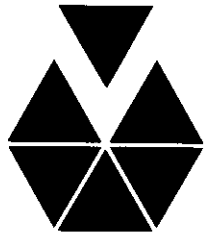
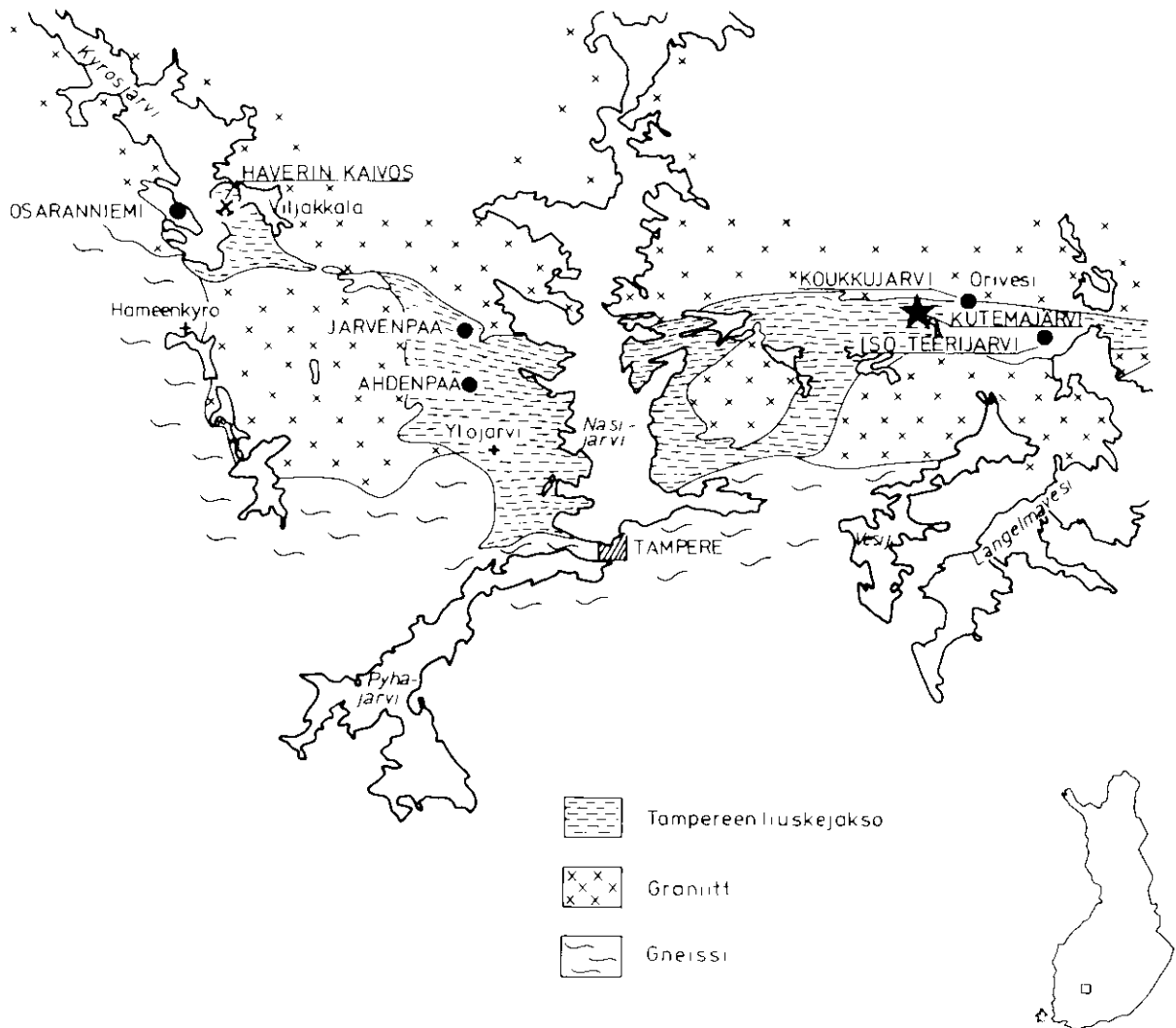


VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1990
48. vuosikerta

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.



KUTEMAJÄRVEN KULTAESIINTYMÄN SIJAINTI



SUUNNITELTU JA TESTATTU TYÖSKENTELEMÄÄN SINULLE

Tiukka laadunvalvonta suunnittelusta valmistukseen takaa ATLAS COPCO ROCK TOOLS -tuotteiden korkean ja tasaisen laadun. ATLAS COPCO ROCK TOOLS -kallio-
porakalusto työskentelee kanssasi tehokkaasti ja pit-
kään. Se on varma ja taloudellinen valinta!

Laatutakuumme parantaa myös tuottavuutta. Erinomai-
nen suunnittelu ja kestävä rakenne lisäävät kil-
pailukykyäsi kaivos- ja louhintaurakoissa, oli-
vatpa vaatimukset kuinka suuret tahansa.

Atlas Copcon tieto ja kokemus takaavat ainut-
laatuisen lähtökohdan louhinta-alan tuotekehi-

tykselle. Se on perusta, josta uudet tuotteemme ja Atlas
Copco -laatu syntyvät. Me kutsumme sitä KALLIOPORA -
UKSEN KOKONAISTEKNIIKAKSI.

ATLAS COPCO ROCK TOOLS -kallio-
poratuotteita valmistetaan viidessätoista tehtaassa viidessä eri maanosassa.

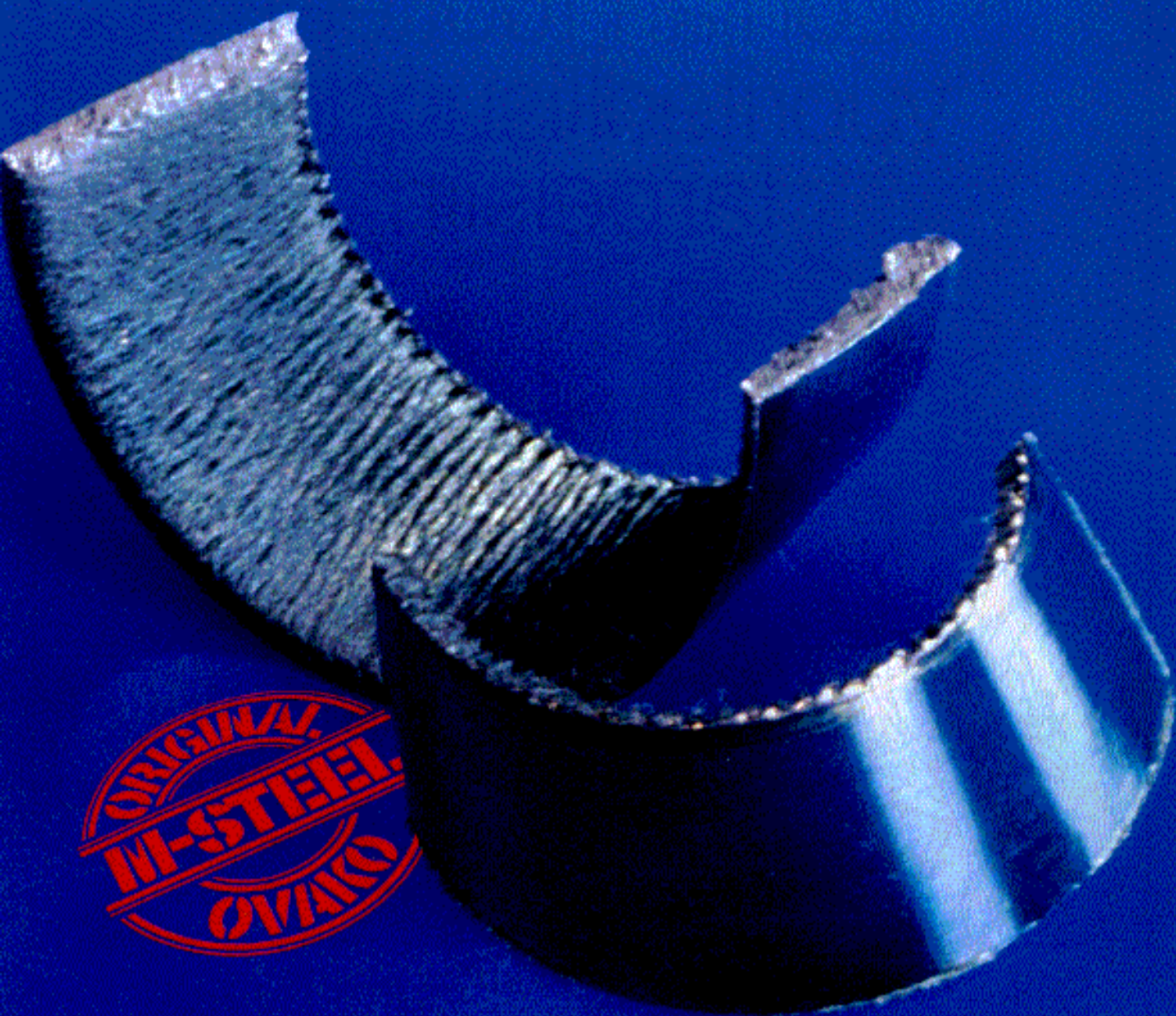
Asiakkaitamme palvelee noin 2000 insinööriä ja teknik-
koa ympäri maailman. Suomessa palvelukses-
sasi on 23 ammattitaitoista myynti- ja huoltohen-
kilöä Oy Atlas Copco Ab:n Louhinta- ja raken-
nustekniikka -osastolla.



KALLIOPORAUKSEN KOKONAISTEKNIIKKA

Oy Atlas Copco Ab, 02430 Masala

TULOS ON PIENISTÄ KIINNI



M-TERÄKSET SÄÄSTÄVÄT SELVÄÄ RAHAA

Ovakon kehittämä M-käsittely parantaa oleellisesti standarditerästen lastuttavuutta. Kone- ja nuorrutusteräksiä sorvattaessa voidaan lastuamismennoita merkittävästi nostaa. Vaihtoehtoisesti voidaan terien kesto-aika kolminkertaistaa kun työstöarvoja ei muuteta. Selvästi mitattavia etuja saadaan myös porauksessa ja hilletysterästen jyräilyssä.

Teränvaihdot vähenevät ja kapasiteetti kasvaa. M-terästen tasalaatuisuus tekee tarpeettomaksi myös työstöarvojen säädön teräserästä toiseen siirryttäessä.

OVAKO TEKI M-TERÄKSESTÄ KÄSITTEEN

M-standarditeräokset ovat käytännön konepajatyössä osoittaneet ylivoimaisuutensa vanhoihin teräksiin verrattuna. Ovakon teki M-teräksistä käsitteen.

Ovakon M-teräokset rullamerkataan koko tangon pituudelta lajimerkinnällä, jonka perässä on kirjain M - esim. OVAKO MoC 410 M.

NOPEA LÄPÄISYAIKA - VIRHEETÖN TUOTANTO

Ovakon M-käsittely minimoi raaka-aineesta johtuvat häiriötekijät, koska teräksen analyysi ja rakenne hallitaan tarkasti. Mm. hilletysteräksissä tämä merkitsee tarkkaa karkenevuutta sulatuksesta toiseen. JOT-tuotannon kulmakivet, nopea läpäsyaika ja virheetön tuotanto vaativat prosessiin JOT-maisesti käyttäytyvät raaka-aineet.

OVAKO

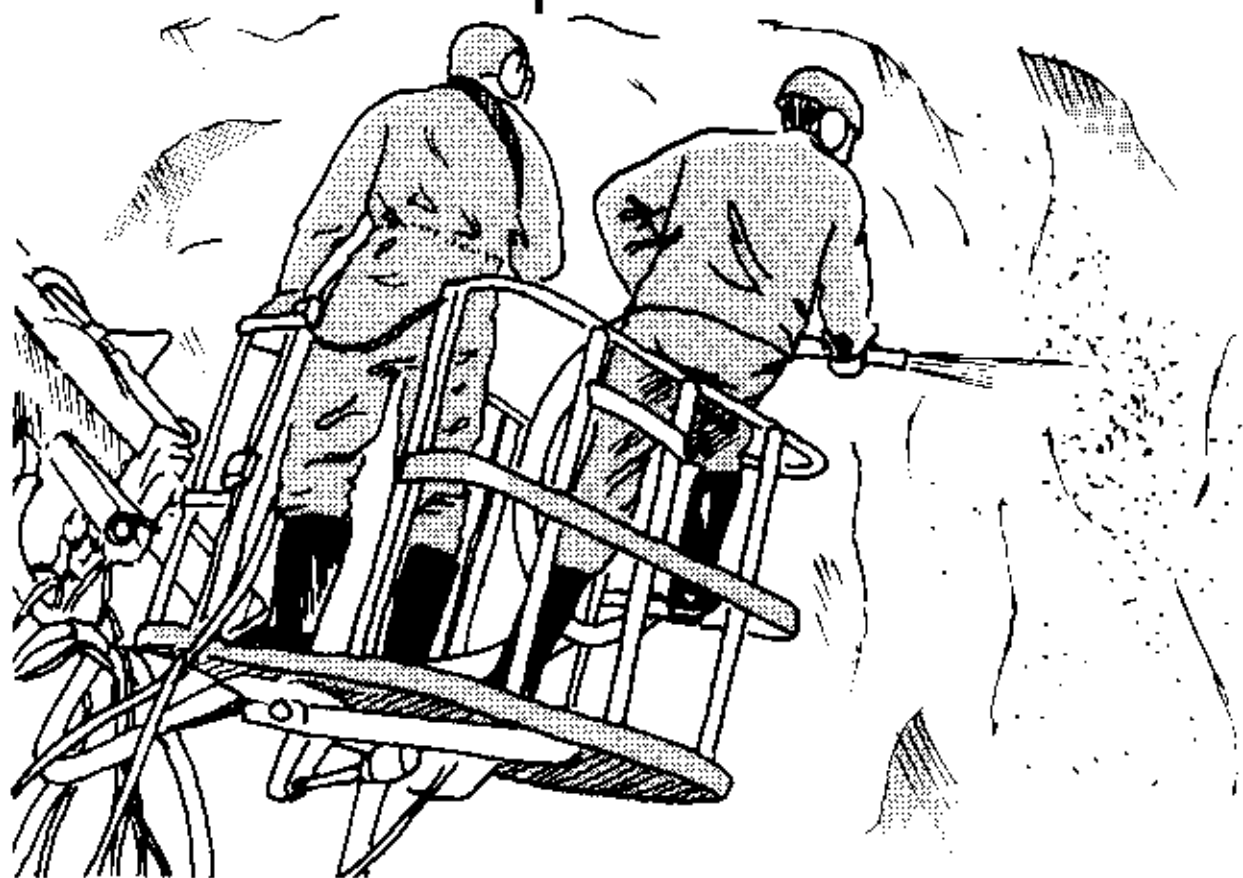
ENEMMÄN TERÄKSESTÄ

Myynti: Oy KONTINO Ab, OVAKO TERÄSMARKKINOINTI Oy, Rauta STARCKJOHANN

Varastointi: OKS-Teräokset Oy

Tekninen asiakaspalvelu: OVAKO Imatra

Lohjan tuotteet vuoriteollisuuden tarpeisiin



Silika

- notkistettu liete
- suursäkki
- irto
- piensäkki/25 kg

Lohjan Silikalla
parempaan ruisku-
betonitulokseen.

Kuonajauhe KJ 400

Parempaan kaivostäyttöön
jauhettu, granuloitu
masuunkuona.

Kysy lisää
teknisestä palvelustamme



LOHJA

Oy Lohja Ab
Sementtitehdas
Tekninen palvelu
08700 Virkkala
puh. (912) 4511

VAIN PARASTA LAATUA



Outokumpu Copper on maailman toiseksi suurin kupari- ja kupariseospuolituotteiden valmistaja. Toiminta-ajatuksemme nuukaisesti panostamme jatkuvaa tuotekehitykseen. Tästä tutkimus- ja tuotekehityshenkilökuntamme on kehittänyt monet tuotantoprosessimme, jotta pysyisimme vastaamaan asiakkaittemme vaativiin haasteisiin.

Laadussa pyrimme vain parhaaseen. Tämä tarkoittaa ehdotonta sitoutumista niihin laatuvaatimuksiin, joita mm. ISO 9002 edellyttää. Kehitämme tuotteemme laatua niin kauan, kunnes asiakkaamme on tyytyväinen. Miksi haluamme nähdä näin paljon vaivaa tuotteidemme eteen? Vain yhdestä syystä – jotta asiakkaamme saavat lisäarvoa omille tuotteilleen. Haluamme menestyä yhdessä asiakkaamme kanssa.

Toimintamme on jaettu seitsemään tilioselyhmään: Vedetyt tuotteet, Valssatut tuotteet, Kupariputket, Jäähdytinnauhat, Messinkitangot ja Johnson Metall -ryhmä sekä Raaka-aineet.



Outokumpu Copper Oy:llä on tehtaita Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Hollannissa, Espanjassa ja USA:ssa. Tytäryrityksiä meillä on Belgiassa (Bryssel), Saksassa (Düsseldorf, Frankfurt), Sveitsissä (Winterthur), Espanjassa (Madrid) ja USA:ssa (Glendale Heights) sekä myyntitoimistoja Tanskassa (Brøndby), Englannissa (Lontoo), Ranskassa (Pariisi), Italiassa (Milano), Singaporessa, Japanissa (Tokio) ja Neuvostoliitossa (Moskova).

 **outokumpu copper**

Outokumpu Copper Oy, pääkonttori
Kälviöntuntie 7 A, PL 87, 02201 Espoo
Puh. 90 4211

Outokumpu Poricopper Oy PL 60, 28101 PUURI Puh. 939-826111

KOMETA

KALLIOPORATUOTTEET

KOTIMAISUUTTA
YLI 40 VUODEN JA
SADAN AMMATTIMIE-
HEN KOKEMUKSELLA

SUORAMYyntI:

- Erkki Hinkkanen 90-5114229
- Reija Ylinen 90-5114207
- Juhani Venhola 90-5114218

MYyntIKONTTORI:

- Hannu Vihavainen, Leppävirta
972-43292 Auto: 949 275024

PIIRIMYyjÄ:

- Poravälitys Ari Rinkinen Ky
915-86160 Auto: 949 203997

KOMETA OY PL 38 02661 ESPOO p. 90-51141 Telex 124298 Telefax 5114242

Louhintaräjähdyksaineet ja Sytytysvälineet



Modernia louhintatekniikkaa
larvokivilouhimolla.

FORCIT

PL 19 10301 Hanko
puh. 911 8001
fax 911 86591

KEMIRA 
VIHTAVUORI

RÄJÄHDYSAINEET

AMMONIITIN
AMMONIITTIK
AMMONIITIN
ANIITTI
DYNAMIITTI
KEMIITTI 110
KEMIITTI 500

SILOLOUHINTATUOTTEET
SILOSEX
SILOSEX-PUTKIPANOS
SILOSEX 10
SININEN PUTKIPANOS
LÄRVIKIT-PUTKIPANOS

SYTYTYSTARVIKKEET

TULILANKANALJI
ER SAHKONALJI
Elyht. sähkösing.

VA SAHKONALJI
Elyht. sähkösing.
Puhdetuote, 10
Lumilisaite

JATKOJOHDOJ
RAJÄYTIN 110

ISOLTEX-110
Elyht. sähkösing.

KEMIRA 
VIHTAVUORI

Phone 010-541155 (10)
Fax 010-5301
Telex 010175-00
Tele 010-541155



Osaavat ihmiset vievät terästä pidemmälle.



Rautaruukki on Suomen johtava, kansainvälisesti menestyvä teräs-yritys.

Kehittyvä ja kansainvälistyvä Rautaruukki tarjoaa osaaville ihmisille mielenkiintoisia ja haastavia työpaikkoja sekä hyvät urakehityksen mahdollisuudet.

Rautaruukin toiminnan laajeneminen edellyttää henkilöstöltä monipuolisia tietoja ja taitoja sekä kykyä toimia ja palvella asiakkaita yhtä hyvin kotimaassa kuin ulkomailla. Rautaruukin vahva yrityskulttuuri luo edellytykset sekä tehokkaalle yhteistyölle että onnistuneille yksilö-suorituksille.

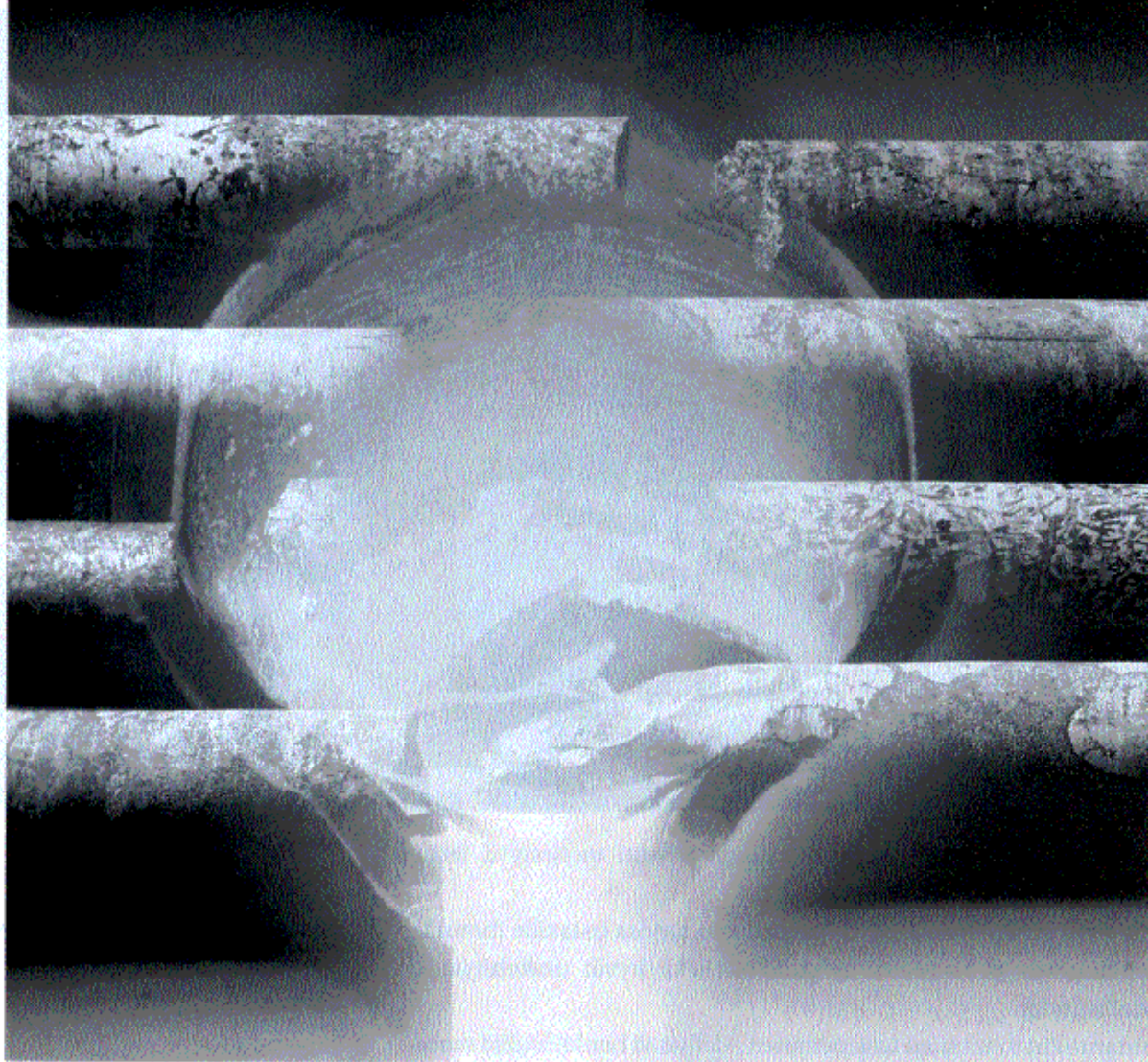
AVAITIEDOT 1989

Liikevaihto	6300 milj. markkaa
Viennin ja ulkomaan-toimintojen osuus liikevaihdosta	53 %
Terästuotanto	2,5 milj. tonnia
Henkilöstö	9600

 **RAUTARUUKKI**

TERÄS RAKENTAA TULEVAISUUTTA

Kehittyvä ja kansainvälistyvä perusmetalliyhtiö.



Outokumpu Mining Oy on kansainvälinen perusmetalliyhtiö, jonka korkea teknologinen osaaminen ulottuu kaivoksista metallurgiaan. Yhtiö edustaa pitkän jalostusketjun alkupäätä malminetsinnästä puhtaan metallin tuotantoon.

Outokumpu Mining hallitsee oman alueensa ja päämetallinsa kuparin ja nikkelin sekä jalometallit perinpohjaisesti – ja tekee sen tulevaisuudessakin.

Lähes kolmen miljardin liikevaihdostaan Outokumpu Mining käyttää neljä-viisi prosenttia tutki-

mus- ja kehitystoimintaan. Tärkein menestystekijä on osaava henkilöstö, kokonaismäärältään 2650.

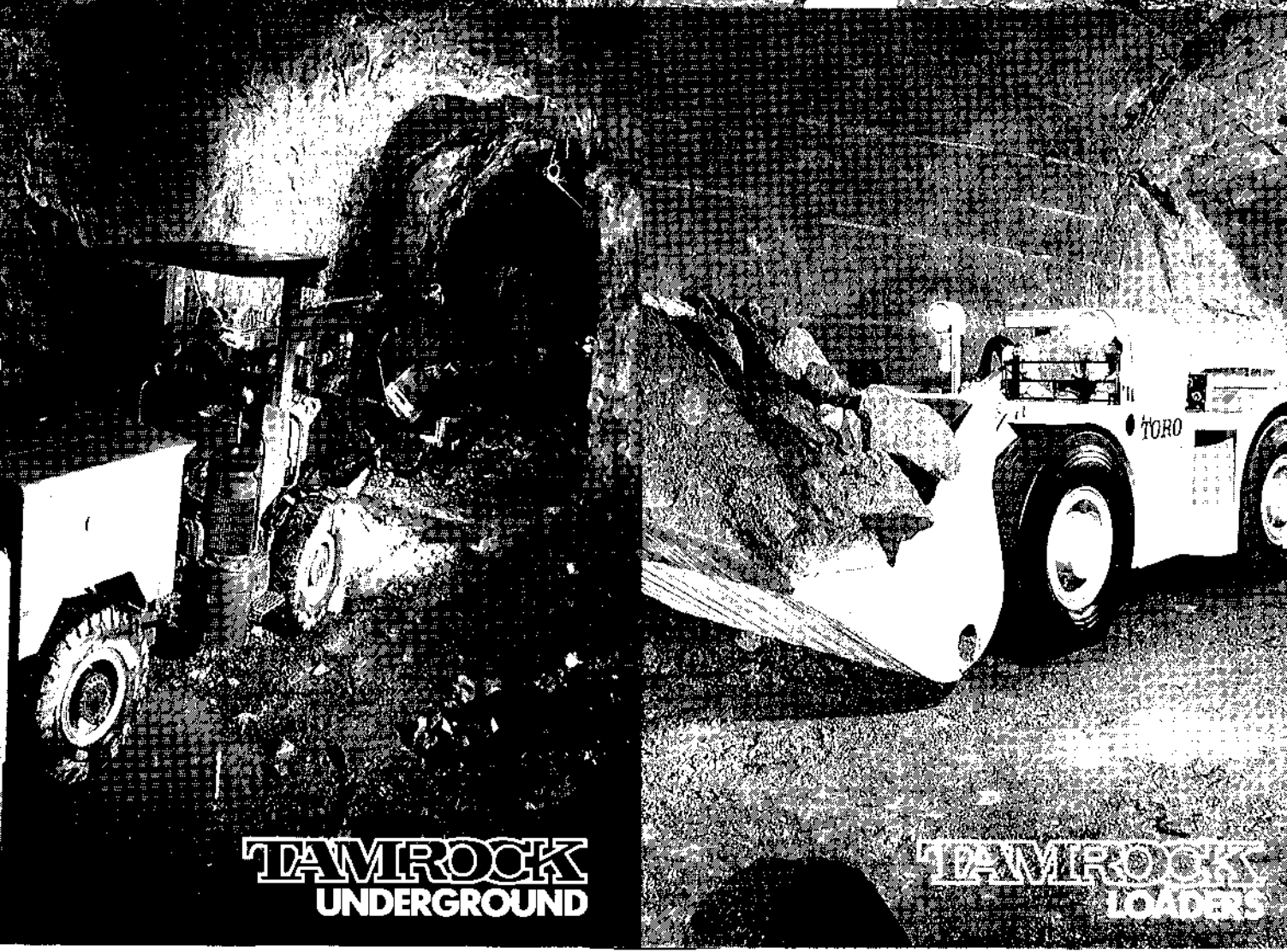
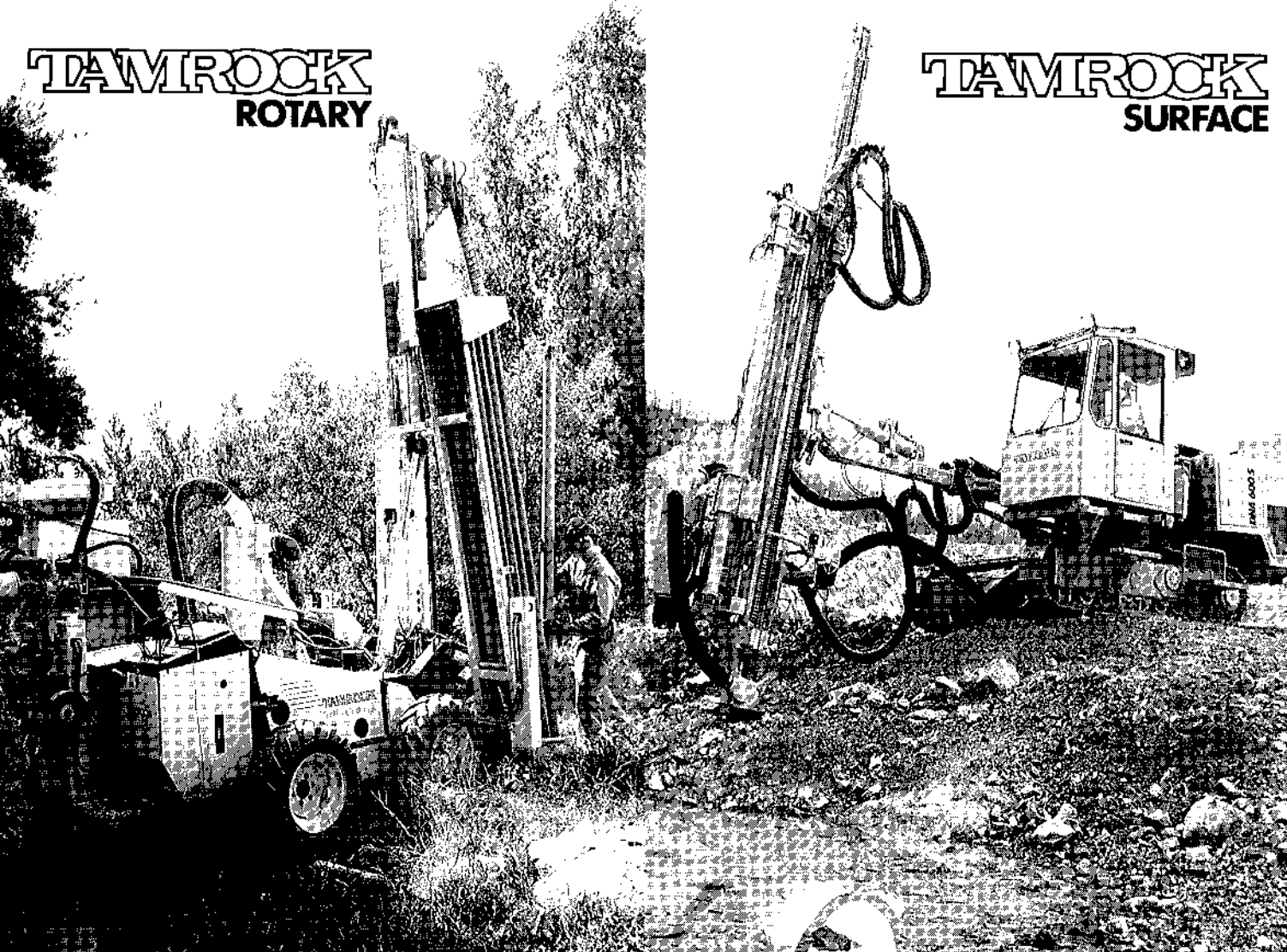
Outokumpu Miningilla on tytäryhtiöitä Suomen lisäksi Ruotsissa, Norjassa, Kanadassa, Australiassa ja Chilessä.

 **outokumpu mining**

TIEDOTUS: Riihitontuntie 7 A, PL 143, 02201 ESPOO.
Puh. (90) 421 3265, Telefax (90) 452 2273, Telex 126004 omt sf

TAMROCK
ROTARY

TAMROCK
SURFACE



TAMROCK
UNDERGROUND

TAMROCK
LOADERS

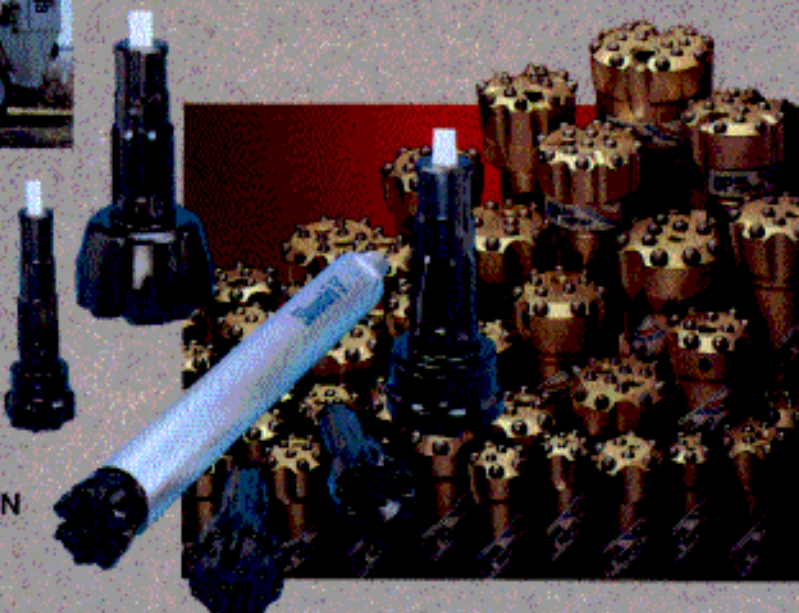
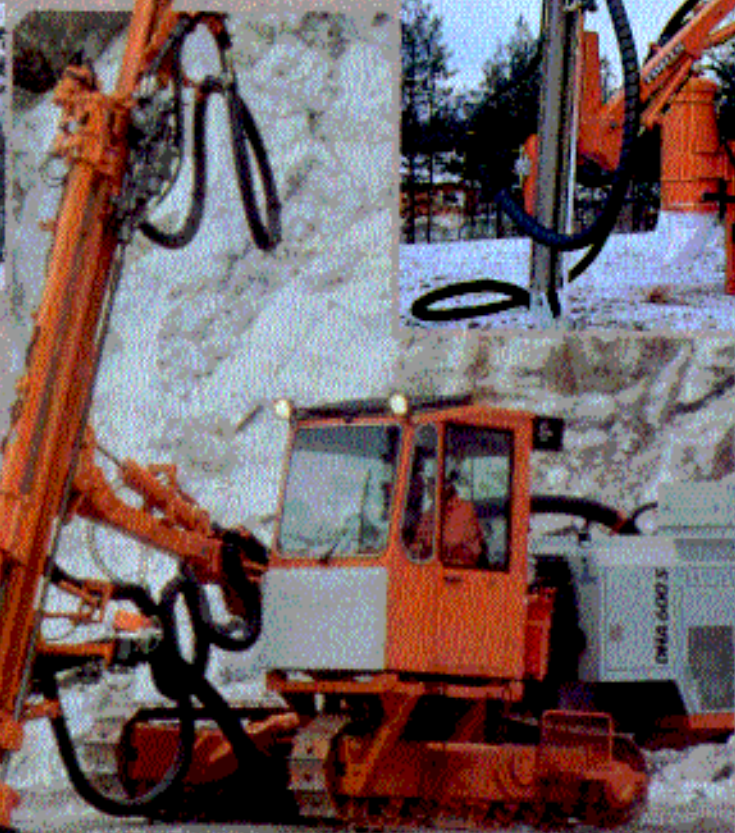
TUOTTAVIA RAHAREIKIÄ

Näillä niitä tehdään. Merkkituotteilla, jotka kertovat laadusta ja luotettavuudesta. Tuottavasta työstä. Tehosta. Hulpputason huollosta ja varaosapalvelusta. Tässä niitä tehdään. Merkeillä, jotka saat täyden palvelun louhintatalosta. Machinerystä.



TAMROCK

- avolouhintaan
- maanporaukseen
- kalvonporaukseen
- rakennuskivilouhintaan



SANDVIK COROMANT
- maailman tunnetuin
ja täydellisin pora-
kalustovalikoima

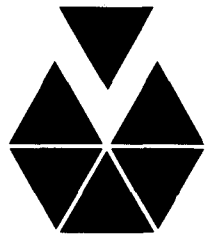
SANDVIK MISSION
- uppoterät
- uppovasarat



MACHINERY OY
LOUHINTA

Ansatie 5, 01740 Vantaa PL 56, 00511 HELSINKI Puh. 90-890 522

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 1 1990
48. vuosikerta

Julkaisija, utgivare:
**VUORMIESYHDISTYS –
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**

Publisher:
**THE FINNISH ASSOCIATION OF MINING AND
METALLURGICAL ENGINEERS**

VUORITEOLLISUUS – BERGSHANTERINGEN:

Päätoimittaja — Editor-in-Chief:

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

Toimittaja — Editor:

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

Toimitussihteeri ja ilmoituspäällikkö —
Managing Editor and Advertising Sales
Director:

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

Toimitusneuvosto — Editorial Board:

DI Matti Palperi, pj. 90-6162 415
Ovako Oy Ab
Bulevardi 7
00120 Helsinki

TkT Jorma Rekola 90-46 971
Mecrastor Oy
Kimmeltie 1
02110 Espoo

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

FM Marjatta Virkkunen 90-4693 387
Geologian tutkimuskeskus
02150 Espoo

TkL Hans Allenius 90-4211
Outokumpu Oy, Engineering
PL 86
02201 Espoo

Ilmoitushinnat vuodelle 1990

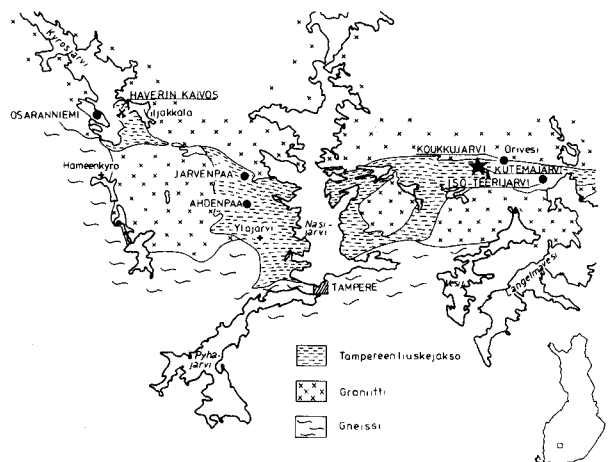
II ja III kansi = 4.510,- 1/2-sivu = 2.580,-
takakansi = 5.210,- 1/4-sivu = 1.530,-
1/1-sivu = 3.820,- Lisäväri/kpl = 1.400,-

{ Ammattihakemisto-ilmoitus 1/1 vsk = 580,-
Koko: leveys = 85 mm \diamond korkeus = 25 mm

Vuosikerta = 90,- \diamond ulkomaille = 120,-
Irtonumero = 55,- \diamond ulkomaille = 65,-

SISÄLTÖ ■ INNEHÅLL

Pertti Voutilainen: Puheenjohtajan katsaus Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksessa 16.3.1990	9
Mikko Kivimäki: Terästeollisuuden kehitys ja henkilöstö	12
Pertti Viinanen: Mistä tekijät teollisuuteen 1990-luvulla?	16
Arto Niemi, Markku Peltoniemi, Seppo Elo, Tarmo Jokinen, Risto Pietilä: Suomen nikkelimalmien petrofysikaalisista ominaisuuksista	19
Boris Saltikoff, Mikko Tontti: Nikkelimalmien jakautumisen tarkastelu esimerkkinä malmitiedostojen käytöstä	24
Hannu Ollila, Reijo Saikkonen, Jouni Moisio, Kari Kojonen: Kutemajärven kultaesiintymä	26
Olavi Kontoniemi, Hannu Makkonen: Etelä-Savon kultapotentiaali Rantasalmen tutkimusten valossa	31
Reijo Anttonen, Krister Söderholm, Heino Alaniska: A/S Bidjovagge Gruber, kulta-kuparikaivos Pohjois-Norjassa	35
Jukka Pukkila: Louhintalaatu tunnelilouhinnassa	44
Pentti Ylijoki: Laadun johtaminen menestystekijänä	49
Pekka Mäntylä: Mittatarkkuuden ja tasomaisuuden hallinta levynvalssauksessa	51
Raimo Matikainen: Vuori-insinöörien koulutus	55
Heikki Papunen: Geologikoulutuksen näkymiä 1990-luvulla	57
Martti Sulonen, Jouko Härkki: Metallurgian täydennyskoulutus Oulussa In Memoriam	60
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y. Hallituksen toimintakertomus vuodelta 1989	62
Jaostojen ja tutkimusvaltuuskunnan toimintakertomukset vuodelta 1989	63
Uusia jäseniä — Nya medlemmar	66
Uutta jäsenistä — Nytt om medlemmarna	66
Suoritettuja tutkintoja — Avlagda examina	66
Petter Forsström-pris, jakotilaisuus	71
Marjatta Virkkunen: Suomalainen kivi	71
Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1989	72
VMY-BMF r.y.:n jäsenrekisterin henkilötietojen tarkastuslomake	74



Kansikuva: Kutemajärven kultaesiintymän sijanti.

Cover: Location of the Kutemajärvi gold-deposit.

**VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS
16.3.1990**

DI, KTK Pertti Voutilainen 90-4211
puheenjohtaja
Outokumpu Oy
PL 280
02101 ESPOO

Prof. Raimo Matikainen 90-4511
varapuheenjohtaja
Teknillinen korkeakoulu
Materiaali- ja kallioteekniikan laitos
Vuorimiehentie 2
02150 ESPOO

DI Veijo Vartiainen 931-2414111
Oy Tampella Ab
Tamrock
PL 279
33101 TAMPERE

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

DI Esko Ulvelin 90-61671
Teknillinen tarkastuskeskus
PL 204
00181 HELSINKI

Prof. Heikki Papunen 921-6335480
Turun Yliopisto
Geologian laitos
20500 TURKU

Johtaja Raimo Rantanen 939-358111
Outokumpu Harjavalta Metals Oy
29200 HARJAVALTA

Johtaja Jan Owren 912-4511
Oy Lohja Ab
08700 VIRKKALA

DI Lauri Siirama 971-400111
Kemira Oy
Siilinjärven tehtaata ja kaivos
PL 20
71801 SIILINJÄRVI

DI Ismo Suominen 916-24480
Kartanonatie 6 A
30100 FORSSA 10

DI Timo Väänttilä 973-5561
Outokumpu Mining Services
83500 OUTOKUMPU

Yhdistyksen sihteeri:
I DI Erkki Pimiä 90-4211
Outokumpu Mining Oy Fax 90-4522273
PL 87
02201 ESPOO

II DI Martti Järvenpää 917-1502528
Rautaruukki Oy Fax 917-1502355
Ohutlevyryhmä
13300 HÄMEENLINNA

Yhdistyksen rahastonhoitaja:
LuK Marjatta Parkkinen 90-4212442
Outokumpu Oy Fax 90-4213888
PL 280
02101 ESPOO

Geologijaosto
FL Elias Ekdahl, puh.joht. 971-205111
Geologian tutkimuskeskus
PL 1237
70701 KUOPIO

FK Sirkku Halonen, siht. 90-46931
Geologian tutkimuskeskus
Betonimiehenkuja 4
02150 ESPOO

Kaivosjaosto
DI Kimmo Kekki, puh.joht. 957-254151
Ruskealan Marmorin Oy
57100 SAVONLINNA

DI, KTM Antti Pihko, siht. 957-381371
Outokumpu Finnmimes Oy
Enonkosken kaivos
58160 KARVILA

Metallurgijaosto
DI Matti Ketolainen, puh.joht. 982-302434
Rautaruukki Oy
Raahen terästehdas
PL 93
92101 RAAHE

Ins. Eero Parviainen, siht. 982-302355
Rautaruukki Oy
Raahen terästehdas
PL 93
92101 RAAHE

Rikastus- ja prosessiteekniikan jaosto
Prof. Kari Heiskanen, puh.joht. 90-4512789
Teknillinen korkeakoulu
Mineraali- ja kallioteekniikan laboratorio
Vuorimiehentie 2
02150 ESPOO

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

Tutkimusvaltuuskunta
Johtaja Tom Bröckl, puh.joht. 921-742111
Oy Partek Ab
21600 PARAINEN

Geologinen toimikunta:
Prof. Heikki Niini, puh.joht. 90-4511
Teknillinen korkeakoulu
Materiaali- ja kallioteekniikan laitos
02150 ESPOO

Kaivosteknillinen toimikunta:
DI Pekka Lappalainen, puh.joht. 990-46-980-71000
Viscaria AB
S-98186 KIRUNA
Sverige

Rikastusteknillinen toimikunta:
DI Jarmo Aaltonen, puh.joht. 971-400111
Kemira Oy
Siilinjärven tehtaata ja kaivos
PL 20
71801 SIILINJÄRVI

Tutkimusvaltuuskunnan ja sen toimikuntien
sihteeri:
FT Jyrki Parkkinen 90-46931
Geologian tutkimuskeskus Fax 90-462205
Betonimiehenkuja 4
02150 ESPOO

Puheenjohtajan katsaus Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksessa 16.3.1990

Pääjohtaja Pertti Voutilainen, Outokumpu Oy

Lyhennelmä esitelmästä

YLEISTÄ

Hyvä kehitys vuoriteollisuudessa jatkui vielä vuonna 1989. Perusmetalliteollisuuden suhdannehuippu ajoittui vuoden alkupuoliskolle, minkä jälkeen markkinatilanne vuoden loppua kohti heikkeni. Korkeasuhdanne jatkui viime vuonna myös rakennusaine- ja pape-riteollisuuksissa, joten näitäkin teollisuudenaloja palveleva vuoriteollisuus sai nauttia hyvästä markkinatilanteesta.

Vuoriteollisuusyritysten taloudellinen tulos on parina viime vuonna ollut hyvä. Yritysten taloudellinen asema on tämän ansios- ta merkittävästi vahvistunut ja edesspäin väistämättä odottavat huonommat ajat voidaan kohdata vahvistetu- in voimin.

KULUTUS

Perusmetallien kulutus kehittyi viime vuonna länsimaailmassa seuraavasti. Nämä kuten tässä myöhemminkin esitettävät tilastotiedot ovat alustavia.

- Teräksen kulutus kasvoi 2,0 %. Ruostumattoman teräksen kulutus aleni noin 3 %. Yleisesti voidaan todeta, että teräs materiaalina on vahvistanut asemiaan ja on oikeutettua puhua teräksen uudesta tulemisesta. Vuonna 1989 kulutettiin maailmassa enemmän terästä kuin koskaan aikaisemmin (790 miljoonaa tonnia).
- Kuparin kulutus kasvoi 2,0 %.
- Sinkin kulutus laski 0,1 %.
- Nikkelin kulutus laski peräti 5,0 %.
- Lyijyn kulutus kasvoi 1,5 % ja
- Alumiinin kulutus laski 0,2 %.

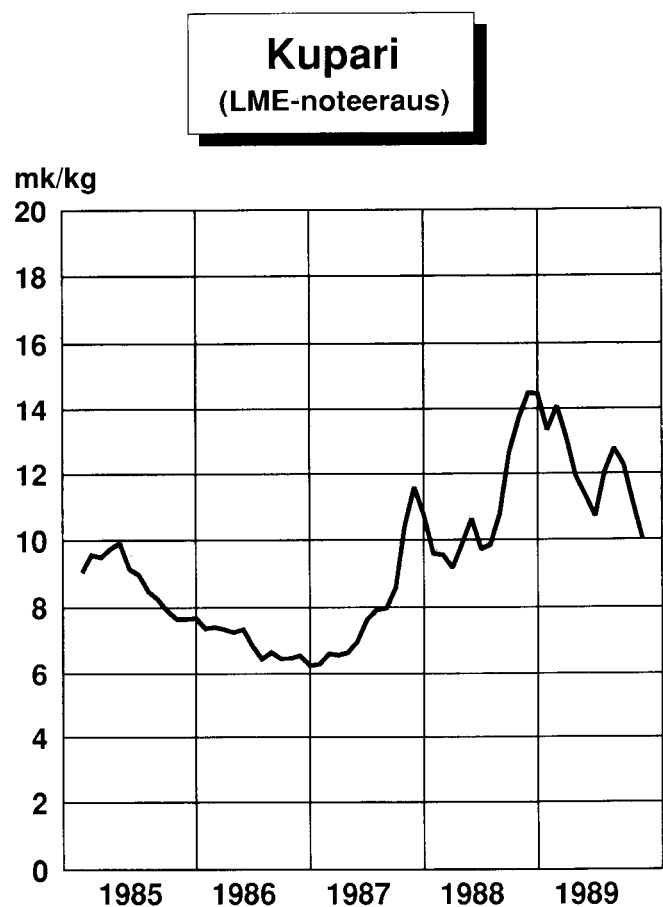
Hämmästyttäessä tässä taulukossa saattaa herättää nikkelin kulutuksen lasku, koska alkuvuodesta kysyntä oli niin hyvä, että ajoittain puhuttiin nikkelpulasta. Loppuvuoden kysynnän raju lasku kuitenkin pudotti kokonaiskulutuksen näin alas. Taustavaikuttajana tässä tietenkin on ruostumattoman teräksen kulutuksen lasku.

Sementtiä kulutettiin Suomessa vuonna 1989 1.878.000 tonnia, mikä on peräti 16 % enemmän kuin edellisenä vuonna. Tuonnilla katettiin tästä 12,7 %, mikä tarkoittaa tuonnin määrän kasvua noin kolmanneksella. Sementtiteollisuutemme ylikapasiteetti yhdistetty- nä tuonnin vaikutuksiin johti Kolarin sementtitehtaan toiminnan lopettamiseen, mikä tietenkin alan ammattilaisille oli ikävä asia.

Talkkia kulutettiin vuonna 1989 noin 5 % enemmän kuin edellisenä vuonna.

HINNAT

Suhdanteiden kääntyessä laskuun laskivat myös ns. värimetallien



Kuva 1. Kuparin hintakehitys (LME-noteeraukset).
Fig. 1. Price development of copper (LME Quotation).

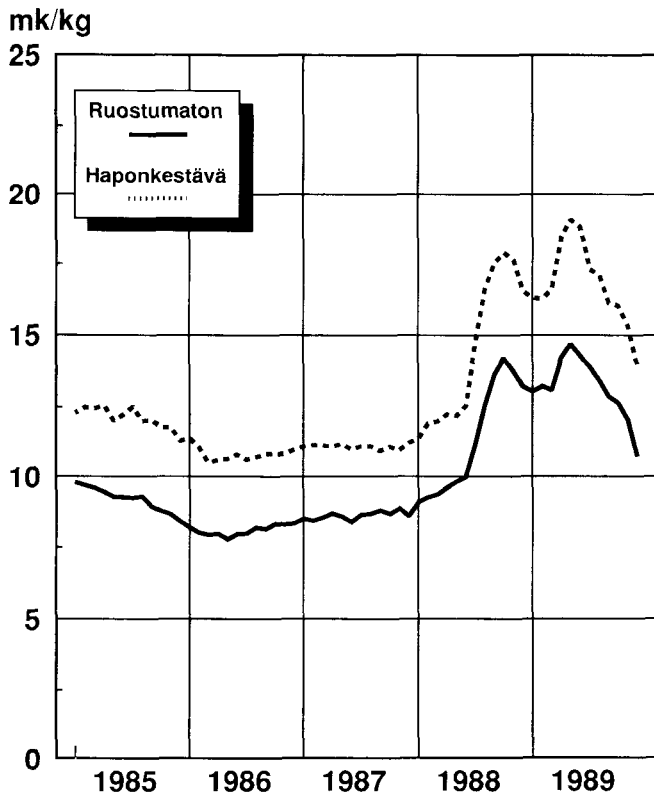
hinnot vuoden loppupuolella. Vuoden keskihinnat olivat kuitenkin selvästi pitkäaikaisten keskiarvohintojen yläpuolella.

Kuparin hinta Lontoon metallipörssissä oli vuonna 1989 12,23 markkaa/kg oltuaan vuonna 1988 10,89 markkaa/kg. Keskihinta nousi 12,3 %.

Sinkin hinta vuonna 1989 oli 7,38 markkaa/kg, mikä ylitti peräti 42 %:lla vuoden 1988 keskihinnan 5,21 markkaa/kg.

Nikkelin hinta koki vuonna 1989 yhtä dramaattisen muutoksen kuin edellisenäkin vuonna. Suunta vain oli nyt päinvastainen. Vuoden 1989 keskihinta oli 56,54 markkaa/kg oltuaan 57,76 markkaa/kg vuonna 1988. Muutoksen voimakkuutta kuvaa keski-

Teräs



Kuva 2. Ruostumattoman ja haponkestävän teräksen hintakehitys.
Fig. 2. Price development of stainless — and acid resistant ... steel.

hintoja paremmin ero vuoden alun ja lopun hinnoissa. Vuoden 1989 lopussa hinta oli vajaa 40 % vuoden alun hinnasta.

Ruostumattoman teräksen hinta on suuresti riippuvainen nikkelin hinnasta. Vuoden 1989 alun tasosta hinta laski vuoden loppuun noin 18 %.

Rautaruukin kvarttotelevyn hinta vakiintui vuonna 1989 noin 1900 markan tasolle tonnia kohti. Kaksi vuotta jatkuneen nousun loppuminen lienee tulkittavissa suhdannemuutoksista johtuvaksi.

TUOTANTO

Malmin ja muiden hyötykivien yhteenlaskettu louhinta Suomessa aleni vuonna 1989 1 %.

Suomalaisen malmikaivostoiminnan ehkä tähän asti merkittävin luku päättyi, kun Keretin kaivos Outokummussa viime kesänä lopetti toimintansa. Tuskin syyllistyn minkään muun merkittävän toiminnan aliarvioimiseen kun väitän, että Outokummun malmi ja sen varaan rakennettu jalostusketju ovat muodostaneet sekä henkisen että aineellisen selkärangan suomalaisen vuoriteollisuuden kehitykselle tällä vuosisadalla. Sellaisen toiminnan päättyminen on vuorimiehille raskas asia, mutta kaivostoiminnan luonteeseen kuuluu, että hyväkin malmi joskus ehtyy. Parasta lienee suhtautua asiaan niin, että suuri ja tärkeä projekti on nyt loppuunsaatettu ja meillä on täysi syy osoittaa kiitollisuuttamme niille monille vuorimieskupoilville, jotka 80 vuoden aikana ovat tehneet Outokummun malmin hyödyntämisen mahdolliseksi.

Malmikaivosten malminlouhinta aleni lähes 10 %. Se selittyy lähinnä Keretin poisjäännillä ja jo edellisenä vuonna toteutetulla Rautuvaaran kaivoksen sulkemisella.

Metallurgisten tehtaiden tuotannosta on viime vuodelta pääasiassa hyvää kerrottavaa.

Teräksen tuotantokapasiteetti oli täydessä käytössä lukuunottamatta Tornion jaloterästuotantoa, jota sulaton saneerausprojektin loppuunsaattaminen rajoitti.

Merkittävin negatiivinen asia metallien tuotannossa oli Harjavallassa tapahtunut räjähdys happitehtaalla. Se pysäytti nikkelin sulatuksen kokonaan useiksi viikoiksi ja pakotti jonkin aikaa rajoittamaan myös kuparin sulatusta.

Mineraalituotannossa vuosi 1989 oli hyvä vuosi. Merkittävin negatiivinen muutos edelliseen vuoteen verrattuna oli kvartsiuotannon lasku. Positiivisena asiana on mainittava wollastoniittituotannon iso kasvu, vaikka absoluuttiset tonnimäärät ovatkin pieniä. Tälle tuotteelle on olemassa kasvavat markkinat. Lähes kolmanneksen kasvu sementin tuotannossa on merkittävä positiivinen asia tässä teollisuudessa, vaikka iloa hämmäntääkin aikaisemmin mainittu Kolarin tehtaan sulkeminen.

Hyvä markkinatilanne näkyi muokattujen metallituotteiden tuotannossa. Lähes kaikissa tuotteissa ylitettiin edellisen vuoden tuotanto. Luvuista on luettavissa, että perusmetalliteollisuutemme jalostusaste on edelleen noussut.

ULKOMAAN TUOTANTO

Edellä olen käsitellyt vain kotimaista tuotantoa. Suomalaisen vuoriteollisuusyritysten koko toiminnasta se antaa puutteellisen kuvan jo tänään, mutta yhä enemmän tulevaisuudessa. Menemättä tarkemmin ulkomaisiin tuotantolukuihin kerron vain esimerkiksi, että — Rautaruukin putkituotannosta viime vuonna 30 % tapahtui Suomen ulkopuolella, — Outokummun kaivosteollisuuslaitoksen kokonaislouhinnasta tasan puolet tapahtui Suomen ulkopuolella, ja — Outokummun kuparituotteiden valmistuksesta noin 3/4 tapahtui Suomen ulkopuolella.

INVESTOINNIT

Suomalaisen vuoriteollisuuden investointiaktiiviteetti oli vuonna 1989 korkea.

Imatran terästehtaan kehitysohjelmaan kuuluvat investoinnit valmistuivat. Koko vuoden ajan olivat sisäänojovaiheessa senkkauuni ja jatkuvalulaitos. Kesällä aloitti toimintansa uusi tankovalssausmo.

Rautaruukin merkittävimmät investoinnit kohdistuivat teräksen jatkojalostuskapasiteetin hankkimiseen pohjoismaissa ja Saksassa sekä tuotannon tehostamiseen ja monipuolistamiseen Suomessa.

Outokummun merkittävin kotimainen investointikohde oli Tornio, jossa saatiin päätökseen terässulaton saneeraus sekä jatkettiin ferrokromituotannon ja jaloteräksen kylmävalssauskapasiteetin nostamiseen tähtäviä projekteja. Outokummun investointisuunnitelmien pääpaino on ulkomaisissa kohteissa. Ison kuparinmuokkaan osto Espanjassa sekä useat kaivoshankkeet Australiassa ja Chilessä ovat olleet merkittävimpiä kohteita.

Mineraalituotannon puolella ansaitsevat maininnan useat hankkeet, joiden tavoitteena on kehittää uusia entistä erikoistuneempia tuotteita esim. paperi- ja keraamisen teollisuuden tarpeisiin.

MALMINETSINTÄ

Malminetsintätoiminta on jatkunut entisten suuntaviivojen mukaan. Valitettavasti ei viime vuosikaan vielä voinut todistaa suurta läpimurtoa uuden suuren kaivospäätöksen muodossa. Muistan vuosi sitten tässä yhteydessä ennustelleeni, että voisimme nyt toivottaa Kemiralle onnea Soklin kaivoshankkeessa. Valitettavasti Soklin hyväksikäyttämättömyydestä tehty perusteellinen selvitys kuitenkin osoitti, että hankkeen kannattavuus on hyvin marginaalinen ja siihen liittyy isoja riskejä, josta syystä Kemira päätti toistaiseksi panna hankkeen jäihin.

Geologian tutkimuskeskuksen merkittävin malminetsintäkohde on ollut Virtasalmen kaoliinialue. Tutkimusraportti on luovutettu

kauppa- ja teollisuusministeriölle, ja mahdollisen kaivostoiminnan aloittamista selvitetään nyt vuoriteollisuusyrityksissä.

Outokummun malminetsintäohjelman suomalaiset pääkohteet ovat olleet

- nikkeli- ja kuparimalmien etsintäohjelma Etelä- ja Itä-Suomessa,
- massiivisten sulfidimalmien etsintä Pyhäsalmen alueella.
- kulta-kuparimalmien etsintä Länsi- ja Keski-Lapissa sekä
- platinametallien etsintä Pohjois-Suomessa.

Viime vuonna alkoi Suomessa pitkästä ajasta ulkomaiseen rahoitukseen perustuva malminetsintätoiminta. Meidän on syytä toivottaa tämänlainen toiminta tervetulleeksi ja toivottaa sille onnea.

TEKNOLOGIAN MYYNTI

Suomalainen vuoriteollisuusteknologia on viime vuonnakin menestynyt maailmalla. Outokummun ja Rautaruukin teknologiatoiminnot ovat kasvaneet ja vallanneet markkinoita.

Erityisen ilahduttavaa on ollut suomalaisten konevalmistajien menestys. Rauma-Repolan murskainbisneksen ja Tamrockin toiminnan laajentaminen on luonut kaksi oman alansa johtavaa konevalmistajaa, joista voimme olla ylpeitä.

TULEVAISUUS

Kuten edelläkerrotusta on voinut päätellä, vuoriteollisuudellamme on viime aikoina mennyt hyvin. Tosiasia on, että tämä katsaus ei voine vuoden kuluttua olla yhtä positiivinen. Suhdanteet ovat muuttuneet huonommiksi ja joudumme lähitulevaisuudessa tienaamaan leipämme ankarammin taistellen kuin parina viime vuotena.

Suomalaisella vuoriteollisuudella on kuitenkin ymmärtääkseni asiat hyvin kunnossa. Olemme investoineet paljon pitääksemme yllä kilpailukykyämme, joten voimme suhtautua tulevaisuuteen var-

sin luottavaisesti. Lähiajan pahimmat peikot ovat yleisen talouskehityksen puolella. Ellei kustannuskehitystä Suomessa saada kuriin, hinnoitellemme itsemme ulos kilpailusta. Ja kun kaikki yhä suu-remmassa ja suuremmassa määrin elämme viennistä, emme kauan kestä yliarvostetun markan epäedullista vaikutusta kilpailukykyymme.

Pitemmän ajan uhkatekijöistä merkittävimpinä pidän ympäristö-
tavoitteiden kiristymistä, energian kallistumista ja työvoimapulaa.

Ympäristöasioista puhuimme täällä vuosi sitten. Julkinen keskustelu siitä asiasta on sen jälkeen vilkastunut. Kaikkien on varmasti syytä olla huolissaan yhteisen maapallomme ekologisen tilan huononemisesta. Mutta hysteriaan ja hätäisiin ratkaisuihin emme saisi ajautua.

Energiapolitiikka nousee ympäristökysymysten ohella pian käynnistyvän vaalikamppailun pääasiaksi. Vuoriteollisuudelle on elämän ja kuoleman kysymys, paljonko sähkö Suomessa tulevaisuudessa maksaa. Me voimme vain toivoa, että poliittisilla päättäjiillä on viisautta säilyttää Suomen tähänastinen linja, jossa monipuolisella sähköntuotantorakenteella turvataan kilpailukykyinen hinta.

Nyt alkavien vuorimiespäivien pääteema on työvoimakysymyksissä. Mistä tekijät teräkselle ja muille metalleille sekä mineraaleille tulevaisuudessa? Alamme arvostus nuorten keskuudessa on jo pitkään ollut huono. Siihen voimme toki itsekin yrittää vaikuttaa ja onhan alan teollisuuskin yrittänyt vaikuttaa. Mutta ongelman syyt ovat syvemmällä. Insinöörejä ei tule korkeakouluista tarpeeksi, koska matemaattisia aineita ei riittävästi lueta kouluissa. Eikä näitä aineita voi lukeakaan, kun kouluissa ei ole näiden aineiden päteviä opettajia eikä heitä ole lähiaikoina tulossakaan päätellen näitä aineita opiskelevien lukumäärästä yliopistossa. Olemme siis ajautumassa insinööripulaan sen lisäksi että me todennäköisesti joudumme kärsimään työvoimapulasta kaikilla muillakin tasoilla organisaatiossa. Siinä meille ongelmaa kerrakseen pohdittavaksi täksi päiväksi.

SUMMARY

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

Review by the Chairman, Mr. Pertti Voutilainen

The favourable development in the mining industry continued in 1989. The base metals industry's boom peaked in the first half of the year, after which the market situation weakened toward the end of the year. The boom of the economic cycle continued in the building materials and paper industries, too.

When the economic cycle turned downwards, also the prices of the so-called colour metals fell during the second half of the year. The average prices for the year were, however, clearly above the long-term average prices.

The total excavation of ore and other utility minerals decreased by 1 % in 1989.

Perhaps the most remarkable period in the Finnish ore mining industry came to an end, when the operations at Keretti Mine in Outokumpu ended last summer. The excavation activities of the ore mines decreased by nearly 10 %, mainly because of the ending of the Keretti Mine and the closing of the Rautuvaara Mine in the previous year.

The production at the metallurgical plants was mostly favourable last year. The most negative occurrence was an explosion at the Harjavalta oxygen plant, interrupting nickel production for many weeks and temporarily limiting production at the copper

smelter, too.

The year 1989 was a good year for mineral production. The most negative change compared to the previous year was the decrease in the quartz production. The market situation was good also in the production of semi-finished metal products. The production of nearly all products was larger than that of the year 1988.

The investment level of the Finnish mining industry was high in 1989. The investments at the Imatra steel works were completed. The most remarkable investments of Rautaruukki were directed to acquiring increased capacity for further refining of steel in the Nordic countries and Germany as well as increasing and diversification of the production in Finland.

Outokumpu's most significant investment target was Tornio, where the steel melting shop's modernization was completed and the projects for increasing the capacity of the ferrochrome production and the cold rolling mill plant were continued. The main emphasis of Outokumpu's investment plans is on foreign targets. The acquisition of a big semi-finished copper producer in Spain and many mine projects in Australia and Chile have been the most significant targets.

Terästeollisuuden kehitys ja henkilöstö

Toimitusjohtaja Mikko Kivimäki, Rautaruukki Oy

Esitelmä Vuorimiespäivillä 16.3.1990

Pyrin seuraavassa kuvaamaan suomalaisen terästeollisuuden kehitystä 1960-luvulta 1990-luvulle henkilöstökysymysten valossa ja lyhyesti hahmottelemaan sen tulevaisuuden näkökohtia. Tarkastelukulmani on rautaruukkikeskeinen, tuottaahan Rautaruukki enemmän kuin neljä viidettä osaa Suomen teräksestä.

1960-LUKU: TEOLLISEN INFRASTRUKTUURIN RAKENTAMINEN

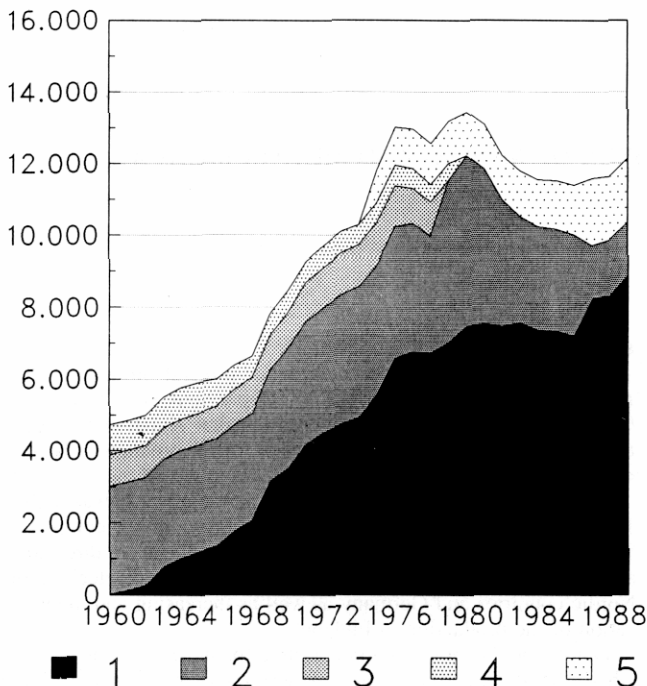
1960-luvulle tultaessa Suomi oli vaatimaton teräksen tuottaja. Imatralla tehtiin sähköterästä, Taalintehtaalla ja Fiskarsissa oli Siemens-Martin uunit. Kaikki teräs tehtiin romusta. Tuotannon määrä oli vajaat 300 000 tonnia vuodessa.

Rautaruukki Oy perustettiin 18.3.1960. Sekä yhtiön perustamisesta, sen tuotannon laajuudesta että tehtaitten sijoituspaikasta käytiin tuolloin kovaakin julkista keskustelua. Työllisyysistä ja osaksi myös Pohjois-Suomen rautamalmien takia tehtaan rakennuspaikaksi tuli Raaha tai oikeammin silloin vielä itsenäinen Saloisten kunta.



Rautaruukki Oy:n toimitusjohtaja Mikko Kivimäki pitämässä esitelmäänsä Vuorimiespäivillä 16.3.1990.

The managing director of the Rautaruukki Oy Mikko Kivimäki lecturing in The Finnish Mining and Metallurgical Meeting 16.3.1990.



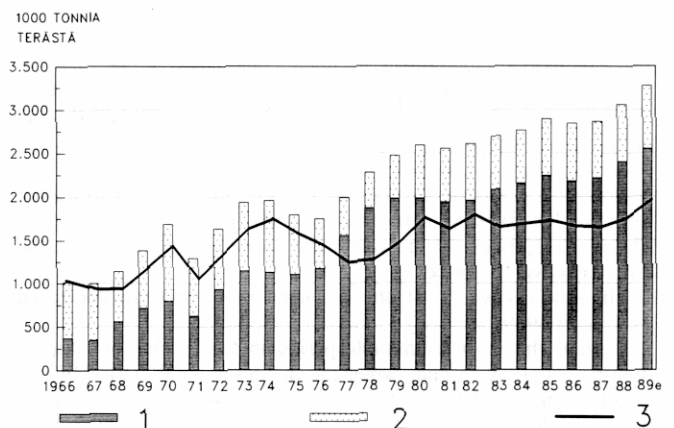
Kuva 1. Terästeollisuuden henkilöstö.

1 Rautaruukki, 2 Ovako, 3 Wärtsilä Taalintehtas, 4 Fiskars Åminnefors, 5 Outokumpu, terästeollisuus.

Fig. 1. Employees in Finnish Steel Industry.

1 Rautaruukki Group, 2 Ovako Finland, 3 Wärtsilä Dalsbruk Works, 4 Fiskars Åminnefors Works, 5 Outokumpu Steel.

Ensimmäinen masuuni valmistui 1964. Sen teknologiset laitteet toimitettiin Neuvostoliitosta. Neuvostoliittolaiset antoivat myös peruskoulutuksen. Sitä varten neljä insinööriä ja 10 työnjohtajaa oli puolen vuoden komennuksella Zaporozhen terästehtaalla. Tuotannon alkaessa neuvostoliittolaiset asiantuntijat olivat varmistamassa käyntiinlähtöä.



LAHDE: SUOMEN TERÄKSEN JA METALLIN TUOTTAJIEN YHDISTYS

Kuva 2. Valssausuutokset Suomessa 1966-1989.

1 Tuotanto, 2 Tuonti, 3 Kulutus.

Fig. 2. Steel in Finland, in 1000 tons of rolled steel products.
1 Production, 2 Import, 3 Consumption.

Aivan samoin meneteltiin myöhemmin Englannista hankitun valssaamon kanssa: oppi saatiin Englannista, osin tekemällä opintomatkoja, osin sieltä tulleiden käyttömiesten ja työnopastajien avulla.

Jo tehtaan rakentamisen alkuvaiheessa, vuonna 1962, Raahen tehtaalle perustettiin konepajakoulu. Se antoi alkuaikoina enimmäkseen tavanomaista metalli- ja sähköalojen ammattikoulutusta, lähinnä kunnossapittoa ja sitä lähellä oleviin tehtäviin. Myöhemmin opetusohjelmaan liitettiin myös vaativiin käyttötehtäviin valmentavien prosessiammattien opetus. Varsinaiseksi käyttötyöntekijöiden koulutusmuodoksi vakiintui systemaattinen työnopastus. Kun siihen liittyi suunniteltu tehtäväkierto, oli mahdollista luoda ammattimieskunta, joka hallitsi monipuolisesti tuotannon eri tehtävät.

Siirtyminen maatalousyhteiskunnasta teollisuuteen ei ollut helppo. Kysymys ei ollut vain ammattitaidosta, vaan itse työn teosta. Hyvin monille prosessiteollisuuden valvomotyöskentely ei ollut "oikeaa" työtä, siitä puuttui "tekemisen" maku; kuitenkin sidonnaisuus paikkaan ja aikaan oli suuri.

Teknisen infrastruktuurin lisäksi oli rakennettava tarpeellinen sosiaalinen ympäristö. Vuonna 1961 perustettiin Raahen ja Saloisten seudun asuntosäätiö hoitamaan asuntokysymystä. Asuntosäätiön kautta Rautaruukista tuli vuosien mittaan merkittävä asuntojen rakentaja.

Yhtiö joutui olemaan mukana monessa paikallisessa hankkeessa kotiteollisuuskoulusta uimahalliin ja usein tuntui siltä, että Rautaruukki oli alueen neljäs kunta, jonka vastuulla olivat muualta paikakunnalle muuttaneet.

1970—LUKU: KASVUSTA ENERGIAKRIISIIN

1970-luvun alku oli terästeollisuudessa voimakkaan kasvun aikaa. Rautaruukki aloitti tuolloin "Ohjelma 1 500 000" toteuttamisen, mikä tarkoitti terästuotannon kaksinkertaistamista, Raahen nauha-valssaamon ja Hämeenlinnan kylmävalssaamon rakentamista. Viimeksimainitusta on asteittain kehittynyt lähes kahden miljardin markan liikevaihdon omaava teollisuusryhmä, jolla on tuotantoa myös muualla Suomessa ja ulkomailla. — Outokumpu Oy rakensi jaloterästehtaan Tornioon.

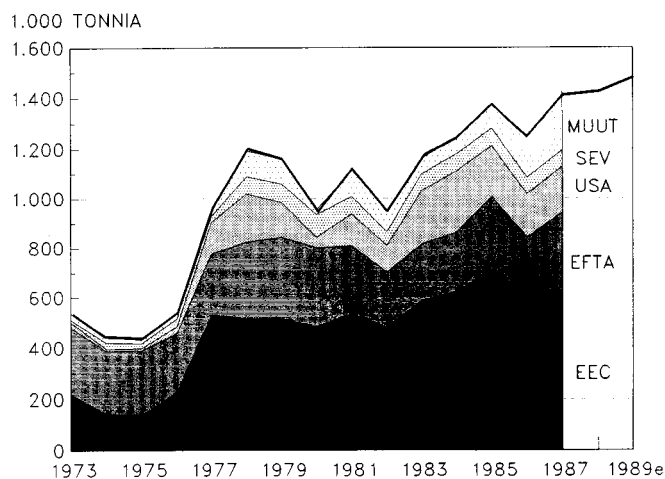
1970-luvun puolivälin suuri tapahtuma oli öljykriisi, joka vaikutti voimakkaasti terästeollisuuteen. Kuten tiedämme, teräksen kulutuksen kasvu pysähtyi useaksi vuodeksi, jonka vuoksi Eurooppaan syntyi ylikapasiteettia.

Rautaruukin Ohjelma 1 500 000 valmistui pahimmilleen öljykriisin jälkeen vuonna 1977. Tämä oli taloudellisesti erittäin vaikeata aikaa. Tuotannon kaksinkertaistaminen oli välttämätöntä taloudellisesti riittävän tuotantovolyymien saavuttamiseksi, mutta sen markkinointi edellytti suuria ponnisteluja ja kilpailukyvyyn kehittämistä.

1970-luvun alku oli työmarkkinoilla levotonta aikaa. Silloin sisäiset jännitteet purkautuivat monina työtaisteluina, joista metallin 7-viikkoinen lakko oli pahin. Näihin pyrittiin vastaamaan kehittämällä ja tehostamalla työsuhteita hoitoa.

Vuonna 1971 Rautaruukissa aloitti toimintansa yhteistyöryhmä, jossa olivat mukana johdon ja henkilöstön edustajat eri toimipaikoilta ja kaikista henkilöstöryhmistä. Sen tärkein merkitys oli ja on edelleen yrityksen johdon ja keskeisten luottamushenkilöiden välinen avoin informaatio- ja keskusteluyhteys, jolla on ollut voimakas vaikutus yritysmuutosten asenteiden vahvistumiseen. Yritysdemokratiaa kehitettiin myös muilla tavoilla, joten vuonna 1979 voimaantullut yhteistoimintalaki ei tuonut paljoa uutta Rautaruukin toimintaan.

Periaatteiltaan yhteistoimintalaki on edelleen hyvä, mutta edellyttää yrityksen johdolta ja esimieskunnalta aktiivisuutta ja toimimista lain hengen mukaan, ei vain sen kirjaimen täyttämistä. Yhteistoimintalaki antoi henkilöstölle päätävävaltaa koulutusta ja sosiaalasioista koskevissa kysymyksissä. Ongelmana on ehkä koet-



Kuva 3. Teräksen vienti eri maaryhmiin.
Fig. 3. Finnish steel export in 1000 tons.

tu, että tällä tavoin ohjattiin henkilöstön mielenkiinnon painopistettä työstä ja työympäristön kehittämiseen vapaa-ajan toimintojen kehittämiseen.

1980-LUKU: RAKENNEMUUTOKSEN KAUSI

1970-luvun loppu ja 1980-luku merkitsivät koko maailman terästeollisuudessa voimallista saneerausta. Satoja tuhansia työpaikkoja hävisi perinteisissä terästuotantomaissa. Alan ulkopuolella puhuttiin jo tuhoon tuomitusta savupiipputeollisuudesta.

Toisin kuitenkin kävi. Tehtaita modernisoitiin, uutta teknologiaa alettiin käyttää ja toimintaa tehostettiin. Luottamus teräksen palautui. Ala on tervehtynyt, ylikapasiteetti on poistunut, teräsyhtiöiden toiminnan kannattavuus on parantunut ja taloudellinen asema vahvistunut. Tärkeintä on, että teräs on materiaalina vahvistanut markkina-asemiaan.

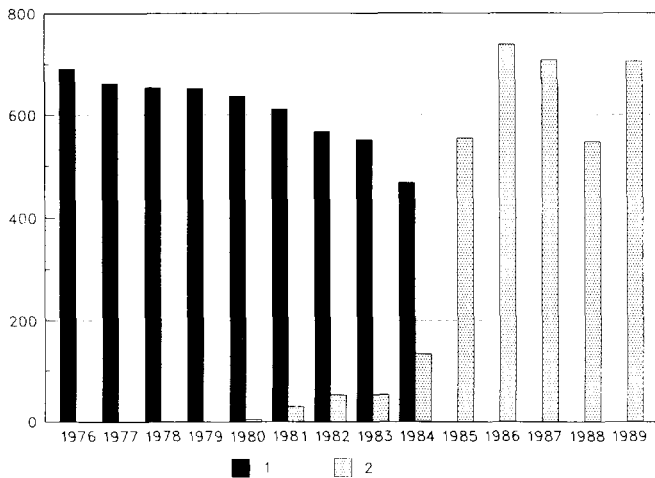
Suomen terästeollisuutta ja Rautaruukkia suuret muutokset eivät ole ravistelleet niin rajusti kuin terästeollisuutta yleensä. Tuotanto on jatkunut häiriöttä ja henkilöstön työllisyys on ollut turvattua. Työpaikkojen väheneminen on ollut pientä ja hallittua; supistuvasta alkutuotannosta vapautuneille on korvaavat työpaikat voitu osoittaa teräksen kehittyvän jatkojalostuksen piiristä.

Toisin kuin useimmat ulkomaiset kilpailijansa, terästeollisuutemme ei ole saanut eikä tarvinnut toimintaansa valtion subventiota, vaan on tullut toimeen omillaan. Se on kokonaisuutena säilyttänyt ja vahvistanut kilpailuasemia ja toiminut muutosten edellyttämällä tavalla.

Rakennemuutos kosketti toki Suomeakin. Rakenteellisia järjestelyjä tehtiin jo 1970-luvun puolella; vuonna 1979 Taalintehdas ja Fiskarsin terästuotanto yhdistettiin Ovakoon. 1986 syntyi pohjoismainen Ovako Steel suomalaisen Ovakon ja ruotsalaisen SKF Steelin yhteenliittymästä. Ovakosta irrotettiin Koverhar, Dalsbruk ja Åminnefors, joista muodostettiin Dalsbruk Oy Ab, jonka pääomistajaksi tuli Rautaruukki Oy.

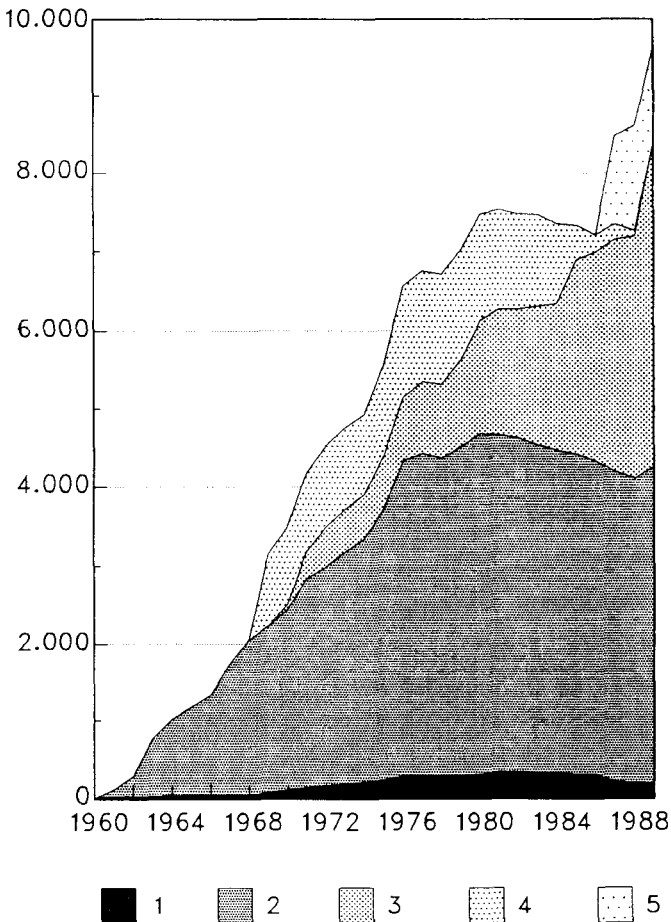
Rautaruukki aloitti 1970-luvulla voimakkaan panostuksen putki- ja sittemmin avoprofiilituotantoon. Hämeenlinnan tehtaan naapurin rakennetun pienen putkitehtaan ostaminen oli sen alku. Tehtaan tuotantokapasiteetti oli vajaat kymmenen tuhatta tonnia. Nyt Rautaruukin putki- ja profiilituotanto, jota on neljässä maassa, nousee lähelle puolta miljoonaa tonnia ja yltää puoleentoista miljardin markan liikevaihtoon.

1980-luvun alku merkitsi Rautaruukille tappiollisesta kaivostoi- minnasta ja malminetsinnästä luopumista. Kun samanaikaisesti nähtiin, että Rautaruukki voi tuotannossaan edetä uusille aloille, tarjosi vaunutehtaiden rakentaminen Otanmäkeen ja Taivalkoskelle mahdollisuuden siirtä kaivostoiminnasta konepajatoimintaan.



Kuva 4. Kaivostyöstä vaunun rakentajaksi.
1 Kaivostyötä tekeviä, 2 Konepajatyötä tekeviä.
Fig. 4. From miners to factory workers.
1 Employees in mining, 2 in manufacture.

Siirtyminen kaivostyöstä konepajateollisuuteen ei ollut helppoa. Kaikki tarvitsivat koulutusta, joka oli toteutettava kaivosten ollessa vielä käynnissä ja uusia tehtaita rakennettaessa. Muutoksen onnistumiseen vaikutti merkittävä tavalla huolellinen suunnittelu ja toteutus ja toisaalta henkilöstön vahva motivaatio: halu näyttää, että me pystymme tähän.



Kuva 5. Rautaruukin henkilöstön kehittyminen.
1 Keskusjohto, 2 Raahen terästehdas, 3 Jatkojalostus, 4 Kaivostoiminta, 5 Pitkät terästuotteet.
Fig. 5. Employees in Rautaruukki Group.
1 HQ Staff, 2 Raahen Steel Works, 3 Other steel products and manufacturing, 4 Mining, 5 Dalsbruk Group (Long products).

Rautuvaaraan ei kaivoksen sulkeutuessa ollut mahdollista perustaa uutta toimintaa. Henkilöstön ja paikallisten työvoima- ja koulutusviranomaisten kanssa yhteisesti suunnitelluilla, ajoissa aloitettavilla toimenpiteillä oli mahdollista saada aikaa todellinen "hallittu rakennemuutos", joka ei johtanut sen enempää massamuuttoon paikkakunnalta kuin työttömyyden kasvuunkaan.

Kaikki edellä esitetty näkyy selvästi Rautaruukin henkilöstörakenteessa. Vuonna 1980 Rautaruukin henkilöstöstä oli kaksi kolmasosaa Raahessa, siis teki perusterästä, ja viidennes sijoittui jatkojalostukseen. Vuonna 1989 jatkojalostus oli henkilöstöltään jo Raahen suurempi. Kaivostoiminnan työpaikkojen väheneminen on pystytty korvaamaan uusilla toimintoilla.

Organisaation osalta kehitys on Rautaruukissa merkinnyt siirtymistä konserniorganisaatioon, jossa on viisi vahvaa teollisuusryhmää ja muutamia erillisiä tulosyksiköitä. Teollisuusryhmien itenäisyyttä on lisätty perustamalla niille omat hallitukset, joissa ovat mukana myös henkilöstön edustajat.

1980-luvun puolivälissä todettiin, että rakenteellisten muutosten ohella myös toimintatavat oli uusittava. Oli siirryttävä tuotantokeskeisyydestä asiakaskeskeisyyteen, oli panostettava laatuun ja palveluun. Muutokset olivat suuressa määrin ajattelutapaan, johtamiseen, toimintaan ja työmotivaatioon liittyviä.

1990-LUVUN HAASTEET: SUOMALAISET EUROOPPALAISEKSI

Kun tarkastelemme edessä olevaa 1990-lukua, on todettava, että terästeollisuus lähtee sille terveeltä pohjalta.

Suomen terästeollisuus toimii vahvasti kansainvälisillä markkinoilla. Sen tuotteet valmistetaan kansainvälisten normien ja standardien mukaan ja hinnat määräytyvät maailmanmarkkinahintojen mukaan. Näin ollen Euroopan yhdentymiskehitys ei näiltä osin merkitse Suomen terästeollisuudelle mitään radikaalia muutosta.

Koska teräsmarkkinamme ovat olleet hyvin avoimet tähänkin asti, yhdentymiskehitys tuskin parantaa kilpailijoittemme asemaa Suomessa, mikäli toimimme riittävän asiakaskeskeisesti. Vienti-markkinoilla se merkitsee kiristyvää kilpailua, mutta samalla kilpailukykyisille yrityksille toimintamahdollisuuksien laajenemista. Etabloitumalla Eurooppaan pystymme toimimaan siellä tehokkaammin kuin kilpailijamme Suomen markkinoilla.

Suomen terästeollisuuden kansainvälisyys on ainakin Rautaruukin osalta viime vuosiin asti ollut pääosaltaan vientikauppaa, osin yksinkertaista, osin hyvinkin vaativaa. Vasta viime vuosina olemme merkittävässä määrin päätyneet sijoittamaan tuotannon ja kaupan eri vaiheita ulkomaille, sinne, missä ne palvelevat kokonaisuutta parhaiten.

Kansainvälinen liiketoiminta, niinkuin kaikki muukin toiminta, vaatii osaavia ihmisiä. Kysymys ei ole siitä, että tarvitsisimme erityisiä kansainvälisiä ihmisiä, joiden parhaat avut ovat kielitaito ja tottumus liikkua eri puolilla maailmaa. Tarvitsemme ammattilaisia, joilla on syvälinen teräsalan ja sen liikkeenjohtoon, tuotannon, markkinoihin ja talousasioiden tuntemus. Tämän lisäksi heillä pitää olla riittävä kielitaito ja riittävästi tottumusta toimia ulkomailla vieraiden kulttuurien ja tapojen piirissä, eikä korrekki pukeutuminen varmaankaan ole haitaksi. Perusasia on kuitenkin oman alan osaaminen, muu tulee sen jälkeen.

Pätevistä ja aikaansaavista ihmisistä on aina pulaa, on tärkeää, että me aktiivisesti etsimme ja löydämme keskuudestamme ne, joilla on halua ja edellytyksiä toimia kansainvälisillä kentillä. Heitä on ehkä sittenkin enemmän kuin uskomme, kunhan tarjoamme tilaisuuksia ja valmennusta. Kokemukset Rautaruukin kansainvälistymiskoulutuksesta ovat varsin myönteisiä.

Nuorten kohdalla tilanne on toinen. Heille kansainvälistyminen on helpompaa. Se, mitä he tarvitsevat, on kokemus. On tärkeää, että he jo uran alkuvaiheissa kartuttavat ammatillista osaamistaan niin kotimaassa kuin ulkomailla.

Ammatillisen osaamisen jatkuvuudesta olemme olleet terästeol-

lisuudessa ja yleisestikin ottaen metallurgisessa teollisuudessa huolestuneita. Metallurgikoulutus on keskittynyt Helsinkiin Teknilliseen korkeakouluun. Kuitenkin alan teollisuus on pääasiallisesti Pohjois-Suomessa. Tämä on vaikeuttanut pätevien metallurgien saantia Pohjois-Suomeen. Teollisuus on korjannut asiaa tilapäisratkaisuin. Jälleen on aihetta todeta, kuinka tarpeellista olisi saada metallurgikoulutusta Oulun yliopiston tekniseen tiedekuntaan.

Suomen terästeollisuuden kilpailukyky on ratkaisevasti riippuvainen myös siitä, miten taloudellinen ja sosiaalinen kehitys Suomessa kulkee 1990-luvulla. Suurimpina uhkatekijöinä näen huonon kustannuskehityksen erityisesti työvoimakustannusten osalta ja työvoimapulan.

Sekä työvoimakustannusten nousua että työvoimapulaa voimme torjua kehittämällä voimakkaasti tuottavuutta. Se edellyttää investointeja, automaatioasteen edelleen nostamista, mutta myös hyvää yhteistoimintaa ja myönteistä suhtautumista yritysten henkilöstön taholta.

Nykyisin yhä useammat 50 vuotta täyttäneet pohdiskelevat keinoja, millä tavoin voisivat käyttää hyväkseen Suomen monimuotoisia eläkejärjestelmiä, ja siirtyä ennenaikaiselle eläkkeelle. Jo yksin työvoimapulan takia tämä ajattelutapa pitää saada muuttamaan. Meidän on kyettävä muokkaamaan työympäristö sekä fyysisesti että ihmissuhteitten osalta sellaiseksi, että ihmiset haluavat olla työssä normaaliin eläkeikään asti.

Toinen työvoiman kannalta keskeinen asia on uusien ihmisten saaminen terästeollisuuden palvelukseen. Tässäkin on kysymys teollisuuden työpaikkojen, työympäristön ja ammattien kehittämistä sellaisiksi, että ne kiinnostavat nykyajan yhä paremmin koulutettuja nuoria ihmisiä, jotka ovat hyvin selvillä merkityksestään työmarkkinoilla.

Terästeollisuudessa tapahtunut voimakas automaatiokehitys ja sen mukana tapahtunut työn luonteen vähittäinen muuttuminen perinteisestä tehdastyöstä kohti tietotekniikan avulla tapahtuvaa prosessien ohjausta antaa terästeollisuudelle hyvät mahdollisuudet työpaikkojen ja työolosuhteiden kehittämiseksi. Käsitteisen mukaan

meillä ensi vuosituhanella ei ole enää selviä työntekijätehtäviä eikä kolmenlaisia toimihenkilötehtäviä vaan kokonaan uusia ammatteja.

Muutokset ammateissa ja henkilöstöryhmissä tulevat vaikuttamaan varmasti myös työmarkkinakenttään, sen rakenteeseen ja toimintaan. Eräs kehityslinja on, että palkkakysymykset ja muut työehtoihin liittyvät asiat sovitaan tulevaisuudessa nykyistä enemmän yksikkö- ja tehdaskohtaisesti. Valtakunnalliset työehtosopimukset tulevat jäämään paljolti puitteita ja peruskysymyksiä säätelviksi.

Ihmisen perusluonteeseen kuuluu itsenäisyyden kaipuu, halu vaikuttaa omaan työhön ja työyhteisön toimintaan. Lisäämällä henkilöstön todellisia vaikutusmahdollisuuksia lisäämme työmotivaatiota, saamme käyttöömmä uusia henkisiä resursseja ja parannamme työn tuottavuutta, kilpailukykyä ja työn viihtyvyyttä.

Raha on ja pysyy hyvin tärkeänä rekrytointi- ja motivointitekijänä myös tulevaisuudessa. Henkilöstörahat ja niihin liittyvät voittopalkkiojärjestelmät tulevat olemaan merkittävä tapa jakaa yritysten tulosta niille, jotka ovat sen tehneet.

Teollisuuden laajalla rintamalla paneuduttava työvoimakysymyksiin, jotta välttäisimme työvoimapulan nousun lähitulevaisuuden vaikeimmaksi ongelmaksi. Jos emme näissä toimissa onnistu, on edessä merkittävä työvoiman tuonti, mikäli haluamme pitää teollisuuden tuotantovolyymin Suomessa edes ennallaan. Henkilökohtaisesti olen sitä mieltä, että teollisuutemme ja koko yhteiskuntamme edun mukaista olisi rakentaa myös tulevaisuutemme ensisijaisesti ammattitaitoisen suomalaisen työvoiman varaan. Toisaalta hallitulla vierastyövoiman käytöllä voi olla positiivisia, kansainvälistymiseen liittyviä vaikutuksia.

Suomen terästeollisuuden näkymät alkaneella 1990-luvulla ovat valoisat. Sen tekninen taso on korkea. Kuitenkin tärkein voimavaramme, josta kilpailukykyämme tulevaisuudessa riippuu, on ammattitaitoinen työhönsä motivoitunut henkilöstö. Tämän voimavaran oikea vaaliminen on ensisijaisen tärkeää.

SUMMARY

DEVELOPMENT OF THE FINNISH STEEL INDUSTRY AND ITS PERSONNEL

A short description of the development of the Finnish steel industry, especially Rautaruukki Oy, since 1960. The main emphasis is on the features connected to the people working in the industry.

During the last 3 decades the steel production in Finland has grown from 300 000 tons to 3 000 000 tons annually. Rautaruukki Oy produces over 80% of this. Its products include hot and cold rolled plates, sheets, coils, coated steels, pipes and tubes. Dalsbruk Oy Ab, member of the Rautaruukki Group, produces long products. Ovako Steel is special steel producer and Outokumpu Steel makes stainless steels.

The Finnish steel industry looks forward to 1990's confidently. It has strong position at home market and firm international standing.

One of the main problems is facing the high inflation together with a lack of young people coming to the industry. The obvious remedy is to develop more motivating working conditions and higher productivity in order to achieve more with less people. This

means more high technology, more automation and more training also for older people. The changing work habits and the new jobs, which cannot be classified into the traditional blue and white collar professions, must cause also changes in corresponding unions.

The steel industry needs talented people who are ready to work abroad. There is within the industry experienced professionals who have the will and the abilities but have not had opportunities to work abroad. With proper coaching they are a most useful resource for the industry. Young professionals should have opportunities to gain international competence working from the beginning of the career both at home and in foreign countries.

The future of the Finnish steel industry looks bright. Unified Europe is an opportunity for successful companies. Therefore for the Finnish steel industry the emerging EC and its free trade offers more potential than threats. However, it must take care of its best asset, the motivated and professionally capable people in order to be successful also in future.

Mistä tekijät teollisuuteen 1990-luvulla?

Puheenjohtaja Pertti Viinanen, SAK

Esitelmä Vuorimiespäivillä 16.3.1990

Viimeiset 15 vuotta olemme tottuneet pohtimaan keinoja työllisyyden parantamiseksi. Aina 1970-luvun puolivälin taloudellisesta taantumasta näihin päiviin saakka on työvoiman tarjonta selvästi ylittänyt kysynnän. Työttömyyden on kokenut vuosittain noin puolimiljoonaa suomalaista; keskimääräinen työttömyys on ollut 150.000 luokkaa.

Viimeisen runsaan vuoden aikana työttömyyteen on tullut selvästi uusi piirre. Puhutaan rakenteellisesta työttömyydestä. Samanaikaisesti kun avoimien työpaikkojen määrä on voimakkaasti lisääntynyt, noin kolminkertaistunut, työttömyys edelleenkin säilyy korkeana, noin 100.000 työttömän tasolla. Edelleenkin vaihtelua esiintyy vuodenaikasta riippuen, mutta muutos on selvä.

Avoimet työpaikat eivät kohtaa työttömiä. Työpaikat syntyvät paikkakunnilla, joissa työttömyys on pienintä ja tehtävissä, joiden ammattitaitovaatimukset eivät vastaa työttömien ammattikokemusta ja koulutusta. Toimialojen välinen liikkuvuus on ollut pienuutta: alkutuotannosta ja teollisuudesta ei juurikaan siirrytä palvelujen piiriin, jossa työvoiman kysyntä on suurinta.

Olemme ammattiyhdistysliikkeen puolella suhtautuneet kriittisesti puheisiin työvoimapulasta. Edelleen työttömiä on parhaimmassakin työllisyystilanteessa ollut kolme kertaa enemmän kuin avoimia työpaikkoja. Siis koko ajan työvoiman tarjonta ylittää selvästi kysynnän.

Ongelmaksi on — ja kasvavassa määrin — muodostumassa työttömyyden rakenteellinen luonne. Työvoiman kysyntä ja tarjonta eivät kohtaa. Tällä seikalla on merkitystä maamme tulevalle työvoimahuollolle. Kysymys ”Mistä tekijät teollisuuteen?” on erittäin tärkeä ja ajankohtainen.

Työntekijäin saatavuus 1990-luvulla

Tulevaan työvoimakehitykseen vaikuttavat erittäin monet seikat. Siksi on hyvin vaikea ennustaa mitään täsmällistä. Voin vain arvioida, miten eri tekijät tulevat muuttamaan.

Jos oletetaan, että teollisuustyö säilyttää osuutensa työllistäjänä, niin uskon, että meillä tulevaisuudessa on vaikeuksia saada riittävä määrä suomalaisia kiinnostumaan teollisuustyöstä — erityisesti kun näyttää siltä, että teollisuuden rakenne voimakkaasti muuttuu. Työpaikkojen sijainti vaihtuu ja työn sisältö kehittyä nopeasti.

Tulevan työvoimakehityksen kannalta tärkeitä seikkoja ovat työvoiman tarjonnassa ainakin:

- ennakoitavissa oleva väestökehitys;
- olemassaolevan työvoiman ammatillisen liikkuvuuden lisääminen;
- uuden, nuoren työvoiman ammatilliset odotukset ja suuntautuminen eri toimialoille.

Teollisuuden ongelmaksi näyttäisi siis muodostuvan kuinka se suppevan työvoimatarjonnan olosuhteissa pystyy toisaalta tarjoamaan mielenkiintoista ja arvostettua uramahdollisuutta nuorille ja toisaalta laajasti kehittämään palveluksessaan olevan väen osaamista ja ylläpitämään heidän työkuuntoaan.

Vanheneva Suomi tarvitsee jokaista kansalaistaan

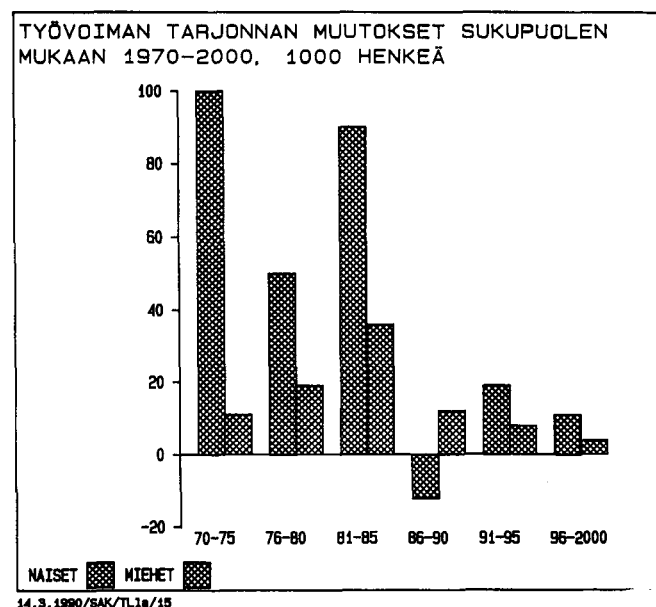
Syntyvyyyden aleneminen on johtamassa väestön keski-ään nousuun ja uuden työvoiman tarjonnan vähenemiseen. Ulkomaisen työvoiman maahantulosta on aivan viime aikoina ollut enemmän puhetta ja vähän aikaisempaa enemmän on tullut väkeäkin. Käsitäkseni kuitenkin on, että ulkomaisesta työvoimasta ei tule merkittävää tekijää Suomen työmarkkinoilla. Tulevaisuutemme on rakennettava toimenpitein, jotka kohdistuvat kotimaiseen, pääosin jo työmarkkinoilla toimiviin työntekijöihin.

Väestökehitys on esitetty kuvassa 1.

— vielä 1970-luvulla ja aina 1985 saakka työmarkkinoille tuli selvästi enemmän väkeä kuin sieltä lähti eläkkeelle; — tässä on syytä havaita, että tämän ajanjakson loppuun ajoittuu vielä kasvanut siirtyminen työttömyyseläkkeelle!

— tämän vuosisadan loppuun saakka tilanne tulee olemaan aika tasainen — työvoiman nettolisäys on vain muutama kymmentuhatta;

— jos tätä väestön ikäkehitykseen perustuvaa arviota täydennettäisiin arviolla työhönosallistumisen mahdollisesta alenemisesta mm. varhaisemman eläkkeelle siirtymisen kasvun takia, tai omaehtoisten sapattivapaiden lisääntymisen takia, saattaa työvoimakehitys olla selvästi aleneva — parinkymmentuhannen työntekijän lisäys muuttuisikin poistumaksi; (Tässä yhteydessä en malta olla ääneen ihmettelemättä eläkelaitosten toiminnan johdonmukaisuutta: samanaikaisesti kun ne ovat virallisesti huolissaan varhaisen elä-



Kuva 1. Työvoiman tarjonta vuosina 1970-2000.
Fig. 1. Supply of labor in 1970-2000.

keellesiirtymisen aiheuttamista kansantaloudellisista ja eläkkeiden rahoitukselle aiheutuvista ongelmista, ne toiselta kassalta myyvät yksityisiä varhaiseläkkeitä ja vaativat niiden verotusetuuksien säilyttämistä.)

Kun väestö ikääntyy, myös sen alueellinen ja ammatillinen liikkuvuus pienenee. On erittäin ymmärrettävää, että ihmiset, jotka ovat perheensä perustaneet, järjestäneet asumisensa pysyvästi, luoneet ystävä- ja tuttavapiirin sekä työssään että asuinyhteisössään, luoneet olosuhteet olemiselleen ja harrastamiselleen jne eivät hevillä siirry paikasta toiseen, tutusta tuntemattomaan. Samanlaisia, tosin paljon pienempiä esteitä on vakiintuneen ammatin vaihtamisessa. Useimmiten ammatin vaihtaminen edellyttää kuitenkin samalla myös asuinpaikan vaihtamista.

Väestökehitys mielestäni tulee korostamaan tarvetta luoda työelämän sisälle joustavampia ja paremmin yksilön odotuksia vastavia menettelytapoja työelämän muutosten edellyttämän liikkuvuuden lisäämiseksi ja työskentelyhalun ja -kyvyn ylläpitämiseksi.

Työntekijäin työssä pysyminen ja liikkuvuuden lisääminen

Ammattiyhdistysliikkeen piirissä näemme kaksi keskeistä aluetta, joilla pitäisi aikaansaada tuloksia:

- ensinnäkin työntekijöiden turvallisuutta ja terveyttä työssä tulee vaalia niin, että pysyminen työssä eläkeikään asti on kaikille mahdollista.
- toiseksi mahdollisuuksia kehittää itseään työn yhteydessä on lisättävä niin, että ammattitaito todella pysyy työn muutosten tasalla ja liikkuvuus siten työpaikan sisällä kasvaa.

Mitä tulee ensimmäiseen kohtaan, turvallisuuteen ja terveyteen, niin on heti sanottava, että tässä suhteessa olemme kyenneet kehittämään omaa työelämäämme tyydyttävästi. Turvallisuus- ja terveysriskit ovat kansainvälisesti vertaillen hyvin hallinnassamme. Ajatellen esimerkiksi Euroopan yhdentymiskehitystä, suuri huolestumme on, että kykenemme säilyttämään ja edelleen kehittämään saavuttamaamme korkeaa tasoa.

Kuitenkin, jos ajattelemme työn henkisen rasittavuuden kasvua ja siitä paljon johtuvaa pyrkimistä varhain eläkkeelle, asiassa on vielä runsaasti tehtävää.

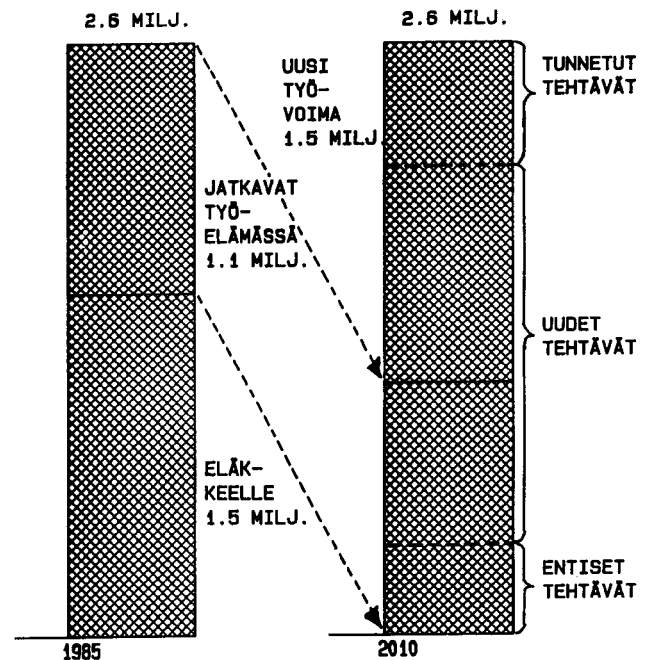
Kiteyttäisin ajatukseni seuraavasti:

- meidän on lisättävä ihmisten kaikinpuolista turvallisuutta työssä, mukaanlukien myös taloudellinen turvallisuus muutostilanteissa.

Mielessäni on ennen muuta varhaiskuntoutus, jonka avulla kykenemme tarjoamaan vanhenevalle työntekijälle mahdollisuuden ylläpitää työkuuntoaan ja vastaanottaa muuttuva ja kehittyvä työ nykyistä turvallisemmin. Myös asteittainen siirtyminen työstä eläkkeelle voisi lisätä ihmisten halua pysyä mukana työelämässä.

On tarpeen kehittää myös sellaisia järjestelyjä, jotka takaavat kypsässä iässä ammattiaan vaihtaville turvallisen työuran ja mahdollisuuden monipuoliseen, yksilön työskentelyedellytykset huomioon ottavaan työhön. Jonkinlainen uudelleenkoulutukseen liittyvä takuu työn jatkumisesta on välttämätön, jotta kypsän keski-ikä saavuttanut ihminen motivoituu hankkimaan vielä uuden ammattitaidon.

Myös työelämän vakuutusjärjestelmien on otettava huomioon pyrkimys pitää työvoima työllistettynä mahdollisimman pitkään. Muutokset erorahastossa ovat askel tähän suuntaan, mutta vasta alkua. Esimerkiksi työeläkejärjestelmän piirissä täytyy kriittisesti miettiä, miten palkitaan yrityksiä, jotka työllistävät ikääntyneempää työvoimaa ja maksavat vakuutusmaksuja heistä sen sijaan, että jättäisivät työntekijät eläkelaitoksen vastuulle. Asia ei ole yksinkertainen, mutta erittäin tärkeä pohtia.



14.3.1990/SAK/TL1A/15

Kuva 2. Työmarkkinoiden muutokset vuosina 1985-2010.
Fig. 2. Changes of labor market in 1985-2010.

Kehittymismahdollisuudet työssä ovat avainasemassa

Työelämän muutokset tulevat koskettamaan valtaosaa jo työelämässä olevista. Oheinen kuva 2 kertoo muutoksesta. Vuosien 1985 ja 2010 välillä pääosa työvoimasta vaihtuu. Mutta vielä 20 vuoden päästä työelämässä on runsas miljoona sellaista työntekijää, jotka olivat työssä jo vuonna 1985. Pääosalla heistä työtehtävät tulevat ratkaisevasti muuttumaan.

Avainsana näiden muutosten hallintaan on työntekijäin koulutus- ja kehittymismahdollisuuksien voimakas lisääminen.

Talven tuloratkaisussa päästiin eteenpäin työntekijöiden koulutusmahdollisuuksien lisäämisessä, kun erorahastosta päätettiin muodostaa koulutus- ja erorahasto. Jo aikaisemmin, vuoden 1986 tuloratkaisussa luotiin julkisista varoista maksettava aikuisopintotuki, jota uusi järjestelmä ensi vuoden alusta täydentää. Vuoden 1988 yhdistelmäratkaisussa puolestaan luotiin taloudellisin tai tuotannollisin perustein irtisanotuille mahdollisuus erorahaston lisätukeen, mikäli he hakeutuvat koulutukseen.

Aikuisten opintotuki kohoaa ensi vuoden alusta tasolle, joka turvaa opiskeluedellytykset. Pieni- ja keskituloisille taataan lähes ansionmenetyksen suuruisen tuki, josta runsas neljännes on lainaa. Pienituloisilla suoran tuen osuus nousee noin 90 %:in työssäoloajan nettoansioista.

Rohkenen väittää, että uusi opintotuki poistaa opiskelun taloudelliset esteet niiltä, jotka haluavat irtautua työstä opiskellakseen uuden ammatin tai jatkaakseen opintojaan valitsemallaan ammatitieturalla.

Tuloratkaisussa sovittu aikuisten opintotuen kehittäminen on tärkeä uudistus työntekijöiden opiskelumahdollisuuksien parantamiseksi. Uskon, että työntekijät myös tulevat käyttämään tätä mahdollisuutta hyväkseen ja enenevästi siirtyvät alalta toiselle tai ammatissaan eteenpäin — kenties jopa siinä määrin että lähivuosina matalapalkka-aloilla saattaa olla vaikeuksia saada työvoimaa pysymään työssä, sillä opiskelu tulee olemaan todella kilpailukykyinen vaihtoehto työlle.

Yhteistoimintalakia ja -sopimuksia on vuosien mittaan kehitetty tavoitteena tehdä henkilöstökoulutuksesta työelämän yhteistyön

tärkeä osa-alue. Edelleen kuitenkin puuttuu meidän keskeisenä pitämä ajatus, jonka mukaan yrityksillä tulisi olla selvä taloudellinen velvoite ylläpitää ja kehittää palveluksessaan olevan väen ammattitaitoa.

Olemme ammattiyhdistysliikkeenä — yhdessä työnantajajärjestöjen kanssa — myötävaikuttaneet myös siihen, että yhteiskunnan ylläpitämisen koululaitoksen, niin ammatillisten oppilaitosten kuin kurssekeskustenkin mahdollisuudet palvella työelämää paranevat.

Emme ole tässä asiassa pysähdysten tilassa. Työtä tehdään parempien kehitysmahdollisuuksien tarjoamiseksi työntekijöille. Koulutuksen rooli tulevien muutosten hallinnassa ymmärretään työmarkkinajärjestöissä keskeiseksi.

Mielestäni tärkeintä olisi luoda yrityksissä yhteiseen harkintaan ja tasavertaiseen osallistumiseen perustuvaa henkilöstön kehittämistä — eräällä tapaa uutta koulutuskulttuuria, jossa jokaisen työntekijän koulutuksellisia tarpeita voitaisiin selvittää ja tyydyttää.

Työmarkkinoiden keskusjärjestöt ovat viime vuosina olleet selvästi erimielisiä, kun keskustelu on käynyt koulutuksen järjestämisestä ja työntekijöiden mahdollisuuksista osallistua koulutukseen. Tulevaisuudessa meillä ei ole tähän varaa — eikä toivon mukaan myöskään aihetta.

Talven tuloratkaisussa päästiin ratkaisuun koulutuksen rahoituksen kehittämistä koskevasta suurimmasta erimielisyydestä. Siksi uskon, että tulevina vuosina työmarkkinoiden keskusjärjestöt voivat yksituumaisemmin ja hallittua muutoskehitystä tukien paremmin työskennellä myös henkilöstön kehittämisen kysymyksissä.

Nuorten muuttuvat odotukset vaikuttavat myös teollisuuden mahdollisuuksiin saada uutta työvoimaa

Teollisuuden kuva nuorten mielissä ei ole selvitysten mukaan kovinkaan houkutteleva. Tosin se on aivan viime vuosina hieman parantunut. Kuitenkin esimerkiksi tässä Suomen Gallupin tekemän tutkimuksen käyriässä, kuva 3, näkyy teollisuuden vaatimaton arvostus mahdollisena tulevana työllistäjänä verrattuna palvelusektoriin.

Merkittävää asiassa on kuitenkin se, että ne nuoret, joilla on omia kokemuksia teollisuustyöstä arvostavat sitä enemmän kuin muut.

Teollisuuden näkyvät ja valitettavan usein joukkoyhtymisiin johtaneet saneeraukset, TKL:n (toimitusjohtaja Relanderin) jatkuva julkinen huoli teollisuuden kilpailukyvystä sekä vanhentuneet mielikuvat teollisuustyön sisällöstä ovat varmasti tekijöitä, jotka vaikuttavat alan arvostukseen nuorten keskuudessa. Onhan niin, että nuoret eivät näe teollisuustyötä ympärillään, vaan joutuvat

SUMMARY

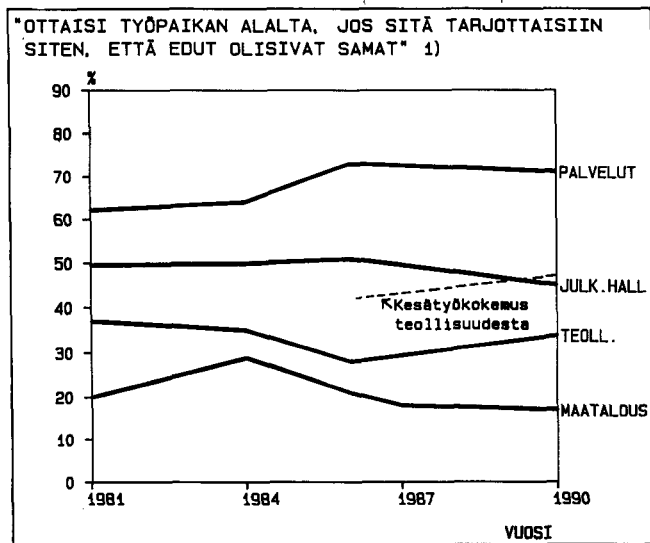
FROM WHERE THE EMPLOYEES INTO THE INDUSTRY IN THE 90'S?

The speech of Mr. Pertti Viinanen, the Chairman of the Confederation of Finnish Trade Unions SAK, at the Annual Meeting of the Finnish Association of Mining and Metallurgical Engineers, Helsinki, on the 16th of March 1990 was in main point.

Since the economic regress in the 70's the number of the unemployed in Finland has been around 150.000 people. In spite of that the number of vacancies has strongly increased during the last year, the unemployment still remains at the level of 100.000. The vacancies and the unemployed do not meet each others. Regarding the future recruiting important influencing factors in the supply of labor force are:

- growth of population
- mobility of labor force
- occupational expectations of the new young labor force and their interests in different lines of activity.

Until to the end of this century the net increase in the labor force is estimated to be only some tenths of thousands of people, but even a



1) OTTAISI VARMASTI TAI MELKO VARMASTI TYÖPAIKAN
Lähde: Nuoret ja teollisuus 1990, Suomen Gallup Oy
14.3.1990/SAK/TL1a/15

Kuva 3. Eri työalojen suosio nuorten keskuudessa vuosina 1981-1990.

Fig. 3. Preference of various fields of activity as estimated by the youth in 1981-1990.

Palvelut = Service Julk.hall = Governmental services
Teoll. = Industry Maatalous = Agriculture

luomaan mielikuvansa ja tekemään valintojaan julkisen tiedonvälityksen, opaskirjojen, esim. elokuvista saadun tiedon ja suullisen perimätiedon varassa. Siis useimmiten toisen käden tiedoin.

Teollisuuden kesätyökampanja — johon ammattiyhdistysliikekin on omalta osaltaan lähtenyt mukaan — on eräs keino muuttaa kuvaa todellisemmaksi ja tehdä teollisuustyötä tunnetuksi.

Käsitykseni on, että avoimella ja todellisuuteen pohjaavalla tiedottamisella ja teollisuustyön tunnetuksi tekemisellä kestävä arvostus nousee ja myös teollisuus voi menestyä kilpailussa uudesta työvoimasta. Tässä uskon myös ammattiyhdistysliikkeen olevan mielellään mukana. Kehittämällä koulujen ja teollisuuslaitosten yhteistyötä saamme nuorille välitetyksi kuvaa siitä, millaista työ ja tulevaisuus ovat teollisuudessa.

Teollisuustyö tulee säilyttämään asemansa kansantalouden keskeisenä vaurauden luojana. Ammattitaitoinen ja kehittymishaluinen henkilöstö on teollisuuden tärkein kehitysedellytys.

decrease may appear, due to early retirement on a pension. Therefore it is necessary to maintain and increase the workers safety and health care so that normal age of retirement can be reached and, secondly, that by continued education and training the occupational skills can be kept on the level with changing requirements of jobs.

As the result of recent negotiations, the financial aid for schooling will be so high, from the beginning of the next year, that it practically provides for the future during the study time. For lowly paid people the aid amounts to 90% of the net income.

To increase young peoples interests in industrial occupations open realistic information based on actual facts could be the right measure to use. Cowork between the schools and industry is also a way to give a realistic picture of jobs and future in industry. Trade union movement is willing to co-operate. Skillfull employees which are eager for continuous developing are most important for industry's success.

Suomen nikkelimalmien petrofysikaalisista ominaisuuksista

Fil.kand. Arto Niemi ja apul.prof. Markku Peltoniemi, Teknillinen korkeakoulu
Dipl.ins. Seppo Elo ja dipl.ins. Tarmo Jokinen, Geologian tutkimuskeskus
Fil.kand. Risto Pietilä, Outokumpu Oy

JOHDANTO

Tutkimus on tehty Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y:n aloitteesta sekä Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön, Teknillisen korkeakoulun ja Vuorimiesyhdistyksen rahoittamana vuosina 1986–1989. Projektin tutkijana on toiminut Arto Niemi ja sen tukiryhmänä muut yllämainitut tekijät.

Tutkimuksen lähtökohtana on ollut eri malminetsintäorganisaatioihin vuosikymmenien varrella kerätty aineisto tutkittujen nikkelimalmien ja malmiaiheiden ominaisuuksista, joihin yleensä aina on sisällynyt tietoja myös kohteen petrofysikaalisista ominaisuuksista. Nikkelimalmien etsimisessä geofysikaaliset menetelmät ovat tärkeällä sijalla ja tällöin petrofysiikan tietoja tarvitaan niin tulosten tulkintatyössä kuin kohteen geologisessa ja malminetsinnällisessä arvioinnissa.

Tutkimuksen kuluessa on kerätty ja muokattu yhtenäiseen, atk-käsittelykelpoiseen muotoon laaja petrofysikaalinen tiedosto, joka käsittää perusparametrien (tiheys, susceptibiliteetti, remanenssi ja sähköjohtavuus) arvot lähes 80.000 kivinäytteestä tai in situ-mittauksesta. Paitsi petrofysiikan tietoja, näytteistä on talletettu myös kivilajitiedot sekä osasta näytteitä myös kemialliset analyysitiedot. Tiedot on kerätty yhteensä kolmestatoista esiintymästä Outokumpu Oy Malminetsinnän sekä Geologian tutkimuskeskuksen arkistoista ja ne koskevat paitsi itse esiintymän myös isäntäkivien petrofysikaalisia ominaisuuksia. Kaikki Suomen merkittävimmät Ni-esiintymät lukuunottamatta Kotalahden malmia ovat mukana tutkimuksessa. Alkuperäisen aineiston laajuuden ja heterogeenisuuden vuoksi on työn pääpaino ollut itse tietokannan muodostamisessa. Sen valmistuttua on aineistosta laadittu kuitenkin jo joukko tilastollisia yhteenveto- ja korrelaatiotietoja /2/, joissa tarkastellaan petrofysikaalisten ominaisuuksien, geofysikaalisten anomalioiden ja geologisten tekijöiden välisiä yhteyksiä. Tietokanta on siirretty taustaorganisaation käyttöön, joten lisäanalyysit ovat sen pohjalta mahdollisia myös jatkossa.

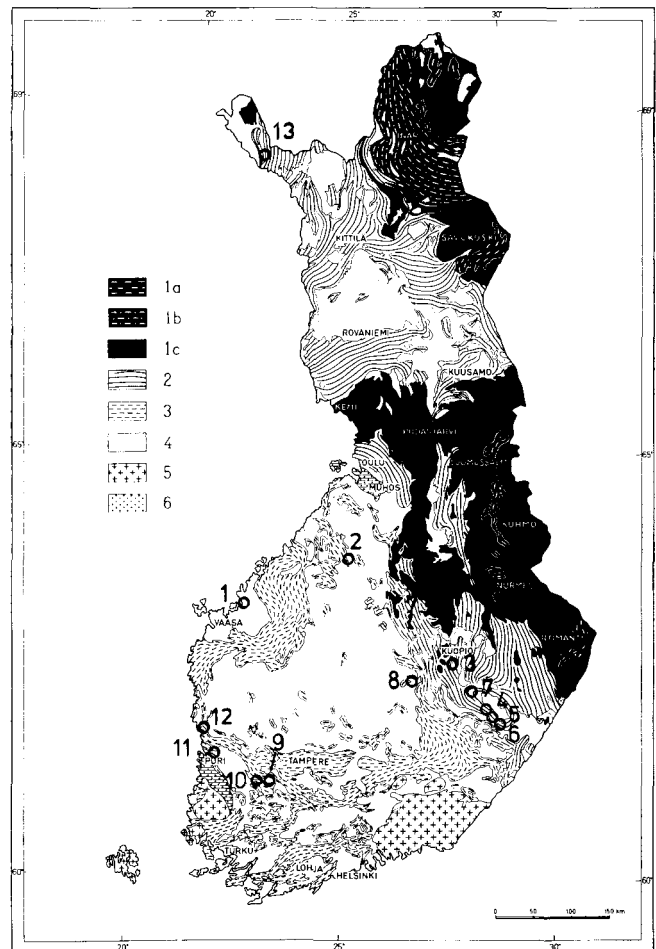
Geofysiikka sekä sen tukena petrofysiikka ovat avainasemassa etsittäessä mafisiin ja ultramafisiin intrusioihin liittyviä nikkelimalmeja, jotka ovat taloudellisesti merkittävin Ni-malmityyppi Suomessa. Petrofysiikan tuloksia voidaan käyttää hyväksi tutkimusten kolmessa eri vaiheessa:

- alueellisina tietoina kohteellisten tutkimusten suunnittelussa,
- kohdetutkimuksissa esiintymän paikallistamisessa, rajaamisessa sekä sen sisäisen rakenteen tutkimisessa,
- malmityypin taloudellisen laadun ja arvon selvittämisessä.

SUOMEN NI-ESIINTYMIEN GEOLOGIASTA

Suomen nikkeliyesiintymät on jaettu /3,4/ neljään ryhmään mafisten ja ultramafisten muodostumien iän perusteella:

- arkeiset muodostumat (ikä yli 2,8 Ga),
- prekarjalaiset kerrosintrusiot (ikä 2,45 Ga),
- karjalaiset ultramafiitit (2,1 Ga),
- svekokarjalaiset ultramafiset ja mafiset intrusiot (1,9–1,86 Ga).



Kuva 1. Tutkittujen nikkeliyesiintymien sijainti. Pohjakarttana Suomen geologinen kartta /5/, jossa karttasymboli 1 = presvekokarjalaiset kivet, 2-4 = svekokarjalaiset kivet, 5-6 = postsvekokarjalaiset kivet. Esiintymät: 1 = Oravainen, 2 = Hitura, 3 = Sarkalahti, 4 = Laukunkangas, 5 = Makkola, 6 = Hälvälä, 7 = Härmälahti, 8 = Venetekemä, 9 = Stormi, 10 = Ekojoensuu, 11 = Hyvelä, 12 = Sahakoski, 13 = Ruossakero.

Fig. 1. Location of the studied nickel deposits plotted on the geological map of Finland /5/. Symbols for map units: 1 = Presvekokarelidic, 2-4 = Svekokarelidic, and 5-6 = Postsvekokarelidic rocks. The nickel deposits are: 1 = Oravainen, 2 = Hitura, 3 = Sarkalahti, 4 = Laukunkangas, 5 = Makkola, 6 = Hälvälä, 7 = Härmälahti, 8 = Venetekemä, 9 = Stormi, 10 = Ekojoensuu, 11 = Hyvelä, 12 = Sahakoski, 13 = Ruossakero.

Taloudellisesti merkittävin on viimeainittu ryhmä, johon kuuluvat kaikki Suomen louhitut nikkeliyesiintymät. Esiintymät on merkitty kuvan 1 pohjakartalle.

Kaikki Svekofennidien nikkelimalmit esiintyvät suhteellisen vahvasti migmatiittitunneissa kiillegneissiympäristössä, jossa satunnaisesti voidaan todeta primaarirakenteita. Malmien isäntäkivenä on mafinen tai ultramafinen intrusiivikivi. Intrusioiden läheisyydessä on yleisesti grafiittia ja sulfideja sisältäviä gneissejä, joita voidaan pitää mustaliuskeiden voimakkaammin metamorfoituneina vastineina.

PETROFYSIKAALISISTA MITTAUKSISTA

Näytteistä on mitattu

- tiheys
- susceptibiliteetti (lyhenne=k)
- remanenssi (vain pienestä osasta näytteitä)
- sähkönjohtavuus
- IP-efekti (vain pienestä osasta näytteitä)

sekä in situ- reikämittauksina

- maadoitusvastus Norma-vastusmittarilla (osalla kohteita; reikämittaustuloksina).

Näytteet on tilastollisessa käsittelyssä ryhmitelty ensin kairaus-tiedostojen kivilajimäärittelyjen perusteella. Tämän lisäksi aineisto on jaettu myös kolmeen eri ryhmään Ni-pitoisuuden perusteella:

- luokka 1: Ni yli 10.000 ppm eli yli 1 %,
- luokka 2: 3.000 ppm < Ni < 10.000 ppm,
- luokka 3: Ni alle 3.000 ppm.

Tulosten tilastollinen käsittely tehtiin Teknillisen korkeakoulun IBM-keskustietokoneella SAS-valmisohjelmopakkausta käyttäen.

TUTKITUT ESIINTYMÄT

Tutkimuksessa ovat mukana seuraavat esiintymät, vertaa kuva 1:

- | | |
|----------------|--------------|
| ● Oravainen | ● Ekojoensuu |
| ● Hitura | ● Hyvelä |
| ● Sarkalahti | ● Sahakoski |
| ● Laukunkangas | ● Ruossakero |
| ● Makkola | ● Stormi |
| ● Hälvälä | ● Venetekemä |
| ● Härmälähti | |

Jokaista esiintymää on käsitelty erikseen seuraavaan, Sarkalahden esiintymää koskevaan tapaan.

Sarkalahti

Leppävirran Sarkalahti kuuluu Kotalahden nikkelivyöhykkeeseen ja sijaitsee noin 15 km Kotalahden Ni-kaivoksesta kaakkoon.

Esiintymän geologiasta

Sarkalahden ympäristön kivet ovat kiille- ja graniittigneissejä sekä amfiboliitteja. Läheisyydessä on yksi pieni suuntautumaton metaperkniittipahku. Itse intrusio on pysty, ellipsoidin muotoinen metagabro -- metaperkniitti, jonka puhkeama on 85 m x 15 m. Intrusion kaade on 40–50 astetta etelään. Esiintymä on järven alla noin 15 metrin syvyydessä. Metagabron päämineraalit ovat kummingtoniitti, sarvivälke, biotiitti, plagioklaasi ja serisiitti sekä malmimineraalit. Metaperkniitin päämineraalit ovat kummingtoniitti, biotiitti ja kvartsi.

Malmi

Sarkalahden mineralisaatiossa on 170.000 t malmia pitoisuudeltaan 0,94 % Ni ja 0,30 % Cu. Malmimineraaleina ovat magneettikiisu, pentlandiitti ja kupariikiisu. Malmi on pirtteinen, mutta verkko-maistakin rakennetta esiintyy.

Taulukko 1. Sarkalahden kivilajien susceptibiliteetti (10^{-5} SI). N = näytteiden lukumäärä.

Table 1. Magnetic susceptibility (in 10^{-5} SI) of the Sarkalahti deposit. Kivilaji = rock type, N = number of samples, keskiarvo = mean, keskihajonta = standard deviation, vaihteluväli = range of values.

kivilaji	N	keskiarvo	keskihajonta	vaihteluväli
perkniitti, josta				
kemialliset analyysit	93	975	1383	0-5753
perkniitti	112	830	1300	0-5753
metagabro, josta				
kemialliset analyysit	52	930	1145	0-4000
gabro	105	520	911	0-5753
gneissi	421	20	30	0- 180

Taulukko 2. Sarkalahden kivilajien tiheys (g/cm^3). N = näytteiden lukumäärä.

Table 2. Density (in g/cm^3) of the Sarkalahti deposit. For explanation of the statistical parameters see Table 1.

kivilaji	N	keskiarvo	keskihajonta	vaihteluväli
perkniitti, josta				
kemialliset analyysit	94	3,09	0,16	2,89-3,56
perkniitti	113	3,09	0,15	2,81-3,56
metagabro, josta				
kemialliset analyysit	52	3,03	0,07	2,71-3,18
gabro	105	2,99	0,09	2,64-3,18
gneissi	422	2,74	0,04	2,57-2,94

Kivilajien petrofysikaaliset ominaisuudet

Sarkalahden kivilajien petrofysikaaliset ominaisuudet on esitetty taulukoissa 1 ja 2 sekä kuvassa 2.

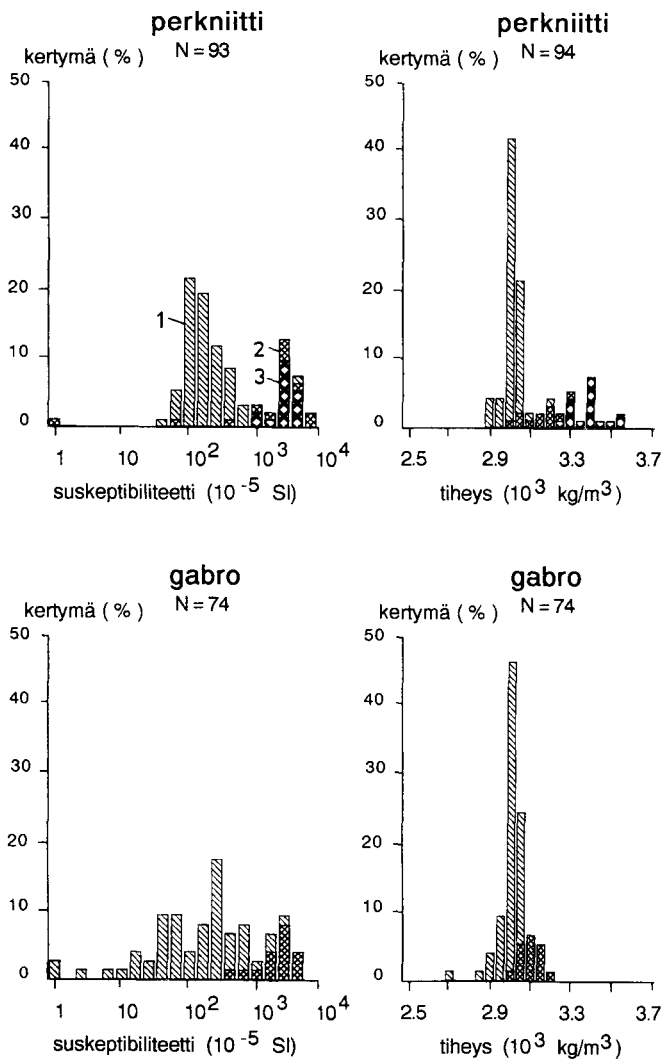
Perkniitin nikkelipitoisuus on keskimäärin 4.140 ppm ja vaihteluväli 100–18.000 ppm. Perkniitin k-jakautuma on kaksihuippuinen, kuva 2, rajana noin 800×10^{-5} SI. Näistä toisen, mineralisoi-tumattoman osan maksimi on kohdassa 100×10^{-5} SI, ja mineralisoi-tuneen osan kohdassa 2.500×10^{-5} SI. Perkniitin tiheysjakautu-man maksimi on kohdassa $3,0 g/cm^3$. Sitä vastoin lähes kaikki mineralisoi-tuneet perkniitit ovat tätä tiheämpiä. Kaikkien perkniit-tien, joiden nikkelipitoisuus on yli 1 %:ia, tiheys on yli $3,22 g/cm^3$. Mineralisoi-tuneen osan ominaisvastus on alle $1 \Omega m$ ja mine-ralisoi-tumattoman yli $20.000 \Omega m$.

Sarkalahden metagabron (kummingtoniittigabron) Ni-pitoisuus on keskimäärin 2.420 ppm vaihteluvälin ollessa 200–8.700 ppm. Kuten perkniitin myös kummingtoniittigabron k-jakautuman huip-pu on kaksiosainen. Yli 0,3 % Ni sisältävien kummingtoniitti-gabrojen k on yli 300×10^{-5} SI. Myös tiheysjakautumassa eroavat sulfidipitoiset gabrot sulfidiköyhistä (kuva 2). Alle 0,3 % Ni sisäl-tävien gabrojen tiheysjakauman maksimiluokka osuu arvolle $3,00 g/cm^3$ ja mineralisoi-tuneen vastaavasti arvolle $3,10 g/cm^3$.

Koska myös mineralisaation sähkönjohtavuus on ympäristöä pa-rempi, tulee petrofysiikan perusteella Sarkalahden tyyppinen in-trusio erottumaan, samoin kuin erottuu mineralisaatio intrusion sisältä //.

TULOSTEN VERTAILU KIVILAJEITTAIN

Susceptibiliteetin ja tiheyden alueellista vaihtelua eri esiintymien ja eri kivilajien kesken on tarkasteltu yhdistelmäkuviin, esimerk-keinä kuvat 3 ja 4 (sivulla 22), avulla. Raportissa ovat mukana kaikki esiintymien pääkivilajit:



Kuva 2. Sarkalahden kivilajien suskeptibiliteetti- ja tiheysjakautumat. Nikkelipitoisuus: 1 = yli 1 % Ni, 2 = 0,3-1,0 % Ni, 3 = alle 0,3 % Ni. N = näytteiden lukumäärä.

Fig. 2. Frequency histograms of magnetic susceptibility and density for various rock types within the Sarkalahti deposit. Symbols for the nickel content are: 1 = more than 1 % Ni; 2 = 0,3-1,0 % Ni; 3 = less than 0,3 % Ni. N equals the number of samples measured. Rock types: perkniiitti = perknite, gabro = gabbro.

- malmi
- serpentiniitti
- metaperidotiitti
- peridotiitti
- perkniiitti
- kortlandiitti
- metagabro
- noriitti
- pyrokseenigabro
- sarvivälkegabro
- dioriitti

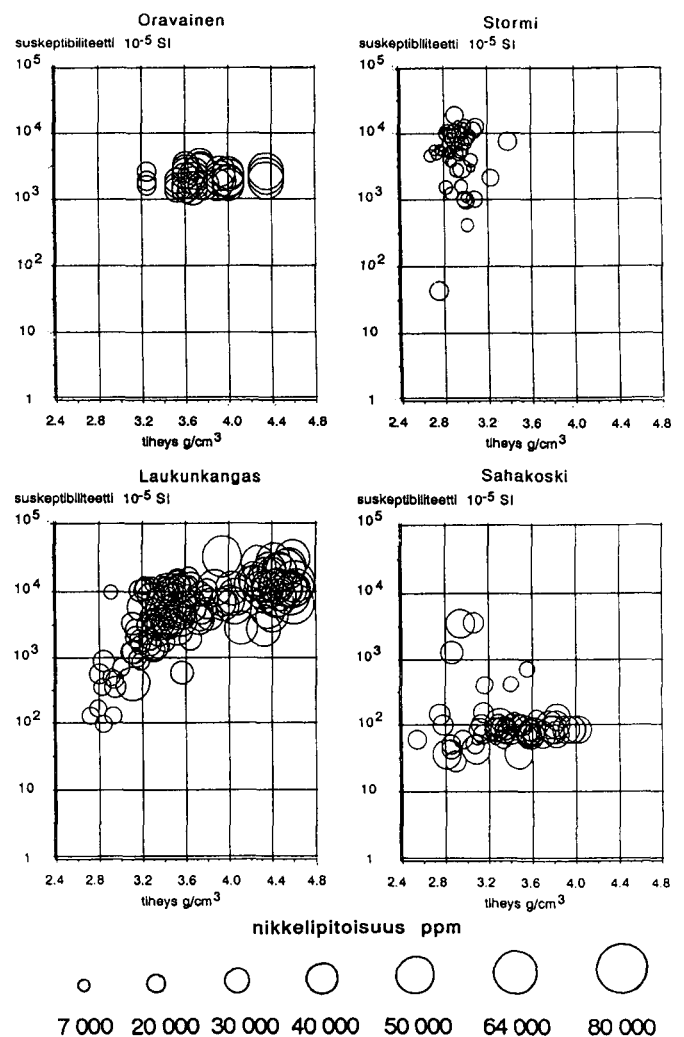
Näistä on seuraavassa mukana esimerkkituloksia malmin osalta.

Malmi

Haukiveden alueen esiintymät Laukunkangas, Hälvälä ja Makkola ovat k-tiheys -jakautumien suhteen analogisia, kuva 3. Kaikissa on selvä positiivinen korrelaatio suskeptibiliteetin, tiheyden ja Ni-pitoisuuden välillä. Nikkelipitoisuus on kuvassa ilmaistu ympyräsymbolin pinta-alan funktiona. Sahakosken esiintymässä malmi on vain paramagneettisesti magnetoitunut.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Aineiston laajuden ja heterogeenisuuden takia tutkimuksen pääpai-



Kuva 3. Osa malmien suskeptibiliteetti-tiheysdiagrammeista. Nikkelipitoisuus ilmaistu ympyrän pinta-alan funktiona.

Fig. 3. Susceptibility-density crossplots for part of the ores studied. The area of the circle is proportional to the Ni content of the sample in question.

no on ollut yhtenäisen, atk-käsittelykelpoisen tietokannan kokoamisessa Suomen nikkelimalmien petrofysikaalisista ominaisuuksista. Työn yhteen kuvaan tiivistetty tulos on esitetty kuvassa 4, joka esittää kaikkien esiintymien ja kivilajiyksiköiden keskiarvoja k - tiheys-diagrammeina. Seuraavassa on pelkistetty, esiintymäkohtainen yhteenveto tietokannan tähänastisista tuloksista.

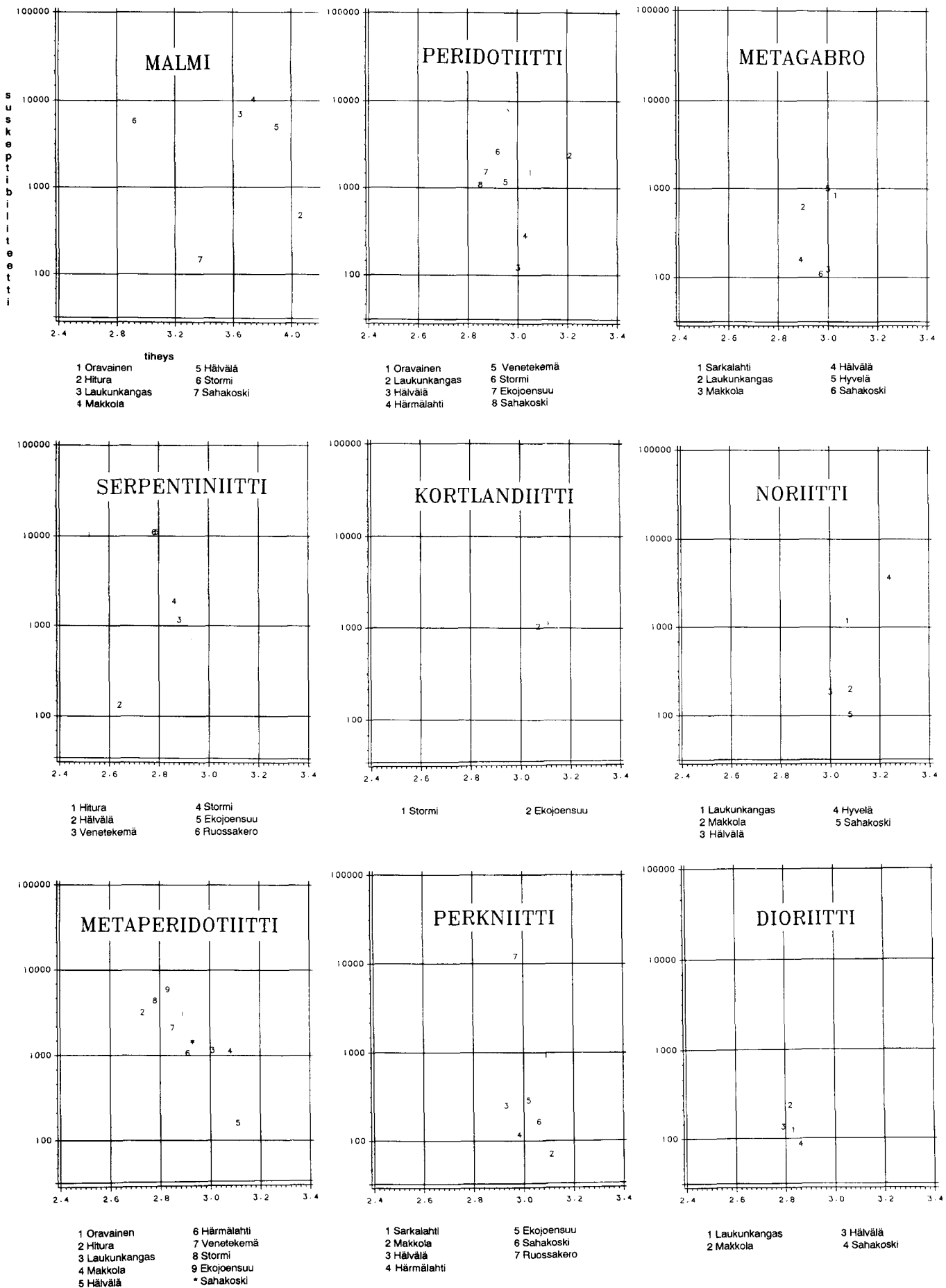
Oravaisissa petrofysikaaliset ominaisuudet eivät juurikaan kuvaa metamorfoitumisastetta, mutta tiheys seuraa kyllä malmin vaihteluja. Koko intruusio sitä vastoin erottuu petrofysikaalisesti ympäristöstään.

Myöskään **Hiturassa** petrofysiikka ei niinkään osoita eroja metamorfoitumisen suhteen. Tässäkin tapauksessa kuitenkin itse intruusio paikantuu geofysiikan avulla.

Sarkalahdessa eroavat mineralisoituneet osat selvästi muusta muodostumasta sekä magneettisuudeltaan, tiheydeltään että sähköjohtavuudeltaan.

Laukunkankaalla malmiutumisen kasvattaa suskeptibiliteettia, samoin tummien mineraalien määrä. Malmi erottuu myös tiheydeltään ja johtavuudeltaan ympäristöstään. Mafisuuden kasvu lisää Laukunkankaalla k-arvoja ja tiheyttä, mutta metamorfoosin eteneminen ei näytä näin tekevän.

Makkola muistuttaa petrofysikaalisestikin Laukunkangasta sikäli, että myös siellä mafisen osan lisääntyminen ja mineralisaation



Kuva 4. Eri kivilajien keskimääräiset susceptibiliteetti-tiheysarvot eri esiintymissä.
Fig. 4. Susceptibility-density plots (mean values) of various rock types in the deposits studied.

rikastuminen lisäävät k-arvoa ja tiheyttä.

Hälvälässä itse malmi erottuu sekä magneettisesti että tiheyden ja johtavuuden suhteen. Sitä vastoin tummien mineraalien määrän lisääntyminen ja metamorfoosiasteen kasvaminen eivät aiheuta intruusion sisällä merkittäviä petrofysikaalisia muutoksia.

Härmälähdessä mafisten mineraalien lisäys lisää tiheyttä ja k-arvoa; metamorfoosi pienentää tiheyttä ja lisää k-arvoa.

Venetekemässä muutokset intruusion sisällä eivät juuri näy petrofysikaalisesti. Sitä vastoin intruusio kokonaisuutena kyllä erottuu ympäristöstään. Ni-pitoisuuden kasvulla on positiivinen korrelaatio susceptibiliteettiin myös intruusion sisällä.

Stormissa koko muodostuma aiheuttaa geofysikaalisen anomalian. Kortlandiittinen välikerros muodostuman sisällä erottuu petrofysikaalisesti.

Ekojoensuussa serpentiiniytyminen muuttaa selvästi tiheyttä ja susceptibiliteettia.

Hyvelässä itse intruusio ei juurikaan erotu geofysikaalisesti ympäristöstään, mutta petrofysiikan perusteella mineralisoitunut osa

erottuu muusta muodostumasta.

Sahakoskella malmi on liittyneenä noriittisempaan osaan. Susceptibiliteetti ja tiheys seuraavat tässäkin lähinnä tummien mineraalien määrää ja metamorfoosiastetta. Varsinainen malmi on painavaa ja hyvin johtavaa mutta heikosti magneettista.

Ruossakerossa serpentiiniytyminen pienentää tiheyttä, mutta ei juurikaan aiheuta muutoksia k-arvossa, joka on muutoinkin korkea.

Alueellisesti susceptibiliteetti-tiheys-jakautumien perusteella voidaan havaita karkea jako kahteen päätyyppiin:

- Hitura, Oravainen ja Stormi sekä Ekojoensuu ovat oma tyyppinsä (Vammala-tyypin serpentiiniitti-peridotiitit). Myös Ruossakero ja Venetekemä muistuttavat tätä ryhmää.

- Laukunkangas, Hälvälä, Makkola, Härmälähti sekä Sarkalahti ja Hyvelä muodostavat toisen päätyypin.

Vaikeimmin on näihin ryhmiin sijoitettavissa Sahakosken esiintymä.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. *Ketola M.*, 1982: On the application of geophysics and geology to exploration for nickel-copper ore deposits in Finland. Geol Surv Finland, Report of Investigation No. 53. 103 pp.
2. *Niemi A.*, 1989: Suomen nikkelimalmien petrofysikaaliset ominaisuudet. Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen, Tutkimuslste A 88, 177 s, ISBN 952-90-1421-X.
3. *Papunen H., Häkli T.A. & Idman H.*, 1979: Geological, geochemical and mineralogical features of sulfide-bearing ultramafic rocks in Finland. Can. Mineral. Vol. 17, pp. 217-232.
4. *Papunen H. & Vormä A.*, 1985: Nickel deposits in Finland, a review. Pp. 123-143 in: Nickel-copper deposits of the Baltic Shield and Scandinavian Caledonides, toim. *H. Papunen & G.I. Gorbunov*. Geol Surv Finland, Bulletin 333.
5. *Simonen A.*, 1980: The Precambrian of Finland. Geol. Surv. Finland, Bulletin 304, 58 pp.

SUMMARY

PETROPHYSICAL PROPERTIES OF FINNISH NICKEL ORES

Thirteen nickel deposits in Finland were sampled for a correlation analysis between petrophysical properties, geophysical survey data, and geological information. A total of about 80.000 samples or in situ measurements were collected and transferred into a computerized data base. Density, magnetic susceptibility, remanent magnetization, and electrical conductivity were the petrophysical parameters systematically recorded for each sample; also values of induced polarization were stored when available. The geological parameters include rock type and data on the Ni content, as well as data on chemical analysis of other elements. Both the deposit itself, and the host rocks were sampled, so the correlations can be analysed in their proper context.

Basic statistical properties for the various data-base subsets were calculated. These include mean, standard deviation, and mode for

each petrophysical property within each deposit and each rock type. Frequency distribution histograms were plotted for each petrophysical parameter within each deposit and rock type; also the Ni content of the samples are indicated in the frequency plots. Correlation diagrams in density-susceptibility-space for Ni content were plotted for each rock type separately. Finally, the results were summarized as a set of diagrams showing the variation in petrophysical properties for each rock type in all deposits studied. A comparison of results from statistical analysis with those of geological and geophysical studies show the complexity of the problem. However, two major classes of Ni deposits seem to emerge as an outcome of the present study. Due to the extensiveness of the information included in the data base, it is expected that considerable future work will be done in further studies of the material.

Nikkelimalmien jakautumisen tarkastelu esimerkkinä malmitedostojen käytöstä

FK Boris Saltikoff ja FL Mikko Tontti, Geologian tutkimuskeskus, Espoo

JOHDANTO

Geologian tutkimuskeskuksessa toimii kolme valtakunnallista malmitedostokantaa (malmiesiintymätiedosto, teollisuusmineraalitetiedosto ja malmiviitetiedosto). Nämä tietopankit voivat toimia tehokkaana apuvälineenä malmiennustetyössä, metallogenisissä tutkimuksissa ja malminetsintästrategian suunnittelussa. Niitä on käytetty useimmiten tilastollis-matemaattisten menetelmien välityksellä; kuitenkin jo yksinkertainen karttatulosteiden tarkastelu voi auttaa tutkijaa malmigeologisessa päätelyssä tai malminetsinnän tulosten arvioimisessa.

Nikkelimalmit muodostavat otollisen kohteen malmitedostojen käytön esittelemiseksi. Nikkelimalmeja on Suomesta etsitty ja opittu löytämään menestyksellisesti, mistä on osoituksena kymmenkunta nikkelikaivosta. Näitä on perustettu aivan viime vuosinakin. Ei siis ole syytä epäillä malminetsinnän tuloksellisuutta myöskään tästä eteenpäin. Nikkelin metallogenia tunnetaan sangen hyvin (vrt. Papunen and Gobunov, 1985). Koska nikkelimalmien etsintä on suureksi osaksi perustunut kansannäytetoimintaan ja lohkaritutkimukseen, löytöjä on dokumentoitu hyvin. Niinpä nikkeliesiintymiä on perinteisesti käytetty myös geomatemaattisten tutkimusten havaintoaineistona niin Suomessa (esim. Gaál et al., 1978, Tontti et al., 1979, Kuosmanen et al., 1982) kuin muuallakin (Naldrett, 1981).

NIKKELIMALMIEN JAKAUTUMISEN TARKASTELUA

Löydettyjen malmien ja mineralisaatioiden jakautumiskuvaa voidaan käyttää sekä malmigeologian että malminetsinnän tuloksellisuuden tutkimukseen ja arvioimiseen. Malminetsintä on menestyksellistä silloin kun on löydetty tutkimusaiheita ja näiden joukosta tavattu taloudellisuuskynnyksen ylittäviä esiintymiä. Miten ja missä tämä on toteutunut nikkelimalmien tapauksessa?

Nikkelimalmiviitteitä (paljastuma- ja lohkahavainnoja) on maastamme löydetty ja viety tiedostoihin tuhansittain. Paljastumista tavattuja mineralisaatiokohtiakin on tiedostoitua tähän mennessä kolmatta sataa. Kun kaikki kiintokalliomineralisaatiot pienistä kii-supesäkkeistä malmeihin piirretään kartalle (kuva 1a), jakautumiskuvasta hahmottuu Suomen nikkelikriittisimmäksi alueeksi vanhastaan tunnettu Keski-Suomen granitoidialuetta ympäröivä gneissivyöhykekehä; lisäksi erottuu Outokummun alue, Kuhmon liuskejako. hajanainen pisteistö Lapissa ja viivamainen mineralisaatiojono Porin-Espoonlahden välillä.

Ösa näistä mineralisaatiohavainnoista voidaan toki tuomita merkityksettömiksi suoralta kädeltä, joko siksi että ne on jo havaittu pienikokoisiksi tai siksi että ne edustavat epätaloudellisia malmityyppejä, lähinnä mustaliuskeisiin liittyviä rikastumia. Viimemainituistahan tiedetään, että tyyppin ylivoimaisesti suurin edustajakin, Sotkamon Talvivaara on osoittanut toistaiseksi kannattamattomaksi. Tällaisista aiheista voidaan siis päätellä suoraan, että ne todennäköisesti eivät johda taloudellisiin malmeihin. Jos nämä *a priori* merkityksettömät aiheet karsitaan pois, saadaan kuvan 1 b

jakauma. Siinä on karsiutunut malmittomaksi eräitä suurehkoja alueita, mm. Sotkamon ympäristö ja suuri osa Keski-Lapin aiheista. Kuitenkin nikkelikriittisten vyöhykkeiden kokonaiskuva ja erityisesti svekofennialais-karjalaisen alueen kuva pysyy entisellään.

Mutta kun piirretään kartalle vain varsinaiset ja potentiaaliset malmiesiintymät (kuva 1c), kuva selkeytyy ja muuttuu. Kaikista mineralisaatioista ovat taloudelliseksi malmeiksi yltäneet oikeastaan vain Kotalahden ja Vammalan vyöhykkeen esiintymät; Kuhmon vyöhykkeen, Koillismaan kerrosintrusioiden ja Lapin esiintymät ovat kaikki huomattavan pieniä, samoin kuin Pohjanlahden rannikon Petolahti ja Oravainen. Outokummun alueen nikkelimalmeista ainoastaan Vuonos yltää kohtalaisiin mittoihin — ja kuten tiedämme, senkin louhinta on päättynyt kannattamattomuuteen.

Eräänä mielenkiintoisena piirteenä havaitaan, että Vammalan alueella malmikartalta ovat pudonneet pois niin Porin-Kylmäkosken vyöhykkeen itäpuoliset botnialaisen liuskealueen mineralisaatiot kuin ao. vyöhykkeen kaakkoisen jatkeen aiheet. Vaikuttaa siltä, että taloudellisten nikkelimalmien synnyn edellytyksenä on sekä litologisesti suotuisa ympäristö (vrt. Saltikoff & Koistinen, 1989) että tietty syvätektoninen rakenne. Samaa piirrettä voidaan aavistella myös Kotalahden malmivyöhykkeen rakenteessa ja rajoissa.

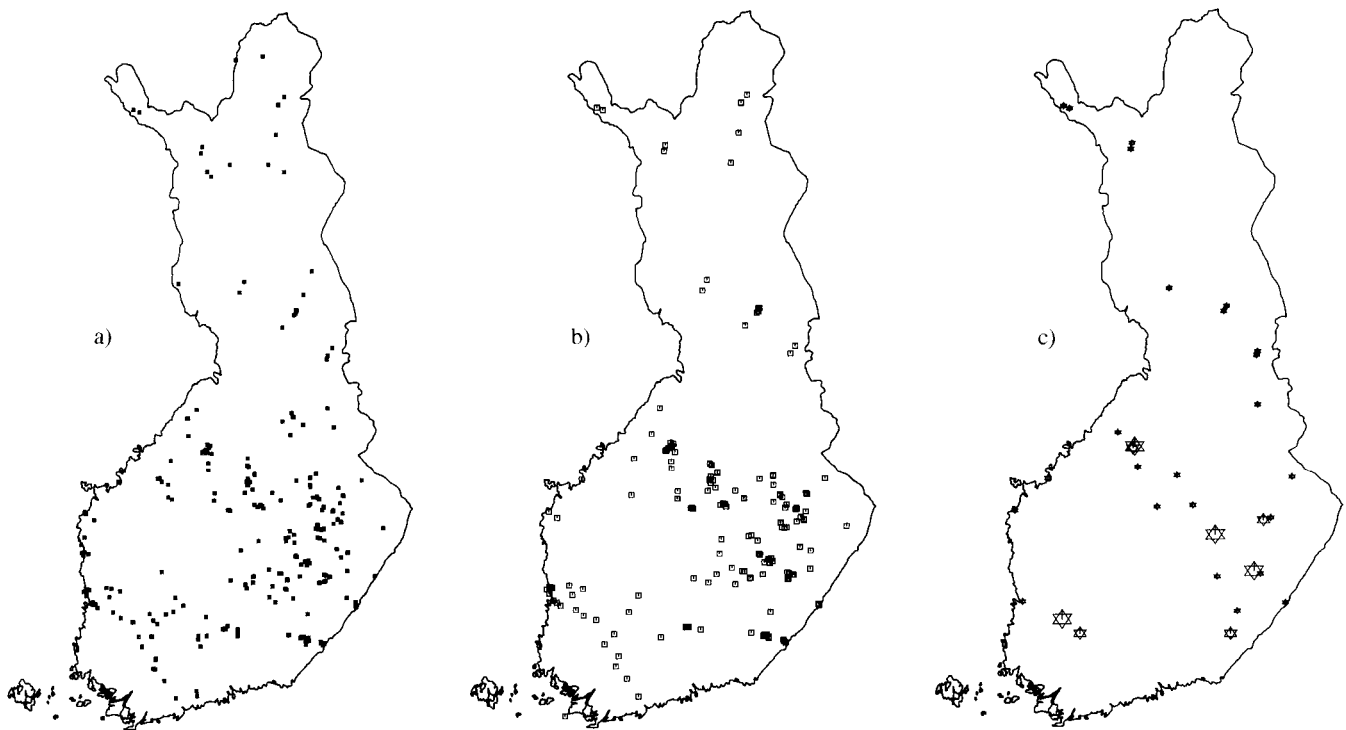
Tarkasteltaessa äskeisiä karttoja vielä malminetsinnän tuloksellisuuden kannalta tulee mieleen, että "nikkelimineralisaatiorenaan" luoteisreuna näyttää suhteettoman heikolta. Tämä voisi johtua siitä, että ao. alue on aliedustettu Pohjanmaan savikkojen aiheuttaman malminetsinnän vaikeuden vuoksi, tai siitä, että renkaan tämä osa sijaitaisi pääasiassa Pohjanlahdessa rannikon suuntaisen syvätektonisen rakenteen kontrollina. Nikkelimalmeja — jos niitä on — olisi tällöin etsittävä Pohjanlahdesta (vrt. Oravainen). Joka tapauksessa Pohjanmaalta voitaneen vielä odottaa useampia nikkelimineralisaatiolöytöjä.

YHTEENVETO

Kuvatunlaisia tarkasteluja voidaan tehdä minkä tahansa malmityypin suhteen. Nikkelimalmityyppi on kiitollinen esimerkki runsaan havaintoaineistonsa vuoksi. Sitä käyttäen voidaan havainnollistaa, kuinka yksinkertainen kriittinen karttatarkastelu antaa mahdollisuuden seurata suoritetun malminetsintätyön tuloksia, oppia tehdyistä ratkaisuksista — niin menestyksellisistä kuin virheellisistäkin — ja arvioida uusien malmilöydösten mahdollisuutta kehittyä taloudelliseksi malmeiksi. Valtakunnalliset malmitedostot tuovat nämä tietolähteet jokaisen geologin ulottuville luovaa tieteellistä tutkimusta varten.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Gaál, G., Koistinen, E., Lehtonen, M. and Tontti, M. (1978): Deposit modelling of a nickel belt in Finland. *J. Math. Geol.* 10(5), pp. 543-554.
2. Kuosmanen, V., Kuivamäki, A. and Tumanto, M. (1982): Potential Niore fields in the Ladoga — Bothian Bay zone inferred from Bouguer



Kuva 1. Nikkelimalmien ja -mineralisaatioiden jakautuminen Suomessa.

a) Kaikki nikkelimineralisaatiohavainnot; b) lupaavat mineralisaatiot; c) malmit ja potentiaaliset malmit.
Lähde: malmiesiintymätiedosto ja malmiviitetiedosto.

Fig. 1. Distribution of nickel deposits and mineralizations in Finland.

a) All observed nickel mineralizations; b) prospective mineralizations; c) economic and subeconomic deposits.
Source: Ore Deposit Data Bank and Mineral Indication Data Bank.

gravity and remote sensing data. Photogrammetric Journ. Finl. 9(1), pp. 9–20.

3. *Naldrett, A.J.* (1981): Nickel sulphide deposits: classification, composition and genesis. *Econ. Geol.*, 75 th Anniversary Vol., pp. 628–685.
4. *Papunen, H.* and *Gorbanov, G.I.*, ed. (1985): Nickel-copper deposits of the Baltic Shield and Scandinavian Caledonides. *Geol. Surv. Finl. Bull.* 333, 394 pp.

5. *Saltikoff, B.* and *Koistinen, E.* (1989): Geomathematical study on lithological setting of mineral deposits in SW Finland. *Geol. Surv. Finl., Spec. Paper* 10, pp. 119–121.

6. *Tontti, M.*, *Koistinen, E.* and *Lehtonen, M.* (1979): Kotalahden nikkeli-vyöhykkeen monimuuttuja-analyysi. SUMMARY: A multivariate analysis of the Kotalahti Nickel Belt. *Geol. Surv. Finl., Rep. Invest.* 36, 34 pp.

SUMMARY

DISTRIBUTION STUDY OF NICKEL DEPOSITS — AN EXAMPLE OF USE OF EXPLORATIONAL DATA BASES

Distribution of mineralizations and deposits of a certain ore type can be used as a tool in studying both the ore geology and the results of exploration. This study is easily done using maps of data from the national explorational data bases.

Nickel deposits constitute an ideal object for demonstration of such a study. They have been subject to successful exploration in Finland, their metallogeny is well known and they are well recorded in the data banks.

A map of all known nickel mineralizations (Fig. 1a) shows several zones of increased potential for them, such as a ring-like zone around the Central Finland granitoid area, several zones in Eastern Finland, scattered points in Lapland and a linear chain in SW Finland. However, if we reduce the population first by excluding all *a priori* non-prospective types and then by stripping all but the economic and sub-economic deposits, we obtain the distribution patterns of Figs. 1b and 1c respectively, and the territory of high potential for real nickel deposits is practically reduced to two belts of linear structure — the well-known Hitura-Kotalahti belt in the east and the Vammala belt in the south-west.

In the Vammala belt, the real deposits lie in the intersections

of two geological structures both with abundant smaller mineralizations — an E-W schist belt (Bothnian belt) and a linear structure with the chain of mineralizations as mentioned before. It seems possible that simultaneous presence of a suitable lithological environment (a schist-dominated province) and a deep tectonic structure is a prerequisite for developing of large nickel deposits. — Such an interpretation can be extended to the structure and limits of the Kotalahti belt, too.

When the three maps are reviewed is respect to the effectiveness of exploration, a minimum in the number of discovered mineralizations within the "nickel ring" can be anticipated in its NW part. This might be explained perhaps as real "missing discoveries" caused by obstruction to prospecting by the clay fields at the coast of the Bothnian Gulf.

A study like that described above can be done on any ore deposit type. The presented example is merely aimed for demonstration of possibilities of a simple map review using the data in the national explorational data banks. These are now available for any creative geological studies.

Oriveden Kutemajärven kultaesiintymä

FM Hannu Ollila, FM Reijo Saikkonen, DI Jouni Moisio, Oy Lohja Ab, Virkkala
FT Kari Kojonen, Geologian tutkimuskeskus, Espoo

JOHDANTO

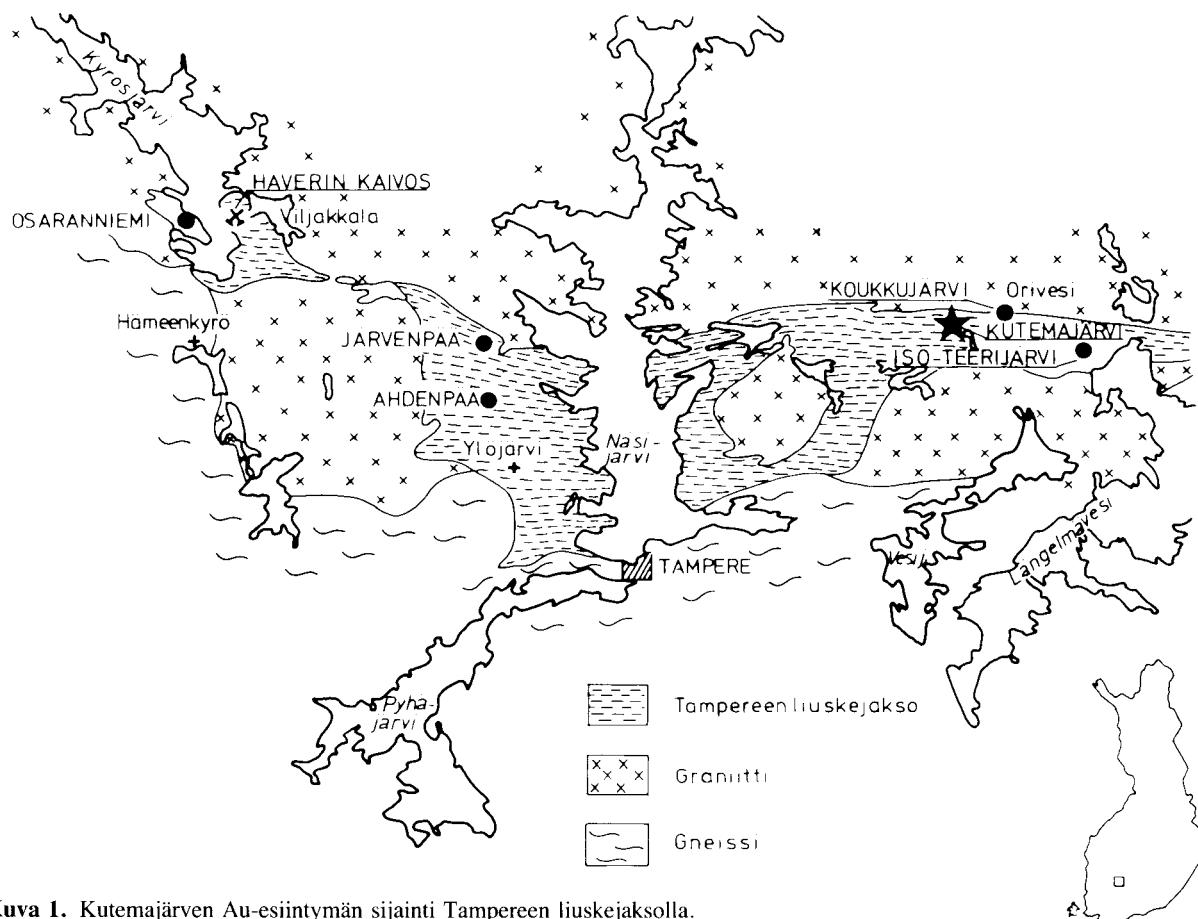
Oriveden Kutemajärvellä sijaitsevan serisiittimuodostuman hyväksikäyttötutkimukset alkoivat 1946, jolloin Viento Oy teki alueelle valtausvarauksen. Siinä hyödynnettäväksi mineraaliksi ilmoitettiin kaoliini. Varaus siirtyi samana vuonna Renlundin Tiili Oy:lle, joka teki myöhemmin alueella myös valtauksen ja käytti koeluentoisesti serisiittiliusketta tiilen valmistukseen. Tehtyjen tutkimusten mukaan alueella on serisiittia 2 milj.t 5 m:n syvyyteen louhittuna, 50 m:n syvyyteen 18–20 milj.t, ja esiintymän todettiin jatkuvan vieläkin syvemmälle.

Kemira Oy teki alustavien selvitysten jälkeen v. 1966 valtausvarauksen ja vuotta myöhemmin valtauksen. Aiheena oli tutkia kalin ja alumiinin saantia serisiittikvartsiliuskeesta. Valtaus päättyi v. 1974. Kemiran tutkimuksen tuloksena inventoitiin alueella 2.5 milj.t serisiittia, 1.5 milj.t topaasia, 1.4 milj.t kaoliinia sekä andalusiiittia ja 8.5 milj.t kvartssia.

Oy Lohja Ab:n Malminetsintä teki alueella valtausvarauksen

teollisuusmineraalien hyödyntämistä varten marraskuussa 1975, valtauksen vuotta myöhemmin ja kaivospiiri "Seri" sai lainvoiman v. 1982. Metallimalmitutkimukset Oy Lohja Ab:n toimesta käynnistyivät Kutemajärven alueella syksyllä 1981. Aluksi suoritettiin litogeokemiallinen kartoitus yhteistyössä Helsingin yliopiston porfyryisiä Cu-Mo-malmeja tutkivan projektin kanssa. Ensimmäisessä vaiheessa todettiin monimetallianomalioiden korreloivan hyvin magneettisen häiriön kanssa. Lisäksi myöhemmin Oulun yliopiston geofysiikan laitoksen kanssa yhteistyössä suoritettujen sähköisten mittausten todettiin niinkään korreloivan positiivisesti mainittujen anomalioiden kanssa. Kesällä 1982 päätettiin Yläjalkajärven itäpuolella kairata kaksi reikää häiriöalueen tarkistamiseksi. Ensimmäiset reiät lävistivät kultamalmeja. Varsinainen päämalmpiippu lävistettiin kesällä 1984. Tätä voidaan pitää malmin löytymisen kannalta ratkaisevana käänteenä.

Tehdyn sopimuksen mukaisesti on esiintymän käyttöoikeudet siirretty Outokumpu Oy:lle maaliskuussa 1990.



Kuva 1. Kutemajärven Au-esiintymän sijainti Tampereen liuskejaksolla.
Fig. 1. Location of the Kutemajärvi Au-deposit in the Tampere schist belt.

ALUEEN GEOLOGIA

Alueen geologiaa luonnehtivat Tampereen liuskejakson kivilajit sekä pohjoispuolella Keski-Suomen graniittibatoliitti (kuva 1).

Serisiittikvartsiliuskeet sijaitsevat liuskejakson puolella batoliittia vasten. Litologisesti Tampereen liuskejaksolla kullan esiintymisen kannalta tämä pohjoisosa on selvästi merkityksellinen, koska monet Au-mineralisaatiot ovat juuri samoin sijoittuneita suhteessa ko. batoliittiin. Muista mainittakoon Haveri Viljakkalassa ja Järvenpää Ylöjärvellä.

Tampereen liuskejakson suprakrustiset kivet ovat osa Etelä- ja Länsi-Suomen svekofennisestä proterozoisesta liuskevyöhykkeestä. Vulkaaniset kivet ovat 1.904–1.889 Ga vanhoja /1/. Liuskejakso koostuu eriasteisesti metamorfoituneista vulkanogeenisistä ja sedimentogeenisistä kivistä. Vulkanogeeniset kivet hallitsevat jakson pohjoisosaa ja sedimentogeeniset eteläosaa. Vulkanogeeninen sarja koostuu erilaisista laavakivistä, tuffiiteista ja aglomeraateista. Sedimenttikivet ovat pääasiassa grauvakkoja, fylliitteja, kiilleliuskeita, kalkkirikkaita liuskeita, mustaliuskeita ja konglomeraatteja /1/, /2/.

Alueellinen metamorfoosi on tapahtunut alhaisen paineen ja lämpötilan amfiboliittifasieksen olosuhteissa /1, 3/. Osissa liuskejaksoa on metamorfoituminen häiriintynyt ja alkuperäistä alhaisemmassa lämpötilassa on tapahtunut uudelleenkiteytymistä, joka on seurausta liikunnoista vyöhykkeessä ja hydrotermisten liuosten aiheuttamista muuttumisilmioista. Muuttumisvyöhykkeet ovat liuskejakson yleisen kulun (itä-länsi) suuntaisia.

Tampereen liuskejakson pohjoispuolella on laaja Keski-Suomen granitoidialue, joka on iältään liuskeita nuorempaa 1.88–1.89 Ga /1/. Liuskealueen eteläpuolella on laaja migmatiittigraniittialue, jonka ikä on 1.84–1.81 Ga /4/. Näiden lisäksi jakson keskivaiheilla on ns. Värmälän plutoni, joka on koostumukseltaan suurimmaksi osaksi granodioriittinen, pyöreähkö, n. 8 km läpimittainen stocki /2, 4, 5/. Värmälän stockin iäksi on saatu 1.878 Ga. Intrusiivikivilajit ovat siis nuorempia kuin suprakrustiseen sarjaan kuuluvat kivet.

KULTAESIINTYMÄ

Geologia

Oriveden Au-esiintymä sijaitsee Kutemajärven luoteispuolella seri-

siittikvartsiliuske-esiintymässä, jota ympäröi joka puolella plagioklaasiporfyri /3/ (kuva 2).

Kultamineralisaatiot ovat serisiittikvartsiliuskeeseen sisällä useana lähes pystyasentoisena piippuna (kuva 3, sivulla 28).

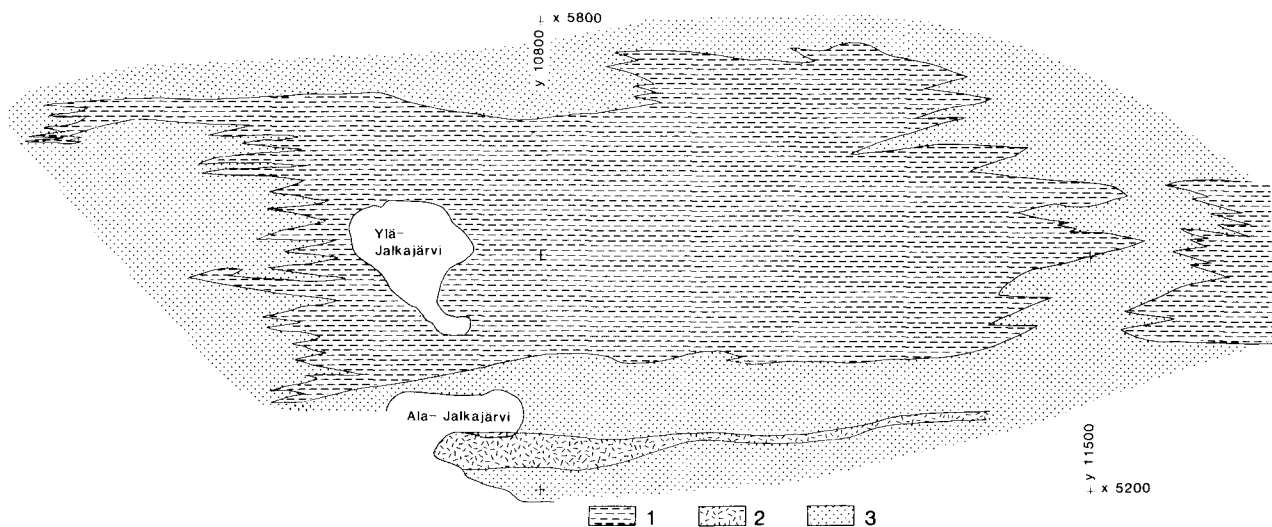
Serisiittikvartsiliusketta on mineraalikoostumukseltaan kuutta eri muunnosta (taulukko 1, sivulla 28) riippuen hydrotermisestä muuttumisasteesta. Muuttumisaste määräytyy uudelleenkiteytyneiden mineraalien määrästä suhteessa alkuperäisiin.

Serisiittikvartsiliuskeemuodostuman sisällä kivilajit erottuvat toisistaan ainoastaan eri mineraalien paljousuhteiden perusteella muuttumisasteesta riippuen ilman terävää kontaktia. Lisäksi kontaktit ympäröiviin kivilajeihin ovat vaihettumiskontakteja, missä muutaman metrin matkalla hydrotermisesti voimakkaasti muuttunut kivi vaihtuu terveeksi vulkaniitiksi. Serisiittikvartsiliuskevyöhykettä ympäröi plagioklaasi- ja kvartsiplagioklaasiporfyri, joista ensin mainitussa esiintyy amfiboliittisulkeumia. Amfiboliitin ja porfyriitin kontakti on jyrkkä. Amfiboliittia tavataan sulkeumina myös serisiittikvartsiliuskeeseen puolella. Hapanta vulkaniittia on havaittu vain serisiittikvartsiliuskevyöhykkeen eteläreunalla. Vulkaniiitti on rakenteensa perusteella tuffiitti.

Malmimineralogia

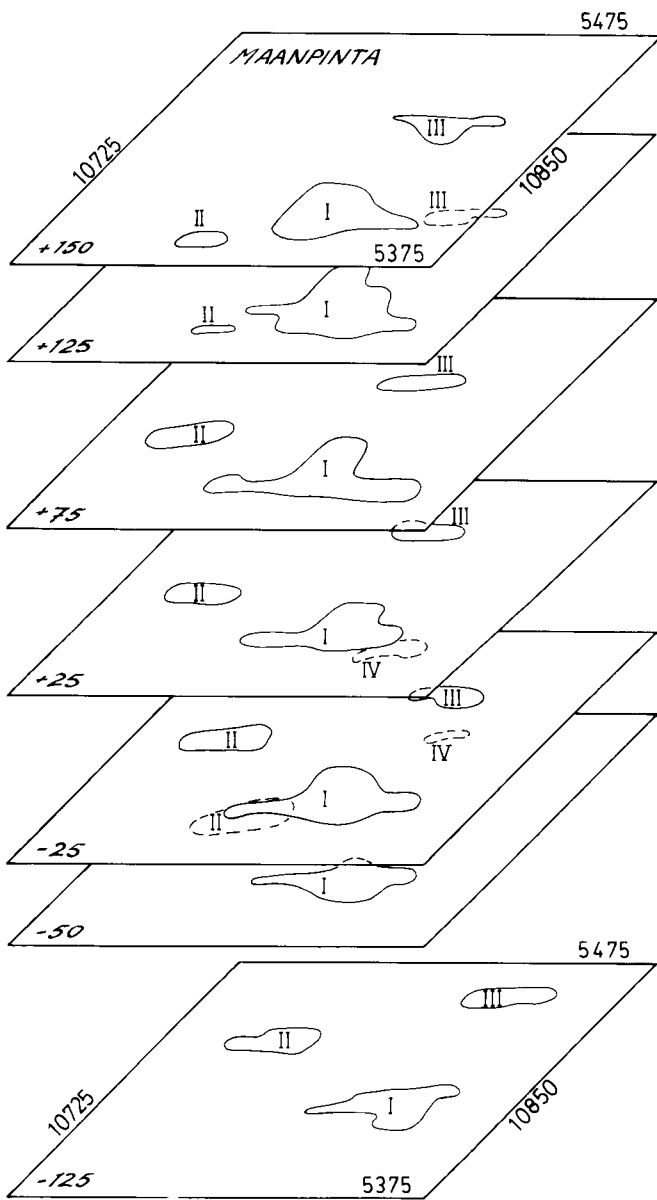
Eri puolilla serisiittikvartsiliuskevyöhykettä tavataan heikkona pirotteena magnetiittia ja erilaisia kiisuja, joita ovat rikkikiisu, magneettikiisu, kuparikiisu, sinkkivälke ja lyijyhohde. Tässä kuvauksessa keskitytään serisiittikvartsiliuskevyöhykkeen eteläreunalla sijaitseviin kultamineralisaatioihin, jotka ovat lähes pystysuuntaisia piippumaisia muodostumia (kuva 3).

Kultaesiintymässä on yleisesti edellämäinittuja sulfideja. Harvinaisina sulfideina tavataan cubaniittia ja borniittia sekä myös vähäisessä määrin arseenikiisua muiden sulfidimineraalien yhteydessä. Oksidalmimineraalina esiintyy rutiilia. Rutiili on hienorakeisena pirotteena yleensä itsenäisinä rakeina, joiden koko on 10–15 mikronia. Kassiteriittia on tavattu lisäksi kultaesiintymän ulkopuolella paljastumanäytteistä vähäisessä määrin. Kullan yhteydessä esiintyy runsaasti tellurideja: altaiitti $PbTe$, calaveriitti $AuTe_2$, tellurovismutti Bi_2Te_3 , frobergiitti $FeTe_2$, petsiitti Ag_3AuTe_2 ja hesiitti Ag_2Te . Telluridien raekoko on satunnaisesti jopa 50–100 mikronia, mutta yleisemmin 5–30 mikronia. Selvästi yleisin tellurimineraaleista on altaiitti, joka esiintyy itsenäisinä rakeina tai sulkeumina muissa mineraaleissa. Eri telluridimineraaleja voi tava-



Kuva 2. Kutemajärven Au-esiintymän geologinen kartta. Kivilajisymbolit: 1) kvartsiserisiittiliuske, 2) emäksinen vulkaniitti, 3) plagioklaasiporfyriitti.

Fig. 2. Geological map of the Kutemajärvi Au-deposit. Symbols of lithology: 1) quartz-sericite schist, 2) mafic volcanite, 3) plagioclase porphyrite.



Kuva 3. Tasoleikkaukset Kutemajärven Au-esiintymästä, malmiot rajattu pitoisuudella Au 2 g/t. Eri malmiot on merkitty kuvaan numeroin I–IV (ks. taulukko 2).

Fig. 3. Plane sections of the Kutemajärvi Au-deposit, the ore bodies delineated with a cut off grade 2 g/t Au, based on the sea level (0 level), surface level is +150 m. The ore bodies are marked with numbers I–IV (see table 2).

ta sulkeumina toisissaan. Kulta esiintyy usein myös omina rakeina silikaattimineraalirakeiden väleissä. Raekoko kullalla on alle 20 mikronia, yleisimmin 5–10 mikronia. Rikkaissa kultanäytteissä on kuitenkin tavattu jopa 70–80 mikronin suuruisia rakeita.

Geokemia

Serisiittikvartsiliuskevyöhykkeet Orivedellä ovat läpikäyneet hydrotermisen muuttumisen, jota luonnehtii kiven CaO-, MgO- ja Na₂O-pitoisuuksien pieneneminen ja SiO₂-, K₂O- ja Al₂O₃-pitoisuuksien suureneminen. Lisäksi Kutemajärvellä muuttumiseen liittyy rautaoksidin poistumista, epidoottiutumista ja serisiittiytymistä, minkä katalysaattorina on toiminut HF /2/. Kutemajärven liuskevyöhykkeen geokemiassa on sisäistä vaihtelua, joka ilmenee metallien ja jalometallien erilaisena käyttäytymisenä. Kultaesiintymien ympärille on muodostunut litogeokemiallisia huntuja ja anomaliajaksia, joita kartoittamalla on malminetsintää suoritettu. Litogeokemiallinen tutkimus yhdessä geofysiikan tulkinnan kans-

Taulukko 1. Serisiittikvartsiliuskevyöhykkeen kivilajien mineraalikoostumukset.

Table 1. The mineral composition of the various rock types in the sericite schist formation.

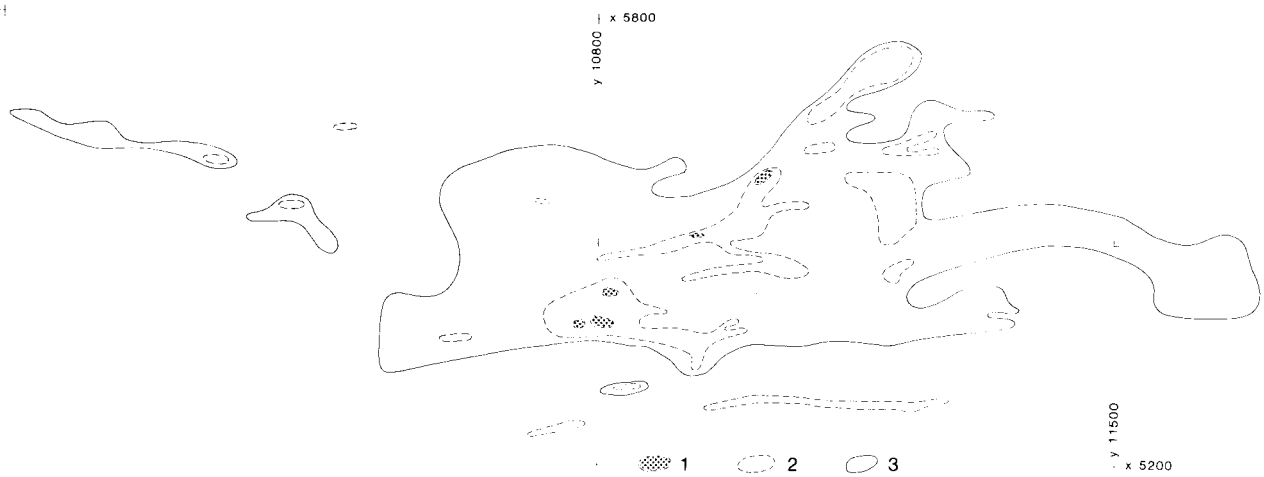
Kivilaji Rock type	Päämineraalit Main minerals	Aksessoriset Accessory minerals
Kvartsandalusiittikivi	kvartsi andalusiitti serisiitti/ muskoviitti biotiiitti flogopiitti kaoliniitti	epidootti fluoriitti hematiitti kloriitti topaasi
Topaasikivi	topaasi serisiitti/ muskoviitti	epidootti kvartsi andalusiitti kaoliniitti opaakki
Kvartsitopaasikivi	kvartsi serisiitti topaasi	flogopiitti hematiitti fluoriitti pyriitti
Kvartsiserisiittiliuske	kvartsi serisiitti kaoliniitti topaasi hematiitti plagioklaasi	flogopiitti andalusiitti pyriitti epidootti turmaliini kloriitti
Kvartsikloriittiliuske	kvartsi kloriitti serisiitti flogopiitti	fluoriitti epidootti hematiitti topaasi plagioklaasi kaoliniitti turmaliini opaakki
Kvartsikivi	kvartsi serisiitti flogopiitti	hematiitti topaasi kloriitti fluoriitti epidootti kaoliniitti opaakki

sa on ollut keskeinen tutkimusmenetelmä esiintymän löytöhistoriassa.

Esiintymän litogeokemiallista tutkimusta luonnehtii kolmen alkuaineryhmän keskinäinen tarkastelu. Ryhmien sisällä alkuaineilla on positiivinen korrelointi (heikko tai kohtalainen). Alkuaineryhmät ovat 1) Au-Cr-W, 2) Fe-Sb-Rb-Co ja 3) Ba-Na. Näiden yhdeksän alkuaineen pitoisuudet olivat pohjana litogeokemiallisessa pintanäytteiden kartoituksessa, mikä suoritettiin hyväksikäyttäen tietokonepohjaista diskriminanttianalyysiä. Siinä tarkasteltiin edellämäinittujen alkuaineiden rikastumista ja/tai köyhtymistä ympäristöönsä verrattuna. Lopputuloksena saatiin kaikki näytteet luokitelluksi neljään luokkaan, jotka ovat 1) ei-anomalia, 2) anomalia, 3) huntu ja 4) malmi. Kutemajärven kultaesiintymän ympärille muodostuu selvärakenteinen huntukehä (kuva 4), joka jatkuu itäänpäin ohenevana heikosti mineralisoituneena jaksona. Kairauksissa tästä jaksosta on tavattu heikkoja Au-mineralisaatioita.

Geofysiikka

Kutemajärven serisiittiliuskevyöhykkeen Cu-Ni-Ag-Co-Zn-Pb-anomaliaita tutkittiin syksyllä 1981 magneettisilla testiprofiileilla. Litogeokemialliset anomaliat korreloivat magneettisten häiriöiden



Kuva 4. Geokemiallinen hunturakenne Kutemajärven alueella. Merkkin selitykset: 1) malmiluokka, 2) huntuluokka, 3) anomalia luokka.
Fig. 4. Geochemical halo structure in the Kutemajärvi area. Symbols are: 1) ore grade, 2) halo grade, 3) anomaly grade.

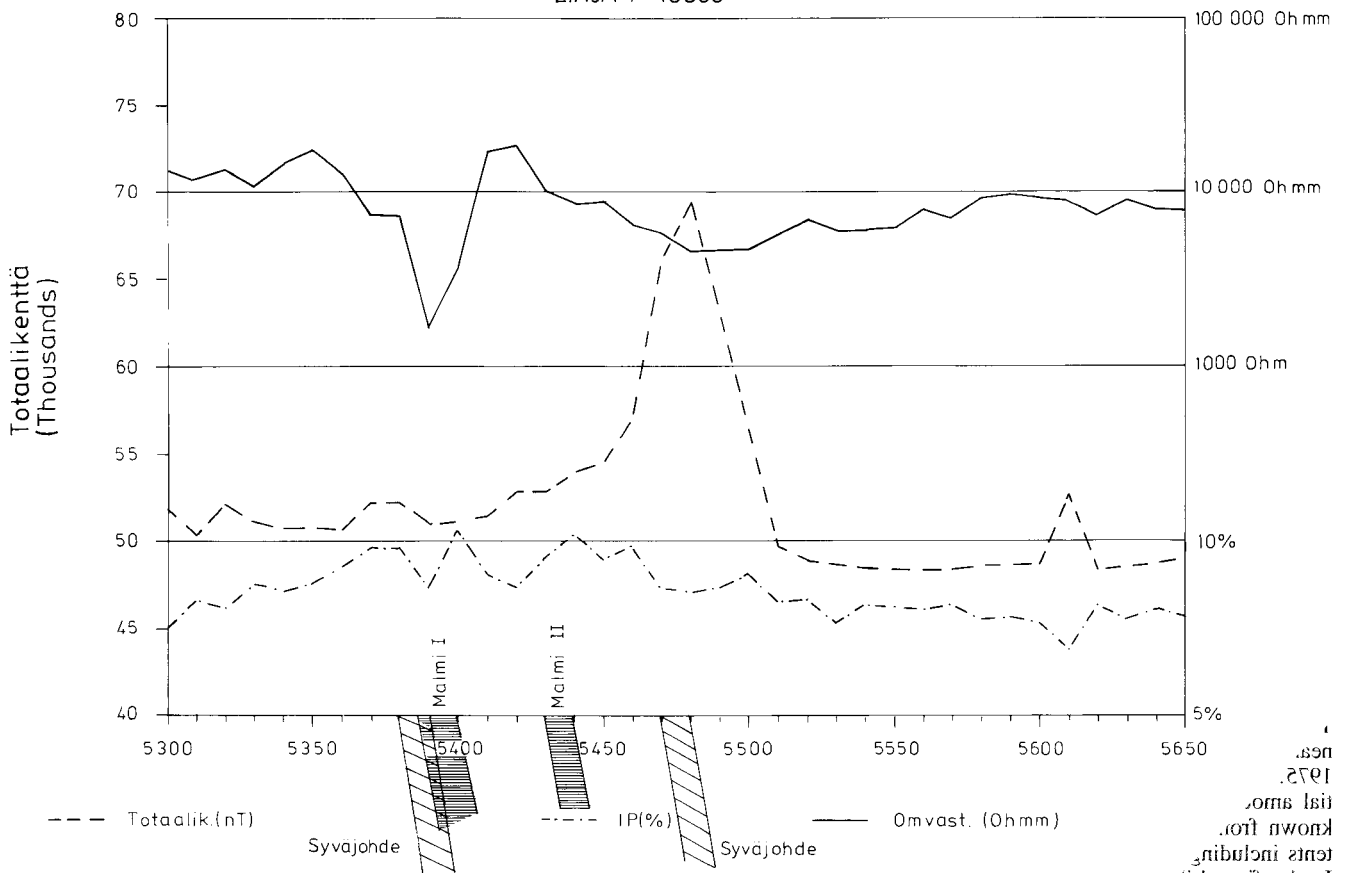
kanssa. Myöhemmin Kutemajärvellä suoritettiin systemaattinen magneettinen mittaus ja VLF-R mittauksia Yläjalkajärven itäpuolella. Tulokseksi saatiin Yläjalkajärven itäpuolelle matalavastuksinen alue, johon liittyy magneettinen anomalia.

Paikannetut kultamalmpiiput liittyvät ympäristöönsä polarisoituvampiin yksiköihin. Nämä IP-anomaliat aiheutuvat pääasiassa rikkikiisupiroitteesta. Pirootteen ollessa runsas näihin yksiköihin liittyy myös kapeita johteita. Magneettisesti malmpiiput ovat paikallisissa magneettisissa minimeissä. Au-malmin geofysikaalista luonnet-

ta kuvataan tarkemmin esimerkkiprofiililla $y = 10800$ (kuva 5), jossa on piirretty ominaisvastus ja polaroitavuus keskigradienmittauksesta ($AB/2 = 900$ m) sekä totaalikentän vertikaaligradien-ti. Profiiliin on lisäksi merkitty aksiaali-dipoli(AD)-luotauksesta tulkittujen syväjohteiden paikat sekä malmpiippujen I ja II (kuva 3) sijainti profiililla. Malmpiippu I liittyy laaja-alaiseen IP-anomaliaan, jossa on myös voimakas ominaisvastusanomalia malmpiipun kohdalla. Malmio sijaitsee magneettisen anomalian kyljellä olevassa minimeissä, mikä näkyy selvästi totaalikentän vertikaal-

ORIVESI KUTEMAJÄRVI

LINJA Y=10800



Kuva 5. Kultamalmioiden sijainti profiililla $Y = 10800$ ja mitatut ominaisvastus-, IP- ja totaalikentän vertikaaligradien-ti (Ohmm) (Ohmm) ja magneettinen (nT) (nT) mittausten tulokset. Syväjohteet on piirretty hahmoitettujen viivojen avulla.
Fig. 5. Location of the gold ore bodies in the profile $Y = 10800$ and results of geophysical electric IP, AD and magnetic (Ohmm) (Ohmm) measurements. The deep conductors calculated from AD-measurements are drawn with hatched lines.

Taulukko 2. Oriveden Kutemajärven kultaesiintymän malmiarvion yhteenveto.
Table 2. The ore reserves in the Kutemajärvi gold deposit.

MALMI	ORE BODY	I	II	III	IV	KAIKKI TOTAL
Malmitonnit	Ore in metric t	407700	120300	90400	12400	631000
Au-pit. g/t	Au content g/t	9.9	9.2	7.4	5.9	9.4
Kullan määrä kg	Gold content in kg	4050	1103	672	73	5898
Pohjataso	Deepest level	-165	-135	-135	-87.5	

ligradientissa. Malmipiippujen korrelointi geofysiikan kanssa vaihtelee yksityiskohdissaan, mikä johtuu osittain siitä, että malmi on rajattu ekonomisin perustein.

Kultamineralisaatioiden ja geofysiikan korrelointia tarkasteltaessa ei kannata liikaa kiinnittää huomiota pieniin yksityiskohtiin, vaan tarkastella asiaa hieman suuremmissa mittakaavassa. Kultamineralisaatioiden esiintymisen geofysikaaliseksi edellytykseksi on tehtyjen tutkimusten valossa saatu seuraavaa: 1) taustastaan hieman kohonnut IP-arvo, 2) liittyminen magneettisten anomalioiden reunoille tai anomalian sisällä oleviin paikallisiin minimeihin ja 3) liittyminen syvälle ulottuvan (useampi sata metriä) johteen lähiympäristöön.

Edellä olevan analogian mukaan on kairattu tunnetusta malmineesiintymästä itään päin jatkuvia IP-keskigradienttimittauksella paikannettuja johteita (huntukehä), jotka on luokiteltu AD-luotausten perusteella syväjohteiksi. Kairareitit näitä johteita ei ole löydetty, joten ne sijaitsevat todennäköisesti syvemmällä ja ovat potentiaalisin kohde uusille malmivaroille.

MALMIARVIO

Malmiarvio on laadittu käyttäen tasoleikkauksia, jotka ovat tasoille +150, +125, +100, +75, +25, +0, -25, -50 ja -125 (kuva 3). Nollataso on merenpinta ja maanpinta on +150. Tasojen valinnan on yksinomaan määrännyt kairausreikien jakautuminen malmipiipussa I. Alla esitettävässä malmiarviossa ovat Oriveden Kutemajärven kultaesiintymän malmivarat 631000 t, jossa keskikultapitoisuus on 9.4 g/t (taulukko 2) cut off-pitoisuudella 2 g/t Au. Näistä

varoista 80 % on todettuja ja 20 % todennäköisiä. Lävistysten keskipitoisuudet on laskettu Sichelin /6/ menetelmällä. Kairauksilla ei ole kolmesta erillisestä piipusta yhdestäkään tavattu vielä pohjaa, joten syväosiin jää huomattava malminetsinnällinen potentiaali.

YHTEENVETO

Oriveden Kutemajärven kultamineralisaatio sijaitsee Tampereen liuskevyöhykkeessä serisiittiliuskemuodostumassa, joka on hydrotermisesti muuttunut plagioklaasiporfyyritistä. Muuttumislähteenä esiintyy voimakasta epidootiumista ja serisiittiytymistä sekä kaoliiniutumista. Geokemiallisesti kultaesiintymää luonnehtii CaO-, MgO- ja Na₂O-pitoisuuksien pieneminen ja SiO₂-, K₂O- ja Al₂O₃-pitoisuuksien lisääntyminen. Kultaesiintymän ja sitä reunustavien geokemiallisten huntujen rajaamisessa on käytetty hyväksi geokemiallisten analyysitulosten diskriminantianalyysiä. Geofysikaalisesti kultamineralisaatioita luonnehtii taustastaan hieman kohonnut IP-arvo, liittyminen magneettisten anomalioiden reunoille ja syvälle ulottuvan johteen lähiympäristöön. Serisiittiliuskeen päämineraaleina esiintyy vaihtelevissa suhteissa kvartsi, serisiitti, topaasi, plagioklaasi, biotiitti, flogopiitti ja kaoliiniitti. Aksessorisia mineraaleja ovat epidooti, fluoriitti, rutiili, hematitiitti, turmaliini ja andalusiitti. Malmimineraaleina esiintyy sulfideja, arseenikiisiä, tellurideja ja kultaa sekä vapaina rakeina että yhteenkasvettuneena telluridien kanssa. Kultamineralisaatiot esiintyvät serisiittiliuskeessa lähes pystysuorina piippuina, joista on inventoitu -165 tason yläpuolelta yhteensä 631000 tonnia malmia keskipitoisuudella 9.4 g/t Au käyttäen cut off-pitoisuutta 2 g/t Au.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Kähkönen, Yrjö, 1989. Geochemistry and petrology of the metavolcanic rocks of the early Proterozoic Tampere Schist Belt, Southern Finland. Bull. Geol. Survey of Finland 345, 107 s.
2. Seitsaari, J., 1951. The schist belt northeast of Tampere in Finland. Bull. Comm. géol. Finlande 153.
3. Siivonen, Markku, 1984. Oriveden Kutemajärven serisiittiliuske-esiintymä. Pro gradu- tutkielma, Helsingin yliopisto, geologian ja mineralogian osasto, 65 s.
4. Nironen, Mikko, 1989. Emplacement and structural setting of granitoids in the early Proterozoic Tampere and Savo Schist Belts, Finland implications for contrasting crustal evolution. Bull. Geol. Survey of Finland 346, 83 s.
5. Simonen, Ahti, 1952. Suomen geologinen kartta. Geological map of Finland. 1:100000. Lehti — Sheet — 2124. Viljakkala — Teisko. Kallioperäkartan selitys. Explanation to the map of rocks. Geologinen tutkimuslaitos, Espoo.
6. Sichel, H. S. 1966. The estimation of means and associated confidence limits for small samples from lognormal populations. Proc. 1966 Symp. South African Inst. of Mining and Metallurgy.

SUMMARY

THE GOLD DEPOSIT IN KUTEMAJÄRVI, ORIVESI

The exploration for industrial minerals at Kutemajärvi in Orivesi near the town Tampere in southern Finland started by Lohja Oy in 1975. The target area, a sericite schist formation, contains substantial amounts of muscovite, kaoline, andalusite, quartz and topaz known from earlier investigations. Anomalous heavy metal contents including gold were found in preliminary surface sampling. In the first drill hole the sericite schist formation clearly had a marked gold ore potential. Therefore an extensive drilling program totalling 15045 m was carried out resulting in delineation of a gold mineralisation in three different pipe formed, almost vertical bo-

dies containing 631 000 t gold ore averaging 9.4 g/t Au with 2 g/t Au cut off. Gold occurs in the sericite schist as free grains and intergrown with tellurides altaite PbTe, calaverite AuTe₂, tellorobismuthite Bi₂Te₃, frobergite FeTe₂, petzite Ag₂AuTe₂ and hessite Ag₂Te. Sericite schist formation contains also disseminated pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, cubanite, bornite, sphalerite, galena, arsenopyrite and rutile. The basic exploration methods used were litho-geochemical sampling coupled with discriminant analysis and geophysical electric (IP, AD) and electromagnetic surveys.

Etelä-Savon kultapotentialiaali Rantasalmen tutkimusten valossa

FM Olavi Kontoniemi ja FM Hannu Makkonen, Geologian tutkimuskeskus, Kuopio

JOHDANTO

Etelä-Savon kultatutkimusten voidaan katsoa alkaneen vuonna 1983. Tuolloin Geologian tutkimuskeskus aloitti malminetsinnän Rantasalmen Kolkonjärven alueella. Malmiviitteinä olivat lukuisat malmilohkareet, joista osa sisälsi perusmetallien lisäksi myös kultaa (≤ 4.2 ppm) ja hopeaa (≤ 321 ppm).

Pirilän kultaesiintymä löytyi kesällä 1983. Se oli Suomessa 1980-luvulla löydettyistä kultaesiintymistä ensimmäisiä. Kotimaisia vertailukohteita ei siten juuri ollut ja esiintymän tutkimuksissa törmättiin moniin kultamalmin erityispiirteisiin: pitoisuudet vaihtelivat paljon, joskus kulta liittyi selvästi sulfidifaasiin, joskus taas sulfidirikkaat näytteet olivat tyhjiä. Pirilän kultaesiintymä ei onneksi ollut kuitenkaan tutkimusten kannalta vaikeimpia. Siitä löytyivät selvät geologiset tekijät, jotka kontrolloivat kullan esiintymistä. Näistä tärkeimmät olivat litologinen ja geokemiallinen kontrolli. Kultaa esiintyi vulkaniittien ja sedimenttien kontaktivyöhykkeessä arseenikiisun yhteydessä. Tämän tiedon perusteella löytyi

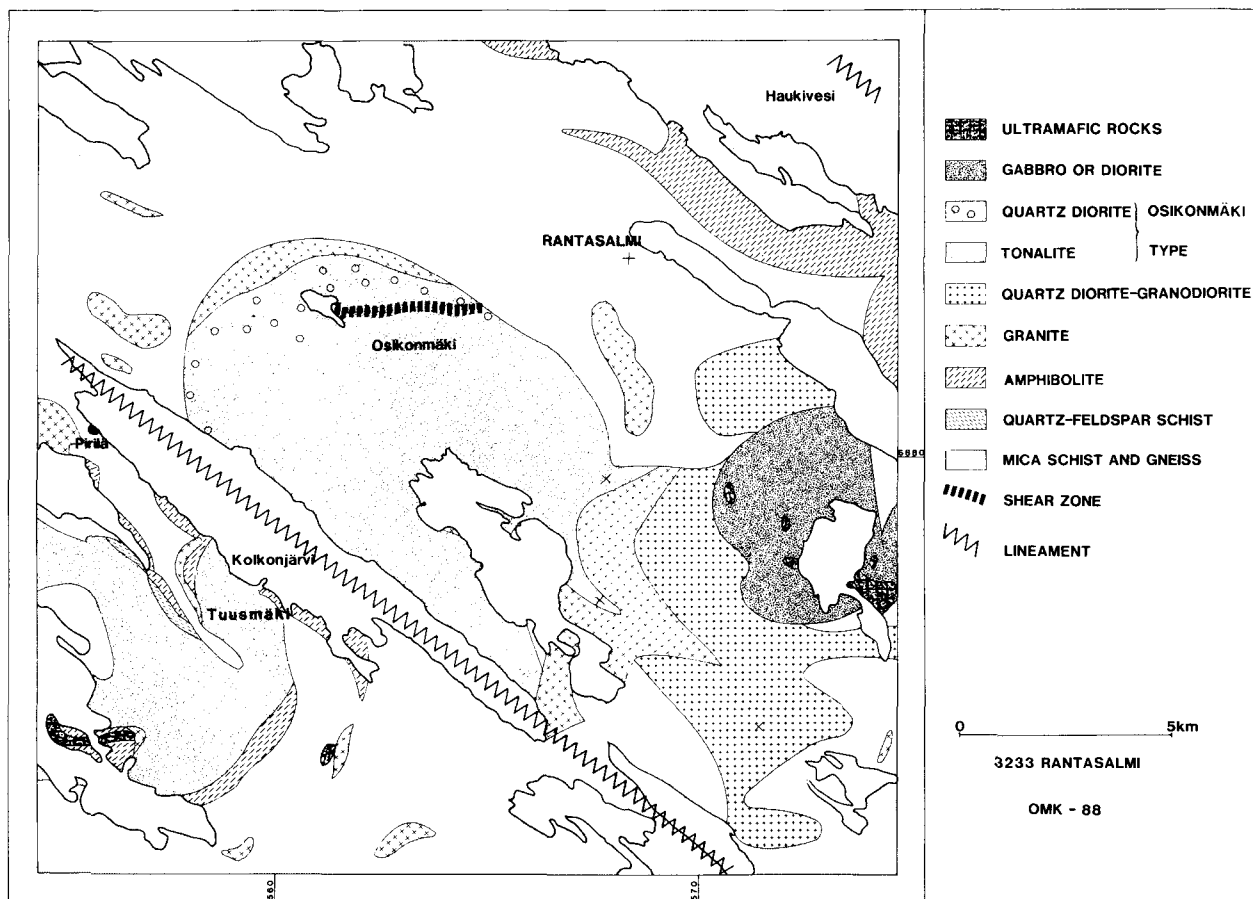
Pirilän jaksosta myös muita kultaesiintymiä, jotka kuitenkin osoittautuivat pienemmiksi ja kultapitoisuudeltaan alhaisemmiksi kuin Pirilä.

Ensimmäiset viitteet Osikonmäen tonaliitin kultakriittisyydestä saatiin GTK:n kenttähenkilöstön löytämissä kultapitoisista granitoidilohkareista. Lohkareet löytyivät syksyllä 1984 n. 20 km Osikonmäestä kaakkoon Parkulammin maastosta.

ALUEEN GEOLOGIA

Etelä-Savon kultakriittinen vyöhyke sijoittuu Haukiveden nikkeli-vyöhykkeen länsipuolelle. Valtakivilajina on kiilleliuske ja -gneissi. Alhaisen metamorfoosiasteen alueella siinä on nähtävissä primääripiirteinä turbidiiteille tyypillisiä rakenteita, kuten kerrallisuutta ja ristikerroksellisuutta. Metamorfoosiasteen kasvaessa primäärirakenteet häviävät ja kivi vaihettuu suonigneissiksi.

Tonalittiset intruusiot (kuva 1) kuuluvat olennaisesti kultakriittiseen vyöhykkeeseen. Intruusiot ovat pintaleikkaukseltaan soikeita



Kuva 1. Pirilä-Osikonmäki-alueen geologinen kartta /6/.

Fig. 1. Regional geological map of the Pirilä-Osikonmäki area /6/.

ja suhtautuvat konformisti ympäröiviin liuskeisiin.

Alueen vulkaniitit ovat pääosin mafisia tyynylaavoja, joissa on myös ultramafisia osia. Kultaesiintymiin läheisesti liittyvät vulkaniitit ovat felsisiä tai intermediäärisiä pyroklasteja.

Metamorfoosiaste vaihtelee paljon. Se kasvaa Joroisten - Rantasalmen alueen andalusiitti-muskoviittivyöhykkeeltä progressiivisesti kohti Sulkavan termisen doomin kordieriitti-granaatti-sillimaaniittivyöhykettä. Tämän progressiivisen metamorfoosin lisäksi alueen metamorfiseen karttakuvaa vaikuttavat vanhemman granulitifasieksen metamorfoosin lohkot /1, 2/. Kultakriittinen vyöhyke sijoittuu alhaisen metamorfoosiasteen alueelle.

Malmintensinnän kannalta alueen deformaatiohistorian kolme ensimmäistä vaihetta ovat merkittäviä. Kilpeläisen /3/ mukaan F_1 - ja F_2 -poimutus olivat luonteeltaan tiukkoja. S_2 -liuskeisuus on halituvain. F_3 -poimut ovat epäsymmetrisiä ja vaihtelevan kokoisia.

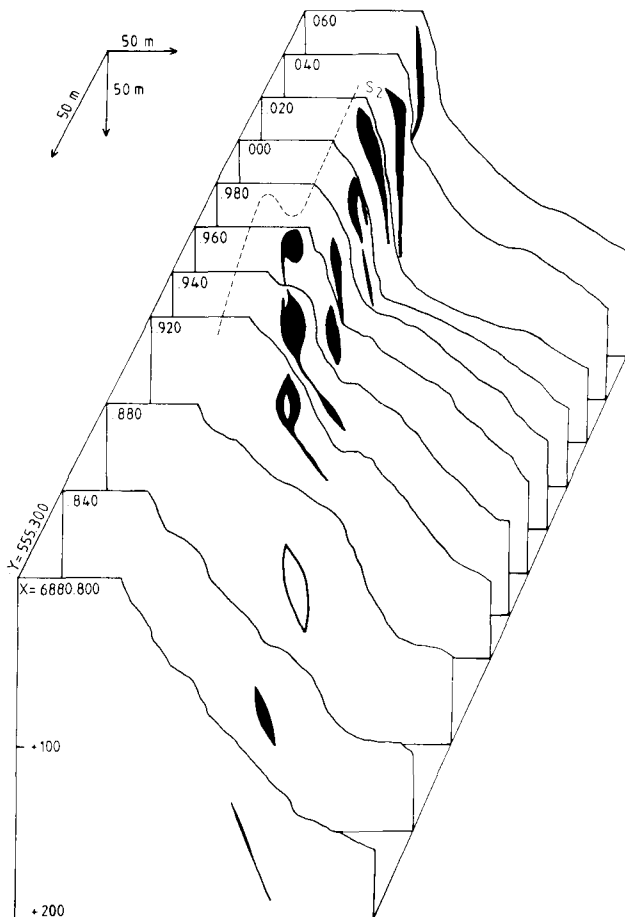
PIRILÄN KULTAESIINTYMÄ

Pirilän esiintymä on kuvattu jo aiemmin /4, 5/, joten seuraavassa esitetään hyvin suppeasti esiintymän pääpiirteet.

Esiintymä on terävärajainen ja yhtenäinen. Se sijoittuu länsipuolella olevien vulkaniittien ja itäpuolella olevan kiillegneissin kontaktivyöhykkeeseen. Esiintymän lähellä, kiillegneissin puolella on kapea (< 10 m) rautamuodostuma.

Esiintymä on poimuttunut ja painuu eteläpäästään F_3 -poimuakselin suunnassa n. 50° kaateella kaakkoon (kuva 2).

Isäntäkivenä on kvartsikivi tai sen yhteydessä esiintyvä kvartskummingtoniittikivi. Kvartsikivi muodostaa vaihtelevan kokoisia



Kuva 2. Pirilän esiintymän kolmiulotteinen malmimalli. Mustat alueet edustavat mineralisoitunutta kvartsikiveä ($Au > 1$ ppm) /5/.
Fig. 2. Three dimensional model of the Pirilä deposit. Black refers to the mineralized quartz rock ($Au > 1$ ppm) /5/.

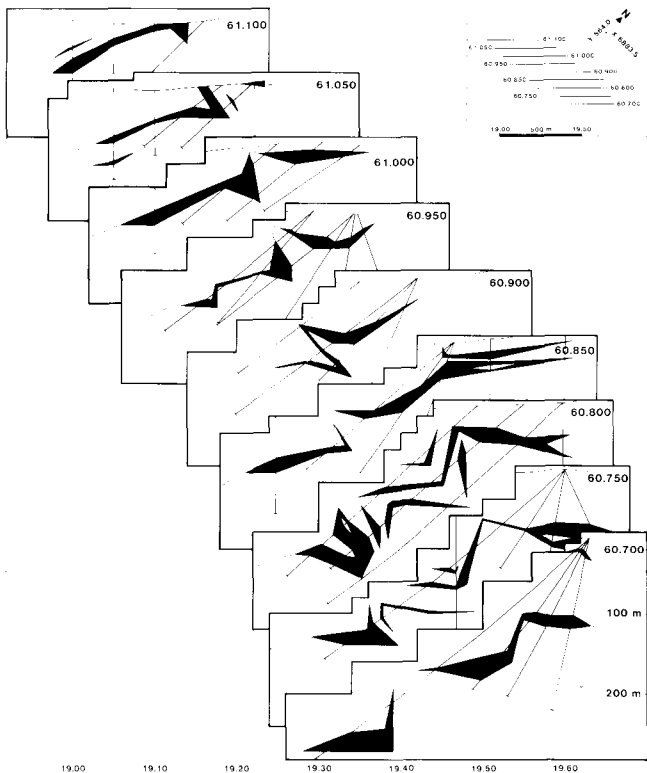
linssejä tai harvemmin kapeita juonia.

Malmimineraaleina esiintyy pääasiassa arseenikiisua, löllingiittiä, magneettikiisua, rikkikiisua, lyijyhohdetta, sinkkivälkettä ja kuparikiisua, jotka muodostavat pirotetta tai kompakteja osia. Kul-ta on yleensä sulkeumina arseenikiisussa tai löllingiitissä ja harvemmin silikaateissa. Hopea esiintyy dyskrasiittisulkeumina lyijyhohhteessa. Todetut malmivarat ovat 150 000 tonnia, jossa keskipitoisuus on 8 ppm Au, 30 ppm Ag ja 3 % As.

OSIKONMÄEN KULTAESIINTYMÄ

Perusteellisen lohkaretyön avulla paikallistettiin Osikonmäen esiintymän puhkeama-alue kesällä 1986. Puhkeaman löytymisen jälkeen aihetta tutkittiin montutuksin, geofysikaalisin mittauksin (etenkin IP-menetelmällä), detaljiluonteisella pohjanäytteenotolla sekä runsaalla kairauksella. E-W-suuntaisen mineralisoituneen vyöhykkeen pituudeksi todettiin vähintään 3 km (kuva 1) ja vyöhykkeen tarkemmin tutkitusta itäpäästä (Osikko 1) on tehty geologisin perustein mineraalivarantoarvio. Arvio on laskettu tavallisena profiilimalmiarviona huippuja leikkaamatta. Geologiset in situ-varat ovat 0.5 ppm:n cut off:lla (malmi kuvassa 3) n. 4 Mt ja 1.0 ppm:n cut off:lla n. 2 Mt. Edellisessä tapauksessa malmin keskipitoisuus on 2 g/t Au ja jälkimmäisessä 3 g/t Au ja 0.77 % As.

Kultraesiintymä sijaitsee Osikonmäen tonaliitin pohjoisosassa E-W-suuntaisessa hiertovyöhykkeessä (kuva 1). Tonaliihti-intruusio suhtautuu suurissa piirteissään konformisti ympäröiviin liuskeisiin eikä kontaktimetamorfisia piirteitä ole havaittu. Tonaliihti on selvästi suuntautunutta ja hiertovyöhykettä lähestyttäessä ulkoasuun tulee kataklastisporfyryinen piirre. Granitoidi on lievästi differentioitunut siten, että varsinkin pohjois- ja luoteisreuna on kvartsidioriittinen ja keskiosa tonaliittinen, paikoin granodioriitti-



Kuva 3. Kolmiulotteinen malmimalli Osikko 1:stä profiilien L=60.700 ja 61.100 väliltä. Mustat alueet profiileilla edustavat malmia 0.5 ppm:n cut off:lla. Yläkulmassa profiilien sijaintikartta /6/.
Fig. 3. Three dimensional model of the Osikonmäki deposit (Osikko 1). Black refers to the ore section in different profiles (cut off 0.5 ppm). The inset shows the location of the profiles /6/.

nen. Kokokivianalyysien perusteella intruusio on selvästi I-tyyppiä ja magman luonne on kalkkiakalinen muistuttaen koostumukseltaan saarikaarimiljöön andesiitteja /6/.

Koska Tuusmäen alueelta on löydetty tonaliittista samoja rakenelementtejä ja metamorfisia tapahtumia kuin alueen metapelii-teistä, tonaliittia on pidettävä premetamorfisena suhteessa progressiiviseen metamorfoosiin. Tonaliitin zirkonista saatu U-Pb-ikä on 1888 ± 15 Ma /7/.

Ikämääritysten, rakenteen ja geokemiallisten piirteiden perusteella Osikonmäen tonaliitti kuuluu synkinemaattisiin I-tyyppin graniitoideihin Nurmen ja Haapalan /8/ esittämässä luokittelussa.

Kultamineralisaatio liittyy kiinteästi kuvassa 1 esitettyyn hirtovyöhykkeeseen, joka kaatuu n. 45° kulmalla etelään. Tarkemmin tutkitun hirtovyöhykkeen itäosan (kuva 3) perusteella kultapitoisen horisontin paksuus vaihtelee 2-3 m:stä 15-20 m:iin. Varsinkin itäosassa hirtovyöhyke on deformoitunut D_3 -vaiheessa vasenkäisesti poimuttamalla, jolloin on tapahtunut mahdollisesti vielä sekundääristä kullan rikastumista rakenteellisesti suotuisiin kohtiin. Nämä kultakriittiset "paksuuntumat" näkyvät kuvan 3 kolmiulotteisessa malmimallissa. Loivat synformirakenteet noudattavat F_3 -poimuakselia, joka painuu n. 20° kulmalla itäkaakkoon.

Mineralisoitunut vyöhyke eroaa tonaliittisesta isäntäkivistä etupäässä liuskeisen, osin raitaisen ulkoasunsa, muuttuneen mineralogiansa ja granoblastisen rakenteensa puolesta. Kemiallinen muuttuminen on vähäistä. Vain K_2O/Na_2O - ja SiO_2/Al_2O_3 -suhteiden kasvu ja malmimineraaleihin sitoutuneiden komponenttien (S, As, rusemetallit, Bi) lisääntyminen kuvastavat malmihorisonttia.

Malmihorisonttia kattopuolelta lähestyttäessä mineralogisesti selvimpiä muutoksia ovat plagioklaasin saussuriittuminen, sarvivälkkeen väheneminen, kloriittituminen ja diopsidiporfyroblastien ilmestyminen. Varsinaisessa malmissa usein kalimaasälpä ja kvartsi ovat lisääntyneet suhteessa plagioklaasiin. Biotiittia ja opaakkia on runsaasti, mutta sarvivälkettä ei ollenkaan. Jalkapuolen muuttuminen on vähäistä.

Malmimineraalit esiintyvät epätasaisena, paikoin raitaisena pirtteena. Kompakteja juonia on harvoin ja ne ovat tavallisesti alle 10 cm leveitä. Esiintymässä on tavattu seuraavia malmimineraaleja.

1. Magneetikiisu, arseenikiisu, löllingiitti, kuparikiisu
2. "Vesikiisu", sinkkivälke, lyijyhohde, ilmeniitti, kubaniitti, kovelliini, scheeliitti, powelliitti, molybdeenihohde
3. Kulta (elektrumi), vismutti, erilaisia Bi-Te-Se-yhdisteitä.

Ensimmäisessä ryhmässä ovat yleisimmät malmimineraalit, toisessa satunnaisesti esiintyvät ja kolmannessa kulta ja seuralaismineraalit. Kolmannen ryhmän mineraalit ovat sulkeumia sekä arseenimineraaleissa että silikaattirakeissa.

ETELÄ-SAVON KULTAPOTENTIAALI GENEETTISIN PERUSTEIN TARKASTELTUNA

Koko maapalloa ajatellen suurin osa kullasta on tuotettu arkeisista paleoplacer-esiintymistä (E-Afrikka) ja vihreäkivivyöhykkeistä eri kilpialueilla sekä fanerotsoosiin saarikaarivyöhykkeisiin liittyvistä esiintymistä. Fennoskandian kilven alueella kuitenkin kaikki kultakaivokset ja suurin osa tunnetuista kultaesiintymistä ovat varhaisproterotsooisia. Kultakaivoksista Bidjovagge ja Saattopora ovat Lapin vihreäkivivyöhykkeellä, Enäsen ja Björkdahl svekofendiympäristössä. Tähän ristiriitaan saattaa olla synä toisaalta se, että Fennoskandian kilven kultatutkimusten historia etenkin arkeisilla alueilla on lyhyt ja toisaalta se, että muualla proterotsooiset muodostumat ovat jääneet vähemmälle tutkimukselle.

Nykyisen käsityksen mukaan /esim. 9/ kultamalmit ovat pääasiassa epigeneettisiä hydrotermisten prosessien tuottamia. Tämän geneettisen mallin mukaisesti kullan rikastumista edistävät mm. seuraavat geologiset seikat:

1. Sopiva laattatektoninen ympäristö esim. magma- ja fluidi-tuotannon kannalta.

2. Riittävän suuri fluidimäärä kullan uuttamiseen ja kuljettamiseen.

3. Kompetensierot alueen kivilajeissa, jotta deformaatioissa syntyisi fluideille sopivia liikkumis-, konsentroitumis- ja saostumisrakenteita.

4. Selvä gradientti kemiallisissa ja fysikaalisissa olosuhteissa fluidin synty- ja saostumisalueen välillä.

Kun tarkastellaan Etelä-Savon kultakriittisyyttä edellä kuvattujen geologisten seikkojen pohjalta, voidaan alue todeta otolliseksi kultamalmin muodostumiselle. Kolkonjärven alue kuuluu Raahe-Laatokka sutureivyöhykkeeseen, joka mahdollisesti edustaa varhaisproterotsooisien mannerreunuksen subduktio- ja saarikaarivyöhykettä /10, 11/. Ympäristö muistuttaa siis fanerotsooisien porfyryrityyppisten kupari-kultaesiintymien syntyalueita. Subduktio sinänsä takaa kullan rikastumisen kannalta sopivat lämpö- ja rakeneolosuhteet fluidien ja felsisten magmojen synnylle.

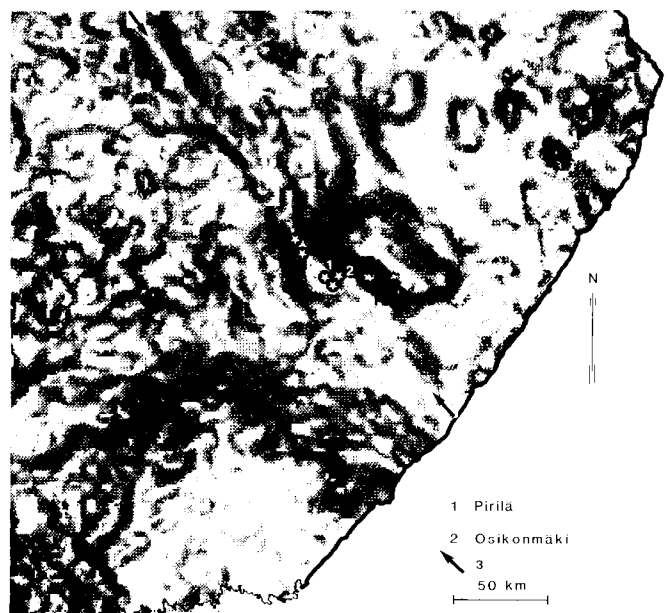
Rantasalmen alueen monimutkaiset tektonismetamorfiset tapahtumat ovat lisäksi saattaneet rikastaa kultaa eri tavoin. Kultaprovinssille tyypillisesti Rantasalmelta löytyy kultarikastumia sekä kerrossidonnaisena (Pirilä) /5/ että selvemmin epigeneettisesti hirtovyöhykesidonnaisena (Osikonmäki). Kulta kuljettaneiden fluidien lähteeksi voi löytää periaattassa ainakin seuraavat vaihtoehdot:

1. Tonaliittisen magman sisältämä fluidifaasi
2. Metamorfiset fluidit
3. Mannerreunuksen syvämurrosten tuottamat fluidit.

Kolkonjärven-Haukiveden alueen siirrostektoniikka ja deformaatioissa eri tavoin käyttäytyneet kivilajiyksiköt ovat luoneet fluidien liikkumiselle otollisia rakenteita.

Rantasalmen ympäristössä on tavattu edellä kuvattujen Pirilän ja Osikonmäen esiintymien lisäksi useita viitteitä kullan rikastumisesta (kuva 4). Kaikki viitteet sijoittuvat lähelle Etelä-Savosta Perämeren yli Ruotsiin kulkevaa gravimetristä minimiä, joka kuvastanee subduktiovyöhykkeen syvämurroksia. Saman vyöhykkeen NW-päässä ovat mm. Keski-Pohjanmaan kulta-aiheet sekä Björkdahlin kultakaivos.

Pirilän ja Osikonmäen (Osikko 1) esiintymien yhteinen kultasi-



Kuva 4. Etelä-Savon kulta-aiheet Bouguer-anomaliakartalla (horisontaaligradietti) esitetynä. 3=gravimetrisen minimin kulku Kaakkois-Suomen alueella.

Fig. 4. The gold occurrences in southern Savo represented in the Bouguer anomaly map (horizontal gradient). 3=trend of the gravimetric minimum in southeastern Finland.

sältö on n. 10 t ja varsinkin Osikonmäen suhteen mahdollinen kulta-potentiaali on moninkertainen. Alhaisen metamorfoosiasteen vyöhyke Haukiveden ja Pieksämäen granuliittifasiuksen blokkien välissä (gravimetrisen minimi) on vielä suureksi osaksi tutkimatta

lohkareviitteistä huolimatta. Toivottavasti tulevaisuudessa voidaan puhua suuren maailman tapaan Etelä-Savosta Skelleften alueelle ulottuvasta kultamalmiprovinssista.

KIRJALLISUUS-REFERENCES

1. *Korsman, K.*, Progressive metamorphism of the metapelites in the Rantasalmi-Sulkava area, southeastern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 290, 1977.
2. *Korsman, K., Niemelä, R. & Wasenius, P.*, Multistage evolution of the Proterozoic crust in the Savo schist belt, eastern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 343 (1988) 89-96.
3. *Kilpeläinen, T.*, Evolution of deformation as a function of time in the Rantasalmi-Sulkava area, southeastern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 343 (1988) 77-87.
4. *Makkonen, H. & Ekdahl, E.*, Pirilän Au-esiintymästä. Geologi 37 (1) (1985) 1-4.
5. *Makkonen, H. & Ekdahl, E.*, Petrology and structure of the early Proterozoic Pirilä gold deposit in southeastern Finland. Bull. Geol. Soc. Finland 60 (1988) 55-66.
6. *Kontoniemi, O. & Ekdahl, E.*, Tonalite-hosted early Proterozoic gold deposit at Osikonmäki, southeastern Finland. Geol. Soc. Finland, in press (1990).
7. *Korsman, K., Hölttä, P., Hautala, Tuula & Wasenius, P.*, Metamorphism as an indicator of evolution and structure of the crust in eastern Finland. Geol. Surv. Finland, Bull. 328 (1984).
8. *Nurmi P. & Haapala, I.*, The Proterozoic granitoids of Finland: Granite types, metallogeny and relation to crustal evolution. Bull. Geol. Soc. Finland 58 (1986) 203-233.
9. *Ho, S.E. & Groves, D.I.* (eds.), Recent advances in understanding Precambrian gold deposits. Geology Department & University Extension, University of Western Australia, Publication 11 (1987).
10. *Gaál, G.*, 2200 million years of crustal evolution: The Baltic shield. Bull. Geol. Soc. Finland 58 (1986) 149-168.
11. *Gaál, G.*, Tectonic styles of Early Proterozoic ore deposition in the Fennoscandian Shield. Precambrian Res. 46 (1990) 83-114.

SUMMARY

SOUTHERN SAVO — A GOLD POTENTIAL AREA IN FINLAND

The history of gold exploration in southern Savo began with the discoveries made in the Pirilä area in 1983. Boulder tracing was the main method used at the beginning of the prospecting work. IP measurements, detailed till/bedrock interface geochemistry and diamond drillings have been successively used during follow up investigations.

The bedrock of the area consists mainly of synkinematic I-type tonalites (age 1888 ± 15 Ma) and supracrustal rocks including both metasedimentary and metavolcanic rocks. Progressive regional

metamorphism and four successive deformation phases have changed the primary lithology.

There are in the exploration area both stratabound quartz rock hosted (Pirilä) and shearzone related tonalite hosted (Osikonmäki) occurrences. The measured gold resources of the two biggest deposits, Osikonmäki (2 Mt at 3 g/t Au, or 4 Mt at 2 g/t Au) and Pirilä (0.15 Mt at 8 g/t Au), are about 10 t, and the inferred resources are multiple especially in the case of Osikonmäki.

***Antakaa liikelahjaksi
"PETSAMON NIKKELI —
Taistelu strategisesta metallista"
kirja!***

A/S Bidjovagge Gruber, kulta-kuparikaivos Pohjois-Norjassa

DI Reijo Anttonen, FM Krister Söderholm, Ins. Heino Alaniska, Outokumpu Oy

YLEISTÄ

Kaivosyhtiö A/S Bidjovagge Gruber perustettiin v. 1968 hyödyntämään Pohjois-Norjasta, Kautokeinin kunnan alueelta löydettyä kuparimalmiesiintymää. Kautokeino on Pohjois-Kalotin saamelais-asutuksen keskus tärkeimmän elinkeinon ollessa perinteisen poronhoidon.

Bidjovagge sijaitsee n. 700 m merenpinnan yläpuolella tunturiylängöllä, jossa kesä on lyhyt ja talvi pitkä lumimyrskyineen (kuva 1).

Kaivosprojekti käynnistettiin tekemällä tie valtion voimin Kautokeinosta esiintymälle v. 1969. Perustettu kaivosyhtiö ryhtyi samanaikaisesti rakentamaan maanalaista kaivosta ja rikastamo suunnittelukapasiteetin ollessa 250 000 t malmia/v. Murskaamo, rikastamo, korjaamo, sosiaalitalat, asutola ym. syrjäisen sijainnin vaatimat toimintatilat valmistuivat saman katon alle v. 1971 ja tuotanto käynnistettiin kahdesta avolouhoksesta.

Vuonna 1973 A/S Bidjovagge Gruber ja muut saman omistajan sulfidimalmikaivokset joutuivat A/S Sydvarangerin haltuun. Maanalainen kaivos valmistui tuotantoon v. 1974.

Kaivosyhtiön tuotannollinen toiminta keskeytettiin kesällä 1975 taloudellisista syistä, kuparin hinnan romahduksen myötä. Malmia oli tällöin louhittu ja rikastettu n. 400 000 t. Kaivoksen toiminnassa seurasi hiljainen kausi aina vuoteen 1983 asti, jolloin Outokumpu Oy teki optiosopimuksen A/S Sydvarangerin kanssa selvittääkseen mahdollisuudet käynnistää kaivoksen toiminta uudelleen. Outokumpu Oy:n Kaivosteknillisen toimiston tutkimuksissa todettiin, että eräiden maanpintaan ulottuvien pienten malmien avolouhinta voisi olla kannattavaa, kun näissä oli kiinnostavasti kultaa.

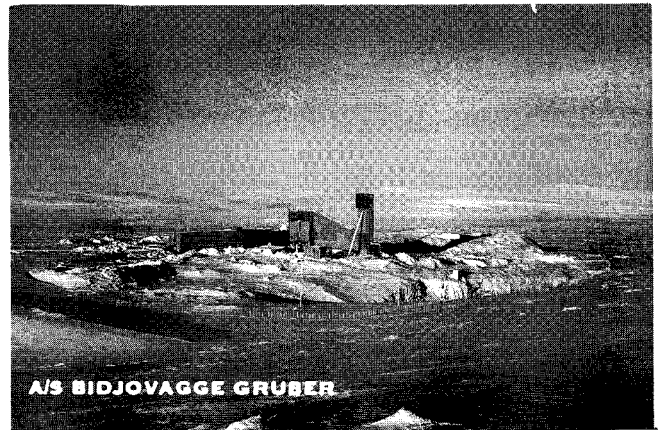
Kullan esiintymisestä Bidjovaggen alueella oli tietoa jo aiemmin ja seisontavaiheen aikana A/S Sydvaranger tutki kullan esiintymistä A- ja C-malmeissa. Kun kullan etsintää laajennettiin koko kaivosalueelle, tuloksena inventoitiin ekonomista malmia 750 000 t, jossa oli keskimäärin 1,1 % Cu ja 2,0 g/t Au kolmessa eri esiintymässä.

Outokumpu Oy päätti syyskuussa 1984 ostaa A/S Bidjovagge Gruberin koko osakekannan ja aloittaa kaivostoiminnan uudelleen. Investointipäätös perustui em. malmien avolouhintaan ja rikastamon saneeraukseen.

Tuotanto käynnistettiin uudelleen aikataulun mukaisesti kesäkuussa 1985 kymmenen vuoden "kesäseisokin" jälkeen. Rikastamon vanha laitteisto aiheutti kuitenkin loppuvuonna 1985 lukuisia tuotantokatkoksia. Tuotannon varmentamiseksi ja kapasiteetin nostamiseksi tasolle 350 000 t/v päätettiin hankkia yksi jauhinmylly lisää ja se otettiin käyttöön elokuussa 1986. Kapasiteetin noston edellytyksenä oli aiempi lisämalmien löytäminen ja louhintatöiden uudelleen järjestelyt. Vuonna 1987 käsiteltiinkin malmia 380 000 tonnia.

Merkitävä virstanpylväs Bidjovaggen historiassa on maanalaisten louhinnan aloittaminen E-avolouhosmalmin jatkeella v. 1988, mistä alkaen osa tuotannosta on tullut maan alta.

Kaivostoiminta työllistää kaikkiaan n. 110 henkeä, josta kaivosyhtiön oma vahvuus on 50 henkeä. Louhintatyöt ja karkeamurs-



Kuva 1. /S Bidjovagge Gruber Pohjois-Norjassa.
Fig. 1. A/S Bidjovagge Gruber in the northern Norway.

kaus on annettu urakoitsijalle; samoin rikasteen kuljetus, työmaa-huolto jne. tehdään ulkopuolisin voimin. Norjalaisia on työvoimasta 60 % ja suomalaisia 40 %.

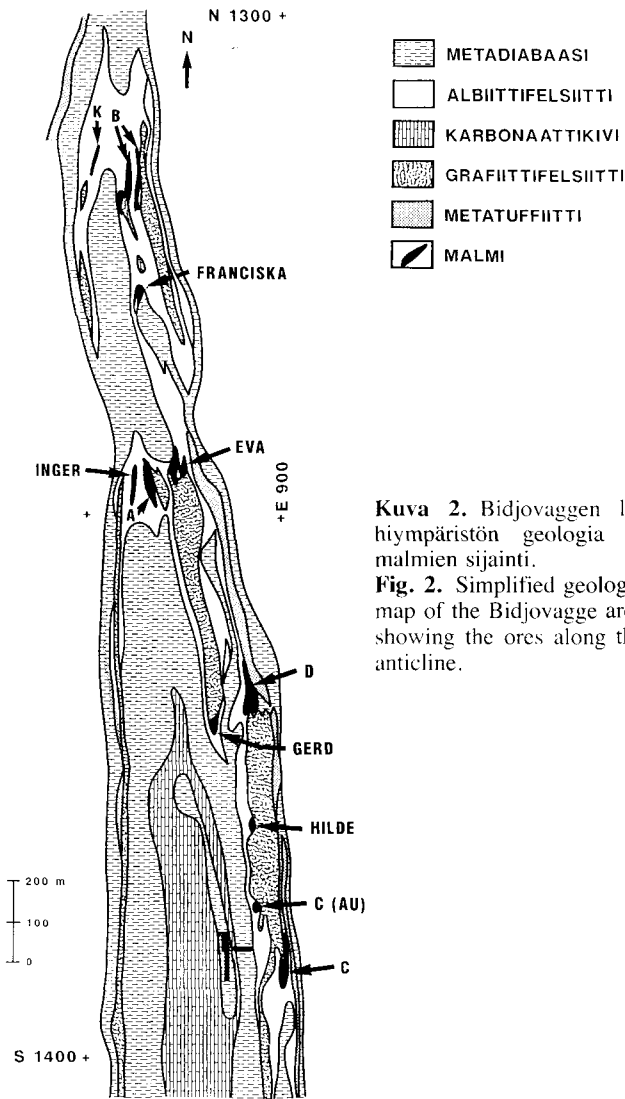
LÖYTÖHISTORIA

1950-luvun alussa Bidjovaggen alueelle leiriytyneet saamelaiset löysivät ensimmäiset kuparirikkaat lohkaaret läheltä nykyisiä B- ja K-malmeja. Varsinaisen malminetsinnän käynnisti Boliden-yhtiö 1950-luvun alkupuoliskolla. Tutkimukset eivät kuitenkaan johtaneet kaivostoimintaan, mutta malminetsintää jatkettiin vuodesta 1956 Norjan valtion toimesta (Kautokeino Kobberfelter, NGU). Alueen huonosta paljastuneisuudesta johtuen geofysiikka oli malminetsinnässä avainasemassa. Koska itse malmioita ei mittauksilla näe, geofysiikkaa käytettiin epäsuorana menetelmänä.

Alkututkimuksia seuranneilla timanttikairauksilla löydettiin ensin A-malmi ja tämän jälkeen aakkosjärjestyksessä B- ja C-malmi. A- ja C-malmeja louhittiin v. 1970-1975 noin 400 000 tonnia, C:tä osittain maanalaisena louhintana. Tällöin C-malmiin johtavasta vi-notunnelista löydettiin kairauksissa pieni kultamalmi, myöhemmin ristitty C(Au):ksi.

Outokumpu Oy:n kairauksissa vuosina 1983-1984 B-mineralisaatio kasvoi louhintakelpoiseksi kultakuparimalmiksi. Samoin C(Au):sta kehittyi pieni louhintakelpoinen kultamalmi. Neljäs tunnettu mineralisaatio D oli 1970-luvulla kulta-analyysien puuttuessa luokiteltu heikoksi kuparimineralisaatioksi.

Toisen tuotantovaiheen alkaessa kairattiin 1985-1986 tämä mineralisaatio, josta tällöin kehittyi kohtalaisen hyvä kulta-kuparimalmi. Tutkimuksissa paljastuivat myös malmeja kontrolloivat tekijät, esim. grafiittifelsiittien merkitys ja tektoninen kontrolli. Saa- duilla kokemuksilla luotiin teoria, minkä avulla vuosina 1987-1989



Kuva 2. Bidjovaggen lähiympäristön geologia ja malmien sijainti.

Fig. 2. Simplified geologic map of the Bidjovagge area showing the ores along the anticline.

vanhalta kaivosalueelta on toistaiseksi löydetty kuusi louhintakelpoista malmia (Eva-, Franciska-, Gerd-, Hilde-, Inger- ja K-malmit, ks. kuva 2) sekä useita ei-ekonomisia mineralisaatioita.

GEOLOGIASTA

Finnmarkin kallioperä koostuu arkeisista gneisseistä ja amfiboliiteista sekä kolmesta proterotoisesta vihreäkivivyöhykkeestä, joista läntisin on Kautokeinin vihreäkivivyöhyke. Bidjovaggen kaivos sijaitsee tämän vyöhykkeen pohjoispäässä.

Kautokeinin vihreäkivivyöhyke jaetaan kolmeen osaan. Alin, Caskejas-muodostuma, jossa Bidjovaggen malmit sijaitsevat, koostuu dolomiiteista, erilaisista metavulkaniiteista ja metasedimenteistä sekä, varsinkin muodostuman alaosassa, metadiabaaseista, jotka yleisesti esiintyvät kerrosjuonina. Metadiabaasien yhteydessä tavataan vaihtelevan vahvuisia albiittifelsiitti- ja grafiittifelsiittikerroksia. Vihreäkivien iäksi on määritetty noin 2 000 milj. vuotta ja malmien iäksi noin 1 890 milj. vuotta (A. Björlykke). Suprakrustiset kivilajit ovat poimuttuneet antikliineiksi ja sykliineiksi. Suurin on Bidjovaggen antikliini, jonka pituus on vähintään 8.5 km.

Malmit

Bidjovaggen malmit ovat peräkkäin vyöhykkeessä, jonka pituus on noin 2,5 km (kuva 2). Malmit sijaitsevat, K:ta ja Ingeriä lukuunot-

tamatta, kaikki antikliinin itäkyljessä ja liittyvät suureen "Baltic-Bothnian megashear"-nimiseen syvämurrosvyöhykkeeseen, joka kulkee Bidjovaggen läpi.

Kaikkien louhintakelpoisten malmien isäntäkivi on albiittifelsiitti. Tähän asti on löydetty 11 louhintakelpoista malmia sekä useita heikompia mineralisaatioita. Vuosina 1988 ja 1989 on myös tavattu uusia mineralisaatioita kuvan 2 esittämän alueen pohjois- ja eteläpuolelta.

Bidjovaggen malmit eroavat toisistaan, mutta metallisisällön ja joidenkin muitten ominaisuuksien perusteella voidaan erottaa kaksi päätyyppiä: kulta-kuparimalmit sekä kultamalmit. Jako näiden tyyppien välillä ei aina ole selvä ja jotkut malmit ovatkin välimuotoja.

Kulta-kuparimalmit

Suurin osa Bidjovaggen malmeista kuuluu tähän ryhmään. C-malmi on huonosti tunnettu kuparivaltainen malmi, kun taas muissa kulta on taloudellisessa mielessä merkittävämpi metalli (taulukko 1). Malmit ovat breksiamalmeja, mutta myös pirotemalmiosueta ja kiisujuonia tavataan. Tämän ryhmän malmit leikkaavat vain pienellä kulmalla ympäröiviä kivilajeja; mitä korkeampi kultapitoisuus sitä leikkaavampi on malmio.

Malmien isäntäkiven albiittifelsiitin yleisimmät mineraalit ovat albiitti, ankeriitti, dolomiitti, amfibolit, kloriitti, kvartsi ja kiisut. Yleisimmät kiisut ovat pyriitti, kuparikiisu ja magneetikiisu. Kiisuja, varsinkin magneetikiisua, on enemmän kuin kultamalmeissa. Mitä korkeampi kuparipitoisuus suhteessa kultaan, sitä parempi on näiden välinen korrelaatio.

Taulukko 1. Louhittujen *) ja osittain louhittujen **) (malmiarvio) kulta-kuparimalmien tonnit ja pitoisuudet.

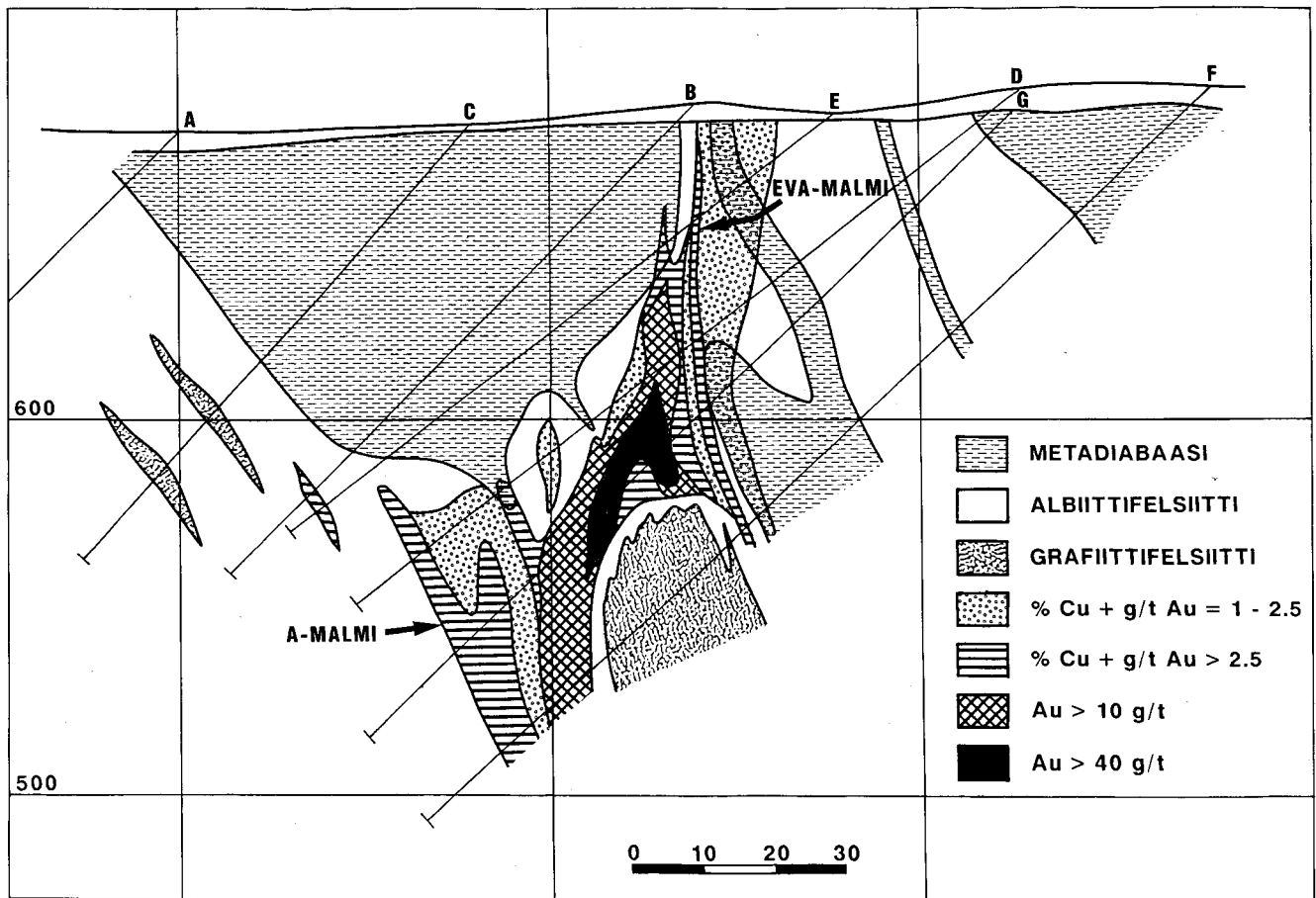
Table 1. Tonnages and grades of exhausted *) and of partly mined **) (based on ore estimations) gold-copper ores.

MALMI	1000 t	Cu %	Au g/t	Au g/t/Cu %
A *)	263	1,44	2,06	1,43
B) *)	445	1,00	2,84	2,84
D *)	247	0,90	4,10	4,56
Franciska *)	33	1,22	3,16	2,59
Gerd *)	15	1,19	3,91	3,29
C **)	>200	>2,50	>1,00	~0,40
Hilde **)	67	1,80	2,54	1,41
Inger **)	107	1,22	2,60	2,13
Eva **)	167	0,90	7,02	7,80
C (Au) **)	49	0,71	4,44	6,25
K	100	0,30	10,00	33,33

Kultamalmit

Ensimmäinen löydetty kultamalmi oli 1970-luvulla löydetty pieni, piippumainen C(Au)-malmi C-malmin jatkeena. Seuraavaksi löytyi vuonna 1986 D-malmin katto puolelta rikas kultavyöhyke, jonka isäntäkivi oli karbonaattirikas tuffiitti ja jossa oli hastingsiittiporfyroblastia. Tämän kerroksen paksuus oli 3-7 m ja se sisälsi noin 26 g/t Au, mutta vain 0,1 % Cu.

A-malmin itäpuolelta löytyi jo 1950-luvulla heikko kuparimetalisaatio, joka timanttikairauksissa vuonna 1987 osoittautui kohtalaisen rikkaaksi kulta (-kupari) malmiksi. Tämä Eva-malmi oli pinnalla jotakuinkin konformi, mutta syvemmillä, missä kuparipitoisuus laskee ja kultapitoisuus nousee korkeaksi, malmi selvästi leikkaa kaikkia kivilajeja (kuva 3). Noin 50 metrin syvyydessä Eva-malmi yhtyy A-malmiin. Viimeisin löydetty kultamalmi on B-malmin länsipuolelta kesällä 1989 löydetty huomattavan kultarikas K-malmi.



Kuva 3. Geologinen poikkileikkaus N 180. A- ja Eva-malmit yhtyvät noin 50 metrin syvyydessä, missä leikkaava, kultarikas vyöhyke.
Fig. 3. Cross section N 180 showing A- and Eva-orebodies joining at a depth of 50 m where crosscutting high grade gold zone.

Kultamalmit eroavat monella tapaa kuparimalmeista. Ne leikkaavat selvästi kaikkia kivilajeja, kun taas kuparirikkaammat malmit ovat lähes konformeja. Kiisujen määrä yleensä, ja varsinkin magneettikiisun määrä, on pienempi, mutta toisaalta telluridien määrä suurempi kuin kuparirikkaammissa malmeissa. Davidiitti (uraanimineraali) on suhteellisen yleinen ja korrelaatio radioaktiivisuuden ja kultapitoisuuden välillä on yleensä hyvä. K-malmi on tässä suhteessa poikkeus. Korrelaatiota ei ole. K-malmissa telluridit ovat hyvin yleisiä ja malmin telluuripitoisuus on korkea, keskimäärin 500-600 ppm. Kuparin ja kullan välinen korrelaatio on tässä malmityypissä huono, usein negatiivinen siten, että kultapitoisuuden ollessa korkeimmillaan kuparipitoisuus on luokkaa 0,1-0,5 %.

Toisen tuotantovaiheen alkaessa 1985 malmin määrä oli 750 000 tonnia. Tämä tuotantotavoite saavutettiin vuoden 1987 lopussa ja syyskuun 1989 loppuun mennessä on tuotettu yhteensä 1 283 000 tonnia. Uutta malmin on vuosittain löydetty lähes saman verran kuin sitä on louhittu. Näillä näkymin toinen tuotantovaihe jatkuu vuoden 1990 lopulle.

LOUHINTATEKNIKKAA

Malmiot, louhintaolosuhteet, urakointi

Bidjovagassa on vuosina 1985-1989 louhittu malmin kaikkiaan kahdeksasta avolouhoksesta, joista suurin on sisältänyt malmin noin 445 000 tonnia ja pienimmän malmimäärä on ollut vain noin 15 000 tonnia. Vuodesta 1988 alkaen on malmin louhittu myös maanalaisista louhoksista, joiden malmimäärä on 20 000-50 000

tonnia/louhos.

Suurimpien malmien paksuus on parhaimmillaan 10-15 metriä ja lähes jokainen malmin pukea kalliota pintaan, joten louhinta voidaan yleensä alkaa avolouhintana ja hyödyntää malmien syvät osat maanalaisella louhinnalla.

Kallioperän kivilajit ovat kaivosalueella pääosin lujia ja sangen ehyitä. Malmien välittömässä läheisyydessä tavataan kuitenkin usein mustaliusketta, joka paikoin on niin heikkoa, että se aiheuttaa tukemistarvetta.

A/S Bidjovagge Gruberilla ei ole omaa louhintaorganisaatiota eikä louhinnassa käytettäviä koneita. Kaikki louhintaan ja louheen murskaukseen liittyvät työt on urakoitu. Urakoinnin on vuoden 1987 alusta lähtien hoitanut Lemminkäinen Oy.

Kaivoksen oma organisaatio vastaa louhinnan suunnittelusta ja louhinta-aikataulujen laatimisesta sekä toteutuksen valvonnasta.

Kaivos on alueella, jossa lumettomia kuukausia vuodessa on vain kolme tai neljä.

Avolouhinta

Jotta toiminnan taloudelliset edellytykset voitaisiin turvata, on avolouhinnan malmin-sivukivisuhte saatava mahdollisimman edulliseksi (2-3) ja kiinnitettävä tavanomaista enemmän huomiota sivukivilaimennuksen minimoimiseen (max 0-5 %).

Louhosten seinien porauskaltevuus on 70-75 astetta olosuhteista riippuen.

Tiet tehdään 8-10 metriä leveinä ja niiden kaltevuus on lähes poikkeuksetta 1:8.

Syvimmän avolouhoksen (B) syvyys on 85 metriä ja seinämien kokonaiskaltevuus vaihtelee 50-60 asteen välillä.

jatkuu sivulla 40



SECOROC PARANTAA TUOTTAVUUTTA

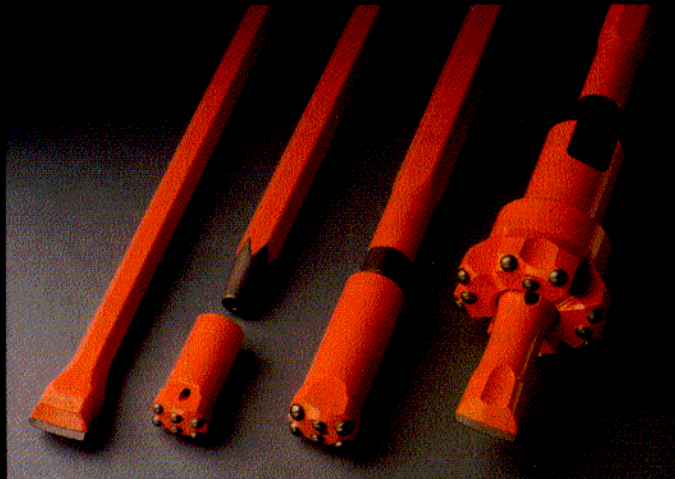
Secorocin uudella tunnelitangolla on huomattavasti parempi väsymislujuus kuin edeltäjillään. Kokemukset ovat osoittaneet, että uusi tunnelinporauskalusto voi alentaa porauskustannuksia jopa 25%.

Kallioporauslaitteisiin erikoistunut Secoroc investoi voimakkaasti uusien tuotteiden kehittelyyn sekä maanalaisiin että maan päällä tapahtuviin porauksiin.

Me kehitämme omat teräslaatumme, valmistamme piikarbidia sekä suunnittelemme koneita kallioporaustyökalujen valmistukseen ja huoltoon.

Secorocin kokonaisvaltainen laatu merkitsee, että tekninen henkilökuntamme on valmiina antamaan neuvoja huoltoapua ja koulutusta sekä kotimaassa että ulkomailla.

Kaikissa vaiheissa tapahtuva laadun optimointi on mielestämme paras tapa, jolla voimme lisätä tuottavuutta ja parantaa poraustalouttanne.



SECOROC

For service that's more than a promise.

GRÖNBLÖM 

Oy Grönblom Ab • Mekaanikonkatu 6 • PL 81 • 00811 Helsinki
Puh. (90) 755 81 • Telex 124542 • Telekopio (90) 780 715



Avolouhinnan kalusto ja menetelmät

Louhinnan rintauskorkeus on 10-12 metriä, reikäkoko joko 64 tai 76 mm. Reikäväli vaihtelee 2,5 metristä 3,0 metriin ja etu on 2,0-2,5 m.

Kaikkien lopullisten seinien louhinta tapahtuu silolouhintana, jossa käytetään 64 mm reikiä ja 0,8-1,0 metrin reikäväliä.

Erityistä huomiota kiinnitetään malmin rajojen mahdollisimman tarkkaan määrittämiseen ennen porausta ja poraustarkkuuteen. Poraukskalustona on avolouhoksilla ollut 1-2 kpl Zoomtrak DHA 600H dieselhydraulista porausvaunua.

Louheen lastaus tapahtuu hydraulisilla noin 40 tonnin painoisilla kaivukoneilla, jotka on varustettu kuokkakaivulaitteilla (Cat 235, 1-2 kpl).

Kuljetuskalustona on 4-6 kpl kolmiakselisia kuorma-autoja, joiden kantavuus on noin 20 tonnia.

Edellä kuvatulla kalustolla on pohjoisen olosuhteissa louhinnassa päästy parhaimmillaan 140 000-160 000 tonnin kuukaushoohon, kun sivukiven kuljetusmatka läjitysalueelle on ollut 200-500 m ja malmin kuljetusmatka murskaamolle keskimäärin 1 800 m.

Maanalaiset louhintatyöt

Kun malmio jatkuu yli 60-80 m ympäröivän maanpinnan alapuolelle, on malmioiden mittasuhteet ja louhintaolosuhteet huomioiden yleensä taloudellisesti edullisinta päättää avolouhinta mainittuun 60-80 metrin syvyyteen ja louhia syvät osat maanalaisena louhintana.

Maanalaisen louhintojen valmistavat työt

Urakoitsija aloitti peränajon Bidjovagessa toukokuulla 1988 ja on syksyyn 1989 mennessä louhinut tunnelia kaikkiaan noin 1 500 m.

Maanalaiset vinotiet ovat leveydeltään 4,6 m ja korkeus on 4,3 m. Kulkuteiden maksimikaltevuus on suorilla osilla 1:7 ja kaarteissa, joiden säde on 15-17 m, on kaltevuutena käytetty 1:9.

Porauskalustona on kolmipuominen sähköhydraulinen Maximatik varustettuna 4,9 m pituisilla poratangoilla ja 45 mm kruunuilla.

Tunnelin katossa ja seinillä käytetään kevennettyä panostusta niin, että reunareivät panostetaan 25 mm:n putkipanoksilla.

Kaivoksen kulkutiet on pääosin voitu tehdä lujaan kalliioon, joten tukemistarpeet ovat jääneet vähäisiksi. Eniten käytetty tukemistapa on pulttaus, joka tehdään pääosin 2,4 metrin splitset-pultteilla. Keskimäärin pultteja asennetaan noin 300-400 kappaletta kuukaudessa. Ruiskubetonin käyttö tukemiseen on vähäistä, sillä kaivoksella ei ole omaa betoniasemaa ja Altasta tuotuna betonin hinta on korkea, sillä kuljetusmatkaa on noin 160 km.

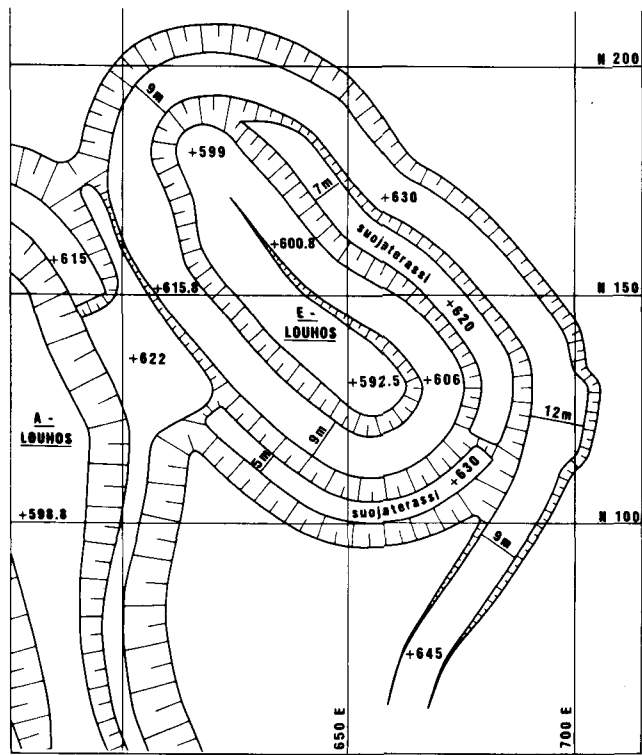
Lastauskone maanalaisissa louhinnoissa on pääosin Cat 980 ja kuljetuskalustona kuorma-autot.

Tunneleista tuleva sivukivi läjitetään yleensä tunnelin suun läheisyydessä olevalle läjitysalueelle ja malmi ajetaan murskaamon varastolle, kuljetusmatkan vaihdellaessa 500 metristä 2 000 metriin.

Maanalainen tuotantolouhinta

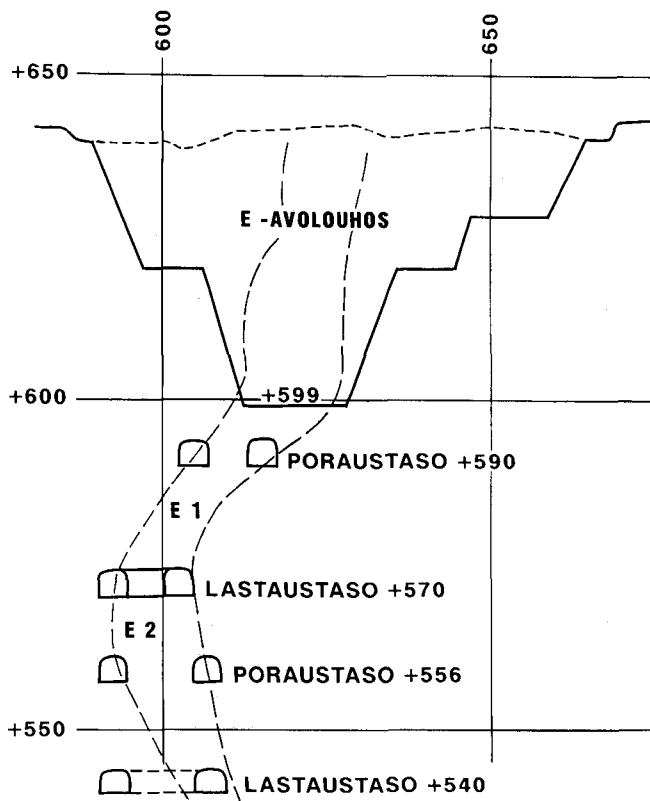
Bidjovaggen malmit ovat pieniä kulta-kuparimalmeja, joiden louhinnassa korostuu vaatimus pienestä malmitappiosta ja vähäisestä sivukivilaimennuksesta. Näiden mainittujen tavoitteiden saavuttamiseksi on käyttöön valittu välitasolouhinta, jossa poraustason tunnelit louhitaan niin, että malmin ja sivukiven raja sijoittuu likimain porausperän keskelle. Näin menetellen on mahdollista porata louhintaviuhkojen reunareivät kontaktin suuntaisina lähes koko louhoksen korkeudelta. Louhosten pituus on suurimmillaan 70-80 m ja maksimikorkeus noin 30 m.

Louhosten lastaustasot on muotoiltu niin, että pääosa malmista voidaan lastata noin 15 metrin välein olevista lastausaukoista. Louhoksen tyhjiinlastaus tapahtuu kauko-ohjatulla Toro 350D lastauskoneella.



Kuva 4. E - avolouhoksen vaakaprojektio.

Fig. 4. Horizontal projection of the E -open pit.



Kuva 5. E - malmin louhintavaiheet.

Fig. 5. Mining of the E - orebody.

Kuvassa 4 on E-avolouhoksen vaakaprojektio ja kuva 5 esittää E-malmin louhinnan eri vaiheita. Avolouhososan valmistuttua jatkuu louhinta E1-välitasolouhoksessa ja edellen E2-välitasolouhok-

nessa, jonka lastaustaso on +540 tasolla maanpinnan ollessa noin +650.

Maanalaisten louhosten malmimäärät louhosta kohden ovat 20 000-50 000 tonnia.

Murskaus

Louhinnasta tuleva malmi läjitetään rikastamon läheisyydessä ollevalle varastokentälle, johon mahtuu noin 45 000 tonnia malmia.

Urakoitsija suorittaa karkeamurskauksen (-150 mm) ja varastoi murskatun malmin päivävarastoon, josta rikastamo ottaa malmin siiloihinsa hihnakuuljettimilla.

Henkilöstö

A/S Bidjovagge Gruber

Suunnittelu ja valvonta	1 insinööri
Geologia	1 geologi
Valvonta	1 teknikko
	3

Urakoitsija

Työmaan päällikkö	1 insinööri
Työnjohto	4 teknikkoa
Tuotanto	30 työntekijää
	35

Arktista kokemusta

Talvi tulee Bidjovaggeen lokakuun alkupuolella ja viimeiset lumet sulavat kesäkuun kahden ensimmäisen viikon kuluessa. Talven ajoittaiset ankarat lumituiskut vaikeuttavat louhintatöitä. Muutaman kerran talven aikana lumipyry on niin ankara, että työt on keskeytettävä muutamaksi tunniksi tai enintään vuorokaudeksi.

Talvella tiet ovat lumisia ja jäisiä, joten lastaus- ja kuljetuskalusto joutuu käyttämään jatkuvasti lumiketjuja.

Avolouhoksilla käytettävät poravaunut on varustettu ohjaamalla ja tangonkäsittelylaitteistolla, jotka ovat porarin työn kannalta lähes välttämättömät varusteet Bidjovaggen olosuhteissa.

RIKASTAMO

Yleistä

Bidjovaggen rikastamon alkuperäinen tavoitekapasiteetti oli 250 000 t/v.

Murskaus suunniteltiin kolmivaiheiseksi niin, että tuote olisi hienoudeltaan -12 mm.

Tanko-kuulamylyjauhatusuksen jälkeen tapahtuisi kuparivaahdotus ja lopuksi vedenpoisto rumpusuotimella.

UUSITTU RIKASTAMO (kuva 6 sivulla 42)

Malmin hienonnus

Prosessin pullonkaulana oli murskaus, kun talvella lumisen avolouhosmalmin murskaus ja seulonta -12 mm:iin onnistui huonosti.

Uusitussa prosessissa esimurskattu malmi seulotaan (5) kolmeen fraktioon. Karkein fraktio +80 mm käytetään primäärimyllyn jauhinkappaleina. Välifraktio +20-80 mm murskataan kartiomurskaimilla (10, 11) ja johdetaan seulalle uudelleen. Jauhatusessa on entinen kuulamylyly primäärimyllynä (13), jonka syöte koostuu

+80 mm:n fraktiosta ja -20 mm:n hienotuotteesta. Myllyssä on pieni kuulapanos (5-10 %). Toinen primäärimylly (12) asennettiin v. 1986 käyttövarmuuden ja kapasiteetin lisäämiseksi. Entinen tankomylyly on sekundäärijauhatusessa kuulamylylynä (14).

Luokitus tapahtuu tavanomaisesti syklonilla (15). Syklonin alittelelle sijoitettiin karkeavaahdotuskenno (16) estämään arvomineraalien jauhautumista liian hienoksi ja helpottamaan rikasteen vedenpoistoa.

Karkeamurskaus (2) on annettu louhintaurakoitsijan vastuulle, jolle on myös säilytetty esimurskatun malmin seulonta 20 mm:n seulalla (3) talviaikana. Luminen hienomurske ajetaan suoraan primäärimyllyihin jäätymisen estämiseksi. Karkea aines varastoidaan avokasaan (4) ja siiloihin (6).

Vaahdotus

Mineralogisten selvitysten mukaan Bidjovaggen malmeissa kupari esiintyy useimmiten kuparikiisuna, mutta borniittia ja metallista kupariakin tavataan. Kultamineraali on lähes poikkeuksetta natiivi kulta, jossa hopeaa on epäpuhtautena hyvin vähän.

Bidjovaggen kullan rakkoko on pieni. Valtaosa malmeista tavatuista kultarakeista on ollut pienempiä kuin 50 µ. Laboratoriokoeket osoittivat, että vaahdottamalla saadaan kullasta talteen 60-80 % malmista riippuen. Alustavat ominaispainoerotuskokeet antoivat huonon tuloksen.

Vanha vaahdotuspiiri saneerattiin korvaamalla pienet kennot OK-16 vaahdotuskoneilla esi- ja ripevaahdotuksessa (17, 18). Ker-tausvaahdotus (19) tehdään vanhoilla koneilla. Kultapitoisen kisu-rikasteen vaahdotus tapahtuu luontaisessa pH:ssa ja kokoojana käytetään Na-amylyksiantaata 50 g/t ja vaahdotteena Flotanol D14 30 g/t. Prosessia on myöhemmin muutettu lisäämällä siihen vaahdotuspiirin jätteen syklonointi ja alitteen lisäjauhatus ja -vaahdotus. Karkeissa silikaattirakeissa olevaa hienojakoista kultaa saatiin näin vaahdottamaan ja kullan saanti nousemaan n. 10 %-yksikköä. Rikasteen Cu-pitoisuuden nostoon käytetään tarvittaessa kalkkia.

Malmien Au/Cu-suhde vaihtelee paljon ja näin ollen kullan ja kuparin saanti / rikasteen pitoisuus — riippuvuudet määräävät kullekin malmille optimirikastustuloksen. Esimerkki tästä on kuvassa 7 sivulla 43.

Rikastustulokset v. 1988 on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Rikastustulokset vuonna 1988.

Table 2. Mill performance in 1988.

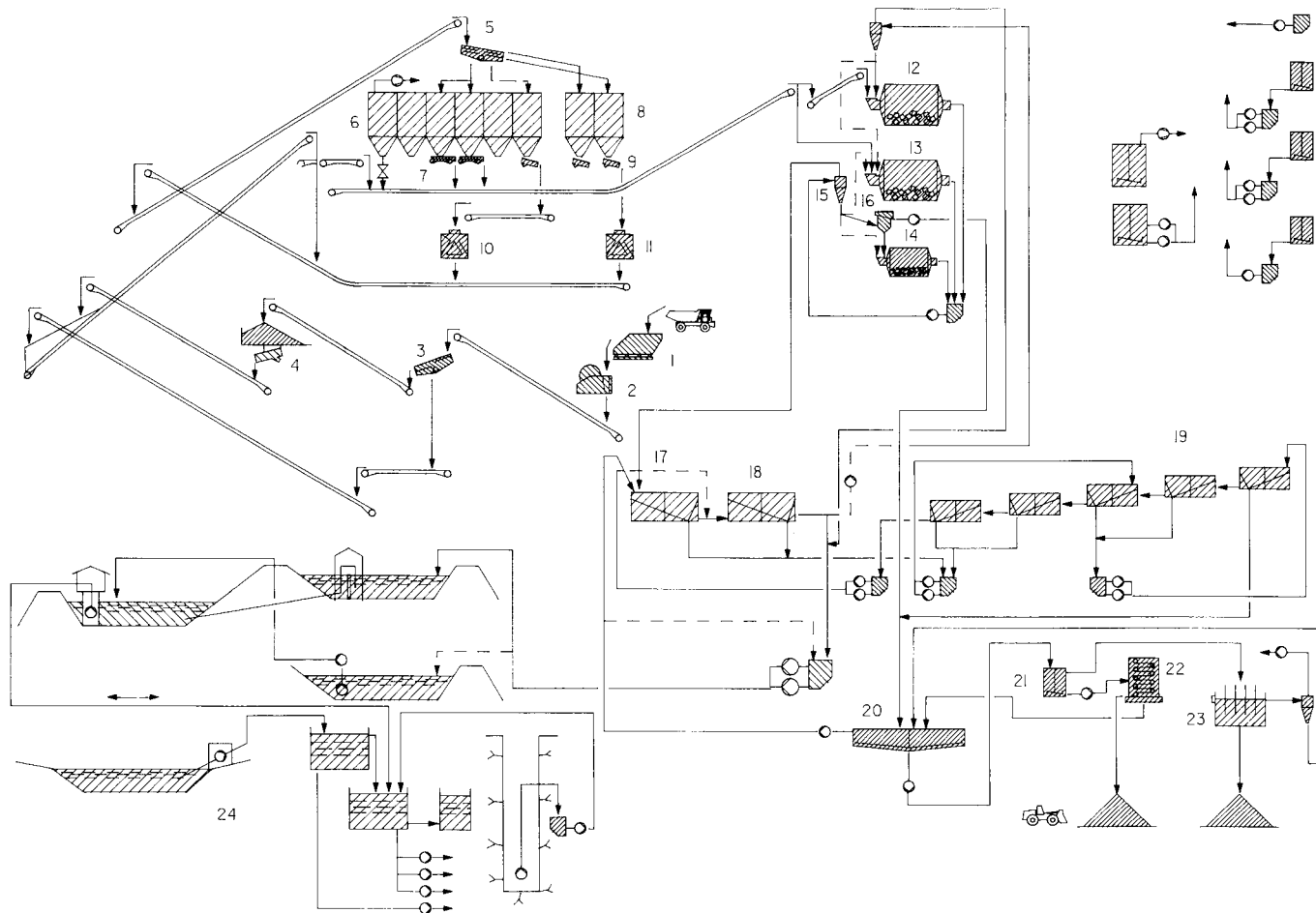
	t	ASSAY		RECOVERY %	
		% Cu	g/t Au	Cu	Au
Ore	311325	1.40	3.88	100.0	100.0
Conc.	27748	15.40	37.0	96.0	85,1
Tails	283577	0.029	0.64	4.0	14,9

Vedenpoisto

Rikaste sakeutetaan ∅ 6 m sakeuttimessa (20) ja suodatus tapahtuu painesuotimella (22). Kiekkosuotimella (23) käsitellään malmin pitoisuusvaihtelun aiheuttamat tuotantohiiput. Suodatettu rikaste kuljetetaan autolla Kolarin Rautuvaaraan (270 km), josta edelleen junalla Harjavallan Cu-sulattoon (890 km).

Veden hankinta ja jätteen käsittely

Laitoksen tuorevesi pumpataan Reisajärveltä aiemmin rakennettua linjaa pitkin. Matkaa on n. 10 km ja korkeuseroa 290 m. Vesimäärä n. 0,2 m³/min käytetään suurimmaksi osaksi sosiaalivetenä.



- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Vaunusyötin; Reciprocating feeder
 2. Leukamurskain; Jaw Crusher
 3. Täryseula; Vibrating screen
 4. Tärysyötin; Vibrating feeder
 5. Täryseula; Vibrating screen
 6. Murskesiilot; Crushed ore bins
 7. Hihnasyöttimet; Belt feeders
 8. Lohkaresiilot; Lump ore bins
 9. Tärysyöttimet; Vibrating feeders
 10. Kartiomurskain; Cone crusher, Symons QH 3'
 11. Kartiomurskain; Cone crusher, Symons Std 3'
 12. SAG-mylly; SAG mill \varnothing 3200×4500
 13. SAG-mylly; SAG mill \varnothing 3600×4800
 14. Kuulamylly; Ball mill \varnothing 2100×3600</p> | <p>15. Hydroykloni; Hydrocyclone \varnothing 500
 16. Karkeavaahdotuskkenno; Skim-air flotation machine SK-80
 17. Etuvaahdotuskkenno; Rougher flotation cell OK-16-2U
 18. Riipekenno; Scavenger flotation cell OK-16-2U
 19. Kertausvaahdotuskennot; Cleaner flotation cells SALA BFP-240-2L
 20. Sakeutin; Thickener, \varnothing 6 m
 21. Sekoitussäiliö; Mixing tank, \varnothing 2000×2500
 22. Painesuodin; Pressure filter, LAROX PF9.5
 23. Kiekkosuodin; Disc filter, 3× \varnothing 1800
 24. Reagenssien valmistus ja syöttö; Reagent preparation and feeding
 25. Jätealtaat ja vesisysteemi; Tailings pond and water system</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Kuva 6. Rikastuksen prosessikaavio.
Fig. 6. Milling flowsheet.

Rikastamon prosessivesi n. 2,5 m³/malmitonni, on jätealueelta palautettavaa kiertovettä ja maanalaisesta kaivoksesta saadaan osa prosessivedestä.

Jätealueen toiminta on vaatinut erityistä seurantaa talviaikana jätteen pyrkiessä jäätymään ennen selkeytymistä kovan tuulen ja alhaisen lämpötilan yhteisvaikutuksesta.

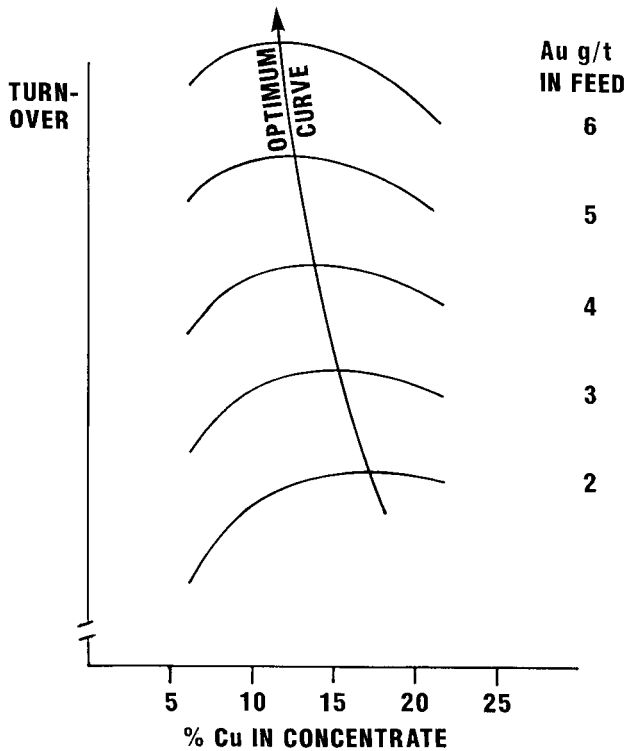
Prosessin valvonta ja analysointi

Rikastamon automaatioaste on vaatimaton. Valvomosta saadaan rikastamon koneet käynnistettyä ja pysäytettyä ja siellä on tärkeimpien laitteiden, kuten myllyjen ja murskainten valvontalaitteet. Valvomo ei vaadi jatkuvaa miehitystä. Laboratoriossa tehdään niin

malminetsinnän, louhinnan ohjauksen kuin rikastuksen vaatimat Cu- ja Au-analyysit kemiallisesti AAS-liekkimenetelmällä.

Miehitys

Rikastamon ja koko laitoksen kunnossapidon kirjoilla on kaksi ylitöyhtöjohtajaa, yksi sähkötekniikko, 15 prosessimiestä, 3-4 laboranttia, 5-6 konekorjausmiestä, 3 sähkömiestä ja päivävuorolaisia 3-5 henkeä. Paikallisen väestön osuus on koulutuksen myötä vähitellen lisääntynyt. Syrjäisestä sijainnista johtuen on laitoksella käytössä totutusta poikkeavia työaikajärjestelyjä kaikilla tasoilla. Esimerkiksi rikastamo käy keskeytymättömässä kaksivuorossa. Prosessimiehet tekevät 12 h:n työpäiviä 12 vrk:n jaksoin, jonka jälkeen on pitkä yhtenäinen vapaa.



Kuva 7. Liikevaihdon riippuvuus rikasteen Cu - pitoisuudesta malmin Au - pitoisuuden vaihdellessa, kun malmin Cu - pitoisuus on 1.0 %.

Fig. 7. Relationship between turn - over and Cu - grade in the concentrate when Au assay in the feed is changing and Cu assay in the feed is 1.0 %.

SUMMARY

A/S BIDJOVAGGE GRUBER, GOLD-COPPER MINE IN THE NORTHERN NORWAY

The Bidjovagge mine is located in northern Norway some 40 kilometers northwest of Kautokeino.

The first observations of copper mineralizations in the Bidjovagge district were made in the early 50s and by 1966 about 3.6 million tons of ore grading 1.8 % Cu were discovered. A/S Bidjovagge Gruber was founded in 1968 to exploit the copper deposit with a planned capacity of 250.000 t ore/a. Production started in 1971, but in 1975 the mine was closed owing to economic reasons.

In 1984, Outokumpu took over the Bidjovagge mine and developed it in order to exploit the gold-copper lenses which were found in the immediate surroundings of the copper mine.

The Bidjovagge gold-copper ores are situated in the proterozoic Kautokeino greenstone belt along the eastern limb of the Bidjovagge anticline. All ores are small (15-500 kilotonnes) and hosted by albite felsite.

The re-start of the Bidjovagge mine took place in June 1985 by Outokumpu Oy as the sole owner and operator of the mine. The ore production in 1987 was 380,000 tons grading 0.94 % Cu and 3.88 g/t Au.

The extraction of ore and waste rock is carried out by a contractor, but the experts of Bidjovagge control the operations firmly.

After crushing and grinding, gold and copper bearing minerals are recovered by bulk flotation.

The total number of employees including contractors is about 110.

MYÖTÄTUULTA
SINUNKIN
PAINOTUOT-
TEILLESII

HANGON KIRJAPAINO OY

Vuorikatu 15—17, 10900 Hanko

Puh. 911-84 531

Louhintalaatu tunnelilouhinnassa

TkL Jukka Pukkila, Teknillinen korkeakoulu, Kalliotekniikan laboratorio, Otaniemi

JOHDANTO

Suomessa tunnelit louhitaan yksinomaan poraamalla ja räjäyttämällä. Lähes poikkeuksetta tunnelilouhinnassa sovelletaan tarkkuuslouhintamenetelmiä. Tavoitteena on saada aikaan tasainen louhintajälki, joka seuraa suunniteltua poikkileikkausprofiilia ja säilyttää jäljelle jäävä kallio mahdollisimman ehjänä.

Taloudellisista syistä louhitaan pitkiä katkoja louhintatehon nostamiseksi. Pitkien katkojen louhinta vaatii poraustarkkuutta ja hyvin suunniteltua räjäytystä. Poraustarkkuuden vaatimusten kasvaessa on inhimilliset virhemahdollisuudet pyrittävä poistamaan siirtymällä automaattiseen poraukseen.

Nykyaikainen mittaus- ja tulostustekniikka mahdollistaa louhintalaadun mittaamisen riittävällä tarkkuudella. Mittaukset osoittavat, että tietokoneohjatulla porauksella on parantava vaikutus louhintalaatuun. Laadun parantamisella on saatu aikaan säästöjä luji- tus-, lastaus- ja kuljetuskustannuksissa sekä alilouhinnan aiheuttamissa kustannuksissa. Lisäksi automaattinen poraus on lisännyt työturvallisuutta ja työn viihtyvyyttä.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y:n aloitteesta ja pääosaltaan Työsuojelurahaston rahoituksella Teknillisen korkeakoulun kalliotekniikan laboratorio on tehnyt louhintalaatua käsittelevän tutkimuksen. Se on osa laajaa automaatioon liittyvää tutkimustyötä, jonka tarkoitus on ollut selvittää porauksen automatisoinnin vaikutus louhintalaatuun. Tutkimusosapuolia ja myös rahoittajia ovat olleet Oy Forcit Ab, Helsingin kaupungin kiinteistövirasto/Geotekninen osasto, Geoterra Oy, Lemminkäinen Oy, Orion-yhtymä Oy Normet, Oy Tampella Ab Tamrock ja YIT-Yhtymä Oy.

LOUHINTALAATU JA SEN MITTAAMINEN

Louhintalaadulla tarkoitetaan kallioon tehdyn tilan kalliopinnan laatua louhintatyön jälkeen. Hyvä louhintalaatu on saavutettu tunnelilouhinnassa, kun louhittu tunneli seuraa tarkasti suunniteltua poikkileikkausprofiilia, on suunnitellussa paikassa ja kalliopintaa ei ole rikkoutunut profiililinjan ulkopuolelta. Poraus- ja panostuskustannukset nousevat louhintalaatua parannettaessa. Nämä eivät kuitenkaan saa ylittää laadulla saavutettavaa hyötyä.

Louhintalaatua voidaan tarkastella mittaamalla louhitun tunnelin poikkileikkausprofiileita ja vertaamalla mitattuja tuloksia suunnitelmiin. Mittauksessa voidaan käyttää esimerkiksi pulssietäisyysmittaria, jota pyöritetään kohtisuorassa tasossa tunnelin pituusakselin suhteen.

Louhintalaatu-projektissa käytettiin sveitsiläistä Amberg, Measuring Techniquen mittauslaitetta A.MT. Profiler 2000, jossa etäisyysmittarina oli Wild Distomat TM DIOR 3001 pulssietäisyysmittari. Laitteen mittaustarkkuus on 10 mm ± 1 mm etäisyydellä 0.7-50 m nopeassa mittauksessa, jolloin yhden pisteen mittaukseen kuluu 0.8 s. Mittauksia tehtiin neljällä tunnelityömaalla. Yhteensä mitattiin noin 200 poikkileikkausprofiilia, joista saatiin noin 20 000 mittaushavaintoa.

Louhitun tunnelin mittaustuloksia verrattiin suunnitelmiin ja louhintalaadun mittana käytettiin seuraavia laskettuja ”louhintalaadun tunnuslukuja”, jotka kuvaavat poikkeamaa suunnitellusta profiilista:

- yلیلouhinta [m²]
- alilouhinta [m²]
- tunnelikaaren pituus [m]
- maksimi- ja minimipoikkeamat suunnitellusta profiilista ali- ja yلیلouhinnalle [m]
- yli- ja alilouhinnan poikkeamien keskiarvot [m]
- yli- ja alilouhinnan poikkeamien keskihajonnat [m]

Mittaustulokset tulostettiin profiilipiirroksina ja listauksina. Piirroksista on nähtävissä toteutuneen ja suunnitellun profiililinjan välinen poikkeaminen ja listassa ovat louhintaan liittyvät tiedot (kuva 1).

Tutkimusraportissa on esitetty jokaisesta mitatusta poikkileikkauksesta erikseen tiedot louhintamenetelmästä, louhintalaadun tunnusluvuista ja yllämainittu piirros. Lisäksi tunneliprofiilit on levitetty louhintapoikkeamien tarkastelun helpottamiseksi.

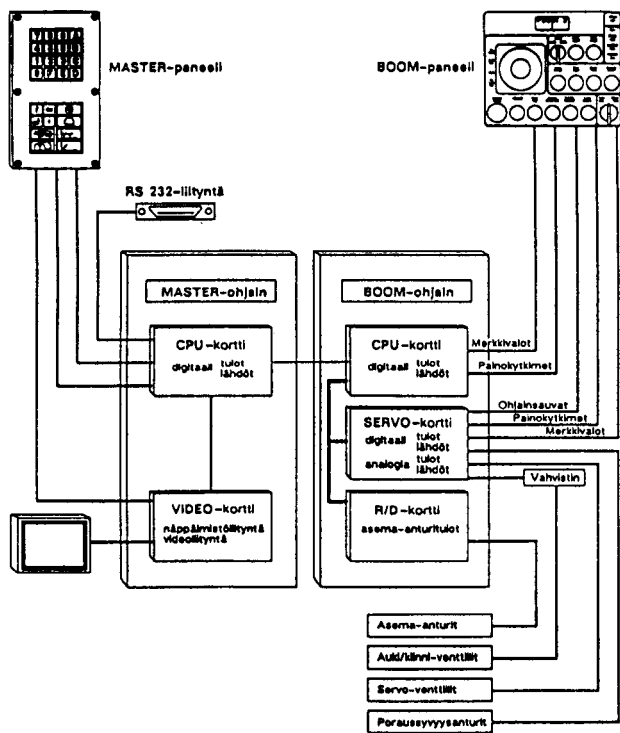
LOUHINTALAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Kallion laatu, poraustarkkuus ja räjäytystekniikka ovat tekijöitä, joilla on suurin merkitys louhinnan onnistumiselle ja laadullisesti hyvän louhintajäljen aikaansaamiselle.

Kallion laadulla tarkoitetaan sen rikkonaisuutta, rakoilua, koostumusta ja siinä olevien kivilajien ominaisuuksia. Poraus ja räjäytys on suunniteltava huomioiden kallion ominaisuudet. Louhinta on suunniteltava siten, että louhinnan jälkeiset jännitystilän muutokset eivät aiheuta kallion rikkoutumista suunnitellun louhintarajan ulkopuolella.

Poraustarkkuudella on suuri merkitys louhinnan onnistumiselle ja louhintaprofiilin hallinnalle. Etenkin tunnelin reunareijissä, joissa räjähdysaineen raonmuodostus- ja irrotusvaikutus tulisi olla yhtäsuuri ja tasaisesti jakautunut, pienikin poikkeama reikien yhdensuuntaisuudessa tai niiden välisessä etäisyydessä aiheuttaa muutoksen reikäpanoksen vaikutukseen kalliossa. Porareijässä räjähtävä panos aiheuttaa kallion rikkoontumista ja rakoilua reiän ympärillä. Se, kuinka paljon kallio särkyy, riippuu reikäpanoksen voimakkuudesta ja kallion laadusta. Tästä johtuen, hallittu suunniteltua profiilia seuraava ja mahdollisimman vähän profiilin ulkopuolista kalliota rikkova louhinta vaatii tarkkaa porausta ja juuri riittävää panostusta eli tarkkuuslouhintaa. Mitä pitempiä porareikiä käytetään sen tarkempaa porausta tarvitaan louhinnan onnistumiselle.

Tarkkuuslouhinnassa reikäväli ja reikärivien etäisyys suunnitellaan kalliio-minaisuuksien mukaan. Reunareikien väli ja käytetty räjähdysaine määräävät louhintalaadun. Tiiviimpi reijitys ja heikompi räjähdysaine parantavat louhintajälkeä. Reunareikiä sisemmät reikärivit on porattava ja panostettava siten, ettei niiden rikko- va vaikutus ulotu reunareikien raonmuodostusalueen ohi (kuva 2).



Kuva 4. Automaattijumbon ohjaamo (Tamrock Datamatic HS 305).

Fig. 4. The control panel of computer controlled tunneling jumbo (Tamrock Datamatic HS 305).

Kuva 3. Tamrock Datamatic porausjumbon ohjauskaavio.
Fig. 3. The computer control of Tamrock Datamatic.

Automaattisella ja käsinohjatulla porauksella saavutettu louhintalaatu

Louhintalaatumittaukset on tehty tunneleista, joissa on sovellettu tarkkuuslouhintaa ja poraus on tehty joko käsinohjatuilla tai tietokoneohjatuilla porausjumboilla. Porausjumbot ja niiden porakoneet ovat olleet tehoiltaan samaa luokkaa ja suhteellisen uusia. Kallion

laadulla ei työkohteissa ollut ratkaisevaa merkitystä. Tunneleiden koot vaihtelivat poikkileikkauksiltaan 20-50 m². Käsinohjattua porausta tehtiin etupäässä pienemmissä tunneleissa (taulukko 1).

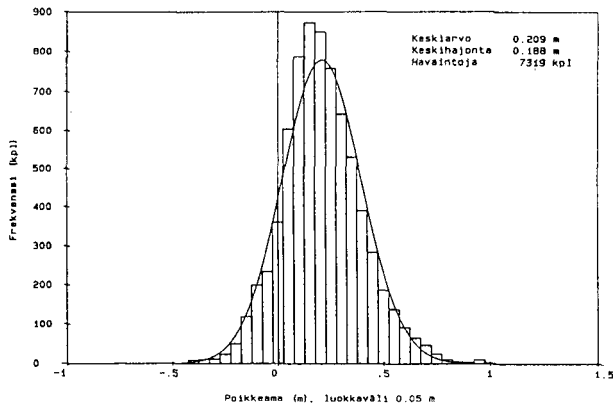
Louhintapoikkeamat jakaantuvan huomattavasti suppeammalle alueelle sovellettaessa automaattista poraustekniikka (kuvat 5 ja 6). Automaattiporauksessa on poikkeamien keskihajonta alle puolet siitä mitä se on käsinohjatussa porauksessa, mikä merkitsee tuntuva louhintalaadullista parannusta.

Suunniteltu tunneliprofiilin linja on louhintapoikkeamien Otaso, negatiiviset arvot ovat alilouhintaa ja positiiviset arvot ylilouhintaa.

Taulukko 1. Louhintalaadun mittaustulokset /1/.

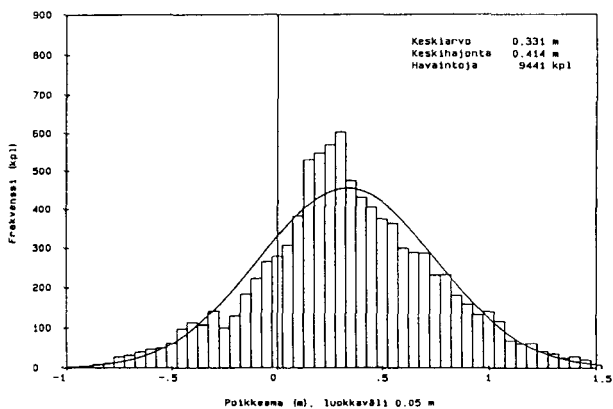
Table 1. The results of the excavation quality measurements /1/.

Louhintalaatu	Käsinohjattu poraus			Dataohjattu poraus		
	Taivaljärvi	Telkkälä	Viikinkmäki E7 B	Viikinkmäki E7 A	Halikko	Viikinkmäki avaukset
Poikkipinta-ala (m ²)	20.5	22.1	22.0	30.0	50.7	
Ylilouhintaa (m ³ /m)	7.56	5.69	4.59	1.19	5.47	0.87
Ylilouhintaa (%)	36.9	26.0	11.2	2.4	10.8	-
Alilouhintaa (m ³ /m)	1.59	3.3	0.63	1.03	1.38	0.11
Alilouhintaa (%)	7.7	14.9	1.5	2.1	2.7	-
Pinta-alan lisäys (%)	28.7	0.0	17.8	0.0	14.4	6.5
Alilouhintapinta-ala tunnelimetrimille (m)	8.0	46.4	8.2	45.4	2.3	10.4
Louhintapoikkeamien keskiarvo (m)	0.56	-0.01	0.24	0.02	0.25	0.15
keskihajonta (m)	0.38	0.34	0.21	0.16	0.18	0.15
Teoreettinen rakoilu- vyöhyke yli profiili- linjan (m)	1.6	1.2	0.4	0.4	0.4	0.4



Kuva 5. Histogrammi louhintapoikkeamista käytettäessä automaattiporausta //.

Fig. 5. Histogramme representing the excavation deviations resulting when utilizing computer controlled drilling //.



Kuva 6. Histogrammi louhintapoikkeamista käytettäessä käsinohjattua poraustekniikkaa //.

Fig. 6. Histogramme representing the excavation deviations when drilling is done by conventional manual control //.

Asettamalla histogrammeja edustavat normaalijakaumat saamaan kuvaan voidaan tarkastella kullakin porausmenetelmällä saavutettavaa louhintatarkkuutta ja määrittää käytännön louhintatoleranssin todennäköisyyksiä (kuva 7).

Normaalijakaumasta laskemalla saadaan taulukon 2 mukaiset realistiset toleranssirajat tietyillä todennäköisyyksillä.

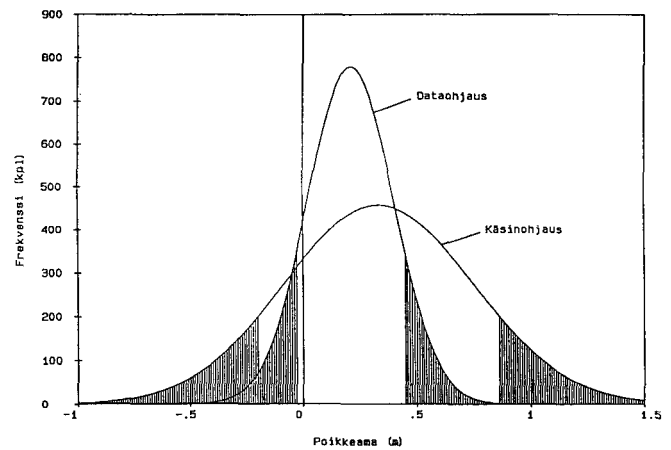
AUTOMAATTISEN PORAUKSEN VAIKUTUS LOUHINTAKUSTANNUKSIIN

Tunnelilouhinnan kustannukset muodostuvat etupäässä seuraavista osakustannuksista:

- porauskustannukset 25-30 %
- panostuskustannukset 20-25 %
- kuormaus- ja kuljetuskustannukset 35-40 %
- rusnaus, tuuletus, vedenpoisto 5-10 %

Automaattisella porauksella voidaan säästää louhintalaadun parantumisen ansiosta ylilouhinnan aiheuttamissa kuormaus- ja kuljetuskustannuksissa n. 20 % ja alilouhinnasta aiheutuissa kustannuksissa n. 2 %.

Työnaikaiset lujituskustannukset, kuten pultitus-, verkotus- ja ruiskubetonointikustannukset, vähenevät louhintalaadun parantumisesta. Pelkästään ruiskubetonoitavan pinnan pienenemisestä ja tasoit-



Kuva 7. Automaattiporauksen ja käsinohjattujen porauksen louhintapoikkeamien normaalijakaumat. Viivoittamaton osoittaa alueen, jolle louhintapoikkeamat rajoittuvat 80 %:n todennäköisyydellä //.

Fig. 7. The normal distribution of excavation deviations resulting in both manually and automatically controlled drilling. Unshaded area represents the limits within the excavation deviations fall with probability of 80 % //.

Taulukko 2. Louhintapoikkeamien rajat eri todennäköisyyksillä käytettäessä käsinohjattua ja automaattiporausta //.

Table 2. The limits of excavation deviations for various probabilities for when automatic or manually controlled drilling is used //.

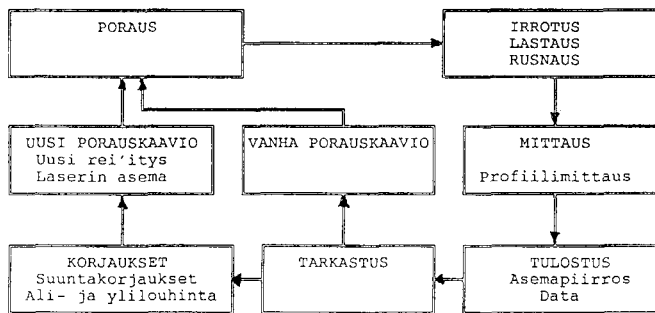
	Dataohjaus	Käsinohjaus
Keskiarvo	0.21 m	0.33 m
Keskihajonta	0.19 m	0.41 m
Louhintapoikkeamien väli	(m)	(m)
- 60 % todennäköisyys	0.05 - 0.37	-0.02 - 0.68
- 80 %	-0.03 - 0.45	-0.20 - 0.86
- 90 %	-0.10 - 0.52	-0.35 - 1.01

tumisesta saavutettava betonin kulutuksen pieneneminen voi olla 15-20 %.

Suomessa kalliotilat rakennetaan niin, että kallio toimii tilan rakenneosana. Kallion hyväksikäyttö rakenne-elementinä edellyttää hyvää louhintalaatua. Mitä parempi louhintalaatu saavutetaan, sitä suuremmat ovat säästöt lujitus- ja tukemiskustannuksissa. Saavutetuilla säästöillä voi olla ratkaiseva merkitys koko louhintaprojektin kannattavuuteen.

AUTOMAATTISEN PORAUKSEN KEHITTÄMISNÄKYMÄ

Automaattisen porauksen ohjauksessa ja porauskaavioiden laadinnassa on vielä kehittämistä. Porauskaavion aseman sijainti vaikuttaa ensisijaisesti yli- ja alilouhintaan. Tutkimuksen mittaustuloksista ilmenee selvä taipumus alilouhintaan, joka johtuu ohjelmoitujen porauskaavion sijainnista. Mitä pienemmällä toleranssilla louhintaa pyritään tekemään, sitä tarkemmin on porauskaavio myös saatava oikealla linjalle. Poratankojen taipuma ja kallion rakoilu on myös huomioitava porauskaavion laadinnassa. Eräs tapa louhinnan ohjaamiseksi on jatkuva louhintaprofiilin mittaus ja porauskaavion säätteleminen kunnes tyydyttävä lopputulos on saavutettu (kuva 8).



Kuva 8. Profiilimittauksen käyttö louhinnan ohjauksessa //
Fig. 8. The use of profile measurement in the control of excavation //

Jo nykyisellä mittauskalustolla pystytään mittaus- ja tulostusnopeuksiin, jotka mahdollistavat tiedonsaannin porauskaaviossa suoritettaviin korjauksiin. Kehittämistä on lähinnä porauskaavion laadintanopeudessa ja muutoksien nopeassa syöttämisessä automaattijumbon tietokoneelle. Paras kokonaistulos saavutettaisiin jos koko louhinnan tarkastusmittaus, tulostus ja tarvittavat muutokset voitaisiin tehdä jumbon ohjaamosta. Tämä edellyttää asiantuntemusta jumbon käyttäjältä, mutta samalla nostaa työn arvostusta ja mielenkiintoa.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Pukkila, J., Louhintalaatu, Projektiraportti, TKK, Kalliotekniikan laboratorio, Espoo, 1989.
2. Vuolio, R., Räjätys- ja louhintätöiden suunnittelu ja suorittaminen, Suomen Maanrakentajien Keskusliitto r.y., Forssa, 1985.

SUMMARY

THE QUALITY OF TUNNEL EXCAVATION

Good quality of rock excavation requires the application of smooth blasting techniques. The success of smooth blasting necessitates accurate drilling and correct placing of drillholes. According to large number of measurements and visual observations much of the inaccuracy and incorrect placing of drillholes are due to poor visibility and missjudging of the driller. This phenomenon is common in conventional manually controlled drilling. A computer controlled drilling almost totally eliminates the misalignment and hole placing inaccuracy and this obviously gives better quality of excavation result. The improvement in quality will decrease the costs

YHTEENVETO

Hyvän louhintalaadun aikaansaaminen vaatii tarkkuuslouhintamethodien käyttöä. Tarkkuuslouhinnan onnistumiselle on tärkeintä, että poraus on tehty tarkasti suunnitelmien mukaan. Kentällä suoritettujen havaintojen ja mittauksien mukaan yleisesti käytetty käsinohjattu tunnelinporaus on poraajan huolellisuuden ja tarkkuuden varassa. Porauksen automatisoinnilla on minimoitu käyttäjän aiheuttamat inhimilliset virhetekijät ja saavutettu parempi poraus-tarkkuus ja myös louhinnan laatu. Louhinnan laadun parantamisella saavutetaan kustannussäästöjä lujituksessa, kuormauksessa ja kuljetuksessa. Suurimmat säästöt saavutetaan silloin, kun hyvän louhintalaadun ansiosta pystytään käyttämään kalliota varsinaisena rakennuselementtinä.

Automaattinen poraus on voimakkaasti tulossa etenkin maan-alaiseen rakennuslouhintaan, jossa vaaditaan hyvää louhintalaatua. Automaattiporaus parantaa myös työskentelyolosuhteita ja lisää työturvallisuutta.

Uusin mittausmekanismi mahdollistaa nopean louhintatuloksen tarkastuksen ja tarvittavien porausohjelmakorjauksien tekemisen porausjumbon ohjaamosta, jolloin poraajalta tullaan vaatimaan en-tistä enemmän asiantuntemusta ja tietojenkäsittelytekniikkaa. Tämä lisää poraustyön suosiota ja heijastuu poraustyön suorittajien saatavuudessa.

of supporting, mucking and hauling. It also increases the possibilities of using the rock itself as an element of structure in rock engineering projects in place of normally used concrete.

The computer controlled drilling is becoming more popular especially among contractors of tunnels and underground spaces not only because of the possibilities of savings in excavation costs and material but also because of the safety and work environmental features which play a great role in the availability of labour for underground projects.

Laadun johtaminen menestystekijänä

DI Pentti Ylijoki, OVAKO STEEL Oy Ab, Imatra

LAADUSTA TULEE MENESTYSTEKIJÄ

Tarkastellaan aluksi suomalaisen vientiyrityksen lähivuosien näkymiä. Odotettavissa on kovenevaa kilpailua päämarkkina-alueella eli (Länsi-) Euroopassa. Tavaravirtojen vapauttaminen EY + EFTA -alueella tähtää nimenomaan kilpailun edistämiseen. Itä-Euroopan mukaantulo yhdentymisprosessiin vielä lisännee kilpailupaineita.

Suomalaisilla yrityksillä on erityisrasitteena ainakin syrjäisestä sijainnista johtuvia kustannuksia, usein myös korkeat pääomakulut jne. Mahdollisuudet menestyä puhtaassa hintakilpailussa tuntuvat todella huonoilta. Onneksi on muitakin vaihtoehtoja. Moni yritys on jo valinnutkin korkean laadun ja laatu-tietoisien asiakkaitten palvelemisen tien. Laatu on näin ollen valittu strategiseksi menestystekijäksi. Strategian toteuttaminen vaatii luonnollisesti myös uhrauksia. Korkean laadun tiellä alkaa kynnyksymykseksi nousta laatu-järjestelmä, jota laatu-tietoiset asiakkaat edellyttävät alihankkijoiltaan.

LAATUAJATTELUN MURROS

Yritysmailma on parhaillaan kokemassa laatuajattelun murrosta. Tämän käynnistäjänä on usein laatu-järjestelmä, jonka omaksumisella on hyvin laaja-alaisia vaikutuksia seuraavaan tapaan:

	Ennen	Nyt
Laadun rooli	Aputoiminto	Menestystekijä
Toiminnon nimi	Laadunvalvonta	Laatu-järjestelmä
Käsitteen laajuus	Tuotelaatu	Toimitusten laatu
Laatuvastuun painopiste	Asiantuntijat	Linjajohto
Ajallinen painopiste	Lähi-menneisyys	Lähi-tulevaisuus

Murroksen käynnistää aina yritysjohto

- määrittämällä laatu-politiikan
- päättämällä laatu-järjestelmästä
- yleensä huolehtimalla laatu-politiikan toteutumisesta.

Linjajohto joutuu ottamaan päävastuun laadusta. Laatu-käsite laajenee myös toimitusaikoja, toimitusvarmuutta ja asiakaspalvelua koskevaksi. Samalla laatu-järjestelmän piiriin tulevat jokseenkin kaikki yritystoiminnot. Suunnittelulla ja prosessien hallinnalla pyritään etukäteen varmistamaan asiakkaan vaatimusten täyttyminen. Tällaisissa olosuhteissa ei mikään esikunta pysty enää kantamaan pääasiallista laatu-vastuuta.

Laatu-järjestelmän rakentaminen ja hyväksyttäminen ei sinänsä riitä. Myös todellinen toiminta on saatava järjestelmän mukaiseksi. Itse asiassa edellytetään uuden ajattelutavan, laatu-kulttuurin omaksumista. Tällainen muutos vaatii ylijohton jatkuvaa osallistumista ja lisäksi vielä aikaa. Tuloksia ei synny heti.

ENTÄ TÄMÄN JÄLKEEN?

Toimivan laatu-järjestelmän omaksuminen on nyt todella hyvä keino erottua kilpailijoistaan, sillä:

- laatu-järjestelmiä koskeva standardisarja ISO 9000 hyväksyttiin yleiseurooppalaiseksi CEN-normiksi vuoden 1987 lopulla.
- hyväksytyjä laatu-järjestelmiä on toistaiseksi harvoilla yrityksillä.

Tulevaisuudessa ei hyvinkään toimiva laatu-järjestelmä enää riitä erottumiskeinoksi, koska monella kilpailijallakin on sellainen. Silti järjestelmillä tulee olemaan oma merkityksensä. Toimiva laatu-järjestelmä on myös sopiva astinlauta pyrittäessä kohti kunnianhimoisempia laatu-tavoitteita.

AMERIKKALAINEN LAATUAJATELUN TIENNÄYTTÄJÄNÄ

Laadun supervaltoja ovat Japani ja Yhdysvallat. Viimeksi mainitussa maassa on laadun edistäminen hiljattain omaksuttu kansalliseksi haasteeksi. Eräänä näkyvänä merkinä tästä on vuosittain myönnettävä presidentin laatu-palkinto. Palkinnon hakemisesta on yksityiskohtaiset ohjeet. Palkintoraati on laatinut seikkaperäisen kysymyslistan. Käsiteltäville asioille on annettu myös painoarvot. Seuraava piirros kuvaa ohjeen pääotsikoita, annetut painoarvot huomioiden.

Johdon näkyvyys ja laatu-kulttuuri		Laadun kehittäm. linjassa
Tietohallinnon valmius		
Laatu-strategiat, niiden suunnittelu		
Osallist. Vastuun-otto	Henkilöstön mukaanotto	Koulu-tus
Tuote-kehitys	Laadunvarmistus	
Näkyvä laatu ja sen kehitys		
Asiakastarpeiden ennakointi	Asiakaspalvelu -reklamaatiot -neuvonta	Asiakastyytyväisyys -mittaus -tulokset

Mitä kysymyslista ja asioiden saamat painotukset sitten kertovat tämän hetken amerikkalaisesta laatuajattelusta?

Muutamia havaintoja:

- Ylijohdon rooli laatuajattelun käynnistäjänä luonnollisesti näkyy tässäkin.
- Linjajohdon vastuuta korostetaan. Tämä vastuu kattaa laadun tuottamisen lisäksi sen kehittämisen.
- Strategisena päämääränä tulisi olla yksinkertaisesti laatujohtajuus. Laadusta olisi tehtävä ylivoimatekijä.
- Kun päämäärä asetetaan näin korkealle, tulee keskeiseksi strategiaksi koko henkilöstön mukaanotto laatuavuuteen.
- Myös asiakaspalautteen tuottaminen ja hyödyntäminen saa strategista merkitystä. Sekä strategiset tavoitteet että lyhytjänteisemmät kehitystavoitteet tulisi johtaa asiakaspalautteesta. Tätä varten tarvitaan:
 - reklamaatio- ja asiakaspalveluaineistoa keräävä ja analysoiva järjestelmä
 - asiakastyytyväisyyden mittausjärjestelmä
 - näistä erillään vielä tapa selvittää asiakkaiden tulevia tarpeita. Tätä tietämystä tarvitaan nimenomaan tuotekehityksen tavoitteita asetettaessa.

UUSI LAATUAJATTELUN MURROS TULEE

Todella laatu-tietoiset yritykset tulevat kokemaan vielä uuden laatuajattelun murroksen. Tämä ei ole pelkkä ennustus. Lause sisältää myös sen toivomuksen, että mahdollisimman moni suomalainen yritys kuuluisi tähän joukkoon.

SUMMARY

QUALITY MANAGEMENT — A WAY TO SUCCESS

To avoid competitive pressures many companies are differentiating towards higher quality. As a consequence a quality system often becomes a prerequisite.

Implementing a quality system means, that many new ideas have to break through. The quality concept gets a broader mean-

	Ennen	Nyt	Tulevaisuudessa
Laadun rooli	Aputoiminto	Menestystekijä	Ylivoimatekijä
Toiminnon nimi	Laadunvalvonta	Laatu-järjestelmä	Laadun johtaminen
Käsitteen laajuus	Tuotelaatu	Toimitusten laatu	Koko toiminnan laatu
Laatuvastuun painopiste	Asiantuntijat	Linjajohto	Koko henkilöstö
Ajallinen painopiste	Lähi-menneisyys	Lähi-tulevaisuus	Tulevaisuus

Tässä vaiheessa toteutuu lopullisesti esityksen otsikossakin esiintyvä sanapari **laadun johtaminen**.

Laadun johtamisella tarkoitetaan

- kaikki toiminnot kattavaa,
- koko henkilöstön laatuvastuuseen tähtäävää ja
- pitkäjänteistä johtamisotetta, jonka päämääränä on yrityksen asiakaspalautteella todennettu laatuylivoima.

Kysymyksessä ei ole pelkästään vientiyritysten haaste. Uuden kunnianhimoisen laatuajattelun tarvetta on kaikkialla niin tuotanto- ja palveluyrityksissä kuin julkisyhteisöissäkin. Kaiken asiakaspalvelun tavoitteena tulisi olla toimivuus, häiriöttömyys, luotettavuus, saatavuus, helppous ja turvallisuus. Kaikki tämä voidaan kattaa yhdellä sanalla, joka on laatu.

ing. New responsibilities must be accepted, as well as a new corporate culture. All this takes time.

A similar new set of breakthroughs will be met when companies begin to pursue a real quality leadership.

**VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN**

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



**VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN**

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

Mittatarkkuuden ja tasomaisuuden hallinta levynvalssauksessa

Tekn.tri Pekka Mäntylä, Rautaruukki Oy, Raahе

JOHDANTO

Suomen terästeollisuudessa kuumavalssataan levy- ja nauhatuotteita yli 2 milj. tonnia vuodessa. Teräslevy on konepajateollisuuden perusraaka-aine, jonka laatuvaatimukset kiristyvät mm. teollisuusrobottien käytön lisääntyessä. Laatuksite sisältää perinteisten ominaisuuksien ohella hyvän mittatarkkuuden ja tasomaisuuden. Mittatarkkuutta kuvaa levyn poikittaispaksuusjakaumassa, profiilissa, keskikohdan ja reunan paksuuksien erotus. crown. Lisäksi mittatarkkuuteen sisältyy levyn reunaosasta mitattu paksuusvaihtelu levyn pituussunnassa. Muotopoikkeama suoran tason muodosta esitetään usein ns. tasomaisuusindeksiin (λ) avulla. Tasomaisuusindeksi (steepness) on suoralle alustalle asetetun teräslevyn aallon harjojen korkeus jaettuna niiden välisellä etäisyydellä. Mittatarkan teräslevyn valmistaminen edellyttää valssauksen nopeaa tietokoneohjausta prosessimallien ja -mittausten avulla.

Rautaruukin levyvalssauslinja otettiin käyttöön v. 1976. Valssain oli ensimmäisiä levyvalssaimia maailmassa, joissa tuolloin oli hydraulinen valssiraon säätöjärjestelmä (AGC). Siihen rakennettiin myös työvalssien taiputuslaitteisto. Valssauslinja modernisoitiin v. 1987–88, jolloin valssaimen tietokoneet ja pistosarjan laskentajärjestelmä uusittiin. Lisäksi automatisoitiin aihoiden kuumennusunit.

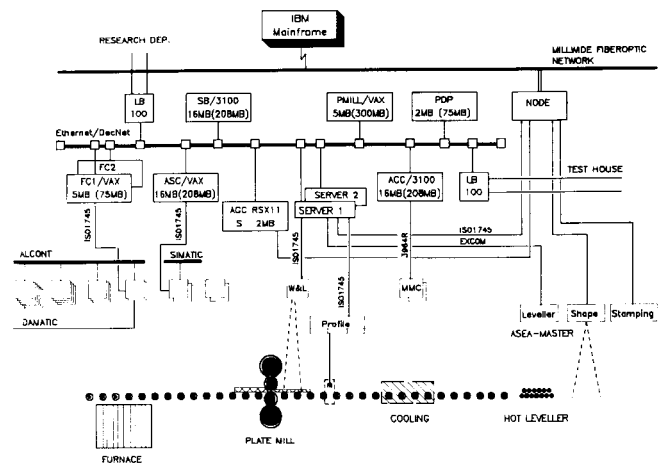
Uudistettavalle ohjausjärjestelmälle asetettiin seuraavat tavoitteet:

- ★ Levyn laadun parantaminen
 - mittatarkkuus
 - tasomaisuus
 - mekaanisten ominaisuuksien tasaisuus
 - Tuotevalikoiman laajentaminen
 - uudet teräslajit
 - ohuimmat ja leveämmät levyt
 - ★ Kustannusten säästö
 - hylkäysten vähentäminen
 - levyn muodon ohjaus
 - energian säästö
- } => saannin paraneminen

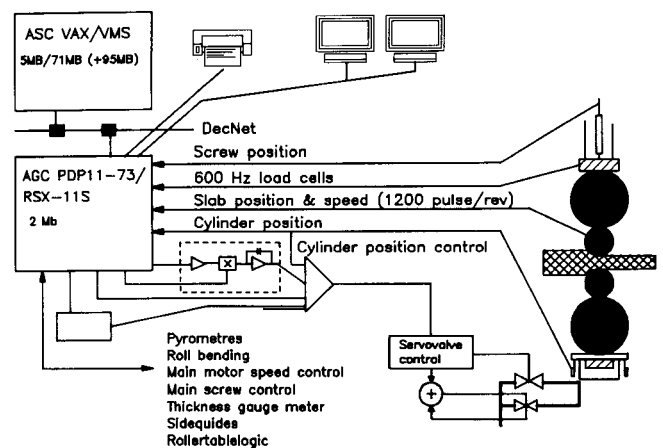
VALSSAUKSEN OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Ohjausjärjestelmä voidaan jakaa neljään toimintatasoon: (1) aihion suunnittelu, (2) pistosarjan laskenta, (3) valssiraon säätö ja (4) instrumentointitaso ///. Toiminnot aihion suunnittelusta instrumentointiin on täysin integroitu. Ylin tietokonetaso on liitetty prosessitietokoneisiin valokaapeliverkon välityksellä (kuva 1). Sitä käytetään myös prosessipisteiden väliseen kommunikointiin.

ASC-tietokoneet ovat IBM-koneisiin nähden lähinnä seuraavalla tasolla (kuva 1), jossa suoritetaan pistosarjan laskenta ja materiaalin seurantaan, tiedonkeruuseen sekä raportointiin liittyvät toiminnot.

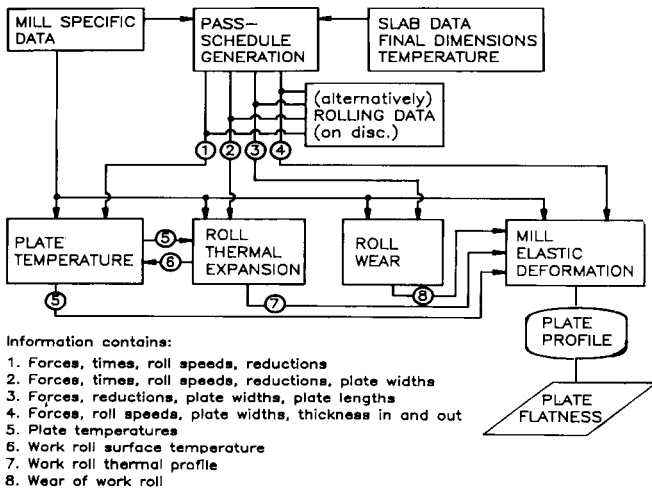


Kuva 1. Valssaimen ohjausjärjestelmä.
Fig. 1. Architecture of plate mill control.



Kuva 2. Valssaimen prosessitietokoneen toiminnot.
Fig. 2. Functions of plate mill computer.

Valssaimen prosessitietokoneen (PDP 11-73, kuva 2) päätoiminto on valssiraon säätö (AGC). Referenssiarvot piston aikana laskeaan 10 ms:n välein. Tärkeimmät dynaamiset toiminnot ovat jouston huomiointi, valssien taipumisen kompensointi ja valssausvoiman rajoitus. Staattisia toimintoja ovat mm. valssiraonasetus, laskeutu jousto, mitatun levynpaksuuden takaisinkytkentä, aihion lämpölaajeneminen ja valssien kuluminen (kuva 2)



Kuva 3. CROWNON-ohjelmisto levyn profiilin ja tasomaisuuden ohjaamiseksi.

Fig. 3. Process models for plate profile and shape calculation method.

VALSSAUKSEEN LIITTYVÄT MALLIT

Tietokoneohjauksen edellytys on valssausprosessin matemaattinen mallintaminen. Perusmallit on kehitetty yhteistyössä MEFOS-BTF:n kanssa [2]. Valssausolosuhteita ennustettaessa tärkeimmät tekijät ovat:

- levyn lämpötila
- valssien lämpölaajeneminen
- valssien kuluminen
- valssien taipuminen ja litistyminen

Yhdistämällä nämä mallit tietokoneohjelmistoksi (kuva 3) voidaan valssattavan levyn poikkittaisprofiilia ohjata. Levyn poikkittaisprofiili onkin eräs tärkeimmistä asiakasvaatimuksista samoin kuin levyn tasomaisuus. Levyn crownin ja tasomaisuuden välisen yhteyden ymmärtäminen on valssausprosessin ohjauksen perusedellytys.

LEVYN CROWN JA TASOMAISUUS

Levyn tasomaisuusvirhe johtuu levyn crownin ja kuormitetun valssiraon muotojen yhteensopimattomuudesta. Se johtaa epäyhtenäiseen levyn poikkittaiseen venymään, mikä puolestaan lisää jännityseroja. Jos jännitystaso ylittää levyn kriittisen jännitysrajan, nämä pitkäaikaiset jännityserot levyn poikkittaissuunnassa aiheuttavat joko reuna- tai keskusta-aaltoa.

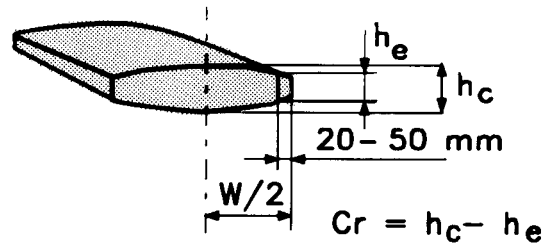
Levyn crown ja tasomaisuuden peruskäsitteet on esitetty kuvassa 4. Levyn crown on levyn keskiosan ja reunojen välinen paksuusero. Tasomaisuusindeksi (steepness) määritetään aallon amplitudin ja pituuden suhteena. Suhteellinen venymäero ($\Delta \epsilon$) on levyn reunan ja keskiosan välinen suhteellinen venymäero.

$$\Delta \epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{\pi^2}{4} \lambda^2 \quad (1)$$

missä Δl on venymäero ja l_0 levyn alkuperäinen pituus.

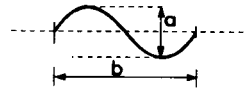
Venymäero (kuva 5) levyn reunan ja keskustan välillä aiheuttaa levyssä jännityseron, joka voi esiintyä piilevänä ilman näkyvää tasomaisuusvirhettä. Kun valssattavan teräksen muodonmuutoslu-

Plate crown



Steepness

$$\lambda = \frac{a}{b}$$



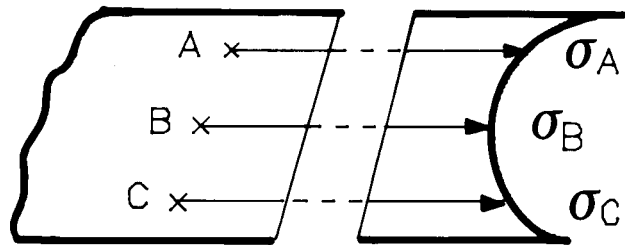
Elongation rate difference

$$\Delta \epsilon = \frac{\pi^2}{4} \lambda^2$$

$$\Delta \epsilon = \xi \left\{ \left(\frac{Cr}{h} \right)_n - \left[\left(\frac{Cr}{h} \right)_{n-1} - \xi_L \lambda_{L_{n-1}} \right] \right\}$$

Kuva 4. Levyn profiilin ja tasomaisuuden peruskäsitteitä. (Katso kuva 6).

Fig. 4. Parameters of crown and shape control. (See fig. 6).



$$\Delta \sigma_{AB} = \sigma_A - \sigma_B = E \times \Delta \epsilon$$

Kuva 5. Venymäeroista johtuvat jännityserot levyn poikkittaissuunnassa.

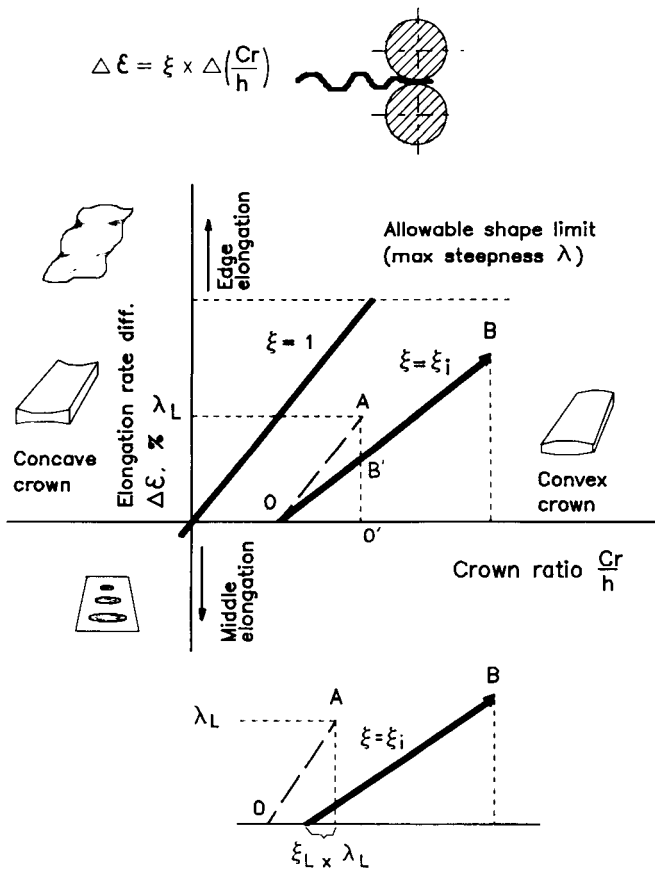
Fig. 5. The elongation difference and the resulting stress difference across the width of the plate.

juus kasvaa, herkkyyys aaltomaisuuteen lisääntyy. Toisin sanoen kun $|\Delta \epsilon| > 0$ eikä esiinny tasomaisuusvirhettä, ollaan ns. "steepness dead band" -alueella, joka kapenee muodonmuutoslujuuden tai levyn leveys/paksuus-suhteen kasvaessa.

Levyaihiota valssattaessa on materiaalin ohentuessa yhä vaikeampaa muuttaa levyn suhteellista crownia, sillä materiaalin poikkittaisvirtaus pistossa vaikeutuu ja loppuu kokonaan, kun paksuus on riittävän pieni. Tällöin suhteellisen crownin muutos siirtyy kokonaisuudessaan tasomaisuusvirheeksi.

Profiilin ja tasomaisuuden välistä yhteyttä voidaan tarkastella havainnollisesti vektorimenetelmän (kuva 6) avulla [3, 4, 5].

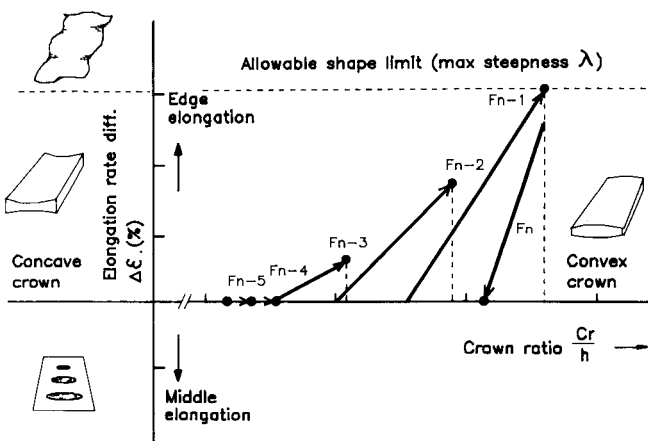
Kuvassa 6 valssikitaan menevässä levyssä on reuna-aaltoa määrää λ_L ja levyn suhteellinen crown on 0'. Valssikitaan menohetkellä tasomaisuusvika häviää hetkellisesti valssien puristuksen vuoksi. Jos tasomaisuusvirhe (λ_L) palautuu täysin crowniin (poikkittainen massavirta nolla), niin päädytään kuvion kohtaan 0. Käytännössä näin ei käy, vaan ainoastaan osa ξ_L palautuu crowniin. Kohta B saavutetaan piston jälkeen. Kulmakerroin ξ riippuu valssien halkaisijasta, levyn paksuudesta, leveydestä ja muodonmuutosvastuksesta. Levyn crownia voidaan muuttaa vaikuttamatta tasomaisuuteen, kun valssattava materiaalipaksuus on riittävän suuri. Pistosar-



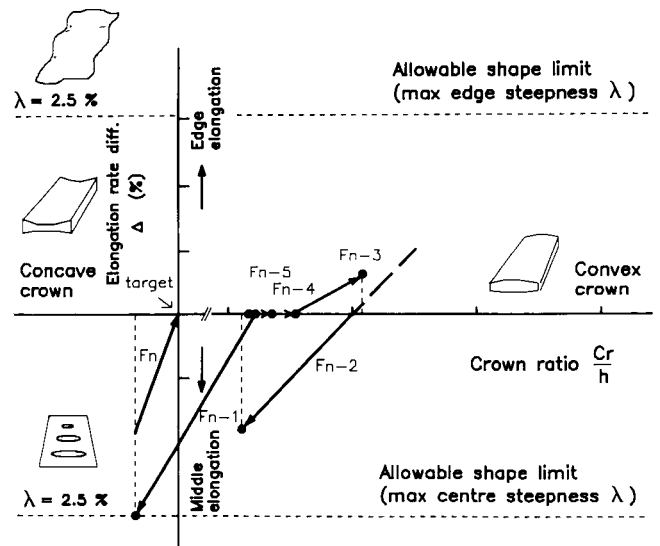
Kuva 6. Vektorimenetelmä tasomaisuuden ja profiilin ohjauksessa.
Fig. 6. Effect of incoming shape and crown.

jan viimeisillä pistoilla levyn suhteellisen crownin muutosyritykset voivat johtaa tasomaisuusvikoihin. Kylmävalssauksessa näin käy väistämättä.

Kuvasta 7 havaitaan, että ξ -arvo kasvaa pistosarjan loppua kohden, ts. suhteellisen crownin muutos vaikuttaa herkemmin tasomaisuuteen. Vektorimenetelmään perustuvalla pistosarjan laskentamenetelmällä on mahdollista valssata levy, jossa ei ole crownia lainkaan (kuva 8) /6, 7/.



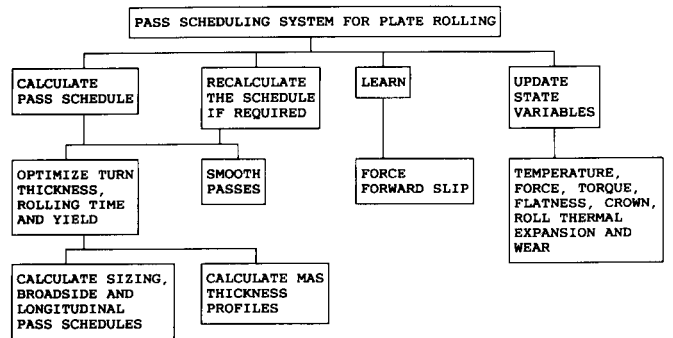
Kuva 7. Pistosarja suhteellisen crownin kasvaessa.
Fig. 7. Pass schedule with increasing relative crown.



Kuva 8. "Valssauspolku" crownittoman levyn valmistamiseksi.
Fig. 8. Rolling path for zero crown.

PISTOSARJAN LASKENTA-OHJELMISTO

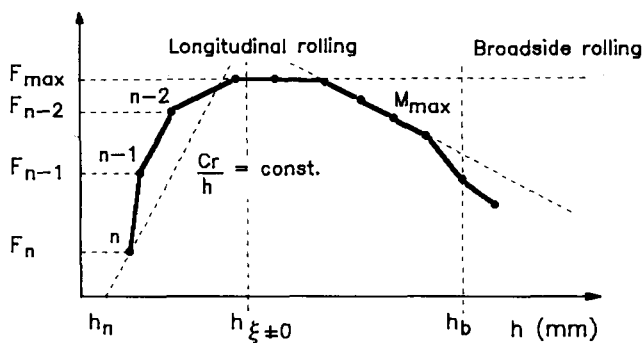
Pistosarjan laskentamenetelmä on rakennettu käyttäen modulaarisen ohjelmoinnin periaatteita. Kaikki ohjauksen kannalta välttämätön data-tieto on järjestely loogiseksi ja selkeästi määritellyiksi toimintoiksi (kuva 9). Näin ollen järjestelmän ylläpito ja laajentaminen on helppoa.



Kuva 9. Pistosarjan laskentaohjelmiston toiminnot.
Fig. 9. Functions of pass scheduling.

Pistosarjan laskentaohjelmisto sisältää aihion/levyn lämpötilamallin, valssausrajoitukset (kuva 10 sivulla 54), levyn levenemisen sekä levyn reunan ja päiden muodon ohjauksen. Lisäksi levyn crownin ja tasomaisuuden ohjaamiseksi käytetään vektorimenetelmään perustavaa laskentaa. Oleellisin valssaus-tieto kerätään valssauksen aikana ja sitä käytetään adaptointia voimamallin kertomina. Näin mallia parannetaan seuraavaa pistoa varten.

Pass schedule calculation



Kuva 10. Pistosarjan laskennan rajoitukset.
Fig. 10. The restrictions in the pass scheduling.

YHTEENVETO

Prosessin tietokoneohjaukseen välttämättömät matemaattiset prosessimallit on kehitetty yhteistyössä MEFOS-BTF:n kanssa. Malleihin on pyritty saamaan mahdollisimman tarkka fysikaalinen tausta. Sovitettaessa malleja valssausympäristöön on mallien parametreille etsitty oikeat lukuarvot. Levyn lämpötila voidaan laskea 10°C :n tarkkuudella (keskihajonta). Levyn crownin laskentatarkkuus on 0,5 % levyn paksuudesta. Valmistusohjelmaa on voitu laajentaa siten, että tuotannossa ovat mm. 5 mm paksut ja 3000 mm leveät levyt (aiemmin 5 mm \times 2200 mm).

Linjan prosessinohjauksen hallinnan parantaminen on ollut välttämätöntä myös paksimpien levyjen kontrolloitua valssausta ja vesijäähdytystä ajatellen. Tällä ns. nopeutetulla jäähdytyksellä saadaan levyyn paremmat ominaisuudet tavanomaiseen valmistuspraktiikkaan nähden. Se edellyttää koko valssausprosessilta erittäin suurta tarkkuutta, mikä on voitu saavuttaa uusimman malli- ja tietokone-tekniikan avulla.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. Mäntylä, P., Myllykoski, L., Nivala T., Revamping of Rautaruukki's plate rolling line, Proceedings of International Conference on Modernization of Steel Rolling, Beijing, China, April, 1989. Publ. International Academic Publishers, Pergamon Press, Beijing, 1989, p. 164–169.
2. Jonsson, N-G., Mäntylä, P., On-line control system for profile, shape and temperature in 4-high mills, Proceedings of the 27th Mechanical Working & Steel Processing Conference, Vol. XXII Cleveland, October, 1985, Publ. The Iron and Steel Society. Library of Congress catalog No. 75-17963, 1986, p. 129–135.
3. Mäntylä, P., Upgrading of a plate mill, MEFOS 25 Year Anniversary Symposium Proceedings, September 1988, Luleå, pp. 143–162.
4. Takashima, Y. et al., Studies on the strip crown control for hot strip rolling — Double chock work roll bending system (DC-WRB), Proceedings of International Conference on Steel Rolling, October 1980, p. 367–378.
5. Nakajima, K. et al., Hot strip crown control by six-high mill, Transactions ISIJ, 24 (1984), p. 284–291.
6. Mäntylä, P., Myllykoski, L., Jonsson, N-G., Rolling of wide thin plates using the Profile and Shape Vector Method, Iron and Steel Engineer, 66 (1989) 12, p. 48–54.
7. Jonsson, N-G., Mäntylä, P., An optimized pass scheduling system based on the profile and shape vector method for plate rolling, Proceedings of International Conference on Modernization of Steel Rolling, Beijing, China, April, 1989, Publ. International Academic Publishers, Pergamon Press, Beijing, 1989, p. 73–81.

SUMMARY

PROFILE AND FLATNESS CONTROL IN HOT PLATE ROLLING

The process models necessary for computer controlled rolling have been developed in a cooperative project with MEFOS-BTF. A good physical basis is a background for the models. When fitting the models to a given rolling mill proper values for the parameters are essential. The mean temperature of a plate can be calculated with an accuracy of 10°C (standard deviation). The accuracy of plate crown is 0,5 % of the thickness. The delivery program has been expanded so that 5 mm thick and 3000 mm wide plates can

now be rolled compared with 5 mm \times 2200 mm before. The improvement of the process control of the line has been necessary for the accelerated cooling of thicker plates. Using the accelerated cooling in plate rolling it is possible to achieve better mechanical properties compared with the conventional rolling method. It presumes an extremely good accuracy of the rolling process which has been achieved by the help of modern modelling and computer techniques.

Vuori-insinöörien koulutus

Professori Raimo Matikainen, Teknillinen korkeakoulu, Materiaali- ja kalliotekniikan laitos, Otaniemi

Alustus Vuorimiespäivien Kaivosjaoston paneelissa 16.3.1990

YLEISTÄ

Vuori- ja kaivosinsinöörialaan liittyvää opetusta annetaan maailmassa n. 1000 yliopistossa ja korkeakoulussa. Pohjoismaiset kolme korkeakoulua, Tekniska Högskolan i Luleå (LUTH), Norges Tekniske Högskole i Trondheim (NTH) sekä Teknillinen korkeakoulu (TKK), kuuluvat tähän suureen joukkoon. Teknillisen korkeakoulun materiaali- ja kalliotekniikan laitos (entinen Vuoriteollisuusosasto) on hyvin tyypillinen, traditionaalinen instituutio, joka on tarjonnut ja tarjoaa edelleen alan opetusta malminetsinnästä ja kaivostoiminnasta metallurgiaan ja jatkojalostukseen. Jatko-opintojen ja tutkimustoiminnan merkitys on lisääntynyt kaikkialla.

Tässä alustuksessa tarkastellaan lähinnä kaivosinsinöörien koulutusta, joka sisältää perinteellisesti kaivos-malmigeologian, kaivostekniikan ja mineraalitekniikan opinnot niin, että valmistuneilla insinööreillä on hyvä kokonaisvaltainen teknillistaloudellinen perusosaaminen malmiesiintymän hyödyntämiseksi. Yleinen kehitys on kuitenkin menossa selvästi suppeampialaiseen erikoistumiseen.

Tämän ohella insinöörinkoulutukseen vaikuttaa kysynnän ja tarjonnan rinnakkaisasetelma. Opetustoiminnan ja insinööri tuotannon reagointinopeus on kuitenkin huomattavasti hitaampi kuin yleensä teollisuuden suhdannevaihtelut, joten oppilaitoksien on noudatettava pitkäjännitteisempää linjaa. Alan imagomuutokset vaativat vastaavasti erittäin pitkän ajan.

KAIVOSINSINÖÖRIEN TARVE

Kohonneet tuotantokustannukset, erityisesti työvoimakustannukset ja tuotteiden alhaiset maailmanmarkkinahinnat aiheuttivat 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alussa monien kannattamattomaksi muuttuneiden kaivosten sulkemisen. Kun samanaikaisesti kannattavuuskriisi myös metallurgisella- ja jatkojalostuspuolella edellytti voimakkaita saneerauksia ja toimialarationalisointia, oli koko vuoriteollisuuden imago tarveltyntä suuren yleisön silmissä.

Kehitys näkyi rajuimmin Pohjois-Amerikassa, mutta sama ilmiö heijastui Euroopassa tosin hieman lievemässä muodossa. Taloudelliset ongelmat johtivat kannattamattomien kaivosten sulkemiseen, työvoiman rekrytointi lopetettiin lähes täysin ja siirryttiin tehokkaampiin, vähemmän työvoimaa vaativiin, pitkälle mekanisoi-tuihin ratkaisuihin.

Suomessa vuoriteollisuuden negatiivisen imagon takasi kaivos-yhtiöiden oman malminetsinnän voimakas supistaminen tai lopettaminen, monien kaivosten sulkeminen ja sulkemishukka sekä voimakkaasti rummutetut lopetettavien kaivosten aiheuttamat ongelmat niiden kotipaikkakunnilla. Kun lisäksi yhtiöiden insinööritarve väheni jyrkästi, aiheutti tämä nopeasti opiskelijatarjonnassa ongelmia. Mitä muuta enää tarvittiin, sillä koululaiset ja opiskelijat ovat lukutaitoisia! Tähän muutokseen monet ulkomaiset yliopistot reagoivat opetuksen vähentämisellä tai kaivosalan opetuksen siirtämisellä materiaalitekniikan tai rakennussektorin yhteyteen. Yhdysvalloissa tämä kehitys on johtanut kaivosinsinöörinkoulutuksen totaaliseen surkastumiseen ja kaivosteollisuuden suuriin ongelmiin.

Pohjoismaisia yliopistoja tarkasteltaessa tämä kansainvälinen

kehitys näkyi vähiten Suomessa, sillä meillä samanaikaisesti kaivosalan laskusuhdanteen kanssa kalliorakentaminen ja louhintakoneellisuus lähtivät voimakkaaseen nousuun ja insinööritarve oli kova. Norjassa opiskelijamäärä romahti pysyvästi lähes olemattomaksi. Ruotsissa kehitystä ennakoitiin jo hieman aikaisemmin hajottamalla perinteellinen KTH:n vuoriteollisuusosasto niin, että kaivosopetus siirrettiin Luulajaan, jolloin kontakti metallurgiaan katkesi ja tilalle tuli pohjarakennus sekä tie- ja vesirakennus. Oppilaspula on vaivannut myös Luulajan kalliotekniikan opetusta.

Ruotsissa ja Suomessa on kaivosinsinöörien sijoittuminen teollisuuteen ollut hyvin samankaltainen 1980-luvulla. Aikaisemmin kaivosteollisuus oli rekrytoinut yli puolet valmistuneista insinööreistä, mutta nyt sen osuus putosi jopa alle 1/3. Loppu jakaantui tasan kalliorakentamisen ja laitevalmistuksen kesken. Jos valmistuneita olisi ollut enemmän, olisi tämä muutos ollut vielä suurempi.

Kannattavuusongelmat ja kaivosten henkilöresurssien väheneminen aiheuttivat sen, että korkeakouluilla ja tutkimuslaitoksilla tehty tutkimustoiminta lisääntyi voimakkaasti ja suuntasi insinööriresursseja jatkotutkimukseen ja tieteelliseen työhön kaivosten ja yleensä alan teknillistaloudellisten edellytysten parantamiseksi. Tämä oli uutta alalla, joka oli perinteellisesti keskittynyt vain tuotantoon.

Koko vuoriteollisuusalan huono imago on ilmeisesti aiheuttanut osaltaan TKK:ssa laitokseen hyväksytyjen uusien opiskelijoiden kadon ensimmäisten 1-2 vuoden kuluessa. Keskeyttämis- tms. hävikki on ollut jopa yli 50 %. Tätä kehitystä vastaan on viime vuosina taisteltu yhteisvoimin alan teollisuuden kanssa. Työn tulos näkyy hyvin hitaasti, vaikka alalla on nykyisin kova insinööripula, tutkimustoiminta on korkeata kansainvälistä tasoa sekä ala kansainvälistyy nopeasti. Mitään selvää syytä vieroksuvalle asenteelle ei pitäisi nykyisin enää olla. Kerran menetetty maine ei palaudu nopeasti!

OPETUS TEKNILLISESSÄ KORKEAKOULUSSA

Kaivostekniikka Materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella

Kaivostekniikan opetus on myös meillä Suomessa pyritty mukauttamaan yleisen kehityksen ja kysynnän mukaan. Oman lisänsä tähän kehitykseen on tuonut opiskelijoiden laajat vapaudet valita aineyhdistelmänsä ja syventymiskohteensa. Entiset laaja-alaiset kaivosinsinöörien aineyhdistelmät ovat nykyisin harvinaisuus ja usein keskitytään suppeampiin kokonaisuuksiin. Aikaisemmin kaikki kaivosinsinöörit opiskelivat laajat kurssit malmigeologiasta, kaivostekniikasta ja rikastustekniikasta ja diplomityö tehtiin yhdestä näistä. Nykyisin voidaan haluttaessa keskittyä lähes yksinomaan yhteen osaan. Louhijat valitsevat usein toiseksi syventymiskohdeekseen pohjarakentamisen, joka takaa paremmat mahdollisuudet kalliorakentamiseen ja urakoitsijasektorille jos kaivosteollisuudessa tapahtuisi taas suhdannetaantumia. Pohjarakentaminen sopii li-

säksi hyvin myös kaivosinsinöörin toimenkuvaan, ainoana puutteena ovat mineraalitekniikan suppeat tiedot. Vastaavasti hyvin harva mineraalitekniikan opiskelija valitsee louhintatekniikan kursseja, sillä heillä kontaktit ovat tiiviimmät metallurgiaan päin.

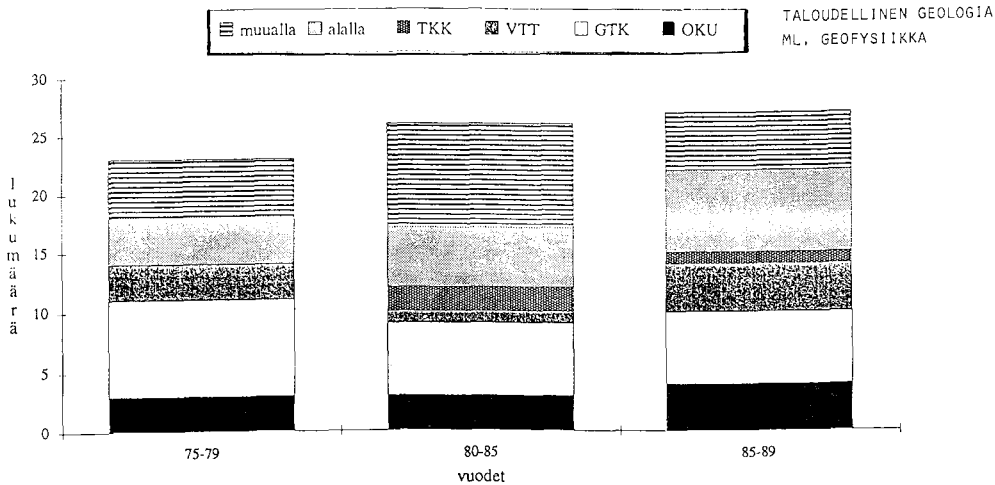
Tästä muutoksesta huolimatta on syytä korostaa, että opiskelija voi edelleen valita perinteellisen laaja-alaisen vuori-insinöörin aineyhdistelmän. Jos teollisuus haluaa tällaisia insinöörejä, on tämä tuotava selvästi opiskelijoiden tietoon.

Yleensä TKK:n ja siis myös kaivostekniikan opetusta on pyritty kehittämään ajan vaatimusten mukaisesti tieteellisempään ja teoreettisempaan suuntaan niin, että tietokoneperustaisia suunnitteluja mitoitusmalleja, kalliomekaanista perustietoa ja automaatiota kyetään hyödyntämään kansainvälisen kehityksen mukaisesti. Kun tähän lisätään tehostettu taloudellinen opetus, käsitykseni mukaan

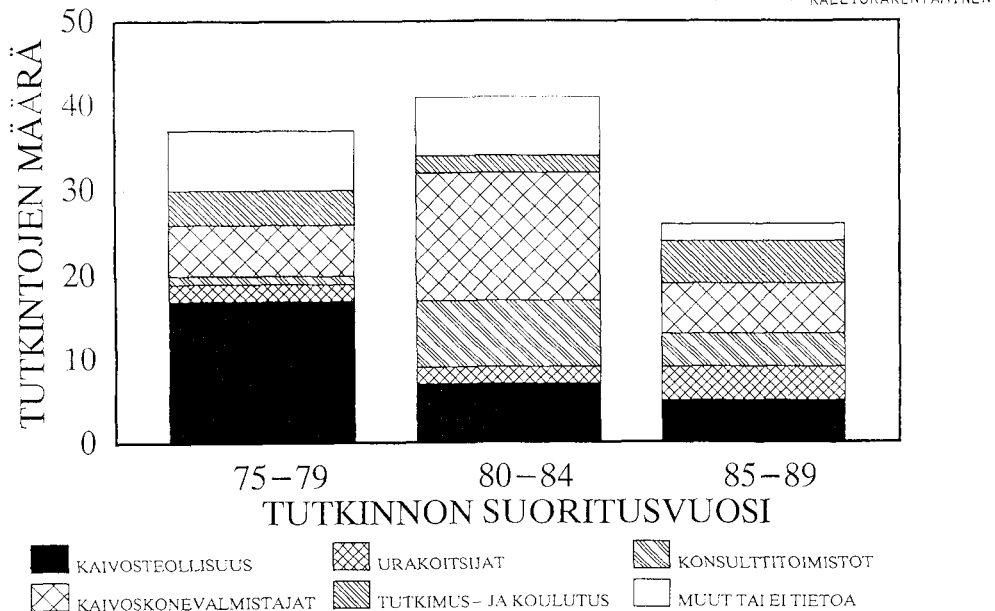
nykyinen TKK:ssa tarjottava vuoriteollisuusalan opetus kestää kansainvälisen tarkastelun. Parantamisen varaa on tietysti aina. Koko vuoriteollisuusalan räjähdysenomainen kansainvälistyminen lisää paineita opetuksen kehittämiseksi kansainväliseen suuntaan ja toivottavaa on, että se samalla myös lisää alan vetovoimaa. Yhteistyöstä pohjoismaisella tasolla on alustavasti sovittu nykyistä selvästi laajemmassa muodossa ja yhteistyötä on käynnistetty erikoiskurssien hoitamiseksi myös useiden muiden ulkomaisten yliopistojen kanssa.

Lähtilevaisuudessa opiskelijoiden saanti kaivossektorille tulee olemaan suurin ongelma. Opiskelijoita on ollut kalliorakentamisen hyvän imagon ansiosta lähes riittävästi, mutta laitoksen ilmeen kääntynyt yhä enemmän materiaalitekniikan suuntaan ovat paineet entisen Vuoriteollisuusosaston hajottamiseksi kasvaneet me-

1975-89 DI-tutkinnon suorittaneiden sijoittuminen työelämään



V. 75-89 DI-TUTKINNON SUORITTANEIDEN NYKYINEN SIOITTUMINEN (KAL)



Liitteet:

- Valmistuneiden sijoittuminen teollisuuteen vv 1975-89.
- Taloudellinen geologia ml. geofysiikka
- Kalliotekniikka - kalliorakentaminen

tallurgian ja materiaalitekniikan puolelta. Kaivos- ja vuoriteollisuusalan huonon imagon vuoksi Vuoriteollisuusosaston nimi muutettiin enemmistö päätöksellä Materiaali- ja kalliotekniikan laitokseksi. Vaarassa on, että kaivos- ja kalliorakentamisen kuva himmenee materiaalitekniikan rinnalla. Tällöin eräs vaihtoehto kaivos-kalliotekniikan puolella on Ruotsin mallin mukaan kytkeytyä pohjarakentamiseen ja siis Rakennusosastoon. Kaivoinsinöörinä pidän tätä vaihtoehtoa erittäin haitallisena ja riskialttiina alan kehitykselle. Nykyinen malli, jossa koko vuoriteollisuusketju on yhdessä, antaa meille selvästi paremman kilpailuvaltin alan kansainvälisessä toiminnassa kuin mitä siirrolla saataisiin. Jos kaivos-kalliorakentamisen opiskelijatarve kyetään tyydyttämään nykyisessä laitosuodossa, ei pitäisi olla mitään syytä muutoksiin. Nyt kaivataan alan teollisuuden puolelta selvää kannanottoa. Oppituolin sijainti korkeakoulussa on tietysti korkeakoulun sisäinen asia, mutta haluamme tietää sen teollisuuden kannan, jonne insinöörejä koulutetaan.

Tehtävämme on asetuksen mukaisesti antaa alan korkeinta teknillistä opetusta ja sen me haluamme tehdä. Tämä edellyttää kaivosalan tuntuvaa imagon nostoa ja riittävää opiskelijamäärää. Ilman kalliorakentamisen ja laitevalmistuksen voimakasta imua kaivosteknillinen opetus olisi jo 1980 luvulla ollut suuressa vaarassa. Tähän asti on selvitty hyvin, mutta nyt on syytä tehdä linjaratkaisut, jotta voidaan keskittyä alan opetukseen ja tutkimustoiminnan aktiiviseen kehittämiseen. Alan teollisuuden tulisi ottaa huomioon, että tutkimustoiminnalla ja jatko-opiskelumahdollisuudella on ylittävän suuri positiivinen vaikutus opiskelijoiden asenteisiin. Vuoriteollisuuden on opittava markkinoimaan itseään tulevaisuuden alana suurelle yleisölle, erityisesti nuorisolle.

YHTEENVETO

Vuoriteollisuuden maailmanlaajuinen rakennemuutos ja kannattavuuskriisi 1970/80-luvuilla vaikutti myös Suomessa kaivosalan insinööritarpeeseen ja sijoittumiseen. Samanaikaisesti tapahtunut kalliorakentamisen voimakas kasvu ja louhintakoneteollisuuden kehitys kansainvälisesti merkittäväksi teollisuuden alaksi takasi sen, että kaivoinsinööritarve alalla vain kasvoi päinvastoin kuin pohjoismaissa tai yleensä maailmalla. Ilman tätä yhteensattumaa kaivosalan opetus olisi ollut kriisissä 1980-luvulla. Suomalaisen kaivosteollisuuden voimakas kasvu ulkomailla ja räjähdysnoimainen kansainvälistyminen 1980-luvun lopulla on taas osaltaan lisännyt insinööritarvetta.

Geologikoulutuksen näkymiä 1990-luvulla

Professori Heikki Papunen, Geologian laitos, Turun yliopisto

Geologeja koulutetaan Suomessa nykyisin kolmella paikkakunnalla, Helsingissä, Oulussa ja Turussa. Lisäksi annetaan geologian opetusta diplomi-insinööreiksi valmistuville Teknillisessä korkeakoulussa Otaniemessä ja Tampereella. Geofyysikkoja koulutetaan pääasiassa Oulussa ja Otaniemessä ja myös Helsingin yliopistossa annetaan geofysiikan opetusta. Keskityn seuraavassa geologikoulutukseen ja näkökantani edustaa geologian alaa yleisemmin kuin pelkästään Vuorimiesyhdistyksen näkökulmasta.

Suomen geologian laitokset ovat kansainvälisen mittapuun mukaan pieniä ja niitä on moitittu stereotyyppisiksi, toiminnaltaan päällekkäisiksi. Lukujen perusteella näin ehkä voisi päätellä, mutta käytännössä tutkimustoiminta on opettajien tutkimusalojen mukaisesti eri laitoksissa pitkälle erikoistunut, ja perus- ja jatkotutkimusten määrissä laitokset hyvin kilpailevat tiedekuntiansa muiden lai-

toisten kanssa. Vastaavissa ulkomaalaisissa geologian laitoksissa on yleensä meikäläisiä runsaammin keskiasteen opettajan virkoja, assistentteja ja avustavaa henkilökuntaa. Vanhoissa koulutusyhteiskunnissa yleensä resurssit korkeakoulutukseen ovat mittavia ja siellä laitoksetkin ovat suurempia. Erityisen hyvin toimivia ja tehokkaita geologian laitoksia on USA:ssa, Kanadassa ja Australiassa, joissa kaivosteollisuus voimakkaasti tukee myös geologian opetusta ja tutkimusta.

Keskustelu geologian laitosten yhdistämisistä ja saneeraamisista on aaltoillut tietyissä jaksoissa viime vuosikymmeninä. Oma näkökantani on se, että geologian laitos kuuluu olennaisena osana nyky-aikaiseen luonnontieteelliseen tiedekuntaan, joita Suomessa on juuri Helsingin, Oulun ja Turun molemmissa yliopistoissa. Näissä tiedekunnissa jaetaan tietoa tulevaisuuden luonnontieteilijöille ja

Alalla vallitsee tällä hetkellä insinööripula olipa sitten kyseessä kaivostoiminta, kalliorakentaminen tai laitevalmistus, sekä näiden lisäksi tehostuva teknillistieteellisen tason varmistava, pääasiassa teollisuuden kanssa yhteistyössä toteutettava tutkimustoiminta. Tämä kehitys takaa sen, että alalle tarvitaan runsaasti innokkaita ja innovatiivisia opiskelijoita, jotka ovat valmiita tulemaan ennakkoluulottomasti nopeasti kehittyvälle, monipuoliselle ja yhä enemmän kansainvälistyvälle alalle. Teollisuuden entistä positiivisempi suhtautuminen jatko-opiskeluun lisänee alalle pyrkijöiden määrää.

Vuoriteollisuusosaston muuttuminen lähinnä alan huonon imagon vuoksi ulkolaisten esikuvien mukaan Materiaali- ja kalliotekniikan laitokseksi on aiheuttanut voimakasta keskustelua kalliotekniikan-kaivostekniikan opetuksen paikasta korkeakoulussa. Pysykö se toiveemme mukaisesti nykyiseen tapaan vuoriteollisuusketjun osana metallurgian yhteydessä vai siirretäänkö se ruotsalaisen mallin mukaisesti rakennusosaston yhteyteen, mitä puoltaa kalliorakennusteollisuuden voimakas kasvu ja resurssitarve?

Niin kauan kuin alalle hakeutuvien opiskelijoiden määrä on riittävä, ei ole mitään syytä lähteä laitos- tms. muutoksiin. Yhteistyötä voidaan lisätä rakennusosaston kanssa tarpeen mukaan myös nykyiseltä pohjalta. Laaja-alainen vuoriteollisuusalan koulutus on Suomelle pitkällä tähtäimellä kilpailuvaltti kansainvälisessä toiminnassa.

Mielestäni kaikki vuoriteollisuusalan resurssit on nyt yhdessä keskitettävä alan kotimaisen opiskelijasaannin takaamiseen, mikä aikanaan varmistaa riittävän ja korkeatasoisen insinööri tuotannon teollisuuden ja sen alan tutkimuksen tarpeisiin.

vaikuttajille ja tätä kautta on mahdollista levittää geologista tietoa ja maailmankuvaa. Toisaalta vuorovaikutus on myös geologian suuntaan, sillä yliopistoissa geologeilla on hyvät mahdollisuudet kehittää tieteidenvälisiä tutkimusprojekteja esimerkiksi materiaali-tieteen ja kemian suuntaan. Myös ympäristötutkimus on tieteidenvälistä ja sitä voidaan kehittää parhaiten korkeakouluissa.

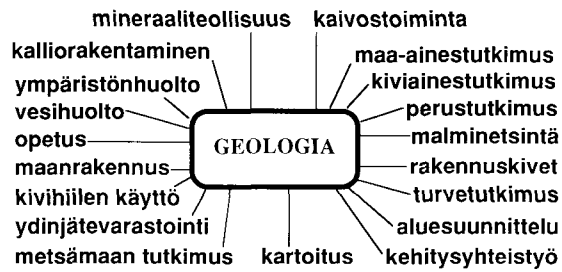
Koko geologian ala sai 1980-luvun loppupuolella aiheetta negatiivista mainetta siinä vaiheessa kun malminetsintää rationalisoitiin ja saneerattiin. Kansalaisille jäi se kuva, että malminetsintän myötä koko geologian ala on henkitorissaan. Toisaalta geologia ei tieteenalana tämän päivän Suomessa ole myöskään riittävästi tunnettu ja oikeassa asemassa muiden luonnontieteiden joukossa, kuten käy selvästi esille juuri ilmestyneessä luonnontieteellisen peruskoulu-tuskomitean mietinnöstä, jossa geologia on sivuutettu vaikenemal-la. Koulupetuksessakin geologia on sotkettu maantiedon oppi-määrän alaviitteisiin. Me joudumme nyt varsinaisen tutkimus- ja opetustehtävämme lisäksi kohentamaan geologian kuvaa, oikease-maan menetettyä mainetta ja levittämään ja juurruttamaan geolo-gista perustietämystä koko kansan tajuntaan, yritettävä saada ai-kaan todellinen geologinen herätysliike. Ilman monella rintamalla ja monessa yliopistossa tapahtuvaa näkyvää toimintaa, yhteispro-jekteja ja määrätietoista esiintymistä, geologiaa ei tässä maassa nosteta arvostetuksi ja tunnetuksi perustieteeksi muiden luonnontieteiden rinnalle sille paikalle kuin se muissa kehittyneissä koulu-tusyhteiskunnissa on.

Koulutus tähtää tulevaisuuteen. Meidän kouluttajien tulisi tietää minkälaiseen maailmaan oppilaamme valmistuttuaan joutuvat, nähdä siis vähintään viisi vuotta eteenpäin, jotta valmistuvalla geo-logilla olisi valmistumispäivänsä vaatimusten mukaiset paperit tas-kussaan ja tiedot ja taidot päässään. Näinä muutoksen aikoina, kun ennustajan sanat vanhenevat suussa, tulevaisuuteen ei voi juuri va-rautua muuten kuin opettamalla uudenaikaista geologiaa, on hylät-tävä vanhentuneet tietorasitteet ja oppilaat on valmennettava itse seuraamaan mitä nopeasti muuttuvassa geotieteiden kentässä ta-pahtuu.

Geologikoulutuksen tavoitteena on kouluttaa henkilöitä, jotka hallitsevat geologisen tiedon ja kykenevät sitä myös soveltamaan erilaisissa toimintakentissä. Kun valmistuva geologi joutuu nykyi-sin kuitenkin usein raivaamaan itse oman toimintakenttensä, on tiedon ja koulutuksen oltava sellainen, että se ulottuu laajemmalle kuin yksinomaan opiskelijan erikoistutkimuksen alueelle. Geologian alan loppututkiminta on pidettävä luonnontieteen alan perustutkiminta, joka soveltuu sekä puhtaasti tutkimuksen että sovellutusten alueelle.

Vaikka geologialla on tieteenä oma itseisarvonsa, on meidän myös tuumittava, kannattaako ammattigeologeja tähän yhteiskun-taan yhä kouluttaa, vai onko maailma jo niin valmis, ettei 2000-luku enää tarvitse malminetsijöitä, turpeentutkijoita, soranetsijöitä, kaivonkatsojia, mineraaliperäisiä raaka-aineita tai yleistietoa jalko-jemme alla olevasta maapallosta. Viime vuodet ovat osoittaneet, että perustuotanto on maassamme yhä se, joka tuottaa markat elä-miseen. Geologian tuotannolliset sektorit liittyvät läheisesti perus-teollisuuteen, sitä voidaan hyvällä syyllä pitää vuoriteollisuuden perustana. Kansainvälistymisestä huolimatta kotimaisenkin raaka-ainepohjan laajentamiseen kannattaa sijoittaa, kunhan sijoittami-nen pysyy järjellisissä rajoissa todennäköiseen tuottoon nähden. Raaka-ainehuolto on kansallisten rajojen madaltumisesta huolimatta perustuotannolle tärkeää. Myös niin kauan kun suoranaisten tai-kausko rehoittaa monilla geologiaan liittyvillä aloilla, mm. vesi-huollossa, tai kun käytetyn ydinpoltoaineen kalliovarastoinnin tut-kimustakin vastustetaan tunteenomaisin argumentein, tai kun Suo-men teitä päällystetään Norjasta tuodulla kivellä, niin kauan on ai-hetta omien geologien kouluttamiseen ja geologisten herätysko-kousten pitoon.

Pari vuotta sitten pidetty geologian tulevaisuusseminaari antoi uskoa siihen, että geologista tietoa ja näkemystä yhteiskunnassa tarvitaan ja kaivataan. Näitä vaikutuskanavia olen esittänyt ohei-



GEOLOGIAN SIDOSRYHMÄT

nessä kuvassa. Moniin yhteyksiin liittyy vahvat taloudelliset painoarvot. Erityisen merkityksellisenä pidän lähivuosien aikana ympäristögeologian kehittämistä ja olisi todella tarpeellista, että joku avoimeksi tuleva professuuri muutettaisiin opetusalaan ympäris-tögeologiaksi. Nyt tarvitaan tutkittua tietoa näköpiirissä olevista ongelmista, jotka monella tavalla heijastuvat luontoon ja ympäris-töömme maankamaran kautta.

Moninaisten tarpeiden tyydyttäminen edellyttää koulutukselta erityisvaatimuksia. Meillä on yli 50-vuotinen perinne geologian opetuksen jakamisesta kahteen pääsektoriin, maaperää ja sen luonnonvaroja käsittelevään osaan ja kallioperää, kiviä, mineraalivaroja ja malmeja käsittelevään osaan. Tätä jyrkkää perusjakoa on geo-logian opetuksessa lievennettävä. Geologian perustietämyksen kuuluu kokonaiskäsitys geologisista prosesseista ja niiden tuloksista. Se edellyttää tietoa yhtä hyvin sedimenttigeologiassa ja gla-siaaligeologiassa kuin mineralogiassa ja petrologiassakin. Kansain-välistyvät tehtävät edellyttävät, että geologimme tuntevat kaikkien geologisten aikakausien muodostumia, eivät ainoastaan prekamb-ria ja kvartaaria; yhtä lailla heidän on tiedettävä geologisista muo-dostumista erilaisissa ilmasto- ja rapautumisolosuhteissa, ei ainoas-taan glasiaalimuodostumista ja arktisen alueen geologiaa.

Turun yliopistossa on viime syksynä alettu toteuttaa entistä laa-japohjaisempaa peruskoulutusta, jonka mukaan kaikki geologian opiskelijat saavat yhteisen perusopetuksen. Opintomäärässä tämä merkitsee noin 100 opintoviikon laajuutta. Nämä opinnot käsittä-vät luonnontieteellisiä perusopinnoita, joihin sisältyy geologeille so-pivat kurssit kemiassa, fysiikassa, matematiikassa ja tietojenkäsit-telyssä sekä geologian aineopinnot. Ohjeellisesti kolme vuotta kes-tävän perusopintovaiheen jälkeen opiskelijalla on entistä LuK-tut-kintoa vastaava tietomäärä, mutta laajemmalla pohjalla kuin aikai-semmin.

Kolmannen vuoden jälkeen opiskelija valitsee suuntautumis-vaihtoehdonsa. Hän voi erikoistua joko perinteisille geologian ja mineralogian aloille tai jollekin sovelletun geologian alalle. Tätä syventävien opintojen vaihetta pyritään syventämään myös antamalla opiskelijan työskennellä tutkimusassitenttina laitoksen tutki-musryhmissä, joissa hän voi laatia myös tutkimukseen vaadittavan tutkielman. Vähilläkin opettajavoimilla tämä voidaan toteuttaa kes-kittymällä olennaiseen, jakamalla luennon nykyistä lyhyempiin opetusperiodeihin ja lisäämällä opiskelijan omaan aktiivisuuteen perustuvien harjoitustöiden ja seminaarien määrää.

Laajat perusopinnot takaavat opiskelijalle paremmat mahdolli-suudet hakeutua erilaisiin geologian tehtäviin ja helpottavat myös jatko- ja täydennyskoulutusta. Perusopintovaiheen jälkeen on myös mahdollista vaihtaa korkeakoulua sellaiseen laitokseen, jonka sy-ventävien aineiden opetussektori kiinnostaa oppilasta eniten.

Koulutusta suunniteltaessa on laadullisen sisällön lisäksi tietysti myös tarkasteltava määrällistä geologitarvetta 1990-luvun Suomes-sa. Elämme saumakohdassa ja muutosten keskellä. Sen takia en aio lähteä ennustamaan mitä 1990-luvulla tapahtuu. Laitosten rajoitettu sisäänotto ja opiskelijoiden vähentynyt kiinnostus geolo-giaa kohtaan pienentävät tämän vuosikymmenen alkuvuosina val-mistuvien geologien määriä.

Erityisesti oman alani, geologian ja mineralogian oppilasmäärä

on ollut menneinä vuosina selvästi riippuvainen työmarkkinoista. Sen seurauksena valmistuneiden määrät ovat vaihdelleet syklistesti viimeisen parinkymmenen vuoden aikana. Kun on ollut geologien tarvetta, on tieto kiirinyt opiskelijapiireihin ja on tullut sisään valtava aalto, jonka valmistuessa 5-8 v. kuluttua sitten taas on ollut kaikki paikat täynnä ja vallalla maailmanlopun ennusteet koko alan pikaisesti katoamisesta maan päältä. Viimeinen voimakas valmistusaalto koettiin 1980-luvun jälkipuoliskolla, jolloin valmistuneet kokivat tilanteensa hyvin synkäksi. Nyt tulevaisuuden pimeässä tunnelissa on hivenen valo näkyvässä, vielä on kuitenkin liian aikaista sanoa onko tunnelissa näkyvä valonvälähdys lähestyvä juna vai aurinko.

Kansainvälistyminen on päivän puheenaihe. Geologia on kaiken aikaa ollut sängen kansainvälinen tiede enkä usko tässä suhteessa alkaneella vuosikymmenellä tapahtuvan merkittäviä muutoksia. Kansainvälisen yhteistyön kanavat on opittu ja kehitys onkin toiminnan tehostamista. Suomalaiset ovat kiitettävällä tavalla olleet mukana useissa kansainvälisissä tutkimusohjelmissa, mm. IGCP- ja litosfääriprojekteissa. Näissä toiminta helposti muodostuu pelkäksi kansainväliseksi puuhasteluksi, jolle osallistumista kohdennetaan sellaisiin ohjelmiin, jotka ovat tieteellisesti varmasti johdossa, jotka ovat aiheeltaan rajattuja ja joissa tuloksellisuus on todettavissa muutenkin kuin julkaistujen sivujen määrissä. Erityistä huomiota on kiinnitettävä osallistumiseen maapallolla tapahtuvia muutoksia käsitteleviin suurprojekteihin, jotka ovat kansainvälisen geologisen tutkimuksen keskeisiä tavoitteita.

Tulevaisuudessa geologian opiskelija on liikkuvaa kalustoa. Opiskelijavaihtoa tulee olemaan sekä kotimaisten laitosten että myös ulkomaisten laitosten välillä. Kotimaista opiskelijakiertoa tullaan edistämään ja sitä on nyt jo ainakin jatko-opiskelijoiden osalta lievästi olemassa. Meillä on mahdollista lisätä ulkomaalaisten perus- ja jatko-opiskelijoiden määrää, mutta todennäköisesti saamme opiskelija-ainesta pääasiassa maista, joista tulevat opiskelijat tarvitsevat Suomesta taloudellista tukea. Kehitysyhteistyö voi tässä olla avainasemassa. Kehittyneistä länsimaista opiskelijat ja tutkijat tulevat tänne joko uudenaikaisten laitekokonaisuuksien perässä, johonkin erikoisalaan perehtyneen kuuluisuutta saavuttaneen tutkijan takia tai tutkimaan tiettyä alueellista ilmiötä. Tätä vapaata vaihtoa kehittyneiden länsimaiden kanssa voidaan kehittää vain nostamalla omia tutkijoitamme ja laitoksia kansainvälisen maineeseen ja kehittämällä syvällisiä tutkimusohjelmia, jotka kiinnostavat ulkomaalaisia opiskelijoita.

Kansainvälistymisen osalta haluaisin myös korostaa, että Suomi on geologisesti mielenkiintoista aluetta, meillä on paitsi laajaa kenttää, jossa työskennellä, myös ainutlaatuinen arkeisen ja proterotsooisen kallioperän vaihtumisyvyöhyke, hyvin peruskartoitetuista arkeisista ja proterotsooisista muodostumista, joita voitaisiin hyvin ottaa esimerkiksi Keski-Euroopan geologian kanssa yhteistyökohteiksi. Myös glasiaaligeologiset muodostumamme ovat esimerkialueita.

Ammatillista täydennyskoulutusta ja jatkokoulutusta varten olemme valtakunnallisessa yhteistyössä, jossa informoidaan jatko- ja täydennyskurssien pitämisestä eri koulutusyksiköissä, mutta yhteyselimen soisi toimivan aktiivisesti myös pitkän ajanjakson koulutus suunnittelussa. Jatkokoulutusta tullaan kehittämään erityisesti kansainvälisellä pohjalla, jolloin pyritään lähettämällä kelpollisia jatko-opiskelijoita tutkimustyöhön hyviin ulkomaisiin laitoksiin ja vastaavasti kutsumalla tänne kansainvälistä mainetta saaneita tutkijoita pitämään erikoisalojen kursseja. Tähän on jo nyt yliopistojen ja erilaisten säätiöiden toimesta saatavissa rahoitusta. Ongelmana on saada jatkokoulutukseen riittävän nuorta porukkaa niin että toh-

toritutkinto voitaisiin suorittaa selvästi alle kolmikymmisenä. Osaratkaisuna tähän olisi välivaiheen virkojen lisääminen yliopistoihin niin että jatkotutkinnot voitaisiin suorittaa välittömästi perustutkinnon jälkeen.

Geologian opetukseen kiinteästi liittyvä perustutkimus joutuu lähitulevaisuudessa käymään taistelua tutkimusmäärärahoistaan kiristyvän kilpailun hengessä. Korkeakoulujen kehittämislain mukaiset määrärahalisäykset ovat menneet painopistealoille, eikä geologia ole näistä päässyt jaolle. Viime vuosina on tulosvastaavuutta pyritty ulottamaan korkeakoulumaailmaankin, mikä on osaltaan muuttanut korkeakoulujen ja opetusministeriön suhtautumisen palvelututkimukseen sekä muunkin ulkopuolisen tutkimusrahoituksen käyttöön erittäin myönteiseksi. Geologian laitoksissa on tässä suhteessa vielä kehittämismahdollisuuksia. Lisääntyvän ulkopuolisen rahoituksen myötä laitostemme rahoitus rakenne alkaa enemmän muistuttaa länsimaaisia geologian laitoksia, joissa perusrahoitus tulee korkeakoululaitoksesta, mutta tutkimusrahoitus lähes täydellisesti yliopiston ulkopuolelta.

Tutkimustyö on kallista ja sen tuotokset näkyvät markoissa vasta pitkän ajan kuluttua. Useimmat tutkimusprojektit aiheuttavat kustantajalleen pelkkiä kuluja. Korkeakoululaitoksessa tutkimustyötä tehdään suhteellisesti pienimmin kustannuksin kuin teollisuudessa, mikä johtuu osaltaan siitä, että tutkijat tekevät työtä kuin omaansa, ovat innostuneita, nuoria ja valitettavasti toistaiseksi heikosti palkattuja. Ei siis ole ihme, että teollisuus on halunnut siirtää tutkimuspanostustaan osittain korkeakoululaitoksen harteille perustamalla eri korkeakoulujen kanssa yhteisiä tutkimuskeskuksia, jotka tässä vaiheessa kulkevat high-tech viitan alla. Perinteisellä geologian alalla tällaista yhteistä tutkimusorganisaatiota ei vielä ole perustettu, mutta odotellaan läpimurtoa.

Vaikka geologisen tutkimuksen todelliset voimavarat tässä valtakunnassa on keskitetty geologian tutkimuskeskukseen, jää geologian laitoksille omat erikoisalansa, joissa on mahdollista saavuttaa tutkimuksen syvyyttä ja myös päästä kansainväliselle huipulle. Huippujen suhteen pätee se, että todelliseen kansainväliseen maineeseen pääsevät vain kapean alan asiantuntijat sillä nykymaailmassa ei ole enää mahdollista hallita syvällisesti laajoja kenttiä. Tämä tosiasia pitää tunnustaa, ja antaa tutkijoiden ja laitosten vapaasti erikoistua ja mitata tulostaan kansainvälisillä markkinoilla. Näinkin pienestä porukasta on mahdollista löytää kansainvälisen tason huippuja, jotka tekevät suomalaista geologiaa maailmalla tunnetuksi, mutta huipputiedettä ei tehdä silloin kun taistellaan puukko kurkulla niukoista voimavaroista ja toiminnan perusedellytyksistä. Tutkimusedellytysten pitäisi olla taattuina ja geologian laitosten pitäisi olla niitä linnakkeita, jotka kantavat tutkimusta eteenpäin myös niinä vaikeina aikoina jolloin ala toisarvoisten tekijöiden takia kokee kolauksia.

Tämän hetken tärkeä haaste on alan yleisen arvostuksen nostaminen. Geologeilla on yhteiskunnassa tärkeitä tehtäviä. Näiden tehtävien teettäjät eivät kuitenkaan erota ammattimiestä puoskarista elleivät geologit riittävästi osoita ja korosta omia taitojaan ja kykyjään. Oppilaiden innostus on suoraan verrannollinen alan arvostukseen ja maineeseen ja ilman innostuneita ihmisiä meidän on turha yrittää viedä geologiaa eteenpäin. On merkityksellistä, että meillä vielä nyt on hyvää oppilasainesta ja myös alastaan innostuneita geologeja, jotka ovat valmiita ja kykeneviä maastotutkimuksiin, tottuneita työnteekoon ja innostuneita ratkaisemaan geologisia ongelmia. Tämä on luonnonvara, joka ei ilman ponnistuksia uudistu vuodesta toiseen, jollei geologien tehtäväkenttää saada laajenemaan ja alaa takaisin sille kuuluvaan arvostettuun asemaan.

Metallurgian täydennyskoulutus Oulussa

Prof. (em.) Martti Sulonen ja dos. Jouko Härkki, Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi

Vaikeudet metallurgian insinöörien riittävässä rekrytoinnissa Outokummun Tornion ja Rautaruukin Raahen tuotantolaitoksille olivat syynä Oulussa viime vuoden aikana järjestettyyn laajaan metallurgian täydennyskoulutusohjelmaan.

Suunnitellusta koulutusohjelmasta tiedotettiin tehokkaasti loppusyksystä -88 etenkin Oulun yliopiston piirissä ja hakijoita saatiin yli neljäkymmentä. Näistä sitten valikoitui kymmenen kurssilaista, joista puolet oli koneenrakennuksen, puolet prosessitekniikan diplomi-insinööritutkinnon äskettäin suorittanutta tai aivan opintojensa loppuvaiheessa olevaa. Lisäksi teollisuudesta käsin muokkaustekniikan opetukseen osallistui yksi tekniikan lisensiaatintutkinnon suorittanut henkilö.

Koulutusohjelman johtoryhmän muodostivat joht. Jorma Kempainen (joht. Juhani Vahtola) Outokumpu Oy:stä, joht. Erkki Räsänen (DI Kari Helelä) Rautaruukki Oy:stä, prof. Pentti Karjalainen (phj.) Oulun yliopistosta, suunnittelija Seppo Collan Oulun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksesta, prof. Sakari Kurronen ja TKT Tuure Miettinen (siht.) Oulun Yliopistosta. Koulutusohjelman toteuttamisesta vastasi Oulun yliopiston täydennyskoulutuskeskus huolehtien myös talous- ja henkilöhallinnosta. Kirjoittajat, Sulonen ja Härkki, pitivät luentonsa täydennyskoulutuskeskuksen uusissa erinomaisissa tiloissa.

Oppilaat tekivät työ sopimuksen jommankumman järjestäjähäytien kanssa, mikä oikeutti heidät täyteen palkkaan koulutuksen ajalta. Opetuksen tavoitteena oli antaa koulutettaville "metallurginen ajattelutapa" ja keskittyä erityisesti valmistustekniikkaan sekä prosessimetallurgiassa että muokkaustekniikkaan. Mainittujen pääaineiden opetuksen, luennot, laskuharjoitukset jne. hoitivat kirjoittajat kummankin antaessa viikoittain kahtena päivänä neljä tuntia opetusta päivässä sekä kevät- että syyslukukaudella 1989.

Näiden aineiden sisältö oli pääkohdittain seuraava:

Prosessimetallurgia:

Teoriajakso:
rakenteet
reaktiotermodynamiikka
ja -kinetiikka
aineen- ja lämmönsiirto

Soveltava jakso:
esikäsitteilyprosessit
pelkistysprosessit
mellotus- ja raffinointiprosessit
jatkuvavalu
tulenkestävät rakennus-
materiaalit
ohjausmallit

Muokkaustekniikka:

materiaalimekaniikka
muokkauksen metallioppia
valssausmekaniikka
kuumavalssaus
kylmävalssaus
muut muokkausmenetelmät
levynmuovaus
lämpökäsittelytekniikka



Kuva 1. Oppilaat ja opettajat: (vas.) Martti Sassi, Mauri Kvist, Kari Huttunen, Hannu Nevala, Heikki Posio, Esa Kivelä, Mikko Korteniemi, Anja Lindstedt, Pekka Inkala, Harri Tuomela, Jukka Kinnula, (istumassa) Martti Sulonen ja Jouko Härkki.

Pääaineissa suoritettiin harjoitustöitä sekä Rautaruukin että Outokummun tutkimuslaitoksissa.

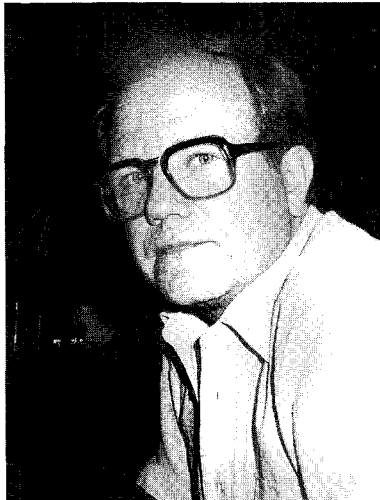
Oppilaiden erilaisista perusopinnoista johtuen — kun kaikille pyrittiin antamaan samantasoinen koulutus — pääaineiden opetusta tuettiin tietyin lisäopetusjaksoin, joista huolehtivat Oulun yliopiston opettajat:

koneenrakentajille termodynamiikan ja kemian perusteet (dos. Pertti Kokkonen) ja säätötekniikka (prof. Urpo Kortela), prosessitekniikoille metalliopin perusteet sekä aineenkoetus (ap. prof. Risto Rautioaho) ja metalliopiilliset tutkimusmenetelmät (prof. Pentti Karjalainen). Yleensä näistä täydentävistä kursseista muodostui viides viikon opiskelupäivä, joskin muillekin päiville opetusta oli sijoitettava.

Koulutukseen liittyi kahden kuukauden harjoittelujakso yhtiöiden laitoksilla kesäaikana, yksi kuukausi oli varattu kesälomaan. Harjoitteluaikana kukin kurssilainen teki tutkimustyön, joka syksyllä tarkastettiin seminaarissa yhtiöiden edustajien kanssa.

Koulutusohjelma oli mitoitettu vuoden mittaiseksi, opetusajaksi 2.1.-2.6. ja 1.9.-20.12. yhteensä 37 viikkoa, kun se esim. TKK:ssa on 27 viikkoa. Tentit oli myös suoritettava tuon ajan sisällä. Näin opilaat tulivat suorittaneeksi kurssiainekseen kahden pääaineen opinnot, mikä suoritus kertonee opiskelun tehokkuudesta. Koulutusohjelman päättyessä kaikki kurssilaiset saivat työpaikan yhtiöstään.

In Memoriam



ROLF RAINER SÖDERSTRÖM
24.5.1936 – 22.2.1990

Den 22 februari nådde oss budskapet om bergsmannen DI Rolf Söderströms bortgång. Endast fyra veckor tidigare på vägen från Pargas till Bergsmannaföreningens styrelsemöte i Helsingfors berättade Rolle livfullt och detaljerat om sina kommande utvidgnings- och byggnadsplaner på sommarstället i Pettu.

Rolf Söderström föddes den 24 maj 1936, blev student 1954 och dipl. ing. från gruvlinjen vid Tekniska Högskolan i Helsingfors år 1960. Under studietiden fann han sin Elvi som han gifte sig med år 1959. De fick tillsammans tre barn Tea, Ulla och Lasse.

Efter avtjänad värnplikt vid pionjärförbandet i Korja och reservofficersskolan följde den första fasta anställningen som driftingenjör vid Oy Vuokseenniska Ab. Det var ute vid Jussarö gruva som Rolle gjorde sin debut som gruvingenjör år 1961. Sex år senare blev Rolle anställd vid Pargas Kalk Ab som gruvingenjör i Pargas. Detta var början till en lång rad av allt ansvarsfullare uppgifter inom dagens Partek.

Rolles kreativitet och villighet att ge sig i kast med nya problem och hans ousinliga kamplust gjorde att han om och om igen sattes in på problem och utvecklingsuppdrag av mest skiftande karaktär. Jag tror att det var så Rolle ville arbeta. Sedan början av 1988 tjänstgjorde Rolle som teknisk direktör för Cementavdelningen samt ansvarade samtidigt för bolagets kraftförsörjning.

Bland arbetskamraterna och i sällskaplivet var Rolle känd som en kämpaglad person och humorist av stora mått. Ibland kunde humorn ha snärtigt sting.

Rolle arbetade aktivt inom SFP. En period i Pargas stadsstyrelse och många år som kretsordförande på Centralmalmen var hans mest synliga uppdrag inom kommunalpolitiken.

Försvarsarbetet stod alltid Rolle varmt om hjärtat. Bl a var han de sista åren chef för Egentliga Finlands kustartilleris mobiliseringscentral. Hans militärgrad var kapten i reserven.

Musikintresset satt i ända sedan ungdomsåren, men det verkligt stora intresset var ändå sommarstället på Pettu. Där slog Rolles byggnads- och skapariver samt intresset för fotografering ut i full blom.

Rolle lämnade efter sig ett stort tonrum förutom inom familjen också bland vännerna och kollegerna.

Tom Bröckl

Rolf Rainer Söderström var medlem i Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.s gruvsektion samt anriknings- och processektion från och med år 1960.

Här får redaktionen dessutom tacka Rolle för en synnerligen aktiv och iderik, mångårig insats som medlem av vår tidskrifts redaktionsråd.

Redaktionen



PAAVO MATTI KUPIAS
19.2.1922 – 18.3.1990

Dipl.ins. Paavo Matti Kupias (Heinonen-1950) kuoli 18.3.1990. Hän oli syntynyt Viipurissa 19.2.1922 ja kävi koulun Viipurin Uudessa Yhteiskoulussa. Talvisota keskeytti kuitenkin koulunkäynnin ja Paavo Kupias oli monien viipurilaisten koulupoikien tavoin vapaaehtoisena mukana talvisodassa toimien vartio- ja lähettitehtävissä. Koulunkäynti jatkui Helsingissä Karjalan Yhteiskoulussa, josta hän pääsi ylioppilaaksi 1941.

Vuori-insinöörin opinnot olivat nuoren ylioppilaan ajatuksissa jo oppikoulun päättyessä, mutta jatkosodan syttyminen vei hänet jälleen vapaaehtoisena armeijaan ja rintamalle. Paavo Kupias oli jatkosodan alusta alkaen Laguksen jääkäriprikaatin mukana Laatokan koillispuolen taisteluissa aina Salmin Uusikylään saakka, jossa hän haavoittui vaikeasti 18.7.1941 pikakiväärin luodin lävistäessä oikean olkapään ja aiheuttaen pysyvän vamman.

Runsaan vuoden mittaisen sotasaaralassa olon jälkeen hän aloitti toipilaana opinnot Teknillisessä Korkeakoulussa ja valmistui kemian osaston vuoriteollisuuden opintosuunnalta keväällä 1947.

Paavo Kupias palveli Outokumpu Oy:tä 40 vuotta, aluksi Outokummun kaivoksen kaivosmittausinsinöörinä ja käytön suunnittelutehtävissä, vuodet 1958-1975 vanhempana suunnitteluinsinöörinä ja kaivossuunnitteluosaston päällikkönä sekä vuodesta 1975 alkaen aina eläkkeelle siirtymiseensä asti 1986 Outokumpu Oy:n Keskushallinnon alaisen Kaivosteknillisen ryhmän kaivossuunnittelupäällikkönä.

Hänellä oli hyvälle kaivossuunnittelijalle välttämättömiä ominaisuuksia kuten kiinnostus mineralogiaan ja geologiaan, avaruudellinen näkemistaito, pitkäaikainen kokemus ja tieto kaivostekniikasta, kielitaitoisena ja nopeana lukijana laaja kirjallinen tuntemus maailman eri kaivoksiin ja runsas henkilökohtainen kontakti alan muihin asiantuntijoihin.

Paavo Kupias kehitti aktiivisesti Outokummun kaivoksen louhintamennettelmää ja hänen suunnitelmiinsa perustui Keretin ja Vuonoksen kaivosten vinoiseinäyttölouhintaa. Hän oli mukana myös betonipilarilouhinnan ja kallioipultausten kehittämistyössä.

Paavo Kupiaan ammattitaitoa käytettiin paitsi kotimaisen kaivostoiminnan suunnittelutehtävissä, viime vuosikymmenillä erityisen monipuolisesti lukuisissa kansainvälisissä projekteissa. Hän oli ansioitunut alan julkaisu-toiminnassa. Paavo Kupias oli Vuorimiesyhdistys r.y:n kaivosjaoston jäsen vuodesta 1947.

Ihmisenä Paavo Kupiaalle oli luonteenomaista optimistisuus ja valoisuus. Jokaisessa tapahtumassa hän aina näki hyvät puolet ja toi ne myös vilpittömästi esille. Omia huoliaan ja murheitaan ei hän kovin helposti ker-tonut edes parhaille ystävilleen.

Eläkevuosinaan hän pääsi innolla mieliharrastustensa pariin, näistä monet liittyivät samaan maailmaan, jossa hänen ammattityönsäkin oli liikku-nut. Paavo Kupiaalla oli kerättyä mittava kokoelma niin suomalaisia kuin ulkomaillakin hankittuja jalokiviä. Maapallon synty ja siihen liittyvä kirjallisuus, samoin kuin tähtitiede ja avaruus yleensä oli hänen väsymätön kiinnostuksensa kohde. Vuorimiehelle harvinainen oli hänen erikoinen vuori-kiipeilyharrastuksensa. Se tapahtui hyvien karttojen avulla kirjoituspöytätyönä. Näin tulivat maapallon pinnanmuodot entistäkin tutummiksi.

Me ystävät ja työtoverit, vuorimiehet, kunnioitamme Paavo Kupiaan va-loisaa muistoa.

”Rostig wird die Grubenschiene...”

Esko Pihko

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1989

Vuosikokous

Vuorimiesyhdistyksen sääntömääräinen 46. vuosikokous pidettiin Messukeskuksessa Helsingissä 17.3.1989. Puheenjohtaja Pertti Voutilainen avasi kokouksen ja esitti katsauksen maamme vuoriteollisuuden kehitykseen 1988. Yhdistyksen puheenjohtajaksi valittiin DI, KTK Pertti Voutilainen ja varapuheenjohtajaksi prof. Markku Mannerkoski.

Yhdistyksen sääntömuutos käsiteltiin ja hyväksyttiin toisessa perättäisessä kokouksessa.

- Yhdistyksen myöntämä Eero Mäkinen-ansiomitali luovutettiin Väinö Juntuselle tunnustuksena hänen maamme vuoriteollisuuden ja Vuorimiesyhdistyksen hyväksi tekemästään arvokkaasta työstä.
- Bernt Grönblom-ansiomitali luovutettiin vuorineuvos Helge Haavistolle hänen ansiostaan suomalaisen terästeollisuuden kehittämisessä ja pohjoismaisen yhteistyön rakentamisessa.
- Petter Forsström pris — Petter Forsström palkinto jaettiin DI Marja-Maija Riipiselle.
- Virallisten kokousasioiden jälkeen pidettiin seuraavat esitykset:
 - Johtaja Olli Hermonen, Rautaruukki Oy: ”Ympäristön suojele vuoriteollisuudessa”.
 - Päätoimittaja Håkan Hellberg, Hufvudstadsbladet: ”Ympäristön suojele ja julkinen sana”

Jaostot kokoontuivat iltopäivillä omien erikoisalojensa merkeissä. Hallintanssiaisissa ravintola Kalastajatorpalla vastasi isännyydestä Oy Dahlsbruk Ab.

Toimihenkilöt

- Puheenjohtaja: DI, KTK Pertti Voutilainen
- Varapuheenjohtaja: Prof. Markku Mannerkoski
- Hallituksen jäsenet:
 - Johtaja Nuutti Vartiainen
 - TkT Erkki Räsänen
 - DI Raimo Rantanen
 - Toim.pääll. Esko Ulvelin
 - Prof. Heikki Papunen
 - Johtaja Jan Owren
 - DI Lauri Siirama
 - Tekn.joht. Rolf Söderström
 - DI Ismo Suominen
- Rahastonhoitaja: DI Kalle Vaajoensuu 31.8.1989 asti
LuK Marjatta Parkkinen 1.9.1989 alkaen
- Sihteerit: DI Erkki Pimiä
DI Martti Järvenpää

Yhdistyksen toiminta

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

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

Yhdistys on kustantanut Eugen Autereen ja Jaakko Lieden toimittaman kirjan ”Petsamon Nikkeli. Taistelu strategisesta metallista”, joka käsittelee ansiokkaasti vuoriteollisuutta Petsamossa.

Jaostot

Pääosan yhdistyksen jäsenoiminnasta on muodostanut jaostojen aktiivinen toiminta eri muodoissa.

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

Jaostojen toimihenkilöinä ovat olleet:

- Geologijaosto: puheenjohtaja, DI Pekka Mikkola; sihteeri, FK Sirkku Halonen.
- Kaivosjaosto: puheenjohtaja, DI Arto Hakola; sihteeri, DI Ari Väisänen.
- Metallurgijaosto: puheenjohtaja, DI Matti Ketolainen; sihteeri, ins. Eero Parviainen.
- Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto: puheenjohtaja, prof. Kari Heiskanen; sihteeri, DI Pertti Paulin.

Yhdistyksen ja jaostojen jäsenmäärät

Yhdistyksen jäsenmäärä 31.12.1989 oli 1928, jossa lisäystä edellisvuodesta on 45. Uusia jäseniä hyväksyttiin 67. Kuoleman kautta poistui 10 ja erosi 12.

Jaostojen jäsenmäärät olivat seuraavat: Geologijaosto 421. Kaivosjaosto 427. Metallurgijaosto 1023. Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto 281.

Tutkimusvaltuuskunta

Tutkimusvaltuuskunnan sääntömääräinen vuosikokous oli 22.2.1989. Tutkimusjohtokunta kokoontui vuoden 1989 aikana viisi kertaa.

Tutkimusvaltuuskunnan puheenjohtajana toimi FL Tom Bröckl. Varapuheenjohtajana toimi DI Esko Alopaeus. Tutkimusvaltuuskunnan sihteereinä toimivat FM Ole Lindholm 28.2.1989 asti ja FT Jyrki Parkkinen 1.3.1989 alkaen. Rahastonhoitajana toimi LuK Marjatta Parkkinen.

Toimikuntien puheenjohtajina toimivat:

- Geologinen toimikunta: prof. Heikki Niini.
- Kaivosteknillinen toimikunta: DI Pekka Lappalainen.
- Rikastusteknillinen toimikunta: DI Paavo Eerola.

Tutkimusjohtokunnan projektit vuonna 1989 olivat:

- Kaivosten jälkihoito
 - Kaivosten ympäristöasiat
 - Edunvalvonta
 - Lausunto Asbestikomitean mietintöluonnoksesta.
- Toimikunnilla oli käynnissä yhteensä 20 tutkimusprojektia. Pohjoismaisessa yhteistyössä on ollut työn alla 3 projektia ja osallistuttu seuraaviin kokouksiin:
- Geomöte 5-6.6.1989 Zinkgruvan, Ruotsi
 - Nordiskt Gruvforskningsmöte 12-15.9.1989 Svalbard, Norja
 - Nordiskt mineral-teknikmöte 30-31.8.1989 Oulu.

Tutkimusvaltuuskunnan tukemien ja seuraamien tutkimusten rahoitus oli 4,4 mmk.

Helsingissä 25. tammikuuta 1990

VUORIMIESYHDISTYS

— BERGSMANNAFÖRENINGEN R.Y.:n

HALLITUS

Pertti Voutilainen
puheenjohtaja

Erkki Pimiä
sihteeri

TULOSLASKELMA 1.1.1989—31.12.1989

Varsinainen toiminta

Tuotot

Tutkimusvaltuuskunta.....	169.016,97
Selosteet.....	2.525,50
Jaostot ja jäsenoiminta.....	9.981,06
Myynti.....	11.393,30
Kalliomekaniikkatoimikunta.....	3.186,05
Korkotuotot.....	10.603,31
Muut tuotot.....	6.868,15
	<hr/>
	213.574,34

Kulut

Tutkimukset ja esiselvitykset.....	348.425,96
Matkat ja avustukset.....	17.250,00
Virkailijapalkkiot.....	22.000,00
Sosiaalikulut.....	24.088,65
Lehti.....	26.853,52
Vuosikokous.....	45.246,66
Toimisto ja sekalaiset.....	20.008,65
Petsamon nikkeli.....	48.167,20
Muut kulut.....	750,00
	<hr/>
	—552.790,64
	<hr/>
	—339.216,30

Varain hankinta

Jäsenmaksut.....	117.341,51
Tilikauden alijäämä	<hr/> <hr/> —221.874,79

TASE 31.12.1989

Vastaava	
Rahoitusomaisuus	
Postisiirtotili	113.466,09
Talletustilit	119.695,50
Tilisaamiset	171.563,00
	<u>404.724,59</u>
Vastattavaa	
Vieras pääoma	
Tilivelat	342.336,80
Oma pääoma	
Pääoma 1.1.1989	284.262,58
Tilikauden alijäämä	-221.874,79
	<u>404.724,59</u>

SALDOT 31.12.1989

Tutkimusvaltuuskunta	
Saldo 31.12.1988	96.804,40
v. 1989 alijäämä	-176.883,49
Saldo 31.12.1989	-80.079,09
Yhdistyksen toiminta	
Saldo 31.12.1988	187.458,18
v. 1989 alijäämä	-44.991,30
Saldo 31.12.1989	142.466,88
Koko yhdistyksen saldo	
31.12.1989	<u>+62.387,79</u>

TALOUSARVIO VUODELLE 1990

Tulot	
Jäsenmaksut	140.000
Tutkimusvaltuuskunta	
Tutkimusjäs. vuosimaksut	282.500
Osall. tutkimuksiin	115.000
Data-projekti	
* Suomal. rah.	87.200
* Pohj.m. rah.	170.000
Selosteiden myynti	5.000
	<u>659.700</u>
Lehti	180.000
Lahjoitukset	5.000
Muu myynti (solmiot, B-selosteet)	10.000
Korkotulot	10.000
Petsamon nikkeli (netto)	20.000
	<u>mk 1.024,700</u>

Menot

Tutkimusvaltuuskunta	
Hallinto ja johtokunta	140.000
Tutkimukset ja esiselvitykset	205.000
Edunvalv. & muu toiminta	40.000
Selosteiden valmistus	20.000
	<u>405.000</u>
Jäsenoiminta ja koulutus	60.000
Matkat ja avustukset	20.000
Lehti	190.000
Virkailijapalkkiot	25.400
Vuosikokous	30.000
Toimisto ja sekalaiset	25.000
Kirjanpito-ohjelma	5.000
	<u>mk 760,400</u>

Tilikauden ylijäämä mk 264,300

Tutkimusvaltuuskunta	254.700
Lehti	-10.000
Muu toiminta	19.600

GEOLOGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS 1989

Toiminta

Geologijaoston päätapahtumat toimintavuonna 1989 ovat olleet vuosikokous, ekskursion ja geofysiikan neuvottelupäivät. Jaoston johtokunta koontui 4 kertaa.

Vuosikokous. Jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiespäivien yhteydessä 17.3.1989 Messukeskuksessa Helsingissä. Kokouksessa oli läsnä 96 jaoston jäsentä. Kokouksen jälkeen esitelmöivät:

- FT Matti Helminen, Metsähallitus, Luonnonsuojelualueoimisto, aiheesta Luonnonsuojelun näkökulma geologiseen tutkimukseen, malminetsintään ja kaivostoimintaan
- FT Juhani Nuutilainen, Outokumpu Oy, Lapin Malmi, aiheesta Malminetsintä ja luonnonsuojelu
- Professori Reijo Salminen, Geologian tutkimuskeskus, aiheesta Geotieteiden käyttö ympäristötutkimuksessa

Syksyn ekskursion oli 19.-20.9.1989 ja se tehtiin Kaakkois-Suomen kaivosalueille: Enonkoskelle, Hälvälään, Taipalsaaren Telkkälään ja Ruskealan Marmorin Louhin avolouhokseen. Ekskursiolle osallistui 17 geologijaoston jäsentä.

Geofysiikan neuvottelupäivät pidettiin 13.-14.11.1989 Joensuussa. Osallistujia oli 76. Päivien aikana kuultiin 24 esitelmää ja poster-esityksiä oli 11.

Perustettiin työryhmä valmistelemaan vuoden 1990 aikana pidettäviä Rakennuskivipäiviä.

Toimihenkilöt

Toimintavuonna vuosikokoukseen asti johtokunnan kokoonpano oli seuraava: jaoston puheenjohtajana oli DI Pekka Mikkola, varapuheenjohtajana FL Elias Ekdahl, sihteerinä LuK Marjatta Parkkinen ja muina jäseninä FM Osmo Inkinen, FM Kurt Karlsson ja FT Heikki Vartiainen. Vuosikokouksessa valittiin sihteeriksi FK Sirkku Halonen, kun Marjatta Parkkinen oli valittu yhdistyksen jäsenrekisterin hoitajaksi ja erovuorossa olevan Kurt Karlssonin tilalle jäseneksi FM Timo Kopperoinen.

Jäsenmäärä

Geologijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1989 lopussa 421. Uusia jäseniä liitettiin 17. Jaostosta erosi yksi jäsen. Kuoleman kautta poistui 2.

Pekka Mikkola
puheenjohtaja

Sirkku Halonen
sihtööri

KAIVOSJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1989

Toiminta

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

Kaivosjaoston vuosikokous pidettiin Messukeskuksessa, Helsingissä 17.3.1989 klo 14.00 alkaen. Läsnä oli n. 60 henkilöä. Kokouksen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- FK Ilkka Heikkinen, Ympäristöministeriö: "Ympäristövaikutusten arvioiminen uusien kaivosten avaamisessa."
- DI Eero Laatio, Tara Mines Ltd: "Taran kaivoksen ympäristön tärinä ja melutornit."
- Tekn.lis. Raimo Vuolio, Finnrock Oy: "Valmisteltu puheenvuoro koskien Eero Laation esitelmää."
- DI Esko Ulvelin, Teknillinen tarkastuskeskus: "Kaivoksen ympäristövaikutukset kaivoslain valossa."

Syysretken kohteena oli Viikin kalliorakennustyömaa, missä isäntänä toimivat Lemminkäinen Oy ja Tamrock. Samassa yhteydessä Helsingin kaupunki esitteli kalliorakentamistaan.

Kalliomekaniikan toimikunnan johtokuntaan nimitettiin kaivosjaostosta Lennart Laurén Pekka Särkän tilalle. Johtokunnassa toimii VMY:n edustajana myös Pekka Loven.

Kaivosjaoston puheenjohtaja on toiminut Bergsprängningskommitténin, Svenska Gruvföreningenin, BEFO:n ja NIF:n yhdysmiehenä sekä osallistunut NIF:n syyskokoukseen Norjassa.

TkT Pekka Särkkä on toiminut ISRM:n yhdyshenkilönä.

FM Ole Lindholm on toiminut VMY:n edustajana ISM:ssä ja Pohjoismaisessa kaivosmittauskomiteassa. Uudeksi edustajaksi on toimintakauden aikana nimetty Lennart Laurén.

Yhteispohjoismaiseen turvallisuusyhteistyöhön nimitettiin Jorma Mustala.

Toimihenkilöt

Toimintavuonna 1989 on jaoston puheenjohtajana toiminut DI Arto Hakola, varapuheenjohtajana DI Bjarne Liljestrand ja johtokunnan muina jäseninä DI Juhani Pulkkinen, DI Olavi Paatsola, DI Kimmo Kekki, prof. Raimo Matikainen ja DI Matti Heiniö. Sihteerinä on toiminut DI Ari Väisänen.

Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä oli vuoden 1989 lopussa 427 henkeä. Lisäystä edellisvuodesta oli 6 henkilöä.

Arto Hakola
puheenjohtaja

Ari Väisänen
sihteeeri

METALLURGIJAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1989

Toiminta

Metallurgijaosto on kokoontunut toimintakauden aikana vuosikokoukseen ja syyskokoukseen.

Metallurgijaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 17.3.1989 Helsingissä Messukeskuksessa. Läsnä oli parhaimmillaan 186 jäsentä.

Vuosikokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

- Lääk. ja kir. tri Kaj Ahlman: "Metallit ja terveys"
- DI Seppo Blomqvist: "Terästehdas ja ympäristö - Outokumpu Oy. Tornion tehtaat"
- DI Pekka Lammi: "Vuorikemia uusien ympäristönsuojeluhaasteiden edessä"

Lauantain ekskursio tehtiin Wärtsilä Marine - Hietalahden telakalle. Ekskursioon osallistui 33 jäsentä.

Jaoston kesäretki tehtiin 25.8.1989 Outokumpu Oy:n Tornion tehtaille. Kesäretkelle osallistui 53 jäsentä.

Syyskokous pidettiin 25.10.1989 Tampereen teknillisen korkeakoulun materiaaliopin laitoksella. Kokoukseen osallistui 37 jäsentä.

Syyskokouksen esitelmä:

- Professori Pentti Kettunen esitteli TTKK:ta ja sen materiaaliopin laitosta.

Koulutustoiminta

Koulutustoiminta on hoidettu Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntija-toimikunnan (metallurgian VAT) kautta. Puheenjohtajana on toiminut TkT Veikko Heikkinen.

Yhteistoiminnassa INSKO:n kanssa järjestettiin seuraavat koulutustilaisuudet:

- "Valssamoiden kiristyvät laatuvaatimukset" keväällä 1989. Läsnä oli 50 osanottajaa.
- "Onko teräksellä tulevaisuutta" syksyllä 1989. Läsnä oli 26 osanottajaa.

Metallurgijaoston Korkeakouluysteistyöelin kokosi koulutuskalenterin, joka julkaistiin keväällä ja syksyllä 1989.

Tiedotus

Jaoston lehti "Metallurgijaosto tiedottaa" on ilmestynyt kolme kertaa.

Toimihenkilöt

Toimintavuoden aikana jaoston puheenjohtajana on toiminut DI Matti Ketolainen, varapuheenjohtajana TkT Kalevi Nikkilä, sihteerinä ins. Eero Parviainen ja jäseninä DI Mikko Häkämies, apul.prof. Heikki Jalkanen, DI Timo Kekkonen, DI Ilpo Saastamoinen ja DI Ville Sipilä.

Jäsenet

Metallurgijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1989 lopussa 1058. Vuoden 1989 aikana hyväksyttiin uusiksi jäseniksi 37 henkilöä, joista 33 varsinaista ja 4 nuorta jäsentä.

Matti Ketolainen
puheenjohtaja

Eero Parviainen
sihteeeri

RIKASTUS- JA PROSESSITEKNIIKAN JAOSTON TOIMINTAKERTOMUS VUODELTA 1989

Toiminta

Rikastus- ja prosessitekniikan jaoston vuosikokous pidettiin Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 17.03.1989 Messukeskuksessa Helsingissä. Syysseminaari pidettiin 16.-17.11.1989 Kuopiossa ja siihen liittyvä tehdasvierailu suoritettiin Siilinjärvellä Kemira Oy:n laitokselle.

Vuosikokouksessa 17.03.1989 valittiin johtokunnan uusiksi jäseniksi DI Jouko Kallioinen ja DI Raimo Bergström. Jaoston uudeksi puheenjohtajaksi valittiin prof. Kari Heiskanen.

Kokouksen jälkeen kuultiin seuraavat esitelmät:

- Prof. Kari Heiskanen, Teknillinen korkeakoulu

Poster-esittely

- DI Seppo Lappalainen, Outokumpu Oy

Kaivoksen avaamiseen ja lopettamiseen liittyvät lainsäädännölliset toimenpiteet.

- OTK Jukka Luokkamäki, Teollisuuden Keskusliitto

1990-luvun ympäristöpolitiikka ja kaivosteollisuus

- Johtaja Hannu Vornamo, Kemira Oy

Ympäristöteknillinen suunnittelu Soklin kaivosprojektissa

Kokouksessa oli läsnä 48 osanottajaa.

Syysseminaari ja siihen liittynyt tehdasvierailu pidettiin 16.-17.11.1989 Kuopiossa. Seminaarin teemana oli rikastamoihin liittyvät tietokonehallit. Tehdasvierailu suoritettiin Kemiran Siilinjärven laitoksille. Seminaariin ja retkelyyn osallistui yhteensä 42 jaoston jäsentä.

Toimihenkilöt

Jaoston johtokunnan kokoonpano on 17.03.1989 lähtien ollut seuraava:

Puheenjohtaja: Kari Heiskanen
Jouko Kallioinen
Alpo Maksimainen
Jaakko Seppälä
Raimo Bergström

Sihteeeri: Pertti Paulin

Jäsenet

Jaoston jäsenmäärä 31.12.1989 oli 288 jäsentä, lisäystä edelliseen vuoteen verrattuna 9 jäsentä.

Jaoston johtokunta kokoontui toimintavuoden aikana kolme kertaa.

Kari Heiskanen
puheenjohtaja

Pertti Paulin
sihteeeri

OTTEITA TUTKIMUSVALTUUSKUNNAN TOIMINTAKERTOMUKSESTA VUODELTA 1989

Tutkimusvaltuuskunta (TVK)

Tutkimusvaltuuskunnan sääntömääräinen vuosikokous pidettiin 22.2.1989 Helsingissä. Valtuuskuntaan kuului toimintakauden aikana tutkimusjäseninä 24 yritystä, kukin yhdellä edustajalla, sekä Outokumpu Oy kahdella edustajalla. Valtuuskuntaan kuuluivat lisäksi yksi VMY:n hallituksen nimittämä asiantuntijajäsen ja VMY:n neljän jaoston puheenjohtajat.

TVK:n puheenjohtajana toimi FL Tom Bröckl, varapuheenjohtajana DI Esko Alopaeus. FM Ole Lindholm oli valtuuskunnan ja sen toimikuntien sihteerinä 28.2.1989 saakka ja FT Jyrki Parkkinen siitä eteenpäin.

Kertomusvuoden aikana on valtuuskuntaan liittynyt uusi tutkimusjäsen, Oulaisten Kivi Oy.

Tutkimusvaltuuskunnan kokoonpano:

Tutkimusjäsen ja sen varsinainen edustaja sekä varamies; toimikaudet.

Ara Oy,	DI Harri Hursti	-91	Ins Pentti Kallio	-91
Geoseisimo Oy,	MSc Calin Cosmo	-89	DI Reijo Korhonen	-89
Finnminerals Oy,	DI Hannu Haveri	-89	DI Jouko Olkkonen	-89
Oy Forcit Ab,	Ins Kalle Ylätalo	-91	FM Rolf Strandberg	-89
Oy Förby Ab,	DI Harri Eronen	-91	DI Jarmo Suvio	-91
Kemira Oy,	DI Antti Mikkonen	-90	DI Lauri Siirama	-90
Larox Oy,	Ins Tapio Keskiäari	-91	DI Mikko Häkämies	-90
Lemminkäinen Oy,	Ins Seppo Kupila	-90	DI Bjarne Liljestrand	-90
Oy Lohja Ab,	FM Heikki Latva	-90	DI Tom Lindeberg	-90
Myllykoski Oy,	DI Matti Tyni	-91	FM J-P Perttula	-91
Orion-Yhtymä Oy, Nor-	DI T-M Karppanen	-89	DI Matti Koskinen	-89
met,				
Oulaisten Kivi Oy,	FM Reijo Suonvieri	-91		
Outokumpu Oy,	DI Esko Alopaeus	-90	DI Paavo Eerola	-90

Outokumpu Oy,	DI Pentti Seppänen	-91	DI Pekka Lappalainen	-91
Oy Partek Ab.	FL Tom Bröckl	-90	FM Esko Lundén	-90
Rammer Oy,	DI Pekka Heikkonen	-90	DI Timo Sippus	-90
Rauma Repola Oy,	DI Veikko Linnola	-90	DI Jouka Suominen	-90
Rautaruukki Oy,	DI Esko Pöyliö	-90	FT Aimo Hiltunen	-90
Roxon Oy,	DI Alpo Maksimainen		Ins Rauno Ihatsu	-90
		-90		
Ruskealan Marmorin Oy,	DI Kimmo Kekki	-91	DI Christer Sundström	-91
Suomen Malmi Oy,	DI Pekka Mikkola	-91	FM Esko With	-91
Suomen Vuolukivi Oy	Ins Reijo Vauhkonen	-90		
Oy Tampella Ab, Tam-	DI Rolf Ström	-90	DI Pertti Koivunen	-91
rock,				
Teollisuuden Voima Oy,	FM Timo Äikäs	-90	DI Mauri Toivanen	-90
Terraplan Oy,	FM Paavo Taanila	-89	Ins Kalevi Hytti	-89
YIT-Yhtymä Oy,	DI Pekka Liisanantti	-89	TkL Tuomo Tahvanainen	-89

VMY:n hallituksen nimittämä asiantuntijajäsen: DI Urpo Salo, KTM
VMY:n jaostojen puheenjohtajat:
DI Pekka Mikkola, Geologijaosto
DI Arto Hakola, Kaivosjaosto
TKL Hans Allenius, Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto
DI Juho Mäkinen, Metallurgijaosto

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

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

Tutkimusjohtokunta

Tutkimusjohtokunta kokoontui kertomuskauden aikana viisi kertaa:
7.2. Helsingissä, 22.2. Helsingissä, 8.6. Savonlinnassa, 5.10. Espoossa, 13.12. Espoossa.

Tutkimusjohtokunnan kokoonpano oli seuraava:

- FL Tom Bröckl, Oy Partek Ab, puheenjohtaja
- DI Esko Alopaeus, Outokumpu Oy, varapuheenjohtaja
- DI Antti Mikkonen, Kemira Oy
- Prof Heikki Niini, TKK (Geol. toimikunta)
- Prof Raimo Matikainen, TKK (Kaivostekn. toimikunta 22.2. saakka)
- DI Pekka Lappalainen, Viscaria Ab (Kaivostekn. toimikunta 22.2. lähtien)
- DI Paavo Eerola, Outokumpu Oy (Rikastustekn. toimikunta)
- DI Urpo Salo, KTM (asiantuntijajäsen)
- FM Ole Lindholm (asiantuntijajäsen 28.2. lähtien)

Tutkimustoimikunnat

- Geologinen toimikunta (pj. prof. Heikki Niini).
- Kaivosteknillinen toimikunta (pj. DI Pekka Lappalainen).
- Rikastusteknillinen toimikunta (pj. DI Paavo Eerola).

Tutkimukset

Käynnissä olleet tutkimukset ja selvitykset

Suoraan tutkimusjohtokunnan valvonnassa olivat projektit:

- Kaivosten jälkihoito.
- Kaivosten ympäristöasiat.
- Edunvalvonta.
- Tuotantominaeralogia.

Geologisen toimikunnan valvonnassa olivat seuraavat projektit ja selvitykset:

- Näytteenotto ja havainnonteko kaivosteknisten kallio-ominaisuuksien selvityksessä.
- Suomen nikkelimalmien petrofysikaaliset ominaisuudet.
- Syvä sähköiset malminetsintämenetelmät.
- Malmivara-arvion laatimisohje.
- Lämpökuvaus geologisessa tutkimuksessa.
- Mineraalipölyt.
- Atmogeokemia.

Geologinen toimikunta on seurannut seuraavan projektin edistymistä:

- Geologinen raakkulaimennus.

Kaivosteknillisen toimikunnan valvonnassa olivat seuraavat esiselvitykset ja projektit:

- Mining in Finland.
- Louhintalaatu.
- Panostustyön mekanisointi.

Kaivosteknillinen toimikunta on seurannut seuraavien projektien edistymistä:

- Maanalaisen lastauksen tehokkuuteen vaikuttavat tekijät.
- Kapeiden malmien louhinta korkeissa jännitystiloissa.
- Kiven fragmentointi.
- Geologinen raakkulaimennus.
- Kiven hiipumailmiöt eli kallion lujuusominaisuuksien pitkäaikaisuusmuutokset.

Rikastusteknillisen toimikunnan valvonnassa olivat seuraavat esiselvitykset ja projektit:

- Näytteenotto.
- Rikastamoiden miehitys.
- Tietokonemallit.

Rikastustekninen toimikunta on seurannut seuraavan projektin edistymistä:

- Mikrojauheet.

Pohjoismainen yhteistyö

Tutkimusjohtokunta:

Tutkimusjohtokunta ja eri toimikunnat ovat pitäneet yhteyttä pohjoismaisiin veljesjärjestöihin.

Geologinen toimikunta:

Geologisten toimikuntien yhteispohjoismainen kokous pidettiin Bolaget Vieille Montagnen ja Svenska Gruvföreningenin järjestämänä 5.6.89 Zinkgruvaniissa Ruotsissa. Kokoukseen tuli Suomesta kuusi, Ruotsista yksitoista, Norjasta neljä osanottajaa. Kokouksessa keskusteltiin kaivosteollisuuden kireästä tilasta ennen muuta Ruotsissa ja Norjassa sekä siihen liittyvästä prospektustoitinnan vähenemisestä. Geologien ja geofysikoiden koulutusohjan laajentamista puntaroiitiin niin ikään.

Kaivosteknillinen toimikunta:

Pohjoismaiset kaivosteknilliset toimikunnat kokoontuivat Huippuvuorilla 12. - 15.4.89. Suomesta oli viisi, Ruotsista kuusi ja Norjasta viisi osanottajaa.

Ehkä kiinnostavin esitelmä koski Ruotsin massiivista Gruva 2000 - ohjelmaa. Keskusteltiin malmiarvotekniikasta ja toimenpiteistä kaivoksen toiminnan päättämisessä sekä yhteishankkeista. Yhteistyö näyttäisi sujuvan helpoimmin korkeakoulujen välillä.

Pohjoismainen kaivosmittauskomitea:

Pohjoismainen kaivosmittauskomitea on vuoden aikana kokoontunut useita kertoja. Yhtenä yhteisenä tutkimuskohteena on viety eteenpäin tutkimusta Luoksepääsemättömien tilojen kartoitus, jossa Suomea edustaa FM Ole Lindholm.

Pohjoismainen poranreikäseisämiikkakomitea:

Kaivosteknillinen toimikunta on seurannut Pohjoismaisen poranreikäseisämiikkakomitean eli NORDISKT FORUM FÖR INGENIÖRSGEOFYSIK toimintaa; komiteaan kuuluu kaksi edustajaa kustakin maasta. VMY:n edustajina FL Lennart Laurén, Oy Partek Ab ja MSc Calin Cosma, joka on pohjoismaiden edustaja ISRM:n Crosshole Seismic-työryhmässä.

Rikastusteknillinen toimikunta:

Pohjoismainen rikastusteknillisten toimikuntien Mineralteknik-kokous pidettiin 30. -31.8.89 Oulussa. Suomesta oli viisitoista, Ruotsista kahdeksan ja Norjasta viisi osanottajaa.

Eric Forsberg kutsui työryhmän kehittämään yhteistyötä MINFO:n puitteissa. Työryhmään kuuluvat Eerola ja Heiskanen Suomesta: uuden tutkimusprojektin valmistelu on käynnistetty. Keskusteltiin myös pohjoismaisesta opiskelijavaihdosta.

Raportit ja tiedottaminen

Tutkimusten raportointi:

Vuoden 1989 aikana julkaistiin tutkimusvaltuuskunnan tukemista tutkimuksista seuraavat raportit:

- A84 Näytteenotto ja havainnonteko kaivosteknisten kallio-ominaisuuksien selvityksessä.
- A87 Syvä sähköiset malminetsintämenetelmät.
- A88 Suomen nikkelimalmien petrofysikaaliset ominaisuudet.
- A89/1-2 Näytteenotto jauheista.
- B44 Kalliotekniiikan tutkimustarpeen kartoitus.

Pohjoismaista saadut raportit

Seuraavia kertomusvuoden aikana saapuneita julkaisuja voi lainata sihteeriltä:

Svenska Gruvföreningen:

— Svensk gruvrevy 1988.

Stiftelsen Bergteknisk Forskning Befo:

- Drill hole deviations governed by the rock structure.
- Fullborrad tunnel i Kymmen, NV Värmland.
- BeFo - verksamheten 1988.
- Geocad.
- Tunnelborring i tätort saltsjötunneln.
- Bolmenprojektet, bergmassans hydrauliska egenskaper.

Muut:

- BVL: Massebalanseprogram Bilco.
- Internationell vetenskaplig publicering i Norden, Fpr-publikation nr 10, Nordiska Ministerrådet, Köpenhamn 1988.
- Gruvteknik 2000 (esite).
- SINTEF rapport: Aldehyder i dieseleksos.

Tutkimusvaltuuskunnan puolesta

Tom Bröckl
puheenjohtaja

Jyrki Parkkinen
sihteeri

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

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

Kokouksessa 25.1.1990

- Front, Kai** Allan, FL, s. 29.07.1953, Tutkija, VTT/GEO, Os.: VTT/GEO, 02150 ESPOO. Jaosto: geo.
- Huhtiranta, Markku**, DI, s. 12.05.1956, Tuotekehitysinsinööri, Ovako Steel Oy Ab Imatra, Os.: Capil A 3, 55330 TIURUNIEMI. Jaosto: met.
- Korteniemi, Mikko**, TkL, s. 03.05.1959, Tutkimusinsinööri, Outokumpu Oy Tornion tehtaas, Os.: Honkalankatu 12 D, 95420 TORNIO. Jaosto: met.
- Kuokkanen, Erkki** Antero, Ins., s. 31.03.1949, Toimitusjohtaja, Sumak Oy, Artic-Mine Oy, Plamark Ab, Os.: Tingshusgatan 4, S-95300 HAPARANDA, Sverige. Jaosto: kai.
- Kuusela, Paavo**, DI, s. 04.03.1937, Osastopäällikkö/korroosio, Neste Oy Porvoo, Os.: Kirkkoveneentie 18, 06150 PORVOO. Jaosto: met.
- Rintamäki, Kirsi**, Annukka, DI, s. 18.05.1958, Korroosioinsinööri, Neste Oy Porvoo, Os.: Kurkisuontie 8 K 61, 00940 HELSINKI. Jaosto: met.
- Ruokonen, Eeva**, DI, s. 12.12.1960, Suunnittelija, Kalliosuunnittelu Oy, Os.: Merikannontie 3 E 70, 00260 HELSINKI. Jaosto: kai.
- Sundström, Salla**, DI, s. 11.01.1965, Tutkimusinsinööri, Rautaruukki Oy Raahen tutkimuskeskus, Os.: Ollinsaarentie 45 N 96, 92120 RAAHE. Jaosto: met.
- Syrjänen, Pauli** Tuomas, DI, s. 11.11.1957, Kalliorakennussuunnittelija, Kalliosuunnittelu Oy Rockplan Ltd, Os.: Kaarenjalka 4 B 176, 00940 HELSINKI. Jaosto: kai.
- Valli, Juhani**, DI, s. 04.04.1955, Tutkimusinsinööri, Oy Tampella Ab Massakoneyksikkö, Os.: Väinämöisenkatu 21 D 34, 33540 TAMPERE. Jaosto: met.
- Vanhatalo, Leena** K., DI, s. 20.05.1963, Suunnitteluinsinööri, Maa ja Vesi Oy, MV-konsultit, Os.: Kivijärvi, 29630 POMARKKU. Jaosto: kai.

Kokouksessa 8.3.1990

- Anttila, Jaakko** Kustaa, DI, s. 05.09.1963, tutkija, informaattikko, VTT Espoo, Os.: Solnantie 32 A 7, 00330 HELSINKI. Jaosto rik.
- Eklundh, Carola** Catarina, FK, s. 19.09.1949, konsultti, Eklundh Consulting, Os.: Paatsamatie 8 C 41, 00320 HELSINKI. Jaosto: geo.
- Eloranta, Pekka** Juhani, DI, s. 07.08.1962, tutkija, TKK, kallioteknikan laboratorio, Os.: Harjunsalontie 7 C 18, 36220 KANGASALA. Jaosto: kai.
- Grahn, Tommy** Verner, DI, s. 04.04.1962, kaivosgeologi, Outokumpu Finmmines Oy Enonkosken kaivos, Os.: Panunkatu 55 B 7, 57200 SAVONLINNA. Jaosto: geo, kai.
- Kangas, Pekka** Antero, DI, s. 22.09.1955, käyttöpäällikkö, Rautaruukki Pukkilan tehdas, Os.: Turulantie 5 B 9, 92600 PUKKILA. Jaosto: met.

- Lahtinen, Martti** Mikael, opiskelija, s. 06.03.1962, opiskelija, TKK, Os.: Jämeräntaival 1 B 309, 02150 ESPOO. Jaosto: rik.
- Rajainmäki, Hannu**, FT, s. 23.02.1955, tutkimusinsinööri, Outokumpu Poricopper Oy, Os.: Kiitäjantie 4 D 17, 28200 PORI. Jaosto: met.
- Rouhiainen, Jari** Paavo, opiskelija, s. 22.01.1962, opiskelija, tutkimusapulainen, TKK, Os.: Kilonkallio 10 F 50, 02610 ESPOO. Jaosto: rik.
- Sivula, Jari** DI, s. 27.10.1960, laadunohjausinsinööri, Rautaruukki Oy Ohutlevyryhmä Hämeenlinna, Os.: Härkiluhdantie 15 D 9, 13600 HÄMEENLINNA. Jaosto: met.
- Talja, Jyri**, Juhani, DI, s. 17.08.1963, tutkija, TKK/OKC Espoo, Os.: Servinmajantie 12 G 93, 02150 ESPOO. Jaosto: rik.
- Vanttaja, Ilkka**, Juhani, opiskelija, s. 19.11.1959, assistentti vs., Oulun yliopisto Teknillinen tiedekunta Konetekniikan osasto, Os.: Yliopistonkatu 38/419, 90570 OULU. Jaosto: met.
- Vehanen, Asko**, Erkki Väinö, TkT, s. 18.05.1951, kehityspäällikkö, Outokumpu Invest Oy Helsinki, Os.: Visakoivunkuja 14 X, 02130 ESPOO. Jaosto: met.
- Wennerström, Marit** Hillevi, FK, s. 17.09.1954, geologi, perätyöohjelman kivilajimääritykset, Geologian tutkimuskeskus Espoo, Os.: Abr. Wetertintie 17 E 41, 00820 HELSINKI. Jaosto: geo.

UUTTA JÄSENIÄ — NYTT OM MEDLEMMARNA

- Hakapää, Antero** Os.: SADCC Mining Coordinating Unit, Ministry of Mines, PO Box 31969, LUSAKA, ZAMBIA.
- Hokka, Harri**, DI, Outokumpu Finmmines Oy, Pyhäsalmen kaivos, tutkimusinsinööri. Os.: Kaskipolku 4 as 2, 86800 PYHÄSALMI.
- Huhtelin, Timo**, FK, Outokumpu Finmmines Oy, Malminetsintä, geologi. Os.: Maakuntakatu 16 C 12, 96200 ROVANIEMI.
- Hyvärinen, Lauri**, prof., eläkkeellä.
- Jumppanen, Veikko**, Os.: 33 Alexander Street, SANDY BAY, Tas 7005, AUSTRALIA.
- Leino, Hannu**, DI, Tamrock Japan Ltd, Marketing and Product Manager. Os.: Shinjuku Gyoen Bldg. 10 Fl. 3-10, Shinjuku 2-chome Shinjuku-ku, TOKYO 160, JAPAN.
- Lyrra, Mikko**, DI, Os.: Putouskuja 2 C 53, 01600 VANTAA.
- Nyrkiö, Juhani**, FM, Os.: Vallikallionkuja 5 B 30, 02600 ESPOO.
- Palviainen, Mikko**, DI, Outokumpu Mining Oy, kaivostoiminnan johtaja.
- Pelkonen, Kalevi**, FM, Tara Prospecting Ltd, Exploration Geologist. Os.: Tara Prospecting Ltd, Liscarton Office, NAVAN, Co. Meath, IRELAND.
- Rantanen, Seppo**, DI, Os.: 30 Raymond Street, MOUNT PLEASANT, WA 2153, AUSTRALIA.
- Rekola, Jorma**, TkT, Mecrator Oy, yritysjohtajan konsultti.
- Rummukainen, Jorma**, Os.: Lokomo Oy, PL 306, 33101 TAMPERE.
- Suokas, Arto**, DI, Tara Mines Ltd, tuuletusinsinööri. Os.: Knockumber House, Tara Mines Ltd, NAVAN, Co. Meath, IRELAND:
- Suominen, Risto**, TkL, Os.: Alamäki 4 F 21, 02760 ESPOO.
- Tavi, Markku**, TkL, Neste Oy Porvoo, korroosioinsinööri. Os.: Leivosentie 34 A, 00780 HELSINKI.

SUORITETTUA TUTKINTOJA— AVLAGDA EXAMINA

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Materiaali- ja kallioteknikan laitos

Tekniikan tohtorit:

Dipl.ins. **Olli Halosen** väitöskirja "Stability Calculations in Jointed Rock Mass" tarkastettiin perjantaina 24.11.1988 Teknillisen korkeakoulun materiaali- ja kallioteknikan laitoksella. Virallisena vastaväittäjänä oli pro-

fessori Ove Stephansson (Luulajan teknillinen korkeakoulu) sekä valvojana professori Raimo Matikainen.

An isoparametric two-dimensional joint element with independent non-linear behaviour models for normal and shear stress has been used to study different failure criteria and the accuracy of calculations. Testing of the behaviour models indicated similar results obtained by other researchers with different finite element codes.

JRTEMP is the first finite element program which can couple joint elements and thermal loading in plane stress, in plane strain and in axisymmetric cases.

Joint normal stress behaviour followed Goodman's (1976) hyperbolic law for normal stress — deformation relationship and shear behaviour by Barton's (1977) peak shear strength criterion which is a function of normal stress. All these non-linear behaviour models can be used in conjunction with thermal loading produced by solid elements. Joint elements have zero thickness and no thermal properties.

The failure criteria were checked at integration points. The state of equilibrium was checked after each iteration in every load step. The stiffness matrix of the whole calculation was reformed at the same time.

The examples of this study indicate that by applying non-linear model to the behaviour of a joint, at least three integration points should be used. One point integration might produce big differences in displacements compared with results achieved by five point integration. A fluctuating displacement/shear stress effect may also occur.

Teknillisessä korkeakoulussa tarkastettiin 22.1.1990 **Isaac Marobhen** väitöskirja «Interpretation of aerogeophysical anomalies of Southwestern Tanzania», *Geological Survey of Finland Bulletin 350*.

Väitöstilaisuuden vastaväittäjinä toimivat apulaisprofessori Markku Peltoniemi Teknillisestä korkeakoulusta ja filosofian tohtori M.D. Iranga Dar es Salaamin yliopistosta sekä valvojana professori Heikki Niini Teknillisestä korkeakoulusta.

Tutkimus on ensimmäinen alueellisesti kattavaan mittausaineistoon perustuva analyysi Itä-Afrikan hautavaajoaman rakenteesta eteläisen Tansanian alueella. Se perustuu vuosina vuosina 1976-1980 toteutetun, koko maan kattavan aerogeofyysikaalisen kartoituksen mittausaineistoon. Työssä on otettu tarkempien tutkimusten kohteeksi noin 50.000 neliökilometrin suuruinen alue maan lounaisosasta Mbeyan kaupungin ympäristössä. Työ kohdentuu geologisesti tärkeälle hautavaajoamien risteysalueelle ja kattaa edustavan leikkauksen eri-ikäisistä kivilajimuodostumista. Alueen peruskallio on lähes kokonaan pintasyntyisten tulivuorikivien ja rapaamakerrosten peittämä, joten peruskallion rakenteesta ja ominaisuuksista voidaan saada tietoa vain geofyysikaalisten mittausten avulla.

Työssä on keskitytty peruskallion rakennetutkimuksiin ensisijaisesti aeromagneettisten, toissijaisesti maan painovoiman mittaustulosten avulla. Lisäksi on käytetty alueelta tavattujen juonikivien pinnanäyteitä petrografiin sekä tiheys-, susceptibiliteetti- ja remanenssimäärytyksiin. Tulosten alueellisessa yleistulkinnassa tekijä on paikantanut uusia hautavaajoaman suuntausrakenteita. Yksityiskohtien selvityksessä työ keskittyy pintakerrostumien ja -kivien paksuusmäärytyksiin sekä juonikivien rakenteen ja hautavaajoaman eri osien syvyyssvaihteluiden geologisen merkityksen selvitykseen. Pintakerrosten paksuudet vaihtelevat mittaustulosten spektrianalyysien avulla lasketuina 0,5 ja 8 kilometrin välillä. Maan kuorikerroksen enimmäispaksuus alueella on saatujen tulosten mukaan vain 18 kilometriä. Alueelta tavattujen malliaihoiden tarkempia jatkotutkimuksia varten työssä on myös tehty mallilaskuja mahdollisten isäntäkivimuodostumien sijainnin ja rakenteen selvittämiseksi.

Isaac Marobhe on suorittanut Bachelor of Science -tutkinnon Dar es Salaamin yliopistossa vuonna 1979 sekä Master of Science -tutkinnon Imperial Collegessa Lontoossa vuonna 1982. Vuodesta 1984 alkaen hän on toiminut Suomen kehitysyhteistyöprojektin «Support of the Department of Geology, University of Dar es Salaam, Tanzania» stipendiaattina Teknillisessä korkeakoulussa. Tutkimustyön ohjaajina ovat Suomessa toimineet apulaisprofessori Markku Peltoniemi sekä tekniikan tohtori Tapio Ruotoismäki Geologian tutkimuskeskuksesta.

Isaac Marobhe on palannut jatko-opintojensa jälkeen Dar es Salaamin yliopistoon, jossa hän tulee vastaamaan geofysiikan opetuksesta ja tutkimuksesta sikäläisellä geologian laitoksella. Paitsi väitöskirjatyötä, Isaac Marobhe on laatinut stipendiaattiaikanaan kansainvälisiin julkaisusarjoihin useita tieteellisiä julkaisuja geofysiikan alalta. Hän on neljäs tansanialainen stipendiaatti, joka on suorittanut tohtorin tutkinnon Suomessa yllämainitun, Helsingin yliopiston geologian laitoksen johdolla toteutettavan kehitysyhteistyöprojektin puitteissa.

Dipl.ins. **Pekka Mäntylän** väitöskirja "Crown and Shape Control in the Rolling of Thin, Wide Plates" tarkastettiin perjantaina 15.12.1989 Teknillisen korkeakoulun materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella. Virallisina vastaväittäjinä toimivat professori Pavel Huml (Kungliga Tekniska Högskolan) ja professori emeritus Martti Sulonen sekä valvojana professori Antti Korhonen.

Suomen terästeollisuudessa kuumavalssataan levy- ja nauhatuotteita 2 milj. tonnia vuodessa. Teräslevy on konepajateollisuuden perusraaka-aine, jonka laatuvaatimukset kiristyvät mm. teollisuusrobottien käytön lisäänty-

essä. Mittatarkan teräslevyn valmistaminen edellyttää valssauksen nopeaa tietokoneohjausta prosessimallien ja -mittausten avulla.

Väitöskirja käsittelee teräslevyn valssausta ja on osa laajaa pohjoismaista tutkimusta, jossa on kehitetty valssausolosuhteita kuvaavat matemaattiset mallit. Tietokoneohjelmistoksi yhdistettynä ne ohjaavat valssausta. Entistä ohuempia ja leveämpiä levyjä valmistettaessa valssauksen loppulämpötila saadaan riittävän korkeaksi ilman aihoiden esivalssausta ja uudelleenkuumennusta. Soveltamalla työssä esitettyä menetelmää valmistukseen parannetaan teräslevyn laatua. Levyn poikittaista paksuusjakautumaa ja tasomaisuutta voidaan ohjata paremmin valssauksen aikana. Tällöin esimerkiksi risteilijä- ja autolautarakentamisessa, samoin kuin yleensä teräsrakentamisessa, saavutetaan merkittäviä etuja rakenteen ns. ylipainon pienentämisen vuoksi.

Lämpötilamallin avulla voidaan määrittää mm. levyn sisäosan lämpötila, mitä ei voida tehdä prosessinaikaisilla mittauksilla. Lämpötilan kokonaishallinta on perusedellytys paitsi ohuiden, leveiden teräslevyjen valmistamiselle myös paksimpien teräslevyjen vesijähdytykselle. Tällä, ns. nopeutetulla jäähdytyksellä, saadaan levyyn paremmat ominaisuudet tavanomaiseen valmistuspraktiikkaan nähden. Se edellyttää koko valssausprosessilta äärimmäisen suurta tarkkuutta, mikä on voitu saavuttaa uusimman mallin ja tietokoneteknologian avulla.

Tekn.lis. **Martti Pajun** väitöskirja "Studies on phosphorus segregation in austenite" tarkastettiin perjantaina 19. tammikuuta 1990 Teknillisen korkeakoulun materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella. Virallisina vastaväittäjinä toimivat tekn.tri. Hannu Matikainen ja tekn.tri. Peter Sandvik sekä valvojana professori Veikko Lindroos.

Työ koostuu viidestä julkaisusta, joissa kaikissa on kokeellisesti tutkittu fosforin suotautumista austeniitissa. Fosforin tasapainosuotautumista austeniitin raerajoille tutkittiin binäärisissä Fe-P, ternäärisissä Fe-P-X (X=Mn, C, B) sekä kvaternäärisissä laboratorioseoksissa. Näytteet lämpökäsiteltiin lämpötila-alueella 750°C...1200°C, sammutettiin veteen, ja aukimurrettujen raerajojen kemiallinen koostumus määritettiin Auger-elektronispektroskopian avulla.

Mittaustulokset sekä binäärisissä Fe-P-systeemeissä että eri seoksissa osoittavat fosforin suotautuvan tasapainossa austeniitin raerajoille, sekä aiheuttavan raerajojen haurastumisen. Fosforin lisäsuotautumista todettiin tapahtuvan myös näytteiden sammutuksen aikana. Fosforin tasapainosuotauminen austeniitissa voidaan kuvata Langmuir-McLeannin yhtälön avulla, käyttäen suotautumisen vapaan energian arvoa -47 kJ/mol.

Booriseostuksen havaittiin jo hyvin alhaisilla booripitoisuuksilla (<10 ppm) vähentävän fosforin suotautumista noin 50%:lla ja osittain estävän fosforin aiheuttaman raerajojen haurastumisen. Hiiliseostus vähentää myös hieman fosforin suotautumista. Sekä boorin että hiilen todettiin tasapainosuotautuvan austeniitin raerajoille. Fosforin ja boorin tai hiilen välinen suotautumistasapaino austeniitissa voidaan kuvata laajennetun Langmuir-McLeannin yhtälön avulla, olettaen ettei suotautuvien komponenttien välillä ole kemiallista vuorovaikutusta ja käyttäen suotautumisen vapaan energian arvoja -97 kJ/mol boorille ja -30 kJ/mol hiilelle.

Metallisten seosaineiden Cr, Mn, Ni ja V ei havaittu vaikuttavan fosforin tasapainosuotumiseen, vaikkakin mangaani näyttää lisäävän fosforin suotautumista sammutuksen aikana. Seosaineiden itsensä ei todettu rikastuvan austeniitin raerajoille.

Tekn.lis. **Eero Ristolaisen** väitöskirja "Surface and Interface Studies by Auger Electron Spectroscopy" tarkastettiin perjantai 20.10.1989 Teknillisen Korkeakoulun materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella. Virallisina vastaväittäjinä olivat tekn.tri Simo-Pekka Hannula, VTT, ja vs. apul.professori Erkki Minni, Turun yliopisto, sekä valvojana professori Veikko Lindroos.

Surface science, especially surface chemistry, has acquired increasing importance in recent years. Surface-related effects, such as corrosion wear, adhesion, diffusion, and contamination can be better understood when surface composition is known.

Scanning Auger Microscopy (SAM) is ideally suited for probing surface microstructure, since the electron beam can be focused on a discrete point while elemental composition data is acquired. Further, scanning Auger microscopy may provide additional chemical state information. The chemical composition of thin films and thin interfacial layers is becoming increasingly important in the performance of solid state devices. Surface impurities and contamination can have drastic adverse effects on the properties of thin films. In the present work SAM and electron energy loss spectroscopy (EELS) were applied to an investigation of the surface and interface chemistry of several types of commercially important thin films.

The surface characterization of alkaline earth sulfide thin films grown by ALE, as well as the surface and interface characterization of hot dip galvanized sheet steel, and TiN and ZrN thin films have been studied in the present work. The properties of common construction materials can be enhanced considerably by using a quality surface material to improve such properties as wear and corrosion resistance, diffusion barriers, and electrical conductivity. The overstoichiometric ZrN_x films exhibit superconducting and insulating properties, making them potential materials of Josephson junction devices.

Alkaline earth sulfide (BaS, CaS and SrS) thin films grown by atomic-layer epitaxy were chemically pure, no detectable contamination was measured in the film. The absence of oxygen in the film interior indicates the compactness of the materials grown.

The intermetallic phase between the Zn - 5.0% Al alloy coating and the steel substrate was discontinuous and this layer was not observed to nucleate large cracks. The aluminum content was shown to play an important role in inhibiting the formation of the intermetallic phases. For this reason the Zn - 5% Al eutectic — type coating has the better ductility and adhesion compared with the conventional hot dip galvanized coating.

The surface layer of the Zn/Al-alloy coating on steel was not completely covered by a thick homogeneous layer of Al_2O_3 , but was observed to contain probably $Zn_2Al_3O_7$ islands. The chemical nature of the surface has a large effect on the frictional and corrosion properties of galvanized sheet steel.

Tekn.lis. **Pekka Rouhaisen** väitöskirja "Geophysical Borehole Methods in Fracture Analysis of Crystalline Bedrock of Loviisa Site" tarkastettiin tiistaina 9.5.1989 Teknillisen korkeakoulun materiaali- ja kallioteknikan laitoksella. Virallisina vastaväittäjinä toimivat dosentti Olle Olsson (Uppsala Universitet) ja Ph.D. Cederick M.Griffiths (Institutet for Petroleumsteknologi og Anvendt Geofysikk, Trondheim) sekä valvojana apulaisprofessori Markku Peltoniemi.

The aim of this study is to develop interpretation methods for geophysical logs to determine fracture porosity and directional properties of water filled fracture space in crystalline bedrock. Visual and quantitative presentation methods are developed for the calculated fracture porosity.

Such single hole methods are analyzed which have high spatial resolution along the borehole. This enables determination of fracture properties separately. The analyzed methods are the dipmeter, sonic log, and bed resolution density log. The spatial resolution of the sonic log is improved by a convolution filter. A method which employs the peak values of the anomalies as a measure of fracture aperture is proposed. For visual presentation of the fracture porosity and directional properties of water filled fracture space, equal area projection is utilized. For statistical presentation of fracture porosity and directional properties of water filled fracture space, a fracture porosity tensor with probability correction is derived.

The material for the study is from the investigations of Loviisa nuclear power plant site in Finland. The results from the site reveal that fracture aperture is unevenly distributed. The fracture porosity tensor is strongly oriented to horizontal direction. Comparison with hydraulic tests indicated that the effective flow porosity or kinematic porosity is one or two orders of magnitude smaller than the total fracture porosity.

Tekn.lis. **Raimo Vuorion** väitöskirja "Blast Vibration Control" tarkastettiin perjantaina 27.4.1990 Teknillisen korkeakoulun materiaali- ja kallioteknikan laitoksella. Virallisina vastaväittäjinä olivat Dr.Ing. Tore By ja apulaisprofessori Markku Peltoniemi. Valvojana toimi professori Raimo Matikainen.

Pohjoismaissa on viime vuosikymmenien aikana kehitetty yhtenäinen käytäntö arvioitaessa räjäytysten aiheuttaman värinän vahinkovaikutusmahdollisuuksia.

Viime vuosina on keskusteltu kansainvälisten ja keskieuropalaisten standardien käytöstä vaurioarvioinnissa. Nämä standardit eivät sovi käytettäväksi Suomessa. Maissa, joissa ne on kehitetty ovat rakennustavat ja perustamisolosuhteet erilaisia kuin meillä. Standardiarvot ovat liian varovaisia ja ne nostaisivat tarpeettomasti louhintakustannuksia sekä keskeyttäisivät eräiden käynnissä ja suunnitteilla olevien kalliorakennusprojektien toteuttamisen.

Koska vaurioarviointi perustuu käytännön kokemuksiin, on viranomaisen ja riitapauksissa tuomioistuinten vaikeaa ymmärtää sen oikeellisuutta. Väitöskirjassa esitetään vuosina 1971-1989 lähes miljoonasta mittaustuloksesta kerättyyn tilastolliseen tietoon perustuen raja-arvot räjäytystärinälle ja ohjeet värinävalvontaa varten. Tekijän omia tutkimustuloksia on täydennetty kansainvälisillä, kirjallisuudesta saaduilla tutkimustuloksilla.

Väitöskirjassa esitettyjä raja-arvoja ja valvontaohjeita noudattaen voidaan räjäytystyöt tehdä ilman vaurioita ja taloudellisesti.

Tekniikan lisensiaatit:

Arola, Raimo: "Tutkimus mikroseostettujen koneenrakennusterästen rakenteista ja ominaisuuksista".

Koneenrakennusterästen nuorrutus käsittely on mahdollista välttää käyttämällä mikroseostusta kuumataonnalla tai kontrolloidun valssauksen yhteydessä.

Tämän työn tavoitteina oli selvittää valssausparametrien vaikutus mikro-

rakenteeseen ja mekaanisiin ominaisuuksiin keskihiilisen tankoteräksen kontrolloidussa valssauksessa, mikroseostettujen muodostamien erkaumien käyttäytymisen tankovalu — kontrolloitu valssaus — kuumataonta -prosessin eri vaiheissa sekä kuumavalssauksista ja -taontaa edeltävien hehkutusten vaikutus erkauma- ja mikrorakenteisiin.

Kokeellinen tutkimus sisälsi teollisuusmittakaavaisia koevalssauksia, mekaaniset ainekoetuskokeet, mikrorakennetutkimuksen, erkaumajakaumien tarkastelun läpivalaisuelektronimikroskoopiolla sekä erkaumien analysoinnin STEM+EDS -laitteistolla.

Nb+V -mikroseostetulla keskihiiliselä teräksellä on varsin hyvät ominaisuudet sekä kuumataottuna että kontrolloidusti valssattuna. Odotus ennen viimeisiä valssauspistojä ja viimeiset pistot alle 850°C:ssä kaksinker- taisti tangon iskusitekeyden (KV). Tällöin austeniitti jää rekristalloitumatta loppupistojen jälkeen, ja ferriitti ja perliitti muodostuvat pienirakeisiksi.

Erkaumajakauma oli paikallisesti epätasainen kaikissa tutkituissa käsitteilytiloissa. Romusta tuleva 20ppm Ti ei karkeutunut suuriksi erkaumiksi valssauksen ja taonnan aikana, mutta saattoi olla syynä muiden mikroseostettujen heikkoon luokisuuteen.

Valssauksista tai taontaa edeltävän hehkutuslämpötilan lasku välillä 1200-1150°C ei lisännyt paljon liukenemattomien erkaumien määrää. Sen sijaan austeniitin raekoko pieneni ja iskusitekeys parani, mutta lujuus hieman las- ki.

Hämäläinen, Marko: "Epäorgaanisen kemian ja metallurgian termodynaaminen tietopankki".

Työssä on esitelty epäorgaanisen kemian ja metallurgian termodynaamisen tietopankki nimeltään IPM-DATA. IPM-DATA on funktio pohjainen tietopankki, jolla voidaan laskea epäorgaanisen kemian ja metallurgisen termodynamiikan monikomponenttisysteemien reaktiotasapainoja, tasapainopiirroksia ja simuloita käytännön ongelmalanteita. IPM-DATA järjestelmä perustuu SGTE — ryhmän suosituksiin ja siinä käytettävät ohjelmat on suurelta osin hankittu eurooppalaisena yhteistyönä laboratorioomme.

Työssä on aluksi kerrottu yleisistä termodynaamisista lainalaisuuksista sekä lueteltu tärkeimmät yleisesti käytettävät luosmallit. Gibbsin energiafunktion kuvaus tehdään kolmen termin avulla, jotka ovat: $^{R}H^{\circ}G$ eli puhtaiden aineiden Gibbsin energia, ^{IG}G eli ideaalisen sekoituksen Gibbsin energia ja ^{EX}G eli eksessi Gibbsin energia. Eksessi Gibbsin energian termi kuvaa reaaliuosten poikkeamaa ideaalisesta käyttäytymisestä ja se kuvataan yleisesti matemaattisilla polynomeilla, joista tavallisimmat ovat Legendre- ja Redlich-Kisterpolynomit.

Työn toisessa osassa on käsitelty IPM-DATA järjestelmän eri ohjelmia sekä niiden käyttöä että niihin liittyviä käyttöesimerkkejä. Käytössä olevat ohjelmat ovat: GIBBS, MET-DATA, LUKAS, SOLGASMIX, SAGE ja THERMO-CALC.

Lopuksi työssä on laskettu ternäärin Al-Cr-Ni tasapainopiirroksat lämpötila-alueella $T = 1300 - 1500$ K soveltaen uudenlaista kuvausta järjestyneen ja järjestymättömän FCC- faasin rakenteelle käyttäen apuna THERMO-CALC ohjelmistoa.

Järvinen, Olli: "Keraamisten kuitujen valmistukseen vaikuttavat tekijät".

Koistinen, Esko: "Maatemaattiset menetelmät Vihannin sinkki-kupari-malmivyohtykeen malmipotentialin arvioinnissa".

Geologisen tutkimuslaitoksen malmitedostotyön puitteissa analysoitiin Vihannin malmivyohtykeen ja Etelä-Suomen vastaavatyypisten Zn-Cu-malmiesiintymien ominaisuuksia erilaisiin monimuuttujamenetelmin. Tarkoituksena oli selvittää esiintymäympäristöjen magneettikentän (10×10 km²), Bougueranomaliakentän (20×20 km²) ja geologian malmeja kontrolloivia tekijöitä. Vihannin malmivyohtyke jaettiin systemaattisesti mainittunkokoisiin osa-alueisiin, 98 tutkimusruutuun, uusien malmiesiintymien löytymisen kannalta otollisimpien osa-alueiden selvittämiseksi.

Numeerisiin tietoihin sovellettiin erikseen faktori-, ryhmittely-, erottelu- ja samanlaisuusanalyysijä. Faktoriaanalyysillä selvitettiin vyohtykeen tutkimusruutujen numeerisen havaintoaineiston riippuvuudet ja esitettiin riippumattomien faktoreiden faktoripistekartat. Toivottiin, että tulos voisi selittää vyohtykeen ominaisuuksia jollain alkuperäistä aineistoa selkeämmällä tavalla. Ryhmittelyanalyysijä soveltamalla kehitettiin, olisivatko tutkimusruudut ryhmiteltävissä joidenkin muuttujien tai niiden pääkomponenttien avulla malmiesiintymiä sisältäviin ja malmiesiintymiä sisältämättömiin ryhmiin. Erotteluanalyysin malliluokkien saamiseksi ryhmiteltiin Suomen tunnettuja malmiesiintymiä ja luokiteltiin sen jälkeen tutkimusruudut näin saatujen malliluokkien perusteella erotteluanalyysijä soveltaen. Numeeristen muuttujien samanlaisuusanalyysillä laskettiin tutkimusruutujen ja esiintymämallien välisiä samanlaisuusarvoja käyttäen euklidista etäisyyttä ja kosini theta -kerrointa samanlaisuusmittana. Käytettyjen menetelmien suurehkoista eroavuudesta ja kunkin menetelmän itsenäisestä sovellustavasta huolimatta kolme ruutua (300 km²) tulkittiin tärkeiksi jokaisella neljällä numeerisella menetelmällä, yhteensä kuudella eri analyysillä, sekä 37 ruutua (3700 km²) vähintään neljällä eri analyysillä. Binaarimuuttujien perusteella ryhmiteltiin esiintymät ryhmittelyanalyysijä käyttäen homogeenisiin ryhmiin, selvitettiin ryhmien tyypilliset ominaisuudet vertailevalla karakteristiiikka-analyysillä ja lopulta samanlaisuusanalyysijä soveltaen etsittiin malmiesiintymäryhmien ominaisuuksia eniten muistuttavat kohdealueen osa-alueet. Magnettisia,

Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaförening ry:n tutkimuslsteet, kirjat ja julkaisut

Tutkimuslsteet: sarja A

A 9	"Rikastamoiden jätelueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,—
A 10	"Kuulurakenteet"	20,—
A 20	"Rikastamoiden instrumentointi"	20,—
A 22	"Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—
A 24	"Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus"	20,—
A 25	"Geofysikaaliset kenttätyöt I — Painovoimamittaukset"	20,—
A 27	"Kallion rakeenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhitavuuteen"	45,—
A 32	"Seulonta"	40,—
A 34	"Geologisten joukonäytteiden analysointi"	50,—
A 36b	"Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39	"ATK-menetelmien käyttö kalliooperäkartoituksissa"	25,—
A 42	"Kaivosten työympäristö"	50,—
A 47	"Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—
A 50	"Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—
A 52	"Suunnattu kairaus"	50,—
A 53	"Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—
A 54	"Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—
A 55	"Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa"	50,—
A 56	"Pölyntorjunta kaivoksissa"	50,—
A 57	"Palontorjunta kaivoksissa"	50,—
A 58	"Paikan ja suunnan määrittäminen geofysikaalisissa tutkimuksissa"	50,—
A 59	"Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,—
A 60	"Holvautuminen purkumenetelmät"	50,—
A 61/I	"Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus"	50,—
A 62	"Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiyhdisteistä"	30,—
A 63	"Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 64	"Suomessa tehdyt kallion jännitystilamittaukset"	50,—
A 65	"Kiintoaineen ja veden erotus"	50,—
A 66	"Pohjavesikysymys kallioiliosissa"	50,—
A 67	"Crosshole seismic investigation"	70,—
A 68	"Automation of a drying process"	70,—
A 69	"Rakeisen materiaalin jatkuvatoiminen kosteuden mittaus"	50,—
A 70	"Happamien ja intermediaaristen magmakivien kivilajimäärittäminen pääalkuainekoostumuksen perusteella"	50,—
A 71	"Kallion tarkkailumittaukset"	50,—
A 72	"Elementtimenetelmien käyttö kaivostilojen lujuuslaskennassa"	50,—
A 73	"Crosshole seismic method"	50,—
A 74	"Pölynerotus ja ilmansuojelu"	70,—
A 75	"Heikkousvyöhykkeiden geofysikaaliset tutkimusmenetelmät"	90,—
A 76	"Teollisuusmineraaliesiintymien raaku- ja malmityyppikartoitus geofysikaalisten menetelmien avulla"	50,—
A 77	"Kaivosten jätevedet, kiinteät jätteet ja ympäristönsuojelu"	50,—
A 78	"Suomen kaivokset ja ympäristönsuojelu"	50,—
A 79	"Kaivosten kiinteiden jätteiden ja jätevesien käsittely — Ohjeita ja suosituksia"	50,—
A 80	"Hienojen raeluokkien rikastus"	100,—
A 81	"Measurement of Rock Stress in Deep Boreholes"	70,—
A 82	"Avolouhosseinämien puhdistus"	50,—
A 83	"Economical Blasting in Open Pits"	50,—
A 84	"Näytteenotto ja havainnointi kaivosteknisten kallio-ominaisuuksien selvityksessä"	50,—
A 85	"Mineralisaatioiden luokittelu taajuusalueen spektri-IP-mittauksia käyttämällä"	100,—
A 86	"Kalliokaivojen paikantaminen"	30,—
A 87	"Syvässätkäiset malminetsintämenetelmät"	100,—
A 88	"Suomen nikkelimalmien petrofysikaaliset ominaisuudet."	150,—
A 89/I	"Näytteenotto jauheista"	70,—
A 89/II	"Näytteenotto jauheista"	70,—

Koulutus- ja seminaarimonisteeet, kallioomekaniikan päivien esitelmämonisteeet sekä muut julkaisut: sarja B

hintaa	B	"Kallioomekaniikan päivät 1967-78, 1983-84"	50,—
	B 12	"Kallioomekaniikan sanasto"	10,—
	B 14	"Kaivossanasto"	8,—
	B 16	INSKO 106-73 "Terästen lämpökäsittelyn erikoiskysymyksiä"	45,—
	B 17	INSKO 49-74 "Skänkmetallurgi-Senkkametallurgin"	45,—
	B 18	INSKO 90-74 "Investoinnit ja käyttölaskenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa"	45,—
	B 19	INSKO 45-75 "Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa"	45,—
	B 23	"Laatukalan-Perämeren malmivyyöhyke"	40,—
	B 25	"Raakkulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivostoiminnassa"	50,—
	B 27	"Uraaniraaka-ainesymposiumi"	50,—
	B 29	"Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja"	90,—
	B 30	"Teollisuusmineraalisesiminaari"	50,—
	B 32	"Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämisesiminaari"	50,—
	B 37	"Kaivoskohteiden urakkasopimusjärjestelmä"	50,—
	B 38	"Tuotantominaeralogian seminaari 16.1.1986"	60,—
	B 39	"Maanalaisen louhintatyömaan sähköistys ja automaatio"	100,—
	B 40	"Vuorimiesyhdistyksen tutkimuslsteen kirjoitusohjeet"	—
	B 41	"Mineraalitekniikan tutkimuksen valtakunnallinen kehittämishjelma 1988"	50,—
	B 42	"Malminetsinnän tehtävä ja tarkoituksenmukainen organisointi Suomessa yhteiskunnan ja vuoriteollisuuden kannalta"	30,—
	B 43	"Mineraalisten raaka-aineiden tarve ja saatavuus Suomessa"	50,—
	B 44	"Kalliotekniikan tutkimus- ja kehityshjelma"	50,—
	B 45	"Kairaus -89 koulutuspäivät"	100,—
	B 46	"Kallioomekaniikan päivä 89"	80,—

VMY:n solmio { sininen, 100% silkki 70,—
viinipunainen, —" 70,—

"PETSAMON NIKKELI — Taistelu metallista" 95,—
toimittajat Eugen Autere ja Jaakko Liede
ISBN 951-95999-7-5

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen lehti
vuosikerta Suomessa 90,—
vuosikerta ulkomaille 120,—
Eero Mäkinen-mitali 200,—

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

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta kirjallisesti osoitteella:

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

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

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

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

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

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

- Oy ATLAS COPCO Ab
- DALSBROK Oy Ab
- Oy FORCIT Ab
- Oy GRÖNBLOM Ab, Secoroc-osasto
- HANGON KIRJAPAINO Oy
- KEMIRA Oy, Vihtavuoren tehtaas
- KOMETA Oy
- LAROX Oy
- Oy LOHJA Ab, Sementtitehdas
- MACHINERY Oy, Louhinta ja maansiirto
- OUTOKUMPU COPPER Oy
- OUTOKUMPU MINING Oy
- OVAKO Oy Ab
- RAUTARUUKKI Oy
- Insinööritoimisto SAANIO & RIEKKOLA
- SANDOZ OY
- SUOMEN MALMI Oy
- Oy TAMPELLA Ab, TAMROCK
- Oy TRELLEX Ab
- VOLVO AUTO Oy Ab, Koneosasto

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

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

Käsi kirjoitukset on kirjoitettava koneella yhdelle puolelle arkkia 2-välillä. On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan. Artikkelien **suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuuvitteleineen** on 5 painosivua. Toimituksen mielestä lyhennettäviksi mahdolliset käsi kirjoitukset palautetaan kirjoittajille korjausta varten. 3 konekirjoitusarkkia = noin 1 sivu.

Pääotsikot ja alaotsikot erotetaan toisistaan selkeästi.

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

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

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

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

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

Palauttakaa **aina** käsi kirjoitus yhdessä korjatun oikovedoksen kanssa takaisin toimitukseen.

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

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

gravimetrisia ja geologisia tietoja käsiteltiin kutakin erikseen. Samanlaisuusanalyysien tulosten perusteella hahmoteltiin Vihannin malmivyoehyksen todennäköisin raja. Numeeristen ja binaaristen menetelmien tulkinnot malmivyoehyksen otollisimpien osalueiden sijainnista todettiin melko yhdenmukaisiksi.

Vihannin Zn-Cu-malmivyoehyksen malmipotentialia tutkittaessa pyrittiin soveltamaan useita erilaisia matemaattisia monimuuttujamenetelmiä niiden käyttömahdollisuuksien arvioimiseksi. Myös uusia menetelmiä pyrittiin kehittämään. Muuttujina käytettiin vain suoraan malmitiedostosta saatavia muuttujia. Tämän lisensiaatintyön tarkoitus on kuvata tutkimuksiin käytettyjen menetelmien soveltamistapaa.

Lahtinen, Markku: "Teräksen sulkeumakoostumuksen määrittäminen termodynaamisella laskentamallilla".

Kiinteät sulkeumat voivat teräksen jatkuvavalussa tukkia valutiilen. Tässä työssä on termodynaamisilla tarkasteluilla laskettu sulien sulkeumien edellytykset hyvin lastuttaville teräksille.

Kalsiumkäsitelyllä on mahdollista modifioida kiinteät aloksisulkeumat suliksi kalsiumalumiinaateiksi lämpötilassa 1600°C. Kiinteä kalsiumsulfidi muodostuu, jos rikkipitoisuus on korkea.

Systeemin Gibbsin kokonaisenergian minimointiin käytettiin SOLGAS-MIX-ohjelmaa. Teräksen liuenneiden alkuaineiden aktiivisuudet laskettiin modifioidulla Wagnerin formalismilla. Kuonan aktiivisuudet saatiin Kapoor-Frohbergin kuonamallilla.

Laskujen mukaan vain pieni määrä kalsiumia riittää muodostamaan sulia kalsiumalumiinaatteja. Sulkeumien modifiointi lakkaa, jos kalsiumsulfidilyllästy saavutetaan. Mitä enemmän rikkiä tai alumiinia on liuennut teräseen, sitä pienempi on sulien sulkeumien esiintymisalue. Lämpötilan laskiessa Al_2O_3 :n osuus oksidisesta sulkeumasta kasvaa ja CaS:n muodostuminen kiihtyy.

Vuorauksesta liuenut magnesium vaikeuttaa sulien sulkeumien syntyä, koska $MgO \cdot Al_2O_3$ -spinelili muodostuu helposti. Lämpötilan laskiessa magnesiumin vahingollinen vaikutus tulee selvästi esille.

Tasapainolaskujen tulokset vastasivat hyvin teräsnäytteistä mikroanalyysaattorilla analysoituja sulkeumakoostumuksia, kun oksidien modifiointi kalsiumkäsitelyllä tehdään matalalla rikkipitoisuudella teräksessä. Korkea rikkipitoisuus teräksessä johtaa kalsiumsulfidin erkautumiseen ja oksidisulkeumien vähäisempään modifioitumisasteeseen.

Niemi, Jouni: "Päällystekiviaineksen tuotanto kalliosta".

Tie- ja vesirakennuslaitoksen käyttämästä kivimateriaalista kalliomurskeiden osuus oli 44% vuonna 1988. Osuus on kasvanut viime vuosina jatkuvasti. Kallioalueiden inventointitutkimukset ovat yleensä puutteellisia. Tuotantosuunnitelmat joudutaan tekemään riittämättömän aineiston perusteella. Kallioalueen inventointiin tulisi aina kuulua riittävästi porakone- ja näytekairauksia. Etenkin korkeissa ottopaikoissa ja peitteisillä alueilla näytekairaus on välttämätön. Kairausnäytteistä määritettävät lujuusominaisuudet voidaan hyödyntää esiintymän kiviaineksen arvioinnissa.

Kiviainestutkimuksiin tulisi kuulua myös tuotantoa palvelevia määrittäviä, kuten murskauksen energiantarpeen ja kulutusosien kestävyysarviointia.

Esitutkimusnäytteen laboratoriomurskauksella on ratkaiseva merkitys kiviaineksen parannettuun haurausarvo- ja muotoarvotuloksiin. Näyte on murskattava kahteen kertaan ja toisella kerralla pitäen kiitä mahdollisimman täynnä, koska tutkimuksessa on pyrittävä parhaaseen mahdolliseen tuotteen muoto- ja haurausarvohdistelmään. Parannettu haurausarvo on voimakkaasti riippuvainen tuotteen muotoarvoista. Kenttäkurskaamolta otettuja näytteitä on verrattava esitutkimusnäytteestä saatuihin arvoihin. Näin voidaan arvioida murskauslaitoksen tehokkuus. Laboratoriomurskausta voidaan hyödyntää myös arvioidessa eri kivilajien murskautuvuutta lajitteisiin.

Varovaisella louhintatavalla on mahdollista parantaa murskeen laatua. Neljässä tapauksessa viidestä lajitteen 8-12 mm haurausarvo parani, kahdessa tapauksessa parannusta voidaan pitää merkittävänä. Murskaukskertojen vaikutuksesta tutkitun lajitteen 8-12 mm laatu paranee kiven rikkoutuessa räjäytyksessä syntyneitä heikkousvyöhykkeitä pitkin. Varovainen louhinta heikentää kiveä vähemmän.

Niva, Markku: "Kiven sähköinen särkeminen".

Tutkimustyössä on selvitetty kiven sähköisen särkemisen teoriaa ja ulkoilla tehtyjä tutkimuksia. Työn tavoitteena on etsiä vaihtoehtomenetelmä räjähteelliselle louhinnalle asutuskeskuksissa, rikutukseen ja murskaukseen. Lisäksi työn kirjallisuusosassa on esitelty sähköiseen särkemiseen käytettyjä laitteistoja.

Työn kokeellisessa osassa koestettiin Kurun harmaata graniittia korkeajännitesähköpurkauksella. Kirjallisuuslähteissä menetelmä on havaittu nopeaksi ja tehokkaaksi. Koekuutio oli kokonaistilavuudeltaan 15,6 dm³. Purkauselektrodit oli asennettu kuution vastakkaisille sivuille porattuihin reikiin. Koelaitteistona olivat ABB Strömberg Oy:n 400 kV ja 3,2 MV syöksyjännitegeneraattorit.

Sähköpurkaus lävisti kiven, kun se oli täysin peitetty ionivaihdetulla ve-

dellä. Jännitteen huippuarvo oli 542 kV 97 mm elektrodivälillä nousujan ollessa 0,8 µs. Purkaus ei särkenyt koekuutiota, mutta purkauksenaivan irtokairatusta näytteestä havaittiin sen aiheuttaneen ympäristöön säteittäistä rakoilua. Tällainen rakoilu ei ole tyyppillistä graniitille. Raot olivat pääosin tiiviitä, mikä johtui osittain mineraalien sulamisesta ja uudelleen jäähmetymisestä.

Suoritetut tutkimukset osoittivat, että koelaitteistolla ei voida johtaa kiveen riittävän suurta sähköenergiaa, jotta graniitti rikkoutuisi. Laboratoriokeikoissa käytetty graniitti oli poikkeuksellisen ehjä kivilaji, jollaista harvoin esiintyy luonnossa. Kivilajivalinnalla pyrittiin standardisoimaan koetulokset. Sähköinen rikkoutumismekanismi on kivilajista riippumaton. Tutkittua menetelmää on kehitettävä eteenpäin, ennen kuin se voidaan soveltaa käytäntöön. Työn lopussa esitetään ehdotus jatkotutkimukseksi, jossa tavoitteena on selvittää sähkö- ja iskupulssin yhteisvaikutus. Sovellusmahdollisuuksia voivat olla esimerkiksi louhinta asutuskeskuksissa, kiven rikutus ja murskaus.

Okko, Olli: "Matalaseismiset menetelmät rakennusgeofysiikassa".

Uusimmilla kannettavilla digitaalisilla seismografeilla tehdyissä sekä taittumis- että heijastusluotauksissa tallennettiin koko aaltomuoto. Perinteisessä taittumisloutauksessa analysoitiin nopeimman P-aallon kulkuajan lisäksi myös P-aallon voimakkuus, mikä varmensi kalliolaadun tulkintaa. Kaupunkialueilla tehtäviä tutkimuksia varten kehitettiin uusia aaltolähteitä. Maaperähaulin avulla selvitetiin 15-20 m paksun maakerroksen alla olevan kallion syvyys ja laatu.

Yksittäisissä digitaalisissa taittumisloutausrekisteröinneissä havaittiin myös kalliopinnasta heijastuneita aaltoja, joiden perusteella taittumisloutauksen tulkinta voitiin tarkentaa. Nämä aallot erottuivat vain silloin, kun tutkimusalueella, jossa pohjaveden pinta oli lähellä maanpintaa, pystyttiin rekisteröimään korkeataajuisia, yli 200 Hz:n aaltoja.

Kallion pinnalta tehdyissä heijastusluotauksissa rekisteröitiin kallioon louhituista tunneleista ja luolista sekä kalliion rakovyöhykkeistä heijastuneet korkeataajuiset aallot. Lähellä kallion pintaa olevien onkaloiden olemassaolo pystyttiin toteamaan niistä sironneiden aaltojen perusteella. Sen sijaan rakovyöhykkeistä heijastuneet aallot olivat parhaiten analysoitavissa heijastajan ollessa yli 50 metrin syvyydessä.

Pukkila, Jukka: "Louhintalaatu".

Tutkimuksessa on selvitetty uusinta mittaus- ja tulostustekniikkaa käyttäen tunnelilouhinnan laatua Suomessa. Työssä on käsitelty louhintalaatun vaikutusta tekijöitä, kuten kalliion laatua ja poraus- ja räjäytystekniikkaa. Erityisesti on vertailtu tietokoneohjatun ja käsinohjatun porauksen vaikutusta saavutettuun louhintalaatuun. Työn perustana ovat Suomessa viidellä louhintayömaalla tehdyt mittaukset ja kokeet sekä niihin perustuvat laskelmat ja kirjallisuus tutkimukset.

Poraustarkkuudella on suurin vaikutus saavutettuun louhintalaatuun silloin, kun räjäytys tehdään tarkkuuslouhinnan ohjearvoilla kiinteässä, vähäraoisessa kalliosta. Tutkimuksessa on selvitetty, että porauksen ohjauksen automatisoinnilla saavutetaan parempi louhintalaatu kuin käsinohjatulla porauksella. Tietokoneohjatun porauksen tarkkuudella voidaan säästää merkittävästi lujituskustannuksissa, lastaus- ja kuljetuskustannuksissa sekä ali-louhintakustannuksissa.

Työssä on kehitetty mittausaineiston perustuva normaali-jakamaan pohjaava louhintatoleranssien tarkastelumalli. Tämän avulla voidaan määrittellä ohjeelliset louhintatoleranssit käsinohjatulla ja tietokoneohjatulla porauksella tehdyille tunnelilouhinnalle. Mallia voidaan myös hyödyntää kustannusten arvioinnissa silloin, kun louhintatoleranssit ovat määritetyt. Lisäksi on esitetty käytettyyn mittaustekniikkaan perustuva tietokoneohjattu porausta valvoa menetelmä sekä menetelmä, jolla edistetään ruiskubetonoinnin automatisoinnin kehitystyötä.

Rytönen, Tuija: "Epäpuhtauksien käyttäytyminen liijyn suoravalmistamisprosessissa".

Työssä selvitetiin liijyräjäytysten mukanaan tuomien epäpuhtauksien käyttäytymistä liijyn suoravalmistamisprosessissa. Työ on kooste neljästä vuosina 1983-1987 alan kansainvälisissä lehdissä julkaistusta artikkelista, joiden toteuttamiseen tekijä on osallistunut.

Teoreettisessa osassa esiteltiin tärkeimmät liijyn suoravalmistamismenetelmät, jotka ovat joko käytössä tai joille on suunniteltu teollisuusmittakaavan prosesseja. Liijyn suoravalmistuksen termodynaamikkaa käsiteltiin yllä mainittujen julkaisujen valossa ja esiteltiin liijyn suoravalmistuksen kuonasysteemit, so. rautasilikaatti- ja kalsiumferriittikuona sekä niiden tärkeimmät termodynaamiset ominaisuudet.

Kokeellisessa osassa mitattiin sulien liijy — kuona systeemin tasapainohappiaktiivisuudet EMF-menetelmällä. Epäpuhtauksien (Cu, Sn, As, Sb, Bi, Zn ja Ag) käyttäytymistä tutkittiin kahdessa kuonasysteemissä. Mittaukset rautasilikaattikuonilla tehtiin sekä Ar- (4 koostumusta) että SO₂-atmosfäärissä (3 koostumusta). Kalsiumferriittikuonakoostumuksia oli kolme Ar-atmosfäärissä. Kullekin koostumukselle suoritettiin kolme rinnakkaisajoa lämpötilassa 1200 °C. Epäpuhtauksien jakautuminen liijyn ja kuonan välillä laskettiin kemiallisten analyysien perusteella. Epäpuhtauksien hape-

tusasteet molemmissa kuonasysteemeissä määrätin jakaumakertoimista (% Me lyijyssä / % Me kuonassa), jotka lyijy – kalsiumferriitti systeemisä olivat noin kertaluokkaa pienemmät kuin lyijy – rautasilikaatti systeemisä. Lyijyn liukeneminen kalsiumferriittikuonaan oli noin kaksi kertaa pienempi kuin rautasilikaattikuonaan. Nämä havainnot osoittavat, että kalsiumferriittikuona olisi soveltuvampi lyijyn suoravalmistuspölyprosessiin, edellyttäen, että prosessoitavan rikasteen sinkki- ja silikapitoisuudet ovat mahdollisimman pieniä.

Julkaisuissa johdettujen parametrien ja alkuperäisten kokeellisten lähtöarvojen avulla laskettiin epäpuhtauskomponenttien aktiivisuuskertoimien happipotentiaaliriippuvuudet lämpötilassa 1200 °C.

Suominen, Risto: "Tutkimus kuparikiven liekkikonvertointikäytymisestä".

Tämän työn kirjallisuusosa koostuu kahdesta osasta. Ensimmäisessä osassa esitetään sekä konventionaalisen (Peirce-Smith-konvertointi) että uuden kuparikiven konvertointimenetelmän (Solid Matte Oxygen Converting) periaatteet ja oleelliset erot. Liekkikonvertointimenetelmää ei ole vielä toiminna teollisuusmittakaavassa. Pilotkokeita on tehty ja menetelmä on todettu toimivaksi.

Toisessa jaksossa luodaan katsaus muutamien ultrakeveiden alkuaineiden (C, N ja O) kvantitatiiviseen mikroanalyysointiin liittyviin oleellisiin seikkoihin. Aiheen laajuuden takia ei tässä yhteydessä tehdä syvällisiä tarkasteluja vaan annetaan jonkinlainen käsitys mikroanalyyysin käytöstä ja virhelähteistä em. alkuaineiden analysoinnin yhteydessä.

Kokeellisessa osassa on aiheena kuparikiven liekkikonvertoinnin kuiluvaiheen aikana tapahtuvien hapetusreaktioiden simuloiminen laboratorio-mittakaavaisella suspensioreaktorilla. Muuttujina olivat kuparikiven kuparipitoisuus, partikkelien koko, reaktiokaasun esikuumentuslämpötila ja happipitoisuus. Ensisijaisesti selvittettäviä seikkoja olivat partikkelien reagoimisen kannalta optimaalisen rakkoon löytäminen sekä olosuhteet, joissa hapettuminen olisi tehokkainta.

Koeajoissa reaktiokaasun esikuumentuslämpötilaa vaihdeltiin 500-1100°C ja reaktiokaasun (hapan ja typen seos) happipitoisuutta 3% O₂ - 75 % O₂ työssä. Materiaalina käytettiin kuparipitoisuudeltaan kolmea eri kuparikiveä, jotka oli fraktioitu kolmeen raeluokkaan (<37, 62-88 ja 125-177 µm). Rikki poistui kaikista materiaaleista käytännöllisesti, katsoen täysin (korkein kaasun esikuumentuslämpötila ja happipitoisuus). Partikkelien rakkoon voimakas pieneneminen eli pirstoutuminen oli voimakasta em. olosuhteissa.

Tavi, Markku: "Tutkimus nitridipinnoitteiden vaikutuksesta pinnoitetun materiaalin korroosioon".

Työssä tutkittiin metallinitridillä pinnoitettujen metallien korroosionkestävyyttä laimeassa rikkihappoliuoksessa. Tutkitut pinnoitteet oli valmistettu fysikaalisella kaasufaasipinnoitusmenetelmällä. Tutkimus keskittyi käytetyimpien ohutkalvojen, titaani- ja zirkoninitridin korroosionkestävyyteen. Perusmateriaaleina kokeissa oli ruostumaton teräs AISI 316L ja pikateräs Sandvik C45.

Työn kirjallisuusosassa on lyhyesti esitetty koemateriaalin valmistamisessa käytetty laitteisto sekä ohutkalvopinnoitteiden rakennetta ja rakenteeseen vaikuttavia seikkoja. Kirjallisuusosassa on lisäksi tarkasteltu nitridipinnoitteen korroosionkestävyyttä teoreettisin tarkasteluin sekä muiden tutkijoiden julkaisemien tulosten pohjalta. Teoreettisen tarkastelun pohjaksi on titaani- ja zirkoninitridille laadittu niiden stabiiliisuusdiagrammit vesiliuoksissa.

Työn kokeellisessa osassa on tutkittu erilaisten titaani- ja zirkonipinnoitteiden korroosionkestävyyttä 0.1 N rikkihappoliuoksessa. Tutkittujen pinnoitteiden rakennetta muutettiin vaihtelemalla pinnoitusparametreja. Osa pinnoitteista jälkikäsiteltiin joko hehkuttamalla tai passivoitukylyllä. Kokeellisessa osassa on myös vertailtu eri pinnoitteiden korroosionkestävyyden ja kulutuskestävyyden välistä riippuvuutta. Nitridipinnoitetun materiaalin korroosio alkaa pinnoitteesta olevan virheen kohdalta ja etenee siten perusmateriaalissa irrottaen samalla pinnoitteen sen päältä. Nitridipinnoitteet ovat aina huokoisia ja lähes aina hyvin sähköä johtavia. Pinnoitteen korroosionkestävyys onkin hyvin usein riippuvainen pinnoitteen huokoisuudesta. Mikäli pystytään valmistamaan tiivis pinnoite tai joillakin keinoin, pystytään huokoisuuden vaikutus poistamaan, esimerkiksi käyttämällä passivoituvaa välikerrosta saadaan myös pinnoitetun materiaalin korroosionkestävyyttä parannettua.

Diplomi-insinöörit:

Aalto, Pasi Petri: "Kahden isotermissä karkaistun runsashäilisen Si-teräksen mikrorakenne ja mekaaniset ominaisuudet".

Andersin, Erik: "Utvecklandet av en modell för förskningsprocessen".

Antola, Olli Taneli: "Energiankäyttö ja sen tehostaminen valokaariuuni-prosessissa".

Bergström, Ari Juhani: "Kalliorakennusten rakennuskustannukset".

El Hattab, Adel: "Katodisen suojauksen anodin virransyöttömateriaalin kehittäminen arktisiin oloihin".

Eskelinen, Pekka Veikko: "Untersuchungsrisskorrosionsverhaltens hochlegierter Stähle in chlorionenhaltigen, schwachsauren und wässrigen Elektrolyten".

Grahn, Tommy Verner: "Kaivosten kansainvälinen kustannuskilpailukyky".

Hammar, Jari Juhani: "Kairausnäytteiden rapautuminen".

Heikkonen, Heikki Sakari: "Rautaoksidien valmistus ferrosulfaateista".

Heinonen, Jyri-Petteri: "Panostuspraktiikan ja panoksen mineralogisen koostumuksen vaikutus masuunin energiankulutukseen".

Ihalainen, Heikki Kalevi: "Optisen kuidun aihion suurentaminen ulkopuolisella kasvatuksella".

Jaakkola, Jari Johannes: "Suomen kaivosten louhintamenetelmät".

Julkunen, Arto Juhani: "Sovelletun geofysiikan hyväksikäyttö kalliorakentamisen tutkimuksissa".

Karlemo, Ben Johan Waldemar: "Syntetisering av kiselnitrid i RF-plasma".

Kuula, Harri Juhani: "Olkiluodon VLJ-luolan jätehallin louhinnan aikainen kalliomekaaninen käyttäytyminen".

Laakso, Pia Katriina: "Metallimatriisikomposiitin sintrautuvuustutkimus".

Larkiola, Jari Esa Kalevi: "Välsilangan kontrolloitu jäähditys infraäänin avulla".

Lindroth, Heidi Elisabeth: "Valmistusparametrien vaikutus UO₂-pellettien ominaisuuksiin".

Närvä, Eeva Maria: "Tutkimus jauhemetallurgisesti valmistettujen Cu-Al-Ni-seosten muistiominaisuuksista".

Pajunen, Markku Olavi: "Ti-Si-O-systeemin termodynaaminen kuvaus ja titaanisilidien kinetiikka".

Partinen, Jarkko Kalevi: "Kontrolloitu valssaus ja sen mallintaminen".

Pohjanne, Pekka Kalevi: "Syvänmeren olosuhteiden vaikutus rakennemateriaalien korroosionkestävyyteen".

Pystynen, Veli Esko: "Hydraulisen täyttöjärjestelmän kehittäminen".

Sundström, Salla Eliisa: "Sinkkioksidin aktiivisuus CaO-FeO-SiO₂-kuonissa".

Toivanen, Risto-Matti Petteri: "Maanalaisen lastauksen tehokkuuteen vaikuttavat tekijät".

Vaitinen, Martti Juhani: "Pintakäsittelyjen vaikutus sirkoniseosten edelleenhapettumiseen ydinvoimaloiden käyttöolosuhteissa".

Vanhatalo, Leena Katriina: "Kaupunkiliikennetunneleiden ilmanvaihto normaali- ja poikkeusolosuhteissa".

Volotinen, Heikki Juhani: "Plasmapinnoituksessa käytettävien jauheiden ominaisuudet ja valmistus".

Vuorinen, Timo Tapio: "Vedyn permeaation mittaaminen hiiliteräksistä".

TURUN YLIOPISTO

Maaperägeologian osasto

Filosofian kandidaatit:

Britschgi, Ritva: "Tutkimus peltolanoinituksen vaikutuksesta pohjaveden kemialliseen koostumukseen ja laatuun Rengon maanviljelysaluella."

Leino, Hilka: "Geotermalvatten på SW Island."

Paatonen, Erkki: "Tien sitomattomissa rakennekerroksissa käytettävän kalliomurskeen kantavuus- ja kokoonpuristuvuusominaisuuksista TVL:n Vaasan piirin alueella."

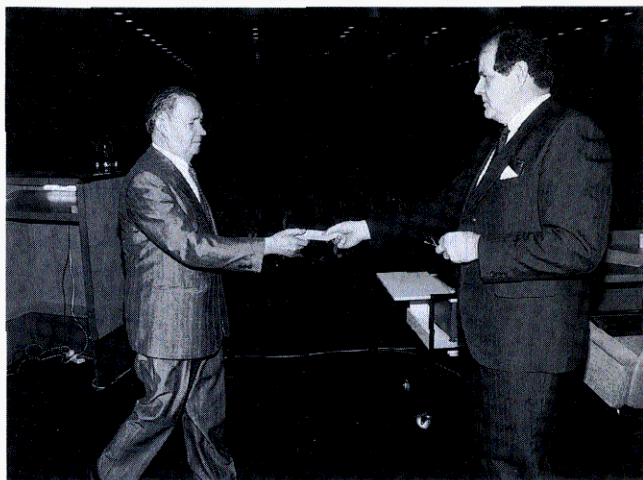
Ryhänen, Hannu: "Jäätymisen ja sulamisen aiheuttamat muutokset saven rakenteessa."

PETTER FORSSTRÖM PRIS – PETTER FORSSTRÖMIN PALKINTO EUGEN AUTEREELLE

Vuorimiesyhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä 16.3.1990 jaettiin Oy LOHJA Ab:n lahjoittama 5.000,- suuruinen palkinto tunnustuksena VUORITEOLLISUUS-lehden numeroissa 1 - 2/1989 julkaistuista artikkeleista koskien Petsamon nikkelintuotantoa.

VUORITEOLLISUUS-lehden toimitusneuvoston ja toimituksen esittämän ehdotuksen perusteella oli yhdistyksen hallitus päättänyt myöntää palkinnon tekn.lis. Eugen Autereelle.

Yhdistyksen jäsenelle tekn.lis. Eugen Autereelle tämä palkinto myönnettiin hänen ansiostaan Vuorimiesyhdistyksen kustantaman kirjan "PETSAMON NIKKELI – TAISTELU STRATEGISEN METALLISTA" usean vuoden mittaisesta kokoamis- ja toimintustyöstä ja eräänä pääasiallisista kirjoittajista, sekä tähän liittyvistä artikkeleistaan VUORITEOLLISUUS-lehden numeroissa 1 - 2/1989.



Tekn.lis. Eugen Autere vastaanottaa hänelle myönnetyn Petter Forsström-palkinnon yhdistyksemme puheenjohtajalta Pertti Voutilaiselta.

Suomalainen kivi

"Suomalainen kivi" oli teemana Oulussa 26.-27.4.1990 pidetyillä rakennuskivipäivillä, johon osanottajia oli kokoontunut 120 henkilöä. Tilaisuuden oli järjestänyt VMY:n Geologijaosto ja se oli suunnattu niin rakennuskiven tuottajille, suunnittelijoille kuin tutkijoillekin. Rakennuskivipäivien kokonaisjärjestelystä vastasi jaoston puheenjohtaja Elias Ekdahl. Kiven käyttöä valotettiin esitelmien, joiden aiheiden monipuolisuus osoittaa päivien ohjelman tasoa.

- Maaherra Ahti Pekkala: Tilaisuuden avaus.
- Pääjohtaja Pertti Voutilainen, Outokumpu Oy:
"Suomalainen kiviteollisuus tänään ja tulevaisuudessa".
- Ylijohtaja L.K. Kauranne, Geologian tutkimuskeskus:
"GTK:n rooli rakennuskivitutkimuksissa".
- Puheenjohtaja Antti Elomaa, Kiviteollisuusliitto ry:
"Kotimaisen kiven käyttö ja Kiviteollisuusliiton rooli alan kehittäjänä".
- Yliarkkitehti Tuomo Hahl, Rakennushallitus:
"Luonnonkivi julkisessa rakentamisessa".
- Valtiongeologi Yrjö Pekkala, Geologian tutkimuskeskus:
"Geologia ja rakennuskiviteollisuuden kehittäminen".
- Aluevientipäällikkö Paula Jaaranto, SKT-Granit Oy:
"Rakennuskiviteollisuus Skandinavisesta näkökulmasta".
- Arkkitehti Kai Warttiainen:
"Materiaalikollaasi".
- Geologi Marjatta Virkkunen, Geologian tutkimuskeskus:
"Suomen kallioperä rakennuskivien raaka-ainelähteenä".
- Toimitusjohtaja Gustav Mickos, Oy Scandia Granite Ab:
"Graniitti, aliarvostettu rakennusmateriaali".
- Professori Jouni Koiso-Kanttila, Oulun Yliopisto:
"Kiven käytön mahdollisuudet arkkitehtuurissa".
- Kehityspäällikkö Jaakko Perttula, Saxo Oy:
"Suomalainen kivi sisustusmateriaalina".
- Erikoistutkija Pekka Mesimäki, VTT:
"Mitä ominaisuuksia rakennuskiveltä vaaditaan? Saasteiden vaikutukset kiveen".
- Arkkitehti Kaarlo Leppänen:
"Ajatuksia luonnonkivestä arkkitehtuurissa".



Maaherra ja rouva Ahti Pekkala rakennuskivinäyttelyn avajaisissa Oulussa 26.4.1990 Elias Ekdahlin seurassa.

- Aluejohtaja Faruk Samaletdin, Kera:
"Julkiset rahoitusmahdollisuudet rakennuskivi-tutkimuksissa ja yritystoiminnassa".
- Toimitusjohtaja Reijo Vauhkonen, Suomen Vuolukivi Oy:
"Vuolukivi ja muut pehmeät kivilaidut rakennusmateriaaleina sekä niihin liittyvät tulevaisuuden näkymät".
- Arkkitehti Juhani Pallasmaa:
"Luonnonkivi rakennustaiteessa".
- Geologi Kari Pääkkönen, Geologian tutkimuskeskus:
"GTK käytännön rakennuskivi-tutkimuksissa".

Rakennuskivipäivien ohjelmaan kuului esitelmien ja keskustelujen ohella myös Oulun yliopiston arkkitehtuurin osastolla järjestetty näyttely suomalaisista rakennuskivistä. Näyttely rakennettiin järjestetyn suunnittelukilpailun voittaneen ehdotuksen pohjalta. Kilpailu ja näyttely toteutettiin Suomen Kiviteollisuusliiton tuella ja näyttelyn komissaarina toimi arkkitehti Mikko Karjanoja.

Kuulijoiden keskuudessa herättivät suurta mielenkiintoa erityisesti arkkitehtien näkemykset kiven käytöstä rakentamisessa. Myös kokonaisuudessaan päivien antia pidettiin viritteellisenä ja uusia näkymiä herättävänä. Yleisiä olivat myös toivomukset vastaavien tilaisuuksien järjestämisestä vastakin.

Marjatta Virkkunen

Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1989
Ylitarkastaja Urpo J. Salo

Kaivos	Kunta	Tärkeimmät arvoaineet	Haltija	Yhteensä nostettu tn	Malmia tai hyötykiveä tn	Kaivostyöntekijöitä v. 1989			Kaivoksessa suoritettuja työntunteja	
						avolouhos	maan alla	yht.		
Malmikaivokset										
1. Kemi	Keminmaa	Cr	Outokumpu Oy	4 202 494	809 214	64	-	64	111 920	
2. Sattopora	Kittilä	Au	Outokumpu Oy	2 043 110	358 866	37	-	37	68 376	
3. Pyhäsalmi	Pyhäjärvi	Cu, Zn, S	Outokumpu Oy	1 250 089	987 419	2	104	106	180 824	
4. Vihanti	Vihanti	Zn, Cu, Pb	Outokumpu Oy	1 157 587	1 125 670	-	91	91	147 271	
5. Enonkoski	Enonkoski Savonlinna	Ni, Cu	Outokumpu Oy	1 072 383	736 276	4	53	57	97 026	
6. Hitura	Nivala	Ni, Cu	Outokumpu Oy	969 300	501 262	21	17	38	65 058	
7. Vammala	Vammala	Ni, Cu	Outokumpu Oy	608 482	522 990	-	65	65	112 460	
8. Ruostesuo ¹⁾	Kiuruvesi	Zn, Cu	Outokumpu Oy	452 670	182 062	16	-	16	27 540	
9. Keretti ¹⁾	Outokumpu	Cu, Zn, Co	Outokumpu Oy	149 596	136 843	-	36	36	36 198	
10. Laurinoja	Kolari	Cu, Au	Outokumpu Oy	113 037	25 211	-	-	-	-	
11. Telkkälä	Taipalsaari	Ni	Outokumpu Oy	104 720	19 219	-	15	15	23 904	
12. Hälvälä	Kerimäki	Ni	Outokumpu Oy	88 175	53 850	-	9	9	17 064	
13. Tainovaara ¹⁾	Lieksa	Ni	Outokumpu Oy	19 984	19 984	-	-	-	-	
14. Mullikoräme ²⁾	Pyhäjärvi	Zn, Cu, S	Outokumpu Oy	9 120	-	1	-	1	1 700	
Malmikaivokset 14 kpl				Yhteensä	12 240 747	5 478 866	145	390	535	889 341
Kalkkikaivokset										
1. Parainen	Parainen	Klk	Oy Partek Ab	1 597 828	1366 588	24	4	28	47 360	
2. Ihalainen	Lappeenranta	Klk, Wol	Oy Partek Ab	1 385 582	1 108 991	17	-	17	28 986	
3. Tyyri	Lohja	Klk	Oy Lohja Ab	815 845	815 845	-	49	49	79 321	
4. Mustio	Karjaa	Klk	Oy Lohja Ab	505 543	366 469	8	-	8	16 029	
5. Vampula	Vampula	Dol	Oy Partek Ab	419 540	252 962	7	-	7	11 610	
6. Ruokojärvi	Kerimäki	Klk, Dol	Ruskealan Marmori Oy	353 831	324 015	1	18	19	32 650	
7. Ryytimaa	Vimpeli	Dol	Oy Partek Ab	273 035	231 321	4	-	4	6 646	
8. Siikainen	Siikainen	Dol	Oy Partek Ab	254 951	233 311	7	-	7	12 600	
9. Sipoo	Sipoo	Klk, Dol	Oy Lohja Ab	192 183	192 183	-	15	15	23 300	
10. Kalkkimaa	Tornio	Dol, Kv	Saxo Oy	197 400	197 400	2	-	2	2 870	
11. Äkäjoensuu	Kolari	Klk	Oy Partek Ab	160 000	160 000	3	-	3	4 000	
12. Förby	Särkisalo	Klk	K. Forsström Oy	119 504	95 623	-	17	17	28 124	
13. Ankele	Virtasalmi	Dol	Saxo Oy	98 395	82 408	2	-	2	3 763	
14. Siivikkala	Vampula	Dol	Oy Partek Ab	25 454	14 040	-	-	-	-	
15. Juuka	Juuka	Dol	Juuan Dolomiittikalkki Oy	13 109	11 109	2	-	2	2 500	
16. Paltamo	Paltamo	Dol	Juuan Dolomiittikalkki Oy	11 633	11 133	2	-	2	2 450	
17. Louepalo	Tervola	Dol, marm.	Lapin Marmori Oy	652	543	2	-	2	-	
18. Sinermänpalo	Kittilä	Cr-marm.	Lapin Marmori Oy	426	328	-	-	-	538	
Kalkkikaivokset 18 kpl				Yhteensä	6 424 911	5 464 269	81	103	184	302 747
Mineraalikaivokset										
1. Siilinjärvi	Siilinjärvi	P, Klk	Kemira Oy	8 533 416	7 096 419	64	-	64	119 257	
2. Lahnaslampi	Sotkamo	Tlk, Ni	Finnminerals Oy	1 261 145	505 196	13	-	13	24 024	
3. Horsmanaho	Polvijärvi	Tlk, Ni	Finnminerals Oy	419 121	253 560	4	-	4	5 984	
4. Kinahmi	Nilsä	Kv	Oy Lohja Ab	279 887	265 620	4	-	4	7 500	
5. Lipasvaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Oy Partek Ab	299 706	148 212	6	-	6	11 559	
6. Tulkkivi	Juuka	Vuolukivi	Suomen Vuolukivi Oy	171 700	43 800	22	-	22	38 100	
7. Kemiö	Kemiö	Ms, Kv	Oy Lohja Ab	161 261	159 446	6	-	6	12 110	
8. Nunnanlahti	Juuka	Vuolukivi	Nunnanlahden Uuni Oy	127 535	28 691	14	-	14	26 240	
9. Repovaara	Polvijärvi	Tlk, Ni	Oy Partek Ab	66 947	42 081	2	-	2	3 263	
10. Haapaluoma	Peräseinäjoki	Ms	Oy Lohja Ab	22 700	22 700	1	-	1	-	
11. Mönkkölä	Savonranta	Vuolukivi	Top-Stone Oy	16 300	5 450	4	-	4	6 000	
12. Vartsila	Nilsä	Kv	Oy Lohja Ab	11 683	11 683	-	-	-	-	
Mineraalikaivokset 12 kpl				Yhteensä	11 301 401	8 582 858	140	-	140	254 037
Muut kaivokset: Vuorivillan ja Sementinvalmistuksen kiviaineista										
1. Usmi	Hyvinkää	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	58 320	58 000	-	-	-	2 640	
2. Näträmälä	Imatra	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	55 947	55 947	-	-	-	1 680	
3. Sompujärvi	Keminmaa	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	51 444	51 444	-	-	-	928	
4. Ybbernas	Parainen	Al, Fe, Mg	Oy Partek Ab	48 700	39 400	-	-	-	450	
5. Kuurnanpohja	Joutseno	Al, Fe	Oy Partek Ab	37 449	37 449	-	-	-	1 110	
6. Piilola	Kolari	Al	Oy Partek Ab	15 300	15 300	-	-	-	200	
7. Mustämäki	Lemi	Al, Fe	Oy Partek Ab	9 915	9 915	-	-	-	96	
Muut kaivokset 7 kpl				277 075	267 455	4	-	4	7 104	
Kaikki kaivokset 51 kpl				30 244 134	19 793 448	370	493	863	1 453 229	

1) toiminta päättyi

2) rakenteilla

Rikasteiden, metallien, mineraalien ja sementin tuotanto

	1987	1988	1989
Rikasteet tonnia			
Rikkirikaste	621 050	614 940	737 796
Kromirikaste, palarikaste ja valuhiekka	542 734	619 723	498 572
Rautarikasteita yhteensä	896 300	814 150	267 700
— Rautarikaste	648 000	555 550	-
— Pasutteen (Siilinjärvi ja Kokkola); ei käyttöä, varastoitu	249 300	258 600	267 700
Nikkelirikaste	104 416	128 762	130 552
Sinkkirikaste	107 878	124 306	112 787
Kuparikaste	85 568	86 378	56 746
Lyijyrikaste	5 128	4 863	4 868
Metallit ja metallurgisia tuotteita tonnia			
Raakateräs	2 669 409	2 798 000	2 921 281
Raakarauta	2 063 326	2 174 000	2 284 032
Jaloteräs (aihiot)	188 586	206 100	192 212
Ferrokromi	143 273	155 800	169 084
Sinkki	151 467	156 076	162 508
Katodikupari	59 538	53 939	55 689
Katodinikkeli	15 392	15 721	13 355
Kadmium	690	705	612
Koboltti	497	222	292
Elohopea/kg	144 047	130 204	158 679
Hopea/kg	44 203	31 373	31 127
Seleeni/kg	23 638	25 073	27 969
Kulta/kg	1 776	2 035	2 510
Mineraalit tonnia			
Kalkkikivi yhteensä	4 039 146	4 094 800	4 338 073
Kalkkikiven käyttö			
— Sementin valmistus	2 053 833	2 149 700	2 107 245
— Maanparannuskalkki	1 203 238	1 072 300	1 187 852
— Kalkinpoltto	382 496	417 500	464 044
— Rouheet, tekn.jauheet ym.	397 579	455 300	578 932
Apatiitti	553 279	583 542	579 690
Talkki	324 474	378 843	397 835
Kvartsi	233 508	271 800	273 935
Vuorivillakivi	109 224	152 200	184 100
Maasälpä	51 632	56 200	54 581
Vuolukivituotteita	14 768	20 225	31 857
Wollastoniitti	15 768	26 040	31 436
Sementinvalmistuksen lisäkieä	23 000	22 600	25 200
Baryytti	11 000	10 993	1 614
Sementti tonnia	1 426 200	1 503 683	1 596 100



VUORIMIESYHDISTYS-BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.
Jäsenrekisterin henkilötietojen tarkastus

Ilmoitan itsestäni seuraavat tiedot jäsenrekisteriin. Antamiani tietoja voidaan käyttää Vuorimiesyhdistyksen toimialoihin liittyvään suoramarkkinointiin kyllä ei.
Täytetään kirjoituskoneella tai selvästi tekstaten.

Sukunimi		Etunimet (kutsumanimi alleviivataan)	
Tutkinto ja vuosi			
Syntymäaika ja paikka		Jaosto	
Nykyinen virka-asema ja tehtävät			
Työnantaja ja toimipaikka			
Puhelin kotiin	toimeen	telefax	
Kotiosoite/lähiosoite		Postinumero	Postitoimipaikka
Päiväys ja allekirjoitus			
_____ / _____ 19_____			

**OVATKO JASENREKISTERITIEDOSI OIKEIN?
SAAKO TIETOSI JULKAISTA JÄSENLUETTELOSSA?**
 Tietojani ei saa julkaista jäsenluettelossa.
Palautus 31.08.1990 mennessä.

Osoite:
Vuorimiesyhdistys—Bergsmannaföreningen r.y.
c/o Outokumpu Oy/M. Parkkinen
PL 280, 02101 ESPOO
Tiedot voi lähettää myös fax'illa 90-4213888.



VUORIMIESYHDISTYS-BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.
Granskning av personalier i medlemsregistret

Meddelar följande uppgifter om mig själv till medlemsregistret.
Uppgifterna kan användas för direktmarknadsföring när den ansluter sig till Bergsmannaföreningens verksamhet ja nej.
Ifylles med skrivmaskin eller textas tydligt.

Släktnamn		Förnamn (tilltalsnamnet understreckas)	
Examen och år			
Födelsestid och ort		Sektion	
Nuvarande tjänsteställning och befattning			
Arbetsgivare och tjänsteort			
Telefon hem	Till tjänsten	Fax	
Utdelningsadress		Postnummer	Postanstalt
Datum och underskrift			
_____ / _____ 19_____			

**ÄR DINA UPPGIFTER I MEDLEMSREGISTRET RIKTIGA?
FÅR MAN PUBLICERA DINA UPPGIFTER I
MEDLEMSFÖRTECKNINGEN?**
 Uppgifterna får ej publiceras i medlemsförteckningen.
Returneras före 31.8.1990.

Adress:
Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y.
c/o Outokumpu Oy/M. Parkkinen
PR 280, 02101 ESBO
Uppgifterna kan även sändas per Fax 90-4213888

PALVELUHAKEMISTO

KALLIOPORAT

KOTIMAISET
KOMETA
KALLIOPORATUOTTEET

KOMETA OY PL 38 02661 ESPOO p. 90-51141 Telef. 5114242

KUORMAAMA JA DUMPPEREITA



KUORMAAMA JA DUMPPEREITA
LOUHEEN KUORMAUKSEEN JA
KULJETUKSEEN.

Volvo Auto Oy Ab

Kontosasto
Toivatie 1 p.h. 90 50 44 51
01600 Vantaa

KEMIAN TUOTTEITA

SANDOZ OY

Vattuniemenkatu 8, 00210 Helsinki - Puh. (90) 682 681

URAKOINTIPALVELUT

SUOMEN MALMI OY
FINNEXPLORATION

Juvan teollisuuskatu 16, PL 10 puh. 90-853 2422
02921 Espoo telefax 90-853 3010

KONSULTTITOIMISTOJA



**INSINÖÖRITOIMISTO
SAANIO & RIEKKOLA**

Laulukuja 4, 00420 HELSINKI Puh. 90-5666500 Fax 90-5663354

- Kalliotilojen yleissuunnittelu
- Kalliorakennussuunnittelu
- Rakennesuunnittelu
- Kalliolekniset laskelmat
- Rakennusgeologia

**VUORIMIESYHDISTYS—
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y:n**

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 22–23.3.1991

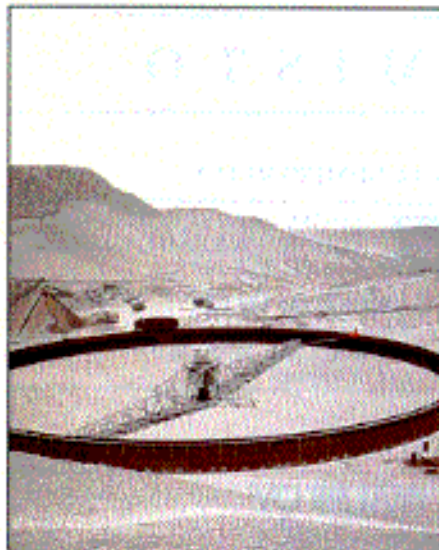
Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin
postitettavassa kutsussa.

**VUORIMIESYHDISTYS—
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y:s**

ÅRSMÖTE

hålls i Helsingfors den 22.–23.3.1991

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



Kehäkäyttöinen sakeutin



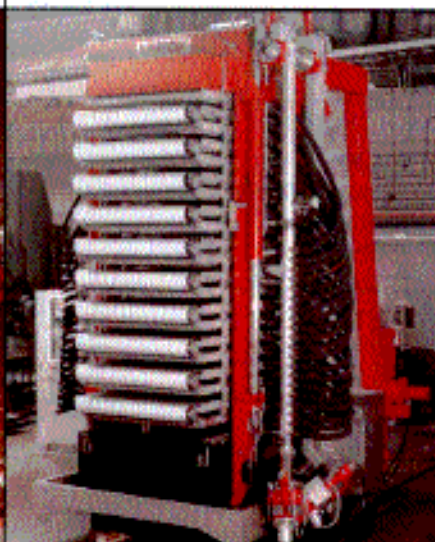
Suotopatjasakeutin



Letkuventtiilit



Automaattinen kammiosuodatin



Automaattinen painesuodatin



Rumpusuodatin



Kaksoispyörresykloni

Ammattilainen.

Teemme suodatuksen ja luokituksen laitteita ja kokonaisia suodattamoita. Tuloksena suurempi erotusterävyys, kuivempi kaku, kirkaampi suodos. Ympäristöä, energiaa ja kustannuksia säästäväällä tavalla.

Mutta älä ota riskiä.

Testaamme laboratoriossa materiaali etukäteen. Saat tuloksena näytteen, kirjallisen raportin, laitesuosituksen ja takuun siitä, että laboratoriotulos toteutuu myös tuotannossa.

Kysy ihmeessä lisää, puh. (953) 5881. Suodatuksen ammattilainen

LAROX



Syklonipatteristo

Valssilangat rakenusteollisuudesta autoteollisuuteen

Dalsbruk Oy Ab
Raatihuoneentori
PL 66
10601 Tammisaari
Puh. (911) 62 400
Telex 13190 dbruk sf
Telefax (911) 15 053



DALSBRUK

Myynti kotimaahan:
Juvan teollisuuskatu 19
PL 24
02921 Espoo
Puh. (90) 84 901
Telefax (90) 853 1957



STEEL-CAP VUORAUS LEIKKAA SUUREN OSAN KUSTANNUKSISTA

Trellex steel-cap on vuoraus autogeeni- ja semiautogeenimyllyjä varten, siinä yhdistyvät kumin ja teräksen kulutuskestävyys. Se on erikoiskehitetty, kulutuskestävä valuteräs, joka antaa parhaan jauhatuksen.

Moduulinen steel-cap vuoraus on kevyt ja helppo käsitellä. Se kestää vähintään yhtä kauan kuin koko teräsvuoraus sekä pienentää käyttö- ja huoltokustannuksia.

MARKKINOIDEN KUSTANNUSSÄÄSTÄVIN VUORAUS !

Verratessa Trellex steel-cap vuorausta tavalliseen teräsvuoraukseen voidaan mainita seuraavat edut.

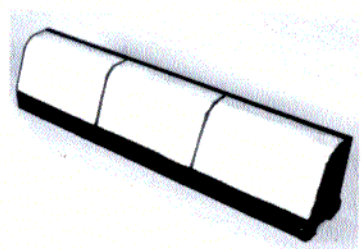
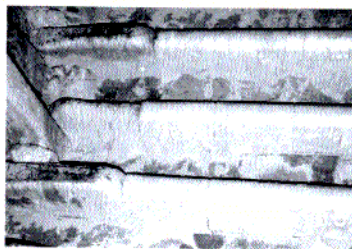
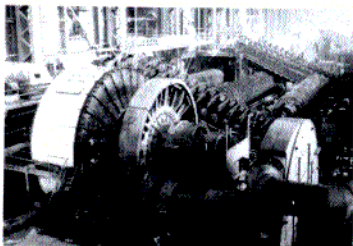
- Yksinkertaisempi ja nopeampi vuorauksen vaihto

- Pienemmät asennuskustannukset
- Pidemmät huoltovälit
- Yksinkertaisempi ja nopeampi huolto
- Vähemmän odottamattomia seisokkeja
- Parannetut työolosuhteet

Kaikki edut huomioiden vuoraus on kustannuksia säästävää.

Trellex steel-cap vuoraus autogeeni- ja semiautogeenimyllyjä varten perustuu teräksen ja kumin optimaaliseen yhdistelmään. Moduulijärjestelmä varmistaa sen, että kaikki elementit ovat täysin samanlaisia kuin muut Trellex-myllyn vuorausosat.

Soita meille, niin kerromme lisää. Säästämisen aika on nyt!



Trellex TRELLEBORG

Pääkonttori:
Kolmihaarankatu 3-5
33330 TAMPERE
Puh. 931-2818111
Telefax 931-430 122
Telex 22118

**Helsingin alueen
myyntikonttori:**
Salmitie 4
02430 MASALA
Puh. 90-297 6122
Telefax 90-297 5587

**Oulun alueen
myyntikonttori:**
Toivoniementie 9
90500 OULU
Puh. 981-227 847
Telefax 981-223 849