensä n. 640.000 mk, josta varsinaisten apurahojen osuus oli n. 580.000 mk (37 kpl). Opiskelijapurahoja (à 2.500 mk) jaettiin 25.

Professori Matti Tikkaselle myönnettiin 45.000 mk:n suuruisen jatkoapuraha suomenkielisen metallurgian termodynamiikan oppikirjan laatimiseksi.



Stockholm Sweden  
June 5-10, 1988

**XVI International Mineral Processing Congress**  
**XVIème Congrès International de Minéralurgie**  
**XVI. Internationaler Kongress für Aufbereitung Mineralischer Rohstoffe**  
**XVI. МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО ОБОГАЩЕНИЮ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

### General Information:

XVIth INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS  
c/o Stockholm Convention Bureau  
Box 1617  
S-111 86 Stockholm  
Sweden  
Telephone: Int + 46 8 23 09 90 Telex: 11556 Congress S



# In Memoriam



**JARMO KUMPULAINEN**  
28.10.1951–28.2.1986

Tekniikan tohtori Jarmo Olavi Kumpulainen kuoli 28.2.1986 Torniossa. Hän oli syntynyt 28.10.1951 Kuivaniemellä ja valmistui diplomi-insinööriksi vuonna 1976. Hän toimi TKK:n metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratoriossa tutkijana ja Suomen Akatemian tutkimusassistenttina vuoteen 1984, jolloin hänen ohutlevyjen kylmämuovausta käsittelevä väitöskirjansa valmistui. Hän esitti tutkimustuloksiaan myös lukuisissa teknistieteellisissä aikakausjulkaisuissa. Lisäksi Jarmo Kumpulainen osallistui kahden laajan, levynmuovaukseen liittyvän, tutkimusprojektin johtamiseen ja oli päätoimittajana ”Ohutlevyuutiset” julkaisusarjassa.

Keväällä 1984 Jarmo Kumpulainen tuli Outokumpu Oy Terästeollisuuden palvelukseen muovaus- ja muokkaustekniseksi asiantuntijaksi. Tässä tehtävässään hän osallistui asiakaslähtöisten muovausongelmien ratkaisuun ja vastasi ruostumattomien terästen muovattavuuteen kohdistuvasta tuotekehityksestä. Hän oli käynnistämässä myös laajaa ruostumattomien terästen konstruktiokäyttöön liittyvää ominaisuus- ja mitoitusperiaateselvitystä.

Terästen käytettävyyteen kohdistuvien tehtäviensä ohessa Jarmo Kumpulainen osallistui kylmävalssaamisen ohjausjärjestelmän kehittämiseen.

Vuoden 1985 syyskuusta alkaen hän toimi tutkimus- ja metalliteknologian laboratorioiden käyttöinsinöörinä. Samalla työn painopiste siirtyi yhä enemmän Tornioon rakennettavan kuumavalssaamon muokausprosesseihin.

Jarmo Kumpulainen sai kohtalokkaan sydänkohtauksen ollessaan sairaalomalla häntä useaan otteeseen koetelleen sairauden vuoksi. Ystävät ja työtoverit muistavat hänet utterana ja määrätietoisena ihmisenä, jonka optimismi ja tarmokkuus olivat esimerkkinä myös muille. Jarmo Kumpulaisen varhainen poismeno on raskas menetyksensä koko metallurgikunnalle.

A.R.-E., J.K.

Vuorimiesyhdistys ry:n metallurgijaoston jäsen Jarmo Olavi Kumpulainen on ollut vuodesta 1977.

Toimitus



**KAUKO PARRAS**  
13.8.1912–13.4.1986

Filosofian tohtori Kauko Parras kuoli 13. huhtikuuta Helsingissä. Hän oli syntynyt 13. päivänä elokuuta 1912 Kurkijoella, valmistui filosofian kandidaatiksi 1943 ja saavutti filosofian tohtorin arvon 1958.

Parras toimi Helsingin yliopiston geologian laitoksen assistenttina ja Geologisen tutkimuslaitoksen kallioperägeologina kunnes siirtyi Lohjan Kalkkitechdas Oy:n päägeologiksi v. 1946. Jo opiskeluaikanaan toimiessaan Erkki Mikkolan kesäapulaisena Parras kiinnostui Länsi-Uudenmaan pyrokseenigneisistä, joiden perusteellinen geologinen tutkimus muodostui sittemmin päätyöksi hänen tieteellisellä urallaan. Tämä työskentely, jota Pentti Eskola ja Thure Sahama läheltä seurasivat, johti väitöskirjan julkaisemiseen, jossa Parras kuvaa Länsi-Uudenmaan kompleksin pyrokseenigneisien geokemiaa ja metamorfista kehitystä. Jo aikaisemmin hän oli käsitellyt samaa problematiikkaa julkaisuissaan.

Kauko Parras suoritti päivätyönsä merkittävimmän osan kuitenkin taloudellisen geologian alalla. Hänen aikanaan suoritettiin Tytyrin, Mustion ja Sipoon kalkkikiviesiintymien jatkotutkimukset, jotka ovat luoneet perustan nykyiselle näiden esiintymien tuotannolle. Parras johti ensimmäistä laajaa tutkimusohjelmaa Siilinjärven apatiittiesiintymän geologian selvittämiseksi. Myöhemmät geologiset tutkimukset Kemiössä sekä Suomen Malmi Oy:n tutkimusvaiheen jälkeiset lisätutkimukset Parraksen kotipitäjässä Sotkamossa johtivat kotimaisten maasälpä- ja talkkirikasteiden tuotannon aloittamiseen 1960-luvulla. Parras selvitteli monien kotimaisten teollisuusmineraalien kuten Al-silikaattien ja grafiitin hyödyntämismahdollisuuksia. Hän siirtyi v. 1970 tutkimus- ja kehitysosastolle ja tällöin hän saattoi paneutua hyvin tuntemiensa kotimaisten maankamaraan raaka-aineiden käyttömahdollisuuksiin uudenlaisen teknologian sovellutuksissa. Hän siirtyi eläkkeelle Lohja Oy:stä vuonna 1975. Paitsi tutkijana ja taloudellisen geologian edustajana Kauko Parras tunnettiin etevänä musiikin ja maalaustaiteen harrastajana. Hän osallistui molempiin sotiin ja oli sotilasarvoltaan luutnantti.

Reijo Saikkonen

Vuorimiesyhdistys ry:n geologijaoston jäsen Kauko Eelis Päiviö Parras on ollut vuodesta 1948.

Toimitus



**RAUNO SEESTE**  
9.9.1931–4.5.1986

Outokumpu Oy:n johtokunnan jäsen, yli-insinööri Leo Rauno Antero Seeste kuoli yllättäen kotonaan Helsingissä 4.5.1986. Hän oli syntynyt 9.9.1931 Orivedellä ja valmistunut diplomi-insinööriksi Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolta 1956.

Metallurgin uransa Rauno Seeste aloitti Outokumpu Oy:n Harjavallan tehtailla 1958 kuparisulaton käyttöinsinöörinä. Kahta vuotta myöhemmin hän siirtyi nikkelitehtaalle, jonka suunnittelu- ja käyttöinsinöörinä hän toimi vuoteen 1964. Samana vuonna hän siirtyi yhtiön pääkonttorin metallurgiselle osastolle. Täällä alkoi hänen pitkä uransa know how'n myynnin ja ulkomaantoimintojen parissa. Prosessi- ja laitemyöntöastoston johtajaksi hänet nimitettiin 1967, ja kun Outokumpu Oy:n teknillinen vieni vuoden 1975 alusta muodostettiin omaksi tulosyksiköksi, Rauno Seeste tuli sen johtoon. Yhtiön johtokunnan asiantuntijajäseneksi hänet nimitettiin 1981 ja varsinaiseksi jäseneksi 1983. Hänen vastuualueenaan johtokunnassa oli uuden kaivostoiminnan kehittäminen mukaanlukien Ulkomainen kaivostoiminta sekä Konepajateollisuus-toimiala.

Suomalaisen osaamisen markkinoinnista muodostui Rauno Seesteen pääasiallinen elämäntehtävä. Tähän tehtävään hänellä oli harvinaisen hyvät lähtökohdat. Harjavallan vuosinaan hän oli saanut vankan ammatillisen tietämyksen kuparin ja nikkelin metallurgiasta. Tämä pohja oli erityisen arvokas know how'n myynnin menestystuotteeksi nousseen liekkisulatusmenetelmän markkinoinnissa. Arvokas oli tässä tehtävässä myös hänen harvinaisen monipuolinen kielitaitonsa. Lukuisten kansainvälisten yhteyksiensä ansiosta Rauno Seeste oli tunnettu ja suuresti kunnioitettu alan ammattilainen kaikkialla ympäri maailman. Hän myös toimi aktiivisesti useissa ulkomaankaupan järjestöissä.

Ihmisenä ja työoverina Rauno Seeste oli hillitty herrasmies. Hän ei koskaan pyrkinyt olemaan seuran keskipiste, mutta häntä kuunneltiin, koska tiedettiin hänen puhuvan punnittua asiaa. Rauhallisen luonteen kanssa hyvin yhteen sopi hänen nuoruutensa rakas harrastus, ampuminen, jossa hän ylsi valtakunnalliselle huipputasolle saakka. Tällaisen ihmisen menettäminen kesken aktiivisen kautensa tuntuu raskaana iskuna, jonka todellisuutta on vaikea tajuta.

Pertti Voutilainen

Vuorimiesyhdistys ry:n metallurgijaoston jäsen Leo Rauno Antero Seeste on ollut vuodesta 1958.

Toimitus



**ERKKI AUROLA**  
25.10.1907–31.5.1986

Professori Erkki Kullervo Aurola kuoli toukokuun viimeisenä päivänä 1986 Espoossa. Hän oli syntynyt Antreassa, käynyt koulunsa Sortavalassa, suorittanut filosofian kandidaatin tutkinnon Helsingin Yliopistossa, jossa myös väitteli tohtoriksi vuonna 1938. Vuosina 1936–1940 Aurola toimi Outokumpu Oy:n kaivosgeologina ja malminetsinnän johtajana sekä vuosina 1941–1946 Malmikaivos Oy:n päägeologina. Vuonna 1946 hänet nimitettiin Geologisen tutkimuslaitoksen valtiongeologiksi ja vuonna 1960 Helsingin yliopiston taloudellisen geologian dosentiksi. Teknillisessä korkeakoulussa Aurola toimi mineeraali- ja kiviteollisuuden erikoisopettajana vuosina 1947–1958 sekä vt. professorina 1956–1958. Lisäksi hän oli luennoitsijana vuodesta 1962 lähtien Työväen Akatemiassa.

Aurola oli varmaan viimeisiä siitä tutkijapolvesta, jonka mielenkiinto kohdistui koko maankuoreen. Hänen kirjallinen tuotantonsakin oli varsin laaja käsittäen lähes 100 tieteellistä ja alan muuta julkaisua.

Niinkuin Aurola oli tutkijana varsin monipuolinen oli hän sitä ihmisenäkin. Tunnuksomaista hänelle oli hänen räiskyvä älynsä. Hän käsittelee yleensä heti mistä kulloinkin oli kysymys. Vastaus tai repliikki tuli sitten salamannopeasti useimmiten hänelle ominaisella huumorilla höystettynä. Näin hän helposti nousi seurueen keskipisteeksi. Kun Aurolalla oli varsin perusteellinen luonnontieteellinen koulutus (arvosanoja maantieteessä, geologiassa, kasvi- ja eläintieteessä) sekä rakkaus luontoon ja työhönsä, olivat keskustelut hänen kanssaan antoisia ja mielenkiintoisia.

Karjala oli Aurolalle loppumaton muistojen lähde. Hänen kaipauksensa Viipuriin, Antreaan ja Sortavalaan, joihin nuoruuden päivät läheisesti liittyivät, oli pysyvää. Meillä nuoremmille oli varsin mielenkiintoista käydä hänen kanssaan muisteloretkillä Suomen historiaan läheisesti kuuluvilla Karjalan laulumilla. Erkki Aurola oli patriotti.

Geologeina tiedämme, että mikään ei ole täällä pysyvää, muuttumatonta. Kun kerran isot vuoret murenevät ja häviävät, niin miksi ei sitten pieni ihminenkin. Ja tähän meidän on tyytyminen. Jäämme kuitenkin kaipauksella muistelemaan hyvää ja meille niin paljon antanutta ystävää ja työtoveria.

Lauri Hyvärinen

Vuorimiesyhdistys ry:n geologijaoston sekä kaivosjaoston jäsen Erkki Kullervo Aurola on ollut vuodesta 1945.

Toimitus

# Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

## HALLITUKSEN TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1985

### Vuosikokous

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 42. vuosikokous pidettiin Helsingissä 29.3.1985. Puheenjohtaja Olli Hermonen avasi kokouksen ja esitti katsauksen maamme vuoriteollisuuden kehityksestä 1984.

Yhdistyksen puheenjohtajaksi valittiin DI Väinö Juntunen ja varapuheenjohtajaksi DI Olli Hermonen.

Virallisten kokousasioiden jälkeen kuultiin vuorineuvos Helge Haaviston, Rautaruukki Oy, esitelmä "Teknologia vuoriteollisuutemme perustana" ja prof. Sakari Heiskasen, VTT, esitelmä "Teknologian kehittäminen — miten vastaamme tuleviin haasteisiin".

Jaostot kokoontuivat iltapäivällä omien erikoisalojensa merkeissä. Illallistanssiaisissa ravintola Marskissa vastasi isännyydestä Rautaruukki Oy.

### Toimihenkilöt

Yhdistyksen luottamustehtävissä ovat toimineet:

- puheenjohtaja DI Väinö Juntunen
- varapuheenjohtaja DI Olli Hermonen
- hallituksen jäseniä:
  - DI Pentti Hintikka
  - Prof. Lauri Hyvärinen
  - TkL Antero Järvinen
  - DI Jaakko Lautjärvi
  - DI Markku Leiritie
  - Prof. Kaj Lilius
  - DI Antti Mikkonen
  - DI Mikko Palviainen
  - DI Juhani Vahtola
- rahastonhoitajana DI Kalle Vaaajoensuu
- sihteereinä DI Heikki Savolainen ja DI Erkki Pimiä.

### Yhdistyksen toiminta

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

Hallitus on myötävaikuttanut Tukholmassa v. 1987 pidettävän World Mining Congressin sekä Tukholmassa v. 1988 pidettävän International Mineral Processing Congressin järjestelyihin.

Molempien Congressien organisaatiokomiteoissa on VMY:n nimeämät edustajat.

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

Yhdistyksen viiri luovutettiin Geologian tutkimuskeskukselle sen 100-vuotispäivänä sekä prof. M.H. Tikkaselle hänen 70-vuotispäivänään.

N.I.F. Bergingeniørenes Avdelingen syyskokouksessa, 30.10-1.11, edusti yhdistystä FT Heikki Wennervirta. Yhdistyksen edustaja Svenska Gruvföreningenin vuosikokouksessa 28.11. oli DI C-F Bäckström.

Ovako Oy · Ab:n toimesta vuorineuvos Berndt Grönblomin syntymän 100-vuotispäivän kunniaksi perustetun ansiomitalin säännöt laadittiin yhdistyksen hallituksessa. Mitali voidaan antaa suomalaisen terästeollisuuden palveluksessa toimivalle tai toimineelle henkilölle, joka on ansioitunut alan kehittämisessä tai pohjoismaisen yhteistyön rakentamisessa. Mitalin ja sitä seuraavan kunniakirjan jaosta päättää Vuorimiesyhdistyksen hallitus.

Jaostojen yhdenmukaistetut säännöt on julkaistu Vuoriteollisuus-lehden numerossa 2/85.

### Jaostot

Pääosan yhdistyksen jäsenoiminnasta on muodostanut jaostojen aktiivinen toiminta eri muodoissa.

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

Jaostojen toimihenkilöinä ovat olleet:

- Geologijaosto: puheenjohtaja, FT Markku Mäkelä  
sihteeri, FK Ritva Harinen
- Kaivosjaosto: puheenjohtaja, DI C-F Bäckström  
sihteeri, FK Heikki Latva

Metallurgijaosto: puheenjohtaja, TkT Juho Mäkinen  
sihteeri, TkL Raimo Levonmaa

Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto: puheenjohtaja DI Timo Niitti  
sihteeri, DI Hannu Penttilä

### Yhdistyksen jäsenmäärä

Yhdistyksen jäsenmäärä 31.12.1985 oli 1789, missä on lisäystä edellisestä vuodesta 39. Uusia jäseniä tuli yhdistykseen 67, kuoleman kautta poistui 10 ja erosi 18.

### Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunta kokoontui vuoden 1985 aikana kerran ja tutkimusjohtokunta kuusi kertaa. Valtuuskunnan puheenjohtajana toimi DI Antti Mikkonen, varapuheenjohtajana DI Markku Leiritie ja sihteerinä DI Alf Westerlund.

Toimikuntien puheenjohtajana toimi:

- Geologinen toimikunta: prof. Heikki Niini
- Kaivosteknillinen toimikunta: DI Pentti Seppänen
- Rikastusteknillinen toimikunta: TkL Hans Allenius.

Toimikauden aikana oli käynnissä seitsemän tutkimusprojektia ja kaksi esiselvitystä.

Pohjoismaista yhteistyötä jatkettiin. Tutkimusselosteiden vaihdossa annettiin omat selosteet pohjoismaisille veljesjärjestöillemme ja saatiin Ruotsista 15 ja Norjasta 10 tutkimusselostetta.

Toimikuntien yhteispohjoismaisia kokouksia pidettiin seuraavasti: geologiset toimikunnat 11-12.4. Kiirunassa, kaivosteknilliset toimikunnat 26-27.9 Trondheimissa ja rikastusteknilliset toimikunnat 26.8 samoin Trondheimissa.

Vuoden 1985 aikana tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien valvomissa tutkimuksissa oli varojen käyttö yhteensä noin 1,3 miljoonaa markkaa.

## VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS

**Väinö Juntunen**  
puheenjohtaja

**Heikki Savolainen**  
sihteeri

## TULOSLASKELMA 1.1.-31.12.1985

### Tulot

Jäsenmaksut		92.930,05
Tutkimusvaltuuskunta	130.600,00	
Esiselvitykset	166.480,50	
Selosteet	4.357,00	301.437,50
Jäsentoiminta ja koulutus		72.846,55
Vuoriteollisuus-lehti		129.420,00
Käsikirja		4.248,00
Solmioiden yms. myynti		2.158,40
Lahjoitukset		5.000,00
Korkotulot		5.071,26
<b>Tulot yhteensä</b>		<b>mk 613.111,76</b>

### Menot

Tutkimusvaltuuskunta	81.820,67	
Esiselvitykset	129.772,71	
Selosteet	1.078,00	212.671,38
Jäsentoiminta ja koulutus		104.068,08
Matkat ja avustukset		12.215,70
Virkailijapalkkiot		18.983,00
Jäsenluettelo		720,00
Vuoriteollisuus-lehti		153.874,85
Vuosijuhlakulut		6.368,00
Toimisto- ja sekalaiset kulut		13.650,62
Kalliomekaniikkatoimikunta		2.200,00
<b>Menot yhteensä</b>		<b>524.751,63</b>
<b>Tilivuoden ylijäämä</b>		<b>88.360,13</b>
		<b>mk 613.111,76</b>



TASE 31.12.1985

**Vastaavaa:**

Rahoitusomaisuus		
— Postisiirtotili	8.566,14	
— Talletustilit	136.898,12	145.464,26
Tilisaamiset		136.559,50
		<u>mk 282.023,76</u>

**Vastattavaa:**

Vieras pääoma		
— Tilivelat	41.915,00	
— Siirtovelat	56.458,56	98.373,56
Oma pääoma		
— Ylijäämä ed. vuodelta	95.290,07	
— Tilikauden ylijäämä	88.360,13	183.650,20
		<u>mk 282.023,76</u>

**TULO- JA MENOARVIO VUODELLE 1986**

**Tulot**

Jäsenmaksut 60,-/jäsen		93.000,-
Tutk. jäsenten vuosimaksut	124.400,-	
Seminaarit	23.600,-	
Osall. esiselv. ja tutkim.	300.000,-	
Selosteiden myynti	5.000,-	453.000,-
Lehti		140.000,-
Käsikirjan myynti		4.000,-
Solmioiden ym. myynti		2.000,-
Lahjoitukset		5.000,-
Korkotulot		7.000,-
Tulot yhteensä		<u>mk 704.000,-</u>

**Menot**

Tutkimusvaltuusk. hallinto	88.000,-	
Seminaarit	15.000,-	
Esiselvitykset ja tutkimukset	380.000,-	
Selosteiden valmistus	10.000,-	493.000,-
Jäsenoiminta ja koulutus		60.000,-
Matkat ja avustukset		30.000,-
Lehti		150.000,-
Virkailijapalkkiot		20.000,-
Vuosijuhla		15.000,-
Toimisto- ja sekal.kulut		13.000,-
Menot yhteensä		<u>mk 781.000,-</u>

Tilikauden alijäämä	77.000,—
	(Tutk.vltk. 40.000,-)
	(Muu toim. 37.000,-)
Ylijäämä 31.12.1985	183.650,20
Ylijäämä 31.12.1986	106.650,20

**GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS 1985**

**Toiminta**

Geologijaosto on kokoontunut toimintavuoden aikana symposioon, vuosikokoukseen ja syyskursiolle sekä geofysiikan V. neuvottelupäiville. Jaoston johtokunta on kokoontunut viisi kertaa.

Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydessä 29.3.1985 Rakennusmestarien talossa Helsingissä. Kokouksessa oli läsnä 110 jaoston jäsentä. Kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- DI Aimo Hattula, Rautaruukki Oy: "Uutta teknologiaa maasto- ja kaivosmittausten tiedonkäsittelyssä".
- Tekn.tri Heikki Sipilä, Outokumpu Oy: "Malmin käsittelyn uusia mahdollisuuksia nopean mittaustekniikan avulla".
- DI Reijo Uusitalo, Outokumpu Oy: "X-METin sovellutuksia kaivosteollisuudessa".

- DI Jouko Vironmäki, Geologian tutkimuskeskus: "Uusi teknologia aerogeofysiikassa".
- Fil.lis. Jussi Aarnisalo, Outokumpu Oy: "Digitaalinen kuvankäsittely: geotieteellisten aineistojen uusi esitysmuoto".

Jaosto järjesti yhdessä Geologiliitto ry:n kanssa symposion "Malminetsinnän nykytila ja tulevaisuus Suomessa" 28.3.1985. Se pidettiin Helsingin yliopiston pienessä juhlasalissa. Paneelikeskustelun muutoinen symposio keräsi runsaan osanottajajoukon. Tilaisuudessa pidettiin seuraavat alustuspuheenvuorot:

- Toim.joht. Pertti Voutilainen, Outokumpu Oy: "Malminetsinnän tulevaisuuden näkymät Outokumpu Oy:ssä".
- Joht. Aulis Saarinen, Rautaruukki Oy: "Malminetsinnän tulevaisuuden näkymät Rautaruukki Oy:ssä".
- Ylijoht. Kalevi Kauranne, Geologian tutkimuskeskus: "Malminetsinnän ja siihen liittyvien toimintojen tulevaisuuden näkymät Geologian tutkimuskeskuksessa".
- Joht. Henrik Eklund, Oy Lohja Ab: "Mineraalietsinnän tulevaisuudennäkymät Suomessa".
- Prof. Heikki Papunen, Turun yliopisto: "Geologian alan koulutus, kehittämistarpeet ja -mahdollisuudet".

Alustuspuheenvuorot herättivät vilkaista keskustelua.

Geologijaoston syyskursion aiheena oli "Rakennuskivet — kivi-teollisuus". Ekskursio järjestettiin 3.-4.10.1985 Loimaan — Taivassalon — Kurun alueelle. Ekskursiolle osallistui 37 henkilöä. Ensimmäisen päivän tutustumiskohteina olivat Loimaan Kivi Ky:n kivenjalostuslaitos Loimaalla ja Outokumpu Oy:n tytäryhtiön Granite Products Oy:n tuotantolaitos ja louhos sekä Suomen Kiviteollisuuden louhos Taivassalossa. Toisen päivän ohjelmassa oli Kurun alueen kiviteollisuus ja rakennuskiven tuotanto. Tällöin tutustuttiin Kurun pallokivi-esiintymään, Tampereen Kovakiven kivenjalostuslaitokseen, Näsin Kiviteollisuus/Mancon Oy:n valssikivien jalostukseen ja louhintaan sekä Kurun Kapeen harmaakivilouhokseen.

Geologijaosto järjesti V. geofysiikan neuvottelupäivät 5.-6.11.1985 Kokkolassa Hotelli Vaakunassa. Päivillä kuultiin 22 esitelmää geofysiikan eri aloilta sekä laitosten ja yhtiöiden valmistellut puheenvuorot. Päiville osallistui 60 henkeä, joista 57 oli geofysikkoja. Geofysiikan neuvottelupäiville toivotaan geologien osallistumisaktiiviteetin nousevan.

**Toimihenkilöt**

Toimintavuonna on geologijaoston puheenjohtajana ollut FT Markku Mäkelä, varapuheenjohtajana TkT Markku Peltoniemi, sihteerinä FM Ritva Harinen ja muina jäseniä FK Olavi Auranen, FM Marjatta Virkkunen, FM Kalevi Pelkonen ja FK Väinö Makkonen.

**Jäsenet**

Geologijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1985 lopussa 389 henkeä. Lisäystä edellisvuotiseen on 8 henkeä.

**Markku Mäkelä**  
puheenjohtaja

**Ritva Harinen**  
sihtööri

**KAIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1985**

**Toiminta**

Kaivosjaosto on kokoontunut toimintavuoden aikana kerran ja jaoston johtokunta kuusi kertaa.

Kaivosjaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 29.3.1985 Helsingissä Marskin Lönnrotkabinettissa. Läsnä oli noin 84 jaoston jäsentä.

Valtuutettiin johtokunta asettamaan työryhmän selvittämään kaivosmittausalaa ja laatimaan suosituksen alan korkeakoulutuksen opetuksen järjestelyistä.

Kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- Bengt Ljung: "Datorer i gruvan, en teknik som kommit för att stanna"
- Martti Nurmisalo: "Porauksen automatisointi"
- Timo Soikkeli: "Uudet räjähdysaineet avolouhinnassa"
- Tuomo Tuohino, Aarre Juopperi: "Kemiitin käyttökokeuksista Rautuvaaran kaivoksella"

Esitelmien jälkeen käytiin niihin liittyvä keskustelu.

Syysretki, johon osallistui 36 jaoston jäsentä sekä 1 NIF:n edustaja, suuntautui Pohjois-Norjaan Norsk Nefelinin ja Bidjovagen kaivoksille.

Kaivosjaosto järjesti 16-17.1.1985 Otaniemessä täydennyskoulutustilaisuuden "Kalliotilojen mittaus- ja kartoitusseminaari". Osanottajia oli yli 80. Vuodelle 1986 suunniteltu täydennyskoulutustilaisuus "Presenting information about Equipment and Processes" peruutettiin vähäisen osanottajamäärän vuoksi.

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

Muina yhdysmiehinä ovat toimineet: FM Ole Lindholm: International Society of Mine Surveying, jossa Komissio 2:n pohjoismaisena edustajana toimineen Eero Rauhamäen tilalle on 11.9.1985 tullut Jouni Reino.

TkT Pekka Särkkä: International Society for Rock Mechanics.

### Toimihenkilöt

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana ollut DI C-F Bäckström, varapuheenjohtajana DI Pentti Kerola ja johtokunnan muina jäseninä DI Ilmo Autere, DI Heikki Euro, DI Olavi Paatsola ja TkT Pekka Särkkä. Sihteerinä on toiminut FK Heikki Latva.

### Jaoston jäsenmäärä

Kaivosjaoston jäsenmäärä oli vuoden 1985 lopussa 393 henkilöä.

**Carl-Fredrik Bäckström**  
puheenjohtaja

**Heikki Latva**  
sihtööri

## METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1985

### Toiminta

Metallurgijaosto on kokoontunut toimikauden aikana vuosikokoukseen ja syyskokoukseen.

Metallurgijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 29.3.1985 Helsingissä Rakennusmestarien talolla. Läsnä oli parhaimmillaan 212 jäsentä.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

- DI Timo Hannukainen: "Laatuyhteistyö autotehtaan ja osatoimitajan välillä"
- DI Heikki Ylönen: "Yhdistelmäpuhallus konvertteriprosessissa"
- DI Tarmo Mäntymäki: "Liekkisulatuksen kehitys johtavaksi Cu- ja Ni-rikasteiden sulatusmenetelmäksi"

Lauantain ekskursio tehtiin Oy Nokia Ab:n Pikkalan tehtaalle. Ekskursioon osallistui 53 jäsentä.

Jaoston kesäretki tehtiin 23.8.1985 Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaalle. Muina vierailukohteina olivat Kemira Oy ja Oy Jaro Ab. Kesäretkelle osallistui 56 metallurgia.

Syyskokous pidettiin 30.10.1985 Oulun Yliopiston tiloissa. Kokoukseen osallistui 47 jäsentä. Oulun Yliopiston esitteli rehtori Markku Mannerkoski ja materiaaliteknikan tutkimuksen apul.prof. Pentti Karjalainen. Lisäksi kuultiin yhdeksän tutkijan katsaus mielenkiintoisiin tutkimusaiheisiin. Virallinen ohjelma päättyi tutustumiseen Rautaruukki Oy:n keskuskonttoriin ja Erikoisvaunuyksikön esittelyyn.

### Koulutustoiminta

Koulutustoiminta on hoidettu Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntijatoimikunnan (metallurgian VAT) kautta. Puheenjohtajana on toiminut TkL Markku Kytö. Yhteistoiminnassa INSKO:n kanssa järjestettiin seuraavat koulutustilaisuudet:

- "Prosessiautomaatio metallurgisessa ja mineraaliteollisuudessa" 26-28.3.1985 Hotelli Rosendahl, Tampere. Läsnä oli 35 osanottajaa. Uusinta 11-13.9.1985 Rantasipi Sveitsi, Hyvinkää. Läsnä oli 19 osanottajaa.
- "Kehittyvä teräksen jatkuvalalutekniikka" 19-21.11.1985 Hotelli Rosendahl, Tampere. Läsnä oli 25 osanottajaa.

Metallurgijaoston Korkeakouluyhteistyöelin kokoontui kaksi kertaa.

### Tiedotus

Metallien perusteellisuuden informaatioilta ensimmäisen vuosikursusin teekkareille 8.10.1985 Otaniemessä. Teema oli vuoriteollisuudessa toimivien insinöörien tehtävät ja toimenkuvat. Infoillasta vastasi Jouko Härkki ja siellä alustivat Juho Mäkinen, Jaakko Ahtiainen ja Olaus Ritamäki.

Ylempien kurssien opiskelijoille ja jatko-opiskelijoille tarkoitettu informaatiotilaisuus pidettiin Otaniemessä 12.11.1986. Tilaisuudessa alustivat johtaja Olavi Siltari Outokumpu Oy:stä, johtaja Aulis Saارين Rautaruukki Oy:stä ja johtaja Erkki Ström Ovako Oy:Ab:sta.

Jaoston lehti "Metallurgijaosto tiedottaa" on ilmestynyt kolme kertaa.

### Uudet säännöt

Jaoston uusi johtosääntö vahvistettiin VMY:n hallituksen kokouksessa 19.3.1985.

### Toimihenkilöt

Toimintavuoden aikana jaoston puheenjohtajana on toiminut TkT Juho Mäkinen, varapuheenjohtajana DI Matti Ketolainen, sihteerinä TkL Raimo Levonmaa ja jäseniä FM Seppo Haarala, TkT Jouko Härkki, TkL Tapio Moisala, DI Kalevi Puolamäki ja TkL Pekka Ritakallio.

### Jäsenet

Metallurgijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1985 lopussa 997. Vuoden 1985 aikana uusia jäseniä hyväksyttiin 19 henkilöä.

**Juho Mäkinen**  
puheenjohtaja

**Raimo Levonmaa**  
sihtööri

## RIKASTUS- JA PROSESSITEKNIIKAN JAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1985

### Toiminta

Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydessä 29.3.1985. Kevätretki 16.-17.5. suuntautui Harjavalta-Pori-alueelle. Syysretkellä 20.9. käytiin tutustumassa Raision Tehtaat Oy:n Raision tuotantolaitoksiin. Syysseminaari, jonka teemana oli "Kulutusta kestävät materiaalit", jouduttiin peruuttamaan vähäisen osanottajamäärän vuoksi.

Vuosikokouksessa 29.3. valittiin johtokuntaan erovuoroisten jäsenen Jussi-Pekka Mäen ja Hannu Haverin tilalle Juhani Haartti ja Harri Eronen.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

- DI Esko Pöyliö, Rautaruukki Oy: "Otanmäen tuotantoprosessin teknologinen kehittyminen"
- DI Matti Saari, Outokumpu Oy: "Potentiaalihajattu vaahdotus"

Kokoukseen osallistui 65 jaoston jäsentä. Kevätretkellä 16.-17.5. tutustuttiin retken ensimmäisenä päivänä Harjavallassa Outokumpu Oy:n kupari- ja nikkelisulattoihin, nikkeli-tehtaaseen ja uusittuun kuonarikastamoon sekä Kemira Oy:n rikkihappo- ja alumiinisulfaattitehtaisiin.

Retken toisena päivänä vuorossa oli Kemira Oy:n Vuorikemian laitokset.

Kevätretkelle osallistui 22 jaoston jäsentä.

Syysretken kohteena olivat Raision Tehtaat Oy:n Raision tuotantolaitokset, missä tehtaiden yleisesittelyn ja tehdaskäynnin lisäksi esiteltiin vaahdotuskemikaalien valmistusta.

Syysretken yhteydessä oli järjestetty iltaohjelmassa teatterikäynti Turun kaupunginteatterissa.

Syysretkelle osallistui myös 22 osanottajaa.

### Toimihenkilöt

Jaoston johtokunta 29.3.1985 lähtien on ollut:

Puheenjohtaja: Timo Niitti  
Hans Allenius  
Lauri Siirama  
Juhani Haartti  
Harri Eronen  
Sihtööri: Hannu Penttilä

### Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä 31.12.1985 oli 276 jäsentä. Lisäys vuoden aikana oli 8 jäsentä.

Johtokunta kokoontui vuoden aikana 3 kertaa.

**Timo Niitti**  
puheenjohtaja

**Hannu Penttilä**  
Sihtööri

# Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry:n tutkimuslsteet, kirjat ja julkaisut

## Tutkimuslsteet: sarja A

A 8	"Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä"	20,—
A 9	"Rikastamoiden jätelueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,—
A 10	"Kuulurakenteet"	20,—
A 11	"Raakkulaimennus"	20,—
A 14	"Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa" (uusi kopio)	30,—
A 15	"Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä"	20,—
A 15b	Kuvaliite nro 15:een	20,—
A 17	"Pölyn talteenotto"	20,—
A 18	"Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	50,—
A 19	"Kulutusta kestävä materiaali" — nro 1:n täydennys	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 28	"Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	20,—
A 32	"Seulonta"	40,—
A 33	"Louhintaurakkasopimuksen laatimisohteet"	20,—
	"Louhintaurakkasopimuskaavake"	2,—
A 34	"Geologisten joukkonäytteiden analysointi"	50,—
A 36b	"Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39	"ATK-menettelmien käyttö kallioeräkartoituksissa"	25,—
A 40	"Kaivosten jätelueet ja ympäristönsuojelu"	45,—
A 42	"Kaivosten työympäristö"	50,—
A 44	"Geologinen näytteenotto"	50,—
A 47	"Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—
A 50	"Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—
A 52	"Suunnattu kairaus"	50,—
A 53	"Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—
A 54	"Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—
A 55	"Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa"	50,—
A 56	"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	"Hölvautumien purkumenetelmät"	50,—
A 61/I	"Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus"	50,—
A 62	"Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiosuunnitelmista"	30,—
A 63	"Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 64	"Suomessa tehdyt kallion jännitystilamittaukset"	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 kivilajimäärittäminen 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,—

## Koulutus- ja seminaarimateriaalit, kalliomekaniikan päivien esitelmämonisteen sekä muut julkaisut: sarja B

hintaa		
B	"Kalliomekaniikan päivät 1967-78, 1983-84"	50,—
B 12	"Kalliomekaniikan sanasto"	10,—
B 14	"Kaivossanasto"	8,—
B 16	INSKO 106-73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
B 17	INSKO 49-74 "Skänkmetallurgi-Senkka metallurgia"	45,—
B 18	INSKO 90-74 "Investoinnit ja käyttölaskenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
B 19	INSKO 45-75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
B 20	"Kotimaiset rikastuskemikaalit"	30,—
B 21	"Rikastuskemikaalien käsittely-, mittaus- ja annostelumenetelmät"	30,—
B 22	"Kulutusta kestävä materiaali"	40,—
B 23	"Laatokan-Perämeren malmivyyöhyke"	40,—
B 24	"Malminkäsittelylaitosten käyttöasteen ja kunnossapidon optimointi"	30,—
B 25	"Raakkulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivostoiminnassa"	50,—
B 25b	"Waste rock dilution and its economic significance in mining"	50,—
B 26	"Pientunnelisymposiumi"	70,—
B 27	"Uraaniraaka-ainesymposiumi"	50,—
B 28	"Tuuletussymposiumi"	50,—
B 29	"Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja"	90,—
B 30	"Teollisuusmineraalisesiminaari"	50,—
B 31	"Kaivosten työsuojelu"	50,—
B 32	"Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämissesiminaari"	50,—
B 33	"Pultituspäivät 1983"	70,—
B 35	"Avolouhintasesiminaari 1984"	100,—
B 36	"Kalliotilojen mittaus- ja kartoitusseminari 1985"	100,—

Vuorimieskillan laulukirja "Taskumatti"	10,—
VMY:n solmio, värit: sininen ja viinipunainen	40,—
Vuoriteollisuus — Bergshanteringen lehti	
vuosikerta Suomessa	60,—
vuosikerta ulkomailla	80,—
Eero Mäkinen -mitali	200,—

**Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden vanhempi numeroina myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2,50/numero.**

**Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta DI Kalle Vaajoensuu mieluummin kirjallisesti osoitteella:**  
**Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.**  
**Outokumpu Oy**  
 Kaivosteknillinen ryhmä  
 83500 OUTOKUMPU  
 tai puh. 973-561

## ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

- Oy ALGOL Ab
- Oy FORCIT Ab
- KEMIRA Oy, Vihtavuoren tehtaat
- KOMETA Oy
- LAROX Oy
- Oy LOHJA Ab
- MYLLYKOSKI Oy, Luikonlahden kaivos
- OUTOKUMPU Oy, Elektroniikka
- OVAKO Oy · Ab
- RAUTARUUKKI Oy
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Oy ATLAS COPCO Ab
- OY JULIUS TALLBERG Ab, Vuorikoneet
- Oy TAMPELLA Ab, TAMROCK
- Oy TRELLEBORG Ab
- WIHURI Oy, WITRAKTOR

## OHJEITA KIRJOITTAJILLE

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

**Käsikirjoitukset** on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkiä 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkolleen ja kirjallisuuvilitelneen** on 5 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäviksi mahdolliset käsikirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten. 4 konekirjoitusarkkia = noin 1 sivu.

**Päätöskot ja alaotsikot** erotetaan toisistaan selkeästi.

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

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

**Kirjallisuusvilteet** numeroidaan jatkuvasti // sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

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

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

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

Keväällä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle **helmikuun loppuun** mennessä, syysnumeroon tarkoitetut **syyskuun loppuun** mennessä.

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

## OTTEITA TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TOIMINTAKERTOMUKSESTA VUODELTA 1985

### Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunta kokoontui vuoden aikana kerran. Tutkimusjäseninä oli vuoden alussa 19 yritystä, joilla oli edustajansa (Outokumpu Oy:llä kaksi) tutkimusvaltuuskunnassa. Geotek Oy jäi vuoden aikana pois tutkimusvaltuuskunnasta. Näiden lisäksi valtuuskunnassa olivat edustettuina VMY:n neljä jaostoa puheenjohtajiensa välityksellä. Hallituksen nimittämiä asiantuntijajäseniä olivat professorit Sakari Heiskanen, Jouko Talvitie ja Sakari Kurronen. Tutkimusvaltuuskunnan kokoukseen osallistuivat myös toimikuntien puheenjohtajat, VMY:n rahastonhoitaja ja tutkimusvaltuuskunnan sihteeri.

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana toimi DI Antti Mikkonen, varapuheenjohtajana DI Markku Leiritie ja sihteerinä DI Alf Westerlund.

Tutkimusvaltuuskunnan kokoonpano vuoden lopussa oli seuraava:

### Tutkimusjäsen ja sen varsinainen edustaja, varamies (suluissa)

Ekono Oy, Risto Rinne (Jussi Nelson), Finnminerals Oy, Hannu Haveri (Jouko Oikkonen), Oy Forcit Ab, Erkki Wiinamäki (Kalle Ylätaalo), Oy Förby Ab/ Karl Forsström Ab, Karl Haahti, (Jarmo Suvio), Imatran Voima Oy, Pentti Lehtinen, (Reijo Gardemeister), Kemira Oy, Antti Mikkonen (Heikki Kauppinen), Kone Oy, Asko Kankaanpää (Alpo Maksimainen), Larox Oy, Kari Heiskanen (Pertti Ovaskainen), Oy Lohja Ab, Carl-Fredrik Bäckström (Heikki Latva), Myllykoski Oy/ Ruskealan Marmori Oy, Matti Tyni (Tauno Paalumäki), Outokumpu Oy, Timo Välttilä, Pentti Seppänen (Paavo Eerola, Paa-vo Kupias), Oy Partek Ab, Markku Leiritie (Esko Lundén), Perusyhtymä Oy, Ara, Harri Hursti, Rauma-Repola Oy, Veikko Linnola (Jouni Nummela), Rautaruukki Oy, Aarre Juopperi (Aimo Hiltunen), Suomen Malmi Oy, Pekka Mikkola (Esko With), Oy Tampella Ab, Tamrock, Kalle Hakalehto (Rolf Ström), Geologijaosto, Markku Mäkelä. Kaivosjaosto, Carl-Fredrik Bäckström. Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto. Timo Niitti. Metallurgijaosto, Juho Mäkinen.

### Tutkimusjohtokunta

Tutkimusjohtokunta kokoontui vuoden aikana kuusi kertaa.

Tutkimusjohtokunnan kokoonpano oli vuoden lopussa:

DI Antti Mikkonen, puheenjohtaja, DI Markku Leiritie, varapuheenjohtaja, TkL Hans Allenius, prof. Heikki Niini, DI Pentti Seppänen ja DI Timo Välttilä.

### Tutkimustoimikunnat

Vuoden aikana toimi kolme tutkimustoimikuntaa nimittäin geologinen (puheenjohtaja prof. Heikki Niini), Kaivosteknillinen (puheenjohtaja DI Pentti Seppänen) sekä rikastusteknillinen (puheenjohtaja TkL Hans Allenius) toimikunta.

### Käynnissä olleet tutkimukset

Suoraan tutkimusjohtokunnan valvonnassa oli tutkimusprojekti:

— Kaivosten jätevesien ja kiinteiden jätteiden käsittely

Geologisen toimikunnan valvonnassa oli esiselvitys:

— Näytteenotto ja havainnointeko kaivosteknisten kallio-ominaisuuksien selvityksessä

Geologinen toimikunta ja kaivosteknillinen toimikunta valvoivat yhdessä tutkimusprojektin:

— Teollisuusmineraaliesiintymien geofysikaalinen raaku- ja malmityyppikartoitus sekä esiselvityksen:  
— Heikkousvyöhykkeiden huomioiminen louhinnan suunnittelussa.

Kaivosteknillisen toimikunnan valvonnassa olivat tutkimusprojektit:

— Pinta- ja pohjavesikysymys avolouhoksissa  
— Pitkäaikaporausten suuntatarkkuus  
— Kallion jännitystilän mittaaminen syvissä porareissa

Tämän lisäksi seurasi kaivosteknillinen toimikunta seuraavia projekteja:

— Kalliopulttien jälkivalvonnan ja asennustekniikan kehittäminen  
— Kivilajien porattavuus ja kallioomekaaniset suunnitteluparametrit Suomen malmikaivoksissa

Rikastusteknillinen toimikunta valvoi tutkimusprojektit:

— Sakeutus — suodatus  
— Näytteenotto

### Pohjoismainen yhteistyö

Pohjoismainen yhteistyö jatkui perinteelliseen tapaan toimintavuonna. Toimikunnat pitivät yhteispohjoismaiset kokoukset ja sihteeri osallistui Svenska Gruvföreningin Gruvforskningin kevätkokoukseen, joka pidettiin Ludvikassa 16–17.4.1985.

Geologisten toimikuntien yhteispohjoismainen kokous pidettiin Kiirunassa 11–12.4.1985, kaivosteknillisten toimikuntien kokous Trondheimissa 26–27.9.1985 sekä rikastusteknillisten toimikuntien kokous Trondheimissa 26.8.1985.

### Tutkimusten raportointi

Vuoden aikana julkaistiin tutkimusvaltuuskunnan tukemista tutkimuksista seuraavat julkaisut:

#### Vuorimiesyhdistys

— B Bäckström, H Hokka, R Rinne. Pölynerotus- ja ilmansuojelu -projekti. Loppuraportti. Sarja A no 74

— Ekono Oy R Rinne, S Salmela, H Siitonen. Kaivosten jätevedet. Alustava kirjallisuusselvitys

#### Geologian tutkimuskeskus

— Lohkare-etsijän opas. Toim. B Saltikoff. Opas 13

#### Teknillinen korkeakoulu

— O Leppänen. Näytteenotto jauheesta. Kirjallisuusselvitys. Mineraalitekniikan laboratorio.

— R Matikainen, T Tahvanainen. Pinta- ja pohjavesikysymys avolouhoksilla -projekti. Loppuraportti. Louhintateknikan laboratorio.

— A Simonen. Pitkäaikaporausten suuntatarkkuus. Diplomityö. Vuoriteollisuusosasto

— T Tahvanainen. Avolouhoksen seinämän kuivatus. Lisensiaatintyö. Vuoriteollisuusosasto

— T Valkcapää. Suodatettavan materiaalin hienouden ja mineraalilietteen lietetiheyden vaikutus suodatustulokseen imu- ja painesuodatuksessa. Diplomityö. Vuoriteollisuusosasto.

— A Väättäin. Kallion jännitystilän mittaussyvyissä porareissa. Jännitystilamittaustutkimusprojekti, väli- ja loppuraportti. Louhintateknikan laboratorio

#### Valtion teknillinen tutkimuskeskus

— A Aarnio. Suomen kaivokset ja vesien suojeleminen. Mineraalitekniikan laboratorio.

### Norjasta ja Ruotsista saadut raportit

Suoraavat raportit, jotka saapuivat vuoden aikana ovat lainattavissa sihteeriltä:

#### Stiftelsen Bergteknisk Forskning

— F Björnrot, O Stephansson. Mechanics of Grouted Rock Bolts, BeFo 53:1/84

— J Andersson, L Olsson, H Stille. Beslutsmodeller för förundersökningar. Bergytbestämning med kriging, BeFo 81:1/81

— T Hahn, H Stille. Bergrum med 30 m spännvidd. Bergmekaniska erfarenheter, BeFo 83:1/84

— G Gustafson, M Liedholm. Lycebobprojektet. Utvärderingsprogram Geologi — Geohydrologi, BeFo 109:1/84

— G Rehbinders. Lycebobprojektet. Mätning av bergets töjningar, BeFo 109:2/84

— Bergmekanikdagar 1965 — 1984. Register, BeFo 401:1/85

— G Rehbinders, K Ingevald. Mätning av termiska spänningar och deformationer i berget. Etapp 2. Vattenfall, BeFo, Avesta kommun, BRF NE, Avesta-projektet 1984:6

#### Svenska Gruvföreningen

— Svenska Gruvföreningens årsmöte den 29 november 1984. Meddelande nr 164, volym 12

— Arbetsstatistik vid svenska malmgruvor år 1984. Meddelande nr 165, volym 12

— Resrapport om gruvtekniskt FoU-samarbete med Österrike. Gruvforskningen serie C nr 86

#### Forskningsstiftelsen Svensk Gruvteknik

— Forskningsgruvan, verksamheten 1984

#### Högskolan i Luleå

— S Esensjö. Bergborrning med kontrollerad hålkörkning. LuH. Licentiatuppsats 1985:006L

#### Stiftelsen Mineralteknisk Forskning

— E Forsberg, B Andreasson. Metoder för homogenisering av råmaterial, Meddelande nr 7, 1985

— L Andersson, E Forsberg. Seminarium i mineralteknik, Meddelande nr 8, 1985

— E Forsberg, B Andreasson, U Ruong. Fimnalning av industrimineral, Meddelande nr 9, 1985.

- Bergverkenes Landssammenslutnings Industigruppe Bergforskningen**  
— Geostatistikk — Reserveberegninger — producerbar malm. Prosjekt "Prøvetakingstetthet", delrapport nr 3, Teknisk rapport nr 39/3  
— K Nielsen. Optimal sprengning i dagbrudd. Prosjekt "Nyere metoder for planlegging og styring av gruve- og dagbruddsarbeider", delrapport. Teknisk rapport nr 52/3  
— Brannfare i forbindelse med elektriske anlegg under jord. Prosjekt "Elektrisk drift under jord", delrapport nr 2, Teknisk rapport nr 56/2  
— H P Geis, E Broch, K Y Buer, A Myrvang, I Ramberg. Sammenheng sprekker/spenninger i berg. Teknisk rapport nr 60  
— O B Lille, H Elvebakk. EM differensmålinger, Teknisk rapport nr 62

- E Ludvigsen. Nøyaktig gravemåling kan redusere gråbergstilblandningen i skivbrytningsstrosser. Prosjekt "Gravemåling", delrapport nr 1, Teknisk rapport nr 63/1  
— T Malmvik, O Eidsmo, F M Vokes. Sølv og sølvminerale i norske kismalmer og deres oppredningsprodukter, Teknisk rapport nr 64  
— T Myrvan. Gruveventilasjon. Teknisk rapport nr 65  
— T L By, B Nilsen. Seismisk undersøkelsesmetodikk ved gruver. Teknisk rapport nr 66  
— O Eidsmo. Møllehavarier. Teknisk rapport nr 67

Tutkimusvaltuuskunnan puolesta

**Antti Mikkonen**  
puheenjohtaja

**Alf Westerlund**  
sihtööri

## UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

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

### Kokouksessa 15.1.1986

- Andersson, Kaj**, DI. s.23.11.1952. VTT Maankäytön laboratorio, tutkija. Os: Kantomäki 1 as.13, 02410 Kirkkonummi. Jaosto 1.  
**Antikainen, Juha**, DI. s.21.9.59. HTKK Louhintatekniikan laboratorio, tutkija. Os: Jämeräntaival 11 J 194, 02150 Espoo. Jaosto 2.  
**Forsström, Björn**, Ing. f. 17.7.1947. Oy Lohja Ab Minerals, försäljningsingenjör. Adr: Marthastugv. 5, 08700 Virkby. Sektion 4.  
**Hedlund, Philip**, DI. f. 10.8.1948. Outokumpu Oy, Kopperproduktdivisionen, regional exportchef. Adr: Pitkätatu 22, 28130 Björneborg. Sektion 3.  
**Ingerттіlä, Kauko**, DI. s. 11.9.1957. VTT Mineraalitekniikan laboratorio, tutkija. Os: Kulukatu 1 A 9, 83500 Outokumpu. Jaosto 4.  
**Kilponen, Jaakko** Ilkka Tapio. DI. s.12.4.1958. Outokumpu Oy Outokummun kaivos, insinööriharjoittelija. Os: Kansalaiskoulu 5 as. 8, 83500 Outokumpu. Jaosto 2.  
**Korri, Esa** Ville. DI. s.23.1.1947. Oy Mec-Rastor Ab, yritysjohton konsultti. Os: Kylätie 8 C, 02700 Kauniainen. Jaosto 3.  
**Kuusisto, Markku**, DI. s.26.4.1956. VTT Mineraalitekniikan laboratorio, tutkija. Os: Yrjönkatu 7 B 8, 83500 Outokumpu. Jaosto 4.  
**Laukkanen, Jukka**, FK. s.16.12.1953. VTT Mineraalitekniikan laboratorio, tutkija. Os: Koulukatu 3, 83500 Outokumpu. Jaosto 1.  
**Lehtinen, Knut Olavi**, Ins. s.19.6.1939. Oy Höganäs Ab, toimitusjohtaja. Os: Kaukolantie 29, 02140 Espoo. Jaosto 3.  
**Ljung, Bengt**, Ing. f. 22.1.1941. Atlas Copco MCT Ab, General Manager. Adr. Norrkroken 15, S-18162 Lidingsö, Sverige. Sektion 2.  
**Lähde, Seppo**, DI. s.12.12.1955. GTK, geofysikko. Os: Rautalaminkatu 3 B 807.00550 Helsinki. Jaosto 1.  
**Lönngqvist, Pehr** Åke Albert. Ing. f. 24.4.1939. Starckjohann-Telko Oy, viceverkställande direktör. Adr: Kuusipenger 9, 15270 Kukkila. Sektion 3.  
**Monni, Paavo** Kullervo. DI. s.21.6.1936. Outokumpu Oy, Kokkola, energijahtaja. Os: Hollihaantie 3, 67100 Kokkola. Jaosto 3.  
**Oja-Heiniemi, Heikki** Juhani, DI. s.15.10.1955. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, metallilaboratorion laadunvalvontainsinööri. Os: Keskikatu 26, 28200 Pori. Jaosto 3.  
**Perttula, Jaakko-Pekka**, FK. s. 5.2.1953. Ruskealan Marmorin Oy Louhen kalkkitechdas, geologi. Os: Mattilanmäki, 58220 Louhi. Jaosto 1.  
**Ruskeeniemi, Kirsti** Päivi, FK. s.22.9.1957. GTK, geologi. Os: Kulkinkuja 5 A 10, 01620 Vantaa. Jaosto 1.  
**Vainio-Mattila, Antti Tapani**, DI. s.5.7.1942. Oy W. Rosenlew Ab. Metalliteollisuus, valimon ja työkalutehtaan johtaja. Os: Oy W. Rosenlew Ab PL 51, 28101 Pori.  
**Valkeapää, Tiina** Tellervo. DI. s.21.2.1960. HTKK Vuoriteollisuusosasto, tutkija. Os: Jämeräntaival 6 B 302, 02150 Espoo. Jaosto 4.  
**Vattulainen, Arvo Antero**, FK. s.15.12.1948. Kuusakoski Oy, tutkimus- ja ympäristönsuojelupäällikkö. Os: Puosunrinne 3 B 45, 02320 Espoo. Jaosto 3.  
**Venäläinen, Raimo** Kalevi, DI. s.11.9.1949. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, projekti-insinööri. Os: Luodontie 6 C 19, 28330 Pori. Jaosto 3.  
**Ählman, Esko Aimo** Olavi, DI. s.2.7.1952. Kone Oy Iskonetehdas, suunnittelupäällikkö. Os: Pihkatie 20 C 7, 15870 Salpakangas. Jaosto 2.

### Kokouksessa 11.3.1986.

- Eriksson, Martin Sten-Anders**, DI. f.12.11.1949. Oy Forcit Ab, utvecklings- och kvalitetschef. Adr: Vårdbergsvägen 5, 10900 Hangö. Sektion 2.  
**Hinkkanen, Eero** Juhani, DI. s.6.1.1954. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, tuotantoinsinööri. Os: Kaijankuja 1 A 2, 28400 Ulvila. Jaosto 3.  
**Jalkanen, Heikki** Kusti, TkT. s. 28.4.1940. HTKK Vuoriteollisuusosasto, apulaisprofessori. Os: Puosunrinne 3 B 41, 02320 Espoo. Jaosto 3.  
**Jalonen, Ari** Juhani, DI. s.22.2.1955. Outokumpu Oy Elektroniikka, projekti-insinööri. Os: Ruukinrannantie 20, 02600 Espoo. Jaosto 4.  
**Jonsson, Björn** A, Ing., Ekonom. f.27.3.1935. Nitro Consult AB, verkställande direktör. Adr: Sälvägen 18, S-18340 Täby, Sverige. Sektion 2.  
**Kaasinen, Kirsi**, DI. s.20.9.1958. HTKK Vuoriteollisuusosasto, Pros. met.lab. tutkija. Os: Jämeräntaival 11 J 205, 02150 Espoo. Jaosto 3.  
**Riipinen, Marja-Maija**, DI. s.9.10.1956. Rautaruukki Oy/Oulun Yliopisto, tutkimusinsinööri/korkeakoulututkija. Os: Pikivälkeentie 11, 90240 Oulu. Jaosto 3.  
**Vuoristo, Ilkka** Juha Kalevi, DI. s.22.2.1959. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, tutkimusinsinööri. Os: Outokummuntie 61 F 45, 28330 Pori. Jaosto 3.

## UUTTA JÄSENIÄ — NYTT OM MEDLEMMARNA

- Aarnio, Ari**, HTKK Vuoriteollisuusosasto, mineraalitekniikan lab., tutkija. Os: Kuusikallionkuja 3 D 70, 02210 ESPOO.  
**Aarnio, Hannu**, DI. Os: Kalevantie 6 A 1, 02100 ESPOO  
**Airas, Kari**, FK. Outokumpu Oy Ulkomaiset kaivosprojektit. Australia, malminetsintäprojektin päällikkö.  
**Ala-Jokimäki, Antero**, DI. Kometa Oy, Kehityspäällikkö  
**Antola, Reijo**, Yli-ins. Ovako Oy-Ab, Erikoisteräryhmän johtaja, yhtiön johtajiston jäsen.  
**Anttila, Markku**, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, myyntipäällikkö. Os: Vilpunkatu 2 C 13, 02230 ESPOO.  
**Apajalahti, Mikko**, DI. Rautaruukki Oy, Raahan rautatehdas, vientipäällikkö (Pohjoismaat).  
**Arola, Veikko**, DI. Oy Tampella Ab Tamrock drills, tuotepäällikkö.  
**Asikainen, Lauri**, DI. Tamrock Canada Inc., product manager. Os: 99 Cumberland crt, Sudbury, P3A 5G9 Ontario, CANADA.  
**Astermo, Nils-Åke**, Civ. ing. Oy Partek Ab, produktionschef för basmaterialindustrin.  
**Auranen, Erkki**, DI. Os: Ahvenävä 1 C 17, 02170 ESPOO.  
**Aurasmaa, Heikki**, Tkl. Oy Julius Tallberg Ab, toimitusjohtaja. Os: Karapellontie 11, 02160 ESPOO.  
**Autio, Matti**, DI. Tempelikatu 19 D 46, 00100 HELSINKI.  
**Blomqvist, Runar**, Tkl. Geologian tutkimuskeskus, tutkija (ydinjalteiden sijoitus)  
**Bröckl, Tom**, FL. Oy Partek Ab, teknisk direktör  
**Böök, Tommy**, FL. Kemira Oy Vuorikemia, kiilteutuotteiden tuotepäällikkö.

**Degerth, Martin**, DI. Ovako Oy-Ab Imatran terästehdas, markkinointijohtaja.

**Diehl, Gösta**, DI. Suomen Pariisin Suurlähetystö, teollisuussihteer. Os: 17 Rue Marguerite. 75017 Paris. FRANCE.

**Eerola, Ilkka**, DI. Neles Oy Lokomon terästehdas, teollisuusryhmän johtaja. Os: Tohlopinkatu 15 A 2, 33310 TAMPERE.

**Eeronheimo, Jorma**, FK. Os: Helminkuja 4, 78870 VARKAUS.

**Ehlers, Carl**, FD. Adr: Perogatan 21. 20520 ÅBO.

**Eklund, Juhani**, DI. HTKK Koneinsinööriosaasto, valimotekniikan lab., tutkimusassistentti.

**Engman, Gösta**, Ing. Ovako Oy-Ab, yhtiön johtajiston jäsen.

**Eriksson, Klas-Göran**, DI. Ovako Oy-Ab Dalsbruk, Äminnefors och Koverhar, verkst.direktör.

**Eronen, Harri**, DI. Larox Oy, myyntipäällikkö (luokitus- ja rikastustuoteryhmä)

**Forss, Mikael**, DI. Os: Mäkirinne 3, 02360 ESPOO.

**Grundström, Leo**, FL. Outokumpu Oy Malminetsintä Etelä-Suomen aluetoimisto, toimiston päällikkö (1.7.1986 lähtien).

**Haani, Martti**, DI. Ekono Oy Vuoriteollisuuden toimiala, toimialajohtaja.

**Haapala, Matti**, DI. Okmetic Oy, prosessi-insinööri.

**Haapamäki, Ilkka**, DI. Kometa Oy, Markkinointipäällikkö.

**Haga, Ingmar**, FK. Finneth Exploration Inc. (Outokumpu & Billinton), Canada, geologi. Os: 141 Adelaide str. West suite 1005 (Finneth), Toronto Ont., M5H 3L9, CANADA.

**Hakakari, Hannu**, DI. Ovako Oy-Ab Engineering, projekti-insinööri. Os: Seittämänmiehenkatu 9 A 1, 05800 HYVINKÄÄ.

**Hakala, Matti**, DI. Os: Makron Oy. PL 4, 15211 LAHTI.

**Hakapää, Antero**, DI. Outokumpu Oy Ulkomaiset kaivosprojektit, Operations Manager.

**Hautala, Pertti**, FL. Outokumpu Oy Malminetsintä, geologisen jakoksen päällikkö.

**Halin, Tapio**, DI. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, aluevienti-päällikkö.

**Heikkilä, Eero**, FM. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, tutkimusinsinööri.

**Heikkilä, Sakari**, TkT. Sacu S Oy, toimitusjohtaja. Os: Arkadiankatu 33 A 33, 00100 HELSINKI.

**Heiskanen, Kari**, TkT. HTKK Vuoriteollisuusosaasto, rikastustekniikan professori.

**Heiskanen, Risto**, DI. Outokumpu Mexicana SA de CV. toimitusjohtaja.

**Helasuo, Kalevi**, DI. Kometa Oy, toimitusjohtaja.

**Honkasalo, Jorma**, Vuorineuvos, Os: Sepontie 1 D. 02130 ESPOO.

**Huhma, Hannu**, FK. Os: Aapelinkatu 10 E 26, 02230 ESPOO.

**Huju, Riko**, DI. Outokumpu Oy Kupariteollisuus, tuotantoin-sinööri.

**Härkönen, Ilkka**, FM. Os: GTK, PL77, 96101 ROVANIEMI.

**Häyrinen, Pekka**, DI. Finnair Moottorikorjaamo, tuotantopäällikkö.

**Ingo, Krister**, Övering., eläkkeellä.

**Jaikanen Tuomas**, DI. Ovako Oy-Ab Engineering, projekti-insinööri.

**Johansson, Erik**, TkL. Ins.tsto Saanio & Rickkola, konsultti. Os: Laurinniittyntie 20 A 4, 00440 HELSINKI.

**Johansson, Stig**, Fil.dr.

**Jokela, Lauri**, DI. Os: Pohj. Hesperiankatu 9 B 13, 00260 HELSINKI.

**Jokilaakso, Airi**, DI. Os: Kalastajankatu 8 C 18, 02230 ESPOO.

**Jokinen, Kari**, DI, Jaro Oy, markkinointijohtaja. Os: Kivilöösintie 4, 68600 PIETARSAARI.

**Jouhten, Pauli**, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, raaka-ainestaja.

**Juopperi, Aarre**, FT. Os: Pertunkatu 9, 92130 RAAHE.

**Jäfs, Gustav**, DI. Oy AGA Ab. osastopäällikkö.

**Jämsä, Sirkka-Liisa**, TkL. Os: Sepetlandentie 12 A 4, 02230 ESPOO.

**Järvinen, Antero**, TkL. Ovako Oy-Ab Betoni- ja kauppateräsyhmä, myyntipäällikkö.

**Kaartama, Jorma**, DI. Koivusen koneistus Oy, toimitusjohtaja.

**Kallio, Jarmo**, FK. Os: Varhontie 13 as. 2, 2620 RAUMA.

**Karjalainen, Pentti**, TkL. Os: Lisensiaatintie 8, 90570 OULU.

**Karvonen, Pekka**, TkL. Ovako Oy-Ab Imatran terästehdas, tuotekehitysosasto, tutkija.

**Katajarinne, Tapani**, DI. Outokumpu Oy ATK, atk-suunnittelija.

**Katila, Reijo**, DI. Neles Oy Lokomon terästehtaat, päämetallurgi.

**Kekkonen, Timo**, DI. Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto, osastoin-sinööri.

**Kerola, Pentti**, Ins. Os: 36 Nagle str, Upper Nt. Mount Gravatt Q. 4122, AUSTRALIA.

**Kivistö, Heikki**, TkL. Oy Tekno-Montan Ab, toimitusjohtaja.

**Kivistö, Tuomo**, Ins. Outokumpu Oy Konepajateollisuus, tuotekehitysjao-ston päällikkö.

**Klemetti, Kari**, DI. Outokumpu Engineering, prosessi-insinööri. Os: Gallen-Kallelankatu 23 A 1, 28100 PORI.

**Koivula, Eljas**, DI. Os: Pitkärinkatu 17 B 4, 92100 RAAHE.

**Koppinen, Ilpo**, DI. Os: Isolinankatu 3 C 40, 28100 PORI.

**Korri, Esa**, TkL. Os: Yhtiöntie 14 D, 02700 KAUNIAINEN.

**Koskinen, Matti**, DI. Orion-yhtymä, Normet, tuotekehitysosaston erikoistehtävät.

**Koskinen, Pasi**, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, nikkelitehtaan kehityspäällikkö.

**Kostamo, Pertti**, TkL. Ovako Oy-Ab Betoni- ja kauppateräsyhmä, kehitysohjaaja.

**Kranck, Håkan**, Prof. Adr: 1. Prince str, Apt. 511, Dartmouth N.S., B2Y 4L3 CANADA.

**Krogerus, Erkki**, DI. Os: Lansankallio 1, 02630 ESPOO.

**Kujanpää, Veli**, TkT. LTKK, laseriprojekti, erikoistutkija. Os: Kaivokorvenkatu 8 A. 53800 LAPPEENRANTA.

**Kytö, Markku**, TkL. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, su-laton tutkimusinsinööri.

**Laakso, Juhani**, TkL. Rauma-Repola Oy Metalliteollisuus, suunnittelujohtaja.

**Laitakari, Aatto**, FK., eläkkeellä.

**Laitinen, Esko I**, DI., eläkkeellä 1.6.1986 lähtien.

**Larsson, Johan**, FK. Oy Partek Ab Produktlinjen Mineraler, produktlinjefchef. Adr: Sportvägen 15 B 6, 02700 GRANKULLA.

**Lauren, Lennart**, FL. Oy Partek Ab, gruvchef, Pargas

**Leino, Hannu**, DI. Tampella Ltd Tamrock, Zimbabwe, Itä-ATrikan aluepäällikkö. Os: P.O. Box 5090, 124 Churchill Ave. Gunhill, Harare. ZIMBABWE.

**Leinonen, Jukka**, DI. Maa- ja Vesi Oy MV-konsultit, Helsinki, suunnittelu- ja projekti-insinööri.

**Leskinen, Kalevi**, DI. Os: Sinkkivälkeentie 23, 90240 OULU.

**Lindeman, Esa**, DI. Os: Itsenäisydentie 33 C 21, 38200 VAMMALA.

**Lindholm, Tage**, DI. Finnsteel Inc., 5 Revere Drive, Suite 200, Northbrook, IL 60062. USA. VD för Rautaruukki Oy's dotterbolag.

**Louhenkilpi, Seppo**, DI. HTKK Vuoriteollisuusosaasto, prosessimetallurgian laitos, tutkija.

**Lundqvist, Gunnar**, Övering. Ovako Oy-Ab Koverhar, chef för materialavdelningarna.

**Lystilä, Juhani**, DI. Onninen Oy Vesme, tehtaanjohtaja. Os: Tuomaantie 8, 61800 KAUAJOKI.

**Lönnberg, Henry**, DI. Ovako Oy-Ab Betoni- ja kauppateräsyhmä, tuotekehityspäällikkö.

**Löytymäki, Eero**, DI. Outokumpu Engineering, tekninen johtaja (tekninen osasto ja uuden liiketoiminnan kehittäminen).

**Makkonen, Raimo**, TkL. Ovako Oy-Ab, Ovako Engineeringin johtaja. Os: PL 790 00101 HELSINKI.

**Martela, Maarit**, DI. Os: Kalevanvainio 5 A 9, 02100 ESPOO.

**Marttila, Juha**, Ins. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, su-lattojen ja rikkihappotehtaiden operatiivinen käyttöinsinööri.

**Mattila, Pauli**, DI. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, puristin-insinööri.

**Mellin, Lennart**, Os: Korallrotsvägen 3, 01300 VANTAA.

**Meriläinen, Markku**, FK. Outokumpu Oy Keretin kaivos, kaivosgeologi.

**Metsänen, Arto**, DI. Oy Tampella Ab Tamrock drills, aluemyyntipäällikkö (Etelä-Eurooppa).

**Mustala, Jorma**, TkL. FL. Outokumpu Oy, pääkonttori, työsuojelupäällikkö.

**Mäkelä, Tuomo**, FK. Os: Outokumpu Equipment Canada Ltd, 6495 Northam Drive, Mississauga Ont. L4V 1J2, CANADA.

**Mäkelä, Ulla**, FM. Outokumpu Oy ATK, atk-suunnittelija.

**Mäki, Timo**, FK. Os: Salmentie 28 A 1, 67700 KOKKOLA.

**Narko, Antti**, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, markkinatutkija.

**Nevalainen, Lauri**, DI. Os: Kuusikallionkuja 3 D 63, 02210 ESPOO.

**Niemi, Erkki**, DI. Rautaruukki Oy, Raahen rautatehdas, myyntipäällikkö (kotimaa).

**Nikkilä, Kalevi**, TkT. Ovako Oy-Ab Imatran terästehdas, kehitysohjaaja.

**Nikku, Paul**, Ins. Os: Joupinmäki 3 C 49, 02760 ESPOO.

**Niskanen, Tuomo**, DI. Oy Tampella Ab Tamrock drills, aluemyyntipäällikkö (Kaukoitää).

**Noitero-Rantamäki, Eeva-Kaarina**, DI. Pohjola-yhtiöt, atk-suunnittelija.

**Nuutilainen, Juhani**, FT. Outokumpu Oy Malminetsintä, Lapin malmin päällikkö. Os: Lapin Malmi, Kairatie 56, 96100 ROVANIEMI.

**Nyman, Holger**, DI. Adr: Gäddvägen 6 A 2, 02170 ESPOO.

**Ojanperä, Mauri**, DI. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, valsaamnon tuotantoin-sinööri.

**Oksama, Matti**, TkL. GTK, geofysikko. Os: Tähtelänkuja 5 C 8, 10210 INKOO.

**Ollila, Seija**, DI. HTKK Vuoriteollisuusosasto, tpm-lab, tutkija. Os: HTKK/V-os, Vuorimiehentie 2, 02150 ESPOO.

**Pakarinen, Kauko**, DI. Valmet Oy Linnavuoren tehdas, laatu-päällikkö. Os: Färminkuja 3, 37200 SIURO.

**Palomäki, Antti**, DI. Oy Partek Ab Yhtymäkonttori, riskienhallinnan ja työsuojelun päällikkö.

**Palosaari, Veikko**, FM. Outokumpu Oy Malminetsintä, geologianalyttisen laboratorion päällikkö.

**Palmu, Jussi**, DI. Os: Pispalanvaltie 143 A 5, 33270 TAMPERE.

**Palviainen, Mikko**, DI. Outokumpu Engineering, kaivos- ja rikastamotulosityksikön johtaja.

**Parviainen, Asko**, TkL. Outokumpu Engineering, markkinointijohtaja ja muokkaustekniikan tulosityksikön vt. johtaja.

**Pekkala, Merja**, DI. Rautaruukki Oy Oulun keskuskonttori. Os: Ampuhaukantie 4 B 28, 90250 OULU.

**Perttunen, Marjatta**, FT. GTK Maaperäosasto, erikoistutkija. Os: Juhannustie 4 B, 02200 ESPOO.

**Pesonen, Herkko**, TkL. Oy WP Ceramics Ltd., toimitusjohtaja.

**Pihlainen, Hannu**, DI. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, sup-rajohdinosaston kehitysinsinööri. Os: Haapatie 3 as. 6, 28400 ULVILA.

**Poikonen, Ari**, TkL. Os: Kourakuja 4 J 20, 02320 ESPOO.

**Prokkola, Seppo**, DI. Os: Iso Robertinkatu 7 A 6a, 00120 HELSINKI.

**Purra, Pekka**, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, nikkelin myyntipäällikkö.

**Putkisto, Juhani**, Ins. Rautaruukki Oy Hämeenlinnan tehdas, kehityspäällikkö.

**Puustjärvi, Heikki**, FK. Outokumpu Oy Malminetsintä, geologi. Os: Joensuunkatu 9 B, 83500 OUTOKUMPU.

**Raipala, Kalevi**, DI. Ovako Oy-Ab Betoni- ja kauppateräsyhmä, kehityspäällikkö (masuunimetallurgia ja bk-energia-asiat).

**Rantakari, Seppo**, DI. Os: Kalastajankuja 4, 02230 ESPOO.

**Rantanen, Seppo**, DI. Os: Kauppakatu 8 as. 9, 83500 OUTOKUMPU.

**Rautajoki, Heikki**, DI. Neste Oy Strategiaryhmä, projektipäällikkö.

**Rautiainen, Harri**, DI. Symbolics Inc., Cambridge, MA, USA, myyntijohtaja (Eurooppa)

**Riikonen, Esko**, Ins. Larox Oy, johtaja. Os: Larox Oy, P.O. Box 29, 53100 LAPPENRANTA.

**Ristimäki, Erkki**, DI. Ovako Oy-Ab Koverharin rauta- ja terästehdas, tehtaan päällikkö.

**Roine, Antti**, DI. Outokumpu Oy Metallurginen tutkimuslaitos, tutkimusinsinööri.

**Romu, Martti**, FL. Os: Suomen tiiliteollisuusliitto ry, tiililaboratorio, Laturinkuja 2. (PL 6), 02601 ESPOO.

**Rosenberg, Eino**, Ins. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, taloussuunnittelupäällikkö.

**Ruutu, Erkki**, DI. Ovako Oy Ab Engineering, myyntipäällikkö (metallurgiset projektit).

**Ryynänen, Erkki**, DI. Outokumpu Engineering, metallurgisen tulosityksikön johtaja.

**Salmi, Martti**, FT. Prof. Vihitty Turun yliopiston kunniatohtoriksi 23.5.1986.

**Saarikoski, Jaakko**, DI. Silenta Hearing Protection Ltd., Englanti, johtaja.

**Saarnio, Heikki**, FK. Outokumpu Oy Vammalan kaivos, kaivosgeologi. Os: Kaislakuja 4, 38200 VAMMALA.

**Saastamoinen, Jyry**, FM., eläkkeellä.

**Salo, Rainer**, DI. Neste Oy Porvoon tuotantolaitokset.

**Sandvik, Peter**, TkT. Rautaruukki Oy Tutkimuslaitos, tuotekehitysjaoksen päällikkö. Os: Vilpunaakso 30, 92130 RAAHE.

**Sarvilinna, Heikki**, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, käyttöinsinööri (raaka-ainneiden käsittely).

**Saurio, Kai-Markus**, DI. Ovako Oy-Ab Betoni- ja kauppateräsyhmä, suunnittelupäällikkö.

**Siikarla, Aarne**, DI. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, vetämön tuotantoinsinööri.

**Siltanen, Ahti**, DI. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, kehitysinsinööri. Os: Antinkatu 1 C 6, 28100 PORI.

**Simonen, Ari**, DI. Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos, insinööriharjoittelija. Os: Ruotasentie 6 A 1, 86900 PYHÄKUMPU.

**Smeds, Gunnar**, DI., eläkkeellä 1.6.1986 lähtien.

**Soininen, Eero**, ins. Outokumpu Oy, Vammalan kaivos, johtaja (1.7.1986 lähtien).

**Sorsa, Ilkka**, DI. Rautaruukki Oy Raahan rautatehdas, tutkimuslaitos, jaospäällikkö.

**Stenfors, Rauli**, DI. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, vientimyyjä.

**Sundqvist, Pekka**, DI. Rautaruukki Oy Oulun keskuskonttori, ostosinsinööri.

**Suomalainen, Jukka**, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus,

nikkelisulaton käyttöinsinööri. Os: Itsenäisyydenkatu 59 B 21, 28100 PORI.

**Suomalainen, Olavi**, DI. STAMICO/Suomen ulkoasiainministeriö, senior mining engineer. Os: P.O. Box 4820, Dar es Salaam, TANZANIA.

**Suonsivu, Erkki**, DI. Outokumpu Oy ATK, tietojärjestelmäjohtaja.

**Söderholm, Krister**, FM. A/S Bidjovagge gruber, gruvgeolog. Adr: Box 160, N-9520 Kautokeino, NORGE.

**Söderström, Rolf**, Yli-ins. Oy Partek AB Kraftförsörjningsavdelningen, avdelningschef.

**Tallberg, Carl-Johan**, DI., eläkkeellä.

**Tenkula, Jaakko**, TkL. Os: Ruskontie 1 C, 92120 RAAHE.

**Tennilä, Paavo**, DI. Neles Oy Lokomon terästehdas, valimoteknisen tutkimus- ja kehitystoiminnan päällikkö.

**Tervonen, Timo**, DI. Boart Oy, toimitusjohtaja. Os: Vävilahdentie 5 A 7, 70260 KUOPIO.

**Tiitola, Tero**, DI. Os: Katavistontie 17, 28360 PORI.

**Tunturi, Pekka**, TkL. Korroosionestotekniikan keskusliitto, toimitusjohtaja.

**Tuokkola, Pekka**, DI. Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, kuparisulaton käyttöinsinööri.

**Tuomala, Antti**, DI. Outokumpu (USA) Inc., Six Parklane blvd, Suite 420-B, Dearborn, Michigan 48126, USA.

**Tuomikoski, Juho**, DI. Os: Lemminkäisenkatu 10 A 10, 33540 TAMPERE.

**Turunen Pertti**, FK. Os: Pääpirtintie 12 D, 96460 ROVANIEMI.

**Tähtinen, Kari**, TkT. Ovako Oy-Ab Jousitehdas, tehtaanojohtaja.

**Utela, Juhani**, FM. Outokumpu Oy, yhtiön työhygieenikko.

**Vaajoensuu, Kalle**, DI. Outokumpu Oy, Kaivosteknillinen ryhmä, projekti-insinööri.

**Vatilo, Heikki**, DI. Outokumpu Engineering, prosessi-insinööri. Os: Väinönraitti 3 H 62, 28330 PORI.

**Vauramo, Pekka**, DI. Perusyhtymä Oy ARA, markkinointi-insinööri.

**Vesanto, Jarmo**, FK. Os: Hirvikatu 11 B 11, 33240 TAMPERE.

**Westerlund, Alf**, DI. Adr: Värjan 1 C 62, 02600 ESPOO.

**Wikström, Johan-Erik**, DI. Ovako Oy-Ab Betoni- ja kauppateräsyhmä, prosessinkehityspäällikkö.

**Virolainen, Ossi**, Ekon..OTK Outokumpu Oy Pääkonttori, johtaja (kuparituotesektori ja rahoitusasiat).

**Witting, Lars**, DI. Ovako Oy-Ab, terästehtaan kehitysprojektin johtaja.

**Väinölä, Reima**, DI. Kemira Engineering, Helsinki. Os: Terikmäentie 25, 55610 IMATRA.

**Väisänen, Ari**, DI. Outokumpu Oy Kemin kaivos, suunnitteluinsinööri. Os: Haapakatu 1 A 2, 95420 TORNIO.

**Wäänänen, Veli-Matti**, DI. Oy WP Ceramics Ltd., sovellutusryhmän päällikkö.

**Äikäs, Kari**, TkL. Ins.tsto Saanio & Riekkola, konsultti.

## SUORITETTUA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

### OULUN YLIOPISTO

#### Prosessitekniikan osasto

##### Tekniikan lisensiaatit:

**Haataja, Rauli Juhani**: "A study of the process technology, instrumentation and control of a lime mud filter and a lime kiln".

**Keski-Korsu, Aija Tellervo**: "Nikkelizeoliittien aktiivisuus hiilimonoksidin ja vedyn välisessä reaktiossa".

**Kuopanportti, Hannu Pekka**: "Ksantaattien adsorptionopeus sulfidimineraalien pinnalle".

#### Geofysiikan laitos

##### Filosofian kandidaatit:

**Keränen, Timo**: "Suhangon kerrosintrusion rakenteen selvitys AMT- ja VLF-R-menetelmällä".

**Lerssi, Jouni**: "Suhangon kerrosintrusion rakenteen selvitys painovoima- ja magneettisella menetelmällä".



## TAMPEREEN TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Konetekniikan osasto  
Materiaaliopin laitos

Tekniikan lisensiaatti:

**Mäkelä, Kari:** "Muuntajakäyttöön tarkoitettu amorfinen metalli".  
Tässä työssä on optimoitu sekä kirjallisuuden pohjalta että käytännön kokein etenkin jakelumuuntajissa käytettyjen amorfisten metallien koostumus, valmistus ja jatkokäsittelyt. Teoreettisen osan alussa on tarkasteltu eri sulammutusmenetelmiä keskittyen modifioituihin rullasammutustekniikkaan. Nauhan valmistuksen ja jatkokäsittelyjen vaikutuksesta nauhan magneettisiin ominaisuuksiin selvitetään tämän hetkinen tietämys.

Kokeellisessa osassa on selvitetty rakennettujen laitteistojen konstruktoritarkaus sekä niiden toimivuus. Pääpaino on kuitenkin asetettu prosessiparametrien optimoinnille siten, että nauhan magneettiset ominaisuudet muodostuisivat mitä parhaimmiksi. Magneettisista ominaisuuksista mitattiin rautahäviöt, magnetoitumiskäyrä, hystereesikäyrä, maksimipermeabiliteetti, koersitiivikentän voimakkuus, remanenssi ja magneettivuon tiheys koersitiivikentän voimakkuuden arvoilla 80 A/m ja 250 A/m. Tutkittavina materiaaleina käytettiin kolmea amorfista Fe-pohjaista, kahta Fe+Ni-pohjaista ja yhtä kiteistä seosta. Toroidin valmistuksessa selvitettiin nauhan kelausjännityksen vaikutusta em. magneettisiin ominaisuuksiin. Ar:n, Ar+3%He:n ja N<sub>2</sub>:n soveltuvuutta vertailtiin lämpökäsittelyolosuhteina.

Nauhan valmistuksella havaittiin olevan oleellinen merkitys toroidin magneettisiin ominaisuuksiin. Kullekin tutkitulle amorfiselle seokselle löydettiin magneettisten ominaisuuksien kannalta sekä optimi nauhan paksuus että valmistusolosuhteet. Erot eri amorfisten seosten valmistettavuudessa muodostuivat varsin vähäisiksi, mutta kuitenkin havaittaviksi. Kiteisen nauhan tapauksessa valmistus oli hankalampaa sulan huonon kostutuksen ja korkean sulamislämpötilan takia. Kun vertailuseokseksi valitusta Fe<sub>81</sub>B<sub>13</sub>Si<sub>4</sub>C<sub>2</sub>:sta valmistetun nauhan ominaisuuksia vertailtiin kirjallisuudessa esiintyviin tuloksiin, voidaan tulosten todeta vastaavan hyvin toisiaan.

**Siitonen, Pekka:** "Kulumis- ja korroosionkestävien materiaalien soveltuvuus turvevoimalaolosuhteisiin".

Korroosio- ja kulumiskokeita suoritettiin huoneenlämpötilassa turpeessa sekä korotetuissa lämpötiloissa (100°-200°C) turve+vesiseoksen höyryssä. Koemateriaalien kulumiskestävyyttä tutkittiin kumipyöräabraasio-, eroosio- ja korroosio-abraasiokoelaitteilla.

Turpeen korrodoivan vaikutuksen havaittiin olevan suurimmillaan lämpötilassa n. 100°C. Materiaalien korroosionopeus riippui oleellisesti niiden kromi- ja hiilipitoisuudesta. Turpeen aiheuttamaa korroosiota kestivät täysin materiaalit, joiden Cr/C suhde oli yli 10 ja Cr-pitoisuus yli 13 %.

Kumipyöräabraasiokokeessa koemateriaalien kulumiskestävyyden parani materiaalin kovuuden lisääntyessä kun abrasivina käytettiin kvartsihiekkää. Polttoturvetta abrasivina käytettäessä kulumiskestävyyttä ko. kokeessa riippui oleellisesti koemateriaalin korroosionkestävyydestä.

Eroosio- ja kulumiskokeissa tutkittiin koemateriaalien kestävyyttä hiekkapuhallusolosuhteissa. Eroosio- ja kulumiskestävyyden ei havaittu riippuvan materiaalin kovuudesta. Eroosio- ja kulumiskestävyydeltään parhaiksi rakenteiksi havaittiin nuorrutetut ja austeniittiset teräkset.

Korroosio-abraasiokoelaitteessa suoritetuissa kulutuskokeissa materiaalien kulumiskestävyyden parani niiden kovuuden ja korroosionkestävyyden lisääntyessä. Tutkittujen hitsauspinnoitteiden kulumiskestävyyttä oli heikompi kuin rakenteeltaan ja koostumukseltaan vastaavien valumateriaalien.

Työssä tutkittuja materiaaleja on testattu ja käytetty Tampereen kaupungin sähkölaitoksen Naistenlahden turvevoimalassa. Käytännöstä saadut kokemukset ovat vastanneet hyvin laboratoriokokeiden tuloksia.

Diplomi-insinöörit:

**Orkas, Juhani:** "Muottirajähdytys korkeapaineaavatuilla tuorehiekka- ja muotteilla".

**Torkkell, Keijo:** "CVD:llä valmistetun TiN:n ja TiC:n muodostaminen superseosten pinnalle".

**Vuoristo, Ilkka:** "Muovimuottien ja -työkalujen CVD-pinnoitus".

## TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Vuoriteollisuusosasto

Tekniikan tohtorit:

Tekn. lis. **Olof Forsen** väitteli 1.11.1985 aiheesta "The behavior of nickel and antimony in oxygen-bearing copper anode in electrolytic refining". Virallisena vastaväittäjänä toimi Dr. P.L. Claessens, Noranda Inc., Kanada ja kustoksena professori M.H. Tikkanen.

Tässä väitöstyössä selvitetään pienten nikkeli- ja antimoni-pitoisuuksien käyttäytymistä happipitoisessa kuparianodissa. Tulosten perusteella voidaan selvästi osoittaa, että nikkeli jakautuu metalliseksi nikkeli- ja nikkelioksidiksi. Anodikuparissa oleva anodinikkeli liukenee sähkökemiallisesti muodostaen elektrolyysissä nikkelsulfaattia, kun taas NiO jää liukenematta ja muodostaa anodilietettä. NiO:n morfologia on riippuvainen anodin nikkeli- ja happipitoisuuksista. Jos tämä nikkeli/happi suhde on epäedullinen, syntyy pintalietettä, joka aiheuttaa ongelmia elektrolyysissä. Työssä selvitetään myös tämän epäedullisen lietteen esiintymisaluetta.

Lisäksi väitöstyössä tarkastellaan antimonin vaikutusta nikkeli-pitoisessa kuparianodissa. Käytännön elektrolyysin perusteella tiedetään, että antimonin ja nikkelin yhtäaikainen läsnäolo anodissa aiheuttaa hankalan pintalietteen syntymisen. Työn tulokset osoittavat, että anodin jäähmettymisen yhteydessä muodostuu kuparin raerajojen välissä erittäin ohuita lamellimaisia nikkeli-, antimoni-, kupari- ja happipitoisia erkautumia, jotka muodostavat elektrolyysin aikana anodilietettä. Myös tämän anodilietteen syntymismekanismia on selvitetty.

Tekn. lis. **Asmo Vartiainen** väitteli 14.12.1985 aiheesta "Simulation of copper smelting and slag cleaning stages by laboratory scale particle jet smelting technique". Virallisena vastaväittäjänä toimi apul.prof. Heikki Jalkanen ja kustoksena prof. Lauri Holappa.

The particle jet smelting technique was used to produce from a complex copper concentrate, matte and slag phases in the copper smelting stage, and to study the slag cleaning using products from the oxidation stage as starting material and methane/oxygen gas mixture, copper concentrate or pyrite concentrate as reductants. In the oxidation stage, oxygen and sulfur contents in the matte as well as copper contents in the slag were presented as a function of matte grade and compared with equilibrium and industrial values. The distribution of impurities Zn, Pb, As, Sb, Bi was discussed using distribution coefficients between slag and matte phases, and fractional distribution in the gas, slag and matte phases. Generally all impurities were strongly transferred to the gas phase due to the intensive reactions and high temperature in the jet.

The slag cleaning showed that copper as well as ferric iron contents in the slag could be effectively lowered using gas reduction, residue copper contents being at the minimum of about 0.5 % Cu in slag. By using copper concentrate or pyrite concentrate treatment in the slag cleaning, the copper content in the slag could be decreased to a final content of 1.0-1.5 % Cu in slag. In gas reduction the impurities were almost completely transferred to the gas phase. When metallic copper phase was present, these impurities were transferred to the metallic copper, the contents depending on the presence of the matte phase between metallic copper and slag.

Diplomi-insinöörit:

**Mäkinen, Tero Tapani:** "Vaahdotustutkimus kalsiitti-wollastoniittimalmilla kationista kokoojaa käyttäen".

**Penttinen, Ilkka:** "Mikrorakenteen vaikutus erään niukkahiilisen kylmänsitkeän teräksen mekaanisiin ominaisuuksiin".

**Salminen, Pentti:** "Laurinojan avolouhoksen rakoilugeometria ja sen vaikutus seinämästabiiliteettiin".

**Talvio, Mika Erik:** "Teräksen fosforinpoisto kalkkipohjaisilla kuonilla".

## ÅBO AKADEMI

Geologisk-mineralogiska institutionen

Filosofie kandidater:

**Laaksoharju, Marcus:** "Konstruktion av en hydraulisk-pneumatisk borrhälsutrustning och några applikationer inom den tillämpade geologin — en pilotstudie".

**Rosendal, Ola:** "Pegmatiter i samband med granitkomplexet i Venesjärvi, Norra Satakunda".

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1985  
Ylitarkastaja Urpo J. Salo

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu tn	Malmia tai hyötykiveä tn	Kaivostyöntekijöitä v. 1985			Kaivoksessa suoritettuja työtunteja
						avolouhos	maanalla	yht.	
<b>Malmi-kaivokset</b>									
1. Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Oy	4 450 980	1 084 740	80		80	147 400
2. Mustavaara**	Taivalkoski	V	Rautaruukki Oy	1 665 000	1 220 000	29		29	54 490
3. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb	Outokumpu Oy	1 175 523	1 032 318		145	145	247 841
4. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	—	995 499	805 397		192	192	326 116
5. Rautuvaara	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	969 000	949 300		73	73	124 902
6. Hannukainen	Kolari	Fe	—	912 300	334 000	7		7	13 487
7. Kangasjärvi**	Keitele	Zn	Outokumpu Oy	745 920	86 205	9		9	17 630
8. Hammaslahti	Pyhäselkä	Cu	—	503 991	450 100		69	69	116 841
9. Keretti	Outokumpu	Cu, Zn, Co, S	—	474 010	375 143		156	156	265 276
10. Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	—	463 260	463 260		87	87	147 329
11. Vammala	Vammala	Ni, Cu	—	450 619	369 938		44	44	75 723
12. Hitura*	Nivala	Ni, Cu	—	430 584	430 584	35		35	65 292
13. Enonkoski	Enonkoski ja Savonlinna	Ni, Cu	—	379 153	62 769		62	62	105 518
14. Otanmäki**	Vuolijoki	V, Fe, TiO <sub>2</sub>	Rautaruukki Oy	316 000	316 000		57	57	33 090
15. Vuonos	Outokumpu	Cu, Zn, Co	Outokumpu Oy	251 397	244 713		36	36	61 551
Malmikaivokset 15 kpl				14 183 236	8 224 467	160	921	1081	1 802 486
<b>Kalkkikivi-kaivokset</b>									
1. Parainen	Parainen	klk	Oy Partek Ab	1 684 529	1 612 429	23	3	26	49 126
2. Ihalainen	Lappeenranta	klk, Wol	—	1 034 051	828 359	19		19	31 731
3. Tytyri	Lohja		Oy Lohja Ab	913 061	913 061		59	59	96 084
4. Mustio	Karjaa	klk	—	559 039	337 991	10		10	18 009
5. Vampula	Vampula	dol	Oy Partek Ab	522 055	217 294	6		6	10 084
6. Ruokojärvi	Kerimäki	klk, dol	Ruskealan Marmori Oy	389 441	326 229	4	21	25	44 081
7. Siikainen	Siikainen	dol	Oy Partek Ab	338 569	301 295	6		6	10 100
8. Ryytimaa	Vimpeli	dol	—	267 933	250 413	5		5	10 182
9. Kakkimaa	Tornio	dol, kv	—	240 000	240 000	2		2	2 724
10. Äkäsjoen suu	Kolari	klk	—	161 900	161 900	3		3	5 100
11. Sipoo	Sipoo	klk, dol	Oy Lohja Ab	159 808	159 808		12	12	20 640
12. Ankele	Virtasalmi	dol	Ruskealan Marmori Oy	153 110	149 375	3		3	5 950
13. Förby	Särkisalo	klk	F. Förström Oy	151 339	135 037		17	17	27 945
14. Juuka	Juuka	dol	Juuan Dolom.kalkki Oy	13 540	13 540	1		1	1 600
15. Louepala	Tervola	dol, marm.	Lapin Marmori Oy	12 092	1 815	6		6	11 215
16. Paltamo	Paltamo	dol	Juuan Dolom.kalkki Oy	9 900	9 900	1		1	530
Kalkkikivikaivokset 16 kpl				6 610 367	5 658 446	89	112	201	345 101
<b>Mineraali-kaivokset</b>									
1. Siilinjärvi	Siilinjärvi	P, klk	Kemira Oy	8 295 624	6 218 370	81		81	147 490
2. Lahnaslampi	Sotkamo	Tlk, Ni	Finnminerals Oy	797 713	407 196	15		15	29 077
3. Kinahmi	Nilsia	Kv	Oy Lohja Ab	228 064	212 205	4		4	8 000
4. Horsmanaho	Polvijärvi	Tlk, Ni	Finnminerals Oy	164 015	128 191	2		2	4 085
5. Lipasvaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Mylykoski Oy	135 462	116 302	4		4	6 832
6. Repovaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Malmikaivos Oy	127 294	63 514	3		3	6 238
7. Kemiö	Kemiö	Ms, Kv	Oy Lohja Ab	103 293	102 164	5		5	9 536
8. Haapaluoma	Peräseinäjoki	Ms	Oy Lohja Ab	79 346	20 343	1		1	2 320
9. Tulikivi	Juuka	vuolukivi	Suomen Vuolukivi Oy	65 000	16 200	8		8	15 136
10. Hiekkämäki	Nilsia	Kv	Oy Lohja Ab	18 520	18 520				240
11. Nunnanlahti	Juuka	vuolukivi	Nunnanlahden Uuni Oy	5 000	3 000				
Mineraalikaivokset 11 kpl				10 019 331	7 306 005	123		123	228 954
<b>Muut kaivokset: vuorivillan ja sementinvalmistuksen kiviaineksia</b>									
1. Sallittu	Suomusjärvi	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	57 600	57 600				2 800
2. Sompujärvi	Keminmaa	Al, Fe, Mg	—	38 028	38 028				1 000
3. Ybbernas	Parainen	Al, Fe, Mg	—	36 910	36 910				2 014
4. Usmi	Hyvinkää	Al, Fe	—	32 000	32 000				1 780
5. Piilola	Kolari	Al	—	19 400	19 400				500
6. Mustamäki	Lemi	Al, Fe	—	8 453	8 453				386
Muut kaivokset 6 kpl				192 391	192 391	5		5	8 478
Kaikki kaivokset yht. 48 kpl				31 005 325	21 381 309	377	1 033	1 410	2 385 019

\*) toiminta keskeytyi

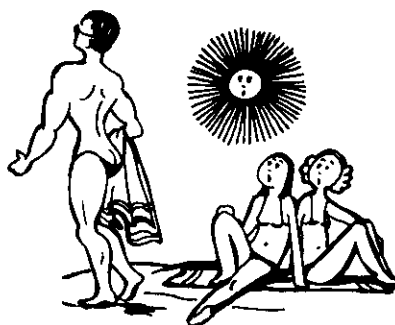
\*\*\*) toiminta päättyi

**Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto**

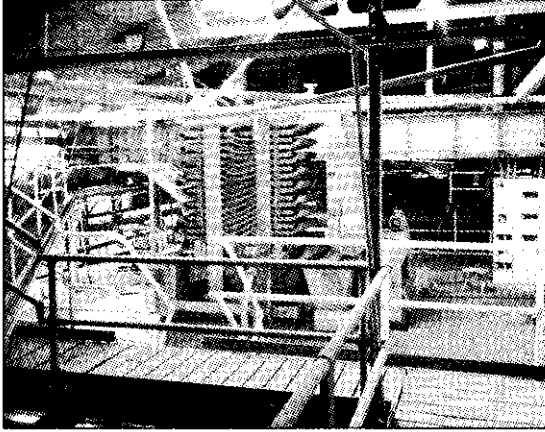
	1983	1984	1985	Keskipitoisuus 1985
<b>Rikasteet tonnia</b>				
Rautarikasteita yhteensä	1 276 500	1 231 039	1 121 533	65,8
— rautarikaste ja pelletit	862 100	889 512	752 700	67,5
— purppuramalmi, pasutteen (Kokkola ja Siilinjärvi); ei käyttöä, varastoitu	414 400	341 527	368 833	62,3
Kromirikaste, palarikaste ja valuhiekka	245 416	445 904	522 252	—
Rikkirikaste	448 848	425 707	492 822	50,4
Kobolttirikaste	147 910	130 345	132 726	—
Sinkkirikaste	116 212	126 345	127 056	47,7
Kuparirikaste	164 613	136 435	120 245	23,2
Nikkelirikaste	60 383	86 481	104 234	8,2
Ilmeniittirikaste (TiO <sub>2</sub> %)	163 900	167 000	53 300	45,3
Lyijyrikaste	4 033	5 015	5 037	48,1
<b>Metallit ja metallurgisia tuotteita tonnia</b>				
Raakarauta	1 898 458	2 033 700	1 891 000	
Raakateräs	2 415 900	2 632 200	2 518 000	
Jaloteräs (aihiot)	122 013	158 129	176 343	
Sinkki	155 336	158 819	160 560	
Ferrokromi	58 698	58 644	133 350	
Katodikupari	55 376	57 318	58 766	
Katodinikkeli	14 837	15 282	15 656	
Vanadiinipentoksidi	5 694	5 472	3 805	
Koboltti	1 550	1 453	1 427	
Kadmium	616	614	565	
Molybdeeni	218	265	326	
Elohopea kg	64 000	79 000	125 138	
Hopea kg	30 478	34 244	31 037	
Seleeni kg	11 172	16 975	14 038	
Kulta kg	790	880	595	
Palladium kg	71	34	35	
Platina kg	68	33	35	
<b>Mineraalit tonnia</b>				
Kalkkikivi yhteensä	4 661 000	4 207 240	4 367 716	
Kalkkikivien käyttö:				
— sementin valmistus	2 608 400	2 286 561	2 217 455	
— maanparannuskalkki	1 370 100	1 191 907	1 453 040	
— kalkinpoltto	344 100	367 278	357 309	
— rouheet, tekn. jauheet ym.	287 300	316 403	313 456	
— sulfiitti- ja metallurginen kivi	51 900	45 091	26 456	
Apatiitti	381 216	477 300	511 500	
Talkki	318 430	327 472	318 547	
Kvartsi	213 000	261 826	223 425	
Vuorivillakivi	134 237	138 746	113 669	
Maasälpä	52 066	56 265	52 940	
Sementinvalmistuksen lisäkiveä	35 068	34 005	27 853	
Wollastoniitti	15 402	14 669	16 917	
Vuolukivituotteita	3 700	7 200	10 400	
Baryytti	3 400	8 704	8 690	
Al-sulfaatin raaka-aine (anortosiitti)	—	27 166	—	
<b>Sementti tonnia</b>	1 886 300	1 645 500	1 608 000	

**VUORITEOLLISUUS  
BERGSHANTERINGEN**

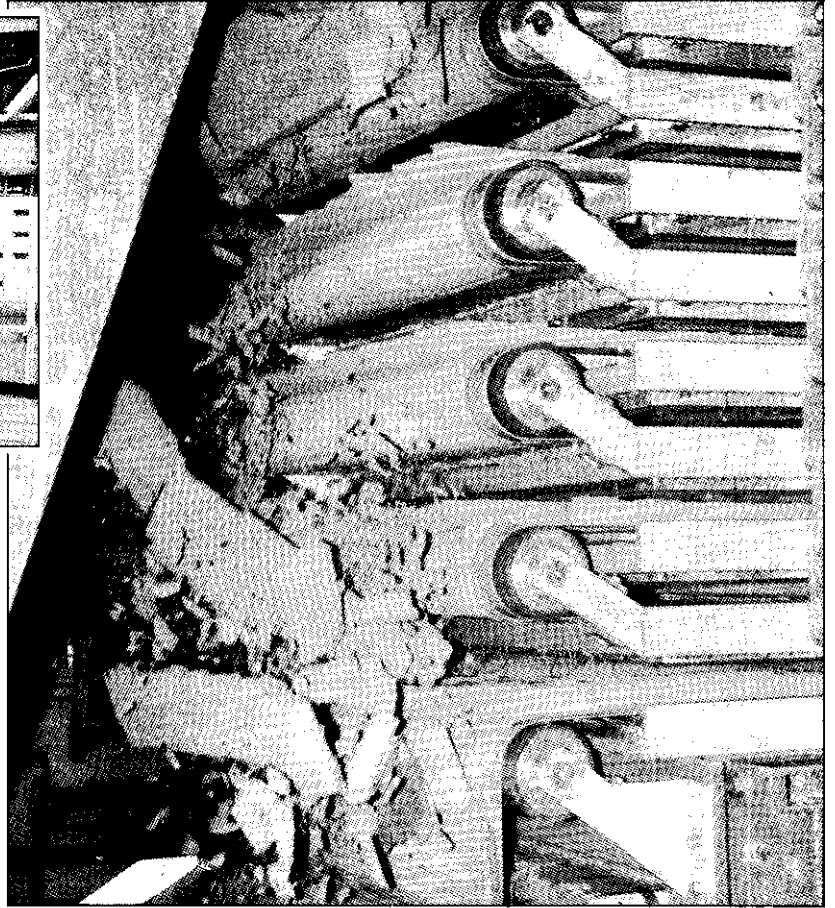
*toivottaa kaikille  
lukijoilleen ja  
ilmoittajilleen  
oikein hyvää kesää  
ja  
tuloksellista syksyä*


**VUORITEOLLISUUS  
BERGSHANTERINGEN**

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



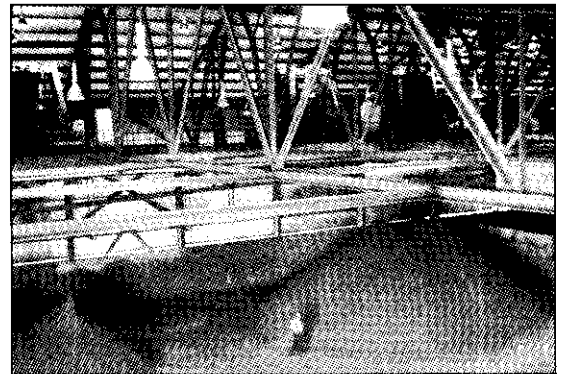
*Cu-rikasteen suodatus USA:ssa*



*Zn/Pb-rikasteen suodatus Ruotsissa*

# MIKSI MAAILMAN JOHTAVAT KAIVOS- JA METALLURGIAN TEOLLISUUDEN YRITYKSET KÄYTTÄVÄT LAROX- PAINESUODATTIMIA?

- täysautomaattinen toiminta • kuivin kakku ja paras pesuteho
- varma kakunpoisto • automaattinen kankaan vastavirtapesu
- käytössä yli 20 maassa viidessä maanosassa, kaivosteollisuudesta elintarviketeollisuuteen.



*Zn/Pb-rikasteen suodatus Australiassa*

**LAROX**  
—classification—concentration—  
filtration

LAROX OY  
PL 29, 53101 Lappeenranta  
Puh. (953) 117 60, telex 58233, telefax (953) 537 65

TYTÄRYHTIÖT JA MYYNTIKONTTORIT SEURAAVISSA MAISSA:  
AUSTRALIA, PERU, RANSKA, RUOTSI, SAKSAN LIITTOTASAVALTA, USA

EDUSTAJAT SEURAAVISSA MAISSA: ARGENTIINA, BELGIA, CHILE, FILIPPIINIT, ESPANJA, ETELÄ-AFRIKKA, HOLLANTI, INTIA, IRLANTI, ISO-BRITANNIA, ITÄVALTA, JUGOSLAVIA, KANADA, KREIKKA, MEKSIKO, NORJA, PORTUGALI, PUOLA, TANSKA, TURKKI, UNKARI.

# Vuorenvarmaa mittaustekniikkaa Rautaruukilta

Maastotietokone KTP-84 ja poranreikäsovitin KTP-DHI muodostavat ainutlaatuisen kannettavan digitaalisesti tallentavan poranreikämittausjärjestelmän. Mittaustulokset ovat välittömästi käytettävissä kaivosten louhinnansuunnittelussa ja geofysikaalisessa tulkinnessa. Tunnetut Rautaruukin poranreikäanturit ja matka-anturit sekä erilaiset mittauskaapelit ja PC-koneiden ohjelmistot täydentävät järjestelmän vuorenvarmaksi kokonaisuudeksi.



**RAUTARUUKKI OY**

INSTRUMENTTIEN KEHITYS

PL 217

90101 OULU

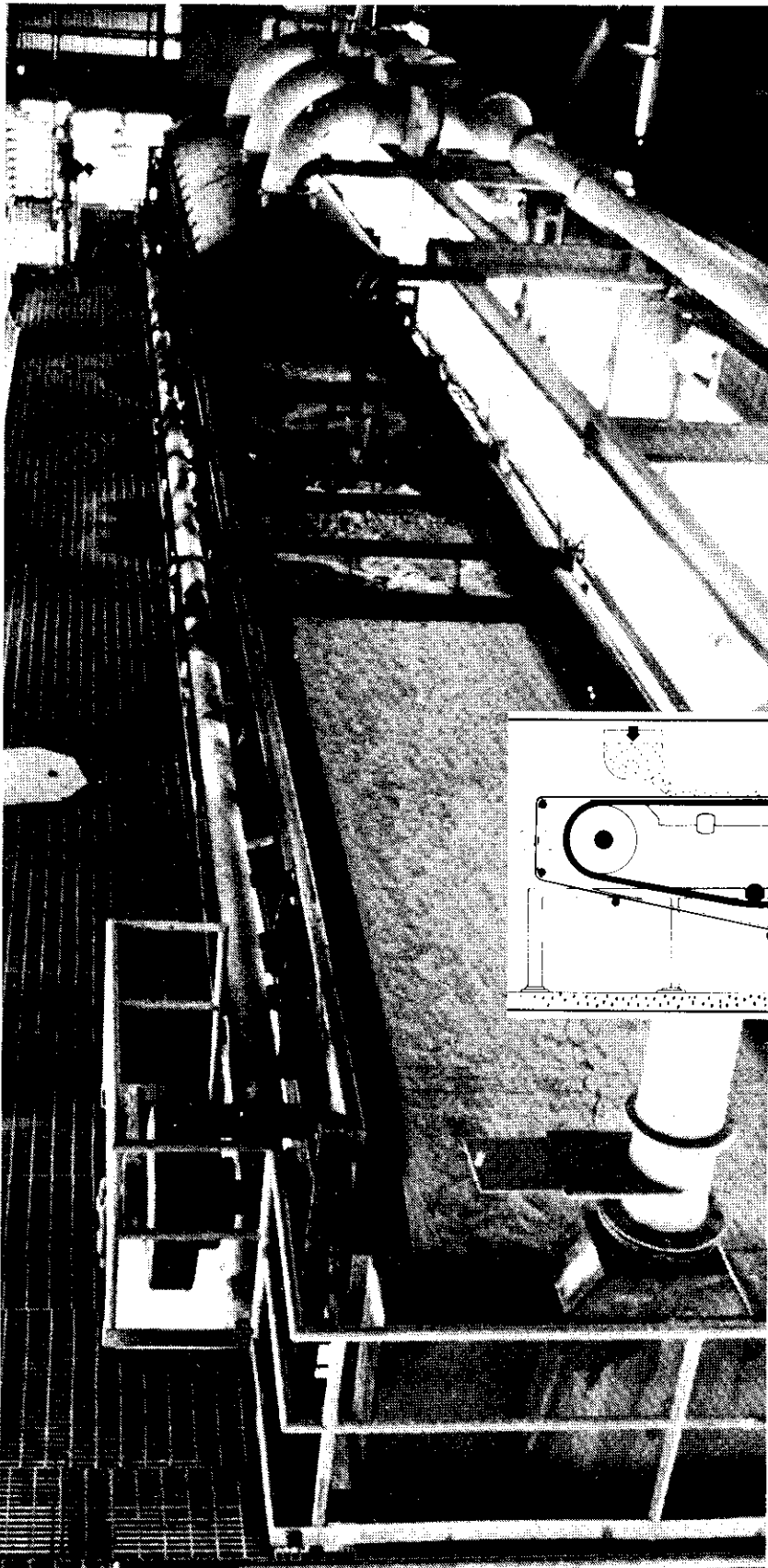
Puh. (981) 327 711, 227 570

Teleksi 32109 steel sf



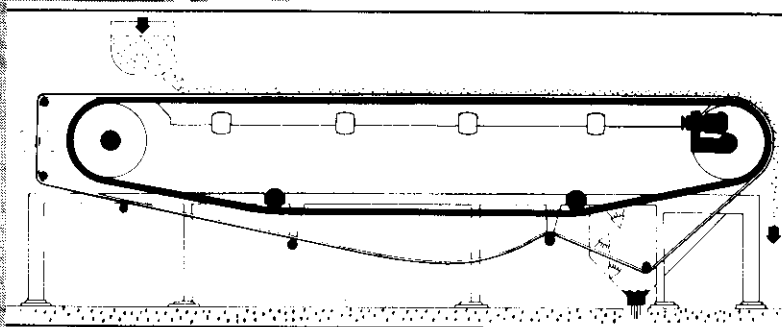
# SALA

## HIHNASUODATIN MALLI NORDENGRÉN RASKAASEEN KÄYTTÖÖN



Salan hihnasuodatin on tehokas, rakenteeltaan yksinkertainen ja vankka suodatin. Se tarjoaa tavallisia imusuodattimia laajemmat käyttömahdollisuudet.

- Syöttö ylhäältä ja optimaalinen erotusteho.
- Jatkuva kankaan pesu vedenerotusvaiheen aikana.
- Suodinkakun vastavirtapesu.
- Useassa vaiheessa tapahtuva lämpöenergian syöttö, jossa voidaan käyttää höyryä tai infrapunasäteilyä.



Salan hihnasuodatin malli Nordengren on saavuttanut suuren suosion mm. seuraavien aineiden käsittelyssä:

- malmirikasteet
- kipsi (fosforihappo)
- suolalietteet
- uraanirikasteet



**TALLBERG**  
VUORIKONEET

Karapellontie 11, 02610 ESPOO 61, puh. 90-594 011