

VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN



N:o 2 1985
43. vuosikerta

Julkaisija: Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y.

TEOLLISUUSMINERAALI-JA
-KIVILOUHOKSIA JA -KAIVOKSIA
SEKÄ
RAKENNUSKIVILOUHOKSIA JA
-ALUEITA

- kovia rakennuskiviä
- + marmoria
- ◇ liuskeita
- ◇ vuolukiveä
- ◇ kalkkikiveä
- ▲ apatiittia
- ▨ maasälpää
- talkkia
- ⊕ kvartsia
- anortosiittia



MARJATTA VIRKKUNEN 1985

Vuorimiehen uudet työkalut

Outokumpu Elektronikka kehittää jatkuvasti uusia analyysi- ja valvontajärjestelmiä, jotka vaikuttavat ratkaisevasti kaivosten ja metallurgisten prosessien tuottavuuteen.

Pyrimme jatkuvasti olemaan teknologisen kehityksen kärjessä. Työmme on taas tuottanut hyvää tulosta – Sinun eduksesi.



ORAN-analysaattori

Uusi Oran on hihnan yläpuolelle asennettava, kuiva-aineesta metallipitoisuuksia mittaava, jatkuvatoiminen analysaattori.

Oran-analysaattorin avulla voidaan mm. lisätä kapasiteettia ja optimoida prosessin tuotantoa.

Analysaattori ei ole fyysisessä kosketuksessa mitattavaan materiaaliin. Se on helppo asentaa ja nopea kalibroida.

Oran-analysaattori on sovellettavissa niin kaivosten kuin rikastamojen ja metallurgisten tehtaitten käyttöön.

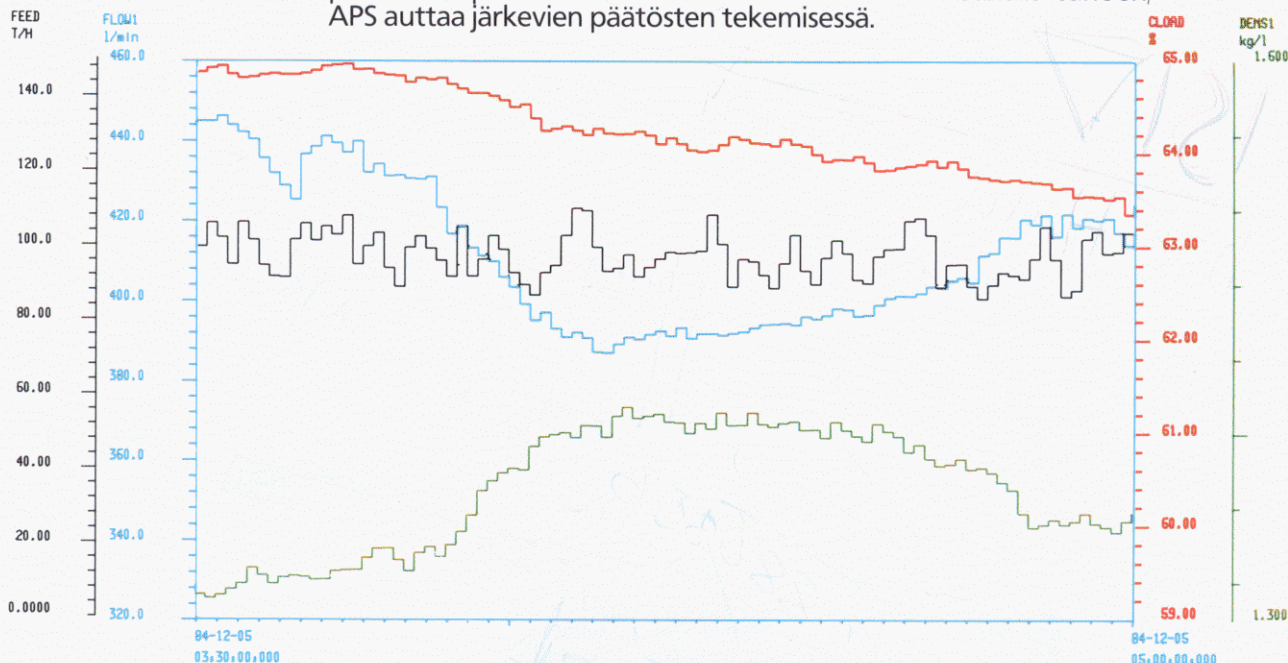
GRINDING STUDY

APS-prosessintutkimusohjelmisto.

1985-12-03 13:01

ORE FEED 1
SECONDARY WATER
CIRCULATING LOAD
PULP DENSITY

”Oikeaa tietoa oikeille ihmisille oikeassa muodossa.” Siinä on lyhyesti uuden APS (Advance Process Study)-ohjelmistomme toiminta-ajatus. APS on suunniteltu helppokäyttöiseksi, tehokkaaksi työkaluksi prosessin staattisten ja dynaamisten ominaisuuksien tutkimukseen. APS-ohjelmiston hyöty käyttäjälleen on monipuolinen: parempi prosessin tuntemus, välitön prosessi- ja laitehäiriöitten havaitseminen, prosessin optimoidun taloudellisuuden tarkkailu. Sanalla sanoen, APS auttaa järkevien päätösten tekemisessä.



File name : EXP1
Creation time :
1984-12-05 12:22
Operator :
HJM

OUTOKUMPU ELEKTRONIIKKA

PL 85, 02201 ESPOO Puh. (90) 4211
Telefax (90) 421 2614 Telex 123 677 okel sf



Kun yrityksellä menee kansainvälisillä markkinoilla niin hyvin, että sen tuotteet saavat jäljittelijöitä, voidaan hyvällä syyllä puhua menestyksestä.

Ovako M-terästen uusi kansainvälinen leima auttaa eurooppalaista auto- ja konepajateollisuutta erottamaan alkuperäistuotteen jäljitelmästä.

Terästä käyttävällä teollisuudella on Suomessa aihetta terveeseen ylpeyteen ja tyytyväisyyteen.

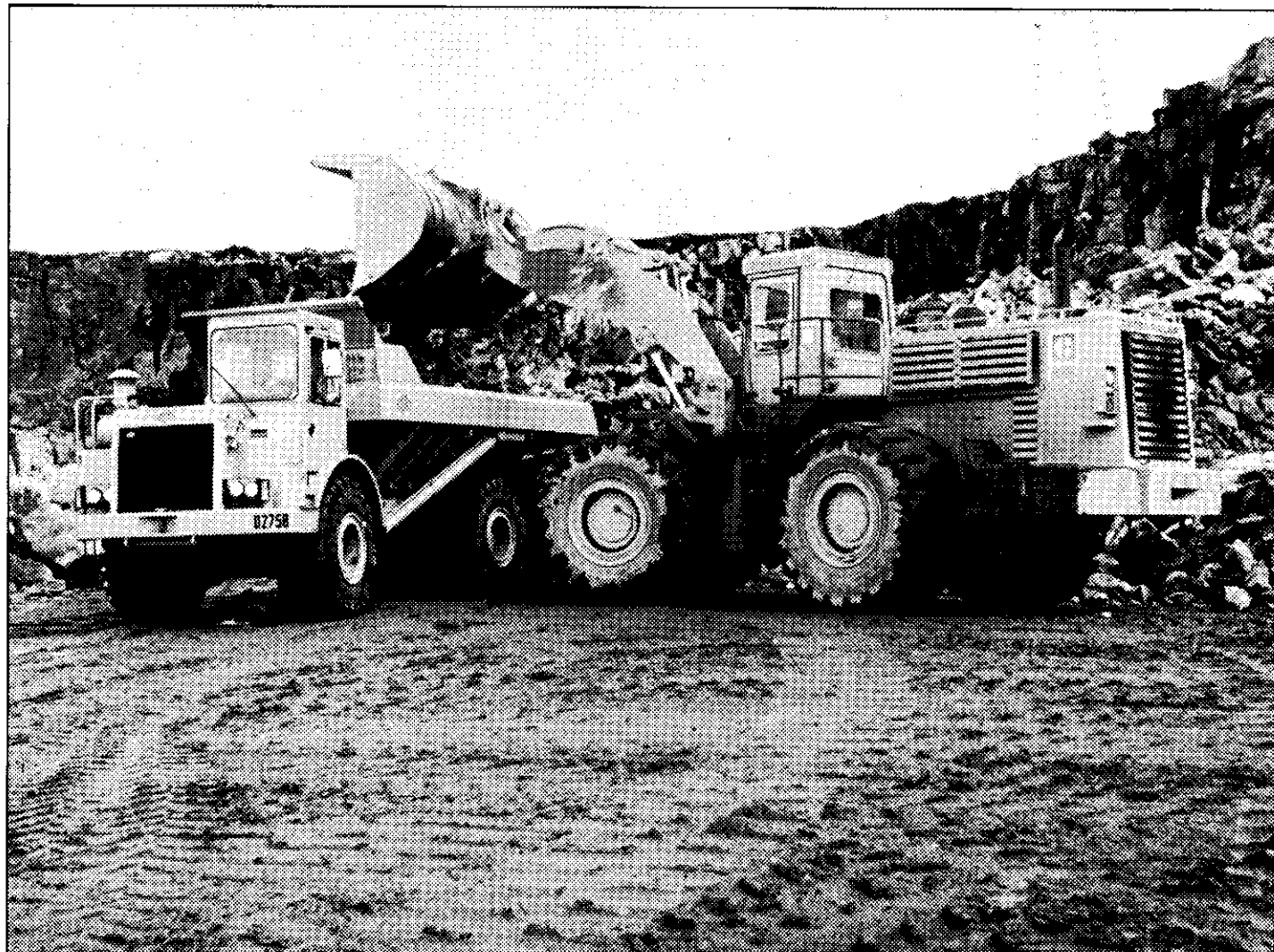
Huippuraaka-aineet löytyvät tänä päivänä kotimaasta – ne teräkset, joista kansainvälisillä markkinoilla sanotaan: M-steels are real money savers.



OVAKO

ENEMMÄN IRTI TERÄKSESTÄ

LUOTETTAVA TYÖPARI AVOLOUHOKSIIN JA MAANALAIISIIN KAIVOKSIIN

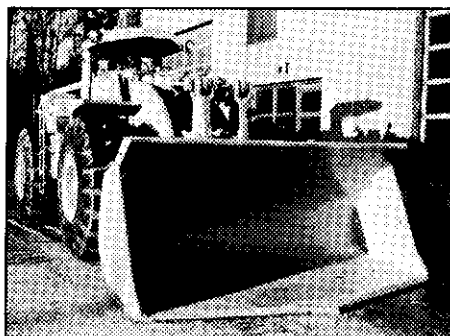


CATERPILLAR KAIVOSKUORMAAJA & KAIVOSDUMPPERI

Valitse alla olevista Sinun tarkoitukseesi parhaiten soveltuva työpari:

Dumpperi

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



Kuormaja

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

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

Ota yhteys! Soita 90-826 311



Caterpillar, Cat ja  ovat Caterpillar Tractor Co:n tavaramerkkejä



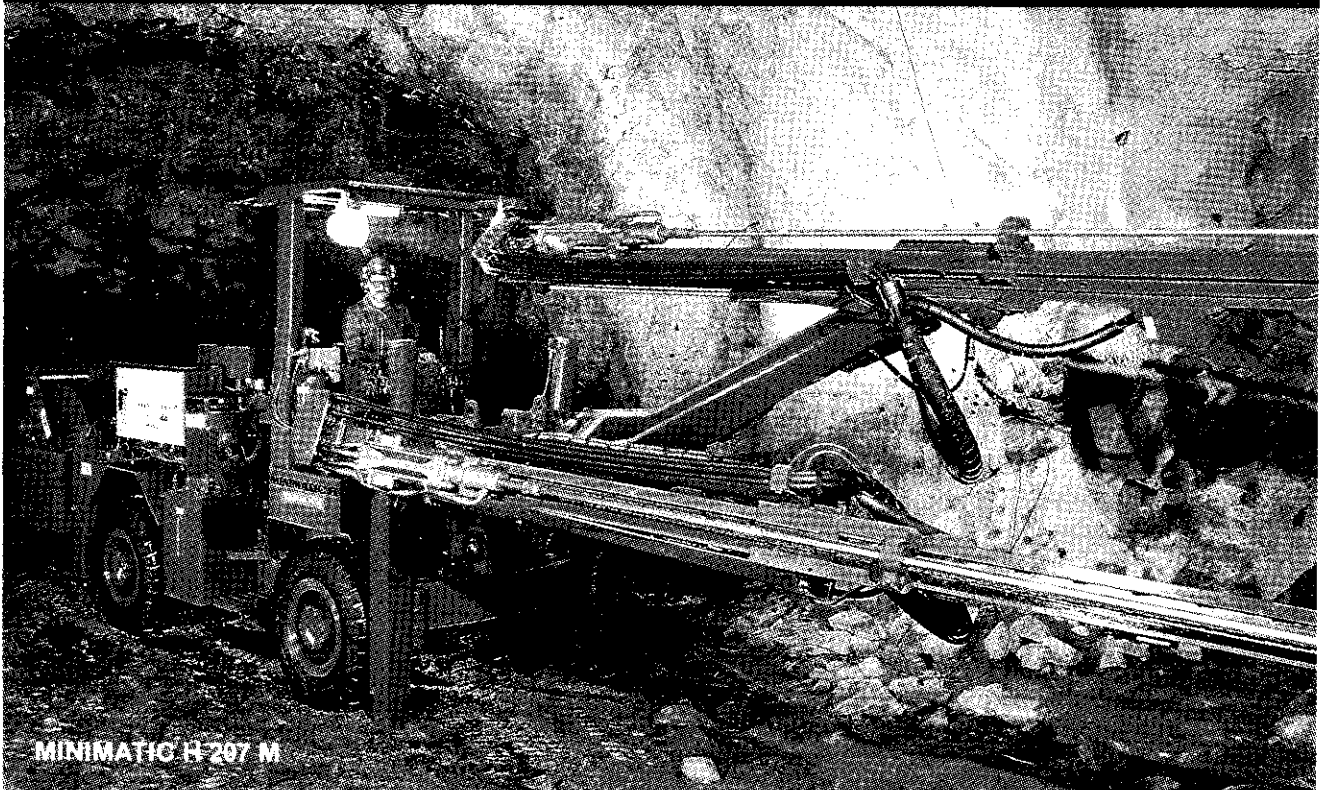
HELSINKI • TAMPERE • OULU • ROVANIEMI • KUOPIO
826 311 670 200 361 344 15 271 114 611

KALLION PORAUKSEEN



TAMROCK

33310 TAMPERE 31 PUH. 931-431 411



MINIMATIG H-207 M



KOMETA

Kometa
on
maailman
paras
suomalainen
kalliopora

1. KÄYTTÄMÄLLÄ KOTIMAISTA KALLIOPORAA TYÖLLISTÄT 200 PORANTEKIJÄÄ.
2. PISTÄT MARKKASI PYÖRIMÄÄN SUOMESSA.
3. SÄÄSTÄT KALLISTA ULKOMAAN VALUUTTA.
4. TASAPAINOITAT ULKOMAANKAUPPAMME, SILLÄ JOKA TOINEN PORA ON VIENTIPORA.

OY AIRAM AB

KOMETA

Lampputie 4 00750 HELSINKI 75

PL 6 00751 HELSINKI 75

Puh: 36921 Telex: 124298

ONKO PORAKALUSTONNE TERÄKUNNOSSA?



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

SANDVIK
Coromant

Soita! Saat tarkat tiedot
Sinulle parhaiten soveltuvasta
porakalustosta.

TALLBERG
ATLAS COPCO

Helsinki puh. 90-670 112, Turku puh. 921-373 777, Tampere puh. 931-633 622, Kuopio puh. 971-122 411, Kokkola puh. 968-17 255, Kotka puh. 952-25 411. Sekä valtuutetut jälleenmyyjät.

VOLVO BM



VOLVO BM TARJOAA TÄYDELLISEN TUOTEOHJELMAN KAIVAMISEEN, MATERIAALIN KÄSITTELYYN JA KULJETUKSEEN

PYÖRÄKUORMAAJAT

VOLVO BM 4200B
— Materiaalin käsitte-
lyyn. Koneen paino 8 tn.
Moottorin teho 66 kW (90
hv) SAE

VOLVO BM 4300B
— 9,8 tn yleiskuormaa-
ja. Moottoriteho 87 kW
(118 hv) SAE

VOLVO BM 4400
— 12 tn kuormaaaja niin
kauha- kuin kulmahaa-
runkatyöskentelyyn
Moottoriteho 105 kW
(143 hv) SAE

VOLVO BM 4500A
— Kuormaaaja todella
raskaaseen työhön. Työ-
paino 15 tn. Moottoriteho
137 kW (186 hv) SAE

VOLVO BM 4600B

— Suurtehokuormaaaja
vaativiin töihin. Paino 22
tn. Moottoriteho 194 kW
(264 hv) SAE

KUORMAAJA- KAIVURIT

VOLVO BM 646
— 4-pyörävetoinen
kuormaajakaivuri. Paino
10 tn. Moottoriteho 70 kW
(95 hv) SAE

VOLVO BM 6300
— Runko-ohjattu uu-
tuus. Paino 10,5 tn.
Moottoriteho 84 kW
(114 hv) SAE

RUNKO-OHJATUT DUMPPERIT

VOLVO BM 861
— 4- tai 6-pyöräveto.
Kantavuus 18,5 tn. Moot-
toriteho 125 kW (170 hv)
SAE

VOLVO BM 5350
— 4- tai 6-pyöräveto.
Kantavuus 22,5 tn. Moot-
toriteho 157 kW (213 hv)
SAE

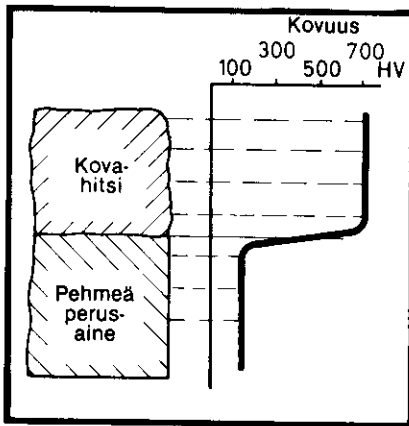
LOUHEENSIIRTO- AUTOT

5 eri mallia. Kantavuudet
22,5 tonnista 59 tonniin

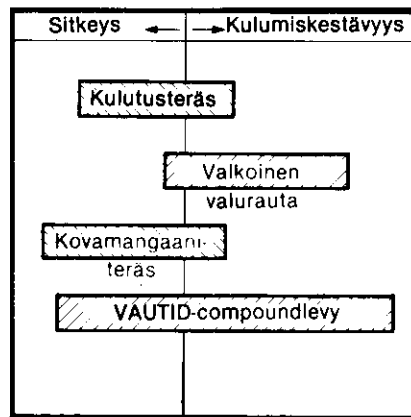
Volvo Auto Oy Ab
Jälleenmyyjät

VAUTID COMPOUND PANSsarILEVYt

kulumiskestävempiä kuin parhaat kulumusteräkset
sitkeämpiä kuin valkoiset valuraudat

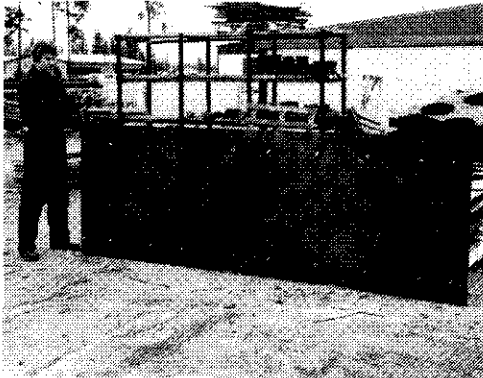


Kulumiskestävä kovahitsi — sitkeä perusaine.

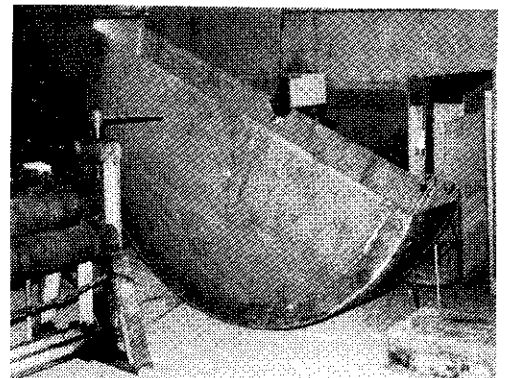
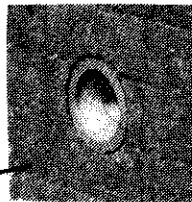


Kulumiskestävempi kuin paras kulumusteräs — sitkeämpi kuin valkoinen valurauta.

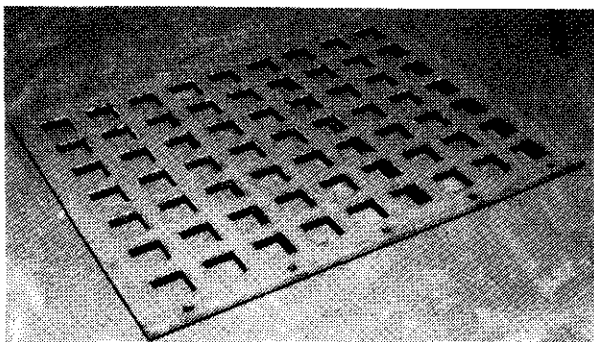
VAUTID® -Compound panssarilevyn käyttöesimerkkejä:



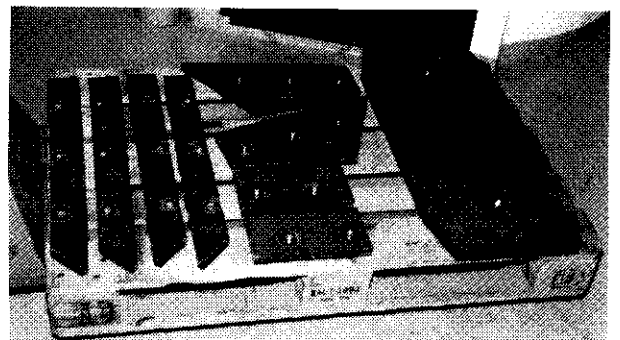
vaunusyöttimen pohjalevy



teräpyörän pesän alaosa



seulalevy



muotoonleikattuja kulumusosia



impomet oy

Åkerlundinkatu 6
SF-33100 TAMPERE
Puh. (931) 113 100 Telex 22513 impo sf



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

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

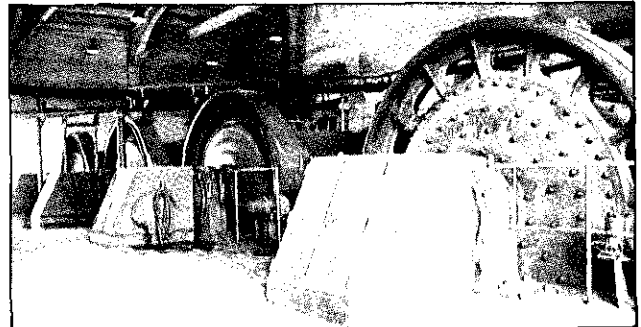
The Pyhäsalmi Mine of the Outokumpu Company, Finland is producing copper, zinc, baryte and pyrite concentrates. The Pyhäsalmi concentrator is well known for its high level computer operated process control.

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

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

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

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



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

TRELLEBORG 
Trellex[®]Products

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

VUORIMIESYHDISTYKSEN HALLITUS
29.3.1985

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

DI Olli Hermonen 981-327 711
 varapuheenjohtaja
 Rautaruukki Oy
 Keskuskonttori
 PL 217
 90101 OULU

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

Prof. Lauri Hyvärinen 90-46 931
 Geologian tutkimuskeskus
 02150 ESPOO

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

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

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

Prof. Kaj Lilius 90-4 554 122
 Teknillinen korkeakoulu
 Vuoriteollisuusosasto
 02150 ESPOO

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

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

DI Juhani Vahtola 980-4 521
 Outokumpu Oy
 Tornion tehtaat
 95400 TORNIO

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

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

Yhdistyksen rahastonhoitaja:
 DI Kalle Vaajoensuu 90-4 031
 Outokumpu Oy
 PL 280
 00101 HELSINKI

Geologijaosto
 FT Markku Mäkelä, pj. 968-19 011
 Outokumpu Oy
 Kokkolan tehtaat
 PL 26
 67101 KOKKOLA

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

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

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

Metallurgijaosto
 DI Juho Mäkinen, pj. 938-741 500
 Outokumpu Oy
 29200 HARJAVALTA

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

Rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto
 DI Timo Niitti, pj. 90-4 211
 Outokumpu Oy
 PL 27
 02201 ESPOO

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

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

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

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

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

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

DI Kalle Vaajoensuu hoitaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenkortistoa.
 Mikäli osoite, tehtävä tai vakanssi on muuttunut, pyydämme lähettämään muutossilmoituksen mieluummin kirjallisena siinä muodossa, jossa haluatte sen "Uutta jäsenistä" palstalle.
 Os.: Outokumpu Oy, PL 280, 00101 Helsinki, puh. 90-4031.

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

Adr.: Outokumpu Oy, PB 280, 00101 Helsingfors, tel. 90-4031.

Imatran Terästehdas 50-vuotias

Perusmetallin yhtiöitten juhluvuosien sarjaa jatkaa Ovako Oy·Ab. Vuorineuvos Berndt Grönblomin syntymästä on kulunut 100 vuotta. Hänen pioneeritoiminnastaan Suomen nykyaikaisen terästeollisuuden luoja on kerrottu toisaalla tässä lehdessä.

Imatran Terästehdas täyttää 50 vuotta joulukuussa. Ovakon tehtaista tasavuotia on toiminut ensi vuonna Taalintehdas 300 vuotta ja Kettinkitehdas Loimaalla 100 vuotta.

Tehtaan ikä voi olla enemmän rasitteena kuin hyötynä, jos tarkastellaan vain tehdastiloja ja koneita. Sen sijaan teollinen perinne on kasvattanut osaamisen ja ammattitaidon, joka usein on tärkeämpi ja tulevaisuuden kannalta avaintekijä. Osaamiseen ja ammattitaitoon perustaen Ovako on kunnostanut vuoron perään tehtaitaan. Uusituilla välineillä on myös syntynyt hyviä tuloksia.

Imatran Terästehtaan hyvät tulokset tuotteiden ja laadun kehittämisessä ovat nostaneet myös taloudellisen tuloksen hyväksi. Tähän asti kehitys on perustunut ammattitaitoon ja hyvään yrityshenkeen. Nyt on tullut aika uusia Terästehtaan pääkoneistoa.

1930-luvulla valittiin Imatran Terästehtaan pääprosessiksi valokaariuunit, tuolloin vielä harvinaiset erikoisterästehtaitteet. Silloin toteutettiin nykyisen mini-mill periaatteen mukaan terästehdas rajoitetuille Suomen markkinoille. Sodan jälkeen tarvittava tuotevalikoima laajeni käsittämään myös ruostumattomat ja työkaluteräkset. Alkuperäinen malli on muuttunut, mutta laaja erikoisterästen valmistus laajensi tutkimus- ja kehitystoimintaa. Erikoisterästen valmistusteknologian ratkaisevat tekijät olivat tunnettuja, kun noin 15 vuotta sitten suunta kääntyi kansainvälisille markkinoille ja erikoistuminen niukkaseosteisten koneenrakennusterästen valmistajaksi alkoi.

Suomen konepajateollisuuden kannalta Imatran Terästehtaan kehittämisellä on suuri vaikutus. Pyrkiihän ohjelma vastaamaan koneenrakennuksen uusiin haasteisiin. Haasteista tärkeimpiä ovat konepajojen materiaalikustannusten tarkastelu kokonaiskustannusten perusteella. Kokonaisuuteen kuuluu teräksen hinnan lisäksi työstökustannusten ja varastoon sidotun pääoman huomioonottaminen. Ostohinta ei enää yksin ratkaise. JOT konepajoissa asettaa teräksen toimittajat uuteen tilanteeseen.

Imatran Terästehtaan uudistamisessa huolehditaan siitä, että teräksentekijöitten käytettävissä on parhaat mahdolliset prosessilaitteet ja ohjausvälineet. Sulan käsittely uudessa senkkauunissa, bloomivalu ja hienovalssaamon pysty-vaaka-parein varustettu perättäisvalssaamo ovat uudistuksia, jotka varmistavat kilpailijoihin nähden tasapuoliset lähtöasetelmat. Mutta välineet eivät riitä, koska niitä voivat muutkin hankkia. Osaaminen loppujen lopuksi ratkaisee, millaisia tuotteita asiakkaat saavat.

Olemme oppineet sen, miten tärkeää on koko teräksenteekoon tarvittavan henkilöstön tulevaisuudenusko ja yrittämisenhenki. Saumaton yhteistyö ja selkeät päämäärät parantavat organisaation suorituskykyä. Samalla kun perinteisen tutkimuksen ja kehittämisen aktiviteetteja lisätään, kiinnitetään huomio uusien menetelmien toimivuuteen tulosityksiköitten suoritusasolla. Taloudellisen tuloksen ratkaisevat myyntitulojen rinnalla valmistuskustannukset. Onneksi uusi tekniikka automaation ja prosessitietokoneiden myötä on pääosin poistanut ns. skaalaefektin. Kansainväliset vertailut Ovakon Imatran ja Koverharin tehtaista osoittavat niiden kustannustehokkuuden hyväksi.

Kehityspanoksen jakautuessa meillä pienemmälle volyymille yksikkökustannukset siltä osin nousevat kilpailijoita korkeammiksi, ellei selvää erikoistumista oteta apuun. Imatran Terästehtaan erikoistuminen suuntautuu niukkaseosteisiin erikoisterästankoihin. Suomen oloissa erikoistuminen merkitsee myyntiä laajemmille kansainvälisille markkinoille. Terve kilpailutilanne kansainvälisillä markkinoilla on meille tärkeää. Onneksi siihen suuntaan kehitys näyttää kulkevankin.

Kansainvälisestä menestyksestä huolimatta jokaiselle teollisuusyritykselle kotimarkkinat ovat tärkeimmät. Yhteistyö kotikentällä antaa nopeimmat kehitystulokset terästehtaalte ja lähellä olevalle asiakkaalle. Tämä yhteistyö on toiminut Imatran Terästehtaan ja Suomen konepajateollisuuden kesken kiitoksen ansaitsevalla tavalla. Tähän yhteistyöhön uudistunut Imatra antaa entistä paremmat mahdollisuudet. Kehitysohjelman avulla astumme useita askeleita teräksen käyttäjien suuntaan.

Erkki Ström

Todellisen vuorineuvoksen — Berndt Grönblomin — syntymästä 100 vuotta

VTM Risto Laakasuo

Nykyisen teollisuus- ja hyvinvointivaltiomme pohjan ja perustan loivat itsenäisen Suomen ensimmäisinä vuosikymmeninä muutamit suhteellisen harvat legendaariset teollisuuden rakentajat ja uranuurtajat tunnetut vuorineuvokset. Vuorimiehiä heistä olivat Vuorimiesyhdistyksen perustajat Berndt Grönblom ja Eero Mäkinen, joita kumpaakin on yli tavallisten mittojen ulottuvan elämäntyönsä perusteella kutsuttu myös ”todellisiksi vuorineuvoksiksi”. Näiden kahden suuren rakentajan työt ja toiminta sivusivat toisiaan myös käytännössä kuten jäljempänä tässä artikkelissa todetaan. Tänä vuonna tulee 20.12. kuluneeksi 100 vuotta Berndt Grönblomin syntymästä ja 50 vuotta siitä, kun hänen elämäntyönsä ehkä tärkeimmän ja näkyvimmän saavutuksen, Imatran Terästehtaan, rakentaminen aloitettiin.

Berndt Grönblom oli syntymänsä turkulainen ja valmistunut diplomi-insinööriksi Suomen Polyteknillisen Opiston kemian osastolta 1908. Opintojen jälkeen hän työskenteli ulkomailla öljyteollisuuden palveluksessa 1908–1910. Teollisen toiminnan itsenäisenä yrittäjänä hän aloitti 1912, jolloin hän perusti Turkuun Suomen Öljytehdas E. Grönblom Oy:n.

Berndt Grönblom oli syntymälahjanaan saanut harvinaisen idearikkauden ja kaukonäköisyyden, joita vain harvoin tapaa suurissakaan teollisuuden rakentajissa. Hänessä yhtyivät riskejä kaihtamaton ja peräänantamaton yrittäjärohkeus erinomaisiin tekniikan tietoihin ja liikemiestaitoihin. Näihin lahjoihin kuului vielä poikkeuksellisen suuri ja vaikeuksien edessä vain kasvanut työteho.

Kaikkia näitä ominaisuuksia tarvittiin, kun Berndt Grönblom ryhtyi yhdessä lankonsa, dipl.ins. Gustav Aminoffin kanssa harkitsemaan kotimaisen harkkoraudan valmistuksen kehittämistä ajankohtana, jolloin ensimmäinen maailmansota oli juuri päässyt valloilleen. Tästä ajatuksesta oli tosin luovuttava, koska maassamme ei silloin ollut saatavissa riittävästi sähkövoimaa malmin sulatusta varten. Tarkoituksena oli nimittäin rakentaa tehdas, jossa olisi valmistettu harkkorautaa suoraan malmista sulattamalla.

Välivaiheena tarmokkaat toverukset päättivät rakentaa piirautatehtaan, jonka tuotteelle tärkeänä teräksen seosaineena oli silloisissa olosuhteissa luvassa rajattomat markkinat Venäjällä. Yhtiö aloitti toimintansa Elektrometallurgiska Aktiebolaget-nimisenä vuonna 1915 Vuoksenniskalla, jonne onnistuttiin hankkimaan riittävästi sähkövoimaa pienen sulaton rakentamiseksi. Seuraavana vuonna perustettiin samanlainen pieni sulatto Nokialle, jossa oli saatavissa tarvittava määrä sähkövoimaa. Piiraudan lisäksi näissä sulatoissa valmistettiin

ns. synteettistä harkkorautaa sulattamalla romua sähköuunissa sekä karbiidia valaistustarkoituksiin.

Vuosien 1917–1918 traagiset tapahtumat keskeyttivät sitten sulattimoiden tuotannon ja veivät Berndt Grönblomin tärkeisiin toimiin Suomen itsenäisyyttä luotaessa. Nämä menestyksellisesti hoidetut tehtävät — sinänsä oman historiansa arvoiset — olivat alkuna niille lukuisille ja tärkeille valtiovoimien, talouselämän ja kulttuurielämän piirissä suoritetuille palveluksille, joissa hänen monipuolista lahjakkuuttaan käytettiin yleiseksi ja yhteiseksi hyödyksi ja joihin hänet pitkän elämänsä aikana jatkuvasti kutsuttiin.

Sodasta Berndt Grönblom palasi itsenäisen Suomen ensimmäisenä ja nuorimpana vuorineuvoksena 1918 ja ryhtyi kaikella tarmolla jatkamaan suomalaisen raudanjalostuksen kehittämistä. Eteenpäin päästiin kuitenkin hyvin hitaasti, sillä sähkövoiman puutteessa oli Vuoksenniskan sulattamon tyydyttävä 1920-luvulla pääasiassa ”synteettisen harkkoraudan” valmistukseen. Vasta valtion voimallituksen valmistuminen Imatralle 1929 avasi vihdoinkin mahdollisuudet sähkömetallurgisten prosessien laajempaan kehittämiseen.

Sulattamoa laajennettiin sitten lähivuosina voimakkaasti. Päätuotteeksi tuli jälleen piirauta, mutta myös muilla teräksen valmistukseen tarvittavilla seosaineilla kuten ferrowolframilla, ferromolybdeenilla ja ferrokromilla oli tärkeä sijansa tuotannossa. Yhtiö olikin eräs näiden seosaineiden tärkeimpiä toimittajia Euroopassa.

Niiden kysyntä ulkomailla oli suuresta maailmanpulasta huolimatta erinomainen 1930-luvun alkupuolella ja kannattavuuskin oli hyvä. Näin luotiin taloudellisia edellytyksiä niille suurisuuntaisille suunnitelmille, joiden toteuttaminen oli koko ajan väikkynyt Berndt Grönblomin mielessä.

IMATRAN RAUTATEHTAAN SYNTY

Näiden vähitellen kypsyneiden suunnitelmien pohjana oli maamme varsin vaatimattoman rauta- ja terästeollisuuden silloinen tilanne. Tuotannon määrä oli pienempi kuin ennen ensimmäistä maailmansotaa, vaikka tarve oli voimakkaasti kasvanut. Kotimaisen tuotannon ja tuonnin suhde kehittyi jatkuvasti yhä epäsuotuisammaksi siitä huolimatta, että teräksen kulutus Suomessa oli silloin henkeä kohti pienempi kuin keskimäärin koko maailmassa. Odotettavissa oli edelleen tarpeen nopea kasvu, sillä olihan maamme teollistaminen pääsemässä vähitellen hyvään alkuun taloudellisten suhdanteiden pikku hiljaa parantuessa 1930-luvun jälkimmäiselle puoliskolle tullessa.

Maamme raudan ja teräksen tarpeen tyydyttämiseen omavaraisella raaka-aineperustalla ei kuitenkaan yleisesti uskottu. Berndt Grönblomin mielessä tämä ajatus kuitenkin eli jatkuvasti voimakkaana, vaikka sitä pidettiin silloin täysin epärealistisena haaveena. Vallitsevana mielipiteenä itsenäisyytemme alkuvuosikymmeninä oli, että Suomen rauta- ja terästeollisuuden tehtävä tulisi rajoittumaan romun ja ulkomaisten puolivalmisteiden "billetsien" jalostamiseen, joilla kuitenkin pystyttäisiin peittämään vain pieni osa Suomen kokonaistarpeesta. Näin oltiin valmiit jäyhtytymään suuren tuontiriippuvuuden varaan, mikä maailmansotien välisinä epävakaina aikoina merkitsi koko teollisen toiminnan kannalta varsin suuren riskin ottoa.

Harkkorautaa "kiisutuhkasta"

Berndt Grönblom tähtäsi kuitenkin ainakin osittaiseen kotimaiseen malmipohjaan, mistä osoituksena olivat laajat malminetsintätoimet — tosin tuloksettomiksi jääneet — jo 1920-luvulla Laatokan Karjalassa ja Lapissa. Tavallaan yllättävän ja odottamattoman mahdollisuuden kotimaisen malminperustan luomiseen tarjosi sitten Outokummun kaivoksesta peräisin oleva rikkikiisu, jota maamme selluloosateollisuus oli ryhtynyt 1920-luvulla käyttämään ulkomaisen rikin asemesta. Tällöin syntynyt pasutusjäte eli kiisutuhka sisälsi n. 60 % rautaa, mutta myös niin paljon haitallisia — sinänsä arvokkaita — sivuaineita kuten kobolttia, kuparia ja sinkkiä, ettei siitä sellaisenaan ollut raudan valmistuksen raaka-aineksi. Lisäksi sen saattaminen masuunikäytölle välttämättömään kappalemuotoon tuotti suuria vaikeuksia. Näistä seikoista johtuen ajatus jätteen käytöstä raudanvalmistukseen ei saanut yleisempää kannatusta.

Nyt tarvittiin Berndt Grönblomin rohkeata yrittäjämieltä ja kaukonäköisyyttä, jotta ajatusta ei olisi kokonaan hylätty. Vain hän katsoi aiheelliseksi käynnistää ennakkoluulottomasti perusteelliset tutkimukset pasutusjätteiden käyttömahdollisuuksista. Hyvin laajoiksi muodostuneet tutkimustyöt osoittautuivat odotettuakin vaikeammiksi ja pitkäaikaisiksi. Runsaat kaksi vuotta kestäneiden ponnistelujen jälkeen ne päättyivät 1934 suotuisaan lopputulokseen, joka todisti kiisutuhkan käyttökelpoisuuden raudan valmistuksen raaka-aineena.

Jälkimaailmalle on onneksi säilynyt tuolta ajalta parikin Berndt Grönblomin laajaa esitelmää, jossa hän selvitteli ajatuksiaan ja pyrkimyksiään ajanmukaisen kotimaisen rauta- ja terästeollisuuden pohjan ja perustan luomiseksi. Sillä perusta oli nyt tosiaan luotu parin vuosikymmenen sitkeän yrittämisen ansiosta. Yhtiö — eli Oy Vuoksenniska Ab millä nimellä se tunnettiin vuodesta 1933 lähtien — teki välittömästi sopimukset vuorineuvos Eero Mäkisen johtaman Outokumpu Oy:n kanssa kiisutuhkan jatkuvasta toimittamisesta ja Imatran Voima Oy:n kanssa lisätystä sähkövoiman saannista. Samanaikaisesti alettiin suunnitella tehdasta, jonka tuotanto-ohjelmaan



Vuorineuvos Berndt Gustaf Grönblom (1885–1970)

Suomen rauta- ja terästeollisuuden suuri rakentaja ja "grand old man" Berndt Grönblom oli sydänjuuriaan myöten omistautunut tehtävälleen. Hänen elämänfilosofiaansa kuvaa parhaiten seuraava ote eräästä hänen radiohaastattelustaan:

"Kutsumukselleen uskollisen teollisuusmiehen täytyy jatkuvasti katsoa eteenpäin ja pitää aina päämääränsä väsymättä tähtäimessään. Taiteilija, jolla ei ole eläytymiskykyä ja rakkautta taiteeseensa eikä halua luoda jotain uutta, on huono taiteilija. Samat mittapuut ja arvosteluperusteet pätevät teollisuusjohtajaan. Hänen täytyy omistaa tehtävälleen koko henkensä ja elämänsä. Tästä työstä ei selviä 8 tunnin työpäivillä. Ja kuitenkin: hän voi epäonnistua, voimat saattavat pettää, hän voi tehdä virhepäätelmiä, konjunktuurit saattavat kääntyä häntä vastaan. Epäonnistumiseen on varmasti monia mahdollisuuksia. Mutta yhdestä asiasta olen varma. Ihmiset tulevat ja katoavat, sukupolvet vaihtuvat, mutta heidän työnsä tulokset jäävät pysyviksi. Meidän yrityksemme puolesta toivon, että kehitys jatkuu."

Berndt Grönblomin osalta voidaan epäroimättä todeta, että hänen työnsä tulokset ovat jääneet pysyviksi.

sisällytettiin harkkoraudan lisäksi ainakin periaatteessa myös teräksen ja valssattujen terästuotteiden nykyaikainen tuotanto.

Silloisissa oloissa tehdassuunnitelma oli jättiläisyrittys, joka olisi vaatinut mahdollisimman laajan rahoituspohjan. Sitä pidettiin kuitenkin siinä määrin uhkarohkeana ja riskialttiina yrityksenä, että ne suomalaiset suuryritykset, joille osakkuutta tarjottiin, eivät rohjenneet lähteä siihen mukaan. Berndt Grönblomin onneksi Pohjoismaiden Yhdyspankki uskoi asiaan ja turvasi puuttuvan rahoituksen. Näin Imatran Rautateh-



Imatran Terästehdas, Imatra.
Imatra Steel Works, Imatra.

taan rakennustyöt saatiin alulle kesällä 1935 Vuoksen rannalla pari kilometriä voimalaitoksen alapuolella.

Imatran Rautatehdas rakennettiin vaihteittain vuosina 1935–1937. Tuotanto pääsi alkuun huhtikuussa 1937, jolloin siihen aikaan maailman suurin, Tysland-Hole -tyyppinen sähkömasuuni alkoi tuottaa korkealaatuista harkkorautaa. Vuosikapasiteetti oli 30.000 tonnia. Myöhemmin samana vuonna valmistuivat ensimmäinen sähköteräsuuni ja karkeavalssaamo. Romua ja harkkorautaa raaka-aineena käyttävä Demag-valokaariuuni pystyi tuottamaan n. 30.000 tonnia raakaterästä vuodessa. Karkeavalssaamossa teräsvalanteet valssattiin kiskoiksi ja järeiksi muoto- ja pyörätangoiksi.

Sähkömasuunin valinta ja erityisesti tehtaan rakentaminen alun perin sähköterästehtaaksi oli osoitus Berndt Grönblomin pitkälle ulottuvasta alan teknisestä tietoudesta sekä hänen kyvystään aavistaa mitkä uudet suuntaukset teräsalalla tulisivat jäämään elinvoimaisiksi. Imatra tuottaa tänä päivänä maailmanmarkkinoilla menestyvät erikoisteräksensä edelleen sähköteräsuuneissa, mikä osoittaa silloisen ratkaisun kaukonäköisyyttä.

Imatran Rautatehtaan vihkiäiset järjestettiin 1.6.1938 todella arvovaltaisen valtiovaltaa ja talouselämää edustavan kutsuvierasjoukon läsnäollessa. Berndt Grönblom ja hänen johtamansa yritys saivat nyt hyvin ansaitun tunnustuksen ministereiltä ja teollisuuden johtajilta ”uhkarohkean yrityksensä” onnistumisesta. Yhtiö olikin nyt saavuttanut tärkeimmän tavoitteensa ja samalla Suomi oli astunut teollistumisessaan

uuteen aikakauteen. Senaikaista viimeistä kehitystä edustaviin menetelmiin ja kotimaiseen raaka-aineperustaan pohjautuva suurimittainen raudan- ja teräksen valmistus oli alkanut maassamme. Tämän perusteellisuuden tarve ja merkitys korostui pian moninkertoin kun Suomi joutui puolustamaan itsenäisyytään toisen maailmansodan pyörteissä 1939–1944 ulkomaisista yhteyksistään lähes täysin eristettynä. Puolustusteollisuutemme teräksen tarpeen tyydyttäminen olikin näinä vuosina etusijalla tehtaan tuotannossa.

Sotavuodet viivästyttivät ja ajoittain jopa kokonaan keskeyttivätkin Imatran Rautatehtaan edelleen rakentamisen. Talvisodan jälkeisen rajan pinnassa sijaitseva tehdas vaurioitui jatkosodan aikana monta kertaa ilmapommituksissa ja tykkitulussa, mutta pystyi silti aina uudelleen kunnostettuna jatkamaan tuotantoaan.

IMATRAN RAUTATEHTAAN SODANJÄLKEINEN KEHITYS

Syksyn 1944 aselepo ei merkinnyt teollisuudellemme vapautumista sotavuosien ankarista paineista. Sotakorvaukset asettivat erityisen suuret vaatimukset metalliteollisuudelle, joka joutui vastaamaan toimitusten valtaosasta. Kun lisäksi jälleerakennuksesta aiheutui suuri teräksen tarve, joutui terästeollisuus, jota ensisijaisesti edusti Imatran Rautatehdas, nopeasti lisäämään ja monipuolistamaan tuotantoaan. Tuonnin

pysyessä pitkään rajoitettuna oli tärkeää pystyä tyydyttämään myös määrättyjen erikoisterästen tarve sotakorvaustoimituksia varten.

Olojen normalisoitumisen myötä Imatralla pyrittiin 1960-luvulle tultaessa määrätietoisesti lisäämään erikoisterästen osuutta tuotannossa, johon alunperin tähän tarkoitukseen hyvin sopiva, kaukonäköisesti valittu sähköteräsmenetelmä antoi hyvät mahdollisuudet. Berndt Grönblomin johdolla toteutettiin Imatralla vuosina 1964–1965 tehtaan perustamisen jälkeisen ajan laajin investointiohjelma, joka erityisesti tähtäsi erikoisterästen tuotantoedellytysten parantamiseen. Tämän ohjelman toteuttamisella uranuurtajavuorineuvos loi vielä 80-vuotiaana vankan teknisen perustan sille, että nykyinen Imatran Terästehdas — Ovako Oy · Ab:n lippulaiva — tänään pystyy kilpailemaan jo pitkään jatkuneen yleismaailmallisen teräskriisin koettelemilla koti- ja ulkomaisilla markkinoilla.

KAIVOSTOIMINTA

Vuorineuvos Berndt Grönblomin urastus Suomen rauta- ja terästeollisuuden kehittäjänä ei rajoittunut vain Imatralle. Hänen toimintansa eräänä johtotähtenä oli pyrkimys saattaa tuotanto mahdollisimman laajalle kotimaiselle raaka-ainepe- rustalle. Malminetsintä ja -louhinta saivat tämän vuoksi jo varhain tärkeän sijan yhtiön toiminnassa. Mätäsvaarassa louhittiin vuosina 1940–1947 molybdeenimalmia, jolla oli sota- vuosina erittäin tärkeä merkitys. Vuosina 1942–1960 yhtiöllä oli Viljakkalan Haverissa toiminnassa Suomen ainoa kultakai- vos, jossa louhittiin kulta- ja kuparipitoista malmia. Parhaim- millaan kultaa saatiin kilo päivässä.

Sotien jälkeisenä aikana yhtiö harjoitti intensiivistä mal- minetsintätoimintaa Lapissa sekä Ahvenanmaalla Nyhamnin vesillä ja Suomenlahdella Jussarössä, jossa sitten louhittiinkin rautamalmia merenalaisesta kaivoksesta vuosina 1961–1967.

TURUN RAUTATEHDAS

Vuonna 1941 valtiovalta kääntyi Berndt Grönblomin puoleen pyytäen häntä tutkimaan harkkorautatuotannon lisäämismah- dollisuuksia, koska silloinen tuotanto ei pystynyt tyydyttä- mään sodanaikaisen puolustusteollisuuden tarpeita. Vuori- neuvos otti haasteen vastaan ja niin ryhdyttiin Turkuun raken- tamaan maamme ensimmäistä koksimasuunia, joka valmistut- tuaan 1943 pystyi 70.000 tonnin vuosituotannollaan tyydyttä- mään koko maan sen aikaisen tarpeen ja kapasiteettia jäi vielä- kin arvokkaan viennin harjoittamiseen.

OY KOVERHAR AB

Tyypillisenä osoituksena Berndt Grönblomin ehtymättömästä pioneerihengestä olivat ne suunnitelmat, jotka 1957–1958 laa- dittiin karkeitä levyjä tuottavan rauta- ja terästehtaan raken- tamisesta Hankoniemelle Koverhariin. Vuorineuvos oli täl- löin jo yli 70-vuotias, mutta se ei mitenkään estänyt hänen in- toaan ja haluaan olla uranuurtaja myös tällä teräksen tuotan- non alueella. Samoihin aikoihin vireille tulleen vastaavanlai- sen valtiojohtoisen suunnitelman johdosta ja vuonna 1957 al- kaneen vaikean taloudellisen laskusuhdanteen mukanaan tuo- mien rahoitusvaikeuksien vuoksi Koverharin jo alulle pannus- ta rakentamisesta kuitenkin jouduttiin luopumaan.

Tämän ratkaisun, joka tänä päivänä tarkasteltuna näyttää hyvin järkevältä — silloinhan syntyi nykyinen hyväksi osoi- tautunut toimialajako Suomen yksityisen ja valtiollisen teräs- teollisuuden kesken — Berndt Grönblom koki epäilemättä karvaana pettymyksenä. Hän ei kuitenkaan antanut vastoin-

käymisen nytkään masentaa yrittämishaluaan, ja niin syntyi 1960 perustetun Oy Koverhar Ab:n toimesta samalle alueelle masuunilaitos, jonka tuotanto alkoi syksyllä 1961.

JOHTAJA JA IHMINEN

Kertomus Berndt Grönblomista ja hänen elämäntyöstään jäisi kovin vajavaiseksi, ellei siinä sanottaisi mitään hänestä ihmi- senä ja lähes 3000 henkilön pitkäaikaisena johtajana.

Ikäpolvensa muiden teollisuusjohtajien tapaan Berndt Grönblomin suhde henkilöstöön rakentui ns. patriarkaalisen ajattelutavan pohjalle. Tämän mukaisesti hän suhtautui aina henkilöstöönsä myötätunnolla ja halusi isällisesti pitää huolta heidän hyvinvoinnistaan. Yhtiön henkilökuntansa hyväksi harjoittamaa sosiaalista toimintaa pidettiinkin esimerkillise- nä. Vuorineuvos asetti hyvin suuria vaatimuksia henkilöstöl- leen, mutta suurimmat vaatimukset hän kuitenkin asetti itsel- leen. Hyvien suoritusten palkitseminen oli hänelle tyypillistä. Henkilökohtaisen, aina hillityn esiintymisensä sekä alaisiaan kohtaan osoittamansa kiinnostuksen ansiosta hän sai osakseen työntekijöiden, toimihenkilöiden ja johtajien arvonnannon li- säksi myös paljon kunnioitusta ja ihailua.

SUMMARY

100 YEARS FROM THE BIRTH OF MR. BERNDT GRÖNBLOM, THE GRAND OLD MAN OF THE FINNISH STEEL INDUSTRY

Mr. Berndt Grönblom has greatly contributed to the develop- ment of the Finnish steel industry. The most significant of his achievements is the foundation of the OVAKO Imatra Steel Works. The operations in Imatra, at Vuoksenniska, by the name of Elektrometallurgiska Aktiebolaget were started in 1915 by making ferro- alloys (FeSi, FeW, FeCr) and pig iron in electric furnace. In the 1930's the company changed its name to Oy Vuoksenniska Ab and the steel works in Imatra was built up. During the first decades, the hot metal for the steelmaking in the electric arc furnaces was smelted from the iron oxide of pyrite roasters in at that time world's biggest Tysland-Hole-type-electric furnace. As the demand for pig iron grew during the second world war, Oy Vuoksenniska Ab built a steel works in Turku in 1942–43.

Mr. Grönblom also developed ore prospecting and mining ac- tivities in Finland. The company was engaged in mining in several ore deposits: Mätäsvaara in 1940–1947 (molybde- nium), Haveri in 1942–1960 (gold) and Jussarö in 1961–1967 (iron ore).

Mr. Berndt Grönblom worked actively until his old age. He planned and promoted enthusiastically the idea of building a big integrated steel works. This big plan had to be given up but it resulted in the building up of the Iron and Steel Works of Koverhar, where the blast furnace operation was started during the year 1961.

He was e.g. The Honorary Chairman of the Iron and Steel Institute.

OVAKO Imatran Terästehtaan sulatto 1975–1985: Kymmenen vuotta jatkuvaa kehitystä

Dipl.ins. Lars Helle ja dipl.ins. Hannu Kalkela OVAKO Oy Ab, Imatran Terästehtas, Imatra
Dipl.ins. Kari Terho, OVAKO Oy Ab, Engineering, Helsinki

IMATRAN SULATON HISTORIALLINEN KEHITYS

Imatran Terästehtaan rakentaminen aloitettiin 1935 ja tehdas valmistui 1937. Sulaton laitteisto koostui tuolloin sähkömasuunista, 25 tonnin valokaariuunista ja valannevalusta lämpökuoppineen. Valannepaino oli kolme tonnia. Toinen valokaariuuni asennettiin kaksi vuotta myöhemmin ja kolmas, 12 tonnin uuni, 1940-luvun lopussa. Erikoisterästen valmistusta varten asennettiin samoihin aikoihin kolmen tonnin Rennerfelt-uuni.

1950- ja 60-luvuilla kaikkien valokaariuunien panoskokoja suurennettiin ja uuneille asennettiin tehokkaammat muuntajat. Samalla sähkömasuuni ja Rennerfelt-uuni purettiin ja tilalle asennettiin kuumailmakupoliuuni.

1960-luvulla tilattiin Concast'ltä jatkuvavalukone, joka asennettiin 1965. Kone oli suunniteltu valamaan 40 tonnin sulatuksia kolmella linjalla teelmäkoon ollessa 100 x 100 mm. Romun esikuumennusta varten asennettiin öljyhappipoltimet 1960-luvun lopussa.

1970-luvun alussa poistettiin kuumailmakupoliuuni lopullisesti käytöstä samoin romun esikuumennusmuutettiin toimimaan maakaasulla. 1975, siis kymmenen vuotta sitten, sulaton laitteisto oli oleellisesti seuraava: romun esikuumennus happi-maakaasupolttimin, kolme valokaariuunia (muuntajateho suluissa) 60 tonnia (8 MVA), 40 tonnia (8 MVA) ja 20 tonnia (7,5 MVA), jatkuvavalukone, jossa teelmäkoko 100 x 100 mm ja valannevalu valannepainon ollessa 3,6 tonnia.

SULATON LAITTEISTON KEHITYS 1975–1985

Valokaariuuneja kehitettiin voimakkaasti tällä aikajaksolla. Suurin uuni, A-uuni, varustettiin tehokkaammalla 25 MVA:n muuntajalla ja vesijähdytetyillä virtaköysillä vuonna 1976. Vesijähdytetyt paneelit asennettiin tähän uuniin 1978. Sulapaino säilyi 60 tonnissa. B-uunin sulapainoa on niinkään kasvatettu tasaisesti, ja tänään se on 57 tonnia. Vesijähdytetyt paneelit asennettiin tähän uuniin kesällä 1985. Pienin uuni, C-uuni, poistettiin käytöstä 1981.

Seosainelaitteisto, joka automaattisesti annostelee halutut määrät seosaineita, tuli käyttöön 1975. Tuolloin seosaineet panostettiin uuniin, kun taas vuoden 1985 aikana on lähes kokonaan siirretty kaadon yhteydessä suoritettavaan senkkaseostukseen. Uuneissa käytettävän metallurgisen kalkin panostusta varten valmistui 1977 automaattinen kalkin annostelulaitteisto.

Injektiotekniikan kehittäminen alkoi sulatolla jo 1960-luvun lopulla ja 1976 valmistui pilot-tyyppinen injektio-laitteisto. Tällä laitteistolla saatujen hyvien kokemusten pohjalta suunniteltiin ja rakennettiin itse täysimittainen laitteisto, joka otettiin käyttöön 1979.

Valusenkoissa otettiin liukusulkimet käyttöön 1976, nosturikapasiteetin lisäys mahdollisti siirtymisen jatkuvavalusenkoissa dolomiittiseen vuoraukseen 1981, ja pohjahuuhtelu tuli käyttöön 1984. Ulkoa vaihdettaviin huuhtelukiviin siirryttäneen vuoden 1985 kuluessa.

Jatkuvavalulaitos on niinkään ollut jatkuvan kehitystyön kohteena. Kokillin pinnankorkeuden säätö automatisoitiin vuonna 1967. Kymmenen vuotta myöhemmin muutettiin kokillin liike sinimuotoiseksi ja lyhennettiin iskunpituutta.

1970-luvun lopussa otettiin välialtaan suihkunsuojauksessa käyttöön T-putkikaasusuojaus ja vuonna 1979 suurempi 125 x 125 mm teelmäkoko. Vuosikymmenen vaihteessa automatisoitiin välialtaan pinnankorkeuden säätö ja otettiin käyttöön Ovakon kehittämä kokillin mittalaite OVAKO-Concast Mould Profilemeter, jolla pystytään mittaamaan kartiokkuus koko kokillin pituudelta. Vuonna 1981 uusittiin teelmien jäähdytsarinat askelpalkkityyppisiksi. Vuotta myöhemmin otettiin käyttöön keraaminen suojaputki senkan suihkun suojauksessa. Välialtaan suihkunsuojausta on myös kehitetty ja eräille laaduille käytetään teelmäkoolla 125 x 125 mm valuputkea ja -pulveria. Vuoden 1985 lopulla hankitaan pientietokone jatkuvavaluprosessin ohjauksen ja raportoinnin kehittämiseksi.

Kaikkien laitemuutosten ja investointien toteutuksessa on henkilöstön mielipiteet ja työsuojelunäkökohdat huomioitu mahdollisimman hyvin. Tämä on tapahtunut yleensä pienryhmissä laitemuutosten suunnittelun edetessä. Tällä toiminnalla on ollut myönteinen vaikutus tapaturmien ehkäisemisessä.

VALMISTUSPROSESSIN KEHITYS

Valokaariuuniprosessin kehityksessä ovat päätavoitteet olleet:

- valmistusmenetelmien yhdenmukaistaminen
- analyysitarkkuuden ja laadun parantaminen sekä läpimenoajan lyhentäminen senkkakäsittelyä hyödyntämällä
- valmistuskustannusten alentaminen.

Imatran terässulaton valmiudet prosessin kehitykselle ovat olleet varsin hyvät. Näytteenotto- ja analysointimenetelmät sekä seosainelaskenta on voitu helposti soveltaa uudistuvaan prosessiin.

Verrattaessa entistä ja nykyistä valokaariuunikäytäntöä ovat oleellimmat muutokset olleet:

- 2-kuonamenetelmästä on siirrytty 1-kuonamenetelmään, mikä on lyhentänyt alassulatuksen ja kaadon välistä ns. valmistusaikaa.
- Terässulan lämpötilan nosto suoritetaan nyt mellotusvaiheen aikana uunia ajaen. Mellotusvaiheen kuohuva kuona mahdollistaa suhteellisen korkean sähkötehon käytön. Aikaisemmin ei mellotusvaiheessa uunia ajettu.
- Uuniseostuksesta on siirrytty kaadon yhteydessä tapahtuvaan senkkaseostukseen.
- Osa metallurgisista toimenpiteistä on siirretty uunista senkkäkäsittelyjen yhteydessä tehtäväksi.

Alassulatusvaiheessa on vesijähdytettyjen paneelien käytön jälkeen nostettu huipputehon käytön osuutta. Alassulatuksen loppuvaihetta nopeutetaan happipuhalluksella, samanaikaisesti suoritetaan hiilen pikamääritys ja otetaan etunäyte (I-näyte). Mellotuksen aikana suoritetaan kuonan poisto kippaamalla uunia. Kun hiilipitoisuus (II-näyte) ja lämpötila on saatu kohdalleen suoritetaan esitiivistys ja kaato.

Senkkäkäsittelytoimenpiteitä ovat Imatralla pulveri-injektointi, kaasuhuuhdeltu ja analyysin ja lämpötilan täsmennys. Käytössä on useita erilaisia senkkäkäsittelymenetelmiä riippuen teräslaadusta ja halutuista tuoteominaisuuksista. Tällä hetkellä injektointikäsittelyt ovat tuotannon arkipäivää, ja noin 60 % kokonaistuotannosta ja lähes koko jatkuvavalettu tuotanto käsitellään injektioimalla. Injektointikäsittelyjen tavoitteita ovat mm.:

- deoksidaatio- ja rikinpoistotason parantaminen
- halutun sulkeumarakenteen varmistaminen
- mekaanisten ominaisuuksien ja lastuttavuuden parantaminen
- valettavuuden parantaminen

Kun Imatran jatkuvavalulaitos otettiin käyttöön vuonna 1965, se käsitti yhden ensimmäisistä teelmäkoneista Euroopassa. Yli kymmenen vuoden aktiivisen kehitystyön tuloksena lähes kaikki Imatralla perinteisesti tuotetut teräslaadut pystytään tänään valmistamaan jatkuvavalun kautta. Valannevalua käytetään edelleen niille tuotteille, joiden reduktiovaatimus ei täyty jatkuvavaletuista teelmistä valssattaessa, sekä muutamille erikoislaaduille.

PIENTIETOKONEIDEN KÄYTTÖ PROSESSINOHJAUKSESSA

Tietokoneiden hyväksikäyttö, joka alkoi voimakkaasti levitä terästeollisuuteen 1970-luvulla, on ollut tärkeä tekijä Imatran sulaton kehittämispöytäkirjoissa. Ensimmäisenä käyttöön tuli järjestelmä seosainelaskentaa varten, jota seurasi erilaisia prosessikontrollisovelluksia (sekä on-line että off-line).

Kolme nykyään käytössä olevaa järjestelmää ansaitsee erityishuomiota. Nämä kolme muodostavat olennaisen osan sulaton prosessikontrollista:

- sulankäytön optimointi
- seosainelaskenta
- tehohuipun valvonta

Sulankäytön optimointi

Halutun teräslaadun tekeminen alkaa jo romupihalla. Kullakin teräslaadulle on oma panostyyppinsä, joka huomioi aiotun laadun seostuksen ja sallitut epäpuhtaudet. Valmistettavan laadun lopullinen valinta perustuu kuitenkin uunista heti alassulatuksen jälkeen otettuun etunäytteeseen.

Sulankäytön optimointijärjestelmä ottaa huomioon erilaisia kustannustekijöitä, kuten:

- sähköenergian kulutus
- tuotantoajan hinta
- seosaineiden hinta

Tietokone hylkää valmistusohjelmasta ne laadut, joita on mahdotonta valmistaa uunissa olevasta sulasta. Tietokone hylkää lisäksi valmistusohjelmasta ne sulatukset, joita ei sillä hetkellä ole mahdollista valssata tai jatkuvavalua (2 teelmäko-koa). Tämän jälkeen päätteelle tulostuu lista kahdeksasta taloudellisimmin valmistettavissa olevasta teräslaadusta. Tästä listasta valitaan sulatolla kiireellisyyssnäkökohdat huomioonottaen valmistettava laatu.

Seosainelaskenta

Seosainelaskentajärjestelmää luotaessa tavoitteena oli systemi, joka sopi paikallisiin olosuhteisiin ja tuotevalikoimaan, ja joka pystyi suoriutumaan mm. seuraavista tehtävistä:

- laskemaan seosaineiden tarpeen eri prosessivaiheissa
- ottamaan seosainelaskennassa huomioon valmistettavan teräksen lujuus- ja karkenevuusvaatimukset
- pyrkimään kustannusminimiin ottamalla huomioon seosaineiden hinnat, määrät ja vaikutukset teräksen ominaisuuksiin
- käyttäen teräsanalyysiä tuottamaan tietoa prosessinohjauksen pohjaksi

Näiden lähtövaatimusten täytyminen yhdessä erityisesti senkkametallurgian kehittymisen kanssa ovat muuttaneet koko seosainelaskennan viime vuosina. Järjestelmän tulee vastata tulevaisuudessakin alati muuttuviin olosuhteisiin ja se onkin jatkuvan kehitystyön kohteena.

Tehohuipun valvonta

Järjestelmän päätehtävä on sähköenergian käytön optimointi, valvonta ja raportointi.

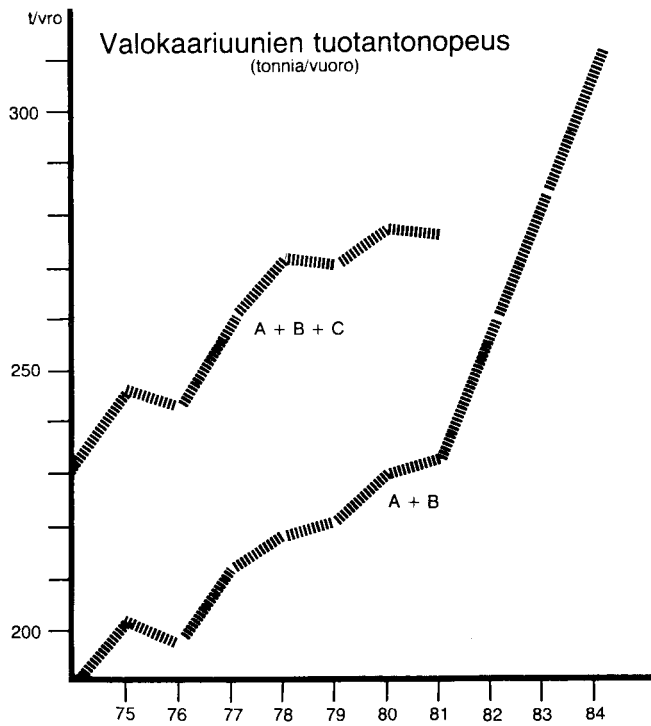
KEHITYSTOIMINNAN TULOKSET

Imatran sulaton kehittämisen tuloksia voidaan parhaiten tarkastella vertailemalla tuottavuuden kasvun eri tekijöitä pidemmällä aikajaksolla.

Valokaariuunien tuotantonopeus tonnia/vuoro on lisääntynyt jatkuvasti jo 1970-luvun puolivälistä (kuva 1).

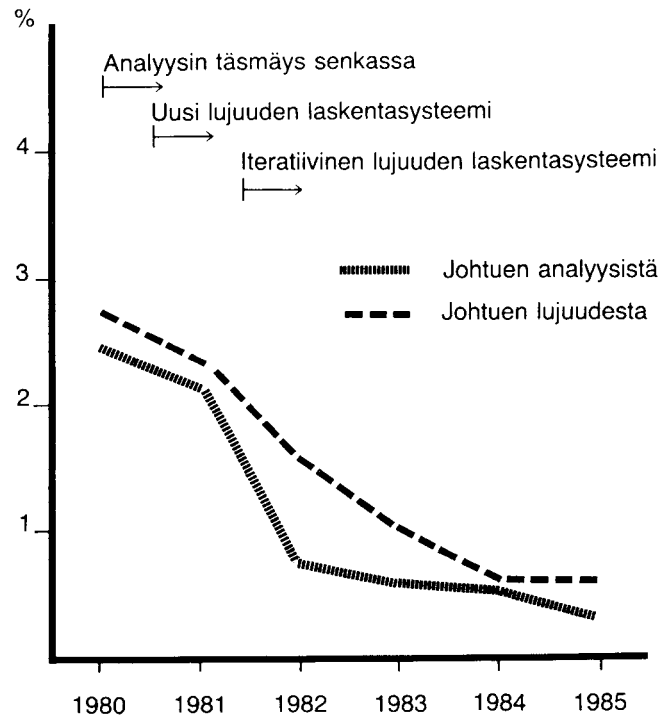
Erikoisen merkillepantavaa kuvassa 1 on se, että vaikka C-uuni poistettiin käytöstä 1981, pystyttiin jäljellejääneillä A ja B uuneilla ylittämään entinen kolmen uunin yhteenlaskettu tuotantonopeus jo vuoden 1983 aikana.

Viime vuosien suotuisa kehitys tuotantonopeuksissa yhdessä erityisten energian kulutuksen vähentämiseen tähdänneiden projektien kanssa on mahdollistanut noin 2 % vuodessa alenevan energiankulutuskehityksen.



Kuva 1. Valokaariuunien tuotantonopeus, tonnia/vuoro (A, B, C = uunit).

Fig. 1. Production rate of the arc furnaces, tons/shift (A, B, C = furnaces).



Kuva 2. Teräksen laadunmuutokset valun jälkeen prosentteina kokonaistuotannosta.

Fig. 2 Amount of regrades at OVAKO Imatra as per cent of the total production (upper due to analysis, lower due to strength).

Sulankäytön optimointijärjestelmällä pystytään alentamaan sulaton valmistuskustannuksia noin 2,5 % verrattuna tilanteeseen, jossa sulasta valmistettava laatu on etukäteen määrätty.

Seosainelaskentajärjestelmän suurin yksittäinen saavutus on ollut valun jälkeen tapahtuneiden teräksen laadunmuutosten voimakas väheneminen, kuva 2.

Vaikka laitekehityksen ja menetelmämuutosten ansiosta on teräksen tuotantonopeus sulatolla kasvanut, on valmistusprosessia voitu myös yksinkertaistaa kuten edellä on selostettu. Ruumiillisen työn osuus on täten vähentynyt ja työolosuhteet sekä työturvallisuus parantuneet.

KATSAUS TULEVAAN

Laatu, tuotekehitys, aktiivinen markkinointi ja toimintojen joustavuus muodostavat osan Imatran tulevaisuuden strategiasta. Nämä yhdessä tuottavuuden eri osatekijöiden kanssa asettavat ne päämäärät, joihin sulaton jatkuva kehittäminen tulevaisuudessa tulee tähtäämään.

Ilman henkilöstön osaamisen jatkuvaa kasvua eivät tähän mennessä saavutetut tulokset olisi olleet mahdollisia. Tämä suunta tulee tulevaisuudessa entisestään korostumaan. Vain osaava ja asiaansa uskova henkilöstö mahdollistaa Imatran kaltaisen vaativia erikoisteräksiä tuottavan terästehtaan selviytymisen terästeollisuudessa vielä odotettavissa olevista kovia vuosista.

SUMMARY

THE STEEL PLANT OF OVAKO IMATRA STEEL WORKS 1975–1985: TEN YEARS OF CONTINUOUS PROGRESS

The object of this paper is to discuss the development of the steelplant of OVAKO Imatra Works as well as the improvement in productivity attained there over the last ten years. What makes this interesting is the fact that significant gains have been brought about without any major investments in equipment.

The development activities over the last decade in the fields of e.g. machinery, production process and computerization are described in detail. The consequent achievements in productivity in e.g. production output and consumption of energy are delineated.

The tools of the future success are outlined. These include product quality, product development, active marketing, flexibility in operation and the already finished structural change from a manufacturing base to a customer and market-oriented operation. The overall success realised at OVAKO Imatra Works up-to-date would not have been possible without strong human contribution, engagement in daily work and interest in improving professional skills. This will be even more so in the future. Only maintaining a second-to-none policy will take the OVAKO Imatra Works through the coming hard years.

Imatran Terästehtaan asiakkaat siirtymässä JOT-tuotantoon

Dipl.ins. Kauko Murole ja dipl.ins. Heikki Nyholm, Ovako Oy Ab, Imatra

Imatran terästehdas oli 1960-luvulla tyypillinen kotimarkkinoille suuntautunut kauppaterästehdas, jonka tuotteet ja toiminta oli mitoitettu sen ajan kotimaan konepajateollisuuden tarpeita vastaaviksi. Seuraavalla vuosikymmenellä toteutettiin ratkaiseva muutos. Kauppaterästehtaasta tehtiin vientiin suunnautuva erikoisterästehdas. Viennissä merkittävin asiakaskunta on Euroopan autoteollisuus alihankkijoineen. Tärkein markkina-alue on luonnollisesti kuitenkin kotimaa, jonne tuotannosta lähes puolet toimitetaan.

KONEPAJAN JOT-VALMISTUKSEN PERUSPIIRTEITÄ

Taloudellisen toiminnan päätavoite on sijoitetun pääoman tuoton maksimointi. Perinteinen ajattelu painottaa valmistuksen muuttuvien kustannusten pienentämistä sekä käyttöomaisuuden mahdollisimman tehokasta hyödyntämistä. Uudessa ajattelussa kiinnitetään erityistä huomiota edellisten lisäksi kiinteiden kustannusten ja vaihto-omaisuuden minimointiin. Vaihto-omaisuus tarkoittaa raaka-aine-, tarvike-, tuotanto- sekä valmistusvarastoja.

Vaihto-omaisuuden vähentäminen ei saa johtaa konepajan palvelutason huononemiseen. Konepajan täytyy pystyä valmistamaan oikea määrä ainoastaan oikeita tuotteita oikeaan aikaan. Tämä edellyttää hyvää toimittaja-asiakas -yhteistyötä, nopeaa reagointia muutoksiin tuotteessa, tuotteen määrässä tai toimitusajassa. Tämä on mahdollista, jos tuotteiden valmistuksen läpäisy aika on riittävän lyhyt sekä raaka-aineiden ja puolivalmisteiden saatavuus on turvattu kiinteillä ja koetelluilla toimitussopimuksilla.

Myös laadulla on merkittävä osuus pyrittäessä vaihto-omaisuuden minimointiin. Valmistusprosessissa siirretään vaiheesta toiseen vain virheettömiä tuotteita. Tämä koskee myös materiaalityöitä toimittajalta asiakkaalle. Laatu ei tehdä tarkastamalla. Sen sijaan valmistusprosessi ja -menetelmät täytyy hallita ja niitä täytyy valvoa siten, että tuotetaan vain hyväksytyjä tuotteita.

ASIAKASKUNTA JOT-TIETOISEKSI

Kotimaassa Imatran Terästehtaan asiakaskunta on laaja ja monipuolinen. Se ulottuu yhden miehen pajasta aina suurkonepajateollisuuteen asti. Varsinaista autoteollisuuden kaltaista suursarjatuotantoa Suomessa ei juuri ole, vaan konepajat valmistavat pienehköissä sarjoissa hyvinkin erilaisia, usein asiakassopeutettuja tuotteita.

JOT-filosofiaan siirtyessään konepajat ovat supistamassa voimakkaasti materiaali- ja varastojaan. Tämä heijastuu vaati-

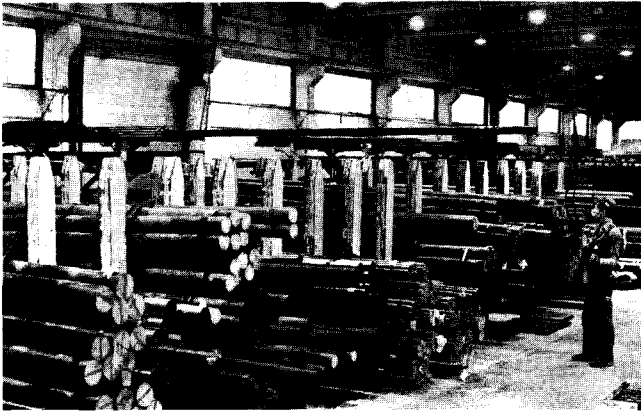
muksena teräksen toimittajiin päin: edellytetään entistä nopeampaa reagointia ja luotettavampia toimituksia.

MONIPUOLINEN JA TÄSMÄLLINEN JAKELU VÄLTTÄMÄTÖNTÄ

Teräksen jakelujärjestelmän toimivuudella on ratkaiseva merkitys konepajan pyrkiessä JOT-tuotantoon. Autoteollisuuden toimittajana olo on opettanut meille mitä tarkoittaa oikeat toimitukset oikeaan aikaan. Koko tuotannonohjausjärjestelmämme on rakennettu tämän vaatimuksen mukaan. Samaa toimitusten täsmällisyyttä sovelletaan myös kotimarkkinoilla. Tehdastoimitukset perustuvat toimittaja-asiakassuhteen jatkuvuuteen: toimitussopimukset luovat puitteet, joilla asiakkaan materiaalin saanti on turvattu. Tehdastoimitukset perustuvat viiden tonnin vähimmäiserään. Useissa tapauksissa tämä voi olla liikaa pyrittäessä minimoimaan konepajan omat raaka-ainevarastot. Hankitaan vain kulloinkin välittömästi tarvittava määrä. Tällöin on järkevä tapa hankkia teräs varastosta.

Ovakon Turengin Erikoisteräsvaraston mittavalikoima kattaa mahdollisimman hyvin kotimaan kysynnän (kuva 1). Varastosta toimitetaan tehdastoimituksia pienempiä eräi nopealla toimitusajalla. Asiakas voi halutessaan tilata materiaalin valmiiksi katkaistuna ja keskiöitynä aihioina suoraan konepajan työstöön. Ovakon varastosta myydään OVAKO-terästä, jonka laadun Ovako takaa.

Ovakon erikoisteräksiä, kone- ja rakenneteräksiä pitävät varastossa Suomen merkittävimmät terästukkuliikkeet. Alueellinen varastosaatavuus pienerissäkin Imatran tuotteille on näin turvattu. Jälleenmyyjämme ovat lisänneet teräksen esikäsittelymahdollisuuksia, mikä on selvä etu asiakaskunnallemme.



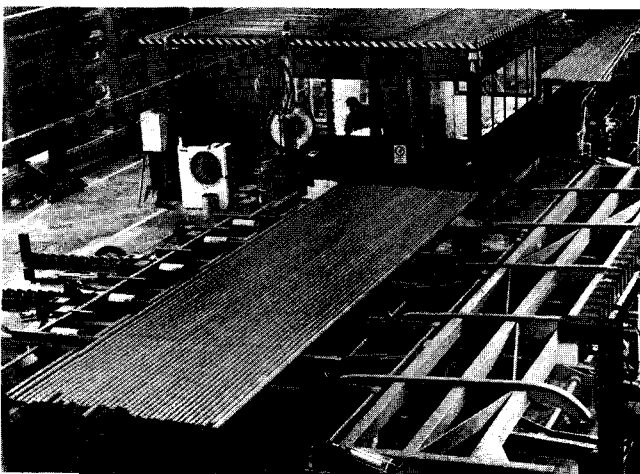
Kuva 1. Turenkin erikoisteräsvarasto palvelee kotimaista teräksen käyttäjää.

Fig. 1. Turenki special steel depot serves domestic steel users.

IMATRAN TERÄS — ASKEL JOT-VALMISTUKSEEN

Hinnan ohella ovat materiaalin laatu ja monipuolisuus tulleet entistä tärkeämmiksi. Teräksen laadusta tai sen puutteesta johtuvia häiriökustannuksia ei useinkaan osata laskea jälkeen ostettua teräskiloa kohti. Näennäisesti edullinen, halpa teräs saattaa hankintahinnastaan huolimatta osoittautua huomattavasti kalliimmaksi kuin ostohinnaltaan hieman kalliimpi laatuteräs. Valmistuskustannuksia laskettaessa on otettava huomioon tuotteen koko valmistusketju alkaen teräksen hankinnasta aina valmiiseen tuotteeseen asti. Tällöin materiaalin saatavuus ja sen käyttäytyminen valmistusprosessissa ovat ratkaisevia.

Autoteollisuuden toimittajana olemme luoneet laadunvarmistusjärjestelmän, joka ulottuu omista raaka-ainehankinnoistamme alkaen aina asiakkaan vastaanottotarkastukseen asti. Asiakkaat ovat yhä laajemmin luopumassa omasta materiaalin vastaanottotarkastuksesta ja siirtämässä laatuvarmistuksen teräksen toimittajan harteille (kuva 2).



Kuva 2. Imatran terästehtaalla takomateriaalin pinnan virheettomuus varmistetaan koneellisesti.

Fig. 2. Faultless surface quality of forging bars is assured with machines at Imatra steel works.

Terässtandardit määrittelevät terästen ominaisuudet. Yleisstandardit sallivat ominaisuuksille sängen suuren liikkumattilan. Tämä aiheuttaa sen, että saman teräslajin eri toimituserät saattavat käyttäytyä hyvin eri tavalla esimerkiksi lämpökäsittelyssä ja koneistuksessa. Sitä ei voida kuitenkaan hyväksyä "kerralla valmiiksi" -periaatteen mukaisesti toimittaessa.

Imatran teräksen perustana on pitkälle kehitetty ja tarkasti kontrolloitu valmistusprosessi. Esimerkkinä olkoon Ovakon standardihiiletysteräksset, joiden karkenevuus on spesifioitu tavanomaista kapeampina jominy nauhana. Tämä varmentaa teräksen yhtäläisen käyttäytymisen lämpökäsittelyssä toimituserästä toiseen.

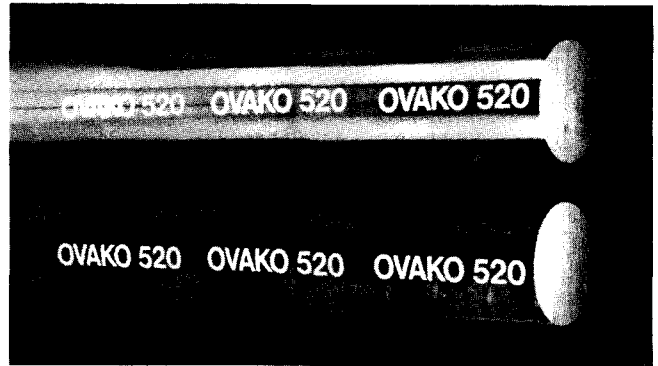
Ovakon kotimaahan toimittamat erikoisteräspyörötangot ovat M-käsiteltyjä. Sen ansiosta teräs käyttäytyy konepajaprosessissa suunnitellulla tavalla: koneistus sujuu häiriöttömästi ilman epämiellyttäviä teräksestä johtuvia valmistuskatkoja. M-teräkset mahdollistavat myös huomattavat säästöt työkalukustannuksissa sekä lyhentävät valmistuksen läpisy-aikaa.

Ovako on tuonut markkinoille yleisiä rakenneteräksiä korvaavat koneteräksset OVAKO 520 ja OVAKO 550 sekä lujan rakenneteräksen OVAKO EL 400.

OVAKO 520 on hyvin lastuttava M-käsitelty koneteräs. Laji kattaa mustapintaisten rakenneteräspyörötankojen käyttöalueen.

OVAKO 550 on kylmävedetty akseliteräs. Laji kattaa kirkaspintaisten rakenneteräspyörötankojen käyttöalueen.

OVAKO EL 400 on luja ja hyvin hitsattava lattateräs. Laji on yleisteräs, joka kattaa rakenneteräslattatankojen käyttöalueen (kuva 3).



Kuva 3. Imatran terästuotteiden merkkäus antaa takuun Ovako-laadusta.

Fig. 3. Marking of Imatra's steel products guarantees the Ovako-quality.

Konepajoissa suoritettava teräslajien karsiminen tuo selviä säästöjä. Varastonimikkeiden väheneminen edesauttaa varastomäärän pienentämistä. Vähäinen määrä lajeja, joilla on koetut ominaisuudet ja ovat tasalaatuisia, mahdollistaa häiriöttömän tuotannon ja nopean läpisyajan. Näitä säästöjä voidaan hyödyntää raaka-aineen valmistajalla (terästehdas), väliportaassa (varastonpitäjä) sekä raaka-aineen käyttäjällä (konepaja).

ASIAKASPALVELU JA TUOTEKEHITYS

Uusien ovakolaisten terästen markkinoinnin myötä on voimakkaasti lisätty teknisen asiakaspalvelun resursseja. Asiakaspalvelussa on otettu entistä aktiivisempi rooli. Imatran asiakaspalveluinsinöörien sijaintipaikat ovat Imatra, Helsinki ja

Turku. Tekninen asiakaspalvelu yhdistää asiakkaan tarpeet ja terästehtaan mahdollisuudet. Työ käsittää mm. konsultointia materiaalin valinnassa, työstössä, lämpökäsittelyssä, hitsauksessa. Tähän kuuluu luonnollisesti vaurioanalyysit ja mahdolliset laatuvirheselvitykset. Teräskoulutus eri kohderyhmille on koettu myös tärkeäksi toimintamuodoksi.

Vaikka tekninen asiakaspalvelu on palveluelin, sillä on myös selvä kehittäjän rooli. Se etsii markkinoilla olevat teräksien kehitystarpeet ja siirtää ne tuotekehityksen tietoon. Tuotekehitykselle 80-luvulla onkin ominaista kehittää sellaisia teräksen ominaisuuksia, joiden avulla asiakas pystyy entistä taloudellisemmin käyttämään terästä. Teräksen suoritusominaisuudet, kuten mekaaniset ominaisuudet, ovat edelleenkin tärkeitä. Kehitysresursseja on kuitenkin entistä enemmän suunnattu terästen käyttöominaisuuksien parantamiseen. Tämä merkitsee asiakkaalle parempaa lastuttavuutta, hyvää muokattavuutta, varmaa lämpökäsittelykykyä sekä hyvää hitsattavuutta.

SUMMARY

CUSTOMERS OF IMATRA STEEL WORKS SHIFTING TO JOT-PRODUCTION

In the 60's the Imatra steel works was a typical commercial steel works directed to domestic market. A decisive change was carried out during the next decade: the commercial steel works became a special steel works.

Domestic engineering workshop customers are shifting to JOT-production. Imatra steel works meets the challenge. Distribution is versatile and accurate. The new steels introduced to market enable reduction of stock level and shortening of production lead time in workshops. Technical customer service and product development are available for the customers.

Finländska stångjärnsstämplar återfunna i Stockholm under åren 1960–1970

Ingenjör Bo Molander, Stockholm

Artikeln är litet förkortad med författarens tillstånd.

INLEDNING

De flesta av oss står litet undrande och frågar sig, vad menas med en stångjärnsstämpel. I medlet av 1500-talet satte man i Sverige i gång med en helt ny tillverkning av smidbart järn, det s.k. stångjärnet. Det nya järnet kom relativt snabbt att eliminera det s.k. osmund-järnet som förut dominerat tillverkningen av smidbart ämnesjärn.

Stångjärnet var, såsom namnet anger, långa utsmidda stänger. I ändan på stängen, ibland i båda ändarna, några dm in på stängen slogs tillverkarens (stångjärnsbrukets) stämpel in, vanligen i form av en bokstavskombination, som syftade på järnbruketets namn eller på dess ägare.

Denna stångjärnsstämpel kom att utgöra järnbruketets varumärke och sin tids reklam. Representerade stämpeln ett järnbruk, som höll en hög och jämn stångjärns kvalitet, ändrades inte stämpelns utseende. Ingen ändrar ju på ett på exportmarknaden efterfrågat och inarbetat varumärke.

Det är om några av dessa 200–300 år gamla finländska stångjärnsvarumärken denna artikel kommer att handla.

I södra Finland anlades under 1600-talet en rad järnbruk. Det äldsta, Svartå bruk, anlades första gången redan år 1560 och sedan på nytt andra gången åren 1616–1617, då med masugn och stångjärnshammare. Bruket fick sina privilegier som Kronobruk, vilket innebar att Svenska Kronan var dess första ägare. Svartås ursprungliga uppgift var bl.a. att ta emot finskt tillverkat skattejärn av osmund och smida om detta till det på exportmarknaden bättre betalda stångjärnet. Dessutom började man givetvis i den egna masugnen, utgående från finländsk malm som var bruten från Ojamo gruva jämte tillsats av träkol, framställa träkolstackjärn. Detta skulle sedan via tyskhårdar förädlas till stångjärn. På så sätt försökte man driva upp en egen produktion av stångjärnet.

Modernt sett kan kronobruken i Sverige och i Finland betraktas som ett mycket tidigt statligt initiativ till industrialisering. Detta initiativ uppföljdes snabbt av köpmannabygda stångjärnsbruk såsom Antskog år 1630, Billnäs år 1641, Fagervik år 1646, Fiskars år 1649 o.s.v.

En hel del av de finländska stångjärnsbrukens produktion som inte exporterades kom ju att stanna inom landet. Den gick till manufakturering såsom spik, spadar, plogbillar o.a. En del klenare stångjärnsdimensioner fick tjäna till medjärn och hjulskoningar. En del stångjärn åter kom att få sin funktion i husbyggnader, tjänstgörande som stödjärn i öppna murade spisar, som murankarjärn och dragförband. Det är i

dessa, en gång på exportmarknaden så eftertraktade, byggnadsjärn som vi kan återfinna de finländska stångjärnsstämplarna.

Då man nu river ett 250 år gammalt hus så är det ursprungliga byggnadsjärnet minst lika gammalt. Givetvis kan järn av yngre årgångar förekomma i fastigheten om denna senare om- eller påbyggs.

I dessa sotiga, murbruksbemängda byggnadsjärn kan man, om turen är bevågen, efter borstning och rengöring återfinna en vackert slagen stångjärnsstämpel.

Frågan blir då: Varför skall man leta i Stockholm? Vore det inte lättare och bättre att söka efter stångjärnsstämplar här hemma i Finland? Svaret är att tyvärr har ingen kommit på idén att leta i Finland och nu är det i det närmaste för sent. Det finns inte många 100–200 år gamla fastigheter kvar att riva, vare sig i Finland eller i Sverige.

FYNDPLATSER I STOCKHOLM

Före år 1809 dominerade Stockholm exportaffärerna av stångjärn genom sina förmögna handelshus, den s.k. Skeppsbroadelen, där det botteniska handelstvånget bidrog till att befästa stapelstaden Stockholms hegemoni, vilket innebar att allt finländskt stångjärn som skulle exporteras måste ta vägen över Stockholm till saltsjövägen, även kallad lilla järnvägen, belägen i gamla slussgraven i södra delen av Staden mellan broarna, "Gamla Stan". Hit kom inte enbart det finländska stångjärnet utan även stångjärnet från de svenska Norrlands-järnbruken.

I slussgraven mot Mälarsjön låg stora järnvägen, även kallad "Mälärvägen". Hit anlände oerhörda mängder stångjärn från de järnrika svenska bergslagsbygderna.

Under 1600-talet — "den svenska stormaktstiden" — och under 1700-talet färdigbyggdes egentliga Stockholm "Staden mellan broarna" och ute på malmarna, d.v.s. norr och söder om Gamla Stan, uppfördes förnämliga och vackert byggda adels- och borgarhus. Det är i dessa präktigt murade byggnader, som till sin största del rivits och försvunnit i den oerhörda saneringsväg, som malmarna utsatts för under de sista decennierna, som man kan göra stämpelfynd under pågående rivningsarbeten.

Till en 4-vånings murad fastighet åtgick på 1700-talet betydande mängder stångjärn, som i omsmidd form skulle hålla ihop yttermurar och gavlar till sina bjälklagstockar i de olika våningsplanen, till fönstergaller, till avväxlings- och hängseljärn i trappor, till stödjärn i murstockar och öppna spisar, som stödjärn under kakelugnar. Till en större byggnad kunde vikten av byggnadsjärnet uppgå till 1–2 ton.

Författaren är pensionerad försäljningsdirektör från Cyclop AB.
Hemadress: Erik Dahlbergsgatan 29, S-115 32 Stockholm.

Fyndplatserna för finskt tillverkat stångjärn i Stockholms-
husen ger en intressant transportbild. Som tidigare nämnts,
togs finländska och svenska Norrlands-järnet in på lilla järn-
vägen, som vette mot Saltsjösidan. Detta innebar, att då det
skedde byggnation på Skeppsholmen, Djurgården och de del-
ar av Norrmalm som låg nära Saltsjön, roddes behövt stångjärn
från lilla vägen till närmast husbygget belägna kaj
eller strand. På så sätt erhöles man kortaste landtransport.

Detta innebar att i stort sett hela Gamla Stan med tyngd-
punkt på Skeppsbro-sidan kan anges som fyndplats för fin-
ländskt järn, samt förutom Djurgården, Skeppsholmen,
Stadsgården och närmast ovanliggande kvarter på Söder, även
kvarteren runt Norrmalmstorg och Gustav Adolfs torg. Där-
emot förekommer inte finländskt järn i kvarteren mot Klara
sjö, Kungsholmen eller norrut mot Vasastan, eller i de delar
av Södermalm som vetter mot Mälaren.

Däremot förekommer över hela Stockholm i gamla byggnad-
er det stångjärn, som togs in över Mälärvägen. Givetvis be-
rodde detta även på att dessa stångjärnmängder var tiofalt
större än den finländska järnmängden, som vid 1700-talets
mitt knappast översteg 8000 skeppund.

FINLÄNDSKA STÄMPLAR

De finländska stämplarna som återfinns i författarens samling är
från tiden före Finlands avskiljande från Sverige, d.v.s. före år
1809.

Bild 1, Svartå

Här är en tydlig och vackert slagen stämpel från Finlands äld-
sta järnbruk, Svartå bruk i Karis socken. Stämpelfyndet är
slaget i ett kraftigt stödjärn till en murad kupa; Svartå-stång-
järnet höll 5" i bredd och 3/4" i tjocklek och var ca 2,5 meter
långt. Normalt låg stångjärnsbredden på 1 3/4", 2", 2 1/2", så
att denna 5" bredd måste ha varit ett beställningsarbete för
någon särskilt krävande uppgift.

Svartåjärnet tillhör husets ursprungsdelen och kan dateras till
1600-talets mitt, eventuellt något senare, d.v.s. smitt och ut-
väckt ungefär 50 år efter Svartåbruks återupprättande
1616-1617.



Bild 1. Svartå

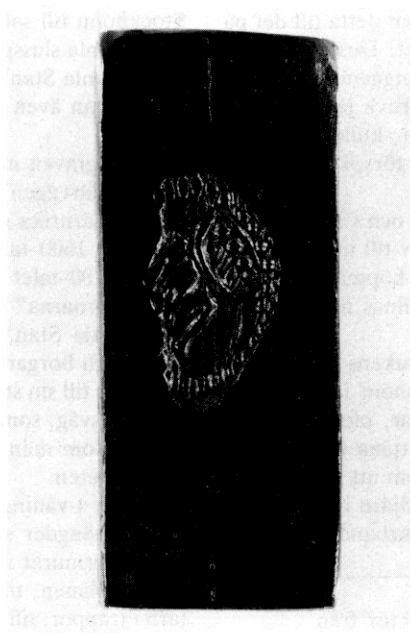


Bild 2. Antskog



Bild 3. Fiskars

Bild 2, Antskog

Antskogs fräsehammare i Pojo socken, Finlands i ordningen
andra järnbruk, anlades år 1630 av Jacob Wolle och igångsat-
tes redan 1632. Efter stora ofreden år 1731, köpte John Mont-
gomerie, en handelsman från Stockholm, Antskog. Denne äg-
de tidigare i Sverige Schebo bruk i Uppland. 1734 erhöles
Montgomerie 6 frihetsår för att återuppbygga det av ryssarna
1713-1714 nedbrända järnbruket. Det svenska vallonsmidet
infördes.

Antskog-stämpeln återfanns i rivningsbrådet från Rege-
ringsgatan 30 i Stockholm. Redan på 1650-talet var tomten
bebyggd med två mindre fastigheter, som senare samman-
byggdes till en större byggnad, vilken år 1730 påbyggdes med
en 4:e våning. 1740 reparerades fastigheten av den då regeran-
de konungen Fredrik I av Sverige. Tydligt önskade ko-
nungen förära sin mätress Catrina Horn en mer ståndsmässig
boning. Det är alltså under den tid som konungen ägde och re-
parerade boningen som Antskog-järnet tillverkades. Järnet
har använts som dragförband i 2:a våningens golvbjälklag.

Bild 3, Fiskars

Ytterligare en John Montgomerie-märkt JM-stämpel åter-
fanns i juni 1974 i rivningsbrådet till fastigheten Bellmansgatan
24. Stångjärnet höll 2" x 1/2" dim. och tjänstgjorde som bjälk-
ankardelen i ett murankarjärn. Husets ålder kan dateras till
slutet av 1700-talet. Bellmansgatufyndet har smitts ut vid
Fiskars bruk någon gång under 1700-talets sista decennier.

Bild 4, Koskis

Hur Ortala bruks i Uppland stämpel såg ut kan vi se om vi
granskar stämpelfyndet från Koskis bruk i Tenala socken.

Att det går att fastställa att stångjärnet tillverkats vid
Koskis och ej vid Ortala, beror på att Ortala tillverkade val-
lonsmitt stångjärn och vid Koskis tillverkades tysksmitt stång-
järn. Vallonjärnet låg i en högre prisklass än tyskjärnet. Detta
innebar att dåtida byggmästare givetvis köpte det prisbilligas-
te järnet.

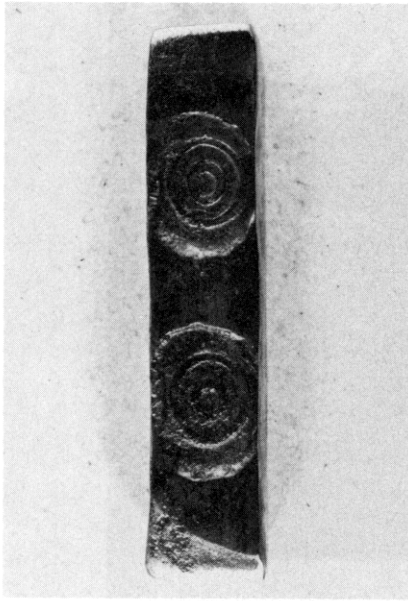


Bild 4. Koskis



Bild 5. Fagervik



Bild 6. Billnäs

Bild 5, Fagervik.

Fagerviks bruk i Ingo socken erhöill sina privilegier för en hammare år 1648. Här fanns redan 1646 en helt nybyggd masugn. Fagerviks sammanbyggda FW-stämpel återfanns på Brunkebergstorg nr 9. Fastigheten anses uppförd på 1780-talet. Fagervik ägdes vid denna tid av brukspatronsläkten Hising. Denna hade även betydande bruksintressen i Sverige, bl.a. Skinnskattebergs bruk. När den här FW-stämpeln togs i bruk är ovisst, men troligen redan vid brukets tillblivelse.

Bild 6, Billnäs

Den återfunna Billnäs-stämpeln ingår i samma leverans som den återfunna Fagervik-stämpeln, d.v.s. den kommer från Brunkebergstorg nr 9 och är tillverkad vid samma tid på 1780-talet.

Billnäs i Pojo socken erhöill sina privilegier 1641 för en masugn och två stångjärnshammare. Ägare var Carl Billsten. Han ägde även Fagervik och det blev Fagerviks-stämpeln som kom

att gälla för Billnäs bruk. De båda brukens stämplat skiljer sig enbart genom att Billnäs förde ett korstecken över FW-initiälerna, Fagervik förde som vi kan se av fotot tre punkter (proppar).

Bild 7, Forsby

Forsby frälsehammares i Pernå socken stämpel återfanns i första till tredje våningens rivningsbråte år 1971. Enär huset uppfördes till tre våningars höjd vid 1700-talets början kan Forsby-fyndet ej dateras till senare tid.

Bild 8, Kauttua

Kauttua i Eura socken erhöill sina privilegier 21 juni 1689 för en stångjärnshammare och en härd. Den vackra och tydligt slagna stämpeln återfanns i bjälkankardelen till ett murankare.

Kauttua-stångjärnet har tillverkats något eller några år före 1801, med iakttagande av lagringstid och seglotionssäsong.



Bild 7. Forsby



Bild 8. Kauttua

Bild 9, Koskis

Koskis bruk i Tenala socken fick sina privilegier år 1680. Stämpelfyndet från Koskis får anses vara helt unikt, det återfanns vid nedre Drottninggatan nr 24. Stämpeln satt slagen i ett hängseljärn dim. 1 3/4" x 1/2". Redan av stångjärnets utseende kan man bedöma det som gammalt tysksmide, det gav ej intryck av alltför god kvalitet. Stämpelns initialer syftar på brukspatron C.A.Wefverstedt, som ägde Koskis bruk på 1730-talet.

Bild 10, Orisberg

Orisberg (Orismala) i Storkyro socken erhöll sina privilegier 1676. Orisberg var det första järnbruket i Österbotten. Det nedlades år 1900. Stämpelfyndet gjordes år 1971 vid Rege- ringsgatan 28 b. Orisbergsfyndet kan dateras till något år före 1760.

Bild 11, Orisberg

Orisberg (Orismala). Stämpelfyndet gjordes i november 1967 i Gamla Stan i Stockholm. Fastigheten utsattes för en ombyggnad 1779 och vid denna tidpunkt, något eller några år tidigare, är Orisbergsjärnet utsmitt. Stämpeln är dubbelslagen och har av gravören getts ett helt annat utseende än 1760 års Orisbergsfynd (bild 10) även om motivet är detsamma. Efterföljande gravörer följde denna senare utformning av Orisbergsstämpeln hela 1800-talet igenom.

Bild 12, Strömfors

Strömfors bruk (Pettijärvi) i Strömfors socken erhöll sina privilegier år 1695 för en hammare och två härdar. 1705 erhöles 6 års prolongation av frihetsåren. Man fick förnyat tillstånd 1745 att återuppbygga den sedan många år tillbaka öde hammaren. Stånghammaren nedlades så sent som 1950. Stämpelinitialerna syftar på bruksägarna Anders Nohrström och Jacob Forsell.

Strömfors stämpelavbildning saknas i den stora stämpelboken benämnd "Hammarskats Längd, öfver alla Sveriges och Finlands warande Stång-jernshamrar med theres Namn, Stämplar, Ägare, Belägenhet, Hamrar, Härdar, Hammarskat och Tillvärcnkning år 1748". Strömfors tillverkning anges däremot till 690 skeppund privilegierat årligt smide vid 1 hammare och 2 härdar. Tyvärr saknas vid detta fynd, som gjordes år 1960, exakta fyndplatser i fastigheten och var någonstans denna låg i rivningsmassorna. Detta innebär att det är oriktigt att här ange tillverkningstidpunkten av Strömforsjärnet.

TIDEN EFTER ÅR 1809

Efter Fredrikshamnfreden 1809 hamnade den tunga finländska järnindustrin i en bristsituation vad gäller införsel av svensk malm och svenskt tackjärn, beroende på att sedan lång tid tillbaka, före fredslutet, rådde i Sverige exportförbud på dessa varor. Efter freden kom Finland som främmande nation att drabbas av detta exportförbud. Problemet löstes efter hand och en svensk exportkvot fastställdes, som i storlek kom att motsvara vad Finland årligen före 1808 inköpt från Sverige.



Bild 9. Koskis

För den finländska stångjärnsexporten fanns efter fredslutet ingen anledning att skeppa och exportera över Stockholm. Någon import till Sverige av finländskt stångjärn efter freden kunde knappast ske med iakttagande av att den totala finländska stångjärnsproduktionen endast motsvarade en obetydlighet gentemot den svenska produktionen. Givetvis var det svårt att omedelbart bygga upp nya affärsförbindelser utomlands. Så sent som 1826 sålde af Petersén på Dalsbruk en stångjärnspost om ca 500 skeppund till Stockholm. Denna post har givetvis ganska omedelbart av Svenska handelshuset exporterats till utländsk köpare. Exemplet visar att trots allt gick en del exportaffärer fortfarande via Stockholm.

Detta innebar att de gamla personliga affärsförbindelserna med de svenska handelshusen fanns kvar och ur ekonomisk synpunkt fanns ingen anledning att omedelbart avbryta dessa kontakter.

I författarens stämpelsamling, som totalt omfattar över 1500 stämpelfynd, saknas finländska stämplor som bevisligen tillverkats efter 1809, enda tveksamheten gäller Strömforsstämpeln. Detta innebär att affärskorrespondensen gått gamla vägen till handelshuset i Stockholm, men att finländska stångjärnet lastats på finländska fartyg och skeppats direkt till det svenska handelshusets agent i utländsk hamn. Efter hand byggde de finländska järnbruken upp egna direktförbindelser med utländska köpare, framför allt i Riga, Reval och Libau. Även med handelshuset Nobet och Gisiko i Petersburg gjordes exportaffärer främst i gjutgods och tackjärn.

VAR KAN MAN GÖRA NYA FYND?

Möjligheter att hitta finländska stångjärnsstämplor, vid rivning av fastigheter eller vid omfattande renoveringar av kyrkor, herrgårdar och gamla bruksbyggnader, bör vara goda i det egna landet. Även om möjligheterna att göra några 1600-tals fynd får anses små, bör förutsättningarna att återfinna fler 1800-tals stämplor vara goda.



Bild 10. Orisberg



Bild 11. Orisberg

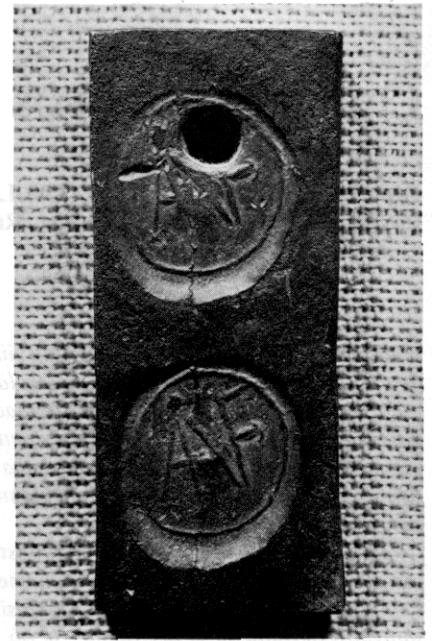


Bild 12. Strömfors

Man bör observera att en återfunnen stångjärnsstämpel måste bestyrkas med exakta data för att ha sitt värde. Notera var den satt i huset, husets ålder, ev. ombyggnadsdata, om en extra våning byggts på, o.s.v. Huset kan, om det är en timmerbyggnad, vara flyttat från en annan ort. Jämför stångjärnets dimensioner i fastighetens olika våningsplan. Är dimensionerna ej enhetliga kan detta tyda på en senare ombyggnad. Se efter om de varmslagna spikhålen är runda eller fyrkantiga. Det kan ge vissa upplysningar. Ifall alla hål är runda tyder det på en enhetlighet, men om hålen är olika runda eller fyrkantiga tyder detta på en ombyggnad eller en senare förstärkning av fastigheten.

I timmerhus kan murjärn och stödjärn återfinnas i skorstensstockar och öppna spisar. Tag reda på om skorstensstocken är nedriven och uppbyggd åter, som det ofta skett i

gamla hus. Granska hängsel- och avväxlingsjärn i trappor. Ett reveterat timmerhus i någon landsortsstad kan tidigare ha varit ett envåningshus men senare påbyggt med en extra våning eller t.o.m. kan hela huset ha förlängts. Utan dessa data är det svårt att få reda på den rätta tillverkningstiden för stångjärnsstämpeln. Dessutom gäller det att i bergshistorisk litteratur studera stämpelavbildningar och ta del av industrimonografier för att kunna fastställa när en stämpel togs i bruk och när den byttes ut mot en ny stämpel med ett helt nytt utseende. Trots allt finns det många möjligheter att dra felaktiga slutsatser. Men om alla underlag är korrekta och sättes i rätt samband med varandra, kan en återfunnen stångjärnsstämpel dateras till nästan exakt det år den en gång slogs in på stångjärnet av räckarsmeden.

KÄLLFÖRTECKNING

1. *Bo Molanders* egna anteckningar och uppgifter erhållna genom Stockholms Stadsmuseum och i Stockholms Stadshus byggnadsarkiv.
2. *E W Dahlgren*- Järnvärkeri och Järnstämpling (1957).
3. Harmens register, betr. aktuella hammare. (Bergskollegiums protokoll i Riksarkivet)
4. 1748 års stämpelbok över rikets hamrar, Riksarkivet.
5. 1777 års stämpelbok för Stockholms väg, Tekniska museet.
6. 1796 års stämpelbok för Stockholms väg, Tekniska museet.
7. 1798 års stämpelbok för Stockholms väg, i *Bo Molanders* ägo.
8. 1799 års stämpelbok för Stockholms väg, Tekniska museet.
9. 1818 års stämpelbok för Stockholms väg med tillägg och rättelser till 1828, Tekniska museet.
10. *Tekla Hultin*: Historiska Upplysningar om Bergshandteringen i Finland under svenska tiden, Helsingfors 1896.
11. Stämpelbok för Finlands Smält- samt Jern- och Stålmanufakturverk, Helsingfors 1883.
12. *Gabriel Nikander*: Fiskars Bruks Historia, Åbo 1929.
13. *Th. Svedlin*: Dalsbruks Jernverk och Brukspatroner 1686–1936, Helsingfors 1936

SUMMARY

OLD FINNISH TRADEMARKS OF WROUGHT IRON BARS FOUND IN STOCKHOLM 1960–1970

In the middle of the 16th century a new fabrication method of wrought iron was adopted in Sweden. Iron was hammered to long bars. At the other end of the bar — sometimes at both ends — a trademark, generally the initials of the name of the mill owner, was stamped.

In Finland, which at that time belonged to Sweden, a number of iron mills was founded in the 16th century, the oldest, Svartå bruk, in 1560. A part of the iron bars produced in Finland was exported to Stockholm where it was used for supports and ties, fireplaces, etc. in buildings. When buildings have been demolished the author has taken charge of these old metallurgical products and has now a collection of 1500 pieces. The article describes the trademarks of the iron bars of Finnish origin found by the author in Stockholm. Furthermore the article tells the history of the old iron mills and their owners and gives some information about how to make possible findings in Finland. The trademarks of ten old Finnish wrought iron producers are shown in photos.

Otanmäen kaivos

Dipl.ins. Jorma Illi, fil.maist. Ole Lindholm, tekn.tri Ulla-Maija Levanto, dipl.ins. Jukka Nikula, dipl.ins. Esko Pöyliö ja dipl.ins. Esko Vuoristo, Rautaruukki Oy

Otanmäen kaivoksen toiminta loppui viime keväänä. 32 vuoden aikana ehdittiin Otanmäestä ja sen läheisestä Vuorokkaan esiintymästä nostaa yhteensä 33 miljoonaa tonnia malmia ja sivukiveä. Malmista erotettiin rautarikastetta 7,6 milj. tonnia, ilmieniittiä 3,8 milj. tonnia ja rikkirikastetta 200 000 t. Vanadiinipentoksia valmistettiin vanadiinitehtaan 29-vuotisen toiminnan aikana 55 545 t.

Otanmäki oli paitsi yleismaailmallisesti merkittävä vanadiinin tuottaja myöskin malminetsintämenetelmien ja -laitteiden kehittäjänä sekä kaivos- ja rikastusteknisiltä ratkaisultaan kansainvälisesti tunnettu ja arvostettu. Se oli monien kansainvälistenkin retkeilyjen ja tutustumismatkojen kohteena



MALMIN LÖYTÖHISTORIA

Vuonna 1938 havaitsi Geologisen toimikunan Kainuun soita tutkiva työryhmä magneettisia häiriöitä Oulujärven eteläpuolella Otanmäen alueella. Edellisenä kesänä oli toinen työryhmä tavannut pari rikasta magnetiitti-ilmeniittilohkaretta Sukevan rautatieaseman seudulta noin 50 km Otanmäestä kaakkoon. Magneettisten indikaatioiden opastamana löydettiin Otanmäeltä useita kalliopaljastumia, joissa oli samanlaista titaanirautamalmia kuin Sukevan lohkarieissakin. Magneettiset mittaukset osoittivat, että häiriöalue oli laaja ja intensiteetit suuret. Tutkimusten jatkuessa tavattiin seuraavina vuosina vielä muitakin samantyyppisiä malmiaiheita Vuolijoen kunnan alueelta.

Geologinen toimikunta ja Suomen Malmi Oy jatkoivat tutkimuksia, jotka sodan aikana ajoittain keskeytyivät. Vuonna 1946 oli edetty niin pitkälle, että Valtioneuvostolle voitiin esittää Otanmäen malmiesiintymän alustava hyväksikäyttösuunnitelma. Siinä esitetyt lähtöarvot ja ehdotukset joutuivat ammattipiireissä ankarana arvostelun kohteeksi. Tutkimustyö ja hyväksikäytön suunnittelu jatkui sitä varten perustetun Otanmäki-toimikunnan ohjauksessa. Ajettiin tutkimuskuilu ja siitä perä täsällä +75 pitkin malmivyöhykkeen parhaiten tutkittua osaa. Koerikastamossa kehitettiin rikastuskaavio, jossa magnetiitti ja ilmieniitti ohella myös kiisumineraalit otettiin talteen.

Vuonna 1950 perustettiin Otanmäki Oy Vuolijoen magnetiitti-ilmeniittimalmien hyödyntämistä varten.

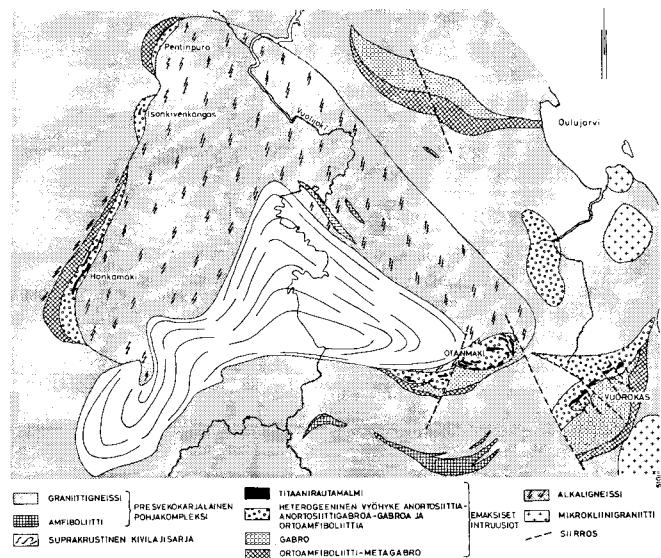
Taulukko 1 kertoo Otanmäen kaivoksen tärkeimmistä vuosiluvuista.

YLEINEN GEOLOGIA

Alue, jossa Vuolijoen magnetiitti-ilmeniittimalmit sijaitsevat, on soiden ja matalien moreeniharjanteiden peittämä. Kalliopaljastumia on vähän, mutta oheisen geologisen kartan (kuva 1) laatimiseen on ollut käytettävissä monipuolinen fotogeo-

loginen, geofysikaalinen ja geokemiallinen aineisto, jota on vielä täydennetty kairaustiedoilla. Aineisto on koottu kaivostoiminnan aikana ympäristön malminetsintätöiden yhteydessä.

Oulujärven eteläpuolella on tavattu useita erillisiä vanadiinipitoisia titaanirautamalmi-muodostumia. Kaivostoiminnan kohteena on ollut näistä kaksi: Otanmäki ja 4 km siitä itään sijaitseva Vuorokas. Kaikki tavatut malmiesiintymät muistuttavat toisiaan niin hyvin esiintymistavaltaan kuin rakenteensa ja mineraalikoostumuksensa puolesta.



Kuva 1. Otanmäen alueen geologinen kartta.
Fig. 1. Geological map of the Otanmäki region.

Taulukko 1. Otanmäki vuosilukuina
Table 1. Otanmäki in the light of years

1937	Sukevalta löytyi kaksi rautamalmilohkarettä Two iron ore boulders were found at Sukeva
1938	Malmipaljastuma löydettiin Otanmäestä An ore exposure was found at Otanmäki
1946	Valtioneuvostolle tehtiin esitys Otanmäen malmin hyväksikäytöstä A motion was made to the Council of State about the exploitation of the Otanmäki ore
1949	Tutkimuskuilu ja koerikastamo Otanmäkeen A research shaft and pilot plant were built at Otanmäki
1950	Otanmäki Oy perustettiin, toimitusjohtajaksi tuli Ilmari Harki Otanmäki Oy was founded with Ilmari Harki as Managing Director
1952	Pääkuilu valmistui, samoin rautatie, nostotorni, kaivostupa ja korjaamo The main shaft, railway, head frame, changehouse and repair shop were completed
1953	Murskaamo ja rikastamo valmistuivat, tuotanto alkoi The crushing and concentrating plants were completed, the production began
1954	Rakennettiin koetehdas vanadiinin erottamiseksi A pilot plant for separation of vanadium was built
1956	Vanadiinitehdas valmistui The vanadium plant was completed
1958	Toinen uuni vanadiinitehtaalle valmistui, kuilun syventäminen alkoi The second furnace of the vanadium plant was completed, deeping of the shaft began
1961	Vanadiinitehdasta laajennettiin The vanadium plant was enlarged
1962	Suomalmin kuilu valmistui The shaft of the Suomalmi ore body was completed
1965	Vuorokkaan kuilun ajo alkoi Shaft sinking of the Vuorokas shaft began
1968	Otanmäki Oy liitettiin Rautaruukkiin Otanmäki Oy was merged in Rautaruukki Oy
1981	Otanmäessä aloitettiin konepajatoiminta Workshop operations were started at Otanmäki
1982	Solmittiin pitkäaikainen puitesopimus Energomashexportin kanssa erikoistavaravaunujen toimittamisesta Neuvostoliittoon A long-term skeleton agreement on the delivery of special wagons to the Soviet Union was reached with Energomashexport
1983	Vaunutehtaan rakentaminen alkoi Building of the wagon works began
1985	Kaivostoiminta päättyi, vaunujen koetuoanto alkoi Mining operations were closed down, test production of wagons began

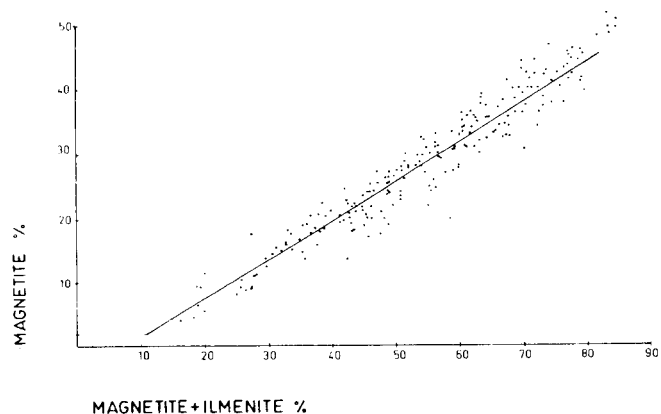
OTANMÄEN MALMIESIINTYMÄ

Linssimäiset malmit sijaitsevat hajallaan heterogeenisessä vyöhykkeessä gabroanortosiitti-intruusion laidassa. Malmivyöhyke on kolme kilometriä pitkä, leveys vaihtelee kymmenestä metrillä yli sataan metriin. Malmin sivukaade on yleensä jyrkkä, lähes pysty. Otanmäessä on kaivostoiminnan aikana tavattu satoja erillisiä malmioita, joiden vaakapinta-ala vain harvoin on ylittänyt 1 000 m². Malmiesiintymän epäyhtenäisyyttä korostaa vielä malmin rajojen oikullisuus ja runsas sivukivisulkeumien määrä.

MALMIN MINERALOGIASTA

Otanmäki-muodostuman malmimineraalit ovat vanadiinipitoinen magnetiitti ja ilmeniitti. Sekä malmissa että sivukivessä on 1–2 % kiisumineraaleja. Harmemineraalina esiintyy kloriitti tai sarvivälke.

Kuten oheinen diagrammi (kuva 2) osoittaa, on magnetiitin ja ilmeniitin määrien suhde eri malmityypeissä vakio. Rikkais-



Kuva 2. Magnetiitin ja ilmeniitin määrien suhde malmissa.
Fig. 2. Diagram showing the ratio of magnetite to ilmeniite in the ore.

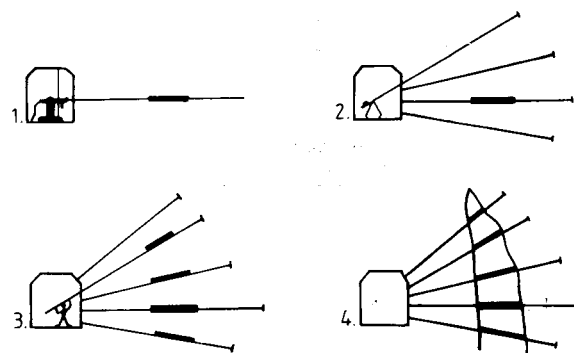
sa malmeissa on magnetiittia 35–40 % ja ilmeniittia 27–32 %. Magnetiitti ja ilmeniitti esiintyvät omina rakeinaan, yhteenkasvettumat ovat harvinaisia. Ilmeniitissä on hienoja hematitiilamellemieja, jotka paikoin ovat pelkistyneet magnetiitiksi. Tämä on aiheuttanut satunnaisia tuotantohäiriöitä, koska ilmeniittiä on joutunut magneettisessa rikastuksessa magnetiitin joukkoon.

Vanadiini ei muodosta omia mineraaleja. Sitä erotettiin magnetiitista, jonka pitoisuus oli keskimäärin 0,62 % V.

KAIVOSGEOLOGISET TUTKIMUSMENETELMÄT

Kun Otanmäen kaivoksen tuotanto oli päässyt käyntiin, havaittiin sängen pian, että malmiesiintymän epäyhtenäisyys asetti aivan omia vaatimuksiaan malmin sijainnin ja rajojen määrittelylle louhinnan suunnittelua ja ohjausta varten. Tutkimustarve osoittautui niin suureksi, että oli kehitettävä uusia, tähän soveltuvia tehokkaita menetelmiä.

Tärkein suunnittelua palveleva menetelmä oli jatkotankoporaus yhdistetty malmin laadun mittaus suoraan reiän seinämästä (kuva 3). Tällä tavalla saatiin nopeasti ja halvalla



1. GENERAL GEOLOGICAL FEATURES ARE FOUND BY DIAMOND DRILLING
2. PERCUSSION DRILLING UP TO 100m SUPPLEMENTS DIAMOND DRILLING
3. DIRECT ANALYSIS OF ORE GRADE IN DRILL HOLES
4. THE RESULTS ARE USED FOR STOPE DESIGN

Kuva 3. Malmin laadun arviointi poranreistä.
Fig. 3. Ore grade logging in percussion drill holes.

timanttikairausta täydentäviä tietoja malmin arvosta ja rajoista. Ilman tätä menetelmää ei olisi ollut mahdollista hankkia riittäviä tietoja louhinnan suunnitteluun ja ohjaukseen. Samaan aikaan kehitettiin muitakin magneettisen malmin kar-toituskeinoja louhinnan seurantaan ja kalliomekaanisia tutki-muksia varten.

Malmivyohtymän rakenteen selvittämiseen ja uuden mal-min etsintään kehitettiin poranreikämagnetometri, jonka avulla malmilinssiin aiheuttaman magneettisen häiriökentän suunta ja suuruus voitiin mitata. Tällä menetelmällä voidaan indikoida malmilinssiin sijainti poranreiän suhteen. Toinen tärkeä menetelmä on magneettisen gradientin mittaus, jolla malmipuhkeaman rajat voidaan kartoittaa irtomaiden läpi.

MALMIVARAT

Malmiesiintymän luonteesta johtuen oli mahdollista tehdä malmivara-arviota vasta kaivostoiminnan ja valmistavien toi-den edistymisen myötä. Taulukko 2 esittää malmivarojen in-ventoinnin kolmenkymmenen vuoden ajalta.

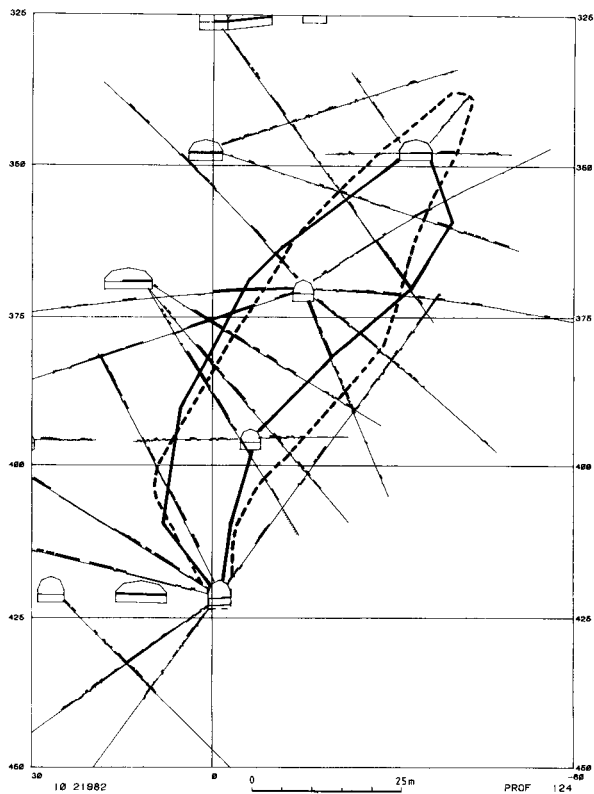
Malmiesiintymän luonnetta ja tutkimustyön vaikeutta ku-vastaa se, että taulukossa esitetyn 41 milj. malmitonnin osoit-tamiseksi oli tehtävä tutkimusreikää 975 km.

Malmia louhittiin 31 milj. t eli kaikki kaivostoiminnan pii-rissä ollut malmi. Hyödyntämättä jäävä 19 milj. t sijaitsee sy-vimmän louhintatason alapuolella. Sen talteenotto olisi edel-lyttänyt niin suuria investointeja, että malmin arvo ei olisi niit-ä kattanut.

Taulukko 2. Malmivarojen inventointi
Table 2. Inventory of ore resources

(Otanmäki ja Vuorokas yhteensä, louhittu malmi mukaanluettuna) (Otanmäki and Vuorokas in total including the ore mined)			
Vuosi	Invent. syvyys	Varmaa malmia	Varmaa + tod. näk. malmia
Year	Depth invented	Real ore	Real + probable ore
		milj. t	milj. t
1953	+225	5	13
1957		12	16
1963*		15	21
1969	+575	32	39
1973		34	39
1978	+825	40	48
1983		41	47

* Vuorokas mukana v. 1963 lähtien
* Vuorokas since 1963 included



ORE ESTIMATION FOR STOPE 500TM101

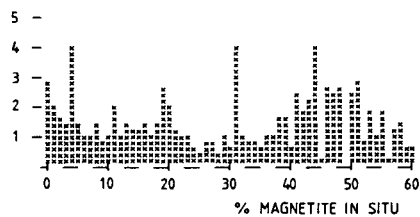
PROFILES: 438, 438A, 439, 439A, 440, 440A, 441, 441A, 442, 442A, 443, 443A, 444

VOLUME 45 000 m³
CONTENT OF MAGNETITE IN THE ORE 39.9%
WASTE ROCK DILUTION 22.9%

ESTIMATION
- MAGNETITE CONCENTRATE 51 700 TONS
(28.6% OF HOISTING)
- V₂O₅ 453 800 kg
- VALUE OF THE STOPE 10 840 000 FIM
- VALUE PER UNIT OF THE STOPE 60.07 FIM/T

GRADE DISTRIBUTION

WEIGHT - %



Kuva 4. Tietokoneavusteinen louhinnan suunnittelusysteemi.
Fig. 4. Computer aided stope design system.

LOUHINNAN SUUNNITTELU

Niin kauan kun malmi louhittiin makasiinilouhinnalla, oli geo-logisella tutkimuksella mahdollisuus seurata ja ohjata toiminta itse louhoksissa. Välitasolouhinta edellytti tarkempia etu-käteistietoja. Useimmiten oli louhos suunniteltava siten, että se käsitti useita malmioita ja niiden välisen sivukiviosuuden. Louhinnan optimointi tällaisissa olosuhteissa osoittautui hyvin vaikeaksi ja nostomalmin raakkulaimennus oli varsin suuri.

Erilaisten geologisten havaintojen suuri määrä ja niiden so-vittaminen tuotannosta saatuihin kokemuksiin aiheutti sen, että suunnitteluhenkilökunnan aikaa kului enemmän tietojen käsittelyyn kuin niiden hyväksikäyttöön. Tutkimustulosten

hyödyntämistä tehostamaan kehitettiin 1970-luvun lopulla tietokoneavusteinen kaivosgeologisten tietojen käsittelysysteemi (kuva 4). Tietorekisteriin syötettyjä tutkimus- ja louhintatietoja käytettiin karttojen ja profiilien piirtämiseen, mal-min määrä- ja laatuarvion laatimiseen jne. Tietoja käytettiin edelleen interaktiiviseen louhosten ja tuotannon suunnitte-luun. Tavoitteena oli louhoksesta lastattavan malmin määrän ja laadun taloudellinen optimointi. Systeemin avulla laadittiin kaivoksen loppuaikojen tuotantosuunnitelmat. Louhosten suunnittelun optimointi tällä menetelmällä täytti sille asetetut tavoitteet.

LOUHINTA

Otanmäen kaivoksen toiminta-aika jakaantuu selkeästi kahteen pääjaksoon. Ensimmäisen jakson aikana vv. 1953–1966 louhittiin +225-tason yläpuolisia malmeja, menetelmä oli lähes yksinomaan makasiinilouhinta ja nosto 500 000–800 000 t/a. Toisessa vaiheessa vuodesta 1966 eteenpäin louhinta siirtyi tasovälille +225 - +575, menetelmä vaihtui välitasolouhinnaksi ja nosto kaksinkertaistui vaihdellen välillä 1 100 000–1 400 000 t/a. Vuodesta 1979 toiminnan loppuun asti Otanmäen pääesiintymän lisäksi malmia louhittiin Vuorokkaan sivuesiintymästä n. 250 000 t/a. Otanmäen kaivoksen kaaviollinen pituusleikkaus näkyy kuvassa 5.

LOUHINTAMENETELMÄT

Ensimmäisenä louhintamenetelmänä oli makasiinilouhinta, joka sopi hyvin pystyasentoisten, kapeahkojen malmilinsien louhintaan. Koska sivukivi oli suhteellisen lujaa, ei täyttöä tarvittu.

Makasiinin pohjan avaus suoritettiin 10 metrin välein ajettujen lastausperien päästä avarretuilla suppiloilla. Makasiiniin kuljettiin makasiininoususta 6–8 metrin välein tehtyjen ”viiksien” kautta. Varsinainen louhinta tapahtui irrottamalla malmia makasiinin katosta pääasiassa vaakarei’illä. Reikien Ø oli 34 mm ja pituus 4 m.

Otanmäen makasiinilouhinnan erikoisuutena oli lastausperien sijoittaminen kohtisuoraan kuljetusperää vasten (ns. poikkiperälataus). Juna voitiin näin lastata täyteen ilman hankalia vaununvaihtoja. Makasiinimenetelmällä louhittiin 11 milj. tonnia malmia. Viimeinen makasiinilouhos lastattiin tyhjäksi v. 1971.

Kaivoksen syventämisen yhteydessä vaihdettiin louhintamenetelmä välitasolouhinnaksi. Tärkeimmät syyt vaihtoon olivat turvallisuus ja tehokkuus. Makasiinilouhinnalle tyypillinen laajojen kattopintojen alla työskentely jäi pois ja sekä poraus- että lastauskalustossa tapahtunut kehitys voitiin hyödyntää. Lisäksi varastossa oleva malmi oli nyt porattuna eikä räjäytettynä. Uuden louhintamenetelmän haittapuolena oli selektiivisyyden huononeminen.

Välitasolouhinnan tasoväli oli 25 m. 50 metrin välein sijait-

sevien päätasojen lisäksi tarvittiin louhoksien kohdalla erillinen välitaso. Nämä tehtiin alkuvuosina siten, että päätasojen välille ajettiin 50 metrin nousu, jonka puolivälissä lähdettiin ajamaan perää nousun alaosan toimiessa kaatonousuna ja yläosan kulkunousuna. 1970-luvun lopulla hankalasta nousuntestosta luovuttiin ja välitasot tehtiin päätasoilta ajettujen ala- tai yläkätisten vinoperien kautta.

Louhintareivät porattiin itse rakennetuilla 2-puomisilla viuhkapukeilla tasoviuhkoina ilman etukallistusta, reiän Ø oli 51 mm ja keskimääräinen pituus 14 m. Viuhkaväli oli ensin 1,7 m, mutta sitä lyhennettiin 1970-luvun lopulla 1,5 metriin kivikoon pienentämiseksi.

Vuorokkaalla tasoväli oli 30 m, reiän Ø 64 mm ja etukallistuksella porattujen viuhkojen väli 2,0 m. Kaikille tasoille kuljettiin maan pinnalta ajettun vinoperän kautta. Välitasomenetelmällä louhittu malmimäärä oli 20 milj. tonnia.

PERÄNAJO

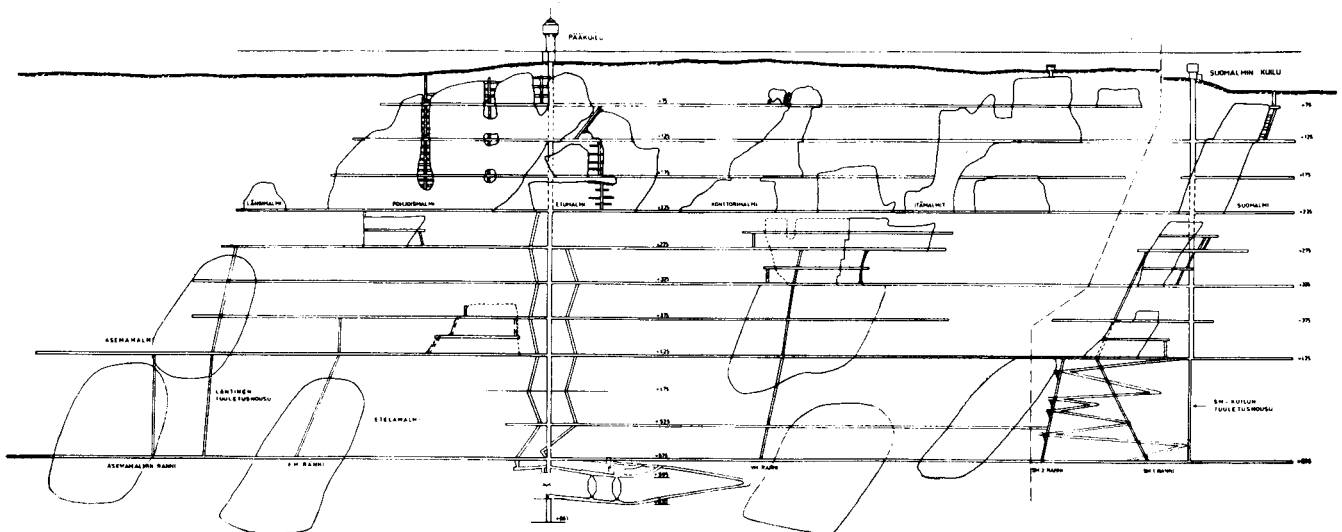
Makasiinilouhinnan aikana käytettiin peränajossa polvisyötölaitteella varustettuja käsiporakoneita, +225-tason alapuolelle siirryttäessä käsiporaus peränajossa rajoittui ensin nousuyhteyden takana oleville välitasoille ja lopuksi pelkästään tasoavauksissa tarvittaviin peränajoihin. Perää ajettiin yhteensä tällä menetelmällä 48 kilometriä.

Ensimmäiset käsinajon syrjäyttäneet kaksi peränajojumboa otettiin käyttöön v. 1967 tason +225 alapuolisten raiteettomien päätasojen ajossa. Jo seuraavana vuonna hankitun kolmannen jumbon myötä nousi ajettujen jumboperien määrä käsiperänajoa suuremmaksi. Käsiperänajo loppui käytännössä v. 1972, jolloin välitasojen peränajossa siirryttiin käyttämään T4G:n alustalle rakennettua yksipuomijumboa. Jumbolla ajettiin perää 60 km.

Lastauskoneena oli +225-tason yläpuolen raiteellisessa peränajossa paineilmakäyttöinen Salzgitter HL-400, jolla kivi lastattiin junavaunuihin. Samaa lastauskoneetta, sekä myöhemmin Cavo-koneita, käytettiin +575- ja Vuorokkaan +260-tasojen raiteellisessa peränajossa, kuljetus suoritettiin näillä tasoilla Hägglunds-vaunuilla.

+225-tason alapuolisilla raiteettomilla päätasoilla peränajon lastauskoneina olivat yleensä samat konetyypit, joita käytettiin

OTANMÄEN KAIVOKSEN KAAVIOLLINEN PITUUSLEIKKAUS Suhde 1: 5000



Kuva 5. Kaivoksen pituusleikkaus.
Fig. 5. Longitudinal section of the mine.

tettiin louhoslastauksessa. Näillä pyöräkuormaimilla kuljetettiin malmi myös lähimpään kaatonousuun. Pitkiä kuljetusmatkoja varten oli traktorivetoinen Shawnee Poole-keikkavaunu. Lisäksi oli pelkästään peränajon lastausta varten hankittu kuopalla varustettu Joy Transloader-pyöräkuormain. Välitasoilla lastaus- ja kuljetuskalustona käytettiin kontilla varustettuja lastausdumpereita.

NOUSUNAJO

Nousunajo vain poraussilta rakentamalla oli päämenetelmänä vuoteen 1971 asti. Pitkien kaato- ja tuuletusnousujen ajoon hankittiin kaivoksen syventämisen aikaan 1960-luvun puolivälissä Alimak-hissit ja vuodesta 1972 lähtien pitkät nousut ajettiin täysprofiilimenetelmällä. Käsiporauksen nousunajossa syrjäytti 1970-luvun alussa pitkäreikä-nousunajomenetelmä. Tamrockin L-400 porakoneella varustetulla Pireno-nousunajopukilla tehtiin 25–30 metrin nousut ja päätasojen välille ajettavien 50–65 metriä pitkien nousujen teossa porakoneena käytettiin isompaa L-750-konetta. Nousuja ajettiin kaikkiaan 17 kilometriä

LOUHINTALASTAUS

Makasiinilouhinnan päälastauskoneena oli Salzgitter HL-400. Kone oli paineilmakäyttöinen, kiskoilla kulkeva ja sen kauha-koko oli 0,4 m³. Koneita oli parhaimmillaan 14. Välitasolouhinnan päälastauskoneina oli pyöräkuormaimia.

KULJETUS

Makasiinilouhinnan aikana kaikki neljä päätasoa (+75, +125, +175 ja +225) olivat raiteellisia kuljetustasoja. Malmi lastattiin makasiinin lastausperästä suoraan junavaunuun ja kuljetettiin murskaamon syöttösuppilon tai suppilon johtavalle kaatonousulle. Junakalustoa oli enimmillään 7 trolleyveturia, dieselveturi sekä 65 Granby-vaunua. Trolleyyn käyttö veturien virranottoon oli uutta Suomen kaivoksissa. Synnä uuteen ratkaisuun oli poikkiperälastaus, jossa kosketinjohto oli saatava lastauspaikan kohdalla siirrettyksi perän laitaan. Vaunut kipattiin kaatopaikalle asennettujen paineilmasylinterien avulla. Välitasolouhinnassa päätasot alinta kuljetustasoa lukuunottamatta olivat raiteettomia. Malmi kuljetettiin louhoksesta lähimmälle kaatonousulle pyöräkuormaimella. Kaatonousuja oli kaikilla merkittävillä malmialueilla, keskimääräinen kantomatkka oli alle 100 metriä. Kaatonousut päättyivät +575-pääkuljetustasolle, jossa malmi lastattiin ketjurännien kautta junavaunuun ja kuljetettiin murskaamon syöttösuppilon. Tasolla +575 oli uudella periaatteella toimiva dieselhydraulinen kaivosjuna. Tässä professori Kauko Järvisen idean pohjalta rakennetussa "Järvis-junassa" oli varsinaisena vetävänä yksikkönä junan ensimmäinen malmivaunu, jonka pyöriin oli sijoitettu Sisu-nestemootorit. Ohjaamo, dieselmoottori ja hydraulikkapumppu sijaitsivat pienehkössä koneikkovaunussa. Vaunut olivat 10 m³:n Granby-vaunuja ja niiden kippausta varten oli jokaisessa vaunussa oma hydraulinen sylinteri, joka sai käyttövoimansa koneikkovaunusta. Seitsemän vaunun juna oli kaksi.

MAANALAINEN MURSKAUS

Kivi esimurskattiin lähes koko toiminnan ajan Schlagbrecher-leukamurskaimilla. Murskaimia oli kaksi, joista toinen varakoneena. Kita-aukko oli 1 250 x 950 mm ja erikoisuutena oli

liikkuvan leuan kalteva asento. Murskaimet sijaitsivat ensin +240-tasolla, josta ne siirrettiin tasolle +603.

Vuonna 1980 valmistui uusi maanalainen murskaamo, jonka pääkoneena oli Lokomo MK 140-leukamurskain. Vuorokkaalla käytettiin Raajärven kaivokselta siirrettyä Lokomo MK 120-murskainta.

NOSTO

Otanmäen kaivos oli ensimmäinen Suomessa, johon hankittiin kitkapyöräperiaatteella toimivat Koepe-nostokoneet. Malmi nostettiin +275-tason kappa-asemalta tornin siiloon kahdella 6,5 tonnin kipalla, nostonopeus oli 6,25 m/s. Samaa kuiluun sijoitetun henkilö- ja materiaalihissin hyötykuorma oli 5 t ja nostonopeus 4 m/s. Malmikipat, hissikori ja sen vastapaino kulkivat puujohteissa. Malminnostokoneessa oli aluksi yksi nostoköysi Ø 52 mm, henkilönostokoneessa kaksi Ø 38 mm. Malmikone jouduttiin pian muuttamaan 2-köyiseksi laippojen kiertymisen takia. Molemmat koneet olivat käsikäyttöisiä.

Nostokoneiden ja tornin mitoituksessa oli lähdetty siitä, että nosto samoilla laitteilla onnistuu vielä kaivoksen mahdollisesti syvetessä. Syventämisen yhteydessä tehtiin kuitenkin molemmille nostokoneille joitakin teknisiä muutoksia. Puujohteet vaihdettiin köysijohteisiin (ensimmäiset tuotantokuiluun sijoitetut köysijohteet Suomessa), malmikoneen kippojen kuormaa nostettiin 8 tonniin ja nopeus 10 metriin sekunnissa. Molempien nostokoneiden käyttö oli automatisoitu jo aikaisemmin (v. 1963). Vuorokkaan kuiluun siirrettiin Raajärven vanha käsikäyttöinen Koepe-nostokone. Siinä oli yhdistetty malmkipa + henkilö- ja materiaalihissi, hyötykuorma 8 t ja nostonopeus 6 m/s.

Suomalmin apukuilussa oli alkuvaiheessa kannen ja +225-tason välisessä liikenteessä käsikäyttöinen Ruona Oy:n valmistama rumpukone materiaalihissinä (4 t hyötykuorma, 3 m/s) sekä Rheinstahlin pieni automaattihissi henkilöhissinä, kuorma 500 kg, nostonopeus 4 m/s.

Kun Suomalmin kuilu syvennettiin tasolle +425, vaihdettiin materiaalihissiksi peräti 12 tonnin hyötykuormaan yltävä Koepe-kone, jonka hissikorissa pystyttiin kuljettamaan suurimmatkin työkoneet maan alle.

MUUT TOIMINNOT

Kaivokseen johdettiin 3 kV:n jännite. Kaapelit kulkivat kuilun viereen poratuissa 4":n rei'issä. Vuorokkaan päälinjoiissa oli 0,4 kV:n jännite.

Paineilma tuotettiin Atlas Copcon mäntäkompressoreilla, joita oli toiminnan ollessa laajimmillaan yhteensä viisi; kulu-tshuippujen tasaamiseksi rakennettiin v. 1959 kaivokseen 5 000 m³:n hydraulinen paineilmasäiliö. Kolmen kompressorin tuotto kului kaivoksessa, yhden maanpäällisillä osastoilla ja yksi oli varakoneena. Vuorokkaan paineilma hoidettiin pääasiassa kahdella Tamrocin ruuvikompressorilla.

Pääpumpuasemat sijaitsivat pääkuilulla tasoilla +125, +240, +575 sekä Vuorokkaalla tasoilla +260 ja +560. Pumput olivat Serlachiuksen keskipaikoispumppuja. Keskimääräinen kaivoksesta nostettu vesimäärä oli Otanmäessä n. 2,5 m³/min ja Vuorokkaalla n. 0,5 m³/min.

Otanmäen ilmastoinnin erityispiirteenä oli avointen louhos-tilojen käyttö tuuletusilman lämmitykseen. Tuotannon loppuvaiheessa kaivoksen ollessa laajimmillaan oli ilmastoinnin kapasiteetti noin 0,5 milj. m³/h.

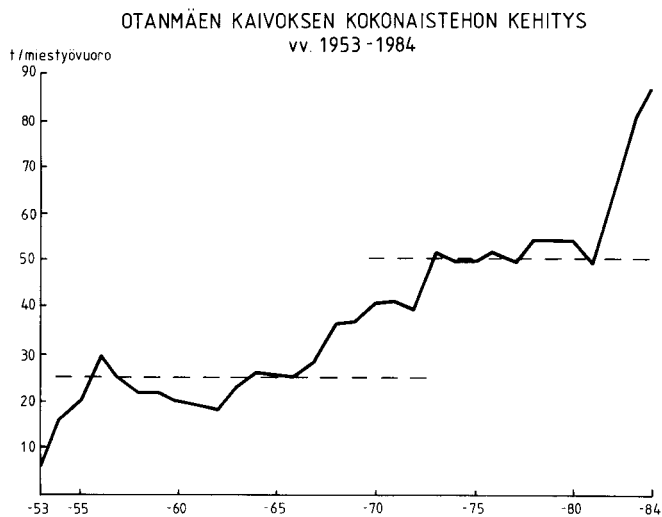
Taulukko 3. Malmin nosto
Table 3. Hoisting of the ore

	Otanmäki	Vuorokas	Yhteensä
Malmi kuilusta Ore via shaft	29 778 300 t	1 212 000 t	30 990 300 t
Malmi avolouhoksesta Open pit ore	35 000 t	91 000 t	126 000 t
Malmi vinoperästä Ore via inclined drift	—	45 000 t	45 000 t
Malminnosto yhteensä Total ore hoisting	29 813 300 t	1 348 000 t	31 161 300 t
Sivukivi erillisnostona tuotantoon Country rock as hoisted separately to production	1 354 000 t	—	1 354 000 t
Sivukivi louheena läjitysalueille Country rock as broken rock to heaping areas	53 100 t	523 000 t	576 100 t
Sivukiven nosto yhteensä Total hoisting of country rock	1 407 100 t	523 000 t	1 930 100 t
Nosto yhteensä Total hoisting	31 220 400 t	1 871 000 t	33 091 400 t

TUOTANTOMÄÄRÄT JA TEHOT

Otanmäen kaivoksen tuotantomäärät koko toiminnan ajalta on esitetty taulukossa 3.

Kuvassa 6 on esitetty kaivoksen kokonaistehon kehitys (nostettu tonni/maan alla tehty miestyövuoro). Makasiinilouhinnan aikana saavutettiin keskimääräinen 25 t/vuoro teho. Kapasiteetin nosto, laitekehitys ja makasiinilouhinnan korvaaminen välitasolouhinnalla nostivat tehon kuudessa vuodessa kaksinkertaiseksi tasolle 50 t/vuoro. Viimeisinä toimintavuosina teho nousi geologisen tutkimuksen ja valmistavien töiden asteettaisen vähenemisen vuoksi.



Kuva 6. Kaivoksen tuottavuuden kehitys vuosina 1953–1984.
Fig. 6. Development of the total productivity of the mine.

RIKASTUS

Otanmäen malmin rikastamisen perustutkimukset aloitettiin laboratoriomittakaavassa VTT:n vuoritekniisessä laboratoriossa 1940-luvulla ja niitä jatkettiin koetehdasmitassa vuonna 1949 Otanmäkeen rakennetussa koetehtaassa. Päätös kaivos-toiminnan aloittamisesta tehtiin vuonna 1951. Rikastamo rakennettiin 1952–1953 ja sitä täydennettiin magnetiittirikasteen kuivaamalla ja kuivarikastuksella vuosina 1955–1956 vanadiinin erotusprosessia varten. Rikastusprosessi käsitti tässä vaiheessa

- magneettisen karkeaseparoinnin hienomurskaamalla, se-pelin lisäerotuksen rikastamon syötteestä ennen tankomyl-lyljauhatusa
- jauhatuksen TM-KM:llä hienouteen 45 % -200 mesh
- magnetiitin märkäerotuksen sekä tuotteen kuivapuhdis-tuksen Laurilan erottimilla
- rikkikiisun vaahdottamisen magn. erotuksen jätteestä ja
- ilmeniitin vaahdotusrikastuksen. Vuosina 1960–1961 ra-kennettiin ilmeniittirikasteen kuivaamo.

Tuotantomäärät on esitetty taulukossa 4.

Vuosina 1965–1968 laitoksen kapasiteettia nostettiin käsit-telemään malmia 1–1,1 milj. t/a ja tuottamaan magnetiittia 270 000 t/a ja ilmeniittä 150 000 t/a. Samassa yhteydessä pro-cessia uudistettiin. Suurimman muutoksen koki magnetiitin ri-kastus, jossa siirryttiin täydelliseen märkärikastukseen 4-vai-heisen jauhatuksen ja magneettisen separoinnin yhdistelmällä (kuva 14), jolloin vanadiinitehtaan aiemmat kuivajauhatus-myllyt siirrettiin rikastamolle märkäjauhatuskseen. Märkäme-netelmällä saavutettiin paitsi merkittäviä kustannussäästöjä myöskin parempilaatuinen magnetiittirikaste vanadiinin ero-tukseen.

1970-luvun puolivälin tienoilla louhintamenetelmien muu-tokset lisäsivät noston sivukivimäärää ja rikastetuotanto alen-tui tasolle FeR 250–260 000 t/a ja TiR 130–140 000 t/a. Tämä johti vuosikymmenen lopulla päätökseen nostaa rikastamon kapasiteettia siten, että magnetiittirikastetuotanto saatiin vas-taamaan vanadiinitehtaan kohonnuttua kapasiteettia reilua 300 000 t/a. Muutostyöt toteutettiin 1979 ja asetetut tavoitteet saavutettiin 1981 ja ylitettiin heti seuraavana vuonna.

Koko toiminnan aikana murskaamalla käsiteltiin nostomal-mia ja sivukiveä n. 33 milj. tonnia ja siitä valmistettiin

- rautarikastetta n. 7,6 milj. t
- ilmeniittirikastetta n. 3,8 ”
- rikkirikastetta n. 0,2 ”

Taulukko 4. Otanmäen tuotanto
Table 4. Production in Otanmäki

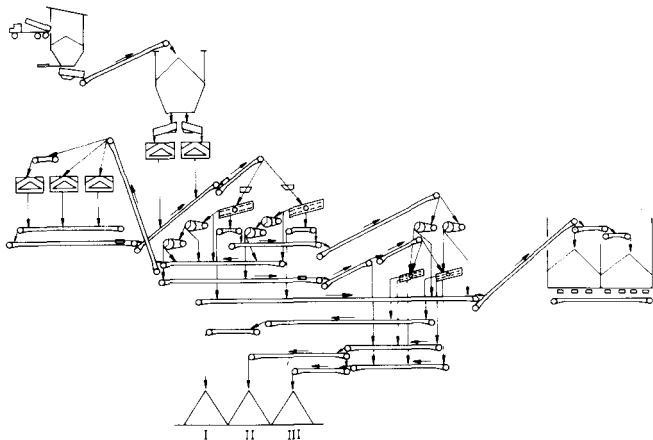
	t/a		
	1950-luvulla in 1950's	1960-luvun alussa early 1960's	1984
Malmin nosto Ore hoisting	660 000	750 000	1 244 000
Rikastamon syöte Feed to concentrator	520 000	630 000	990 000
Magneettiirikaste Magnetite concentrate	175 000	210 000	320 000
Ilmeniittirikaste Ilmenite concentrate	80 000	100 000	167 000
Rikkirikaste Pyrite concentrate	4 000	5 000	6 500
V ₂ O ₅	900	1 200	2 873

MURSKAAMO (KUVA 7)

Murskaamo rakennettiin seuraavien vaatimusten mukaan:

- Maksimikapasiteetti 250–300 t/h
- Koneistojen vaakatasosijoitus
- Sekundäärimurskaus suljetussa piirissä seulonnan kanssa
- Erikseen nostetulla sivukivellä osittain malmista poikkeava käsittely.

Malmi nostettiin 200 mm kappalekoossa murskaamon 600 t siiloon. Siilosta malmi syötettiin tärysyöttimen avulla 5½' Symons Standard-kartiomurskaimelle, jonka asetus oli 30 mm. Murskattu malmi johdettiin hihnakuuljettimella kahdelle kaksitasoiselle täryseulalle. Kumia olevien seulakankaiden aukot olivat Ø 80 ja 16 x 40 mm. Seuloilta saatu raeluokka 15–65 mm käsiteltiin kahdessa rinnakkaisessa magneettisessa karkeaerotuspiirissä, joissa magneettinen malmi erotettiin epämagneettisesta sivukivestä. Malmiosa johdettiin 5½' Symons SH-kartiomurskaimille, joiden asetus oli 8–10 mm. Niiden tuote yhtyi em. seulojen syötteeseen muodostaen seulonnan kanssa suljetun piirin. Seulojen läpäisemä alle 15 mm aines kuljetettiin hihnakuuljettimella rikastamon siiloihin. Erikseen nostetun sivukiven käsittelyssä suoritettiin alle 15 mm:n materiaalille magneettinen erotus, jonka rikastefraktio yhdistettiin rikastamon syötteeseen. Magneettisten erotusten jätefraktiot seulottiin kolmeksi sepelilajiksi: 65–25, 25–15 ja alle 15 mm.



Kuva 7. Otanmäen murskaamo.

Fig. 7. Diagram of the crushing plant.

RIKASTAMO (KUVA 8)

Ensimmäisenä työvaiheena rikastamalla oli syötemalmin pesuseulonta ja magn. karkeaseparointi fraktiolle +2 –15 mm viimeisessä murskausvaiheessa vapautuneen sivukiven erottamiseksi. Magneettinen fraktio johdettiin jauhatukseen ja pesuseulan alite (-2 mm) suoraan magneettiseen erotukseen.

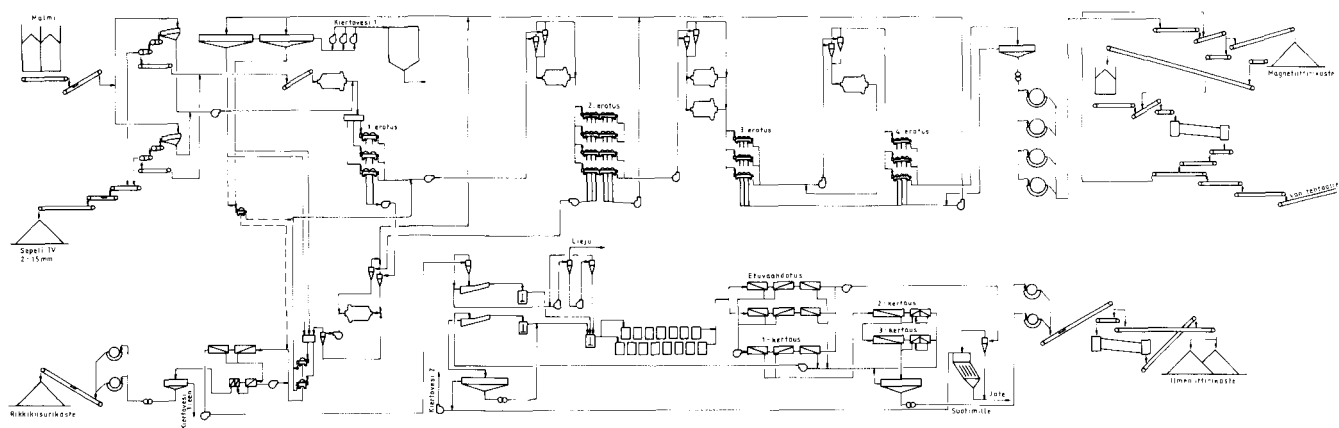
Jauhatus käsitti yhden tankomylllyn ja viisi kuulamyllyä, joista neljä oli magnetiittilinjalla ja yksi ilmeniittilinjalla. Energian kulutus oli yhteensä noin 15,5 kWh/jauhatuksen syötetonnin.

Magneettinen rikastus perustui 4-vaiheisen jauhatuksen ja erotuksen yhdistelmään (kuva 9). Magneettiset erottimet olivat ensimmäisessä ja osin toisessa vaiheessa myötävirtatyyppiä, muissa puolivastavirtatyyppiä. Välituotteet johdettiin kiertovesiselkeyttimille. Ylite palautui uudelleen käyttöön kiertovetenä, alite käsiteltiin magneettisen erotuksen jätteen kanssa varmistuserottimilla. Magnetiitin saanti oli tasoa 93 %.

Malmin sisältämä pieni rikkikiisumäärä poistettiin ennen ilmeniitin vaahdotusta. Rikkikiisun vaahdotus käsitti etuvaahdotuksen ja rikasteen kolme kertausta. Reagenssina käytettiin ksantaattia ja pineoilia. Lietteen pH säädettiin 6,5:een. Rikkikiisun vaahdotussaanti oli noin 85 %. Rikkirikaste sisälsi 45 % S, 0,7 % Cu ja 0,7 % Co.

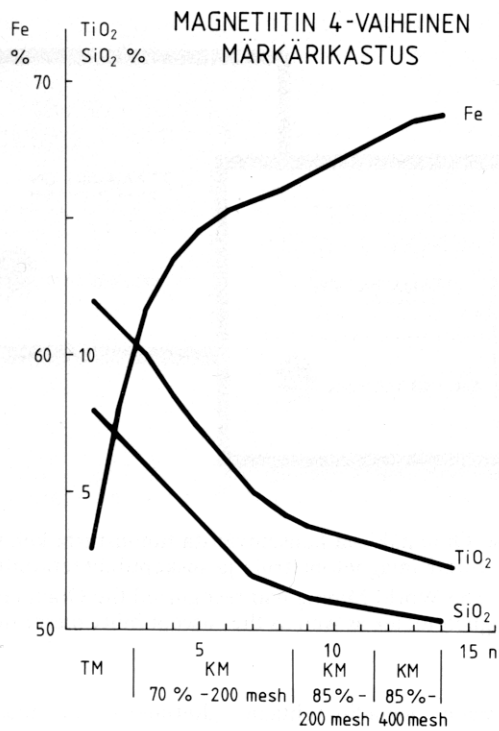
Ilmeniittivaahdotuksen syöte sakeutettiin syklonin ja spiraaliluokittimen avulla. Luokittimien ylitteistä erotettiin lieju 2-vaiheisella vastavirtasyklonoinnilla. Liejunerotuksen katkaisuraja oli 25 µm. Vaahdotus käsitti valmennuksen, etuvaahdotuksen ja rikasteen kolme kertausta. Valmennuksen lietetiheys oli 68–79 % kiintoainetta ja valmennusaika noin 1 tunti. Vaahdotusreagenssina käytettiin tislattua mäntyöljyä, kevyttä polttoöljyä ja emulgaattoria. pH säädettiin valmennuksessa arvoon 6,4, etuvaahdotuksessa 5,4–5,6, ensimmäisessä kertauksessa 5,3–5,5, toisessa kertauksessa 3,5–3,8 ja kolmannessa kertauksessa arvoon 3,2–3,4. Ilmeniitin vaahdotussaanti oli 85–90 %. Ilmeniittirikasteen laatu oli keskimäärin TiO₂ 45–45,5 %, P₂O₅ 0,05 % ja S 0,1–0,2 %. Rikasteet sakeutettiin ja suodatettiin. Magnetiitti- ja ilmeniittirikasteet kuivatettiin suodatuksen jälkeen.

Energian kulutus oli murskaamolla noin 2 kWh/murskaamon syötetonnin ja rikastamolla noin 30 kWh/rikastamon syötetonnin. Tuoreveden käyttö oli noin 10 m³/min. Kiertovettä käytettiin noin 20 m³/min.



Kuva 8. Rikastuskaavio.

Fig. 8. Flowsheet of the concentrator.



Kuva 9. Magnetiitin 4-vaiheinen märkäririkastus.
Fig. 9. 4-stage concentration of magnetite.

VANADIINITEHDAS

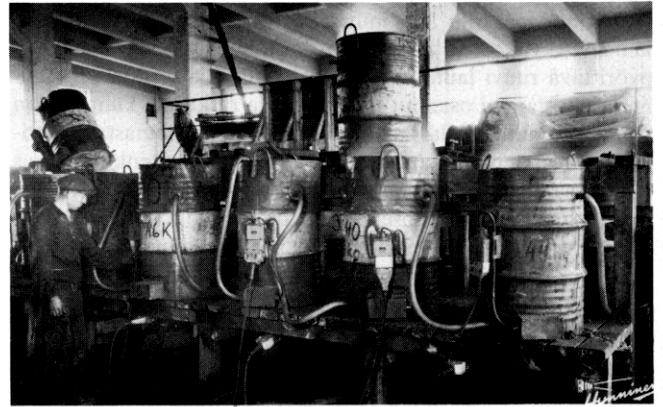
Jo Otanmäen malmitutkimuksien alkuvaiheessa 40-luvun alussa oli malminäytteistä tehty tutkimuksia vanadiinin hyödyntämiseksi. Otanmäen neuvottelukunnan mietinnössä 20.12.1949 sanottiin mm. että malmin vanadiinipitoisten yhdisteiden erottaminen ja jalostaminen vanadiinin oksideiksi, suoiloiksi ja lejeeringeiksi on otettava huomioon kaivoshan- ketta arvioitaessa.

Vanadiinis suunnitelmien alkuvaiheessa ei ollut juuri muuta tietoa, kuin että vanadiini reagoi korkeassa lämpötilassa natriumin kanssa ja muodostaa vesiliukoisena Na-vanadaatin ja että Otanmäen magnetiittirikasteesta oli 0,6 % vanadiinia. Tutkimusten ja kokeiden avulla kehitettiin prosessi, jonka päävaiheet olivat: rikasteen ja Na-suolan käsittely ennen polttoa, sintraus, Na-vanadaatin liuottaminen veteen, saostaminen, suodattaminen ja sulatus. Ideat ja tekniikka oli etsittävä metallurgian ja kemian teollisuudesta tai kehitettävä itse.

Kaivostoiminnan alettua Otanmäessä 1953 oltiin 1954 jo niin pitkällä, että rikastamon vintille rakennettiin koetehdas vanadiinin erottamiseksi magnetiittirikasteesta. "Tehdas" oli kerätty hyvin erikoisista osista: saostuspytty oli vanha viinitynnyri, suodin sokeritehtaalta poistettu puinen levysuodin, uutto vanhoista öljytynnyreistä kasattu jne. (kuva 10). Ainoastaan sintrausuuni, korkeus 5 m ja ulkohalkaisija 3 m, oli uudesta suunniteltu ja rakennettu. Koetehdas oli jatkuvatoiminen ja täytti sille asetetun tehtävän prosessin perusarvojen selvittämisessä ja teknillisen suunnittelun pohjana. Laitos oli käynnissä koko vanadiinitehtaan suunnittelu- ja rakennusvaiheen ajan.

Päävastuun vanadiinitehtaan suunnittelusta ja rakentamisesta kantoivat Martti Merenmies ja Kauko Järvinen. Yhteydet Höganäsiin, jossa vanadiinia oli aikaisemmin tutkittu, olivat Matti Tikkasen hoidossa. Otanmäen neuvottelukunnassa vanadiinipuolta oli selvittänyt Jorma Honkasalo.

Vanadiinitehtaan harjannostajaisia vietettiin 3.9.1955 ja tehdas oli valmis koekäyttöön toukokuussa 1956 (kuva 11). Tulet sintrausuuniin sytytettiin 23.5. (kuva 12). Tuotannolli-



Kuva 10. Vanadiinikoetehdan uuttolaitteisto.
Fig. 10. Leaching equipment of the vanadium pilot plant.



Kuva 11. Vanadiinitehtaan ensimmäisen uunin sytyttäminen. Tapahtumaa todistamassa professori Kauko Järvinen, vanadiinitehtaan päällikkö Martti Merenmies ja toimitusjohtaja Ilmari Harki.

Fig 11. Ignition of the first furnace of the vanadium plant, witnessed by Professor Kauko Järvinen, Mr. Martti Merenmies, Superintendent of the vanadium plant, and Mr. Ilmari Harki, Managing Director.



Kuva 12. Vanadiinitehdas vielä uutuutaan puhtaana kesällä 1956.
Fig. 12. Brand-new vanadium plant — in summer 1956.

seen ajoon päästiin 3,6, mutta käynti jäi lyhyeksi. Vajaassa kahdessa viikossa kulutti sintrausuunin ulossyöttölaustasta pyörittävä ruuvi lautasen hampaat pois. Laitteiston saksalainen toimittaja ei osannut luvata muuta ratkaisua kuin puolen vuoden toimitusajalla saman mekanismin lujemmasta materiaalista. Kahden kuukauden kuluttua tehdas kuitenkin oli taas käynnissä itse kehitetyn hydraulisen sylinteri-työntö-kenkäjärjestelmän avulla. Lapsentauteja oli tehtaalla tietysti paljonkin, mutta tämä oli pahin. Laitteiden kehittäminen ja parantaminen jatkui voimakkaana 1970-luvulle saakka siirtyen sitten pienempiin yksityiskohtiin. Varsinkin 60-luvulla tehtiin monia tuotantoon ja ulkoiseen toimintaan merkittävästi vaikuttaneita parannuksia. Rikasteeseen sekoitettava Na-suola vaihdettiin sulfaatista soodaksi. Tällä väheni tehtaassa ja ympäristössä vallinnut rikkidioksidin haju miltei huomaamattomaksi ja rautarakenteiden korrosio väheni. Sähkösuotimella poistettiin uuneista tuleva pöly. Kuivarikasteesta siirryttiin märkärikasteeseen, joka lisäsi laitoksen kapasiteettia ja vähensi pölyä. Sintrausuunien keskipakaispuhaltimet korvattiin kiertömäntäkompressoreilla, jolloin ilmamäärät saatiin hallintaan ja uunin vastuksesta riippumattomiksi.

Oheisesta kuvaajasta (kuva 13), josta pienemmät vuosivaihtelut on redusoitu pois, näkyy eri prosessitekijöiden vaihteleva kehitys. Tehtaan käyntiaika, joka 1950-luvun lopussa oli 80 %, oli viimeisinä tuotantovuosina 90 %. Vanadiinisäntä nousi samana aikana 50 %:sta 80 %:iin, rikastesyöttö 150 000 tonnista 300 000 tonniin ja vanadiinituotanto 1 000 tonnista lähes 3 000 tonniin. Kuvaajassa rikastesyöttö osoittaa myös tehtaan toisen tuotteen, rautarikasteen eli pellettien määrän. Alkuvuosina, kun pelletit myytiin Keski-Eurooppaan, tuotti korkea murskapitoisuus pulmia. 60-luvun jälkipuoliskolla pellettien käytön siirtyessä vähitellen kokonaan Raahan masuuneille ei murskapitoisuus enää ollut haitta.

Vanadiinituotteiden, sulatteen ja sakan, laadussa ei ollut vaikeuksia. Maailman markkinoilla ne olivat jo muutaman tuotantovuoden jälkeen huippuluokkaa (kuva 14).

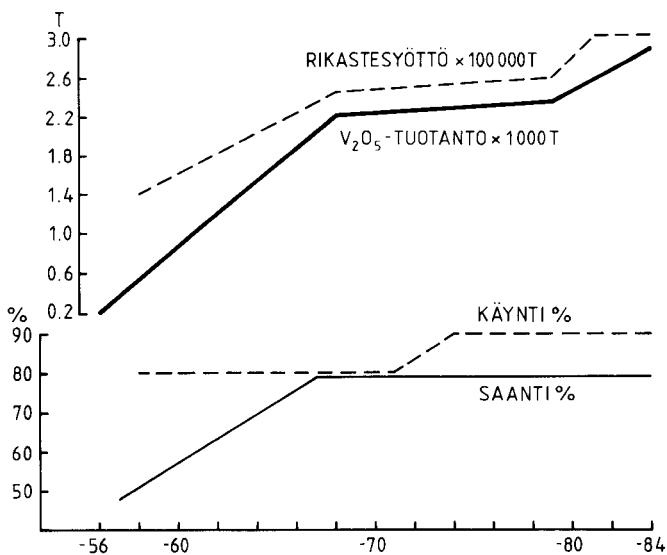


Kuva 14. Otanmäki sai kansainvälistä tunnustusta kehittämälleen poranreikämagnetometrillä ja susceptibiliteettimittarilla.
Fig. 14. The World Mining had recognized the Otanmäki drill hole magnetometer as well as the susceptibility meter in 1961.

Otanmäen vanadiinitehtaan aloittaessa oli maailman V_2O_5 -tuotanto n. 6 000 t, josta 90 % tuli USA:sta. Samanlaisesti Otanmäen kanssa alkoi vanadiinituotanto Etelä- ja Lounais-Afrikassa sekä Norjassa. Maailman tuotanto kaksinkertaistui neljässä vuodessa. Otanmäen tuotanto oli 60-luvulla n. 10 % maailman tuotannosta ja Mustavaaran avulla Suomen osuus säilyi 10 %:na vielä 80-luvullakin, vaikka maailman tuotanto oli jo 60 000 t.

Tuotannon kasvaessa oli vanadiinin hinta laskenut. Tehtaan alkuajoin 1958 hinta indeksillä korjattuna olisi 1984 ollut 45,—/kg V_2O_5 , mutta markkinahinta oli 30,—/kg. Kun vielä malmin louhinta siirtyi yhä syvemmälle ja edessä oli kuilun syvennys 400 metrillä eli yli kilometrin syvyyteen, ei Otanmäen talous sitä enää olisi kestänyt, vaan kaivostoiminta oli lopetettava. Vanadiinituotanto päättyi 11.6.1985. 29 vuotta kestäneen toiminnan aikana tehtaalle syötettiin 6 730 000 tonnia magnetiittirikastetta ja tuotettiin 55 545 tonnia vanadiinipenoksidia.

VANADIINITEHTAAN TUOTANTO JA PROSESSITEKIJÄT



Kuva 13. Vanadiinitehtaan tuotanto ja käyntiaika sekä vanadiinin saanti koko toiminta-ajalta.

Fig. 13. Production, operating time and vanadium recovery in the vanadium plant during the whole operating time of the plant.

KAIVOSTOIMINNASTA VAUNUTUOTANTOON

Taloudellisesti louhittavien malmien ehtyminen Otanmäessä tällä vuosikymmenellä tiedettiin jo pitkään. Rautaruukki Oy on tehnyt vuosia systemaattista työtä pystyäkseen luomaan korvaavat työpaikat kaivostoiminnasta vapautuvalle henkilöstölle. Erikoisvaunutuotanto on juuri alkamassa (kuva 15).

Sitä on edeltänyt usean vuoden perusteellinen selvitystyö. Tavoitteena on ollut löytää korvaavaa tuotantoa, joka voi tarjota työpaikat sekä Otanmäen että Mustavaaran kaivoksen henkilöstölle, yhteensä noin 900 hengelle. Toiminnalle on luonnollisesti oltava liiketaloudellisesti terveet edellytykset. Edelleen sen on oltava uutta tuotantoa Suomessa jotta se ei kilpailisi yhtiölle asiakkaana tärkeän muun kotimaisen teollisuuden kanssa. Erikoisvaunutuotanto täyttää nämä edellytykset. Se perustuu Rautaruukin toiminta-ajatuksen mukaisesti teräkseen ja teräksen käsittelyyn ja on siten yhtiön parasta osaamisen aluetta.

Vaunujen valmistus toteutetaan tuotannollisena yhteistyönä Neuvostoliiton kanssa. Tämä tarkoittaa sitä, että Neuvos-

toliitosta toimitetaan Otanmäen vaunutehtaalla valmistettavaan vaunuihin telit, jarrulaitteet, keskuspuskimet sekä kuumavalsattuja suurikokoisia palkkeja. Kummankin osapuolen toimitusosuuksien määräytyminen perustuu tarkoituksenmukaisuuteen. Esimerkiksi vaunujen telit ja keskuspuskimet ovat pääosin teräsvaluja, joiden toimittaminen näitä suurissa sarjoissa valmistavilta neuvostoliittolaisilta tehtailta on edullinen vaihtoehto. Vaunujen valmistuksessa tarvittavat teräslevyt, putkipalkit ja monet muut erilaiset teräkset tulevat pääosin Rautaruukin omilta laitoksilta.

Yhteistyösopimuksen mukaisesti vaunutehtaalla valmistettavat erikoisvaunut toimitetaan Neuvostoliittoon. Myöhemmin vaunuja on tarkoitus markkinoida myös kolmansiin maihin. Yhteistyösopimus on ensivaiheessaan voimassa vuoteen 1995 asti. Pitkäaikaisuus antaa vankan pohjan tuotannon käynnistämiseksi ja edelleen kehittämiseksi.

Siirtyminen kaivostoiminnasta vaunutuotantoon on merkinnyt monille kaivosmiehille kokonaan uuden ammatin oppimista. Henkilöstön uudelleen koulutus on ollutkin tämän hankkeen eräs tärkeimmistä osatekijöistä. Kaikki henkilöstöryhmät työntekijöistä insinööreihin on koulutettu runsaan kolmen vuoden aikana. Tärkeän osan koulutuksessa on muodostanut työharjoittelu yhtiön omissa laitoksissa sekä ulkomaisissa vaunutehtaissa.

Tuotantosuunnan vaihtuminen kaivostoiminnasta vaunutuotantoon merkitsee muutoksia myös ympäristölle. Ne näkyvät Otanmäen taajamassa ja koko Vuolijoen kunnassa. Kaivostoiminnalle on tyypillistä ajallinen rajallisuus, konepajatuotanto on jatkuvaa. Tämä muutos antaa uuden mahdollisuuden monien asioiden pitkäjänteiseen suunnitteluun ja kehittämiseen. Palvelu- ja alihankintatoiminnoille muodostuvat myös vuosien kuluessa aiempaa otollisemmat mahdollisuudet.

SUMMARY

OTANMÄKI MINE

In the parish of Vuolijoki on the southern shore of Lake Oulujärvi there are several separate vanadium-bearing titanium iron ores. The largest of them is the Otanmäki deposit, the mining of which started in 1953. The Vuorokas deposit has also been mined later, because its location near Otanmäki made the profitable exploitation of the ore possible.

The ore bodies of Otanmäki were lens-like and scattered in a heterogeneous zone. The ore minerals consisted of magnetite and ilmenite. In the richest ores the content of magnetite was 35–40 % and that of ilmenite 27–32 %. Owing to a difficult nature of the ore deposit, the company had to develop research methods and equipment of its own for ore estimates and stope planning.

The stoping was first done as shrinkage stoping, and in 1960's the stoping method was changed to sub-level stoping in connection with the deepening of the mine. The underground crushing plant was first located on the level +240, when the depth of the shaft was 305 m. The crushing plant was moved to the level +603 after the deepening of the shaft to 661 m.

The concentration process included magnetic coarse separation, separation of fine macadam, grinding in rod and ball mills, separation of magnetite, flotation of pyrite from the tailings of the magnetite separation, and flotation of ilmenite.

The magnetite concentrate contained 0.6 % of vanadium. It was separated in the vanadium plant by using the company's



Kuva 15. Rautaruukki on aloittanut erikoistavaravaunujen valmistuksen Otanmäen uudessa vaunutehtaassa.

Fig. 15. Rautaruukki has begun manufacture of special cargo railway wagons at the new Otanmäki Wagon Works.

Kuluvana syksynä käynnistynyt erikoisvaunutuotanto on mittava haaste Rautaruukille ja erityisesti sen kaivostoiminnasta vapautuvalle henkilöstölle. Aktiivinen osallistuminen koulutukseen ja siinä saavutetut hyvät tulokset osoittavat, että kaivosmiehistä pystytään kouluttamaan ammattitaitoisia vaununrakentajia. Henkilöstön hyvä motivaatio ja halu yhteistyöhön ovat hankkeen tärkeimpiä onnistumisen edellytyksiä.

own method. The magnetite concentrate was mixed with Na-salt, the concentrate was pelletized and the pellets were roasted under oxidizing conditions in a shaft furnace at a sintering temperature. The vanadium was leached from the sintered pellets by means of hot water and precipitated as ammonium polyvanadate. The remaining pellets were first sold to Central Europe, later to the Raahe Steel Works. The vanadium pentoxide was exported all over the world. The main buyers were, however, West-Germany, Sweden and France, later also the Soviet Union.

In 1960's the vanadium pentoxide production of Otanmäki amounted to 10 % of the world production and was in 1980's 5 %. The quality of the product was from the very beginning of the top level in the world, even though the quality requirements became all the time tighter.

The vanadium pentoxide was Otanmäki's main product. The fall in its real price in the late 70's made the deepening of the mine economically impossible and therefore the company had to close down its mining operations in spring 1985, when the ores around the range of the present shaft ran out. The relieved labour will be employed by the special wagon production. The labour has been trained for new jobs already for three years, the wagon plant has been completed and the test production has begun. The full production will get started at the beginning of 1986.

Teollisuusmineraalit ja -kivet kaivosinsinöörikoulutuksessa kasvavan huomion kohteena

Professori Heikki Niini ja tekn. lis. Runar Blomqvist, Teknillinen korkeakoulu, Taloudellisen geologian laboratorio, Espoo

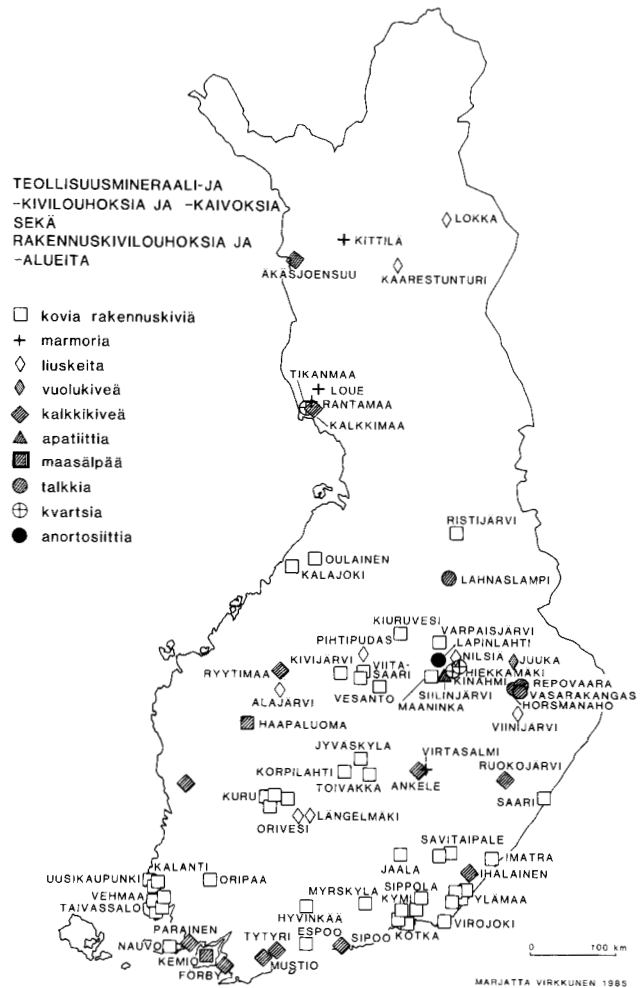
JOHDANTO

Suomen kaivosteollisuudessa on 1970-luvun loppupuolelta alkaen ollut käynnissä asteittainen muutos, jossa erilaisten teollisuusmineraalien painotus niin tuotannon määrässä kuin tuotteiden moninaisuudessaakin on suhteellisesti lisääntynyt verrattuna perinteisiin metallimalmineraaleihin /1/. Tämä johtuu osaksi muutaman metallimalmikaivoksen lähes samanaikaisesta sulkemisesta (v. 1983 Virtasalmen Cu-kaivos ja Luikonlahden Cu-Zn-Co-S-kaivos, v. 1985 Vuonoksen Cu-Zn-Co-kaivos, Otanmäen Fe-Ti-V-kaivos ja Mustavaaran V-kaivos), minkä johdosta myös tuotannon kohteena olevien metallimalmineraalien valikoima ainakin hetkellisesti pienee: pyrrotiittia ($Fe_{1-x}S$), ilmeniittia ($FeTiO_3$) ja vanadiini-magnetiittia ($Fe^{2+}(Fe^{3+}, V)_2O_4$) ei jäljelle jääneistä metallimalmikaivoksistamme rikasteina tuoteta. Pääasiallinen syy tähän painotuksen muutokseen on silti itse teollisuusmineraali-tuotannossa: ensinnäkin on yksi teollisuusmineraali — Siilinjärven fosforimalmin apatiitti ($Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$) — nopeasti joutunut oloissamme ennennäkemättömän suurtuotannon kohteeksi (kokonaislouhinta on Siilinjärven kaivoksessa tällä hetkellä suuruusluokaltaan lähes 10-kertainen verrattuna perinteiseen maanalaiseen, noin 1 miljoonan tonnin vuosilouhintaiseen kiisumalmikaivokseen); toisaalta tuotannon kohteeksi on otettu ja pyritään ottamaan useita muitakin uusia teollisuusmineraaleja ja -kiviä, jotka sekä geologisen esiintymisensä että tuotantoprosessiensa ja hyväksikäyttönsä puolesta eroavat oleellisesti vanhastaan louhinnan kohteena olleista teollisuusmineraaleista. Näitten seikkojen on luonnollisesti heijastuttava myös kaivosteollisuutta ja malminetsintää koskevassa korkeakouluopetuksessa ja -tutkimuksessa, jota seuraavassa valotetaan Teknillisen korkeakoulun Taloudellisen geologia laboratorion näkökulmasta.

SUOMEN TEOLLISUUSMINERAALIT

Käsitteeseen teollisuusmineraalit (metallimalmineraalit poissulkevana käsitteenä) voitaneen väljästi ottaen lukea jokainen teollisuuden tarpeisiin tuotettava tai muihin tarpeisiin teollisesti tuotettava mineraali, jota louhitaan jonkin muun päämäärän kuin siitä saatavan metallin vuoksi. Maamme teollisuuden ja erityisesti taloudellisen geologian kannalta teollisuusmineraalit jakautuvat kahteen ryhmään: (1) Suomesta saataviin ja (2) kokonaan ulkomailta tuotaviin. Käsite "Suomen teollisuusmineraalit" yhdistetään tavallisesti pelkästään ensinmainittuun ryhmään, mutta teollisuusmineraaleihin kohdistuvassa malminetsinnässä ja tuotantomenetelmien kehittämistyössä samoin kuin jalostusprosessien tutkimuksessa on tärkeää ottaa huomioon myös jälkimmäinen ryhmä.

Teollisuusmineraalien käyttötarkoitukset samoin kuin taloudellinen arvo (yksikköhinnat) ovat moninaisia ja osaksi myös nopeasti vaihtuvia /2/. Teollisuusmineraalien merkittä-

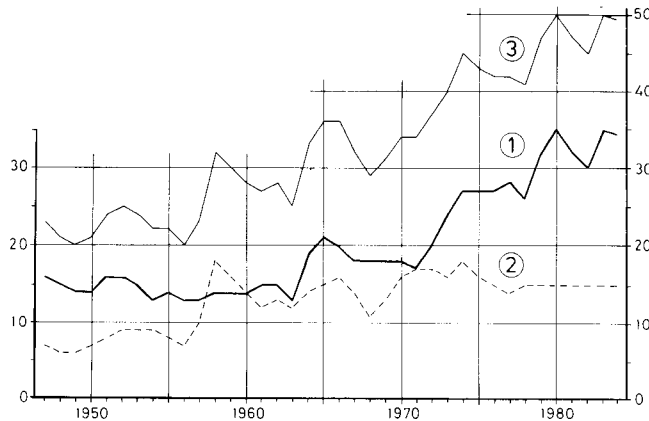


Kuva 1. Teollisuusmineraalien, -kiven ja rakennuskiven louhintapaikkojen sijainti Marjatta Virkkusen mukaan.

Fig. 1. Production localities of Finnish industrial minerals and rocks (source: Marjatta Virkkunen, Geological Survey of Finland).

vimpiä tarvitsijoita ovat rakennusaine-, lannoite-, paperi- ja metallurginen teollisuus. Muita käyttäjäryhmiä ovat mm. kemikaalien tuotanto, lasi- ja keraaminen teollisuus, maali-, hionna-aine-, kumi- ja muoviteollisuus /3/. Suomessa tuotettiin vuonna 1984 teollisuusmineraaleja ja -kiviä 36 kaivoksessa /4/. Teollisuusmineraalien sekä rakennuskivien nykyisten tuotopaikkojen sijainti ilmenee oheisesta kartasta (kuva 1), jonka on Geologian tutkimuskeskuksessa laatinut ja ystävällisesti käyttöömmme lainannut filosofian maisteri Marjatta Virkkunen.

nen. Kahdeksassa kaivoksessa päätuotteena on kalsiitti (CaCO₃), jota siihen perustuvan kalkinpolton ja sementinvalmistuksen suuren merkityksen vuoksi voitaneen pitää maamme tärkeimpänä teollisuusmineraalina. Maamme teollisuusmineraalikaivosten lukumäärä on tilastojen mukaan selvässä kasvussa (kuva 2). Kaivoksissamme nykyisin tuotettavat teollisuusmineraalit pääasiallisine yleismaailmallisine käyttötarkoituksineen ilmenevät taulukosta 1.



Kuva 2. Suomen teollisuusmineraalikaivosten lukumäärän kehitys /5/. 1. Teollisuusmineraalikaivokset. 2. Metallimalmi-kaivokset. 3. Kaivokset yhteensä.

Fig. 2. Annual number of mines in Finland /5/. 1. Industrial minerals and rocks. 2. Metalliferous ores. 3. Total number of mines.

Taulukko 1. Suomen teollisuusmineraalit hinta-arvioineen /2, 4, 6, 13/ ja pääasiallisine yleismaailmallisine käyttötarkoituksiin.

Table 1. Approximate prices /2, 4, 6, 13/ and major (and potential) uses of Finnish industrial minerals.

Nimi	Rikasteen tuotanto 1000 t/a 1984	Yksikkö- hinnat mk/t 1985	Yleismaailmalliset käyttöalat							
			kemiallinen raaka-aine	lannoite- raaka-aine	keramiinen raaka-aine	metallurginen raaka-aine	rakennusaine- mineraali	lisa- ja täyteaineet	hionta-aineet ja apuainet	mm. valuhiekat
kalsiitti (kalkkikivi)	4200	90– 900	x	x	x	x	x	x		
dolomiitti	1)	1)	x	x	x	x				
apatiitti	477	400– 500	x	x						
talkki	327	1100–1400			x			x		
kvartsi	262	150	x		x	x	x	x	x	
maasälpä	56	300– 600		x				x		
Ca-Al-plagioklaasi	27	2)	x							
wollastoniitti	15	900–1000			x			x		
baryytti	9	300– 400	x		x			x	x	
flogopiitti	—	40– 400		x				x		
prosessikipsi	—	2)				x		x		
rikkikiisu	426	150– 200	x	x						
ilmeniitti	127	250	x							
kromiitti (valuhiekka)	12	700	x	x					x	

1) sisältyy kalsiitin tietoihin
2) ei tietoa

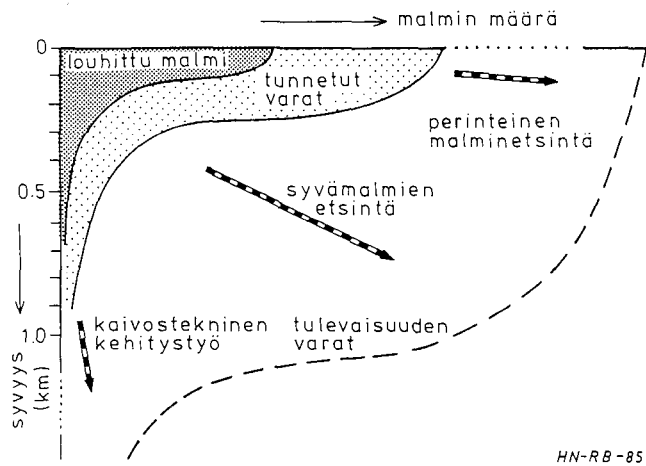
MINERAALIVAROJEN RIITTÄVYYS

Tarkalla geologisella tutkimuksella voidaan selvittää, kuinka paljon ja millä tavalla mitään mineraalia esiintyy kussakin geologisessa yksikössä. Teollisuudelle ei kuitenkaan riitä tämän primaarisen (luonnontilaisen) eli "in situ" -tilanteen selvitys, sillä käyttökelpoisin malmivaroihin — siis myös teollisuusmineraalivaroihin — voidaan kullakin hetkellä lukea vain sellaiset esiintymät, jotka jo ovat louhinnan kohteina tai joi-tein voidaan arvioida lähitulevaisuudessa olevan taloudellisesti hyödynnettävissä. Tästä johtuu, että teollisuusmineraalivarojen määrä — kuten ylipäätään malmivarojen määrä — on riippuvainen louhinnan supistavan vaikutuksen lisäksi sekä käytettävissä olevasta teknologiasta että taloudellisista suhdanteista ja niinollen vaihtelee ajan myötä. Kummankin seikan osalta teollisuusmineraaleja koskeva ennustaminen vuosikymmeniä eteenpäin on yleisesti ottaen epävarmempaa kuin metallimalmeja koskeva. Siksi useitten teollisuusmineraalien malmivarojen taloudellinen kokonaisinventointi on vaikeaa ja epävarmaa. Inventointia on kuitenkin jatkuvasti suoritettava, jotta teollisuusmineraalien hyödyntämiseen tähtääviä uusia investointeja voitaisiin tehdä optimaalisesti. Siksi on myös tärkeää selvittää tarkemmin niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat kunkin teollisuusmineraalin varojen määrään.

Tarkastelun lähtökohtana voidaan olettaa, että tavoiteltavaa mineraalia esiintyy kohdealueella vaihtelevina pitoisuuksina ja että tämän arvomineraalin tietyn pitoisuusrajan (cut-off-prosentin) ylittävät, tiettyyn syvyyteen tunnetut konsentroitumat ovat taloudellisesti louhintakelpoisia muodostaen siten yhdessä tietynsuuruisen malmivaran eli -resurssin. Itse louhinta luonnollisesti vähentää tätä resurssia. Louhinnasta riippumattakin muuttuu kyseisten resurssien määrä aina, kun cut-off-rajaa joudutaan muuttamaan: mitä hyvälaatuisempaa malmia (korkeampi cut-off) vaaditaan, sitä vähemmän on malmiksi kelpaavaa kiveä. Tilanteen, jossa cut-off-rajaa joudutaan nostamaan ja malmio siis pienenee, voivat aiheuttaa esimerkiksi tuotannolle asetetut lisääntyvät ympäristönsuojeluvaatimukset ja yleensäkin tuotantokustannusten nousu, samoin tietysti tuotteista saatavien tulojen väheneminen eli mineraalin hinnan lasku. Yksi yleinen syy Suomen taloudellisten mineraaliresurssien vähenemiseen onkin kehitysmaissa tapahtuva kaivostoiminnan voimistuminen, jonka tuloksena on mineraalirikasteen maailmanmarkkinahinnan lasku. Arvomineraalin kokonaisresurssi tietyllä alueella voi siis pienetä, vaikka tietämys sen absoluuttisesta in situ -määrästä koko ajan kasvaisi.

Vastapainoksi mainituille mineraaliresurssin vähenemistrendeille on onneksi joukko teijöitä, joi-ten ansiosta arvomineraalin resurssi voi kasvaa — ts. lisääntyä enemmän kuin louhinta sitä samanaikaisesti vähentää. Tällaisena tekijänä on ensinnäkin cut-off-arvon lasku, jonka voi aiheuttaa mineraalituotteen hinnan nousu. Tämän lisäksi voi cut-off-arvon toivotun alenemisen mahdollistaa esimerkiksi (1) louhinta- ja jalostusmenetelmien tavoitteellinen kehitystyö, (2) kaivoksen kapasiteetin (ts. vuosituotannon) lisäyksestä johtuvat investointien lyhenevä kuoletusaika ja pienenevät korkomenot (ellei näistä saatava etu jää pienemmäksi kuin kapasiteetin nosto maksaa), (3) valmiitten (jo kuoletettujen) tuotantolaitosten tai -laitteitten taloudellisen käyttöajan jatkuminen oletettua pitempään.

Kaikkein oleellisimmin kasvaa puheena oleva arvomineraaliresurssi kuitenkin yleensä nimenomaan aktiivisen malminetsinnän tuloksena — joko siten, että (4) alueellinen malminetsintä paljastaa aivan uusia mineraaliesiintymiä, taikka sitten (5) esiintymäkohtaisessa malminetsinnässä tietämyksen piiriin saadaan esiintymän enemmän tai vähemmän erillisiä jatkeita varsinkin alaspäin etenevän louhinnan myötä. Nimenomaan

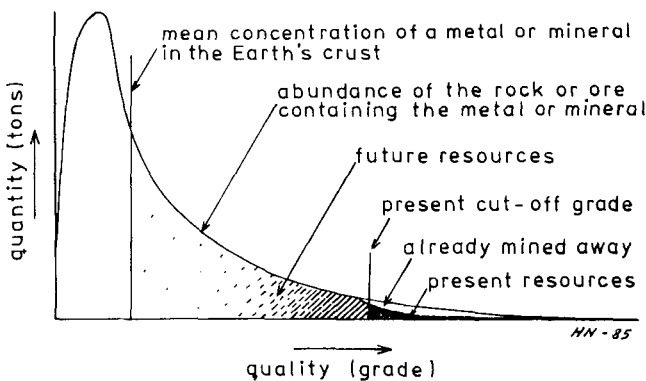


Kuva 3. Kaaviollinen esitys arvomineraalien löytymismahdollisuuksista tulevaisuudessa.

Fig. 3. A schematic figure of future mineral resources at different depths. The resources are estimated to grow considerably because of the technical development work and exploration for both deep and traditional surface ore bodies.

teollisuusmineraalien etsintätöihin on tällöin aina saumattomasti sisällytettävä mineraalien tuotanto- ja käyttökelpoisuusominaisuuksien selvitys. Malminetsinnän yhäkin valtavia teoreettisia mahdollisuuksia Suomen noin 97-prosenttisesti irto- ja veden peittämässä kallioperässä valaissee kuva 3.

Pitkällä tähtäyksellä on myös huomattava, että cut-off-pitoisuuden on aikaa myöten pakosta laskettava — ja puheena olevien arvomineraaliresurssien vastaavasti lisääntyvä — pelkästään siksi, että rikkaitten mineraalikonsentraatioitten tultua louhittuiksi jäljellä olevat yhä vähäpitoisemmat kivilajimassat tulevat vuorollaan olemaan kaikkein rikkaimpia ja siten parhaita hyödynnettävissä olevia (kuva 4). Tämä looginen välttämättömyys koskee tietysti koko maapalloa yhtenä kokonaisuutena; yksittäisten rajattujen alueitten (kuten valtioiden) osalle tämän ”mekanismin” aiheuttama arvomineraaliresurssien kasvu lankeaa hyvin epätasaisesti.



Kuva 4. Periaatekaavio jäljellä olevista mineraalivaroista /7/. Louhinnan cut-off-rajapitoisuuden aletessa varat kasvavat.

Fig. 4. The total remaining mineral resources: the resources are increasing as the cut-off is decreasing because of continuous mining /7/.

Uudet tuotteet

Teollisuusmineraalikaivoksiin ja -resursseihin liittyvän, tulevaisuuteen tähtäävän opetus- ja tutkimustyön kannalta keskeisiä ovat uudet potentiaaliset teollisuusmineraalit. Käsitteeseen kannattaa tällöin lukea kolmenlaisia uusia kaivostuotteita, joita yksinkertaisesti voidaan luonnehtia määreillä: (1) ”etsittävät”, (2) ”kehitettävät” ja (3) ”säästävät” teollisuusmineraalit.

1. Etsittäviin teollisuusmineraaleihin luetaan sellaiset, joita Suomessa ei nykyään louhita, mutta joita maassamme tiedetään esiintyvän tai geologisin perustein arvioidaan löytyvän ja joitten käyttökelpoisuus teknillisinä ja kaupallisina tuotteina on maailmalla hyvin tunnettu. Tällaisten mineraalien saaminen tuotantoon Suomessa vaatii ennen kaikkea tehokasta (ja tuloksekasta) malminetsintää. Ryhmään voitaisiin lukea esimerkiksi kaoliiniitti ($Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$), jota kaoliinituotteena maahamme tuodaan runsaasti, mutta jonka esiintymiä tunnetaan etenkin Puolangan alueella /8, 9/; montmorilloniitti ($(Al, Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot xH_2O$) eli ”bentoniitti” /10/ (mahdollisesti löydettävissä joittenkin mafisten massiivien rapautumiskeroksista); granaatti ($(Fe, Mg, Mn)_3Al_2Si_3O_{12}$ ja $Ca_3(Al, Fe, Cr)_2Si_3O_{12}$) /11/, jota esiintyy runsaasti eräissä liuskeissa, karsissa ja granuliitissa; grafiitti (C) /12/, tyypillinen mustaliuskeissa; Al_2SiO_5 -koostumuksiset silikaatit andalusiitti, kyaniitti ja sillimaniitti (yleisiä karjalaisella liuskejaksolla) sekä eräistä pegmatiittiesiintymistä vanhastaan tunnetut beryylli ($Be_3Al_2Si_6O_{18}$), kolumbiitti ($(Fe, Mn)(Nb, Ta)_2O_6$) ja Li-mineraalit, mm. spodumeeni ja petaliitti. Etsittäviä teollisuusmineraaleja ovat myös merialueilla mahdollisesti esiintyvät sedimentitiset liitukalkkikivet sekä tiettyjen yleistenkin syväkivien suurina tasalaatuina ehjinä muunnoksina tavattavat, muutokiviksi (rakennuskiviksi) kelpaavat esiintymät /13/.

2. Ryhmään ”kehitettävät” teollisuusmineraalit luettakoon kaikki maassamme tavattavat, geologisesti enemmän tai vähemmän tunnetut mineraalit, joitten ominaisuuksista ja käyttökelpoisuudesta teknillisinä ja kaupallisina tuotteina ei vielä ole suoranaista kokemusta vaan vasta teoreettisia laskelmia. Raja edelliseen ryhmään ei tietenkään ole terävä. Tyypillisenä esimerkkinä voidaan pitää suhteellisen yleistä oliviinia ($(Mg, Fe)_2SiO_4$), jonka kelpaavuutta esimerkiksi valuhiekaksi tai tulenkestäviin materiaaleihin häiritsee meillä oliviiniesiintymien suuri rautapitoisuus ja vaihteleva, yleensä runsas muuttuneisuus serpentiiniksi. Muita esimerkkejä ovat magnesiitti ($(Mg, Fe)CO_3$), toinen vuolukivien päämineraaleista; Ca-Al-plagioklaasi (labradoriitti-bytowniitti-anortiittimaasälpä) /14/, jota Kemira Oy onkin pienessä mitassa ryhtynyt tuottamaan Lapinlahdelta alumiinikemikaalien valmistukseen; serpentiini (mahdollisesti käyttökelpoinen paperin täyteaineeksi talkin ja kaoliinin ohella) sekä turmaliini (B-Al-silikaatti), joka on mahdollisesti kehitettävissä boorin raaka-aineeksi esimerkiksi lasivillateollisuudelle /15/.

3. ”Säästävinä” teollisuusmineraaleina eli sivutuotemineraaleina voidaan pitää sellaisia mineraaleja, joita esiintyy malmien sivukivissä (raakussa) tai itse malmien arvottomina mineraaleina (harmeena) ja joita siis malmin irrotuksessa ja rikastuksessa joka tapauksessa joudutaan teollisesti käsittelemään. Ellei näille keksitä tai kehitetä mitään käyttöä, ovat ne pelkkää jätettä, jonka käsittely yksinomaan lisää kaivostuotteen kustannuksia. Kaivoksilla on yleensä pyrkimyksenä, että raakusta mahdollisimman suuri osa saadaan myydyksi rakennusmateriaalina — louheena tai erilaisina mursketuotteina kuten sepelinä. Loppuosaa kuten myös malmien harmeen (ts. rikastusjätteen) karkeampia raeluokkia voidaan käyttää itse kaivosten rakennusmateriaalina täyttämällä louhittuja tiloja niillä. Harvinaisempaa on, että näistä tarpeettomista tai haitallisista mineraaliaineksista saadaan määrätietoisella kehitys-

työllä ja uusilla jalostusprosesseilla aivan uusia mineraalituotteita. Siihen tulee silti aina pyrkiä, ja sen hyväksi lienee mahdollista tehdä vielä paljon, sillä louhinnan mekanisoinnin ja pienenevien cut-off-pitoisuuksien myötä mineraalisen jätteen määrä on voimakkaasti kasvamaan päin.

Rohkaisevina esimerkkeinä aivan viime aikoina suoritettua tuloksellisesta työstä tällaisen säästävän teknologian alueella voidaan mainita baryytin ($BaSO_4$) rikastaminen omaksi teollisuusmineraalituotteeksi Pyhäsalmen kuparikiisu-sinkki-välke-rikkikiisumalmin harmeesta /16/ sekä flogopiitin (Mg-riikkaan biotiitin) erottaminen Siilinjärven fosforimalmista toisaalta maali-teollisuuden täyteaineeksi, toisaalta (kalium)lannoitteeksi. Tähän "säästävien" teollisuusmineraalien ryhmään sopii lukea myös jalostusprosesseissa syntyvien keinotekoisien mineraalien hyödyntäminen uusina, teollisuusmineraaleja tai -kiviä vastaavina raaka-aineina. Tästä on esimerkkinä Siilinjärven apatiitin jalostusprosessissa syntyvän kipsin ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) hyväksikäyttö rakennuslevy tuotannon raaka-aineena. Periaatteessa myös metallurgisia kuonia /13/ ja voimalaitoksissa syntyviä mineraalisia tuhkia /14/ on samalla tavoin syytä pitää — ja siis myös tutkia ja kehittää — teollisuusmineraaleihin rinnastettavina raaka-aineina.

TEOLLISUUSMINERAALEJA KOSKEVA OPETUS- JA TUTKIMUSTYÖ KORKEAKOULULABORATORIOSSA

Edellä hahmotellut näkökohdat valottanevat, millaisiin kysymyksiin teknillisessä korkeakoulussa suoritettava teollisuusmineraalien opetus- ja tutkimustoiminta voi tarkoituksenmukaisesti kohdistua. Korkeakoululaboratorioitten toiminnassa korostuu yleensä opetus tutkimukseen nähden siksi, että opetuksen on tapahduttava tasaisen suunnitelmallisesti muitten aiheitten ja aineitten opetukseen liittyen. Teknillistieteellisellä tutkimustyöllä, joka kyllä on korkeakoululaboratorioitten lainmukaisena velvollisuutena, ei ole yhtä järjestelmällistä ja valvottua asemaa, vaan siinä vallitsee selvästi suurempi vapaus aina tavoitteenasettelua myöten. Teollisuusmineraaleja koskevan akateemisen opetuksen tukena on kuitenkin mielekästä ylläpitää ja suosia samanaiheista tutkimustyötä eritoten yhteistyönä teollisuuden ja laboratorion tutkija-opettajien välillä /17/. Tällaisen yhteistyön aloitti Taloudellisen geologian laboratoriossa 1960-luvulla professori Aimo Mikkola Kemiön pegmatiitti- ja Lahnaslammen talkkiesiintymien hyväksikäyttötutkimusten yhteydessä; Siilinjärven apatiittiesiintymän tutkimuksista tuloksena oli laboratoriossa tehty väitöskirja /18/.

Taloudellisen geologian laboratoriossa käynnistettiin Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön tuella vuonna 1977 "Teollisuusmineraaliprojekti", jonka tuloksena aikaansaatiin tiedosto Suomen tunnetuista teollisuusmineraaliesiintymistä /19/. Tiedosto luovutettiin vuonna 1980 Geologian tutkimuskeskuksen (silloisen geologisen tutkimuslaitoksen) ylläpidettäväksi valtakunnallisena ATK-tiedostona ja kenen tahansa tarvitsijan käytettäväksi. Projektityön osana voitiin luontevasti käynnistää useita eri teollisuudenaloja (mm. mineraalivilla-, kumi-, maali-, hioma-aine, lasi- ja paperiteollisuuden) mineraalisten raaka-aineitten käyttöä käsitteleviä tutkimuksia /15, 20, 21/. Projekti on tuottanut useita diplomi-insinööri- ja tekniikan lisensiaattitason oppinnäytetöitä /22, 14, 21, 20/. Näitten tutkimusten taustatavoitteena on hankkia perusteita sen enustamiselle, mitä mineraalituotteita tulevaisuudessa (a) eri tarpeisiin tarvitaan ja (b) oman maan geologisista muodostumista on tuotettavissa. Myös mineraalien käyttökelpoisuusominaisuuksia selvittelemällä ja niistä tehokkaasti tiedottamal-

la on mahdollista lisätä tai suorastaan luoda uutta tiettyjen mineraalien ja kivilajien käyttötarvetta, niin että niillä korvataan muita aineita; esimerkkinä ajateltavissa olevasta sovelluskohteesta mainittakoon vuorautusmateriaalit, joilla on myös esteettisiä ominaisuuksia /23/.

Myös ulkopuolisille on tehty ja tarvittaessa tehdään samaan aihepiiriin liittyviä palvelu-, tilaus- ja yhteistyötutkimuksia, joissa oleellisenä tehtävänä on, paitsi uusien arvomineraalien malminetsinnällisesti tärkeät geologiset ja geofysikaaliset ominaisuudet, myös niiden tuotantoprosessi- ja käyttökelpoisuusominaisuudet, joitten selvityksessä luonnollisesti käytetään hyväksi joustavia yhteistyömahdollisuuksia Vuoriteollisuusosaston louhintatekniikan ja mineraalitekniikan laboratorioitten sekä myös Kemian osaston laboratorioitten kanssa. Taloudellisen geologian laboratoriossa on paraikaa käynnissä paitsi suoraan yritysten tilaamia teollisuusmineraalien käyttökelpoisuus selvityksiä (kaoliini, oliviini), myös Vuorimiesyhdistyksen geologisen ja kaivosteknisen toimikunnan käynnistämä tutkimus geofysikaalisten menetelmien soveltuvuudesta teollisuusmineraaliesiintymien raakku- ja malmityppikartoitukseen erityisesti tuotantovaiheessa (tutkija Pertti Salminen). Tämän kenttätutkimukset suoritetaan Oy Partek Ab:n ja Kemira Oy:n kanssa yhteistyössä niiden toiminnassa olevilla kaivoksilla, Paraisilla, Lappeenrannassa ja Siilinjärvellä (geologisesti ilmaistuna kalsiitti-, kalsiitti-wollastoniitti- ($CaSiO_3$) ja apatiitti-kalsiitti-flogopiittiesiintymillä).

Kaivostekniikan opetuksessa, eli kaivostekniikan suuntautumisvaihtoehdon luontosarjoissa ja harjoitustöissä, kuuluvat teollisuusmineraalit (ts. niiden esiintyminen, etsintä ja hyväksikäyttö, tuotanto- ja jalostusmenetelmät sekä näitten kehittäminen) välttämättömänä osana suuntautumisvaihtoehdon kaikkiin neljään viralliseen syventymiskohteeseen — taloudelliseen geologiaan, sovellettuun geofysiikkaan (joista vastaa Taloudellisen geologian laboratorio), louhintatekniikkaan ja mineraalitekniikkaan. Taloudellisessa geologiassa on 1970-luvun alkupuolelta asti lisäksi ollut opetusohjelmassa vuosittain erityinen, lähinnä teollisuudesta "lainattujen" erikoisopettajien tuella järjestetty mineralogian jatkokurssi, jonka aihepiiri vaihtuu vuosittain, mutta joka painottuu teollisuusmineraaleihin. Useimmista mineralogian jatkokursseista on toimitettu erityinen jatkokoulutusjulkaisu /24/. Lukuvuonna 1985–86 mineralogian jatkokurssin aiheena on "tuotantomineralogia".

Koska opetuksen päätavoitteena on "tuottaa" alalle riittävät valmiudet omaavia akateemisia asiantuntijoita, painottuu se välttämättä teollisuusmineraalienkin osalta Suomessa perinteisesti harjoitettavaan malminetsintään ja kaivostuotantoon. Tutkimustoiminnan tavoitteenasettelussa puolestaan korostuu kaksi muutakin näkökohtaa: toisaalta uudet potentiaaliset teollisuusmineraalit kehitettävine etsintä-, tuotanto- ja jalostusmenetelmineen (edellä luonnehditut "etsittävät", "kehitettävät" ja "säästävät" teollisuusmineraalit) sekä toisaalta suoranainen koko alaa koskeva taitotiedon vienti. Näin korkeakoululaboratoriossa suoritettava tutkimus samalla palvelee opetuksen ajankohtaisena pysymistä ja jatkuvaa tähtäystä tulevaisuuteen.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

1. *Boström, Rolf*: Kannattaako Suomessa etsiä teollisuusmineraaleja? Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 43:1 (1985) 21–24.
2. *Saikkonen, Reijo*: Teollisuusmineraaliesiintymä ja sen hyödyntämiseen vaikuttavat tekijät. Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 42:1 (1984) 24–26.
3. *Blomqvist, Runar G.*: Teollisuusmineraalien käyttö Suomessa; toimialakohtainen tilastoeselvitys. TKK, Taloudellisen geologian laboratorio. Raportti HTKK-V-GEO-7/80 (1980) 56 s.

4. *Salo, Urpo J.*: Tilastotietoja vuoriteollisuudesta v. 1984. Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 43:1 (1985) 66–67.
5. Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, vuosikerroista 1948–1985 pöimitut Kauppa- ja teollisuusministeriön tilastotiedot vuoriteollisuudesta.
6. *Prices. Industrial Minerals* 216 (1985) 126–128.
7. *Niini, Heikki*: Classification and development of bedrock resources in Finland. Bull. Geol. Soc. Finland (1986), painettavana.
8. *Pekkala, Yrjö*: Kaoliini, sen käyttö ja esiintyminen Suomessa. Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 39:1 (1981) 34–37.
9. *Venäläinen, Jorma*: Kaoliini. Teoksessa "Teollisuusmineraalit 1984–1985", toim. *R. G. Blomqvist*. Jatkokoulutusjulkaisu TKK-V-GEO B 18, painettavana.
10. *Niini, Heikki ja Uusinoka, Raimo*: Montmorillonitiin esiintymisestä Suomessa. Summary: Montmorillonite in Finland. Geologi 23:4 (1971) 61–64, myös Rakennusgeologisen yhdistyksen julkaisu 5:44 (1971).
11. *Kirjavainen, Vesa*: Tutkimus Kiuruveden Ruostesuon granaatin rikastamisesta hiomateollisuuden raaka-aineeksi. Diplomityö, TKK, Vuoriteollisuusosasto (1980) 60 s.
12. *Parkkinen, Jyrki*: Grafiitti energianlähteenä. Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 38:2 (1980) 86–87.
13. *Lundén, Esko*: Industrial minerals. Kemia — Kemi, 12:7–8 (1985) 617–620.
14. *Sotka, Pentti*: Suomen potentiaaliset alumiinioksidin raaka-aineet ja niiden hyväksikäyttömahdollisuudet. TKK, Taloudellisen geologian laboratorio, TKK Offset (1980) 109 s.
15. *Blomqvist, Runar G.*: Teollisuusmineraalit ja muut mineraaliset raaka-aineet lasin valmistuksessa Suomessa. TKK, Taloudellisen geologian laboratorio (1981) 50 s.
16. *Forss, Mikael*: Baryytin vaahdotuksesta Pyhäsalmen kaivoksella. Outokummun sanomat 47:2 (1983) 27.
17. *Mikkola, Aimo*: Teknillisen korkeakoulun taloudellisen geologian opetus ja tutkimus. Vuoriteollisuus — Bergshanteringen, 39:1 (1981) 46–48.
18. *Puustinen, Kauko*: Geology of the Siilinjärvi Carbonatite Complex, Eastern Finland. Bull. Comm. geol. Finlande 249 (1971) 43 s.
19. *Söderholm, Bengt, Sotka, Pentti ja Eloranta, Esko*: Opas teollisuusmineraalitiedoston käyttäjille. Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö ja Teknillinen korkeakoulu, Taloudellisen geologian laboratorio (1980) 24 s. ja 26 liitettä.
20. *Blomqvist, Runar G.*: Teollisuusmineraalien käyttö Suomessa tarkasteltuna eräiden teollisuuden toimialojen perusteella. Tekniikan liseniaatin työ, TKK, Vuoriteollisuusosasto (1983) 16 s. ja 3 osajulkaisua.
21. *Kolhinoja, Eero*: Suomen teollisuusmineraalien kotimainen tuotanto, ulkomaankauppa, omavaraisuusaste ja hintakehitys 1970-luvulla. Diplomityö, TKK, Vuoriteollisuusosasto (1983) 135 s.
22. *Eloranta, Esko*: Erään tiedonhallintajärjestelmäpohjaisen geologian tietorekisterin suunnittelu. Diplomityö, TKK Vuoriteollisuusosasto (1979) 74 s. ja 29 liitettä.
23. *Mesimäki, Pekka; Pyy, Hannu; Riitola, Jouko ja Sirén Heikki*: Luonnonkiven rakennusteknisen käytön kehittäminen, osat 1 ja 2. VTT, Tutkimuksia 308 ja 309 (1984).
24. Teknillinen korkeakoulu, Vuoriteollisuusosasto, Taloudellisen geologian laboratorio. Jatkokoulutusjulkaisu (sarja) TKK-V-GEO B, n:ot 1–18 (1972–1985).

SUMMARY

INDUSTRIAL MINERALS AND ROCKS GAINING GROWING ATTENTION IN MINING ENGINEERS' UNIVERSITY EDUCATION

The total output and the number of the mines producing industrial minerals and rocks in Finland have recently grown powerfully as compared to those of the metalliferous ore mines. This fact is reflected in a corresponding change in research and teaching activities arranged for mining students at the Laboratory of Economic Geology, Department of Mining and Metallurgy, Helsinki University of Technology. The authors analyse the reasons for the past changes in the amount of mineral resources and show that, in the long term, the economic resources are necessarily increasing. They also emphasize the search for new industrial minerals, previously not produ-

ced in Finland, some of which, like kaolin, are being imported in considerable quantities. Such minerals (and corresponding processes or waste materials) should be studied also in old and new mine tailings, metallurgical slags, and fossil-fuel ashes. This search for industrial minerals must essentially comprise the research and development of the utilization, processing, and marketing of the materials in question and not only their geological occurrence. These aspects are dealt with both generally at the regular courses and exercises of ore and mining geology and particularly at the special seminar courses of applied mineralogy.

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:n

VUOSIKOKOUS

pidetään Helsingissä 21.–22.3.1986

Kokouksesta ilmoitetaan tarkemmin myöhemmin postitettavassa kutsussa.

VUORIMIESYHDISTYS — BERGSMANNAFÖRENINGEN ry:s

ÅRSMÖTE

hålls i Helsingfors den 21.–22.3.1986.

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

Voltammetrian sovellutukset mineraalien vaahdotuksessa, vesianalytiikassa ja malminetsinnässä

Tekn.lis. Seppo Rantapuska ja fil.kand. Pentti Laukkanen, Outokumpu Elektronikka Oy
Fil.kand. Martti Kokkola, Malminetsintä, Outokumpu Oy

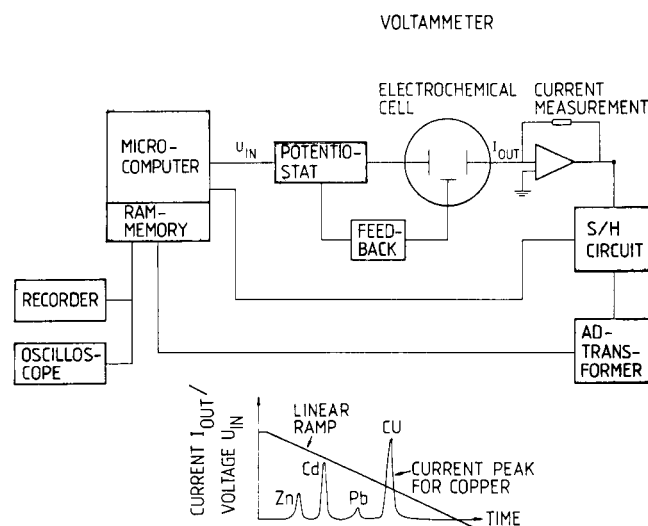
JOHDANTO

Voltammetrian soveltaminen epäorgaanisten ja orgaanisten aineiden määritykseen on osoittautunut käyttökelpoiseksi monissa mittauskohteissa. Outokumpu Oy:ssä sovellutusalueita ovat olleet mm. hydrometallurgisten liuosten, jätevesien ja luonnonvesien jäännösmetallipitoisuuksien mittaaminen jatkuvatoimisesti sekä malminetsinnän pinta- ja pohjavesinäytteiden analysointi kenttälaboratoriossa. Uutta on voltammetrian käyttö rikastamoilla vaahdotusprosessien kokoojapitoisuusmääritykseen ja tutkittavana on kuparisulfaatin mittaaminen sinkkivaahdotuksen yhteydessä. Voltammetriaa käytetään myös uuden vaahdotuksen säätömenetelmän, potentiaalivaahdotuksen, olennaisena osana mineraalielektrodiin sähkökemiallisen potentiaalin mittaamiseen. Jäljempänä on esitelty tarkemmin näitä sovellutuksia, joissa käytetään Outokumpu Elektronikan kehittämää VOLTAMMETER 470-analysaattoria.

MITTAUSMENETELMÄN JA LAITTEEN YLEISKUVAUS

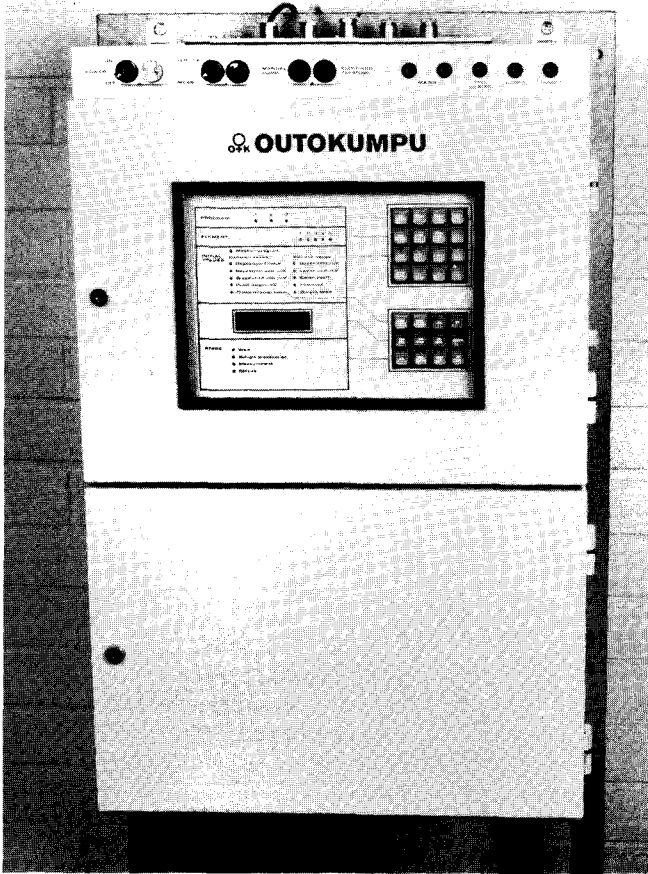
Mittausmenetelmää, jossa näyttössä olevan elektrodin potentiaalia säädetään ajan funktiona ja mitataan sähkövirtaa, sanotaan voltammetriseksi menetelmäksi. Mitattavassa liuoksessa tai lietteessä olevat orgaaniset ja epäorgaaniset ionit aikaansaavat elektrodin läpi kulkevaan sähkövirtaan muutoksia, joista kunkin ionin pitoisuus on laskettavissa. Kuvassa 1 on esitetty yksinkertaistettu kaavio laitteiston rakenteesta. Mikrotietokone ohjaa jännitteen syöttöä elektrodeille mitauksen eri vaiheissa. Tutkittava liuosnäyte on mittauskennossa, kosketuksissa kolmen elektrodin kanssa. Ns. työelektrodin potentiaalia liuokseen nähden säädetään muiden elektrodien ja jännitelähteen muodostaman piirin avulla. Reaktioista johutuva virta mitataan ja tallennetaan sopivassa muodossa tarkastelua ja laskentaa varten. Varsinainen mittaus on yleensä kaksivaiheinen. Ensimmäisessä, ns. keräysvaiheessa, työelektrodin potentiaali säädetään niin, että ionit pelkistyvät elektrodin pintaan. Keräämistä jatketaan, kunnes mittausa varten riittävä ainemäärä on pelkistetty. Toisessa, ns. liutusvaiheessa, elektrodin jännitettä muutetaan hitaasti toiseen suuntaan, jolloin kukin pelkistynyt aine (yleensä metalli) liukenee sille ominaisessa kohdassa takaisin liuokseen, ja syntyy kuvan 1 mukaisia virtapiikkejä. Aine voidaan tunnistaa maksimikohdasta vastaavan jännitteen perusteella, ja virtahuipun korkeus sekä pinta-ala ovat verrannollisia sen pitoisuuteen liuoksessa.

Samalla laitteistolla ja järjestelyllä on mahdollista määrittää elektroaktiivisten aineiden pitoisuuksia myös ilman keräysvaihetta. Tällöin mitataan yksinkertaisesti aineen sähkökemiallisesta hapetus- tai pelkistysreaktiosta aiheutuvaa sähkövirtaa potentiaalifunktiona. Herkkyys on kuitenkin pienempi kuin siinä tapauksessa, jossa keräysvaihe on mukana.



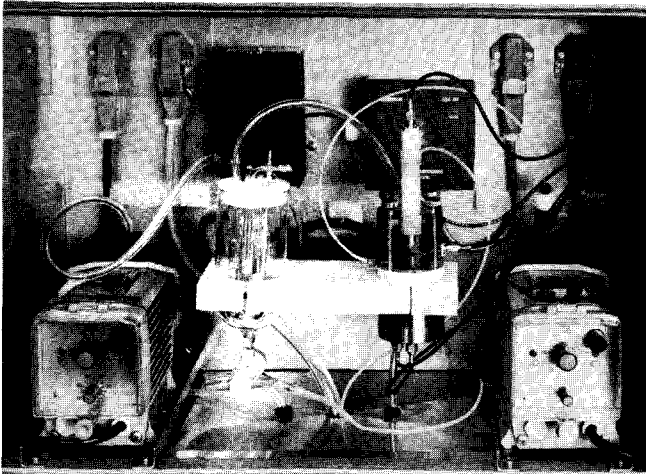
Kuva 1. Periaatepiirros voltammetrin toiminnasta ja rakenteesta. Mikrotietokoneella ohjattu jännite (U_{out}) syötetään potentiostaatin avulla sähkökemiallisen kennon elektrodien välille. Sähkövirta (I_{out}) mitataan, ja tieto siirtyy takaisin mikrotietokoneen muistiin. Muistissa on sen jälkeen kuvan alaosassa näkyvä voltammogrammi, jossa esiintyvät eri metallien piikit. Voltammogrammi voidaan tulostaa piirturille tai oskilloskoopille. Pitoisuustulokset saadaan printterille numeroarvoina.

Fig. 1. Simplified diagram of the measurement principle and construction of the voltammeter. The potential controlled by the microcomputer is applied to the electrodes in the electrochemical cell. The electric current is measured as function of time and the results are stored in the microcomputer memory. The voltammogram shown in the figure may then be recorded or displayed on the oscilloscope screen.



Kuva 2. VOLTAMMETER 470 -analysointilaitte. Laite on jaettu kahteen osaan, joista yläosaan on sijoitettu elektroniikkayksiköt ja alaosaan (kuva 3) mittaus- ja näytteenkäsittelyjärjestelmä.

Fig. 2. VOLTAMMETER 470-analyzer. The instrument is divided into two parts. The upper part contains the electronic units and lower part (fig. 3) the measurement and sample handling equipment.



Kuva 3. Voltammetrin mittaus- ja näytteenkäsittelyjärjestelmä. Näyte pumpataan ensin termostoitettuun väliastiin. Sen jälkeen näyte siirretään sähkökemialliseen kennoon, jossa varsinainen mittaus suoritetaan.

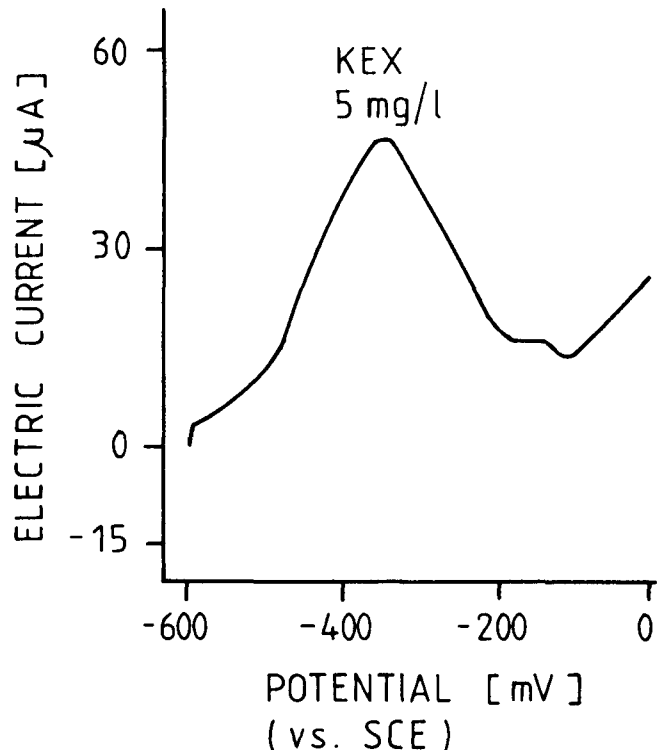
Fig. 3. The measurements and sample handling system of the voltammeter. The sample is first transferred into a vessel maintained in constant temperature. In the next step the sample is fed into the electrochemical cell and the measurements are carried out.

Analyysilaitteisto koostuu elektroniikkayksiköstä, mittakennosta ja näytteenkäsittelyjärjestelmästä (kuvat 2 ja 3). Näyte pumpataan aluksi väliastiin, jossa lisätään reagenssit ja suoritetaan termostointi. Väliastiasta näyte siirretään mittakennoon. Tulokset saadaan pitoisuuksina printterille tai virtaviestinä piirturille.

RIKASTAMOSOVELLUTUKSET

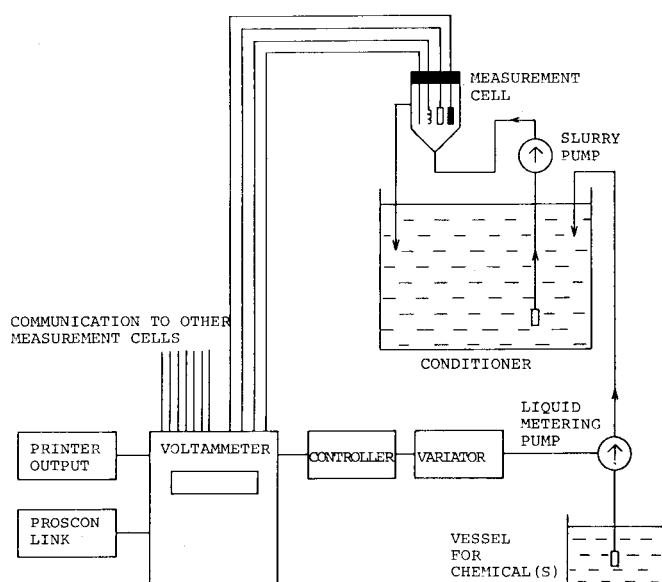
Kokoojien pitoisuusmittaus

Vaahdotusprosesseissa käytettävien kokoojien (ksantaatit, amiinit) pitoisuuksien mittaamiseksi suoraan prosessiliitteestä on kehitetty uusi voltammetrin menetelmä, joka perustuu kokoojan kiinnittymiseen synteettisen mineraalielektrodin pinnalle. Menetelmä on suhteellisen herkkä, alin mitattavissa oleva pitoisuus on n. 1 ppm. Menetelmän etuna perinteisesti laboratorioissa käytettyyn UV-spektrofotometriseen menetelmään on se, että mittaus suoritetaan jatkuvatoimisesti suoraan prosessiliitteestä. Mittauksen aikana mineraalielektrodin potentiaalia muutetaan vastaavasti kuin edellisessä kappaleessa on kerrottu. Kun ksantaatti alkaa kerääntyä elektrodin pinnalle, syntyy sähkövirtapiikki (kuva 4), jonka pinta-ala on suoraan verrannollinen ksantaatin pitoisuuteen liitteessä. Periaatteessa mitataan samaa ilmiötä, mikä varsinaisessa vaahdotusprosessissa tapahtuu mineraalin pinnalla! Mittaus-



Kuva 4. Kaliumetyyliksantaatin voltammogrammi. Pitoisuus 5.0 mg/l. Virtapiikki syntyy ksantaatin reagoitessa mineraalielektrodin kanssa. Potentiaali on mitattu standardikalomelielektrodiin nähden.

Fig. 4. The voltammogram of potassium ethyl xanthate. The concentration is 5.0 mg/l. The current peak is formed as xanthate reacts with the mineral electrode. The potential is measured against the saturated calomel electrode (SCE).



Kuva 5. Ksantaatin ja sähkökemiallisen potentiaalin säätö- ja mittausjärjestelmä. Mitattava liete pumpataan valmentajasta tai vaahdotuskennosta mittakyvetin läpi, jossa on mittauselektrodit ksantaatille ja potentiaalille. Voltammetrin antamat tulokset lähetetään PID-säätäjälle, jolla ohjataan kemikaalien syöttömäärää. Systemi voidaan kytkeä myös PROSCON-automatiojärjestelmään.

Fig. 5. The measurement and control system of the electrochemical potential. The slurry is pumped from the conditioner through the measurement cell, which contains electrodes for xanthate and electrochemical potential determination. The PID-controller is used to regulate the feed of chemicals. The output signals of the voltammeter may be transmitted to a PROSCON automation system.

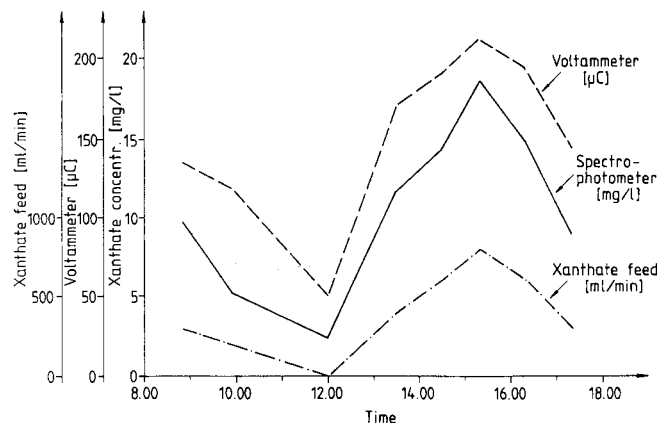
järjestelmään sisältyy voltammetri-instrumentti, mittakyvetti, mittauselektrodit ja lietepumppu. Kuvassa 5 on esitetty mittausjärjestelmän pääosat. Kuvassa esiintyvää säätöjärjestelmää käytettiin myös potentiaalivaahdotuskokeissa.

Menetelmää testattiin pitkäaikaistesteissä Vammalan kaivoksen rikastamolla, ja sen käyttökelpoisuus ksantaattimitauksen osoittautui erittäin hyväksi. Vammalassa käytetään kokoojana kaliumetyyliksantaattia (KEX). Voltammetrin antama pitoisuustulos korreloi pitkäaikaismittauksissa erittäin hyvin laboratorioanalyysiin ja ksantaatin syöttömäärän muutoksiin (kuva 6). Mittauksia on tähän mennessä tehty pelkästään ksantaateilla, mutta mitään estettä ei liene myöskään muiden vaahdotuskemikaalien mittaamisessa, mikäli ne ovat sähkökemiallisesti aktiivisia. Parhaillaan testataan kuparisulfaatin mittaamista sinkkivaahdotuksen yhteydessä.

Sähkökemiallisen potentiaalin mittaaminen ja säätö

Uuden vaahdotuksen säätömenetelmän, potentiaalivaahdotuksen, kehittämisen yhteydessä syntyi tarve sähkökemiallisen potentiaalin jatkuvatoimiseen mittaamiseen suoraan prosessilietteestä. Outokumpu Elektroniikka ja Metallurginen tutkimuslaitos ovat kehittäneet menetelmää yhteistyönä. Tämä on johtanut toimivaan mittaus- ja säätöjärjestelmään, jota on hyödynnetty Hituran kaivoksen rikastamolla jo n. 10 kk ajan.

Tarve lietteen ja mineraalin pinnan välisen potentiaalin mittaamisen perustuu siihen, että potentiaali määrää ksantaatin



Kuva 6. Vammalan rikastamolla suoritettujen ksantaattimitaustulosten vertailu laboratorioanalyysiin ja ksantaatin syöttömäärään. Tulosten välillä on vahva korrelaatio (0.977) ja hajonta on 1.05 mg/l. Pitkäaikaistesteissä toistettavuus oli n. 4 %.

Fig. 6. A comparison between xanthate measurements made by the voltammeter and the laboratory at the Vammala concentrator. There is a strong correlation (ca 0.977) between the two measurements and the standard deviation between them is 1.05 mg/l. In the long term trials the repeatability of the measurements was 4 % of the average value.

kiinnittymisen tai irtoamisen mineraalin pinnalta. Vaahdotuksessa tulisi pyrkiä toimimaan sellaisella potentiaalialueella, jolla kokoojan ja mineraalin välinen pintayhdiste muodostuu. Sähkökemialliseen potentiaaliin vaikuttavia tekijöitä ovat kaikki lietteessä olevat ionit (rauta, sulfidit, ksantaatti, painajat, aktivaattorit, pH-arvo) sekä vaahdotettavan mineraalin pinnan laatu. Eri mineraalien vaahdotuspotentiaali on erilainen.

Sähkökemiallisen potentiaalin mittaaminen jatkuvatoimisesti prosessilietteestä on vaatinut varsin paljon tutkimus- ja kehitystyötä. Mittausjärjestelmä on samantyyppinen kuin kuvassa 5 ksantaatin mittaamisen yhteydessä esitetty. Mittauselektrodeja puhdistetaan useilla eri tavoilla, mm. ultraäänellä. Hiturassa elektrodit ovat toimineet hyvin. Huoltoväli on ollut jopa pitempi kuin pH-elektrodeilla. Mittaustuloksen perusteella prosessilietteeseen syötetään kemikaaleja, jotka pitävät potentiaalin vakiona rikastamolle tulevan syötteen laadun vaihteluista huolimatta. Hiturassa säätökemikaaleina käytettiin natriumsulfidia ja rikkihappoa. Vastaava säätöjärjestelmä asennetaan Vammalan rikastamolle marraskuussa -85.

JÄTEVESI- JA LUONNONVESIMITTAUKSET

Hivenaineanalytiikka

Mielenkiinto alle miljoonasosan (mg/l, g/t, ppm, parts per million) metallipitoisuuksien mittaamiseen vesiliuoksista on viime aikoina kasvanut sekä teollisuudessa että tutkimuslaitoksissa. Teollisuuden tiukkenevat ympäristönsuojeluvaatimukset velvoittavat yhä tarkempaan jätevesipäästöjen seurantaan, ja ympäristöanalytiikat ovat alkaneet yhä enemmän kiinnostua "bioepäorgaanisesta" kemiasta; eri metallien kiertokulusta luonnossa ja niiden luontaisista taustapitoisuuksista.

Analysoitaessa erittäin pieniä metallipitoisuuksia analyysin kulkuun kuuluu useissa menetelmissä näytteen esikäsittelynä konsentroituvaihe, jossa analysoitava aine tai aineet erotetaan muista näytteen sisältämistä aineista. Voltammetrisen menetelmän etuna on, että määrittäminen voidaan tehdä suoraan näytteestä ilman konsentroitua. Usein tarvitaan vain pieni kemikaalilisäys (esim. pH:n säätö) ennen mittausta.

Voltammetrisesti voidaan määrittää yli 30 eri metallia ja puolimetallia sekä joukko orgaanisia yhdisteitä. Outokumpu Oy:n VOLTAMMETER 470-analysaattorilla on tutkittu mm. seuraavien metallien mittaamista: Fe, Cu, Zn, Ga, Cd, Au, Hg, Pb, Tl, Bi ja U.

Intermetalliset vuorovaikutukset ja eri metallien sähköviri-
tapiekkien päällekkäisyys ovat voltammetrisessä analyysissä toisinaan esiintyviä häiriöitä. Näitä pystytään kuitenkin usein vähentämään valitsemalla mittausolosuhteet oikein.

Vesimittaussovellutuksia

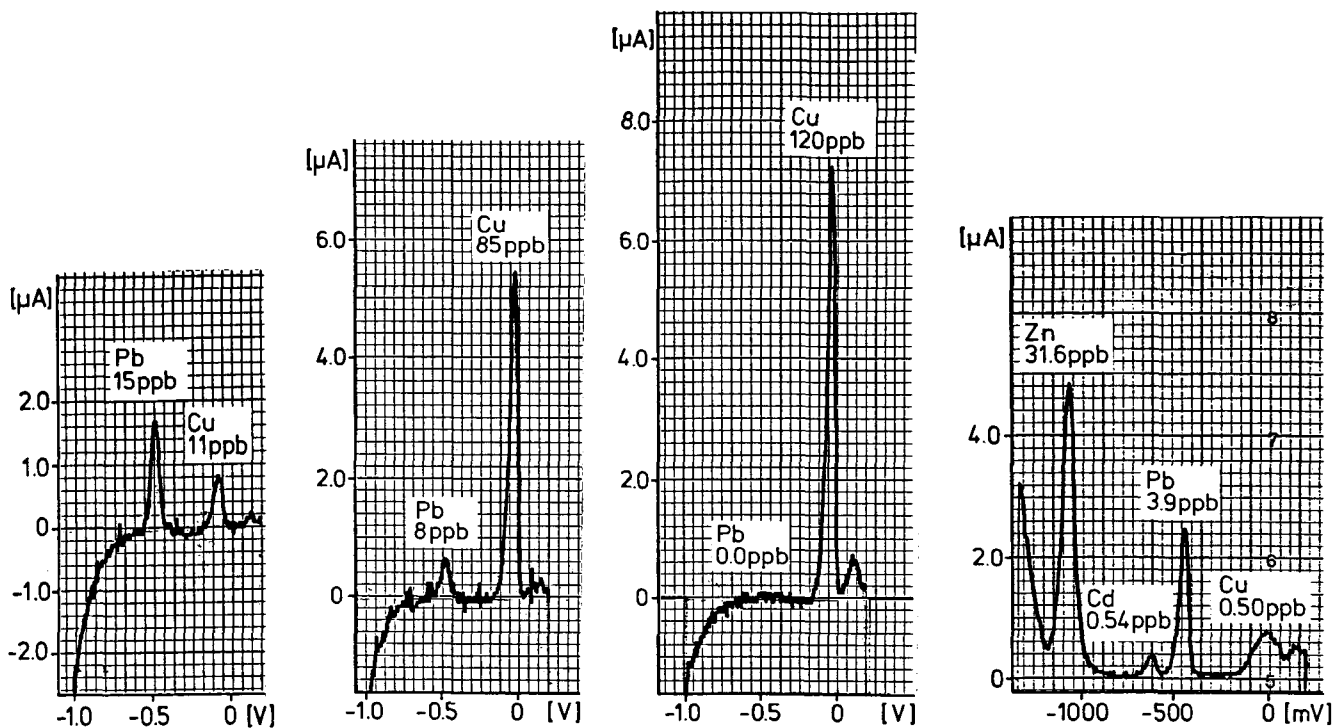
Outokumpu Oy:n Kokkolan tehtaille asennettiin syyskuussa 1984 voltammetri jätevesien sinkki-, kadmium- ja kuparipitoisuuksien jatkuvatoimiseen seurantaan. Koska osa metalleista on jätevedessä niukkaliukoisina suoloina, kehitettiin mittausta varten erillinen kemiallinen näytteenkäsittelyjärjestelmä. Näyte otetaan jätevesikaivosta näytteenottimella. Ohjelmoitava logiikka valvoo näytteenottimen ja näytteenkäsittelyjärjestelmän toimintaa. Näytteen niukkaliukoiset yhdisteet hapetetaan happamassa liuoksessa kaliumpermanganaatilla liukoiseen muotoon. Ylimäärä hapetinta pelkistetään vielä ennen mittausta hydroksyyliamiinihydrokloridilla.

Jätevedestä mitataan sinkkiä 0,05–20 mg/l, kadmiumia 0,005–0,05 mg/l ja kuparia 0,05–0,2 mg/l pitoisuusalueella. Voltammetristä on saatu Kokkolassa hyviä käyttökokemuksia. Metallipitoisuuksien seuranta on helpompaa, sillä tiedot pitoisuuksista saadaan nyt muutamassa minuutissa.

Voltammetria soveltuu hyvin pohja-, sade- ja meriveden metallipitoisuuksien mittaamiseen. Pohjaviesien mittaamisella on merkitystä sekä mahdollista talousvesikäyttöä että malminetsintää ajatellen. Näistä vesistä on mitattu mm. kuparia, sinkkiä, lyijyä, kadmiumia, elohopeaa ja kultaa. Menetelmällä voidaan määrittää erittäin pieniä pitoisuuksia. Luonnonvesistä on mitattu mm. 0,05 µg/l (50 ppt) lyijyä ja kadmiumia. Kultapitoisuuden määrittämiseksi on kehitelty uusi mittaumenetelmä, jossa määritysrajaksi on saatu n. 0,002 mg/l (2 ppb). Esimerkkejä luonnonvesien voltammogrammeista on kuvissa 7,8 ja 9. Kalibrointi suoritetaan mittausten yhteydessä yleensä standardilisäysmenetelmällä, jossa näytteeseen lisätään tunnettuja määriä mitattavaa metallia tai metalleja (kuva 10).

MALMINETSINTÄSOVELLUTUKSET

VOLTAMMETER 470:tä on kokeiltu myös kullan prospektaukseen käyttäen näytemateriaalina luonnon vesiä. Näytteet on kerätty pintavesistä; lähinnä puroista ja ojista sekä tutkimusalueella olevista järvistä. Näytteenottopisteiden väli puroissa oli n. 250 m ja järvien rannoilla n. 500 m. Näytteenotossa käytettiin 50 cm³ muoviruiskua, johon vesi imettiin (kuva 11). Tämän jälkeen vesi puristettiin 0,45 µm suodattimen läpi 100 ml polypropyleenipulloon. Pullon täyttämiseen tarvittiin 2 ruiskullista vettä. Näytteenotossa pyrittiin estämään näytteen kontaminoituminen niin hyvin kuin se tuulisessa ja usein



Kuva 7. Porakaivovesinäytteen nro 1 voltammogrammi. Kaivossa on muoviputket.

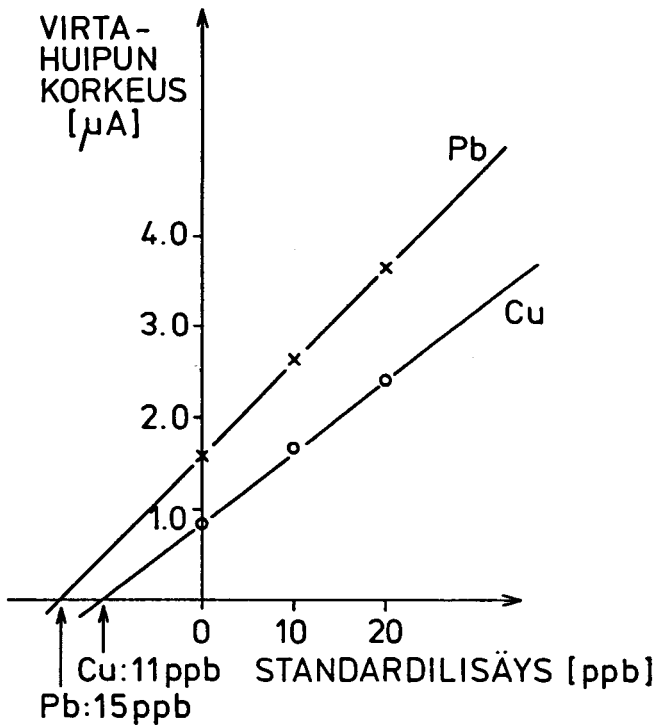
Fig. 7. Voltammogram of a water sample from a well in which plastic tubing was installed.

Kuva 8. Kahden porakaivovesinäytteen kupari- ja lyijypitoisuudet. Juomavesi tulee näistä kaivoista kupariputkia pitkin, mikä näkyy selvästi kohonneena kuparipitoisuutena verrattuna näytteeseen nro 1 (vrt. kuva 7).

Fig. 8. Copper and lead concentrations of two well water samples. The influence of copper tubing can be plainly seen (cf. figs. 7 and 8)

Kuva 9. Järvivesinäytteen voltammogrammi.

Fig. 9. Voltammogram of a lake water sample.



Kuva 10. Standardilisäysmenetelmällä tehdyt kalibroitisuorat lyijylle ja kuparille (vrt. kuva 7).
Fig. 10. Calibration by standard addition method for copper and lead (see fig. 7.).

myös sateisessa maastossa suinkin oli mahdollista. Jokaisen eri näytteenoton välillä ruisku ja suodatin huuhdottiin ionivaihdetulla vedellä, ja suodatinpaperi uusittiin.

Näytteet kerättiin yleensä 100 ml muovipulloihin, jotka oli ennen käyttöä pesty huolellisesti siten, että pullojen sisäosat täytettiin liuoksella, jossa oli 1 osa typpihappoa ja 4 osaa tislattua vettä. Tämän liuoksen annettiin seistä pulloissa yli yön, jonka jälkeen ne huuhdottiin ionivaihdetulla vedellä. Ennen näytteenottoa pulloihin oli mitattu 200 µl typpihappoa tai kuningasvettä riippuen siitä, aiottiinko näytteistä analysoida kulta vai muut metallit. Kontaminaation estämiseksi tämä menetelmä on osoittautunut hyväksi. Jokaisessa näytepisteessä otettiin näin ollen kaksi rinnakkaisnäytettä; toinen kultaanalyysejä ja toinen Cu, Zn, Pb ja Cd:n analysointia varten.

Ennen mittausta näytteet tyytettiin, jottei happi pääsisi häiritsemään mittausta. Kullan määrityksissä analysoinnin yhteydessä käytettiin ultraääntä. Tulostus tapahtui piirturilla. Zn, Pb, Cd ja Cu määritettiin elohopeakalvoa käyttäen. Tämän takia jokaiseen näytteeseen lisättiin ennen analysointia 10 ppm Hg:tä. Jokaisesta näytteestä suoritettiin kaksi ajoa ja kalibrointi tehtiin niin, että näytteeseen lisättiin tietty määrä tunnettua standardiliuosta (kuva 12).

Luonnonvesinäytteissä oleva humuspitoisuus, joka varsinkin suoalueilla on erittäin yleinen, häiritsee sekä näytteenottoa että analysointia. Näytteenotossa se usein merkitsi sitä, että suodatinta jouduttiin vaihtamaan useamman kerran saman näytteenoton yhteydessä. Analysoinnissa veteen mahdollisesti jäänyt humuspitoisuus taas likasi elektrodin, jota jouduttiin usein puhdistamaan. Analysoinnin osalta humuspitoisuuden ja muun kiintoaineksen häiritsevää vaikutusta voitiin eliminoida dekantoinnalla näyte ja sentrifugoimalla se.

Menetelmää on kokeiltu mm. Suomussalmen Näljängän Kurkikylässä ja Joensuun Lahnalahdessa. Kummassakin kohteessa on todettu voimakkaan anomaalisia pitoisuuksia. Anoma-



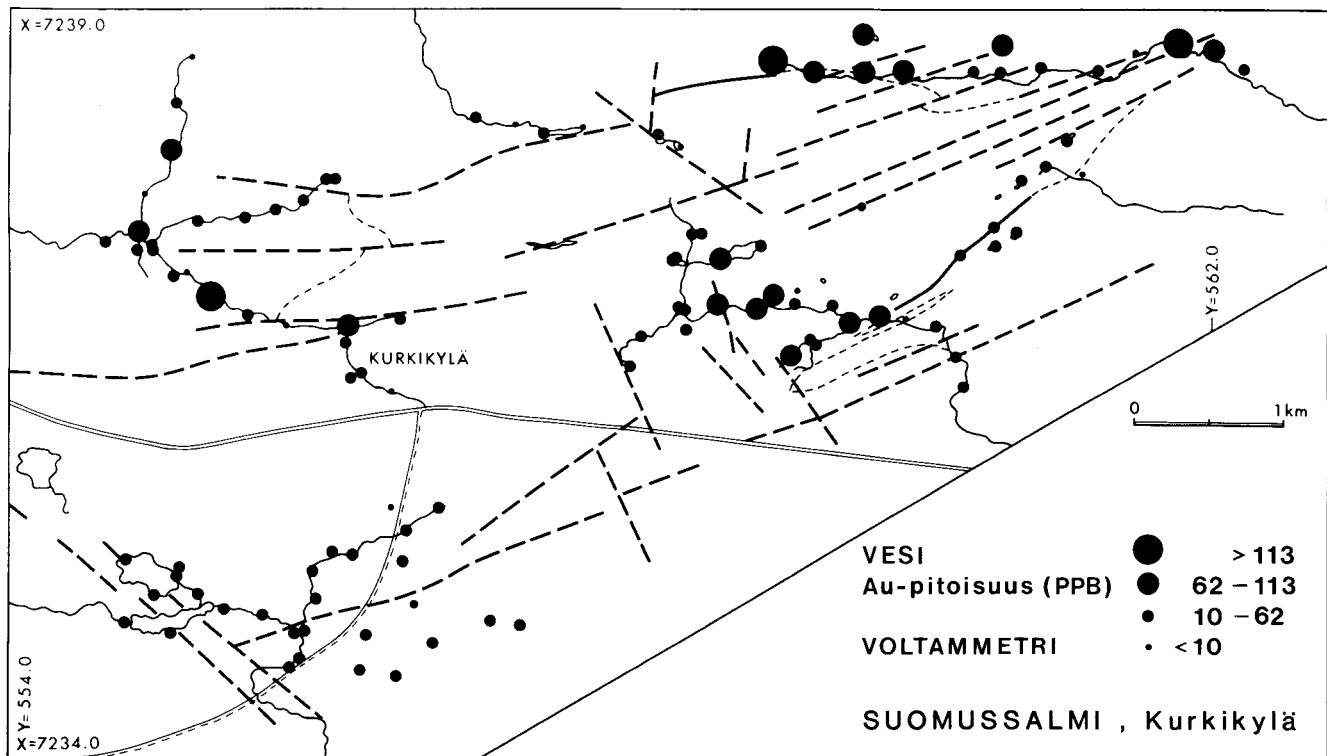
Kuva 11. Vesinäytteenottoa maastossa.
Fig. 11. Taking water samples in the field.

maaliset pitoisuudet näyttävät sijoittuvan kallioperän ruhjevöhykkeisiin (K Strand 1982); kuitenkin niin, ettei tutkimusalueen kaikissa tunnetuissa ruhjeissa suinkaan ole anomaalisuutta. Seuraavana kesänä suoritetuissa vesinäytetarkistuksissa, jotka analysoitiin samalla menetelmällä, anomaaliset alueet sijoittuvat jotakuinkin samoille paikoille kuin oheisessa karttakuvassa edellisenä kesänä todetut anomaliat.

Menetelmän malminetsinnällistä merkitystä on tässä vaiheessa jonkin verran vaikea arvioida. Moreenitutkimuksissa samalta alueelta on todettu heikkoa kulta-anomaalisuutta. Samoin parissa raskasmineraalinäytteessä on todettu pienen pieni hippu. Lisäksi alueelta tunnetaan kaksi kultapitoista lohkarretta. Näkyvän kullan määrä ei kuitenkaan selitä lukuarvojen osoittamia voimakkaita anomaliaita. Eräs selitys tälle voisi olla se, että kulta esiintyy erittäin pieninä rakeina, joiden ympärillä pyöriä atomeja vesi on päässyt huuhtelemaan mukanaan (J.O. Bovin & al. 1985).



Kuva 12. Vesinäytteiden analysointia voltammetrillä.
Fig. 12. Analyzing water samples using the voltammeter.



Kartta 1. Vesinäytteiden kultapitoisuuksia Suomussalmen Kurkikylässä. Karttaan on piirretty erilaisilla katkoviivoilla ruhje- ja murreosvyöhykkeet K Strandin litostratigraafisen kartan mukaan.

Map 1. The gold content of water samples in the Kurkikylä region of Suomussalmi. The fracture and fault zones marked by broken lines have been drawn according to K Strand's lithostratigraphical survey.

On myös mahdollista, että erilainen geologinen miljöö vaikuttaa voltammetrillä saatuun tulokseen. Korkeimmat lukuvuodot on todettu vulkaanisesta ympäristöstä kullan liittyessä mahdollisesti chertteihin, kun taas selvästi kvartsiujuoniin liittyvä Au-mineralisaatio näyttäisi antavan intensiteetiltään alemman, mutta silloinkin selvän anomaliakuvan. Tutkimukset menetelmän osalta jatkuvat (Kartta 1).

Laitteen koko on mahdollistanut voltammetrin siirtämisen kulloinkin lähinnä olevaan kenttätukikohtaan, jossa analysointi on voinut tapahtua tarvittaessa jopa päivittäin. Näin ollen analyysiviive on voinut supistua minimiin. Tämä on suuri etu muihin kullan prospektauksessa käytettyihin analyysime-

netelmiin verrattuna. Kokemus on kuitenkin osoittanut, että vesinäytteiden seisominen happoliuoksessa vähintään joitakin päiviä "rauhottaa" mittauksia ja helpottaa työskentelyä.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

K. Strand, 1982: Litostratigraafinen kartta Kurkikylän-Paljakkavaaran-Honka-Jylkyn alue; Suomussalmi-Puolanka. Suomen Akatemian tutkimushanke 54/82.

J-O Bovin, R Wallenber & David J Smith: Imaging of atomic clouds outside the surfaces of gold crystals by electron microscopy. Nature Vol. 317, 5 September 1985, pages 47-49.

SUMMARY

APPLICATIONS OF VOLTAMMETRY IN THE FLOTATION OF MINERALS, WATER ANALYSIS AND GEOCHEMICAL EXPLORATION

Voltammetry has proved to be useful in many analysis applications in which low level concentrations of metal ions or organic compounds are to be determined. Outokumpu Electronics has developed an automatic voltammetric analyzer for on-line measurements in flotation and hydrometallurgical processes, sewage and natural water analysis. This instrument has also been used in geochemical exploration.

On-line xanthate analysis was successfully tested at the concentrator of the Vammala mine. The correlation between the measurements made by the voltammeter and the laboratory was 0,977 and the standard deviation 1.0 mg/l. The new flotation control method, potential controlled flotation (OK-PCF method), is used at the concentrator of Hitura nickel mine. In this method the electrochemical potential of mineral

electrodes is measured by voltammeter and controlled by adding chemicals into the conditioner. A similar control system will be installed in Vammala nickel mine in November 1985.

The voltammeter has also been used to determine very low concentrations of metal ions in sewage water. Zinc, cadmium, lead and copper are continuously monitored in Outokumpu Kokkola Works. A very promising geochemical exploration method was tested by using a voltammeter. Eg. tests with gold show an anomaly in the water environment near a gold ore deposit. The intensity of the anomaly in water seems to depend on the grain size of gold and geological formations. The advantage in use of the voltammeter in the field laboratory is rapid analysis of samples.

Uusi graniittijalostamo vihittiin käyttöön Taivassalossa

Syyskuun 25. päivänä vihittiin Outokumpu Oy:n vuosi sitten perustaman tytäryhtiön Granite Products Oy:n uusi graniittijalostamo käyttöön Taivassalossa. Vihkimisen suoritti Turun ja Porin läänin maaherra Pirkko Työläjärvi. Granite Products aloitti graniitin louhinnan Taivassalossa jalostamon vieressä sijaitsevalla louhoksella jo joulukuussa 1984.

Uudessa jalostamossa alan uusinta teknologiaa

Uusi graniittijalostamo keskittyy pääasiallisesti kotimaiseen graniittiin perustuvaan luonnonkivilaattojen sarjatuotantoon rakennusalan tarpeisiin, tähdäten kansainvälisille markkinoille. Niin laitoksen suunnittelussa kuin tuotannon markkinoinnissa on alusta lähtien turvauduttu italialaiseen tietotaitoon. Italia on johtava maa rakennusalan kivituoiteiden valmistajana ja myös jalostusteknologian kehittäjänä. Suomalaista kiveä on jalostettu eniten Italiassa — puolet viime vuoden 240.000 tonnia käsittävästä raakakiviennistä suuntautui Italiaan. Suomen vuotuinen graniitinviennin arvo on viime vuosina ollut suunnilleen 100 milj. markan paikkeilla.

Outokumpu Engineering oli projektivastuussa laitoksen rakentamisesta. Jalostamon pääurakoitsijana toimi rakennusliike A. Puolimatka. Koneet ja laitteet ovat pääosin italialaisia, m.m. raamisahat tunnetun Barsanti yhtiön valmistamia. Graniittijalostamon kokonaisinvestointi on noin 30 milj. markkaa.

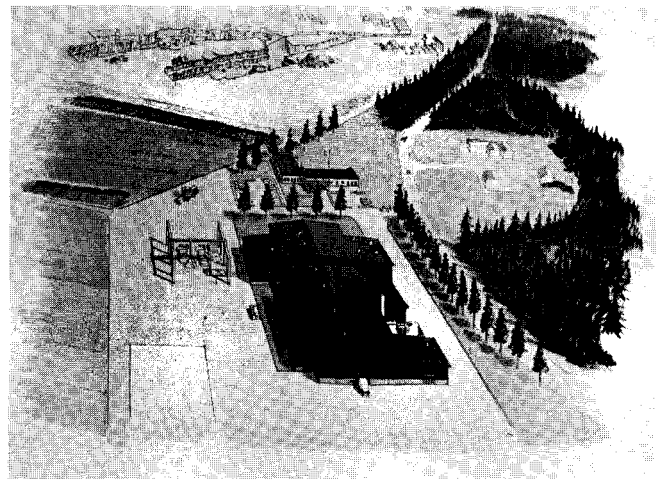
Granite Productsin louhos ja jalostamo työllistävät Taivassalossa noin 30 henkeä.

Tuotannon kulku uudessa graniitin jalostuslaitoksessa jakaantuu neljään osaan: raamisahaukseen, pintakäsittelyyn, laattojen leikkaamiseen sekä reunatyöstöön ja kiinnityksen vaatimaan muuhun viimeistelyyn. Jalostamon kapasiteetti on ensi vaiheessa n. 50.000 m² sahalevyä vuodessa, 2–5 cm:n laattavahvuusalueella. Sahojen määrää lisäämällä voidaan laitoksen nykytiloissa tuotantokapasiteettia nostaa n. 200 000 m²:in vuodessa. Kolmannen raamisahan perustus on jo tehty.

Kiven käsittely tehtaassa on yritetty ratkaista niin että laatta kulkee käsittelyvaiheesta toiseen koko ajan vaakasuorassa asennossa, miehittämättömällä trukilla, sekä muuten välivarastosta syötettäessä tai välivarastoon siirrettäessä paineilmalta toimivien automaattipoimureiden avulla.

Miehittämätön trukki, n.k. vihivaunu, sekä tilaus- ja ohjauksjärjestelmä on suomalaista tekoa, Oy Rocla Ab:n toimitama, samoin siihen kuuluvat syöttävät lavetit, jotka Outokumpu Engineering on kehittänyt.

Kaikki tuotantovaiheet paitsi hakkuu toimivat vedessä tai vesisuihkussa. Täten tarvitaan suhteellisen paljon raakavettä. Tässä prosessissa käytetään merivettä.



Granite Products Oy:n graniittijalostamo ja louhos Taivassalossa.

Graniitti — monipuolinen tuote rakennusalalla

Kivi on ihmiskunnan historian kestävin rakennusmateriaali.

Suomen kivenjalostuksella on pitkät perinteet. Ajatusta kotimaisen graniitin jalostusasteen nostamisesta oli jo kauan kehitelty Outokumpu Oy:ssä. Liittyyhän graniitin louhinta ja kiven käsittely hyvin läheisesti Outokummun perustoimintaan — malmien louhintaan — osana maaperämme luonnonvarojen hyödyntämistä.

Suomalainen graniitti on klassinen ja kestävä rakennusaine, joka soveltuu yhtä hyvin ulko- kuin sisäkäyttöön. Vakiosävyjä on kymmenkunta maassamme, näistä on yksi Taivassalon punainen eli Balmoral Red.

Granite Productsin Taivassalon jalostamolla yleisimmät tuotteet tulevat olemaan julkisivulaatat, lattia- ja pintalaatat, sisä- ja ulkoportaat, sokkelilaatoitus sekä käytävä- ja torilaa-

Granite Products Oy:n jalostamon tuotteiden markkinointi on lähtenyt ripeästi käyntiin. Kotimaan lisäksi päämarkkina-alueiksi muodostunevat muut pohjoismaat ja manner-Eurooppa, arveli jalostamon toimitusjohtaja, DI Gustaf Mickos.

In memoriam



ONNI MÄKELÄ
1.9.1928–14.2.1985

Pitkän työurani aikana olen tutustunut suureen joukkoon pohjalaisia kaivosmiehiä. He ovat olleet monen kaivoksen henkilöstön runkona ja kantavana voimana. Olen ihaillut heitä työnsä tekijöinä. Sinä, Onni, kuulut juuriltasi tuohon samaan valiojoukkoon. Sinä pidit riimaa ainakin joskus niin korkealla, että sen ylittäminen oli jokseenkin ylivoimaista. Siitä ei pohjalainen veren perintösi tietenkään tykännyt. Seurauksena oli ristiriita aineen ja hengen välillä. Kun henki oli vahva, niin aineen oli alistuttava, mutta ei haavoitta eikä vaurioitta.

Sinä etenit kaivosinsinöörin urallasi tasaisen varmoin askelin. Siten Sinä rakensit itsellesi lujan ammatillisen pohjan, jossa ei ollut aukko-paikkoja. Pitkän työpäiväsi viimeiset vuodet Sinä johdit Keretin kaivosta. Sen kultaiset ajat olivat menneet lopullisesti ohi jo 1970-luvun puolivälissä. Sinä kärsit siitä, ettei hyvin tehtyä työtä enää voitu mitata runsaalla kassavirralla. Muut mittarit kuitenkin osoittavat, että Keretin viimeiset vuodet ovat olleet erittäin myönteisen kehityksen aikaa.

Vaativaa mittapuuta sovelsit työtovereihisikin etkä vain itseesi. Jos kaikki ei sujunut kuten olisi pitänyt, toit julki myös käsityksesi siitä. Ja sitä hän eivät kaikkien korvat kestäneet. Uskon kuitenkin, että viesti meni perille ja toi toivomasi tuloksen. Hyvin tuntuvat Sinun tuhaduksesi ainakin muistissa olevan.

Työskentelin kanssasi monella kaivoksella. Eihän yhteinen vaelluksemme vain tyvenessä säässä tapahtunut. Joskus myrskysi ja salamoi. Siihen olimme hyvin harjaantuneet kalamatkoilla yhteisessä vencesä. Ukkosen ja myrskyn jälkeen ilma on aina raikkaampaa. Niin ymmärsin meidänkin kohdallamme tilanteen olleen.

Sinun tomumajasi leposija on Outokummussa. Ei kovinkaan kaukana Outokummun malmista eikä Keretin tornista. Tornin varjo, ainakin teoriassa, voinee pyyhkäistä kumpusi yli keskikesän aamun anivarhaisina hetkinä. Päät vastakkain Sinun kanssasi haudattiin Keretin kaivosmieks syyskuun lopulla. Näin voi tapahtua vain vanhassa kaivoskaupungissa.

Kiitos, Onni, ja lepää rauhassa. Nyt Sinun on hyvä olla!

Eero Erkkilä

Vuorimiesyhdistyksen jäsen Onni Olavi Mäkelä on ollut vuodesta 1958.

Toimitus



PENTTI RAIKE
24.8.1932–22.2.1985

Pentti Johannes Raike syntyi Pielisjärvellä, jossa hän vietti varhaisimman lapsuutensa. Koulunkäyntinsä hän saattoi päätökseen Lapualla, jonka yhteiskoulusta hän tuli ylioppilaaksi vuonna 1952. Varusmiespalveluksen jälkeen hän kirjoittautui Teknillisen Korkeakoulun vuoriteollisuusosastolle, josta valmistui v. 1960. Vuorimiesyhdistyksen jäsen hän on ollut vuodesta 1960 lähtien. Oltuaan Outokumpu Oy:n palveluksessa Outokummun ja Vihannin kaivoksilla hän v. 1970 siirtyi Parraisten Kalkki Oy:n (nyk. Oy Partek Ab) palvelukseen, ensiksi Paakkilan kaivokselle ja tämän jälkeen Lappeenrannan tehtaille. Vuonna 1982 hän solmi Kone Oy:n kanssa työsopimuksen ulkomaantehtävää varten ja hänen viimeinen työpaikkansa oli Tansaniassa Minjingun fosfaattikaivoksella lähellä Arushan kaupunkia. 1960-luvun alkupuolella hän toimi Lappeenrannan teknillisen koulun oto. kaivostekniikan lehtorina.

Sotilasarvoltaan hän oli yliluutnantti.

Vuorimiehet muistavat Pentin vilkkaana keskustelijana, joka etenkin jaostokokouksissa toi lisäväriä ja positiivista ajatustenvaihtoa. Herraseurassa Pentti mielellään jakoi muillekin elämäkokemustaan lupsakkaasti kerrottujen tarinoiden muodossa. Elämänmyönteisyys, siviilirohkeus, avuliaisuus, rauhallisuus ja ennakkoluulottomuus olivat niitä ominaisuuksia, joita Pentissä eniten arvostimme ja joita hän viimeiseen saakka pystyi ylläpitämään. Muistoissamme hän tulee säilymään aitona kaivosmiehenä ja hyvänä kollegana.

Rolf Söderström



HEIKKI V. TUOMINEN
23.6.1914–20.10.1985

Helsingin yliopiston geologian ja mineralogian emeritus professorin Heikki Ville Tuomisen kuolema ei tullut yllättäen. Hän oli ollut jo pitkään vakavasti sairaana ennenkuin voimat lopullisesti uupuivat.

Heikki Tuominen syntyi Turussa, jossa hän suoritti koulunkäyntinsä tullen ylioppilaaksi Turun Lyseosta v. 1933. Asevelvollisuutensa suorittettuaan hän aloitti opiskelunsa Helsingin yliopistossa pääaineenaan mineralogia ja geologia. Fil.kandidaattitutkinto valmistui sodan aiheuttaman keskeytyksen jälkeen keväällä 1945. Filosofian lisensiaattitutkinnon hän suoritti Åbo Akademiassa, jossa väitteli fil.tohtoriksi keväällä 1957. Vuorimiesyhdistyksen jäsen hän on ollut vuodesta 1945 lähtien.

Heikki Tuominen kuului siihen geologipolveen, joka heti opiskelunsa alussa pääsi mukaan geologien uuteen tulemiseen eli geologian soveltamiseen malminetsintään ja elinkeinoelämään. Maamme geologian tutkimus oli 1930-luvulla korkealla kansainvälisellä tasolla, mutta sen käytännön sovellutuksia oli hyödynnetty varsin vähäisessä mittakaavassa. Tätä puutetta käytiin todenteolla poistamaan 1930-luvun puolivälissä. Outokumpu Oy veti ensimmäisen "suuren malminuottansa" 1935 Pohjois-Karjalassa, ja Heikki Tuominen oli mukana yhtenä nuottamiehenä. Tästä alkoi hänen kiinnostuksensa malminetsintää kohtaan jatkuen läpi opiskeluvuosien kesätoissa Suomen Malmi Oy:ssä ja geologisessa toimikunnassa (nytemmin Geologian tutkimuskeskus).

Heti sodan loputtua Heikki Tuominen palkattiin Suomen Malmi Oy:n päägeologiksi johtamaan malminetsintöjä Etelä-Suomen lehtiittijaksolla. Tämän laajamittaisen työn organisointi oli nuoren geologin ensimmäinen tulokoe valitsemallaan alalla. Heikki Tuomisen luonteenpiirteet, perusteellisuus ja kriittisyys, tulivat tällöin esille. Työ aloitettiin Orijärven kaivoskentältä suorittaen yksityiskohtainen geologinen ja geofysikaalinen havainnointi. Etsintä johti positiiviseen tulokseen. Aijalan ja Metsämöntun malmiesiintymien löytyminen osoitti ensimmäisen kerran maassamme systemaattisen alueellisen tutkimuksen tuloksellisuuden. Tämän työn tutkimusmateriaali oli pohjana Heikki Tuomisen väitöskirjalle.

Heikki Tuominen oli hankkimassa lisää tietoa ja kokemusta USA:ssa Lehighin yliopistossa 1953–54 Fullbright-stipendiaattina. Ja sinne hän palasi pian uudelleen kohta väitöskirjansa valmistumisen jälkeen vuosiksi 1957–60. Palattuaan kotimaahan hän oli runsaat kaksi vuotta Outokumpu Oy:n palveluksessa Korsnäsin kaivoksella. Seuraavat kaksi vuotta kuluivat Filippiineillä YK:n asiantuntijana yliopiston sovelletun geologian laitoksella.

Suomeen Heikki Tuominen palasi kesällä 1965 valtion teknillistieteellisen toimikunnan vanhemmaksi tutkijaksi aiheenaan murrosrakenteiden ja malmiesiintymien väliset suhteet. Tästä tehtävästä hänet nimitettiin 15.3.1968 Helsingin yliopiston geologian ja mineralogian professoriksi, josta virasta hän jäi eläkkeelle v. 1981.

Heikki Tuomisen tutkimustyön kohde oli muotoutunut Orijärven alueen malminetsinnöissä. Petrologia väistyi vähin erin rakennegeologian taustalle. Orijärven alueelta saadut impulssit kallioperän rakenteista kasvoivat ajan myötä yhä suurempiin mittakaavoihin.

Kun maassamme ruvettiin saamaan satelliittikuvia, oli Heikki Tuominen ensimmäisenä niitä tutkimassa. Hän kehitti uusia menetelmiä kuvien tulkintaan työtoveriensa ja oppilaitensa kanssa. Tutkimustyön tuloksia hän esitti julkaisuissa, kongressiesitelmissä ja vierailuluennoilla. Hän osallistui rakennegeologiseen tutkimukseen monissa kansainvälisissä järjestöissä.

Heikki Tuominen osallistui molempiin sotiin. Ansoistaan hänelle oli myönnetty VR IV tlk ja VR III. Sotilasarvoltaan hän oli yliluutnantti.

Heikki Tuominen oli ennakkoluuloton uuden tien kulkija useissa suhteissa. Ja kuten usein tapahtuu, uuden tien kulkija on usein myöskin yksinäisen tien kulkija. Uranuurtajan pitää perustella näkemyksensä tarkemmin kuin tavallisuuden taltajien.

Me ystävät muistamme Heikki Tuomisen rohkeana uusien näkemysten esittäjänä ja uskollisena työtoverina.

Aimo Mikkola

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.

Geologijaoston johtosääntö

1 §.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:n sääntöjen 19 §:n mukaisesti yhdistyksen geologian alalla toimivat jäsenet muodostavat geologijaosto-nimisen alaosaston.

Jaoston tarkoituksena on syventää jäsentensä ammattitaitoa ja tehostaa heidän ammatillista yhteistoimintaansa sekä edistää alan ja jäsenkunnan arvostusta. Lisäksi jaosto antaa lausuntoja, selvityksiä ja informaatiota geologian alaa ja jaoston jäsenkuntaa koskevissa kysymyksissä.

2 §.

Jaosto voi tarkoituksensa toteuttamiseksi järjestää esitelmä-, koulutus- ja keskustelutilaisuuksia sekä tutustumismatkoja alaa edustaviin kohteisiin. Lisäksi jaosto voi yhdistyksen välityksellä olla yhteistoiminnassa muiden samalla alalla toimivien yhteisöjen ja henkilöiden kanssa sekä yhdistyksen toimeksiannosta antaa alaansa kuuluvia tai liittyviä lausuntoja.

Viranomaisille tarkoitettuista esityksistä ja muista jaoston toimialaan liittyvistä huomattavista toimenpiteistä on kuitenkin tehtävä ehdotus yhdistyksen hallitukselle, jonka asiana on harkintansa mukaan esittää ne edelleen yhdistyksen nimissä.

3 §.

Jaoston jäseneksi hyväksytään jokainen yhdistyksen varsinainen jäsen, joka ilmoittautuu sihteerille jäsenluetteloon merkitsemistä varten.

Jäsen voi erota jaoston jäsenyydestä ilmoittamalla siitä sihteerille.

4 §.

Jaoston jäsenyys on maksuton.

5 §.

Jaoston asioista päättää jäsenkokous, jonka johtokunta kutsuu tarvittaessa koolle. Kutsu kokoukseen on annettava kaksi viikkoa ennen kokousta jäsenille postitettuihin kirjallisilla ilmoituksilla.

Kokous on päätösvaltainen, kun vähintään kaksikymmentä jaoston jäsentä on saapuvilla.

Jäsenkokouksesta on muutoin soveltuvin osin voimassa mitä yhdistyksen kokouksesta on säädetty tai määrätty.

6 §.

Jaoston vuosikokous pidetään yhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä. Vuosikokouksessa käsitellään seuraavat asiat:

1. Jaoston toimintakertomus edelliseltä vuodelta.
2. Jaoston johtokunnan vaali.
3. Toimintasuunnitelma alkaneelle vuodelle.
4. Muut asiat.

7 §.

Jaoston asioita hoitaa johtokunta, johon kuuluvat puheenjohtaja, varapuheenjohtaja, sihteerit sekä kahdesta neljään muuta jäsentä.

Johtokunnan jäsenet valitaan jaoston vuosikokouksessa vuodeksi kerrallaan. Vaali suoritetaan vaadittaessa suljetulla lippu-äänestyksellä. Johtokunnan valintaa valmistelemaan voidaan muodostaa toimikunta, joka voi tehdä oman ehdotuksensa johtokunnan kokoonpanosta.

Jäsenten yhtäjaksoinen toimintakausi on korkeintaan kolme vuotta. Jaoston puheenjohtajaksi, varapuheenjohtajaksi tai sihteeriksi voidaan johtokunnan jäsenenä toiminut valita aikaisemmasta johtokunnan jäsenyydestä riippumatta.

8 §.

Johtokunta on päätösvaltainen kun vähintään puolet johtokunnasta, näiden joukossa puheenjohtaja tai varapuheenjohtaja, on paikalla. Johtokunnasta on muutoin soveltuvin osin voimassa mitä yhdistyksen hallituksesta on sääntöjen 11 §:ssä määrätty.

9 §.

Jaoston nimen kirjoittaa puheenjohtaja yksin tai varapuheenjohtaja yhdessä sihteerin kanssa.

10 §.

Jaoston kulut suoritetaan yhdistyksen jaoston käyttöön myöntämistä varoista. Jaoston raha-asioiden hoidosta huolehtii jaoston sihteerit yhdessä yhdistyksen rahastonhoitajan kanssa.

11 §.

Jaoston kokouksissa on oikeutettu olemaan läsnä myös jaostoon kuulumaton yhdistyksen jäsen, jolla on tällöin puhe-, mutta ei äänivaltaa.

12 §.

Jaoston lopettamisesta on päätettävä kahdessa perättäisessä kokouksessa, joiden väli on vähintään yksi kuukausi. Muutoin lopettamisessa menetellään yhdistyksen sääntöjen edellyttämällä tavalla.

Tämä johtosääntö on vahvistettu VMY:n hallituksen kokouksessa 19.3.1985.

Kaivosjaoston johtosääntö

1 §.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:n sääntöjen 19 §:n mukaisesti yhdistyksen kaivostoiminnan alalla toimivat jäsenet muodostavat kaivosjaoston alaosaston.

Jaoston tarkoituksena on syventää jäsentensä ammattitaitoa ja tehostaa heidän ammatillista yhteistoimintaansa sekä edistää alan ja jäsenkunnan arvostusta. Lisäksi jaosto antaa lausuntoja, selvityksiä ja informaatiota kaivostoiminnan alaa ja jaoston jäsenkuntaa koskeissa kysymyksissä.

2 §.

Jaosto voi tarkoituksensa toteuttamiseksi järjestää esitelmä-, koulutus- ja keskustelutilaisuuksia sekä tutustumismatkoja alaa edustaviin kohteisiin. Lisäksi jaosto voi yhdistyksen välityksellä olla yhteistoiminnassa muiden samalla alalla toimivien yhteisöjen ja henkilöiden kanssa sekä yhdistyksen toimeksiannosta antaa alaansa kuuluvia tai liittyviä lausuntoja.

Viranomaisille tarkoitetuista esityksistä ja muista jaoston toimialaan liittyvistä huomattavista toimenpiteistä on kuitenkin tehtävä ehdotus yhdistyksen hallitukselle, jonka asiana on harkintansa mukaan esittää ne edelleen yhdistyksen nimissä.

3 §.

Jaoston jäseneksi hyväksytään jokainen yhdistyksen varsinainen jäsen, joka ilmoittautuu sihteerille jäsenluetteloon merkitsemistä varten.

Jäsen voi erota jaoston jäsenyydestä ilmoittamalla siitä sihteerille.

4 §.

Jaoston jäsenyys on maksuton.

5 §.

Jaoston asioista päättää jäsenkokous, jonka johtokunta kutsuu tarvittaessa koolle. Kutsu kokoukseen on annettava kaksi viikkoa ennen kokousta jäsenille postitettuihin kirjallisilla ilmoituksilla.

Kokous on päätösvaltainen, kun vähintään viisitoista jaoston jäsentä on saapuvilla.

Jäsenkokouksesta on muutoin soveltuvin osin voimassa mitä yhdistyksen kokouksesta on säädetty tai määrätty.

6 §.

Jaoston vuosikokous pidetään yhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä. Vuosikokouksessa käsitellään seuraavat asiat:

1. Jaoston toimintakertomus edelliseltä vuodelta.
2. Jaoston johtokunnan vaali.
3. Toimintasuunnitelma alkaneelle vuodelle.
4. Muut asiat.

7 §.

Jaoston asioita hoitaa johtokunta, johon kuuluvat puheenjohtaja, varapuheenjohtaja, sihteeri sekä kahdesta neljään muuta jäsentä.

Johtokunnan jäsenet valitaan jaoston vuosikokouksessa vuodeksi kerrallaan. Vaali suoritetaan vaadittaessa suljetulla lippu-äänestyksellä. Johtokunnan valintaa valmistelemaan voidaan muodostaa toimikunta, joka voi tehdä oman ehdotuksensa johtokunnan kokoonpanosta.

Jäsenten yhtäjaksoinen toimintakausi on korkeintaan kolme vuotta. Jaoston puheenjohtajaksi, varapuheenjohtajaksi tai sihteeriksi voidaan johtokunnan jäsenenä toiminut valita aikaisemmasta johtokunnan jäsenyydestä riippumatta.

8 §.

Johtokunta on päätösvaltainen kun vähintään puolet johtokunnasta, näiden joukossa puheenjohtaja tai varapuheenjohtaja, on paikalla. Johtokunnasta on muutoin soveltuvin osin voimassa mitä yhdistyksen hallituksesta on sääntöjen 11 §:ssä määrätty.

9 §.

Jaoston nimen kirjoittaa puheenjohtaja yksin tai varapuheenjohtaja yhdessä sihteerin kanssa.

10 §.

Jaoston kulut suoritetaan yhdistyksen jaoston käyttöön myöntämistä varoista. Jaoston raha-asioiden hoidosta huolehtii jaoston sihteeri yhdessä yhdistyksen rahastonhoitajan kanssa.

11 §.

Jaoston kokouksissa on oikeutettu olemaan läsnä myös jaostoon kuulumaton yhdistyksen jäsen, jolla on tällöin puhe-, mutta ei äänivaltaa.

12 §.

Jaoston lopettamisesta on päätettävä kahdessa perättäisessä kokouksessa, joiden väli on vähintään yksi kuukausi. Muutoin lopettamisessa menettellään yhdistyksen sääntöjen edellyttämällä tavalla.

Metallurgijaoston johtosääntö

1 §.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:n sääntöjen 19 §:n mukaisesti yhdistyksen prosessi- ja fyysikaalisen metallurgian alalla toimivat jäsenet muodostavat metallurgijaosto-nimisen alaosaston.

Jaoston tarkoituksena on syventää jäsentensä ammattitaitoa ja tehostaa heidän ammatillista yhteistointaansa sekä edistää alan ja jäsenkunnan arvostusta. Lisäksi jaosto antaa lausuntoja, selvityksiä ja informaatiota metallurgian alaa ja jaoston jäsenkuntaa koskevissa kysymyksissä.

2 §.

Jaosto voi tarkoituksena toteuttamiseksi järjestää esitelmä-, koulutus- ja keskustelutilaisuuksia sekä tutustumismatkoja alaa edustaviin kohteisiin. Lisäksi jaosto voi yhdistyksen välityksellä olla yhteistoiminnassa muiden samalla alalla toimivien yhteisöjen ja henkilöiden kanssa sekä yhdistyksen toimeksiannosta antaa alaansa kuuluvia tai liittyviä lausuntoja.

Viranomaisille tarkoitettuista esityksistä ja muista jaoston toimialaan liittyvistä huomattavista toimenpiteistä on kuitenkin tehtävä ehdotus yhdistyksen hallitukselle, jonka asiana on harkintansa mukaan esittää ne edelleen yhdistyksen nimissä.

3 §.

Jaoston jäseneksi hyväksytään jokainen yhdistyksen varsinainen jäsen, joka ilmoittautuu sihteerille jäsenluetteloon merkitsemistä varten.

Jäsen voi erota jaoston jäsenyydestä ilmoittamalla siitä sihteerille.

4 §.

Jaoston jäsenyys on maksuton.

5 §.

Jaoston asioista päättää jäsenkokous, jonka johtokunta kutsuu tarvittaessa koolle. Kutsu kokoukseen on annettava kaksi viikkoa ennen kokousta jäsenille postitettuihin kirjallisilla ilmoituksilla.

Kokous on päätösvaltainen, kun vähintään kolmekymmentä jaoston jäsentä on saapuvilla.

Jäsenkokouksesta on muutoin soveltuvin osin voimassa mitä yhdistyksen kokouksesta on säädetty tai määrätty.

6 §.

Jaoston vuosikokous pidetään yhdistyksen vuosikokouksen yhteydessä. Vuosikokouksessa käsitellään seu-

raavat asiat:

1. Jaoston toimintakertomus edelliseltä vuodelta.
2. Jaoston johtokunnan vaali.
3. Toimintasuunnitelma alkaneelle vuodelle.
4. Muut asiat.

7 §.

Jaoston asioita hoitaa johtokunta, johon kuuluvat puheenjohtaja, varapuheenjohtaja, sihteerit sekä kahdesta kuuteen muuta jäsentä.

Johtokunnan jäsenet valitaan jaoston vuosikokouksessa. Vaali suoritetaan vaadittaessa suljetulla lippuäänestyksellä. Johtokunnan valintaa valmistelemaan voidaan muodostaa toimikunta, joka voi tehdä oman ehdotuksensa johtokunnan kokoonpanosta.

Johtokunnan puheenjohtaja valitaan kolmeksi vuodeksi kerrallaan ja muut jäsenet vuodeksi kerrallaan. Jäsenten yhtäjaksoinen toimintakausi on korkeintaan kolme vuotta. Jaoston puheenjohtajaksi, varapuheenjohtajaksi tai sihteeriksi voidaan johtokunnan jäsenenä toiminut valita aikaisemmasta johtokunnan jäsenyydestä riippumatta.

8 §.

Johtokunta on päätösvaltainen kun vähintään puolet johtokunnasta, näiden joukossa puheenjohtaja tai sekä varapuheenjohtaja että sihteerit, on paikalla. Johtokunnasta on muutoin soveltuvin osin voimassa mitä yhdistyksen hallituksesta on sääntöjen 11 §:ssä määrätty.

9 §.

Jaoston nimen kirjoittaa puheenjohtaja yksin tai varapuheenjohtaja yhdessä sihteerin kanssa.

10 §.

Jaoston kulut suoritetaan yhdistyksen jaoston käyttöön myöntämistä varoista. Jaoston raha-asoiden hoidosta huolehtii jaoston sihteerit yhdessä yhdistyksen rahastonhoitajan kanssa.

11 §.

Jaoston kokouksissa on oikeutettu olemaan läsnä myös jaostoon kuulumaton yhdistyksen jäsen, jolla on tällöin puhe-, mutta ei äänivaltaa.

12 §.

Jaoston lopettamisesta on päätettävä kahdessa perättäisessä kokouksessa, joiden väli on vähintään yksi kuukausi. Muutoin lopettamisessa menetellään yhdistyksen sääntöjen edellyttämällä tavalla.

Tämä johtosääntö on vahvistettu VMY:n hallituksen kokouksessa 19.3.1985.

Rikastus- ja prosessitekniiikan jaoston johtosääntö

1 §.

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.:n sääntöjen 19 §:n mukaisesti yhdistyksen rikastustekniikan ja siihen verrattavilla sekä siihen läheisesti liittyvillä aloilla toimivat jäsenet muodostavat rikastus- ja prosessitekniiikan jaosto-nimisen alaosaston. Lyhennettynä työnimenä käytetään rikastusjaosto-nimeä.

Jaoston tarkoituksena on syventää jäsentensä ammattitaitoa ja tehostaa heidän ammatillista yhteistoimintaansa sekä edistää alan ja jäsenkunnan arvostusta. Lisäksi jaosto antaa lausuntoja, selvityksiä ja informaatiota omaa alaansa ja jaoston jäsenkuntaa koskevissa kysymyksissä.

2 §.

Jaosto voi tarkoituksensa toteuttamiseksi järjestää esitelmä-, koulutus- ja keskustelutilaisuuksia sekä tutustumismatkoja alaa edustaviin kohteisiin. Lisäksi jaosto voi yhdistyksen välityksellä olla yhteistoiminnassa muiden samalla alalla toimivien yhteisöjen ja henkilöiden kanssa sekä yhdistyksen toimeksiannosta antaa alaansa kuuluvia tai liittyviä lausuntoja.

Viranomaisille tarkoitetuista esityksistä ja muista jaoston toimialaan liittyvistä huomattavista toimenpiteistä on kuitenkin tehtävä ehdotus yhdistyksen hallitukselle, jonka asiana on harkintansa mukaan esittää ne edelleen yhdistyksen nimissä.

3 §.

Jaoston jäseneksi hyväksytään jokainen yhdistyksen varsinainen jäsen, joka ilmoittautuu sihteerille jäsenluetteloon merkitsemistä varten.

Jäsen voi erota jaoston jäsenyydestä ilmoittamalla siitä sihteerille.

4 §.

Jaoston jäsenyys on maksuton.

5 §.

Jaoston asioista päättää jäsenkokous, jonka johtokunta kutsuu tarvittaessa koolle. Kutsu kokoukseen on annettava kaksi viikkoa ennen kokousta jäsenille postitettuihin kirjallisilla ilmoituksilla.

Kokous on päätösvaltainen, kun vähintään viisitoista jaoston jäsentä on saapuvilla.

Jäsenkokouksesta on muutoin soveltuvin osin voimassa mitä yhdistyksen kokouksesta on säädetty tai määrätty.

6 §.

Jaoston vuosikokous pidetään yhdistyksen vuosiko-

kouksen yhteydessä. Vuosikokouksessa käsitellään seuraavat asiat:

1. Jaoston toimintakertomus edelliseltä vuodelta.
2. Jaoston johtokunnan vaali.
3. Toimintasuunnitelma alkaneelle vuodelle.
4. Muut asiat.

7 §.

Jaoston asioita hoitaa johtokunta, johon kuuluvat puheenjohtaja, varapuheenjohtaja, sihteerit sekä kahdesta neljään muuta jäsentä.

Johtokunnan jäsenet valitaan jaoston vuosikokouksessa. Vaali suoritetaan vaadittaessa suljetulla lippuäänestyksellä. Johtokunnan valintaa valmistelemaan voidaan muodostaa toimikunta, joka voi tehdä oman ehdotuksensa johtokunnan kokoonpanosta.

Johtokunnan puheenjohtaja ja sihteerit valitaan kolmeksi vuodeksi kerrallaan ja muut jäsenet vuodeksi kerrallaan. Jäsenten yhtäjaksoinen toimintakausi on korkeintaan kolme vuotta. Jaoston puheenjohtajaksi, varapuheenjohtajaksi tai sihteeriksi voidaan johtokunnan jäsenenä toiminut valita aikaisemmasta johtokunnan jäsenyydestä riippumatta.

8 §.

Johtokunta on päätösvaltainen kun vähintään puolet johtokunnasta, näiden joukossa puheenjohtaja tai varapuheenjohtaja, on paikalla. Johtokunnasta on muutoin soveltuvin osin voimassa mitä yhdistyksen hallituksesta on sääntöjen 11 §:ssä määrätty.

9 §.

Jaoston nimen kirjoittaa puheenjohtaja yksin tai varapuheenjohtaja yhdessä sihteerin kanssa.

10 §.

Jaoston kulut suoritetaan yhdistyksen jaoston käyttöön myöntämistä varoista. Jaoston raha-asioiden hoidosta huolehtii jaoston sihteerit yhdessä yhdistyksen rahastonhoitajan kanssa.

11 §.

Jaoston kokouksissa on oikeutettu olemaan läsnä myös jaostoon kuulumaton yhdistyksen jäsen, jolla on tällöin puhe-, mutta ei äänivaltaa.

12 §.

Jaoston lopettamisesta on päätettävä kahdessa perättäisessä kokouksessa, joiden väli on vähintään yksi kuukausi. Muutoin lopettamisessa menetellään yhdistyksen sääntöjen edellyttämällä tavalla.

UUSIA JÄSENIÄ — NYA MEDLEMMAR

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

Kokouksessa 16.5.1985

Ahnger, Ane Albert, DI, f. 18.3.1959. AIR-IX Yhtymä/Papes Oy, projektingenjör. Adr: Kuninkaankatu 35. B. 73, 33200 TAMMERFORS. Jaosto 3.

Bergström, Marianne, DI, s. 24.12.1955. Rammer Oy, myynti-insinööri. Os: Rajakatu 5 A 6, 15100 LAHTI. Jaosto 3.

Buch Lund, Peter, TkL, f. 19.6.1946. Outokumpu Oy Elektronik, divisionsdirektör. Adr: Professorvägen 6, 00330 HELSINGFORS. Jaosto 4.

Ekberg, Karl Markus Lennart, FM s. 31.7.1957. Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos käyttögeologi. Os: Koivikkotie 5 D, 86900 PYHÄKUMPU. Jaosto 1.

Fenander, Pekka Tapio, DI, s. 7.2.1955. Wihuri Oy Autola, myynti-insinööri. Os: Matinraitti 14. E 35, 02230 ESPOO. Jaosto 3.

Jaako, Lauri Pietari, Ins., s. 18.11.1950. Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, apulaiskäyttöinsinööri. Os: Ratsukatu 6 B 4, 92150 RAAHE. Jaosto 3.

Karvonen, Pekka Heikki Juhani, DI, s. 26.8.1957. HTKK Prosessimetallurgian laitos, tutkija. Os: Merivirta 7 A 5, 02320 ESPOO. Jaosto 3.

Kokko Leena-Marja, FK, s. 15.5.1951. Helsingin yliopisto, projektisiteeri. Os: Hesperiankatu 32 A 7, 00100 HELSINKI. Jaosto 1.

Korhonen, Pirjo Marjaana, FK, s. 10.9.1953. Helsingin yliopisto, geologian laitos, tutkimusassistentti (Suomen akatemia). Os: Nallenpolku 4 E 66, 02110 ESPOO. Jaosto 1.

Kuula Heikki Ilari, Ins., s. 31.10.1942. Kemira Oy Vihtavuoren tehtaas, myyntipäällikkö. Os: 41330 VIHTAVUORI. Jaosto 2.

Mäki, Timo Matti Villehard FK, s. 14.9.1953. Outokumpu Oy Malmnestsintä, aluegeologi. Os: Koivikkotie 7 D, 86900 PYHÄKUMPU. Jaosto 1.

Nurmi, Kauko Kalervo, Ins., s. 16.12.1939. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, valimon käyttöinsinööri. Os: Pitkävainontie 9, 28400 ULVILA. Jaosto 3.

Penttilä, Ilkka, DI, s. 13.5.1960. HTKK Vuoriteollisuusosasto, tutkija. Os: Porvoonkatu 9 A 4, 04200 KERAVA. Jaosto 3.

Pihlava, Jukka Erkki Sakari, DI, s. 13.1.1959. Kemira Oy Vihtavuoren tehtaas, apulaismyyntipäällikkö. Os: Riipintie 3 as. 7, 41330 VIHTAVUORI. Jaosto 2.

Pöysti, Aarne Johannes, Ins., s. 22.6.1938. Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, tehdaspalvelupäällikkö. Os: Hahlontie 14, 28370 PORI. Jaosto 3.

Rasmus, Ralf Erik Mattias, Ins., s. 16.6.1942. Oy Aluma Ab, toimitusjohtaja. Os: Perkiöntie 12 A, 01670 VANTAA. Jaosto 3.

Sivunen, Seppo, Ins., s. 30.6.1946. Oy Ja-Ro Ab, toimitusjohtaja. Os: Himmelbergsgatan 6 B 12, 68600 JAKOBSTAD. Jaosto 3.

Vaajoki, Jorma, DI, Ekon., s. 31.10.1949. Kone Oy Iskukonedivisioon, toimitusjohtaja. Os: Kekkuriintie 1 G, 15880 SORAMÄKI. Jaosto 2.

Vierimaa, Kari Juhani, DI, s. 1.5.1958. VTT Metallurgian laboratorio, tutkija. Os: Vasamatie 2 D 16, 02630 ESPOO. Jaosto 3.

Virolainen, Ossi, Ekon., OikK, s. 27.11.1944. Outokumpu Oy Pääkonttori, johtaja (talous- ja rahoitus). Os: Rauduntie 11 G, 02130 ESPOO. Jaosto 3.

Väisänen, Ari Juhani, DI, s. 15.1.1958. Outokumpu Oy, insinööriharjoittelija. Os: Tornitie 3 C, 86900 PYHÄKUMPU. Jaosto 2.

Kokouksessa 10.10.1985

Almgren, Gunnar E.E., Bergsing., f. 15.6.1931. Tekniska Högskolan i Luleå, professor i bergteknik. Adr: Vallstengatan 3, S-95159 LULEÅ, SVERIGE. Sektion 2.

Arvinen, Aulis, FM, s. 17.6.1943. Raison tehtaas, tuoteryhmäpäällikkö. Os: Kristiinankatu 20 as. 10.21100 NAANTALI. Jaosto 4.

Forsberg, Ingmar, Ing., f. 25.10.1946. Oy Trelleborg Ab, försäljningschef. Adr: Storträskstranden 25 A 3, 02940 ESBO. Sektion 4.

Färm, Kari, Ins., s. 8.1.1939. Outokumpu Oy Konepajateollisuus, pääsuunnittelija. Os: Ojahaantie 11. A. 7,01600 VANTAA. Jaosto 4.

Hannukainen, Timo, DI, s. 26.3.1953. Oy Saab-Valmet Ab, materiaaliatutustutkija. Os: Viklakuja 2-6 B 4, 23520 UUSIKAUPUNKI. Jaosto 3.

Huhta, Pekka, FK, s. 22.7.1951. Geologian tutkimuskeskus, geologi. Os: Soukankuja 8 A 22, 02360 ESPOO. Jaosto 1.

Humppi, Erkki, Ins., s. 7.4.1945. Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos, kunnossapidon osastopäällikkö. Os: Leipikkotie 2, 86900 PYHÄKUMPU. Jaosto 2.

Johansson, Jan-Erik, DI, f. 26.8.1937. Raison tehtaas, chef för resultatenheten fettkemi. Adr: Frälintie 9 bost. 1, 21200 RESO. Sektion 4.

Jämsä, Sirkka-Liisa Katriina, DI, s. 6.4.1952. Kemira Engineering, säätöinsinööri. Os: Siilinpääntie 10 as. 12.71800 SIILINJÄRVI. Jaosto 4.

Kankaanranta, Erkki Olavi, Ins., s. 30.1.1945. Oy Julius Tallberg Ab, piiripäällikkö. Os: Kirveskuja 9,01650 VANTAA. Jaosto 2.

Kukkonen, Ilmo, DI, s. 6.4.1956. Geologian tutkimuskeskus, geofyysikko. Os: Louhentie 15 A 24,02130 ESPOO. Jaosto 1.

Markkula, Heikki, FK, s. 23.9.1943. Sveriges geologiska Ab, projektipäällikkö. Os: Snövågen 185 A, S-95149 LULEÅ, SVERIGE. Jaosto 1.

Mustonen, Arto Tapio, DI, s. 28.7.1985. Ovako Oy-Ab, kehitysinsinööri. Os: A-talo A 4, 10820 LAPPOHJA. Jaosto 3.

Palmu, Jussi-Pekka, DI, s. 17.12.1955. Geologian tutkimuskeskus, geofyysikko. Os: Heinjoenpolku 1 A 8,02140 ESPOO. Jaosto 1.

Simonen, Ari Matti, DI, s. 6.5.1958. Outokumpu Oy Vihannin kaivos, insinööriharjoittelija. Os: Kaivoskatu 12/6,86440 LAMPINSAARI. Jaosto 2.

UUTTA JÄSENIÄ — NYTT OM MEDLEMMARNA

Ahkola-Lehtinen, Anne, DI, Os:B56, 25900 TAALINTEHDAS

Ahokas, Turo, DI, Os:Lehmustie 5, 67200 KOKKOLA

Ahtiainen, Jaako, DI, Outokumpu Oy Hammaslahden kaivos, kaivoksen päällikkö. Os:Sammontie 4 B 12, 82200 HAMMASLAHTI.

Ainali, Olavi, DI, Os:Oravanpolku 4 A, 92600 PULKKILA

Airaksinen, Tuomo, DI, Rauma-Repola Oy Konepajatuoteyksikkö, johtaja.

Airo, Jorma, DI, Ovako Oy-Ab Dalsbruk, sulaton käyttöinsinööri. Os:Tordalen 4, 25900 TAALINTEHDAS.

Ala-Jokimäki, Antero, DI, Oy Airam Ab Kometa, kehityspäällikkö.

Allenius, Hans, TkL, Ekono Oy Vuoriteollisuuden toimiala, erikoisasiantuntija (ei- rautametalliteollisuus)

Anttilainen, Jaako, DI, Oy Wärtsilä Ab Projektivientiyksikkö, projektipäällikkö.

Anttonen, Reijo, DI, A/S Bidjovagge Gruber, tuotantopäällikkö. Os: Box 160, 9520 KAUTOKEINO, NORGE.

Apajalahti, Mikko, DI, Rautaruukki Oy, asiakaspalveluinsinööri, Os: Närhinkuja 7, 92120 RAAHE.

Arviolampi, Markku, DI, Outokumpu Engineering, rakennusryhmän päällikkö.

Asikainen, Lauri, DI, Tamrock Canada Inc., sales manager. OS: 1297 Cardinal Court, SUDBURY ONT., P3A 3C2 CANADA.

Auranen, Ilpo, DI, Os: Piiriniitynkatu 6 B 5, 33420 TAMPERE.

Basilier, Rene, DI, Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, raaka-ainestaja.

Björkqvist, Lars-Göran, DI, Outokumpu Oy Metallurgiska divisionen, zinkravaruinköpschef.

Blomfelt, Johanna, DI, Os: Mustankalliontie 58, 15140 LAHTI.

Blomqvist, Runar, TkL, Geologian tutkimuskeskus, tutkija (ydinjätteiden sijoitus)

Dammert, Kari, Yli-ins., Rautaruukki Oy Helsingin keskuskonttori, suunnitteluinsinööri, Os: Unioninkatu 6 A 20, 00130 HELSINKI

Engman, Gösta, Ing., Ovako Oy-Ab, betoni- ja kauppateräsryhmän johtaja, Adr: Enäsvägen 22 A 5, 00200 HELSINGFORS.

Eskola, Pertti, DI, Structo Dom Ab, kehitysinsinööri. Os: Idrottsvägen 6, S-68800 Storfors SVERIGE.

Flink, Peter, DI, Os: Asematie 6 B 14, 02700 KAUNIAINEN.

Forsell, Sven, Övering., pensionerad.

Gaal, Gabor, FT, Geologian tutkimuskeskus, valtiongeologi.

Grundström, Leo, FL, Os: 58175 ENONKOSKI

Haapala, Jorma, DI, Celloplast USA Inc., president, Os: 375 North street, TETERBORO N.S.07608, USA.

Haapala, Pentti, DI, Semtu Oy, toimitusjohtaja.

Haavisto, Helge, vuorineuvos, eläkkeellä.

Haavisto, Ilkka, TkT, Kankaanpään teräs, toimitusjohtaja, Os: Jaakonpolku 2, 14300 RENKO.

Haavisto-Hyvärinen, Maija-Liisa, FK, Geologian tutkimuskeskus, maaperäosaston geologi, Os: Katajaharjuntie 22 C 17, 00200 HELSINKI.

Hakkorainen, Timo, TKL, Os: Ojatie 9, 24800 HALIKKO.

Hannula, Simo-Pekka, DI, VTT Metallurgian laboratorio, erikoistutkija, korroosiojohtaja päällikkö, Os: Mannerheimintie 56 F 48 00260 HELSINKI.

Hausalo, Rauno, DI, Nokia Oy Informaatiojärjestelmät, ATK-suunnittelija.

Hautala, Pertti, FK, Os:Kääntöpiiri 2 A 34, 02210 ESPOO.

Heikinheimo, Yrjänä, DI, eläkkeellä.



- Heikkilä, Pertti**, TkL, Tampella Tamrock, tutkimusinsinööri, Os: Kielotie 35 D 10, 01300 VANTAA.
- Heikkinen, Veikko**, TkT, Rautaruukki Oy, kehitystoimen apulaisjohtaja.
- Heino, Seppo**, DI, Raision tehtaas, projektipäällikkö, Os: Jumpurintie 10 B 1, 20780 KAARINA.
- Heinonen, Pertti**, DI, Outokumpu Oy Keretin kaivos, rikastamon päällikkö.
- Heiskanen, Risto**, DI, Outokumpu Mexicana S.A. de C.V., APARTADO POSTAL 105-211, 11560 MEXICO D.F.
- Helasuo, Kalevi**, DI, Oy Airam Ab Kometa, johtaja.
- Helenius, Asko**, Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, vetämön kehityspäällikkö.
- Helske, Jaakko**, DI, eläkkeellä.
- Hertell, K.J.**, DI, Bergmangatan 13 A, 00140 HELSINGFORS.
- Hinttala, Juhani**, DI, Oy Wärtsilä Ab Helsingin telakka, materiaaliassiantuntija, Os: Raivontie 9, 00670 HELSINKI.
- Hirvonen, Martti**, TkT, Outokumpu Oy Elektroniikka, vanhempi tutkija, Os: Eerikinkatu 18 B 16, 00100 HELSINKI.
- Hokkanen, Pentti**, DI, Outokumpu Oy Terästuotanto, ostopäällikkö.
- Holopainen, Pentti**, DI, Neles Oy Lokomon terästehdas, tuotantopäällikkö.
- Honkaniemi, Matti**, DI, Os: Lemmikinkatu 1 C, 95430 TORNIO
- Huhtamäki, Yrjö**, DI, Bidjovagge Gruber, Postboks 160, N-9520 KAUTOKEINO, NORGE
- Huhtelin, Taisto**, DI, Valmet Oy Prosessiautomatico, tutkimus- ja kehityspäällikkö.
- Huhtikangas, Seppo**, DI, Os: Perustie 11 B, 00330 HELSINKI.
- Huitu, Matti**, DI, Outokumpu Oy Kobolttitehdas, sales manager. Os: Nissola II, Härköläntie 5, 03100 NUMMELA.
- Hultin, Rolf**, DI, Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, Laadunvalvonnan päällikkö.
- Häggman, Bernt**, DI, Outokumpu Oy Metallurgiska divisionen, försäljningsingenjör, Adr: Tontunmäentie 17-23 as. 7, 02200 ESPOO.
- Härkönen, Ilkka**, FK, Os: Mäkiranta 8 A 1, 96400 ROVANIEMI.
- Häyrinen, Pekka**, DI, Os: Juhannustie 9, 00750 HELSINKI.
- Isoherranen, Seppo**, DI, Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, toimialajohtaja.
- Isokangas, Pentti**, DI, Outokumpu Oy terästeollisuus, vientimyyjä, Os: Ahotie 11 C 3, 95420 TORNIO.
- Isomäki, Paavo**, Ins., Os: Louhenkatu 17, 33970 PIRKKALA.
- Jalasto, Jyrki**, DI, Oy Nokia Ab Elektroniikka, tehdaspäällikkö.
- Jalkanen, Tuomas**, DI, Os: Hauhontie 8 M 79, 00550 HELSINKI.
- Jokinen, Kari**, DI, Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, raaka-aineostaja, Os: Laurinniityntie 5 A 8, 00440 HELSINKI.
- Judin, Vesa-Pekka**, TkL, Kemira Oy Oulun tutkimuslaitos, jaostopäällikkö.
- Junttila, Ari**, DI, Os: Kallioimarteentie 7 A 17, 01350 VANTAA.
- Juopperi, Juhani**, DI, Finnische Botschaft, Friesdorferstr., D-5300 BONN 2, DEUTSCHLAND.
- Jutila, Heikki**, DI, Neste Engineering, Porvoo. Os: Vellamonkatu 16-18 D48, 00550 HELSINKI.
- Jutila, Esa**, TkT, Os: Kulolaakso 5 B, 02340 ESPOO.
- Juuso, Esko**, DI, Insinööri-toimisto Esko Juuso, toimitusjohtaja.
- Kaasinen, Eero**, Ins., Os: Välskärinkatu 17, 67100 KOKKOLA.
- Kallio, Jarmo**, FL, Holming Oy Telakka, TK-osasto. Os: Savenväljanvahe 4 D 34, 26130 RAUMA.
- Karessuo, Anu**, Fk, GTK, Geologi.
- Karhunen, Jukka**, DI, Kemira Oy Engineering, anrikingsingenjör.
- Karjalainen, Esko**, DI, Oy Hoechst Fennica Ab Kemikaaliosasto, osastopäällikkö, Os: Lummetie 9 A 2, 01300 VANTAA.
- Karjalainen, Jorma**, DI, Os: Pikkuholminkatu 18, 92130 RAAHE.
- Karlsson, Pasi**, DI, Outokumpu Oy Engineering, tarjouspäällikkö. Os: Näkinkaari 2 C 5, 02320 ESPOO.
- Karlström, Esa**, DI, Valmet Oy Rautpohjan valimo, laadunvalvonnapäällikkö.
- Karppinen, Pentti**, DI, Indag Oy, toimitusjohtaja.
- Katila, Reijo**, DI, Neles Oy Lokomon terästehdas, tutkija, kehityspäällikkö.
- Kauppinen, Hannu**, DI, Maanrakennus E Hartikainen Ky, vastava mestari.
- Kerola, Pentti**, DI, Outokumpu Oy, Ulkomainen kaivos-toiminta projektipäällikkö.
- Kiiskilä, Niilo**, Ins., eläkkeellä.
- Kirvesniemi, Aapo**, DI, Oy Airam Ab, tuotantopäällikkö.
- Koivisto, Pertti**, DI, Os: Erämiehentie 13, 86800 PYHÄSALMI.
- Koivula, Timo**, DI, Rautaruukki Oy, Raahe/Mustavaaran kaivos, rikastamon prosessi-insinööri. Os: Koulukuja 6 A 13, 92120 RAAHE.
- Koivuniemi, Tatu**, DI, eläkkeellä.
- Kolehmainen, Matti**, DI, Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, valimon kehityspäällikkö. Os: Kuuttarenpolku 2 as. 2, 28360 PORI.
- Koppinen, Ippo**, DI, Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, kehitysohjaaja.
- Koski-Lammi, Antti**, DI, Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, nikkeliraaka-aineiden ostopäällikkö. Os: Takaniityntie 6, 00780 HELSINKI.
- Koskinen, Matti**, DI, Os: P.O. Box 5789,0557 ONVERWACHT, REP. OF SOUTH AFRICA.
- Krekula, Jukka**, Ins. Os: Tullipuominkatu 4 A 9, 28100 PORI.
- Kreula, Seppo**, DI, Outokumpu Oy Konepajateollisuus, liiketoiminnan kehitysohjaaja. Os: Pitkänkalliontie 5-7 E 67, 02170 ESPOO.
- Krogerus, Erkki**, DI, Os: Lansankallio 1,02630 ESPOO.
- Kuivala, Aimo**, DI, Os: Kuusitie 12,28400 ULVILA.
- Kujanpää, Veli**, TkT, Oulun yliopisto Metalliopin laitos, yliaassistentti. Os: Melojantie 1 A 10,90560 OULU.
- Kuparinen, Juha**, DI, Os: Koverinkatu 5 B 15, 53810 LAPPEENRANTA.
- Kurvinen, Esko**, DI, Kone Oy, adviser mine and plant manager, Os: P.O. Box 6100, ARUSHA, TANZANIA.
- Kuusisto, Raimo**, Ins., Outokumpu Oy Konepajateollisuus, myyntipäällikkö. Os: Kalastajankatu 1 D 19, 02230 ESPOO.
- Käenniemi, Juhani**, DI, Oy Suomen Bofors Ab, myynti-insinööri.
- Kähkönen, Olavi**, DI, Rataruukki Oy Oulun keskuskonttori, markkinointitutkija. Os: Kanervakuja 3,90450 HONKANEN.
- Kähärä, Lasse**, FM, Os: Aallonhuippu 6 A 9, 02320 ESPOO.
- Kälkänen, Pentti**, DI, Os: Kaupunginmetsätie 2, 92120 RAAHE.
- Lankila, Arimo**, DI, Os: Ainola 2 A, 13250 HÄMEENLINNA.
- Lappalainen, Pekka**, DI, Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos, kaivososaston päällikkö. Os: Lepikkotie 5,86960 PYHÄKUMPU.
- Lappalainen, Seppo**, DI, Outokumpu Oy Kaivosteknillinen ryhmä, projekti-insinööri. Os: Kansalaiskoulunkatu 5 as. 9, 83500 OUKUMPU.
- Latva-Pukkila, Pasi**, DI, Os: Raisionkatu 1 C 49, 33310 TAMPERE.
- Laurila, Heikki**, DI, Outokumpu Oy Enonkosken kaivos, tutkimusinsinööri. Os: Suur-Savon talo, 58175 ENONKOSKI.
- Lehtinen, Tuomo**, DI, Os: B 56, 25900 TAALINTEHDAS.
- Lehto, Sakari T.**, Ministeri, Os: Puistokatu 9 A 5, 00140 HELSINKI.
- Lehtonen, Tapio**, DI, Os: Hakalahdenkatu 79-81 A 201,67100 KOKKOLA.
- Leinonen, Jukka**, DI, Os: Purppuripolku 7-9 A 6, 00420 HELSINKI.
- Leiritie, Markku**, DI, Oy Partek Ab, mineraaliteollisuuden johtaja.
- Leppänen, Yrjö**, DI, Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, tuotepäällikkö.
- Leskinen, Tapio**, DI, Outokumpu Oy Engineering, Os: Väinämöisenkatu 11 A 12,00100 HELSINKI.
- Lindeman, Esa**, DI, Outokumpu Oy Vammalan kaivos, tuotantopäällikkö, Os: Itsenäisydentie 33 C 21, 38200 VAMMALA.
- Lindroos, Leo**, Ins., Outokumpu Oy Porin tehtaas, tutkimusinsinööri. Os: Kiertokatu 11 C 22,28130 PORI.
- Lobbas, Knut**, DI, Os: Kanervakatu 7,21260 RAISIO.
- Louhenkilpi, Seppo**, DI, Os: Museokatu 42 B,00100 HELSINKI.
- Luukka, Bror**, Ing., A.Ahlström Oy Teräsvalimo, Karhula, markkinointipäällikkö.
- Lähteenmäki, Klaus**, Ekon., Ovako Oy-Ab, Helsinki, projektipäällikkö. Os: Svinhuvudtie 13 C 36, 00570 HELSINKI.
- Makkonen, Hannu**, FK, Os: Ahopurontie 1 D 19,70260 KUOPIO.
- Manunen, Tauno**, DI, Outokumpu Oy Kaivosteknillinen ryhmä, neuvotteleva kaivosinsinööri. Os: Raivonmäentie 4 B,83500 OUKUMPU.
- Matikainen, Risto**, DI, Rakennusvalmiste Oy Metalliryhmä, markkinointipäällikkö. Os: Kanervakuja 5,30420 FORSSA.
- Mattila, Jaakko**, DI, Os: 10 Harborside Dr, NORTHBROOK, IL 60062, USA.
- Merikanto, Nils**, TkL, Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, valisaamon johtaja. Os: Eteläpuisto 14 B, 28100 PORI.
- Meriluoto, Teppo**, DI, Os: Terhotie 1 E 1, 01710 VANTAA.
- Mikkanen, Matti**, DI, Os: Lintuvaarantie 117,02660 ESPOO.
- Molarius, Jyrki**, DI, Os: Matinkatu 16 B,02230 ESPOO.
- Murtoaro, Jukka**, DI, Oy Lohja Ab Elektroniikka, johtaja. Os: Mahlakuja 5,02130 ESPOO.
- Myllyniemi, Jukka**, DI, Os: Ainola 2 B, 13250 HÄMEENLINNA.
- Mäkelä, Kauko**, Ins., Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, putkitahtaan tuotantopäällikkö. Os: Säkkipjärventie 43 A. 28300 PORI.
- Mäki, Jussi-Pekka**, Dipl.ekon., Onninen Oy, Neuvostoliiton kaupan vientijohtaja. Os: Sörnäisten rantatie 3 A 24. 00530 HELSINKI.
- Naapuri, Jukka-Matti**, DI, Os: Sotkankatu 5-7 C 26, 33230 TAMPERE.

Nenonen, Pertti, TkL, VTT Metallurgian laboratorio, metallografian osaston päällikkö. Os: Vaaralankulma 19 A, 0122230 VANTAA.

Niemi, Helena, DI, Outokumpu Oy Engineering, rikastusinsinööri.

Niiniskorpi, Veikko, FK, LKAB Prospekting, geologi. Os: Videvägen 1, S-98141 KIRUNA, SVERIGE.

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

Niukkanen, Juha-Pekka, DI, Os: Väliatalontie 41 F, 00660 HELSINKI.

Nopanen, Heikki, DI, Ekon., Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, kupariraaka-aineiden ostopäällikkö.

Norberg, Kari, DI, Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, tehdassuunnittelun päällikkö.

Nurmisalo, Martti, DI, Tampella Tamrock Drills-yksikkö, myyntijohtaja. Os: Pohjankulma 2 A 9, 33500 TAMPERE.

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

Oksanen, Jarmo, DI, Ins. tsto Pohjatekniikka Oy, suunnitteluinsinööri.

Onnela, Kalevi, DI, Outokumpu Oy Pääkonttori, kehitysjohtaja. Os: Pensaskertuntie 1, 02660 ESPOO.

Oravainen, Heikki, DI, Outokumpu Oy Keretin kaivos, prosessiinsinööri. Os: Runeberginkatu 6 A 23, 00100 HELSINKI.

Paakkinen, Unto, DI, Outokumpu Oy Elektroniikka, aluepäällikkö. Os: Visämäki 3 B 15, 02130 ESPOO.

Paavola, Pertti, DI, Os: Mannilantie 13 C 26, 04400 JÄRVENPÄÄ.

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

Palomäki, Asko, DI, Kauppat. maist., Os: Kalevantie 2, 15870 SALPAKANGAS.

Parkkinen, Rauno, DI, Outokumpu Oy Engineering, Turkin projektien valvoja. Os: Ahmet Mithat Efendi, Sokak 26/1, CANKAYA, ANKARA, TURKKI.

Parviainen, Eero, Ins., Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, valsaamon käyttöinsinööri. Os: Ruskontie 12 E, 92120 RAAHE.

Pelto, Markku, DI, Oy Hercofinn Ab, tuotepäällikkö. Os: Niittykallio 2 E 43, 02200 ESPOO.

Penttilä, Vesa-Jussi, FK, Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos, kaivosgeologi. Os: Lepikkotie 3, 86900 PYHÄKUMPU.

Pesonen, Ahti, DI, Outokumpu Oy Porin tehtaas, tuotannon suunnittelu- ja erikoistehtävät. Os: Ratsaskuja 8, 28400 ULVILA.

Pesonen, Herkko, DI, Oy Airam Ab Lamppu- ja paristoyksikkö, johtaja.

Platan, Jorma, DI, SKOP-rahoitus Oy, rahoituspäällikkö. Os: Etu-niemenkuja 4 B, 02240 ESPOO.

Porkkala, Jorma, DI, Outokumpu Oy Keretin kaivos, johtaja.

Pukkila, Jukka, DI, Larox Oy, kaivososaston päällikkö.

Pulkkinen, Kari, DI, Outokumpu Oy Vihannin kaivos, rikastamon päällikkö. Os: Kivitie 11, 86440 LAMPINSAARI.

Puranen, Pertti, DI, Os: Takilatie 60, 67300 KOKKOLA.

Päiväläinen, Sisko, DI, ja **Markku**, Ins., Os: Saarenpääntu 11, 95400 TORNIO.

Pönni, Heikki, DI, Outokumpu Oy Metallurginen teollisuus, raaka-aineostaja. Os: Kotitontuntie 14 A 3, 02200 ESPOO.

Pöysälä, Toivo, O., DI, Os: Eino Leinon katu 7 B, 00250 HELSINKI.

Ramula, Pekka, DI, Ekorakennus Oy, Tampere, toimitusjohtaja.

Ranta-Eskola, Arto, TkT, VTT Metallurgia, erikoistutkija.

Rantala, Erkki, DI, Teknologian kehittämiskeskus Helsingin tuotekehitys- ja markkinointiyksikkö, yksikön päällikkö.

Rantanen, Seppo, DI, Os: Kalastajakuja 1 A 4, 83500 OUTOKUMPU.

Rask, Markku, FK, Geologian tutkimuskeskus, Rovaniemi, teollisuusmineraaligeologi. Os: Vasantie 10, 96400 ROVANIEMI.

Rauhämäki, Eero, FL, Outokumpu Oy Malminetsintä, apulaisjohtaja.

Rautajoki, Heikki, DI, Os: Pakastiaisentie 5, 02660 ESPOO.

Rehtijärvi, Pentti, FT, nimitetty Turun Yliopiston geologian ja mineralogian apulaisprofessoriksi.

Reino, Jouni, FM, Outokumpu Oy Kaivosteknillinen ryhmä, neuvotteleva kaivosgeologi. Os: Raivionmäentie 2 B, 83500 OUTOKUMPU.

Rinne, Markku, DI, Neles GmbH, Overath, kansainväliset hankinnat.

Ristikartano, Kari, DI, TTK Vuoriteollisuusosasto, tutkija. Os: Itätuulenkuja 3 A 6, 02100 ESPOO.

Roos, Johan, DI, Oy Management Services Scandinavian Ab, liikkeenjohdon konsultti.

Rutanen, Jouko, DI, Brasmeccania Industria e Commercio Ltda, projekti-insinööri. Os: Cx.P. 124, CEP 12200, SAO JOSE DOS CAMPOS, BRASIL.

Rouhiainen, Pekka, DI, Os: Ainontie 7 E 17, 01630 VANTAA.

Rusila, Heikki, DI, Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, masuunin päällikkö.

Saarikoski, Lotta, DI, Outokumpu Oy Vihannin kaivos, tutkimusinsinööri. Os: Kaivoskatu 10 as. 2, 86440 LAMPINSAARI.

Sakko, Jorma, DI, Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, käyttöinsinööri (koksaaamo). Os: Koulukuja 4 G 86, 92120 RAAHE.

Salmi, Teijo, DI, Oy Partek Ab, projekti-insinööri. Os: Brunshöjden 2 A 4, 21600 PARAINEN.

Salminen, Kari, DI, Outokumpu Oy Metallurginen tutkimuslaitos, tutkimusinsinööri. Os: Korventie 16, 29600 NOORMARKKU.

Salminen, Olavi, DI, Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, projektipäällikkö.

Salo, Arja, DI, Os: Menninkäisentie 2 C 15, 02110 ESPOO.

Salo, Rainer, DI, Os: Alakiventie 8 E 81, 00920 HELSINKI.

Salonen, Jorma, DI, VTT Metallurgian laboratorio, metallografian jaoston tutkija. Os: Rakentajantie 1 A 6, 00370 HELSINKI.

Saltikoff, Boris, FK, Industrial mineral project. Os: P.O. Box 21531, NAIROBI, KENYA.

Santala, Pekka, DI, Outokumpu Oy Engineering, prosessi-insinööri. Os: Huhtakoukku 2 A 6, 02340 ESPOO.

Seeste, Antti, DI, Fexima Oy, projektipäällikkö. Os: Säterintie 13 F 72, 00720 HELSINKI.

Seeste, Rauno, DI, Outokumpu Oy, johtaja (uuden kaivostoiminnan kehittäminen). Os: Ulvilantie 4 D 36, 00350 HELSINKI.

Setälä, Jukka, DI, Os: Torpankatu 15 B 4, 33240 TAMPERE.

Sihvo, Risto, DI, Ovako Oy-Ab Imatran terästehdas, projektipäällikkö. Os: Tuoppikuja 6 L, 55610 IMATRA.

Siltanen, Ahti, DI, Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, valimon tuotanto- ja kehitysinsinööri.

Soininen, Saara, FK, Instrumentarium Oy, kemisti.

Solin, Heikki, Varat., Outokumpu Oy Pääkonttori Ulkomaiset kaivosprojektit, johtaja.

Sundqvist, Pekka, DI, Rautaruukki Oy, Oulun keskuskonttori, osatoinsinööri.

Suomalainen, Jukka, DI, Outokumpu Oy Harjavallan tehtaas, käyttöinsinööri (Nikkelisulatto).

Söderholm, Krister, FM, A/S BIDJOVAGGE GRUBER, Gruvgeolog. Adr: Box 160, N-9520 KAUTOKEINO, NORGE.

Taipale, Kalle, FK, Geologian tutkimuskeskus, ATK-päällikkö. Os: Ellipsikuja 5 A 9, 02210 ESPOO.

Teperi, Seppo, Ins., Outokumpu Oy Terästeollisuus, putkitechtaan kehityspäällikkö. Os: Hallituskatu 6 A 16, 28100 PORI.

Tervonen, Timo, DI, Boart Oy, Toimitusjohtaja. Os: Väliahdentie 5 A 7, 70260 KUOPIO.

Teuho, Juhani, FL, Os: Raunintie 5, 28370 PORI.

Tiitola, Tero, DI, Outokumpu Oy Kuparituoteteollisuus, putkitechtaan kehityspäällikkö. Os: Hallituskatu 6 A 16, 28100 PORI.

Tolonen, Matti, TkL, Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, käyttöinsinööri (Sivutuotelaits ja veden käsittely).

Tommila, Esa, FM, Teollisuuden keskusliitto, ympäristönsuojeluosaston päällikkö.

Tuomala, Antti, DI, Outokumpu Inc. (USA), toimitusjohtaja.

Turunen, Markus, TkT, Os: Pättiniemenkatu 11 A 3, 33250 TAMPERE.

Tuutti, Juhani, DI, Ovako Oy-Ab, Bulevardi 7, 00120 HELSINKI.

Tähtinen, Seppo, DI, Os: Onkikuja 7 C 5, 00780 HELSINKI.

Uotila, Jari, DI, ECC, International Oy, Helsinki, asiakaspalveluinsinööri.

Uusitalo, Reijo, DI, Outokumpu Oy Pyhäsalmen kaivos, Projekti-insinööri.

Wahlroos, Hannu, DI, Os: Santakankaantie 30, 28450 VANHA-ULVILA.

Vahtola, Juhani, DI, Os: Kivirannantie 6 G 22, 95410 KIVIRANTA.

Vartiainen, Asmo, TkL, Outokumpu Oy Metallurginen Tutkimuslaitos, tutkimusinsinööri. Os: Jaakontie 18 as. 2, 28500 PORI.

Vartiainen, Osmo, TkL, OV-Eng Oy, toimitusjohtaja.

Wasén, Kai, FK, Outokumpu Oy Harjavallan tehtaas.

Vehviläinen, Harri, DI, Outokumpu Oy Terästeollisuus, tuotannon suunnitteluinsinööri. Os: Lehtokatu 6, 95420 TORNIO.

Westerlund, Alf, DI, Adr: Värjan 1 C 60, 02600 ESBO.

Vestman, Matti, DI, Os: Aniskuja 2 D 12, 01300 VANTAA.

Vierros, Paula, DI, Imatran Voima Oy Keskuslaboratorio.

Vihavainen, Juha-Pekka, FK, Oy Nokia Ab Elektroniikka, Myyntijohtaja.

Virkkunen, Risto, FK, Os: Gruvfogdegatan 1 B 4, S-98136 KIRUNA, SVERIGE.

Väyrynen, Jukka, DI, Rautaruukki Oy Raahen rautatehdas, asiakaspalveluinsinööri.

Vänskä, Ari, Ins., Os: Kaivoskatu 12, 86440 LAMPINSAARI.

Väänänen, Heli, DI, Os: Kottaraisentie 9 C, 49410 POITSILA.

Wäänänen, Veli-Matti, DI, Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto, osatoinsinööri.

Väätäinen, Anne, DI, Os: Kuunkierros 3 A 3, 02210 ESPOO.

Öhberg, Antti, DI, Saanio & Laine Oy, konsultti.

SUORITETTUA TUTKINTOJA —
AVLAGDA EXAMINA

HELSINGIN YLIOPISTO

Geologian laitos
Geologian ja mineralogian osasto

Filosofian tohtorit:

Kesäkuun 29 päivänä 1984 tarkastettiin julkisesti FL Pekka Nurmen väitöskirja "Applications of litho-geochemistry in the search for Proterozoic porphyry-type molybdenum, copper and gold deposits, southern Finland". Vastaväittäjänä toimi apul. prof. Jaakko Siivola ja kustoksena prof. Ilmari Haapala. Väitöskirja koostuu synopsiksesta ja seuraavista julkaisuista:

- I Nurmi, P.A., 1983. Trace element variations in the mid-Proterozoic Rautio batholith, Finland: petrogenetic implications. In: S.S. Augustithis (Editor), *The Significance of Trace Elements in Solving Petrogenetic Problems & Controversies*. Theophrastus Publications S.A., Athens, pp. 353-376.
- II Nurmi, P.A. & Isohanni, M., 1984. Rock, till, and stream-sediment geochemistry in the search for porphyry-type Mo-Cu-Au deposits in the Proterozoic Rautio batholith, western Finland. In: A. Björklund (Editor), *Geochemical Exploration 1983. J. Geochem. Explor.*, 21: 209-228.
- III Nurmi, P.A., 1984. Litho-geochemistry in exploration for Proterozoic porphyry-type molybdenum and copper deposits, southern Finland. *J. Geochem. Explor.*, 23: 163-191.

Kesäkuun 7 päivänä 1985 tarkastettiin julkisesti FL Yrjö Pekkanen väitöskirja "Petrography, geochemistry and mineralogy of the Precambrian metasedimentary carbonate rocks in North Kuusamo, Finland". Vastaväittäjänä toimi FT Ahti Silvennoinen ja kustoksena prof. Ilmari Haapala. Väitöskirja on julkaistu sarjassa Geological Survey of Finland, Bulletin 332, 1985, 62 s.

Syyskuun 5 päivänä 1984 tarkastettiin julkisesti FL Pentti Rehtijärven väitöskirja "Geochemistry of phosphorus and mineral chemistry of apatite in proterozoic metasediments and associated rocks hosting strata-bound sulphide deposits, western Finland". Vastaväittäjänä toimi dos. Martti Lehtinen ja kustoksena prof. Ilmari Haapala. Väitöskirja koostuu synopsiksesta ja seuraavista julkaisuista:

- I Rehtijärvi, P. (1984). Distributions of phosphorus, sulphur and sulphur isotopes in a strata-bound base metal deposit, Kangasjärvi, Finland. — *Geol. Surv. Finland, Rep. of Investigation*, 65, 16 p.
- II Rehtijärvi, P., Äikäs, O. and Mäkelä, M. (1979). A middle Precambrian uranium- and apatite-bearing horizon associated with the Vihanti zinc ore deposit, western Finland. — *Econ. Geol.* 74, 1102-1117.
- III Vaasjoki, M., Äikäs, O. and Rehtijärvi, P. (1980). The age of mid-Proterozoic phosphatic metasediments in Finland as indicated by radiometric U-Pb dates. — *Lithos*, 13, 257-262.
- IV Rehtijärvi, P. (1983) REE patterns for apatites from Proterozoic phosphatic metasediments, Finland. — *Bull. Geol. Soc. Finland*, 55, 77-82.

Filosofian lisensiaatit:

Korhonen, Pirjo: "Genesis of a massive nickel sulfide deposit associated with peridotite-dunite at Cliffs Mt. Keith, Western Australia."

The Cliffs Mt. Keith Fe-Ni sulfide deposit is associated with an altered peridotite-dunite unit located in the Agnew-Wiluna greenstone belt in the northeastern Yilgarn Block, Western Australia. Spinifex-textured komatiites overlie the ultramafic intrusive rocks. Schistose metasediments and felsic-intermediate metavolcanics underlie ultramafic rocks and a Fe-Ni sulfide mineralization. The rocks have undergone greenschist-facies metamorphism. N-S trending faulting has been active and has greatly deformed primary textures of thin komatiite units and metasediments.

Komatiites and peridotite-dunite are genetically related with each other. Both rock types contain (Mg, Fe²⁺) (Al, Cr, Fe³⁺)₂O₄ spinels with a Mg* value up to about 0,78. Oxidization of a cooling magma

has caused a decrease in Mg* ending up with zoned Mg-Al chromite crystals. Chromite with a high Mg* value indicates that crystallization from a highly magnesian komatiitic parent magma of the ultramafic rocks has been possible.

The disseminated and, in the first place, the massive Fe-Ni sulfides have a magmatic origin. The bulk sulfide composition falls within the mono sulfide solid solution (mss) -field of 600°C. Ferromagnetite occurring in the massive sulfides indicates crystallization from a sulfide-oxide melt. Later during metamorphism the sulfide minerals have been altered, and predominantly sulfide mineral parageneses indicate low temperatures of formation. The main sulfide mineral parageneses are pentlandite + monoclinic pyrrhotite (stable when T < 254°C) and pentlandite + monoclinic pyrrhotite + pyrite (T < 200°C). Locally, in serpentinized peridotite-dunite millerite + violarite-plydymite ± pyrite represent a low-temperature mineral equilibrium. Supergene alteration is observed, down to a depth of nearly 200 m, in pentlandite as violarization, in pyrrhotite as an increase of S-Fe ratio and as an increased content of pyrite. As a result of serpentinization magnetite is mantling chromite crystals, and magnetite dust and veins are typical.

The chemical composition of massive Fe-Ni sulfides (5 % Ni in 100 % sulfides) indicates Fe enrichment. Two sources of Fe are possible. It is possible that the source of the excess amount of Fe -sulfide minerals is a sulfide-bearing banded iron formation (BIF), not any more present at Cliffs Mt. Keith but with a suitable stratigraphic presence, e.g., in the Yakabindie area. Thus Fe-Ni sulfides could have mixed with sedimentary Fe sulfides. It is possible that tectonic activity, an increasing temperature in shear zones, have caused some mobilization of magmatic Fe-Ni sulfides into the sedimentary sulfide horizon. The s³⁴s values are negative, close to zero and do not favor either a magmatic or a sedimentary origin for the sulfide minerals in the massive mineralization. Fe could have mobilized also during the talc-carbonate alteration and minor enrichment of Fe could have taken place during the sulfide mineralization.

Nironen, Mikko: "Eräiden svekkojarjalaisen granitoidien intruusio-mekanismi ja tektoninen asema sekä niihin liittyvien porfyrytyyppisten Mo- ja Cu-esiintymien rakenne".

Etelä- ja Keski-Suomesta tutkittiin kahdeksan liuskealueella sijaitsevan granitoidibatoliitin ja -stokin sekä kahden Keski-suomen granitoidikompleksiin kuuluvan syväkivikompleksin intruusio-tektoniikkaa. Granitoidit ovat svekkojarjalaisia ja kuuluvat ikäryhmään 1880 ± 20 Ma. Lisäksi tutkittiin viiden granitoideihin geneettisesti liittyvän porfyrytyyppisen Mo- ja Cu-esiintymän rakenteita.

Liuskealueiden granitoidit ja mahdollisesti myös syväkivikompleksien nuorimmat intruusiot ovat diapiirisiä. Niiden gravitatiivinen kohoaminen liittyy D₂-päädeformaation aiheuttaneeseen, laajalla alueella vaikuttaneeseen puristukseen. Granitoidit ovat tämän deformaatiovaiheen suhteen syn- ja/tai myöhästektonisia. Niiden paikalleenasettuminen on tapahtunut lähellä alueellismetamorfoosin kulminatiovaihetta. Diapiirismi rajoittuu pääosin Savonlinna-Varkaus-linjan lounaispuolelle. Tämän linjan kautta kulkeva geosutuuri on aiemmin tulkittu arkeisen kuoren reunaksi. Diapiirismi kuvastaa siten proterotsooisien kuoren paksuusvaihtelua.

Granitoidit sijaitsevat neljällä tektonisella osa-alueella, jotka poikkeavat toisistaan rakenteensa ja evoluutiossa suhteen: Tampereen liuskevyöhykkeessä, Kaakkois-Suomen gneissialueella, Laatokka-Perämeri-vyöhykkeessä ja Keski-Suomen granitoidikompleksissa. Tampereen liuskevyöhykkeellä on entinen vulkaaninen kaarialue, jossa evoluutiokierto oli nopeata. Tektonismi, metamorfoosi ja magmatismi kulminoituivat suhteellisen lyhyellä aikavälillä. Kaakkois-Suomen gneissialueella progressiivinen metamorfoosi vaikutti kuoren tektonisen paksuuntumisen vuoksi pitkään. Metamorfoosi kulminoitui gneissialueen reunassa aikaisemmin kuin sen keskustassa. Laatokka-Perämeri-vyöhykkeessä wrench-siirrokset kontrolloivat granitoidien ja muiden syväkivien paikalleenasettumista. Keski-Suomen granitoidikompleksissa granitoidit asettuivat eri syvyyksille ja kohosivat eri asteisesti kuoren lohkoutuessa.

Liuskealueiden granitoideihin liittyviä Mo- ja Cu-esiintymiä kontrolloivat tensioraot ja siirrokset kehittyivät granitoidien intrudoitua. Rakenteet vastaavat fanerotsooisissa porfyryiesiintymissä havaittavia rakenteita. Keski-Suomen granitoidikompleksin esiintymissä tensioraot, siirrokset ja liuskeisuudet kehittyivät paikalleenasettumis- ja seuranneissa liikunnoissa.

Granitoidien petrografiset ja kemialliset piirteet sekä niihin geneettisesti liittyvät porfyrytyyppiset Mo- ja Cu-esiintymät viittaavat andinotyypiseen orogeeniaan. Yhden subduktiovyöhykkeen sijasta useita mikrolaattoja käsittävä kompleksisempi malli saattaisi kuitenkin selittää paremmin svekkojarjalaiseen orogeeniaan liittyviä piirteitä.

Saverikko, Matti: "The Kummitsoiva komatiite complex and its satellites in northern Finland".

The Kummitsoiva komatiite complex and its satellites, regarded

either as Archean or Proterozoic in age, consist principally of amphibolechlorite rocks corresponding chemically to basaltic komatiite of the Geluk type in South Africa. The rocks are mainly pyroclastic and vary from agglomerates to tuffs with epiclastic amphibole-chlorite debris. The lavas are massive flows, auto-brecciated lavas and, sometimes, pillow lavas. The Kummitsoiva complex also contains komatiites proper as a few serpentineolivine rock interlayers made up of lavas, and of pyroclastic and epiclastic rocks.

Erupting basaltic komatiite lavas were very viscous whereas those of komatiites proper were fluidal.

The Kummitsoiva complex, originally a large isolated volcano, erupted through a volcanic conduit and a fissure net. The satellites deposited around and upon separate volcanic vents. They were all located at the margin, or on islands of an interior basin in a continental environment. Euxinic-epiclastic sedimentation preceded the komatiite eruptions, and mafic or intermediate volcanism took place or continued after the explosive komatiite volcanism.

The alignment of the volcanic vents implies a geotectonic fault in a northwesterly direction coeval with the euxinic-epiclastic sedimentation. Displacements of fault blocks can be inferred from tectonic-stratigraphic features.

The komatiites belong to the upper part of the Lapponian supra-crustal sequence, which forms a greenstone belt-like rock association in the schist area of central Lapland in the Baltic Shield.

Filosofian kandidaatit:

Kortelainen, Vesa: "Sirikka-konglomeraatin ja Levitunturin kvartsiitin sedimentologia Kittilässä".

Työssä on tutkittu konglomeraatin ja paksun kvartsiitteja, arkoosia sekä raekooltaan silttiluokkaan kuuluvia sedimenttikiviä käsittävän kivilajisarjan sedimenttirakenteita ja petrografiaa.

Konglomeraatti on polymiktinen Sirikka-konglomeraatti, jonka matriksi on pääasiassa grauvakkaa. Konglomeraatin palloina on Lapponiryhmän metavulkaniitteja, tuuffiittia, albiittidiabaasia, erilaisia kvartsiitteja, grauvakkaa, silttikiviä, albitiittia, rautamuodostumien kiviä, serittiä, karbonaattikiviä, fylliittia, vähän kvartsikeratofyyriä ja hyvin vähän trondhjemittia. Joidenkin pallojen pinnassa on ohut rapautumiskehä.

Konglomeraatissa on runsaasti grauvakkavälikerroksia, jotka sisältävät slump-, load cast — ja virtausuomarakenteita, kerrallisuutta sekä paikoin käänteistä kerrallisuutta. Grauvakkavälikerrokset ovat usein päistään kiilautuvia.

Konglomeraatti on synnyltään alluvial fan -tyyppinen, monikanavaisen jokisysteemin kerrostama, sedimenttimuodostuma. Aineksen kuljetussuunta on ollut idästä länteen päin.

Stratigrafisesti konglomeraatti sijoittuu Kumpu-sarjan alaosiin alueella, jolla jätälasedimenttien kokonaispaksuus on yli kaksi kilometriä. Konglomeraatin alla oleva serisittikvartsiittipatja on maksimipaksuudeltaan Sirkan ja Hossan kyljen välillä kahdensadan metrin luokkaa.

Levitunturin kvartsiitit ovat arkoosi- ja serisittikvartsiittia ja sisältävät sedimenttirakenteina ristikerroksellisuutta, aallonmerkkejä ja kuivumisrakoja. Arkoosissa kuivumisrakoja on runsaimmin, samoin slump-rakenteita. Silttiluokkaan kuuluvia kerrosraitoja on sarjassa kauttaaltaan.

Klastisen kivilajisarjan yläosassa on metasilttikivikerrostuma, jossa on sedimenttirakenteina aaltomaista ja flaser-kerroksellisuutta, konvoluutiokerroksellisuutta sekä load cast — diapiirirakenteita.

Koko kivilajisarjan synty voidaan ajatella tapahtuneen fluviaalisessa ympäristössä alluvial fan — kerrostumien distaalipään ja deltamuodostumien välillä. Metasilttikivessä on piirteitä tulva-allastai rannikotaskanosedimentaatiosta. Myös liittyminen deltamuodostumiin on mahdollista. Tuulen vaikutus hiekkojen kerrostajana on otettava huomioon kuiville jääneissä vyöhykkeissä ja kuivina kausina. Kvartsiittisarjan minimipaksuus tutkimusalueella on lähes 1600 metriä.

Sirikka-konglomeraatti ja Levitunturin klastisen sarjan kivet ovat poimuttuneet kahdessa päävaiheessa ja ovat kasaan työntyneen synkliinin eri kyljillä.

Mäkitie, Hannu: "Tervon Talluskylän suprakrustisten kivien korkean asteen metamorfoosi".

Laatokka-Perämeri vyöhykkeellä sijaitsevan Talluskylän kallioperä koostuu monivaiheisen deformaation ja metamorfoosin läpikäyneistä eri-ikäisistä suprakrustisista kivistä ja magmaattisista kivistä. Jyrkät metamorfoosiasteen vaihtelut ovat kallioperälle tyypillisiä.

Tutkimusalueen metamorfoituneet gneissit muodostavat pitkänomaisia, kapeita (0.5–1.0) n. 325° suuntaisia vyöhykkeitä, jotka paikoin erottavat presvekkojarjalaiset migmatiitit ja svekkojarjalaiset liuskeet toisistaan. Näiden vyöhykkeiden kivet metamorfoituivat myö-

häiskinemaattisessa vaiheessa ylempään amfiboliittifaseiksen — alemman granuliittifaseiksen olosuhteissa, jolloin svekkojarjalaiset liuskeista syntyi karkeita, homogeenisia granaatti-kordieriitti-sillimaaniitti-gneissimaisiksi hypersteenitonaliiteiksi. Vyöhykkeiden väliin jääviä lohkoja luonnehtii alempi metamorfoosiaste ja paremmat säilyneet primäärirakenteet.

Tutkimusalueella luonnehtii kivilajien runsaus. Eri-ikäiset magmakivet sekä korkea metamorfoosiaste todistavat Talluskylän sijaitsevan maankuoren monimutkaisen fraktuurin kohdalla.

Metamorfoiset granaatti-kordieriitti-sillimaaniitti-, hypersteeni-kali-maasälpä-plagioklaasi-kvartsi- ja hypersteeni-plagioklaasikvartsi-mineraaliseurueet edustavat korkeinta metamorfoosiastetta. Gneisseissä on tavattu lisäksi biotiittia ja sarvivälkettä. Geotermiset määritykset antoivat metamorfoosin lämpötilaksi n. 600–650°C ja kiteytymisen aikaiseksi paineeksi on saatu eri menetelmin n. 3.5–4.0 kbar.

Pitkänen, Petteri: "Anttolan Luonterin postdrokeenisen intruusion petrologia ja geokemia".

Luonterin granitoidi-intruusio on postdrokeeninen (zirkonin U-Pb-ikä 1802±22 Ma) monivaiheinen stokki, jonka koko on n. 4 km². Intruusio leikkaa ympäristön korkean metamorfoosiasteen kiillegneissejä ja migmatiitteja, mitä osoittaa mm. sen sivukiviä nuorempi ikä ja ympäröivä retrogradinen metamorfinen vyöhyke.

Intruusio koostuu viidestä erillisestä magmapulssista, joiden koostumus vaihtelee tonaliittista graniittin. Nämä kivilajit leikkaavat toisiansa usein terävärajaisesti. Ne ovat heterogeenisesti jakautuneet stokissa aiheuttaen sille kompleksisen rakenteen. Korkeat titaniitti-, apatiitti- ja magnetiittipitoisuudet, sekä allaniitin ja fluoriitin esiintyminen ovat luonteenomaisia piirteitä intruusion granitoideille. Korkealla hapen fugasiteetilla ja F-pitoisuudella on ollut merkittävä vaikutus intruusion kiteytymisolosuhteisiin. TiO₂-, P₂O₅- ja Fe_{0,10}-pitoisuudet ovat suurempi ja SiO₂-pitoisuudet pienempiä kuin Etelä-Suomen syn- ja myöhäisorogeenisissa granitoideissa tai rapakivigraniiteissa. Alkali- ja F-pitoisuudet sekä Fe/Mg- ja K/Na-suhteet ovat myös korkeita Luonterin granitoideissa. Geokemialliset ominaisuudet ovat tyypillisiä anorogeenisille kivilajisarjoille. Granitoidien mineraalikoostumus ja geokemia viittaavat siihen, että magmapulssit ovat differentioituneet samasta alkujaan alkalibasalttisesta magmasta, joka on kontaminoitunut kuoren tensionaalisissa vyöhykkeissä.

Etelä-Suomen muissa postdrokeenisissa granitoidi-intruusioissa on havaittavissa samat mineraalikoostumukset ja geokemialliset piirteet kuin Luonterin intruusiossa. Postdrokeeniset granitoidit näyttävätkin muodostavan oman erillisen vaiheen Etelä-Suomen kallioperän kehityksessä.

Poutiainen, Matti: "Topaasin fluidisulkeumien koostumus ja syntyolosuhteet Altenbergin (DDR) graniitti/greisenstokissa".

Erzgebirgessä sijaitsevan Altenbergin tinaesiintymän reunapegmatiitin (stockscheider) pykniittivyöhykkeessä olevan topaasin syntyolosuhteita on tutkittu fluidisulkeumien avulla käyttäen hyväksi mikroskooppiin kiinnitettävää jäähditys/kuumennuspöytää.

Sulkeumat on luokiteltu syntyvaltaaltaan primäärisiin, pseudosekundäärisiin ja sekundäärisiin sulkeumiin ja edelleen neljään eri sulkeumatyyppiin niiden faasisuhteiden perusteella; 1) kaasurikkaat, 2) intermediaariset, 3) nesterikkaat ja 4) monifaasiset sulkeumat.

Primääristen kaasurikkaiden sulkeumien suolapitoisuus on n. 2–15 paino % NaCl-ekviv. Monifaasisien sulkeumien suolapitoisuus on määritetty halliitti-tytärmineraalien liukenemislämpötiloista. Primääristen monifaasisien sulkeumien suolapitoisuus on n. 29–39 paino % NaCl.

Primääriset kaasurikkaat (n. 70–90 vol. %) sulkeumat homogeenisoituvat samoissa lämpötiloissa kuin monifaasiset sulkeumat (kaasua alle 30 vol. %). Näiden sulkeumatyyppien esiintyminen yhdessä, joista osa homogeenisoituu kaasuksi ja osa nesteeksi, viittaa vahvasti siihen, että ne ovat syntyneet kiehumalla.

Kiehumisen on aiheuttanut erittäin suolapitoisten liuosten syntymisen ja samalla topaasin kiteytymisen n. 410–500°C:ssa johtuen paineen äkillisestä alenemisestä. Näiden fluidien tiheys on 0.84–1.01 g·cm⁻³.

Topaasin minimimuodostuspaineeksi on arvioitu n. 240–320 baa-ria, mikä vastaa 0.94–1.26 km litostaattista kuormitusta (d = 2.6 g/cm³) tai 2.45–3.26 km hydrostaattista painetta (d = 1.0 g/cm³).

Altenbergin sisempi graniitti edustaa hyvin lähellä maanpintaa kiteytynyttä intruusiota. Stockscheider ja sen pykniittivyöhyke sijaitsevat graniittikupolin katto-osassa. Hydrotermiset fluidit ovat olleet hyvin lähellä niiden alkuperäislähdettä.

Raivio, Paula: "Virtain Ohtolan pallogabrot".

Virtain Ohtolassa sijaitseva pallogabroesiintymä on parin metrin paksuisen moreenikerroksen peittämä. Tiedot esiintymästä perustuvat lukuisiin lohkehavaintoihin ja muutamiin kaivauksiin.



Pallogabroesiintymä sijaitsee juonessa, jonka pituus on n. 800 m ja jonka leveys vaihtelee arviolta 0–20 m. Esiintymän pääasiallinen sivu- kivi on graniitti.

Pallogabro esiintyy kahtena tyyppinä. Protopallotyypin pallot koostuvat pääasiassa sarvivälkkeestä. Kehärakenteisessa tyyppissä pallot muodostuvat vuorottelevista sarvivälke- ja plagioklaasikehitystä. Suurin osa esiintymää on protopallotyyppiä. Lohkareina on tavattu myös vähäisiä määriä sarvivälkegabroa, joka muodostaa konformeja kontakteja itse pallogabron kanssa. Sarvivälkegabro on osa pallogabroesiintymää.

Pallojen koko vaihtelee parista cm:stä n. 10 cm:iin. Muodoltaan ne voivat olla pienimmillään sarvivälkeharakeita muistuttavia suurempien ollessa pallomaisia tai ellipsoideja.

Petrografisten havaintojen ja kemiallisen koostumuksen perusteella esitetään pallogabron syntyneen vesipitoisesta magmasta, jossa oli alhainen hapen osapaine. Ensinnäkin muodostunut muutaman rakeen kasauma, joka on toiminut kiteytymiskeskukseksi pallojen kehille. Raekasauman ympärille on magman ali jäätyessä kiteytynyt säteittäisesti sarvivälkettä. Lämpötilan noustessa sarvivälkesäteiden kasvu keskeytyi ja seuraavaan kehään kiteytyi pääasiassa granulaaria plagioklaasia. Magman taas alijäähtyessä kiteytyi jälleen sarvi välkettä. Useat magmapulssit, turbulenssi ja alijäähtyminen synnyttivät kehärakenteisen pallogabron. Myös rikkoutuneet pallot ja ksenoliitit toimivat kiteytymiskeskusina pallojen kehille.

Protopallotyypin ja kehärakenteisen pallogabron esiintyminen viittaa erillisiin magmapulssihin. Uusien magmapulssien virtaus ei ole protopallotyypin pallogabrossa ollut yhtä voimakasta kuin kehärakenteisessa pallogabrossa, jolloin kehärakenne ei ole enää niin silmiinpistävää. Magman koostumuksen muuttuminen johti pallomais- ten rakenteiden synnyn loppumiseen ja loput magmasta kiteytyi karkearakeiseksi sarvivälkegabroksi.

Rasilainen, Kalevi: "Litogeokemiallisia tutkimustuloksia Hukkanan Zn-Pb-pitoiselta vyöhykkeeltä Viitasaarelta, Keski-Suomesta".

Alueen kallioperä koostuu metamorfoituneista tuffeista, laavoista ja agglomeraateista, joita ympäröi keskirakeinen granodioriitti. Silikaattianalyysin perusteella vulkaniitit kuuluvat tholeiittiseen sarjaan. Niiden kemiallinen koostumus vaihtelee basalttisesta ryoliittiseen. Alueen halki kulkevassa NNW-SSE-suuntaisessa ruhjeyvyöhykkeessä vulkaniitit ovat paikoitellen muuttuneet granaatti-biotiittigneisseiksi, joihin liittyy sinkkivälkettä, lyijyhohdetta ja kuparikiisua kapeina raitoina, pesäkkeinä ja pirotteena.

Faktorianalyysin perusteella granaatti-biotiittigneisseissä voidaan erottaa kolme hivenaineryhmää: Zn-Pb-Ag-Cd-(S), Cu-Co-Ni-(S) ja Mn-Fe-(Mo), jotka voidaan tunnistaa myös hivenaineiden pitoisuuksien kuvaajia tarkastelemalla.

Hivenaineiden anomaloiden muodon ja suuruuden perusteella voidaan erottaa kaksi toisistaan poikkeavaa ryhmää: Cu-Pb-Zn-Ag-Cd-S ja Co-Ni-Mo-Mn-Fe. Ensimmäisen ryhmän jäseniä luonnehtivat kapeat ja terävät anomaliat. Toisen ryhmän jäsenien kuvaajat ovat tasaisempia ja lähes anomaliattomia. Metallien esiintymisessä ei voida havaita selväpiirteistä vyöhykkeisyyttä. Vain Cu näyttää rikastuneen ainakin osittain Zn:n ja Pb:n alapuolelle.

Hukkanan alueen vulkaniitit eroavat pää- ja hivenalkuaineiden, harvinaisten maametallien ja osittain rikki-isotooppien suhteen noin 25 km NNE sijaitsevaan Kangasjärven syngeneettiseen kerrossidonnaiseen Zn-Cu-pyriittimalmiaisheeseen liittyvistä vulkaniiteista. Tämän perusteella Kangasjärven tyyppisen syngeneettisen mineralisaation esiintyminen Hukkanan alueella on hyvin epätodennäköistä.

Heikon mineralisoinnin voidaan tulkita syntyneen metamorfis- hydrotermisten luosten vaikutuksesta ruhjeyvyöhykkeeseen. Malmi- mineraalien yleinen esiintyminen kapeina raitoina ja rakojuonina sekä anomaloiden sattumanvaraiselta vaikuttava esiintyminen tukevat käsitystä rakojen toimimisesta luosten kulkureiteinä.

Ruskeeniemi, Kirsti: "Perhon Pännärinevan magnetiittibreksia ja sen vertailu porfyrikkuparimalmeihin liittyviin karsiesiintymiin".

Pännärinevan magnetiittibreksia sijaitsee Keski-Suomen granitoidi- kompleksin länsireunassa. Magnetiittibreksia löytyi Geologian tutki- muskeskuksen suorittamien porfyrimolybdeenitutkimusten yhte- ydessä. Ympäristön pääkivilaji on biotiitti-sarvivälke-tonaliitti, jossa on noin koillis-lounais-suuntaisia ruhjeita. Pännärinevan magnetiitti- breksia on syntynyt metavulkaniitteihin, jotka ovat sulkeumana ruh- jeyvyöhykkeessä. Sulkeuman leveys on 35 m, pituus 55 m ja syvyys 45 m (minimiarvoja). Karsituneita metavulkaniitteja ympäröi ruhjoutun- nut syväkivi. Mineraalit heijastavat isäntäkiven koostumusta: karsi- mineraaleina on klinopyrokseenin ja granaatin lisäksi amfioleja. Karsisiliikaatit ja magnetiitti ovat voimakkaasti breksioituneet. Breksiaiskoksena on magneettikiisua, rikkikiisua ja kuparikiisua. Magne- tiitti esiintyy kompaktina ja juonina. Rautapitoisuus on paikoin noin 45 %. Karsikivissä on kuparikiisuvyöhyke, jossa kuparipitoisuus vaihtelee välillä 510–970 ppm.

Porfyrikkuparimalmeihin liittyvillä karsiesiintymillä ja Pännärine- van magnetiittiesiintymällä on monia yhteisiä piirteitä: breksioitumi-

nen, hieno-keskirakeiset karsisiliikaatit, suuri rako- ja juonitiheys ja aktinoliittituminen. Magnetiittiesiintymän pohjoispuolella on K/Rb-analyysinjälkiä. Chilen porfyrikkuparimalmeissa alhainen K/Rb osoittaa kalimetasmaattista muuttumisvyöhykettä.

Pännärinevan magnetiittiesiintymän kohdalla K/Rb alenee vähän. Syväkairausräijissä ei ole havaintoja kvartsi- breksiarakenteesta. Por- fyrikkuparimalmeihin liittyvät karsiesiintymät ovat syntyneet melko hapettuneessa ja tektoonisesti aktiivisessa ympäristössä, jossa fluidi on virrannut nopeasti. Pännärinevan karsityypin magnetiittibreksian ja porfyrikkuparimalmeihin liittyvien karsiesiintymien yhtäläisyydet johtuvat siitä, että Pännärinevan karsi on ruhjeyvyöhykkees- sä. Vaikka Pännärinevan magnetiittiesiintymässä ja sen ympäristössä on piirteitä, jotka sopisivat porfyrisysteemiin, porfyriittityyppisten malmilohkareiden emäkalliota sieltä ei ole löytynyt.

Salla, Antti: "Presvekarjalaisen pohjakompleksin ja Jatulin kvartsiit- tin kontaktivyöhyke Sotkamon Ohravaarassa ja Saunalehdossa".

Työssä selvitetään granitoidisen presvekarjalaisen pohjakom- plexin ja Jatulin kvartsiitin kontaktivyöhykkeen kivilajien syntyä, mi- neralogialla ja kemiallisella kahdella tutkimusalueella Sotkamon Ohravaarassa ja Saunalehdossa. Ensijaisena kohteena on pohjakomplek- sin päälle syntynyt paksu prejatulin rapautumiskuori I. satroliitti. Tä- män päällä on Jatulin kvartsiitti.

Ohravaaran alueella on alinna kataklastinen pohjakompleksin sat- roliitti (n. 100...150 m), koostumukseltaan granodioriittinen. Sitä seura- aa klastinen kvartsi-muskoviittikivi (n. 30...50 m), joka on joko pre- tai post-sariolainen voimakkaasti rapautunut satroliitti. Sen päällä on terävän kontaktin erottamana Jatulin kvartsiitti, jossa on kvartsi- konglomeraattikerroksia. Täällä kvartsiitti on todennäköisesti matalaan veteen kerrostunut ja kvartsi- konglomeraatit alunperin ranta- ja joki- soraa.

Saunalehdon alue on samankaltainen, mutta voimakkaasti tektoni- soitunut. Alinna on muskoviittirikas satroliitti sekä rapautumattomia muutaman metrin kokoisia tonaliittiosueita, joista yhden reunoilla on ns. "pallorapaumaa". Satroliitin yläosa on voimakkaasti liuskeinen ja siinä on maasälpärakkaita raitoja. Sen päällä on Jatulin kvartsiitti, jonka alaosissa on runsaasti biotiittia, kalimaasälpää ja epidootia.

Selvimmät mineralogiset muutokset satroliittitumumisessa ovat plagioklaasin väheneminen ja muskoviitin suhteellinen lisääntyminen. Voimakkaimmat kemialliset muutokset ovat kalsiumin ja natriumin vähentyminen ja kaliumin suhteellinen lisääntyminen rapautumisen edetessä. Alumiini lisääntyy heikosti läpi koko profiilin.

Vanhala, Heikki: "Juvolan schollenmigmatiitit".

Tutkielmassa käsitellään Juvolan ja kolmen vertailukohteen: Orav- in, Kurikkasaaren ja Varkauden, schollenmigmatiitin petrologiaa, kemiallista koostumusta ja rakenteellista kehitystä. Kohteet sijaitse- vat Itä-Suomessa Savonlinnan ja Varkauden välillä niin kutsutulla Kotalahden nikkeli-kuparimalmivyöhykkeellä.

Juvolan alue on valtaosaltaan suonigneissirakenteista biotiittiplagi- oklaasigneissejä. Schollenmigmatiitit esiintyvät suonigneisseissä kon- formeina, ympäristöään tektonisesti ja magmaattisesti aktiivisempia vyöhykkeinä. Näissä vyöhykkeissä biotiittiplagioklaasigneissi on kiteytynyt keskirakeiseksi schlieren-nebuliittirakenteiseksi kiveksi. Resi- stantit amfiboliitti- ja karsikerrokset ovat murtuneet kappaleiksi ja jääneet sulkeumiksi uudelleenkiteytyneeseen neosomiin. Vastaavasti ovat fragmentoituneet ultraemäksiset intermediaariset syvä- ja juoni- kivet. Rakenteen kehitys on käsittänyt useita eri intrudoitumis-, breksioitumis- ja neosominmuodostusvaiheita. Metamorfoosiaste on ollut ylempi amfiboliittifasies.

Schollenmigmatiittivyöhykkeiden ulkopuolella ovat schollenraken- teen syntyä kontrolloineet vallinneissa olosuhteissa metasedimentin koostumusvaihtelut. Osa kerroksista on mobiloitunut, osa on säilyttä- nyt entisen asunsa ja murtunut deformaatiassa kappaleiksi.

Oravin ja Kurikkasaaren schollenmigmatiitit poikkeavat oleellisesti Juvolan alueesta.

Voutilainen, Anne: "Kallioperän vaikutus huoncilman radonpitoisuu- teen Suomessa".

Radon (²²²Rn) on uraanin (²³⁸U) hajoamisarjan kaasumainen jä- sen, joka pyrkii tunkeutumaan perustusten läpi asuntoon. Kohonnut hengitysilman radonpitoisuus lisää keuhkosyöpäriskiä. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää mitkä kivilajialueet ja maalajit ovat Suomessa erityisen radonkriittisiä. Taustaksi esitetään kirjallisuuskatsaus uraanin ja radiumin geokemiallisesta ja radonin fysikaalisesta käyttäyty- misestä.

Vuosien 1980–1984 aikana tutkittiin säteilyturvakeskuksessa huoneilman radonpitoisuus 3600 pientalossa. Mittaus tapahtui alfasätei- llylle herkällä filmillä, jonka altistus aika asunnossa oli 1–2 kuukautta. Asuntokohtaiset geologiset parametrit selvitettiin kallioperä- ja maa- peräkartoilta sekä asukkaiden täyttämistä kyselylomakkeista. Tarkas- telua varten kivilajit ryhmiteltiin eri rakenteellisiin yksiköihin. Eri- ikäiset yksiköt jaettiin sekä syväkivialueisiin että liuske- ja gneissialu-

eisiin. Lisäksi kunkin ryhmän sisällä tarkasteltiin maalajin vaikutusta huoneilman radonpitoisuuteen.

Suomen radonkriittisin alue on itäinen Uusimaa, jossa radonpitoisuuden geometrinen keskiarvo on kansainvälisestäkin arvioiden erittäin korkea. Kivilajiryhmästä riippuen se vaihtelee välillä 160–260 Bq/m³. Korkea radonpitoisuus korreloi kallioperän kokonaisen uraanipitoisuuden kanssa. Korkein huoneilman radonpitoisuus (talvikeskiarvo n. 23 000 Bq/m³) on mitattu rikkonaiselle uranirikkaalle graniittikalliolla perustetussa talossa.

Lähes kaikilla kallioperäalueilla on harjuille perustetuissa taloissa korkein radonpitoisuuden geometrinen keskiarvo. Kivilajiryhmästä riippuen toiseksi korkein on kalliolla tai moreenilla. Etelä-Suomessa mikrokliinigraniittien esiintymisyöhykkeellä sekä Viipurin rapakivi-alueella esiintyy korkeita huoneilman radonpitoisuuksia kaikille maalajeille perustetuissa taloissa. Korkeat radonpitoisuudet ovat tyypillisiä myös Hämeen läänissä, mutta täällä ne keskittyvät harjuille. Uudenmaan, Kymen ja Hämeen lääneissä radon tulisikin ottaa kaavoituksen yhteydessä huomioon. Muualla Suomessa korkeita huoneilman radonpitoisuuksia on mitattu vain satunnaisesti.

KUOPION YLIOPISTO

Fysiikan ja kemian osasto

Filosofian tohtori:

Kuopion yliopiston matematiikan, fysiikan ja kemian osastolla tarkastettiin 19.10.1985 FM **Matti Koposen** väitöskirja: "Applications of some instrumental methods in metal aerosol characterization". Vastaväittäjänä toimi dosentti Anja Taskinen ja kustoksena professori Pentti Kalliokoski.

Työhygieniaan liittyvässä väitöskirjassa on selvitetty eräiden metallianalytiikan menetelmien soveltuvuutta metallurgisessa ja metalliteollisuudessa työpaikan ilman epäpuhtauksina esiintyvien huuруjen ja pölyjen hiukkasrakenteiden sekä fyysikaalisten ja kemiallisten ominaisuuksien tutkimiseen. Samalla on tarkasteltu näiden tekijöiden yhteyksiä pölyaltistumisen terveysvaaroihin.

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Vuoriteollisuusosasto

Tekniikan tohtorit:

Tekn.lis. **Seppo Heimala** väitteli 28.6.1985 aiheesta "Tutkimus sulfidien vaahdotuksen sähkökemiallisista prosesseista". Vastaväittäjinä toimivat tekn.tri Jussi Rastas ja tekn.tri Heikki Laapas sekä kustoksena prof. Lauri Holappa.

Väitöskirja liittyy Outokumpu Oy:n Metallurgisessa tutkimuslaitoksessa kehitettyihin uusiin, tehokkaisiin vaikeasti käsiteltävien malmien rikastusmenetelmiin.

Tutkintotyössä on selvitelty kupari- ja nikkelsulfidien vaahdotuksen liittyviä ilmiöitä sähkökemian näkökannalta. Huolimatta vaahdotusprosessien varsin mutkikkaista fyysikaalis-kemiallisista ilmiöistä, työssä on todettu kupari- ja nikkelsulfidien käyttäytyvän vaahdotamalla suoritettussa rikastuksessa sähkökemiallisten lakien mukaisesti. Väitöskirjassa on esitetty menetelmät kunkin mineraalin vaahdotusalueitten määräämiseksi sekä kokeellisesti että laskennallisesti. Mittaamalla malmilietteestä vastaavat suuret, kuten hapetus-pelkistypotentiaali ja käytettyjen reagenssien pitoisuudet voidaan kunkin sulfidimineraalin rikastusta ohjata tarkasti niin, että saavutetaan taloudellisesti paras tulos.

Tekn.lis. **Ilkka V. Kojon** väitöskirja "The thermodynamics of As, Sb, Cu, Bi, Pb, Ni, Se, Te, and Sn in the fire-refining of copper by sodium carbonate slag" tarkastettiin 9.8.1985 Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla. Vastaväittäjänä toimi prof. Joachim Krüger ja kustoksena prof. Kaj Lilius.

Kuparin raffinoitimenetelmien kehittämiseen tähtäävän suomalais-saksalaisen yhteistyöprojektin puitteissa valmistuneessa väitöskirjassa tutkittiin kuparin epäpuhtausaineiden As, Sb, Bi, Pb, Ni, Se, Te ja Sn sekä kuparin tasapainojakautumista kuparin ja soodakuonan välillä hapen aktiivisuuden funktiona. Kuonautuvien epäpuhtausainei-

den hapetusaste tunnistettiin jakautumiskertoimien riippuvuudesta hapen aktiivisuudesta. Epäpuhtausyhdisteiden aktiivisuuskertoimet soodakuonassa määritettiin ja näitä aktiivisuuskertoimia käyttäen muodostettiin funktiot epäpuhtausaineiden jakautumiselle kuparin ja soodakuonan välillä. Ko. funtioita voidaan käyttää optimoitaessa kuparinraffinoitintyöskirjassa.

Työssä todettiin soodakuonan soveltuvan termodynaamisesti hyvin arseenin, antimoinin, tinan ja telluurin poistoon raakakuparista hapettavissa olosuhteissa. Vismutin, lyijyn, nikkelin ja seleenin poistuminen ei ole erityisen tehokasta hapettavissa olosuhteissa. Erittäin pelkistävissä olosuhteissa todettiin seleenin ja telluurin poistolle olevan teoreettisesti hyvät edellytykset. Kuparin kemiallisen liukoisuuden todettiin soodakuonana olevan pienen, joten raffinoitintyöskirjassa kuonautumistappioiden voidaan olettaa jäävän vähäisiksi.

Dipl.ins. **Hannu Martikaisen** väitöskirja "The Structure and Mobility of Intercrystalline Interfaces" tarkastettiin 10.5.1985 Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla. Vastaväittäjinä toimivat prof. Anders Thölén ja dos. Markus Turunen sekä kustoksena prof. Veikko Lindroos.

Väitöskirja käsittelee terästen kiderajojen rakennetta ja liikkuvuutta. Teräsketut kuten metallit yleensäkin ovat atomirakenteeltaan yleensä kiteisiä, ja kahden kiteen yhtymäkohtaa nimitetään kiderajaksi. Tietyillä kiderajoilla on havaittu jaksollinen jännityskenttä ja siten järjestäytynyt rakenne ensi kerran 1960-luvun lopussa. Kiderajan rakenteella on toisaalta todettu olevan vaikutuksensa metallisen rakenteen kestävyyyteen useissa käyttöolosuhteissa, kuten esim. käytettäessä terästä jännityksen alaisena korotetuissa lämpötiloissa. Rajoja on työssä tutkittu käyttämällä hyväksi pääasiassa läpivalaisuelektronimikroskooppia. Työssä on kehitetty uusi tarkka ja nopea kidesuunnan määrittäminen, jonka avulla päästään suunnassa tarkkuuteen 0.06°. Työssä on saatu uutta tietoa sellaisten rajojen rakenteista ja liikkuvuudesta, jotka poikkeavat aiemmin matalan energian rajoina tunnetuista. Työ on vahvistanut käsitystä, että kaikilla kiderajoilla on säännöllinen atomirakenne, joka periytyy kummankin kiteen atomirakenteesta.

Tekniikan lisensiaatti:

Keskinen, Kari: Tutkimus lyijyn ja lyijysilikaattikuonien välisistä rajapintaenergioista".

Työssä tehtiin rajapintaenergiamittauksia lyijy/lyijysilikaattikuonasysteemille. Todettiin, että SiO₂-pitoisuuden kasvu nostaa lyijy-lyijysilikaatin rajapintaenergiaa. CaO:n ja MgO:n vaikutus em. rajapintaenergiiaan on vähäinen. Tulosten valossa metallinen lyijy saattaa kuonapeltikistykässä vaahdottaa kaasukuplien mukana kuonakerroksen yläosiin.

Diplomi-insinöörit:

Arola, Raimo: "Typpi keskihiiressä vanadiinimikroosesteräksessä"

Työn tavoitteina oli selvittää vapaan ja sitoutuneen typen osuudet eräissä normalisoiduissa keskihiiressä vanadiinimikroosesteräksissä, vapaan typen määrään vaikuttavia tekijöitä ja typen vaikutusta mekaanisiin ominaisuuksiin.

Johdanto-osassa tarkastellaan kirjallisuuden avulla vanadiinikarbo-nitridien erkautumista sekä vapaan typen vaikutusta teräksen lujuuteen ja sitkeyteen.

Koemateriaaleina oli neljä keskihiiressä vanadiinimikroosesterästä, jotka poikkesivat toisistaan lujuustason sekä vanadiini- ja tyypitason suhteen, sekä mikrooseostamaton, keskihiiressä Ck45-teräs. Normalsoinnissa teräksillä oli useita eri jäähtymisnopeuksia. Vapaan typen määrä mitattiin teräsnäytteistä vetyekstraktion avulla. Materiaaleille tehtiin mekaaniset kokeet ja optinen rakennetarkastelu. Lämpökäsittelyssä karsineita materiaaleja tarkasteltiin TEM:llä. Auger-spektroskopiaa käytettiin murtopintatarkasteluun. Eri tekijöiden vaikutusta lujuuksiin arvioitiin kirjallisuudesta saatujen regressiokaavojen avulla.

Typpeä jäi mikroosesteräksissä liukoiseen tilaan yleensä alle 15ppm, mikä vastaa alle 20N/mm² lujitusta. V/N-suhte 9 on riittävän suuri ja Ø 15 mm tangon ilmajäähtyminen on riittävän hidas lähes kaiken typen erkautumiseksi. V- ja N-pitoisuuksien ja jäähtymisnopeuden kasvu lisäävät erkautuslujitusta voimakkaasti. Koemateriaalit murtuivat huoneenlämpötilassa pääasiassa lohkomaisesti, eikä murtopinnoilta löytynyt haurastuttavia alkuaineita. Vapaan typen iskusitkeyttä alentavalle vaikutukselle hauraan murtuman alueella ei löytynyt näyttöä.

Asikainen, Jari-Jukka: "Epämetallisten sulkeumien muokkautuminen kuumavalssauksessa".



Tässä työssä tutkitaan kuumavalssulämpötilan vaikutusta teräksessä olevien epämetallisten sulkeumien venymäsuhteeseen ja mekaanisiin ominaisuuksiin. Teoreettisessa osassa tarkastellaan eri sulkeumatyyppisiä, sulkeumien plastisuutta ja plastisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Samoin tarkastellaan sulkeumien vaikutusta teräksen mekaniisiin ominaisuuksiin.

Kokeellisessa osassa tutkitaan valssauslämpötilan vaikutusta sulkeumien pituus-pakussuhteeseen, veto- ja iskukoeteluihin.

Tulosten mukaan sulkeumat venyvät huomattavasti vähemmän valssauslämpötilan noustessa. Valssauslämpötila vaikuttaa sitkeyteen mutta se ei vaikuta lujuteen kokeissa käytetyille teräksille. Murtovenymäarvot paranivat poikkisuunnassa valssauslämpötilan noustessa pituussuuntaisten arvojen pysyessä lähes vakiona kalsiumkäsittelmättömällä teräksellä. Kalsiumkäsittelyllä teräksillä pituus- ja poikkisuuntaiset arvot olivat lähellä toisiaan kaikissa valssauslämpötiloissa, eli teräkset olivat isotrooppisia murtovenymätulosten mukaan. Murtokuorumatulokset olivat samansuuntaisia. Koesauvat olivat pehmeäsihekkutettuja. Nuorrutetuilla sauvoilla murtokurouma ja murtovenymä oli poikkisuunnassa pienempi kuin pituussuunnassa, eikä valssauslämpötilan nosto parantanut sitkeyttä kummassakaan suunnassa.

Iskusitkeyskoetulosten mukaan iskusitkeys parani sekä poikki- että pituussuunnassa mutta anisotropisuus ei pienentynyt. Poikkittaiset arvot olivat selvästi pienempiä kuin pituussuuntaiset arvot. Koesauvat olivat nuorrutettuja. Hehkettaessa valssattuja aihioita lämpötilassa 1300 °C kolme tuntia sitkeyns parani edelleen huomattavasti, mutta anisotropisuus ei pienentynyt. Hehketuksen aikana valssauksessa vennyneet sulkeumat palloutuivat voimakkaasti. Tämän takia ei voida sanoa johtuuko sitkeyden paraneminen ja sulkeumien palloutuminen itse valssauslämpötilasta vai välihekkutuksista pistojen välillä. Joka tapauksessa tulokset olivat mielenkiintoisia ja esiintulleita asioita kannattaisi tutkia edelleen.

Bergman, Maria: "Zinkbelagda ytors egenskaper som målningsunderlag".

I arbetet sammanfattades de parametrar som inverkar på målfärgens vidhäftning på zinkbelagda ytor.

Svårigheten vid målning på en zinkyta är den att, fast en zinkyta ser ren ut kan den ändå innehålla ämnen som förorsakar dålig vidhäftning av målfärg. Med mekaniska förbehandlingsmetoder kan man inverka på zinkytans kristallografi, men i första hand bör man utveckla de kemiska förbehandlingsmetoderna och beakta omgivningen då zinkytan målas.

Med hjälp av växelströmmätningar fann man att de plåtbitar som var målade med zink-epoximålfärg förlorade sin reaktivitet snabbare än de som var målade med zinksilikatmålfärg. Svepelektromikroskopstudierna visade att det bildats zinkhydroxider vid kondensationsdropparna på zinkytan redan efter ett dygns exponering i fukt-skåp. I saltimmeskåp hade zinkytan för ögat synlig vitrost efter 6 timmars exponering.

Forss, Heikki: "Tiedonkeruujärjestelmän sovellutus geofysikaalisiin maastomittauksiin".

Geofysikaalisten mittausten tuloskäsittelyn ja tulkinnan tietokonepohjaiset menetelmät vaativat mittaustulosten saattamista digitaaliseen muotoon. Tässä työssä on tutkittu tiedonkeruujärjestelmää, jonka avulla mittaustulokset saadaan suoraan maastomittauksista digitaalisiin.

Pääasiallinen tutkimuskohde oli kaupallisten, lähinnä varastokirjanpitoon tarkoitettujen tiedonkeruulaitteiden käyttömahdollisuuksien selvittäminen geofysikaalisissa maastomittauksissa. Toinen tärkeä tekijä tiedonkeruujärjestelmässä oli tiedonsiirron järjestäminen sekä mittalaitteilta tiedonkeruulaitteille että tiedonkeruulaitteilta tietokoneisiin jatkokäsittelyä varten.

Työn aikana kokeiltavaksi valittiin Micronic M445 A tiedonkeruulaitteeseen suunniteltiin tiedonkeruuhjelma profiilimuotoisia geofysikaalisia maastomittauksia varten ja rakennettiin liitännät protonimagnetometriin, jolla suoritettiin tärkeimmät maastomittaukset. Tiedon perkuun jatkokäsittelyä varten tehtiin vastaanotto-ohjelma sekä mikrotietokoneeseen ABC-80 että keskustietokoneeseen VAX-11. Magneettisten mittausten maa-asemarekisteröintiin rakennettiin kenttäkelpoinen laitteisto.

Suoritettujen maastomittauksien aikana todettiin tiedonkeruuhjelman soveltuvan maastomittauksiin, mutta käytetyn tiedonkeruulaitteen ulkoista suojausta on parannettava kenttäkäyttöä varten.

Ilvaskivi, Pekka: "Olkiluodon malmikriittisyys".

Työssä tutkittiin Olkiluotoon suunnitellun keskiaktiivisen ydinjätteen loppusijoituksen johdosta eri metallimalmien ja teollisuusmineraalien esiintymistodennäköisyyttä Olkiluodossa, Olkiluodon malmipotentialiaalia verrattuna muun Suomen malmipotentialiin sekä ydinjätteen loppusijoituksen ja läheisyydessä tapahtuvan malmin hyödyntä-

misen vaikutusaloja. Lisäksi tarkasteltiin tuloksia lähtötietojen riittävyyden kannalta.

Tutkimalla erilaisten malmiesiintymien teoreettisia esiintymistapoja, Suomessa todettujen erilaisten malmiesiintymien geologisia ympäristöjä ja sijaintia, ottamalla huomioon alueella suoritettujen geofysikaalisten tutkimusten, kallioperäkartoitukset sekä läheisyydessä tehdyt lohkarehavainnot voidaan eri metallimalmien ja teollisuusmineraalien esiintymistodennäköisyyttä Olkiluodossa pitää erittäin pieninä ja Olkiluodon malmipotentialiaalia valtakunnalliseen malmipotentialiin verrattuna vähäisenä.

Ydinjätteen loppusijoituksen ja lähistöllä tapahtuvan malmin hyödyntämisen vaikutusaloista radionuklidien kulkeutuminen pohjaveden mukana aiheuttaa laajimman ja kriittisimmän vaikutuksen. Kallioon louhitun tilan aiheuttama pohjaveden pinnan aleneminen ja hydraulisen gradientin muutos on siten tärkein läheisyydessä suoritettua malmin hyväksikäyttöön liittyvistä tekijöistä. Kuitenkin sopivia työmenetelmiä käyttäen voitaneen malmin hyödyntämistä suorittaa karkeasti kilometrin päällä loppusijoituspaikasta.

Lähtötietojen riittävyyden selvittämiseksi tarkasteltiin mm. Suomesta löydettyjen metallimalmiesiintymien löytämiseen johtaneita tutkimuksia ja eri geofysikaalisten menetelmien erotuskykyä. Näiden perusteella voidaan lähtötietoja pitää sängen kattavina.

Jalonen, Ari: "Kemin kromiittimalmin rikastaminen pneumaattisella tärypöydällä".

Työssä tutkittiin pneumaattisen tärypöydän soveltuvuutta Kemin kromiittimalmin rikastamiseen. Kyseistä malmia on rikastettu vaihtelevin tuloksin monilla menetelmillä, joista Kemin rikastamolla ovat nykyään käytössä märkämagneettiset ja märät ominaispainorikastusmenetelmät.

Teoriaosassa tarkasteltiin fluidisaatiota ja siihen liittyen pneumaattisen tärypöydän toimintaperiaatetta. Pöydän aikaisemmissa käyttökokeuksista eri mineraalien rikastamisessa kerättiin tietoa kirjallisuustutkimuksella, josta oli hyötyä myös kromiittimalmin rikastusta ajatellen.

Kokeellisessa osassa tutkittiin ensin pneumaattisen tärypöydän säästöjen vaikutusta rikastustuloksiin pöydän optimaalisen toimintapisteiden määrittämiseksi. Tämän jälkeen suoritettiin varsinaiset rikastuskokeet kertaüksineen kolmella eri syötöellä, jotka poikkiesivat toisistaan raekokojakauman ja puhtaaksijauhatusasteen suhteen. Koesarjoissa syntyneitä välituotteita käsiteltiin myös heikko- ja vahvamagneettisilla kuivaerottimilla. Lisäksi koemateriaalin kuivajauhatusesta tehtiin supea tutkimus.

Pneumaattisella tärypöydällä ja magneettisilla kuivaerottimilla saadut tulokset olivat hyviä verrattuna kromiittimalmin aikaisempiin rikastustuloksiin. Kemin kaivoksen Elijärven malmista tuotettiin rikaste pitoisuudeltaan 46,8 % Cr₂O₃ ja saanniltaan 76,1 %. Viian malmista saatiin korkeapitoinen rikaste, 47,6 % Cr₂O₃, jonka saanti jäi kuitenkin vain 65,8 %:iin.

Jämsä, Tapio Johannes: "Vesipulverin maalitekniikan ominaisuuksien tutkiminen".

Työn tarkoituksena oli verrata eri maalikaavoilla valmistettujen vesipulverien maalitekniisiä ominaisuuksia: fysikaalisia ja kemiallisia stabiilisuutta, ruiskutettavuutta, maalikalvojen mekaanisia ja optisia ominaisuuksia sekä korroosio-ominaisuuksia. Kirjallisuusosassa selvitettiin erillisten vesipulverin valmistusta ja ominaisuuksia.

Raaka-aineille ja/tai vesipulverille suoritettiin seuraavat tutkimukset: sedimentoitumis-, partikkelikokojakautuma-, viskositeetti-, kuiva-ainepitoisuus-, zeta-potentiali- ja ominaispinta-alamittaus sekä terminen analyysi. Ruiskutetuille ja poltetuille maalikalvoille suoritettiin seuraavat tutkimukset: visuaalinen tarkastus, kalvonpakkaus-, iskunkestävyys-, taivutuskestävyys-, tarttuvuus- kiilto- ja värimittaus, suolasumukoe sekä impedanssimittaus.

Vesipulverien fysikaalinen stabiilisuus oli kohtalainen. Raaka-aineena käytetty epoksiesteri- jauhemaali osoittautui kemiallisesti epästabiiliksi, kun se oli dispergoitu veteen. Tämä voitiin todeta terminen analyysin perusteella.

Tasalaatuisia ja tasapaksuja maalikalvoja ei saatu ruiskutetuksi. Appelsiinisuuhtaa esiintyi jokaisessa koelevyssä. Maalikalvojen mekaaniset ominaisuudet olivat hyvät. Väriin kestävyys ylipoltossa oli huono. Maalikalvojen kiilto laski valmistuksesta kulueneen ajan funktiona. Tämän todettiin johtuvan raaka-aineena käytetyn jauhemaalien kemiallisesta epästabiilisuudesta. Suolasumukokeen ja impedanssimittauksen tulokset olivat yhteneviä ja osoittivat, että eri maalikaavojen kesken esiintyi huomattavia eroja. Yksinkertaisin vesipulveri — vesi, kostutusaine, jauhemaali — kesti yhtä pitkän koestusajan kuin sähköstaattisesti ruiskutettu kuiva jauhemaali.

Kaasinen, Kirsi: "Tutkimus raakaraudan ja kuonan tasapainottamisesta masuunin pesän alaosaan vastaavissa olosuhteissa".

Työn tarkoituksena oli tutkia masuunin pesän alaosaan tasapainottu-

misreaktioita ja erityisesti piin siirtymistä raakaraudan ja kuonan välillä.

Kokeellinen osuus koostui kolmesta osasta; tasapainotuskokeista normaali-ilmanpaineessa, paineunin suunnittelusta ja paineunikoikeista.

Normaali-ilmanpaineessa tehdyissä kokeissa lähtömateriaalit olivat hiilikylläinen elektrolyyttirauta ja synteettiset masuunityyppiset kuonat, kun taas paineunikoikeissa käytettiin pohjoismaisilta masuuneilta saatuja raakarauta- ja kuonanäytteitä koepaineissa 1–5 bar.

Tehdyt kokeet osoittivat, että masuunin pesässä vallitsevista olosuhteista pyrkii pii pelkistymään kuonasta ja raakaraudan piipitoisuus siten kasvamaan kunnes pesän olosuhteita vastaava tasapaino kuonan ja raakaraudan välillä on saavutettu.

Korhonen, Ritva: "Tutkimus kuuma-alumiinipinnoitteiden korroosionkestävyydestä ja valmistusmenetelmistä".

Työssä tutkittiin kuumaupottamalla valmistettujen alumiinipinnoitteiden sekä 5 % ja 55 % alumiinia sisältävien sinkkiseospinnoitteiden korroosionkestävyyttä ja valmistusmenetelmiä.

Kirjallisuustutkimuksessa on selvitetty kuuma-alumiinipinnoitteiden korroosionkestävyyttä erilaisissa ilmasto-olosuhteissa, vedessä, maassa ja rakennusaineissa. Kuuma-alumiinipinnoitteiden valmistusmenetelmiä selvitettyä on painotettu pinnoitteen rakenteeseen vaikuttavia tekijöitä kuten kylvyn koostumusta, kylvyn lämpötilaa, kastoaikaa, jäähdystä ja teräksen koostumusta. Kokeellisessa osassa on tutkittu alumiiniseostuksen merkitystä sinkkipinnoitteessa suorittamalla vertailevia korroosiokeiteita teollisuusilmastossa ja merivedessä. Pinnoitteen laatuun vaikuttavia tekijöitä tutkittiin suorittamalla kastokokeita alumiinikylvyissä sekä Zn-55%Al- ja Zn-5%Al-seoskylvyissä.

Kuuma-alumiinipinnoitteiden korroosionkestävyys sekä runsaasti rikkiä että klorideja sisältävässä ilmassa on hyvä verrattuna sinkkipinnoitteeseen. Kuuma-alumiinipinnoitteen teräkselle antama katodinen suoja on kuitenkin huono. Katodinen suojauskyky kasvaa seospinnoitteen sinkkipitoisuuden lisääntyessä. Pinnoitettaessa terästä kuumaupottamalla alumiinilla tai alumiinisinkki-seoksilla on esikäsitely suoritettava huolellisesti ja teräspinnun suojaamiseksi hapettumiselta on valittava sopiva juoksute. Piiseostus alumiini- ja Zn-55%Al-kylvyissä estää hauraan seoskerroksen kasvua kylvyn lämpötilan kohotessa ja pitkällä kastoajolla. Zn-5%Al-kylpyyn lisätyt cerium ja lantani parantavat pinnoitteen tarttuvuutta teräkseen. Seoskylpyjä on sekoitettava voimakkaasti kylvyn homogenisoimiseksi.

Korkealaakso, Juhani Antero: "The Nordkalottproject-geophysical aspects on geological structures in the Tärändö area, northern Sweden".

The main object of this study is to define regional 3-dimensional geological structures for ore exploration and detailed geological mapping projects. A combined interpretation of magnetic, gravity and petrophysical data has been carried out. Exposures of bedrock form only about 0.4% of the map-area (50x50 km).

Basic geophysical material consists of low altitude (30m) aeromagnetic maps, of the Bouguer-anomaly map (983 stations, and of density and magnetic properties of 600 rock samples, which have been collected during the geological mapping. In addition a programme of in-situ susceptibility measurements has been carried out.

The petrophysical information has mainly been used in the direct interpretation of gravity and magnetic anomalies. The aeromagnetic interpretation consists of pattern analyses and of the delineation of magnetic contacts and dislocations. In addition dip values of magnetic contacts and sheet-like bodies have been determined by model computations of magnetic profiles. A detailed gravity interpretation has been made along 5 profiles. The combined interpretation gives information on the possible structures of involved rocks, their distribution and composition and on the effects of tectonic processes on these structures.

The large greenstone belt has antiformal contacts and clastic sediments rest conformally on and beside this belt. Granite structures occur within and outside the supracrustal belt and have mainly synform contacts. Granitic areas form the basement to the surrounding volcanic and sedimentary belts. Clastic sediments are strongly deformed by these granitic domes and half-domes. The depth extent of greenstones varies between 1.8–2.2 km, of clastic sediments between 0.8–1.2 km and of basic intrusions between 1.0–2.0 km.

By using this regional geophysical approach, the direct detection of the correlations between occurrences, geology and tectonic structures is possible. Some examples are presented.

Lahtinen, Markku: "Rikkipitoisuuden vaikutus Ca-käsiteltyjen terästen valettavuuteen".

Teoriaosassa esitetään nykyinen käsitys rikkipitoisuuden vaikutuksesta Ca-käsiteltyjen terästen sulkeumarakenteeseen ja valettavuuteen. Ca-käsiteltyllä on mahdollista modifioida alumiinioksidit matalissa lämpötiloissa sulaviksi kalsiumalumiinaateiksi. Rikkipitoisuuden nousu vaikeuttaa em. modifiointia.

Koesulatuksissa lisättiin ferrorikkia valun viimeiseen välialtaalliseen. Teelmänäytteistä tutkittiin sulkeumarakenne ja suutiinäytteistä määritettiin kurouman koostumus. Koesulatukset tehtiin OVAKO OY:Ab Imatran terästehtaalla.

Kurouma koostui korkea-aloksisesta faasista, joka oli hautautunut systeemin CaO-Al₂O₃-SiO₂ muodostamaan matriisiin. Rikkipitoisuuden noustessa em. faasien yhteydestä löytyi myös kalsiumsulfidia suuria määriä. Korkearikkisen teräksen kuroamisnopeus oli huomattavasti suurempi kuin matalarikkisellä teräksellä. Rikkipitoisuuden kasvun myötä kalsiumalumiinaattien ohkeen muodostui korkea-aloksinen faasi, kalsiumalumiinaattien alumiinipitoisuus nousi ja sulkeumien ympärille muodostui kalsiumsulfidikuori.

Lehtola, Juhani: "Mikrotietokoneohjattu petrofysikaalinen mittausjärjestelmä".

Työn tarkoituksena oli koota mikrotietokoneohjattu petrofysikaalinen mittauslaitteisto, jolla voidaan määrittää kiviinäytteestä färkeimmät petrofysikaaliset parametrit, tiheys, susceptibiliteetti, remanenssi ja induositu polarisaatio geofysikaalisen tulkinnan ja opetustyön vaatimalla tarkkuudella.

Työn teoreettisessa osassa on esitetty käytetyt mittausperiaatteet ja työn kokeellisessa osassa on esitetty laitteiston toiminnallinen testaus ja mittaus tarkkuuksien tarkistus. Testiaineistona käytettiin muissa laboratorioissa määritettyjä kairasydännäytteitä sekä keinotekoisia näytteitä.

Testiaineistona olleen noin 90 kairasydännäytteen petrofysikaalisen tuloksen verrattiin myös näytteenotokotteen geologisiin tietoihin, geofysikaalisiin maanpintamittauksiin sekä litogeokemiallisiin tutkimuksiin.

Luukkonen, Kimmo Tapio: "Reikäkoon valintaan vaikuttavat teijät välitasolouhinnassa".

Tässä työssä on käsitelty välitasolouhinta, sen sovellutuksia ja piirteitä, pitkäreikäporauksen reikäkoko näkökulmana.

Kuten suurreikälohinnan yhteydessä on havaittu, voidaan porauskustannuksia alentaa reikäkoko kasvattamalla. Porauskustannukset ovat alimmillaan hydraulissa porauksessa reikäkokoalla 102–115 mm. Myös 165 mm-opporauksella saavutetaan perinteellisen välitasolouhinnan pitkäreikäporauksella alaisemmat porauskustannukset.

Jos porausreikien tukkeutuminen ei ole erityinen ongelma, kohavat panostuskustannukset suurempien reikien vaatiman korkeamman ominaispanostuksen takia.

Rikkoutumisvyöhykettä arvioitiin tärinämittauksen perusteella matemaattisesti. Suurreikälohinnan rikkoutumisvyöhyke on niin laaja, että joudutaan käyttämään silolouhinta louhintarajoissa.

Suuremman reikäkoon myötä voidaan käyttää korkeampaa tasovälä, jolloin valmistavien töiden kustannukset laskevat suhteellisesti. Alhaisimmat valmistavien töiden ja irrotuksen kustannukset saavutetaan 165 mm-opporauksella, mutta ero 115 mm-hydrauliporaukseen ei ole suuri.

Lähde, Seppo Olavi: "Suomen kallioperän alueellisten keskitiheyksien määrittäminen ja käyttö geofysikaalisen tulkinnan apuna".

Työn tarkoituksena oli tutkia Suomen kallioperän alueellisten keskitiheyksien määrittäystä sekä käyttöä ja tuottaa tiheyden vaihtelua kuvaavaa aineistoa gravimetrisen tulkinnan avuksi sekä maankuoren eriosien selvittämiseksi.

Määrittäystä varten suunniteltiin Geologian tutkimuskeskuksen VAX-11-tietokonejärjestelmään ohjelmaa, joka käyttää hyväkseen valtakunnallista petrofysiikan rekisteriä sekä kallioperäkartoilta arvioituja kivilajien pinta-aloja. Ohjelma laskee keskitiheydet 100 km² alueille (1:20 000-lehti), painottamalla alueen kivilajeille lasketut keskitiheydet kivilajien pinta-aloilla. Käyttäjä voi antaa haluamansa keskitiheyden keskivirheen, jonka ohjelma pyrkii toteuttamaan. Virhe-arvio koskee vain kivilajien keskitiheyteen liittyvää painotettua keskivirhettä. Itse painokertoimissa, eli kivilajien pinta-aloissa, olevien virheiden vaikutus on selvitetty esimerkillä. Tuloksien kannalta on oleellista myös paikallisten tiheysvaihtelujen riittävä määrä. Niiden puuttuminen heikentää tuloksien luotettavuutta.

Ohjelman avulla määritettiin julkaistujen 1:100 000-mittakaavaisten kallioperäkartojen 1:20 000-lehtien keskitiheydet. Näistä piirrettiin harmaasävykartta, joka antaa yleiskuvan kallioperän tiheysvaihtelusta. Kartan avulla arvioitiin Geodeettisen laitoksen n. 5 km havaintoverkkoon perustuvan Bouguer-anomaliakartan yhteyttä kallioperän pinnalla havaittaviin keskitiheysarvoihin. Tarkemmin Bouguer-anomalioiden ja keskitiheyksien korrelaatiota tarkasteltiin Keski-Pohjanmaa ja Kainuun liuskejakoalueella. Osalla alueista havaittiin selvä positiivinen korrelaatio. Korrelaatioita kuvaavien regressiosuorien kulmakertoimista arvioitiin pintatiheyksien syyvälisyyttä.

Kallioperän tiheyskoostumusta analysoitiin jakamalla keskitiheyk-

sistä muodostetut tiheyshistogrammit normaalijakautuneisiin tiheyskomponentteihin, joille saatiin suhteellinen osuus, keskitiheys ja keskijajonta. Analyysi suoritettiin kaikille määritetyille 1:20 000-lehtien keskitiheyksille sekä 7 mielenkiintoiselle osa-alueelle.

Peltomäki, Jouni: "TiN pinnoitettavien kappaleiden puhdistusmenetelmät".

Työssä selvitetään minkä tyyppisiä puhdistusmenetelmiä ionipinnoitettavien kappaleiden esikäsittelyssä käytetään sekä miten ne vaikuttavat pinnoitteen laatuun. Ongelmaa on tarkasteltu kulutusta kestävien työkalupinnoitteiden näkökulmasta, jolloin tärkein ominaisuus on pinnoitteen kiinnipysyvyys.

Kokeellisessa osassa testataan erästä puhdistuslinjaa. Pesuparametrien valinnalla todetaan olevan suuri vaikutus pinnoitteen kiinnipysyvyyteen.

Rannikko, Harri: "Tutkimus sinkin pyrometallurgisesta valmistuksesta".

Työn ensisijaisena tavoitteena oli kartoittaa teoreettisia mahdollisuuksia metallisen sinkin valmistamiseksi suoravalmistustekniikalla sulfiidista rikasteesta.

Kirjallisessa osassa perehdyttiin aluksi nykyiseen käytössä olevaan sinkin pyrometallurgiseen valmistusteknologiaan. Tämän jälkeen laadittiin termodynaamisiin laskelmiin erilaisia stabiilisuudiagrammeja Zn-S-O-systeemissä suoravalmistuksessa vallitsevien olosuhte-ehdojen selvittämiseksi. Kaasumaisen sinkin suuresta reaktiivisuudesta johtuen Zn(g):n stabiilisuusalue SO₂-pitoisessa kaasuseoksessa rajoittuu 120° C yläpuolelle ja hapen osapaineisiin n. 10⁻⁸ - 10⁻⁷ atm.

Kokeellisessa osassa tutkittiin termovaa'assa ZnO:n ja ZnS:n välisen konversioreaktion kinetiikkaa ja suoritettiin kennomittauksia erilaisissa Zn-CO₂-CO-N₂-seoksissa sinkin hapettumislämpötilan määrittämiseksi. Reaktiossa 2 ZnO(s) + ZnS(s) = 3 Zn(g) + SO₂(g) todettiin sinkin muodostumisnopeus vakioksi kaikissa isotermeissä ja sekä N₂-että CO₂/CO-atmosfääreissä. Reaktionopeudet CO₂/CO-seoksissa todettiin suuremmiksi N₂-atmosfääriin verrattuna kaikissa alle 120° C isotermeissä. Vakio sinkin muodostumisnopeus viittaa konversioreaktioon, jonka nopeutta kontrolloi pikemminkin kaasufaasissa tapahtuvat muutokset kuin muutokset partikkelien reaktiopinta-alassa.

Rapeli-Likitalo, Liisa: "Erään metallurgisen prosessiyksikön käytöshenkilökunnan koulutusohjelma vientiprojekteissa".

Työn kirjallisuudessa on esitetty työn kohteena oleva metallurginen prosessi ja koulutusperusteet prosessiteollisuudessa. Tässä käsitellään koulutusta järjestelmäjajattelun avulla. Lyhyesti on esitetty koulutusohjelman laatiminen, työnanalyysin tekeminen, opetuksen pääperiaatteet ja laadintoteollisuudessa yleisimmin käytetyt koulutusmenetelmät. Lisäksi tarkastellaan koulutuskustannuksia, niiden ja koulutustulosten arviointia ja seuranta sekä kieli- että kulttuuriero-avuuksien huomioonottamista.

Työn käytännön osassa on kyseisestä yksikköprosessista tehdyn työnanalyysin ja yksikön aiempien koulutuskokemusten perusteella laadittu alustava koulutusohjelma, jota testattiin käytännössä. Näin saatujen kokemusten perusteella laadittiin varsinainen käyttöhenkilökunnan koulutusohjelma. Lisäksi työssä on käsitelty laaditun koulutusohjelman toteuttamisessa tarvittavia toimenpiteitä ja resursseja.

Simonen, Ari: "Pitkäreikäporauksen suuntatarkuus".

Tässä työssä tutkitaan pitkäreikäporauksen suuntatarkuutta, sen mittausta ja siihen vaikuttavia tekijöitä sekä suunta-poikkeamien vaikutuksia louhintaan. Tehtyjen mittausten perusteella on selvitetty nykyisen porauksen suuntatarkuus ja annettu suositus reikäpituuksiksi ja välitasolouhinnan tasoväliksi. Tutkimuskohteina on ollut viisi kaivosta ja yksi kalliorakennustyömaa.

Poikkeamat reikien suunnassa ja pituudessa aiheuttavat ylisuuria lohkaraita, raakkulaimennusta ja malmitappiota. Lisäksi poikkeamat huonontavat jäljelle jäävän kallion pinnanlaatua ja pysyvyyttä sekä aiheuttavat kynsi-ongelmia.

Suunta-poikkeamat ovat kohteilla vaihdelleet 2, 5-6 % välillä reikäpituuden suhteen. Poikkeamista on yli puolet johtunut suuntausvirheestä. Taipumaan vaikutti eniten tutkituista syistä porakalusto: kaluston jäykkyys ja terän ja tankokaluston halkaisijoiden suhde.

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

Suunta-poikkeamien haittojen vähentämiseksi ovat suositeltavat suurimmat reikäpituudet nykyisellä poraustarkkuudella tutkimuksen mukaan noin 27 m 4-5 % keskimääräisillä suunta-poikkeamilla ja 50-60 m 2,5 % suunta-poikkeamilla riippuen kohteesta ja porauskalustosta. Vastaavat välitasolouhinnan tasovälit ovat 25 m ja 40-50 m.

Hyvä poraustarkkuus vähentää kustannuksia, koska tarvittava porametrimäärä vähenee ja lohkarokokojakauma paranee, esimerkiksi

kustannussäästö oli noin 1 mk/t. Tuotannon arvo nousee raakkulaimennukset ja malmitappioiden pienentyessä parantuvan poraustarkkuuden johdosta. Tarkat reitit mahdollistavat pitkien reikien käytön ja niiden tuomat edut.

Sivula, Jari Antero: "Pallografiittiraudan jäähmettymisrakenne ja derivoiva termien analyysi".

Työn tarkoituksena oli tutkia pallo- ja tylppägrafiittiraudan jäähmettymistä sekä teoreettisia mahdollisuuksia kehittää tietokoneavusteiseen termiseen analyysiin perustuva sulan laadunvarmistusmenetelmä, joka soveltuu pallografiittiraudan jäähmettymisrakenne- ja käsitteilykohtaiseen valvontaan.

Kirjallisuusosassa käsiteltiin pallografiittiraudan jäähmettymistä, grafiitin muotoon vaikuttavia tekijöitä, rakennevirheitä ja termisen analyysin käyttömahdollisuuksia pallografiittiraudan jäähmettymistutkimuksissa ja laadunvalvonnassa.

Kokeellinen osa jaettiin kahteen osaan: jäähmettymistutkimuksiin gradienttjäähmettymislaitteistolla ja termisen analyysin kokeisiin. Jäähmettymistutkimuksien perusteella pallografiittiraudassa ydintyvien grafiittipartikkelien määrä oli suurimmillaan jäähmettymisen alkuvaiheessa. Tylppägrafiittiraudassa uusia grafiittipartikkeita ydintyi vielä jäähmettymisen loppuvaiheessa. Jäähdytysnopeuden ja kiteytymisytimien määrän pienemien lisäksi tylppägrafiitin määrää raudassa. Kiteytymisytimien koostumus ei yksiselitteisesti vaikuttanut grafiittimuotoon. Termisen analyysin käyrien viiden parametrien arvojen ja palloutumisasteen välillä oli yhteys. Pallotihedden ja kolmen parametrien arvojen välillä oli yhteys.

Koetulosten perusteella on ilmeistä, että on mahdollista kehittää sulan laadunvarmistusmenetelmä, jota voidaan käyttää mm. grafiitin palloutumisasteen ja pallotihedden määrittämiseen.

Valkeapää, Tiina Tellervo: "Suodatettavan materiaalin hienouden ja mineraalilietteen lietetiheyden vaikutus suodatustulokseen imu- ja painesuodatuksessa".

Tämän työn kirjallisessa osassa selvitettiin teollisuudessa käytettävien suodatuslaitteiden kehitystä. Kehitystyössä on keskitytty laitteiden rakenteiden parantamiseen ja yksinkertaistamiseen, käyttöku- tannusten pienentämiseen, käyttöalueiden laajentamiseen ja toiminnan automatisointiin. Syitä nykyiseen kehitysohjelmaan ovat mm. energäkustannusten nousu ja suodatettavien materiaalien yhä lisääntyvä hienous. Kokeellisessa osassa tutkittiin mineraalilietteen suodatustulokseen vaikuttavia tekijöitä: mineraalin hienous ja suodatettavan lietteen tiheys imu- ja painesuodatuksessa, top feed -suodatus imusuodatuskassa, suodatuskakun paksuus, lietteen lämpötila ja pH, suodatusapuaine, kakun pesu ja suodatuskangas painesuodatuksessa. Koesuodatukset tehtiin pilot plantimu- ja painesuodatimilla. Koemateriaalit olivat apatiitti-, kvartsi- ja talkkirikasteita. Suodatustuloksen kriiteerit olivat kakun jäännöskosteus (p-% H₂O) ja suodatuksen kapasiteetti. Näille laskettiin kuuden identtisen kokeen tuloksista keskihajonnat, joiden puiteissa tuloksia tarkasteltiin.

Tutkituista muuttujista materiaalin hienoudella oli suurin vaikutus suodatustulokseen: hienouden kasvaessa kosteus kasvoi ja kapasiteetti pieni. Imusuodatuksessa kosteuden kasvu ja kapasiteetin lasku hidastuivat hienouden kasvaessa tutkitulla rackokoalueella. Painesuodatuksessa näin ei tapahtunut.

Lietetiheyden kasvaessa jäännöskosteus pieni, kakkukapasiteetti kasvoi ja suodatuskapasiteetti pieni imusuodatuksessa. Materiaalin hienous ei vaikuttanut kosteuden muutokseen. Kapasiteettien muutokset pienivät suodatettavien materiaalien hienontuessa. Suodatuskapasiteetin pieneminen lietetiheyden kasvaessa imusuodatuksessa on ristiriidassa M. Aution tuloksen kanssa, jonka mukaan suodatuskapasiteetti on vakio lietetiheyden kasvaessa. Painesuodatuksessa suodatettavan materiaalin hienous vaikutti jäännöskosteuden ja lietetiheyden riippuvuuteen: karkeimmalla rackokoalueella kosteus kasvoi lietetiheyden kasvaessa, keskialueella se oli lähes vakio ja hienoimmalla alueella kosteus pieni lietetiheyden kasvaessa. Kakkukapasiteetti kasvoi ja suodatuskapasiteetti pieni lietetiheyden kasvaessa imusuodatuksessa. Materiaalin hienous ei vaikuttanut näihin muutoksiin.

Saadut tulokset ovat materiaali-kohtaisia eikä niitä voida varauksetta soveltaa yleisesti.

Vastamäki, Anita Tellervo: "Tutkimus vety-yksikön liuoskierrossa esiintyvistä korroosioista".

Työn tarkoituksena oli tutkia vetylaitoksen hiilidioksidin pesu-yksikön liuoskierron kemiallisia reaktioita ja luoksessa olevan vanadiini-pentoksidin toimintaa inhibiittorin hiiliteräksen pinnalla.

Kirjallisuustutkimuksessa käsiteltiin hiilidioksidin pesu-yksiköissä esiintyviä korroosio-ongelmia ja vanadiinin yhdisteiden sähkökemiallista käyttöä vety-yksikössä. Kokeellisessa osassa tutkittiin pesuliukosen virtausnopeuden ja paineen vaikutusta vanadiintrioksidikalvon synty-miseen ja ominaisuuksiin.

Kokeissa todettiin, että jos pesuliuksen virtanopeus on yli 2 m/s, hiiliteräs syöpyy vaikka olosuhteet liuoksessa olisivatkin suotuisat vanadiinioksidikalvon muodostumiselle. Käytetty pesuliuos, joka sisälsi 250 g/l kaliumkarbonaattia ja 50 g/l glysiiniä, ei ole ainoastaan syövyttävää vaan se on myös mekaanisesti kuluttavaa, sillä siinä on aina kiintoainehiukkasia kaliumkarbonaattista ja täytekaappaleista niiden rikkoonnuttua. Syntyvä kalvo ei suurella virtausnopeudella ole mekaanisesti tarpeeksi kestävä ja seurauksena on eroosio-korroosio. Liuoksesta vapautuva hiilidioksidi lisää korroosionopeutta. Kolmen-arvoisen vanadiini ei pysty saostumaan hiiliteräksen pinnalle, ennenkuin $V(+IV)/V(+V)$ -suhde liuoksessa on suurempi kuin 120. Jos viidenarvoista vanadiinia on liuoksessa liikaa, hiiliteräs syöpyy, sillä se ei passivoitunut käytetyssä koeliuoksessa.

Viitanen, Simo: "Kallioon sijoitettujen ja maanpäällisten urheiluja vapaa-ajantilojen teknistaloudellinen vertailu".

Kirjallisuustutkimuksessa on tuotu esille kallioväestönsuojien teknisiä määryksiä ja niiden vaikutusta kalliotilan rakentamiseen.

Käytännön tutkimuksen valittiin kuusi toteutunutta kallioon sijoitettua urheilu- ja vapaa-ajantilaa; kaksi monitoimitilaa, kaksi jäähallia ja kaksi uimahallia. Selvitys laadittiin rakennuttajan ilmoittamien kustannustietojen, käyttäjiltä saatujen käyttökokemusten ja kohteiden pääpiirustuksista saatujen ominaisuutta, laatua ja laajuutta kuvaavien tietojen perusteella. Näitä tietoja hyväksikäyttäen muodostettiin maanpäällinen vertailutila.

Tutkimuksen mukaan urheilu- ja vapaa-ajantilan rakentaminen kalliosuojaan aiheuttaa lisäkustannuksen, joka on 20–40 % vastaavan maanpäällisen tilan rakennuskustannuksista. Lisäksi saadaan merkittävä säästö tonttikustannuksista.

Vertailuun valitun kalliosuojaan sijoitetun monitoimitilan lämpöenergian ominaiskulutus on noin 15 % maanpäällisen monitoimitilan lämpöenergian kulutusta pienempi. Tutkimukseen valittu yksinomaan rauhanajan käyttöä palveleva kaksi harjoitusrataa sisältävä kalliojäähalli on taloudellisesti maanpäällistä hallia edullisempi otettaessa huomioon käyttöikä, rakennus-, tontti- ja käyttökustannukset. Kalliojäähallin vuoden 1984 käyttökustannukset ovat noin 120 000 mk maanpäällisen jäähallin käyttökustannuksia pienemmät.

Lisäksi kallioon sijoitetuilla urheilu- ja vapaa-ajantiloilla on monia rahassa vaikeasti mitattavia etuja. Tärkeimmät niistä ovat pitkäikäinen rakenne, kohteiden keskeinen sijainti käyttäjiin nähden tiheästi rakennetuissa taajamissa sekä rakennusvaiheessa saatava kiviaines-hyöty.

TURUN YLIOPISTO

Geologian ja maantieteen laitos

Filosofian kandidaatit:

Eilu, Pasi: "Enontekiön Palovaaran-Järämän alueen geologiaa".

Tutkimusalue sijaitsee Enontekiön kunnassa Karesuvannosta n. 20 km länteen, Ruotsin rajan tuntumassa. Tutkimus käsittelee arkeiseen pohjan päällä olevia Jatulimuodostumia. Kivilajien ikäjärjestys vanhimmasta nuorimpaan on: arkeinen graniitti, Tjärrokvartsitti ja Vihreäkivimuodostuma, johon kuuluu laavoja, albiittidiabaaseja, tuffeja, tuffiitteja ja keratofyyrejä.

Tutkimuksen alkuosassa on perusteellinen kivilajikuvaus, jossa päähuomio on mineralogiassa. Loppuosassa käsitellään vihreäkivimuodostuman kivilajien kemiallista luonnetta ja geologista kehitystä erityisesti huomioiden kivilajien hydrotermiset koostumukset.

Vihreäkivimuodostuma syntyi rift-altaisiin arkeiseen kratonin hajotessa. Rift-altaisissa aktiivien magmatismien aikaiset olosuhteet muistuttivat nykyisillä valtamerten keskiselänteillä vallitsevia. Merivesi pääsi kutustumisrakoja, onteloita ja ruhjeita pitkin kosketuksiin vulkaniittien kanssa ja reagoi lämpimien purkaustuotteiden kanssa. Syntynyt hydroterminen systeemi tuotti vesi/kivi suhteen ja lämpötilan vaihdellessa erilaisia spiliitti-kvartsikeratofyyriassosiaation mineraaliseurueita kaikkiin vihreäkivimuodostuman kivilajeihin.

Ekberg, Markus: "Pyhäjärven granitoideista".

Pyhäjärven O1. alueen granitoidit on tutkimuksessa luokitettu petrograafisin perustein granodioriitteihin, porfyrygraniitteihin ja tasarakkeisiin graniitteihin. Granodioriitit ovat tasa- ja keskirakeisia, paikoin suuntautuneita kiviä. Porfyrygraniiteissa on suurikokoisia kalimaasälpähajarakkeita ja ne ovat väriltään punertavia. Tasarakeiset graniitit ovat massamaisia, yleensä suuntautumattomia ja punertavia

tai harmaita. Granitoidien ikäsuhteet ovat leikkaussuhteiden perusteella vanhimmasta nuorimpaan: granodioriitti-porfyrygraniitti-tasarakeinen graniitti. Viimeisimpänä ovat intrudoituneet apliitti- ja pegmatiittijuonet.

Granitoidien geokemiaa on selvitetty erottelu- ja ryhmittelyanalyysien perusteella sekä erilaisin diagrammein. Diagrammien perusteella granodioriitit muodostavat oman magmaattisen sarjansa ja porfyrygraniitit ja tasarakeiset oman. Granitoidien alkuperä on ortomagmaatinen ja vastaa I- (igneous) tyyppiä. Hivenalkuaine- sekä REE-diagrammien perusteella ne ovat syntyneet fraktioivasti kiteytymällä.

Granitoidien on tulkittu syntyneen alaspainuneen laatan aiheuttaman alaosan syväkivien osittaisen sulamisen tuloksena. Syntyneestä sulasta on ensin intrudoitunut granodioriittinen osa ja tämän jälkeen porfyrygraniitit ja tasarakeiset graniitit.

Kontoniemi, Olavi: "Sejsarin mafinen-ultramafinen intruusio Kruunupyysä, Keski-Pohjanmaalla".

Sejsarin mafinen-ultramafinen intruusio sijaitsee svekofennisessä liuskejaksossa, joka koostuu alueella grauvakkatyyppisistä killeliuskeista, mustaliuskeista sekä emäksisistä vulkaniiteista. Tutkimuksessa on pyritty selvittämään. Sejsarin intruusion petrologiaa, geologiseen ympäristönsä.

Intruusio koostuu metaperidotiitista, amfiboligabrosta, anortosiitista gabrosta sekä emäksisistä ja happamista juonista. Intruusion synnystä on kaksi päävaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa intrudoitui ja differentioitui koostumukseltaan basalttinen (high-Al basalt) magma, josta muodostui kerrosrakenteinen gabro. Gabroa leikkaavan metaperidotiitin kantamagman muodosti tholeiittinen ultraemäksinen residuaali. Sejsarin emäksiset juonikivet ja Kaustisen alueen emäksiset vulkaniitit muistuttavat kemiallisesti toisiaan. Niiden koostumus vaihtelee alkalioliiviinibasalttien ja tholeiittisten basalttien välillä.

Intruusio suhtautuu ympäröiviin liuskeisiin konformisti ja se on tunkeutunut paikalleen ennen alueellista poimutusta ja metamorfosia. Se sijaitsee liuskeiden muodostaman länteen painuvan antiformin keskellä. Rakenteeltaan kerrosellinen intruusio muodostaa kaakkoon kallistuneen suppilon.

Sejsarin intruusio muistuttaa orogeeniavyöhykkeille luonteenomaisia, varsinkin ns. Alaskan-tyyppisiä, intrusioita. Metaperidotiitilla on yhteisiä piirteitä Nivalan ja Västerbotnenin alueiden ultramafiittien ja gabrolla Notträskin intruusion troktoliitti-anortosiitti-sarjan kiven kanssa.

Lopussa on esitetty Sejsarin tutkimusten valossa eräitä näkemyksiä reuna-aldaiden laattatektonisesta intruusiomekanismista.

Laukkanen, Jukka: "Itä-Suomen lamprofyirit ja lamprofyiri-problematiikka".

Tutkielman teoreettisessa osassa on esitetty lamprofyirijuonien pääalkuainekoostumukseen perustuva uusi luokittelu, jonka mukaan juonet voidaan jaotella eri lamprofyiripäryhmiin: shoshoniittisiin, alkaalisiin ja ultraemäksisiin. Shoshoniittiset ja alkaaliset voidaan jaotella edelleen eri tyypeihin. Ultraemäksisten jaottelua ei ole tarkasteltu. Lamprofyirit on todettu alkaalikiviksi ja juonien on havaittu pääalkuaineyden perusteella vastaavan alkaalisia vulkaniitteja. Tutkielmassa on esitetty myös uusi lamprofyirien syntyteoria, joka pohjautuu Ringwoodin (1982) esittämään malliin alkaalikivien synnystä. Tähän malliin perustuen lamprofyirit syntyvät subduktiovyöhykkeissä ja rift-systeemeissä.

Itä-Suomen lamprofyirit ovat juonikiviä, jotka esiintyvät juoniparvina. Juonet ovat pääasiassa shoshoniittisia lamprofyyrejä, jotka pääalkuainekoostumukseltaan vastaavat alkaalioliiviinibasaltteja (tefriittejä ja basaniitteja). Pääalkuainekoostumukseltaan juonet ovat normaalien lamprofyirien kaltaisia. P_2O_5 -pitoisuudet ovat kuitenkin poikkeuksellisen korkeat. Samoin Sr-, Ba- ja LREE-pitoisuudet ovat erityisen korkeat. Juonet ovat syntyneet 1830–1837 milj. vuotta sitten. Itä-Suomen lamprofyirit on tulkittu olevan peräisin subduktiovyöhykkeestä. Muodostuneeseen magmaan on kontaminoitunut myöhemmin manttelialinesta ja kuoressa on tapahtunut assimilaatiota. Lamprofyirimagmaassa on lisäksi tapahtunut fraktioivaa kiteytymistä.

Mäkinen, Jari: "Vammalan seudun ultramafiiteista".

Petrografisesti Vammalan seudun ultramafiset ja mafiset syväkivet voidaan jakaa seitsemään ryhmään: peridotiitit, oliiviinipyrokseeniitit, pyrokseeniitit, cortlandiitit, pyrokseenigabrot, amfiboligabrot ja oliiviinigabrot. Peridotiittien klinopyrokseenissa esiintyy runsaasti symplektiittisiä suotautumarakeita. Oliiviinipyrokseeniitit ovat joskus peridotiittien suoria differentiaatteja, mutta yleisimmin ne esiintyvät omina intrusioina. Cortlandiitit ovat keskittyneet Stormin alueelle ja geokemiallisten piirteiden perusteella ne liittyvät erityisen läheisesti peridotiitteihin. Cortlandiitit ovat ainoita tutkimusalueen ultramafiitteja, jotka sisältävät primaarista amfibolia. Petrografisten piirteiden perusteella ovat cortlandiitit kiteytyneet lähellä maan pintaa.

jatkuu sivulla 137

Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen ry:n tutkimusselostet, kirjat ja julkaisut

Tutkimusselostet: sarja A

A 8	"Jäännösanomalia- ja gradienttikarttojen käytöstä malminetsinnässä"	20,—
A 9	"Rikastamoiden jätelueiden järjestely Suomen eri kaivoksilla"	20,—
A 10	"Kuulurakenteet"	20,—
A 11	"Raakkulaimennus"	20,—
A 14	"Suunnan ja kaltevuuden mittaus syväkairauksessa" (uusi kopio)	30,—
A 15	"Näytteenotto geokemiallisessa malminetsinnässä"	20,—
A 15b	Kuvallite nro 15:een	20,—
A 17	"Pölyn talteenotto"	20,—
A 18	"Geokemiallisten näytteiden käsittely ja tulosten tulkinta"	50,—
A 19	"Kulutusta kestävä materiaali" — nro 1:n täydennys	20,—
A 20	"Rikastamoiden instrumentointi"	20,—
A 22	"Tulenkestävät keraamiset materiaalit"	20,—
A 24	"Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus"	20,—
A 25	"Geofysikaaliset kenttätyöt I — Painovoimamittaukset"	20,—
A 27	"Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen"	45,—
A 28	"Kalkin käyttö metallurgisessa teollisuudessa"	20,—
A 32	"Seulonta"	40,—
A 33	"Louhintaurakkasopimuksen laatimisohteet"	20,—
	"Louhintaurakkasopimuskavaake"	2,—
A 34	"Geologisten joukonäytteiden analysointi"	50,—
A 36b	"Pakokaasukomitea — uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset dieselmoottorien saastetuoton vähentämiseksi"	50,—
A 39	"ATK-menettelmien käyttö kallioperäkartoituksissa"	25,—
A 40	"Kaivosten jätelueet ja ympäristönsuojelu"	45,—
A 42	"Kaivosten työympäristö"	50,—
A 44	"Geologinen näytteenotto"	50,—
A 47	"Murskeen varastointi talviolosuhteissa"	40,—
A 50	"Kaukokartoitus malminetsinnässä"	100,—
A 52	"Suunnattu kairaus"	50,—
A 53	"Kivilajien kairattavuusluokitus"	50,—
A 54	"Nykyaikaiset murskauspiirit"	50,—
A 55	"Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa"	50,—
A 56	"Pölyntorjunta kaivoksissa"	50,—
A 57	"Palontorjunta kaivoksissa"	50,—
A 58	"Paikan ja suunnan määritys geofysikaalisissa tutkimuksissa"	50,—
A 59	"Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar"	50,—
A 60	"Holvautumien purkumenetelmät"	50,—
A 61/I	"Rakeisen materiaalin kosteuden mittaus"	50,—
A 62	"Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiohjelmistoista"	30,—
A 63	"Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi"	50,—
A 64	"Suomessa tehdyt kallion jännitystilän mittaukset"	50,—
A 65	"Kiintoaineen ja veden erotus"	50,—
A 66	"Pohjavesikysymys kalliotiloissa"	50,—
A 67	"Crosshole seismic investigation"	70,—
A 68	"Automation of a drying process"	70,—
A 69	"Rakeisen materiaalin jatkuvatoiminen kosteuden mittaus"	50,—
A 70	"Happamien ja intermediaaristen magmakivien kivilajimääritys pääalkuainekoostumuksen perusteella"	50,—
A 71	"Kallion tarkkailumittaukset"	50,—
A 72	"Elementtimenetelmien käyttö kaivostilojen lujuuslaskennassa"	50,—
A 73	"Crosshole seismic method"	50,—
A 74	"Pölynerotus ja ilmansuojelu"	70,—

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

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

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

Vuoriteollisuus — Bergshanteringen-lehden vanhempia numeroita myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2,50/numero.

Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta DI Kalle Vaajoensuu mieluummin kirjallisesti osoitteella:
Vuorimiesyhdistys — Bergsmannaföreningen r.y.
Outokumpu Oy
PL 280
00101 Helsinki
tai puh. 90-4031

ILMOITTAJAT — ANNONSÖRER

- Oy AIRAM Ab, KOMETA
- Oy ALGOL Ab
- BOART Oy
- Oy FORCIT Ab
- IMPOMET Oy
- KEMIRA Oy, Vihtavuoren tehtaat
- LAROX Oy
- LEVANTO Oy
- Oy LOHJA Ab
- MYLLYKOSKI Oy, Luikonlahden kaivos
- NELES Oy, Lokomo
- OUTOKUMPU Oy
- OVAKO Oy · Ab
- PERUSYHTYMÄ Oy ARA
- RAUTARUUKKI Oy
- Oy JULIUS TALLBERG Ab, Oy ATLAS COPCO Ab
- Oy JULIUS TALLBERG Ab
- Oy TAMPELLA Ab, TAMROCK
- Oy TRELLEBORG Ab
- Oy VOLVO-AUTO Ab, VOLVO BM
- WIHURI Oy, WITRAKTOR

OHJEITA KIRJOITTAJILLE

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

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

Pääotsikot ja alaotsikot erotetaan toisistaan selkeästi.

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

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

Kirjallisuusuitteloit numeroidaan jatkuvasti // sulkuihin tekstissä ja esitetään lopussa seuraavassa muodossa:

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

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

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

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

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



Stormin alueella on voitu erottaa ainakin neljä erillistä deformaatiofaasia. Yleisenä piirteenä on voimakas migmatittituuminen ja sen yhteydessä tapahtunut rakenteiden fragmentoituminen.

Geokemiallisesti peridotitit ovat jaettu kolmeen ryhmään: 1) normaali-peridotitit, 2) Ca-peridotitit ja 3) Al-peridotitit. Käytettäessä normaali-peridotitiitin koostumusta vertailukohtana, sisältävät Ca-peridotitit keskimääräistä enemmän Ca ja Si sekä keskimääräistä vähemmän Al, Cr ja Fe. Al-peridotitit puolestaan sisältävät vähemmän Ca ja Si sekä enemmän Al, Cr ja Fe. Erot Ca:n ja Si:n välillä on selitetty johtuvan klinopyrokseenin fraktioitumisesta. Koska klinopyrokseeni on viimeksi kiteytyvä mineraali, on sen fraktioituminen tapahtunut filtraatioidifferentiaation kautta. Erot Al-, Cr- ja Fe-pitoisuuksissa johtuvat spinellin fraktioitavasta kiteytymisestä, koska spinelli kiteytyy joko ennen oliviinia tai oliviinin kanssa.

REE-analysien perusteella on fraktioivalla kiteytymisellä ollut kilvilajisarjojen välillä suurempi osuus kuin osittaisella sulamisella. Samaa viittaa Cu/Cu+Ni-diagrammi. Cr-Ti- ja Ni-Ti-diagrammit sen sijaan antavat jossain määrin ristiriitaisia tuloksia. Cu/C+Ni-diagrammin avulla voidaan ultraemäksisen magman arvioida sisältäneen n 20–25 % Mg. Normatiivisten mineraalikoostumusten perusteella on oliviinin fraktioituminen ollut voimakkainta. Fraktioituminen kilvilajisarjojen välillä on ollut erilaisista kuin intrusioissa tapahtunut in situ-differentiaatio. Fraktioituminen intrusioissa on edennyt kohti kvartsinormatiivista magmaa, mutta kilvilajisarjojen välillä fraktioituminen on edennyt kohti diopsidinormatiivista magmaa. Siksi tutkielmassa on kilvilajisarjoja yhdistävän trendin katsottu syntyneen polybaarisen fraktioitumisen tuloksena samanaikaisesti kuin magmadiapiiri on kohonnut manttelista maan pinnalle.

Pajunen, Matti: "Tervon alueen geologiasta ja kataklastisista kivistä".

Tutkimusalue sijaitsee Tervossa noin 55 km Kuopiosta länteen. Se on Laatokan-Perämeren vyöhykkeellä. Keski-Suomen granitoidi-kompleksin ja Savon liuskealueen kontaktivyöhykkeellä. Tutkielmassa selvitetään Tervon alueen geologiaa keskittyen kataklastisiin kiviin ja niitä synnyttäneisiin deformaatioihin.

Alueen vanhimpia kiviä ovat vaihtelevat, migmatittiset, suprakrustiset gneissit, joiden alkuperästä ei voi tehdä varmoja päätelmiä. Tutkimusalueen itäpuoli koostuu kalkkialkaalisista, trondhjemittitrendiä seuraavista, emäksisistä tonaliteista. Niistä tavataan vähäisesti vanhempia, emäksisiä syvävikseumia. Länsipuolella ovat valtakivinä porfyriset granitoidit, jotka on tutkimusalueella tutkittu graniittituumalla syntyneiksi. Ne ovat tonalitteja nuorempia. Hautomaan tholeiittinen gabro on myös tonalitteja nuorempi, mutta se on porfyrisiä granitoideja vanhempi. Tutkimusalueen nuorimpia kiviä ovat graniittit juonikivet.

Vanhimpana deformaatiovaiheena on läpikotainen D. Siihen liittyy amfiboliittifaseksen ja paikoin granulitiittifaseksen metamorfoosi. Kataklastisia rakenteita ovat aiheuttaneet Kinturin ruhjeen suuntainen (310°) D^{h1}, 20–35°-suuntainen D^{h2}, 340–350°-suuntainen D^{h3}-suuntainen D^{h4} ja 0–15°-suuntainen D^d-deformaatio. D^h-vaiheeseen liittyy graniittituumista ja uudelleenkiteytymistä (myloniittigneis-sejä), joka näkyy hyvin mm. kvartsissa. D-ruhjeen katkaisee useimmiten vasenkätinen D-siirros, johon liittyy voimakas myloniittituuminen (protomyloniitteja, myloniitteja ja ultramyroniitteja). Uudelleenki-teytyminen on huomattavasti vähäisempää kuin D^h-vaiheessa. D^d on oikeakätinen siirrosdeformaatio, jolle on luonteenomaista murros-liuskeisuus. Polykataklastiset rakenteet ovat tyypillisiä. Mm. S-lius-keisuuden suunnassa on pitkään eläneitä saumoja, joissa tavataan pinnanläheiselle deformaatiolle luonteenomaista breksiarakennetta (kataklasiittia).

Kataklastinen deformaatio on ollut edellä kuvatuissa deformaatio-vaiheissa mikrorakenteiden perusteella plastinen tapahtuma, joskin D_h-vaiheesta D_d-vaiheeseen on havaittavissa deformaatioluonteen muuttuminen jäykempään suuntaan. Kataklastiseen deformaatioon liittyvät kemialliset muutokset on tulkittu fluidisaation aikaansaamik-si. Alueelta tavattavaan puhtaasti kataklastiseen deformaatioon ei lii-ty kemiallisia muutoksia.

ÅBO AKADEMI

Geologisk-mineralogiska institutionen

Filosofie licentiat:

Risku-Norja, Helmi: "Gabbro nodules from a picritic pillow basalt, Midfell, SW Iceland".

The gabbroic nodules from Miðfell, SW Iceland consist of 53 % plagioclase (An 88 mol%), 11 % clinopyroxene (Fs 5, En 50, Wo 45 mol %), 7 % olivine (Fo 87 mol %) and 29 % interstitial ground mass. The nodule bearing host rock is a picritic pillow basalt with olivine, plagioclase, clinopyroxene and spinel as phenocryst phases. The glassy pillow rims have a MgO content of 9,7 % and FeO content of 9,2 % w/w. The composition of the glass is the most primitive found in Iceland so far. The minerals and the confining glass are apparently close to equilibrium. The liquidus temperatures calculated on the basis of the equilibrium compositions are about 1250° C. There is no essential difference in the chemical composition of the nodule minerals and the host rock phenocrysts. The extremely narrow compositional variation in the minerals, lack of zoning and the extensively overlapping ranges are explained by crystallization in open magma systems from different batches of primitive magma from a common source with similar composition. The nodules could have originated from olivine gabbro dikes formed at pressures where crystallization proceeds along olivine and spinel, spinel and clinopyroxene, clinopyroxene and plagioclase equilibrium stages. Replenishment with new batches of primitive magma from the depth occasionally reversed the crystallization order in the nodules. The host used same channels when ascending to a slightly higher niveau where it reached olivine-plagioclase equilibrium stage.

Filosofie kandidater:

Sundsten, Henrik: "Suomenniemi rapakivimassivets kontakter inom kartbladet 3141 Ristiina, Finland".

Rapakivimassivet i Suomenniemi består, inom kartbladet 3141 Ristiina, av en grov jämnkornig biotitrapakivi. Rapakivin har en kylkontakt mot sidoberget. Sidoberget består av svekofenniska glimmergnejsjer, synogena graniter och granodioriter och serogena migmatitbildande mikroklingraniter. Med rapakivin är associerade diabaser och kvartsporfyrer. Intrusionen har, i sista hand, skett genom "piccemeal stoping" i en kall spröd omgivning. Rapakivins inverkan på sidoberget begränsar sig till en termisk omvandling av mikroklin till ortoklas. Intrusionen är styrd av preintrusiva svaghetszoner, dessa består av regionala skiffrighets-lagrisplan och krosszoner.

Södergård, Berndt: "Ett mikroklingranitområde i den östra delen av centralfinska granitoidbatoliten, en modell för bildningen av graniten och sambandet med sidobergarterna".

Pro gradu-avhandlingen omfattar ett område i den östra delen av centralfinska granitoidbatoliten.

Områdets äldsta bergarter företräds av suprakrustalresterna, amfibolitiska, intermediära och sura arkosartade gnejsjer som uppträder som smala septa främst i granodiorit.

I det sydöstra hörnet av undersökningsområdet finns ett litet område med gabbro som av kontakten att döma är äldre än den omgivande granodioriten.

De granodioritiska bergarterna utgör bakgrunden i området och de varierar i sammansättning från plagioklasrika tonalitiska varianter till porfyriska K-rika varianter med en närmast granitisk sammansättning. De är i allmänhet skiffriga men även så gott som oriktade varianter förekommer.

I den centrala delen av området förekommer en röd, medelkornig mikroklingranit som vanligtvis är svagt skiffrig.

I närheten av kontakten mot den centrala graniten är granodioriten K-rikare och en K-fältspatströknförande porfyrisk granodiorit förefaller i stort sett att förekomma i en bred zon runt den centrala graniten. Av den enda blottade kontakten mellan graniten och den omgivande granodioriten att döma är graniten yngre, och granodioriten närmast kontakten har erhållit ett tillskott av K-fältspat genom diffusion från graniten.

Ställvis i graniten förekommer inneslutningar av en finkornig sur gnejs av en liknande typ som finns i undersökningsområdets sydöstra hörn.

På basen av fältakttagelser och analyser framställs en modell för bildningen av graniten. Enligt modellen har graniten bildats under ett sent, anatektiskt mobilt skede genom en partiell eller så gott som fullständig uppsmältning av en sur gnejs.

I undersökningsområdet, både i granodiorit och granit, finns även basiska bergarter med närmast gängkraktar. De förefaller ofta delvis yngre och delvis äldre än den omgivande granitoida bergarten. Det här motstridiga fenomenet förklaras med den s.k. Sederholmeffekten varvid den omgivande granitoida bergarten under en sen anatektisk fas har mobiliserats medan den basiska gången inte nämnvärt har påverkats.

Åker, Karita: "Kehvo-områdets geologi. — en petrologisk-, stratigrafisk- och strukturgeologisk studie".

Det undersökta Kehvo-området befinner sig c. 10 km nordväst om Kuopio. Undersökningen baserar sig på petrologiska, stratigrafiska

och strukturgeologiska studier i området. Kehvo-områdets kvartarsiters och amfiboliter ursprung diskuteras kort.

Kehvo-området befinner sig i det östfinska arkeiska bottengnejsområdet, vilket har en ålder på c. 2600–2800 milj. år. Ovanpå den till sammansättningen heterogena bottengnejsen avlagrades epikontinentala bergarter, vilka är till åldern Proterozoiska (2200–2300 milj. år). Dessa epikontinentala bergarter s.s. kvartarsit, karbonat- och kalksilikatbergarter och amfibolit avlagrades i en geosynklinal. En granitiserad glimmergnejs ligger ovanpå dessa bergarter. Områdets Proterozoiska bergarter blev metamorfoserade under den svekokarelska orogeenen 1800–1900 milj. år sedan.

Områdets bergarter är veckade till en stor antiklinal, där bottengnejsen sticker fram i centrum av antiklinalen. Antiklinalens veckaxel

går i riktning WNW-ESE. Denna F_1 -typens cylindroidal-veckning förekommer allmänt även i mindre skala. Veckaxlarnas stupningar är i allmänhet flacka (05° – 20°). Spår av F_2 -veckning har påträffats främst som kvartarsfyllda tensionssprickor i amfibolit.

Områdets bergarter är i allmänhet rätt väl orienterade i F_2 -axelplansriktning. Lagring påträffas främst i karbonat- och kalksilikatbergarter samt i amfibolit. Kvartarsiten är helt omkristalliserad, men en tydlig randighet förorsakad av K-metasomatos påträffas.

Kataklastisk deformation påträffas framförallt i den yngre porfyriska kalirika graniten, som även mylonitiserats intill sjöarna Pitkäjärvi-Räimäjärvi. Dessa sjöar som går i NW-SE-riktning har tolkats till en äldre krosszon, vänsterhänt förkastad av en yngre krosszon, sjön Iso-Petäinen, i N-S-riktning.

Boart Hardmetals Europe otti Suomesta vientijohtajan

Viisi vuotta sitten perustettiin Kuopioon irlantilaisen Boart Hardmetals Europe Ltd:n tytäryhtiö Boart Oy. Yhtiön toimitusjohtajana toimi alusta alkaen insinööri Juhani Mertanen. Yrityksen pääasiallinen myyntiartikkeli oli silloin kaivospuolen porakalusto. Nyt ollaan kuitenkin laajentumassa kiviteollisuuden ja urakoinnin puolelle. Myös malminetsintään yhtiö panostaa. Kasvua pyritään lisäksi hakemaan hydrauliporakonepuolelta.

Lokakuun alussa siirtyi ins. Mertanen Irlantiin siellä toimivan yksikön vientijohtajaksi kutsuttuna. Uudeksi Boart Oy:n toimitusjohtajaksi nimettiin syyskuun alusta alkaen DI Timo Tervonen. Ins. Mertanen, joka toimii edelleen Boart Oy:n

hallituksen jäsenenä, uskoo että työskentely maailmalla antaa myös jotain lisää yhtiön suomalaisille asiakkaille. Boart Hardmetals Europe toimii pääasiassa Euroopassa, mutta vie muillekin mantereille kuten Kaukoitään ja Etelä-Amerikkaan.

Shannoin tehtailla Irlannissa palvelee noin 500 henkilöä. Norjassa on kiintoporatehdas jossa työntekijöiden määrä nousee kolmeenkymmeneen. Yhtiön ohjelmaan, niin Suomessa kuin monissa muissakin maissa, kuuluu Longyerin kairauskoneiden ja tarvikkeiden jälleenmyynti.

Boart-konsernin liikevaihto on noin 3,5 miljardia FIM ja henkilökuntaa on liki 12.000. Yhtiö toimii tällä hetkellä 34 eri maassa.

LH

Ensimmäinen öljynetsinnän erikoiskoulutuskurssi Suomessa

Teknillisen korkeakoulun taloudellisen geologian laboratorio järjesti kesäkuussa 1985 Helsingissä Suomen ensimmäisen öljynetsinnän geofysikaalisia tutkimusmenetelmiä koskevan erikoiskoulutuskurssin. Tähän viikon kestäneeseen. Valtion koulutuskeskuksen tiloissa pidettyyn kurssiin osallistui 30 alaan liittyvässä tutkimus-, suunnittelu- ja opetustehtävissä toimivaa henkilöä. Osanottajat edustivat korkeakoulujen lisäksi valtion tutkimuslaitoksia sekä alalla jo toimivia suomalaisyrityksiä.

Vaikka öljynetsintää ei voidakaan Suomessa harrastaa, alalla on jo ulkomaille suuntautuvaa toimintaa — muun muassa offshore-tekniikan, tutkimusalusten rakentamisen ja konsulttipalvelujen alueilla. Kurssin tavoitteena olikin antaa osanottajille alan huippuauktoriteetin esittämänä asiantunteva ja realistinen kuva tämän erikoisalan sekä metodisista että teknisistä perusasioista ja nykytilasta. Kurssin luennoitsijaksi onnistuttiin saamaan professori Robert E. Sheriff Houstonin yliopistosta USA:sta. Hän omaa laajan ja monipuolisen kokemuksen toiminnasta käytännön eri öljynetsintätehtävissä mm. Chevron- ja Seiscom Delta-yhtiöissä, ja on lisäksi erittäin ansioitunut alan opetus- ja julkaisu-toiminnassa.

Koska öljynetsinnässä kenttätyöt ja tulosten ATK-käsittely ovat oleellisen tärkeitä työvaiheita, hankittiin kurssin käyttöön sarja näitä aihepiirejä havainnollistavia audiovisuaalisia oppimateriaaleja. Kyseessäolevat videofilmit on valmistanut alalle erikoistunut koulutuspalveluja myyvä yhtiö. International Human Resources Development Inc., Boston, USA. Videofilmit on tuotettu suurten öljy-yhtiöiden sponsoroimina

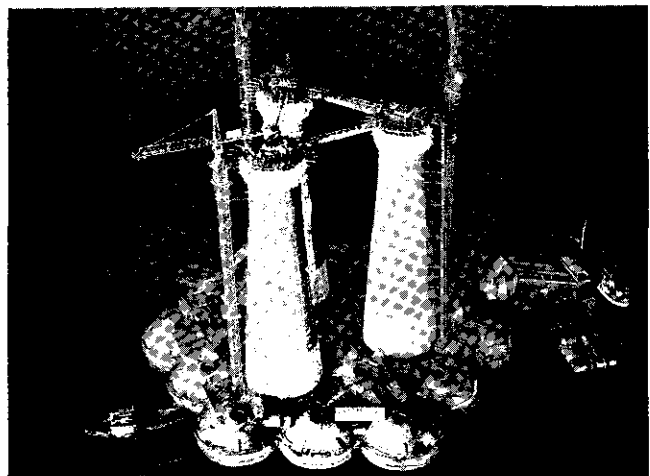


Photo: Oy Esso Ab

käytettäväksi yhtiöiden sisäisessä koulutustoiminnassa. Filmien laadusta kurssikritiikin yhteydessä saadut lausunnot olivat kiittäviä.

Kurssin huomattavan korkeiden järjestelykustannusten rahoitukseen osallistuivat osanottajien lisäksi Suomen Akatemia, Valtion koulutuskeskus sekä Teknillinen korkeakoulu suoraan ja Tukisäätiönsä välityksellä. Kurssista saadun erittäin positiivisen palautteen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että investointi huippulaatuun niin luennoitsijan kuin AV-materiaalien osalta oli oikeaan osunut valinta.

MATTI TIKKANEN KIITTÄÄ

Metallurgien järjestämä juhlasymposiumi 4.12.1985 muodostui tilaisuudeksi, joka ei tule unohtumaan mielestäni milloinkaan. Sen toverillinen ja niin inhimillisen lämmin ilmapiiri, joka meitä yhdessä vaimoni kanssa ymäröi sekä päivän virallisesa että illan todella kodikkaan vapaassa juhlassa, toi mieleeni lukemattomia yhteisiä muistoja niiltä vuosilta, jolloin tämän maan metallurgian teollisuutta yhteisvoimin luotiin!

LÄMPIMÄT KIITOKSENI TEILLE KAIKILLE

Matti Tikkanen

Jauhinkappalevalikoiman uusi julkaisu

Jauhinkappaleteknologian piirissä kärkipaikkaa hallussaan pitävä Helipebs Limited on juuri julkistanut 12-sivuisen moniväriesitteen, joka antaa erinomaisen selkeän kuvan yrityksen uudesta jauhinkuulavalikoimasta. Kyseistä esitettä on saatavissa pyydettyessä myös käännöksinä.

Tämä monipuolinen julkaisu esittelee samalla Helipebsin koko jauhinkappalevalikoiman: kuulat, sylpebskappaleet ja tangot. Yrityksen jauhinkappalevalikoiman uskotaan olevan laajin koko maailmassa ja sillä on tukenaan kansainvälinen jälleenmyyntiverkosto ja konsulttipalvelu.

Lisätietoja antaa:

Nigel Browne
RED LION COMMUNICATIONS
Red Lion House
Eastcombe
Stroud GL6 7EE
England
Telephone: Gloucester 423201



**VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN**

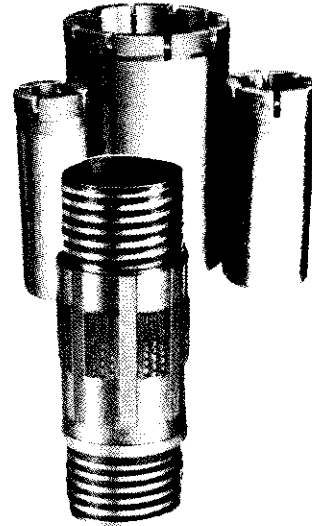
*toivottaa kaikille
lukijoilleen ja
ilmoittajilleen
Rauhallista Joulua
ja
Hyvää Uutta Vuotta*

**VUORITEOLLISUUS
BERGSHANTERINGEN**

*tillönskar alla sina
läsare och
annonsörer
En Fridfull Jul
och
Ett Gott Nytt År*



LEVANTO TIMANTTIKAIRAUSTERÄT



Suomalaisia timanttiteriä suomalaisiin kiviin jo vuodesta 1937.

Valmistus ja myynti:



LEVANTO OY

Teollisuustie 5
02700 KAUNIAINEN
Puh. 90-5052 044
Telex 123407

Uusi oppi- ja käsikirja louhijoille on ilmestynyt.

Tekn.lis. Raimo Vuolion kirjoittama oppi- ja käsikirja "Räjätys- ja louhintatöiden suunnittelu ja suorittaminen" ilmestyi lokakuussa 1985. Kirjan sisältö perustuu siihen luentosarjaan, jonka Vuolio Otaniemessä vuodesta 1980 lähtien on Teknillisen korkeakoulun vuoriteollisuusosastolla räjäytystekniikan luennoilla pitänyt.

Kirjan julkaisija on Suomen Maanrakentajain Keskusliitto r.y. Vuoden 1981 alussa ilmestyi SML:n kustantamana Vuolion toimittama oppi- ja käsikirja "Louhinaräjätysten suunnittelu ja suorittaminen". Teoksesta otettiin 3000 kappaleen painos, joka myytiin loppuun viime vuoden lokakuussa. Nyt Vuolion oppi- ja käsikirjasta ilmestyy uudistettu painos nimellä "Räjätys- ja louhintatöiden suunnittelu ja suorittaminen".

Tässä uudistetussa ja laajennetussa toisessa painoksessa on kokonaan uusia lukuja:

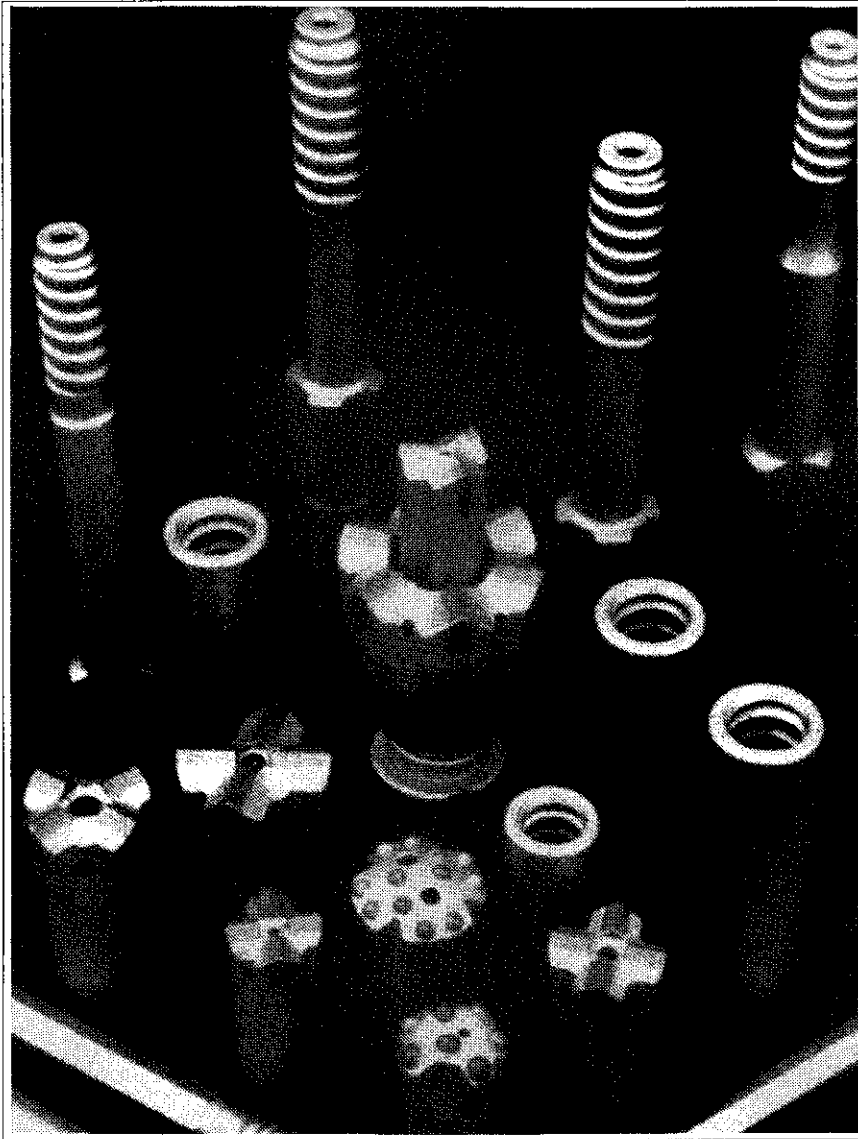
- Rakennusten ja rakenteiden räjäyttäminen
- Tarvekiven louhinta
- Erilaisia raivaus- ja maansiirtoräjätystöitä
- Erikoisräjäytystyöt
- Kallion ja kiven rikkominen ilman räjähdysaineita

Kaikki muut kirjan luvut on tarkistettu ottaen huomioon louhintatekniikassa, räjähdystarvikkeissa ja viranomaismääräyksissä tapahtunut viimeaikainen kehitys.

Kirjan hinta on 150 markkaa + postikulut. SML:n jäsenille ja opiskelijoille hinta on 120 markkaa + postikulut. Kirjatilaukset vain SML:n toimistosta, osoite:

Asemapäällikönkatu 12 B, 00520 Helsinki,
puhelin (90) 144 188/Kirjatilaukset.

EUROOPAN PARHAAT!



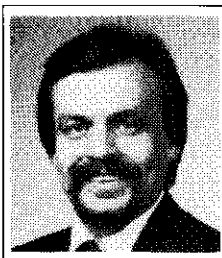
Boart on yksi tunnetuimmista nimistä keskusteltiinpa poraamisesta ja porakaluksista missä päin maailmaa tahansa.

Suomessa Boart Oy palvelee Boart-porakaluston myynnin lisäksi myös porauskalustoasiantuntijana, sillä yhtiö edustaa myös Longyear kairauskoneita ja tarvikkeita.

BOART SUOMESSA.



Timo Tervonen
toimitusjohtaja



Ossi Lämsä
toimistopäällikkö



Matti Korhonen
myyntipäällikkö



Timo Rajala
myynti-insinööri



Leena Junninen
toimistosiihteeri



BOART OY

Makasiininkatu 2, 70620 Kuopio
Puhelin 971-125 252, telex 42255 boart sf
telefax 971-119 917

Myynti:
Boart Oy, Monivuokraus Ky,
Poratukku Oy

VANKKAA TIETOA, TAITOA JA TUOTEKE-
HITYSTYÖTÄ RÄJÄHDYSAINELALLA
VUODESTA 1893 ALKAEN

OY FORCIT AB

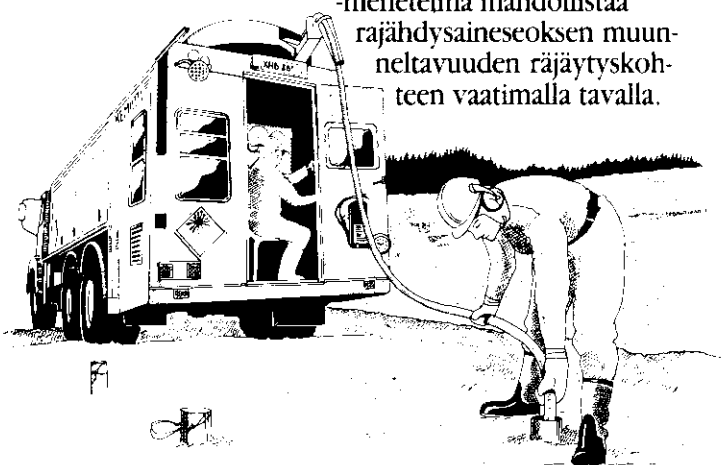
HANKO

☎ 911-86581



KEMIITTI
-käyttöpaikalla
valmistuva nestemäinen
räjähdysaine

Kemiitti on suurehkoihin louhintakohteisiin soveltuva, valmistukseltaan ja käytöltään turvallinen louhintaräjähdyksine. Lopullisesti se muodostuu räjähdysaineksi vasta poranreiässä. Jatkuvatoiminen sekoittaa/pumpata -menetelmä mahdollistaa räjähdysaineseoksen muunneltavuuden räjäytyskoh- teen vaatimalla tavalla.



 **KEMIRA OY**
VIHTAVUOREN TEHTAAT

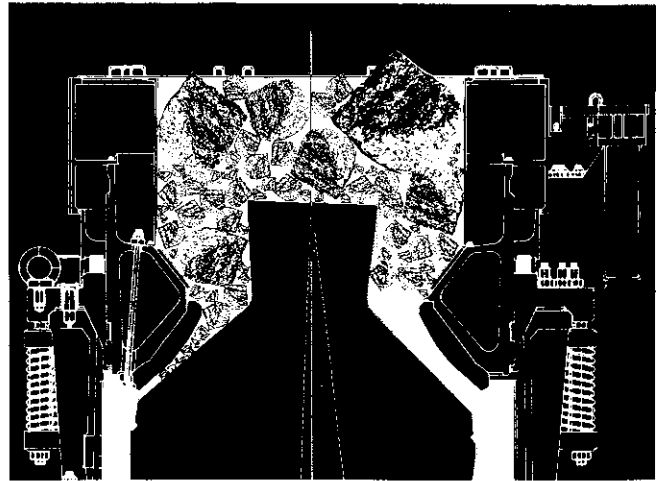
» KAIVOSMIEHEN SAMBA «

Tiesitkö, että Lokomo murskauskalustolla käsitellään malmia kaivoksissa eri puolilla maailmaa.

Mutta mikä on Lokomon samba kaivosmiehelle?

Käy katsomassa murskaintehdastamme Tampereella.

Puhutaan samalla myös muista tuotteistamme. Soita! Sovitaan aika.



SYÖTTIMET • MURSKAIMET • SEULAT • KULJETTIMET
SIIRRETTÄVÄT JA KIINTEÄT MURSKAUSLAITOKSET



LOKOMO

Neles Oy Lokomo Murskaintehdas
PL 306, 33101 TAMPERE 10
Puh. (931) 33100 Telex 22133 rrllok sf

Vuoriteollisuuden suurhankkija

Asiantuntemusta

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

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

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



ALGOL

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

Tuotevalikoimaa

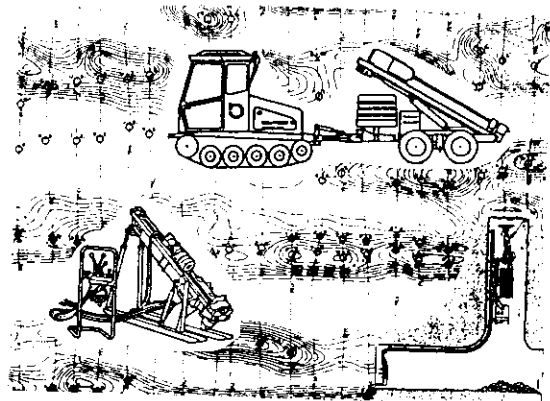
Algol ja vuoriteollisuus, metallurgia, prosessiteknikka. Tuotteissa on valinnanvaraa:

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



KUN TARVITSET

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



ME TEEMME

*  MYLLYKOSKI OY

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

Lohja taitaa mineraalien jalostuksen

Kalkkikivi

Dolomiitti

Kvartsi

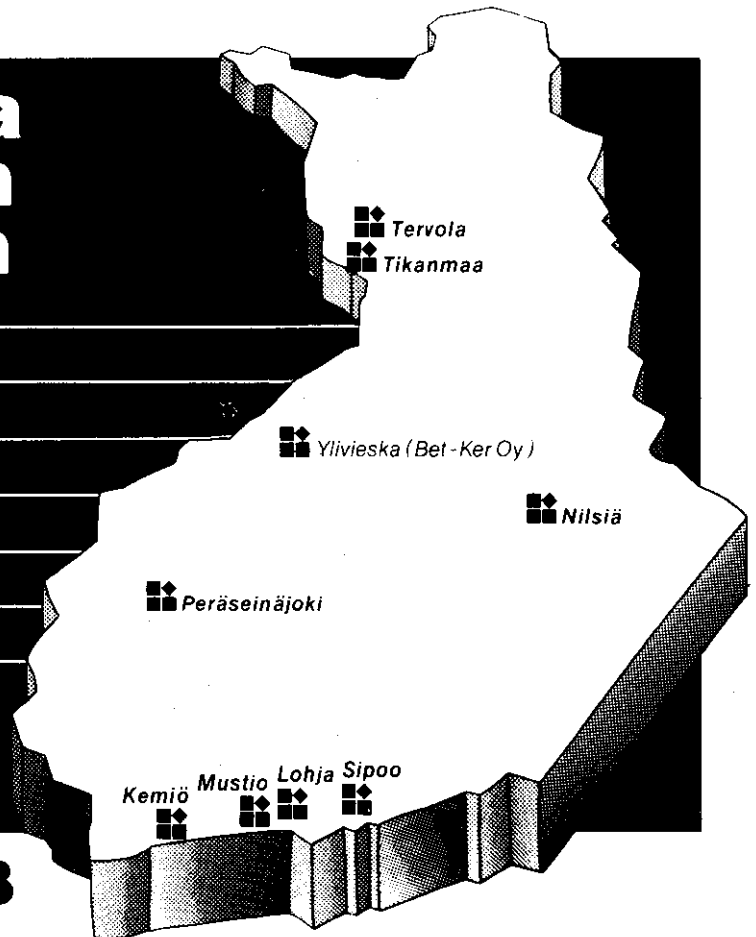
Maasälpä

Liuskesirote

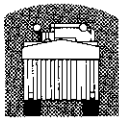
Tulenkestävät massat



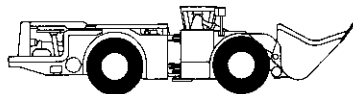
OY LOHJA AB



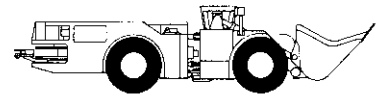
THE TORO LHD LINE



2 x 2 m²



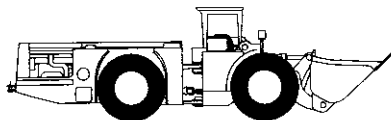
TORO 150 D. Trimming capacity 3000 kg. Bucket size 1.3-1.8 m³.
Engine 52 kW (71 Hp). Length 6.7 m, width 1.4 m, height 1.7 m.



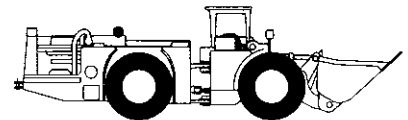
TORO 150 E. Trimming capacity 3200 kg. Bucket size 1.5-1.8 m³.
Electric motor 55 kW. Cable length 90 m. Length 6.9 m, width 1.4 m, height 1.7 m.



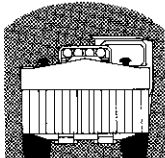
2,5 x 2,5 m²



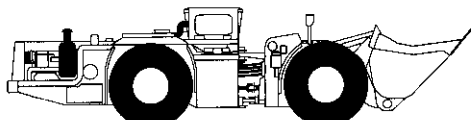
TORO 200 D. Trimming capacity 4000 kg. Bucket size 1.5-2.4 m³.
Engine 63 kW (86 Hp). Length 7.7 m, width 2.0 m, height 2.2 m.



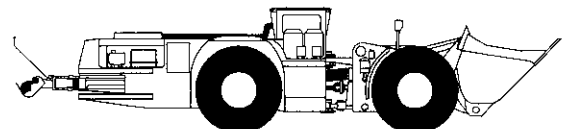
TORO 250 D. Trimming capacity 4500 kg. Bucket size 1.8-2.7 m³.
Engine 102 kW (139 Hp). Length 7.7 m, width 2.0 m, height 2.2 m.



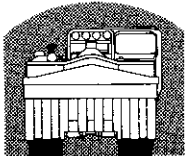
3 x 3 m²



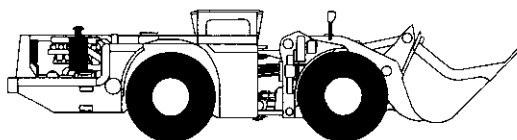
TORO 400 D. Trimming capacity 8100 kg. Bucket size 3.8-4.8 m³.
Engine 158 kW (215 Hp). Length 9.5 m, width 2.4 m, height 2.3 m.



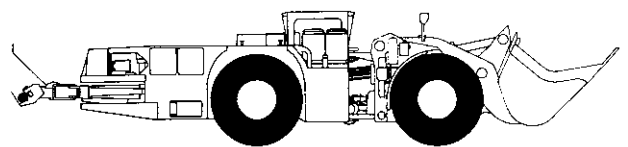
TORO 400 E. Trimming capacity 8100 kg. Bucket size 3.8-5.4 m³. Electric
drive motor 110 kW. Cable length 210 m. Length 9.5 m, width 2.4 m, height 2.3 m.



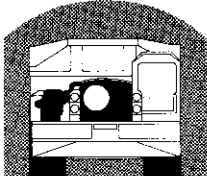
3,5 x 3 m²



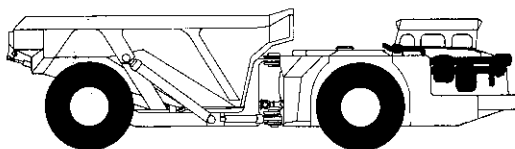
TORO 500 D. Trimming capacity 12000 kg. Bucket size 4.3-7.5 m³.
Engine 204 kW (277 Hp). Length 10.3 m, width 2.7 m, height 2.6 m.



TORO 500 E. Trimming capacity 12000 kg. Bucket size 4.3-7.5 m³. Electric
drive motor 160 kW. Cable length 240 m. Length 10.5 m, width 2.7 m, height 2.6 m.



4 x 3,5 m²



TORO 35 D. Transport capacity 32000 kg. Body capacity 13.0-18.0 m³.
Engine 240 kW (326 Hp). Length 9.7 m, width 3.0, height 2.5 m.

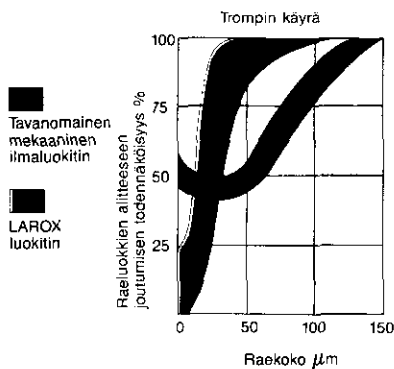
TORO

ARA is a Finnish company that specializes in the design, manufacture and marketing of efficient and economical loading and transport equipment for mining and construction.
Perusyhtymä Oy ARA, P.O. Box 434, SF-20101 Turku 10, Finland
Tel. + 358-21-383 111 telex 62305 ara sf.



- KORKEA EROTUSTERÄVYYS
- EI SISÄISIÄ LIIKKUVIA OSIA
- PIENI KOKO
- SUURI KAPASITEETTI

SÄÄSTÄ JAUHATUS- JA INVESTOINTI- KUSTANNUKSISSA



LAROX luokittimilla on mahdollista saavuttaa korkein kokonaistehokkuus vähäisellä ominaisenergian kulutuksella ja alhaisilla investointikustannuksilla. Tutkittu ja käytössä koeteltu toimintaperiaate takaavat korkean erotusterävyuden. Yksinkertaisen rakenteen ansiosta — ei liikkuvia sisäisiä osia — käyttö- ja huoltokustannukset pysyvät alhaisina. Erotusraja 150—10 μm ja jopa alle. Hienotuotekapasiteetti aina 100

t/h asti. Tehokkaan luokituksen ansiosta ylijauhautuminen estyy ja lopputuotteeseen saadaan kapeampi raekokajakautuma. Myllyn kapasiteetti kasvaa ja energiankulutus pienenee merkittävästi.

Pieni toisen vaiheen luokitin voidaan helposti lisätä melkein kaikkiin jo toiminnassa oleviin yksivaiheisiin sulkeisiin jauhatuspiireihin.

KYSY MYÖS UUDESTA LAROX SUIHKUMYLLYSTÄ.

LAROX

—classification—concentration—
filtration—

Larox Oy, PL 29, 53101 LAPPEENRANTA
Puh. (953) 117 60, telex 58233 larox, telefax (953) 537 65

Larox tuotteita ovat mm. paine-, kammio- ja imusuodattimet, sakeuttimet, selkeyttimet, ruuvikuljettimet, kartioluokittimet, hydroosyklonit, pneumaattiset luokittimet, letkuventtiilit, sulkusyöttimet ja suihkumyllyt.

Vuorenvarmaa mittaustekniikkaa Rautaruukilta

Maastotietokone KTP-84 ja poranreikäsovitin KTP-DHI muodostavat ainutlaatuisen kannettavan digitaalisesti tallentavan poranreikämittausjärjestelmän. Mittaus tulokset ovat välittömästi käytettävissä kaivosten louhinnasuunnittelussa ja geofysikaalisessa tulkinnassa. Tunnetut Rautaruukin poranreikäanturit ja matka-anturit sekä erilaiset mittauskaapelit ja PC-koneiden ohjelmistot täydentävät järjestelmän vuorenvarmaksi kokonaisuudeksi.



RAUTARUUKKI OY

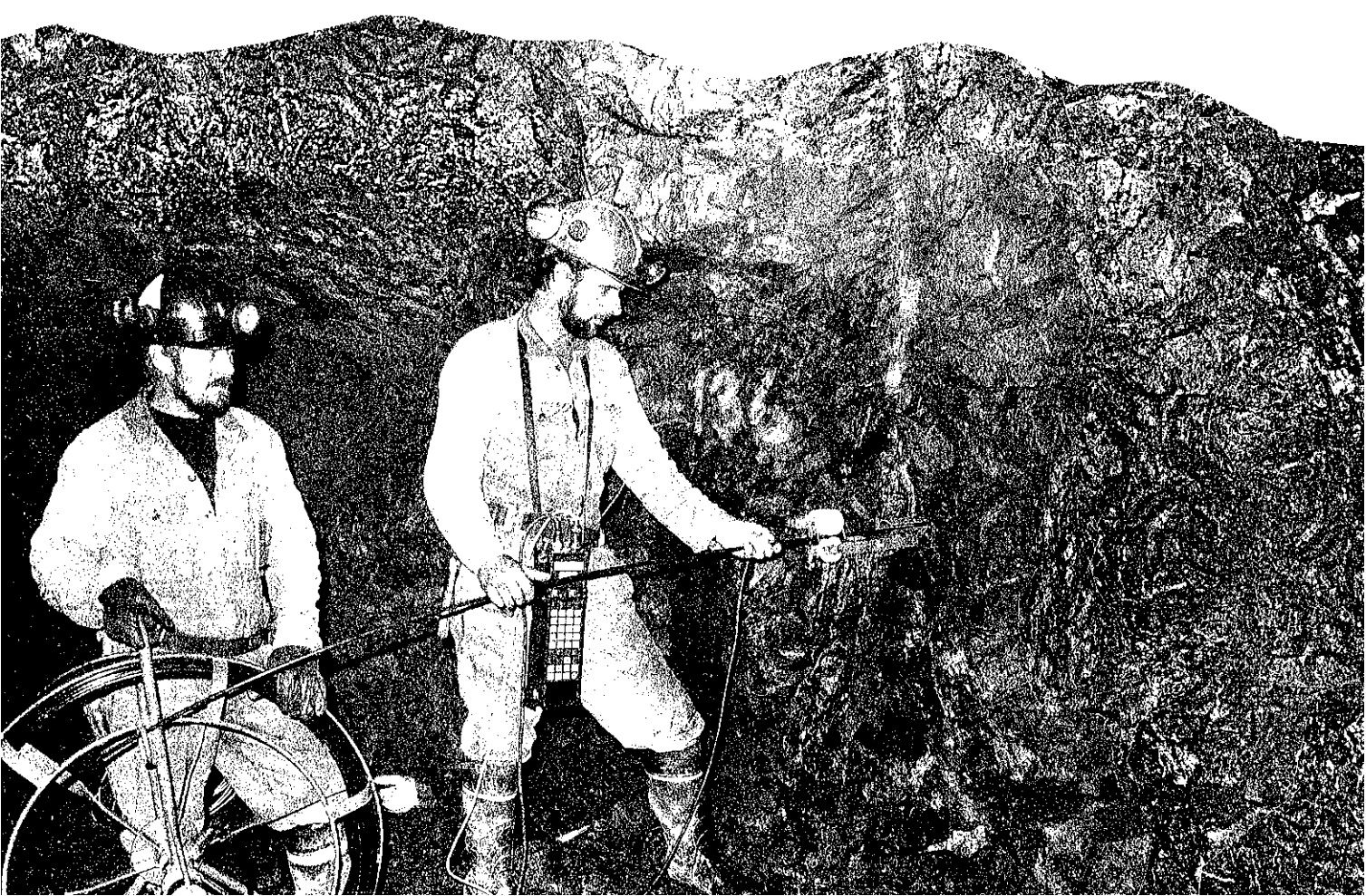
INSTRUMENTTIEN KEHITYS

PL 217

90101 OULU

Puh. (981) 227 660

Teleksi 32109 steel sf



Mineraalista tuotteeksi

SALAlla on laaja tuoteohjelma kaivos- ja rikastusteollisuuden eri käyttötarpeisiin. Tunnetuimpia tuotteita ovat pumput, magneettierottimet, vedenpoistoprosessien koneet sekä täydelliset moduurakenteiset rikastuskoneet, kuten SALA Caravan Mill.

Tänä päivänä taloudelliset näkökohdat ovat tärkeämpiä kuin koskaan ennen prosesseja ja varusteita valittaessa. SALAlla on tietämystä ja pitkäaikainen kokemus. SALA tarjoaa korkealaatuisia koneita, jotka takaavat laitoksen käyttövarmuuden ja taloudellisuuden.

SALA on kansainvälinen yritys, jolla on tytäryhtiöitä ja edustajia yli koko maailman. Tämän ansiosta asiakkaiden on helppo pitää yhteyttä laitetoimittajaan.

SALA

Ylinnä:

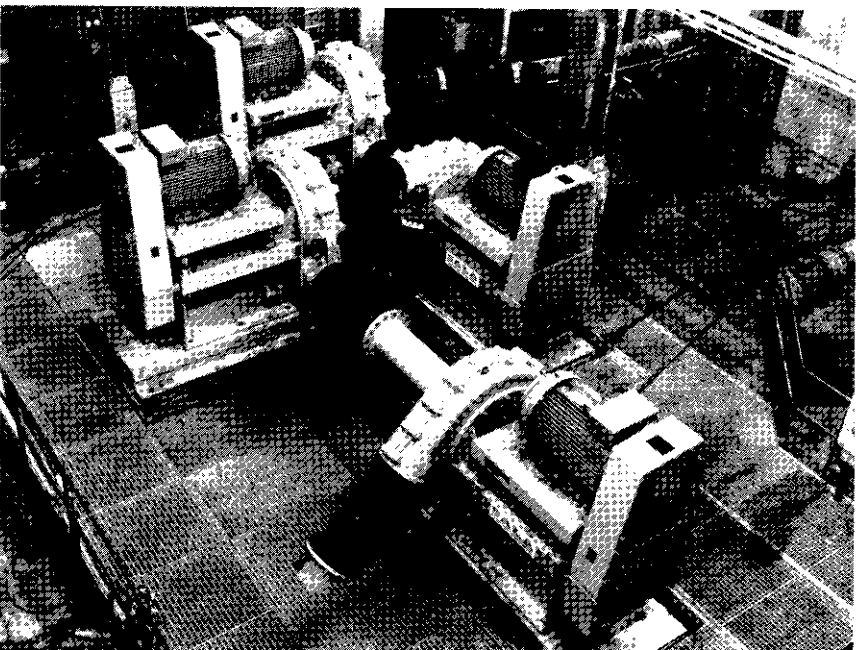
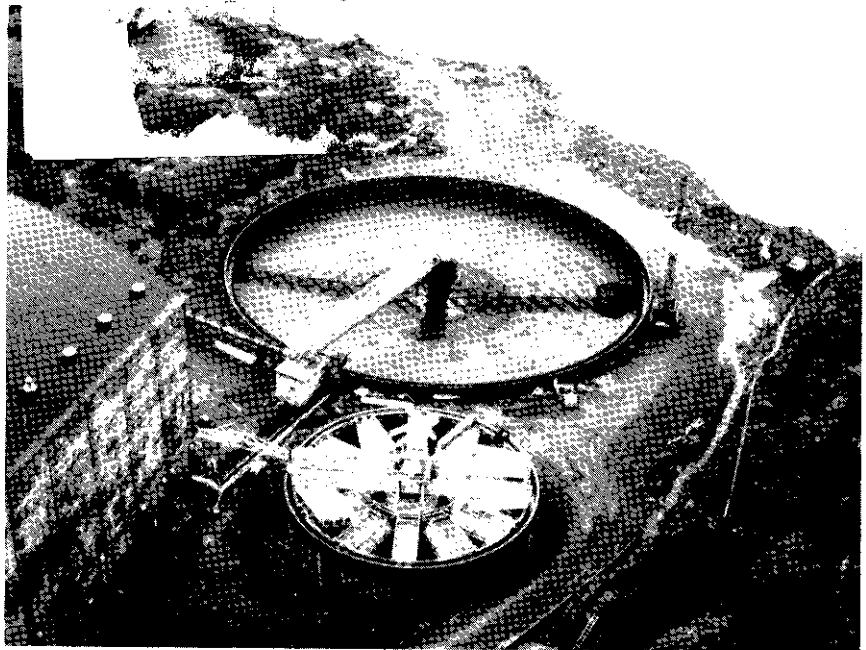
Kuva esittää kahta jätteen sakeutinta, jotka molemmat tekevät saman työn. Ylempi, konventionaalinen malli, on halkaisijaltaan 50 m. Sensijaan etualalla näkyvä SALAn lamellisakeutin on halkaisijaltaan vain 21 m. Sen kahdestatoista lamellipaketista syntyy yhteensä peräti 2980 m² selkeytys/sakeutuspinntaa - suurin lajissaan kaivosteollisuudessa. Lamellisakeutin on sitäpaitsi hinnaltaan edullisempi kuin konventionaalinen sakeutin.

Keskellä:

SALAn lamellisakeutin malli LTS 500 on markkinoiden suurin tehdastekoinen sakeutin. Se valmistetaan neljässä osassa, jotka liitetään yhteen paikan päällä. LTS 500 vastaa teholtaan sellaista konventionaalista sakeutinta, jonka halkaisija on noin 24 m. Lisäksi se on hinnaltaan edullisempi sakeutusneliometriä kohti.

Alinna:

Pumppuasema, jossa on SALA-lietepumppuja malli VASA HD. Ne siirtävät rikastamolta jätettä, jossa on 50 painoprosenttia kiintoainetta. Kapasiteetti on 21 m³/min. Kokonaispaine pumppujen jälkeen on 30 baria ja putkijohdon pituus 7 km. Pumppuja voi käyttää 9000 tuntia, ennenkuin kumivuorauksia tarvitsee vaihtaa.



TALLBERG

TALLBERG-SOFFCO TEKNIikka

Karapellontie 11, 02610 ESPOO 61, puh. (90) 594 011