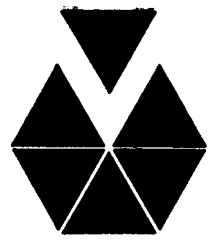


# VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1980  
38. vuosikerta

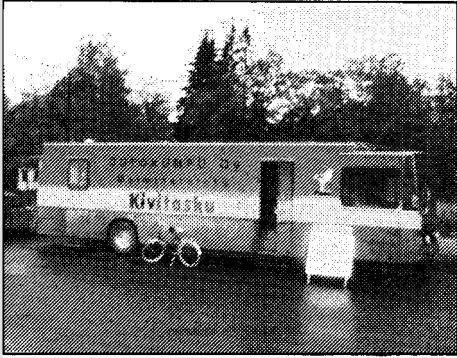
---

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.

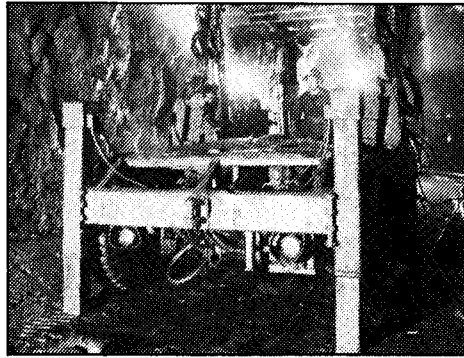
---



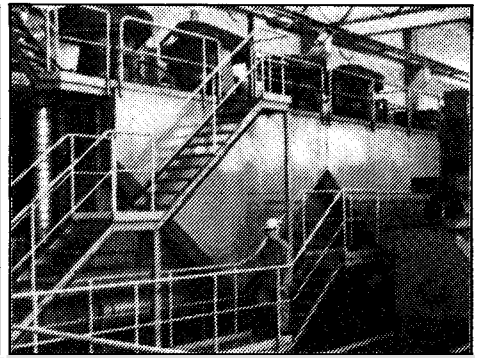
# MONIMETALLIYRITYS OUTOKUMPU



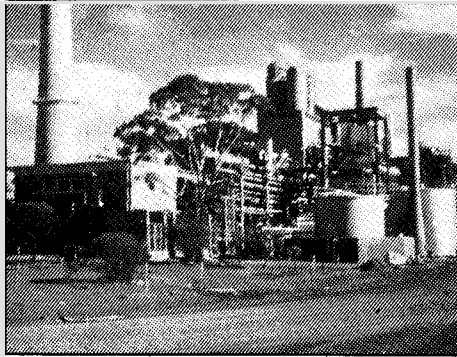
1 Outokumpu Oy:n malminetsinnan bussi Kivitasku kiertää kesäisin herättämässä mielenkiintoa malmin etsintään



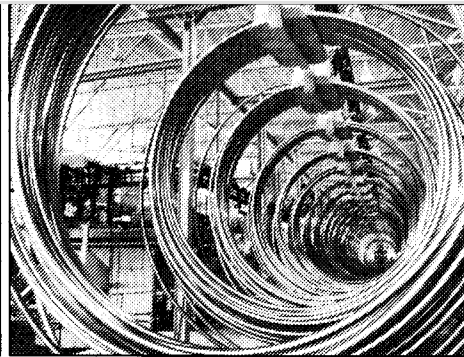
2 Kaivoksissa työskennellään kaikkein uudenaikaisimpaa tekniikkaa käyttäen



3 Outokummun rikastusteknisen työn tuloksena kehitetty vaahdotuskennosto Keretin kaivoksessa



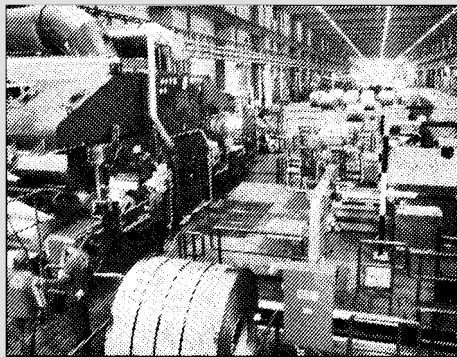
4 Outokummun liekkisulatusmenetelmällä toimiva Western Mining Corporation'in sulatto Kalgoorliessa, Australiassa



5 Hienolaatuisia kupariputkikielpejä Porin tehtailla



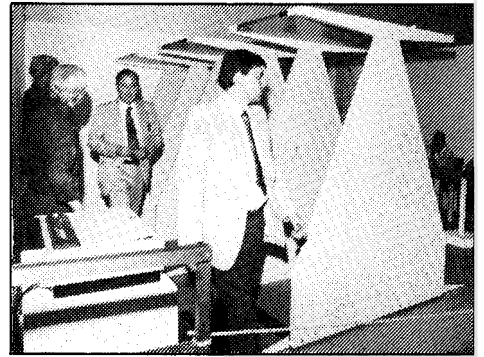
6 Kokkolan tehtaiden sinkkiharkot lahdossa ulkomaille omasta satamasta



7 Tornion jaloterästehtaan 600 metrin pitkä valsaamohäili

Outokumpu Oy:n laajan tuotannon päätoimiala on metallien tuottaminen yhtiön omien kaivosten malmeista. Tarkeimmat metallit ovat kupari, koboltti ja sinkki, nikkeli, kromi, jalometallit sekä uusimpana tuotteena jaloteräs.

Oman tutkimustoiminnan ja suunnittelun tuloksena on kehitetty tuotantomenetelmiä, joista tunnetuinta, liekkisulatusmenetelmää on myyty jo 30 sulatolalle eri puolilla maailmaa. Kaivosteollisuuden tarvitsemia koneita ja laitteita ovat mm. rikastamoiden vaahdotuskoneet, kuparisulattajien laitteet, röntgenanalysaattorit rikastamoille ja prosessien ohjauslaitteet. Lisäksi mainittakoon metallinilmäisimet, joita on jo sadoilla lentokentillä ympäri maailmaa. Tutkimus- ja kehitystoiminta tuo jatkuvasti uutta.

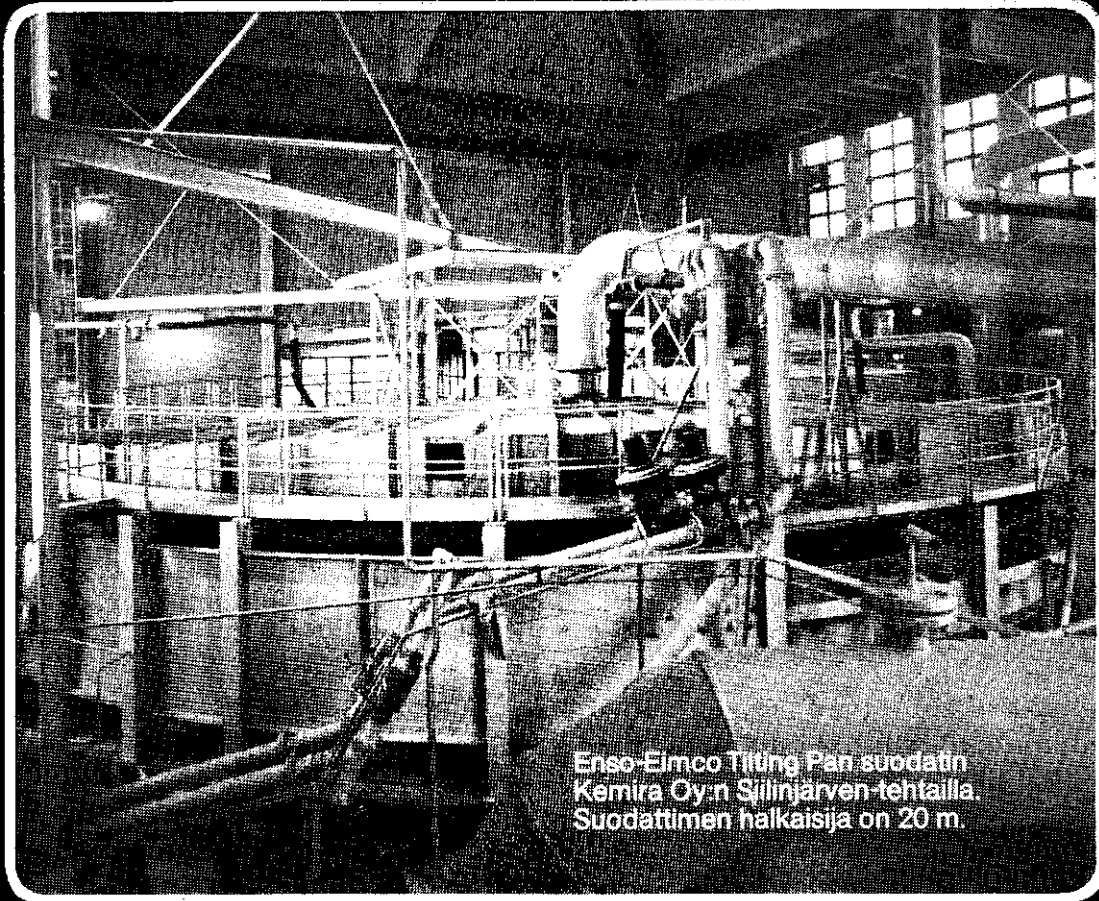


8 Meteor metallinilmäisimia lentoaseman lähtöhallissa



OUTOKUMPU OY

# suodattimia ja sakeuttimia kaivosteollisuudelle



Enso-Eimco Tilting Pan suodatin  
Kemira Oy:n Siilinjärven-tehtailla.  
Suodattimen halkaisija on 20 m.

ENSO-KONEPAJARYHMÄ valmistaa Eimco Processing Machinery Division of Envirotech Corporationin lisenssillä erilaisia kaivosteollisuuden tarpeisiin suunniteltuja suodattimia ja sakeuttimia sekä muita laitteita kiinteiden aineiden erottamiseksi nesteistä.

- EimcoBelt suodattimia
- Extractor suodattimia
- Agidisc kiekkosuodattimia
- Tilting Pan suodattimia
- Rumpusuodattimia
- Painesuodattimia
- Top Feed suodattimia
- Precoat suodattimia
- Sakeuttimia
- Selkeyttäjiä

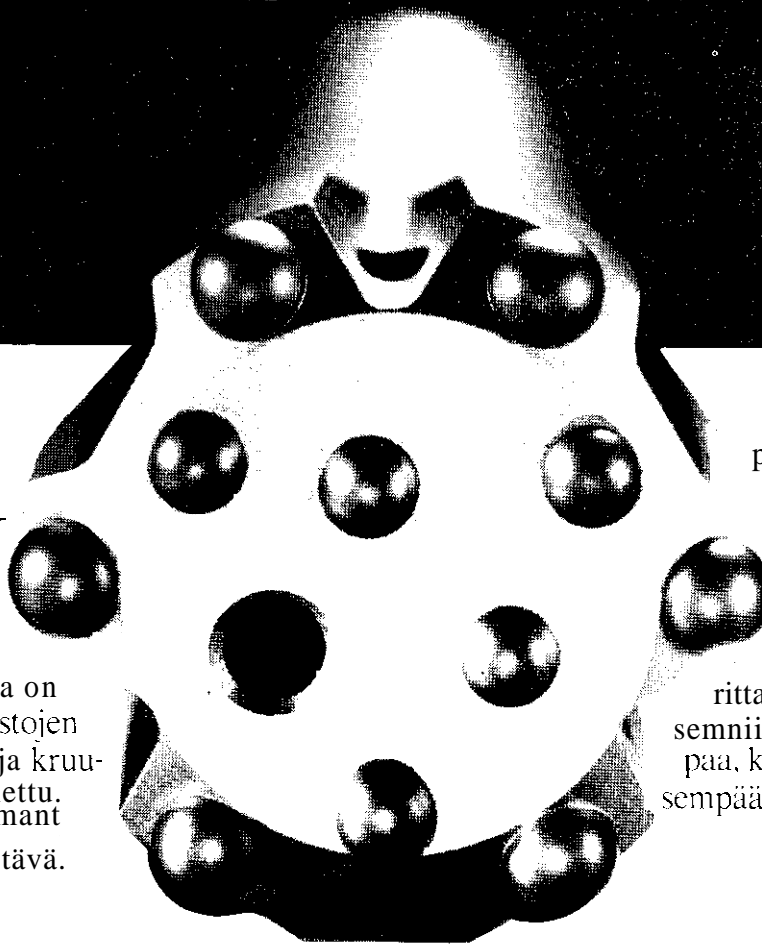
# ENSO

**ENSO-GUTZEIT OSAKEYHTIÖ**  
KONEPAJARYHMÄ ● PL 34 ● 57101 SAVONLINNA 10 ● PUHELIN 957-21 936 ● TELEX 5613 enso sf

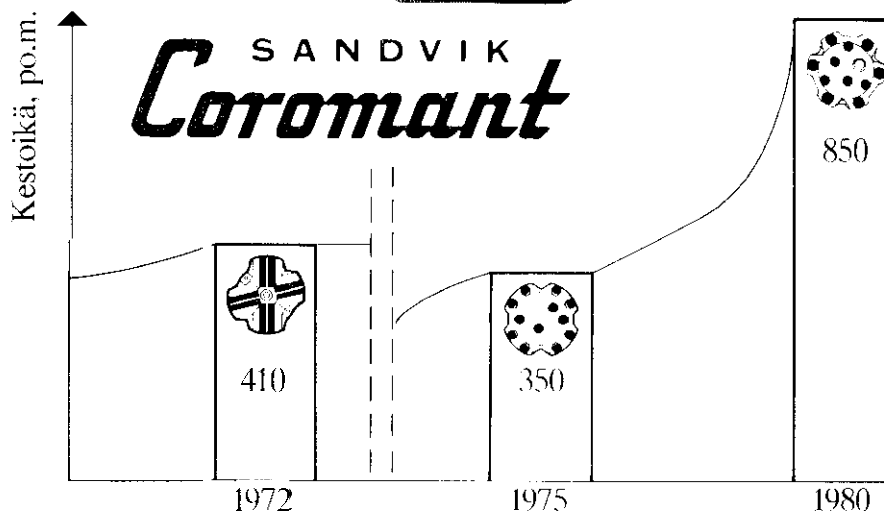
# Sandvik Coromantin uudet porakruunut

Uudet Sandvik Coromant nastakruunut ovat tehokkaan ja intensiivisen v. 1972 aloitetun tuotekehittelyn tulos.

Nastojen sijoitusta on tehostettu, reunanastojen kokoa suurennettu ja kruunun muotoa parannettu. Uusi Sandvik Coromant nastakruunu on kestävä.



palakruunua purevampi, myös kovassa kiveässä. Sandvik Coromant nastakruunujen ansiosta koko pengerporausprosessi voidaan suorittaa entistä taloudellisesti nopeammin: poraus on nopeampaa, kruunujen hoito vähäisempää ja hionta helpompaa.



Sandvik Coromant porakruunujen kehitys. Kestoiät samoissa olosuhteissa Bodäs kaivoksessa Ruotsissa.



**TALLBERG**  
**ATLAS COPCO**

Vattuniemenkatu 2, 00210 Helsinki 21  
puh. 670 113





**PPTH**

# TAIDOLLA TERÄKSESTÄ

## PPTH-teräsrakennetuotanto

käsittää koko teräsrakentamisen alueen joko tilaajan tai PPTH:n suunnitelmien pohjalta.

Tyypillisiä kohteita PPTH-teräsrakennetuotannossa ovat teollisuus- ja varastorakennusten rungot sekä erikoisrakenteet kuten putki- ja kuljetussillat.

PPTH:n teräsrakennetuotannon vuosikapasiteetti on 11.000 tonnia. Teräsrakennetuotannon ajankautainen konekanta, monipuolinen kokemus ja harjaantuminen sekä erinomaisissa olosuhteissa uudessa pintakäsittelylaitoksessamme tapahtuva pintakäsittely takaavat korkean laadun ja kestävän lopputuloksen.

**PPTH**

pääkonttori ja konepaja  
61100 PERÄSEINÄJOKI  
Puh. (964) 64025

Telex

— pääkonttori 72158 ppth sf  
— konepaja 72192 ppth sf

**PPTH**

Keravan konepaja  
Santaniitynkatu 14  
04200 KERAVA  
Puh. (90) 244411

Telex 12-2567 ppthk sf



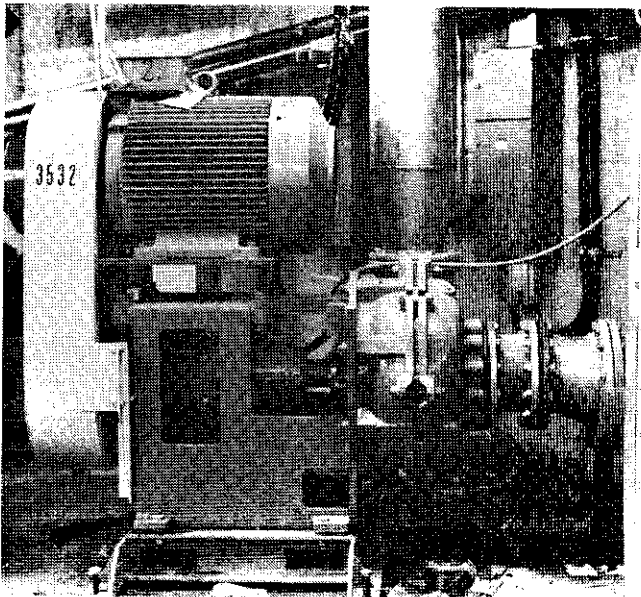
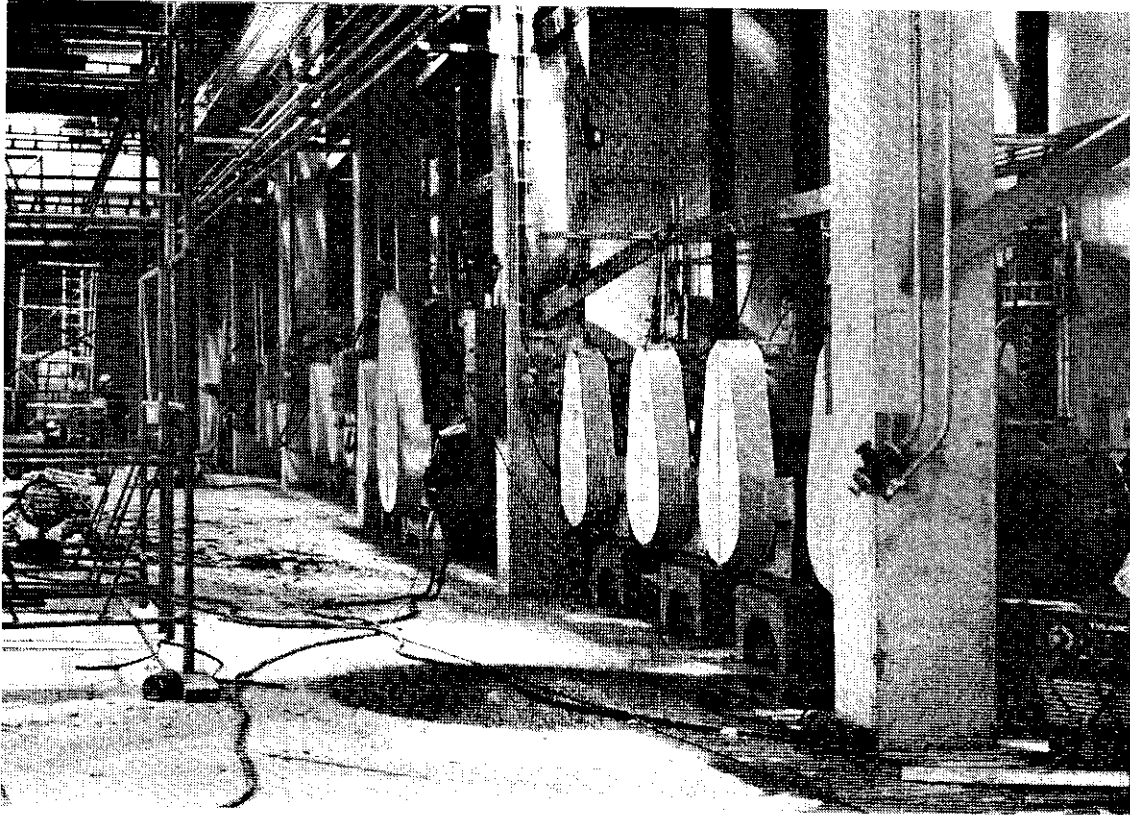
**PPTH**

Oy PPTH-Norden Ab on konepaja- ja metalliteollisuuden projektitoimintaa sekä omien tuotteiden tuotantoa harjoittava yritys. Yhtion konepajat sijaitsevat Keravalla ja Peräseinäjoella, jossa on myös yhtiön pääkonttori.

PPTH tarjoaa työpaikan yli 400 henkilölle. Liikevaihto on 80 milj. mk.

Konepajakapasiteetti on 11.000 tonnia terästä vuodessa.

# SERLACHIUS KONEPAJATEOLLISUUS toimitti 37 lietepumppua Kemira Oy:n Siilinjärven rikastamoon.



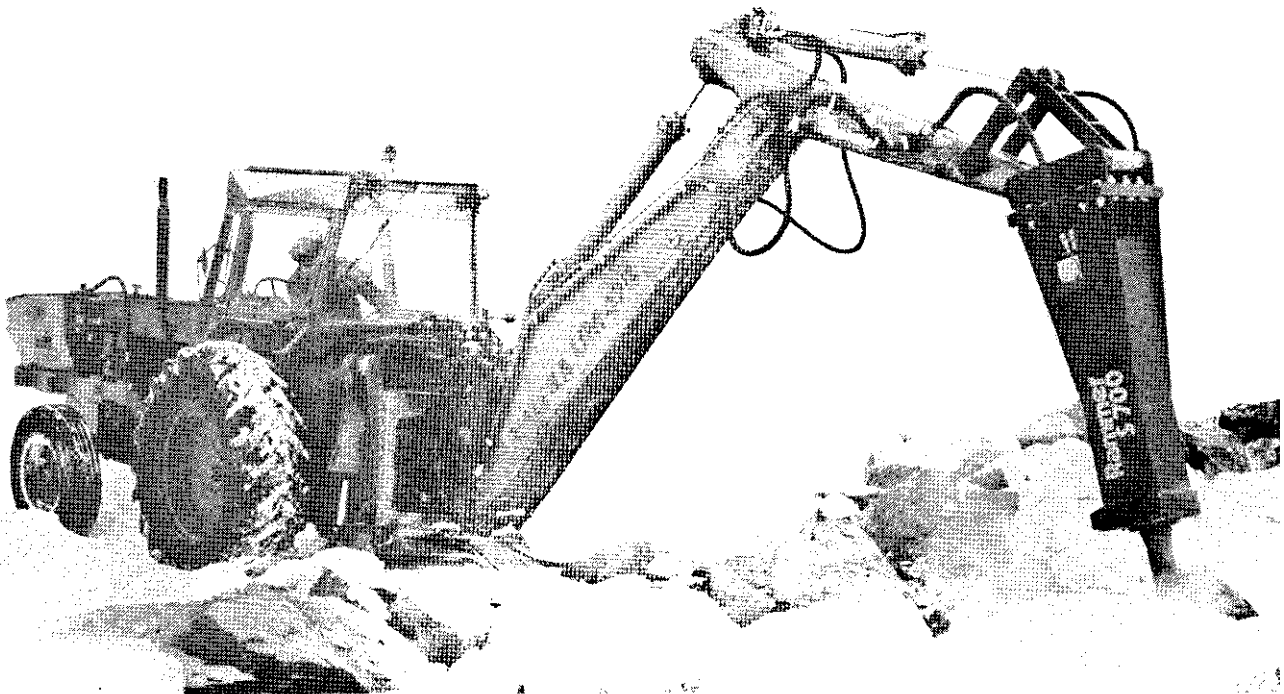
Yhteistyössä kaivosteollisuuden kanssa kehitimme LP-lietepumppusarjan, joka kestää todella kovaa kulutusta.

LPK-  
kumivuorattu pumppu  
LPN-  
pumppauspää Nihard-kovavalua

 **Serlachius  
Konepajateollisuus**

35800 MANTTA, puh (934) 4771, telex 22334 serko sf

**Rammer S 700**  
**80-luvun**  
**hydraulivasara.**  
**Iskuenergia 220 kpm**  
**Impulssi 44 kps**  
**Terä ø 110 mm**  
**Paino vain 690 kg**  
**Kevyt, mutta voimakas.**



Rammer Oy  
Sammonkatu 6  
15140 Lahti 14  
Puh. 918-21771  
Telex 16265

**Rammer**  
**rock for**  
**breaking**

# KOMETA

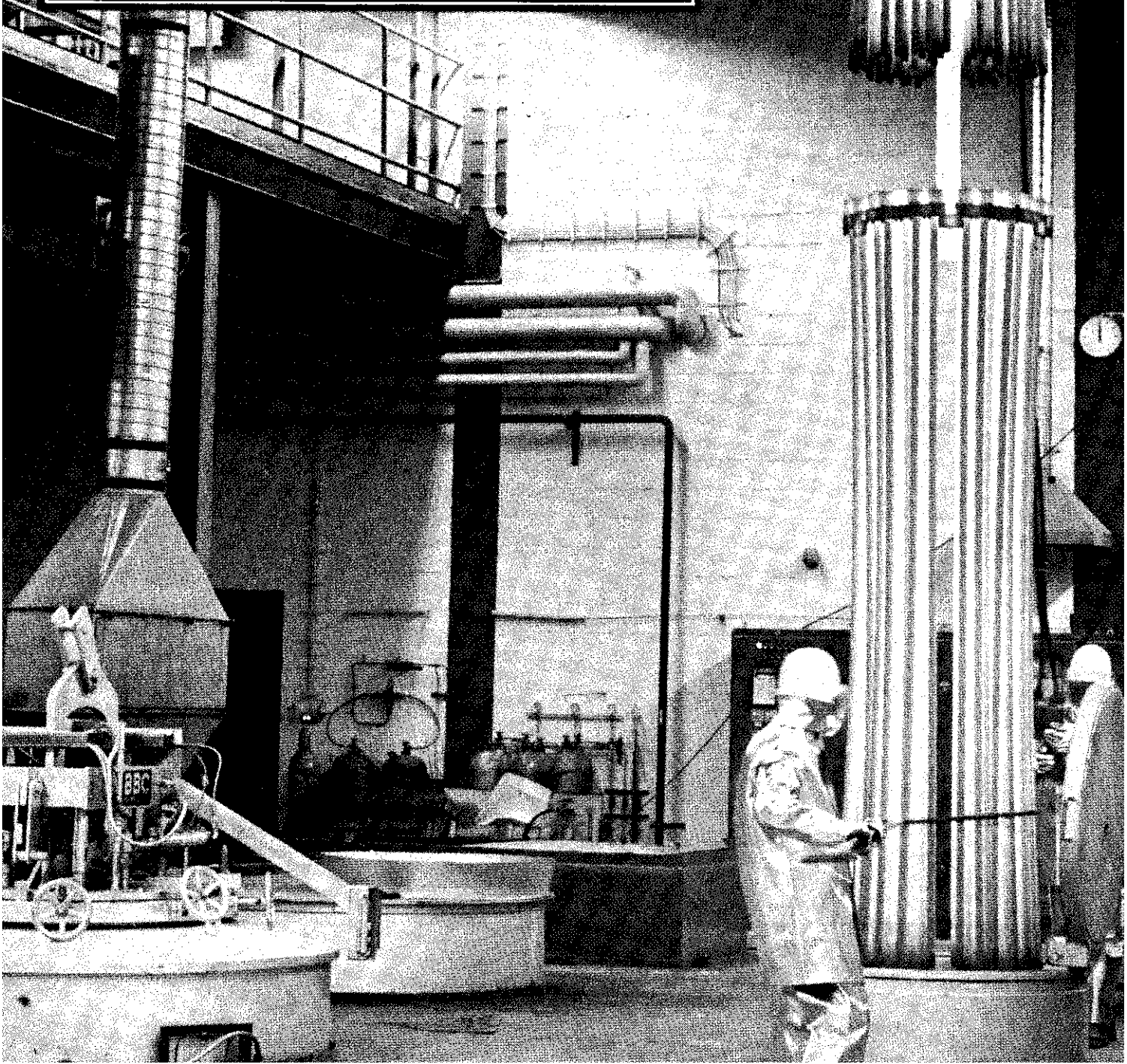
## Kallioporat v. 1980

OY AIRAM AB KOMETA on valmistanut kotimaisia kallioporia vuodesta 1951 lähtien. Alalla tapahtuneen kehityksen myötä kallioporalle asetetut vaatimukset ovat kasvaneet. Pystyäksemme vastaamaan haasteisiin, olemme lisääntyneen tutkimus- ja kehitystyön lisäksi rakentaneet oloissamme ainutlaatuisen lämpö- ja pintakäsittelylaitoksen. Tämä mahdollistaa entistä parempien teräslaatuojen käytön, tekee mahdolliseksi pisimpienkin poratankojen hiiletyskarvaisun sekä antaa parhaan mahdollisen suojan korroosiota vastaan.

OY AIRAM AB

**KOMETA**

Palokärjentie 2 02660 ESPOO 66  
puh. 90-514 066 telex 121257





do you know  
the orange  
LHD's



# TORO

BY ARA

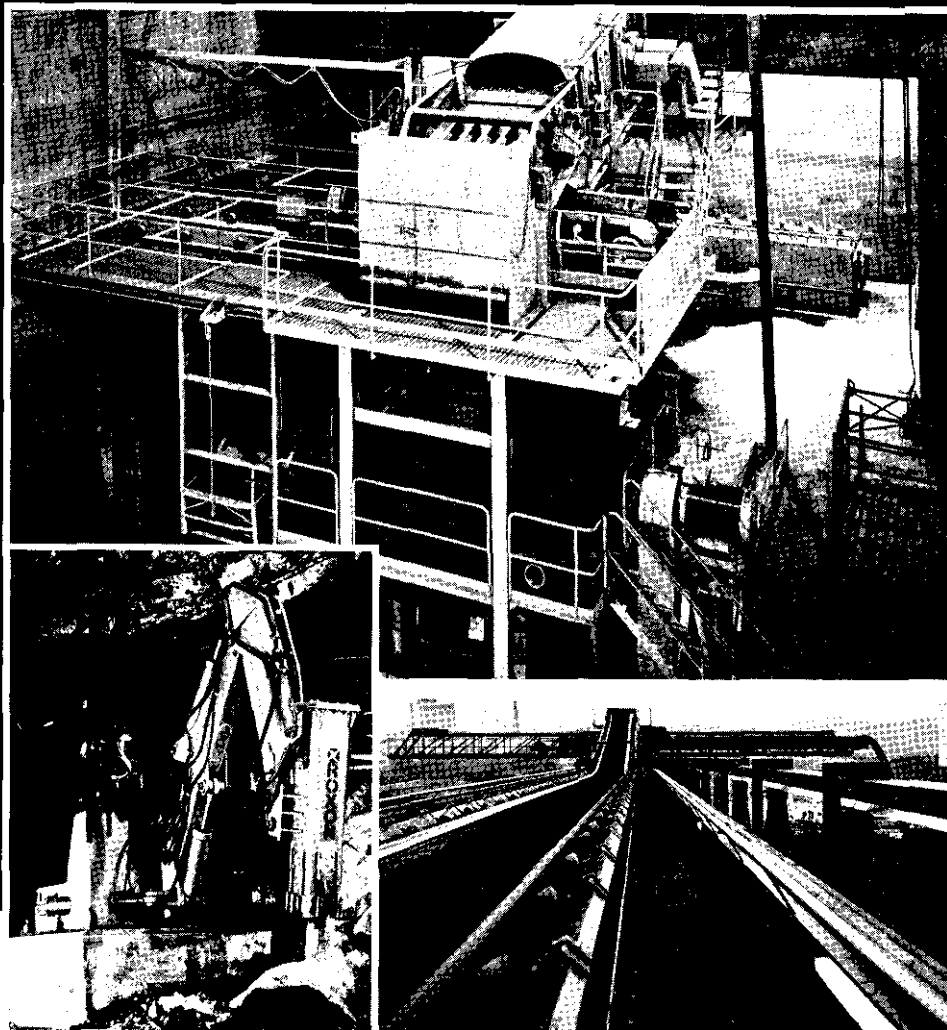


we think  
you should

**ARA**

*Perusyhtymä Oy*  
*Auran Rautateollisuus*

P.O. BOX 434 20101 TURKU 10 Finland Tel. +358 21-383111. Telex 62305 ara sf



# COMPLETE MINERAL PROCESSING PLANTS FOR THE MINDANAO

KONE Engineering Division offers fifty years of combined experience in the design and manufacture of materials handling systems and mineral processing equipment for the mining industry. KONE provides total project engineering from initial feasibility and engineering studies through plant and equipment design to commissioning the complete plant and training the operators.

#### Product range:

- crushers and screens
- belt, reciprocating and plate feeders
- stackers and reclaimers
- conveyor systems
- hydraulic breakers
- magnetic separators
- thickeners and clarifiers
- slurry pumps
- electric cranes and hoists

Kone is a particularly competitive supplier of turn-key projects from concept to commissioning. A Finnish consortium formed by Outokumpu, Kone and Rauma-Repola received recently an order for machinery and equipment for a copper mine to be built on the island of Mindanao, the Philippines. The output of the mine is estimated at eight million tons of copper ore/year.



KONE OY  
ENGINEERING DIVISION  
15870 SALPAKANGAS, FINLAND  
TEL 918-801311  
TELEX 16180 KONEXSF

# VUORITEOLLISUUS

# BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1980  
38. vuosikerta

Julkaisija:

**VUORIMIESTYHDISTYS —  
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**

Hallitus 28. 3. 1980

Prof. Aimo Mikkola 90-4566 167  
puh.joht.  
Teknillinen korkeakoulu  
02150 Espoo 15

TkT Krister Relander 90-601 911  
varapuh.joht.  
Rautaruukki Oy  
Fredrikinkatu 51—53  
00100 Helsinki 10

FL Tom Bröckl 921-744 422  
Oy Partek Ab  
21600 Parainen

DI Olli Hermonen 981-336 644  
Rautaruukki Oy  
Ampuhaukantie 4  
90250 Oulu 25

DI Matti Palperi 954-63 688  
Ovako Oy Ab  
Imatran terästehdas  
55100 Imatra 10

DI Caj-Erik Gustafsson 912-41 511  
Oy Lohja Ab  
08700 Virkkala

TkT Eino Uusitalo 90-649 911  
Kemira Oy  
Malminkatu 30  
00100 Helsinki 10

DI Antero Leikko 916-23 422  
Ovako Oy Ab  
31600 Jokioinen

DI Antti Tuomala 939-26 111  
Outokumpu Oy  
Porin Tehtaat  
PL 60  
28101 Pori 10

FT Pentti Rouhunkoski 90-4211  
Outokumpu Oy  
Malminetsintä  
PL 27  
02201 Espoo 20

DI Lauri Koivikko 951-5451  
Ruskealan Marmori Oy  
Louhen kaivos  
58220 Louhi

**Yhdistyksen sihteeri:**

I TkT Matti Ketola 90-42 11  
Outokumpu Oy  
PL 27  
02201 Espoo 20

II DI Erkki Tyni 90-601 911  
Rautaruukki Oy  
Fredrikinkatu 51—53  
00100 Helsinki 10

**Yhdistyksen rahastonhoitaja:**

TkL Heikki Aulanko 90-801 4316  
Vuoriharjuntie 35  
02320 Espoo 32

## SISÄLTÖ • INNEHÄLL

M. H. Tikkanen, Teknillinen tutkimustoiminta ja alkava 1980-luku	9
Antti Mikkonen, Heikki Kauppinen, Jouko Kallioinen: Siilinjärven kaivos	10
Raimo Matikainen: Louhintatekniikka — kansainvälinen kilpailu	16
Harri Hursti: LHD-tekniikka Suomen maanalaisissa kaivoksissa	19
Pentti Sotka, Bengt Söderholm: Alumiinituotanto ja Suomen potentiaaliset alumiinin raaka-aineet	23
Toimi Lukkarinen: Minne menet — mineraalitekniikka	27
Lauri E. K. Holappa: Prosessimetallurgian kehitysnäkymät	30
Veikko Lindroos: Ruostumattomien terästen fysikaalinen metallurgia tänään	32
Vetoamus	39
Kaivosmiesperinteen kilpakeräyksen tulokset	40
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.	45
Suoritettuja tutkintoja	53
Kaivostilasto	59

**Kansikuva:**



**Cover:**



**Jaostot:****Geologijaosto:**

FM Reijo Saikkonen, phj. 912-41 511  
Lohja Oy  
08700 Virkkala

LuK Marjatta Parkkinen, siht. 973-561  
Outokumpu Oy, Malminetsintä  
83500 Outokumpu

**Kaivosjaosto:**

DI Rolf Söderström, phj. 921-744 422  
Oy Partek Ab  
21600 Parainen

Civ.ing. Nils-Åke Astermo, siht. 921-744 422  
Oy Partek Ab  
21600 Parainen

**Metallurgijaosto:**

DI Jaakko Lautjärvi, phj. 982-301  
Rautaruukki Oy  
Raahen Rautatehdas  
92170 Raahensalo

TkT Jorma Rekola, siht. 982-301  
Rautaruukki Oy  
Raahen Rautatehdas  
92170 Raahensalo

**Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto:**

Prof. Toimi Lukkarinen, phj. 90-4566 199  
Teknillinen korkeakoulu  
Mineraalitekniikan laboratorio  
02150 Espoo 15

DI Esko Karjalainen, siht. 90-820 022  
Oy Hoechst Fennica Ab  
PL 237  
00101 Helsinki 10

**Tutkimusvaltuuskunta:**

Prof. Heikki Paarma, phj. 981-336 644  
Rautaruukki Oy  
Ampuhaukantie 4  
90250 Oulu 25

DI Seija Poitsalo, siht. 90-4566 202  
Teknillinen korkeakoulu  
02150 Espoo 15

**Vuoriteollisuus — Bergshanteringen:****Päätoimittaja - Chief editor:**

Prof. Martti Sulonen 90-4566 147  
Teknillinen korkeakoulu  
02150 Espoo 15

**Toimittaja - Editor:**

TkT Pekka Särkkä 90-4566 207  
Teknillinen korkeakoulu  
02150 Espoo 15

**Toimitussihteeri - Editorial secretary and advertisements:**

Rouva Kaija Marmo 90-462 192  
Otakallio 2 B 19  
02150 Espoo 15

**Toimitusneuvosto - Editorial board:**

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

TkT Kalle Hakalehto 931-32 400  
Oy Tampella Ab  
Keskushallinto  
33100 Tampere 10

FM Marjatta Virkkunen 90-4693 387  
Geologinen tutkimuslaitos  
02150 Espoo 15

DI Matti Palperi 954-63 688  
Ovako Oy Ab  
Imatran terästehdas  
55100 Imatra 10

DI Olli Korhonen 90-42 11  
Outokumpu Oy, Tekn.vienti  
PL 27, 02201 Espoo 20

**Ilmoitushinnat:**

Kansisivut 1800:—, muut sivut 1450:—

1/2 s. 950:—, 1/4 s. 650:—, väri 500:—

Vuosikerta 20:—, ulkomaille 30:—

Irtonumero 10:—

**TkL Heikki Aulanko hoitaa Vuorimiesyhdistys r.y:n jäsenkortistoa, joten pyydämme Teitä ilmoittamaan mahdollisista paik- tai osoitteenmuutoksista suoraan hänelle, mieluummin kirjallisesti.**

**Puh. 90 - 801 43 16, osoite Vuoriharjuntie 35, 02320 Espoo 32.**

**TkL Heikki Aulanko sköter om Bergsman-naföreningens medlemsregister, varför vi be Er meddela honom eventuella tjänste- eller adressförändringar, hellre skriftligt.**

**Tel. 90 - 801 43 16, adress: Bergåsvägen 35, 02320 Espoo 32.**

# Teknillinen tutkimustoiminta ja alkava 1980-luku

Tasavallan presidentin traditionaalinen uudenvuoden puhe oli meikäläiselle erinomaisen innostavaa kuultavaa. Siinähan tuotiin ensi kertaa korostetusti esille teknillisen tutkimuksen suuri merkitys maallemme ja, mikä tärkeintä, siinä presidenttimme tähdensi, että nyt on ryhdyttävä aktiiviseen toimintaan asioiden eteenpäin viemiseksi. Vain aniharva ulkopuolinen voi ymmärtää millaisen vapauttavan ja innostavan tunteen tämä julistus herätti meikäläisessä, joka joutui 1970-luvulla näkemään millaiseen alennustilaan maamme teknilliset korkeakoulut ja ennenkaikkea Otaniemen teknillinen korkeakoulu ajautui vinoutuneen korkeakoulupolitiikan ansiosta.

Kun seuraavassa tulen esittämään eräitä näkemyksiä teknillisen tutkimuksen osalta haluan korostaa, että lähtökohtanani on se tosiasia, että kyseessä on teollisuutemme ja teknillisten korkeakoulujemme yhteinen asia. Olen iloinen voidessani sanoa suoraan, että alamme teollisuus on osoittanut ymmärtäneensä tämän jo varsin kauan. Yhtenä esimerkkinä mainittakoon vv. 1978—79 järjestetyt työttömien insinöörien auttamiseksi; toimenpide joka ratkaisevasti vaikutti kaikkien mielialaan osastollamme.

Ilahduttavana merkkinä opetusministeriön suhtautumisessa tapahtuneesta muutoksesta on nk. maksullisen palvelututkimuksen ehtojen helpottaminen. Nyt on teollisuudella mahdollisuuksia saada teknillistä tutkimuspalvelua korkeakouluilta ja siten helpottaa korkeakoulujen taloudellista tilannetta. Tulevaisuus näyttää millainen merkitys tällaisella toiminnalla on alallamme, joka on perinteellisesti tottunut varsin joustaviin menettelytapoihin.

Toinen mielestäni paljon ilahduttavampi toimenpide on TKK:n Tukisäätiön perustaminen, joka tätä kirjoitettaessa oli jo tapahtunut tosiasia. Tarkoituksena on luoda systeemi, joka verovapauden avulla voisi edesauttaa TKK:n tutkimustoimintaa nykyistä paljon tehokkaammin. Mikäli säätiö saisi anomansa verovapauden olisivat sille tehdyt lahjoitukset verovapaita lahjoittajille ja vastaavasti myönnetyt apurahat niiden saajille. Huomatukseen, että apurahoja voitaisiin myöntää diplomi-, lisenasiaatti- ja väitöskirjatutkimuksiin edellyttäen, että

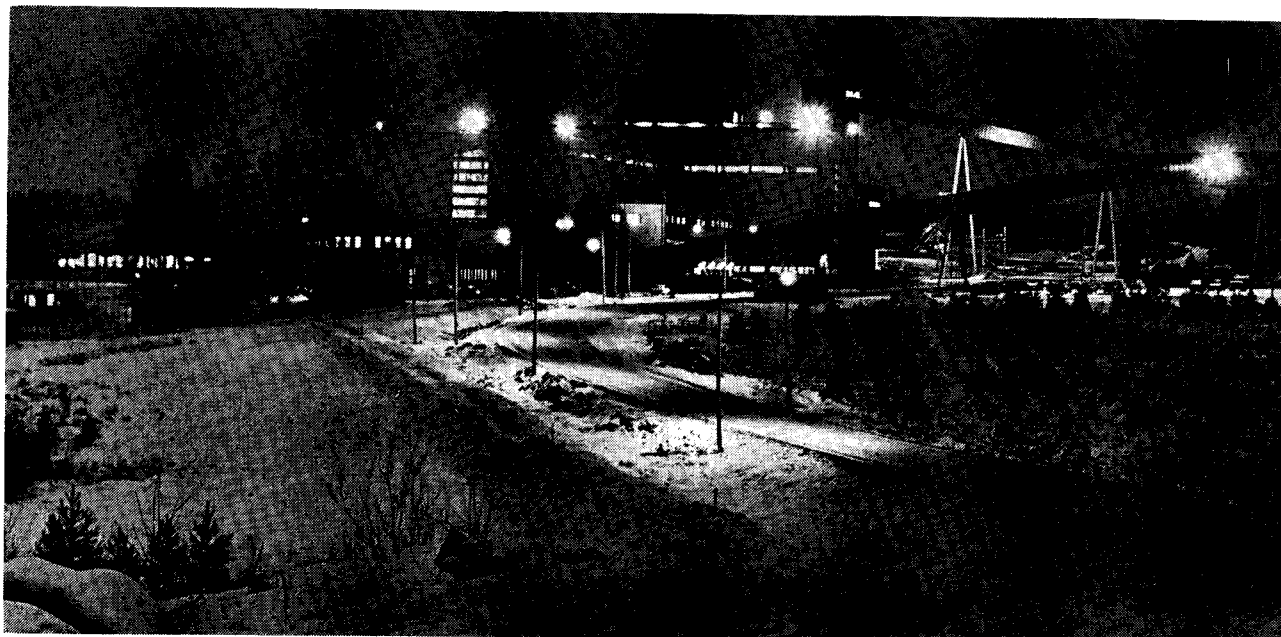
niitä voidaan pitää tieteellisinä tutkimuksina. Koska suurin osa nykyisin suoritetuista tutkimustöistä vuoriteollisuusosastolla on tekniikan nykyisen tason vaatimuksesta erittäin korkeatasoista, on selvää, että alamme teollisuudella on syytä seurata tämän asian kehittymistä erikoisen tarkasti.

Lähtöleveysuudessa teknillisen tutkimuksen tärkein probleemi on taloudellisten resurssien riittämättömyys. Laitteisto- ja tarvikemäärärahat, joiden tarve on poikkeuksellisen suuri vuoriteollisuusosastolla, ovat vähentyneet katastrofaalisesti kuluneina vuosina. Tämän vuoden tilanne ei ole asiaa korjannut, koska valtion talousarviota tehtäessä ei vielä tiedetty edellä kerrotusta julkisesta mielipiteen muutoksesta. Aivan yhtä vaikea tilanne on ollut välttämättömien uusien virkojen osalta. Näiden vaikeuksien voittamisessa voisi alamme teollisuudella olla ratkaisevaa merkitystä. On syytä muistaa, että kun tämä "uusi suunta" on tullut yleiseen tietoisuuteen seuraa siitä kiihtyvä kamppailu näkyvissä olevista määrärahalisäyksistä ja sitä kamppailua tullaan käymään kaikin luvallisin ja luvattomin keinoin. Esitän siksi alamme teollisuuden johtohenkilöille vakavasti harkittavaksi millä tavoin alamme teollisuus voisi yhteistoiminnassa vuoriteollisuusosaston kanssa päästä nopeasti ja aktiivisesti vaikuttamaan päätöksentekijöihin seuraavaa talousarviota käsiteltäessä. Voin vakuuttaa, että alamme teollisuuden merkitys maallemme ymmärretään ja että sen mielipide otetaan huomioon, jos se esitetään oikeissa yhteyksissä ja oikeaan aikaan.

On selvää, että tarkoitukseni ei ole korostaa vain teollisuuden velvoituksia. Välttämätöntä on, että vuoriteollisuusosastomme opettajat ja muut tutkimusta suorittavat ja johtavat henkilöt yhä tehokkaammin innostavat osaston opiskelijoita ja tutkijoita tässä yhteisessä pyrkimyksessä.

Kun muistaa miten hyvin nämä asiat on tähän asti saatu kaikista vaikeuksista huolimatta hoidetuksi, uskon että nyt kun näköpiiri on alkanut kirkastua ja teknillinen tutkimus saada julkista tunnustusta, osastomme tulee hoitamaan osaansa oikealla tavalla!

M. H. Tikkanen



## Siilinjärven kaivos

### KAIVOSHANKKEEN TAUSTA JA TOTEUTUS

**DI Antti Mikkonen, Kemira Oy Siilinjärven tehtaat ja kaivos**

Maamme kaivosteollisuus sai vuodenvaihteessa 79/80 tuotantopiiriinsä uuden tulokkaan Siilinjärven apatiittikaivoksen aloittaessa toimintansa. Tämä Länsi-Euroopan ainoa ja koko maailmassakin harvinaislaatuinen magmaatista fosforimalmia louhiva ja rikastava laitos lisää myös Kemira Oy:n toimintaan uuden, perinteiltään kuitenkin ikivanhan alueen — vuorityön.

### KAIVOSHANKKEEN TAUSTAA

Maailman raakafosfaattiteollisuus tuottaa vuosittain yli 100 miljoonaa tonnia raakafosfaattia, mineraaleja, jotka ovat jokapäiväiselle elämällemme tärkeämpiä kuin öljy tai rautamalmi. Fosfori on alkuaine, joka on korvaamaton kaikille elämän muodoille: yhtä hyvin kasveille, eläimille kuin ihmisillekin. 90 % fosfaatin tuotannosta palvelee maataloutta lannoitteina ja eläinrehuina. Loput 10 % löytää tiensä lukemattomiin teknisiin käyttöihin pesuaineista tulitikkuihin.

Suurimmat tuottajamaat ovat jo monia vuosia olleet USA, Neuvostoliitto ja Marokko. Samat maat hallitsevat myös maailman fosfaattikauppaa. Näin tulee tilanne olemaan myös jatkossa. Kuitenkin Neuvostoliiton viennin odotetaan voimakkaasti vähenevän lähivuosina. USA:n vienti vähentyy hitaammin. Marokko, jolla on hallussaan kolme neljäsosaa maailman tunnetuista fosfaattivaroista, tulee olemaan suurin viejä ja nostaa omaa jalostusastettaan.

Tietoisuus maailman lannoiteteollisuuden ratkaisevasta ja epävarmasta riippuvuudesta kolmesta, suhteellisen pienestä, fosfaattimalmialueesta — Floridasta, Kuolan niemimaasta ja Marokosta — tuli selvästi esiin vuonna 1974 tapahtuneiden hinnankorotusten aikana. Fosfaattiesiintymien etsiminen ja niiden usein vaikeasti ratkaistavan hyväksikäytön selvittäminen sai vauhtia eri puolilla maailmaa.

Siilinjärven 2,4 miljardia vuotta vanha muodostuma tuli nykyiseen tietoisuuteen kalliroleikkauksesta rakennettaessa Juankosken rautatietä 1950. Vajaan vuosikymmenen kuluttua löydöstä käynnistyivät tutkimukset alueella. Ensimmäiset selvitykset esiintymän hyväksikäyttömahdollisuuksista teki Lohjan Kalkkitehdas Oy vuosina 1958—60. Seuraavina olivat Typpi Oy 1964—66 ja Apatiitti Oy vuosina 1967—68. Apatiitti Oy:n sulaututtua Rikkihappo Oy:öön vuonna 1973, päätettiin esiintymän hyödyntämismahdollisuudet vielä kerran ottaa selvityksen kohteeksi. Tutkimuksia vauhdittivat tieto maailman raakafosfaattikaupan tulevasta kehityksestä ja erityisesti apatiitin itätuonnin loppumisesta.

Vaikein, kustannuksiltaan kallein, mutta lopulta menestyksekkään vaihe tutkimuksissa oli vuosien 1975—79 koerikastus. Tällöin toimi nykyisellä louhosalueella täydellinen pienoiskaivos, johon kuuluivat avolouhos, rikastamo, kuivaamo, jätealueet sekä kiertovesialtaat. Laitoksen kapasiteetti suurimmillaan oli 10 tonnia malmia tunnissa. Toiminta muuttui lopullisesti tutkimuksesta toteutukseksi, kun kaivosinvestointi käynnistettiin juhlavalla alkupamauksella tulevalla louhinta-alueella 28. 9. 1977.

### SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

Tehdyt päätökset merkitsivät intensiivisen suunnittelun ja rakennusvaiheen alkamista. Kemira Oy:n teknillinen ryhmä sai vastatakseen projektin toteutuksesta. Monivaiheisen tutkimustyön ja alkaneen suunnittelun luon-

netta ja haasteellisuutta korostaa se, ettei rikastusesikuvaa Siilinjärven malmille ole missään. Siilinjärven koe-rikastamolla löydettiin nyt toteutettu rikastusmenetelmä vuoden 1978 lopulla. Uuteen prosessiin liittyvät koeajot saatiin suoritetuksi vasta huhtikuun alkuun 1979 mennessä. On selvää, että myöhäisessä vaiheessa tapahtunut prosessin lopullinen mitoittaminen rikastuksen osalta heijastui suunnitteluun, laitehankintoihin, rakentamiseen ja asennustöihin, kiristäen alkujaankin varsin tiukkaa aikataulua.

Investointihanketta on kuitenkin suosinut sen sattuminen suhdanteiden kannalta varsin otolliseen talouselämän vaiheeseen. Hankkeen pysymiseksi aikataulussa tarvittiin laitoksen hankkijoiden poikkeuksellisen nopeita toimituksia, mikä oli mahdollista vain vallinneessa hyvän toimituskapasiteetin suhdanteessa.

Suunnittelusta toteutukseen siirtyminen konkretisoitui tammikuussa 1978 aloitetulla kaivosalueelle johtavan tien raivaus- ja rakennustyöllä. Ensimmäinen rakennuskohde rikastamon alueella, korjaamo-konttorirakennus, otettiin käyttöön samanaikaisesti, kun tehdasrakennustyöt vuoden 1979 tammi—helmikuussa alkoivat täydellä voimallaan.

Louhosalueen raivaaminen sekä kallioperässä pintaan puhkeavan malmin peitteenä olevan, paikoin 10 m:n paksuisen maakerroksen poisto aloitettiin keväällä 1978. Noin miljoonasta maakuutiosta hieman vajaa puolet käytettiin rikastamon jätealueen moreenipatoihin, 3—4 kilometriä louhokselta pohjoiseen.

Rakennustyön luonnetta suuria massamääriä käsittelevänä aluerakentamisena kuvaavat seuraavat luvut:

— rakennusurakoita	40 kpl
— rakennustilavuus	123 000 m <sup>3</sup>
— teitä yhteensä	9,5 km
— rakennuslouhintaa,	24 000 m <sup>3</sup>
joista maanalaista	13 000 „
— maansiirtotyöt,	1 200 000 „
joista patoihin	440 000 „
— 110 kV:n voimalinja	2,2 km

Projektin kone- ja laitehankinnat on valtaosaltaan tehty kotimaasta. Investoinnin kotimaisuusaste on n. 85 % koneteknisten hankintojen osalta ja n. 90 % mikäli myös kokonaan kotimainen suunnittelu ja rakentaminen sisällytetään lukuun. Rakennus- ja asennustöiden ollessa kuumimmillaan syksyllä 1979, työmaan kokonaisvahvuus ylitti 500 hengen rajan.

### KOEKÄYTTÖ JA TUOTANNON ALOITUS

Rakentamisen rinnalla valmistuivat asennustyöt. Marraskuussa suoritettiin ensimmäiset koneistojen koeikäytöt ja aloitettiin malmimyllyjen voimansiirtolaitteiden sisäänajo.

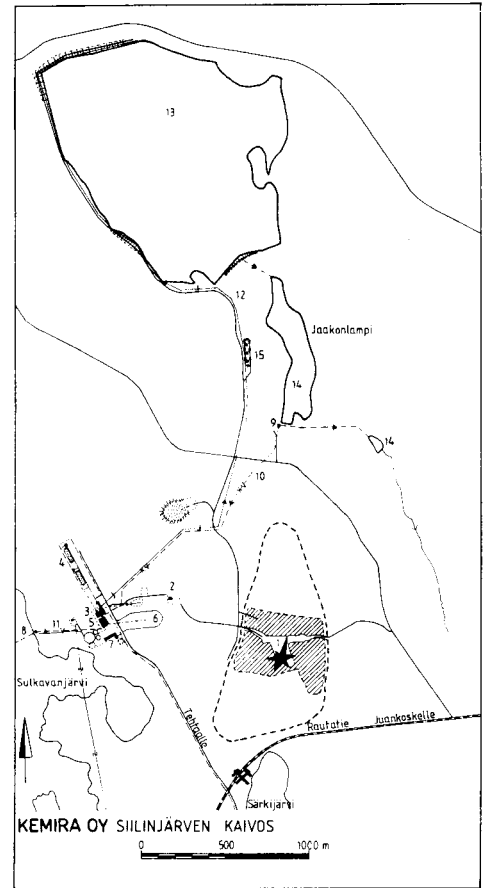
Ensimmäisen kerran louhosdumpperit kippasivat lohokareensa karamurskaimeen 27. 11. ja malmin vaahdottamiseen päästiin hieman ennen joulua. Valmistaa apatiittirikastetta suodatettiin varastoon tarkalleen kuukauden kuluttua karamurskaimen koeikäytön alkamisesta 27. 12. 1979. Koeikäyttö jatkui 15. helmikuuta saakka, jolloin kaivos siirtyi tuotantoon ja rikasteen jatkuva käyttö Siilinjärven fosforihappotehtaalla sekä lannoitetehtaalla oli kokeiltu asetetut tavoitteet täyttävin tuloksin.

### KAIVOSHANKKEEN SISÄLTÖ

Kaivos käsittää seuraavat prosessivaiheet, tuotanto-osastot ja laitteet:

— avolouhos, jonka kapasiteetti on 2—3 miljoonaa tonnia malmin vuodessa

- ★ MALMIN LÖYTÖPAIKKA
- 1 AVOLOUHO
- 2 KARKEAMURSKAAMO
- 3 MURSKAAMO - JAUHIMO
- 4 TASAUSVARASTO
- 5 RIKASTAMO
- 6 RIKASTEVARASTO
- 7 KONTTORI-KORJAAMO
- 8 RAAKAVESI-PUMPPAAMO
- 9 KIERTOVIESI-PUMPPAAMO
- 10 KIERTOVIESI-JOHTO
- 11 RAAKAVESI-JOHTO
- 12 JÄTEJOHTO
- 13 JÄTEALUE
- 14 SELKEYTYSALTAAT
- 15 RAJAHYDYSAINEVARASTO



**Kuva 1.** Siilinjärven kaivos sijoittuu harvaanasuttuun yläsavolaiseen metsämaiseen 7 kilometriä kuntasuunnasta koilliseen. Matkaa Kemira Oy:n Siilinjärven tehtaille on kolme kilometriä.

**Fig. 1.** General map of the mining area. The mine and concentrator lie 7 km north-east from the Siilinjärvi village, near Kemira Oy's chemical plant.

- karkeamurskaamo sekä maanalaisten kallioksiilo
- väli- ja hienomurskaamo, jauhimo sekä malmin homogeenisointivarasto
- rikastamo, johon on sijoitettu apatiitin ja kalsiitin vaahdotuslaitteistot sekä vedenpoisto
- rikasteiden varastoalue
- 110 kV:n sähkölinja Siilinjärven tehtaille tulevalta linjalta sekä 20 MVA:n 110/10 kV:n muuntoasema
- n. 200 hehtaarin jäte- ja vedenkierrätysallasjärjestelmä, tarvittavat raaka- ja kierto-vesipumppaamot
- 15 MW:n kaukolämpöverkko Siilinjärven rikkihappotehtailta jäteämmön siirtämiseksi rikastamolle.

Tuotantolaitokset on rakennettu siten, että ne joustavasti ja ajallisesti nopeasti ovat laajennettävissa. Jo nyt kaivoksen perusinvestoinnissa on tiettyjä prosessiosia mitoitettu nykyistä suuremmalle tuotannolle.

### HENKILÖKUNTA

Kaivoksen suunnittelun lähtökohta on tehokkaiden koneistojen lisäksi ollut verraten korkea automaatioaste. Lay-out on myös suunniteltu siten, että koneistojen ja tehdastilojen huolto on mahdollisimman koneellisesti suoritettavissa. Kaivoksella työskentelevän Kemira Oy:n henkilökunnan määrä on 93, joista toimihenkilöitä 28. Kolmivuorotyötä tekevän henkilöstön osuus on 30. Lisäksi toiminta työllistää louhosurakoitsijan 32 henkeä eli kokonaisvahvuus on 125.

### VESIHUOLTO

Rikastusprosessin vesimäärä on suuri. Yhteensä noin 1 000 m<sup>3</sup>/h vesitarpeesta voidaan pääosa tyydyttää kiertämällä jätealueella selkeytynyt vesi Jaakonlammen kiertovesipumppaamolta takaisin malmin jauhatukseen. Joihinkin erikoiskäyttöihin tarvitaan lisäksi myös tuorevettä. Tuoreveden käytön, kiertovesialtaisiin sulavan ja satavan veden, kaivosalueen pintavesien sekä louhoksesta pumpattavan veden takia prosessikiertoon syntyy vesiylijäämä, joka tullaan johtamaan vesistöön. Ennen vesistöön johtamista jätevesi puhdistetaan kemiallisesti saostamalla. Veden ottamiseksi Sulkavanjärvestä sekä jätevesien johtamiseksi Sikopuron kautta Kuuslahteen on vireillä vuoden -78 alussa jätetty vesilupa-anomus. Anomuksen johdosta suoritettu vesioikeudellinen katselmustoimitus saatiin päätökseen kesällä 1979. Kaivoksen vesihuolto- ja jätekykyisiä suunniteltaessa on vertailukohtana ollut toisaalta maan kaivosteollisuus ja toisaalta viereinen kemiallinen tehdas. Suunnitelmien mukaan kyetään jätevesien osalta saavuttamaan niin korkea puhtausaste, ettei kuormitus yhdessä kemiallisen tehtaan kuormituksenkaan kanssa aiheuta merkittävää haittaa vesistölle.

### TÄSTÄ ETEENPÄIN

Tänään näyttää siltä, että ne kaivosta koskevat kauaskantoiset päätökset, jotka liittyvät Kemira Oy:n aktiiviseen toimintaan oman kotimaisen raaka-ainepohjan vahvistamiseksi, ovat langenneet hyvään maahan. Samalla ne merkitsevät Suomen kaivannaisteollisuudelle uutta valtausta lannoitteiden ravinteiden alalle. Sitten investointipäätösten vuonna 1977, on Siilinjärven kaivoksen asema kehittynyt suotuisasti.

Apatiitin tarve on lisääntynyt arvioitua nopeammin mm. käynnistyneen fosforihapon vientikaupan myötä. Rikastustekniikan alalla onnistuttiin vielä laitoksen hankintavaiheessa kehittämään aikaisempaa parempi prosessi, minkä lisäksi myös tapahtunut hintakehitys on vahvistanut oman tuotteen kilpailukykyä. Projektin toteutus ajoittui investoinnin kannalta onnistuneesti ja prosessi toimii odotetusti.

Siilinjärven malmin sisältämään kiilteeseen sekä karbonaattihin kohdistuva voimakas tutkimus ja tuotekehitys tulevat aikanaan elävöittämään kaivoksen toimintakuvaa uusien tuotteiden muodossa. Näyttää kuitenkin siltä, että sitä ennen on syytä paneutua kysymykseen kaivoksen apatiittituotannon lisäämisestä vastaamaan ainakin Siilinjärven tehtaiden omaa fosforitarvetta.

## SIILINJÄRVEN ESIINTYMÄ JA LOUHOS

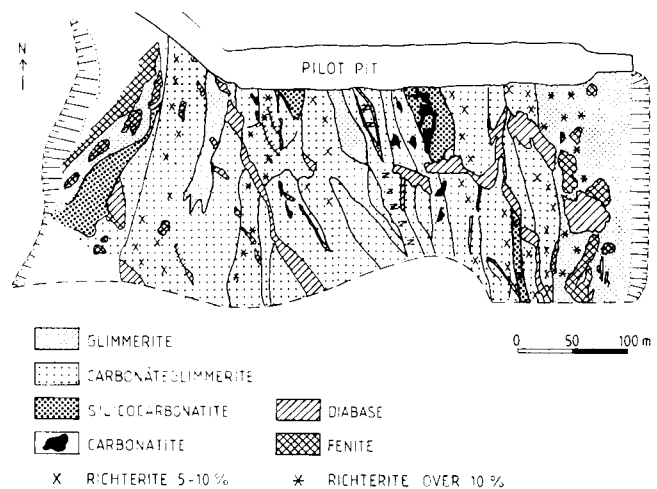
FM Heikki Kauppinen, Kemira Oy Siilinjärven tehtaat ja kaivos

### SIILINJÄRVEN ESIINTYMÄ

Siilinjärven apatiittipitoinen karbonatiitti-esiintymä sijaitsee Iisalmen graniittigneissialueen kaakkoisosassa. Sen tunnettu pituus on n. 16 kilometriä /1/. Esiintymän pohjaa ei tunneta. Kairauksella on lävistetty karbonatiittia n. 700 m:n syvyydeltä. Eteläpään yhtenäinen, n. 9 km pituinen, karbonatiitti-muodostuma on lähes pysty, keskiosastaan 400—600 m paksu laatta. Malmin keskimääräiset mineraalimäärät ovat; flogopiitti n. 65 %, karbonaatti n. 19 %, josta pääosa on kalsiittia ja noin viidennes dolomiittia, apatiitti n. 10 % sekä amfiboli n. 4—5 %. Amfiboli on yleisimmin richteriittiä. Apatiittipitoiset kivilajit muodostavat glimmeriitti-karbonatiitti-sarjan, jonka jäsenet ovat karbonaattipitoisuuden mukaan seuraavat;

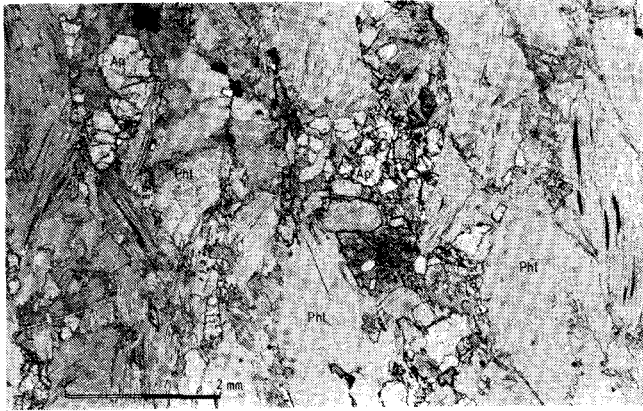
	krb-pit. %
— glimmeriitti	0—5
— karbonaattiglimmeriitti	5—25
— silikokarbonatiitti	25—50
— karbonatiitti	50—100

Kesällä 1979 suoritettun maanpoiston alueella n. 40—90 % karbonaattia sisältävät kivilajit näyttäisivät puuttuvan. Karbonatiitti, joka sisältää yleensä yli 90 % karbonaattia, esiintyy kiillerikkaammassa kivilajeissa linsseinä ja juonijonoina (kuva 2). Glimmeriittiä esiintyy run-



Kuva 2. Avolouhoksen keskiosan geologinen kartta.

Fig. 2. Geological map of the central part of the open pit.



**Kuva 3.** Ohuthiekkuva, pieniä apatiittirakeita glimmeriitissä.

**Fig. 3.** Thin section, small apatite grains in glimmerite.

saasti muodostuman reunaosissa. Siellä on paikoin raakusulkeumia, jotka lienevät feniittiä. Diabaasi on toinen vaahdotusta häiritsevä raakkukivi. Se esiintyy jyrkkäkaateisina, paikoin katkeilleina juonina.

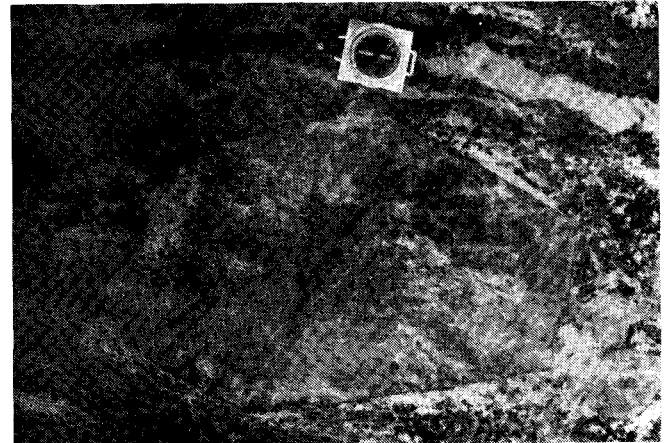
Apatiitin määrä lienee keskimääräisesti kaikissa malmikivityypeissä samaa luokkaa. Apatiitin raekoko on kiilllerikkaimmissa malmiladuissa pieni (yleensä <1 mm, kuva 3). Karbonaattiin yhteydessä sen sijaan apatiitti esiintyy yleisesti suurina kiteinä. Suurimman havaitun kiteen läpimitta on ollut 56 cm (kuva 4).

Geologisen kartoituksen yhteydessä on pyritty rajamaan vähintään louhosyksiköiden kokoisia, mineralogisilta ominaisuuksiltaan mahdollisimman tasalaatuisia malmialueita, jotka louhitaan kerralla (kuva 5). Tämä syöteerä murskataan ja homogenisoidaan tasausvarastolla tasalaatuiseksi. Näin pyritään alueellisiksi todetut rikastusmineralogiset tekijät, kuten raakoon erilaisuus, apatiitin sulkeumat ja häiritsevät harmemineraalit (mm. richteriitti) saamaan hallittaviksi. Valitsemalla kullekin malmiladulle sopiva jauhatustase ja "vaahdotusresepti" toivotaan päästävän sekamalmia taloudellisempaan lopputulokseen.

### LOUHOS

Apatiittilouhos on suunniteltu välittömästi Siilinjärvi — Sysmäjärvi rautatien pohjoispuolelle. Louhoksen pituus tulee olemaan 1200 m, leveys 200—600 m ja syvyys vähän yli 200 m. Apatiittimalmia on laskettu saatavan louhoksesta n. 102 milj. tonnia. Sivukiveä, pääasiassa diabaasia joudutaan louhimaan n. 12 milj. tonnia. Pengerkorkeudeksi on suunniteltu 12 m. Louhinnan, lastauksen ja kuljetuksen karamurskaimen suorittaa urakoitsija.

Porauksessa käytetään kallion pintatasolla pienreikäkalustoa. Seuraavan tason louhintaa varten urakoitsija on tilannut kotimaisen hydraulisen iskuporakoneen. Se on dieselkäyttöinen ja varustettu 13,5 metrin syöttölaitteella.

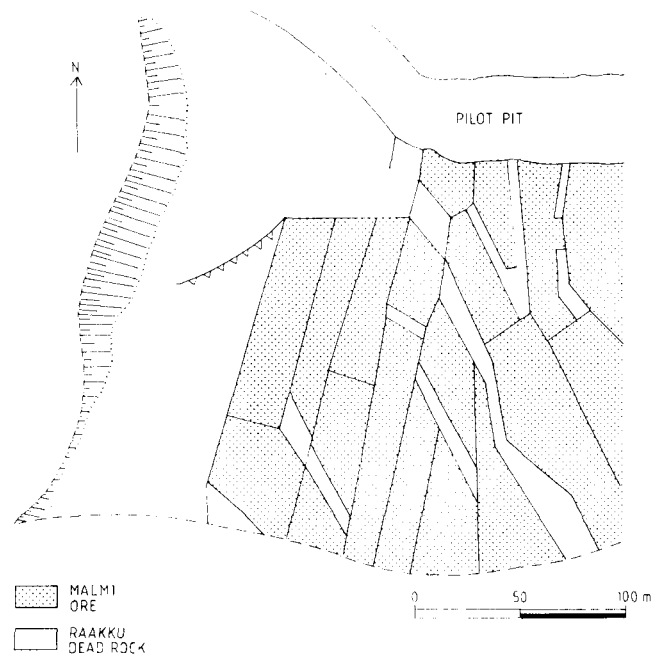


**Kuva 4.** Suuri apatiittikide karbonaattiglimmeriitissä.

**Fig. 4.** Large apatite crystal in glimmerite-carbonate.

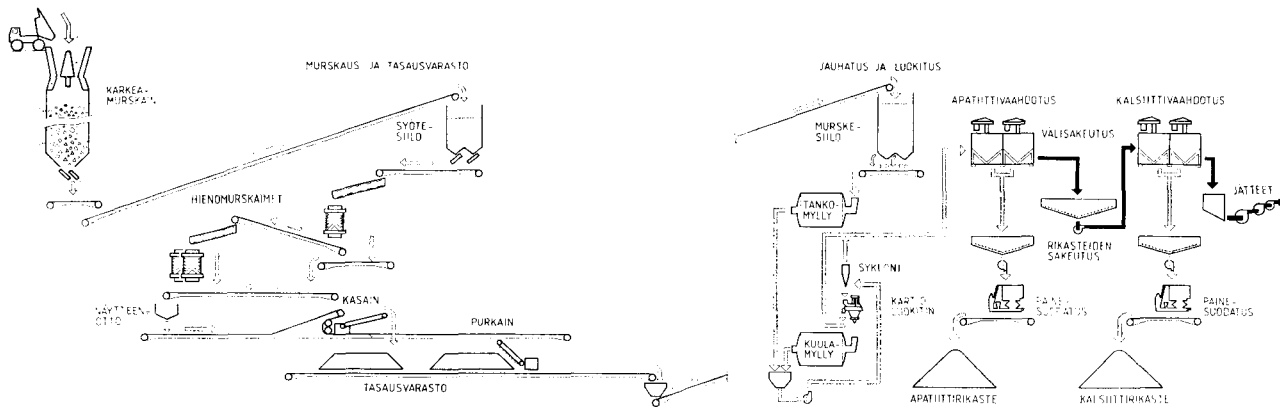
Räjähdysaineena käytetään pääasiassa Vihtavuoren ammoniittia. Vuosilouhinnaksi on ensimmäisenä vuonna suunniteltu 2,5 milj. tonnia, mistä rikastamon syötettä on n. 2,3 milj. tonnia.

Päälastauskoneena käytetään pyöräkuormaajaa (Cat 988 B). Lisäksi on tulossa 3 m<sup>3</sup>:n kuokalla varustettu kairinkone. 6 kpl n. 35 tonnin maansiirtoautoa suorittaa louheen kuljetuksen. Näistä osaa käytetään maanpoistoon, jota tehdään vuosittain 200 000—400 000 k-m<sup>3</sup>. Maanpoistoa riittää avolouhosalueella vielä 6—8 vuodeksi.



**Kuva 5.** Malmista on rajattu mineralogisesti tasalaatuisia lohkoja.

**Fig. 5.** The ore body is divided into blocks whose mineralogical features are similar. The ore of one block will be stoned and concentrated together.



**Kuva 6.** Yksinkertaistettu prosessikaavio.

**Fig. 6.** Simplified process flowsheet.

## SIILINJÄRVEN RIKASTAMO

**DI Jouko Kallioinen, Kemira Oy Siilinjärven  
tehtaat ja kaivos**

### YLEISIÄ SUUNNITTELUPERUSTEITA

Rikastamoratkaisuun vaikuttivat voimakkaasti koerikastamon kokemukset. Näiltä pohjin pyrittiin rakentamaan laitos, joka olisi käyttökustannuksiltaan alhainen sekä perustuisi mahdollisimman moderniin tekniikkaan. Jälkimmäisen vaatimuksen toteuttaminen merkitsi totutusta poikkeavien laitteiden ja ratkaisujen käyttöönottoa. Käyttökustannusten kurissapitämiseksi hankittiin mahdollisimman suuria koneyksiköitä ja vuoromiehitys supistettiin minimiin. Vastaavasti henkilöstön minimoimisen seurauksena tuli automaatioasteesta suomalaisittain katsoen korkea, vaikkakin sopivaa jatkuvatoimista analysointia ei vielä maailmasta löydykään.

Energiakustannuksen minimoimiseksi päätettiin käyttää läheisen kemiallisen tehtaan jäteämpöä prosessin lämmöntarpeen tyydyttämiseen.

### MURSKAUS

Malmin murskaus on periaatteessa yleisesti käytetty. Kolmivaiheisessa murskauksessa on esimurskaimena Svedala—Arbrån valmistama AC 54—74 karamurskain, jolla avolouhoksesta kuljetettu malmi murskataan n. —25 cm lohkokokoon. Välimurskaimena on 7" Symons St ja hienomurskaimina rinnakkaiset 7" Symons SH sekä vastaavan kokoinen Lokomo S 21. Sekä väli- että hienomurskaimia edeltävät kaksitasoiset kumiseulaverkot, joilla erotetaan valmis —25 mm murske. Murskauksen varsinainen varastosilo on esimurskaimen jälkeinen maan-alainen silo, josta karkeamurske nostetaan hinnakuljettimella väli- ja hienomurskaamon syötesiloon. Tämän syötesiloon liikkuva kapasiteetti vastaa hienomurskaamon n. 1 h:n tuotantoa, jolloin silo toimii lähinnä vastaanottotaskuna.

Malmiesiintymän hyväksikäytön intensiivisen tutkimisen tehostamiseksi on hienomurskaamon tuotteelle rakennettu näytteenottoasema. Tässä murskevirrasta erotettu näyte murskataan valmiiksi laboratoriokäsittelyä varten —2 mm raekokoon analysointia ja vaahdotuskokeita varten.

### TASAUVARASTO

Vaahdotusrikastuksen toimintaedellytysten parantamiseksi johdetaan murskattu malmi avoimeen tasausvarastoon. Malmin homogenisointi kahteen erilliseen 40 000 t:n kasaan suoritetaan Kone Oy:n toimittamalla kasaimella. Purkaus jauhatuksen syöttösiiloon tapahtuu automaattisella kiskoilla liikkuvalla purkaimella kasan päätypurkauksena.

Syynä siirtymiseen edellä kuvattuun malmin varastointiin oli paitsi edelleen käsittelyä varten tehokas homogenisointi, myös malmin sataprosenttinen saanti tämännäytteisestä varastosta. Tasausvarastoa seuraava tankomyllyn syöttösiiloa voidaan pitää lähinnä vastaanottotaskuna.

### JAUHATUS JA LUOKITUS

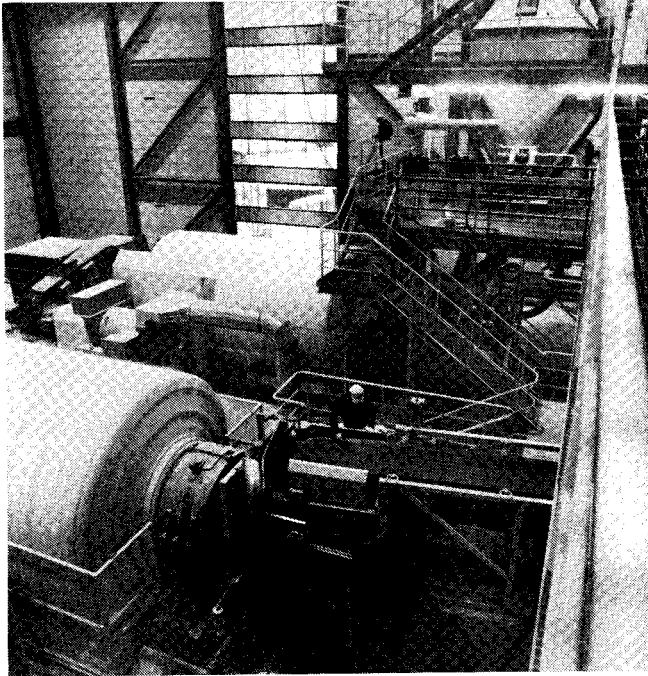
Tavalliseen tanko-kuulajauhatukseen päädyttiin autogeenijauhatusta vähäisemmän liejun muodostuksen sekä ratkaisun toimintavarmuuden takia. Koerikastuksessa havaittu vaahdotusta häiritsevä lieju pyritään edelleen eliminoidaan kaksivaiheisella luokituksella.

Tehtävään valittu kotimainen Larox Oy:n syklonikartioluokitus toimii suljetussa piirissä kuulamyllyn kanssa. Edellä kuvattuun jauhatuspiiriin kuuluu kaksi Wärtsilä Oy:n toimittamaa mitoitetaan identtistä 4x6 m myllyä, toinen primääri- ja toinen sekundäärijauhatuksessa. Myllyt ovat kaulavetoisia ja varustetut tappivaihteistoilla sekä voimanlähteenä 1 700 kW:n oikosulkumoottorilla. Päätökset edellä kuvatusta voimansiirrosta ja sähkömoottorivalinnasta tehtiin niiden olennaisesti alhaisemman hankintahinnan vuoksi tavanomaisiin ratkaisuihin verrattuna.

### VAHDOTUS

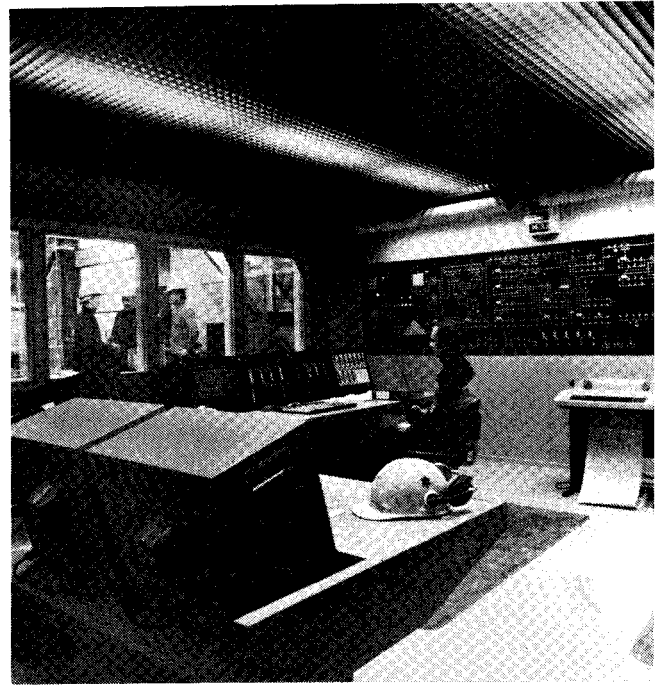
Rikastamon tuotteiden apatiitti- ja kalsiittirikasteen erottaminen on tyypillinen selektiivivaahdotus useampiasteisine kertauksineen. Apatiittivaahdotuksessa pyritään lisäksi mahdollisimman suureen veden kierrätykseen ennen kalsiittivaahdotusta olevalla välisakeutuksella. Pidettävässä tavoitteena suuria koneyksiköitä ja alhaisia käyttökustannuksia varustettiin vaahdotus Outokumpu Oy:n OK-38 koneistolla, kokonaisuutensa 22 akselia. Eri-tyistä on esi- ja kertausvaahdotuksissa samankokoisen kaluston käyttö. Näinkin suuren vaahdotuksen vaahdotusilman tuottaminen on suurehko energiakysymys. Vertailujen perusteella varustettiin rikastamo yksiportaisilla puhaltimilla, joiden energiankulutus on kaksiportaisia puhaltimia alhaisempi ja säädettävyyden helpompaa.





Kuva 7. Malmin jauhatus.

Fig. 7. Ore grinding.



Kuva 8. Ohjaamo valvontalaitteineen.

Fig. 8. Control room.

### VEDENPOISTO

Lopputuotteiden kosteusvaatimus oli pohjana vedenpois-  
toratkaisuille. Koska n. 8 % kosteutta sisältävä apatiitti-  
rikaste oli sopivaa jatkokäsittelyyn, päädyttiin tavan-  
omaiseen tuotesakeutukseen, mutta suotimiksi valittiin  
suurimmat saatavissa olevat painesuotimet. Painesuoti-  
met ovat 32 m<sup>2</sup>:n suodatuspinta-alalla varustettuja Larox  
PF 32 suotimia, joita on hankittu kaikkiaan 6 kpl. Eri-  
tyispiirteinä on ristiinkytkentämahdollisuus, jolloin jo-  
kaisella suotimella on mahdollista tuottaa joko apatiitti-  
tai kalsiittirikastetta. Tuotannossa on suodatuskosteus ol-  
lut 6–8 %.

### JÄTTEEN PUMPPAUS

Sopiva jätealue löytyi varsin kaukaa rikastamosta ja tä-  
mä asetti suunnittelijat vaikean pumppaustehtävän eteen.  
Lietteen pumppausetäisyydeksi tuli n. 3 km ja samalla lie-  
te oli nostettava 40 m:n korkeuteen. Vastaavia pump-  
pauksia etsittäessä haettiin oppi Ruotsista. Putkivalinnak-  
si tuli Ø 400 mm teräsputki varustettuna kumisin jousto-  
ja kulmakappalein. Näitä linjoja rakennettiin kaksi ja  
kumpikin varustettiin kolmella sarjaankytketyllä 12”  
pumpulla, vaaditun nostokorkeuden aikaansaamiseksi.

### AUTOMAATIO

Suomalainen rikastamotekniikka on ollut tunnettua kor-  
keasta automaatioasteesta ja Siilinjärven rikastamon  
voidaan sanoa painivan samassa sarjassa. Säätojärjestel-  
mäksi valittiin Valmet Oy:n modernilla mikroprosessori-  
tekniikalla toteutettu Damatic-järjestelmä, johon liittyy  
myös laajahko raportointijärjestelmä. Suurten tuotanto-  
koneyksiköiden ansiosta on mittausten ja säätöjen lu-  
kumäärä kohtuullinen. Säätojärjestelmään liitettäväksi on  
lisäksi tilattu DEC:in Minc-mikroprosessoripohjainen tut-  
kimuslaitteisto, jolla voidaan suorittaa laajaa prosessi-

laskentaa ja myöhemmässä vaiheessa on prosessin opti-  
mointi tavoitteena. Automaatioon liittyen on prosessi va-  
rustettu runsaalla TV-valvonnalla ohjaamossa olevine  
monitoreineen.

### KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Puustinen, K. (1971). Bull. Comm. Geol. Finlande  
249, 43 p.

### SUMMARY

#### KEMIRA OY SIILINJÄRVI MINE

This article presents the new apatite mine opened at  
Siilinjärvi, near the town of Kuopio in Central Finland.  
The mining activity coincides with Kemira Oy's general  
tendency to strengthen the basis of its fertilizer production  
by using domestic raw materials.

The dimensions of this magmatic glimmerite-carbonate  
formation are large but the apatite content small, only 9,5  
%. In addition to apatite, part of the carbonatite (calcite  
and dolomite) will be beneficiated for agricultural pur-  
poses. The ore is extracted using open pit technology.

After its discovery in 1950, the deposit was investigated  
by several companies. The low-grade ore finally became  
economically attractive owing to the rapid price de-  
velopment in the 70'st the stopping of Kola apatite  
imports, and the success of the research work done on  
the difficult separation of calcite and apatite.

The installation has a capacity of 2 million t/a of ore,  
which makes it the largest in Finland. The amount of  
apatite concentrate will be 200000 t/a and of calcite,  
50000–200000 t/a. The production will cover one half of  
the phosphorus need of the company's phosphoric acid  
and fertilizer plant at Siilinjärvi. The mine and con-  
centrator have been designed so that production can be  
easily expanded if necessary.

# Louhintatekniikka — kansainvälinen kilpailu

Prof. Raimo Matikainen, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, louhintatekniikan laboratorio, Otaniemi

Virkaanastujaisesityelmä 26. 2. 1980

## MITÄ LOUHINTATEKNIikka ON

Louhintatekniikka on kallion-kiven särkemistä ja siten saadun tilan, tuotteen ja louheen käsittelyä. Tavoitteena voi olla kallioon louhittu pysyvä tila (avoleikkaus, tunneli, säiliö, väestösuoja jne) tai sitten louhe, jolloin itse louhoksella ei ole varsinaista käyttöä eikä taloudellista arvoa. Suunnittelun kannalta näillä vaihtoehdoilla on selvä ero, mutta itse käsiteltävä, louhittava materiaali on samaa epähomogeenista kiveä ja kalliota.

Louhintatekniikka-käsitteeseen sisältyvät toisaalta ne eri teknilliset työvaiheet ja toiminnot, jotka ovat tarpeen louhoksen suunnittelussa ja louheen käsittelyssä. Näistä mainittakoon geologinen ja erityisesti rakennegeologinen tutkimus, kalliomekaniikka, poraus, räjäytys, lastaus, kuljetus, nosto, veden pumppaus, tuuletus, kunnossapito jne.

Louhinta on kiven ja malminkäsittelyn alkupää, jossa tuotteen jalostusarvo on vielä alhainen. Louhinta jää taloudellisesti rakennustöiden, rikastuksen ja metallurgian varjoon, sillä loppupää tuo vasta varsinaisen tuoton.

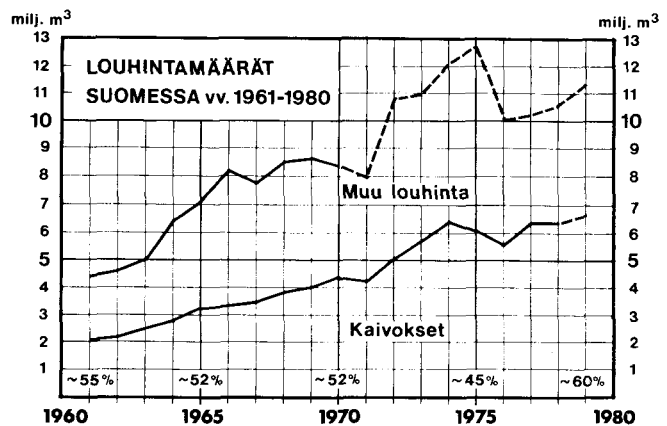
## LOUHINTATYÖT SUOMESSA

Kaivostoimintaan liittyvä kiven käsittely edustaa tällä hetkellä n. 50 % koko maan louhinnasta. Kaivosten käsittelemät kivimäärät ovat lisääntyneet suhteellisen taiseesti mutta "muussa louhinnassa" tapahtui voimakas taantuma 1974—75 huippukauden jälkeen. Vertailun vuoksi mainittakoon, että Ruotsin kaivosten kokonaislouhinta on n. 3-kertainen Suomen koko louhintaan verrattuna.

Käsitteeseen "muu louhinta" sisältyy hyvin kirjava joukko louhintatöitä, joista maanalaiset säiliöt ja väestösuojat erottuvat teknisesti vaativimpina omaksi ryhmäkseen. Näiden suunnittelusta ja toteutuksesta on Suomessa nyt saatu niin vankka kokemus ja referenssit, että tätä teknologiaa ollaan valmiit markkinoimaan myös maan ulkopuolelle. Louhinnan osuus itse projektin hinnasta ei kuitenkaan välttämättä nouse kovin suureksi, koska samalla yleensä myydään kokonaisprojekti mukaan luetuna säiliöteknologia ja rakennustyöt.

Useimmat Suomen sulfidi- ja rautakaivokset ovat nyt uhkaavasti vanhenemassa ja syvenemässä kaikkein teknillis-taloudellisine seurauksineen, jolloin myös niiden kannattavuus on tulossa kyseenalaiseksi.

Metallien maailmanmarkkinahintoihin tulee väistämättä vaikuttamaan muualla maailmassa avatut ja avattavat



Kuva 1. Louhintamäärät Suomessa vv. 1961—1980. Kuva perustuu aikavälillä 1961—1970 Valtion Teknillisen Tutkimuslaitoksen Geoteknisen laboratorion prof. K-H. Korhosen johdolla tekemään tutkimukseen /1/. V. 1970 jälkeiseltä ajalta kaivosten luvut ovat virallisesta tilastosta ja "muu louhinta" on arvioitu Suomen Forsiitti-Dynamiitti Osakeyhtiön ins. Väinö Järvisen kokoaman räjähdysaineen myyntitilaston perusteella.

Fig. 1. Volume of rock excavated in Finland in 1960—1980. The figures for 1960—1970 are based on the research work done by the Geotechnical Laboratory at the State Institute for Technical Research under control of professor K-H. Korhonen. The figures for the years 1970—1979 are based on the mine statistics and on the explosive sales statistics collected by Mr. Väinö Järvinen from Suomen Forsiitti-Dynamiitti Osakeyhtiö.

suuret avolouhokset. Tämä koskee yhtäläillä rautamalmeja kuin sulfidimalmeja.

Sulfidimalmien puolella on ollut tyypillistä myös suurien ja äkillisten maailmanmarkkinahintojen vaihtelut.

Näyttää väistämättä siltä, että jos tulevaisuudessa aiotaan Suomessa pitää kotimaisen raaka-aineen osuus edes tyydyttävällä tasolla, on meidän oltava valmiit hyödyntämään yhä heikkolaatuisempia esiintymiä, jotka ovat marginaalimalmeja ja selvästi kansainvälisten cut-off rajojen alapuolella. Tässä ei ole sinänsä mitään uutta, koska lähes kaikki nykyisin toimivat metallikaivokset on avattu marginaalimalmeina. Jo niiden avauksessa on aikanaan otettu suuri teknillinen ja taloudellinen riski.

Erikoisuutena voidaan mainita se, että Suomessa louhitaan esim. kalkkikiveä maanalaisena louhintana sementin raaka-aineksi, mikä on maailmalla todella harvinaista.

Kaikki kaivoksemme olivatpa sitten kyseessä avolouhokset tai maanalaiset kaivokset ovat kansainvälisesti ottaen pieniä tai korkeintaan keskisuuria. Olemme yleensä kyenneet pitämään kustannukset kohtuullisella tasolla, vaikka pienten yksiköiden kustannukset tahtovat helposti nousta korkeiksi.

Avolouhosten kohdalla olemme kansainvälisesti katsoen varsin kokemattomia. Lähinnä esiintymien pienuus on hidastanut avolouhostekniikan kehittymistä maassamme. Suurimmat avolouhoksemme ovat kapasiteetiltaan vain n. 2 milj. t/v. Avolouhoksen käyttökustannukset kyetään pudottamaan hyvin alas. Edullisissa olosuhteissa ja riittävällä kapasiteetilla, yli 10 milj. t/v, toimiva avolouhos voi nykyisin toimia kannattavasti esim. kuparikaivoksen kyseessä ollessa Cu-pitoisuudella 0.35 % ja cut-off arvoilla 0.20 %.

Avolouhoksen eduksi voidaan ottaa myös se, että kustannukset on mahdollista arvioida etukäteen huomattavasti suuremmalla tarkkuudella kuin maanalaisessa toiminnassa. Vaikuttaa siltä, että avolouhinta on yksi niistä harvoista louhintamenetelmistä, joilla voidaan meilläkin hyödyntää todella alhaisia pitoisuuksia, mutta kokonaismalmimäärien on oltava silloin suuria.

#### LOUHINTATEKNINEN MYYNTI JA KILPAILU

Kilpailu ja kilpailukyky tulee aina eteen olipa sitten kyseessä mikä tuote tahansa. Kansainvälisessä kilpailussa meidän on kyettävä toimittamaan markkinoille tuotteita, tässä tapauksessa louhintaa, louhintasuunnittelua, malmeja, rikasteita, metalleja, louhintakoneita jne, jotka ovat laadultaan tai hinnaltaan edullisempia kuin mitä muut kilpailijat kykenevät toimittamaan ja valmistamaan. Jotta voisimme selvittää kilpailussa, meidän on siis pysyttävä hieman keskimääräistä kehitystä edellä, muuten meillä ei ole mahdollisuuksia ei suunnittelun eikä koneiden myynnissä. Toinen sija ei yleensä kilpailutilanteessa lohduta. Korkea tiedon taso ja kehitys palvelee samanaikaisesti, jopa ensisijaisesti kotimaisten marginaalimalmien hyödyntämistä, sillä meillä on oltava näytettävänä referenssejä. Kukaan ei usko ilman näyttöä.

Riittävän laaja, korkeatasoinen ja pitkäjänteinen teollisuus luo yleensä pohjan myös kotimaiselle kone- ja tarviketeollisuudelle tuonnin rinnalla. Näin on käynyt Suomessakin.

Suomessa käytettävistä kallion porauslaitteista valtaosa on Tampella-Tamrockin valmistamia, ja tehtaan tuotannosta n. 90 % menee vientiin. Melkein samanlainen tilanne on myös maanalaiseen lastaukseen käytettävien siirtokuormaimien kohdalla. Avolouhosten lastauskalusto sitävastoin on lähes täysin ulkomaista alkuperää. 'Kauppatase' on louhintakaluston kohdalla jo voimakkaasti positiivinen ja paranee koko ajan. Suomessa ei kuitenkaan olla vielä päästy konemyynnissä lähellekään sitä suhteellista tasoa kuin Ruotsissa, jossa v. 1975 koneviennin arvo oli n. 7 mrd. kr ja kaivostuotteiden jalostusarvo "vain" 3 mrd. kr. Tämä kuitenkin osoittaa sen, että

louhintateollisuuden kylkiäisenä rinnalle voi syntyä kuokoistava koneteollisuus ja konsultointiteollisuus, jonka tuotannon arvo saattaa selvästi ylittää itse louhinnan ja siitä saatavien tuotteiden arvon. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista ilman positiivista referenssiä, "elävää" yhteistoimintaa teollisuuden kanssa sekä arvostettua, kansainvälisesti korkeatasoista louhintateollisuutta.

Kun louhintatyö itsessään on rahalliselta arvoltaan varsin alhainen, pyritään tätä nostamaan markkinomalla kokonaisuuksia suunnittelusta toteutukseen, esitutkimuksineen, laitteineen, rakennustöineen jne. Tämä ajattelutapa on Suomessa vielä uutta, mutta muutos on tapahtunut varsin nopeasti. Kysymys on ollut ennenkaikkea asenteista.

#### TUTKIMUS JA KEHITYSTYÖ KILPAILUN APUNA Yleistä

Suomalaista kaivosteollisuutta on usein moitittu vanhoiluudesta. Tämän teollisuuden luonteeseen kuuluu hidasliikkeisyys, sillä nyt tehtävät ratkaisut vaikuttavat vuosikausia ja vuosikymmenien päähän. Äkilliset muutokset aiheuttavat vaikeasti hallittavaa värähtelyä, jonka aiheuttamat kustannukset nousevat korkeiksi.

Kaikesta hitaudestaan huolimatta Suomen kaivokset ovat omassa kokoluokassaan kansainvälisesti katsottuna moderneja. Tätä kehitystä on auttanut se, että kaivokset ovat varsin nuoria ja toisaalta marginaalimalmien louhinta ei olisi onnistunut kannattavasti vanhentunein menetelmin. Mekanisointiasteen nosto 1960-luvulla vaati rohkeutta ja ennakkoluulottomia päätöksiä. Jälkeenpäin katsottuna ratkaisut olivat varmasti oikeita, vaikka taidettiinpa hetkittäin mennä jopa liian pitkälle. Esim. siirtokuormaimien (LHD) käyttöönotossa olimme aivan ensimmäisiä maailmassa. Kehitystyö tapahtui suoraan kaivoksilla yhteistyössä koti- ja ulkomaisten konetoimittajien kanssa. Tästä yhteistyöstä ovat tietysti hyötäneet kaivosten lisäksi myös konetoimittajat, jolloin paljon tietoa ja kokemusta on valunut ulos maasta. Tiedon vuotoa on samoin tapahtunut vierastulvan yhteydessä. Jos pyritään tiedon vaihtoon, ei tällaista vuotoa voida täysin eliminoida. Tiedon ja taidon kaupallista hyödyntämistä ovat rajoittaneet ennenkaikkea taas asenteet ja toisaalta rajalliset henkilöresurssit, jotka on tarvittu pääasiassa kaivosten käyttötehtäviin.

#### TUTKIMUS

Kaivosten tutkimustyö on tapahtunut parhaassa mahdollisessa louhintalaboratoriossa eli kaivoksissa itsessään hyvin käytännön läheisenä ja osana siitä, suoraan käyttöön sovellettuna. Teknillisen korkeakoulun ja Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen tapaisten tutkimuslaitosten rooli on valitettavasti rajoittunut lähinnä vain diplomi-töiden ohjaamiseen.

Tutkimus- ja kehitystyökohteita on selvitetty ja karotettu kaivosyhtiöiden toimesta, jotta resurssit kyettäisiin ohjaamaan parhaisiin ja tuottavimpiin kohteisiin. Näistä kehityksaiheista mainittakoon muutamia:

- louhintamenetelmien kehitystyö
- kalliomekaanisen tietouden soveltaminen käytännön suunnitteluun

- raakkulaimennuksen vähentäminen
- ohuiden juonimalmien louhintamahdollisuuksien selvitys esim. nykyistä huomattavasti pienikokoisemmalla kalustolla
- kaivoksen lastaus- ja kuljetuskaluston sähköistys
- maanalaiset kevyet siirrettävät murskaimet
- tuuletus  
jne.

Käyttöön sovellettu tutkimus- ja kehitystyö on hyvin ajankohtaista erityisesti kansainvälisen kilpailun vuoksi. Kaikki mahdollinen on pyrittävä tekemään kustannusten alentamiseksi ja tiedon sekä taidon lisäämiseksi. Tähän sisältyvät yhtäläillä uudet ideat, koneet kuin paremmat työolosuhteet.

Louhinta- ja kaivostekninen tutkimus ei maassamme juuri saa varoja. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää sitä, että VMY:n tutkimusvaltuuskunnan kautta louhintatekniseen tutkimukseen saatiin v. 1979 n. 20 000 mk. Lisäksi tulevat teollisuudelta diplomitoihin käytetyt varat, joita on tällä sektorilla 10—15 kpl/v. Kaivosyhtiöiden toimesta tehdään sisäisesti tutkimus- ja kehitystyötä, mutta se tapahtuu lähes poikkeuksetta oman toimen ohella. Näinkin on saatu todella hyviä tuloksia kuten esim. on ollut kyse Pyhäsalmen kaivoksen tuuletusprojektin kohdalla. Tähän projektiin kauppa- ja teollisuusministeriö on osallistunut osarahoituksella.

Rahoitusmielessä vertailu suuriin kaivosmaihin kuten USA, Kanada, Englanti, Saksa jne antaa niin tyrmävään ja toisaalta kaivostoiminnan rakenteen erilaisuuden vuoksi myös virheellisen kuvan, että vertailupohjana lienee parasta pitää taas Ruotsia. Siellä louhintatekniseen tutkimukseen ja kehitystyöhön ohjataan julkisten tutkimusorganisaatioiden kautta kaivosyhtiöiden sisäisen tutkimuksen lisäksi mm seuraavia summia:

- Stiftelsen Bergteknisk Forskning  
vv. 1978—80 21 projektia 6 milj kr
- Stiftelsen Svensk Detonikforskning  
vv. 1976—79 25 projektia 1 milj kr
- Tekniska Högskolan i Luleå  
kaivostekniikka, kalliomekaniikka, kaivoskonetekniikka vuosittain yhteensä n. 3.5 milj kr.

Ruotsin kaivokset sijoittavat louhintatekniseen tutkimus- ja kehitystyöhön vuosittain n. 1 % kaivosten jalostusarvosta. Sijoitusten laajuutta kuvastaa osaltaan myös alkamassa oleva Luossavaaran koekaivosprojekti, johon tullaan alustavan tiedon mukaan 5 v aikana sijoittamaan varoja ainakin n. 30 milj. kr. Tietysti vertailu Ruotsiin antaa myös osittain virheellisen kuvan, sillä kaivosteollisuudella on Ruotsissa pitkät perinteet ja teollisuuden laajuus on aivan muuta kuin mitä se on meillä. Mutta se antaa kuitenkin jonkin vertailupohjan maahan, joka on kilpailijamme louhintateknikassa ja alan koneenvalmistuksessa.

Mikäli kehitys- ja tutkimustyö laiminlyödään, eivät vaikutukset näy heti, mutta pitkällä tähtäimellä tämä ei voi olla vaikuttamatta lopputulokseen.

Luonteenomaista louhintatekniselle tutkimukselle on pitkäjännitteisyys ja käytön läheisyys. Teknillisen korkeakoulun ja Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen kaltaisten tutkimuslaitosten käyttöä louhintatekniseen tutkimukseen rajoittaa tietysti maantieteellisen etäisyyden lisäksi suurena vaarana oleva kirjoituspöytäviisaus. Useimmissa tapauksissa yhteistyölle ja molemminpuoliselle hyödylliselle ei pitäisi olla mitään esteitä.

Tutkimus- ja kehitystyön tulosten arvo ja määrä ei parane lineaarisesti uhrattujen rahamäärien suhteessa, sillä byrokratia ja tyhjäkäynti vaatii osansa. Tämän

vuoksi käytettävissä olevat varat on ohjattava niin tarkasti, että projektit pysyvät maan pinnalla ja sen alla eivätkä nouse liian voimakkaasti laboratorioon. Joka tapauksessa jossain järkevissä suhteissa pitäisi meillä Suomessakin louhintateknikkaan sijoittaa varoja tulevaisuuden tuotannon ja kilpailukyvyyn takaamiseksi. Tutkimuspanosta tarvitaan lisäksi myös lisääntyvässä määrin vaihtovälineenä kansainvälisessä kanssakäymisessä.

#### **YHTEENVETO**

Louhinta on ja pysyy tuotantoketjun alkupäänä ja sen taloudellinen arvo suhteellisen vaatimattomana. Todellisen rahallinen tuotto saadaan vasta sen mukanaan tuomassa suunnittelussa, konsultoinnissa, konemyynnissä, rikasteissa, metalleissa ja edelleen jatkoprosesseissa, joihin on näin päästy mukaan. Konekaupan menestyminen edellyttää tiivistä yhteistyötä korkeatasoisen oman louhintateollisuuden kanssa. Kansainvälinen kilpailu louhinta- ja kaivostekniikan alueella on jatkossa niin kovaa, että tarvitaan kaikki henkiset ja taloudelliset resurssit jotta pysymme vauhdissa mukana. On oltava tiedossa ja taidossa edellä kilpailijoita ainakin sellaisilla sektoreilla, jotka parhaiten tunnemme omien kotimaisten referenssien perusteella. Tämä on samalla myös edellytys ja varmistus omien heikkolaatuisten marginaalimalmiemme louhinnalle, sillä niiden hyödyntämiseksi on tehtävä kaikki voitava.

Teknillinen korkeakoulu pitäisi kytkeä nykyistä huomattavasti tiiviimmin käytännön projekteihin mukaan. Tutkimus- ja kehitystyön määrää ja laatua ei voida lisätä ja nostaa hetkessä, siksi myös tutkijakoulutukseen ja tutkijoiden määrän lisäämiseen olisi jatkossa pantava entistä enemmän painoa.

Louhintateknikka ei ole välttämätön paha vaan yksi keinoista olla kansainvälisessä kilpailussa mukana olipa sitten kyseessä kalliorakentaminen tai kaivostoiminta.

#### **KIRJALLISUUS — REFERENCES**

1. Korhonen, K.-H. & Jääskeläinen, H., Louhintamäärät Suomessa vv. 1961—1980. Rakennustekniikka 1972:1, s. 33—40.

#### **SUMMARY**

#### **EXCAVATION TECHNIQS AND THE INTERNATIONAL TRADE COMPETITION**

Excavation technics includes a wide range of technology from the theory of rock failure to the machinery and the utilization of underground stopes. In Finland mines represent approximately 50 % of total stoping but rock storages are increasing their importance.

The high mechanization and technical know how level are becoming more important especially now that Finnish underground mines are already relatively old, deep and complicated to operate. Technics and know how tested in practice can be utilized also abroad in connection with export project, especially today when the turn key projects are becoming familiar. The export of mining machinery and equipment seems to have good market situation. The trade balance is now positive concerning underground machinery but in open pit mining imported machinery is still dominative. Trade competition is bitter and thus something special and unique is continuously needed for customers.

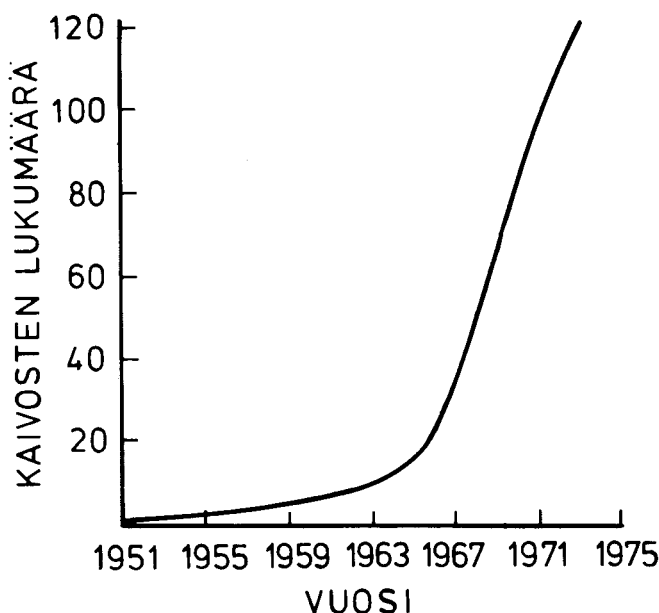
In order to maintain and to increase the know how a lot of additional investments will be needed for research work. This work will be done in keen co-operation with mines and practice. All the available personal resources and financing activity will be needed.

# LHD-tekniikka Suomen maanalaisissa kaivoksissa

Dipl.ins. Harri Hursti, Perusyhtymä Oy ARA, Turku

## JOHDANTO

Maanalaiisten kaivosten mekanoituminen ja menetelmien kehittyminen 1960-luvulla ovat johtaneet siirtymiseen raiteellisesta kalustosta kumipyöräkalustoon (kuva 1). Nykyisten kaivosten vinoperäyhteydet sallivat saman kumipyöräkalustaisen poraus-, lastaus- ja kuljetuskaluston käytön kaivoksen kaikissa osissa.



Kuva 1. LHD-koneiden käyttö.

Fig. 1. Use of LHD units.

Lyhennys LHD, load-haul-dump, on yhteinen etuliite maanalaiisten kaivosten lastauskalustolle, jolle on ominaista suuri kuormankuljetuskyky ja lastausteho sekä pieni poikkileikkausprofiili. LHD-koneesta käytetään myös nimitystä siirtokuormain.

Ensimmäiset varsinaiset LHD-lastauskoneet otettiin käyttöön USA:ssa vuonna 1963 ja Suomeen, Pyhäsalmen kaivokselle, ensimmäiset koneet tulivat vuonna 1966. Tällä hetkellä Suomen 14 malmikaivoksessa työskentelee kaikkiaan noin 60 LHD-konetta.

## LHD-KALUSTO

Tärkeimmät LHD-tyypit ovat kotimaiset TORO 200 D, 350 D ja 500 D sekä amerikkalaiset WAGNER ST 2B, ST 5A, ST 5B ja ST 8. Kauhakoot vaihtelevat TORO:illa 1.5 — 6.0 m<sup>3</sup> ja WAGNER:eilla 1.5 — 5.0 m<sup>3</sup>.

## LHD-KALUSTON KÄYTTÖ

LHD-kuormaajat pystyvät monipuolisuutensa ansiosta toimimaan varsinaisen tuotantolastauksen ja peränajolastauksen lisäksi monissa muissakin tehtävissä, joita ovat mm.:

- teiden kunnossapito,
- tavarankuljetus,
- työalustana panostuksessa, tuuletusputkien asennuksessa jne.

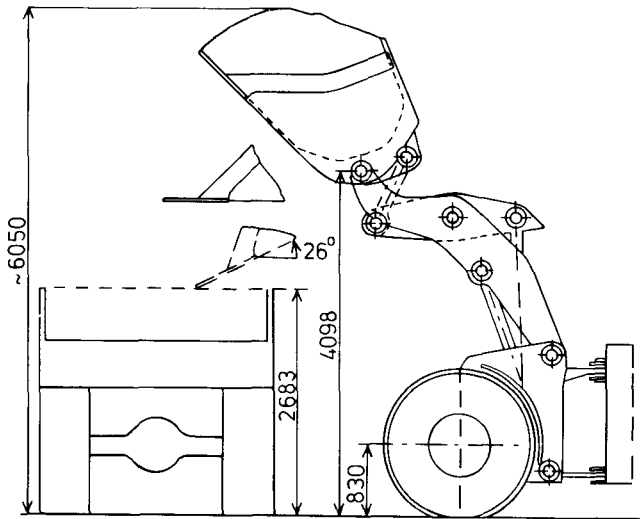
Kaivosten valmistavien töiden yhteydessä tapahtuvan peränajon lastauksessa tulee LHD-kuormaajien teho ja suuri kantokyky todella näkyviin. Pitkän kantomatkan vaativissa ja kaltevuudeltaan jyrkissä perissä ovat LHD-kuormaajat yleisimpiä lastauskoneita Suomen kaivoksissa.

Jyrkimmät Suomessa ajatut perät ovat olleet hihnattuneleita, joiden max. kaltevuus on 16.5° (1:3.5) ja joissa kantomatka on ollut jopa 500 m.

Tuotantolastauksessa LHD-koneen käyttötapana usein riippuvainen käytetystä louhintamenetelmästä. Lastaus louhoksesta maanalaiseen murskaamoon tapahtuu yleensä joko yhdessä tai kahdessa vaiheessa.

Seuraavassa on esitetty yleisimmät Suomen maanalaisissa kaivoksissa käytetyt malmin lastaus- ja kuljetustavat:

1. Lastaus LHD-koneella louhoksesta tai louhoksen alta lastausaukoista kaatokuiluun. Tämän alapäästä rännilastaus malmijunaan, jolla kuljetus suoraan murskaamoon tai murskaamoon johtavaan kaatokuiluun. Kantomatka 50—200 m.
2. Lastaus LHD-koneella louhoksesta tai louhoksen alta lastausaukoista kaatokuiluun. Kantomatka 50—400 m. Lastaus edelleen LHD-koneella kaatonsun alta murskaamoon. Kantomatka 50—100 m.
3. Lastaus LHD-koneella louhoksesta suoraan murskaamoon tai murskaamoon johtavaan kaatokuiluun. Kantomatka 50—400 m.
4. Lastaus LHD-koneella louhoksesta louheensiirtautoon, jolla kuljetus murskaamoon tai murskaamoon johtavaan kaatokuiluun. Kantomatka LHD-koneella alle 100 m. Louheensiirtautoon lastattaessa ei välttämättä vaadita erillistä lastauskynnystä LHD-koneen



**Kuva 2.** LHD-koneen ulottuvuus lastauksessa (TORO 500/DJB 300)

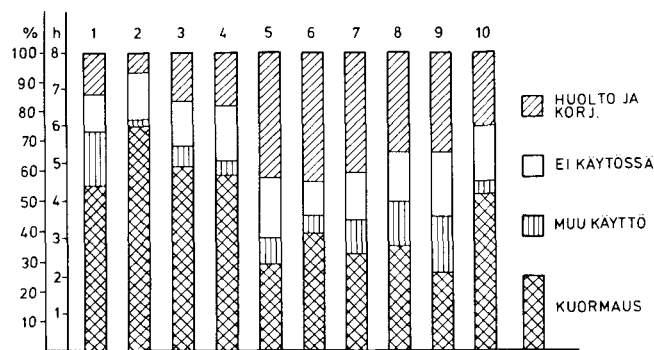
**Fig. 2.** Bucket reach of an LHD-loader (TORO 500/DJB 300).

ja louheensiirtoauton välillä. Kuvassa 2 esimerkki tyypillisestä lastaustilanteesta.

5. Lastaus LHD-koneella louhoksesta malmijunaan, jolla kuljetus murskaamoon tai murskaamolle johtavaan kaatokuiluun.

### LHD-koneiden käytettävyys ja hyväksikäyttö

LHD-koneesta saatava hyöty riippuu siitä, miten tehokkaasti konetta pystytään hyväksikäyttämään. Ideaalitapauksessa koneen käyttöasteen tulisi olla yhtä suuri kuin käytettävyys. Käytännössä kuitenkin aina syntyy tilanteita, joissa kone jostakin syystä joutuu sei-



**Kuva 3.** LHD-koneiden käyttöaikajakautumia Suomessa 1978. (lukumäärä 1—4, käyttöikä 1700—13 100 h).

**Fig. 3.** Time distribution of some LHD units in Finland in 1978. (number of units 1—4, average engine hours 1700—13 100).

somaan ilman työtä. Kuvassa 3 on esitetty joidenkin LHD-kuormaaajien käyttöasteita Suomen kaivoksilla vuonna 1978. Kuvan eri tapaukset eivät ole sikäli vertai-

luelmpoisia keskenään, että koneet ovat eri ikäisiä ja olosuhteet ovat useinkin erilaiset. Kuvan perusteella voidaan kuitenkin tehdä seuraavia yleisiä havaintoja:

- aika, jolloin koneet eivät ole käytössä, on kussakin tapauksessa suunnilleen yhtä suuri. Tällaista aikaa on mm. kulkuajat koneelle, ruokailu, huollon ja korjauksen odotus jne. Seisonta-aika edustaa 10—20 % käytettävissä olevasta kokonaisajasta.
- koneiden korkea käyttötuntimäärä on lisännyt korjaukseen ja huoltoon käytettävää aikaa samalla pienentäen varsinaista lastausaikaa.

Tärkeimmät LHD-koneen käytettävyyteen ja hyväksikäyttöön vaikuttavat tekijät ovat:

- Töiden yleinen järjestely:  
Eri työvaiheiden oikea ajoitus toisiinsa nähden, kokonaisorganisaation tehokkuus, huoltopisteiden oikea sijoitus työkohteisiin nähden, hyvät kulkuyhteydet kaivoksessa yhdessä koneen luotettavuuden kanssa ovat tekijöitä, jotka vähentävät turhia seisokkeja ja odotusaikoja.

- Korjauksen ja huollon tehokkuus:

Hyväkin kone, joka joutuu työskentelemään kaivoksen tunnetusti ankarissa olosuhteissa, tarvitsee vanhetessaan yhä enemmän korjausta ja huoltoa. Korjaukseen käytettävä aika on aina pois siitä ajasta, jonka kone on lastauksessa. Näin ollen on erittäin tärkeää, että välttämättömistä korjaus- ja huoltotoimenpiteistä suoriudutaan mahdollisimman lyhyessä ajassa ja mahdollisimman hyvin. Tämä on mahdollista vain silloin, kun huoltokohteet itse lastauskoneessa ovat hyvin esillä, ts. kone on helposti huollettavissa, kun käytettävissä on riittävästi koulutettua huoltohenkilökuntaa, kunnolliset korjaustilat sekä toimiva varaosapalvelu.

- Nopea tiedonkulku yllättävissä tilanteissa on myös välttämätöntä.

- Koneen käyttöikä:

Yli-ikäisen koneen korjaustarve kasvaa tarpeettoman suureksi, jolloin käyttökustannukset kasvavat samalla kun käytettävyys pienenee. Siksi on tärkeää, että yli-ikäiset koneet ajoissa vaihdetaan uusiin.

6000—7000 käyttötunnin jälkeen LHD-kone on yleensä peruskorjauksen tarpeessa ja 13 000—15 000 tuntia katsotaan olevan sen keskimääräinen käyttöikä.

Myönteisenä esimerkkinä LHD-kuormaaajan käyttöiästä voidaan mainita TORO 500 D Rautuvaaran kaivoksessa, jossa ko. kone vasta 11 000 käyttötunnin jälkeen otettiin ensimmäiseen peruskorjaukseen.

- Kuljettaja:

Kuljettajan henkilökohtainen suhtautuminen työhön sekä itse lastauskoneeseen vaikuttaa myös koneen hyväksikäyttöön. Oikein motivoitu, vastuuntuntoinen ja taitava kuljettaja käyttää konetta tehokkaammin hyväksi kuin välinpitämätön kuljettaja, jota kone ei miellytä.

### LHD-koneiden lastauskapasiteetti

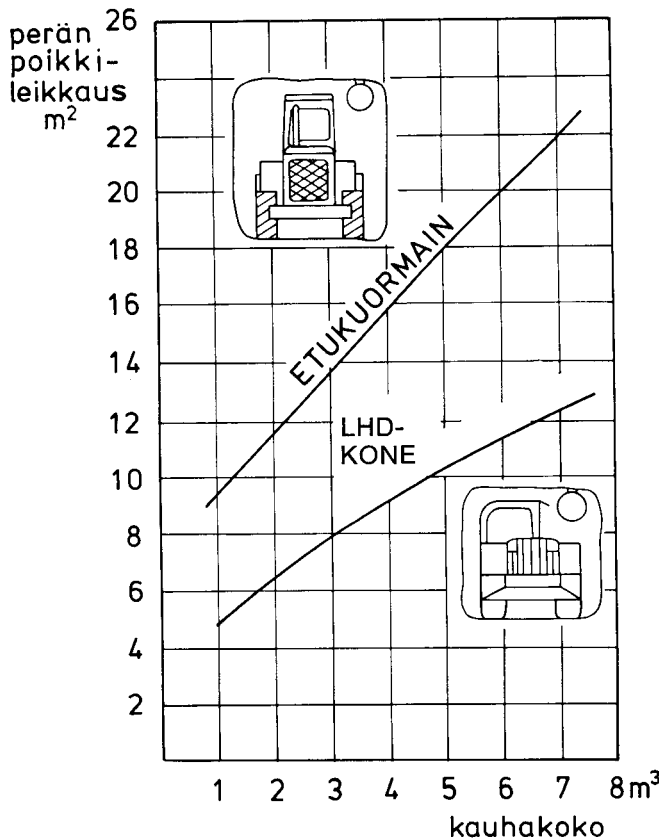
Lastauksen tehokkuus ja varsinainen lastauskapasiteetti ovat riippuvaisia monista eri tekijöistä ja niiden yhteis-

vaikutuksesta lastaustyöhön. Tärkeimpiä tekijöitä ovat:

- koneen koko ja paino
- kantomatka
- kuljettaja
- tien kunto ja kaltevuus
- malmin ominaisuudet
- tuuletus.

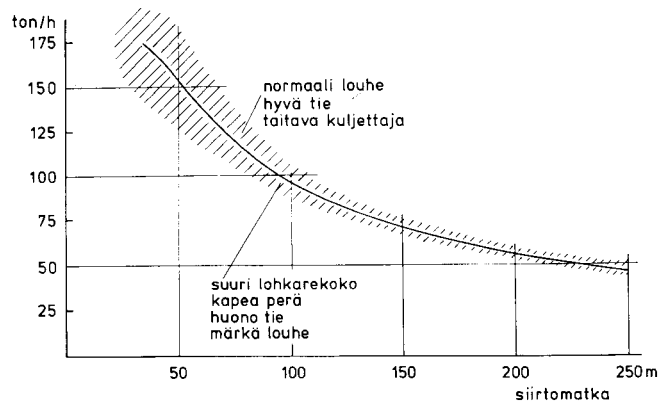
Lastauskoneen koolla on suurin merkitys lastauskapasiteettiin. Suurella ja raskaalla koneella on parempi tunkeutuvuus kivikasaan sekä suuri kantokyky. Toisaalta se vaatii enemmän tilaa, jota maanalaisissa kaivoksissa yleensä on rajoitetusti. Vaikka nykyinen louhintakalusto salliikin poikkileikkaukseltaan suurempien perien ajamisen suhteellisesti alhaisin kustannuksin, aiheuttavat suurten perien vaatimat lujitus- ja tukemistyöt — varsinkin heikoissa kivilajeissa — tarpeettomia lisäkustannuksia. LHD-koneen erikoisrakenne ja pieni poikkileikkausprofiili sallii suuremman kauhatilavuuden ja samalla suuremman kapasiteetin käytön verrattuna esim. normaaliin etukuormajaan poikkileikkaukseltaan samankoisessa perässä, kuva 4.

Kantomatkan vaikutus lastauskapasiteettiin on esitetty kuvassa 5. Yleisesti ottaen kantomatka LHD-koneilla Suomen kaivoksissa vaihtelee 50–500 m olosuhteista riippuen. Tuotantolastauksessa on max. kantomat-



Kuva 4. Perän poikkileikkaus-ala kauhakkoon funktiona.

Fig. 4. Need of tunnel cross-section.



Kuva 5. Tyypillinen suorituskyky (kauhakoko 2 m<sup>3</sup>, kuorman paino 4 t, 1 h = 60 min, keskim. nopeus 8 km/h)

Fig. 5. Typical loading performance (bucket size 2 m<sup>3</sup>, weight of load 4 t, 1 h = 60 min, av. speed 8 km/h).

ka yleensä noin 300 m. Peränajossa käytetään pidempiäkin kantomatkoja, koska tällöin välttyään ylimääräisten välilastauspaikkojen louhimiselta.

Kuljettajalla on hämmästyttävän suuri vaikutus LHD-koneen lastaustehoon. Tutkimukset osoittavat, että erot kapasiteetissa saattavat olla 20–50 % pelkästään kuljettajasta johtuen. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää, että kuljettajien koulutukseen kiinnitetään riittävästi huomiota samoin kuin kuljettajien yleisiin työskentelyolosuhteisiin.

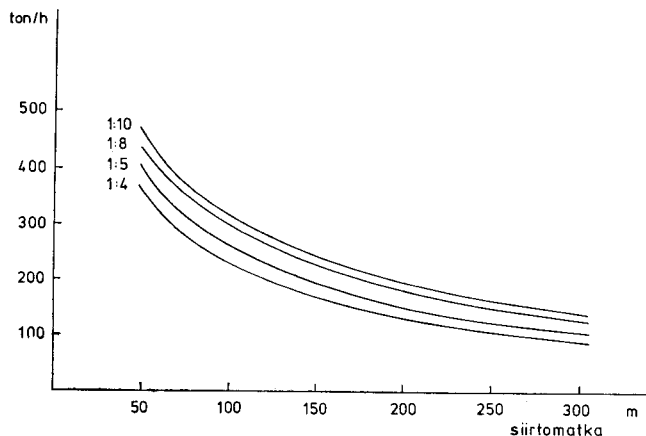
Palkkauksella on myös vaikutusta kuljettajan työpanokseen. Urakkapalkkaus on tässä suhteessa yleensä tuntipalkkaa parempi vaihtoehto.

Ajotien kunto ja kaltevuus sekä vapaa tila koneen ympärillä ratkaisevat paljolti sen, millaisia nopeuksia ajettaessa pystytään käyttämään, ts. paljonko aikaa kuluu kuorman kuljettamiseen ja tyhjänä ajoon. Huonokuntotietillä ajonopeudet joudutaan pitämään alhaisempina ja lastauskapasiteetti pienenee tämän vuoksi. Huonot tiet lisäävät myös rengaskulutusta ja koko koneeseen kohdistuvaa rasitusta. Suomen kaivoksissa on pitempiäaikaisessa käytössä olevat lastaus- ja kuljetusperät yleensä betonoitu tai sepelöity. Yleisesti teiden kunnossapidosta huolehtivat erikoisvalmisteiset tiehöylät. Myös LHD-konetta käytetään teiden kunnossapitoon tarvittaessa. Tien kunnan merkitys kasvaa sitä mukaa kun kantomatka pitenee.

Perän kaltevuuden kasvaessa ajonopeudet putoavat täydellä kuormalla ylöspäin ajettaessa ja kapasiteetti pienenee kantomatkan suhteen, kuva 6.

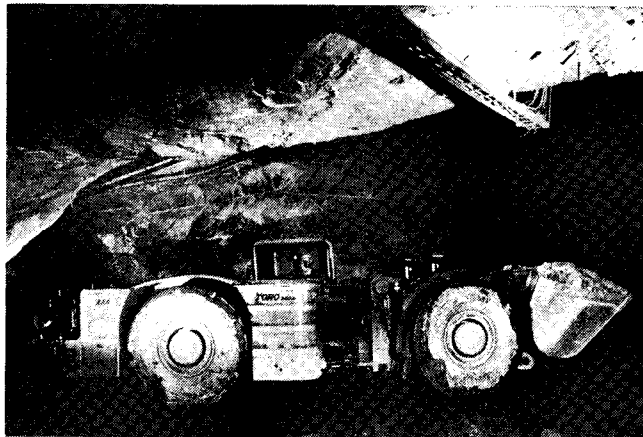
Tärkeitä lastauskapasiteettiin vaikuttavia tekijöitä ovat myös malmin tai louhitun kiven ominaispaino, kosteus sekä lohkarikoko. Kiven ominaispaino on tärkeä tekijä valittaessa koneeseen sopivankokoista kauhaa. Lohkarikoko vaikuttaa ratkaisevasti kauhan täyttöaikaan. Ylisuurten lohkarikokojen, joita usein ilmenee heikoissa kivilajeissa sortumien yhteydessä, käsittely vie ylimääräistä aikaa, mikä pienentää kapasiteettia.





**Kuva 6.** Kaltevuuden vaikutus kapasiteettiin (kauhakoko 6 m<sup>3</sup>, kuorman paino 12 t, nopeus 10 km/h).

**Fig. 6.** The effect of inclination to capacity (bucket size 6 m<sup>3</sup>, weight of load 12 t, empty speed 10 km/h).



**Kuva 7.** Suuri kuormankantokyky ja pieni poikkileikkausprofiili ovat ominaisia LHD-koneille.

**Fig. 7.** High tramping capacity and small cross section profile are characteristics of LHD machines.

LHD-koneet on yleensä varustettu ns. etukammio-moottoreilla, joiden tuottamat pakokaasut ovat suoraruiskutusmoottoreihin verrattuna huomattavasti puhtaampia. Kuitenkin myös LHD-koneen pakokaasut sisältävät CO<sub>2</sub>, CO, NO+NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O jne, jonka vuoksi tarvitaan tuuletusta. Usein käy kaivoksissa niin, että lastauspaikan tuuletus on riittämätön ja lastaustyö joudutaan tämän vuoksi keskeyttämään joksikin aikaa ja kapasiteetti pienenee.

Yleisenä suosituksena riittävälle tuuletukselle pidetään 2.5 m<sup>3</sup>/min hv.

#### Uudet sovellutukset

Öljyn hinnan jatkuva nousu on nostanut paitsi dieselkaluston käyttökustannuksia myös tuuletuksenkustannuksia maanalaisissa kaivoksissa. Tämä on pakottanut siirto-kuormainvalmistajat suunnittelemaan muun kuin dieselmoottorin käyttöä lastauskoneiden voimanlähteenä. Tärkein näistä on sähkömoottori. Sähkökäyttöisten lastauskoneiden suunnitteluun ja kehitykseen kiinnitetäänkin tänä päivänä erittäin suurta huomiota.

Kauko-ohjaus lastausteknisenä sovellutuksena on askel kohti yleistä automatisointia kaivoksissa. Sen avulla pystytään nyt hyväksikäyttämään sellainenkin osa malmiesiintymää, joka turvallisuussyistä on aiemmin joutunut jättämään louhimatta.

Kauko-ohjaus antaa mahdollisuudet paitsi lastaustyön turvallisuuden myös yleisten työolosuhteiden kehittämiseksi maanalaisissa kaivoksissa.

#### SUMMARY

##### LHD TECHNIQUES IN FINNISH UNDERGROUND MINING

Mechanization of the underground mines and development of the mining methods in the 1960's have led to the use of trackless mining equipment.

The abbreviation LHD, load-haul-dump is a common symbol for the underground loading equipment. Characteristics of these machines are high tramping capacity together with small cross-section profile.

In the Finnish mines the LHD's are properly used for production loading and drifting but also for cleaning the roads, material haulage, as working platform etc.

The most important factors for availability and utilization of the LHD's are:

- general work arrangements
- efficiency of service and repair
- engine hours of the machine
- driver

The loading capacity of the LHD's depends on

- size and weight of the loader
- haulage distance
- ore characteristics
- drivers
- roads
- ventilation

High energy prices have led to the development of the electrically driven LHD loaders.

New application is also the remote control system for the LHD's which enables safe loading in dangerous areas.

# Alumiinituotanto ja Suomen potentiaaliset alumiinin raaka-aineet

Fil.maist. Pentti Sotka<sup>1)</sup>, Teknillinen korkeakoulu, taloudellisen geologian laboratorio, Otaniemi

Fil.lis. Bengt Söderholm, Teknillinen korkeakoulu, taloudellisen geologian laboratorio, Otaniemi

## JOHDANTO

Alumiini on raudan jälkeen käytetyin metalli ja sen kulutuksen vuosikasvuksi on vuoteen 2000 asti ennustettu noin 5 % /1/. Alumiinin kasvava suosio perustuu metallin keveyteen, hyvään sähkönjohtokykyyn, korroosiokestävyyteen ja helppoon muokattavuuteen. Edellä mainittuihin ominaisuuksiin pohjautuen metallin tärkeimmät käyttöalat ovat rakennus-, kuljetusväline-, sähkö-, pakkaus- ja kodinkoneteollisuus.

Maaailmassa kulutettiin alumiinia vuonna 1978 yhteensä 19 milj. tonnia, josta primäärimetallin osuus oli 15 milj. tonnia /2/. Suomen kulutus on noin 6 kg henkeä kohti vuodessa, mikä on esimerkiksi Ruotsin kulutukseen verrattuna vajaa puolet.

Maaailman alumiinituotannossa käytettävästä raaka-aineesta on 98 % bauksiittia. Alumiinihydraateista koostuva bauksiitti esiintyy trooppisilla ja subtrooppisilla alueilla kivilajien rapautumistuotteena ja sen  $Al_2O_3$ -pitoisuus on 40–65 %. Bauksiitin jalostuksessa käytetään nykyisin standardimenetelmänä kaksivaiheista Bayer/Hall-Herault -prosessia.

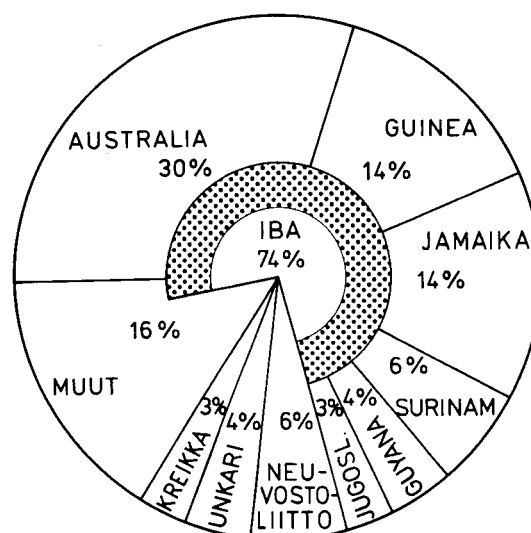
Bauksiittia korvaavien raaka-aineiden tutkimukseen ja taloudellisten tuotantoprosessien kehittämiseen on viime aikoina kiinnitetty yhä kasvavaa huomiota niissä maissa, joiden alumiinia ja alumiiniyhdisteitä käyttävä teollisuus on kokonaan tai osittain riippuvainen ulkoa tuodusta raaka-aineesta. Vuonna 1974 tapahtunut bauksiittituotajien kartellin, IBA:n (International Bauxite Association) perustaminen on ollut osaltaan kiihdyttämässä tätä kehitystä.

Kuten tunnettua Suomessa ei ole bauksiittia, mutta meillä on useita muita mineraali- ja kivilajiesiintymiä, joita voidaan pitää potentiaalisina alumiinin raaka-ainelähteinä.

## BAUKSIITIN TUOTANTO JA JALOSTUS

Maaailman bauksiittivaroiaksi on arvioitu 17 000 milj. tonnia /3/. Vuonna 1978 bauksiitin tuotanto oli 81 milj. tonnia /4/, josta 95 % käytettiin alumiinioksidin valmistukseen. IBA:n jäsenmaiden osuus maaailman bauksiittituotannosta on lähes 75 % (kuva 1). Tulevaisuuden tuotannon kannalta on mainitsemisen arvoista, että esimerkiksi IBA:an kuulumattoman Brasilian tuotanto-osuus on alle 2 %, vaikka sen suhteellinen osuus tunnetuista varoista on 15 %. Tunnetut bauksiittivarat riittävät nykyisellä louhinnalla noin 200 vuotta, mutta olettaen tuotannon kasvunopeuden pysyvän ennallaan, on varojen riittävyys noin 50 vuotta.

<sup>1)</sup> Nykyinen osoite: Outokumpu Oy, Malminetsintä, Espoo



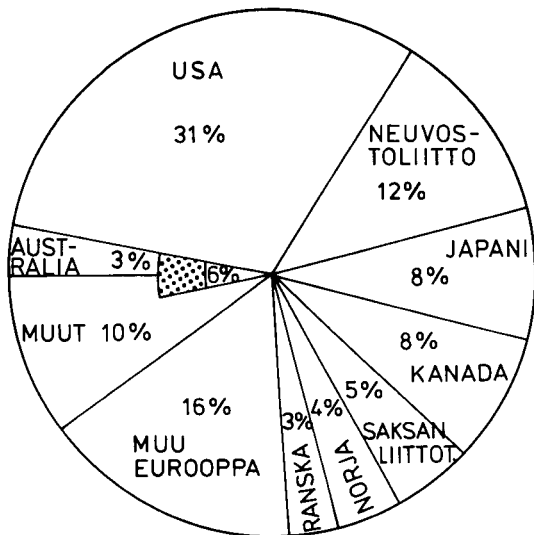
Kuva 2. Maaailman alumiinituotannon jakauma maittain, 1978.

Fig. 2. Distribution of world aluminium production, by country, 1978.

Vuonna 1978 tuotettiin alumiinioksidia noin 30 milj. tonnia /4/. IBA:n jäsenmaat jalostavat edelleen ainoastaan noin puolet tuottamastaan bauksiitista ja tästä vastaa pääasiassa Australia.

Bauksiitin jalostuksen eteneminen metallisen alumiinin tuotantoon merkitsee sitä, että IBA:n tuotanto-osuus puuttuu 6 %:in (kuva 2). Yleisesti voidaan sanoa, että alumiinin suurimmat kuluttajat jalostavat itse tarvitsemansa metallin. Kanada ja Norja tuottavat runsaiden vesivoimavarojensa turvin niin paljon alumiinimetallia, että ne hoitavat maailman vientimarkkinoista yhdessä lähes puolet. Metallisen alumiinin tuotanto oli vuonna 1978 14 milj. tonnia, josta Norja tuotti 4.5 % ja Ruotsi 0.6 % /4/, kuva 2.

Alumiiniteollisuus on keskittynyt muutamille yhtiöille, jotka ovat mukana niin bauksiitin, alumiinioksidin kuin alumiinimetallinkin tuotannossa. Bauksiittituotajien perustama kartelli on tarkoitettu vastapainoksi näiden yhtiöiden toiminnalle.



Kuva 1. Maaillan bauksiittituotannon jakauma maittain, 1978.

Fig. 1. Distribution of world bauxite production, by country, 1978.

Kuten edeltä käy selville bauksiittista tuotetaan Bayer-prosessilla alumiinioksidia ja tästä edelleen Hall-Herault-elektrolyysillä metallista alumiinia. Yhden alumiinitonnin valmistukseen tarvitaan 4–5 tonnia bauksiittia.

Alumiinimetallin valmistuskustannuksista on Bayer-prosessin osuus 25 % ja Hall-Herault -prosessin osuus 75 % /5/. Ruotsissa tehtyjen laskelmien mukaan /1,5/ energiakulut ovat 20 % ja bauksiitin hinta rahteineen 30 % Bayer-prosessin kustannuksista.

#### BAUKSIITTIA KORVAAVIEN RAAKA-AINEIDEN JALOSTUS

Tärkeimpien teollisuusmaiden alumiinituotannon riippuvuus ulkkoa tuodusta raaka-aineesta on johtanut uusien alumiinituotantoon soveltuvien raaka-aineiden ja niiden jalostusprosessien tutkimiseen. Bauksiittia korvaavina raaka-aineina on kokeiltu erilaisia alumiinipitoisia mineraaleja ja kivilajeja sekä savia.

Taulukkoon 1 on koottu kirjallisuudesta /5, 6, 7/ tietoja muutamista lupaavista raaka-ainevaihtoehdoista ja niiden jalostusprosesseista, vertailukohtana käytetään bauksiittia ja Bayer-prosessia. Kehitettyjen prosessien energiantarve on usein moninkertainen Bayer-prosessin energiantarpeeseen nähden. Koska korvaavien raaka-aineiden alumiinipitoisuus on alhaisempi kuin bauksiitilla, tarvitaan näitä raaka-aineita suurempi määrä tuotettua alumiinioksiditonna kohti. Raaka-aineiden laatuvaatimuksena on yleensä vähintään 25 %:n  $Al_2O_3$ -pitoisuus ja esimerkiksi kalkki-sooda-sintraus -prosessissa pitäisi anortosiitin  $Al_2O_3$ -pitoisuuden olla 28 % /8/. Sintrausmenetelmät vaativat lisäraaka-aineksi suuret määrät kalliista kalkkikiveä. Rungas raaka-aineen käyttö aiheuttaa luonnollisesti suuren jättemäärän syntymisen, mutta joissain tapauksissa saadaan prosessista myös hyödyllisiä sivutuotteita. Neuvostoliitossa tuotetaan nefeliinirikasteesta alumiinioksidia, jolloin saadaan sivutuotteena soodaa, potaskaa ja sementtiä. Kaikilla taulukossa mainituilla menetelmillä tuotettua alumiinioksidia voidaan käyttää edelleen Hall-Herault -prosessin raaka-aineena.

Ruotsissa 1970-luvun puolivälissä tehtyjen selvitysten mukaan /1,7/ olivat PUK- ja kalkki-sintraus-prosessi tällöin n. 10 % ja muut prosessit lähes 40 % kalliimpia kuin Bayer-prosessi. Mutta mikäli energian hinnannousu jatkuu entisellään näyttää PUK-prosessi ainoalta vaihtoehdolta, joka jotenkin pystyy kilpailemaan Bayer-prosessin kanssa tai ainakin estämään bauksiitin hinnan rajoitusta nousua /9/.

Tilanne eri raaka-ainevaihtoehtojen kohdalla saattaa oleellisesti muuttua, mikäli esimerkiksi ns. Toth-prosessi on toteuttamiskelpoinen. Tällä menetelmällä pyritään tuottamaan suoraan metallista alumiinia ilman alumiinioksidivaihetta ja tällöin saavutettaisiin ratkaiseva energiasäästö Bayer/Hall-Herault -tekniikkaan verrattuna.

#### SUOMEN POTENTIAALISET AL-RAAKA-AINEET

Seuraavassa esitetään muutamia näkökohtia maamme eri alumiinipitoisten mineraalien ja kivilajien, etenkin anortosiittien esiintymisestä ja niiden hyväksikäyttötutkimuksista.

Taulukko 1. Alumiinioksidin tuotantomenetelmiä eri raaka-aineille.

Table 1. Methods for producing alumina from various raw materials.

Raaka-aine Arvomineraali	$Al_2O_3$ -pitoisuus %	Tuotantomenetelmä	Energiatarve kWh/t $Al_2O_3$	Raaka-ainetarve/t $Al_2O_3$	Sivutuotteet ja jätteet/t $Al_2O_3$
Bauksiitti Böhmitti Diaspori Gibbsiitti	40–65 85 85 65	Bayer	4000	2–2.5 t bauksiittia	0.8 t kiinteätä jätettä
Anortosiitti Plagioklaasi	25–30 20–36	Kalkki-sooda-sintraus	13500	5 t anortosiittia 9 t kalkkikiveä	8.5 t kiinteätä jätettä
Nefeliinirikaste Nefeliini	25–32 32	Kalkki-sintraus	13000	4 t nefeliinirikastetta 7–8 t kalkkikiveä	0.8 t $Na_2CO_3$ 0.3 t $K_2CO_3$ 10.5 t sementtiä
Kaoliinisavi Kaoliiniitti	20–39 39	PUK (=H <sup>+</sup> ) HCl-liuotus HNO <sub>3</sub> -liuotus	7000 13000 14500	4–5 t savea 5 t savea 5 t savea	2.5 t kiinteätä jätettä 2.4 t kiinteätä jätettä

### Kaoliini

Kaoliiniesiintymämme ovat raaka-ainevaroiltaan yleensä pieniä ja kaoliiniitin ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) osuus rapautumasta on korkeintaan muutamia kymmeniä prosentteja. Esimerkiksi Puolangan Pihlajavaaran esiintymässä on kaoliiniittia n. 40 % ja keskimääräinen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus on 19.3 % /10/. Tämä alumiinipitoisuus ei siis täytä edellä esitettyjen prosessien raaka-aineille asetettuja laatuvaatimuksia.

### Savikivi

Muhoksen savikivimuodostuma on hyvin laaja, mutta kivien laatua ei toistaiseksi ole kovin tarkasti tutkittu. Muutamien analyysien mukaan kiven  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus jää kuitenkin selvästi alle 20 %:n /10/.

### Zeoliitti

Suomessa tavataan alumiinipitoisia zeolitteja kallioperän ruhjevyyhykkeissä. Tutkituin esiintymä on Kuhmoisten Sarkajärvellä, mutta tämänkin esiintymän koko lienee hyvin vaatimaton. Zeoliittituntuneen kiillegneissin  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus on 20 % ja zeoliittimineraalin  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus on 22.8 % /10/. Esiintymän zeoliitin eduksi on luettava mineraalin helppoliukoisuus laimeisiinkin happoihin.

### Sillimaniitti-ryhmä

Andalusiitti, kyaniitti ja sillimaniitti ( $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ ) ovat maassamme hyvin yleisiä mineraaleja metamorfisissa liuskeissa, jotka esiintyvät laajoina muodostumina. Edellä mainittujen mineraalien keskimääräinen pitoisuus ko. kivilajeissa on kuitenkin vain 10–15 % /10/. Esiintymien kivilajien  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus on yleensä 17–25 %, mutta vain osa tästä alumiinimäärästä on sitoutunut edellä mainittuihin Al-valtaisiin mineraaleihin. Vaikka mineraalien  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus on yli 60 %, ei näyttäisi kannattavalta suorittaa mineraalien rikastamista tähän tarkoitukseen ellei samassa yhteydessä voida hyödyntää myös muita mineraaleja.

### Serisiitti

Oriveden Yliskylän serisiittiesiintymää on tutkittu mm. alumiinin raaka-ainelähteenä /10/. Serisiittiliuskeen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus on 20 % ja suurin osa tästä alumiinimäärästä on sitoutunut serisiittiin ( $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ) jota on kivessä n. 40 %. Esiintymän toinen oleellinen Al-mineraali on topaasi ( $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$ ), jota on kivessä muutamia prosentteja. Serisiitin ja topaasin alumiinisisällön hyödyntäminen edellyttää mineraalien rikastamista ennen liuotusta. Alumiinin erotuksessa on päästy kunnollisiin tuloksiin vain joko sintraamalla raaka-aine lisäaineiden kanssa korkeassa lämpötilassa (n. 1000°C) ennen happoliuotusta tai autoklaaviliuotuksella. Mineraalien rikastaminen, lisäraaka-aineiden huomattava määrä sekä vaadittava korkea lämpötila vievät pohjan tämän raaka-ainevaihtoehdon kannattavuudelta nykytilanteessa.

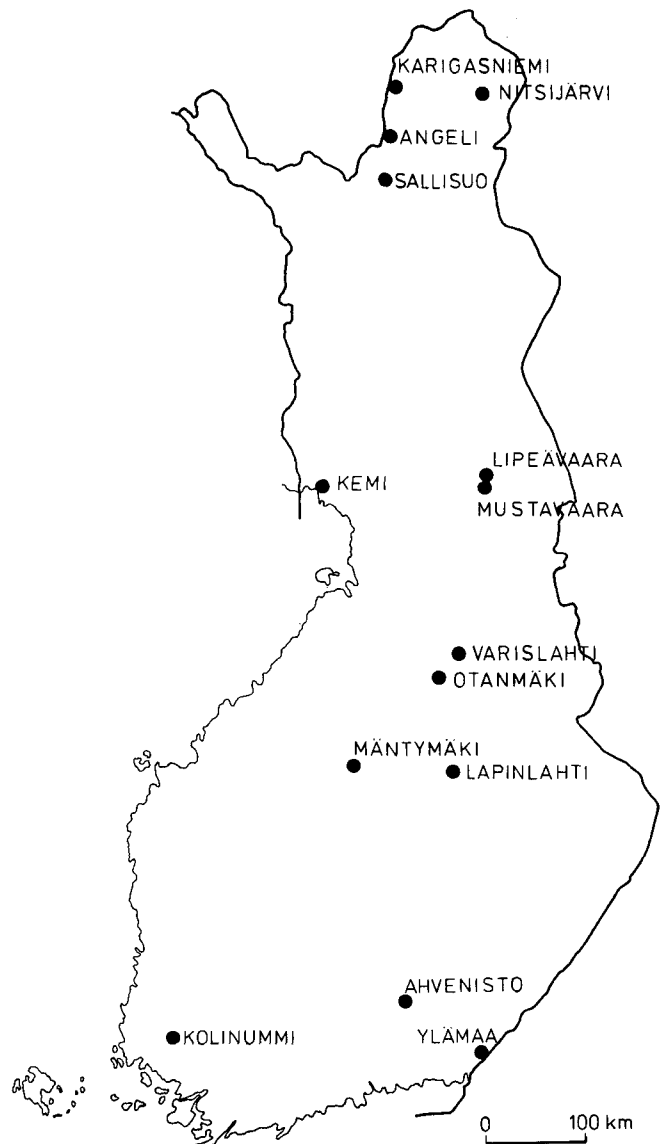
### Nefeliini

Kuusamon Iivaarn nefeliiniesiintymän keskimääräinen nefeliinipitoisuus on 40 % ja  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus n. 14 % /10/. Nefeliini ( $(\text{Na},\text{K})\text{AlSi}_3\text{O}_8$ ) liukenee helposti esimerkiksi suolahappoon, mutta alumiinin lisäksi liukokseen joutuu mm. rautaa ja alkaleja. Mineraalissa on rautaa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ :ksi laskettuna 1–2 %. Nefeliinin käyttö alumiinioksidituotannossa on nykyisillä menetelmillä täysin mahdollista, mutta mineraalin vaatima rikastaminen ja raudan sekä al-

kalien erottaminen lienevät suurimpia esteitä prosessien taloudellisuudelle.

### Anortosiitti

Suomessa tunnetaan useita anortosiittiesiintymiä (kuva 3), joista on ehdottomasti suurin Angelin muodostuma, jolla on pinta-alaa yli 200 km<sup>2</sup>. Mineraalikoostumukseltaan esiintymien kivilajit ovat pääasiassa anortosiitteja ja gabroanortosiittejä, joiden plagioklaasipitoisuus on yli 75 %. Anortosiittien  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus on 20–30 % ja tämä vaihtelu johtuu osittain plagioklaasin määrän vaihtelusta, mutta ennen kaikkea plagioklaasin koostumuksen vaihtelusta. Maamme anortosiittien plagioklaasin ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) anortosiittipitoisuus (Ca-komponentin osuus plagioklaasista mooliprosentteina) on yleensä 50–85 %, jolloin vastaavasti mineraalin teoreettinen  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -pitoisuus on 28–34 %.



Kuva 3. Suomen anortosiittiesiintymät.

Fig. 3. Anorthosite deposits in Finland.

Suoritetuissa liuotuskokeissa /11/ on todettu, että alumiinin liukenevuuteen plagioklaasista vaikuttaa oleellisesti mineraalin koostumus (taulukko 2). Kokeellisen työn pohjalta voidaan sanoa, että plagioklaasin anortiittipitoisuudella ja alumiinin liukenevuudella on positiivinen korrelaatio ja yli 50 %:een liukenevuusasteeseen pääseminen edellyttää plagioklaasin anortiittipitoisuudeksi vähintään 67—68 %. On myös merkittävää, että plagioklaasin muuttuminen muiksi mineraaleiksi heikentää liuotustulosta. Kuten yleensä happoliuotukseen perustuvissa prosesseissa liukenee plagioklaasista ja kiven muista mineraaleista rautaa, joka on hankala epäpuhtaus poistettavaksi.

**Taulukko 2.** Anortosiittianalyyseja, plagioklaasin koostumus ja alumiinin liukenevuusaste.

**Table 2.** Chemical analyses of anorthosites, composition of plagioclase and solubility of aluminium.

	Koli- nummi %	Angeli 1 %	Angeli 2 %	Lapin- lahti %
SiO <sub>2</sub>	51.3	49.4	48.1	45.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.9	28.3	28.8	28.4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.7	0.1	0.0	0.9
FeO	2.8	1.5	2.2	1.8
MgO	1.3	1.0	1.0	1.8
CaO	9.9	13.9	14.7	16.8
Na <sub>2</sub> O	5.5	4.2	3.5	2.8
K <sub>2</sub> O	1.1	0.4	0.6	0.6
Hehkutushäviö (950°C)	—	1.0	0.6	1.0
Summa	98.5	99.8	99.5	99.9
Plagioklaasin anortiitti- pitoisuus	50	66	75	81
Alumiinin liu- kenevuusaste	15	39	87	92

Anortosiittin etuna potentiaalisena Al-raaka-aineena on esiintymien laaja-alaisuus ja se, että kiven arvomineraalia ei tarvitse rikastaa ennen liuotusprosessia. Tiettyjen anortosiittityyppien heppoliukoisuus antaa mahdollisuuden kehittää menetelmä alumiinioksidin tuottamiseksi suoralla happoliuotuksella, jolloin ei tarvita runsaasti energiaa kuluttavia korkeita lämpötiloja tai paineita.

#### YHTEENVETO

Mikäli energian hinta nousee nykyisellä vauhdilla, on ilmeistä, että bauksiitin asema alumiinimetallin pääraaka-aineena entisestään vahvistuu. Bauksiittia korvaavien raaka-aineiden laajemman hyväksikäytön edellytyksenä on, että pystytään kehittämään vähemmän energiaa vaativia prosesseja. Joissakin poikkeuksellisissa olosuhteissa voivat nykyisetkin prosessivaihtoehdot olla käyttökelpoisia. Esimerkiksi, jos prosessista saadaan hyödyllisiä sivutuotteita tai jos samasta raaka-aineesta voidaan hyödyn-

tää eri menetelmillä muitakin metalleja tai mineraaleja, voi alumiinioksidituotanto tulla kysymykseen. Joidenkin prosessien runsas lisäraaka-aineen tarve vaatii, että ko-raaka-aineita on saatavissa läheltä itse alumiinimalmia.

Maamme tärkeimpiä potentiaalisia alumiinin raaka-aineita ovat anortosiitti, nefeliini ja serisiitti. Alumiinioksidin ja siitä edelleen metallisen alumiinin tuottaminen on nykytilanteessa vielä kannattamatonta, mutta sitävästoin alumiinisulfaatin valmistus kotimaisesta raaka-aineesta voi lähitulevaisuudessa tulla ajankohtaiseksi.

#### KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Statens offentliga utredningar, 1979, Malmer och metaller, Stockholm.
2. Metallstatistik, 1979, Metallgesellschaft, Frankfurt am Main.
3. U.S. Bureau of Mines, 1975, Mineral Facts and Problems, Washington.
4. U.S. Bureau of Mines, 1979, Mineral Trade Notes 76, 6.
5. Aluminium — en råvarukedja, 1976, "Resurser och Råvaror" — rapport, Stockholm.
6. Mineralpolitiska utredningen, 1975, Ny aluminiumteknologi, Stockholm.
7. Shaikh, N. A., 1976, Non-bauxite sources of alumina in Scandinavia and Finland, 2nd "Industrial Minerals" International Congress-Munich.
8. Bliss, N. W., 1962, Non-Bauxite Sources of Alumina: A Survey of Canadian Potential, CIM Bulletin 69, 774.
9. Barclay, J. A. and Peters, F. A., 1976, New Sources of Alumina, Mining Congress Journal.
10. Teollisuusmineraaliprojekti, 1980, Teollisuusmineraaliliedosto, raportti, Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö, Helsinki.
11. Teppo, O., 1979, Suomen anortosiittien käyttökelpoisuus alumiinin raaka-aineena, raportti, Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö, Helsinki.

#### SUMMARY

#### WORLD ALUMINIUM PRODUCTION AND ITS POTENTIAL RAW MATERIALS IN FINLAND

In those countries without any bauxite resources for alumina production studies have been made for alternative raw materials and their utilization. At present there exists a lot of possibilities but only exceptionally they are economically feasible.

Anorthosite, nefeline and sericite seem to be the most important potential aluminium raw materials in Finland. Alumina production from these materials is not profitable with the current energy prices, but in the near future the production of aluminium sulphate from domestic raw materials may be possible.

# Minne menet — mineraalitekniikka

Prof. Toimi Lukkarinen, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Otaniemi

Virkaanastujaisesityelmä 18. 12. 1979

## JOHDANTO

Edellisestä tämän alan vastaavasta esitelmästä on kulu-  
nut lähes 33 vuotta. Sen jälkeen on sekä meillä että  
muualla tapahtunut merkittäviä asioita. Maassamme oli  
silloin neljä rikastamo, nyt niitä on 22. Silloisten ri-  
kastamoiden yhteinen vuosisyöttö oli n. 750000 tonnia  
malma, nyt syöttö on yli 10 miljoonaa tonnia, ja vuoden  
1980 aikana se kasvaa kahdella miljoonalla.

Metallien nälkä kiihtyy maailmassa, ja niiden tarve  
kaksinkertaistuu keskimäärin 11 vuodessa. Lamakaudet  
tosin tilapäisesti hillitsevät kehitystä. Suuri tuotanto on  
saatava irti yhä köyhemmistä malmeista, samalla, kun  
energian hinta nousee ja ihmistyö tulee entistä arvok-  
kaammaksi, pääomien niukkuus ja inflaatio luovat omia  
paineitaan, ja ympäristö vaatii entistä enemmän huomiota  
osakseen.

Tässä yhteydessä on tarkoituksena yrittää selvittää  
mineraalitekniikan näkymiä ja samalla vastata otsikon  
teatraaliseen kysymykseen.

## MALMIT

Malmien pitoisuuksien aleneminen on yleinen ilmiö.  
Kun USA:ssa v. 1950 louhittiin keskimäärin 0,9 %:n ku-  
parimalmeja, olivat pitoisuudet v. 1974 vain 0,5 %:n  
luokkaa. Mekään emme ole jääneet tässä kehityksessä  
jälkeen, sillä 33 vuotta sitten meidän kuparimalmiemme  
keskiarvo oli likimain 3,5 %, mutta nyt vain n. 1,5 %.  
Kuparista sanottu pätee yhtä hyvin muihinkin malmei-  
hin, ja meillä louhittavat nikkelimalmit ovat pitoisuudel-  
taan maailman köyhimpiä.

Alhaisen pitoisuuden lisäksi monet nykyisin käsiteltä-  
vät malmit ovat rakenteeltaan hienojakoisia, niiden mi-  
neraalit ovat usein hapettuneita tai muuten muuttuneita,  
mikä vaikeuttaa niiden käsittelyä. Esimerkiksi lämpimien  
maiden lateriittiset Ni-malmit ovat täysin tunnettomia  
nykyisille rikastusmenetelmille, joten niiden sisältämä  
nikkeli on saatavissa vain pelkistämällä ja sulattamalla.  
Tulevaisuudessa nikkeli saadaan yhä enenevässä määrin  
juuri mainituista malmeista. Hieturan sulfidinen nikkeli-  
malmi on meidän maassamme loistava esimerkki vai-  
keasti rikastettavista malmeista ja viime aikoina puhee-  
na ollut Sotkamon Talvivaaran monimetallinen muodos-  
tuma on tietävästi sekä köyhä että hankala.

Elämä olisi kuitenkin jännittävää, jos geologit onnis-  
tuisivat löytämään edes huonoja mineraaliesiintymiä.

## LAITOSTEN KAPASITEETIT

Metallien kasvava kulutus ja malmien alhaiset pitoisuudet  
johtavat samaan päämäärään eli laitosten kapasiteettien  
kasvuun, missä vain raaka-ainevarat antavat myöten.  
Tässä asiassa me emme ole pysyneet isojen kyydissä.  
Näinä aikoina toimintaansa aloitteleva Siilinjärven apa-  
tiittirikastamo on maamme suurin ja sen suunniteltu ka-  
pasiteetti on 250 t/h, kun sen sijaan viime vuosien suurin  
kuparirikastamo, Bougainville Salomonin saarilla hauk-  
kaa 17 kertaa mainitun määrän eli n. 4300 t/h. Kapasi-  
teetti on tietenkin riippuvainen malmivaroista, markki-  
noinnista ja käytettävästä pääomasta. Meidän nykyiset  
metallimalmimme eivät todellakaan kauan kestäisi jon-  
kin Bougainvillen vauhtia.

## LAITOSTEN SUUNNITTELU JA KÄYTTÖ

Suuren tuotannon aikaansaaminen ja sen ylläpitäminen  
tulee helpommaksi, jos käytettävät prosessikoneyksiköt  
ovat riittävän suuria. Tähän asiaan on oikeastaan ha-  
vahduttu yllättävän myöhään.

Suuria rikastamoita oli jo 1940- ja 50-luvuilla, mutta  
suuria esimurskaimia lukuunottamatta monet koneyksiköt  
olivat jälkeensä ajatellen hämmästyttävän pieniä.  
Tästä voi mainita pari esimerkkiä:

- 25 vuotta sitten pidettiin kolmen metrin läpimittaista  
jauhatusmyllyä varsin suurena, mutta nykyisin on  
tietävästi suurimman myllyn läpimitta 11 metriä;  
suurimmat Suomessa tehdyt myllyt ovat Wärtsilä-Yh-  
tymän valmistamat Ø 4x6 metrin kokoiset, joten tässä  
ei tavoitella ennätyksiä.
- Kotalahden rikastamon lähtiessä käyntiin 20 vuotta  
sitten olivat sinne teetetyt 3 m<sup>3</sup>:n vetoiset vaahdotus-  
koneet maailman suurimpien kokoisia. Nykyisin on  
monissa Outokumpu Oy:n rikastamoissa 16 m<sup>3</sup>:n ko-  
neet, ja Outokumpu Oy markkinoi jo myös omia  
38 m<sup>3</sup>:n vaahdotuskoneitaan, jotka ehtivät mm. Siilin-  
järven rikastamoon. — Nämä ovat nyt maailman suu-  
rimpia.

Suurten lietemäärien käsittelyyn tarvitaan suuria ja  
luotettavia pumppuja. Niiden koko on vähitellen kasva-  
nut ja valikoimat ovat tulleet aikaisempaa monipuoli-  
semmiksi. Suomessa G.A. Serlachius Oy otti lietepumppu-  
jen teon ohjelmaansa 1960-luvun puolivälissä ja on siitä  
alkaen suurentanut yksiköiden kokoa hitaasti, mutta var-  
masti.

Suuria koneyksiköitä käyttämällä laitoksen suunnittelijalla on mahdollisuus päästä yksinkertaisiin ratkaisuihin ja saada tilankäyttö tehokkaaksi. Samalla laitoksen valvonta ja käyttö helpottuvat.

Viime aikoina valtavasti kehittyneet instrumentointi ja automatisointi ovat tuoneet joukon sellaisia mahdollisuuksia, joista ei voitu uneksiakaan silloin, kun nippu pH -indikaattoripapereita takataskussa saattoi olla rikastusinsinöörin ainoa instrumentti. Nykyisin kaivataan eniten kevyille alkuaineille jatkuvatoimista prosessiin kytkettävää analysaattoria ja luotettavaa raekoon mitauslaitetta. Markkinoilla olevat jatkuvatoimiset raekokoanalyysaattorit antavat yleensä vain keskiraekoon, jonka merkitys ei ole riittävä. Eräissä kehitteillä olevissa laitteissa taas on huolen aiheena näytteen pienuus. Ajatellaamme vain, että 250 mm:n läpimittaisesta putkesta tulee "torven täydeltä" sakeaa lietettä, josta pitäisi saada luotettava seula — analyysinäyte sulloituksi esim. 2..3 mm:n "pilliin". Se tuskin onnistuu. Sitä paitsi olisi kehitettävä mineraalien puhtaaksijauhatustasteen analysaattori raekoon mittauslaitteen asemesta.

Mikroprosessorien avulla nykyinen rikastamon keskitetty säätö voidaan hajottaa konekohtaiseksi, kun vain on keskitetty valvonta estämässä eri suuntiin vedon. Pienetkin rikastamot saadaan tehokkaasti ja suhteellisen halvalla säädetyksi käyttämällä ns. in-line-analyysaattoreita ja mikroprosessoreita. Tulevaisuus näyttää, päästäänkö kuituoptiikan avulla tarkastelemaan ilmiöitä vaahdotuskoneen sisällä. Nythän ei vielä tiedetä, miten mineraalirae todella tarttuu ilmakuplan pinnalle vaahdotuskoneen käydessä. — Kuitenkin suuri osa maailman kaivosteollisuudesta on kirjaimellisesti ilmakuplien varassa.

Vaahdotuksen kehitys liittyy pääasiassa kemikaalien ja lietteen ionikoostumuksen seuraamiseen. Hienojakoisten mineraalien selektiivinen dispergointi ja flokkulointi on muodostunut tärkeäksi tekijäksi, jonka vaikeus on sen malmikohtaisuudessa. Tällä hetkellä rekisteröityjä rikastuskemikaaleja muuten on n. 10 000. On huomattava, että malmien rikastamisessa olemme maassamme sekä koneiden että kemikaalien osalta kutakuinkin omavaraisia.

## **ENERGIA**

Ne toimenpiteet, joihin mineraalitekniikan alalla ryhdyttiin torjuttaessa malmien köyhtymisen vaikutusta, olivat ikäänkuin ennakkoon käytettävissä ryhdyttäessä vastaiskuun energian hinnan noustessa. Suuret kapasiteetit, isot koneyksiköt, tehokas automatisointi ja tietokoneohjaus ovat olleet erittäin hyödyllisiä tässäkin mielessä. On kuitenkin perusteltua väittää, että varsinainen energia-kamppailu ei ole rikastamoiden osalta vielä edes täysin käynnistynyt, vaikka jokaisessa rikastamossa kiireen kaupalla tätä harrastetaan.

Maailmassa rikastetaan vuosittain n. 3 mrd tonnia malmia. Näiden malmien jauhaminen kuluttaa energiaa suunnilleen saman verran kuin 30 Imatran voimalaitosta pystyy tuottamaan, joten 3,3 %:n hyötysuhteen parannus säästäisi yhden Imatran. Tällä rintamalla luulisi jotakin voivan tapahtua tehostetun luokituksen, mahdollisesti karkean esirikastuksen, ehkäpä ihan itse jauhatuspro-

sessin kehittämisen avulla.

Jauhatuksen osuus on tavallisen rikastamon energian kulutuksesta likimain 40 %, joten koko prosessin ajamiseen tarvitaan 75 Imatraa. Näistä 45 pyörii turhan takia, sillä rikastamon ottamasta tehosta menee n. 60 % koneiden tyhjäkäyntiin! — Sama tarkastelu voisi kyllä muillakin teollisuuden aloilla tuottaa ihmetuloksia. Yhden kuparitonin tuottaminen vaatii 12 000 kWh:a, josta rikastamon osuus on 3000 kWh. Tuotakin siivua voisi ohentaa, jos koko rikastusprosessi saataisiin "järjestyksen kouriin".

## **MAHDOLLISIA KEHITYSSUUNTIA**

Mineraalivarojen hyväksikäytön alalla on viimeksi kuluneina vuosina tapahtunut jatkuvaa kehitystä, josta edellä on esitetty eräitä esimerkkejä. Käynnissä on ollut, kuten on sattuvasti sanottu, "hiljainen vallankumous". Kehityksen suuntaa on vaikea arvioida, mutta joitakin mahdollisuuksia on näköpiirissä.

Suuri osa maailman käyttämättömistä malmivaroista sijaitsee kuivan ilmaston vedettömillä alueilla. Siellä ne ovat säilyneet toistaiseksi lähes käyttämättöminä, mutta tuskin säilyvät kauan, ja siksi kuivia rikastusmenetelmiä on kehitettävä nykyisestään huomattavasti pitemmälle. Tällä alalla voi olla kilpajuoksu odottamassa, ja ajoissa liikkeelle lähtenyt saattaa ehtiä ensiksi perille.

Kun hienojakoiset malmit vaativat hienon jauhatuksen, niiden vaahdotuksessa voi olla mahdollista käyttää pneumaattisia vaahdotuslaitteita, joiden energian kulutus on alempi kuin mekaanisten. Saattaa olla, että pneumaattiset vaahdotuskoneet kokevat toisen tulemisen, nehan olivat yleisiä vielä 1940-luvulla. Tällä hetkellä on merkkejä jo olemassa.

Magneettisten erottimien kehittämisessä on huomio viime aikoina kiinnittynyt märkäerotukseen ja siinä vahvoihin kenttävoimakkuuksiin ja suuriin gradientteihin. Suprajohtavien aineiden käyttöön perustuvat magneettiset erottimet tulevat ilmeisesti laajentamaan magneettisen rikastuksen mahdollisuuksia yllättävän paljon. On todennäköistä, että mm. vaahdotus joutuu luovuttamaan "alueitaan" sitä siistimmälle magneettiselle erotukselle.

Poiminta on ollut vanhin rikastusmenetelmä, ja se tekee koko tekniikan maailman vanhimmaksi!

Nykyaikana se on teknillisyydessään ehkä pisimmälle viety tällä alalla käytetyistä työmenetelmistä. Tämä menetelmä saattaa olla eräs tulevaisuuden esirikastusmenetelmistä, sillä jo nytkin laser-säteen käyttöön perustuvilla laitteilla saadaan jopa 200 t/h:n kapasiteetti karkean malmin esikäsitelyssä.

Vaikeiden malmien rikastuksessa käytetään jo eri rikastusmenetelmien yhdistelyä hyväksi. Näin tehdään meilläkin esimerkiksi Kemin kromiittirikastamossa. Paitisi rikastusmenetelmien keskeisenä tällainen yhdistely voidaan toteuttaa vaahdotuksen ja hydrometallurgian kesken tai pyrometallurgisten menetelmien ja magneettisen erotuksen kesken, mistä myös on esimerkkejä olemassa. Tällaista toimintaa on pakko käyttää enenevässä määrin tulevaisuudessa malmien tullessa komplisoidummiksi. Bakteeriliuotusta on toistaiseksi meidän oloissamme ajateltu varsin rajoitetusti, mutta senkin aika lienee tulossa.



## **PÄÄOMA**

Varsinaisen tekniikan ulkopuolisista tekijöistä on kenties merkityksellisin käytettävissä oleva pääoma, joka uutta rakennettaessa on suorastaan määräävä. Viime vuosien yleinen pääomien niukkuus on kaikkialla rajoittanut sekä käytännön sovellutuksia että varsinkin tutkimusta. Äskeisen laman aikana oli hyvin yleistä supistaa juuri tutkimuksen osuutta, "eihän se mitään tuota" periaatetta soveltaen. Seuraukset eivät olleet pelkästään myönteisiä.

Jos pääomia on niukasti jo uudisrakennusbudjettia tehtäessä, tekee inflaatio ne hankintojen aikana vielä niukemmiksi. Sellaisessakin maassa kuin USA:ssa ottaa kaivoslaitoksen perustaja nykyisin 75 % velkaa, kun vielä 1960-luvulla oma rahoitus oli keskimäärin 90 %. Kehitysmaaprojekteissa pitäisi ulkomaisen yrittäjän rahoittaa koko ohjelma ja luottaa pitkään ja epävarmaan maksu-aikaan.

## **YMPÄRISTÖ JA IHMINEN**

Toistakymmentä vuotta sitten ihmiskunta tai ainakin sen valveutuneimmat yksilöt huomasivat meidän olevan hukumaisillamme tuottamiimme jätteisiin. Tällöin herännyt ympäristönsuojelu on varsin voimakkaasti vaikuttanut myös mineraalitekniikkaan, erikoisesti kaivoksiin ja rikastamoihin. Arvioitaessa kaivoslaitosten vaikutusta vesien ja ilman saastumiseen ja melutekijöihin, mentiin aluksi monin paikoin liioitteluun. On ehdottomasti myönnettävä, että jätteittemme käsittelyssä olimme pari vuosikymmentä sitten kaivoksillamme huolimattomia ja huolettomia. Nykyisin on jätevesien kierrätys otettu käyttöön, missä se suinkin on mahdollista tai hyödyllistä ja laskettavia vesiä tarkkaillaan tehokkaasti. Kehitystä on tapahtunut, ja esimerkiksi Pyhäsalmen kaivoksen jätevesien selkeytyslaitossa on kasvatettu menestyksellisesti sekä rapuja että siikojia.

Suomen kaivosteollisuus käyttää vettä saman määrän vuodessa, minkä puunjalostusteollisuutemme käyttää 10 päivässä. Suuruusluokissa on eroa, mutta tiedotusvälineiden antama kohtelu on ollut vähintäänkin sama.

Kun köyhistä malmeista tulee suhteellisesti enemmän jätettä kuin rikkaista, eivät jäteongelmat ole helpottumaan päin ja ympäristönsuojelu on uutta laitosta suunniteltaessa vakavasti huomioon otettava tekijä.

Mitä ilman saastuttamiseen tulee, sitä kaivoslaitos ja rikastamo eivät juuri pysty aikaansaamaan.

Suunnilleen yhtä aikaa ympäristön saastumisen kanssa huomattiin ihmisen avuttomuus tekniikan rattaissa, ja lopultakin tuli aika, joka asetti ihmisen yhtiön edelle. Tehostettu työsuojelu ja yhä lyhenevä työaika tulevat vaikuttamaan entistä voimakkaammin myös mineraalitekniikassa, jonka piirissä usein työskennellään keskeytymättömän kolmivuorotyön puitteissa. Tekniikan tason paranemisen avulla on näissä kysymyksissä päästy eteenpäin. Aikaisemmin mainittu kehitys on saanut aikaan työvoiman vähenemisen, ja kun ihmiset on korvattu koneilla ovat suojeltavat harvenneet. Meillä on monta rikastamoita, joissa on kaksi henkilöä varsinaista prosessia valvomassa, ja heistäkin toinen on usein vain turvallisuussyistä.

## **TUTKIMUS**

Edellä on käsitelty joitakin tekijöitä, joiden vaikutusta on pyrittävä vaimentamaan mm. tutkimusta kehittämällä ja pitämällä koulutustaso korkealla. Mineraalitekniikka on luonteeltaan tyypillisesti eri alojen tutkimustuloksia laaja-alaisesti soveltavaa ja sen vuoksi yhteistyö muiden alojen tutkijain kanssa on sille elinehto. Tähän joukkoon kuuluvat yhtä hyvin mineralogit, kemistit ja biologit kuin fyysikot ja koneinsinöörit. Tehokasta kanssakäymistä muiden tutkijain kanssa tarvitaan kipeästi, mutta meillä kuitenkin tällä hetkellä suunnitellaan mineraalitekniikan tutkimuslaboratorion hajasijoittamista itseriittoaikoksi yksinhuoltajaksi.

Koulutuksen kannalta on tärkeätä yhtä hyvin teknillistä vientiä kuin kotimaista toimintaa ajatellen, että koko kaivosinsinöörien kaarti, geofyysikot, louhijat ja rikastajat kasvavat yhdessä metallurgien kanssa saman laitoksen suojissa samaa kieltä puhuviksi vuori-insinööreiksi. Alaa niukasti tunteva ei ehkä hetj oivalla, että tässä on meidän vuoriteollisuutemme eräs voimatekijä.

## **YHTEENVETO**

Mineraalitekniikan polulla näyttää olevan tienviittoina:

- entistä köyhemmät ja vaikeammin käsiteltävät malmit ja mineraaliset raaka-aineet;
- entistä suuremmat laitosten kapasiteetit ja suurenevat koneet;
- uusien säätö- ja seurantamenetelmien valpas käyttöönotto;
- eri prosessimenetelmien ennakkoluuloton yhdistely;
- pakko tehdä energiaa säästäviä ja kustannuksia alentavia innovaatioita;
- ihmisen ja ympäristön muistaminen;
- pääomien niukkuus;
- yhteistyö muiden tutkijoiden kanssa.

Jotta me selviäisimme tästä, se vaatii tehokasta tutkimusta, huolellista suunnittelua ja kaikkien resurssien pitämistä liikkeellä. Perusedellytyksenä on kuitenkin uusien malmien löytyminen, sillä oman toiminnan tyrehtymisen jälkeä ei tiedonvientikään auta, kun omassa maassa ei ole käytännön koulutuspaikkoja eikä omaa näyttöä osaamisesta.

## **SUMMARY**

### **QUO VADIS — MINERAL PROCESSING**

A short description of the developments in mineral processing during the last decades has been given and new trends have been discussed.

It has been observed e.g. that:

- The ores and mineral raw materials are getting poorer and more difficult to process. Therefore a combination of different successive processing methods may be needed also for one single ore. The sizes of plants as well as of machine units are increasing.
- New automation methods and instrumentation devices will be increasingly needed to help the process control.
- Innovations to minimize the energy consumption and to decrease the costs will be needed.
- The ecological aspects must be considered in all operations.
- A researcher in mineral processing will need a close collaboration with the scientists of other fields.

# Prosessimetallurgian kehitysnäkymät

**Professori Lauri E. K. Holappa, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, teoreettisen prosessimetallurgian laboratorio, Otaniemi**

Virkaanastujaisesityelmä 23. 10. 1979

Viime vuosina vallinnut yleismaailmallinen matalasuhdanne, lama, on vaikuttanut monin tavoin mullistavasti myös metallurgisen teollisuuden toimintaedellytyksiin ja kehitysnäkymiin. Eräs lamaan johtaneista tekijöistä oli öljykriisi, joka ei ole mennyt ohi, vaan se on laajentunut energiakriisiksi. Vaikka tilanne ei ole mitenkään katastrofaalinen, on selvää, että öljyn suhteen tullaan harjoittamaan niukan tarjonnan politiikkaa, jolloin hinta nousee suhteessa muihin energiamuotoihin, joiden hyödyntämiseen tullaan uhraamaan paljon varoja ja tutkimusresursseja. Selvä tosiasia on: paluuta öljykriisiä edeltäneeseen tilanteeseen ei ole.

70-luvun alussa esitetyt koko maailmaa koskeneet kasvunustat ja kehitystrendit on saatu heittää roskakoriin. Aiemmin suosittu futurologien ammattikunta on harventunut ja hiljentynyt, kun lineaarista tai progressiivista kehitystä ennakoineet kasvukäyrät ovatkin monessa tapauksessa kääntyneet alaspäin.

Vaikka olenkin valinnut esitykseni aiheeksi "prosessimetallurgian kehitysnäkymät" en aio ryhtyä täydentämään futurologien harvalukuista joukkoa. Tyydyn tarkastelemaan tärkeimpiä prosessimetallurgian kehitykseen yleisesti vaikuttavia tekijöitä, kehitystarpeita sekä niitä haasteita, joita kohdistuu oman maamme teollisuuteen, tutkimus- ja kehitystoimintaan sekä koulutukseen.

Mitkä tekijät ohjaavat kehitystä esim. prosessimetallurgisessa teollisuudessa? Ensinnäkin on yleisiä taloudellisuuden vaatimuksia: alhaisemmat investointi- ja käyttökustannukset, parempi tuottavuus ja suurempi tuotantonopeus. Näihin voidaan vaikuttaa tutkimuksen avulla kehittämällä uusia prosesseja tai parantamalla vanhoja. Viime aikoina on tuotu esiin selvästi yksilöidympiä vaatimuksia: energiansäästö ja talteenotto, halvemmän energian käyttö, tarve käyttää heikompia, köyhempiä tai vaikeammin hyödynnettäviä raaka-aineita sekä toisaalta vaatimukset kehittämään uusia parempia, usein puhtaampia tuotteita. Eräs keskeinen teema on myöskin prosessin aiheuttamien ympäristöhaittojen minimoiminen.

Seuraavassa tarkastellaan näitä kysymyksiä lähemmin teollisuusaloittain.

Rauta- ja terästeollisuus on yleismaailmallisesti katsottuna volyymiltaan suurin verrattuna muiden metallien valmistukseen. Meillä Suomessa terästeollisuus (Rautaruukki Oy, OVAKO Oy Ab, Outokumpu Oy) pääosin kattaa kotimaisen tarpeen, mutta yli puolet tuotannosta menee vientiin. Ei-rautametallien eli värillisten

metallien tuotanto maassamme on suhteellisesti katsoen suurta ja kansainvälisestikin ottaen huomattavaa. Vientiosuus vaihtelee tuotteittain ollen 50—95 % metallien tuotannosta. Perusmetalliteollisuutemme on siis kokonaisuudessaan vientivaltaista teollisuutta, vaikkakin toisaalta kotimaan tarve pyritään suurelta osin täyttämään.

Suomen terästeollisuus on laitteistojensa ja menetelmiensä puolesta pääosaltaan modernia. Kansainvälisesti katsoen kilpailuasemaamme heikentää se, että toimimme ulkoa tuotavan koksen ja osin tuontimallin varassa ja laitostemme yksikkökoot ovat pieniä. Varsinkin masuuniprosessiin kohdistetun voimakkaan kehityspanoksen ansiosta ovat masuunimme energiankäytön niukkuuden suhteen maailman huippuluokkaa. Kehitystyötä on kuitenkin jatkettava koksinkulutuksen edelleen alentamiseksi ja korvaavien, halvempien polttoaineiden käytön kehittämiseksi. Teräksen valmistus tapahtuu maassamme pääasiassa happikonvertterimenetelmällä (Rautaruukki, Koverhar). Prosessin kehityksen alalla on tehty voimakasta metallurgista kehitystyötä. Eräänä lähiajan keskeisenä kehityskohteena tulisi olla prosessin ohjauksen kehittäminen. Teräksen valu tapahtuu Suomessa nykyisin yli 90 % jatkuvavalumenetelmällä, mikä on alallaan maailmanennätys. Jatkuvavalu on osoittanut selvästi paremmuutensa tuotos- ja tuottavuusmielessä, mutta myöskin laadun suhteen se on ohittamassa perinteisen valannevalun. Tässä mielessä onkin yllättävää todeta, että jatkuvan valun kehityksessä on menossa selvä renessanssi. Pyrkimyksenä on aihion ja lopputuotteen pinnanlaadun ja rakenteen parantaminen sekä tuotantoteknologian kehittäminen.

Valokaariuunisulattomme (Imatra, Dalsbruk), jotka jaostavat kotimaista romua teräkseksi, ovat laitteistoiltaan myöskin nykyaikaisella tasolla, mistä on osoituksena, että nykyaikaiseen teknologiaan kuuluvat UHP-muuntaajat ja vesijäähdytetyt panelit ovat jo osittain käytössä.

Ruostumattomien terästen eli jaloterästen valmistus on meillä aloitettu muutama vuosi sitten (Outokumpu Oy Tornio) perustuen kotimaisiin raaka-aineisiin. Menetelmänä on nykyaikainen AOD-konvertti sekä jatkuva valu. Raaka-aineresurssimme mahdollistavat tuotannon laajentamisen tällä sektorilla.

Voimakas kehitys on menossa raakateräksen jatkojalostuksen alueella. Puhutaan senikkametallurgiasta, jolla tarkoitetaan teräksen lopullisen laadun (analyysin, ominaisuuksien) tekemistä senkassa. Kehitystyötä teh-

dään laajalla rintamalla tavoitteena tuotteiden laadullisen parantaminen sekä valmistusprosessin rationalisointi.

Monet edellä mainituista kohteista ovat sellaisia, joissa on tarvittu viime kädessä voimakasta, omaa kehityspainosta, jotta kansainvälisenkin mittapuun mukaan korkea tekninen taso on voitu saavuttaa. Eräisiin teollisuuden kehityskohteisiin on korkeakoulukin osallistunut mm. diplomitöiden kautta. Pitäisin erittäin tärkeänä, jo pelkästään alan kehityksen seurannan kannalta, että tätä yhteistoimintaa voitaisiin jatkaa ja laajentaa.

Ei-rautametallien kohdalla tilanne on monivivahteisempi. Yleisnäkymä on, että kotimaisten malmien tuotanto ei nykyisellään anna mahdollisuuksia tuotannon laajentamiseen ja nykyiselläkin kapasiteetilla joudutaan jossain määrin käyttämään tuontirikasteita. Keskeisiä nykypäivän kehityssuuntia ei-rautametallurgian alueella ovat kompleksisten, vaikeasti prosessoitavien malmien käyttöönoton lisääntyminen, puhtaampien metallien tarve, energian säästö sekä ympäristöhaittojen minimointi. Outokumpu Oy on harrastanut oloissamme poikkeuksellisen voimaperäistä omaa prosessien kehittelyä. Klassillisena esimerkkinä on liekkisulatusmenetelmä, jossa tämän päivän vaatimukset pitkälti toteutettiin jo 30 vuotta sitten. Luonnollisena seurauksena omasta prosessinkehityksestä on ollut prosessitietouden know-how'n myynti ja tähän liittyen laitteistojen ja tehtaiden myynti yhteistyössä suomalaisen konepajateollisuuden kanssa. Tämä tekninen vienti on nopeasti kasvanut ja muodostaa nykyisin merkittävän osan yhtiön liikevaihdosta. Tunnettu esimerkki on Norilsk-projekti, joka on suurin suomalaisen tekemä yksittäinen vientikauppa (arvo 1,5 miljardia mk). Kaiken tämän taustalla on yhtiössä harrastettu voimakas tutkimustyö, johon korkeakoulukin on omalla panoksellaan voinut osallistua.

Yhteenvetona edellisestä voidaan todeta, että metallurgisen teollisuuden kasvumahdollisuudet volyymin osalta ovat rajoitetut. Pääasiallisin tavoite tuleekin olemaan parempien tuotteiden (parempien teräslaatuojen, puhtaampien metallien) valmistaminen sekä prosessien kehittäminen energian säästämiseksi, joustavuuden parantamiseksi sekä ympäristövaatimukset huomioiden. Voimakkaasti kasvava ja laajeneva alue tulee olemaan teknisen tietouden ja laitteistojen myynti.

Prosessimetallurgian koulutus on Suomessa keskitetty Teknilliseen korkeakouluun, jossa vuoriteollisuusosastossa on kaksi metallurgian professuuria. Edellä esittämäni perusteella on selvää, että tulevaisuudessakin tarvitaan hyvin koulutettuja insinöörejä. Metallurgisen teollisuutemme kehitystyössä sekä kasvavan know-how- ja laitemyynnin alueella tarvitaan laajaa, eri alojen asiantuntijoiden yhteistoimintaa. Prosessimetallurgilta vaaditaan sekä prosessien perusteiden ymmärtämystä että prosessitekniikan tuntemusta. Tätä periaatetta on pyritty noudattamaan uuden tutkintosaännön mukaista opetusohjelmaa suunniteltaessa.

Toisaalta on korkeakoulussa annettavan opetuksen ja ennenkaikkea jatko-opetuksen kannalta ensiarvoisen tärkeää, että tutkimustoimintaa voidaan harrastaa riittävässä laajuudessa. Valitettavasti vain henkilöiden palkkauk-

seen ja ennenkaikkea tutkimusvälineistön hankintaan saadut varat ovat prosessimetallurgian osalta olleet aivan riittämättömät eikä parannusta tilanteeseen ole näköpiirissä.

Positiivisena kehityksenä on nähtävissä viime aikoina lisääntyneet kontaktit teollisuuden ja muiden instituutioiden kanssa. Hyvät yhteydet ja yhteistyö teollisuuden kanssa luovat parhaat edellytykset korkeakouluopetuksen ja tutkimuksen oikeaan suuntaamiseen.

## SUMMARY

### FUTURE TRENDS IN PROCESS METALLURGY

Recent development in process metallurgy has been strongly influenced by the energy crisis. Energy saving, better utilization of energy and the use of new, alternative energy sources are some of the main items in process metallurgical research and development work.

The steel industry in Finland does not essentially increase its volume in the eighties. Main efforts are directed to improve productivity and economy of the processes as well as to raise quality level of the steel grades and products to be manufactured.

In the field of nonferrous metallurgy the insufficiency of domestic ores most likely will continue. Development work is needed in order to utilize still weaker and more complex ores than previously. Any big growth in the production capacity is not expected. Export of the metallurgical know how and equipments will be a strongly growing area both in nonferrous and ferrous metallurgy.

The development in the process metallurgical industries set demands for professional education. Knowledge about the theory of processes as well as process technology are required. The process metallurgical education is given in the Helsinki University of Technology, Mining and Metallurgical Department.

# Ruostumattomien terästen fysikaalinen metallurgia tänään

Prof. Veikko Lindroos, Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, metalliopin laboratorio, Otaniemi.

Esitelmä, joka on pidetty Vuorimiesyhdistyksen metallurgijaoston syyskokouksessa 9. 11. 1979 Otaniemessä.

## JOHDANTO

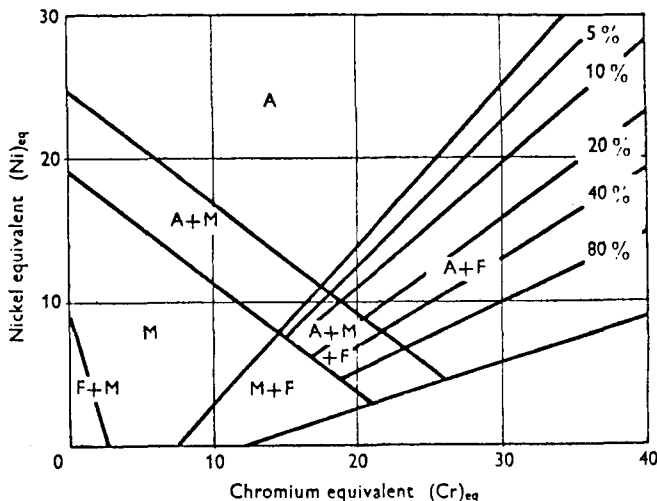
Nykyisin on käytössä suuri määrä erilaisia teräksiä, joita kutsutaan ruostumattomiksi. Yhteistä näille teräksille on runsas kromiseostus, tavallisesti yli 12 %, jonka ansiosta teräksen pintaan muodostuu passiivikerros, mikä tekee näistä teräksistä kemiallisesti kestäviä mitä erilaisimmissa olosuhteissa. Kestävyys voi olla kuitenkin teräskohtaisesti yksilöllistä riippuen ensisijaisesti (1) ympäristön aggressiivisuudesta, teräksen (2) koostumuksesta ja (3) rakenteesta.

Teräksen koostumus ja teräkselle suoritettavat käsittelyt määräävät yksikäsitteisesti saavutettavan rakenteen, joka voi ruostumattomilla teräksillä perustyyppiltään olla martensiittinen, austeniittinen tai ferriittinen. Näiden lisäksi ruostumattomissa teräksissä rakenne voi muodostua em. perustyyppien yhdistelmästä, joista mainittakoon fer-

riittis-austeniittiset teräkset. Seostuksen vaikutus eri käsittelyissä syntyviin rakenteisiin voidaan esittää austeniittia ja ferriittia stabiloivien seosaineiden funktiona ns. Schaeffler-diagrammissa (kuva 1), joka kuvaa erilaisilla seosainekombinaatioilla syntyviä rakenteita. Rakenteelliset erot ovat jaotteluperusteena myös monissa ruostumattomien terästen luokituksissa.

Pääseosaineen kromin lisäksi ruostumattomissa teräksissä käytetään monia muita seosaineita mm. korroosionkestävyyden, mekaanisten ominaisuuksien ja hitsattavuuden parantamiseksi. Kun useimmat seosaineet kohoavat teräksen hintaa, edellyttää tiettyjen ominaisuuksien taloudellinen saavuttaminen seostuksen optimointia. Periaatteessa tällainen optimointi tapahtuu yhtäältä teräksen kehittämisympäristössä, jolloin teräs saa nimelliskoostumuksensa, ja toisaalta valmistusvaiheessa, jolloin teräksen lopullinen koostumus muotoutuu. Esimerkkinä ensin mainitusta optimoinnista ovat pyrkimykset pääseosaineiden kromin ja nikkelin määrän minimoimiseen ja korvaamiseen halvemmilla sekä tulevaisuudessa helpommin saatavilla seosaineilla kuten alumiinilla, piillä, mangaanilla ja tyypellä. Valmistusvaiheen optimoinnista, joka viime kädessä vastaa saavutettavista ominaisuuksista mainittakoon esimerkkinä Ranskassa Creusot Loire'n tehtailla tehtävä seosaineiden tasapainottaminen 18/10-tyypisen teräksen valmistuksessa siten, että mekaaniset ominaisuudet ja jännityskorroosionkestävyys ovat AISI 304 laadun tasolla, kun taas herkistymistäipumus on lähes yhtä vähäinen kuin 304 L-laadulla /2/.

Tutkimustulokset alhaisen hiili- ja typpipitoisuuden myönteisestä vaikutuksesta ruostumattomien terästen korroosionkestävyyteen ovat osaltaan ohjanneet valmistusprosessien kehitystä menetelmiin, joilla voidaan saavuttaa entistä alhaisempia välisija-atomipitoisuuksia ja joilla ylipäänsä on mahdollista hallita entistä paremmin terästen seosainepitoisuuksia. Ruostumattomien terästen korkean kromipitoisuuden vaikeuttaessa hiilipitoisuuden alentamista pelkän happipuhalluksen avulla on nykyisissä valmistusmenetelmissä pienennetty hiilidioksidin osapainetta inerttikaasua lisäämällä, kuten argonia AOD-menetelmässä, tai käyttämällä vakuumitekniikkaa vastaavaan tarkoitukseen. Tältä pohjalta on kehitetty useita menetelmiä, joilla saavutettavista hiili- ja typpipitoisuuksista eräiden ferriittisten ruostumattomien terästen valmistusprosesseissa verrattuna normaalilla valokaariuuni/happipuhallusmenetelmällä saavutettaviin hiili- ja



**Kuva 1.** Schaeffler-diagrammi  
Nikkeliäkvivalentti (Ni)<sub>eq</sub>  
= % Ni + 30 × % C + 0.5 × % Mn  
Kromiäkvivalentti (Cr)<sub>eq</sub>  
= % Cr + % Mo + 1.5 × % Si + 0.5 × % Nb  
A, austeniitti; F, ferriitti; M, martensiitti /1/.

**Fig. 1.** Schaeffler diagram  
Nickel equivalent (Ni)<sub>eq</sub>  
= % Ni + 30 × % C + 0.5 × % Mn  
Chromium equivalent (Cr)<sub>eq</sub>  
= % Cr + % Mo + 1.5 × % Si + 0.5 × % Nb  
A, austenite; F, ferrite; M, martensite /1/.

**Taulukko 1.** Eri menetelmistä saavutettavat välisija-atomipitoisuudet ferriittisillä ruostumattomilla teräksillä /3,4/.

**Table 1.** The general interstitial levels obtained by different processing methods of ferritic stainless steels /3,4/.

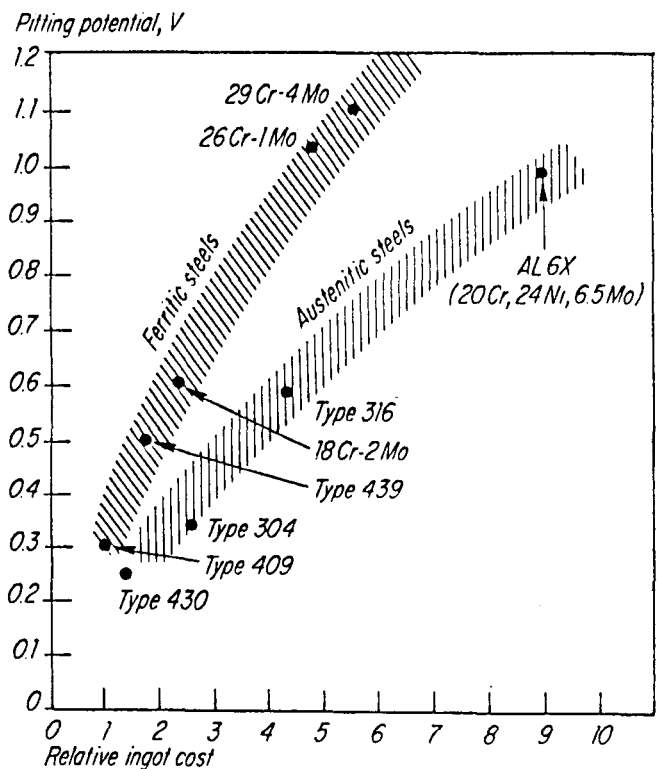
Menetelmä	C (‰)	N (‰)
Basic electric arc	0,05	0,03
Argon-oxygen-decarburation (AOD)	0,01	0,02
Vacuum-oxygen-decarburation (VOD)	0,01	0,02
Vacuum-induction-melting (VIM)	0,005	0,015
Electron-beam-refining (EB)	0,002	0,008

tyyppipitoisuuksiin antaa kuvan taulukko 1. Alhainen välisija-atomipitoisuus ja tarkka seosaineanalyysi heijastuvat sekä korroosionkesto-ominaisuuksiin että mekaanisiin ominaisuuksiin, joiden kohdalla viime vuosina tapahtunutta kehitystä seuraavassa tarkastellaan.

### KORROOSIONKESTÄVYYS

Ruostumattomien terästen korroosiovauriot voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Ensimmäisen ja samalla merkittävimmän ryhmän muodostavat ne vauriot, jotka voitaisiin välttää soveltamalla nykyistä materiaalitietämystä. Toinen ryhmä koostuu niistä vaurioista, jotka aiheutuvat käyttöolosuhteiden vaillinaisesta tuntemisesta. Kolmannen ryhmän muodostavat ne jäljelle jäävät vauriot, jotka eivät ole vaikeiden käyttöolosuhteiden vuoksi nykyisillä materiaaleilla vältettävissä.

Eräänä ruostumattomien terästen kehitystyön tavoitteena onkin viimeksi mainitun ryhmän vaurioiden määrän vähentäminen. Tähän tähtäävinä viimeaikaisen kehitystyön tuloksina voidaan mainita ferriittiset teräkset, joissa on erittäin alhainen välisija-atomipitoisuus sekä austeniittiset teräkset, joissa on korotettu molybdeeniseostus. Tarkasteltaessa rakenteeltaan eri tyyppisiä ruostumattomia teräksiä voidaan niiden korroosionkestävyyden todeta yleensä paranevan seostuksen kasvaessa. Näinollen niukemmasta seostuksesta johtuen martensiittisten terästen korroosionkesto-ominaisuudet jäävät useimmiten huonommiksi kuin austeniittisilla tai ferriittisillä teräksillä, joissa seostus on runsaampaa. Vaadittaessa materiaalista ainoastaan hyvää korroosion- tai hapettumisenkestävyyttä tulevat ferriittiset teräkset taloudellisesti edullisemmiksi kuin austeniittiset teräkset /5/. Esimerkkinä tästä on kuvassa 2 esitetty ko. terästyypin pistekorroosionkestävyys valmistuskustannusten funktiona. Asetettaessa materiaaleille muitakin vaatimuksia eri terästyypin keskinäinen edullisuus voi muuttua.



**Kuva 2.** Samanlaisen pistekorroosion kestävyuden saavuttaminen tulee ferriittisillä ruostumattomilla teräksillä halvemmaksi kuin austeniittisillä ruostumattomilla teräksillä tarkasteltaessa raaka-aine- ja sulatuskustannuksia. Pistekorroosio potentiaali on mitattu 1000 ppm NaCl sisältävässä liuoksessa huoneen lämpötilassa /5/.

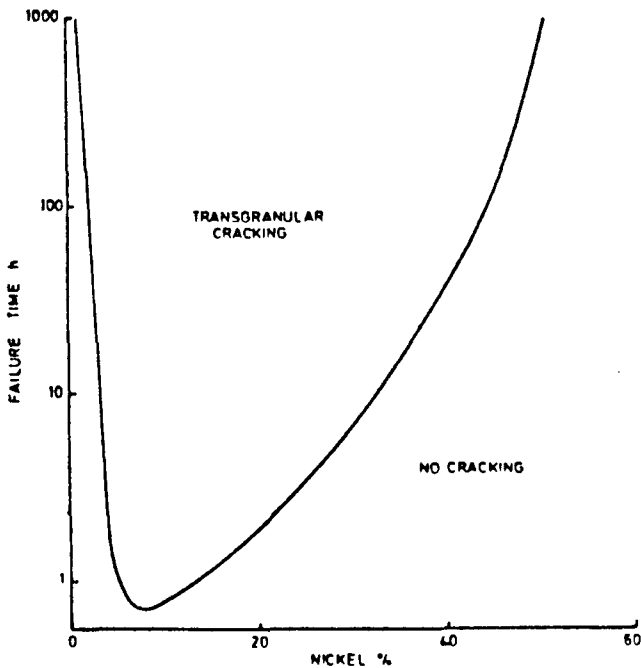
**Fig. 2.** For the same raw material cost, ferritic stainless steels are more corrosion resistant than the austenitic stainlesses. Conversely they provide the same level of corrosion resistance with less total alloy content. Pitting potential measured in 1000 ppm base NaCl at room-temperature /5/.

### Jännityskorroosio

Ympäristömuuttujien ohella ruostumattomien terästen jännityskorroosioalttiuteen vaikuttavat metallurgiset tekijät kuten seostus, epäpuhtaudet ja mikrorakenne. Jännityskorroosio muodostaa huomattavasti suuremman ongelman austeniittisissa ruostumattomissa teräksissä kuin ferriittisissä.

### Austeniittiset ruostumattomat teräkset

Austeniittisten terästen pääseosaineiden vaikutus jännityskorroosioalttiuteen määräytyy syövyttävän ympäristön mukaan. Seosaineiden ja epäpuhtauksien vaikutus austeniittisten terästen jännityskorroosioon ilmenee siten, että kloridipitoisissa liuoksissa nikkelpitoisuuden kasvattaminen suuremmaksi kuin 8 % parantaa jännityskorroosion-



**Kuva 3.** Nikkelipitoisuuden vaikutus austeniittisten Fe-Cr-Ni -seosten jännityskorroosionkestävyyteen kiehuvasa 42 % MgCl<sub>2</sub> -liuoksessa /3/.

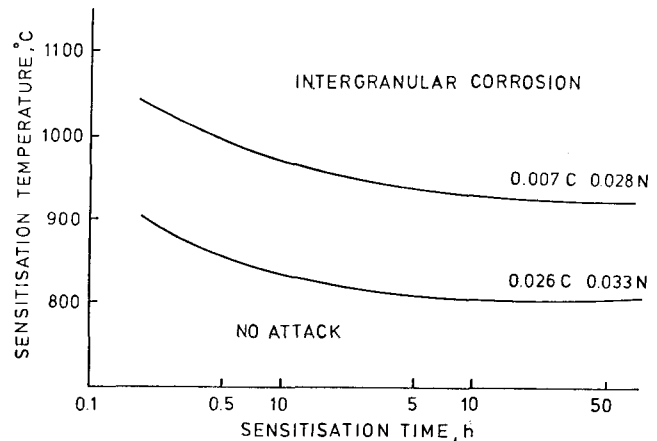
**Fig. 3.** Effect of nickel content on the stress corrosion resistance of austenitic Fe-Cr-Ni alloys in boiling 42 % MgCl<sub>2</sub> solution /3/.

kestävyyttä (kuva 3), kun taas kromi parantaa kestävyyttä pitoisuuteen 15 % asti teräksissä, joissa on 10 % nikkeliä. Piin on todettu parantavan jännityskorroosionkestävyyttä muuttaessaan passiivikalvon koostumusta sekä suosissaan delta-ferritiin muodostumista rakenteeseen /6/.

Kloridiliuoksissa jännityskorroosiotaipumukseen vaikuttavina, epäpuhtauden kaltaisina seosaineina ruostumattomissa teräksissä ovat lähinnä hiili, rikki, fosfori ja typpi. Liuoksessa olevan hiilen on todettu parantavan teräksen jännityskorroosionkestävyyttä 18/8 tyyppisessä teräksessä hiilipitoisuuteen 0,1 % asti; alhaisin kestävyys ilmenee hiilipitoisuudella 0,06 %. Lisäksi hiilen, kuin myös rikin haitallinen vaikutus ilmenee välillisesti niiden muodostamien karbidien ja sulfidien aiheuttamana alttiutena jännityskorroosioon. Fosfori ja typpi huonontavat terästen jännityskorroosionkestävyyttä, joskin niiden haitallinen vaikutus edellyttää molempien epäpuhtauksien läsnäoloa teräksessä.

**Ferriittiset ruostumattomat teräokset**  
Ferriittisissä teräksissä ei yleensä esiinny rakeiden läpi etenevää jännityskorroosiot. Tämän vuoksi austeniittisiä teräksiä suurempi jännityskorroosionkestävyys voidaan saavuttaa sellaisilla teräksillä, joissa on deltaferritiä. Tällaisissa ns. duplex-teräksissä pyritään ferriittijakauma saamaan hienoksi, jolloin sekä mekaaniset ominaisuudet että korroosionkestävyys paranevat.

Verrattuna austeniittisiin ruostumattomiin teräksiin ferriittisten terästen yksi merkittävästä eduista on niiden hyvä kestävyys rakeiden läpi etenevää jännityskorroosiot vastaan. Sensijaan hitsauksen tai lämpökäsittelyjen johdosta saattaa ferriittisten terästen raerajoille muodostua martensiitti -tai jäännösausteniittikalvoja tai materiaali voi herkistyä, jolloin näidenkin terästen jänni-



**Kuva 4.** Hiili- ja typpipitoisuuden vaikutus raerajakorroosioon ferriittisessä 18 % Cr — 2 % Mo teräksessä /7/.

**Fig. 4.** Influence of interstitial level on the intergranular corrosion of an 18 % Cr, 2 % Mo ferritic stainless steel /7/.

tytkorroosionkestävyys alenee. Tällöin jännityskorroosio voi ilmetä ns. jännityksen indusoimana raerajakorroosiona.

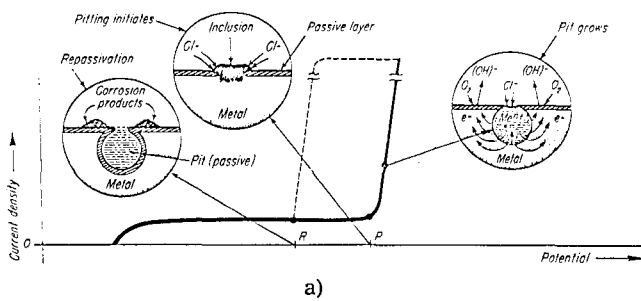
#### Raerajakorroosio

Ruostumattomissa teräksissä, joissa tapahtuu herkistymistä muodostuu edellytykset raerajakorroosiolle. Herkistyminen tapahtuu hehkutettaessa terästä lämpötiloissa 500—900°C, jolloin raerajoilla tapahtuva kromikarbidien erkautuminen synnyttää kromiköyhän vyöhykkeen, jonka kromipitoisuus ei riitä passivoimaan terästä.

Herkistymisvaaraa voidaan yleensä pienentää alentamalla teräksen hiili- ja typpipitoisuutta (kuva 4), jolloin kromin erkautuminen nitrideinä tai karbideina hidastuu. Herkistynyt materiaali voidaan palauttaa normaaliin tilaan suorittamalla liuotusherkutus riittävän korkeassa lämpötilassa, jolloin kromierkaumat saadaan liukenemaan. Toinen tapa vähentää ruostumattomien terästen taipumusta raerajakorroosioon hiili- ja typpipitoisuuksien alentamisen lisäksi on ns. stabilointi. Seostamalla teräksen titaania tai niobia voidaan ylimääräinen hiili sitoa niobi- tai titaanikarbideiksi, jolloin herkistymisen aiheuttava kromikarbidien muodostuminen estyy. Ferriittisillä teräksillä herkistymistäipumus on suurempi kuin austeniittisillä teräksillä, koska hiilen ja tyypin liukoisuus ferriittiin on pienempi kuin austeniittiin. Esimerkiksi 26 Cr-Mo1-tyyppisen teräksen hitsien on todettu herkistyvän niinkin pienellä typpipitoisuudella kuin < 0,008 %, jonka alittaminen on uusillakin tuotantomenetelmillä vaikeata. Tämän vuoksi tällaisissa teräksissä herkistymisvaaran estämiseksi käytetään esimerkiksi pientä niobiseostusta (0,05—0,08 % Nb).

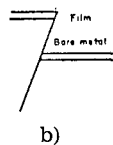
#### Rako- ja pistekorrosio

Pistekorrosio voidaan jakaa ydintymiseen ja kasvuun. Ruostumattomissa teräksissä ydintyminen edellyttää passiivikalvon murtumista ja sopivan elektrolyytin läsnäoloa. Teräksen pinnassa olevat ei-metalliset sulkeumat, kuten sulfidit, voivat tehdä passiivikalvon epäyhtenäiseksi (kuva 5a); lisäksi sulkeumien koko, muoto ja sijainti vaikuttavat osaltaan korroosion ydintymiseen. Sulkeuman liukeneminen on välttämätön, mutta ei riittävä ehto pistekorrosiolle, koska sulkeuman muodon katsotaan olevan ratkaiseva tekijä ydintymisen kannalta /8/. Toisaalta passiivikalvo voi murtua paikallisesti myös esimerkiksi hitsausjännitysten aiheuttaman deformaation



**Kuva 5.**  
a) Pistekorrosion periaate kloridipitoisissa liuksissa. Piste P vastaa ydintymispotentiaalia ja piste R vastaa uudelleen passivoitumispotentiaalia /8/.

**Fig 5.**  
a) The basic principle of pitting and repassivation of pits in chloride solutions. Point P is the pitting initiation potential. Point R is the repassivation potential /8/.



b) Aktiivisten kohtien syntyminen deformaation välityksellä austeniittisissa ruostumattomissa teräksissä, joissa dislokaatioiden liukuminen on keskittynyt harvoille liukutasoille.

b) Deformation by planar glide creates small active areas because of the passivefilm breakage.

vaikutuksesta (kuva 5b). Näin muodostuneet paikalliselementit, joiden anodina toimii pieni passiivikalvon alta paljastunut alue ja katodina passiivisena säilynyt anodipintaan nähden suuri pinta sen ympärillä, alkavat toimintansa kasvattaen ydintä gravitaatiovoimien ohjaamaan suuntaan autokatalyyttisesti, edellyttäen ettei systeemissä tapahdu polarisaatioilmiötä.

Pistekorrosionkestävyys paranee teräksen kromiseostuksen ja "puhtauden" kasvaessa. AISI 304-tyyppisen teräksen pistekorrosionkestävyyttä on voitu parantaa merkittävästi alentamalla hiilipitoisuutta ja kasvattamalla piin ja tyypiseostuksen määrää /9/. Suorittamalla kokeita passivoituilla ja aktivoituilla (peitatuilla) näytteillä on voitu tutkia eri seosaineiden vaikutusta pistekorrosion

**Taulukko 2.** Pistekorrosion ydintyminen ruostumattomissa teräksissä 0.1 N NaCl liuoksessa lämpötilassa 25°C passivoituihin ja aktivoituihin (peitattuihin) näytteisiin /4/.

**Table 2.** Pit initiation in stainless steels exposed to 0.1 N NaCl at 25°C /4/.

Alloy	Element, %						Pits per cm <sup>2</sup> *		Ratio (Pickled to Passivated)
	Cr	Ni	Mo	C	N	Si	Pickled**	Pickled Plus Passivated***	
304	18.45	8.90	—	0.063	—	0.58	7.4	3.4	2.2
304L	18.30	11.02	—	0.020	0.033	0.37	4.5	1.6	2.8
302	18.37	8.71	—	0.10	—	2.49	6.3	2.8	2.2
302B	17.30	8.62	—	0.14	—	2.71	1.5	0.6	2.5
316	17.93	13.50	2.47	0.031	—	0.31	7.3	0.46	15.8
316L	17.71	11.17	2.44	0.020	0.032	—	5.0	0.17	29.0
SP-2	18.79	9.24	2.40	0.039	0.23	2.50	0.0	0.0	—

\* Pits produced by anodic polarization of 50 by 50 mm (2 by 2 in.) specimen to a current density of 3 mA/cm<sup>2</sup> (19 mA/in.<sup>2</sup>).

\*\* Pickled in HNO<sub>3</sub>-HF-HCl.

\*\*\* Passivated in nitric acid and potassium dichromate

ydintymiseen ja etenemiseen. Tällöin on todettu esimerkiksi molybdeeniseostuksen vähentävän merkittävästi pistekorrosiota passivoituissa materiaaleissa, kun taas aktivoituissa näytteissä molybdeeniseostuksella ei yleensä havaita olevan vaikutusta (taulukko 2). Pii toimii molybdeenin tavoin passiivikalvon kestävyttä parantavasti ja siten ydintymistä estäen, kuitenkin kiihdyttäen ydintyneiden kuoppien kasvua /4/. Myös hiilipitoisuuden alentuminen parantaa passivoitujen terästen pistekorrosion kestävyttä; esimerkiksi laadusta AISI 316 ja AISI 316 L voidaan todeta jälkimmäiseen ydintyneiden kuoppien lukumäärä vähäisemmäksi. Lisäksi typen on havaittu liuoksessa ollessaan hidastavan kuoppien kasvua /9/.

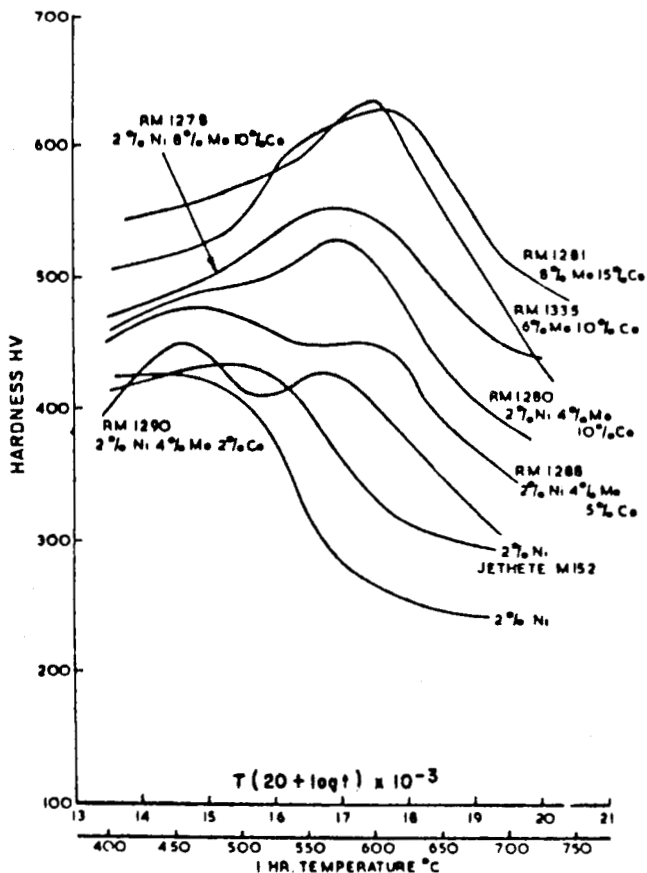
### MEKAANISET OMINAISUUDET

Valittaessa ruostumatonta terästä johonkin käyttökohteeseen valinta perustuu yleensä ensisijaisesti edellä tarkasteltuihin korroosionkesto-ominaisuuksiin, kun taas vasta toiselle sijalle tulevat vaatimukset lujuusominaisuuksien, muovattavuuden, hitsattavuuden jne. suhteen painottuen eri tavoin kunkin käyttökohteen osalta. Koska ruostumatommilla teräksillä lujuuden kasvaessa yleensä korroosionkestävyys ja sitkeysominaisuudet huononevat, on terästä valittaessa tehtävä usein kompromissi eri ominaisuuksien välillä. Seuraavassa tarkastellaan eri teräksiä mekaanisten ominaisuuksien kannalta mielenkiinnon kohdistuessa lähinnä lujuus- ja sitkeysominaisuuksiin.

### Martensiittiset teräkset

Martensiittisten terästen suuri lujuus perustuu karkaisussa syntyvään martensiittiseen rakenteeseen, jonka saavuttaminen on mahdollista kuvasta 1 pääteltävällä koostumusalueella. Martensiittiset teräkset voidaan hiilipitoisuuden perusteella jakaa kahteen ryhmään; painotettaessa korroosionkestävyyttä pyritään matalaan hiilipitoisuuteen, kun taas kulumiskestävyttä tavoiteltaessa valitaan korkea hiilipitoisuus. Tavallisesti karkaisukäsittelyä seuraa päästö sitkeysominaisuuksien parantamiseksi. Haluttaessa lisätä päästönkestävyyttä teräkseen seostetaan yleensä molybdeeniä tai vanadiinia, jotka aiheuttavat sekundääristä karkenemistä. Nuorutettuina martensiittisten ruostumattomien terästen myötölujuudet vaihtelevat välillä 275—850 MPa ja murtolujuudet välillä 500—1000 MPa. Martensiittisten terästen sitkeyteen vaikutta-





Kuva 6. Molybdeenin ja koboltin vaikutus 12 % kromia sisältävän teräksen päästönkestävyyteen /3/.

Fig. 6. Effect of molybdenum and cobalt on the tempering characteristics of 12 % Cr steels /3/.

vat haitallisesti päästöhaaraus, 475°C- ja sigmahauraus, joista merkittävin on ensiksi mainittu. Kaksi viimeksi mainittua haurausilmiötä esiintyvät ainoastaan kromipitoisuuden ylärajoilla (> 14 %) ja tällöinkin vain pitkien hehkutusaikojen jälkeen.

Matalahiilisten martensiittisten terästen lujuuden jäädessä päästön jälkeen alhaiseksi ovat eräät sovellutukset synnyttäneet tarpeen ko. terästen lujittamiseksi, johon on käytetty mm. seuraavia menetelmiä: ausforming, kaksoispäästö, sekundäärinen karkenemisen voimistaminen ja erkautuskarkaisu. Näistä varsinkin erkautuskarkaisun soveltaminen vaikuttaa mielenkiintoiselta. Erkautuskäsittelyllä on tällöin kaksi tarkoitusta: ensinnäkin se vähentää martensiitin sisäisiä jännityksiä parantaen sekä sitkeyttä että korroosionkestävyyttä ja toiseksi erkautuminen lujittaa martensiittia. Erkautumiskarkeneminen voidaan aikaansaada esimerkiksi kuparilla /10/ tai alumiini- ja nikkeliseostuksella /11/. Jälkimmäisessä tapauksessa lujittuminen perustuu metallien välisten yhdisteiden erkautumiseen. Maksimaalinen lujuus saavutetaan lämpötilassa 500°C; sitkeys jää kuitenkin tässä lämpö-

tilassa huonoksi. Korkeammassa lämpötilassa suoritettu hehkutus puolestaan aiheuttaa nopean ylivanhenemisen ja siten lujuuden pienemisen. Lupaavia tuloksia on saavutettu molybdeenin ja koboltin seostamisella, jolloin erkautumiskarkenemisen aiheuttama lujittuminen perustuu metallien välisen Mo-Cr-Co-faasin erkautumiseen lämpötilavälillä 600–650°C, kuva 6. Koska ko. erkautuminen ei riipu teräksen hiilipitoisuudesta, sitä voidaan käyttää niukkahiilissä teräksissä; esimerkiksi 0,04 % C, 12 % Cr, 6 % Mo ja 10 % Co sisältävän teräksen myötölujuus erkautuskäsittelyn jälkeen on 1300 MPa ja iskuenergia huoneenlämpötilassa 14 J /3/. Korkea molybdeeni- ja kobolttipitoisuus tekevät tällaisesta teräksestä kuitenkin kalliin, mikä rajoittaa mahdollisia sovellutusalueita.

### Kontrolloidusti transformoitavat teräkset (Controlled Transformation Stainless Steels, Semiaustenitic Stainless Steels)

Kontrolloidusti transformoitavien terästen koostumus on valittu siten, että ne ovat liuoshehkutetussa tilassa olennaisesti austeniittisia, mutta yksinkertaisilla termisillä tai termomekaanisilla keinoilla muutettavissa martensiittisiksi. Korkean lujuuden saavuttamiseksi näiden terästen tulee olla myös erkautuskarkenevia. Nämä vaatimukset asettavat tietyt rajat austeniitin stabiilisuudelle /11/. Tavallisimmin ko. teräkset sisältävät hiiltä 0,04–0,13 %, kromia 15–17 % ja nikkeliä 4–8 % sekä molybdeeniä n. 2 % ja/tai alumiinia n. 1 %.

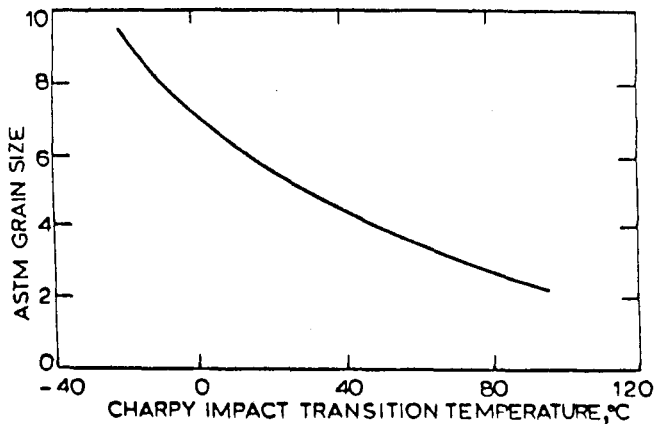
Tuotteen valmistus näistä teräksistä alkaa liuotushehkutuksella n. 1050°C:ssa. Sammutuksen jälkeen seuraa muovaus, koneistus tai hitsaus austeniittisessä tilassa. Lujittaminen voi teräksestä riippuen tapahtua kylmämuokkauksella, jäähdytyksellä alle huoneenlämpötilan tai hehkutuksella 700°C:ssa, jolloin  $M_{23}C_6$ :n erkautuminen muuttaa austeniitin stabiilisuutta siten, että teräs jäähdytettäessä transformoituu martensiitiksi. Transformaatiokäsittelyn jälkeen teräs päästetään tai erkautushehkutetaan iskusitkeyden ja lujuuden parantamiseksi /3/.

TRIP (Transformation induced plasticity) teräkset ovat eräs modifikaatio kontrolloidusti transformoituvista teräksistä. Näissä teräksissä on  $M_s$ - ja  $M_d$ -lämpötilat säädetty seostusta tasapainottamalla siten, että martensiittia muodostuu terästä deformaatioissa. TRIP-teräksillä saavutetaan erinomainen lujuus/sitkeys-yhdistelmä ja suuriin lujuuksiin päästään etenkin hiilipitoisuutta kohtottamalla. Esimerkiksi 2000 MPa myötölujuutta vastaa vielä lähes 30 %:n venymä /12/. Hankaluutena on koostumuksen tarkka kontrollointi, suuret prosessikustannukset ja menetelmän rajoittuminen ohuisiin valmisteisiin.

### Ferriittiset teräkset

Ferriittisten terästen käyttö on kohdistunut pääosin korroosionkestävyyttä ja muovattavuutta edellyttäviin tarkoituksiin, sillä konstruktio materiaalina ferriittisten ruostumattomien terästen käyttöä rajoittaa niiden huono iskusitkeys. Tästä syystä ei ferriittisten ruostumattomien terästen lujittaminen ole ollut ajankohtaista, vaan kehitystyö on mekaanisten ominaisuuksien osalta kohdistunut pääosin iskusitkeyden ja muovattavuuden parantamiseen.

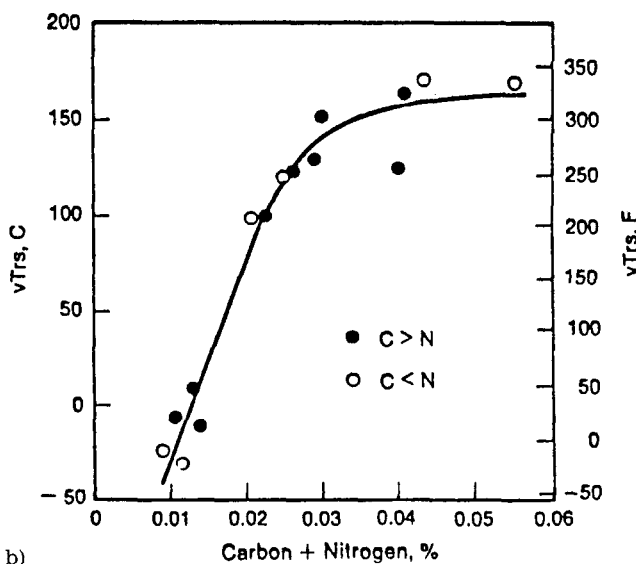
Haitallisesti iskusitkeyteen ferriittisissä teräksissä vaikuttavat mm. seuraavat seikat:



a) **Kuva 7.** Lohkomurtuman transitiolämpötilaan vaikuttavat tekijät 17 % Cr teräksessä; a) raekoko /13/

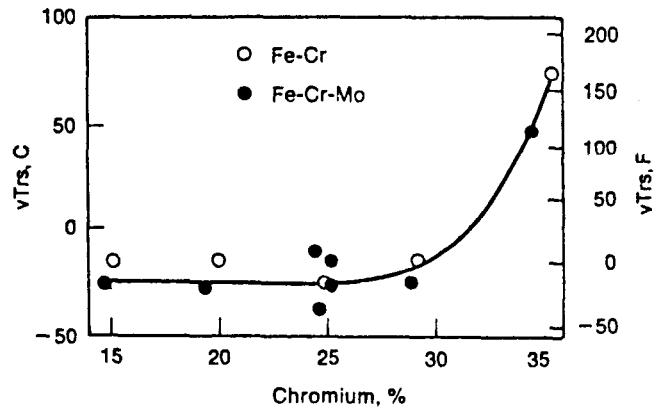
**Fig. 7.** Effect of a) grain size /13/

(1) *Lohkomurtumataipumus* lämpötiloissa alle 150°C. Teräksen transitiolämpötila riippuu voimakkaasti rakenteesta ja koostumuksesta. Rakennetekijöistä tärkein on raekoko, kuva 7a, jonka kasvu teräksen eri käsittelyvaiheissa, kuten hitsauksessa ja lämpökäsittelyjen yhteydessä on minimoitava, koska monomorfsuudesta johtuen ferriittisen teräksen raekokoa on vaikea myöhemmin pienentää. Rakeenkasvutaipumusta voidaan vähentää titania tai niobia seostamalla. Transitiolämpötilaan vaikuttavista seosaineista tärkeimmät ovat hiili, typpi ja kromi. Jotta transitiolämpötila laskisi alle huoneenlämpötilan tulee yhteenlasketun hiili- ja typpipitoisuuden olla pienempi kuin ~ 0.025 % ja hitsattavissa konstruktioissa pienempi kuin 0.015 %, kuva 7b. Kromin transitiolämpötilaa



b) **Kuva 7.** hiilen sekä typen yhteisvaikutus hitsausta simuloivan lämpökäsittelyn jälkeen /13/.

b) carbon plus nitrogen /13/ on the fracture transition temperature of 17 % Cr steels.



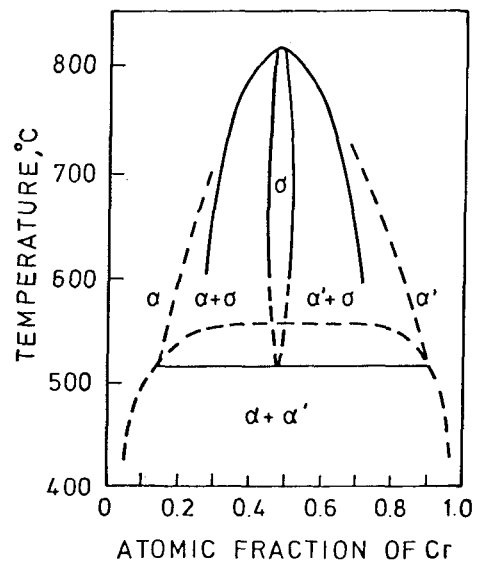
**Kuva 8.** Kromin ja molybdeenin vaikutus erittäin puhtaan ferriittisen teräksen haurasmurtuman transitiolämpötilaan /13/.

**Fig. 8.** Effect of chromium and molybdenum on the fracture transition temperature of high purity ferritic steels heat treated at 1000°C for one hour and water quenched /13/.

kohottava vaikutus ferriittisissä ruostumattomissa teräksissä ilmenee vasta lähes 30 % pitoisuuksilla, kuva 8.

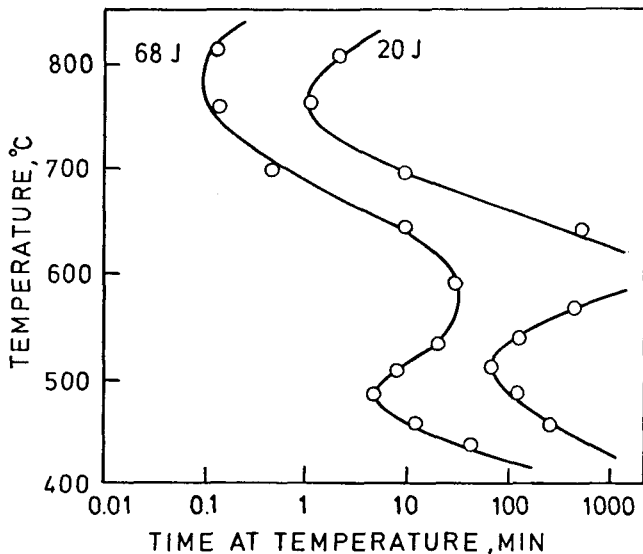
(2) *475°C hauraus*, joka esiintyy ferriittisissä teräksissä lämpötiloissa 400–550°C. Nykyisen käsityksen mukaan haurastumisen aiheuttaa hauraan kromirikkaan  $\alpha'$ -faasin syntyminen. Haurastumisen on todettu vähenevän mm. alhaisilla välisija-atomi (C,N) pitoisuuksilla /5,6/.

(3) *Sigma-hauraus*, joka esiintyy (lämpötila-alueella 500–800°C) teräksissä, joiden kromipitoisuus on suurempi kuin ~ 15 %. Tämä aiheutuu hauraan  $\sigma$ -faasin erkautumisesta teräksen raerajoille. Ferriittisissä teräksissä sigma-faasin muodostuminen on nopeaa, kuten kuvan 9b iskusitkeyskäyristä voidaan havaita. Samasta kuvasta



**Kuva 9.** a) Fe-Cr-systeemin tasapainopiirros /14/.

**Fig. 9.** a) Phase diagram of the Fe-Cr -system /14/.

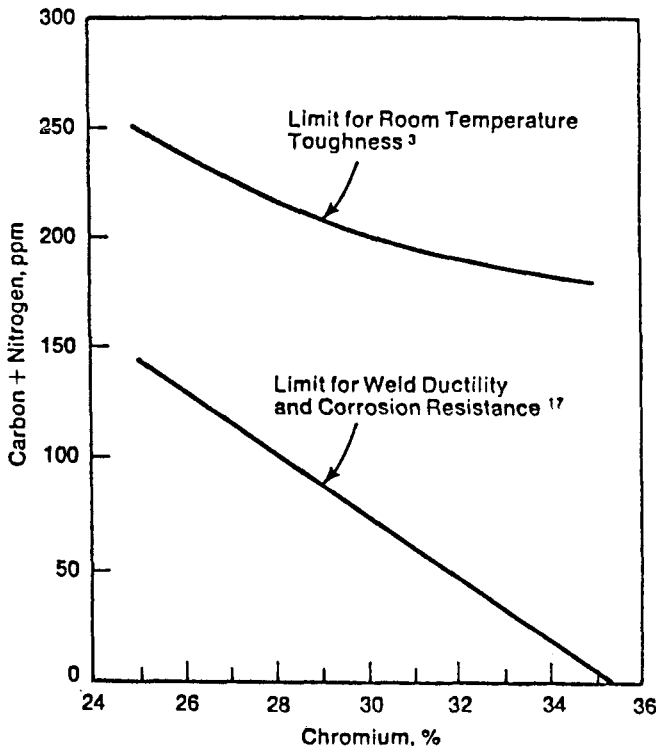


b) Lämpötilan ja ajan vaikutus 29 Cr — 4 Mo — 2 Ni — teräksen iskusitkeyteen /4/.

b) The effect of temperature and time on impact strength of 29 Cr — 4 Mo — 2 Ni alloy /4/.

voidaan todeta myös  $\alpha'$ -faasin aiheuttama 475°C hauraus.

Ferriittisen teräksen haurastumisen kannalta kriittinen välisija-atomipitoisuus (C + N) on samaa suuruusluokkaa kuin hyvän raerajakorroosionkestävyyden vaatimispitoisuus, kuva 10. Näiden syiden vuoksi viimeaikainen



Kuva 10. Välisija-atomipitoisuuden vaikutus raerajakorroosioon ja haurastumiseen Fe-Cr -teräksessä /4/.

Fig. 10. Influence of interstitials on the intergranular corrosion resistance and weld ductility of Fe-Cr alloys /4/.

kehitys ferriittisissä teräksissä on johtanut enenevässä määrin kohti "puhtaampia" laatuja uusimpien kaupallisten terästen hiilipitoisuuden ollessa kromipitoisuudesta riippuen välillä 0.003 % ja 0.008 %, ja tyypipitoisuuden välillä 0.01 % ja 0.02 %.

#### Austeniittiset teräkset

Austeniittisille ruostumattomille teräksille on ominaista matala myötölujuus, voimakas muokkauslujittuminen, korkea murtolujuus ja hyvät sitkeysarvot. Niissä ei esiinny ferriittisille ruostumattomille teräksille tyypillisiä haurausilmiöitä lukuunottamatta sigma-faasin aiheuttamaa haurastumista, joka sekkin austeniittisissa teräksissä on vähäisempi haitta kuin ferriittisissä teräksissä, koska puhtaasti austeniittisestä rakenteesta sigma-faasi muodostuu hyvin hitaasti. Sensijaan mikäli austeniittisessä teräksessä on  $\delta$ -ferriittiä, kuten hitseissä, on haurastumisvaara edelleen olemassa. Esimerkiksi pinnoitettaessa paineestioita austeniittisellä ruostumattomalla teräksellä päällehitsaamalla saattaa myöstöhehikutuksessa pinnoitteeseen erkautua sigma-faasia.

Austeniittisten terästen myötölujuus (170—250 MPa) on useita käyttökohteita ajatellen liian matala, minkä vuoksi niiden lujuutta pyritään parantamaan mm. seuraavilla keinoilla:

(1) *Kylmämuokkaus*, jolla lujuutta voidaan tehokkaasti lisätä, mutta sitkeys ja korroosionkestävyys huononevat.

(2) *Kontrolloitu kuumamuokkaus*, missä viimeisen valssauspiston loppulämpötila on merkittävä; menetelmällä on kuitenkin vaikea saavuttaa tasaisia ominaisuuksia.

(3) *Liuoslujitus*, eli lujuuden nostaminen seostuksen avulla. Voimakkaimmin austeniittia lujittavat välisija-atomit hiili ja typpi /8/, joista typpiä käytetään nykyään austeniittisten ruostumattomien terästen lujittamiseen verrattain yleisesti, koska tällöin herkistymisvaara on vähäisempi kuin hiiltä käytettäessä.

(4) *Lujittaminen ferriitillä* (duplex-teräkset). Austeniittisen teräksen lujuus kasvaa ferriitin osuuden lisääntyessä ja raekoon pienentyessä. Ferriitin osuutta rakenteessa voidaan lisätä esimerkiksi nikkelin määrää vähentämällä ja raekoon hienontaminen on mahdollista tiettyillä termomokkaanisilla käsittelyillä.

(5) *Erkautuskarkaisu* on myös mahdollista austeniittisissä teräksissä. Tätä tarkoitusta varten teräksiin voidaan seostaa karbideja, nitridejä tai fosfideja muodostavia seosaineita, taikka kuparia, alumiinia ja/tai titaania. Näistä ainoastaan alumiini/titaaniseostetut teräkset ovat saavuttaneet kaupallista merkitystä.

Yleisesti ottaen sitkeys säilyy suhteellisen hyvänä em. menetelmiä sovellettaessa alentuen merkittävästi vain voimakkaassa kylmämuokkauksessa. Sensijaan lujitettujen terästen terminen stabiilisuus on heikohko johtuen ainakin jossain määrin lujuuden pienenemiseen esim. hitsauksessa. Poikkeuksen muodostavat liuoslujitetut teräkset, jotka säilyttävät hitsattaessa lujuusominaisuutensa mikäli huolehditaan siitä, ettei esim. typen katoa pääse hitsauksen aikana tapahtumaan.

#### YHTEENVETO

Fysikaalinen metallurgia tänään pyrkii optimoimaan teräksen koostumuksen ja käsittelyn avulla rakenteen siten, että saavutettavat ominaisuudet ovat teräksen käytön kannalta parhaat mahdolliset. Nykyisessä energia- ja raaka-aine tilanteessa voidaan tätä tavoitetta pitää en-

tistäkin merkittävämpänä. Käytännössä tämä merkitsee haastetta niin terästen kehittämistyölle ja valmistukselle kuin käyttäjien tietämykselle erilaisten terästen käyttäytymisestä ja ominaisuuksista.

#### KIRJALLISUUSVIITTEET — REFERENCES

1. Schaeffler, A., Metal Progress, 56, (1949), 680.
2. Combrade, P., Desestret, A., Leroy, F., Coriou, H., Matériaux et Techniques, 65, (1977), 561.
3. Pickering, F., "Physical metallurgy and the design of Steels", Applied science publishers Lts, (1978).
4. Streicher, Stainless Steels 77 ed. R. Barr, Climax Molybdenum Company, (1977), 60.
5. Lula, R., Metal Progress, 166, (1979), 60.
6. Hänninen, H., International Metallurgical Reviews, 3, (1979), 85.
7. Hooper, R., Llewellyn, O., McNeely, V., Sheet Metal Industries, 49, (1972), 26.
8. Spahn, H., Metal Progress, 115, (1979), 32.
9. Ozosawa, K., Okato, N., Fukase, Y., Yokota, K., Boshoku Gijutsu, 24 (1975), 1.
10. Aita, C., Lad, R., Purdes, A., Scripta Metallurgica, 13, (1979) 771.
11. Perry, D., Jasper, J., Handbook of Stainless Steels, ed. D. Peckner & I. Bernstein, McGraw — Hill, (1977)
12. Parker, E., Zackay, V., Scientific American, 219, (1968), 36.
13. Abo, H., Nakazawa, T., Takemura, S., Ohoyama, M., Ogawa, H., Okada, H., Stainless Steel 77 ed. R. Barr, Climax Molybdenum Company, (1977), p. 35.
14. Demo, I., Handbook of Stainless Steels, ed. D. Peckner & I. Bernstein, McGraw — Hill, (1977).
15. Gröbner, P., Metallurgical Transactions, 4, (1973), 25.
16. Hendry, A., Mazur, Z., Jack, K., Metal Science 13, (1979), 482.
17. Steigerwald, R., Dundas, H., Redmond, I., Dawson, R., Stainless Steel 77, ed. R. Barr, Climax Molybdenum Company (1977), p. 57.
18. Irvine, K., Llewellyn, D., Pickering, F., Journal of Iron and Steel Institute 199, (1961), 53.

*Katsauksen valmistelussa ovat avustaneet diplomi-insinöörit Pertti Aaltonen ja Simo-Pekka Hannula, joiden jatko-opintotutkimukset liittyvät ruostumattomien teräksiin; esitän parhaat kiitokseni heille.*

#### SUMMARY

#### THE PHYSICAL METALLURGY OF STAINLESS STEELS TODAY

The physical metallurgy of stainless steels has encountered new demands because of the increasing shortage and prices of the raw materials. On the other hand the recent developments of the processing techniques have offered new possibilities to produce steels that have useful properties formerly found in laboratory scale. Against this background the corrosion resistance and mechanical properties of various stainless steels are discussed.

#### Vetoamus:

#### HARJOITTELUMAHDOLLISUUKSIA KEHITETTÄVÄ

Harjoittelulla on ollut ja tulevaisuudessa on yhä selvemmin keskeinen asema teknillisessä koulutuksessa. Erityisesti keskiasteen koulu-uudistuksen myötä on tarpeen kehittää harjoittelua kiinteäksi osaksi opiskelua. Näistä periaatteissa laajalti hyväksytyistä näkemyksistä huolimatta on harjoittelupaikkoja ollut viime vuosina selvästi liian vähän.

Teknillisellä koulutuksella ja tutkimuksella on olennainen merkitys tuotannollisen toiminnan kehittämiseksi ja työllisyyden ylläpitämisessä. Jotta opetusta tukeva ja täydentävä harjoittelu voitaisiin toteuttaa riittävän laajana, vetoavat Teknillisen Koulutuksen Neuvottelukunnan jäsenjärjestöt jokaiseen henkilösäntönsä, että he kaikin tavoin pyrkisivät lisäämään alan opiskelijoiden harjoittelupaikkoja ja kehittämään harjoittelun laatua. Erityisesti vetoamme henkilöjäseniimme ja edustajiimme työpaikoilla, että he vaikuttaisivat yritystensä budjetteihin ja niiden toteuttamiseen harjoittelupaikkojen lisäämiseksi. Vain teknisen koulutuksen saaneiden korkeatasoisella ammatillisella pätevyydellä voimme turvata maamme hyvinvoinnin laadullisen kehityksen.

Helsingissä 15. päivänä tammikuuta 1980

#### TEKNILLISEN KOULUTUKSEN NEUVOTTELUKUNTA

**Ilkka Larjomaa**  
puheenjohtaja

**Markku Markkula**  
sihteeri

Neuvottelukunnan jäsenjärjestöt:  
Driftingenjörfsförbundet i Finland  
Elektroniikkainsinöörien Seura  
Insinööriliitto  
Insinööriupseeriliitto  
Lämpöinsinööriyhdistys — Värmeingenjörfsöreningen  
Maanmittausinsinöörien Liitto  
Rakennusinsinöörit ja -arkkitehdit RIA  
Rakennusmestarien Keskusliitto  
Suomen Arkkitehtiliitto  
Suomen Kemian Seura  
Suomen Konepajainsinööriyhdistys  
Suomen Konepäälystöliitto  
Suomen Laivainsinöörien Yhdistys LARADI  
Suomen Paperi-insinöörien Yhdistys  
Suomen Puuteollisuusinsinöörien Yhdistys  
Suomen Radiosähköttäjäliitto  
Suomen Rakennusinsinöörien Liitto  
Suomen Sähkötekniikkojen Liitto  
Suomen Sääteknillinen Seura  
Suomen Teknillinen Seura  
Svenska Tekniker- och arbetsledareförbundet  
Sähköinsinööriliitto  
Tekniska Föreningen i Finland  
Teknisten Liitto  
Tie- ja vesirakennusmestarien Liitto  
Valtion Teknillisten Keskusliitto  
Vuorimiesyhdistys

# Kaivosmieksperinteen kilpakeräyksen tulokset

Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran kansanrunousarkisto, Outokumpu Oy, Oy Partek Ab, Rautaruukki Oy ja Oy Lohja Ab järjestivät 1. 4.—30. 9. 1979 kaivosmieksperinteen valtakunnallisen kilpakeräyksen. Tarkoituksena oli tallentaa suomalaiseen kaivostyöhön liittyvää perinnettä ja muistitietoa sekä menneiltä vuosikymmeniltä että nykyajasta. Keruun aihepiirit liittyivät työkuvausten osalta mm. työmenetelmiin, koulutukseen ja palkkaukseen, työturvallisuuteen, ammattisanastoon, sota-ajan tapahtumiin sekä suomalaisten kokemuksiin ulkomaisissa kaivoksissa. Työpaikkaperinteen merkeissä tiedusteltiin mm. kaskuja unohtumattomista henkilöähahmoista ja hauskoista sattumuksista, ruokataukojen harrastuksia ja kaivosmiesten kepposia, liikanimiä ja sutkauksia, enteitä ja uskomuksia sekä työmaajuhlia ym. kaivosalan huvipuolta.

## OSANOTTAJAT

Kilpailuun osallistui 100 henkilöä, heistä naisia 15. Kaivosalan entisiä ja nykyisiä ammattilaisia oli 68 apumiehestä vuoriteollisuusjohtajaan, dumperinkuljettajasta kaivosvoutiin, lastaajasta professoriin — useimmat monissa eri tehtävissä uransa aikana. Ammattiryhmistä aktiivisimpia olivat porarit ja työnjohtajat. Yli puolet kaikista osanottajista on syntynyt vuosisadan kolmella ensi kymmenellä. Vanhin vastaaja on 87-vuotias Kanadan kaivosten veteraani, nuorin 15-vuotias koululainen.

## AINEISTO

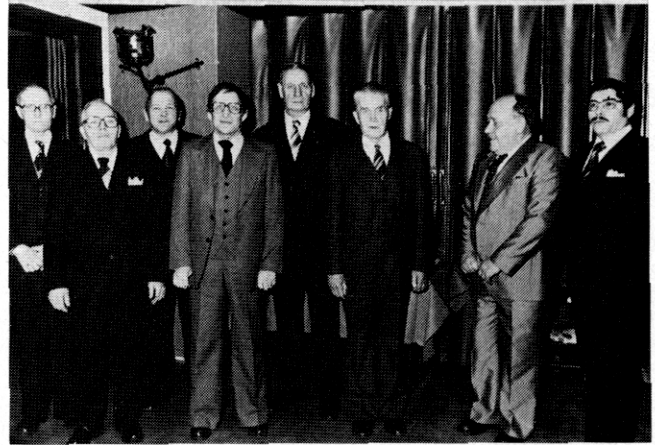
Vastauksina saatiin noin 1600 sivua muistiinpanoja (laskettuina täysiksi A4-kokoisiksi sivuiksi), 17 tuntia nauhoitteita, 152 valokuvaa, asiakirja- ja dokumenttiaineistoa sekä malminäytteitä.

Aineisto kattaa kaivosseudut melko tasaisesti. Se kuvaa oloja ja perinnettä 56 suomalaisessa kalkki- ja malmikaivoksessa/louhoksessa. Yhdysvaltojen ja Kanadan sekä Ruotsin kaivoksista on niin ikään tietoja. Liiki 30 osanottajaa käsitteli Lohjan kaivoksia (Tytyri, Ojamo, Solhem), 20 osanottajaa teki selkoa Outokummun kaivoksista (Mökkivaara, Keretti, Vuonos). Kolosjoen (Petsamo), Otanmäen (Vuolijoki) ja Mätäsvaaran (Lieksa) kaivoksista oli toistakymmentä vastaajaa kustakin. Myös monista pienistä louhoksista saatiin arvokasta tietoa.

Aineisto kuvaa vaateliaan kaivostyön arkea ja juhlaa, sen valo- ja varjopuolia eri ammattiryhmien näkökulmasta: kaivosmiesten keskinäistä toveruutta, huippumiesten, huuleneittäjien ja mattimeikäläisten työsuorituksia, vaaran konkreettista läsnäoloa ja sen torjumista, kaivosmiesten elämää harrastuksineen ja ajanvietteineen. Kaivosammattin arvostus on aineiston läpikäyviä teemoja. Perinpohjaiset muutokset työoloissa, -menetelmissä ja välineissä käyvät ilmi teknologian murroksen kokeneiden vastaajien lähetyksissä. Keräyksessä talletettiin myös runsaasti unhoon painuvaa ammattisanastoa vuosisadan alkukymmeniltä.

## PALKINNOT

Palkintolautakuntaan kuuluivat puheenjohtajana professori Matti Kuusi, jäseninä tekniikan lisensiaatti Heikki Aulanko (Outokumpu Oy), johtaja Caj-Erik Gustafsson (Oy Lohja Ab), arkistonjohtaja Pekka Laaksonen (SKS:n kansanrunousarkisto), palkkasihteeri Sakari Lehtiniemi (Metallityöväen Liitto), hallinnollinen johtaja Kalervo Räisänen (Vuorimiesyhdistys), diplomi-insinööri Erkki Siirama (Rautaruukki Oy), päätoimittaja Arvo Wallin (Rakennustyöläisten Liitto) ja johtaja Urho Valtakari (Oy Partek Ab). Sihteerinä toimi tutkija Marjatta Jauhiainen (SKS). Palkintolautakuntaa avustaneen työryhmän puheenjohtajana toimi suhdetoimintapäällikkö Antti Rassi (Outokumpu Oy). Palkinnot myönnettiin seuraaville:



Palkinnon saajat vasemmalta lukien: Aarne Karttunen, Oiva Laurila, Paavo Nieminen, Leo Laakso, Oiva Lohtander, Yrjö Leipälä, Olavi Tolonen ja Aulis Rasanen.

I palkinto	2 500 markkaa kaivosmies Olavi Tolonen Otanmäki
II palkinto (2 kpl)	2 000 markkaa kaivosvouti Leo Laakso, Vihanti rakennusmestari, ent. kaivospäällikkö Yrjö Leipälä, Pori
IV palkinto	1 000 markkaa työnjohtaja Aulis Rasanen, Tampere
V palkinto (5 kpl)	500 markkaa ent. porari Aarne Karttunen, Polvijärvi ent. kompressorinhoitaja Väinö Koskinen, Viljakkala ent. nostokonemies Oiva Laurila, Nivala varaston etumies Oiva Lohtander, Imatra paikallispäällikkö Paavo Nieminen, Virtasalmi

Finlux-väritelevision arvonta tapahtui palkintojenjakotilaisuudessa. Sen voitti II:n palkinnon saanut Yrjö Leipälä.

Kansanrunousarkiston erikoispalkinto ansiokkaasta keuhelmästä myönnettiin seuraaville:

Tero Hyttinen (Kolari), Eino Ikonen (Vieki), Aaro Järvenpää (Lohja), Veli Karvonen (Posio), Aimo Kejonen (Turku), Juuso Koivisto (Orivesi), Martta Kuikka, (Ilomantsi), Toivo Kuitunen (Lohja), Onni Kurki (Outokumpu), Kaiho Laukkonen (Raahe), Juho A. Leskinen (Joensuu), Reino Linnala (Tampere), Toimi Lukkarinen (Helsinki), Taito Mörk (Jyväskylä), Eino Nieminen (Lohja), Väinö Noponen (Nivala), Arvo Nurmesjärvi (Pyhäsalmi), Pekka Poutiainen (Kuopio), Antti Rahko (Rovaniemi), Matti Sarkola (Espoo), Johannes Viitala (Ylihärmä) ja Martti Villanen (Lohja).

## PALKITTUJEN ESITTELY

I palkinto kaivomies **Olavi Tolonen**, Otamäki  
Olavi Tolosen (s. 1928) lähetys sisältää muistitietoa Otamäen kaivoksesta sen perustamisvaiheista nykypäivään, paitsi omakohtaisia muistelmia parinkymmenen vuoden kaivosmieuralta myös muiden kertomuksia. Entinen porari ja konekorjaaja, nykyinen varaosavaraostonhoitaja ja autonkuljettaja on rakentanut esityksensä kaivostyön keskeiset aihepiirit kattavista jaksoista. Se on asiantuntijan selkeä puheenvuoro eri työvaiheista, järjestö- ja harrastustoiminnasta sekä kaivosyhdyskunnasta.

Tolonen piirtää havainnollisia henkilökuvia kaivosmiehistä työn ja harrastusten parissa syntyneiden etenkin uljaiden nousuporarien työskentelyyn Otamäen pisimmän nousun aikoihin. Hän kirjoittaa: "Ei yhdellä sanalla eikä sadalla liuskallakaan pystytä kuvaamaan vanhan ajan kaivoksen nousuporaria. Jos Suomessa jaettaisiin työn mitaleita, arvokkain kuuluisi sellaiselle kaivosmiehelle, joka on kymmenenkin vuotta kestänyt nousuporarina. Siinä tarvitaan Saarijärven Paavon sitkeyttä ja suomalaisen sotilaan rohkeutta." Asiatekstin lomassa Tolonen tekee letkeästi selkoa ruokataukojen uskottomista jutuista ja kepposista, kaivospirun olemuksesta ja kaivosmiesten liikanimistä sekä esittelee vanhaa ammattisanastoa asiataustaan kytkeytynä. Hänen näkökulmansa on usein epäsovinnainen ja huumorin elävöittävä.

Tolosen keräelmä on systemaattisesti kokoonpantu, monipuolinen ja sujuva esitys, jossa on lähihavaintojen makua. Se sisältää sekä ammattiasiaa että folklorea ja kuvastaa tervettä ammattiyhdytystä.

## II palkinto kaivosvouti **Leo Laakso**, Vihanti

Leo Laakson (s. 1916) kilpailuvastauksen pääosan muodostavat viiden tunnin nauhatallenteet. Hän on puhunut nauhaan oman kaivosmiehelämänsä eri vaiheita alkaen Petsamon Kolosjoelta ja päättyen nykyiseen toimeensa kaivosvoutina Vihannin kaivoksessa. Vastaus sisältää myös 40 kaivostoimintaan liittyvää valokuvaa ja historiikin "Vihannin kaivos syntyy, kasvaa ja kukoistaa".

Ammattiin pääsemiseksi Laakson oli ensin työskenneltävä Kolosjoen rakennustyömaalla irlantilaisien ja skotlantilaisten pomojen silmääläpidon alaisena. Hän sai myös työoveriksi vanhoja lännen lokareita, joiden käyttämät englanninkieliset ammattitermit oli heti alkuun opittava. Sotavuosien jälkeen Laakso kokeili kaivostyötä Ruotsin puolella, mutta palasi takaisin ja pääsi vastaperustetun Vihannin kaivostyömaan työnjohtajaksi. Leo Laakso kertoo arkisesta työnteosta. Hän kuvailee selkeästi työmenetelmiä, työtuloksia ja kaivosten välisiä urheilukilpailuja, mutta rakentelee myös huumorin höystämiä tuokiokuvia työtovereistaan, esimiehistään ja muista kaivosten vaiheilla liikkuvista lähimmäisistään.

## II palkinto rakennusmestari, ent. kaivospäällikkö **Yrjö Leipälä**, Pori

Yrjö Leipälän (s. 1904) kilpailupanos on mittava: Tekstimuistiinpanojen lisäksi hän on lähettänyt runsaasti monipuolista asiakirja-aineistoa ja valokuvia sekä puhunut Kansanrunousarkistossa nauhaan kolme tuntia kaivosasiaa. Leipälä on katsellut ja kokenut kaivostyötä laajalti, sillä hänen uransa ulottuu kaivosammattien laidasta laitaan. Hän on toiminut kolmen vuosikymmenen aikana kymmenkunnassa Suomen ja Kanadan kaivoksessa, lähinnä Petsamon Kolosjoella ja Outokumpu Oy:n palveluksessa. Lisäksi Leipälä on haastatellut useita kaivosmiehiä.

Yrjö Leipälän teksti on hahmoteltu selkeästi, osaa siitä on alun perin julkaistavaksi tarkoitettuna lievästi tyyliä. Työmenetelmien kuvaukset ovat asiallisia ja yksityiskohtaisia, joskus piirroksin varustettuja. Henkilökuvauksia on runsaasti. Erityisen kiinnostavia ovat muistelmät Petsamon Nikkelin ulkomaisten johtajien ja suomalaisten työntekijöiden suhteista. Kaivosväen harrastukset, etenkin urheilukilpailut, ovat myös kuvauksen kohteina. Nauhoissa Leipälä kertoo pääasiassa Petsamon kaivoksesta, mm. työstä, eri kansallisuuksista, korkeista vieraista, evakuoinnista ja suhteista paikalliseen kolttäväestöön.

## IV palkinto työnjohtaja **Aulis Rasanen**, Tampere

Aulis Rasanen (s. 1925) kertoo koskettavasti kaivosmiehen uransa vaiheet alkaen 20-vuotiaan pohjalaisnuorukaisen työnhakumatkasta Mätäsvaaran kaivokseen vappuna 1946 ja päättyen korjaamonvanhimman lopputiliin heinäkuussa 1967 Jussarön kaivosta lopetettaessa. Maastalastaajan ensimmäinen hissikytyt kevätaamusta dieselkaasujen täyttämään pimeyteen ei ollut Rasanen ainoa kaivos-shokki: Vuonna 1953 hän joutui Haverin kaivoksen

nousuporarina räjähdykseen, josta selvisi kuin ihmeen kaupalla, mutta vammautuneena. Rasanen suoritti 1970-luvulla työnsä ohessa työtekniikan tutkinnon ja toimii konekorjaamon työnjohtajana.

Rasanen kertomus on vilpittömän tilitys kaivosmiehen työstä ja kontakteista paikallisväestöön, samalla eloisa kuvaus raisun nuorukaisen, luonnonystävän ja tehdaspalokuntalaisen vapaa-ajan harrastuksista Pohjois-Karjalassa, Satakunnan ja Suomenlahden saariston kaivospaikkakunnilla. Monitoimisen kertojan näkökulma on avara, tyyli sujuvasti asiapitoinen.

## V palkinto maanviljelijä, ent. porari **Aarne Karttunen**, Polvijärvi

Aarne Karttunen (s. 1914) on osallistunut kaivosmiehen perinteen keräykseen kiintoisalla aineistolla, jonka synnyttä hän kertoo: "Olen halunnut kuvata silloista paikkakunnan elämää sellaisena kuin se muistissa on säilynyt, raskasta kaivostyötä tekevien miesten kohtaloita, sairauksia, onnettomuuksia, iloisia tapahtumia, kaivosmiesten vaimojen ja leskien taistelua leivästä, tavallisen ihmisen elämäntarinoita." Kaunokirjallisesti sävyttynyt lähetys ajoittuu 1920-luvun Outokumpuun. Se pohjautuu kerääjän omiin lapsuudenmuistoihin sekä työntekoon ensin Outokumpu-yhtiön metsäosastolla ja rikastamolla, sitten porarina ja lopuksi huoltomiehenä ennen maanviljelijäksi siirtymistä. Keräelmä antaa havainnollisen kuvan työolosuhteista, sosiaaliturvasta, työsuojelusta, onnettomuuksista, sairauksista, asumisolosta, sivuelinkeinoista sekä paikkakunnan sosiaalisesta kanssakäymisestä. Erityisenä ansiona on pidettävä tapaa, jolla kerääjä selvittelee paikallisen maanviljelijäväestön ja kaivosmiesten keskinäisiä suhteita.

## V palkinto ent. kompressorinhoitaja **Väinö Koskinen**, Viljakkala

Väinö Koskinen (s. 1907) on osallistunut kilpailuun omaelämäkertakuvauksella 13 vuotta kestäneeltä kaivosmiehuralta Haverin kaivoksessa. Painopiste on taitavan ja kokeneen ammattimiehen yksityiskohtaisissa työtapakuvauksissa. Kaivoksen arkipäivä eri työvaiheineen hahmotuu elävänä lukijan eteen. Varsinkin kaivosonnettomuudet ovat askarruttaneet kerääjää ja hän on paneutunut perusteellisesti niiden syiden selvittelyyn. Keräelmän ansiona ovat myös hauskat muistelmät suomalaisten työmiesten ja ruotsinkielisten pomojen suhteista sekä sota-aajan oloista ja kaivoksessa käytetystä vankityövoimasta. Keräelmään liittyy valokuvia.

## V palkinto ent. nostokone miehen **Oiva Laurila**, Nivala

Oiva Laurila (s. 1914) on lähettänyt kilpailuun muistelmakertomuksia, kaskuja, kujeita ja työkuvausta etenkin 1940-luvun Nivalan Makolan kaivoksesta. Myös Hituran ja Vihannin kaivokset ovat mukana. Sangen eloisesti ja huumorin silmäkulmassa Laurila kuvaa yksittäisiä tapahtumia ja työtoveripiirin kujeita. Lukijalle välittyy ilmeikkäs kuva mm. Makolan malmin löytäjästä, kansangeologi ja -pelimanni Kusti Ainasojasta sekä Vihannin kaivospalokunnan poikkeuksellisesta jouluillan hälytyksestä. Kokonaisuutena Laurilan lähetys painottuu hauskaasti kuvattuihin työnoheistapahtumiin, mutta mukana on myös varsinaista työkuvausta.

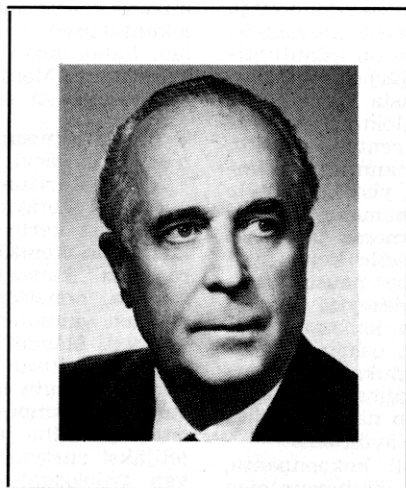
## V palkinto varaston etumies **Oiva Lohtander**, Imatra

Oiva Lohtander (s. 1917) kertoo omasta työskentelystään porarina Pielisjärven Mätäsvaaran molybdeenikaivoksessa vuosina 1939—1948. Elävästi ja yksityiskohtaisesti hän käsittelee mm. nopeaa työhön oppimista, poraustyötä ja varusteita sekä sota-aajan pulan vaivaaman kaivosyhteisön elämänoja harrastuksineen. Ehyttä kokonaisuutta täydentävät muutamaiset kaskunomaiset jaksot sekä selonteke ja asiakirja saman kaivoksen purku-urakasta, jonka Lohtander tovereineen teki. Lohtanderin kynänjälki on selkeää, ilmeikkästä proosaa.

## V palkinto paikallispäällikkö **Paavo Nieminen**, Virtasalmi

Paavo Niemisen (s. 1926) kilpailulähetys sisältää muistelmia omalta toiminta-ajalta eri tehtävissä Virtasalmen Montolan kaivoksella, valokuvia kolmelta vuosikymmeneltä sekä tekstiä täydentäviä havainnollisia piirroksia. Nieminen kertoo mm. porarin työstä, kaivoksen työsuojelusta ja tarkastuksista, onnettomuuksista, työtoverien kiusanteoista ja vedonlyönneistä sekä kaivoksen juhlista. Vauhdikas on kuvaus kirjoittajan omasta ensimmäisestä kesälomalälhdöstä. Niemisen teksti on sisällöltään täydellistä.





## ILMARI HARKI

28. 5. 1902 — 19. 11. 1979

Marraskuun 19 päivänä 1979 saimme yllättäen viestin, että yksi kaivosteollisuutemme uranuurtajista, teollisuusneuvos Ilmari Harki, oli poistunut joukostamme.

Hänen työnsä alkoi diplomi-insinööriutkinnosta vuonna 1926. Ennen sotaa Ilmari Harki oli hankkinut monipuolisen kokemuksen kone- ja metalliteollisuudessa. Sodan aikana hän toimi ensin lentokoneiteollisuuden palveluksessa ja vuosina 1941—1944 Outokumpu Oy:n Porin metallitehtaan isännöitsijänä.

Hankittu laaja teollisuuskokemus oli tuiki tarpeen, kun tämän jälkeen vuosina 1944—1952 Ilmari Harki toimi sotakorvausvaltuuskunnan varapuheenjohtajana ja Sotevan apulaispäällikkönä. Näistä ajoista Ilmari Harki julkaisi vuonna 1971 laajan ja monipuolisen kirjan. Kirja kuvaa niitä suuria ponnistuksia, joita Suomen metalliteollisuuden tuli suorittaa selviytyäkseen sotakorvauksista.

Ilmari Harki joutui toteamaan, kuinka nämä ponnistelut vauhdittivat myöhempää metalliteollisuutemme kehitystä. Mukanaolleen hän oivalsi välttämättömyyden luoda laajempaa pohjaa kaivosteollisuudellemme ja tämän jatkojalostukselle. Otanmäki-hankkeen ja Otanmäki Oy:n keskeisenä henkilönä, toimitusjohtajana, hän pääsi toteuttamaan näkemyksiään vuosina 1946—1967 eli eläkkeelle siirtymiseensä saakka. Ilmari Harkilla oli tapana ilmaista metalliteollisuuden kehittämistarve toteamuksella: puujaloilla (puunjalostusteollisuuden varassa) sei-

sova teollisuutemme on saamassa toiseen jalkaansa metallista silausta.

Rautaruukki Oy:n johtokunnan jäsenenä vuosina 1960—1964 Ilmari Harki osallistui työhön, jolla Otanmäki Oy:n kaivosten malmi jalostettiin lopulliseen tavoitteeseensa, raakaraudaksi, teräkseksi ja valssaustuotteiksi.

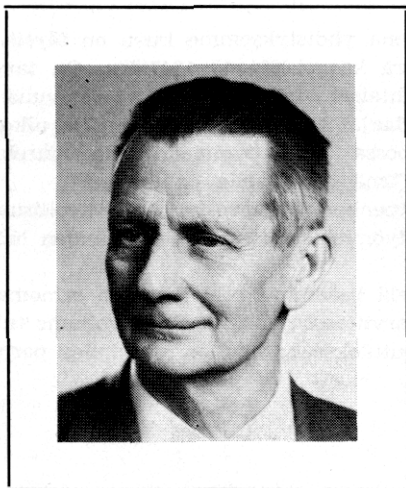
Toimitusjohtaja Ilmari Harki oli mies, joka sai kaivosten henkilökunnan vaikeassakin tilanteessa luottamaan tulevaisuuteen. Sotevan aikojen luottavainen usko selviytyä vaikeista tilanteista oli siirtynyt teollisuusyritykseen tämän henkilöstön omaksumaksi yhteishenkeksi.

”Hatilla” riitti aikaa myös harrastuksille. Hän oli mukana monien yhdistyksien toiminnassa. Erityisen läheisiä hänelle olivat teekkaroiden asiat ja hän oli voimakkaasti mukana Otaniemen Teekkarikylää luotaessa. Tärkeänä hän piti kaivosten urheilu-, virkistys- ja kulttuuritoimintoja. Hän oli niissä mukana ja antoi kaiken tukensa.

Kunniaarajajäkkärinä Ilmari Harki oli aina tervetullut rajamiesten vartiotuville. Eräretkillä hän tutustui Kainuun luontoon ja ihmisiin ja siinä sivussa hoiti esimerkillisesti omaa henkistä ja fyysistä kuntoaam.

Teollisuusneuvos Ilmari Harki oli Vuorimiesyhdistyksen perustajajäsen ja ilmeisesti eräs niistä henkilöistä, joiden aloitteellisuudesta yhdistys syntyi vuonna 1943. Vuorimiesyhdistys myönsi teollisuusneuvos Ilmari Harkille hopeisen Eero Mäkisen mitalin.





**VÄINÖ ALHO**

2. 5. 1913 — 25. 11. 1979

Dipl. ins. Väinö Ilmari Alho syntyi Savonlinnassa 2. 5. 1913. Päästyään ylioppilaaksi Savonlinnan lyseosta keväällä 1932 hän suoritti varusmiespalveluksensa rannikkotyöstössä ja kävi Merisotakoulun tykistölinjan.

Tämän jälkeen hän aloitti opiskelun Teknillisen korkeakoulun kemian osastolla, epäorgaanisen kemian opintosuunnalla valmistuen 1940.

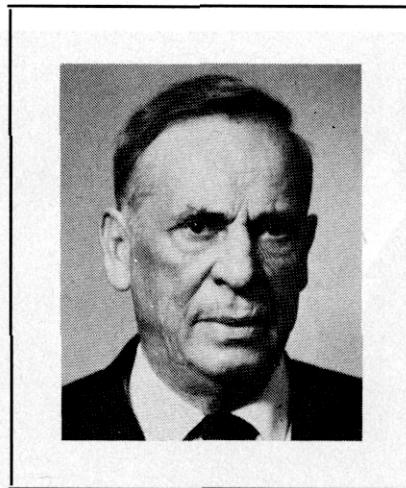
Jo ennen varsinaista valmistumistaan hänet oli otettu Outokumpu Oy:n Porin tehtaiden palvelukseen syksyllä 1939, mutta tämä kausi jäi Talvisodan syttymisen vuoksi lyhyeksi. Talvisodassa Väinö Alho toimi rannikkotyöstössä patterin päällikkönä. Sodan loputtua jatkui palvelus Outokummun piirissä muokkaamoiden osastopäällikkönä. Jatkosodan aikana hän toimi sekä aseupseerina rannikkotyöstössä että komppanian päällikkönä Itä-Karjalassa. Kun sodat oli sodittu, jatkuivat metallurgin työt.

Väinö Alho luopui kuitenkin Outokumpu Oy:n palveluksesta jo loppukesällä 1945 ja työskenteli sen jälkeen neuvottelevana insinöörinä ja sittemmin opettajana mm. Tampereen ja Kouvolan lyseoissa aina vuoteen 1953 saakka, jolloin hän siirtyi Jyväskylän Keskusammattikoulun palvelukseen laboranttilinjan opettajaksi ja oli tässä tehtävässä eläkkeelle siirtymiseensä asti.

Tämän ohella hänellä oli insinööritoimisto, joka oli erikoistunut kaivovesien puhdistukseen.

Väinö Alho oli Vuorimiesyhdistyksen jäsenenä vuodesta 1943 ja osallistui innokkaasti yhdistyksen toimintaan. Ihmisenä hän oli erittäin idearikas ja oli kiinnostunut kaikesta elämänilmioistä puutarhasta ja purjehduksesta aina kaivovesiin asti. Hänellä oli erikoinen huumorintaju, joka auttoi häntä selvittämään elämän asettamat kiperätkin tilanteet.

Vuorimiehet muistavat kiittäen ja kunniaa tehden Väinön aina valoisa ja elämänmyönteistä olemusta.



**ILMARI HELANTO**

25. 11. 1907 — 16. 12. 1979

Vuorineuvos, tekniikan tohtori h.c. Ilmari Helanto kuoli 16. 12. 1979 Helsingissä.

Ilmari Helanto valmistui diplomi-insinööriksi v. 1932 Tekn. korkeakoulun rakennusinsinööriosastolta. Hän toimi aluksi Viipurin kaupungin rakennustoimiston insinöörinä vuoteen 1940 asti, sen jälkeen Oy Teollisuusrakenne Ab:ssa sekä vuosina 1945—1947 KYMRO:n apulaispäällikkönä ja yli-insinöörinä. Vuodesta 1945 hän toimi perustamansa Rakennus- ja Insinööritoimisto Teräsbetoni Oy:n yritysjohtajana ja johtokunnan puheenjohtajana. Samalla hän oli useiden muiden rakennusalan toimimien johtokunnan jäsenenä tai puheenjohtajana.

Kun 1940- ja 1950-luvuilla rakennettiin uusia vuoriteollisuuslaitoksia oli Teräsbetoni Oy eräs rakentamiseen osallistuneista toiminimistä. Tällaisia töitä olivat mm. 1940-luvulla Turun masuuni, Porin kuparitehdas, Harjavan sulatto sekä Ylöjärven kaivos. 1950-luvun suurimpia töitä olivat mm. Kotalahden kaivoksen rakentaminen ja Kokkolan rikkisulaton ensimmäisen vaiheen rakentaminen.

Vuorimiesyhdistyksen jäseneksi Ilmari Helanto hyväksyttiin v. 1962. Hän toimi monien rakennusalan yhdistysten hallitusten jäsenenä ja oli mm. perustamassa Rakennusinsinööriyhdistystä (nyk. RIL) v. 1955 toimien yhdistyksen hallituksen varapuheenjohtajana v. 1955—1958. Hän oli myös perustamassa Rakennusinsinöörien Urakoitsijaliittoa ja toimi sen hallituksen puheenjohtajana 1958—1960. Hänen asiantuntemustaan tarvittiin myös useiden rakennusalan virallisten neuvottelukuntien ja organisaatioiden johdossa. Ansoiottensa perusteella hänet promovoitiin kunnia-tohtoriksi v. 1978.

Vanhemmat vuorimiehet muistavat Ilmari Helannon jämeränä ja suoraviivaisena rakentajan edustajana vuoriteollisuuden moninaisissa rakennustehtävissä.



Johtaja Nils Gripenberg (vas.) ja prof. Aimo Mikkola.

## EERO MÄKINEN -MITALI

Vuorimiesyhdistyksen hallitus on kokouksessaan 5. 3. 80 päättänyt myöntää Eero Mäkinen -mitalin johtaja Nils L. Gripenbergille hänen ansiokkaasta toiminnastaan Vuorimiesyhdistyksen ja maamme vuoriteollisuuden hyväksi.

Nils Gripenberg valmistui dipl.insinööriksi Teknillisestä korkeakoulusta v. 1947, jolloin hän tuli Oy Vuoksenniska Ab:n palvelukseen myyjäksi, mutta siirtyi jo seuraavana vuonna tekniikan pariin. Nils Gripenberg on ollut uskollinen Oy Vuoksenniska Ab:lle ja sen seuraajalle Ovako Oy:lle koko karriäärinsä ajan, kun mukaan luetaan konserniin kuuluneen Oy Koverhar Ab:n paikallisjohtajan kausi 1961—68. Hän on käynyt läpi monet tehtävät, joihin kuuluu sekä päällikkyyksiä että johtajan vakansseja. Nils Gripenbergin tehtäviä kuvaavat tittelit paikallisjohtaja, materiaalihohtaja, tutkimusjohtaja, markkinointijohtaja.

Nils Gripenberg on Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningin jäsen vuodesta 1948. Hänen monipuolista kokemustaan ja henkilökohtaisia taitojaan yhdistys on saanut käyttää hyväkseen lähes koko 70-luvun. Nils Gripenberg valittiin hallituksen jäseneksi 1970, varapuheenjohtajaksi 1973 ja puheenjohtajana hän oli vuosina 1976—78.

Tänä aikana yhdistyksemme kuva on täysin muuttunut. Jäsenmäärä kasvoi 831:stä 1347:ään. On tarvittu Nissen henkilökohtaiset ominaisuudet, joustavuus, monipuolisuus ja laajat kontaktit kotimaassa ja ulkomailla pitämään koossa ja aktivoimaan näin suureksi kasvanut joukko. Tämä on hänelle onnistunut.

Nils Gripenberg on arvostettu vuoriteollisuudessa oman yhtiönsä työmiehistä alamme teollisuuden huipulle saakka.

Kun vielä lisäämme, että Nisse on erinomainen seuramies ja tarvittaessa vauhtiveikko, voimme tulla vain yhteen lopputulokseen: hän on vuorimies parhaimmillaan.



## PETTER FORSSTRÖM PRIS —

## PETTER FORSSTRÖM PALKINTO

Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä jaettiin Oy Lohja Ab:n lahjoittama 3 000 markkan suuruinen palkinto tunnustuksena Vuoriteollisuuslehdessä v. 1979 julkaistusta ansiokkaasta artikkelista. Vuoriteollisuuslehden toimituskunnan tekemän ehdotuksen perusteella oli hallitus päättänyt myöntää palkinnon dos. Markku Mäkelälle ja DI Tapio Ruotoistenmäelle heidän Vuoriteollisuus-Bergshanteringen -lehden numerossa 1 v. 1979 julkaisemastaan artikkelista "Kuurista ytimeen — menetelmä malmin geokemiallisten huntujen tutkimiseksi". Palkinnon vastaanotti dos. Markku Mäkelä (kuva).

# Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

## HALLITUKSEN TOIMINTA VUODELTA 1979

### Vuosikokous

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 36. vuosikokous pidettiin Helsingissä 23. 3. 1979. Kokouksen avasi puheenjohtaja Nils Gripenberg katsauksella vuoriteollisuuden kehitykseen vuonna 1978.

Eero Mäkinen ansiomitali myönnettiin FM Erkki Heiskalle.

Petter Forsström pris — Petter Forsström palkinto jaettiin TkT Lauri Holapalle.

Yhdistyksen puheenjohtajaksi seuraavaksi toimikaudeksi valittiin prof. Aimo Mikkola ja varapuheenjohtajaksi TkT Krister Relander.

Virallisten kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

Pääjohtaja Kauko Kaasila:

— "Vientiedellytyksemme"

Johtaja Matti Kilpinen:

— "Suomen kaivoskoneteollisuuden kehitys ja mahdollisuudet"

Johtaja Rauno Seeste:

— "Prosessiteknikan vienti"

Jaostot kokoontuivat iltapäivällä omien erikoisalojensa merkeissä.

Illallistanssiaisissa ravintola Marskissa vastasi isännyydestä Ovako Oy Ab.

### Toimihenkilöt

Yhdistyksen luottamustehtävissä ovat toimineet:

— puheenjohtajana prof. Aimo Mikkola

— varapuheenjohtajana TkT Krister Relander

— hallituksen jäsenenä

FL Tom Bröckl

DI Antero Leikko

DI Olli Hermonen

TkT Eino Uusitalo

DI Caj E Gustafsson

DI Matti Palperi

DI Erik Nyholm

DI Eero Erkkilä

Prof. Kalevi Kauranne

— rahastonhoitajana TkL Heikki Aulanko

— sihteerinä TkT Matti Ketola ja DI Erkki Tyni

### Yhdistyksen toiminta

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

Hallituksen kokouksissa käsitellyistä asioista mainittakoon kansainvälinen yhteistyö, jonka koordinoitiin ja tehostamiseen on kiinnitetty yhä enemmän huomiota. Toimimalla kansallisena komiteana on hallitus pyrkinyt edesauttamaan mm. World Mining Congress'in organisoitukomitean kokouksen järjestämistä syyskuussa 1980 Suomessa ja neuvotellut työvoimaministeriön kanssa suhteiden järjestämisestä tieteellis-teknillisen yhteistyösopimuksen puitteissa unkarilaisen vuoriteollisuusyhdistyksen kanssa.

Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran kansanrunousarkiston ja kaivosyhtiöiden yhteistyönä järjestämä kaivosmiesperinnettä koskeva keräys herätti jäsenistössä laajaa mielenkiintoa. Kilpailun palkintolautakunnassa toimi yhdistyksen edustajana DI Kalervo Räisänen.

Yhdistyksen lehti Vuoriteollisuus-Bergshanteringen on ilmestynyt kaksi kertaa. Lehden päätoimittajana on toiminut professori Martti Sulonen ja toimitusneuvoston puheenjohtajana TkT Kalevi Kiukkola.

Svenska Gruvföreningenin vuosikokouksessa edusti yhdistystä TkL Heikki Aulanko. N.I.F. Bergingeniörenes Avdelingin syyskokouksessa yhdistyksen edustajana oli professori Aimo Mikkola. The Metals Society'n vuosikokouksessa Lontoossa 9. 5. 1979 yhdistyksen edustajana oli DI Nils Gripenberg.

### Jaostot

Pääosan yhdistyksen toiminnasta on muodostanut jaostojen aktiivinen toiminta eri muodoissa.

Jaostot ovat järjestäneet koulutusta, esitelmätilaisuuksia ja 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 FM Reijo Saikkonen

sihteeri LuK Marjatta Parkkinen

Kaivosjaosto:

puheenjohtaja DI Mikko Palviainen

sihteeri DI Rauno Pitkänen

Metallurgijaosto:

puheenjohtaja DI Jaakko Lautjärvi

sihteeri TkT Jorma Rekola

Rikastus- ja prosessiteknikan jaosto:

puheenjohtaja DI Väinö Juntunen

sihteeri DI Esko Karjalainen

### Yhdistyksen jäsenmäärä

Yhdistyksen jäsenmäärä oli 31. 12. 1979 1 429, jossa lisäystä edellisestä vuodesta on 82. Uusia jäseniä tuli yhdistykseen 100, kuoleman kautta poistui jäsenyydestä 10 ja muuten erosi 8.

### Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunta on kokoontunut toimikautena kaksi kertaa.

Valtuuskunnan puheenjohtajana on toiminut 9. 3. asti FM Erkki Heiskanen ja varapuheenjohtajana DI Rainer Tuovinen. 9. 3. lähtien puheenjohtajana on toiminut prof. Heikki Paarma ja varapuheenjohtajana DI Esko Lehtonen. Valtuuskunnan sihteerinä on toiminut DI Seija Poitsalo.

Toimikunnissa ovat toimineet puheenjohtajina:

— Geologinen toimikunta: FT Pentti Rouhunkoski

— Kaivostekninen toimikunta: Prof. Paavo Maijala

— Rikastustekninen toimikunta: DI Esko Lehtonen

Toiminnassa on ollut 12 työkomiteaa ja vuoden aikana on valmistunut 4 tutkimusselostetta.

Tutkimusvaltuuskunnan toimesta on käynnistetty kolme laajamittaista kollektiivitutkimusprojektia malminetsinnän ja rikastustekniikan aloilta. Näihin projekteihin ovat KTM ja SITRA myöntäneet varoja.

Pohjoismainen yhteistyö on jatkunut ja työn merkeissä on saatu 7 raporttia Ruotsista ja 3 raporttia Norjasta. Tutkimusvaltuuskunnan toimesta on toimitettu yksi raportti ja yksi lyhennelmä ruotsinkielisenä.

Tilivuoden aikana on valtuuskunnan menoihin käytetty 61 720 markkaa.

### Vuorimiesyhdistyksen hallitus

#### Tulo- ja menoarvioehdotus vuodelle 1980

##### Tulot

Jäsenmaksut	54 000,—	
Koulutuskannatusmaksu (Ovako Oy Ab)	4 000,—	
Petter Forsström-palkinto (Oy Lohja Ab)	3 000,—	61 000,—
Lehden tulot		75 000,—
Tutkimusvaltuuskunnan kannatusmaksut	52 100,—	
Selosteiden ja monisteiden myynti	12 000,—	64 100,—
Korkotuotot	1 500,—	
Muut tuotot	3 000,—	4 500,—
<b>Tulot yhteensä mk</b>		<b>204 600,—</b>

**Menot**

Tutkimusvalit. välittömät menot ..	52 700,—	
Esitutkimukset, dipl.työt .....	17 600,—	
Tutkimuslosteiden hankinta ..	10 000,—	80 300,—
Lehden menot .....		78 000,—
Kaivosmiehen käsikirjan toimitus		10 000,—
Jäsenoiminta ja koulutus .....		20 000,—
Apurahat ja matka-avustukset ..		10 000,—
<b>Muut kulut</b>		
Vuosijuhla .....	10 000,—	
Petter Forsström-palkinto .....	3 000,—	
Jäsenluettelon ylläpito .....	2 000,—	
Virkailijapalkkiot .....	16 400,—	
Toimisto- ja sekalaiset kulut ....	7 500,—	
Henkilösivukustannukset .....	2 000,—	40 900,—

Menot yhteensä mk	239 200,—
Tilikauden alijäämä mk	34 600,—

mk 204 600,—

Ylijäämä edellisiltä vuosilta .....	66 046,49
Tilikauden 1980 alijäämä .....	34 600,—
Ylijäämää vuodelle 1981 mk ....	31 446,49

**Tuloslaskelma 1. 1—31. 12. 1979**

**Tulot**

Jäsenmaksut .....	51 580,—	
Tutkimusvaltuuskunnan kann.maksut .....	42 000,—	
Lahjoitukset .....	7 000,—	
Lehden tulot .....	72 787,20	
Selosteiden ja kirjojen myynti ..	16 899,90	
Jäsenoiminnan tulot .....	57 854,22	
Kalliomek. toimikunnan jäsenmaksut .....	1 780,—	
Solmioiden ja "Taskumattien" myynti .....	4 290,—	
		254 273,32

**Menot**

Tutkimusvaltuuskunnan menot ..	36 236,—	
" dipl.työ "	17 880,54	
Lehden menot .....	66 797,75	
Selosteiden hankinta .....	8 613,21	
Vuosijuhlamenot .....	10 401,44	
Jäsenoiminnan menot .....	58 580,52	
Kalliomek. toimikunnan menot ..	1 846,36	
Virkailijapalkkiot .....	14 200,—	
Sosiaaliturvamaksut .....	945,—	
Jäsenluettelon ylläpito .....	1 395,60	
Petter Forsström palkinto .....	3 000,—	
Solmioiden hankinta .....	4 755,—	
Toimisto- ja sekal. kulut .....	7 056,92	238 708,09

+ 15 465,23

**Muut tulot**

Korkotulot .....	1 349,80
Tilivuoden ylijäämä mk	16 815,03

**Tase 31. 12. 1979**

**Vastaavaa**

Rahoitusomaisuus		
— Kassa .....	100,61	
— Postisiirtotili .....	4 798,13	
— Siirtotalletustili .....	35 945,85	
— Pankkitili .....	370,44	
— Postisiirtotili II .....	5 887,43	47 102,46
Tilisaamiset .....		31 821,10
	Mk	78 923,56

**Vastattavaa**

Vieras pääoma		
— Tilivelat .....		9 549,07
— Siirtovelat .....		3 328,—
Oma pääoma		
— Ylijäämä ed. vuodelta .....	49 231,46	
— Tilivuoden ylijäämä .....	16 815,03	66 046,49
	Mk	78 923,56

**GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS  
VUODELTA 1979**

**Vuosikokous**

Geologijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä Helsingissä Rakennusmestarien talolla 23. 3. 1979. Kokouksessa oli läsnä 112 osanottajaa. Virallisten kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

DI Henrik Eklund, Oy Lohja Ab

— "Suomalaisten teollisuusmineraalien vientimahdollisuksista" (yhdessä rikastus- ja prosessijaoston kanssa).

FT Heikki Wennervirta, Outokumpu Oy

— "Geologinen sektori ulkomaisessa yritystoiminnassa".

FL Caj Kortman, Geologinen tutkimuslaitos

— "Geologisen tutkimuslaitoksen informaatiotoimiston uusia palvelumuotoja".

FM Esko Lundén, Oy Partek Ab

— "Lappeenrannan Ihalaisten kalkkikiviesiintymän geologiasta".

Prof. Kalevi Kauranne, Geologinen tutkimuslaitos

— "Geokemiallisen kartoituksen nykynäkymistä".

Lisäksi 24. 3. 1979 tutustuttiin VTT:n reaktorilaboratorioon Otaniemessä.

**Toimihenkilöt**

Geologijaoston johtokuntaan ovat kuuluneet puheenjohtajana FM Reijo Saikkonen, varapuheenjohtajana FM Pertti Huopaniemi, jäsenenä FT Kauko Puustinen, ekskursionestarinä apul. prof. Gabor Gaál ja sihteerinä LuK Marjatta Parkkinen.

**Toiminta**

Johtokunta on kokoontunut vuoden aikana viisi kertaa. Johtokunta on antanut lausunnon "Rakennusalan kalliitutkimusohjeista" Vuorimiesyhdistyksen hallituksen pyynnöstä.

Ekskursio tehtiin Pohjanmaalle 17.—18. 9. 1979. Osallistujia oli 67. Kohteina olivat Kiuruvesi, Kalliokylä, Pyhäsalmen kaivoksen ympäristö, Hituran kaivos, Ylivieskan gabro, Kaustisen scheeliittipitoiset karsivyyöhykkeet, Perhon Vinnolinnevan Mo-mineralisaatio, Seinäjoen—Nurmon antimonimineralisaatio ja Haukinevan turve-esiintymä. Oppaina toimivat FM Tauno Huhtala, FM Olavi Helovuori, FM Vilho Ohenoja ja FL Markku Isohanni Outokumpu Oy:stä ja FM Tapani Mutanen, FM Boris Lindmark ja FM Paunu Oinonen Geologiselta tutkimuslaitokselta ja turve-esiintymällä isännyydestä vastasi Valtion polttoainekeskus. Ekskursiomestarina toimi apulaisprof. Gabor Gaál. Ekskursiosta tehtiin moniste.

Geologijaosto järjesti 25. 10. 1979 uraaniraaka-ainesymposiumin Espoossa Tapiola Garden hotellissa. Päivän esitelmässä ja paneelissa paneuduttiin aiheeseen voimatalouden ja malminetsinnän näkökulmasta. Symposium todettiin olevan erittäin hyödyllisen poikkiteollisenä ja eri aloja yhdistävänä tilaisuutena. Symposiumin esitelmistä on laadittu moniste "Uraaniraaka-ainesymposium", Vuorimiesyhdistys sarja B n:o 27, 1979.

Tulevasta toiminnasta mainittakoon syysekskursio, jonka aikana tutustutaan Keski-Ruotsin malmiesiintymiin.

**Jaoston jäsenmäärä**

Geologijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1979 lopussa 317.

Outokummussa 20. 2. 80

**Reijo Saikkonen**

puheenjohtaja

**Marjatta Parkkinen**

sihteer

**KAIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS  
VUODELTA 1979**

**Vuosikokous**

Kaivosjaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 23. 3. 1979 Helsingissä Rakennusmestarien talolla. Läsnä oli noin 60 jaoston jäsentä. Kokousasioiden jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

TkL R. Matikainen, Outokumpu Oy: Kaivostekniikan vintinäkymät, DI S. Kovalainen, Orion-Yhtymä Oy, Normet: Kaivosajoneuvojen vienti.

Esitelmien jälkeen käytiin niihin liittyvä vilkas keskustelu. Lisäksi tehtiin ekskursio Espoon Suomenojan tietokoneohjattuun lämpövoimalaan.



### Toimihenkilöt

Toimintavuonna on jaoston puheenjohtajana toiminut DI M. Palviainen, varapuheenjohtajana DI R. Söderström sekä hallituksen muina jäseninä DI J. Illi, TkL R. Matikainen ja DI E. Stigzelius. Sihteerinä on toiminut DI R. Pitkänen.

### Toiminta

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

Syysretki 2.—3. 11. 1979 suuntautui Rautaruukki Oy:n Mustavaaran kaivokselle. Retken yhteydessä Oulussa pidetyn syyskokouksen jälkeen käytiin keskustelu teemasta: Kaivoksen avaamisen taloudelliset kriteerit. Aiheesta alusti yli-insinööri G. Laatio.

Jatkokoulutustilaisuus aiheesta "Tuuletus" siirtyi pidettäväksi myöhemmin keväällä. Vuoriteollisuusosaston 1. vuosikurssin opiskelijoille järjestettiin perinteinen informaatiotilaisuus.

Kaivosmiehen käsikirjan uusimiseksi perustettiin työryhmä.

Kaivosjaoston puheenjohtaja on perinteiseen tapaan toiminut Bergsprängningskommittén sekä Svenska Gruvföreningen, BeFo:n yhteismiehenä. Svenska Gruvföreningenille on lähetetty Suomen kaivostoiminnan vuosikatsaus.

Muina yhteysmiehinä ovat toimineet

— FM Ole Lindholm International Society of Mine Surveying

— DI Urho Valtakari ja TkL Raimo Matikainen International Organizing Committee of World Mining Congresses

Suomessa 1981 pidettävän IOC:n kokouksen käytännön järjestelyistä vastaa kaivosjaosto.

DI U. Valtakari ja DI O. Hermonen osallistuivat VMY:n Unkariin suuntautuvaan matkaan.

### Jaoston jäsenmäärä

Kaivosjaoston jäsenmäärä oli vuoden 1979 lopussa 317.

**Mikko Palviainen**

puheenjohtaja

**Rauno Pitkänen**

sihtööri

### METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS

#### VOUDELTA 1979

##### Vuosikokous

Metallurgijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 23. 3. 1979 Helsingissä Rakennusmestarien talolla. Läsnä oli 134 jaoston jäsentä.

Vuosikokouksen yhteydessä kuultiin seuraavat esitelmät:

DI Timo Roisko, Outokumpu Oy: Uunin pohjametallin käsittely Outokumpu Oy:ssä, DI Esko Vuoristo, Rautaruukki Oy: Mustavaaran vanadiiniprosessi, DI Matti Niskanen, Ovako Oy Ab: Kuumavalssaamoiden kehitys Suomessa 1970-luvulla.

Lauantaina tutustuttiin 39 hengen voimalla Tikkurilan Väritehtaat Oy:n Monicolor-tehtaaseen Tikkurilassa.

### Toimihenkilöt

Toimintavuoden aikana jaoston puheenjohtajana on toiminut Jaakko Lautjärvi, varapuheenjohtajana Matti Palperi, sihteerinä Jorma Rekola ja jäseninä Kaj Fagerholm, Olli Hyvärinen, Hannu Juntunen, Ilkka Karvonen, Markku Kytö.

### Toiminta

Metallurgijaosto on kokoontunut toimikauden aikana vuosikokoukseen ja syyskokoukseen. Johtokunta on kokoontunut seitsemän kertaa.

Jaoston kesäretki tehtiin 31. 8. 1979 Imatralle. Pääisäntänä toimi Ovako Oy Ab, Imatran terästehdas ja muina kohteina olivat Imatran voimalaitos, maakaasun vastaanottoasema sekä historiallinen Valco Oy:n Imatran kuva-putkitechdas.

Rekristallisaatio tapahtui Haloniemen kauniissa maastossa ja retkelle osallistuneet 114 metallurgia muistelevat operaatio Kuikan kiihkeää tunnelmaa vielä pitkään.

Illallinen nautittiin tyylikkäästi Imatran Valtionhotelissa.

Syyskokous pidettiin 9. 11. 1979 Otaniemessä. Läsnä oli 76 metallurgia.

Esitelmät pidettiin Vuoriteollisuusosaston luentosalissa.

Esitelmäitsijöinä olivat DI Erkki Karstunen, prof. Veikko Lindroos, DI Risto Liisanantti, DI Raimo Rintamaa, TkL Hannu Hänninen ja DI Matti Haapala. Teemana olivat ruostumattomat teräkset ja esitelmät käsitelivät aihetta kaikelta jaoston sektoreilta.

Saunominen, iltapala ja suhteiden hoito tapahtui Korpilammella.

Koulutustoiminta on hoidettu metallurgian valtakunnallisen asiantuntijatoimikunnan kautta, joka on yhteistoiminnassa INSKOn kanssa järjestänyt kaksi koulutustilaisuutta: Lämpötekniikka metallurgian ja kemian teollisuudessa, 21.—24. 5. (2. kerta) Hotelli Ellivuori, Karkku ja Tulenkestävät keraamiset vuorausmetallit ja niiden tuhoutuminen metallurgisissa prosesseissa, 17.—19. 10. Hotelli Korpilampi, Espoo. Metallurgi VATin nykyinen kokoonpano on Pertti Kostamo (pj), Lars Hukkinen, Jyrki Juusela, Raimo Rätty, Markku Kytö, Lauri Mannerkoski ja Kyösti Karjalahti sekä INSKOn edustajana Nils Tapani (siht.).

Jaoston lehti, Metallurgijaosto tiedottaa, on ilmestynyt kolme kertaa.

Metallien perusteellisuuden informaatioillat teekkarille järjestettiin 9. 5. 1979 Otaniemessä ja 8. 10. 1979 Oulussa.

Metallurgijaoston korkeakouluysteistyötä ovat hoitaneet M. Kytö (TKK), L. Hummelstedt (E. Paatero, ÅA) ja T. Moisio (OY) sekä J. Autio (TTKK).

Museomestari L. Hukkisen ja sihteerin yritys estää liian suuren restauroijaporukan hyökkäys Skogsbyn masuunille onnistui yli odotusten.

### Jaoston jäsenmäärä

Jaoston jäsenmäärä oli 31. 12. 1979 808.

**Jaakko Lautjärvi**

puheenjohtaja

**Jorma Rekola**

sihtööri

### RIKASTUS- JA PROSESSITEKNIIKAN JAOSTON

#### TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1979

##### Vuosikokous

Rikastus- ja prosessitekniikan jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä Helsingissä Rakennusmestarien talolla 23. 3. 1979. Läsnä oli 61 jaoston jäsentä.

Kokouksen yhteydessä pidettiin seuraavat esitelmät:

DI Henrik Eklund, Oy Lohja Ab: Suomalaisten teollisuusmineraalien vientimahdollisuuksista (yhdessä geologijaoston kanssa), DI Timo Niitti, Outokumpu Oy: Suomalainen rikastustekniikka vientimarkkinoilla.

Yhdessä kaivosjaoston kanssa suoritettiin ekskursio Espoon Sähkö Oy:n Suomenojan kaulolämpövoimalaitokselle. Retkelle osallistui 18 jäsentä.

### Toimihenkilöt

Toimikautena on jaoston puheenjohtajana toiminut Väinö Juntunen, varapuheenjohtajana Toimi Lukkarinen, sihteerinä Esko Karjalainen ja jäseninä Heikki Lantto, Timo Niitti, Lauri Heikkilä.

### Toiminta

Johtokunta on kokoontunut vuoden aikana 3 kertaa.

Kevätretki suoritettiin 17.—18. 5. 1979 Tornion kautta linja-autolla Ruotsiin ja 17. 5. tutustuttiin SKEGA Ab:n tuotantolaitoksiin Ersmarkissa Skellefteån lähellä. 18. 5. vierailtiin BOLIDEN Ab:n keskusrikastamolla ja kuultiin esitelmää BOLIDEN Ab:n kaivostoiminnasta. Matkaan osallistui 17 jaoston jäsentä.

Syysretki tehtiin 9. 11. 1979 NOKIA Oy:n Vammalan kumitehtaalte, jossa johtaja Sorsa selosti tehtaan toimintaa ja ohjasi tehdaskierrosta. OUTOKUMPU Oy:n Vammalan kaivoksen "historian" ja pääpiirteet kertoi joht. Vanha-Honko. Yksityiskohtaiset esitelmät kuultiin seuraavasti: Kaivoksen geologia — FM Vormisto, kaivoksen tuotanto — DI Ahtiainen, rikastamo — tekn. Savolainen.

Tehdaskierroksella tutustuttiin vanhaan avolouhokseen ja rikastamoon. Retkeen osallistui 28 jaoston jäsentä.

Perinteellistä syysseminaarina ei 1979 järjestetty sopivien aiheiden puutteen vuoksi.

### Jaoston jäsenmäärä

Rikastus- ja prosessitekniikan jaoston jäsenmäärä oli 31. 12. 1979 195.

**Väinö Juntunen**

puheenjohtaja

**Esko Karjalainen**

sihtööri

**TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1979**

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana on toiminut prof. Heikki Paarma, varapuheenjohtajana DI Esko Leh-tonen ja sihteerinä DI Seija Poitsalo.

Tutkimusvaltuuskunnan kokoonpano on ollut seuraava:

**Teollisuuden edustajina:**

Varsinaiset jäsenet	Varajäsenet
Imatran Voima Oy	
Pentti Lehtinen	Reijo Gardemeister
Karl Forsström Oy	
Karl Haahti	Sigvar Forsström
Kemira Oy	
Kalevi Kiukkola	Ahti Mäki
Kone Oy	
Lauri Heikkilä	Alpo Maksimainen
Larox Oy	
Harri Eronen	Nuutti Vartiainen
Oy Lohja Ab	
Carl-Fredrik Bäckström	Jorma Koponen
Myllykoski Oy/ Ruskealan Marmori Oy	
Matti Tyni	Lauri Koivikko
Outokumpu Oy	
Esko Lehtonen	Timo Niitti
Risto Heiskanen	Paavo Kupias
Oy Partek Ab	
Urho Valtakari	Rolf Boström
Rauma-Repola Oy	
Pertti Suurmaa	
Rautaruukki Oy	
Heikki Paarma	Rainer Tuovinen
Suomen Forsiitti-Dyna- miitti Oy	
Erkki Viinämäki	Väinö Järvinen
Suomen Malmi Oy	
Pentti Karppinen	Antti Mikkonen
Tampella-Tamrock	
Kalle Hakalehto	Paavo Hörkkö
Yhtyneet Paperitehtaat Oy	
Suomen Talkki	
Hannu Haveri	Jouko Olkkonen

**VMY:n hallituksen kutsumat lisäjäsenet**

Ilmari Haapala  
Geologinen tutkimuslaitos  
Erkki V. Heiskanen  
Sakari Heiskanen  
VTT

**VMY:n jaostojen edustajat**

Geologijaosto  
pj. Reijo Saikkonen  
Kaivosjaosto  
pj. Mikko Palviainen  
Metallurgijaosto  
pj. Jaakko Lautjärvi  
Rikastus- ja prosessitekniikan jaosto  
pj. Väinö Juntunen  
Tutkimusvaltuuskunta on kokoontunut vuoden aikana 2 kertaa.

**Toiminnassa olleet työkomiteat**

**no 52 Kairausreikien suunnan mittaus ja reikien suuntaus**  
TkL Aulanko on toiminut komitean puheenjohtajana. Komitean raportti ilmestyy kuluvana vuonna.

**no 53 Kivilajien timanttikairattavuusluokituksen laatiminen**

Työ on tehty diplomityönä komitean no 52 valvonnassa. Raportti valmistuu vuoden 1980 alkupuolella.

**no 54 Nykyaikaiset murskauspiirit**

Työkomitean raportti on ilmestynyt ja komitean työ lop-punut.

**no 55 Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset**

DI Rinteen johtaman komitean työ on viivästynyt alku-peräisestä aikataulusta. Raportti valmistuu kuluvana vuonna.

**no 56 Pölyntorjunta kaivoksissa**

FM Latvan johtaman komitean työ on päättynyt.

**no 57 Palontorjunta kaivoksissa**

Komitean puheenjohtajana on toiminut ins. Kontio. Kom-itean raportti on ilmestynyt.

**no 58 Paikan ja suunnan määrittäminen geofysikaalisissa tut-kimuksissa**

Komitean puheenjohtajana on toiminut TkT Siikarla. Komitean raportti on jätetty painatettavaksi.

**no 59 Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar**

FM Lindholmin johtaman komitean selvitys on valmis-tunut ja komitean työ päättynyt.

**no 60 Suomessa tehdyt kallion jännitystilamittaukset, yhteenveto**

Prof. Matikaisen johtaman komitean työ on alkanut suun-nitelmien mukaisesti. Tavoitteena on koota kalliomekaa-nisista mittauksista yhteenvetoraportti. Raportti valmis-tuu vuoden 1980 lopussa.

**no 61 Holvautumien purkumenetelmät**

DI Pulkkinen johtaman komitean raportti on valmistunut.

**Käynnissä olleet esiselvitykset**

**Selvitys yhteistyöstä ATK-systeemien ja tiedostojen suun-nittelussa**

Työryhmän kokoonkutsujana on toiminut DI Autio. Työ-ryhmän selvitys on valmistunut.

**Malmin rajojen määrittäminen fysikaalisin keinoin porarei'issä**

Prof. Paarman johtaman työryhmän selvitys on edistynyt suunnitelmien mukaisesti ja valmistuu vuoden 1980 ku-luussa.

**Kollektiivitutkimusprojektit**

Toimikunnat ovat valmistelleet kolmen laajemman tut-kimusprojektin käynnistämistä yhtiöiden ja ulkopuolisen rahoituksen tuella.

**Yhteispohjoismaiset työkomiteat**

**Magnetiska tolkningsmetoder**

Yhteispohjoismaisen komitean puheenjohtajana on toimi-nut leht. Zuber. Komitean raportti on ilmestynyt.

**no 59 Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar**

Komitean työ on päättynyt ja raportti ilmestynyt. Tut-kimusvaltuuskunta on päättänyt ehdottaa yhteispohjois-maisen yhteistyökomitean perustamista.

**Tutkimustoiminnan rahoitus**

Tutkimusvaltuuskunnan toiminnan juoksevat kulut on rahoitettu kannattavilta jäseniltä perityillä jäsenmaksuil-la ja tutkimusveloiteiden myynnistä saaduilla tuloilla. Tutkimusvaltuuskunnan tilinpäätös vuodelta 1979 on esi-tetty liitteessä 1.

**Toimikuntien toiminta**

**Geologinen toimikunta**

Kokoonpano:

Puheenjohtaja FT Pentti Rouhunkoski  
Jäsenet FM Rolf Boström  
FT Markku Mäkelä  
FT Juhani Nuutilainen  
TkT Toivo Siikarla

Toimikunta on toimikauden aikana pitänyt neljä kan-sallista kokousta. Yhteispohjoismainen kokous pidettiin Tukholmassa ja Uppsalassa 23.4. Suomea edustivat ko-kouksessa R. Boström, O. Lindholm, M. Mäkelä, P. Rou-hunkoski, T. Siikarla ja S. Poitsalo.

**Kaivosteknillinen toimikunta**

Kokoonpano:

Puheenjohtaja Prof. Paavo V. Maijala  
Jäsenet Civ.ing. Nils-Åke Astermo  
DI Henrik Eklund  
DI Risto Heiskanen  
DI Olli Laine  
DI Pentti Lehtinen  
DI Viljo Viertokangas

Toimikunta on pitänyt toimikauden aikana kolme kan-sallista kokousta. Yhteispohjoismainen kokous pidettiin Norjassa, Åheimissa 12.—14.09. Suomea edustivat kokouk-sessa N-Å. Astermo, V. Viertokangas ja S. Poitsalo.

## Rikastusteknillinen toimikunta

Kokoonpano:

Puheenjohtaja DI Esko Lehtonen  
Jäsenet DI Paavo Eerola, 28.11. alkaen  
DI Hannu Haveri, 24.05. alkaen  
TkL Kyösti Kitunen  
DI Risto Rinne  
DI Heikki Savolainen, 15.05. alkaen  
DI Pertti Virtanen, 15.05. alkaen

Toimikunta on pitänyt toimikauden aikana kolme kansallista kokousta.

## Pohjoismainen yhteistyö

Tutkimusvaltuuskunta on vuoden 1979 aikana saanut seuraavat tutkimusraportit Svenska Gruvföreningeniltä:  
B-242 Studium över radioaktiva minerals utbredning i svenska gruvor  
B-243 Utformning av mineralberedningsverk med hänsyn till arbetsplatsmiljö  
B-244 Karbonatmineralens beredning och produkttegenskaper  
B-245 Forskningsstation i gruvbrytning  
B-246 Förstudie av gruvindustrins arbetsmiljö  
B-247 Användning av mineralberedningens restprodukter, "Framställning av fillermaterial ur svenska mineral-fyndigheter"

B-248 Föredrag vid 6:e samnordiska mineraltekniska ämneskommittémötet i Stockholm, 02.10.1978,

seuraavat tutkimusraportit BeFo:lta:

68:1/79 Underjordsventilation, Kartläggning av luftkvaliteten i gruvor

7:2/79 Punch-loaded shotcrete linings on hard rock,

seuraavat tutkimusraportit Luulajan korkeakoulusta:

1979:46 T Bandtransportörers bergberoende

1979:18 Styrd ventilation för gruvor och anlägggen,

seuraavat tutkimusraportit Bergforskningen-BVLI:ltä:

TR-42 Kiststøveeksplosjoner

TR-46 VLF i borhull

TR-47/1 Gruvevann og avganger — grunnlagsstudium av absorpsjon av metalljoner på avgangsminerale

Tutkimusvaltuuskunta on lähettänyt lyhennelmän raportista

no 54 Nykyaikaiset murskauspiirit

ja raportin

no 59 Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar

Norjaan ja Ruotsiin.

**Heikki Paarma**  
puheenjohtaja

**Seija Poitsalo**  
sihteeri

## TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TILINPÄÄTÖS VUODELTA 1979

### Menot

Tutkimusvaltuuskunnan sihteerin palkkio ....	19 200,—
Sihteerin ja toimikuntien puheenjohtajien sekä korkeakoulujäsenten matkakustannuksia ..	9 842,23
Myynti- ja asiainhoitokuluja .....	2 400,—
Sosiaaliturvamaksuja .....	1 485,—
Posti-, toimisto- ynnä sekal. kuluja .....	3 308,77
Välittömät kustannukset .....	36 236,—
Tutkimusselosteiden hankintakustannuksia ....	8 603,21
Diplomityökustannuksia .....	16 899,90
Diplomitöiden SOTU .....	928,—
Menot yhteensä .....	mk 61 719,75

### Tulot

Kannattavien jäsenten osuismaksut .....	42 000,—
Tutkimusselosteiden myynti .....	16 899,90
	58 899,90
Käytetty edellisten vuosien ylijäämää .....	3 819,85
Tulot yhteensä .....	mk 61 719,75

Espoossa 27. 2. 1980

**Heikki Aulanko**

## UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry:n hallitus on hyväksynyt seuraavat henkilöt yhdistyksen jäseniksi:

### Kokouksessa 24. 1. 1980.

**Eklund, Pentti** Ilmari, DI, s. 5. 11. 1952. Tutkija VTT:n metallurgian ja mineraalitekniikan laboratorion valimo-jaostossa. Os.: Melkonkatu 7 A 13, 00210 Helsinki 21.

**Forss, Carl Mikael**, DI s. 27. 3. 1950. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos, kaivososaston tutkimusinsinööri. Os.: Männikkötie 1 B, 86900 Pyhäkumpu.

**Haartti, Juhani** Kari, Ins. s. 26. 8. 1945. Larox Oy, myyntipäällikkö. Os.: Haukkitie 8, 54912 Saimaanharju.

**Hannula, Simo-Pekka** Villehard, DI, s. 2. 8. 1952. Tutkija, HTKK, metalliopin lab. Os.: Mannerheimintie 56 B 9, 00260 Helsinki 26.

**Heikkilä, Pertti**, DI, s. 28. 4. 1950. HTKK, louniatekn. lab., louniatekn. vs. assistentti. Os.: Maalinahantatie 14 H 109, 01280 Vantaa 28.

**Heino, Jorma** Juhani, DI, s. 29. 4. 1941. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, myynti-ins. Os.: Keinutie 6 B 9, 00940 Helsinki 94.

**Helle, Aino** Sisko, DI, s. 2. 8. 1954. South African Iron and Steel Industrial Corporation, Newcastle, Material technologist. Os.: P.O.Box 8090, Newcastle, Natal, R.S.A.

**Helle, Lars** Wolfgang, DI, s. 23. 10. 1953. South African Iron and Steel Industrial Corporation, Steelmaking Development Technologist. Os.: P.O. Box 8090, Newcastle, Natal, R.S.A.

**Juopperi, Heikki** Uolevi, FM, s. 22. 10. 1945. Geologinen tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen aluetsto, kallioperäos., geologi. Os.: Jäkäläkatu 18 B 28, 96400 Rovaniemi 40.

**Korhonen, Esko** Juhani, DI, s. 2. 8. 1936. Jyväskylän Tekn. Oppilaitos, konerak.lehtori. Os.: Majalant. kp 2, 40950 Muurame.

**Kuusisto, Raimo** Uolevi, Ins. s. 20. 9. 1947. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, hydrometallurgian ryhmän myynti-ins. Os.: Matinkulma 5 C 17, 02230 Espoo 23.

**Kähkönen, Yrjö** Olavi, FK, s. 10. 9. 1945. Helsingin Yliopisto, geologian laitos, assistentti. Os.: Louhelantie 1 F 82, 01600 Vantaa 60.

**Laine, Jorma** Sakari, DI, s. 30. 3. 1948. VTT:n metallurgian ja mineraalitekniikan laboratorio, tutkija valimotekn. alalla. Os.: Pajamäentie 3 B 17, 00360 Helsinki 36.

**Liljestränd, Bjarne** Wilhelm, DI, s. 21. 6. 1947. Lemminkäinen Oy, maa- ja kallioinjekt. työt, louniatekniikan suunnittelija. Os.: Nostoväentie 3, 02660 Espoo 66.

**Lång, Kaj**, FK, s. 28. 8. 1948. Helsingin Yliopisto, Geologian laitos, vs. assistentti. Os.: Joupinmäki 3 A 6, 02760 Espoo 76.

**Niemi, Erkki**, DI, s. 9. 5. 1947. Rautaruukki Oy, Raahen Rautatehdas, viennin tuotepäällikkö. Os.: Järventöläntie 34 A, 92140 Pattijoki.

**Noitonen-Rantamäki, Eeva-Kaarina**, DI, 29. 3. 1952. Outokumpu Oy, Malminetsintä, Itä-Suomen aluetuomiston geofyysikko. Os.: Raivionmäentie 6, 83500 Outokumpu.

**Pietilä, Seppo** Ilmari, DI, s. 8. 7. 1941. Outokumpu Oy, Porin tehtaat, metallurgi, jatkuvavälilaitteiden markkinointiryhmä. Os.: Peräkatu 18, 28200 Pori 20.

**Reinikainen, Jorma**, DI, s. 1. 1. 1945. Larox Oy, vientipäällikkö, Larox tuotteet. Os.: Tyysterniementie 3 B 10, 53900 Lappeenranta 90.

**Riikonen, Esko** Antero, Ins., s. 11. 12. 1942. Larox Oy, tekninen johtaja. Os.: Puistotie 1 C, 53900 Lappeenranta 90.

**Rinne, Markku** Kalervo, DI, s. 9. 2. 1953. South African Iron and Steel Industrial Corporation, metallurgi raudantuotannon tekn. Os.: P.O.Box 7143, Newcastle, R.S.A.

**Rissanen, Markku** Olavi, DI, s. 30. 12. 1950. Rautaruukki Oy, Hämeenlinnan tehdas, tuotepäällikön apulainen. Os.: Verkkoitie 3 C 20, 13200 Hämeenlinna 20.

**Räsänen, Jorma** Eino Antero, FK, s. 15. 9. 1944. Geologinen tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen aluetuomisto, geologi, kallioperäkartoitus. Os.: Nevalopolku 3, 96910 Rovaniemi 91.

**Sandgren, Eero** Ilkka Olavi, FK, s. 24. 7. 1949. Outokumpu Oy, Malminetsintä, Pohjois-Suomen aluetuomisto, ins.harjoittelija. Os.: Sauvoantie 2 A 6, 90560 Oulu 56.

**Tontteri, Jarmo** T., DI s. 6. 4. 1952. Outokumpu Oy, Teknillinen vienti, myynti- ins., prosessit ja metallurgiset laitteet. Os.: Haukilahdenranta 21 B 17, 02170 Espoo 17.

**Virta, Jouko** Antero, DI, s. 13. 12. 1952. VTT, Metallurgian ja mineraalitekniikan laboratorio, tutkija. Os.: Otakallio 4 A 3, 02150 Espoo 15.



**Kokouksessa 5. 3. 1980.**

**Heikkinen, Antti** Johannes, DI, s. 22. 9. 1952. Outokumpu Oy, Harjavallan tehtaas, insinööriharjoittelija. Os.: Huovintie 4, 29200 Harjavalta.

**Härkönen, Ilkka** Pekka, FK, s. 9. 9. 1949. Geologinen tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen aluetoimisto, geologi malminetsintä ja kvartaärigeol. erityiskysymykset. Os.: Valtakatu 20 A 2, 96200 Rovaniemi 20.

**Karvinen, Erkki** Antero, FK, s. 21. 11. 1947. Geologinen tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen aluetoimisto, malmiosaston geologi. Os.: Sudentie 4 as. 19, 96500 Rovaniemi 50.

**Kauppinen, Pentti**, DI, 14. 7. 1950. VTT, Metallilaboratorio, ydinvoimalait. ainetarikkomaaton tarkastus, tutkija. Os.: Kettutie 4 C 29, 00800 Helsinki 80.

**Lähteenmäki, Seppo** Olavi, DI, s. 23. 10. 1949. Outokumpu Oy, Vuonoksen rikastamo, insinööriharjoittelija. Os.: Notkokatu 1 B, 83500 Outokumpu.

**Pankka, Heikki** Sakari, FK, 14. 8. 1948. Geologinen tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen aluetoimisto, malmiosaston geologi. Os.: Pihkaheikki A 14, 96800 Rovaniemi 80.

**Pisilä, Erkki**, DI, s. 30. 10. 1952. Rautaruukki Oy, Raaheen Rautatehdas, sintraamon apulaiskäyttöinsinööri. Os.: Ollinsaarentie 47 D 39, 92120 Raahe 2.

**Raikunen, Seppo**, FK, s. 22. 5. 1950. Outokumpu Oy, Vammalan kaivos, kaivosgeol. työharjoittelija. Os.: Pirantie 10, 38200 Vammala.

**Roitto, Ari** Ilkka, DI, s. 10. 5. 1955. Asevelvollisuutta suorittamassa. Kotios. Koskelantie 17 A 5, 00610 Helsinki 61.

**Suvio, Jarmo** Kalevi, DI, s. 23. 9. 1953. Asevelvollisuutta suorittamassa. Kotios.: Kulorastaantie 3 S 147, 01450 Vantaa 45.

**Turunen, Pertti** Olavi, FK, s. 15. 8. 1950. Geologinen tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen aluetoimisto, geofyysikko. Os.: Salmenperä 1 A 39, 96440 Rovaniemi 44.

**Tyni, Pertti**, Ins. 13. 12. 1951. Rautaruukki Oy, Mustavaaran kaivos, prosessi-insinööri. Os.: Ahosenniemi B 2, 97900 Posio.

**With, Esko** Antero Matias, FK, s. 13. 10. 1945. Suomen Malmi Oy, geologi, rak.geologia ja kalliomekaniikka. Os.: Keltamontie 44 E 30, 01300 Vantaa 30.

**UUTTA JÄSENIÄ —  
NYTT OM MEDLEMMARNA**

DI **Reijo Ahlberg** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä projekti-insinöörinä. Os.: Vilpunkatu 2 F 36, 02230 Espoo 23.

DI **Jorma Airo**. Os.: Stenkakola, 25900 Taalintehdas.  
TkL **Christian von Alfthan** har utnämnts till direktör för elektronivdelningsgruppen vid Outokumpu Oy, Teknisk export.

DI **Esko Alopaeus** on nimitetty Outokumpu Oy:n Viennin kaivoksen johtajaksi 1. 7. 1980 lukien.

DI **Yrjö Anjala** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisen Viennin Engineering — ryhmään perustetussa projektipalvelu- ja seurantaosastossa koulutus-, käyntiainajo- ja jälkihoitojoakseen päällikkönä.

DI **Veikko Appelberg** on nimitetty Outokumpu Oy:n Teknillisen Viennin automaatiojärjestelmien osastoryhmän johtajaksi.

FM **Juhani Astala** on nimitetty Oy Lohja Ab:ssä Minerals-tuoteryhmään kaivosgeologiksi.

Civiling. **Nils-Åke Astermo** har utnämnts till gruvchef vid Oy Partek Ab:s gruvor i Pargas.

FK **Olavi Auranen** on nimitetty Geologisen tutkimuslaitoksen malmiosaston peruspalkkaiseen geologin virkaan Pohjois-Suomen aluetoimistoon 1. 12. 1979.

TkL **Hannu Autio**. Os.: Nuolihaukantie 2 A 44, 90250 Oulu 25.

FL **Leif Bergman** har utnämnts till överassistent i geologi och mineralogi vid Åbo Akademi från 1. 3. 1980.

DI **Gösta Diehl** har utnämnts till verkställande direktör för Exofennica. Adr.: Östra Allen 9 A, 00140 Helsingfors 14.

DI **Paavo Eerola**. Os.: Kuparitie 6, 83500 Outokumpu.

FD **Carl Ehlers** har utnämnts till biträdande professor i geologi och mineralogi vid Åbo Akademi från 1. 1. 1980.

DI **Henrik Eklund** on nimitetty Oy Lohja Ab:n Teollisuusryhmän johtajan varamieheksi yhtiön Rakennusosaja betoniteollisuusryhmään 1. 8. 1980 alkaen.

DI **Martti Erkinheimo** on nimitetty L. A. Levanto Oy:n

varatoimitusjohtajaksi. Os.: Ruoholahdenranta 7 G 150, 00180 Helsinki 18.

DI **Eero Erkkilä** on nimitetty Outokumpu Oy:n Kaivos- ja metallurgisen ryhmän kaivosteknilliseksi johtajaksi ja Outokummun paikallisjohtajaksi 1. 7. 1980 lukien.

DI **Eelis Eskelinen** toimii kaivosinsinöörinä Myllykoski Oy:n Luikonlahden kaivoksella. Os.: 73600 Luikonlahti.

DI **Kurt Fager** har utnämnts till avdelningschef för hädverksstäderna vid Oy Suomen Bofors Ab.

TkL **Teuvo Grönfors**. Os.: Sammonkatu 6, 15140 Lahti 14.

DI **Martti Haani** on palannut Suomeen Koreasta ja työskentelee Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä. Os.: Toppelundintie 5 G 41, 02170 Espoo 17.

DI **Antero Hakapää** on kutsuttu Finncavern Oy:n toimitusjohtajaksi 1. 5. 1980 alkaen. Os.: Keltonkuja 3 H, 02180 Espoo 18.

Kauppat.kand. **Jorma Hakkarainen** on nimitetty Outokumpu Oy:n varatoimitusjohtajaksi ja toimitusjohtajan varamieheksi 1. 11. 1980 lukien.

DI **Arto Hakola**. Os.: Mustikkakorventie 10, 83500 Outokumpu.

DI **Jouni Hakuli**. Os.: Isoholmintie 11 B 1, 92100 Raahe.

FK **Pertti Hautala**. Os.: Vilpunkatu 2 E 27, 02230 Espoo 23.

DI **Pekka Havola** toimii projekti-insinöörinä Oy Partek Ab:ssä Paraisilla. Os.: Brunshöjden 1 B 6, 21600 Parainen.

DI **Yrjänä Heikinheimo** on kutsuttu Rintekno Oy:n kokopäivätoimiseksi puheenjohtajaksi.

FK **Eero Heikkilä**. Os.: As. Oy Kunta-Pappila B 15, 28450 Vanha-Ulvila.

TkT **Sakari Heikkilä**. Os.: Mechelinink. 10 A 5, 00100 Helsinki 10.

DI **Risto Heikkinen** toimii Koreasta palattuaan Outokumpu Oy:n Outokummun kaivoksella sähköinsinöörinä.

Os.: Raivionmäentie 4 A, 83500 Outokumpu.

DI **Jukka Heiniö**. Os.: Lamminpääkatu 31 A, 33420 Tampere 42.

DI **Olli Hermonen**. Os.: Haravatie 13, 90530 Oulu 53.

Ins. **Veli Hietalahti**. Os.: 03220 Tervelampi.

DI **Harri Hokka**. Os.: Yläkartanonkuja 4 A 25, 02360 Espoo 26.

DI **Pentti Holopainen**. Os.: Rysätie 13, 82500 Kitee.

DI **Manu Huhtanen** on siirtynyt Kemira Oy:öön perustettuun valmistusvastuu-yksikköön.

DI **Taisto Huhtelin** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä markkinoinnin automaatiojärjestelmien osastoryhmän projekti- ja sovellutusosaston päällikkönä.

DI **Heikki Huikko** on siirtynyt Outokumpu Oy:n Harjavallan tehtailta Teknilliseen vientiin projekti-insinööriksi.

DI **Kari Huju** on nimitetty Vakuutusyhtiö Auran paloteknisen osaston osastopäälliköksi.

DI **Harri Hursti** toimii Perusyhtymä Oy:n Auran Rautateollisuuden Sales promotion managerina. Os.: Tennbyntie 37—39, 21600 Parainen.

TkT **Olli Hyvärinen** toimii Outokumpu Oy:n Metalliteollisuusryhmän Kemian osastojen päällikkönä.

DI **Bernt Häggman**. Os.: Rödrävsgratan 4 B 9, 67800 Karleby 80.

TkT **Seppo Härkki** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin Engineering-ryhmässä toteutuksen osastoryhmän johtajana ja prosessiosaston vt. päällikkönä.

DI **Seppo Härkönen** on siirtynyt Ovako Oy:n Imatran terästehtaan tutkimuskeskukseen. Os.: Paloveräjänkatu 15 A 9, 55610 Imatra 61.

DI **Jorma Illi**. Os.: Vuorimiehentie 1 A 7, 88200 Otanmäki.

DI **Pehr-Adrian Ilmoni**. Os.: Trädgårdsvägen 5 A, S-18 246 Enebyberg, Sverige.

FK **Osmo Inkinen**. Os.: Taine 229 Piso 9, Polanco, Mexico 5 DT, Mexico.

DI **Seppo Isoherranen** toimii Outokumpu Oy:n Metalliteollisuusryhmän Porin Tehtaiden tuoteryhmän I:n (valimat, valsaamo ja lankatehdas) johtajana.

DI **Pentti Isokangas** toimii ins.harjoittelijana Outokumpu Oy:n Porin tehtailta. Os.: Itsenäisyydenkatu 57, 28100 Pori 10.

DI **Seppo Joensuu**. Os.: Haukilahdenranta 21 D 38, 02170 Espoo 17.

DI **Kari V. J. Jokinen**. Os.: Katiskatie 3, 21100 Naantali.

DI **Markku Jortikka**. Os.: Peltokatu 10, 29220 Killanmaa.

TkT **Jyrki Juusela**. Os.: Kreetalankatu 5 C, 29200 Harjavalta.

DI **Ari Juva**. Os.: Sepetlahdentie 2—4 B 10, 02230 Espoo 23.

DI **Juha Jylhä**. Os.: Viherkallionkuja 3 R 120, 02710 Espoo 71.

DI **Pentti Jähi** on nimitetty Ovako Oy Ab:n Taalintehtaitten tuotekehityspäälliköksi. Os.: B 27/1, 25900 Taalintehtas.

DI **Heikki Kallio**. Os.: Vuorimiehentie 1 A 4, 88200 Otanmäki.

DI **Aarno Kalliokoski** toimii Outokumpu Oy:n Pyhäsalmen kaivoksella prosessi-insinöörinä. Os.: Kuusikkotie 2 B, 86900 Pyhäkumpu.

TkL **Juhani Kangas**. Os.: Lemmikinkatu 1 B, 95430 Tornio 3.

Ins. **Juha Kangas** on nimitetty Kone Oy:n Kauko-Idän konktorin markkinointipäälliköksi. Os.: 23 A Balmoral Point, Balmoral Road, Singapore 1025.

DI **Esko Karjalainen** on nimitetty Oy Hoechst Fennica Ab:n tuotepäälliköksi alueenaan epäorg. kemikaalit, tensidit ja apuaineet. Os.: Tunturikuja 7, 01390 Vantaa 39.

DI **Lars-Henrik Karlsson** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä markkinoinnin automaatiojärjestelmien osastoryhmän instrumenttiosaston päällikkönä.

DI **Tapani Katajarinne**. Os.: Pormestarinkatu 10, 67100 Kokkola 10.

DI **Esa Kaustinen** on nimitetty Kemira OY:n lannoite-ryhmän Kokkolan tehtaiden tehdaspalvelupäälliköksi.

DI **Hannu Kemppinen** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin projekti-insinöörinä. Os.: Vilpunkatu 2 C 18, 02230 Espoo 23.

DI **Tapio Keränen** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin projekti-insinöörinä. Os.: Vilpunkatu 2 C 16, 02230 Espoo 23.

DI **Pekka Ketonen**. Os. Paturintie 3, 04320 Riihikallio.

TkT **Pentti Kettunen**. Os.: Liutuntie 15 D 21, 36240 Natari.

TkT **Jorma Kivilahti**. Os.: Ruukinlahdentie 7 A 1, 00200 Helsinki 20.

DI **Börje Kläile**. Os.: Kuhatie 10 C 24, 02170 Espoo 17.

Ins. **Rolf Klinge**. Os.: Tehtaanmäki A 5, 04260 Kerava 6.

DI **Tatu Koivuniemi** toimii Outokumpu Oy:n Metalliteollisuusryhmässä Teknillisen palvelun johtajana.

TkL **Matti Kongas** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin Markkinoinnin automaatiojärjestelmien osastoryhmän myyntiosaston päällikkönä.

DI **Olli Korhonen** on nimitetty Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin Markkinoinnin rikastustekniikan myyntijohtajaksi 12. 12. 1979 alkaen.

DI **Kaarina Koskinen o.s. Airo**. Os.: Kuninkaanlahdenkatu 8 as. 13, 28100 Pori 10.

DI **Ahti Kosonen** toimii Outokumpu Oy:n metalliteollisuusryhmässä erikoistehtävissä.

DI **Seppo Kovalainen** on nimitetty Orion-Yhtymä Oy:n Normetin toimitusjohtajaksi.

DI **Reijo Kukkoso**. Os.: Löydöstie 4 B 20, 01600 Vantaa 60.

DI **Aimo Kurki** on siirtynyt Outokumpu Oy:n Harjavallan tehtailta Teknilliseen vientiin projekti-insinööriksi.

Ins. **Erkki Kuttilainen**. Os.: Ruutikellarintie 13, 13210 Hämeenlinna 21.

DI **Lauri Kärävä** on nimitetty Kemppi Oy:n vientijohtajaksi ja Kemppi — U.K. Ltd:n toimitusjohtajaksi.

DI **Vesa Laakso** toimii Oy Partek Ab:n kalkkiliinjan teräsektorin päällikkönä, Os.: Radhus 2, Malmnäs, 26100 Parainen.

DI **Jarmo Lammi**. Os.: Leinikinkatu 4 B 7, 95430 Tornio 3.

DI **Pekka Lappalainen** toimii Outokumpu Oy:n Kaivos-tekniillisen ryhmän projekti-insinöörinä ja kalliomekaniikkona. Os.: Raiivionmäentie 6 B, 83500 Outokumpu.

FT **Veikko Lappalainen** toimii nykyisin Turun Yliopiston maaperägeologian vt. professorina.

FT **Raimo Lauerma**. Os.: Iltatie 10 C 8, 02210 Espoo 21.

DI **Esko Lehtonen**. Os.: Kansalaiskoulunkatu 5 as. 11, 83500 Outokumpu.

DI **Eero Lempainen** toimii Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä projekti-insinöörinä. Os.: Vilpunkatu 2 E 28, 02230 Espoo 23.

DI **Esa Lindeman**. Os.: Koivuniementie 1 as. 4, 95900 Kolari.

DI **Kristian Lobbas**. Os.: Malmnäs Strandv. 3, 21600 Pargas.

DI **Pertti Lumme** on nimitetty Oy Partek Ab:n Perusmateriaaliteollisuuden vientipäälliköksi. Os.: Brunnsdäldintie 2, 21600 Parainen.

TkL **Olli Luukkonen** on siirtynyt Oy Nokia Ab:n Elektroniikan palvelukseen toimien laatuinsinöörinä.

Elkon. **Klaus Lähteenmäki** on nimitetty Ovako Oy Ab:n Keskushallinnossa ostopäälliköksi.

DI **Risto Matikainen**. Os.: Hedelmätarhantie 1 A 27, 15860 Salpakangas.

FM **Hannu Mattila** toimii Outokumpu Oy:n Vuonoksen kaivoksen kaivosgeologina. Os.: Pohjoisahonkatu 19 as. 1, 83500 Outokumpu.

Ins. **Harry Mattsoff**. Os.: Aino Acktén tie 8 B 7, 00400 Helsinki 40.

DI **Teppo Meriluoto**. Os.: Raappavuorenrinne 2 I 86, 01620 Vantaa 62.

Prof. **Aimo Mikkola** on kutsuttu International Geological Correlation Programmen (IGCP) tieteellisen neuvoston jäseneksi 1. 1. 1980 alkaen.

DI **Pekka Mikkola** on nimitetty Suomen Malmi Oy:n toimitusjohtajaksi.

DI **Aarne Monni**. Os.: Aamupäivänkuja 10 B, 02210 Espoo 21.

DI **Raimo Monni** on nimitetty Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin tulosryhmän johtajaksi 1. 11. 1980 lukien.

DI **Jukka Myllyniemi**. Os.: Vuorimiehentie 1 A 10, 88200 Otanmäki.

FK **Tuomo Mäkelä**. Os.: Karsitie 1, 86440 Lampinsaari.

DI **Alpo Mäkeläinen**. Os.: Itsenäisyydenkatu 59 D 62, 28100 Pori 10.

DI **Juha Mäkipere** toimii Ovako Oy Ab:n prosessitekni-osen osaston markkinointi-insinöörinä.

TkL **Tapio Mäntylä**. Os.: Kallenkuja 1, 33700 Tampere 70.

DI **Esko Nermes** on nimitetty Outokumpu Oy:n Metallurgisen tutkimuksen johtajaksi. Os.: Pormestarink. 2 E 51, 20750 Turku 75.

DI **Timo Niitti** on nimitetty Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin Markkinoinnin nk. myyntijohtajapooliin johtajaksi 12. 12. 1979 alkaen.

TkT **Kalevi Nikkilä** on nimitetty Ovako Oy Ab:n Imatran terästehtaan myyntipäälliköksi.

DI **Matti Niskanen**. Os.: Terästehtas B 105, 55610 Imatra 61.

TkT **Pentti Niskanen** on palannut takaisin Turkista ja toimii projektipäällikkönä Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä. Os.: Hannuksenkuja 13 B, 02260 Espoo 26.

DI **Raimo Nupponen**. Os.: Täysikuu 3 A 10, 02210 Espoo 21.

Ins. **Hannu Nurmi**. Os.: B 251, 25900 Taalintehtas.

DI **Martti Nurmisalo** on nimitetty Tamrock Italianan myyntipäälliköksi. Os.: Via Alcide de Gasperi 10, 20090 Rodane, Italia.

DI **Carl-Johan Nybergh** har utnämmts till verkställande direktör för Oy Lux Ab. Adr.: Lövängsvägen 3 I 152, 00340 Helsinki 34.

DI **Erik Nyholm** on nimitetty Outokumpu Oy:n Keskushallintoon perustetun Outokumpu Consulting-nimisen toimintayksikön johtajaksi 1. 10. 1980 lukien.

DI **Antti Närhi**. Os.: Ahotie 11 A 2, 95420 Tornio 2.

DI **Asko Ojanen** on nimitetty Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaitten kobolttitehtaan johtajaksi 1. 10. 1980 lukien. Os.: Annikinkatu 9, 67200 Kokkola 20.

DI **Mauri Ojanperä** toimii Outokumpu Oy:n Porin tehtailla laadunvalvontainsinöörinä.

DI **Heikki Oravainen**. Os.: Melkonkatu 19 B 47, 00210 Helsinki 21.

DI **Unto Paakkinen** on nimitetty Outokumpu Oy:n Teknillisessä viennissä markkinoinnin automaatiojärjestelmien osastoryhmän kehityspäälliköksi. Os.: Revontulentie 2 G 75, 02100 Espoo 10.

DI **Tapani Pajala**. Os.: Aarnintie 29 A, 28360 Pori 36.

DI **Lauri Pajari** on nimitetty Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin Markkinointipalvelun johtajaksi alkaen 12. 12. 1979.

DI **Nils Palin** har utnämmts till chef för manufakturtekniska avdelningen vid Ovako Oy Ab.

DI **Risto Paloheimo** on siirtynyt Oy Kreuto Ab:n palvelukseen.

DI **Matti Palperi** on nimitetty Ovako Oy Ab:n prosessiteknisen osaston päälliköksi.

DI **Hannu Penttilä** on Vientikoulutussäätiön vientimyyjäkurssilla ja siirtyy kesän alussa Outokumpu Oy:n Teknilliseen vientiin. Os.: Vilpunkatu 2 A 1, 02230 Espoo 23.

DI **Jussi Peränen**. Os.: Koskenmäenkatu 7 G, 37120 Nokia 2.

DI **Martti Perälä**. Os.: Volmarinkatu 6, 40720 Jyväskylä 72.

DI **Esko Pessi**. Os.: Otsonkallio 3 M 76, 02100 Espoo 10.  
FK **Pekka Pihlaja** on siirtynyt Geologisen tutkimuslaitoksen Rovaniemen aluetoimistoon kallioperägeologiksi 1. 12. 1979 alkaen.

FL **Fredrik Pipping**. Os.: Karskog, 02550 Evitskog.  
DI **Kari Pulkkinen**. Os.: Kivitie 11, 86440 Lampinsaari.  
DI **Pekka Purra**. Os.: Heikelintie 10 G 13, 02700 Kau-niainen.

DI **Tuula Purra** toimii polttoaineinsinöörinä Teollisuuden Voima Oy:ssä. Os.: Heikelintie 10 G 13, 02700 Kau-niainen.

DI **Esko Pöyliö**. Os.: Käenpolku 9, 92100 Raahen.  
DI **Pentti Raike** on nimitetty Oy Partek Ab:n Lappeenrannan kalkkitehtaan ja vollastoniittirikastamon päälliköksi.

DI **Raimo Rantanen** on nimitetty Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaiden sinkkitehtaan johtajaksi 1. 10. 1980 lukien.

FK **Markku Rask**. Os.: Valtakatu 37 A 13, 96200 Rovaniemi 20.

FL **Eero Rauhamäki**. Os.: Kupariperä 2, 83500 Outokumpu.

DI **John Relander** har utnämnts till försäljningsdirektör vid Outokumpu Oy:s Teknisk export. Adr.: Idvägen 14 C 11, 02170 Esbo 17.

DI **Heikki Rautajoki**. Os.: Apartado de Correos 61118, Caracas 106, Venezuela.

DI **Lasse Riihikallio** on nimitetty Outokumpu Engineering Inc'in toimitusjohtajaksi. Os.: P.O.Box 16573, 4700 Packinghouse Road, Denver, Colorado 80216, U.S.A.

TkL **Pekka Ritakallio**. Os.: Jarlsborg veien 6, Oslo 3, Norge.

FK **Olof Rosenlund**. Os.: Vuorimiehentie 5 B 17, 88200 Otanmäki.

DI **Pekka Rouhiainen** on siirtynyt Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen palvelukseen geotekniikan laboratorioon tutkijaksi. Os.: Kuhatie 10, 02170 Espoo 17.

DI **Erkki Ryynänen** on nimitetty Outokumpu Oy:n Teknillisen viennin Markkinoinnin metallinvalmistustekniikan myyntijohtajaksi.

DI **Esko Räisänen**. Os.: Kuitinkatu 5 C 10, 02210 Espoo 21.

DI **Kari Saari** on siirtynyt University of Californiaan. Os.: 1194—6th Street 77, Albany, California 94700, U.S.A. Kotiosoite Suomessa: Pähkinätie 12 C 36, 01710 Vantaa 71.

DI **Matti Salimäki** on nimitetty TEKERA:n — Teollisen Kehitysyhteistyörahaston toimitusjohtajaksi.

DI **Olavi Salminen** on nimitetty Outokumpu Oy:n Porin tehtaiden raaka-aineiden hankintapäälliköksi.

DI **Anneli Salonen**, o.s. Vainio. Os.: Hämeentie 152 E 102, 00560 Helsinki 56.

DI **Juhani Sarmalisto** toimii luennoitsijana Z.I.T:ssä. Os.: P.O.Box 2407, Kitwe, Zambia.

DI **Heikki Savolainen** on nimitetty Oy Lohja Ab:n Minerals-tuoteryhmän johtajaksi 1. 8. 1980.

DI **Antti Seeste** toimii Outokumpu Oy:n Harjavallan tehtailta kuonarikastamon rikastusinsinöörinä. Os.: Huovintie 4, 29200 Harjavalta.

DI **Rauno Seeste** on nimitetty Outokumpu Oy:n ulkomaantoimintojen johtajaksi ja johtokunnan asiantuntijajäseneksi 1. 11. 1980 lukien. Joht. Seeste vastaa Teknillisen viennin tulosryhmän toiminnasta, Ulkomaisesta yritystoiminnasta, Kaivosteknillisestä ryhmästä sekä Laitekehitys- ja konepajatoiminnasta.

TkT **Matti Seppänen**. Os.: Ruskontie 12 C, 92120 Raahen 2.

DI **Risto Sihvo**. Os.: Terästehdas B 105/2, 55610 Imatra 61.

Ins. **Erik Silander** toimii Rautaruukki Oy:n kaivosten energiainsinöörinä. Os.: Poraaajantie 1 A 5, 88200 Otanmäki.

TkL **Olavi Siltari** on nimitetty Outokumpu Oy:n johtokunnan jäseneksi 1. 11. 1980 lukien. Joht. Siltari toimii edelleen terästeollisuusryhmän johtajana sekä vastaa lisäksi Outokumpu Oy:n tutkimus- ja kehitystoimista metallurgisen ja fysiikan tutkimuksen alalla.

DI **Pentti Similä**. Os.: Niittyranta 1 A 1, 00930 Helsinki 93.

DI **Hasse Sjöberg** on nimitetty Leybold — Heraus Oy:n toimitusjohtajaksi.

FM **Pentti Sotka** toimii tutkimusgeologina Outokumpu Oy:n Malminetsinnän Olarin laitoksen geologisessa laboratoriossa.

DI **Erik Stigzelius** toimii Metsäliiton Teollisuuden Äänekosken Kemiallisten tehtaitten aluemyyntipäällikkönä. Os.: Piilolantie 5, 44100 Äänekoski.

Prof. **Herman Stigzelius** siirtyy eläkkeelle Geologisen tutkimuslaitoksen ylläjohtajan virasta 1. 9. 1980. Hän on siirtynyt YK:n palvelukseen. Os.: UN/ESCAP/Regional Mineral Resources Development Centre, Jalan Jenderal Sudirman 623, Bandung, Indonesia.

DI **Risto Suppanen**. Os.: Erottajankatu 3, 10600 Tammi-saari.

DI **Kurt Svens** arbetar som processing. vid Outokumpu Oy:s Teknisk export. Adr.: Filipsg. 2 F 37, 02230 Esbo 23.

TkT **Pekka Särkkä** toimii Suomen Akatemian teknisteellisen toimikunnan vanhempana tutkijana.

DI **Krister Söderholm** arbetar som geologpraktikant vid Outokumpu Oy, Kemi gruva. Adr.: PB 8, 94101 Kemi 10.

DI **Rolf Söderstöm** on nimitetty Oy Partek Ab:n perusmateriaaliteollisuuden teknisen osaston päälliköksi Paraisiin.

Ing. **Henrik Tallberg** har utnämnts till Atlas Copco-avdelningschef vid Oy Julius Tallberg Ab.

DI **Jalle Tammenmaa** toimii laboratoriosinöörinä Helsingin Teknillisen Korkeakoulun vuoriteollisuusosaston taloudellisen geologian laboratoriossa.

DI **Pentti Tarnanen**. Os.: Petäjä, 02540 Kylmälahti.

Ins. **Leo Tenhonen** on nimitetty Ovako Oy Ab:n Taa-lintehtaan metallurgisen osaston päälliköksi. Os.: 25900 Taa-lintehtas.

DI **Timo Tervonen** toimii Oy Tampella Ab — Tam-rockin application engineerinä. Os.: Kukkolankatu 23 C 15, 33400 Tampere 40.

DI **Rolf Therman** har utnämnts till divisionsdirektör för Oy Hackman Ab:s skogsindustrin. Adr.: Braxenvägen 14 bst. 16, 02170 Esbo 17.

Prof. **Matti H. Tikkanen** on saanut ensimmäisen vuorineuvos Petri Bryk'in muistorahastosta annetun tunnustuspalkinnon (30 000.—) ansiokkaasta työstään prosessimallurgian alalla.

DI **Heikki Tuovinen**. Os.: Kuusitie 3, 28400 Ulvila.

FT **Olavi Urvas** toimii Suomalais-Neuvostoliitolaisen Taloudellisen yhteistyökomission yleissihteerinä. Os.: To-peliuksenkatu 23 A 6, 00250 Helsinki 25.

DI **Veijo Vartiainen**. Os.: Lamminpäänkatu 31 B, 33420 Tampere 42.

DI **Lasse Vihavainen**: Kallenkatu 3 A 11, 55100 Imatra 10.

DI **Raimo Vihermä**. Ahotie 11 C 4, 95420 Tornio 2.

DI **Jaakko Viitasalo**. Os.: Kuhatienahde 2 C 16, 02170 Espoo 17.

DI **Antonio Villareal** toimii Outokumpu Oy:n Ulkomai-sessa yritystoiminnassa Helsingissä. Os.: Outokumpu Oy, Ulkom. yritystoiminta, Töölönk. 4, 00100 Helsinki 10.

DI **Markku Virtanen**. Os.: Vapaudentie 8, 85500 Nivala.

DI **Pertti Virtanen** on siirtynyt Outokumpu Oy:n palvelukseen Keretin kaivoksen rikastamon prosessi-insinööriksi. Os.: Pohjoisahonkatu 21 as 3, 83500 Outokumpu.

Yli-ins. **Lars Witting** on nimitetty Ovako Oy Ab:n apu-laisjohtajaksi ja teknisen osastoryhmän päälliköksi.

DI **Pertti Voutilainen** on nimitetty Outokumpu Oy:n johtokunnan varapuheenjohtajaksi 1. 11. 1980 lukien.

FK **Tauno Vuotovesi**. Os.: Jousimiehentie 4 A 7, 96200 Rovaniemi 20.

DI **Jukka Väisänen**. Os.: Karhunkatu 14 D 6, 48600 Karhula.

DI **Timo Välttilä** on nimitetty Outokumpu Oy:n Pyhä-salmen kaivoksen johtajaksi 1. 7. 1980 lukien.

FM **Ragnar Åberg** har utnämnts till chef för Oy Partek Ab:s gruvor i Willmanstrand. Adr.: Paraistentie 7 D, 53650 Willmanstrand.



Prof. Matti Tikkanen (vas.) ja Outokumpu Oy:n pääjohtaja Kauko Kaasila.

## METALLURGIAN TUNNUSTUSPALKINTO

### PROFESSORI MATTI H. TIKKASELLE

Outokumpu Oy:n Säätio on myöntänyt 30 000 markan suuruisen tunnustuspalkinnon professori Matti H. Tikkaselle tunnustuksena hänen arvokkaasta elämäntyöstään prosessimetallurgian alalla. Palkinto jaettiin nyt ensimmäisen kerran Säätioon perustetusta vuorineuvos Petri Brykin muistorahastosta.

Professori Matti H. Tikkanen on toiminut Helsingin teknillisen korkeakoulun metallurgian professorina vuodesta 1949 vuoteen 1978, jolloin hän jäi täysinpalvelleena eläkkeelle. Hän on myös hoitanut Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen metallurgian laboratorion johtajan tehtäviä 1949—61. Professori Tikkanen on tehnyt uraa uurtavaa työtä maamme metallurgian tutkimuksen ja opetuksen kehittämiseksi korkealle kansainväliselle tasolle. Tikkasen asiantuntemus tunnetaan laajalti myös ulkomailla. Hän on kirjoittanut noin 100 metallurgiaa käsittelevää julkaisua ja jatkaa edelleen tieteellistä työtään.

Outokumpu Oy:n Säätio vuoritekniikan, metallurgian ja geologian opetuksen ja tutkimuksen edistämistä varten jakaa vuosittain noin 500 000 markan apurahat. Säätio on toiminut vuodesta 1938 lähtien.

## SUORITETTUJA TUTKINTOJA — AVLAGDA EXAMINA

### HELSINGIN YLIOPISTO

#### Geologian laitos

#### Geologian ja mineralogian osasto

Filosofian kandidaatin tutkinto:

**Nurmi, Pekka:** "Molybdeenin dispersio ja esiintyminen maanpinnan olosuhteissa geokemiallisen etsinnän kannalta, esimerkkialueena Korpiselkä, Sodankylä."

Tutkielman alussa esitetään kirjallisuuskatsaus molybdeenin geokemiasta lähinnä maanpinnan olosuhteissa sekä molybdeenin geokemiallisessa etsinnässä käytetyistä tavallisimmista menetelmistä. Tutkimusosassa käsitellään molybdeenin dispersiota, esiintymistä ja suhdetta eräisiin muihin metalleihin esimerkkialueen mineraalimaalajeissa, turpeessa sekä orgaanisessa puosedimentissä.

Molybdeeni muodostaa Korpiselän alueen moreenissa melko selvästi rajautuvan, mutta hajanaisen anomaalisen vyöhykkeen. Molybdeeni esiintyy mineraalimaalajeissa hydromorfisesti molybdaattina ilmeisesti adsorboituneena rautaoksihydroksidikolloideihin alueella vallitsevissa neutraaleissa pohjavesiolosuhteissa. Molybdeenin korrelaatiokerroin raudan kanssa on kuitenkin heikko johtuen ilmeisesti suppeasta Mo-lähteestä. Lajittuneen aineksen Mo-pitoisuus on selvästi korkeampi kuin moreenissa. Tämä johtuu rautaoksihydroksidien runsaammasta esiintymisestä lajittuneessa aineksessa. Rapakallion Mo-pitoisuus on alhainen. Turpeessa korkeimmat Mo-pitoisuudet sijoittuvat lähelle mineraalimaan ja turpeen kontaktia sora- ja hiekkavyöhykkeiden yläpuolelle, missä paineinen pohjavesi pääsee purkautumaan ylöspäin. Moreenin Mo-anomalia ei kuvastu selvästi turpeessa. Orgaanisessa puosedimentissä ei ole yhtenäistä Mo-anomalia ja pitoisuudet ovat alhaisia.

Molybdeeni korreloi melko hyvin uraanin kanssa orgaanisessa puosedimentissä sekä mineraalimaaperässä osoittaen em. metallien samankaltaista käyttäytymistä maanpinnan olosuhteissa. Yleisesti ottaen molybdeenin korrelaatiokertoimet muiden analysoitujen metallien kanssa ovat alhaiset. Molybdeenin suhde muihin alkuaineisiin on tutkituissa materiaaleissa kuitenkin erilainen ja kullekin materiaalille ominainen.

#### Geologian ja paleontologian osasto

Filosofian kandidaatin tutkintoja:

**Saaritsa, Veijo:** "Tuhkakerroksien esiintymisestä ja merkityksestä erään eteläsuomalaisen kohosuon stratigrafiassa."

Kirjoittaja tutki kaksi Klaukkalan Isosuosta otettua näytesarjaa tarkoituksenaan selvittää, löytyykö niistä vulkaanista tuhkaa.

Laboratoriossa näytteistä otettiin 2 cm:n välein 5 g turvetta, mistä orgaaninen aines poistettiin perkloorihappomenetelmällä. Kustakin osanäytteestä tehtiin kaksi preparaattia kooltaan 28x32 mm ja peiteaineena käytettiin cedaxia (n = 1.560). Jokaisesta preparaattista tutkittiin suunnilleen puolet, ja jos tuhkaa löytyi, tehtiin vähintään kaksi preparaattia lisää.

Tulokset on esitetty diagrammien avulla. Diagrammeihin on merkitty myös kolmesta kohdasta määritellyt radiohiili-iat. Niiden perusteella voitiin suon kasvunopeudesta tehdä arvioita, joita sitten käytettiin hyväksi tulosten vertailussa. Tuhkalaskeumien hypoteettisia ikä vertailtiin sekä keskenään että ruotsa-

laisen Christer Perssonin Skandinaviasta saamiin tuloksiin. Tällöin voitiin todeta niiden olevan n. 5000 vuoden ajanjaksolla huomattavassa määrin yhtäpitäviä. Suon keskustasta otetun näytesarjan ylimmästä osasta löytyi tuhkahorisontti, jonka hyvällä syyllä voi arvella olevan peräisin Heklan vuoden 1947 purkauksesta. Tätä tuhkaa, mitä Salmi on Suomessa tutkinut, ei Persson ole Skandinaviasta löytänyt.

Saaduista tuloksista päätellen näyttää mahdolliselta, että tefrokronologiaa voidaan ainakin joissakin tapauksissa käyttää Suomessakin hyväksi kvartaarimuodostumien ajoituksessa.

**Simula, Kaija:** "Merisedimenttien rakeisuusmäärittämisestä."

Vertailevilla tutkimuksilla on etsitty raekokomääritysmenetelmää, jolla saadut tulokset vastaavat parhaiten luonnon oloja. Suomenlahdesta kairattujen 36 ja Sipoo 1 näytteiden raekoko on määritetty usealla eri menetelmällä: areometri- ja pipettimenetelmä, sedimentaatiovaaka, Coulter Counter, optinen mikroskooppi ja scanning elektronimikroskooppi. Näytteitä on myös esikäsitelty eri tavoin.

Mikroskoopilla saadut tulokset vahvistavat sitä, että Coulter Counter partikkelianalysaattorilla saadut tulokset vastaavat parhaiten luonnon oloja.

Sipoo 1 näyte on savista liejuja, jossa humuspitoisuus on yli 6 %:a ja savesta on yli 30 paino%:a. Näyte 36 on lihavaa glasiaalisavea, jossa savesta on yli 50 paino%:a. Orgaanista ainesta sisältävissä näytteissä aggregaattituumien on runsasta.

## OULUN YLIOPISTO

### Prosessiteknikan osasto

Tekniikan lisensiaatit:

**Kalapudas, Reijo:** "Tutkimus mikrotalkin jauhatukseen soveltuvista menetelmistä."

Pyrittiin löytämään menetelmä, jolla talkki olisi jauhettavissa päälystyspigmentin hienouteen. Tuotteen laatuominaisuudet, etenkin hienous, sekä jauhatuksen energiankulutus olivat tärkeimmät kriteerit menetelmiä vertaillaessa. Mikrotalkin jauhatukseen soveltuviksi laitteiksi osoittautuivat lähinnä suihkumyllyt ja hierremyllyt (esim. "hiekkamylly"). Jauhatuskokeet suoritettiin hierremyllyllä, joka on varteenotettava jauhatusmenetelmä hienojen talkkituotteiden jauhamiseksi nykyisin käytettävien suihkumyllyjen ohella.

**Niemistö, Pekka Tapani:** "Katalyytin deaktivoituminen; Raneynikkeli metaanin höyryreformoinnissa".

**Oja, Torsti Ossi Jalmari:** "Stränggjutningsprocess och dess automatisering".

Kirjallisuustutkimuksen, tehdasvierailujen ja haastattelujen perusteella on selvitetty teräksen jatkuva valu-prosessi eri muunnoksineen. Prosessin automatisointia on tarkasteltu toisaalta olemassa olevien säätömenetelmien ja prosessivaatimusten perusteella sekä toisaalta eri prosessikohtien säädön kehittämisen, automatisoinnin tarpeen ja edellytysten pohjalta. Lisäksi työssä on tutkittu jatkuvavaluprosessin dynamiikkaa laboratoriotutkimuksilla. Askelvastemenetelmällä suoritettujen pinnankorkeuskokeet osoittivat, että pinnankorkeuden säädöt ovat voimakkaasti vuorovaikutteisia, epälineaarisia ja toimintapisteestä riippuvaisia. Edelleen työssä on tutkittu alustavasti pinnankorkeuksien nomimuuttujasäätöä. Työn lopussa on esitetty säädön parantamisella ja automatisoinnilla saatava taloudellinen hyöty eri säätökohteissa sekä malli automatisoidusta tietokoneohjatusta jatkuvavaluprosessista.

**Taavetti, Heimo Veli-Matti:** "Asuinkerrostalon energiatalouden parantaminen uuden automaatiojärjestelmän avulla".

Dipl.insinöörit:

**Huusko, Antti Juhani:** "Vaahdotusmallitutkimus avoimessa kuparin esivaahdotuspiirissä".

Työn kirjallisessa osassa tehdään lyhyt katsaus vaahdotusprosessia kuvaaviin matemaattisiin malleihin ja vaahdotuvuuteen hallitsevimmin vaikuttaviin tekijöihin.

Työn kokeellisessa osassa tutkittiin askelkokein Outokumpu Oy:n Keretin rikastamossa kehitettyä kuparipitoisuusmallia, jolla kuvataan jätteen kuparipitoisuuden muutoksia staattisen toimintapisteen ympäristössä.

Mallitutkimuksessa toteutetut askelkokeet (vaahdotus-kapasiteetti, kokoojan määrä, vaahdotusilman määrä ja

vaahdotusilman paksuus) olivat huonosti toistettavissa.

Koska ei tunneta riittävän tarkasti vaahdotuspiiriin toimintapisteen määräytymistä, luonteeltaan staattisen vaahdotusmallin soveltaminen kemikaaleilla säädettyyn vaahdotuspiiriin osoittautui vaikeaksi.

**Kauppi, Mauri:** "Kuonafaasin ja kromiitin väliset reaktiot kromiittipellettien sintrauksessa."

Tässä työssä tehtiin sintrauskokeita erilaatuisille kromiittipelleteille lämpötila- ja atmosfääriolosuhteita vaihdellen. Pelletin eri faaseja analysoitiin scanning-elektronimikroskoopilla (PSEM 500). Hapettavassa atmosfäärisä suoritetuissa sintrauksissa silikaattireaktioiden edistymisenä vaiheena oli kalsiumin liukeneminen silikaatteihin. Tämän jälkeen alkoi Al<sup>3+</sup>- ja Mg<sup>2+</sup>-ionien vaihto kromiittispinellin ja silikaattien välillä. Eri väli-vaiheiden kautta muodostuu kromiittirakeita toisiinsa sitova silikaattifaasi, jonka koostumus vastaa anortsiittia, CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2 SiO<sub>2</sub>. Todetuilla koostumuksilla silikaatin sulamispiste oli välillä 1350...1500°C.

**Kivijärvi, Matti:** "Tutkimus Polarox-analysaattorin soveltuvuudesta vetyperoksidin ja natriumditiionitin mittaamiseen".

**Kokkinen, Marja Tuulikki:** "Turpeen hiilto: turvekoksien valmistuksesta ja käytöstä".

**Komulainen, Pirjo Helena:** "Sakeuttimen ja selkeyttimen mitoitusmenetelmät".

Tavallisimmassa mitoitusmenetelmissä kuten Coe-Clevengerin, Yoshiokan ja Talmage-Fitchin menetelmissä ei partikkelien välisiä voimia oteta huomioon ja mitoitus perustuu laskeutumisnopeuden ja lieteeroksen kapasiteetin määrittämiseen panoskokeessa. Uusimman käsityksen mukaan tiivistyminen on lujittumisprosessi, mikä kuvataan verkon puristuvuudella ja nestevirtauksen vastuksella. Kosin esittämässä mallissa nämä suureet määrätään konsentraation ja paineen mittauksilla, joiden tuloksista saadaan käyrästä, mikä liittyy yhteen sakeuttimen alan, tiivistyvyvyyden ja alitekonkonsentraation. Vaikeutena on, ettei vielä ole lujittumisteoriaa perustuvaa yksinkertaista laboratoriokeetta.

**Lindh, Eeva Tuulikki:** "Otanmäen rikkikiisun ja kuparikiisun rikastustutkimus".

**Ojanperä, Terho Aulis:** "Vanadiinin erottaminen uuttoluoksesta saostamalla".

Työssä tarkastellaan saostuksen ja siihen vaikuttavien tekijöiden teoriaa. Yksityiskohtaisemmin käsitellään ammoniumvanadaattien saostusta. Kokeellisessa osassa suunniteltiin laboratoriotutkimukseen sopiva saostusreaktori. Reaktoria testattaessa tutkittiin samanaikaisesti lämpötilan ja pH:n vaikutusta ammoniumpolyvanadaatin saostukseen ja syntyvän sakan laatuun. Juoksevin sakka saatiin, kun lämpötila oli 90°C ja pH 2.30. Saatu sakka ei ollut karkeinta, mutta kokeet osoittivat ettei karkein sakka välttämättä ollut juoksevinta. Suunniteltu reaktori toimi tyydyttävällä tavalla.

### Teknillisen fysiikan osasto

Dipl.insinöörit:

**Käikänen, Pentti:** "Hitsauksessa syntyvien mikrorakenteiden jäännösjännitysten vaikutus Barkhausenkohinaan".

**Rekilä, Timo:** "Ennakointialgoritmin suunnittelu ja toteutus automaatiojärjestelmän käyttäjän palveluun".

**Romppainen, Pentti:** "pH-elektrodin toteuttaminen ohut- ja paksukalvotekniikalla".

**Suhonen, Tuomo:** "Väri näytöt prosessin valvonnassa ja ohjauksessa".

### Geofysiikan laitos

Filosofian kandidaatit:

**Piippola, Seija:** "Sähkömagneettisista dipoliluotauksista".

Tutkimuksessa tarkastellaan sähkömagneettisen dipoliluotauksen käyttöä sekä pysty- että vaakasuuntaisten johtavuusvaihteluiden tutkimisessa. Mittausgeometrioista on tarkasteltu yleisintä käytössä olevaa geometriaa, vaakakelageometriaa (ns. Slingrangeometriaa). Tulkintaesimerkeissä on käsitelty Muhoksen muodostumalla, Kiimingin liuskejaksolla ja Kittilän malmiprojektin tutkimusalueella Karkeantuoreella MaxMin II-laitteistolla tehtyjä mittauksia.

Muhoksen muodostuman mittaukset on tulkittu kerrosmallilla. Kahdella viimeksimainitulla mittausalueella on tulkinnaassa käytetty osaksi ohutlevymallia, osaksi mittauksia on tarkasteltu ainoastaan kvalitatiivisesti.



**TAMPEREEN TEKNILLINEN KORKEAKOULU**

**Konetekniikan osasto  
Materiaaliopin laitos**

Tammikuun 11 päivänä 1980 tarkastettiin Konetekniikan osastolla **ThL Tuomo Tiaisen** väitöskirja "Yielding of copper single crystals and polycrystals — A study based on the measurements of the statistical yield parameter". Vastaväittäjinä toimivat Ph.D. David Bacon ja tekn. tri Pentti Karjalainen sekä kustoksena professori Pentti Kettunen.

Väitöskirjassa tarkastellaan kuparierilliskiteiden ja monirakeisen kuparin monotoniseen ja syklisteen muodonmuutokseen liittyvää myötämistä Kocksin statistisen myötö- ja muokkauslujittumisteorian pohjalta. Tutkimusmenetelmänä on teorian myötöparametrin kokeellinen mittausta ja mitattuun myötöparametriin perustuva teorian perusfunktion, dislokaatioiden liikkumiskykyä kuvaavan läpimurtautumistodennäköisyyden, määrittäminen. Väitöskirjassa esitetään myötöparametrin mittaustapa, jossa myötämisen aiheuttama myötölujuuden kasvu, ns. myötölujittuminen, otetaan mittaustuloksissa huomioon. Saatujen tulosten pohjalta osoitetaan väitöskirjassa monotonisen ja syklisen myötämisen samankaltaisuus. Edelleen osoitetaan, että työssä käytetyillä menetelmillä on mahdollista saada kvalitatiivista tietoa muodonmuutoksen aikana syntyneen dislokaatiorakenteen luonteesta sekä myötämisen ja myötölujuuden kannalta tärkeistä ominaisuuksista verrattain yksinkertaisten makroskooppisten mittausten avulla. Lisäksi väitöskirjassa tarkastellaan myötölujittumista suoritetujen mittausten pohjalta ja tehdään ehdotuksia Kocksin teorian edelleen kehittämiseksi.

**Tekniikan lisensiaatti:**

**Merikoski, Jukka:** "Lävistyksen ja porauksen vaikutus rakenneterästen myötövanhenemiseen ja väsymislujuuteen".

Teräsrakentamisen kasvun myötä tietyt teräsrakentamista säätelevät määräykset ovat nousseet esiin taloudellisista syistä. Tärkeimpänä näistä on kysymys reikien tekemisestä teräsprofiileihin lävistämällä poraamisen sijasta.

Työn päätarkoituksena onkin ollut selvittää lävistyksen ja porauksen vaikutukset rakenneterästen lujuus- ja sitkeysarvoihin sekä erityisesti väsymiseen. Työ niveltä osaltaan KTM:n tutkimusprojektiin, joka on ollut yhteinen TTKK:n kone- ja rakennustekniikan osastojen kanssa.

Työn alussa on luotu katsaus nykyisiin teräsrakennusmääräyksiin sekä tarkasteltu lävistämistä ja porausta konepajatyöskentelyä silmällä pitäen. Kokeellinen osa on pääasiassa aineenkoetustutkimusta, jossa on selvitetty eri reiäntekotapojen vaikutukset terästen tavanomaisiin lujuus- ja sitkeysarvoihin sekä väsymiseen. Erityisesti huomiota on kiinnitetty haurasmurtumataipumuksen mittaamiseen, koska nykyiset teräsrakennusmääräykset heijastelevat vieläkin voimakkaita epäluuloja lävistettyjen rakenteiden käyttöön. Koemateriaalina olivat mm. rakenneteräkset Fe 37 D, Fe 52 C sekä suurilujuuksinen hitsattava Imacro-teräs.

Koetulokset osoittivat, että teräsrakennusmääräyksissämme olevat rajoitukset koskien lävistettyjen reikien käyttöä ovat jossain määrin ylivarovaisia. Saatut tulokset antavat aihetta ehdottaa näiden määräysten tarkistamista. Teräsrakennusnormeja olisi aiheellista muuttaa siten, että täysimittaisesta porausvaatimuksesta luovutaisiin dynaamisesti kuormitetuissa rakenteissa ja sallittaisiin lävistys ainakin lujuusluokkaa Fe 37 olevissa rakenteissa.

**Diplomi-insinöörit:**

**Aspforst, Asko:** "Hiiletyskarkaisun mittamuutokset".

**Helevirta, Pertti:** "Teräsputken pinnoittaminen".

**Hinkkanen, Eero:** "Hiilipotentialin vaikutus hiiletyskarkaisun tulokseen".

Kaasuhiiletyskarkaisussa hiiletysaika ja hiiletyslämpötila vai-

kuttavat hiiletysvyöryyteen ja hiilipotentiali hiilijakauman muotoon hiiletysvyöryyden funktiona. Hiilijakauma puolestaan vaikuttaa karkaisussa syntyvään kovuusjakaumaan. Tässä työssä on tutkittu hiilipotentialin vaikutusta hiiletyskarkaisun tulokseen. Hiilipotentialin vaikutuksen selvittämiseksi määritettiin hiiletysaika-hiiletysvyöryyskäyrät ja vastaavat kovuusjakaumat teräksille St 52-3, IB 20 ja R St 35-2. Hiiletysaika-hiiletysvyöryyskäyrien ja vastaavien kovuusjakaumien avulla tutkittiin myös ammoniakkin vaikutusta hiiletyskarkaisun tulokseen teräksillä St 52-3 ja R St 35-2.

**Häkkinen, Jarmo:** "Teräksien ja valurautojen terminen shokkikestävyys".

Työssä verrattiin VR:n käyttämien eri pyörä- ja jarrutönkkämateriaalien keskinäistä paremmuutta termisiä shokkeja vastaan. Tutkittavina materiaaleina oli kolme hiiliterästä, kolme nuorrutusterästä sekä kaksi eri valurautalaatua.

Termisiä shokkeja simuloitiin putkiuunilla argon-suoja-kaasussa eri lämpötiloissa sekä happi-asetyleeniliekki-kuumennuksella. Saatut tulokset osoittavat, että hiiliteräs (0,45 % C) sekä nuorrutusteräs, jonka piipitoisuus on suuri (1,0 % Si) kestävät parhaiten termisiä shokkeja. Suomu- ja pallografiittivaluraudan kesken ei ollut huomattavia eroavaisuuksia.

**Koivisto, Lasse:** "Haponkestävän teräksen ja titaanin väsymiskestävyys ilma-atmosfäärissä ja erilaisissa korroosioympäristöissä".

**Manelius, Ilkka:** "Pienten rikki- ja happipitoisuuksien vaikutus kuparin rekristallaatioon".

Työssä on tutkittu hapettoman kuparilangan rekristallaatiolämpötilan riippuvuutta pienistä rikkipitoisuuksista suoraan valun jälkeen suoritettuna kylmävedon jälkeen ilman erkautus- tai liuotushehkuksia. Myöskin rikin vaikutusmekanismeja rekristallaatiolämpötilaan on pyritty selvittämään. Tutkittu rikkipitoisuusalue oli 2...29 ppm. Saatut tulokset osoittavat, että mainitut rikkipitoisuudet vaikuttavat voimakkaasti rekristallaatiolämpötilaan. Rikkipitoisuuden lisääminen 2 → 29 ppm kohottaa puoleksi-pemhenemislämpötilaa n. 70°C. Pääosa rikin vaikutuksesta todettiin perustuvan jähmeässä liuoksessa ylikyllästeinä olevaan rikkiin, sillä kuparisulfideja (Cu<sub>2</sub>S) havaittiin ainoastaan suurimman rikkipitoisuuden sisältävissä näytteissä.

**Mäki, Jyrki:** "Tutkimus jauhinlevymateriaaleista".

**Niemi, Kari:** "Muodonmuutosnopeuden ja lämpötilan vaikutus teräksen muokkauslujittumiseen".

**Peltonen, Rauno:** "Jauhinlevymateriaalien vertaileva tutkimus".

**Siitonen, Pekka:** "Turvepolttimen ja -puhaltimen kulu-tusosien materiaalitutkimus".

Työn tarkoituksena oli löytää pölyturvetta polttoainee-naan käyttävän turvevoimalaitoksen turvepuhaltimen ja -polttimen kulutusosiin nykyistä kestävämmät materiaalit.

Kirjallisuuden ja aiempien kulumistutkimusten perusteella valittuja 11 koemateriaalia verrattiin kulutusosien aiempiin materiaaleihin laboratoriossa suoritetuissa korroosio-, eroosio- ja yhdistetyissä eroosio- ja korroosio-koeteissa.

Eroosio- ja korroosio-koeteiden koelosuhteet vastasivat kulutusosien käyttöolosuhteita. Muutamia poikkeuksia lukuunottamatta koemateriaalien kulumisen yhdistetyissä eroosio- ja korroosio-koeteissa oli suurempaa kuin pelkässä eroosio-koeteissa. Kulumisen lisääntyi myös niillä korkeakromisilla (13 % Cr) materiaaleilla, joilla korroosio-koeteissa ei tapahtunut painohäviötä.

Eroosio- ja eroosio- ja korroosio-koeteiden perusteella parhaiten kulutustakeväksi materiaaliksi osoittautui kromiseosteinen (2,5 % Cr) nuorrutettu valuteräs.

**Tuominen, Jukka:** "Austeniittis-bainiittisen teräksen abrasiivinen kulumiskestävyys".

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia austeniittis-bainiittisen Imaxil-teräksen abrasiivista kulumiskestävyyttä. Kokeet tehtiin laitteistolla, jossa kulumisen oli lähinnä eroosioabraasiota. Kulutuskoeteissa käytettiin kolmea eri abrasiivina: kvartsihiekkää, kivihiilimurskaa ja puruhierrettä. Lisäksi koemateriaaleilla suoritettiin kovuus-, isku- ja vetokokeita muokkauslujittumisen ja mekaanisten ominaisuuksien selvittämiseksi. Saatut tulokset osoittavat, että tutkittu teräs kestävästi hyvin eroosio-abraasiota, kunhan jäännösausteniittimäärä ei ole liian suuri. Kulumisen minimi saavutettiin tietyllä, abrasiivista riippuvalla jäännösausteniittimäärällä.

**TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI**

**Vuoriteollisuusosasto**

Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla, Otaniemessä, tarkastettiin tammikuun 18. päivänä 1980 tekniikan liseniaatti **Matti Korhosen** väitöskirja "On the Improvement of the Accuracy of X-ray Stress Measurement by Camera Methods".

Virallisina vastaväittäjinä olivat apulaisprofessori Pekka Suortti, Helsingin yliopisto, ja dosentti Markus Turunen, Teknillinen korkeakoulu. Kustoksena toimi professori Veikko Lindroos.

Väitöstyössä tarkastellaan röntgendiffraktioon perustuvan jännitysmittauksen tarkkuutta kameramenetelmiä käytettäessä. Aiemmin varsin yleisiä kameramenetelmiä pidetään epätarkkoina nykyisin pääasiallisesti käytettäviin diffraktometrimenetelmiin verrattuna.

Työssä tutkitaan yksityiskohtaisesti, mitkä tekijät vaikuttavat kameramenetelmien tarkkuuteen ja esitetään menetelmät, joilla virheiden vaikutus voidaan kvantitatiivisesti arvioida. Saadut tulokset osoittavat, että kameramenetelmien tarkkuutta voidaan huomattavasti parantaa ja että erityisesti ns. parannettua kameramenetelmää käytettäessä voidaan saavuttaa tarkkuus, joka on samaa luokkaa kuin diffraktometrimenetelmilläänkin.

Tekniikan liseniaatti:

**Pulkkinen, Raimo:** "Kromi-, molybdeeni- ja piiseostuksen vaikutus  $\alpha$ -raudan tyypettymiseen".

Työssä tarkasteltiin tyypen siirron mekanismeja sekä pinnan mikrorakenteen ja ominaisuuksien muutoksia tyypettäessä ammoniakkin ja vedyn seoksissa seostamaton- ta sekä kromi-, molybdeeni- ja piiseosteista  $\alpha$ -rautaa.

$\alpha$ -raudan seostuksen todettiin vaikuttavan sekä ammoniakkin hajaantumiseen että raudan nitridien ydintymiseen, jakautumiseen ja kasvuun  $\alpha$ -rautapinnalla. Tyypetyn pinnan mekaanisten ominaisuuksien todettiin riippuvan raudan nitridien ydintymisen lisäksi myös seosainitridien tai -nitridivyyhykkeiden ydintymisestä. Tyypetyskaasun koostumuksella todettiin voitavan vaikuttaa raudan nitridien määrään ja laatuun  $\alpha$ -rautapinnalla.

Dipl.insinöörit:

**Eklund, Ari:** "Louhintajärjestyksen optimointi erillis-käyttökäteen perusteella."

Työn tarkoituksena oli suunnitella tietokoneohjelma, joka hakee louhosten tuotantoreiitit, laskee kustannukset ja erittelee louhokset paremmuusjärjestykseen jonkin sopivan kriteerin perusteella. Tämä voi olla käyttökate, käyttökate/louhittu malmitonni tai käyttökate/metallisisältö. Louhintaa ja pitoisuuksia muuttamalla voidaan saada aikaan erilaisia tilanteita, jolloin ohjelma hakee optimaalisen louhintajärjestyksen. Tietyn kustannuspai- kan läpi menevän malmimäärän ylittäessä kivenkäsittely- kapasiteetin huoimman louhoksen louhinta pienenee painopisteen siirtyessä kannattavamman puolelle. Optimoiminnin jälkeen ohjelma tulostaa k.o. louhoksen kate- laskelman sekä tarvittaessa koko kaivoksen katelaskelman ja louhosten välisen paremmuusjärjestyksen. Ohjelma ei ota optimoinnissa huomioon investointien eikä ylempien hierarkiatasojen elinikämuutosten vaikutusta, joka saataisiin diskonttaamalla aikakustannusmuutokset nykyhet- keen. Ohjelmalla voidaan lisäksi helposti tutkia rajapitoi- suuden ja -louhinnan muutoksia pitoisuuksien ja louhin- nan funktiona.

**Eloranta, Esko:** "Erään tiedonhallintajärjestelmäpohjai- sen geologisen tietorekisterin suunnittelu."

Työssä suunniteltiin ja toteutettiin ns. teollisuusmine- raalitiedosto Geologisen tutkimuslaitoksen informaatiopal- velun käyttöön. Tiedonkeräytyön on suorittanut Teknilli- sen korkeakoulun taloudellisen geologian laboratoriossa toiminut teollisuusmineraaliprojekti. Keruulomakkeina on käytetty lähes sellaisenaan tutkimuslaitoksen malmi- tiedoston lomakkeita. Tehtäväksi muodostui siis näistä tiedoista muodostettavan tietorekisterin tekninen suunnit- telu. Ratkaisumenetelmäksi valittiin HP 3000 tietokonees- sa oleva IMAGE-tiedonhallintajärjestelmä.

Työn tärkeimmän osan muodosti tietokannan kaavion laatiminen. Tietokannan käyttö tapahtuu valmiin kysely-

ja raportointiohjelmiston, QUERY:n avulla tai tiedonhal- lintajärjestelmään liittyvän isäntäkielijärjestelmän avul- la. Tulostusmuotoja ovat erilaiset listaukset ja kartat. Teollisuusmineraalitiedosto on tarkoitus saattaa tutkimus- laitoksen malmitiedoston ja malmaihtiedoston tapaan täysin julkiseksi palvelutiedostoksi vuoden 1980 alusta lukien.

**Halonen, Olli Markku:** "Tutkimus kiven dynaamisten ominaisuuksien määrittämisestä Hopkinson-Split-Bar -laitteistolla."

Tässä työssä on pyritty kehittämään ja nykyaikaista- maan kiven dynaamiseen testaukseen käytettävää laitteis- toa, joka tunnetaan nimellä Hopkinson-Split-Bar -lait- teisto.

Työn alussa perehdytään laitteiston historiaan ja ke- hitysvaiheisiin alkaen laitteiston syntyvaiheista ja päät- tyen nykyaikana käytettävään laitteistoon.

Käytettävissä oleva laitteisto on esitelty ja siihen liit- tyvä teoreettinen perusta on selvitetty yksityiskohtaisesti. Tämän työn yhteydessä kehitetyistä laitteista (differentiaa- livahvistimet, integraattori ja ammuksen nopeuden mit- tauks) on piirretty yksityiskohtaiset kytkentäkaaviot.

Kaikkien kehitettyjen laitteiden toimivuus on varmis- tettu, mutta niiden toiminta itse koko koelaitteiston osa- na on testaamatta. Tämä johtuu HSB-laitteistossa käytet- tävien tankojen vääntymisestä kehitystyön aikana sekä myös muistioskilloskoopin rikkoontumisesta.

**Hietanen, Ossi:** "Arseenin ja antimonin poisto kupari- elektrolyytistä".

Työssä tutkittiin kirjallisuuden avulla arseenin ja an- timonin käyttäytymistä elektrolyysin aikana ja eri mah- dollisuuksia niiden poistamiseksi elektrolyytistä. Työn kokeellisessa osassa tutkittiin ns. "kelluvan liejun" muo- dostumiskinetiikkaa ja koostumusta eri liuoskoostumuk- silla sekä syntyvän liejun poistamista liuoksesta. Liejun muodostumisen kinetiikan todettiin riippuvan lämpötilan ohella myös koeliuoksen koostumuksesta. Liejun poista- minen liuoksesta osoittautui melko tehokkaaksi ko. koe- menetelmällä.

**Häyrinen, Pekka:** "Voiteluaineen poisto rautajauhepu- risteista nopealla kuumennuksella."

Työn tarkoituksena oli selvittää rautajauhepuristeissa käytettävän voiteluaineen poistomekanismi ja siihen vai- kuttavat tekijät kun käytetään suuria kuumennusno- peuksia.

Työn kirjallisessa osassa luotiin laajahko katsaus rautajauhemetallurgiaan. Kokeellisessa osassa tutkittiin voiteluaineen poistomekanismia dilatometriunilla käyt- täen suurta kuumennusnopeutta.

Voiteluaineen todettiin sulavan puristeen huokosiin ja tunkeutuvan kuplimalla puristeen pinnalle jossa hajoami- nen tapahtui. Puristuspaaineella ja hehkutuslämpötilalla todettiin olevan suuri vaikutus hajoamismekanismiin.

**Junttila, Ari:** "Tutkimus rautapitoisen kuparisulfidin vuorovaikutuksesta synteettisen kromimagnesiittiin kanssa."

Työssä tutkittiin sessile-drop -menetelmällä rautapitoi- sen kuparisulfidin vuorovaikutusta synteettisillä ja kau- pallisilla kromimagnesiittiinillä lämpötiloissa 1200, 1300 ja 1400°C rauta-kuparisuhteilla 0.100...0.366.

Synteettisillä tiilillä tehdyissä kokeissa havaittiin rau- dan lisäyksen parantavan kostutusta. Havaittiin raudan diffuntoituvan tiilen periklaasiin keskimäärin syvyydelle 0.3 mm. Tiilen ja sulfidifaasin rajapintaan kasvoi rauta- oksidikerros joka sisälsi hieman magnesiumia. Kaupalli- silla tiilillä lämpötilassa 1300°C tehdyissä kokeissa näyte imeytyi nopeasti tiileen kun rautakupari suhde ylitti ar- von 0.08. Lyijyn lisäys näytteisiin ei aiheuttanut merkittäviä muutoksia.

**Kokkonen, Kari Veikko:** "Teräsköysipultit kallion luji- tuksessa."

Työhön on koottu katsaus maailmalla käytettyihin teräsköysipultteihin, niiden asennustapoihin, pultitusuun- nitteluun ja käyttösovellutuksiin. Lisäksi on tarkasteltu malmin rajaan teräsköysin lujitetun välitasolouhinnan taloutta. Työ sisältää myös selvityksen teräsköysin lujite- tun kallion jännitystilojen muutoksen mittauksista Outo- kumpu Oy:n Kotalahden kaivoksella.



**Kullberg, Hans:** "Hyperstökiometrisen uraanidioksidin pelkistys vedyllä".

Mahdollisimman tuoreeseen kirjallisuuteen perustuen on esitetty  $UO_2$ -pellettien teollista valmistusta, hyperstökiometrisen uraanidioksidin virherakennetta ja hapen diffuusioliömiötä siinä, sekä sintratun  $UO_{2+x}$ :n pelkistystä.

Kokeellisesti tutkittiin sintratun hyperstökiometrisen uraanidioksidin pelkistymistä vedyllä lämpötilan funktiona lämpötilavälillä  $850-1050^\circ C$ , sekä vetypaineen funktiona  $pH_2$  arvoilla 1, 0,25, 0,05 ja 0,01. Pelkistystä seurattiin termogravimetrisesti kunnes oli saavutettu stökiometrisen koostumus  $UO_2$ .

Pelkistyskäyrien perusteella määritettiin hapen kemiallinen diffuusiokerroin  $UO_{2+x}$ :ssa eri olosuhteissa.

**Lahtinen, Kari Juhani:** "Levyjen mekaaninen käsittely teräs-, telakka- ja konepajateollisuudessa."

Tutkimus "Levyjen mekaaninen käsittely teräs-, telakka- ja konepajateollisuudessa" sisältää selvityksen levyjen käsittelyyn liittyvistä koneista ja laitteista. Päähuomio on laitteilla, jotka liittyvät ongelmallisimpiin työvaiheisiin tai joiden kanssa työskenneltäessä on sattunut eniten tapaturmia. Edelleen perehdytään levyjen valmistukseen ja mekaaniseen käsittelyyn eri tyyppisissä metallialan tuotantolaitoksissa. Levytöistä on laadittu työvaihekohtaiset kuvaukset sekä työnkulkukaaviot. Tällöin on kiinnitetty huomiota erilaisiin työmenetelmiin ja -välineisiin levyjen koon ja kulutusmäärän vaihdellessa. Samalla on saatu kokemuksia työvaihekohtaisen vaaranalyysimenetelmän kehittämiseksi. Työssä on lisäksi selvitys levytöissä sattuneista tapaturmista. Aineiston perusteella on tutkittu tapaturmien keskittymistä eri työvaiheisiin sekä eräiden työmenetelmien ja -välineiden osalta tapaturmien syntyyn johtaneita tekijöitä.

**Lehtimäki, Jukka:** "Kymmenen testialuetta geofysikaalisten mittauslaitteiden testausta varten."

Esiteltävät 10 geofysikaalisten mittauslaitteiden testialuetta ovat geologiaaltaan selkeitä ja hyvin tunnettuja. Ne valittiin eri puolilta Suomea Geologisen tutkimuslaitoksen, Outokumpu Oy:n ja Rautaruukki Oy:n tutkimuskohteista. Linjat on tarkoitettu yleiseen käyttöön. Niiden merkittäminen ja täydennysmittaukset tehtiin tiheällä pistevälillä. Testialueiden geologiset tyypit ovat seuraavat: jyrkkäkaateinen johde ohuen ja paksun irtomaakerroksen peittämänä, loivakaateinen syvällä sijaitseva johde, polaroituva muodostuma (maanpinta- ja reikämittauksille) sekä laajittuneet irtomaakerrokset. Kustakin testialueesta esitetään geofysikaaliset mittaus- ja tulkintatulokset sekä geologisista raporteista kerätyt tutkimustulokset case-history-muodossa.

**Liikanen, Esa:** "Metalli-oksidisulan tasapainottumislaitteiston rakentaminen ja testaus."

Tässä tutkimuksessa on kirjallisuusosassa selvitetty lyijyn sulatusta ja raffinoimista. Pääpaino on kuitenkin pantu raffinoimisen termodynamiikalle ja kinetiikalle, jolloin tarkastelun kohteena on ollut epäpuhtauksien hapetus ja sulfidointi.

Kokeellisessa osassa rakennettiin laitteisto, jolla tutkittiin lyijyyn liuenneen hapen määrää tasapainossa oksidinsa kanssa ja kuparin vaikutusta siihen.

**Multala, Jukka:** "Aerogammaspektrometrin kalibroinnista."

Helsinki—Vantaan lentokentälle on rakennettu neljä laattaa gammaspektrometrin kalibroimiseksi. Laatat, joiden välinen etäisyys on 15 metriä, ovat kukin  $8 \times 8 \times 0,5$  metriä. Yksi laatoista on valmistettu tavallisesta betonista ja kolmeen muuhun on lisätty kaliumia, uraania ja toriumia (yhtä kuhunkin) mahdollisimman tasaisesti. Laattojen päälle on mahdollista laittaa noin kolmen senttimetrin vesikerros, jonka avulla on mahdollista tutkia kalibrointikertoimien muuttumista lentokorkeuden funktiona. Kalibrointimittausten perusteella on määrätty Geologisen tutkimuslaitoksen käyttämille aero- ja maaspektrometreille kertoimet, joilla mitatut pulsiluvut voidaan muuttaa International Energy Agency'n suosittelimilla korjausyhtälöillä ekvivalenttipitoisuuksiksi.

**Ovaskainen, Esa:** "Pienoismallimittauksia slingrammenetelmällä."

**Pitkänen, Martti:** "Tutkimus osittaisaustenitoinnin vaikutuksesta 9 % Ni-teräksen päästöaurauteen."

Teoriaosassa on esitetty yleisiä havaintoja raerajasuotautumisesta ja haurastumisesta sekä siihen liittyviä teorioita. Kirjallisuuden pohjalta on käsitelty lyhyesti austenitoinnin ja päästön vaikutus 9 % Ni-teräksen sitkeyteen ja mikrorakenteeseen.

Kokeellisessa osassa on määrätty normaalisti ja osittaisaustenitoidulle 9 % Ni-teräkselle transitiokäyrät kahdessa eri päästölämpötilassa. Osittaisaustenitoidun teräksen todettiin päästöaurastuvan huomattavasti vähemmän kuin normaalisti austenitoidun. Ilmiön selvittämiseksi on suoritettu rakenne- ja murtopintatutkimuksia sekä tarkasteltu eri mekanismeja.

**Pulkkinen, Matti:** "Otanmäen louhintamenetelmän kehittäminen."

Työssä on tutkittu Otanmäen kaivoksen nykyistä louhintamenetelmää ja pyritty osoittamaan siinä piilevät heikkoudet sekä etsiä menetelmiä niiden poistamiseksi.

Työn toisessa osassa on kirjallisuutta apuna käyttäen tutustuttu uusiin louhintamenetelmiin ja vanhojen erilaisiin sovellutuksiin sekä pyritty esittelemään niiden käyttämättömyyksiä Otanmäen kaivoksessa.

**Roitto, Ilkka:** "Ullavan spodumenimälmän rikastus."

Työn tarkoituksena oli kehittää menetelmä riittävän korkealaatuisten rikasteen aikaansaamiseksi Ullavan spodumenimälmistä. Tutkitut menetelmät olivat jauhausluokitusmenetelmä, joka perustuu spodumenin haurastumiseen, kun sitä konvertoidaan korkean lämpötilan muotoon (beta-spodumeni), sekä eri vaahdotusmenetelmät. Koko tutkimuksen parhaat tulokset saatiin vaahdottamalla spodumeni petrolisulfonaatilla. Tällä menetelmällä oli helppoa valmistaa rikaste, jonka  $Li_2O$ -pitoisuus oli yli 5 % (puhdas mineraali 6,8 %) ja vaahdotussaannti yli 90 %.

**Savolainen, Heimo Kalevi Antero:** "Aerosähkömagneettisen VLF-mittauksen käyttämättömyyksiä."

Työssä on tutkittu erään lentokäyttöön tarkoitettua VLF-laitteen, Totem 1A:n (Herz Industries Ltd. Kanada), antamia mittaus tuloksia Geologisen tutkimuslaitoksen kesän 1978 kahden lentoalueen mittauksissa. VLF-tulokset on piirretty profiilikartoiksi mittakaavassa 1:50000 ja 1:20000.

**Suomalainen, Jukka:** "Rumpu-uunissa tapahtuva kobolttioksalaatin hajotus ja sen lämmönsiirto."

Työssä käsitellään kirjallisuuslähteiden perusteella lämmönsiirtoa rumpu-uunissa ja esitetään malleja eri lämpövirtojen laskemiseksi. Erityisesti tarkastellaan epäsuorallammitteisissä rumpu-uuneissa seinämästä materiaali-patjaan tapahtuvaa lämmönsiirtymistä.

Työssä tarkastellaan sähkövastuksilla lämmitettävää rumpu-uunia, jossa hajotetaan jauhemaista kobolttioksaalaattihydraattia oksidiksi  $Co_3O_4$ . Uunin materiaali-patjan, pölyn ja kaasun koostumukset ja lämpötilat on määrätty uunin eri kohdilla. Näihin perustuen on laskettu entalpiataseet kuudessa uunin osassa erikseen patjalle, pölylle ja kaasulle. Tunnettuihin lämmönsiirtopintoihin ja lämpötiloihin perustuen on laskettu lämmönsiirtokaavojen avulla uunissa olevia lämpövirtoja.

Lämmönsiirto materiaali-patjaan tapahtuu lähes yksinomaan uunirummun seinämästä johtumalla. Seinämän säteily patjaan sekä kaasun ja materiaalin välinen lämmönsiirto ovat merkityksettömän pieniä. Lämmönjohtumisen seinämästä patjaan todetaan noudattavan penetraatioteorian mukaista mallia, jossa seinämän viereen muodostuu materiaalin huonosta sekoittumisesta johtuva lämmennyt kerros.

Uunissa tapahtuvien reaktioiden nopeuksien lämpötilariippuvuus on sellaista suuruusluokkaa, että reaktionopeutta rajoittava vaihe lienee kemiallinen reaktio. Tähän perustuen on tarkasteltu mahdollisuutta lisätä uunin kapasiteettia.

**Toivonen, Lasse:** "Tutkimus pienten antimoni- ja happipitoisen anodikuparin jähmettymisrakenteisiin."

Kirjallisuusosassa käsiteltiin lyhyesti antimoniin käytäytymistä kuparin valmistuksen pyrometallurgisessa vaiheessa. Tasapainopiirrosten avulla tarkasteltiin jähmettymisessä muodostuvia rakenteita kokeissa käytetyillä nikkelin, hapen ja antimoniin pitoisuuksilla. Kirjallisuuden termodynaamisen aineiston avulla laskettiin antimoniin ja nikkeliin hapettumisen rajat kuparisulassa, kun hapettumistuotteita sitovaa kuonaa ei käytetä.

Kokeellisessa osassa valmistettiin 18 eri näytettä, joissa oli kolme eri muuttujaa:

- viisi eri nikkeli- ja happipitoisuutta; 0,3—2,4 p-% Ni
- kaksi antimoni- ja happipitoisuutta; 0,01 ja 0,10 p-% Sb
- näytteistä puolet sammutettiin veteen ja puolet saivat jäähtyä uunin mukana

Kaikkia näytteitä oli happipitoisuus 0,3 p-% O.

Optisissa ja pyyhkäisyelektronimikroskoopilla suoritetuissa tarkasteluissa todettiin antimoni- ja happipitoisuudella 0,1 p-% Sb muodostavan jähmettymisen loppuvaiheessa faasin, jossa on kuparia, nikkeliä, antimonia ja todennäköisesti myös happea. Faasi on muodoltaan ohutta, levymäistä, optisissa tarkasteluissa väriltään sinertävää. Faasia syntyi molemmilla jäähtytynopeuksilla ja kaikilla nikkeli- ja happipitoisuuksilla. Loppu antimoni rikastuu raerajoille. Lisäksi todettiin antimoniin suurentavan kuparioksiduulin kokoa eutektikumien reunalla.

**Viitanen, Matti:** "Tutkimus happipitoisen kuparin vuorivaikutuksesta synteettisten kromimagnesiittialustojen kanssa."

Työssä on kartoitettu happipitoisen kuparin imeytymismekanismeja magnesiittikromitiileihin. Kokeet suoritettiin kostutuskokeina sessile-drop menetelmällä lämpötila-alueella 1100—1400°C. Huokoisilla kaupallisilla ja synteettisillä magnesiittikromialustoilla mitattiin kostutuksen lisäksi kuparin imeytyminen alustaan. Näytteet tutkittiin mikroskooppisesti kokeiden jälkeen ja osa analysoitiin röntgenmikroanalysaattorilla.

Tiiviillä alustoilla todettiin kostutuksen paranemisen happipitoisuuden kasvaessa johtuvan välipintaenergian  $\gamma_{SL}$  alenemisesta metallisula-tiili rajapinnalla. Lämpötiloissa, joissa  $Cu_2O$  on sulaa (yli 1218°C), kostutus läheni metallikyllästeisen  $Cu_2O$ :n kostutusarvoja. Hyvä kostutus saavutettiin myös lämpötilassa 1175°C, mutta lämpötilavälillä 1100—1175°C, pienin mahdollinen kostutuskulma kasvoi jyrkästi, ja välillä on lämpötila jonka alapuolella kuparin tunkeutuminen tiileen millään happipitoisuudella ei ole mahdollista.

## TURUN YLIOPISTO

### Geologian ja mineralogian osasto

Helmikuun 2. päivänä 1980 tarkastettiin FK **Lauri Jouni Pekkarisen** väitöskirja "The Karelian formations and their depositional basement in the Kiihtelysvaara—Värtsilä area, East Finland". Vastaväittäjänä toimi professori Maunu Härme ja kustoksena professori K. J. Neuvonen. Väitöskirja on julkaistu sarjassa: Geological Survey of Finland, Bulletin 301, 1979, 141 s. + 2 liitettä.

### GESELLSCHAFT DEUTSCHER METALLHÜTTEN- UND BERGLEUTE (GDMB)

järjestää vuosikokouksensa (Hauptversammlung) 1.—4. 10. 1980 Essenissä. Ohjelmassa on runsaasti esitelmää mineraali- ja kaivostekniikasta, taloudellisesta geologiasta, hydro-, sähkö- ja teräsmetallurgiasta ym. Luokaisia teollisuuskäyntejä järjestetään.

Lähemmin:  
**GDMB-Geschäftsstelle, D-3392 Clausthal-Zellerfeld, Postfach 210.**

Filosofian lisensiaatin tutkinto:

**Grundström, Leo:** "Laukunkankaan Ni-Cu-esiintymä Kaakkois-Suomessa". 57 s.

Esiintymä sijaitsee ns. "Kotalahden Ni-Cu-malmivyöhykkeen" kaakkoispäässä. Malmimineralisaatio liittyy oliviinitoholeiittisarjan noriitteihin, oliviinigabroihin ja peridotiitteihin ollen lähellä kontaktivyöhykettä intruusion itäpäässä. Intruusio kuuluu svekokarjalaisiin synorogeenisiin syväkiviin. Muodoltaan se on piippumainen ja horisontaalileikkaukseltaan ellipsinen. Syvyysulottuvuutta tunnetaan ainakin 300 m, pituus on n. 1 km ja leveys keskiosiltaan n. 200 m.

Tutkimuksessa todetut silikaattimineraalien Ni- ja Fe-pitoisuuksien, kivilajien MgO-pitoisuuksien ja sulfidifaasin Ni-pitoisuuden vaihtelut osoittavat selvästi sisäistä kerrosrakennetta. Intrudoituminen on ilmeisesti tapahtunut kahdessa tai kolmessa vaiheessa. Eri laattojen rajapinnoilla on tapahtunut kontaminaatioilmiöitä, jotka näkyvät sekä MgO:n että hivenaineiden jakautumisissa. "Model crystallisation temperature" -tulos osoittaa intruusiosta tapahtuneen kolme erillistä intrudoitumisfaasia.

Intruusion sisällä tavatut harvat Ni-rikkaammat osueet ovat hajanaisia ja dimensioiltaan pieniä linssejä tai laattoja. In situ -malmiarvio sisältää n. 4,5 milj. tonnia malmia, jonka Ni = 0,33 % ja Cu = 0,10 %.

### Maaperägeologian osasto

Huhtikuun 26 p:nä tarkastettiin FL **Reijo Kalevi Salmisen** väitöskirja "On the geochemistry of copper in the Quaternary deposits in the Kiihtelysvaara area, North Karelia, Finland". Virallisena vastaväittäjänä toimi prof. L. K. Kauranne ja kustoksena vt. prof. Veikko Lappalainen.

Työssä selvitetään kuparin geokemiallista käyttäytymistä Pohjois-Karjalassa Kiihtelysvaaran alueen maaperässä.



**TRELLEBORGIN  
KESTÄVÄT  
KULJETUSHIHNAT**

Kovaan käyttöön. Monenlaisen käyttöön. Kullekin omansa, erilaisia vaihtoehtoja. Kulutuksen kestäviä, lämmön kestäviä, öljyn kestäviä... Trelleborgin hihnat kuljettavat mitä haluat, minne haluat. Kauan.

**TRELLEBORG** ▽  
Ota yhteys, pannaan hihna pyörimään.

**TALLBERG**  
vuorikoneet

Karapellontie 11, 02610 ESPOO 61  
puh. (90)-594 011

TALLBERG  
1880  
TALLBERG

TILASTOTIETOJA

vuoriteollisuudesta v. 1979

Ylitarkastaja Urpo J. Salo

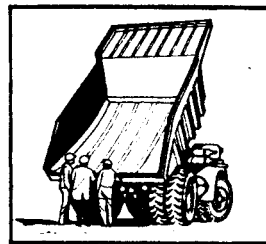
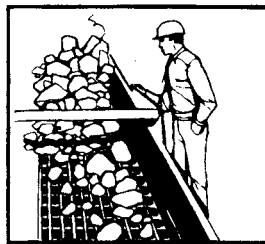
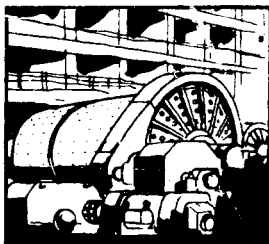
Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu kiveä tn	Malmia tai hyötykiveä tn	Kaivostyöntekijöitä v. 1979 aikana			Kaivoksessa suoritettuja työtunteja
						avolouhos	maalla	yht.	
<b>Malmikaivokset</b>									
1. Mustavaara	Taivalkoski	V	Rautaruukki Oy	2 397 000	1 630 800	36	—	36	65 960
2. Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Oy	2 090 840	656 750	56	—	56	105 144
3. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	—, —	2 056 936	1 196 124	13	180	193	339 233
4. Otanmäki	Vuolijoki	V, Fe, TiO <sub>2</sub>	Rautaruukki Oy	1 383 400	1 319 400	—	180	180	334 543
5. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb	Outokumpu Oy	1 074 035	936 097	—	150	150	300 527
6. Rautuvaara	Kolari	Fe	Outokumpu Oy	958 937	958 937	7	108	115	202 161
7. Hitura	Nivala	Ni, Cu	Outokumpu Oy	794 951	463 265	17	3	20	37 794
8. Vuonos	Outokumpu	Cu, Zn, Co	—, —	572 246	550 681	—	137	137	254 093
9. Kotalahti	Leppävirta	Ni, Cu	—, —	543 729	489 717	—	107	107	194 884
10. Luikonlahti	Kaavi	Cu, Zn, Co, S	Myllykoski Oy	509 529	426 552	—	80	80	153 610
11. Keretti	Outokumpu	Cu, Zn, Co, S	Outokumpu Oy	502 316	467 178	—	166	166	307 395
12. Hammaslahti	Pyhäselkä	Cu	—, —	475 876	417 000	1	78	79	147 890
13. Vammala	Vammala	Ni, Cu	—, —	420 661	316 532	—	42	42	78 793
14. Virtasalmi	Virtasalmi	Cu	—, —	319 013	302 730	—	27	27	50 907
15. Kuervaara*)	Kolari	Fe	Rautaruukki Oy	167 409	167 409	—	—	—	—
Malmikaivokset 15 kpl				14 266 878	10 299 172	130	1 258	1 388	2 572 934
<b>Mineraalikaivokset</b>									
1. Lahnaslampi	Sotkamo	Tlk, Ni	Yht. Paperitehtaat Oy	800 057	357 697	16	—	16	30 368
2. Polvijärvi	Polvijärvi	Tlk, Ni	Oy Lohja Ab	333 174	230 298	2	—	2	3 222
3. Kinahmi	Nilsjä	Kv	—, —	210 932	210 932	4	—	4	7 200
4. Kemiö	Kemiö	Ms, Kv	—, —	169 333	161 273	7	—	7	12 820
5. Siilinjärvi	Siilinjärvi	P	Kemira Oy	133 300	19 700	3	—	3	5 536
6. Repovaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Malmikaivos Oy	73 320	54 326	3	—	3	6 252
7. Hiekkämäki	Nilsjä	Kv	Oy Lohja Ab	63 559	63 559	2	—	2	3 000
8. Sokli	Savukoski	P	Rautaruukki Oy	20 000	10 900	2	—	2	2 800
Mineraalikaivokset 8 kpl				1 803 675	1 108 685	39	—	39	71 198
<b>Muut kaivokset; vuorivillan ja sementinvalmistuksen kiviaineeksiä</b>									
1. Sompujärvi	Keminmaa	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	47 654	47 654	3	—	3	6 436
2. Ybbernas	Parainen	Al, Fe	—, —	22 000	22 000	3	—	3	5 150
3. Usmi	Hyvinkää	Al, Fe	—, —	15 000	15 000	1	—	1	520
4. Porakallio	Orimattila	Al, Fe	—, —	13 976	13 976	1	—	1	1 400
5. Parsby	Parainen	Al, Fe	—, —	12 853	12 853	1	—	1	320
6. Kaunola	Parikkala	Al, Fe, Mg	—, —	10 000	10 000	1	—	1	1 686
7. Mantovaara	Sodankylä	Al	—, —	10 000	10 000	1	—	1	2 000
8. Mikonvaara	Parikkala	Al, Fe	—, —	9 000	9 000	2	—	2	2 884
9. Laitsaari	Taipalsaari	Al, Fe	—, —	1 627	1 627	1	—	1	632
Muut kaivokset 9 kpl				142 110	142 110	14	—	14	21 028
Kaikki kaivokset 47 kpl				21 453 203	16 171 774	270	1 390	1 660	3 076 070
<b>Kalkkikivi-kaivokset</b>									
1. Parainen	Parainen	klk	Oy Partek Ab	1 966 262	1 453 734	31	5	36	69 120
2. Tytyri	Lohja	klk	Oy Lohja Ab	840 319	840 319	—	61	61	113 648
3. Ihalainen	Lappeenranta	klk, wol	Oy Partek Ab	778 645	778 645	19	—	19	36 480
4. Mustio	Karjaa	klk	Oy Lohja Ab	365 746	314 240	10	—	10	18 201
5. Ruokojärvi	Kerimäki	klk, dol	Ruskealan Marmori Oy	240 602	232 434	3	31	34	65 943
6. Äkäsjoen suu	Kolari	klk	Oy Partek Ab	231 400	231 400	6	—	6	10 000
7. Kalkkimaa	Tornio	dol, kv	Rauma-Repola Oy	182 000	182 000	4	—	4	6 697
8. Ryytimaa	Vimpeli	dol	Oy Partek Ab	143 208	135 564	3	—	3	6 318
9. Ankele	Virtasalmi	dol	Oy Partek Ab	140 570	112 523	4	—	4	8 000
10. Förby	Särkisalo	klk	K. Forsström Oy	136 906	132 906	—	26	26	48 940
11. Siikainen	Siikainen	dol	Oy Partek Ab	100 362	97 472	2	—	2	2 425
12. Sipoo	Sipoo	klk, dol	Oy Lohja Ab	94 120	94 120	—	9	9	17 595
13. Rantamaa	Tornio	dol	Lapin Marmori Oy	9 600	9 600	1	—	1	1 431
14. Juuka	Juuka	dol	Juuan Dol.kalkki Oy	5 700	5 400	1	—	1	870
15. Louepalo	Tervola	dol	Lapin Marmori Oy	5 100	1 450	3	—	3	5 242
Kalkkikaivokset 15 kpl				5 240 540	4 621 807	87	132	219	410 910

\*) työntekijöitä koskevat luvut sisältyvät Rautuvaaran lukuihin

**Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto**

Rikasteet tonnia	1977	1978	1979	Keskipitoisuus % v. 1979
Rautarikasteita yhteensä	1 141 100	1 088 081	1 144 065	64,5
— rautarikaste ja pelletit	739 100	784 000	773 878	66,1
— pasute, purppuramalmi (Kokkola ja Siilinjärvi)	402 000	304 081	370 187	61,2
Kromirikaste, palamalmi ja valu- hiekkä (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %)	602 317	506 966	434 693	41,1; 27,0; 46,1
Rikkirikaste	295 015	215 765	341 967	44,1
Kuparirikaste	193 891	196 911	175 767	23,5
Kobolttirikaste	197 908	168 267	147 893	0,8
Ilmeniittirikaste (TiO <sub>2</sub> %)	124 700	131 900	119 700	44,8
Sinkkirikaste	131 223	110 718	109 571	49,8
Nikkelirikaste	81 065	64 152	87 540	6,7
Lyijyrikaste	1 393	1 696	2 922	47,4
<b>Metallit ja metallurgisia tuotteita</b> tonnia				
Raakarauta (malmeista)	1 763 000	1 915 500	2 037 890	
Raakateräs (romusta)	—	—	340 934	
Sinkki	137 980	132 935	147 064	
Jaloteräs (aihiot)	32 600	56 700	81 669	
Ferrokromi	33 616	44 801	49 116	
Katodikupari	42 755	42 719	43 027	
Katodiniikkeli	9 447	7 501	11 460	
Vanadiinipentoksidi	3 328	5 007	4 941	
Koboltti	985	922	1 162	
Molybdeeni	—	—	104	
Kadmium	527	611	590	
Elohopea kg	21 718	39 477	16 467	
Hopea kg	25 284	33 245	31 966	
Seleen kg	11 654	16 830	17 541	
Kulta kg	852	905	881	
<b>Mineraalit</b> tonnia				
Kalkkikivi yhteensä	3 964 924	3 809 841	3 875 688	
Kalkkikiven käyttö:				
— sementin valmistus	2 534 889	2 286 746	2 339 487	
— maanparannuskalkki	653 629	838 216	801 999	
— kalkinpoltto	430 345	386 799	439 105	
— rouheet, tekn. hienojauheet ym.	247 707	216 676	214 691	
— sulfiitti- ja metallurginen kivi	98 354	81 404	80 406	
Talkki	156 584	195 159	267 180	
Kvartsi	119 040	145 309	216 798	
Maasälpä	71 890	71 330	67 928	
Vuorivillakivi	70 467	68 239	103 639	
Sementinvalmistuksen lisäkiveä	40 596	16 084	25 928	
Wollastoniitti	8 904	7 688	10 576	
Apatiitti	2 550	4 218	2 688	
<b>Sementti</b> tonnia	1 711 990	1 704 147	1 749 103	

# SKEGA KULUTUSKUMI



**UUSI OSOITE: OY SKEGA AB:** Tulliportinkatu 25, 70100 KUOPIO 10  
Puh. 971-123 111. Tlx 42157

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

## Tutkimuslsteet sarja A

	hinta
A 1 "Kulutusta kestävä materiaali"	loppunut
A 2 "Malmitekniillinen näytteenotto"	"
A 3 "Jatkotankoporaus"	"
A 4 "Öljypolttimet"	"
A 5 "Maakairaus ja pliktaus"	loppunut
A 6 "Putket ja rännit"	15,—
A 7 "Jatkotankoporaussovellutus loughintaan"	15,—
A 8 "Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä"	15,—
A 9 "Rikastamoiden jätealueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	15,—
A 10 "Kuulurakenteet"	15,—
A 10b "Kuulunajoa käsittelevää kirjallisuutta"	loppunut
A 11 "Raakkulaimennus"	15,—
A 12 "Maamme vuoriteollisuuden uusimpien teollisuusrakennusten katto- ja ulkoseinäarakenteet"	56,—
A 12b Piirustusliite n:o 12:een	loppunut
A 13 "Vedenpoisto kaivoksesta"	"
A 14 "Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa"	17,—
A 15 "Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä"	20,—
A 15b Kuvaliite n:o 15:een	loppunut
A 16 "Jauheiden kuivatus"	15,—
A 17 "Pölyn talteenotto"	15,—
A 18 "Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	50,—
A 19 "Kulutusta kestävä materiaali" — n:o 1:n täydennys	15,—
A 20 "Rikastamoiden instrumentointi"	20,—
A 21 "Räjähdyksineet ja räjäytysvälineet"	27,—
A 22 "Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—
A 24 "Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus"	20,—
A 25 "Geofysikaaliset kenttätyöt I. Painovoimamittaukset"	20,—
A 27 "Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—
A 28 "Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	15,—
A 29 "Lämmön talteenotto metallurgisessa teollisuudessa"	50,—
A 31 "Pakokaasujen käsittely maanalaisissa tiloissa: Selvitys normi- ja toimenpide-ehdotuksineen"	loppunut
A 32 "Seulonta"	40,—
A 33 "Loughintaurakkasopimuksen laatimisohteet"	15,—
"Loughintaurakkasopimuskaavake"	2,—
A 34 "Geologisten joukkonäytteiden analysointi"	50,—
A 36 "Pakokaasukomitea — selvitys tutkimustyön jatkamisedellytyksistä"	15,—
Täydennysosa:	
A 36b "Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39 "ATK-menetelmien käyttö kallioperäkartoituksissa"	25,—
A 40 "Kaivosten jätealueet ja ympäristönsuojelu"	45,—
A 42 "Kaivosten työympäristö"	50,—
A 44 "Geologinen näytteenotto"	50,—
A 47 "Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—
A 48 "Kaivosten jätealueiden saattaminen uudelleen kasvullisuuden peittämäksi"	50,—
A 50 "Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—
A 52 "Suunnattu kairaus"	50,—
A 53 "Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—
A 54 "Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—
A 56 "Pölyntorjunta kaivoksissa"	50,—
A 57 "Palontorjunta kaivoksissa"	50,—
A 58 "Paikan ja suunnan määrittäminen geofysikaalisissa tutkimuksissa"	
A 59 "Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,—

## Koulutus- ja seminaarimonisteet, kalliomekaniikan päivien esitelmämonisteet sekä muut julkaisut sarja B

	hinta
B 1 "Kalliomekaniikan päivät 1967"	35,—
B 2 "Kalliomekaniikan päivät 1968"	40,—
B 3 "Kalliomekaniikan päivät 1969"	40,—
B 4 "Kalliomekaniikan päivät 1970"	40,—
B 5 "Kalliomekaniikan päivät 1971"	40,—
B 6 "Kalliomekaniikan päivät 1972"	45,—
B 7 "Kalliomekaniikan päivät 1973"	50,—
B 8 "Kalliomekaniikan päivät 1974"	50,—
B 9 "Kalliomekaniikan päivät 1976"	50,—
B 10 "Kalliomekaniikan päivät 1977"	50,—
B 11 "Kalliomekaniikan päivät 1978"	50,—
B 12 "Kalliomekaniikan sanasto"	10,—
B 13 "Kaivosmiehen käsikirja"	loppunut
B 14 "Kaivossanasto"	8,—
B 15 "Räjähdytysopas 1978"	8,—
B 16 INSKO 106—73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
B 17 " 49—74 "Skänkmetsallurgi-Senkka-metallurgia"	45,—
B 18 " 90—74 "Investoinnit ja käyttölas-kenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
B 19 " 45—75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
B 20 VMY "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 " "Pientunnelisymposium"	70,—
B 27 " "Uraaniraaka-ainesymposium"	50,—
B 28 " "Tuuletussymposium"	50,—

Vuorimieskillan laulukirja "Taskumatti" 10,—  
VMY:n solmio, värit: sininen, ruskea, viinipunainen a 30,—

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta TkL Heikki Aulangolta mieluummin kirjallisesti osoitteella:

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.  
Vuoriharjuntie 35  
02320 ESPOO 32  
tai puh. 90-801 4316.

## ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

Airam/Kometa	Palsbo
Algol	PPTH-Norden
ARA	Rammer
Aspo	Rautaruukki
Enso	Serlachius
Geofinn	Skega
Drillco	Suomen Malmi
Kemira	Tallberg/Atlas Copco
Kockums	Tallberg/Vuorikoneet
Kone Oy	Tampella/Tamrock
Larox	Tecalemit
Lohja Oy	Tulenkestävät Tiilet
Lokomo	Witraktor
Normet/Orion	Vitrifer
Outokumpu	Volvo
Ovako	

## 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, taulukoineen ja kirjallisuusviitteineen** on 5 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäviksi mahdolliset käsikirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten.

**Pääotsikot ja alaotsikot** erotetaan toisistaan selkeästi.

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

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

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

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

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

Syksyllä ilmestyvään lehteen tarkoitetut artikkelit on lähetettävä toimitukselle **syyskuun loppuun** mennessä, kevätnumeroon tarkoitetut **helmikuun loppuun** mennessä.

**Eripainokset** toimitetaan kirjoittajan laskuun eri sopimuksella.





**VALMISTUSTA JA MYYNTIÄ**  
vuodesta 1967

**TIMANTTISWÄKAIRAU SVÄLINEET**  
**TIMANTTICYVÄKAIRAU SKONEET**  
**MAAPERÄTUTKIMUCKONEET**

## KALLIOMEKAANISIA MITTAUKSIA

- Jännitystilan mittauksia
- Valvonta- ja siirtymämittauksia

**INTERFELC GMBH:n**  
mittalaitteiden asennuksia  
yksinoikeudella Pohjoismaissa:

- Ekstensometrit
- Deflektometrit
- Konvergenssimittaukset

**SUOMEN MALMI OY**

**FINNEXPLORATION** 

02150 Espoo 15, puh. 460 633, telex 121856 smoy sf

**A L I V A** - koneita  
ruiskubetonille ja -laastille  
tulenkestäville massoille  
betonikulietukseen ja  
hiekkapuhallukseen

**H Ä N Y** - betonininjektointipumppuja

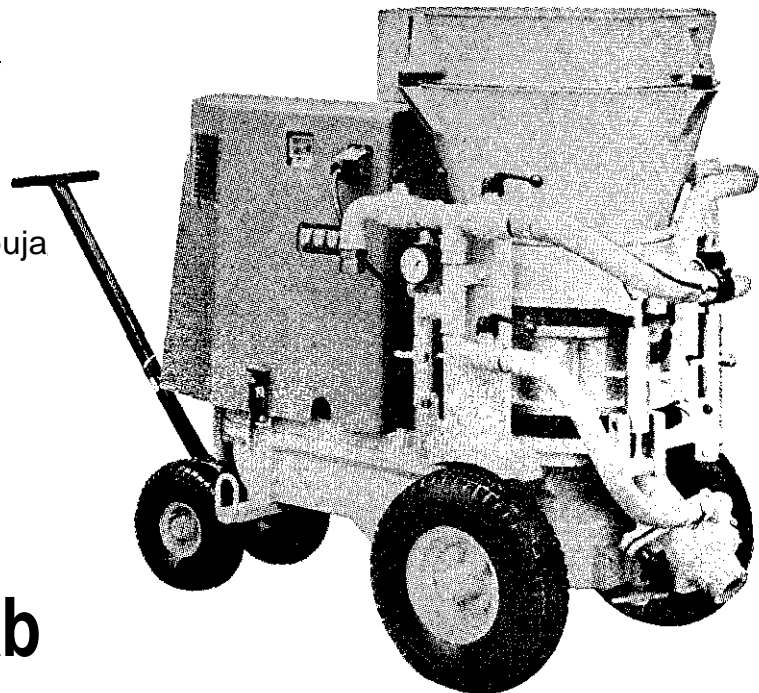
**C I M E N T - F O N D U**  
-aluminaattisementtiä

**A L A G** - runkoainetta

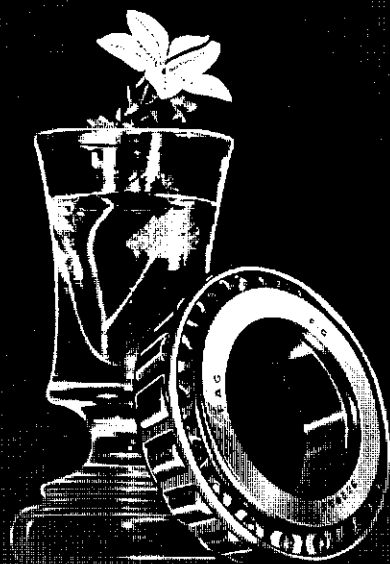
**S E C A R** - erikoissernentiä  
(kestää n. + 1800°C)

# Oy VITRIFER Ab

Postiosoite FL 116  
00121 Helsinki 12  
Puh. vaihte (90) 661 788  
Telex 121120 Wibex



ALIVA-260



# Radex Qualität, die im Feuer besteht

## R

Rauta- ja terästeollisuuden vaativimmissa laitteistoissa. Metalliteollisuudessa. Sementti-, dolomiitti- ja kalkkiuuneissa sekä lasiteollisuudessa.

RADEX'in tehtävänä on juuri ratkaista näissä menetelmissä esiintyviä ongelmia.

Sekä tiilinä että tulenkestävinä massoina.

Osterreichisch-Amerikanische Magnesit AG ja Brohital-Deumag AG ratkaisevat tulenkestävän alueen kaikki ongelmat. RADEX-laatu ja Know-How: aina muuraussuunnittelusta laitteiston käyttöön ottoon asti.

För de mest fordrande anläggningar inom järn och stålindustrin. Inom metallindustrin.

I cement-, dolomit- och kalkugnar samt i glasindustrin. RADEX är exakt inställd för sin uppgift inom de olika systemen.

I form av tegel eller som eldfast massa.

Osterreichisch-Amerikanische Magnesit AG och Brohital-Deumag AG löser varje uppgift inom den eldfasta branschen. Med RADEX-kvalitet och Know-How: ända från planering av murning fram till uppvärmning av anläggningen.

# VARMAT

Vihtavuori on maailman monipuolisin räjähdysainetta tuottava laitos. Vuosikymmenten kokemuksen ja nykyaikaisen teknologian avulla voimistamme itse sekä tuomme maailman tuotteita, joiden teho ja varmuus ovat huippuluokkaa.

#### Räjähdysaineet:

Dynamiitti  
Aniitti  
Ammoniitti

#### Sytytystarvikkeet:

UR-sähköallit  
VÄ-sähköallit  
Tulilankallit  
Sähköallin lisäpanokset  
Ano-räjäyttimet  
Jatkojohdot

#### Uutuutena: Sähköön NONEL-GT sytytysjärjestelmä

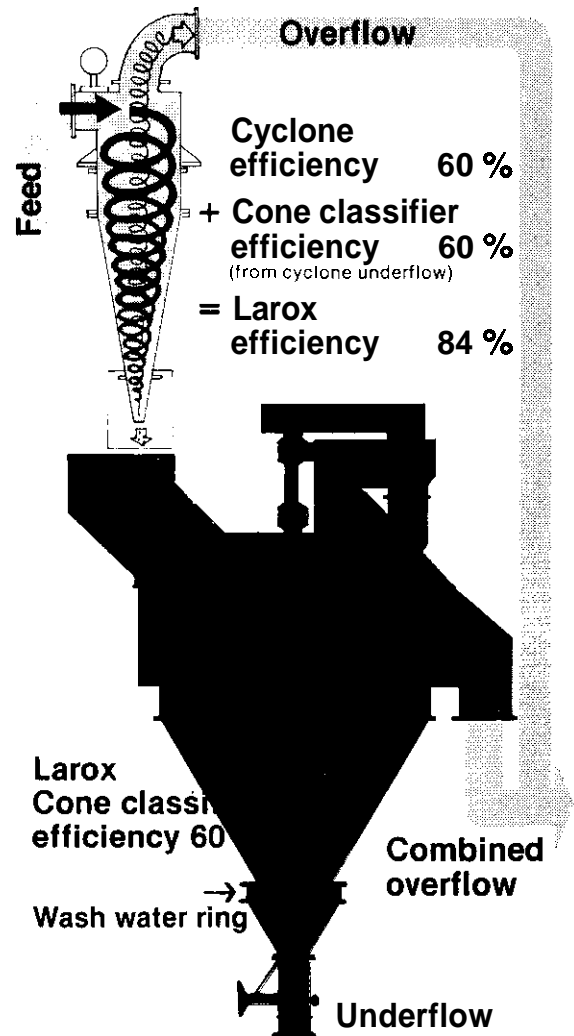
NONEL-GT:tä voidaan käyttää kohteissa, missä sähköalliteja ei voida käyttää, kuten radio/telemastojen ja voimajohtojen lähellä. Pyydä esite kauppaalastasi tai tilaa se allaolevasta osoitteesta.

**KUMIRA OY**



941 2622, telex 28026 kevih

# 60%+60%=84%



Larox classifiers are available for feed capacities up to 600 tph.

# LAROX

-classification - concentration -  
filtration

LAROX OY

P.O.B. 29, SF-53101 Lappeenranta 10, Finland

Phone (international +) 358-53-11760

Telex 58233 larox sf



Lokomo on toimittanut Kemira Oyn Sillinjärven kaivokselle uuden suuren kartiomurskaimen Lokomo S 21, jonka paino on 91 000 kg ja kartion halkaisija 2100 mm.

## **RAUMA-REPOLA LOKOMO**

RAUMA-REPOLA OY Lokomon tehtaat  
Puh. 0306-33101 TAMPERE 10  
Puh. 0301-33100 Helsinki 22133

# 3 Warmaa



Kuormaajat ja durnpperit  
maalaisiin kaivoksiin.  
Kantavuus 1...40 tonnia.

## WABCO



Maansiirtoautot avolouhoksille  
Kantavuus 35...200 tonnia.



Betonipumput joko jakelvarren  
kanssa tai ilman.  
Siirtoteho 20...100 m<sup>3</sup> tunnissa.

Kysy lähemmin laitteistemme ja palvelumme  
tehokkuutta ja edullisuutta.



OY HANS PALSBO AB

Puittitie 20, 00810 Helsinki 81, Puhelin 90-782100

## Vuoriteollisuuden suurhankkija

Algol ja vuoriteollisuus. Yhteistyöllä on jo vuosikymmenien perinteet. Sen kokemuksen pohjalta me tänäänkin toimimme.

Edustamme tehtaita, joiden tuotteisiin on totuttu luottamaan Suomessa ja Suomen ulkopuolella: Lurgi, Demag ja Didier.

Tarjoamme ratkaisuja, joiden taustana on perusteellinen tekninen lieto, laaja tuotevalikoima ja pyrkimys paneutua asiaan perinpohjaisesti.

Osoittakaa ongelmanne meille, kun se liittyy vuoriteollisuuden, metallurgian tai prosessitekniiikan alueille. Mielelläänne voi olla projektin suunnittelu, laite-tarve tai kysymys vailla vastausta. Olemme käytettävissänne joka tapauksessa.

Algol ja vuoriteollisuus on tuotevalikoimaa. Kuten esimerkiksi:

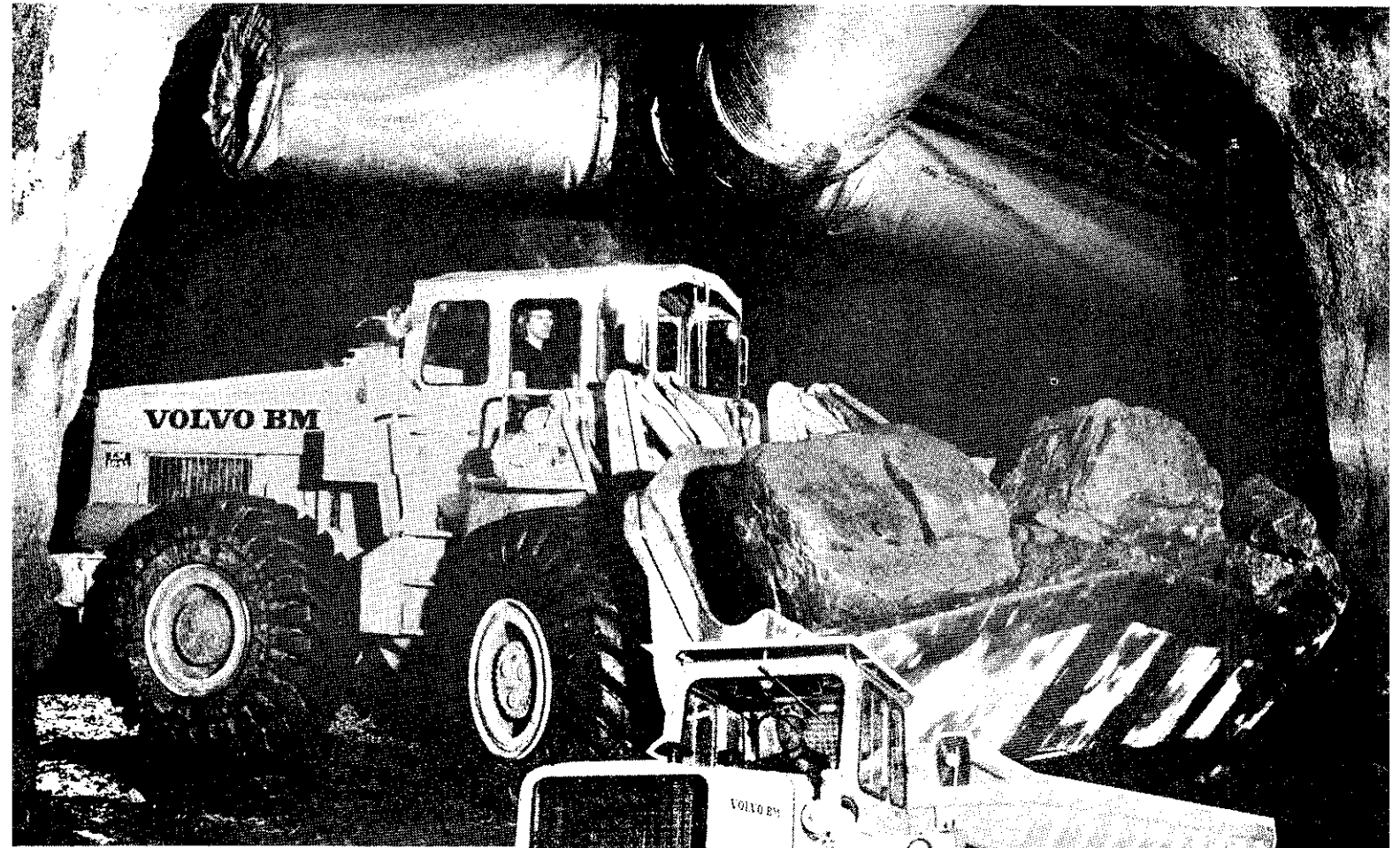
- kaivoshissejä
- hihnakuuljettimia
- mobiilinostureita
- koneistoja pasutukseen, malmien sintraukseen, sintterin jäähdyttämiseen
- tyhjiökuivausrumpuja
- uraanimalmien käsittelykoneistoja
- tulenkestäviä keraamisia aineita uunien vuoraukseen
- sähkösuodattimia

## ALGOL

Eteläranta 8, 00130 Helsinki 13  
Puhelin 90-176 631 Telex 12-1430 algol sf



# Kaivoksen voimakaksikko.



## Tunnelitöihin varustettuja...

Kuvamme Volvo BM LM 1641 -kauhakuormaaja ja Volvo BM 861 -dumpperi ovat tunneliversioita. Pakokaasujen pesu- ja jäähdytysjärjestelmä tekee niiden moottorit vieläkin vähäsaasteisemmiksi ja vähäruokaisemmiksi kuin vastaavat maan päällä käytettävät moottorit. Ohjaamot on vahvistettu niin, että ne kestävät paitsi koneen kierättämisen ympäri myös katolle putoavan lohkarren. Ohjaamoiden ilmastointiin on kiinnitetty erityistä huomiota.

## ...vanhoja tuttuja.

Muilta osin kaivoksen voimakaksikko sitten onkin vanha luotettava tuttu. Kun kuormaajan 240 hv:n (SAE) moottorin voima muunnetaan tunkeutumis- ja irrotusvoimaksi, on karkeim-

mankin louheen annettava periksi. 170 hv:n dumpperi kiskoo 18,5 tonnin kuorman jopa 30 asteen nousua ylös. Ja alaspäin mentäessä taas 2-piirinen jarrujärjestelmä takaa riittävän pysähtymisvoiman. Koostaan ja voimistaan huolimatta molemmat koneet ovat hämmästyttävän ketteriä ja maastokelpoisia.

Tule tutustumaan tarkemmin kaivoksen voimakaksikkoon ja hyvään Volvo BM -huoltoon.

**VOLVO EM**  
Suomensukuinen



**metallit**

**mittojen  
mukaan**



**Järvenpää:** Vähänummentie 2, 04400 Järvenpää, puh. 90-280 122

**Seinäjoki:** Teollisuustie 28, 60100 Seinäjoki 10, puh. 964-23 211

**Rauma:** Savenvalajanvahe 2 a 2, 26130 Rauma 13, puh. 938-220 933

**Lahti:** Rautatienkatu 19, 15110 Lahti 11, puh. 918-26 851

**Oulu:** Ruskontie, 90550 Oulu 55, puh. 981-347 255

**Tampere:** Härneenkatu 30, 33200 Tampere 20, puh. 931-33 954

**Turku:** Käsityöläiskatu 7 b, 20100 Turku 10, puh. 921-512 222

**GARDNER-DENVER**

— porakaluctot

**MISSION**

— uppoporakoneet

**PUTZMEISTER**

— ruiskutuspumput

**TIMKEN**

— porakruunut

**DRILLCO**

**MÄNTSÄLÄ**

Puh. 915-81024

## KEYSTONE -läppäventtiilit Sarja 9

KEYSTONE sarja 9 on yleiskäyttöön kehitetty läppäventtiilisarja, joka soveltuu useimmille putkistoissanne virtaaville aineille.

Rakenteeltaan Keystone sarja 9 on lyhyt, läppöjen väliin asennettava ja vaihdettavalla sisäpesällä varustettu venttiili. Sisäpesät EPDM- tai nitrilikumia.

**Malli 9-18** Haponkestävällä läpällä

**Malli 9 R** Kumipinnoitetulla läpällä mekaanisesti kuluttaville aineille

**Malli 9 T** Teflon-pinnoitetulla läpällä ja sisäpesällä syövyttävälle kemikaaleille

Koot 50—400 mm. Maks. käyttöpaine 10 bar, pinnoitetut 7 bar. On-off tai säätökäyttöön. Ohjaus kiisi, ruuvi-, paineilma- tai sähkökäyttöisenä.

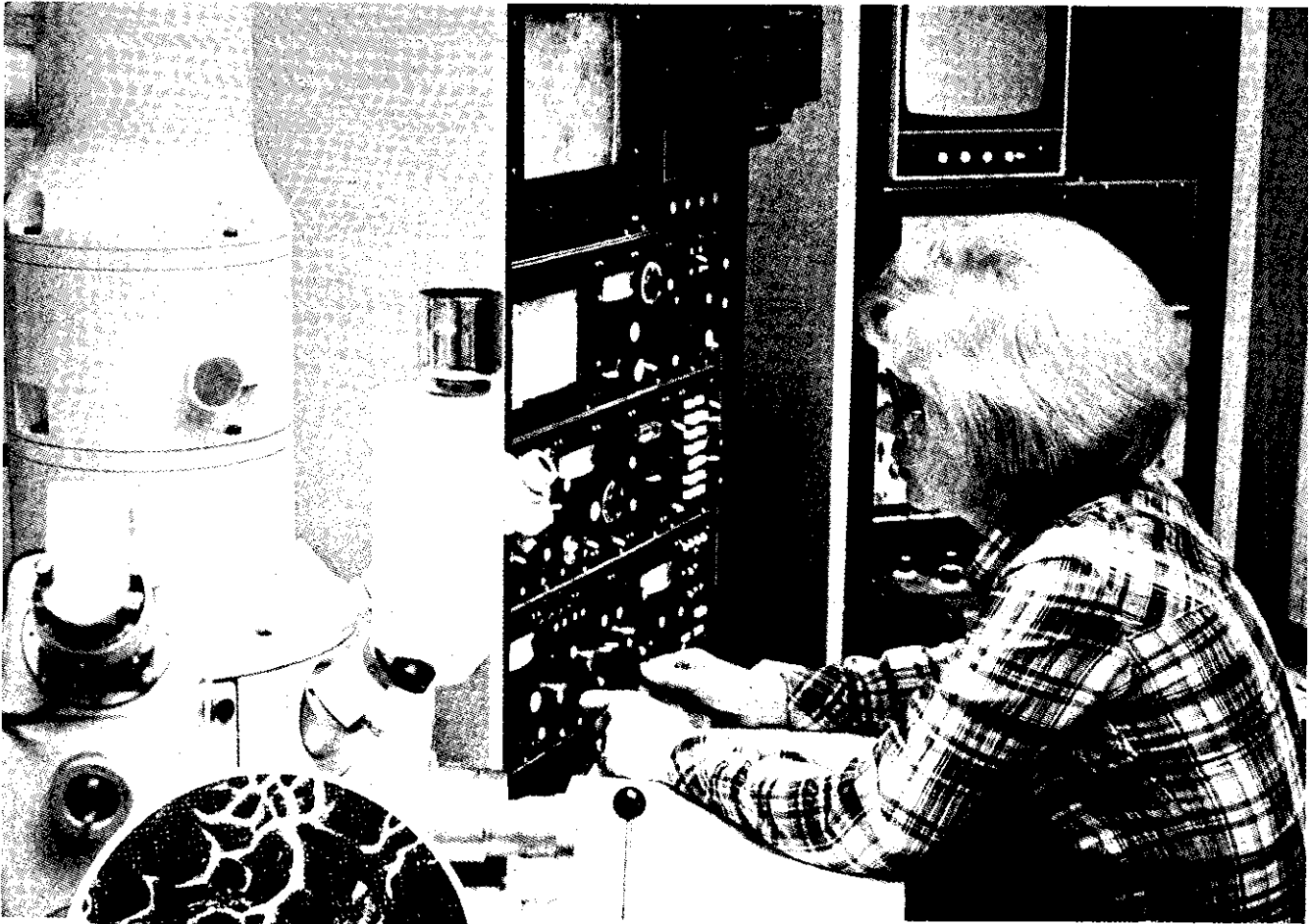
Soita!  
Asiantuntijoiltaamme  
saat tarkat tiedot.

**MAAHANTUOJA:**

**TECALEMIT**

Henry Fordin katu 5, 00150 Helsinki 15,  
puh. 90 61 0211





# SPECIAL STEEL FROM FINLAND

- OVAKO is one of the leading steel manufacturers in Scandinavia
- In the production of boron alloyed steel OVAKO is a pioneer
- OVAKO has a modern Research Centre which has developed entirely new steel qualities
- Close co-operation is maintained with customers for the improvement of existing products

**OVAKO's Technical Service has an experienced staff ready to assist you with your enquiries**

— please contact them directly.

Photographs taken with OVAKO's scanning electron microscope illustrate the effects of ladle injection on the structure of steel inclusions. The upper picture shows inclusions of non-injected steel and the lower one injected steel.



## OVAKO Oyj Ab

Technical  
Service

Box 790  
SF-00101 Helsinki 10  
Finland

Tel int t 3560670091  
Tlx 124747 ovah sf

# Kaivos- ja louhos- ajot vaativat erikoiskaluston.



Kun Te kilpailette urakoista, kiinnittää urakanantaja autoonne yhtä paljon huomiota kuin Teidän tarjoukseenne. KOCKUMSilla on kaivosten ja avolouhosten kuljetuskaluston valmistajana

vuosikymmenien kokemus — oikea tyyppi ja malli löytyy joka lähtöön. KOCKUMS louheen-siirtoauto voi olla Teidän ratkaiseva valttinne urakoista kilpailtaessa.



kantavuus  
kuormatilavuus  
teho  
nopeus

412  
16 tn  
11 m<sup>3</sup> SAE 1:2  
173 hv SAE  
30 km/h



412 T (kaivosmalli)  
16 tn  
11 m<sup>3</sup> SAE 1:2  
173 hv SAE  
30 km/h



425 B  
22,5 tn  
15 m<sup>3</sup> SAE 1:2  
290 hv SAE  
56 km/h



435  
35 tn  
21,5 m<sup>3</sup> SAE 1:2  
456 hv SAE  
59 km/h



442 B  
32 tn  
20,6 m<sup>3</sup> SAE 1:2  
401 hv SAE  
65 km/h

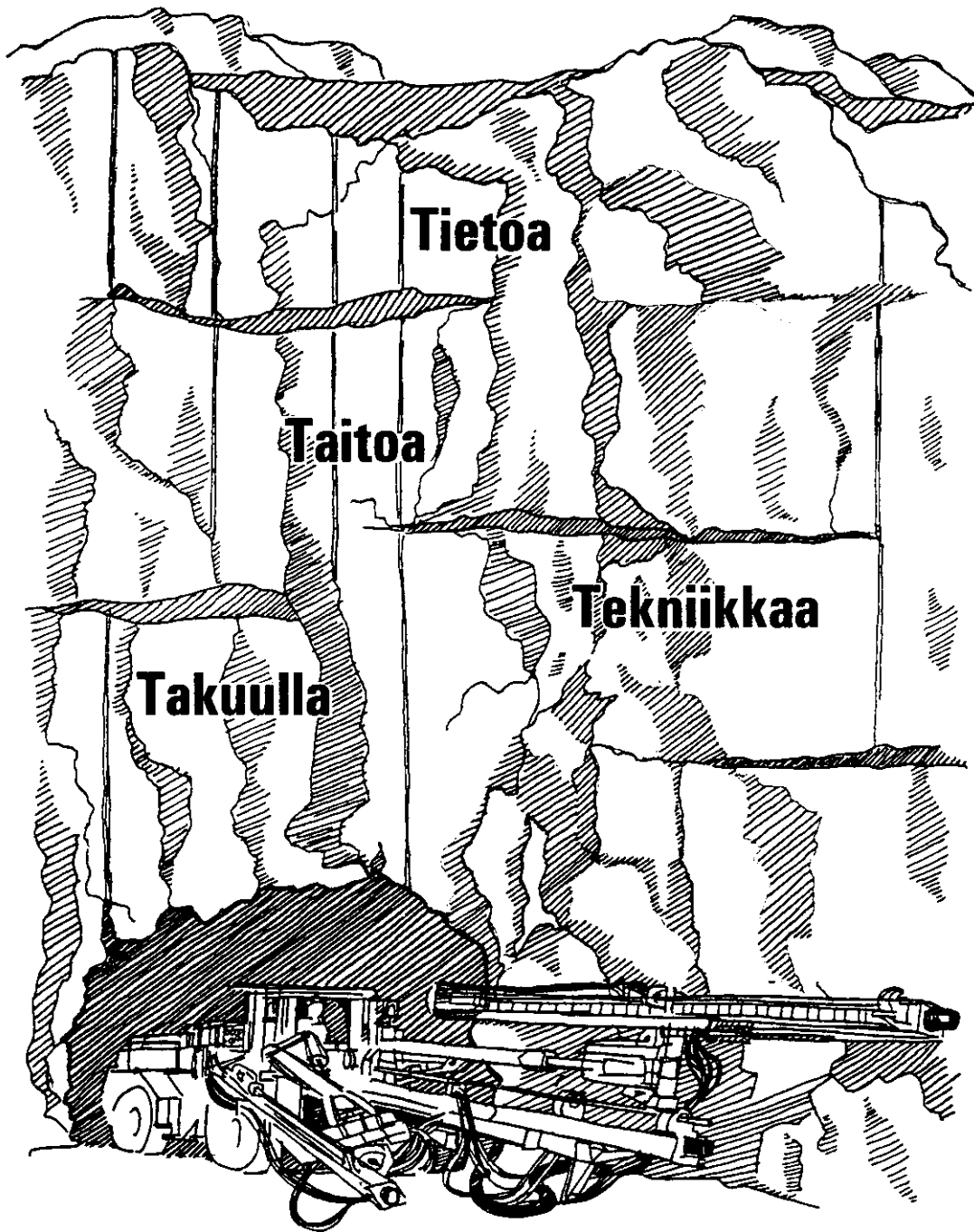


445  
40 tn  
26,5 m<sup>3</sup> SAE 1:2  
510 hv SAE  
72 km/h

 **KOCKUMS**  
OY Kockums Industri AB

Vantaa, Veromiehen teollisuusalue  
PL 814, 00101 Helsinki 10, puh. 90-826 355

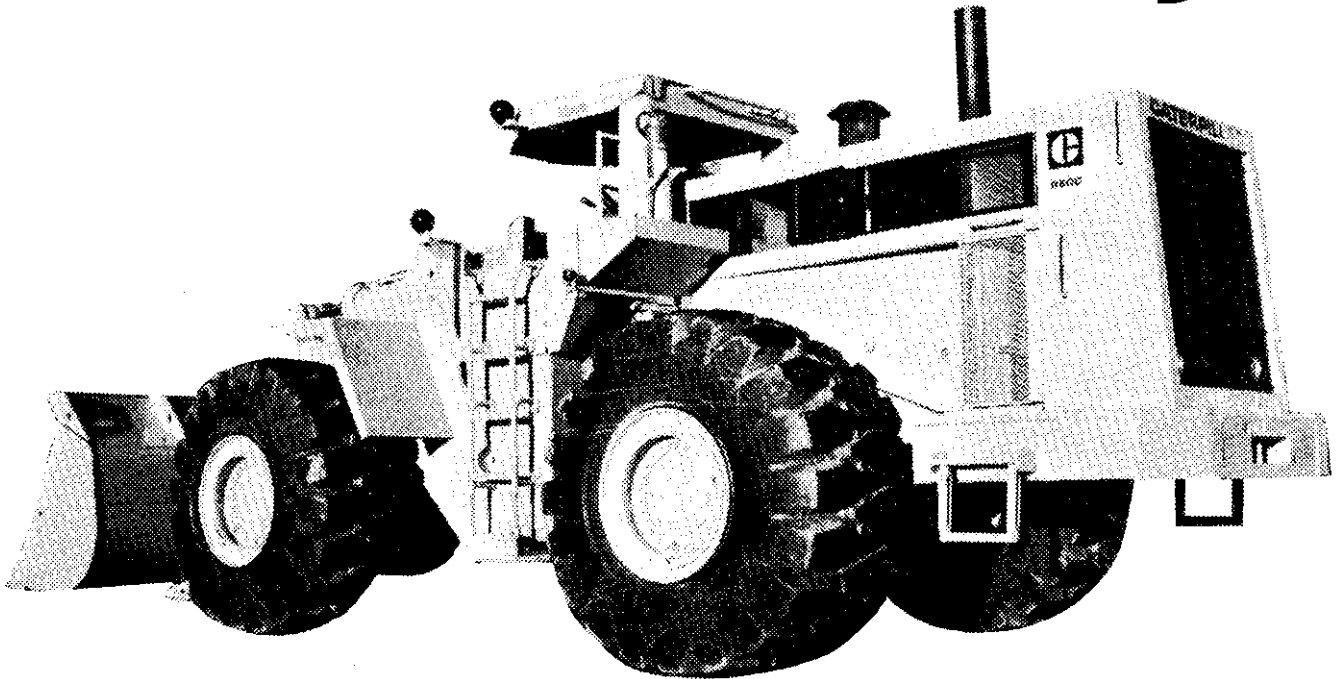
MYynti: Vantaa, Jyväskylä, Lappeenranta, Oulu,  
Rovaniemi  
HUOLTO: Vantaa, Joroinen, Jyväskylä, Kajaani, Oulu,  
Rovaniemi, Tampere.



# TAMROCK

33310 TAMPERE 31 Puh. 931 -431 411 Telex 22193

# Kaivoskäyttöön uusi, madallettu **Caterpillar 980C** kaivoskuormaaja



- Suurempi kapasiteetti
- Rajusti kasvanut irrotusvoima nopeuttaa kuormausta
- Hyvä näkyvyys aisaston läpi vähentää onnettomuuksien riskiä
- Kuljettajan turvallisuutta lisäävät monilevyiset, öljyjäähdytetyt levyjarrut sekä ROPS-turvaohjaamo tai suojakatos
- Aikaisempaa suurempi kuormauskorkeus helpottaa työskentelyä

Jatkuvaan, raskaaseen prosessikäyttöön suunniteltuun Caterpillar kuormaajaan voitte luottaa. Se on käyttövarma ja pitkäikäinen. Korkean käyttövalmiusasteen varmistavat Witraktorin nopea varaosa-palvelu ja tehokas, joustava huolto.



**CATERPILLAR**

Caterpillar, Cat ja  ovat Caterpillar Tractor Co:n tavaramerkkejä



**WIHURIOY**  
**WITRAKTOR**

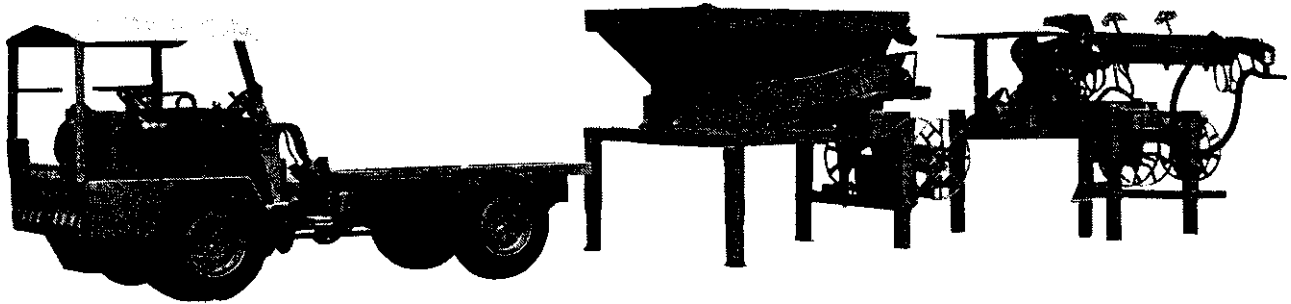
HELSINKI • TAMPERE • OULU • ROVANIEMI  
826311 670200 361344 15271

# YKSI AJONEUVO PK 1000 MONEEN KÄYTTÖÖN

PK 3000  
PK 5000

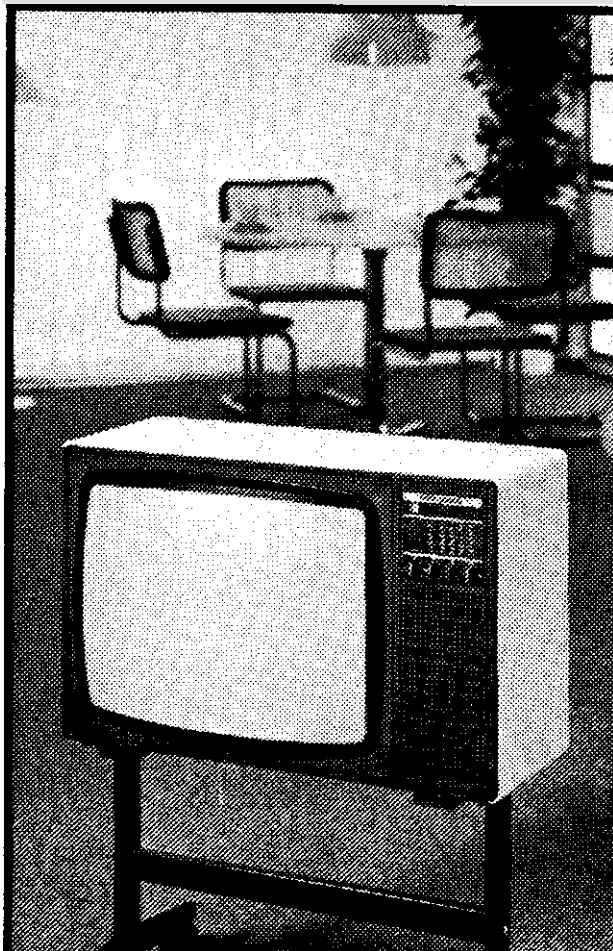
ESIMERKKEJÄ KASSETTIJÄRJESTELMÄSTÄMME:

- ruiskubetonointi
- liejunkuljetus
- polttonesteenkuljetus
- erilaiset lavavarusteet
- ym



**normet** ORION-YHTYMÄ OY  
**3 normet**  
Peltosalmi, Finland  
puhelin — telefon 977.22241  
telex 4418 farmi sf

kuvassa  
ruiskubetoni-  
laitteisto



## Meiltänyt uusi Finlux OBC -väritelevisio kotikatseluun.

Tähän väritelevisioon ka huonevalo vaihtelee-  
sisältyvät kaikki Finlux kin.  
OBC - mallin hienoudet. Tervetuloa tutustumaan  
Täydennyksenä uusi  
Hifocus - kuvaputki,  
joka tekee kuvan entis-  
tän terävämmäksi  
laita-alueita myöten.  
Automaattinen kontras-  
tinsäätö pitää kuvan ta-  
saisen sävykkäänä. vaik-

Tee kauppa kotiin-  
päin.

**Finlux**

Aito suomalainen

Jokaisessa Finlux-  
väritelevisiossa on  
kaukosäätövalmius.



# Raex-teräkset.

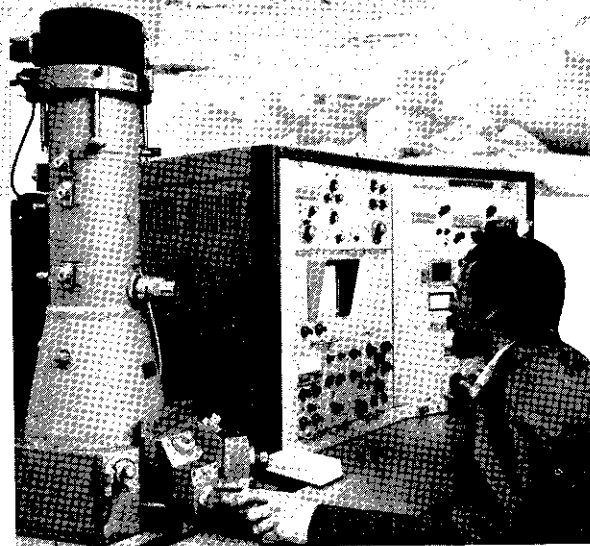
## Kylmiin olosuhteisiin.



Kylmissä olosuhteissa käytettäviltä teräksiltä vaaditaan paljon. Lämpötilavaihtelut ja ankarat sääolosuhteet panevat teräksen kovalle koetukselle.

Siellä missä tavallinen normaalirakenteinen teräs pettää, siellä Rautaruukin kehittämät RAEX-teräslaadut kestävät.

Esimerkkejä tuotekehittelystämme: RAEX POLAR on jään-särkijöitä varten kehitetty teräslaatu. Siinä on kyetty minimoi-



maan korroosiomahdollisuus hitsisaumassa teräksen ollessa suorassa kosketuksessa avoimen meriveden kanssa.

RAEX ARCTIC-rakenne- ja paineastiateräkset ovat käytännöllinen ja taloudellinen ratkaisu kohteisiin, jotka sijaitsevat kylmässä ilmanalassa.

RAEX ARCTIC-teräkselle on ominaista hyvä hitsattavuus, ja iskutikeys on erinomainen vielä  $-60^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa.

*Rautaruukin metalliopillinen tutkimus tähtää sopivien teräslaatuun kehittämiseen erilaisia olosuhteita varten ja toisaalta teräksen ominaisuuksien tuntemiseen niin, että tieto palvelee entistä paremmin teräksen käyttäjää.*



## RAUTARUUKKI OY

Myynti

Fredrikinkatu 51—53, 00100 HELSINKI 10  
puhelin 90-601 911

Tutkimuskeskus ja tekninen neuvonta

92170 RAAHENSALO  
puhelin 982-301

