

VUORITEOLLISUUS



N:o 1/1998
56. vuosikerta
ISSN 0042-9317

BERGSHANTERINGEN

Kaivos- ja metallurgia-alan ammattilehti - Facktidskrift för gruvindustri och metallurgi



Teknillisen korkeakoulun edeltäjä, Tekniska Realskolan, aloitti toimintansa tässä talossa, Litoniuksen talo, Aleksanterinkatu 50:ssä Helsingissä.

Julkaisija
**VUORIMIESTYHDISTYS -
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.**
PÄÄTOIMITTAJA
Prof. Jouko Härkki 08-553 2424
Oulun Yliopisto fax 08-553 2304
Prosessitekniiikan osasto
Linnanmaa
90570 OULU

TOIMITTAJA, T&K
DI Asko Vesanto 09-451 2788
Teknillinen korkeakoulu fax 09-451 2795
Materiaali- ja kalliotekniiikan laitos
02150 Espoo
TOIMITUS
L & B Forstén Öb Ay 019-2415604
PL 45 fax 019-2415453
10601 Tammisaari

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

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

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

DI Pekka Purra 09-421 2611
Outokumpu Harjavalta Metals Oy fax 09-421 2520
PL 89
02201 Espoo

DI Pertti Rantala 09-881 72 600
Filtermat Oy fax 09-881 72 601
PL 61
02271 Espoo

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

ILMOITUSPÄÄLLIKKÖ

Veikko Appelberg 09-421 3325
Vuorimiesyhdistys r.y. fax 09-421 2226
PL 27
02201 ESPOO

TUOTEUUTISET

Arni Kujala 09-4514989
PL 3000
02015 TKK

Ilmoitushinnat vuodelle 1998

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

LEHDEN ULKOASU: Leena Forstén

SISÄLTÖ

<i>Antti Mikkonen:</i> Kaivosten edunvalvonta ja tutkimus	5
<i>Bo-Eric Forstén:</i> Vuorimiehet nostalgisina	6
<i>Martti Sulonen:</i> Vuoritekniikan ja metallurgian opetuksen vaiheita ja henkilöitä teknillisessä korkeakoulussa	11
<i>Lauri Holappa:</i> Vuorimieskilta 50 vuotta	18
<i>Paavo Tennilä:</i> Suomen Valimotekninen yhdistys 50 vuotta	20
<i>Veikko Lindroos:</i> Väylän varrelta	27
<i>Bo-Eric Forstén:</i> Kivenpyörittäjien laboratorio 60 vuotta (Referaatti professori Heikki Niinin historiikista: 60 vuotta geologian ja geofysiikan opetusta insinööreille)	31
<i>Risto Pietilä, Kalevi Rasilainen:</i> Geologijaoston ekskursion pyriittivyöhykkeelle Espanjaan ja Portugaliin	32

T & K

<i>Esko Eloranta:</i> Käytetyn ydinpolttoaineen geologisen loppusijoituksen geofysiikasta	38
<i>Pekka Särkkä:</i> Kalliorakentamisen monet kasvot	45
<i>Harri Kuula, Matti Hakala:</i> Kovettuvan sivukivitäytteen mitoittaminen	52
<i>Veikko Heikkinen, Jussi Asteljoki:</i> Metallurgian tutkimustarve muuttuu - mitä haasteita tämä asettaa opetukselle	60

Ajankohtaista	66
Ohjeita kirjoittajille	67
Joukko Tosikkoja	69
Palveluhakemisto	70
In Memoriam	70
Jäsen uutisia	71
Vuorinaiset	73

Geologijaosto	74
Kaivosjaosto	75
Metallurgijaosto	76
Rikastus- ja prosessijaosto	78
Vuorimiespäivät 1998	78

VMY:n tutkimuslosteet, kirjat, julkaisut	80
--	----

Kansikuva: Bo-Eric Forstén

OSOITTEENMUUTOKSET:

Vuorimiesyhdistys, Bergsmannaföreningen r.y.
c/o Ulla-Riitta Lahtinen
Kaskilaaksontie 3 D 108, 02360 ESPOO

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen -lehden seuraava numero ilmestyy 3.6.1998. Siihen tarkoitettun **aineiston tulee olla toimituksella (L & B Forstén) viimeistään 15.4.1998.** T&K-aineisto Askon Vesannolle Otaniemeen.



HALLITUS 21.3.1997

DI Antti Mikkonen, puheenjohtaja 0108621339
Kemira Engineering Oy fax 0108621127
PL 330
00101 HELSINKI antti.mikkonen@kemira.com

TkT Juho Mäkinen, varapuheenjohtaja 09-421 2144
Outokumpu Oy fax 09-421 3890
PL 280
02201 ESPOO juho.makinen@outokumpu.fi

Prof. Jouko Härkki 08-553 2424
Oulun yliopisto fax 08-553 2304
Prosessitekniiikan laitos 040-521 5655
PL 444
90571 OULU jouko.harkki@oulu.fi

DI Eero Laatio 09-421 2613
Outokumpu Base Metals Oy fax 09-421 4321
PL 143
02201 ESPOO eero.laatio@outokumpu.fi

FL Lennart Laurén 020 455 6487
Partek Nordkalk Oy Ab fax 020 455 6038
21600 PARAINEN lennart.lauren@partek.fi

Prof. Markku Mäkelä 020 550 20
Geologian tutkimuskeskus fax 020 550 15
PL 96
02151 ESPOO markku.makela@gsf.fi

DI Tuula Purra 09-6180 2420
Teollisuuden Voima Oy fax 09-6180 2570
Mikonkatu 15 A
00100 HELSINKI tuula.purra@tvo.tvo.elisa.fi

TkT Peter Sandvik 08-849 2535
Rautaruukki Oy fax 08-849 2799
Raahe Steel
PL 93

92101 RAAHE peter.sandvik@rautaruukki.fi
DI Erkki Ström 09-4211
Outokumpu Copper Products Oy fax 09-421 3985
PL 144

02201 ESPOO erkki.strom@outokumpu.fi
DI Kalevi Taavitsainen 05-680 2200
Imatra Steel Oy Ab fax 05-680 2204
55100 IMATRA kht@imatrasteel.mailnet.fi

Ins Timo Vartiainen 05-668 811
Larox Oy fax 05-668 8277
PL 29 tvartiainen@larox.fi
53101 LAPPEENRANTA

YHDISTYKSEN RAHASTONHOITAJA

TkL Ulla-Riitta Lahtinen 09-813 4758
Kaskilaaksontie 3 D 108 fax (09-451 2795)
02360 ESPOO 049 - 456 195
ulla-riitta.lahtinen@hut.fi

YDISTYKSEN PÄÄSIHTEERI

DI Veikko Appelberg 09-421 3325
Vuorimiesyhdistys R.y. fax 09-421 2226
PL 27 040-521 2761
02201 ESPOO veikko.appelberg@outokumpu.com

Geologiajaosto

FT Pekka Nurmi, puheenjohtaja 020 550 2325
Geologian tutkimuskeskus fax 020 550 12
PL 96
02151 ESPOO pekka.nurmi@gsf.fi
DI Jaana Lohva, sihteeri 020 550 2309
Geologian tutkimuskeskus fax 020 550 12
PL 96
02151 ESPOO jaana.lohva@gsf.fi

Kaivosjaosto

DI Tero Vierros, puheenjohtaja 020 544 4630
Tamrock Oy fax 020 544 4601
PL 100 0400-453 805
33311 TAMPERE tero.vierros@tamrock.fi
DI Kari Kokkonen, sihteeri 09-878 7134
Suomen Rakennuskone Oy fax 09-8787166
Juhanylantie 2
01740 VANTAA

Rikastus- ja prosessijaosto

DI Seppo Lähteenmäki, puheenjohtaja 08-769 6111
Outokumpu Finnmines Oy fax 08-780 404
Pyhäsalmen kaivos
PL 51
86801 PYHÄSALMI seppo.lahtenmaki@outokumpu.fi
Pirjo Kuula-Väisänen, sihteeri 03-365 2897
Tampereen teknillinen korkeakoulu fax 03-365 2884
PL 600
33191 TAMPERE pirjo.kuula-vaisanen@cc.tut.fi

Metallurgijaosto

DI Erkki Ristimäki, puheenjohtaja 019-221 4100
Fundia Wire Oy Ab fax 019-221 4150
10820 LAPPOHJA erkki.ristimaki@fundia.fi
DI Arto Mustonen, sihteeri 02-428 5252
Fundia Wire Oy Ab fax 02-428 5149
25900 TAALINTEHDAS arto.mustonen@fundia.fi

Tutkimusvaltuuskunta

Prof. Kari Heiskanen,
tutkimusjohtokunnan puheenjohtaja 09-451 2789
Teknillinen korkeakoulu fax 09-451 2795
Materiaali- ja kalliotekniiikan laitos
PL 6200
02015 TKK kari.heiskanen@hut.fi

Geologinen toimikunta

TkT Ilmo Kukkonen, puheenjohtaja 020 550 20
Geologian tutkimuskeskus fax 020 550 12
PL 96
02151 ESPOO ilmo.kukkonen@gsf.fi

Kaivosteknillinen toimikunta

DI Matti Pulkkinen, puheenjohtaja 020 544 4130
Tamrock Oy fax 020 544 4596
PL 100
33311 TAMPERE matti.pulkkinen@tamrock.fi

Rikastusteknillinen toimikunta

DI Kauko Ingerttilä, puheenjohtaja 013-557 2801
VTT Mineraalitekniikan fax 013-557 5557
laboratorio
83500 OUTOKUMPU kauko.ingerttila@vtt.fi

Kun on edelläkävijä tehokkuudessa, voi olla **edelläkävijä** myös ympäristöasioissa.



Rautaruukin määrätietoinen kehitystyö on tehnyt siitä yhden Euroopan tehokkaimista teräsyhtiöistä. Tuottavuudeltaan, energiankäytöltään ja toimituskyvyltään.

Sama määrätietoisuus koskee ympäristöasioitakin. Rautaruukin Raahen terästehdas on ensimmäisenä integroituna terästehtaana Euroopassa saanut ympäristöjärjestelmälleen ISO 14001- sekä EU:n EMAS-sertifioinnin. Myös tytäryhtiöillämme, Fundialla Norjassa ja pian myös Rannila Steelin tehtaalla Suomessa, on ISO 14001.

Mitä tehokkaammin yritys toimii, sitä paremmin se voi hoitaa myös tärkeät ympäristöasiat.

Niin kuin Rautaruukki tekee. Usein ensimmäisenä.



Teräs on 100 %:sti kierrätettävä. Siitä tehdyt tuotteet voidaan valmistaa aina uudelleen teräkseksi. Luontoon jäädessäänkin teräs hajooa jättämättä terveydelle vaarallisia aineita.

 **RAUTARUUKKI**
Luonnollisesti teräs.



**PÄÄKIRJOITUS
LEDANDE ARTIKEL**

Kaivosten edun- valvonta ja tutkimus

KAIVOSTOIMINNAN TOIMINTAYMPÄRISTÖ muuttuu jatkuvasti. Pinnalla on viime vuosina ollut eritoten kehittyvä ympäristölainsäädäntö - oma suomilähtöinen sekä EU-säädöksiä soveltava. Myös kaivoslaki, turvallisuusasiat, materiaalivirtojen ohjailu, kaivosten varusrakenne, energiakysymykset, tutkimuksen organisointi ja tuki, alan koulutus ja muu hallinto muuttuvat ja tarkentuvat.

80-LUVUN ALUSSA lähinnä ympäristöasioiden noustessa hallitsemaan keskustelua Vuorimiesyhdistyksessä tutkimusvaltuuskunnan aktiviteettia suunnattiin myös alan yhteisten intressien valvontaan. Tämä ei ollut mitään iloista reiviirin laajentamista, vaan välttämätöntä siksi, ettei uusia esiin nousevia kysymyksiä mikään muu taho Suomessa tehokkaasti malminetsinnän ja kaivostyön osalta hoida ja valvo - vielä tänäänkään. Sittemmin esimerkiksi tutkimusvaltuuskunnan ympäristöryhmä on taitavalla toiminnallaan pystynyt ratkaisevasti vaikuttamaan useisiin alan toimintaedellytyksiä koskeviin määräyksiin.

LAINSÄÄDÄNNÖN INTEGROITUESSA eurooppalaiseen hallintokokonaisuuteen käy tilanteen seuraaminen ja siihen vaikuttaminen entistä monimutkaisemmaksi. Vaikuttamisen paikka on yhä useammin Suomen ulkopuolella. EU:ssa on mahdollista vaikuttaa vain EU-organisaatioiden sisältä, mihin ei Vuorimiesyhdistyksen kaltaisilla henkilöjäsenyhdistyksillä ole sijaa. Yhdistyksen piirissä onkin herätetty keskusteltavaksi kysymys kaivostoiminnan edunvalvonnan järjestämisestä Suomessa uudelleen, jämäkästi ja pitkällä aikavälillä.

MYÖS TUTKIMUKSEN YMPÄRISTÖ on muuttunut ja muuttuu. Suomen julkinen teknisen tutkimuksen rahoitus on entisestään huomattavasti keskittyneempää. Hankkeiden koko ja kustannukset ovat moninkertaistuneet ja yhteistutkimuksia juostaan kasaan suoraan yritysten kesken ja usein valtakunnan rajat ylittäen. EU:n jäsenmaksueuroja liikkuu myös viljalti eurooppalaisissa julkisissa tutkimusrahavirroissa. Tuli-

siko Vuorimiesyhdistyksen pyrkiä vastaamaan tähän muutokseen ja osallistua omalla organisaatiollaan eurooppalaistuvaan kaivosalan tuikimukseen vaikeo mieluummin osaltaan tukea alan yritysten organisoitumista suoraan kansainväliseen yhteistyöhön ja tutkimukseen?

METALLURGISEN TEOLLISUUDEN OSALTA edunvalvonta on hoidettu omien, Metalliteollisuuden Keskusliittoon kuuluvien toimialaryhmien avulla, samoin on asianlaita vuoriteollisuuden laitevalmistajien kohdalla. Myös kaivosten edunvalvonta ja mittavampi yhteistutkimus on mahdollista organisoida teollisuusjärjestöihin, esim. Metalliteollisuuden Keskusliittoon, johon suurin osa tutkimusvaltuuskunnan jäsenyrityksistä jo kuuluu. On varmasti löydettävissä yhteistyömalli, jonka avulla myös kemian- ja rakennusalan teollisuusliittojen jäsenyrityksemme saadaan tämän toiminnan piiriin. Yritysten muodostaman toimialaryhmän avulla kaivosteollisuus voisi myös liittyä euroorganisaatioihin sekä vaikuttaa ja osallistua alansa EU-edunvalvontaan ja tutkimukseen. Toimialaryhmän ohjaaminen voisi tapahtua Vuorimiesyhdistyksen tutkimusvaltuuskunnan yritysjäsenten valitsemien asiantuntijaryhmien eli toimikuntien avulla. Perinteisen pohjoismaisen tutkimusyhteistyön toimenkuvaa voitaisiin tarkentaa myös jaostojen suuntaan.

KAIVOSTYÖN edunvalvonnan ja tutkimusvaltuuskunnan roolin uudelleenarviointi ja -organisointi on ajankohtainen asia ja ensisijaisesti tutkimusjäsenyritysten intressi. Vuorimiesyhdistyksellä henkilöjäsenyrityksenä sinänsä ei sen osalta ole vahvaa omaa politiikkaa vaan yhdistys tulee myötävaikuttamaan uudistuksen toteuttamiseen kun tutkimusvaltuuskunta, jolla pallo on, haluaa sitä pelattavan kansainvälisemmällä kentällä. □

Antti Mikkonen

Vuorimiehet nostalgisina

TEKSTI BO-ERIC FORSTÉN KUVAT LEENA FORSTÉN

Vuorimiehille viime syksy oli yhtä juurten etsintää. Niitä kaivettiin montaa eri tietä. Metallij- ja materiaaliopin laboratorio avasi juhlasuman järjestämällä lokakuussa 50-vuotisjuhlaseminaarin Dipolissa. Kuukautta myöhemmin oli koko Materiaali- ja kalliotekniikan osaston vuoro marssittaa juhluvieraita Otaniemeen 50-vuotissynttäreille. Insinööritekniikan ja geofysiikan laboratorio nokitti 10 vuotta pitämällä omat 60-vuotisjuhlaesitelmänsä samana päivänä. Illalla vuorimiehillä oli vielä tilaisuus muistojen verratamiseen Killan kattaessa pöydän koreaksi oman aikuistumisensa merkiksi. Eikä siinä kaikki. Lähisukulaisten, Suomen valimotekniikan yhdistyksen merkkipäivä osui niinkään syksyyn. Juhlajoista ja niiden historiasta enemmän lehden muilla sivuilla, tässä keskitytään Materiaali- ja kalliotekniikan (o.s. Vuoriteollisuus) osaston seminaariin.

Perjantaina 23.11. Dipolissa oli aamusta lähtien suuren vuorimiesjuhlan tuntoa. Osanottajia, yhteensä neljättä sataa, ilmaantui kaukaa, jopa Kehä III:n takaa.

Ottamalla vieraat omakätisesti vastaan päivän isäntä, *Kaj Lilius* loi tapahtumalle leppoisan ilmapiirin ja puhesoina aamukahvin aikana nousi desibelitasolle, joka todisti, että yhteinen sävel oli löytynyt.



Rehtori Paavo Uronen

Seminaarin avauksen suoritti Teknillisen Korkeakoulun rehtori *Paavo Uronen*, joka myös istui kustoksena koko aamupäivän ajan.

Avaussanoissaan rehtori Uronen totesi, että 50 vuotta teknistä tukimustyötä on Suomen oloissa kohtuullisen pitkä aika ja muistutti samalla, että TKK täyttää 150 vuotta ensi vuonna.

Emeritus professori *Martti Sulonen* todisti kuitenkin esitelmässään vakuuttavasti, että vuoriteknikka on ollut oppiaineena mukana melkein alusta lähtien. Kuten muutkin historioitsijat (*Lindroos* ja *Niini*) hän palasi 1840-luvulle ja Tekniska Realskolan'iin Aleksanterinkadulle. Siitä kaikki alkoi. Juhlayleisölle kävi ilmi, että vuoriteollisuuden puolestapuhujien joukosta on syytä muistaa

mm. nimet *Wahlfors*, *Solitander*, *Tigerstedt*, *Sarlin*, *Krohn*, *Aschan*, *Gylling*, *Ramsay*, *Frosterus*, *Väyrynen*, *Aartovaara* ja *Laitakari*. Erikoismaininnan professori *Sulonen* antoi *Enoch Hjälmar Furuholmille*, joka jo vuonna 1881 oli perustamassa "Suomalaista vuorimiesyhdistystä".

Vuonna 1948, vuosi vuoriteollisuusosaston perustamisen jälkeen, *Martti Sulonen* valmistui diplomi-insinööriksi ja on siitä lähtien läheltä seurannut osaston eri vaiheita. Hänen katsauksessaan esittämänsä mielipiteet heijastavat siten hyvin osaston sisäisiä ajatuksia kussakin tilanteessa.

Pohtiessaan osaston vuonna 1987 tahtuneen nimenmuutoksen mahdolli-



Vuorineuvos Jyrki Juusela



Professorit *Veikko Lindroos* (vas) ja *Martti Sulonen*.



Päivän isäntä, professori Kaj Lilius.

sia negatiivisia imagovaikutuksia hän antoi virikkeen päivän keskeiselle puheenaiheelle: "Miten vuorimiehen arvostusta voitaisiin nostaa".

Seuraava puhuja, Outukummun toimitusjohtaja vuorineuvos Jyrki Juusela tunnustautui heti perään tosi vuorimieheksi: "Minulle vuoriosasto on vuoriosasto ja sellaisena pysyy", totesi hän muistellessaan osastoa, joka oli hänelle kuin toinen koti opiskeluaikana.

Esitelmässään, jonka aiheena oli "Teollisuuden ja korkeakoulujen yhteistyön merkitys" hän kävi läpi Suomen nykyaikaisen vuoriteollisuuden kehitysvaiheita ja niiden synnyttämää vuorovaikutusta yritysten ja opintajohdon välillä.

Hän ilmaisi huolensa alan heikon tunnettavuuden ja arvostuksen johdosta, mutta vakuutti samalla, että Suomen perusteollisuus on erittäin kilpailukykyinen ja voimakkaassa nousussa.

Mitä yhteistyön parantamiseen tulee hän otti teollisuuden piikkiin sen, että yritysten pitäisi kertoa tarpeensa ja aikensa paremmin kuin tähän asti. Vastapuolelta hän taas peräänkuulutti selityksiä siihen miksi opiskeluaajat ovat vinyneet huomattavan pitkiksi.

Professori Kaj Lilius lohdutti kysyjää suoralta kädeltä toteamalla, että 1970- ja 1980-lukujen alamäki on talttunut. Nyt valtaosa osaston opiskelijoista valmistuu 5-5,5 vuodessa.

GTK:n ylijohtajan Raimo Matikaisen osana oli valaista kaivostoiminnan ja kalliorakentamisen tulevaisuutta Suomessa. Hän totesi voimakkaan muutosprosessin olevan käynnissä alan kaikilla rintamilla.

Malminetsinnässä tekniikka on kehittyneet ja suomalaisten suuryhtiöiden rinnalle on ilmestynyt ulkomaisia kilpailijoita, jotka pääasiallisesti etsivät kultaa



Professori Lauri Holappa (vas) ja johtaja Heikki Rusila.



Ylijohtaja Raimo Matikainen

ja timantteja. Nämä yritykset hakevat rahoituksensa kansainvälisiltä markkinoilta ja niiden toimintatavat poikkeavat siitä mihin meillä on totuttu.

Suomen malli, jossa GTK:lla on johtava rooli, on maailmalla melko harvainen. GTK:n organisaatio on uudistettu uutta tilannetta vastaavaksi ja toiminta jatkuu. Toinen toimintaan vaikuttava seikka on päätöksenteko EU:n puitteisissa. Esimerkiksi Natura-ohjelman vaikutukset Pohjois-Suomen malminetsinnälle eivät vielä ole arvioitavissa.

Kaivostoiminnassa taas painopiste on siirtynyt perusmalmimetalleista mineraalituotantoon.

Kiviteollisuus on kansainvälisesti kasvava ala. Vuolukiven ja graniitin vienti on kasvanut huomattavasti viimeisten kymmenen vuoden aikana. Varsinkin suomalaiselle graniitille voi povata tulevaisuutta. Menestyksen saavuttaminen vaatii kuitenkin sekä paneutumista että panostusta tähän erikoisalaan.

Toisena tulevaisuuden innovaation kohteena professori Matikainen mainitsi turpeen tuotannon.

Kalliorakentaminen keskittyy vuoros-

taan yhä enemmän pääkaupunkiseudulle ja yleensä taajamiin. Kolme suomalaista urakoitsijaa on pysynyt hengissä lähinnä Ruotsin markkinoiden avulla.

Professori Matikaisen mukaan kalliorakentamisessa on nyt täysi vauhti päällä. Ympäristö ja turvallisuuskysymykset ovat tämän teollisuudenhaaran kohdalla nousseet keskeisiksi. Kuten kaivosteollisuuskin ala kansainvälistyy koko ajan.

Myös alan koulutus on vastaavasti mennyt kansainväliseen suuntaan. Suuri osa opiskeluista suoritetaan tänään englanninkielellä.

Ylijohtaja Raimo Matikainen kertoi uskovansa vakaasti suomalaisten kykyihin sopeutua jatkuvasti muuttuviin olosuhteisiin ja sanoi katsovansa positiivisesti tulevaisuuteen.

Johtaja Heikki Rusila Rautaruukista päätti aamupäivän istunnon esitelmälään "Terästeollisuuden tulevaisuuden strategiat".

Markkinoiden painopisteen siirtymisen, alueelliset taloussuojelut, ympäristöarvot, terästeollisuuden rakenne muutokset ja uusi teknologia ovat kaikki lisämausteita teräsyhtiön strategia-suunnittelijan arjessa. Energian kulutuksen minimoiminen sekä työn tuottavuuden ja yhtiön kustannustehokkuuden nostaminen integroidun valmistusprosessin avulla ovat kuitenkin tulevaisuudessakin varmoja kortteja. Jatkuvan tuotekehityksen voimallisuuden on autonvalmistajien pyrkimykset vähentää autojen painoa ja ennusteet, jotka lupaavat teräksen kulutuksen jatkuvaa kasvua pitävät teräsmiesten mielellä virkeinä.



*Panelistit vasemmalta:
Juho Mäkinen, Peter Sandvik, Jyrki Noponen, Markku Mannerkoski, Jorma Kempainen, Veikko Heikkinen, Lauri Holappa, Jorma Kivilahti, Anne Ahkola-Lehtinen ja Kari Tähtinen.*

*Teemaseminaari,
"Kaivostekniikasta yhteiskunnalliseen vastuuseen" kymmästi kuulijoita.*

Metallurgit ja elektroniikka

Iltapäiväksi metallurgit jätettiin isoon saliin maailmaa parantamaan kaivosmiesten vetäytyessä juhlimaan 60-vuotissynttäreitä omassa piirissään professori Pekka Särkän johdolla. Rikastus- ja prosessimiehet viettivät puolestaan iltapäivänsä kierrätyksen merkeissä. Me jäimme kuuntelemaan metallurgien paneelia.

Paneelin puheenjohtaja, VTT:n pääjohtaja Markku Mannerkoski oli saanut keskustelukumppaneikseen Peter Sandvikin, Rautaruukki, Kari Tähtisen, Imatra Steel, Jorma Kempaisen, Outokumpu Steel, Juho Mäkisen, Outokumpu, Jorma Kivilahden, TKK, Veikko Heikkinen, Rautaruukki, Anne Ahkola-Lehtinen, Fundia Wire, Lauri Holapan, TKK, sekä teekkari Jyrki Noposen.

Verryytelyn aikana jokaisella paneelin jäsenellä oli mahdollisuus lyhyesti esittää omia näkemyksiään. Niin kaikki innolla tekivätkin paitsi vuorimiehenäku, teekkari Jyrki Noponen. Hän keskittyi omiin koiriin, jotka pari päivää aikaisemmin olivat purreet salakavalasti teekkareiden omassa tiedostuslehdessä Nyytisissä julkaisemalla harhaanjohtavan jutun valmistuneiden vuorimiesten työllisyystilanteesta. "Miten minä voin kertoa fuxeille, että metallurgia kannattaa kun samanaikaisesti lehdessä kirjoitetaan, ettei heille löydy töitä", valitti Jyrki.

Metallurgian statuksesta opintoaineena tulikin jälleen kerran keskeinen puheenaihe. Yhtä mieltä oltiin siitä, että metallurgia on high tech'iä siinä missä



muutkin alat. Joukolla mietittiin miten saada metallurgian arvostus samalle tasolle kuin elektroniikan.

Varsinkin sähkömieheksi siirtyneen metallurgin, elektroniikan materiaali- ja valmistustekniikan professori, Jorma Kivilahden mielipiteitä kyseltiin ahkerasti. Professori Kivilahti oli alustukseensa esittänyt kolmion, jonka ylimmässä kärjessä oli materiaalien fysiikka ja alakulmissa materiaalien kemia ja materiaalien mekaniikka. Samalla hän totesi, että metallurgia toimii eri tasoilla; makro, mikro ja nano. Kuulijakunta otti mieliihyvin vastaan toteamuksen, että elektroniikassa on sähkön lisäksi kysymys siitä miten metallit ja muut materiaalit toimivat yhdessä ja että mikro- ja nanometallurgia mitä suurimmassa määrin ovat elektroniikkaa.

Corenso Oy:n toimitusjohtaja, Pekka Harkki puhui kierrätyksestä mekaanisessa prosessiteollisuudessa.



Materiaali- ja kalliotekniikan osaston 50-vuotisjublaseminaari pidettiin marraskuussa 1997 Dipolissa Espoossa.

Yleisön keskuudesta huomautettiin, ettei elektroniikka ole muuta kuin materiaalioppia ja kokoonpanoa.

Paneelissa istuneen Kari Tähtisen mielestä metallurgian ja elektroniikan yhteenkuuluvuutta pitäisi tuoda paremmin esille materiaaliosuutta painottamalla. Hän huomautti, että huoli metallurgien koulutuksesta ja riittävydestä on perinteisesti sysätty perusteellisuuden niskoille, kun elektroniikkateollisuus

voisi hyvin kantaa osavastuun näiden talkoiden onnistumisesta. "Tänä päivänä yritykset etsivät jatkuvasti elektroniikan asiantuntijoita, mutta missään ei kerrota, että myös metallurgit voivat tulla kysymykseen", Kari Tähtinen totesi.

Kärjistetyssä yleisöpuheenvuorossa teollisuus sai kritiikkiä rekrytointitoiminnastaan.

"Puhutaan kyllä kauniisti siitä kuinka

metallurgeja tarvitaan, mutta sitten lehdessä haetaan kuitenkin diplomi-insinööriä, joka on nykYTEKNIikkaa hallitseva vihreä merkonomi.

Jorma Kemppainen vakuutti, ettei teollisuus halua vihreää merkonomia metallurgin tilalle. Materiaalitekniikan osuutta pitää nostaa esille ja tehdä tunnetuksi.

Yhtä mieltä oltiin siitä, että metallurgin pitää osata automaation perusteet. Professori Kivilahti totesi, että on helppompaa tehdä metallurgista sähkömiehen kuin elektroniikkamiehenä metallurgi.

Keskusteluun mahtui silti muutakin kuin pyrkimys parantaa metallurgian imagoa Suomessa. Uuden teknologian ja asiakaspalvelun merkitystä ja itämarkkinoiden avautumistakaan ei unohdettu.

Kansainvälistymisestä Veikko Heikkinen totesi, ettei ekskursio Ruotsiin enää riitä. Taloon tulleiden joukosta erottautuvat edukseen he, jotka ovat osallistuneet kansainväliseen koulutukseen. Suositus voisi olla, että metallurgi suorittaa esimerkiksi neljäsoosan opiskeluitaan ulkomailla.

Iltapäivän keskustelun pohjalta ulkopuolisen tarkkailijan mielessä syntyi käsitys, että metallurgien suurin haaste uuden vuosituhatosen kynnyksellä taitaa olla kadonneen itsetunnon uudelleen löytäminen. □





Seminaari '98

Kaivosohjelmistojen mahdollisuudet
Helsinki
Maaliskuu 26, 1998

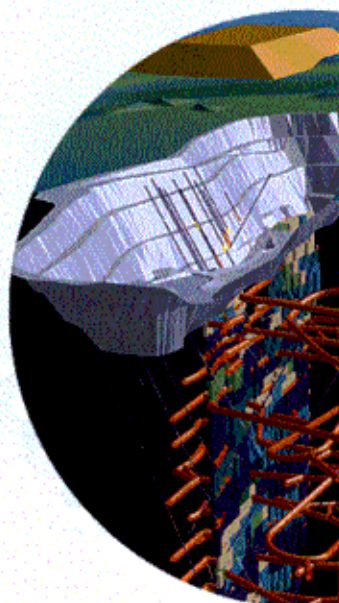


Surpac Software International ja Gridpoint Finland järjestävät seminaarin **Surpac2000** geologisen mallinnus & kaivossuunnitteluohjelmiston käytöstä kaivos-, kallio- ja maarakennus- sekä ympäristönsuojelusuunnittelussa.

Ilmoittautumiset 12.3.1998 mennessä Gridpoint Finland.
Tilaisuus on maksuton.

Lisätietoa seminaarista ja esitelmistä antaa Pauli Syrjänen, Gridpoint tai www.gridpoint.fi.

Gridpoint Finland Oy
Lauttasaarentie 48 B, 00200 HELSINKI
Puh. (09) 621 7705 Fax (09) 6823 0322
Sähköposti: gridpoint@gridpoint.fi Kotisivu: www.gridpoint.fi



Surpac2000 Pitkälle kehitetty malmiarvio- ja kaivostuotantojärjestelmä maailman johtavalta kaivosohjelmistojen toimittajalta

Maa- ja kalliorakentamisen- sekä tutkimustuotteiden asiantuntija.



Kallion ja maan tukemiseen

ISCHEBECK - injektoitavat porapaalut ja ankkurit
Split Set - kalliopultit

Kallio- ja maaporaukseen

Kotimaiset ROBIT nastaterät

Geofysiikan- ja kalliomekaniikan mittalaitteet

SCINTREX -geofysiikan mittalaitteet
INTERFELS - kalliomekaniikan mittalaitteet
MALÅ GeoScience - maatulvat

MIRANET OY
HUHTAKOUKKU 3, 02340 ESPOO, FINLAND
TEL +358-(0)9-801 9671, FAX +358-(0)9-813 3415

Vuoritekniikan ja metallurgian opetuksen vaiheita ja henkilöitä teknillisessä korkeakoulussa

MARTTI SULONEN, PROFESSORI EMERITUS, TEKNILLINEN KORKEAKOULU, MATERIAALIEN MUOKKAUKSEN JA LÄMPÖKÄSITTELYN LABORATORIO, OTANIEMI

Teknillinen korkeakoulu juontaa alkunsa Helsingin Teknillisestä reaalikoulusta, jonka toiminnan aloittamisesta ensi vuonna tulee 150 vuotta. Turkuun ja Vaasaan samaan aikaan, mutta hieman käytännön läheisimmin ohjelmin perustettujen koulujen ohella se oli maassamme ensimmäinen tekniikan opinahjo. Aikaisemmin oli vain melko alkeellisia ns. sunnuntaikouluja.

Helsingin Teknillinen reaalikoulu sijaitti perustamisestaan lähtien Aleksanterinkatu 50:ssä verhoilijamestari Litoniuksen talossa, joka on vieläkin paikallaan nykyisen Keskuskadun ja Aleksanterinkadun kulmassa. Ja samassa paikassa jatkoi Polyteknillinen koulu, joksi Teknillinen reaalikoulu muuttui 1872. Oman talon se sai 1877 Hietalahdentorin laitaan. Kahta vuotta myöhemmin Polyteknillisestä koulusta tuli Polyteknillinen opisto. Sen katsottiin silloin tasoltaan vastaavan ulkomaisia oppilaitoksia.

Vuoriteollisuuden kaipaamia ammattimiehiä ei Teknillinen reaalikoulu tuottanut, joskin käytännöllisen kemian opetukseen liittyi mineralogian alkeita. Vuoriantalantietoja hankittiinkin opiskelemalla ulkomailta, etenkin Ruotsissa ja Saksassa. Lisäksi Suomeen tuli ja tuotettiin alan ammattimiehiä. Näin järjestyvää koulutusta asiasta päättävät korkeat viranomaiset pitivät aivan riittävänä ja kustannuksiltaan siedettävänä.

Opetuksen ensiaskelaita

Vuoriteollisuuden edustajia opetuksen tila ei kuitenkaan tyydyttänyt, ja 1856 koolla olleet Vuoripäivät esittivät toivomuksen, että Tampereelle, joka oli nopeasti kehityksensä monialaiseksi teollisuuskeskukseksi, perustettaisiin korkeampi teknologinen oppilaitos. Se antaisi opetusta käytännöllisessä vuorimiestoimessa ja muillakin teollisuuden aloilla. Tampereella oli tuolloin toimin-

nassa mm. masuunilaitos, josta myöhemmin syntyi Tampereen Pellava- ja Rautateollisuus Oy (Tammerfors Linne- och Jernmanufaktur AB) eli nykyinen Tampella. Ehdotus ei kuitenkaan johtanut tulokseen.

Sanonta "käytännöllisessä vuorimiestoimessa" saattaa viitata siihen, että Helsingin yliopisto oli 1852 saanut mineralogian ja geognosian (geologian) professorin viran - itse asiassa näitä aineita oli jossain määrin opetettu jo edeltävän sadan vuoden aikana Turun Akatemiassa ja Helsingin yliopistossa fysiikan ja lääketieteen yhteydessä. 1860-luvun alkupuolelta lähtien Helsingin yliopistossa voitiin suorittaa myös vuoritutkinto, "bergsexamen". Tämän tutkinnon suorittaneista, jotka toimivat eräissä Vuorihallituksen viroissa, käytettiin vuori-insinöörin nimitystä.

Vuoritutkinto lienee ollut sen vuoritieteen virkatutkinnon edeltävä, josta säädetään Helsingin yliopistosta 1892 annetulla asetuksella. Tutkinto näyttää säilyneen yliopiston ohjelmissa aina vuoteen 1953 asti. Se sisälsi mineralogian, matematiikkaa, metallurgiaa, kairauslainsäädäntöä ja kansantaloutta. Tuskin monikaan vuorimies on ollut tietoinen tällaisen kilpailevan opetuksen olemassaolosta.

Teknillisen reaalikoulun muuttuessa Polyteknilliseksi kouluksi alkoi myös mineralogian ja geologian opetus. Sitä opetti fil.maist. H.A. Wahlfors. Muutos Polyteknilliseksi opistoksi 1879 liitti ohjelmaan myös metallurgian, jonka ope-

Mineralogi och geognosi.
Bergsingeniör Solittander.
 I. Föredrag 2 tim. i veckan. Obligat. för 2:dra årskursen af samtliga fackskolor.
 De kristallografiska systemen åskådliggjorda genom en derför lämpad kristallsamling. Förevisning och beskrifning af de mineralier, som konstituerar bergarterna samt af några andra i tekniskt hänseende viktiga mineral. Bergarterna inom primära formationen i Finland, öfversigtligt framställda; samt likaså en allmän behandling af den kvartära formationen och dess utbredning i landet.
 II. Föredrag 2 tim., öfningar 2 tim. i veckan. Obligat. för 3:de årskursen af fackskolan i kemisk teknologi.
 Genomgående af mineralkabinettets samling af mineralier med ledning af en deröfver upprättad katalog, hvarvid mineraliernas kristallografiska och öfriga fysiska egenskaper särskildt beaktas. Mineralkabinettets bergartsamling genomgås likaså och bergarternas sammansättningsriska geologin behandlas hufvudsakligen endast den archaiska och kvartära formationen, hvaremot en särskild uppmärksamhet ägnas den tekniska geologin, afseende bergarternas och mineraliernas praktiska nytta och användning.
 Praktiska öfningar i bestämning af mineralier och bergarter. Utförande af något slippof, samt, på våren, exkursioner i trakten af staden. Litteraturanvisning.

Metallurgi.

Bergsingeniör Solittander.
 2 tim. i veckan. Obligat. för 4:de årskursen af fackskolorna i kemisk teknologi och maskinbyggnad.
 Bränslat och blodsten samt öfversigt af och myrmalmer, magnetit och deras förekomst. Beskrifning af några jernmalmer och deras urformation och framställning af olika brytningssätt. Tillverkning af harkjern vid blästerverken i Finland samt harkjernsmidet, dess uppkomst, utveckling och närvarande ståndpunkt i landet. Malmernas rostning. Tackjernet och masugnprocessen; tackjernsgjutning; hardsmide i tysk-, lancashire-, franchcomto- och vallonhårdpuddling; pakettering och vällning; bessemer; öfriga götjernsmetoder. Hammarverk och valsverk; Jernets egenskaper och olika jernsorter. Litteratur.

Kuva 1. Mineralogian ja geognosian (geologian) sekä metallurgian opinto-ohjelmat Polyteknillisessä opistossa lukuvuodelle 1884-85.

Fig. 1. Programs of mineralogy and geognosy (geology) and metallurgy in the Polytechnic College for the study year 1884-85.

tusta samoin kuin mineralogian ja geologiankin, ryhtyi ylimääräisen opettajan toimessa 1880 hoitamaan fil.maist. vuori-ins. Carl Probus Solitander, **kuva 1**.

Vuoriteollisuuden yhteisten intressien ajamisen noihin aikoihin havaitsi tärkeäksi Teollisuushallituksen vuori-intendentti Enoch Hj. Furuhjelm, joka 1881 teki ehdotuksen "Suomalaisen vuorimiesyhdistyksen" perustamiseksi. Toeutumistaan ehdotus tosin sai odottaa aina vuoteen 1943 asti. Ja että tunnettiin tarvetta metallurgian opetuksen laajentamiseen osoittaa se, että Kuopion teollisuuskouluun 1889 perustettiin metallurginen osasto, opettajana ins. Gustaf Abrahamsson (Aartovaara). V. 1901 julkaistiin hänen kirjoittamansa oppikirja "Raudan valmistuksesta".

Solitanderin erottua 1888 Polyteknillisen opiston metallurgian opettajaksi tuli fil.maist. vuori-ins. Axel Tigerstedt. Hän kuten edeltäjänsäkin oli opiskellut alaa Englannissa. Tigerstedt piti tointa vuoteen 1901. Hän kohosi myöhemmin korkeisiin virka-asemiin tullen 1913 nimitetyksi todelliseksi valtioneuvokseksikin. Hän oli myös Elimäen Arboretumin perustaja. Eric Tigerstedt, radioputken kehittäjä, jolla 39 vuotiaana kuollessaan oli nimissään 400 patenttia, oli hänen poikansa.

Tigerstedtin jälkeen metallurgian opetusta hoitivat ins. Johan Sarlin, myöhemmin Paraisten Kalkkivuori Oy:n vuorineuvos, ja vuori-ins. Leopold Krohn. Heidän jälkeensä toimen sai fil.maist. ins. Johannes Aschan 1905. Hän toimi aineen lehtorina aina vuoteen 1939 asti. Mineralogian ja geologian opettivat Solitanderin jälkeen fil.maist. Hj. Gylling 1888-89, fil.trit Wilhelm Ramsay 1889-91, H.A. Wahlfors 1911-13, Benjamin Frosterus 1893-1918 ja Heikki Väyrynen 1919, ins. Gustaf Aartovaara 1920 ja fil.tri Arne Laitakari 1921, lehtorina vuodesta 1922 vuoteen 1937, jolloin hänestä tuli Geologisen toimikunnan johtaja.

Mutta palatkaamme vielä viime vuosisadan lopulle. Polyteknillisen opiston opettajakollegio esitti 1898 suunnitellun opiston laajentamiseksi. Siinä ehdotettiin mm. metallurgian ja laivanrakennuksen osastojen perustamista. Esitystä vastaan hyökkäsi sanomalehti Nya Pressen pitäen metallurgian opetuksen laajentamista maamme malmivarojen niukkuuden takia tyystin tarpeettomana ja todeten myös sen ajan jo menneen, jolloin Suomessa laivoja rakennettiin. Media näytti jo silloinkin voimansa, eikä näitä osastoja sitten perustettukaan. Vasta paljon myöhemmin artikkelien kirjoittajaksi paljastui Opiston nuori opettaja Gustaf (Guss) Mattson,

myöhemmin maankuulu kolumnisti ja suomenruotsalainen kirjailija, porvarilliselta ammatiltaan Teknillisen korkeakoulun kemian lehtori.

Käyty debatti saattoi kuitenkin vaikuttaa siihen, että kemian osastoon perustettiin 1905 opintosuunta metallurgian alalle antautuvia varten. Lehtori Aschanin oppiaine jakautui metallurgiaan, erikoismetallurgiaan ja valimotekniikkaan. 1924 opetus sisällytettiin perustettuun epäorgaanisen kemian opintosuuntaan. Se lienee kuitenkin painottunut enemmän metallurgiaan kuin kemiaan.

Vuoriaineiden opetuksen uudistus kemian osastossa ja opetus sotavuosien aikana

1937 alkoi vuoriaineiden opetuksessa muutosten sarja. Kymmenen vuoden kuluttua se johti vuoriteollisuusosaston perustamiseen. Tämä artikkeli kohdistuikin yksityiskohtaisemmin tuon muutostavaiheen kuvaamiseen.

1934 vuoriaineiden opetusta pohtimaan oli asetettu komitea, jonka jäseninä olivat Outokumpu Oy:n toimitusjohtaja (vuorineuvos 1936) fil.tri Eero Mäkinen, professori Gustaf Komppa ja fil.tri Arne Laitakari.

Heidän ehdotuksensa mukaisesti kemian osastoon perustettiin 1937 annetuilla asetuksilla

- vuoriteollisuuden opintosuunta
- muutettiin mineralogian ja geologian lehtorin virka professorin viraksi
- perustettiin vuoritekniikan (myöhemmin kaivostekniikan, louhintatekniikan, nykyisin kalliorakentamisen) professorin virka sekä kaksi erikoisopettajan tointa ja dosenttuuri nekin kohdistuen kaivostekniikan alueelle.

Nyt voitiin erikoistua vuoriteollisuusalan opintoihin, asiakirjoissa esiintyy aluksi myös nimitys vuori-insinöörin tutkinto. Vuoritekniikan laboratorio oli jo 1936 sisustettu päärakennuksen alimman kerroksen ja rahat tutkimusvälineistöön saatiin 1937 budjetissa. Opetuksen uudistus jatkui sitten niin, että metallurgian lehtorin toimi 1940 muutettiin professorin viraksi, ja 1943 perustettiin metallurgian opintosuunta ennestään olevan vuoriteollisuuden opintosuunnan lisäksi.

Mineralogian ja geologian professorin virkaan nimitettiin vuoden 1940 alusta valtion geologi fil.tri Heikki Väyrynen, joka oli yhdessä fil.tri Martti Sakselan kanssa virkaa hoitanutkin, mutta muihin perustettuihin virkoihin oli vaikea saada päteviä opettajia. Vuoritekniikan (vuodesta 1945 kaivostekniikan) professorin virka saatiin täytetyksi vasta 1947 ja

metallurgian 1949. Näissä aineissa oli siis varsin pitkään, vaikean sota-ajankin läpi, selviydyttävä tilapäisjärjestelyin.

Vuoritekniikan opetusta määrättiin aluksi hoitamaan syyskuulta 1937 seuraavan vuoden elokuun loppuun vuori-ins. Martti K. Palmunen ja fil.tri Martti Saksela. Anomuksestaan he kuitenkin vapautuivat tehtävästä helmikuulla 1938, jolloin vuori-ins. Waldemar Zeidler määrättiin antamaan opetusta elokuun loppuun 1938 asti. Zeidler oli Viipurissa syntynyt, opiskellut Berliinissä ja valmistunut 1931 Tukholmassa, mutta työskennellyt Suomessa. Vuoden 1939 alusta vt. professoriksi saatiin ruotsinmaalainen vuori-ins. Fredrik Mogensen, kun Outokumpu Oy:n Säätiö otti vastatakseen hänelle maksettavasta lisäpalkkiosta. Säätiö, joka oli perustettu 1938 antoi näinä ja myöhemminkin aikoina aivan suurenmoista apua vuoriaineiden opetuksen järjestelyissä ja ylläpidossa. Se tuki mm. kaivosmittauksenkin opetusta, jota monia vuosia antoivat geodesian professori V.A. Heiskanen ja fil.tri R.A. Hirvonen.

Mogensenin sopimus ulottui kesäkuun loppuun 1940, mutta hänen opetustoimintansa keskeytyi, kun korkeakoulun toiminta pysäytettiin YH:n alkamisen takia 14.10.1939. Se ehdittiin aloittaa uudelleen kolme päivää ennen talvisodan alkamispäivänä tullutta tuhoisaa pommitusta, jossa mm. kemian rakennus vaurioitui pahoin, viisi henkilöä: professori Sihvonen, tri Ant-Vuorinen, ins. Paasikivi, ylioppilas Sonck ja talonmies Ehrstedt kuolivat, ja kirjastonhoitaja Kemiläinen sokeutui. Professori Väyrynen ja preparaattori Massinen onnistuivat pelastamaan mineralogian laboratorion Hietalahdentorille ja lähikaduille levinneen kivikokoelman melko täydellisenä. Talvisodan päätyttyä vt. prof. Mogensen jatkoi Säätiön antaman lisätuen varassa opetustaan.

Kun syksyllä 1940 palattiin opintoihin, Mogensen oli luopunut viranhoidosta eikä sopivaa ulkomaista päteväksi katsottavaa seuraajaa monista käydyistä neuvotteluista huolimatta saatu. Tehtävään määrättiin sitten Ruotsissa ja Norjassakin opiskellut dipl.ins. Heikki Raja-Halli marraskuun 1940 alusta lukien enintään kesäkuun 1941 loppuun. Monien opiskelijain ollessa asepalveluksessa oppilasmäärä oli tuolloin melko pieni.

Jatkosodan alkaminen kesäkuussa 1941 keskeytti opetuksen koko lukuvuodeksi 1941-42, tenttejä voitiin tosin suorittaa, jos halukkaita löytyi. Kun kaivosinsinööreistä oli kova pula, tiedusteli Kauppa- ja teollisuusministeriö Tukhol-

man KTH:ita, voisivatko he ottaa vastaan pienen ryhmän suomalaisia suorittamaan loppuopintonsa siellä. Kun vastaus oli myönteinen ja sotilasviranomaisetkin suostuivat tarvittaviin lomautuksiin, kuusi opintojensa loppuvaiheessa olevaa lähti sinne syyskuussa 1941, **kuva 2**. Seuraavana vuonna näistä "banaanikaartilaisen" leikkimielisen nimen saaneista valmistui neljä ja sitä seuraavana vuonna loput. Myöhemmin lähti vielä neljän hengen ryhmä, mutta he valmistuivat vasta sodan jälkeen.

Syksyllä 1942 läsnäoleviksi ilmoittautuneiden kaivosmiesten ja metallurgien yhteismäärä oli niin pieni kuin 10, mutta seuraavana syksynä, kun oli hyväksytty uusia oppilaita, se oli 22. Samana syksynä saivat korkeakouluun poikkeuksellisesti hakea asepalveluksessa olvatkin, mikä kovasti ilahdutti heitä, vaikka eivät vielä voineetkaan aloittaa opiskeluaan. Näistä hakijoista hyväksyttiin 462 henkilöä, heidän joukossaan 15 kaivosmiestä ja kaksi metallurgia, toinen heistä kirjoittaja. Tulokoon mainituksi, että vuosina 1943-44 oli toiminnassa muutamia ns. rintamayliopistoja, joissa voi suorittaa eräitä perusaineita. Kemian osasto puolestaan järjesti mainitulla tavalla hyväksytyille vapaaehtoisien kemian peruskurssin kirjeopetuksen. Suoritin sen ja tein harjoitustyöt kevättalvella 1944 viikon lomalla. Muita kurssiin osallistujia ei liene ollut montakaan. Pitemmällä olleet opiskelijat saivat usean kuukaudenkin mittaisia lomaa.

Kesällä 1943 Zeidler järjesti vuoritekniikan kuulustelut. Syyskuun alusta dipl.ins. Kauko Järvinen alkoi hoitaa vuoritekniikan professorin virkaa kaivostarkastajan toimensa ohella. Hän oli 1930-luvulla opiskellut Ruotsissakin ja toiminut Suomessa kaivoksilla.

Metallurgian opetuksesta vastasi vuoden 1938 lokakuulta syksyyn 1944 tri-ins. Otto Barth, aluksi ylimääräisenä opettajana, sitten syyskuun alusta 1939 lehtorina ja vuoden 1940 alusta vt. professorina. Hän oli tullut Saksasta 1935 ja toimi Outokummun Imatran kupari-tehtaan teknillisenä johtajana vuoteen 1939. Myös Oy Vuoksenniska Ab:ssä ja Petsamon Nikkeli Oy:ssä hänellä oli asiantuntijatehtäviä. Opetusalan sisältönä oli metallurgia, erikoismetallurgia, metallografia (metallioppi) ja valssilaitostekniikka. Metallurgian laboratorio-kin perustettiin hänen toimestaan 1938 kemian laitoksen tiloihin. Hän oli myös tarmokas oppikirjojen laatija: Lyhyt metallurgian oppikirja valmistui 1940. Ensimmäinen ladelma oli tuhoutunut Viipurin pommituksessa 1939. Sitten seuraivat Metallurgian oppikirjat II, III ja IV



nopeassa tahdissa ja viides osa, Metallografia Ruotsista käsin 1946. Melkoinen suoritus vain viranhoitajan asemassa olevalta! Jatkosodan päättäneitä väkirouhua syyskuussa 1944 solmittaessa Barth epävarmana tulevaisuudestaan Suomessa, vaikkakin hän äskettäin oli saanut kansalaisuuden, lopetti opetustoimintansa ja poistui lopullisesti marraskuun alussa. Hänen Suomessa saavuttamaansa arvostusta kuvannee se, että hänelle ehdotettiin professorin arvonimeä 1944, ja 1949 hän oli kunnia-tohtoriehdokkaana korkeakoulussa. Ruotsiin siirryttyään hänestä tuli ei-rautametallien metallurgian professori KTH:hon.

Sodan päättyessä puolitoistatuhantinen, suurelta osalta edelleen armeijan luovuttamissa asusteissa oleva opiskelijajoukko tulvi korkeakouluun, jonka kaikkia tiloja ei vielä oltu saatu käyttökuntoon talven 1944 pommitusten jäljiltä. Oli paljon niitä, joiden aloitetut opinnot olivat sodan takia siirtyneet. Kaikki he eivät kuitenkaan palanneet, sillä talvi- ja jatkosodassa teekkareista oli kaatunut 20 %. Opiskelijoiden lukumäärää lisäsivät myös ne n. 350 opiskelijaa, jotka 1943 järjestetyssä haussa hyväksytyiksi tulleista sodan loppuvaiheista selviytyneinä aloittivat nyt opintonsa. Kaivosmiehiä oli 66 ja metallurgeja 11 läsnäolevaa opiskelijaa. Lähes puolet heistä oli 1. kurssilla opintonsa aloittavia eli "radikaalisia vuorimiehiä". Tuo sinänsä moniselitteinen nimitys oli päivänpolitiikasta lainattu, eikä tässä yhteydessä merkinnyt oikeastaan mitään. Yllättäen joukkoon ilmaantui myös kolme metallurgityttöä, jotka olivat aloittaneet 1943; aikanaan he valmistuivat vanhan kaavan mukaan opiskelleina kemian osastolta. Kaivospuolella ei naispuolisia

Kuva 2. Opintojaan jatkamaan syyskuussa 1941 Tukholmaan lähdössä oleva ryhmä vuoriteekkareita, edessä vas. Timo Heikkinen, Eero Turunen, Erik Lindfors; takana Lars Wetzell, Heikki Tanner, Kalervo Nieminen.

Fig. 2. Six students leaving for Stockholm in September 1941 to continue their studies at the Royal Institute of Technology.

opiskelijoita vielä ollut.

Korkeakouluun pyrkiminen muuttui 1945 siten, että järjestettiin erikoiset valmennuskurssit kuulusteluineen oppikoulutietojen kertaamiseksi ja siitä lähtien niitä alettiin käyttää varsinaisina karsintakursseina.

Vuoriteollisuusosaston perustaminen

Koska vuoriteollisuuden insinööreistä vallitsi kova pula, Vuorimiesyhdistys oli lähestynyt Kauppa- ja teollisuusministeriötä 19.6.1944 kirjelmällään, jossa esitti huolestumisensa vuoriteollisuuden opetuksen tilasta. Kirjelmä sisälsi sekä ehdotuksia uusiksi opetusviroiksi että myös esityksen vuoriteollisuusosaston perustamiseksi, **kuva 3**. Opettajaneuvosto käsittelee ehdotuksia 8.8.1944 ja katsoi voivansa yhtyä niihin, mutta piti uuden osaston muodostamista mahdollisena vasta, kun riittävä opettajavoima olisi olemassa.

Tuloksena oli, että kaksi uutta professorin virkaa, nimittäin mineraalien rikastustekniikan ja metalliopin, perustettiin 1945 kemian osastoon. Samalla myös vuoritekniikan professorin virka muutettiin kaivostekniikan professorin viraksi.

Mineraalien rikastustekniikan virkaa alkoi hoitaa kesällä 1945 Yhdysvalloista palannut tri Risto Hukki. Hän oli dipl.ins. tutkinnon suorittuaan lähtenyt syksy-

Vuoriteknikan ja metallurgian opetus Teknillisessä Korkeakoulussa keskitettiin itsenäiseen osastoon.

Tähän osastoon perustetaan, nykyisin kemian osastossa olevien asemasta, oppituolet professuureina ja erikoisopettajantoimina seuraavissa aineissa:

Kaivostekniikka

Rikastustekniikka

Salmien etsintä

Mineralogia ja geologia

Raudan metallurgia

Ri-rautametallien metallurgia

Metallografia

Metallien mekaaninen käsittely

Mikäli ehdotustamme ei tässä vaiheessa voida ottaa huomioon koko laajuudessaan m.m. itsenäisen osaston ja uusien oppituolet perustamiseen nähden, esitämme vielä kunnioittaen,

että eri opintosuuntien lukusuunnitelmissa tehtäisiin mahdollisimman pian esitystämme vastaavat korjaukset ja että yhdistyksemme saisi antaa yksityiskohtaisen lausuntonsa lukusuunnitelmiin sisällytettävistä luento- ja harjoitustuntimääristä eri aineissa.

Helsingissä kesäkuun 19 p:nä 1944.

VUORIMIESYHDISTYS R.Y. - BERGSHANTERINGEN R.F.

Sero Mäkinen

puheenjohtaja

Kauko Järvinen

sihteeri

Kuva 3. Ote Vuorimiesyhdistyksen kirjelmästä 19.6.1944 Kauppa- ja teollisuusministeriölle.
Fig. 3. A part of a letter addressed by Vuorimiesyhdistys (The Finnish Association of Mining and Metallurgical Engineers) to the Ministry of Trade and Industry on the nineteenth of June, 1944.

lä 1939 yhdessä dipl.ins. Paavo Majjalan kanssa Outokumpu Oy:n Säätiön stipendiaattina Kanadaan, Majjala Yhdysvaltoihin jatko-opintoja varten. Vallitsevan sotatilanteen takia he eivät pystyneet kukaan palaamaan kolmivuotisen stipendikautensa päättyessä, vaan jäivät molemmat Yhdysvaltoihin, jossa Hukki suoritti tohtorintutkinnon 1944 alussa MIT:ssä. Majjala palasi M.Sc.-tutkinnon suorittaneena vasta seitsemän vuoden jälkeen 1946.

Vuoriteollisuusosaston perustamishankekin alkoi nyt edistyä. Kemian osasto jätti syyskuussa 1945 Väyrysen, Järvisen ja Hukin tehtäväksi laatia perusteltu ehdotus vuoriteknillisen opetuksen erottamiseksi erilliseksi osastoksi. Sen saatuaan kemian osasto päätti 15.11.1945 ehdottaa vuoriteollisuusosaston muodostamista, koska professorin viroista jo neljä oli pätevien hoitajien (Väyrynen, Järvinen, Hukki, Unckel kts. edempää) käsissä. Opettajaneuvostossa sitten 18.3.1947 "esiteltiin kysymys vuoriteknillisen opetuksen erottamisesta kemian osastosta erilliseksi osastoksi ja päätettiin keskustelun jälkeen laatia opetusohjelmaan kysymyksessä oleva muutos", kuten kokous-

pöytäkirjassa lyhyesti sanotaan. Asian sinetöi 15.8.1947 annettu asetus. Vuoriteollisuusosasto tuli käsittämään kaivostekniikan ja metallurgian opintosuunnat.

Saman vuoden alusta dipl.ins. Kauko Järvinen oli nimetty kaivostekniikan ja tri Risto Hukki mineraalien rikastustekniikan professoriksi. Hukista tuli myös ensimmäinen vuoriteollisuusosaston johtaja. Hän oli tässä tehtävässä aina kesään 1961 asti.

Vuoriteollisuusosaston vaiheita

Vuoriteollisuusosaston itsenäistyttyä metallurgian ja metalliopin professorin virat olivat edelleen täyttämättä.

Metallurgiassa Barthin jälkeisinä tilapäisinä viranhoidtajina olivat toimineet 1.12.1944 lähtien fil.tri Åke Bergström Oy Vuoksenniska Ab:stä ja tri-ins. Paavo Asanti, joka Outokumpu Oy:n Säätiön tuella oli harjoittanut jatko-opintoja Tukholmassa 1942 ja sen jälkeen Berliinissä suorittaen siellä tri-ins.tutkinnon 1944. Heidät korvasi 1.9.1946 lähtien vt.professoriksi palkattu ruotsinmaalainen vuori-ins. Helge Löfquist, Filipstadin vuorikoulun opettaja. Hän hoiti virkaa

1.8.1948 asti. Hänen ensivaikutelmansa Suomesta lienevät olleet epämiellyttävät sillä hänen muuttokuormastaan tehtiin täällä varkaus. Viran oltua haettavana siihen nimitettiin 11.6.1949 alkaen tekn.tri Matti Tikkanen. Hänellä oli teollisuuskokemusta sekä Suomesta että Ruotsista ja oli hoitanut virkaa sen ollessa avoinna.

Hänen ensimmäisiä tehtäviään oli korkeakoulun päärakennuksen pohjakerrokseen sijoittuvan metallurgian laboratorion toimintakuntoon saattaminen. Sodan loppuvaiheessa nimittäin entinen laboratorio oli kemialta siirretty VTT:n tiloihin Albertinkadun varrella. Samoin sinne oli siirtynyt myös rikastustekniikan laboratorio ja siellä oli pitkäaikaisen osastonjohtajan Hukin virkahuone. Hän toimikin sittemmin VTT:n vuoriteknikan laboratorion johtajana professorin virkansa ohella.

Metalliopin vt. professoriksi syksyllä 1945 Ruotsista Svenska Metallverkenilta palkattu tri-ins. Herman Unckel ryhtyi heti tultuaan hankkimaan laboratoriot ja seuraavan vuoden aikana se sijoitettiin Sinebrychoffilta Bulevardin toiselta puolelta vuokrattuun huoneistoon. Nykyisin siinä on osa Sinebrychoffin taidekokoelmaa. Unckel oli innostunut ja innostava opettaja. Kemian osasto ehdotti 1946 professorin arvon myöntämistä hänelle, kuten oli ehdottanut Barthille 1944. Kumpikaan ehdotus tietävästi ei tullut hyväksytyksi. Unckel oli saksalais-syntyinen, mutta muutti ensimmäisen maailmansodan jälkeen Ruotsiin, koska Versaillesin rauhansopimus ei sallinut Saksassa valmistettavan juurikaan muuta kuin oluttuoppeja, kuten hän kertoi. Hänelle sodanjälkeiset niukat olot olivat siten jo ennestään tuttuja. Luennoilleen hän keräsi kuulioloita yli osastorajojen. Auki julistetun metalliopin professorin viran ainoana hakijana hänet nimitettiin 28.10.1949. Ilmeisesti harmistuneena siitä, että kun hänelle, kuten kolleegallensa Löfquistillekin, krunumääräisen palkanlisän maksamista ei voitu enää jatkaa, hän pyysi pian eron virastaan. Hän jatkoi kuitenkin viranhoidtajana elokuun loppuun 1950, jolloin Outokumpu Oy:n Porin tehtaiden metallilaboratorion johtajana ollut fil.tri Heikki Miekko-oja otti viranhoidon.

Heikki Miekko-oja oli koulutukseltaan yliopistofyysikko ja hänen otteensa sen mukaisesti oli enemmän teoreettislähtöinen kuin edeltäjänsä. Unckelin tavoin hänkin painotti metalliopin tärkeyttä koneenrakentajille. Siltä taholta tulleet viiriket lienevät osittain olleet syynä siihen, että nimityksensä jälkeen hän ryhtyi kirjoittamaan Metalliooppia, oppikirja-

ansa joka valmistui 1960. Se on ollut teknillisen kirjallisuutemme merkkitieteeksi. Miekk-oja nimitettiin metalliopin professoriksi 1.1.1954 alkaen. Unckel oli jälleen hakijana, mutta asetettiin toiselle sijalle.

Näin oli viimeinenkin 1947 perustetun vuoriteollisuusosaston professorin viroista tullut miehityksi kotimaisin voimin.

Nämä viranhaltijat loivat sitten ne suuntaviivat, jotka pitkään vaikuttivat kussakin oppituolissa suoritettuun, ajan mukana laajenevaan opetus- ja tutkimustoimintaan. Tämän esityksen puitteissa ei ole kuitenkaan mahdollista tarkastella tätä kehitystä yksityiskohdittain. Seuraavassa rajoitutaankin esittämään vain osaston yleisten toimintapuitteiden, oppilasmäärien ja suoritettujen tutkintojen määrien kehittymistä sekä niitä muutoksia, joita on tapahtunut professorin ja apulaisprofessorin virkojen miehityksessä. Nämä antanevat ainakin yleiskuvan opetuksen ja tutkimuksen suuntauksesta ja muutoksista.

"Radikaalisten vuorimiesten" valmistuksen huippu sattui vuosille 1948 ja 1949, kuten ilmenee **taulukosta 1**, jossa on esitetty tilastoa opiskelijaluvuista ja suoritettujen dipl.ins. tutkintojen määräästä alkaen lukuvuodesta 1937-38 vuoteen 1949-50.

1950-luku alkoi osaston kannalta epäedullisesti, sillä sen alussa koettiin valmistuneiden määrässä jo odotettavissakin ollut jyrkkä lasku edellisen vuosikymmenen lopun poikkeuksellisen huipun jälkeen. Valmistuneita oli nyt vuosittain 5-10 kpl sisäännoton ollessa puolitoistakymmentä, **kuva 4**. Enempää ei tarvittu. Heräsikin kysymys osaston hajottamisesta, josta osastonjohtaja prof. Hukki laati jo suunnitelman. Onneksi sitä ei toteutettu. Jatkotutkintoja alettiin suorittaa: viisi tekniikan lisensii-

tiin ja kaksi tekniikan tohtorin tutkintoa hyväksyttiin. Edellisellä vuosikymmenellä oli valmistunut kaksi tekniikan tohtoria (H. Stigzelius 1945 ja M.H. Tikkanen 1949).

Tärkeä tapahtuma oli se, että keväällä 1959 metallurgian ja metalliopin laboratoriot saivat uudet avarat tilat vuokralaisina teknillisen fysiikan talon neljännessä kerroksessa Otaniemessä. Mineraalien rikastustekniikan laboratorio oli VTT:n laboratoriona muuttanut Otanienmeen jo 1957. Kaivostekniikka ja mineralogia ja geologia jäivät edelleen kaupunkiin.

Viimemainitun aineen professori Heikki Väyrynen siirtyi eläkkeelle 1956 ja runsaasta hakijajoukosta virkaan nimitettiin elokuun alusta 1958 fil.tri Aimo Mikkola. Hänellä oli laaja malmi- ja kaivosgeologian kokemus sekä koti- että ulkomailta.

1960-luku oli jo nopean kehityksen aikaa. Osaston laboratoriorakennus valmistui Vuorimiehentielle 1964. Myös kaupungissa vielä olleet oppituolit tulivat sinne. Oppilasmäärät kasvoivat, sillä sisäänottoa jouduttiin kohottamaan jyrkästi sekä kaivos- että metallurgisen teollisuuden nopean kasvun johdosta. Vuosikymmenen lopulla valmistui n. 50 dipl.ins. vuodessa, ja osaston oppilasmäärä ylitti jo 300:n rajan, näistä kaksi kolmannesta oli metallurgeja. Tekniikan lisensiaatteja valmistui 25 ja tekniikan tohtoreita 11 tällä vuosikymmenellä.

Lisää virkoja alettiin myös saada: Metalliooppiin perustettiin 1963 toinen professorin virka, johon nimitettiin 1965 alusta tekn.tri Martti Sulonen. Samoin metallurgiaan tuli toinen professorin virka, mutta sen täyttö siirtyi vuoteen 1979. Kauko Järvinen jäi eläkkeelle 5.2.1969 ja louhintatekniikan professorin virkaan nimitettiin 1.10.1971 lukien tekn.lis. Paa-vo Majjala. Muukin henkilökunta, sih-

teerit, laboratoriomestarit, mekaanikot, tekniset avustajat, samoin kuin laboratoriomäärärahat kasvoivat huomattavasti. Professori Hukin oppikirja "Mineraalien hienonnus ja rikastus" ilmestyi 1964.

1970-luvulla jatkui edelleen sama nopea oppilasmäärän kasvu, kunnes lukuvuoden 1977-78 alkaessa, laman vaikutusten selvästi näkyessä valmistuneiden enenevässä määrin jäädessä työttömiksi tai joutuessa vain tilapäisten työsuhteiden varaan, sisäänottoa vähennettiin lähes 40 %. Vuosittain valmistuneiden lukumäärä oli tuolloin kohonnut 65:n tasolle. Sisäänoton vähennys näkyi kuitenkin vasta 6-8:n vuoden viiveellä valmistuneiden lukumäärässä. Lisensiaatteja valmistui tällä vuosikymmenellä 72 ja tohtoreita 34.

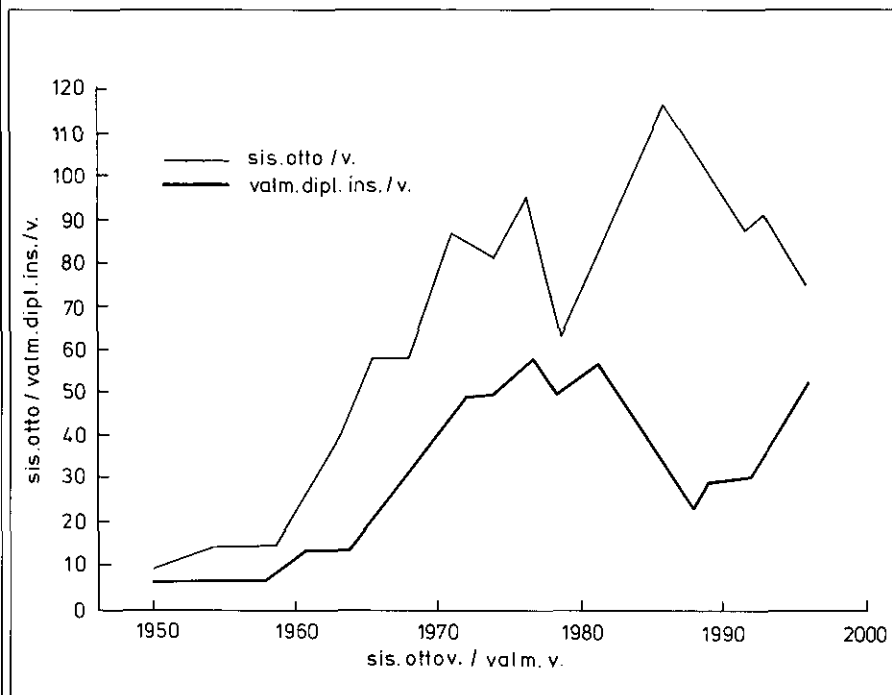
Osaston käytettävissä olevat tilat lähes kaksinkertaistuivat, kun toinen rakennusvaihe valmistui maaliskuussa 1973. Siihen sijoittuivat metallurgian, korroosionestotekniikan, louhintatekniikan ja mineraalien rikastustekniikan laboratoriot sekä kirjasto, ruokala ja työpaja ym. tiloja. Vanhalle puolelle jäivät siten mineralogian ja geologian, metalliopin ja metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn laboratoriot ja osaston kanslian tilat, jotka laajenivat muiden toiselle puolelle siirtymisen takia. Määrärahoja saatiin varsin tyydyttävästi.

1970-79 täytettiin useita virkoja: Heikki Miekk-ojan jäätyä 1.6.1972 eläkkeelle nimitettiin metalliopin (fysiikaalinen metallurgia) professoriksi 1.7.1974 lukien apulaisprofessori (v:sta 1970) Veikko Lindroos, ja häneltä avautuneeseen virkaan 1.5.1977 lukien tekn.tri Jorma Kivi-lahti. Risto Hukin jäätyä 1.11.1977 eläkkeelle mineraliteknii-kan professoriksi nimitettiin tekn.tri Toimi Lukkarinen 1.11.1979 lukien. Matti Tikkanen siirryttyä eläkkeelle 1.12.1978

Taulukko 1

Lukuv.	Sis.kirj.			Läsnä			Valmist.		
	k	v	m	k	v	m	k	v	m
1937-38		9			18				
1938-39		11			30				
1939-40		19			48		4	1	
1940-41		7			32		2		
1941-42		-			-		2		
1942-43		6			10		2	1	
1943-44		24	4		20	2	2	1	
1944-45		3	4		66	11	1	1	
1945-46		3	1		68	23	8	2	
1946-47		3			52	34	4	3	
1947-48	7		4	46		44	8	1	
1948-49	6		4	37		44	17	11	
1949-50	6		-	28		26	12	9	

Taulukko 1. Opiskelijain ja suoritettujen dipl.ins.tutkintojen lukumäärät kemian osaston vuoriteollisuuden (v) ja metallurgian (m) sekä vuoriteollisuusosaston kaivostekniikan (k) ja metallurgian (m) opintosuunnilla lukuvuosina 1937-38...1949-1950. Table 1. The number of students and master's degrees awarded in mining (v,k) and metallurgy (m), in the Departments of Chemistry, and Mining and Metallurgy, from the study year 1937-38 to 1949-50. Sis.kirj. = intake, Läsnä = present, Valmist. = master's degrees.



Kuva 4. Vuosittainen sisäänotto ja suoritettujen dipl.ins.tutkintojen lukumäärä vuoriteollisuusosastolla 1950-86 ja materiaali- ja kalliotekniikan laitoksella 1987-96.

Fig. 4. Numbers of annual intake (thin line) and master's degrees awarded by the Department of Mining and Metallurgy in 1950-86 and the Institution of Materials Science and Rock Engineering in 1987-96.

1980-89 täytettiin seuraavat virat:

Aimo Mikkolan jäätyä 1.11.1980 eläkkeelle taloudellisen geologian professorin virkaan nimitettiin dosentti Heikki Niini 1.12.1982 alkaen. Raimo Erikssonin poismenon johdosta avoimeksi tulleeseen metallurgian (teoreettinen prosessimetallurgia) virkaan nimitettiin apulaisprofessori (v:sta 1974) Kaj Lilius 1.6.1981 alkaen ja hänen virkaansa 1.7.1984 lukien dosentti Heikki Jalkanen. Toimi Lukkarisen jäätyä 1.8.1984 eläkkeelle mineraalitekniikan professoriksi nimitettiin tekn.tri Kari Heiskanen 1.12.1985 lukien. Martti Sulosen jäätyä 31.12.1986 eläkkeelle fysikaalisen metallurgian, erityisesti metallien muokkauksen ja lämpökäsittelyn professorin virkaan nimitettiin tekn.tri Antti Korhonen 1.6.1988 lähtien. Korroosionestotekniikan apulaisprofessorin viran tultua 1984 muutetuksi professorin viraksi, siihen nimitettiin edellisen viran haltija Seppo Yläsaari 1.9.1984 lukien ja geofysiikan 1982 perustettuun apulaisprofessorin virkaan 1.12.1983 lukien tekn.tri Markku Peltoniemi.

1990-luvulla valmistuneiden lukumäärä on pysytellyt melko alhaisella tasolla nousten kuitenkin vuosikymmenen loppua kohti. 1997 valmistui 47 diplomi-insinööriä ja suoritettiin 12 tekniikan lisensiaatin ja seitsemän tekniikan tohtorin tutkintoa. Perustutkintoa eli dipl.ins. tutkintoa opiskelevia osastolla oli 474, joista naisia 122 (v. 1996). Opetuksen sisällössä on myös tapahtunut huomattavia muutoksia työmarkkinoiden asettamia tavoitteita seurailleen. Kalliorakentamisessa painopiste on kotimaisen kaivostoiminnan vähenemisen myötä siirtymässä professorin viran nimen viitoittamaan suuntaan. On myös aloitettu englanninkielinen opetus yhteistyössä muutamien ulkomaisten alan korkeakoulujen kanssa, koska valmistuneita huomattavissa määrin siirtyy ulkomaille olevien yritysten palvelukseen. Mekaanisessa prosessi- ja kierrätystekniikassa panostetaan nykyään viimein alueeseen. Metall- ja materiaaliopissa on paljon suuntauduttu piiteknologiaan sekä magneetti- ja elektromekaaniseen materiaaleihin. Muissakin oppi-

metallurgian (teoreettinen prosessimetallurgia) professoriksi nimitettiin 1.4.1979 alkaen tekn.tri Lauri Holappa. Myös 1969 perustettu metallurgian (sovellettu prosessimetallurgia) professorin virka täytettiin nimittämällä siihen 9.2.1979 lukien tekn.lis. Raimo Eriksson. Kun hän saman kevään aikana kuoli, julistettiin virka haettavaksi. Korroosionestotekniikan apulaisprofessorin virkaan (per. 1972) sai nimityksen 1.2.1973 alkaen tekn.lis. Seppo Yläsaari.

1980-luvun alkupuolella alkoivat tulla näkyviin edellisen vuosikymmenen loppupuolella tehdyn sisäänotton vähenemisen seuraukset varsin voimakkaasti, ja oli jälleen kohotettava sisäänottoa. Sen vaikutus valmistuneiden määrään jäi kuitenkin odotettua vähäisemmäksi: osa sisäänotetuista siirtyi osastolta pois. Syitä tähän on etsitty alan heikentyneestä imagosta aloittelevien opiskelijain keskuudessa, eräiden uusien opintoalojen suuremmasta vetovoimasta jne. Tuollaista poukkoilua on tosin ollut havaittavissa muillakin opintoaloilla.

Materiaali- ja kalliotekniikan laitoksena ja osastona

Korkeakoulun suuren hallinnonuudistuksen yhteydessä entisistä osastoista tuli laitoksia ja vuoden 1987 alusta vuoriteollisuusosastokin yhdistettiin kemian ja puunjalostuksen kanssa samaan prosessi- ja materiaalitekniikan osastoon materiaali- ja kalliotekniikan laitoksena (vuoden verran aluksi vuoritekniikan ja materiaalitieteen laitos). Joskin

tämä uudistus pikemminkin vaikeutti kuin helpotti laitoksen hallintoon liittyvien asioiden hoitoa, sen vaikutus laboratoriodien tasolla jäi melko vähäiseksi. Vuoriteollisuusosaston jo vakiintunutta imagoa se kuitenkin hämärsi, eikä uusi laitos ole entistä kyennyt saavuttamaan. Ehkä tapahtumalla on ollut vaikutusta myös oppilaskatoon.

1980-1989 valmistui diplomi-insinööriä keskimäärin 50 vuodessa; tekniikan lisensiaatin tutkintoja suoritettiin yhteensä 71 ja tohtorin tutkintoja 42. Professori Lukkarisen laatimat oppikirjat "Mineraalien hienonnuks" ja "Mineraalien rikastus" julkaistiin 1986 ja 1987. V. 1986 ilmestyi myös "Uudistettu Miekkojan Metallioppi" uudistustyön suorittajina professorit Lindroos ja Sulonen sekä tekn.tri Mauri Veistinen.

1980-luvun lopulla syntyi metallurgista niin kova pula Raahen ja Tornion terästehtailta, että Oulun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksessa Rautaruukin ja Outokummun toimesta järjestettiin valmistusvaiheessa oleville opiskelijoille tai äskettäin valmistuneille kaksi vuoden mittaista kurssia metalliopissa, muokkaustekniikassa ja metallurgiassa. Kahden viimeksimainitun aineen opettajat olivat professori Sulonen ja dosentti Jouko Härkki materiaali- ja kalliotekniikan laitokselta TKK:sta. Näin jatkokoulutettiin yhteensä 26 henkilöä. Myös Otaniemessä oli muutamia vastaavanlaisia opiskelijoita koulutuksessa. Pian alkanut 1990-luvun lama poisti kuitenkin tarpeen tällaiseen lisäkoulutukseen.

aineissa on lisääntyneen kansainvälisen tutkimusyhteistyön ohella tapahtunut paljon sisällöllistä muutosta. Sitä on ollut niihin tuomassa etenkin tietotekniikan voimakas esiinmarssi, mm. metallurgisten ja muokkausteknillisten prosessien mallintamisessa, hermoverkko-analyysien käytössä ym. sovellutuksissa. Erilaisen pintoihin kohdistuvan tutkimuksen määrä on myös kasvanut.

Professorin ja apulaisprofessorin virkojen kohdalla on tapahtunut seuraavia muutoksia:

Geologian tutkimuskeskuksen ylijohdajaksi siirtyneen Raimo Matikaisen saatua eron 1.4.1997 alkaen kalliorakentamisen professorin virkaan nimitettiin dosentti Pekka Särkkä 1.7.1997 lukien. Dosentti Heikki Laapas nimitettiin 1.5.1996 alkaen apulaisprofessoriksi alueenaan mekaaninen kierrätystekniikka. Apulaisprofessori Jorma Kivilahti nimitettiin 1.5.1996 alkaen kaksi kukausta aikaisemmin perustetun elektronikan materiaali- ja valmistustekniikan professorin virkaan, joka sittemmin on siirretty sähköosastolle. Hän antaa opetusta myös materiaali- ja kalliotekniikan osastolla. Professori Matti Tikkasen kirja "Helppoa termodynamiikkaa" ilmestyi 1990.

Materiaali- ja kalliotekniikan osastolla, osastostatus palautettiin 1.8.96, on

nyt kahdeksan professoria, kolme apulaisprofessoria, 24 dosenttia, lehtori, 24 erikoisopettajaa, seitsemän laboratorio-insinööriä, neljä yliassistenttia, 10 assistenttia ja nelisenkymmentä oppilasassistenttia, sekä 120 tutkijaa ja tutkimusassistenttia. Toimistoissa ja työpajoissa on henkilökuntaa 40. Tällä hetkellä kaiken ylikäyvä ratkaiseva ongelma on motivoituneiden oppilaiden saanti osastolle ja heidän motivaationsa säilyttäminen niin, että valmistuvien määrä saadaan kohoamaan. Nykyinenhän on sama kuin 20-30 vuotta sitten huolimatta sen jälkeen tapahtuneesta opettajavoiman mittavasta kasvusta. Ratkaisun tärkeyttä korostaa se, että korkeakoulun taholta tulevat määrärahat jaetaan paljolti suoritettujen tutkintojen opettajavirkoihin suhteutetun lukumäärän mukaan ja kun teollisuus ja muutkaan rahoittajat eivät juurikaan osallistu laitehankintoihin, on tutkimusvälineistön uudistaminen nykyinenolle käymässä hyvin vaikeaksi. Tästä ei voi olla muuta kuin huonoja seuraamuksia sekä korkeakoululle että niille, joiden tarpeita sen odotetaan palvelevan. □

Kiitos! Parhaimmat kiitokseni kolleegoilleni Kaj Liliukselle, Toimi Lukkariselle, Aimo Mikkolalle ja Heikki Niinelle sekä sihteeireillemme Tuire Mikluhalle ja Anja Leskiselle saamastani materiaalista ja avusta.

SUMMARY

The Technical Secondary School, founded in Helsinki in 1849, developed in 1872 into the Polytechnic School and in 1879 became the Polytechnic College in Finland. The College received the status of university in 1908. Metallurgy was introduced into the syllabus of the Polytechnic College, mineralogy and geology having been lectured already in the Polytechnic School. In the education of the said subjects great steps forward were taken in years 1937-1947, in spite of the war-time difficulties. Five professorships were started and some laboratory facilities erected. Finally, in 1947 the Department of Mining and Metallurgy was formed. Its own laboratory building it received in Otaniemi campus area in 1964, and an enlargement was taken into use in 1973. Presently there are on the teaching and research staff of the Department of Materials Science and Rock Engineering, eight professors, three associate professors, 24 docents and a considerable number of other personnel. The annual intake of students is about 80.

Esitetty suppeammassa muodossa 28.11.1997 Materiaali- ja kalliotekniikan osaston 50-vuotisseminaarissa.

Vuorimieskilta 50 vuotta



LAURI HOLAPPA, PROFESSORI, VUORIMIESKILLAN
OLTERMANNI, TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

Teknillisen korkeakoulun Materiaali- ja kalliotekniikan osaston (aik. Vuoriteollisuusosasto) sekä Vuorimieskillan pe-

rustamisesta tuli syksyllä 1997 kulu-neeksi 50 vuotta. Osasto juhlisti 50-vuo-tista taivaltaan järjestämällä 28.11.1997

juhlaseminaarin DIPOLissa sekä joukon alakohdaisia seminaareja. Samalla viikolla vietetty Vuorimieskillan juhlatuokio, joka sisälsi mm killan historiikin ja uuden laulukirjan julkistamisen sekä ekskursioita, huipentui 28.11. iltapäivällä Teekkarimuseossa järjestettyyn vastaanottoon sekä juhlapäivällisiin DIPO-Lissa samana iltana. Juhlat jatkuivat vielä lauantaibrunssilla vanhalla Polilla.

Emeritusprofessori Martti Sulonen on viereisillä sivuilla tarkastellut vuoriteknikan ja metallurgian opetuksen sekä Vuoriteollisuusosaston historiaa. Omasa historiikissani pyrin lyhyesti tarkastelemaan vuoriteollisuuden historiaa yleisesti sekä Vuorimieskillan perustamiseen johtaneita tapahtumia. Lähdemateriaalina olen käyttänyt juuri julkaistua historiikkia *Vuorimieskilta 1947-97* sekä Vuorimieskillan arkistoja.

Vuorimieskillan laulukirjassa vuorimies kuvattiin luolamieheksi, jonka varusteisiin kuului niin kivikirves kuin porakonekin. Siinä on allegoria ihmiskunnan historiasta pienoiskoossa, kivikaudesta nykyaikaan. Kivikauden ihmiset osasivat valmistaa työkaluja ja aseita kivistä. Tämä vaati kivilajien tuntemusta ja kä-



Vuorimieskilta avec vietti vuosi-juhlaansa keväällä 1950. Mukana olivat mm prof. Kauko Järvinen ja teekkarit Heikki Konkola, Antti Palomäki, Kyösti Torsti, Yrjö Lehtonen, Jorma Porkka sekä Mauno Rautiainen.

den taitoa. Kivikauden ihmisiä voidaankin pitää ensimmäisinä vuorimiehinä.

Metalleista ihminen oppi ensimmäisenä tuntemaan jalometallit, auringon metallin kullan sekä kuun metallin hopean, joita esiintyy luonnossa metallisina. Niiden käyttö rajoittui kuitenkin koruihin, taide-esineisiin ja astioihin. Myös kuparia tavataan metallisena luonnossa ja eräs varhaisimpia metallilöytöjä on nykyisen Irakin alueelta löydetty koru, kupaririipus, joka on ajoitettu vuoteen 9500eKr. Varsinainen malmista tapahtuva kuparin valmistus kehitettiin Lähi-Idässä noin 4000eKr. Malmi sisälsivät usein arseenia tai tinaa ja vähän myöhemmin opittiin lisäämään kuparimalmin joukkoon tinamalmia, jolloin saatiin pronssia ja ihmiskunnan historiassa alkoi pronssikausi.

Metallista rautaa ei maapallon pintakerroksista löydy. Varhaisimmat rautalöydöt ovat meteoriittirautaa. Raudan valmistuksen malmista kehittivät heettiläiset Mustanmeren eteläpuolella n 1500eKr todennäköisesti kuparinvalmistuksen sivutuotteena. Siitä alkoi raudan ja teräksen valtakausi tärkeimpänä ihmiskunnan elämään vaikuttavana materiaalina.

Vuoritekniikan ja metallurgian opetuksen eräänä virstanpylväänä voidaan pitää Georgius Agricolan kirjaa *De Re Metallica*, joka julkaistiin Saksassa v. 1556. Kirja oli vuorimiesten perusteos seuraavat 200 vuotta. Agricola toimi lääkärinä Erzgebirgen seudulla. Ei siis ihme, että ensimmäiset vuorialan korkeakoulut syntyivät juuri tuolle alueelle pari sataa vuotta myöhemmin. Vanhiman vuoritekniikan korkeakoulun titteleistä kiistellään. Monet antavat tämän arvon Freibergin Vuoriakatemialle, joka perustettiin v. 1765 ja on toiminut siitä saakka samalla paikkakunnalla ja samalla nimellä. Vieläkin vanhempi oli Agricolan kotipaikkakunnalle Joachims-thaliin (nyk. Jachymov) v. 1716 perustettu Kaivos- ja metallurgiakoulu, jonka perinteitä jatkaa nykyään Ostravan Vuorikorkeakoulu. Muita vanhoja alan oppilaitoksia ovat Pietarin vuoriakatemiat vuodelta 1773, Clausthal v. 1775 sekä Pariisin Ecole des Mines v. 1778.

Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta kirjaa perustamisvuodekseen 1872 eli se vietti 125-vuotisjuhlaansa syksyllä 1997. Kiltainstituutio periytyy keskiajalta. Saksan kaupungeissa käsitöläiset kuten suutarit, räätälit, puusepät ja sepät liittyivät yhteen ja muodostivat kukin ryhmä oman kiltansa. Kilttojen kokouksissa käsiteltiin ammatillisia asioita, mutta myös järjestettiin reippaita illanviettoja. Sivullisten paheksunta riehakkaita kiltailtoja kohtaan kuvastuu sa-

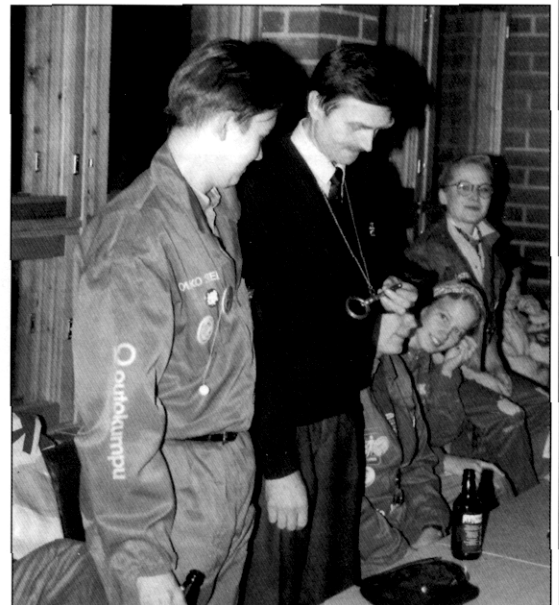
nanparressa: "Kipaten kiltaan, kontaten kotia". Kiltaperinne omaksuttiin saksalaisissa teknillisissä oppilaitoksissa ja saapui sitä kautta myös Suomeen ja Polyteknilliseen opistoon. Polyteknillisen opiston ensimmäinen "kilta" oli Kemistiklubi, joka perustettiin v. 1891 maineikkaan kemistin Gustav Kompan aloitteesta. Aluksi kemistiklubi oli enemmänkin opettajien ja varttuneiden opiskelijoiden ammatillinen kerho, mutta vuosikymmenten saatossa siitä samoin kuin muistakin myöhemmin syntyneistä killoista kehittyi nykyisenkaltaisia opiskelijakiltoja. Kemistikillan piirissä varmaankin myös Kemian osaston "vuorimiehet" toimivat ja vaikuttivat viime vuosisadan lopulta 1940-luvulle saakka.

1930-luvulla Suomen kaivos- ja metallurginen teollisuus osoitti selviä laajenemisen merkkejä. Teknillisen korkeakoulun opettajakollegi asetti syksyllä 1934 komitean, johon kuuluivat prof. Gustav Komppa, fil. tri Aarne Laitakari sekä Outokumpu Oy:n toimitusjohtaja Eero Mäkinen, valmistelemaan vuorinsinöörien koulutuskysymystä. Lausunnossaan komitea totesi mm. "Melkein kaikki Euroopan sivistysmaat ovat järjestäneet itselleen olosuhteisiinsa soveltuvan vuorinsinöörien korkeakouluopetuksen".

Komitean työn tuloksena perustettiin v. 1937 vuoriteollisuuden opintosuunta kemian osaston yhteyteen ja v. 1942 uudelleen metallurgian opintosuunta. Mineralogian ja geologian lehtorin virka muutettiin professorin viraksi v.1937. Viran ensimmäiseksi haltijaksi nimitettiin v. 1940 FT Heikki Väyrynen. Samoin perustettiin vuoritekniikan professorin virka v. 1937, metallurgian professori v. 1940 sekä rikastustekniikan ja metalliopin professorit v. 1945. Sotajasta sekä uusien virkojen erikoisuudesta johtuen virkoihin oli vaikea löytää päteviä hakijoita. Professori Väyrynen oli pitkään ainoa vakinainen professorin viran haltija. Näinollen oman osaston perustamiselle ei ollut luonnollisia edellytyksiä kuin vasta v. 1947, jolloin kaksi uutta professoria nimitettiin virkoihinsa, Kauko Järvinen vuoritekniikkaan sekä R. T. Hukka rikastustekniikkaan. Vuosia jatkuneen valmistelun tuloksena vihdoin Teknillisen korkeakoulun esityksestä elokuun 15 p:nä 1947 annetulla asetusel-

la erotettiin Teknillisen korkeakoulun Kemian osastosta vuoriteollisuuden ja metallurgian opintosuunnat uudeksi osastoksi.

Osaston perustamiseen tähdännyt, yli vuosikymmenen jatkunut toiminta ei voinut olla vaikuttamatta myös alasta kiinnostuneisiin opiskelijoihin. Niinpä jo v. 1938 syntyi ensi kerran ajatus Vuorikerhon perustamisesta opiskelijoiden keskuuteen. Sääntöehdotuskin oli valmiina jo seuraavana vuonna, mutta sodan alkaminen keskeytti suunnitelman toteuttamisen. Sodan päätyttyä v. 1944 palasi rintamalta useamman vuosikurssiin vahvuinen joukko aloittamaan opintojaan Teknillisessä korkeakoulussa. Myös vuoritekniikan ja metallurgian opintosuunnille ilmoittautui runsas joukko opiskelijoita. Jo sodan vielä jatkuessa kesällä 1944 heräsi opintolomalla olleiden vanhempien vuoriteollisuuden opintosuunnan opiskelijoiden keskuudessa ajatus oman yhdistyksen perustamiseksi. Insinööritutkinnon ensimmäisen osan aineet olivat silloin päättymässä ja erikoistuminen omaan alaan edessä. Erikoisesti kesäkuussa Outokummussa tutustuminen kaivosteollisuuden omalaatuisuuteen herätti ammattihengen ja yhteenkuuluvaisuuden tunteen, jota aiottiin jatkuvasti ylläpitää. Tunnetuista syistä asia viivästyi niin, että vasta tammikuun 26 p:nä 1945 jätettiin Kemistikillalle kirjelmä, jossa anottiin lupaa oman yhdistyksen perustamiseksi. Helmikuun 3. päivänä pitämässään kokouksessa Kemistikilta antoi myönteisen päätöksen ja uusi yhdistys "*Vuorimiehet*" näki päivänvalon. Yhdistyksen perustava kokous pidettiin 26.3.1945. Läsä oli 11 teekkaria. Puheenjohtajaksi valittiin *Jarmo Soininen*.



Killan oltermannin esitellessä Korkekirruuvia fukseille puheenjohtajakin vakavoituu.



Vuorimieskillan 50-vuotisjuhlavastaanotto Teekkarimuseossa 28.11.1997. Kuvassa edessä Killan valtaapitänyt raati lähes in corpore, taampana joukko vanhemman polven vuorimiehiä "oopperan ystäviä" sekä taulussa että livenä.

Yhdistyksen säännöt saatiin pian valmiiksi ja niissä todettiin mm "Vuorimiehet on Kemistikillan kuuluva vapaa yhdistys, jonka tarkoituksena on harrastaa vuorimiesten omia ammattiasioita, oppia hyvin tuntemaan nykyiset ja tulevat kollegat, pyrkiä luomaan oikea ammattihenkilä ja olla väliportaana siirryttäessä valmistuttua Vuorimiesyhdistykseen". Sääntöjensä mukaisesti "Vuorimiehet" oli ammattiainekerho, joka järjesti ekskursioita ja esitelmätilaisuuksia mutta myös juhlia kuten ensimmäinen vuosijuhla Polin juhlasalissa 23.3.1946. Aluksi "Vuorimiehet" oli tarkoitettu vain vuoritekniiikan eli kaivostekniikan opiskelijoille, mutta syksyllä 1946 tehtiin sääntömuutos, joka salli myös metallurgien osallistumisen "Vuorimiesten" toimintaan. Tämä olikin viisas päätös ajatellen seuraavan vuoden tapahtumia.

Maaliskuun 18 p:nä 1947 opettajaneuvosto päätti tehdä Valtioneuvostolle esityksen Vuoriteollisuusosaston perustamiseksi. Tieto päätöksestä saavutti myös "vuorimiehet" ja he suunnittelivat pahemmanlaatuisen jäynän kemistien päänmenoksi. He marssivat kolmekymmenpäisenä joukkona Kemistikillan vaalikokoukseen tarkoituksena saattaa kemistit "kaaoksen tilaan". Tässä onnistuttiinkin hyvin: puheenjohtajaksi valittiin vuorimies ja urheiluoajaajaksi nais-
teekkari, vastoin Kemistikillan omia suunnitelmia. Vastauksena vuorimiesten tempaukselle Kemistikillan raati päätti poistaa Vuorimiehet-yhdistyksen jäseniltä äänioikeuden syksyllä 47.

Tämä jäi kuitenkin jo ilman vaikutusta, sillä oman killan perustaminen oli jo pitkällä. Vuoriteollisuusosaston perustaminen ja toiminnan käynnistyminen syksyllä 1947 oli merkki myös killan perustamistoimille. Vuorimiesten kokouksessa 1.10. ryhdyttiin pohtimaan oman killan perustamista. Puheenjohtaja selosti Killan perustamiskysymystä. Hän totesi, että on olemassa 3 vaihtoehtoa: 1) jatkaa toimintaa "Vuorimiehinä", 2) muuttaa sääntöjä siten että "Vuorimiehistä" tulee Kilta, 3) lakkauttaa "Vuorimiehet" ja perustaa Kilta. Päätettiin perustaa Kilta muuttamalla "Vuorimiesten" sääntöjä. Killan nimestä käytiin pitkä keskustelu, ehdolla olivat: Vuorikilta, Vuorinsinöörikillta, Vuoriteekkarikilta, Vuorimiesten killta ja Vuorimieskillta, joka sitten valittiin killan nimeksi. Uudet säännöt laadittiin ja hyväksyttiin kokouksessa 22.10.1947, mitä päivämäärää voidaan pitää Vuorimieskillan syntypäivänä. Kokouksen puheenjohtajana toimi aluksi "Vuorimiesten" varapj. teekkari G. Snelman ja killan perustamispäätöksen jälkeen vastavaliittu puheenjohtaja teekkari T. Tyynele. Killan perustamista juhlittiin perustamissitsillä viikkoa myöhemmin. Tässä sitsissä prof. Heikki Väyrynen kutsuttiin killan ensimmäiseksi oltermanniksi, mitä tehtävää hän hoitikin vuoteen 1956 asti.

Jo seuraavana keväänä killta sai symbolinsa, kuusikulmaista poranterää kuvaavan hopeisen rintamerkin. Sama aihe toistuu myös Vuorimieskillan lipussa.

Killan 5-vuotisjuhlaa vietettiin Polilla

28.10.1952. Toimintakertomuksen mukaan "tilaisuudessa vallitsi erittäin lämmin ja välitön tunnelma, juhlat jatkuivat Polin valvojan nurjasta suhtautumisesta huolimatta pitkälle aamutunneille. Keskeisimmiksi juhlijoiksi osoittautuivat opettajat ja kutsuvieraat"! Tähän juhlaan oli saatu valmiiksi myös oltermannin merkki, avain, jonka luovutuspuheessa prof. Väyryselle teekkari Hahti totesi mm: "Se on paljon käytetty merkki. Se symbolisoi arvokkaan omaisuuden hallintaa. Oldermannin merkiksi sopii avain erittäin hyvin, sillä vartioihan oldermanni niitä henkisiä arvoja, joita killan tulee kehittää. Mutta eihän Olympoksen jumalatkan tyytyneet pelkkään henkiseen henkevyyyteen, vaan nauttivat välillä pikarin viiniä, tai kaksikin ja senpä vuoksi avaamme tämän avaimen. Tämän korkkiruuvien luovuttaminen näin avaimen yhdistettynä olkoon erikoisen tunnustuksen osoitus oldermannin kunnia-
kaan arvon haltijalle, sillä se vaatii erittäin vakavaa ja varmaa kättä, joka tätä avainta käyttää. Siksi on katsottu sopivaksi oldermannille". Professori Väyrynen sai myös kunnian testata korkkiruuvien toimintaa avaamalla viinipullon. Merkki on siitä lähtien siirtynyt oltermannille toiselle.

Väyrysen jälkeen oltermannina ovat toimineet professorit M.H.Tikkanen 1956-74, Aimo Mikkola 1974-80, Toimi Lukkarinen 1980-83 sekä Lauri Holappa vuodesta 1983 eteenpäin.

Vuorimieskillan 50-vuotisjuhlien lähestyessä killta käynnisti laajamittaisen historiikkiprojektin, jonka puitteissa käytiin läpi killan arkistot, valokuva-albumit ja muut asiaan liittyvät dokumentit sekä toteutettiin laaja haastattelukierros vanhojen killta-aktiivien parissa. Kymmeniä vanhoja vuorimiehiä killan perustamisajoista viime vuosiin saakka haastateltiin ja tuloksena oli mahtava pino ääninauhuja. Tämän mittavan työn tulokset kiteytettiin historiikkiteokseen Vuorimieskillta 1947-1997, joka saatiin valmiiksi ja jaettiin 50-vuotisjuhlien yhteydessä osanottajille. Historiikissa on kuvattu monipuolisesti killan perustamisvaiheita, ekskursioita, juhlia, laulukulttuuria, opinto- ja kansainvälistä toimintaa yms aktiviteetteja.

Vuorimieskilltaa ja sen toimintaa lähes 40 vuotta läheltä seuranneena voin todeta killan täyttäneen erinomaisen hyvin sille alunperin säännöissä asetetut tehtävät: "Vuorimieskillan tarkoituksena on toimia vuoriteollisuusosaston oppilaiden yhdysseitteenä, edistää harrastusta ammattiasioita kohtaan järjestämällä esitelmä- ja keskustelutilaisuuksia sekä opintomatkoja". Näin Kilta on myös tehnyt ja tulee jatkossakin tekemään. □

Suomen Valimotekninen yhdistys 50 vuotta

PAAVO TENNILÄ

Suomen Valimotekninen Yhdistys vietti 50-vuotispäiviään Tampereella 10.-11.10.1997 yli 300 henkilön voimalla. Vilkas osallistuminen on ollut tunnusomaista yli 700 jäsenen yhdistyksen toiminnalle sen perustamisesta lähtien.

Miksi Valimotekninen yhdistys syntyi?

Suomi oli taistellut itsenäisyydestään talvisodassa 1939-40 ja jatkosodassa 1941-44. Itsenäisyys säilyi, mutta se oli lunastettava vielä kerran sotakorvauksilla Neuvostoliitolle vuosina 1945-52.

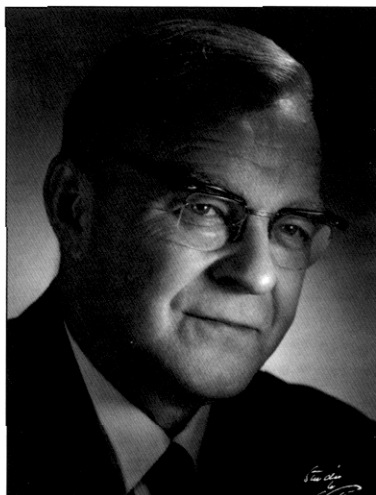
Sotakorvausten määrä oli etenkin metalliteollisuuden osalta niin suuri, etteivät teollisuutemme johtomiehet uskaltaneet ensimmäisinä sotakorvausvuosina olla varmoja pystyttäisiinkö niistä selviytymään.

Lehtiartikkelin puitteissa ei ole mahdollista eritellä tarkemmin, mitä kaikkea sotakorvaukset sisälsivät. Jonkinlaisen kuvan teollisuudelle koituneista haasteista antaa vaikkapa laivojen valmistus. Suomessa oli ennen sotia valmistettu vuosina 1929-38 yli sadan bruttokirjaston aluksia yhteensä 14 kpl yhteiseltä vetoisuudeltaan 23 248 bruttokirjaston. Sotakorvaussopimus sisälsi 581 alusta yhteiseltä vetoisuudeltaan 365 155 bruttokirjaston.

Sotakorvausten vuoksi oli myös valimoteknillisuutta voimakkaasti laajennettava. Samalla tekninen vaikeusaste nousi rajusti. Poikkeusolosuhteissa täytyi valmistaa paljon sellaisiakin komponentteja, joita normaaliolosuhteissa olisi ostettu ulkomaisilta toimittajilta. Uutta henkilöstöä rekrytoitiin teollisuuteen. Samalla täytyi teknisen osaamisen tasoa huomattavasti nostaa. Sotakorvausvuosina oli valimoteknisen yhdistyksen perustamiselle nykyäsanontaa käyttäksämme sosiaalinen tilaus.

Kuka oli yhdistyksen syntysanojen lausuja?

Yhdistyksen syntysanojen lausujana pidetään Suomivalimon toimitusjohtajaa B.M. Lehtosta. Silloin Helsingissä sijainneen Suomivalimon päätehtäväksi sotakorvaustuotannossa tulivat kapearai-



Suomen Valimoteknisen Yhdistyksen syntysanojen lausuja, toimitusjohtaja B.M. Lehtonen 1900-1980.

The initiator of the Finnish Foundry Technical Association, general manager Mr B.M. Lehtonen 1900-1980.

teisten rautatievaunujen teknisesti hyvin vaativat pintakarkaistut valurautapyörät, ns. Griffin-pyörät. Suomivalimo valmisti niitä yhteensä noin 65 000 kpl.

B.M. Lehtosta painoi huoli sotakorvauksista selviytymisestä. Hän piti henkilöstön pätevyyden lisäämistä välttämättömänä. Vuonna 1945 hän oli jo suomennuttanut saksankielestä Frede-Fettweis'in 127-sivuisen A4-kokoisen Valajan kirjan. Se oli ilmestyessään ainoa suomenkielinen valimoalan oppikirja. B.M. Lehtonen oivalsi myös, että yhteishengen luominen valimoalalla työskentelevien keskuuteen oli tärkeää. Siksi hän innosti Suomivalimon ylityönjohtajaa Kalle Kuulasta ryhtymään yhdistysaatetta ajamaan. B.M. Lehtosen ajatuksen mukaisesti yhdistykseen tulisivat kuulumaan niin työnjohtajat, insinöörit kuin valimojen johtajatkin ja sen

tuli olla itsenäinen sekä poliittisesti, kielellisesti ja uskonnollisesti puolueeton.

Tuumasta toimeen

Helsingissä pidettiin 15.6.1946 kokous, jossa oli pöytäkirjan mukaan insinöörejä ja mestareita 54 kpl eri valimoista. Kokouksen puheenjohtajaksi valittiin valumestari Kalle Kuulas Suomivalimosta ja sihteeriksi dipl.ins. Eugen Autere Högforsista. Kokouksen osanottajille jaettiin suomennetut Ruotsin veljesjärjestön säännöt ja tiedusteltiin, olisiko syytä perustaa Suomeenkin Valimotekninen Yhdistys. Vastaus oli myönteinen. Valittiin toimikunta asiaa valmistelemaan. Kuulaksen ja Autereen lisäksi siihen valittiin insinööri Georg Hellén Wärtsilä-Yhtymästä sekä valumestari Onni Salminen Tampellasta ja Yrjö Reunanen Porin Konepajasta.

Toimikunta työskenteli ahkerasti ja esitti 22.9.1946 tarkistetun sääntöehdotuksen yhdistyksen perustavalle kokoukselle, johon oli saapunut "50 Suomen valimoita edustavaa insinööriä ja työnjohtajaa." Yhdistyksen nimeksi tuli Suomen Valimomiesten Liitto - Finlands Gjuterimannaförbund. Nykyiseen muotoonsa - Suomen Valimotekninen Yhdistys - Finlands Gjuteritekniska Förening - yhdistyksen nimi muutettiin vuonna 1964. Nykyistä nimeä ehdotettiin jo yhdistystä perustettaessa, mutta "miesliitto" voitti. Kuvastaa ehkä ajan henkeä, että yhdistys oli todellakin alkuvuosina



Tekniikan lisensiaatti Eugen Autere (s.1912) on tehnyt pitemmän ja laajemman työn yhdistyksen ja valimotekniikan hyväksi kuin kukaan toinen.

Mr Eugen Autere, Licentiate of Science, (born in 1912) has made a longer and more comprehensive career within the association than anybody else.

Yhdistyksen toisen hallituksen jäseniä 1950. Istumassa Toivo Nissinen, Kalle Kuulas, varapuheenjohtaja, Ernst Alander, puheenjohtaja ja Eugen Autere, sihteeri. Seisomassa Emil Erkkilä ja Gardar Alcenius.

The executive committee of the association in 1950. Sitting Mr Toivo Nissinen, Mr Kalle Kuulas, deputy chairman, Mr Ernst Alander, chairman and Mr Eugen Autere, secretary. Standing Mr Emil Erkkilä and Mr Gardar Alcenius.



Toimitusjohtaja Gunnar Heikkilä (1913-1996) kirjoitti lähes 40 vuotta palstaa "Toimittaja valaa".

Mr Gunnar Heikkilä, general manager, (1913-1996) was responsible for the column "Editor pours" for nearly 40 years.

tarkoitettu vain mieshenkilöille. Yhdistyksen ensimmäiseksi puheenjohtajaksi valittiin ins. Georg Hellén Wärtsilä-Yhtymän Crichton-Vulcanilta, varapuheenjohtajaksi ylityönjohtaja Kalle Kuulas Suomivalimosta, sihteeriksi dipl.ins. Eugen Autere Högforsin tehtaalta, varasihteeriksi ins. Gardar Alcenius Porin Konepajasta, rahastonhoitajaksi valumestari Onni Salminen Tampellasta sekä varajäseniksi valumestarit Uno Lindholm Vaasan Konepajasta ja Jalmar Tuomela Karhulan tehtailta. Oikeusministeriö vahvisti yhdistyksen säännöt 17.3.1947. Sen perusteella vuotta 1947 pidetään yhdistyksen perustamisvuotena.

Yhdistyksen tarkoitus

Yhdistyksen tarkoitus määriteltiin ensimmäisissä säännöissä seuraavasti: "Liiton tarkoituksena on esitelmillä ja keskusteluilla vaikuttaa ammattikunnan kohottamiseksi sekä tietopuolisesti että käytännöllisesti, edistää ja valvoa sen jäsenten ja ammatin etuja sekä koettaa ylläpitää terveitä olosuhteita niissä valimoissa, joiden palveluksessa on liiton jäseniä." Nykyiset SVY-FG:n säännöt ilmaisevat saman ajatuksen seuraavasti: "Yhdistyksen tarkoituksena on valimotekniikasta kiinnostuneiden yhdistäminen sekä valun käytön edistäminen teknologia, ihminen ja ympäristö huomioon ottaen. Tarkoituksen toteuttamiseksi yhdistys järjestää kokouksia, esitelmätilaisuuksia, opintomatkoja ja kursseja sekä harjoittaa julkaisutoimintaa."

Ensimmäinen vuosikokous Tampereella 25.5.1947

Yhdistyksen ensimmäisessä vuosikokouksessa tehtiin monta kauaskantoista päätöstä yhdistyksen tarkoituksen toteuttamiseksi:

- Päätettiin lähettää kaikille teollisuuslaitoksille yhdistyksen toiminnasta kertova kirje ja toivottiin yhtiöiden korvaavan jäsenten matkakulut yhdistyksen tilaisuuksiin.

- Päätettiin kiirehtiä yhdistyksen merkkiä suunnittelevaa toimikuntaa. (Sanaa "logo" ei silloin vielä käytetty.)

- Sihteeri Eugen Autere kertoi, että yhdistyksen perustajajäseniin kuuluva tri-ins. Paavo Asanti oli järjestänyt VTT:llä keskustelutilaisuuden valimoteknisen tutkimustoiminnan käynnistämisestä maassa.

- Keskustelussa jäsenten kouluttami-

sesta todettiin jäsenten mahdollisuus vierailulla muissa valimoissa tärkeäksi toimintamuodoksi.

- Päätettiin, että johonkin teollisuuskouluun olisi saatava valimotekninen linja.

Tampereella tehdyistä päätöksistä voimme nyt 50 vuoden kuluttua todeta, että silloisilla puuhamiehillä oli selkeä käsitys toimenpiteistä, jotka ovat ajan-kohtaisia tänäkin päivänä.

Teknikkokoulutushanke toteutui yllättävän nopeasti silloisen Suomen Metalliteollisuusyhdistyksen valimokomitean - nykyisen MET:in Valimoiden Toimialaryhmän - avulla. Ensimmäinen valimoteknikkokurssi aloitti Turussa Teknillisessä koulussa (entisessä teollisuuskoulussa) v. 1948 ja valmistui keväällä 1951.

Vetoomus yrityksille jäsenten osallistumisen tukemisesta johti myös toivotuun tulokseen. Useimmat valimo yritykset totesivat yhdistyksen toiminnan hyödylliseksi ja tärkeäksi. Suuret valimo yritykset lähettivät yhdistyksen kokouksiin usein bussilastillisen henkilöstöään. Henkilöstön arvon oivaltaminen oli valimo yritysten piirissä aikaansa edellä. Ajatus on elänyt voimakkaana näihin päiviin asti, joskaan uusliberalistinen henkilöstöpolitiikka ja siihen liittynyt "tulos tai ulos"-periaate sekä muodostettujen tulosityksikköjen johtajien rajaton yksinvalta eivät ole jättäneet valimo yrityksiäkään koskemattomiksi. Tänä panostaminen henkilöstöön on jälleen myötätulessa.

Huolimatta keskinäisestä kovastakin kilpailusta on kokemusten vaihto valimoteknisissä piireissä ollut aina varsin avointa. Yhdistyksen jäsenet ovat pitäneet suurimpana hyötynä yhdistyksen toiminnasta mahdollisuutta tutustua paikan päällä toisten valimoammattilaisten kokemuksiin.





Neljä yhdistyksen puheenjohtajaa, Risto Rintala (silloinen sihteeri), Ernst Alander, Georg Hellén ja Kosti Alanko tutustumassa Pietarsaaren konepajaan tunnetun konepajamiehen, Arno Sarasteen opastuksella 17.5.1958.

Four former chairmen of the association, Mr Risto Rintala (secretary in that time), Mr Ernst Alander, Mr Georg Hellén and Mr Kosti Alanko visiting Pietarsaari Engineering Works guided by the famous expert Mr Arno Saraste on May 17th, 1958.

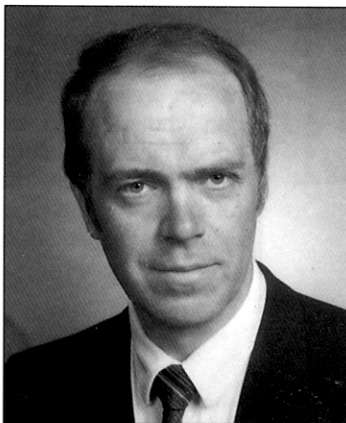
Antti Valonen, vasemmalla, jota voidaan kutsua Mr. Valimomuseoksi vastaanottaa 18.11.1991 Suomen Teknillisen Museo-yhdistyksen ansiolevykkeeseen Valimoteknisen yhdistyksen puheenjohtajalta Pekka Kemppaiselta ja asiamieheiltä Krister Collanilta.

Mr. Antti Valonen, on the left, who can be called Mr. Foundry Museum, receives a silver award of Finnish Technical Museums from Mr. Pekka Kemppainen, a chairman of the association and Mr. Krister Collan, an executive director of the association.



Eugen Autere esittelee Suomen valimomuseon näyttelyä ministeri Matti Puhakalle 17.5.1989. Taustalla teollisuusneuvos Yrjö M. Lehtonen.

Mr Eugen Autere presents the exhibition of the Finnish Foundry Museum to minister Matti Puhakka on May 17th, 1989. In the background Mr Yrjö M. Lehtonen, general manager.



Jouko J. Vuorinen, Teknillisen korkeakoulun valimotekniikan professori vuodesta 1983.

Mr. Jouko J. Vuorinen, Professor of foundry technology in Helsinki University of Technology since 1983.

Oma lehti valimomiehille

Yhdistyksen ja sen paikallisosastojen piirissä pidettiin alusta alkaen esitelmää valimoteknisistä aiheista. Tiedon levittämiseksi koettiin suureksi puutteeksi, ettei suomenkielistä aineistoa juurikaan ollut käytettävissä aikaisemmin mainitua "Valajan kirjaa" lukuun ottamatta.

Yhdistyksen hallituksessa keskusteltiin oman lehden perustamisesta, mutta sitä pidettiin liian suurena taloudellisenä riskinä. Asia sai vauhtia hallituksen kokouksessa 13.4.1948, johon osallistui "ylimääräisenä" myös johtaja B.M. Lehtonen. Kokouksen pöytäkirjassa on

maininta: "Johtaja Lehtonen tarjoutui toimittamaan julkaisun omalla vastuullaan, minkä tarjouksen johtokunta kiitollisuudella hyväksyi."

Suomen Valimomiehen ensimmäinen numero ilmestyi vuonna 1949. Päätoimittajana oli B.M. Lehtonen ja toimitussihteerinä ins. Gunnar Heikkilä, joka toimi silloin Suomivalimon kaupallisena johtajana.

Numerosta 3-4/1950 lähtien hän toimi lehden päätoimittajana. Suomen Valimomies fuusioitiin vuoden 1954 lopussa Suomen Metalliteollisuusyhdistyksen Konepajamies-lehteen. Suomen Valimomiehestä ehti ilmestyä yhteensä 11 numeroa, joista lähes kaikki olivat 66-sivuisia. Sivuja kertyi yhteensä lähes 700.

Valimomiesnumerot Konepajamies-lehdessä

Suomen Valimomies-lehden "sielu" Gunnar Heikkilä neuvotteli Suomen Metalliteollisuusyhdistyksen kanssa fuusiosopimuksen. Sen ydinkohta kuului seuraavasti: "Lehden kunkin vuosikerran kymmenestä numerosta on kaksi valimonumeroa, jotka postitetaan korvauksetta muos Suomen Valimomiesten Liiton jäsenille. Sen edellytyksenä on, että liitto asettaa lehden käytettäväksi kaksi erikoistoimittajaa, jotka osallistuvat valimonumeroiden suunnitteluun ja sisällön hankintaan."

Yhdistys valitsi erikoistoimittajiksi Gunnar Heikkilän ja Veijo Kaskelan. Jälkimmäisen siirryttyä Valmetin Brasilian tehtaille tuli hänen tilalleen dipl.ins. Paavo Tennilä Lokomon teräsvalimosta vuoden 1958 alusta lukien.

Valimomiesnumeroiden merkitys valimoteknisen tiedon levittämissä oli vuosina 1955-82 huomattava. Esim. valimoalan tärkeimmistä messuista GIFA:sta Düsseldorfissa oli Konepajamiehen Valimomiesnumerossa 10/1974 Eugen Autereen laatima 14,5-sivuisen(!) esitys. Autere on kaikkiaan julkaissut painettua valimoteknistä tekstiä enemmän kuin kukaan toinen - yli 1500 sivua. Konepajamiehen vuonna 1980 julkaisemassa kirjoittajaluettelossa on kahden sivun verran Autereen siihen mennessä kirjoittamien artikkeleiden otsakkeita. Hän on myös kirjoittanut suurimmat osuudet MET:in kustantamiin Valimotekniikka-kirjoihin vuosina 1952, 1969, 1982 ja 1986.

Vuonna 1972 Suomen Metalliteollisuusyhdistys luovutti Konepajamiehen kustantamisen Insinöörilehdet Oy:lle pysyen kuitenkin itse lehden julkaisija-

na. Ratkaisusta kuultiin myös kritiikkiä. Katsottiin, että Metalliteollisuusyhdistys vetäytyi teknisen tiedon levittämisen vastuusta. Kritiikkiin olisi tänään aihetta todennäköisesti vielä enemmän kuin 26 vuotta sitten.

Vuonna 1982 valimomiesnumeroiden jakelu kaikille SVY-FGF:n jäsenille kävi Insinöörilehdet Oy:lle ylivoimaisen rasaskaaksi. Konepajamiehen levikki ei ollut noussut toivotulla tavalla markkinatutkimuksiin uhratuista summista huolimatta ja toisaalta SVY-FGF:n jäsenmäärä oli noussut kolminkertaiseksi fuusiosopimuksen ajankohdasta. Viimeinen Konepajamiehen valimomiesnumero oli 11/1982. Gunnar Heikkilä uskoi kuitenkin Konepajamiehen pääkirjoituksessa numerossa 5/1983, että lehdessä tulisi edelleen olemaan kaksi valimopainotusta numeroa vuosittain. Näin ei kuitenkaan käynyt. SVY-FGF menetti virallisen asemansa Konepajamiehessä. Heikkilä ja Tennilä eivät enää olleet lehden "erikoistoimittajia". Yhteistoiminta tosin jatkui, mutta laimeni vähitellen. Suomen Valimotekninen Yhdistys perusti oman jäsenlehden, Valimoviestin vuonna 1985. Tällöin voitiin todeta ympärän sulkeutuneen. Vuonna 1997 entinen Konepajamies, nykyinen Metalliteknikka ei enää suostunut julkaisemaan riviäkään SVY-FGF:n 50-vuotises-ta taipaleesta.

"Toimittaja valaa"

Gunnar Heikkilän "tavaramerkkinä" oli lähes 40 vuoden ajan palsta "Toimittaja valaa". Ensimmäinen pakina ilmestyi Suomen Valimomiehen numerossa 3/1951 ja viimeinen Konepajamiehen numerossa 5/1989.

Heikkilä oli kantaa ottava kirjoittaja. Viimeisessä pakinassaan hän oli huolestunut talouselämän holtittomasta hoidosta:

"Huippuunsa yltänyt ja jo liiankin pitkään jatkunut talouskasvu, joka näyttää edelleen etenevän, on saanut useimmat viittaamaan ns. kintaalla saapuvan laman varoituksille. Päinvastoin julistetaan työvoimapulaa ja suunnitellaan vastatoimia kuten parikymmentä vuotta sitten, jolloin ennen näkemättömän nousukauden jatkuessa pelättiin työvoiman puutteen johtavan maailmanlaajuisen teollisuuskatastrofiin. Odottamaton laskusuhdanne palautti kuitenkin järjen tasapainon ilman enempiä jäitä. - Mutta kuin huutavan ääni korvessa on tänäänkin yksilön sana - harva ajanvietteekseen kuulostelee viestejä kuusi-puitten kätköistä. Siksi sanaa on nase-

voitava, jotta se iskee aivojen pellit auki."

Lähes yhdeksän vuoden kuluttua Heikkilän varoituksista voidaan todeta, että huutavan ääni ei tavoittanut sen paremmin kasinopelin huumamaa valtakunnan johtoa kuin Suomen Pankin johtoaakaan, pankeista ja pankkitarkastusvirastosta puhumattakaan.

Yhdistyksen jäsenet ulkomailla

Suomen valimoammattilaisten yhteydet ulkomaille olivat yhdistyksen perustamisen aikoihin olleet sotien vuoksi varsin pitkään poikki. Yhdistyksen puuhamiehet päättivät avata ikkunat auki Eurooppaan. Vauras ja sodilta säästynyt Ruotsi oli lähellä, eivätkä pakkoruotisi-käsitteen luojat olleet vielä syntyneetkään. Ruotsin veljesjärjestön edustajat kutsuttiin ensin ekskursiolle Suomeen 1949.

Suomalaisten vierailu Ruotsiin toteutettiin v.1950. Matkan hinta uhkasi koitua kompastuskiveksi monille nuoren yhdistyksen jäsenille. Johtaja B.M. Lehtonen, joka oli hoitanut yhteydet Ruotsiin, tuli nytkin avuksi. Hallituksen kokouksen pöytäkirjassa 12.5.1950 on maininta: "Sihteeri luovutti rahastonhoitajalle johtaja Lehtosen lahjoittaman 100 000 markan suuruisen rahamäärän. Siitä riitti stipendejä jaettavaksi. Matkaan osallistui 44 jäsentä.

Ruotsin ekskursion jälkeen olivat vuorossa Saksa 1953, Norja 1960 ja Tanska 1966. Tanskan ekskursion valmisteluista kerrottakoon seuraava tarina. Seuramatkailu oli Suomessa vasta orasvaiheessa. Suomen Höyrylaiva Oy päätti keväällä 1966 tarjota viikon matkan Kööpenhaminaan höyrylaiva Ariadnella purjehduskauden aluksi. Matka oli samalla aluksen koematka talven kestäneen telakoinnin jälkeen. Valimotekninen Yhdistys tarttui edulliseen tilaisuuteen. Ilo oli ylimmillään, kun maakuntaan levisi tieto, että samaan retkeen tulisi osallistumaan Helsingin Naisvoimistelijoiden ryhmä. Helsingiläiset matkan suunnittelijat tosin unohtivat kertoa, että kyseessä olivat Helsingin Naisvoimistelijoiden seniorit professori Kaarina Karin (77 vuotta) johdolla...

Matkustusinto ja mahdollisuudet lisääntyivät 1970-luvulla. Tehtiin 7 ekskursiota, joista useimmat olivat samalla messumatkoja. Kahden viimeksi kulu- neen vuosikymmenen aikana on yhdistys järjestänyt ulkomaan ekskursioita lähes joka vuosi. Osanotto ekskursioihin on aina ollut vilkasta. GIFA-messumatkojen osanotto Düsseldorfin on ol-

KUVA OLE KROGELL



Yhdistyksen kunniajäsenet Eugen Autere, Paavo Tennilä, Yrjö M. Lehtonen ja Krister Collan nauulaamassa yhdistyksen lippua 11.10.1997. Taustalla yhdistyksen puheenjohtaja Tapio Rantala.

The honorary members of the association Mr Eugen Autere, Mr Paavo Tennilä, Mr Yrjö M. Lehtonen and Mr Krister Collan nailing the flag of the association on October 11th, 1997. In the background the chairman of the association Mr Tapio Rantala.

lut ennätysellistä. Vuoden 1984 matkaan osallistui 142 henkilöä ja vuoden 1989 matkaan 160 henkilöä neljänä ryhmänä. Vuodesta 1986 on yhdistyksen ulkomaantoimikuntaa vetänyt yhden miehen showna Oy Lux Ab:n toimitusjohtaja Carl-Johan Nybergh. Hän on todistanut käytännössä usein todetun seikan, että erilaisten toimikuntien tehokkuus on monesti kääntäen verrannollinen siihen kuuluvien henkilöiden lukumäärään. Kevään 1998 ekskursio suuntautuu Hollantiin ja Belgiaan.

Yhdistyksen toiminta ammattikoulutuksen hyväksi

Valimoalan ammattikoulutuksen saaminen ajan vaatimusten tasolle oli keskeisesti esillä yhdistyksen toiminnassa 1960-luvulta alkaen. Yhdistyksen puheenjohtajan, G.A.Serlachius Oy:n Mäntän konepajan yli-ins. Kosti Alanگون aloitteesta yhdistys kääntyi asiassa KTM:n puoleen yhdessä Metalliteollisuuden Työnantajaliiton ja Metalliteollisuuden harjoittajien kanssa jo vuonna 1962.

Vuonna 1972 Etelä-Hämeen keskusammattikoulun valimotyön opettaja Birger Sirén laati yhdistyksen puheenjohtajan Paavo Tennilän ja Metalliteollisuuden Työnantajaliiton apulaisjohtajan dipl.ins. Alku Sireliuksen kanssa alustavat suunnitelmat uuden valimoammattikoulun perustamiseksi.

Tampereen kaupunki alkoi lämmentä

valimokouluhankkeelle vuonna 1977. Yhdistyksen puheenjohtaja dipl.ins. Risto Rintala Upo-Valimosta lähetti silloin Tampereen kaupunginhallitukselle kirjelmän, jossa sanottiin Tampereen soveltuvan hyvin valimokoulun paikaksi ja toivottiin myönteistä ratkaisua.

Monien vaiheiden jälkeen Tampereen Ammattioppilaitoksen Hervannan kouluun valmistuivat syksyllä 1987 ajanmukaiset valimo- ja mallinveistämötilat pääosin Tampereen kaupungin rahoituksella.

Vuonna 1997 niitä laajennettiin samalla kun Tampereen kaupungin, Tampereen Teknillisen Korkeakoulun, Tampereen Ammattikorkeakoulun ja Tampereen Ammattioppilaitoksen perustaman Valimoinstituutin tilat rakennettiin valimon ja mallinveistämön yhteyteen.

Kurssitoimintaa INSKOn kursseilla ja omilla opintopäivillä

Vuosien 1965-90 aikana yhdistys järjesti yhdessä INSKOn kanssa ahkerasti kursseja valimojen toimihenkilöille ja valun käyttäjille. Viikkaimmillaan toiminta oli 1970-luvulla, jolloin valimoaiheisia kursseja oli 4-5 vuosittain. Kurssitoiminnan kantaviin voimiin kuuluivat mm. Eugen Autere, Erkki Värre ja Paavo Tennilä sekä Gunnar Heikkilä, joka piti päivällä esitelmöijät aikataulussa ja opetti illalla kurssilaisille valimomiesten lyhyen juomalaulun: "Noh!"

Yhdistyksen vuosikokouksissa on

aina pidetty esitelmää. Viime vuosikymmenellä katsottiin, että yhdistyksen on syytä järjestää omia koulutustilaisuuksia useamminkin kuin kerran vuodessa. Ryhdyttiin pitämään talviopintopäiviä, joista on muodostunut jokavuotinen perinne.

Valimoprofessori lahjoitusvaroin

Valimoprofessorin aikaansaamisesta Suomeen keskusteltiin yhdistyksen piirissä 1970-luvulla. Yhdistyksen hallitus käsitteli kokouksessaan 5.2.1974 professori Sakari Heiskasen lähettämää ehdotusta hankkeen käynnistämiseksi. Ehdotusta kannatettiin.

Yhdistyksen puheenjohtaja, kauppat. maisteri Erkki Värre Rautpohjan valimosta lähetti Teknilliselle korkeakoululle kirjeen 20.2.1974. Siinä sanottiin mm: "Suomen Valimotekninen Yhdistys esittää kunnioittaen valimotekniikan professorinviran perustamista Teknilliseen korkeakouluun tutkimustyön ja henkilöstön saannin jatkuvuuden turvaamiseksi."

Kun kävi ilmi, että professuurihanke etenisi nopeasti vain lahjoitusvaroilla, päättivät vuonna 1972 perustetun valimoteknillisen tutkimusryhmän, eli VT-ryhmän 10 jäsenvalimoa lahjoittaa varat professuuria varten viideksi vuodeksi. Sitoumuksen allekirjoittivat 7.2.1978 A.Ahlström Osakeyhtiö, Asko-Upo Oy, Kymi-Kymmene Oy, Ovako Oy, Rauma-Repola Oy, Oy W.Rosenlew Ab, Suomi-valimo Oy, Oy Tampella Ab, Valmet Oy ja Oy Wärtsilä Ab. Yli-ins. Krister Collan toimi valimotekniikan vt. professorina syksystä 1980 lähtien, kunnes vakinaisen professori Jouko J. Vuorinen astui virkaansa 1983.

Valimomuseo Karkkilaan

Gunnar Heikkilä esitti ajatuksen valimomuseon perustamisesta *Toimittaja valaapalstallaan* Konepajamiehessä vuonna 1984.

Yhdistyksen kotimaan toimikunta piti kokouksen Karkkilassa puheenjohtajansa ylityönjohtaja Olavi Lieden johdolla 15.1.1986 ja selvitti lähtökohtia valimomuseon perustamiselle. Toimikunta esitti asian JOT-yhtiöiden teollisuusneuvos Yrjö M. Lehtoselle, joka lupasi Högfors-Valimo Oy:ltä tukea hankkeelle ja museolle tiloja Högforsin valimon kiinteistöistä. Yhdistyksen hallitus nimesi kokouksessaan 12.12.1986 yhdistyksen veteraaneista koostuvan museotoimikunnan, jonka puheenjohta-

jaksi tuli Antti Valonen Karkkilasta sekä jäseniksi Olavi Liesi Lahdesta ja K.M. Suuronen Tampereelta.

Toimikunta kokosi suuren määrän esineistöä ja valokuvia. Vuonna 1987 perustettiin Suomen valimomuseosäätiö, jonka jäseninä ovat Karkkilan kaupunki, Högfors-Valimo Oy ja Suomen Valimotekninen Yhdistys. Valimomuseosäätiön nimeämä näyttelytyöryhmä suunnitteli museoon sijoitettavat näyttelyt. Työryhmän puheenjohtajana toimi Antti Valonen ja valimoteknisenä asiantuntijana tekn.lis. Eugen Autere. Valimomuseo avattiin 17.5.1989 Högfors-Valimo Oy:n omistamassa entisessä tehtaan konttorirakennuksessa, jonka yhtiö vuokrasi museon käyttöön.

50-vuotisjuhlatampereella

Tampereella vietettiin 10.-11.10.1997 kolminkertaista juhlaa. Valimoinstituutti vihittiin käyttöönsä, Tampereen Ammattiopilaitos juhli 85-vuotista toimintaansa ja Suomen Valimotekninen Yhdistys - Finlands Gjuteritekniska Förening vietti 50-vuotisjuhliiaan. Tampere-talossa pi-

detyyn 50-vuotisjuhlan juhlaisitelmän piti teollisuusneuvos Yrjö M. Lehtonen. Yhdistys julkisti Paavo Tennilän ja Antti Valosen kirjoittaman 213-sivuisen historiikkiteoksen "SVY-FGF 50 vuotta 1947-1997". Kirja on juhlien jälkeen myynnissä Suomen Valimomuseolla Karkkilassa, osoite PL 50, 03600 Karkkila, puhelin 09 22505261.

MET:in Valimoiden Toimialaryhmän puheenjohtaja dipl.ins. Antti Zitting Sacotec Tarkkuusvalut Oy:stä esitti vuosikokousillallisten aluksi yllätysohjelmanumeron ilmoittamalla toimialaryhmän lahjoittavan yhdistykselle 50.000.- perustettavan Paavo Tennilän rahaston pesämunaksi. Ilan mittaan eri yritykset lupasivat kartuttaa rahaston lähes 200.000.- suuruiseksi.

Yhteenveto

Suomen Valimotekninen Yhdistys - Finlands Gjuteritekniska Förening perustettiin vuonna 1947 sotakorvausten Suomen metalliteollisuudelle asettamiin koviin haasteisiin vastaamiseksi. Valimoteollisuuden voimakas laajentu-

minen vaati henkilöstön lisäämistä ja teknisen vaatimustason nouseminen vaati henkilöstön kouluttamista. Tilanteen vakavuus edellytti myös yhteishengen luomista. Onneksi valimomiesten joukossa oli aloitekykyisiä, vastuuntuntoisia ja kaukokatseisia henkilöitä, jotka käynnistivät yhdistyksen. Poliittiset, uskonnolliset ja kielikysymykset rajattiin pois yhdistyksen toiminnasta ja yhdistys pidettiin myös täysin sitoutumattomana.

Samaan yhdistykseen kuuluivat niin työnjohtajat, insinöörit kuin tehtaiden johtajatkin. Harrastettiin vertikaalista integrointia, vaikka sanontaa ei oltu vielä keksittyään. Avoin kokemusten vaihto loi luottamusta. Yhdistyksestä tuli hyvin yksimielinen ja osallistuminen sen toimintaan on ollut koko viidenkymmenen vuoden ajan harvinaisen vilkasta. Yhdistyksen merkitys valimoteknisen tiedon levittämisessä on ollut huomattava. Maailmalla esitetyt alan uutuudet on nopeasti otettu käyttöön Suomessa. Yhdistyksen aloitteesta ovat käynnistyneet mm. valimoprofessori ja valimotalan ajanmukainen ammattikoulu. □

SUMMARY

Suomen Valimotekninen Yhdistys - The Finnish Foundry Technical Association was founded in 1947 to meet the hard challenges set for the Finnish metal industry by the war reparations. The strong expansion of the foundry industry forced new staff to be hired and the rising technical standard required training of the staff. The severe situation demanded also spirit of solidarity. Fortunately there were enterprising, responsible and foresighted persons among the foundrymen, who started the association. Political, religious and language questions were excluded from the activities of the association and it was also kept fully independent. Foremen, engineers as well as factory managers belonged to the same association. That was vertical integration though the term was not even invented. The open change of experiences created confidence. The association became very unanimous and participation in its activities has been exceptionally high during all the fifty years. The importance of the association in spreading knowledge of foundry technology has been remarkable. New technical methods presented in the world have been adopted very soon in Finland. The professorship and the modern vocational foundry school have been initiated by the association.



- RÄJÄHDYSAINEET
- SYTYTYSAINEET

OY FORCIT AB
PL 19, 10901 HANKO
PUH: (019) 2201
FAX: (019) 248 6591

**Great Minds
Can Move
Mountains**

...In Very Efficient Ways.

In the comminution industry there is simply no substitution for experienced professionals. Nordberg's acquisition of Morgårdshammar Mining division now provides you with more innovative solutions than ever before. Whether engineering and implementing an entire new circuit or upgrading an existing one, Nordberg Mills' engineering expertise and diverse quality product line is setting the standard for today's comminution industry worldwide. From complete Sag Mill/Ball Mill circuits to Primary Gyrotory Crushers, C-Series Jaw Crushers, MP Series Cone Crushers, WaterFlush® Crushers, HP Cone Crushers, Symons Cone Crushers, G-Cone Crushers, Omnicone Crushers, Grinding Mills, Multi-Slope Screens, Conveyors and Hoists, you are guaranteed that all your comminution needs will be met with an industry unique partnership.

Call or write us today for more information on the new Nordberg Mills. Challenge us to save you energy consumption and overall operating costs.

The New Nordberg Mills -- Where today's challenges become a bold new world of solutions.

For more information, fax the Nordberg company nearest you:

Europe Finland fax: +358-204-80 4207

France fax: +33-3-8539 6298

Americas USA fax: +1-414-769 4730

Asia-Pacific Singapore fax: +65-738 3353

Nordberg Group, P.O. Box 1220, 00101 Helsinki, Finland

Phone: +358-204-80 140

Fax: +358-204-80 141

Web Page: <http://www.nordberg.com>

Nordberg®

Leading the world in rock processing

Nordberg Group • A Member of Rauma Corporation



Väylän varrelta

Poimintoja Laboratorion 50-vuotistaipaleelta

VEIKKO LINDROOS, TEKNILLINEN KORKEAKOULU, METALLI- JA MATERIAALIOPIN LABORATORIO, 50-VUOTISJUHLASEMINAARI "TIETEESTÄ TYÖTÄ JA HYVINVOINTIA" 22.10.1997 DIPOLI, OTANIEMI

Teknillisen korkeakoulun alku ulottuu vuoteen 1849, jolloin Suomeen perustettiin ensimmäinen teknillinen koulu, josta kehittyi sittemmin 1879 Polyteknillinen Opisto. Se sai vuonna 1908 korkeakoulustatuksen, missä muodossa korkeakoulu tänään tunnetaan.

Ennen tätä päivää

Metallurgian - sekä prosessi- että fysikaalisen metallurgian - opetuksesta löytyvät ensimmäiset tiedot korkeakoulumme historiasta 1880-luvulta. Lehtoraattitasoista opetusta antoivat Karl Probus Solitander (1880-88), Axel Tigerstedt (1888-1901), Johan Emil Sarlin (1901-02), Leobold Edvard Krohn (1902-05) ja Johannes Aschan (1905-1939). Systemaattinen opetus- ja tutkimustoiminta juontaa kuitenkin 1930-luvulle, jolloin saksalainen metallurgi Otto Barth - sen jälkeen, kun hän oli osallistunut 1935-38 Outokumpu Oy:n kuparisulaton rakentamiseen Imatralle - siirtyi 1938-44 Teknillisen korkeakoulun tehtäviin, missä yhteydessä hän luennoi sekä metallurgiaa että metallografiaa. Kun toinen maailmansota toi katkoksia kaikilla Teknillisen korkeakoulun toiminta-alueilla, varsinainen toiminta näin ollen aktivoitui uudelleen vasta sodan jälkeen, jolloin syntyjään saksalainen mutta Ruotsissa asuva tohtori Herman Unckel aloitti vuonna 1945 metalliopin luennot Teknillisessä korkeakoulussa. Metalliopin professuuri sai varsinaiset laboratoriotilat käyttöönsä vuonna 1947 Bulevardilla tiloissa, jossa nyt sijaitsee Ulkomaisen taiteen museo Sinebrychoff, jolloin Metalliopin laboratorion toiminnan katsotaan varsinaisesti käynnistyneen. Herman Unckel nimitettiin metalliopin professorin virkaan syksyllä 1949, mistä hän kuitenkin erosi vain kolmen kuukauden jälkeen siirtyäkseen muihin tehtäviin Ruotsiin. Tämän jälkeen filosofian tohtori Heikki Miekko-oja, joka silloin työskenteli Outokumpu Oy:n Porin tehtailla tutkimustehtävissä, siirtyi ensin hoitamaan metalli-



Rauma Oy:n teknologiajohtaja Hannu Martikaisen onnittelumaljapuhetta kuuntelevat eturivissä vasemmalta: sihteerit Arja Teramo, VTT:n tutkimusprofessori Karri Vartiainen, Metalliteollisuuden Keskusliiton johtaja Pekka Pokela, professori Paavo Jääskeläinen, kansanedustaja, professori Martti Tiuri, vararehtori Antti Räisänen, rehtori Paavo Uronen, toimitusjohtaja Pertti Vuottilainen ja professori Veikko Lindroos.

opin professuuria syksyllä 1950 ja myöhemmin haku- ja resptiittiajan jälkeen nimitettiin ao. virkaan vuonna 1954, jossa tehtävässä hän toimi eläkkeelle siirtymiseensä asti vuonna 1972. Vuoden 1972 jälkeen metalliopin professorin virassa on toiminut sen nykyinen haltija, professori Veikko Lindroos.

Bulevardilta Laboratorio siirtyi Otaniemelle vuonna 1959, jolloin se sai Teknillisen Fysiikan osaston rakennuksesta tilat käyttöönsä. Vuoriteollisuusosaston saatua oman osastorakennuksensa valmiiksi 1964 Laboratorio siirtyi nykyisiin toimitiloihinsa, jotka osaston laajenuksen yhteydessä 1974 kaksinkertaisuivat nykyiseen kokoonsa.

Opetusalueiden kehitys

Laboratorion opetuksen ja tutkimuksen painopiste alkuvuosina ja alkuvuosikymmeninä suuntautui luonnollisestikin metalleihin; teräksiin, kupariseoksiin ja alumiiniseoksiin. Myöhemmin 1970-luvulla Laboratorion opetus- ja tutkimustoiminta laajeni merkittävästi

myös ei-metallisten materiaalien alueille; piiteknologian, elektroniikan materiaalien, magneettisten materiaalien ja optisten materiaalien sektoreille. Tässä yhteydessä myös laboratorion nimi muutettiin vastaamaan laajentunutta toimialuetta Metallii- ja materiaaliopin laboratoriksi (Laboratory of Physical Metallurgy and Materials Science).

Tänään Laboratorion opetuksessa on kaksi syventymiskohdetta; ensinnäkin Metallii- ja materiaalioppi ja toiseksi Puolijohteet ja elektroniikan materiaalit yhteistyössä Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osaston kanssa. Lisäksi metalliopin apulaisprofessorista on muodotettu uusi professuuri ja syventymiskohde Elektroniikan materiaali- ja valmistustekniikka, jonka virkaanastujaiset olivat tämän vuoden tammikuussa.

Tutkimuksen ja tutkintojen rooli

Laboratorion tutkimusaktiviteetit ovat läheisesti liittyneet jatko-opintoihin ja eri tutkimushankkeisiin ja -projekteihin,



Puhemies Riitta Uosukainen toi tilaisuuteen eduskunnan ja valtiovallan tervehdyksen ja puhui aiheesta: "Tiede ja tutkimus luovat uutta työtä; eduskunnalla avainrooli edellytysten luomisessa".

jotka on suoritettu yhteistyössä rahoitusyhteistyötahojen (ministeriöt, TEKES, Suomen Akatemia ja SITRA) ja teollisuuden (metallien perusteollisuus, metallituoteteollisuus, elektroniikkateollisuus ja energiateollisuus) ja tutkimustahojen (kotimaiset ja ulkomaiset korkeakoulut ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus) kanssa. Laboratorion oma tutkijakoulu käynnistyi 1950-luvulla, jonka tuloksena tähän mennessä Laboratoriosta on väitellyt 35 tekniikan tohtoria. 1960-luvulla käynnistyi puolestaan Laboratorion "professorikoulu", jonka tuloksena tähän mennessä on em. tohtoreista 16 toiminut ja parastaikaa toimii professoreina kotimaisissa ja ulkomaisissa korkeakouluissa, yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa; heistä yksi on myös toiminut yliopiston rehtorina.

Tämän lisäksi muutamina esimerkeinä laboratorion valmistuneiden henkilöiden toiminnasta teollisuuden ja tutkimuksen parissa voidaan mainita seuraavat tehtävät:

Metallien perusteollisuus

- * Outokumpu Steel Oy, toimitusjohtaja
- * Rautaruukki Oy, johtokunnan jäsen
- * Nordic Aluminium Oy, toimitusjohtaja

Metallituoteteollisuus

- * Rauma Oy, teknologiajohtaja

Elektroniikkateollisuus

- * Nokia Telecommunications, Beijing, Kiina, johtaja

Energiateollisuus

- * IVO Tuotantopalvelut Oy, varatoimitusjohtaja

Uusien materiaalien teollisuus

- * Neorem Magnets Oy, toimitusjohtaja
- * Okmetic Oy, kehitysjohtaja

Muu teollisuus

- * Orion Oy, pääjohtaja
- * Instrumentarium Oy, toimitusjohtaja

Tutkimuslaitokset

- * Valtion teknillinen tutkimuskeskus, pääjohtaja
- * Valtion teknillinen tutkimuskeskus, ylijohtaja
- * EU:n Joint Research Centre, Institute for Advanced Materials, Petten, Hollanti, johtaja

Tieteestä uutta työtä ja tuotantoa

Toimintansa aikana Laboratorio on toteuttanut laajoja tutkimuskokonaisuuksia, jotka ovat johtaneet korkean tekno-



Kehitysjohtaja Martti af Heurlin, Tekesin pääjohtaja Martti Mäenpään ollessa estyneenä ulkomaanmatkan vuoksi, käsitteli tutkimusrahoituksen allokointia puhumalla aiheesta "Markat tiedoksi, työksi ja toimeentuloksi".

logian materiaaliteolliseen tuotantoon, jonka perusteella Suomeen on luotu viimeisen kymmenen vuoden aikana lähes 1 000 uutta korkean teknologian työpaikkaa. Seuraavassa esitetään yhteenveto muutamasta laboratorion keskeisestä tutkimus- ja kehityshankkeesta.

Piiteknologia

Omaan perustutkimukseensa perustuen Laboratorio käynnisti piiteknologisen kehitystyönsä 1970-luvun alkupuolella, joka johti 1970-luvun loppupuolella Puolijohdemetallurgisen projektin käynnistämiseen yhteistyössä Kauppa- ja teollisuusministeriön, Outokumpu Oy:n ja Nokia Oy:n kanssa. Tämän tähän mennessä laajimman maassamme suoritettun korkeakoulupohjaisen tutkimus- ja kehityshankkeen tuloksena joulukuussa 1984 tehtiin (Outokumpu Oy:n hallintoneuvosto) investointipää-

tös piikiekkotehtaan rakentamisesta Suomeen. Uuden yhtiön Okmetic Oy:n, jonka perustajaosakkaat olivat Outokumpu Oy ja Nokia Oy, tehtaan yksityiskohtaiset suunnittelu- ja rakennustyöt alkoivat välittömästi ja yhtiön tuotanto käynnistyi alkuvuodesta 1987 Espoon Mankkaalla.

Kuluneen kymmenen vuoden aikana Okmetic on kasvanut aloitusvuoden 1987 liikevaihdosta noin 4 mmk voimakkaasti (n. 35-50 % vuosittain) siten, että kuluneena vuonna sen valmistamaa 2,5 miljoonaa piikiekkoa vastaava liikevaihto on noin 200 mmk, joka on tehty 250 osaaavan henkilön voimin. Yhtiön tuotanto, josta 95 % menee vientiin erityisesti Eurooppaan, Yhdysvaltoihin ja Kauko-Itään, vastaa maailman piikiekkomarkkinoista 1,2 % vuotuista osuutta, joka on kolme kertaa niin suuri kuin suomalaisen, maailman huippua olevan, terästeollisuuden osuus maailman terästuotannosta.

Vastatakseen alati kasvavaan korkealuokkaisten piikiekkojen kysynnän kasvuun, Okmetic Oy, joka on saavuttanut globaalisen teknologiajohtajan aseman, on toteuttanut uutta tuotannonlaajennus-investointiaan siten, että Vantaalle rakennetun uuden piikiekkotehtaan, jonka peruskiven muuraus oli syyskuussa 1996, tuotantoa käynnistetään parastaikaa. Uuden Vantaan tuotantolaitoksen kanssa, Okmetic Oy:n tuotanto ja liikevaihto tulee aluksi kaksinkertaistumaan, jonka jälkeen odotetaan edelleen voimakasta kasvua; Espoon ja Vantaan tuotantolaitokset työllistävät yhteensä lähes 500 henkilöä. Edellytykset voimakkaalle kasvuille jat-



Toimitusjohtaja Pertti Vuotilainen toi tilaisuuteen näkemyksiä teollisuus- ja pankkimaailmasta puhumalla aiheesta "Mitä siitä seuraa, jos Suomi syö kuormasta?"

kossa ovat hyvät mm. sen johdosta, että uudella lähes räjähdysmäisesti kasvavalla piianturimateriaalialueella Okmetic on alan pioneeri ja saavuttanut johtavan noin 60 % maailmanmarkkinaosuuden. Piianturit, joita käytetään mm. autojen turvatyynyjärjestelmissä ja ABS-jarrujärjestelmissä sekä verenpainemonitorijärjestelmissä, perustuvat piin aintulaatuisiin elastisuusominaisuuksiin, eikä puolijohdeominaisuuksiin niinkuin integroitujen mikropiirien valmistuksessa. Piianturiteknologian piikiekoilta vaatima ydinteknologia - kaksipuolisesti kiilloitetut ja paksuudeltaan kaksinkertaiset piikiekot - kehitettiin Metallijohdeominaisuuksien laboratoriossa edellä mainitussa Puolijohdemetallurgisessa projektissa 1980-luvun puolivälissä. Suomessa piiantureita valmistava VTI Hamlin Oy, joka kasvaa erittäin voimakkaasti, on saavuttanut alallaan globaalisen teknologiajohtajan aseman.

Piitekknologia on keskeinen osa mikroelektronikkaan ja piianturiteknologiaan perustuva tuotantoa, joka on tänään kasvanut maailman suurimmaksi teolliseksi tuotannonalaksi ja jonka vuotuinen arvo lähestyy 1 000 miljardia dollaria. Jatkossa tämä tuotannon ala kasvaa edelleen voimakkaasti perustuen mm. tietokoneiden, matkapuhelimen ja piianturituotteiden jyrkkään kysynnän kasvuun.

Magneettiset materiaalit

Laboratorio alkoi selvittää ja tutkia magneettisia materiaaleja 1980-luvun alkupuolella, jonka perusteella käynnistettiin vuonna 1985 yhteistyönä Outokumpu Oy:n kanssa Kestomagneettimateriaalien tutkimus- ja kehitysprojekti, joka myöhemmin oli suurin yksittäinen (noin 16 mmk) osaprojekti TEKESin koordinoimassa kansallisessa Pulverimetallurgisessa tutkimusohjelmassa. Laboratorioon rakennetussa pulverimetallurgisessa kestopomagneettien valmistusprosessissa tutkittiin ja kehitettiin uusien Nd-Fe-B kestopomagneettien valmistuksen eri osaprosessit ja magneetti-materiaalien ominaisuudet sekä käyttö eri sovelluskohteissa. Projektin tuloksena kehitetty valmistusteknologia siirrettiin vuonna 1988 perustetun Outokumpu Magnets Oy:n pilot-tuotantotiloihin Poriin, jossa ensimmäiset tuotannolliset magneetit valmistettiin vuoden 1989 lopussa. Pilot-tuotannon jälkeen vuonna 1996, jolloin MBO-järjestelyihin liittyen yhtiö muutti nimensä Neorem Magnets Oy:ksi, käynnistyi varsinainen, tuotannollisen tehtaan rakentaminen

Ulvilaan siten, että uuden, Euroopan moderneimman kestopomagneettitehtaan vihkiäiset pidettiin maaliskuussa 1997.

Uudet Nd-Fe-B kestopomagneetit, jotka ovat kymmenen kertaa voimakkaampia kuin aiemmat tavalliset magneetit, ovat mahdollistaneet kokonaisten uusien sovellutuskupolvien käyttöönoton, jotka aiemmilla vanhoilla magneeteilla



Laboratorion kasvatin puheenvuoron jubbilaseminaarissa esitti pääjohtaja Markku Mannerkoski puhumalla aiheesta "Yhteinen veneemme Oy Suomi Ab".

eivät ole olleet lainkaan mahdollisia. Tällaisia uusia sovellutusalueita ovat mm. servomootorit, äänen- ja värähdysten vaimentimet, CD-soittimet, askelmootorit, miniatyrimikrofonit ja -kuulokkeet sekä magneettisesti levitoivat junat.

Metallimatriisikomposiitit

Metallimatriisikomposiitit, jotka ovat perustuneet kevytmetallimatriisiin käyttöön mm. lentokoneiteollisuudessa, ovat olleet tutkimuksen, kehityksen ja sovellutusten kohteena jo pidemmän aikaa. Sen sijaan teräspohjaiset metallimatriisikomposiitit ovat varsin uusi materiaalityyppi, joka on avannut lukuisia uusia sovellutuskohteita mm. kemian ja prosessiteollisuudessa, off-shore tuotannossa sekä auto- ja avaruusteollisuudessa, missä edellytetään erityisen vaativia kulutus-, korroosio- ja korkealämpötilaominaisuuksia.

Laboratoriossa on tutkittu ja kehitetty vuodesta 1993 lähtien teräspohjaisia metallimatriisikomposiitteja yhteistyössä TEKESin ja suomalaisen teollisuuden (Rauma Materials Technology Oy, Imatran Voima Oy, Neste Oy, Wärtsilä Diesel International Ltd) kanssa.

Metallimatriisikomposiittiprojektissa kehitettyjen materiaalien tuotannollinen

ja kaupallinen toiminta käynnistyi Rauma Materials Technology Oy:n toimesta vuonna 1996. Tähän mennessä metallimatriisikomposiittimateriaaleja on toimitettu useisiin maihin siten, että niistä saadut käyttö- ja sovellutuskokemukset ovat olleet erinomaiset, minkä perusteella teräspohjaisten metallimatriisikomposiittien vientitoimitusten arvioidaan kasvavan globaalisesti jatkossa 100-150 % vuosittain.

Tänään ja huomenna

Edellisten lisäksi Laboratoriossa on kuluneen vuoden aikana käynnistynyt seuraavat uudet tutkimus- ja kehityshankkeet:

* Suomen Akatemian nelivuotinen valtakunnallinen (TKK, TTKK, OY) metallurgian tutkijakoulu "Advanced Steelmaking - Enhanced Properties and Products", yhteistyössä alan teollisuuden (Rautaruukki Oy, Outokumpu Polarit Oy, Imatra Steel Oy Ab, Rauma Materials Technology Oy) ja VTT Valmistustekniikan kanssa.

* Suomen Akatemian ja TEKESin materiaalien rakennetutkimusohjelmaan (MATRA) liittyvä funktionaalisten materiaalien kehittämistä koskeva kolmevuotinen, laboratorion koordinoima projekti yhteistyössä alan teollisuuden (Rauma Materials Technology Oy, Kvaerner Tamturbine Oy, Ahlström Pumps Oy) ja VTT Valmistustekniikan kanssa.

* Kolmevuotinen laaja laboratorion koordinoima Nanopiitekknologiaprojekti yhteistyössä TEKESin, Teknillisen korkeakoulun Automaatiotekniikan laboratorion, teollisuuden (Okmetic Oy, VTI Hamlin Oy, Nokia Oy, Rauma Oy, Outokumpu Mining Oy, Vaisala Oy, Micronas Oy, Sofimation Oy) ja VTT Elektroniikan kanssa.

Lopuksi

Näin lopuksi haluan esittää sydämelliset kiitokset kaikille henkilöille ja organisaatiolle, joiden kanssa Laboratoriolla on ollut ilo ja kunnia työskennellä kuluneiden vuosien ja vuosikymmenten varrella, samoin kuin Laboratorion nykyisille ja entisille henkilökunnan jäsenille sekä perus- ja jatko-opiskelijoille. Erityisen arvostuksen ja kiitoksen osoitan sekä oman perheeni että Laboratorion henkilökunnan perheenjäsenille, jotka vuosien ja vuosikymmenien ajan ovat omalla merkittävällä panoksellaan myötävaikuttaneet Laboratorion jokapäiväiseen toimintaan. □

FROM MINE TO MARKET



WITH SKILL AND CARE



KEMIRA
KEMIRA CHEMICALS OY

P.O.Box 20
FIN-71801 SIILINJÄRVI

Tel.: +358-10 861 215
Fax: +358-10 862 6000

Kivenpyö- rittäjien laboratorio 60 vuotta



MAANKAMARAN JALOSTUS - IHMIS-
KUNNAN PERUSTARVE. 60 VUOTTA
GEOLOGIAN JA GEOFYSIIKAN OPETUS-
TA INSINÖÖREILLE, 1997, 56 SIVUA
KIRJOITTAJA: TALOUDELLISEN GEOLO-
GIAN PROFESSORI HEIKKI NIINI
INSINÖÖRIGEOLOGIAN JA GEOFYSIIKAN
LABORATORION (IGE) 60-VUOTISJUHLAAN
28.11.1997 LAADITTU MUISTELMALUONTEINEN HISTORIIKKI
TIEDONANTO-SARJAN TKK-IGE-D
TOIMITTAJA: LABORATORIOINSINÖÖRI;
DI JALLE TAMMENMAA

**Materiaali- ja kalliotekniikan osaston juhliessa 50-vuotis-taivaltaan 28.11.1997 Insinöörigelogian ja geofysii-kan laboratorio muisti myös vuoriteknii-kan sekä mineralo-
gian ja geologian professu-
rien perustamista jo vuonna 1937, eli 60 vuotta sitten. Ta-
phtumaa juhlistettiin mm
julkaisemalla laboratorion
kehitystä ja toimintaa kerto-
va julkaisu.**

Teoksen kirjoittaja, professori Heikki Niini on varsinaisen historiikkiosan lisäksi valaisevalla tavalla määritellyt käsitteet geologia ja geofysiikka, käynyt läpi alan opintorakennetta, tutkimustoimintaa ja sen aputoimintoja, esitellyt laboratorion työskentelymuotoja sekä luonut katsauksen sovelletun geologian ja geofysii-kan tulevaisuuteen. Seuraavassa toimitus on keskittynyt ns mineraalikabinetin vaiheisiin tekemällä omavaltaisia ja vapaavalintaisia lainauksia professori Niinin kirjoituksesta.

INSINÖÖRIGEOLOGIAN ja GEOFYSIIKAN laboratoriolle on pitkä historia, joka alkaa Tekniska realskolanin perustamisesta Helsinkiin. Yksi koulun harvoista oppiaineista oli mineralogia. Mineraalinäytteitä tarvittiin opetuksessa alun alkaen, mutta ensimmäinen kirjallinen maininta varsinaisesta opetuksellisesta kokoelmasta on vuodelta 1858, jolloin kouluun perustettiin kemiallisen teknologian ja mineralogian "vakituinen opettajan paikka", jonka tehtäviin kuului myös koulun mineralogisten ja geognostisten kokoelmien, "mineraalikabinetin", hoito.

KOKOELMAN MERKITTÄVIMPIÄ kartuttajia ovat olleet eräät kuuluisat mineralogit ja geologit. Erityisen merkittävää oli "Suomen mineralogian isän", vuori-

hallituksen yli-intendentin Nils Gustav Nordenskiöldin kokoelmien huomattavan osan (950 pienehköä ja 120 loistonäytettä) saanti kaappeineen 1899 teollisuushallitukselta, entiseltä vuorihallitukselta. Näytteiden keräämiseen oli osallistunut myös hänen kuulu poikansa, mineralogi ja Koillisväylän purjehtija Nils Adolf Nordenskiöld, joka osallistui isänsä mukana mineralogiselle tutkimusmatkalle Uralille jo 1853-54.

Dramaattinen vaihe mineraalikabinetin historiassa alkoi, kun Neuvostoliiton georgialainen diktaattori Josif Stalin yritti 1939 venäläisten avulla alistaa Suomen väkivaltaisesti: pommin täysosuma tuhosi TKK:n päärakennuksessa olevan mineraalikabinetin. Professori Heikki Väyrynen onnistui kuitenkin pelastamaan pääosan arvokkaasta näyttemateriaalista. Siinä auttoi ratkaisevasti preparaattori Niilo Massinen, joka tarkkasilmäisenä etsi ja tunnisti raunioihin, ympäröivien kaduille ja Hieta-
lahden torille muun rikkoutuneen tavaran ja rakennusromun sekaan levinneitä kivenkappaleita. Vaikka hävitys oli suuri ja monet näytteetkin olivat vahingoittuneet, kyettiin olennainen osa niistä löytämään, tunnistamaan ja kunnostamaan, sillä ne oli maalaamalla numeroitu ja luettelot onneksi säilyivät.

TKK:n KIVIKOKOELMAN kaikki näytteet siirrettiin 1964 Espoon Otaniemeseen valmistuneeseen Vuoriteollisuusosaston omaan rakennukseen ja sijoitettiin uusiin valoisiin vitriineihin ja vähin erin järjestettiin systemaattisesti nykyaikaisista opetusta ja tutkimusta palvelevaksi kokoelmaksi professori Aimo Mikkolan laatiman suunnitelman mukaan.

OTANIEMEN MUUTTOON liittyy erikoinen episodi: Uuteen rakennukseen päätettiin näkyvälle paikalle hankkia kaikista Suomen silloisista kaivoksista isot edustavat malmi- ja kivilajinäytteet. Ne oli tarkoitus istuttaa pääsisäänkäynnin portaikon kantavaan seinään tarkan arkkitehtonisen kuvioinnin mukaan.

Näytteet professori Mikkola oli saanut kerättyä tarkoitusta varten lahjoituksina Suomen vuoriteollisuusyryksiltä. Juuri ratkaisevassa rakennusvaiheessa kesällä 1964 tuli kuitenkin yllätystilanne: Hankitut paksut kivenjätkäleet oli seinään upotusta varten sijoitettu pihalle pystytetylle seinän kokoiselle lautalustalle arkkitehdin ja professori Mikkolan laatiman suunnitelman mukaisesti. Liian innokas työharjoittelija irrotti kuitenkin malminäytteistä nimilaput ennen aikaisesti ja rahtasi näytteet kottikärryllä portaikkoon suureen sekaiseen kasaan. Seinään betonivalun jo alettua todettiin alkuperäisten piirustusten, Mikkolan ja itse arkkitehdin olevan tavoittamattomissa. Ainoa näytteet tuntenut henkilö, joka välittömästi saatiin hälytetyksi paikalle, oli Otaniemessä asunut geologian laboratorion silloinen nuorempi assistentti FK Heikki Niini, jonka pikasuunnitelman (= piirustuksista jääneen muistikuvan) mukaan malminäytteseinä sitten pystytettiin (alla oleva kuva). Seinän viereen liitettiin taulut, joista ilmenee yksilöidysti näytteiden alkuperä. Seinään upotetut malminäytteet muodostavat suurelle yleisölle näkyvimmän osan TKK:n kivikokoelmasta.

KIVIKOKOELMA KÄSITTÄÄ tänään noin 13.000 luetteloitua näytettä, joista noin 7.000:stä on tehty mikroskooppinen preparaatti, ohut- ja/tai pintahie. Näytteistä vain osa on esillä valaistuissa vitriineissä. □

REFERAATTI: BEF



Geologijaoston syyssekskursio pyrittivöhykkeelle Espanjaan ja Portugaliin 12.-18.10.1997

RISTO PIETILÄ, OUTOKUMPU MINING OY
KALEVI RASILAINEN, GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS



Ekskursion osanottajat Neves Corvon kaivoksen edustalla.

Takarivi vasemmalta:

V.-J Penttilä, K. Västi, L. Pakkanen, S. Raikunen, S. Väisänen, M. Ekberg, T. Korkalo, R. Pietilä, L. Pekkarinen, E. Vanhanen, H. Vartiainen, T. Karppanen, R. Virkkunen, E. Wiith, O. Sarapää, E. Ilvonen, R. Heiskanen.

Eturivi vasemmalta:

O-P. Isomäki, K. Rasilainen, P. Sotka, P. Nurmi, C. Kortman, H. Puustjärvi, M. Parkkinen, G. Gaál, H. Papunen. Poissa kuvasta J. Talvitie.

Johdanto

Geologijaosto on järjestänyt vuosittain ekskursioita mielenkiintoisiin kotimaan kohteisiin sekä muutaman kerran lähi-kohteisiin naapurimaissa. Vuoden 1997 syyssekskursiota suunniteltaessa jaoston johtokunta päätti järjestää tällä kertaa matkan geologisesti ainutlaatuiselle ja kaivosteollisuuden kannalta merkittävälle kohteelle, joka täyttäisi myös elämysmatkailun vaatimukset.

Iberian niemimaan eteläisessä osassa olevan Pyrittivöhykkeen malmivarat ovat valtavat, kaikkiaan yli 2 miljardia tonnia! Alue on ollut jo roomaisella aikakaudella merkittävin tunnettu malmiprovinssi maailmassa. Ensimmäiset merkit kaivostoiminnasta on ajoitettu kaudelle 700-600 eKr.

Seuraavassa kuvataan lyhyesti muutamia matkan vaiheita (osa 1.) sekä esitellään Pyrittivöhykkeen ja sen malmien geologiaa (osa 2.).

1. Matkalla

Ekskursion kohteet olivat (vrt. Kuva 2.):

- Aznalcollar, omistaja Boliden Apirsa s.l.
- Rio Tinto, Minas de Rio Tinto, S.A.L. henkilökunnan omistuksessa.
- Rio Tinto District Mining Museum, erinomainen ikkuna alueen kaivostoiminnan historiaan 1800-1900-luvuilla sekä roomalaisten ajalla.
- Sotiel, omistaja Navan Resources plc, Irlannista.
- Neves Corvo, omistaja Somincor S.A.
- Tharsis, omistuksessa samanlainen järjestely kuin Rio Tintossa

Ekskursiolle osallistui kaikkiaan 27 henkeä kaivosalan yrityksistä, GTK:sta, yliopistoista sekä myös kaksi eläkkeellä olevaa vuorimiestä.

Lensimme Helsingistä Malagaan, mistä siirryimme ekskursiobussilla Sevillaan, joka on melko lähellä Pyrittivö-

hykkeen merkittävimpiä malmiesiintymiä. Matka oli suunniteltu siten, että ensimmäiset kolme kaivoskäyntiä, Aznalcollar, Rio Tinto sekä Sotiel, tehtiin Sevillasta käsin. Seuraavat 2 yötä olimme Portugalin Farossa, josta teimme matkan Neves Corvoon. Viimeinen kohde oli Tharsis, mistä ajettiin yöksi Huelvaan. Kotimatka alkoi lauantai-aamuna bussimatalla Malagaan ja sieltä lentäen kotiin.

Ekskursion ensimmäisen illan ohjelmassa oli adaptoituminen paikalliseen kulttuuriin. Tämä tapahtui eräässä monista, hyvin tasokkaista Flamenco-ravintoloista. Flamencohan on oleellinen osa Andalusian alueen kulttuuria, joten sen tuntemus on tärkeää voidaksemme ymmärtää kollegoidemme toimintaa myös ammatillisella sektorilla.

Ensimmäinen varsinainen kaivoskohde oli Bolidenin omistama Aznalcollar, n. tunnin bussimatkan päässä Sevillasta. Kaivos oli erittäin hyvin hoidettu ja

esittelyt perusteellisia.

Huolimatta kansallisesta vapaapäivästä oppaat olivat paikalla ja käynti myös avolouhoksille järjestyi.

Toisena päivänä oli hieman pitempi ajomatka Rio Tinto alueelle, jossa kaivostoiminta on jo ehtopuolella. Tuotantoa jatkaa henkilökunnan omistama yhtiö, joka muodostettiin muutama vuosi sitten silloisen Rio Tinto Mineran luopuessa kaivostoiminnasta. Kyseessä on "management by out"-tyyppinen järjestely, jolla saatiin jatkoaikaa alueen työpaikoille. Sopimuksen mukaan entinen omistaja on sitoutunut ostamaan kaivoksen tuottaman kuparirikasteen. Kohteessa nähtiin mielenkiintoista geologiaa, mutta yleiskuva tuotannosta jäi hieman sekavaksi. Ryhmäämme kuuluva seniori-kaivosinsinööri huomasi louhoksen reunalla heti, että malminkuljetus dumppereilla ei toimi kunnolla. Lastauskalusto seisoj välillä pitkät tovit toimettomana.

Kaivosmuseo "Rio Tinto District Mining Museum" on erittäin mielenkiintoinen nähtävyys. Museorakennus ja näytteille asettelu ovat todella tyylikkäästi hoidettu. Museossa on hieno näyttely alueen malminetsinnän ja kaivostoiminnan historiasta sekä kaivospaikkakunnan sosiaalisen elämän eri

vaiheista. Tämän vuosisadan alkupuolella on koettu välillä hyvinkin dramaattisia tapahtumia. Eksoottinen osa museovierailua oli parin peninkulman junamatkan pitkin Rio Tinto jokilaaksoa. Iänikainen, öljyä syöksevä dieselveturi kiskoi kahta vaunua 150 vuoden aikamatkalle. Alunperin rannikolle johtava rata kulki ohitse kuona- ja romukasojen. Kaivostoiminnan jäljet näkyivät peittelemättöminä uskomattoman laajalla alueella. Musteen värinen Rio Tinto-joki pilkahteli laakson pohjalla. Joen väri on niin erikoinen, että otimme siitä näytteen n. 11 km kaivokselta alajuoksulle päin. Näyte analysoitiin myöhemmin Geologian Tutkimuskeskuksen laboratoriossa Espoossa. **Taulukossa 2.** on esitetty analyysin tulokset sekä vertailun vuoksi vesinäytteiden vastaavia pitoisuuksia Suomesta. Koska joki on hakenut uomansa malmituoneen alueen poikki, veden pH-arvo on todennäköisesti ollut matala ja metallipitoisuudet korkeita jo luonnontilassa.

Museossa viimeistään selvisi, että melkein kaikki nykyisin tunnetut Pyriittivyöhykkeen merkittävät malmiesiintymät tai jo louhitut malmit ovat löytyneet jo foinikialaisten tai viimeistään roomalaisten "malminetsintäprojektien" aikana. Mitkä lienevät olleet ne menetelmät,

joilla muinaiset malminetsijät löysivät malmeja? Rio Tinto on epäilemättä ollut kohtalaisen helppo tapaus malmin jo luonnostaan aiheuttamien ympäristövaikutuksien vuoksi (vrt. Rio Tinto = purppuran punainen joki). Saattaa hyvinkin olla, että pari tuhatta vuotta sitten ihmisillä oli enemmän "silmää" luonnossa esiintyville ilmiöille kuin nykyään. Malminetsijälle tärkeät merkit saattoivat löytyä anomaloista niin maaperässä kuin kasvi- ja eläinkunnassakin. Luoja tietänee millaisia "taikavarpuja" tuolloin käytettiin. Jossakin Vatikaanin kirjaston kätköissä saattaa olla muinaisten roomalaisten malminetsijöiden tekemiä matkakertomuksia ja raportteja, joissa kerrotaan expeditioista mm. Iberian niemimaalle. Sieltä saattaisi myös selvittää miksi roomalaisten louhimat perät olivat niin matalia, korkeimmillaan ehkä n. 1.5 m. Ihmiset saattoivat olla tuolloin pienikokoisempia kuin nykyään.

Museossa nähdyt reliikit sekä avolouhoksilla paljastuneet vanhat, parituhatta vuotta vanhat kaivoskäytävät ovat todiste siitä, että roomalaisen ajan kaivostekniikka on ollut erittäin kehittynyttä. Orjat tekivät tietenkin kaivosmiehen hommat, mutta joku on selvästi ollut perillä teknisistä ja geologisista asioista. Työsuojeluvaltuutettua tuskin kuitenkaan on ollut.

Kolmannen päivän aamuna jätettiin Sevillan tukikohta ja ajettiin Sotielin kautta Portugaliin, Feroon. Matka Sotieliin kesti pitempään kuin oli ennakoitu. Tiet ovat paikoin mutkaisia ja hitaita, varsinkin bussille. Navan Resources on kaivoksen uutena omistajana selvästi pannut tuulemaan. Pääkaivosta (Migoi-las) on saneerattu ja juuri vastikään on aloitettu vinotunnelin ajo Aquas Tenidas-esiintymällä, joka on n. 30 km:n päässä oleva syvämalmi. Isännät pitivät hyvän alustuksen ennen maan alle menoa. Ryhmä tosin jouduttiin jakamaan, koska saappaita oli vain puolelle porukasta. Maan päälle jäänyt ryhmä tutustui kairasydämiin sekä syvensi paikallisen kulttuurin tuntemustaan kylän majatalon patiolla. Kaivoksen hengestä ja henkilökunnasta jäi hyvin positiivinen kuva. Kaivoksen kannattavuus herätti jonkin verran keskustelua bussissa.

Päivä oli jo illassa kun saavuimme Feroon. Väsynyt porukka katosi kaupungille iltapalalle, mutta kaikki olivat virkeänä seitsemältä seuraavana aamuna odottelemassa aamiaisen valmistumista. Unenpöpperössä oli vain hotellin henkilökunta. Päivän kohde oli myös ekskursion pääkohde - Neves Corvo. Kaivos on todella hyvin hoidettu, siisti,

Taulukko 2. Rio Tinto -joen veden analyysitulokset. Vertailun vuoksi on esitetty Pyhäsalmen kaivoksen laskuojan veden koostumus (Sipilä 1994) ja Suomen purovesien keskikoostumus (Lahermo et al. 1996). Pyhäsalmen näyte on otettu kaivoksen C-altaasta lähtevän laskuojan loppupäästä lokakuussa 1992.

	Rio Tinto	Pyhäsalmi	Suomen purovedet		Rio Tinto	Pyhäsalmi	Suomen purovedet		
Ag	µg/l	<1.00	0.03	<0.01	Na	mg/l	44.8	21.5	2.1
Al	µg/l	386000	1250	95	Ni	µg/l	1050	2.05	0.52
As	µg/l	7580	9.18	0.36	Pb	µg/l	143	1.57	0.23
B	µg/l	405	59.5	2.78	Rb	µg/l	10.8	-	-
Ba	µg/l	23.1	23.4	10	Sb	µg/l	<2.00	1.15	0.03
Be	µg/l	17.1	<0.1	<0.1	Se	µg/l	<50.0	<10	0.07
Bi	µg/l	<3.00	<0.03	<0.03	Si	mg/l	37.4	3	3.5
Ca	mg/l	216	471	4.06	Sr	µg/l	303	2540	22.4
Cd	µg/l	1210	8.01	<0.02	Th	µg/l	21.8	0.14	-
Co	µg/l	3250	2.91	0.17	Tl	µg/l	15	0.42	<0.02
Cr	µg/l	170	1.16	0.5	U	µg/l	41.1	0.89	0.07
Cu	µg/l	118000	62.4	0.64	V	µg/l	170	1.22	0.53
Fe	mg/l	2800	2.12	0.68	Zn	µg/l	355000	327	3.6
K	mg/l	1.11	10.4	0.7	Hg	µg/l	0.06	<0.2	-
Li	µg/l	597	-	1.02	pH		2.4	3.55	5.91
Mg	mg/l	419	12	1.39	Cl ⁻	mg/l	29.7	12.2	1.4
Mn	mg/l	47.7	0.26	0.03	SO ₄ ²⁻	mg/l	16600	1310	3.5
Mo	µg/l	3.66	10.4	0.15					

tehokkaan oloinen ja suuri. Maan alla käyneet tosin sanoivat, ettei meillä Suomessa vietäisi vieraita sellaisiin komperiin kuin missä he kävivät.

Tharsis oli ekskursion viimeinen kohde. Kultamalmin viimeisiä rippeitä raivataan louhoksen pohjalta. Malmi kuljetaan muutaman kilometrin päähän syanidiliuotukseen.

Ekskursion virallinen osuus päättyi iloiseen lounaaseen Tharsiksen lähellä olevassa kylässä. Ryhmämme kiitti isäntiä kuten kaikissa muissakin kohteissa; reippaalla suomalaisella kuorolaululla. Lounaalla mukana ollut kaivoksen espanjalainen geologi oli niin otettu hänelle lahjoitetusta ekskursionpaidasta ja kuoromme kajautettua "Hei, juttele sinä vaan, kyllä sinut tunnetaan, ja vaikka sen ...jne..", että hän kyseli miten teidän joukkoonne pääsisi töihin, kun tuntuu olevan niin mukavaa ja sivistynyttä porukkaa!

Ekskursio onnistui hyvin. Ennen kunakin päivän ohjelmaa valittiin ryhmästä pari kirjuria, joiden tehtävänä oli pitää korvat ja silmät auki sekä merkitä ylös esille tulevia asioita. Bussimatkoilla pidettiin workshop, jossa keskusteltiin ja laadittiin yhteenveto kaikesta nähdystä. Koska mukana oli monipuolinen joukko vuorimiehiä saatiin kustakin kohteesta informaatiota ja kommentteja useasta eri näkökulmasta. Ekskursiosta julkaitaan myöhemmin laajempi matkakertomus, jossa kohteet ja workshop-anti esitetään tarkemmin.

Järjestelyt sujuivat ilman suurempia kummelluksia. Ryhmä oli iloinen ja innostunut, kohteet erittäin mielenkiintoisia ja koska erinomainen sää seurasi meitä koko viikon, ei ole ihme, että paluumatkalla kaikilla tuntui olevan hyvä mieli.

2. Iberian pyriittivyöhyke

Iberian pyriittivyöhyke on noin 240 km pitkä ja 40 km leveä, mutta sisältää ainutlaatuisen paljon jättimäisiä massiivisia sulfidimalmiäsiintymiä (mm. Rio Tinto, Neves-Corvo, Tharsis, Aznalcóllar, Aljustrel ja La Zarza), joiden yhteenlasketut malmivarat ylittävät 1400 miljoonaa tonnia (Sáez et al. 1996). **Taulukossa 1** on esitetty muutaman suuren esiintymän malmivarat ja pitoisuustiedot. Viimeisten 100 vuoden aikana alueella on toiminut noin 80 kaivosta, tuotteen yhteensä noin 300 miljoonaa tonnia malmia. Nykyään vain muutama kaivos on toiminnassa: Neves Corvo (Cu, Sn) Portugalissa ja Sotiel-Coronada (Cu, Pb, Zn), Aznalcóllar-Los Frailes (S, Cu, Pb, Zn, Ag), Rio Tinto (Au, Ag) sekä Tharsis-Filón Sur (Au, Ag) Espanjan puolella. Malmiyhtiöiden mielenkiinto pyriittivyöhykettä kohtaan ei ole kuitenkaan vähentynyt. Useita lupaavia uusia löydöksiä on tehty viime vuosina, mm. Aguas Teñidas, Masa Valverde, Lagoa Salgada ja Las Cruces.

Pyriittivyöhykkeen malminetsinnässä on käytetty hyvällä menestyksellä geo-

fysikaalisia menetelmiä, joista tehokkain on ehdottomasti ollut gravimetria. Tiheysero malmien ja isäntäkivien välillä on yleensä suuri (0.5-1.0 g/cm³). Jo 50-60 luvulta alkaen on Pyriittivyöhykkeellä tehty gravimetrisiä mittauksia, 70-luvulla jo systemaattisesti. Gravimetriset mittaukset yhdessä geologisen rakennetuokinnan kanssa ovat olleet tehokkaimmillaan pintaan puhkeamattomien malmien etsinnässä. Esimerkiksi Neves Corvon malmiesiintymän löytöhistoriassa ja myöhemmin lisämalmien kartoitustyössä on gravimetria ollut tärkein etsintämenetelmä (Leca, 1990).

Pyriittivyöhykkeellä on testattu monia geofysikaalisia tekniikoita. 70-luvulla saatiin hyviä tuloksia DC-vastusmittauksilla, latauspotentiaalilla sekä Turamalla (vrt. Kuva 3., Strauss et al, 1977). Nykyään sähköisistä menetelmistä suosituin on sähkömagneettinen transienttimenetelmä niin maanpinnalla kuin poranreikäsovelletuksena. Pyriittirikkaiden malmien sähköjohtavuus on yleensä hyvä vaikkakaan se ei ole itseltään selvyys. Eri malmimineraalien seossuhteet ja monimuotoinen mineralogia aiheuttavat suuria vaihteluita sähköisiin ominaisuuksiin.

Detaljitutkimuksissa ainakin RTZ käyttää myös seismissä menetelmiä. Magneettiset menetelmät eivät yleensä ole olleet suosiossa, koska malmit eivät sisällä juurikaan magneettisia mineraaleja. Luultavasti magneettisilla mittauksilla voitaisiin selvittää vyöhykkeen eri osien rakennetta.

Maaperägeokemialliset menetelmät eivät kokemuksen mukaan ole kaikissa tapauksissa hyödyllisiä, koska alueen pitkän kaivoshistorian aikana pintamaat ovat paikoin pahasti kontaminoituneet.

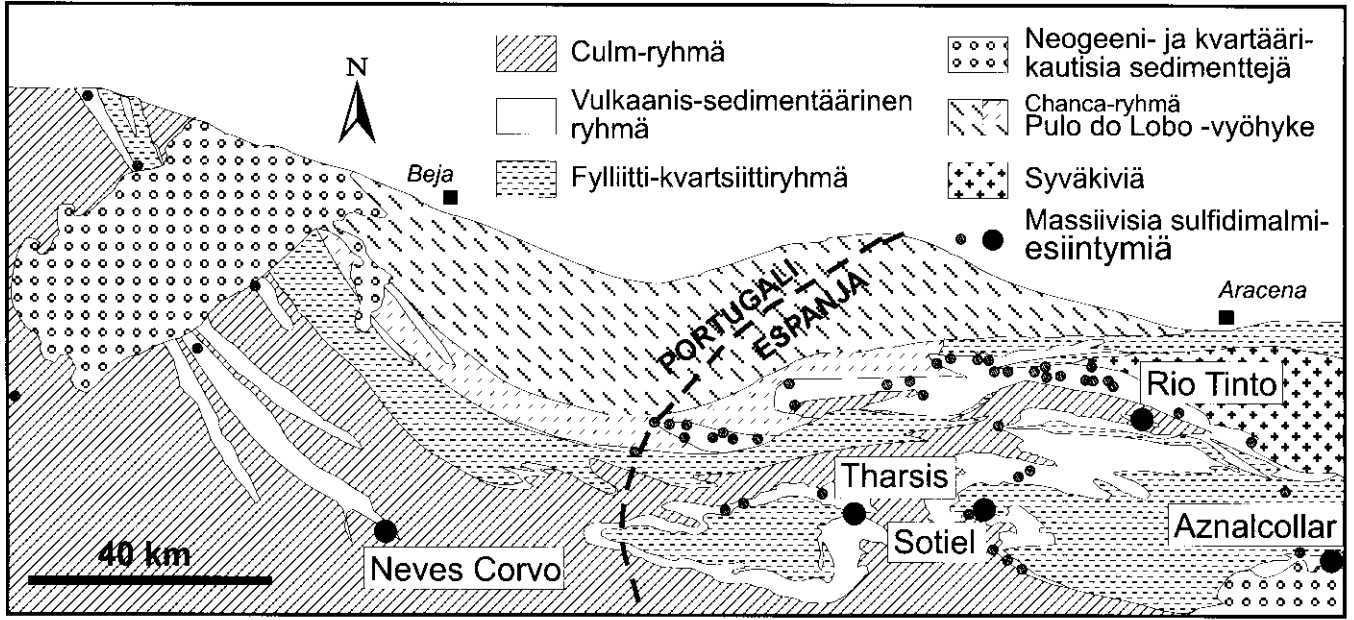
2.1. Geologiset yleispiirteet

2.1.1. Tektoninen ympäristö

Iberian pyriittivyöhyke sijaitsee Iberian massiivin eteläosassa (**kuva 1**), niin kutsutulla etelä-Portugalin vyöhykkeellä (South Portugese Zone), ja on yksi tällä vyöhykkeellä tavatuista neljästä Variskaanisesta tektonostratigrafisesta yksiköstä (Oliveira 1990, Quesada 1991). Etelä-Portugalin vyöhykkeen ja sen pohjoispuolisen Ossa Morena -vyöhykkeen välinen raja on tulkittu Variskaanisen orogeenian aikaiseksi merkittäväksi sutuurivyöhykkeeksi, jonka katsotaan edustavan laattojen törmäysaamaa, jolla etelä-Portugaliltaan merellinen kuori painui koilliseen Ossa

Taulukko 1. Eräiden suurimpien esiintymien malmivarat ja malmin pitoisuudet (Sáez et al. 1996).

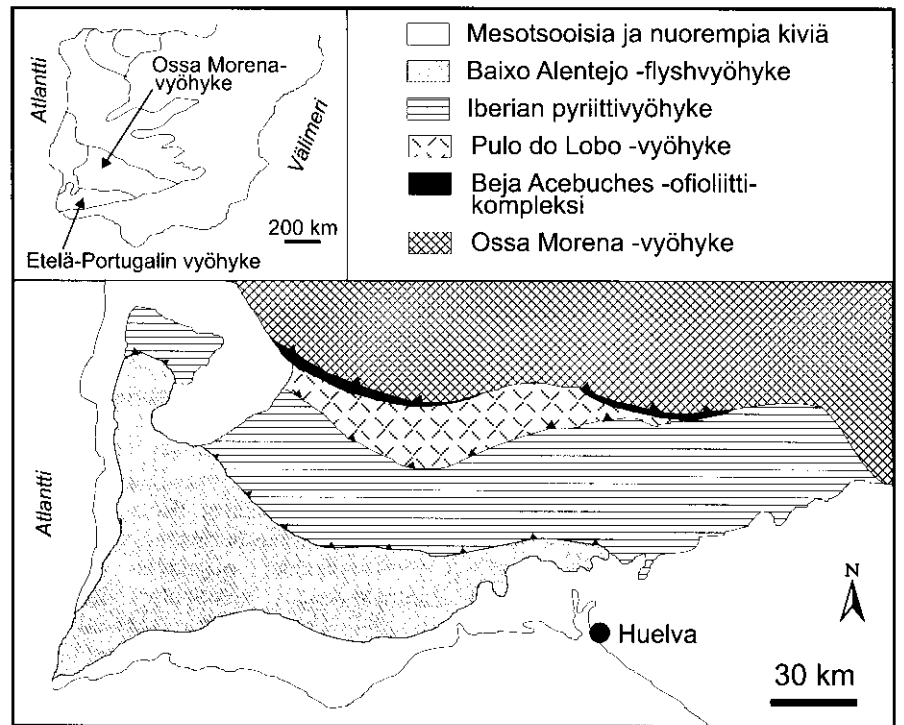
	Malmivarat (milj. tn)	Cu (%)	Zn (%)	Pb (%)	Sn (%)	Ag (ppm)	Au (ppm)
Aljustrel	250	0,8	3,0	1,0		38	0,8
Aznalcóllar massiivinen juoniparvi	43	0,4	3,3	1,8		67	
Los Frailes	30	0,58	0,4			10	
	70	0,4	3,8	2,2	0,01	63	
La Zarza	164	1,2	2,5	1,1		47	1,8
Masa Valverde	120	0,5	1,3	0,6		38	0,8
Neves Corvo	220	1,1	1,5	0,3	0,05		
Rio Tinto massiivinen juoniparvi	250	1,0	2,0	1,0		30	
	2000	0,15	0,15			7	
Sotiel	59	0,6	4,9	1,9	0,02		
Migollas	58	0,9	2,2	1,1			
Tharsis	110	0,5	2,7	0,6		22	0,7



Kuva 2. Iberian pyriittivyöhykkeen yksinkertaistettu geologinen kartta. Ekskursiokohde on merkitty mustalla ympyrällä. Mukailtu julkaisusta Sáez et al. 1996.

Morena -laatan mantereellisen kuoren alle devonikauden loppulla ja kivihiihikauden alkuaikoina. Tätä merellistä kuorta edustaa pohjoisin etelä-Portugalin vyöhykkeen tektonostratigrafinen yksikkö, varhais-devonikautinen Beja-Acebuches-ofioliittikompleksi (Silva et al. 1990). Beja-Acebuches-ofioliittikompleksiin eteläpuolella sijaitsee Pulo do Lobo -vyöhyke, joka koostuu varhais -myöhäis-devonikautisista sedimenttikivistä, jotka kerrostuivat merelliselle kuorelle. Seuraavana etelään päin on vuorossa Iberian pyriittivyöhyke, joka koostuu differentioituneelle mantereelliselle kuorelle kerrostuneista merellisistä turbidiiteista ja niihin tunkeutuneista kalkkialkalisista ja tholeiittisista komplekseista (Mitjavila et al. 1997). Kerrostumien ikä on myöhäis-devonikautinen - varhais-kivihiihikautinen. Iberian pyriittivyöhyke rajautuu etelässä Baixo Alentejo -flyshvyöhykkeeseen, joka muodostuu paksusta sarjasta varhaisen - myöhäisen kivihiihikauden syntektonisia turbidiittisiä sedimenttikiviä. Ossa Morena -vyöhykkeen eteläinen osa, Beja-Acebuches-ofioliittikompleksista pohjoiseen, on tulkittu mantereelliseksi alueeksi, jolla esiintyy etelä-Portugalin laatan subduktioon liittyvää kalkkialkalista saarikaarivulkanismia (Ribeiro et al. 1990).

Nykykäsityksen mukaan etelä-Portugalin ja Ossa Morenan laatat konvergoivat myöhäis-devonikaudelta lähtien

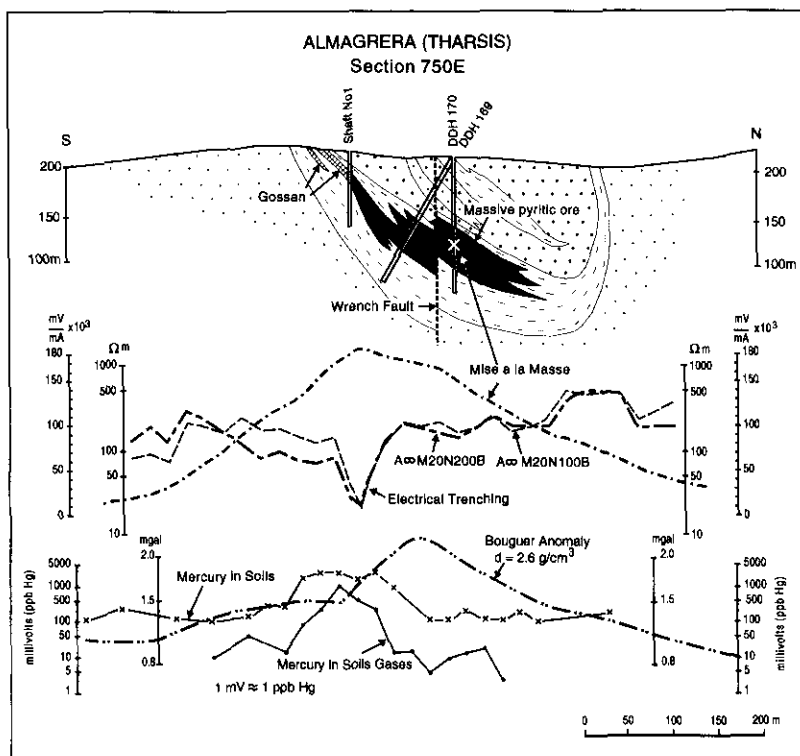


Kuva 1. Etelä-Portugalin vyöhykkeen sijainti ja tektonostratigrafiset yksiköt. Mukailtu julkaisusta Mitjavila et al. 1997.

koko kivihiihikauden ajan. Tämä konvergenssi kehittyi etelä-Portugalin laatan merellisen kuoren subduktiosta Ossa Morenan laatan mantereellisen kuoren alle yllämainittujen laattojen mantereelliseen törmäykseen. Itse Iberian pyriittivyöhykkeen tektonisesta asemasta massiivisten sulfidimalmien muodostumisaikana on esitetty useita tulkintoja, mm. saarikaari subduktiovyöhykkeen yläpuolella, kaaren taka-altaan leviämiseen liittyvä ekstensiovyöhyke mantereellisella laatala, ja etukaaren allas

Ossa Morena -laatan mantereellisella kuorella. Uusimman tulkinnan (Silva et al. 1990, Geise et al. 1994, Quesada et al. 1994) mukaan etelä-Portugalin ja Ossa Morenan laattojen vino mantereellinen törmäys aiheutti paikalliset ekstensionaaliset olosuhteet etelä-Portugalin laatan mantereellisella kuorella. Näissä strike-slip-siirrosten avaamissa altaissa tapahtui sedimentaatio, vulkanismi ja malminmuodostus. Tämä malli sopii alueen geodynaamiseen miljööseen ja paleogeografiseen konstrukti-





Kuva 3. Geologia ja geofysikaaliset sekä geokemialliset anomaliat. Almagrera, Tharsis. Strauss et al. 1977

oon, mutta modernia analogiaa ei tunneta, mikä hankaloittaa vulkanismin geokemiallista luonnehdintaa.

2.1.2. Litostratigrafia

Iberian pyriittivyöhykkeellä voidaan erottaa kolme (kuva 2) litostratigrafista yksikköä (Schermerhorn 1971). Vanhin, fylliitti-kvartsiittiryhmä, koostuu monotonisesta sarjasta myöhäis-devonikautisia fylliittisiä liuskeita ja hiekkakiviä, joissa esiintyy kalkkivilinssejä ryhmän yläosassa. Keskimäinen yksikkö, vulkaanis-sedimentäärinen ryhmä, sisältää alueen massiiviset sulfidalmiesiintymät ja mangaaniesiintymät. Ryhmä koostuu myöhäis-devonikautisista - varhais-kivihiilikautisista hiekkakivistä ja liuskeista, joihin on tunkeutunut lähes vaaka-asentoisia mafisia - ryoliittisiä subvulkaanisia intrusioita, sekä vähäisestä määrästä laavoja, vulkaniklastisia sedimenttikiviä ja hydroklastisia kiviä. Intrusiiveilla on usein peperititiset kontaktit ympäröivien sedimenttikivien kanssa, mikä tarkoittaa sitä, että ne tunkeutuivat pehmeisiin, vesipitoisiin sedimentteihin. Vulkanismi oli volumetrisesti bimodaalista ja kesti koko vulkaanis-sedimenttäriseen ryhmän muodostumisen ajan, noin 30 miljoonaa vuotta. Stratigrafisesti nuorin yksikkö, niinkutsuttu Culm-ryhmä, koos-

tuu pääasiassa varhais-kivihiilikautisista turbidiittisistä liuskeista ja hiekkakivistä.

2.1.3. Metamorfoosi ja deformaatio

Iberian pyriittivyöhykkeen kivet metamorfoituivat ja deformoituivat Variskaanisessa orogeniassa. Sekä deformaatioaste että metamorfoosiaste (zeoliitti - vihreäkivifasies) näyttävät kasvavan vyöhykkeellä lounaasta koilliseen (Munhá 1990), mutta vaihtehtoisien tulkinnan mukaan metamorfoosi keskittyi hirtovyöhykkeisiin (Sáez et al. 1996). Rakenteellisesti Iberian pyriittivyöhykettä hallitsevat lounaaseen ylityöntyneet poimut ja ruhjeet. Poimujen akselitasoliuskeisuuden yleinen poikkeaminen poimuakselin suunnasta viittaa vasenkätiseen horisontaaliseen liikekomponenttiin poimutuksen aikana (Ribeiro et al. 1990).

2.1.4. Metallogenia

Iberian pyriittivyöhykkeellä esiintyy varhais-hiilikautiseen vulkanismiin liittyviä massiivisia sulfidalmiesiintymiä ja mangaaniesiintymiä, sekä hydrotermisiä juoniesiintymiä, jotka liittyvät myöhäis-Variskaaniseen hauraaseen deformaatioon ja myöhäis-kivihiilikautisiin magmaattisiin prosesseihin. Mangaani

esiintyy pieninä, taloudellisesti merkityksellisinä rodokrosiitti-, rodoniitti- ja mangaanioksidiesiintyminä, jotka liittyvät vulkaanis-sedimenttäriseen ryhmän liuskeisiin ja rautapitoisiin jaspereihin.

Myöhäisvariskaaniset ja nuoremmat hydrotermiset esiintymät ovat etupäässä F-(Pb, Zn)-, Sb-(As, Cu)-, Pb-Zn-(Ag, Ba)-, As-Cu-Bi-Co-Ni- ja Sn-W-As-juonia ja harvemmin korvautumisesiintymiä (Sáez and Ruiz de Almodóvar 1991).

2.1.5. Massiiviset sulfidalmalit

Massiiviset sulfidiesiintymät ovat ilman muuta Iberian pyriittivyöhykkeen merkittävin malmityyppi. Esiintymät liittyvät yleensä sedimenttikiviin felsisten vulkaniittien kontaktin läheisyydessä ja muodostuvat tyypillisesti kerrosmyötäisestä massiivisesta osasta ja sen alapuolella sijaitsevasta leikkaavasta juoniparvi-vyöhykkeestä. Yleisin massiivisen malmin sivukivi on orgaanista materiaalia sisältävä liuske, joskus myös felsinen epiklastinen tai pyroklastinen kivi (Sáez et al. 1996). Juoniparvi-vyöhykkeen yleisimmät isäntäkivet ovat mafisia ja felsisiä vulkaniitteja. Juoniparvi-vyöhykkeeseen liittyä voimakas hydroterminen muuttuminen, joka muodostuu sisemmästä kloriittisesta ja ulommasta seriittisestä kehästä. Rikkikiisu on ylivoimaisesti yleisin malmimineraali, ja sinkkivälke, lyijyhohde, kuparikiisu, tetraedriitti-tennanttiitti, arsenikiisu, magneetikkiisu ja kassiteriitti ovat myös tavallisia (Marcoux et al. 1996). Pieni määrä vismutti- ja tinamineraaleja on tyypillistä pyriittivyöhykkeen esiintymille; Neves Corvo tinarikkaine malmeineen on poikkeus koko maailmankin mittakaavassa.

Alueen malmeissa on erotettu kolme tyypillistä tekstuuria:

- (1) breksioitunut-massiivinen malmi, joka on pääasiassa kuparipitoista tai pelkkää rikkikiisua ja on syntynyt heti tulokanavan yläpuolelle tai lähelle sitä
- (2) detritaalinen malmi, joka edustaa uudelleenkerrostunutta sulfidiliejua
- (3) raitainen malmi, jossa eri sulfideja sisältävät raidat vuorottelevat.

2.1.6. Malminmuodostus

Vallitsevan käsityksen mukaan Iberian pyriittivyöhykkeen massiiviset sulfidalmalit muodostuivat ekshalatiivis-sedimenttäriseen prosessin tuloksena ja juoniparvi-vyöhykke edustaa malmiliuos-ten tulokanavaa (esim. Williams 1962, Barriga 1990). Malmeilla on kuitenkin erityispiirteitä, jotka täytyy ottaa geneet-

tisessä mallissa huomioon. Esimerkiksi malmien suurta kokoa on yritetty selittää mm. sulfidiliejujen uudelleenkerrostumisella (Schermerhorn 1970) tai malmin päälle syntyneen kolloidisen piirikkaan kerroksen suojaavalla vaikutuksella (Barriga and Fyfe 1988). Viime vuosina on myös esitetty, että pyriittivyöhykkeen esiintymillä on sedex-tyypisiä piirteitä (Sáez et al. 1996, Boulter 1996), joiden selittämiseksi on etsitty geneettisiä malleja, jotka yhdistävät sekä perinteisissä sedex-malleissa että VMS-malleissa käytettyjä fluidien konvektiomekanismia. Koko Iberian pyriittivyöhykkeen kattavan malminmuodostusmallin luominen, jos sellaista voidaan tehdä, on selvästi vielä kesken. □

VIITTEET

Barriga, F.J.A.S. 1990. Metallogenesis of the Iberian Pyrite Belt. In Dallmeyer, R.D. and Martínez García, E. (eds.) Pre-Mesozoic Geology of Iberia. Berlin: Springer-Verlag, pp.369-379.

Barriga, F.J.A.S. and Fyfe, W.S. 1988. Giant pyritic base-metal deposits: the example of Feitais (Aljustrel, Portugal). Chem. Geol. 69, 331-343.

Boulter, C.A. 1996. Extensional tectonics and magmatism as drivers of convection leading to Iberian Pyrite Belt massive sulphide deposits? Journal of the Geological Society, London 153, 181-184.

Giese, U., von Hoegen, R., Hoymann, K.-H., Kramm, U. and Walter, R. 1994. The Paleozoic evolution of the Ossa Morena Zone and its boundary to the South Portugese Zone in SW Spain: geological constraints and geodynamic interpretation of a suture in the Iberian Variscan orogen. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen 192, 383-412.

Lahermo, P., Väänänen, P., Tarvainen, T. ja Salmiinen, R. 1996. Suomen geokemian atlas. Osa 3: Ympäristögeokemia - purovedet ja -sedimentit. Espoo: Geologian tutkimuskeskus, 149 s.

Leca, X. 1990. Discovery of concealed massive sulphide body at Neves Corvo, southern Portugal - a case history. Trans. Instn. Min. Metall. (sect. B: Appl. earth sci) 99.

Marcoux, E., Moëlo, Y. and Leistel, J.M. 1996. Bismuth and cobalt minerals as indicators of stringer zones to massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt. Mineralium Deposita 31, 1-26.

Mitjavila, J., Martí, J. and Soriano, C. 1997. Magmatic Evolution and Tectonic Setting of the Pyrite Belt Volcanism. Journal of Petrology 38, 727-755.

Munhá, J. 1990. Metamorphic evolution of the South Portugese/Pulo do Lobo Zone. In Dallmeyer, R.D. and Martínez García, E. (eds.) Pre-Mesozoic Geology of Iberia. Berlin: Springer-Verlag, pp.363-369.

Oliveira, J.T. 1990. Stratigraphy and synsedimentary tectonism. South Portugese Zone. In Dallmeyer, R.D. and Martínez García, E. (eds.) Pre-Mesozoic Geology of Iberia. Berlin: Springer-Verlag, pp.334-347.

Quesada, C. 1991. Geological constraints on the Paleozoic tectonic evolution of tectonostratigraphic terranes in the Iberian Massif. Tectonophysics 185, 225-245.

Quesada, C., Fonseca P.F., Munhá, J., Oliveira, J.T. and Ribeiro, A. 1994. The Beja-Acebuches Ophiolite (Southern Iberia Variscan Fold Belt): geological characterization and geodynamic significance. Boletín Geológico y Minero 105, 3-49.

Ribeiro, A., Quesada, C. and Dallmeyer, R.D. 1990. Geodynamic evolution of the Iberian Massif. In Dallmeyer, R.D. and Martínez García, E. (eds.) Pre-Mesozoic Geology of Iberia. Berlin: Springer-Verlag, pp.397-410.

Sáez, R., Almodóvar, G.R. and Pascual, E. 1996. Geological constraints on massive sulphide genesis in the Iberian Pyrite Belt. Ore Geology Reviews 11, 429-451.

Sáez, R. and Ruiz de Almodóvar, G. 1991. Metasomatic stratabound SN-W ores related to Mn-rich calc-silicate rocks in the Iberian Pyrite Belt. In Pagel, M. and Leroy, J.L. (Eds.) Source, Trans-

port and Deposition of Metals. Rotterdam: Balkema, 123-126.

Schermerhorn, L.J.G. 1970. The deposition of volcanics and pyrite in the Iberian Pyrite Belt. Mineralium Deposita 5, 273-279.

Schermerhorn, J.L.G. 1971. An outline stratigraphy of the Iberian Pyrite Belt. Boletín Geológico y Minero 82, 239-268.

Silva, J.B., Oliveira, J.T. and Ribeiro, A. 1990. Structural outline. South Portugese Zone. In Dallmeyer, R.D. and Martínez García, E. (eds.) Pre-Mesozoic Geology of Iberia. Berlin: Springer-Verlag, pp.348-363.

Sipilä, P. 1994. Aijalan, Pyhäsalmen ja Makolan sulfidimalmikaivosten rikastamoiden jätealuiden ympäristövaikutukset. Osa V - analyysit. Geologian tutkimuskeskus, raportti KA 33/94/1.5.

Strauss, G.K. et al. 1977. Exploration practice for strata-bound volcanogenic sulphide deposits in the Spanish - Portuguese Pyrite Belt: Geology, Geophysics and Geochemistry. Time- and Strata-Bound Ore Deposits. Ed Klemm D.D., Schneider H.J., Springer-Verlag.

Williams, D. 1962. Further reflections on the origin of the porphyries and ores of Riotinto, Spain. Trans. Inst. Min. Metall. 71, 265-266.

m³, kg, l, km, klo, mk.

Kuljetusten kaikki osat
toimivaksi kokonaisuudeksi

VR Cargo Länsi-Suomi
Rautatienkatu 25, 4. kerros, 33100 Tampere
puh. 03-248 2111

Käytetyn ydinpolttoaineen geologisen loppusijoituksen geofysiikasta

T & K

DOSENTTI, TEKN. TRI ESKO ELORANTA
SÄTEILYTURVAKESKUS, HELSINKI
KALLIOTEKNIIKAN SUUNNAN 60-VUOTISJUHLAESITELMÄ
TEKNILLISEN KORKEAKOULUN MATERIAALI- JA KALLIO-
TEKNIIKAN OSASTON 50-VUOTISJUHLASEMINAARISSA
28.11.1997

Arvoisat vuorihenkilöt, hyvät kuulijat!

Esitelmäni aihe liittyy vahvasti tämän juhlaseminaarin teemaan eli ympäristösuuntaukseen geotieteissä. Käytetyn ydinpolttoaineen geologinen loppusijoitus tarjoaa haasteen geofysiikalle, olipa sitten kysymys kenttätutkimuksista ja niiden tulkinnoista tai teoreettis-laskennallisista mallinnustutkimuksista fyysikaalisten ilmiöitten ymmärtämiseksi. Osastomme kasvateista varsin lukuisa joukko työskentelee tai on työskennellyt käytetyn ydinpolttoaineen geologisen loppusijoituksen parissa, itsekin yhtenä heistä.

Esitykseni on kaksiosainen siten, että ensimmäisessä osassa esittelen käytetyn ydinpolttoaineen geologisen loppusijoitusprobleemin geofysiikan näkökulmasta. Toisessa osassa tarkastelen itse geofysiikan tiettyjä peruskysymyksiä hieman syvällisemmin myös korkeakouluopetuksen ja -tutkimuksen näkökohtia huomioiden. Haluan vielä todeta, että tässä esitelmässä esittämäni ajatukset ja huomiot ovat henkilökohtaisia eivätkä ne edusta minkään laitoksen tai yhteisön kannanottoja.

Käytetyn ydinpolttoaineen geologinen loppusijoitus

Tarkastelen ensimmäisessä osassa neljää asiaa: (1) käytettyä ydinpolttoainetta, (2) käytetyn ydinpolttoaineen geologista loppusijoitusta, (3) loppusijoituksen geofysikaalisia ongelmia sekä (4) loppusijoitusprobleemin heijastumia geofysikaaliseen tutkimukseen yleisesti.

Käytetty ydinpolttoaine

Käytetty ydinpolttoaine on ydinenergian tuottamiseen käytettyä uraanipolttainetta, joka ydinreaktorista poistamisen jälkeen sisältää uraanin lisäksi monia radioaktiivisia aineita, kuten plutoniumia, kesiumia ja strontiumia. Koska se on sekä säteilymyrkyllinen että tiettyjen aineiden osalta myös kemiallinen myrky, sen eristäminen biosfääristä on tarpeen.

Vuosittain kertyy käytettyä ydinpolttainetta molemmilta laitospaikoiltamme eli Olkiluodon ja Loviisan voimalaitoksilta yhteensä n. 70 tn. Reaktoreista poistettua ydinpolttainetta jäähdytetään laitospaikoilla olevissa vesialtaissa n. 40 vuotta.

Käytetty ydinpolttoaine kapseloidaan ennen loppusijoitta-

Esko Eloranta - Curriculum vitae

Syntynyt 1955

Dipl.ins. 1979, TKK, sovellettu geofysiikka,
Tekn. lis. 1982, TKK, sovellettu geofysiikka,
Tekn. tri 1986, TKK, sovellettu geofysiikka.
Väitöskirjan aihe tasavirtamenetelmien integraaliyhtälöistä.



TKK, sovelletun geofysiikan assistentti 1980-1988,
TKK, dosentti (laskennallinen geofysiikka) 1988 alkaen,
VTI, palotekniikka, tutkija ja erikoistutkija 1988-1991,
virtauksen ja lämmönsiirron numeerinen simulointi,
Säteilyturvakeskus (STUK), tarkastaja 1991-1995 ja
erikoistutkija 1996 alkaen, ydinjätteiden loppusijoituksen
laskennalliset analyysit.

mistaan kupari-teräs -kapseleihin. Kapselit ovat ympyräsyylinteriä, joiden halkaisija on n. 1 m ja korkeus n. 4,5 m tai 3,6 m. On arvioitu, että molempien laitospaikkojemme käytetty ydinpolttainemahtuu vajaan kahteen tuhanteen kapseliin.

Geologinen loppusijoitus

Käytetyn ydinpolttoaineen geologisessa loppusijoittamisessa on kysymyksessä kapseleiden sijoittaminen 300-700 metrin syvyyteen peruskallioon. Kuvassa 1 on esitettyä periaatetasolla geologinen loppusijoitustila. Nykysuunnitelmien mukaan kapselit sijoitetaan pystyasentoihin loppusijoitusreikiin, jotka tehdään loppusijoitustunnelin pohjalle. Sijoitusreiässään kapselit vielä ympäröidään bentoniittisavella.

Loppusijoituspaikan valitsemiseksi on tehty tutkimuksia vuodesta 1987 alkaen. Vuonna 2000 tehtävässä paikan valinnassa on mukana neljä paikkaa: Kuhmon Romuvaara, Äänekosken Kivetty, Eurajoen Olkiluoto ja Loviisan Hästholmen. Vuonna 2010 aloitetaan loppusijoitustilan rakentaminen. Varsinainen loppusijoitustoiminta käynnistyy 2020-luvulla ja päättynee joskus 2050- tai 2060-luvulla, joten kysymyksessä on monen sukupolven ajan tapahtuva toiminta.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimukset ja selvitykset, kuten itse loppusijoituskin, kuuluvat lain mukaan jätteen tuottajille eli voimayhtiöille, jotka perustivat vuoden 1996 alusta Posiva Oy -nimisen yhtiön jätehuoltoaan varten. Li-

TALOUS SANOMAT

Merkittäviä päätöksiä ei huudeta ääneen. Tilaa siksi Taloussanomat nyt.

Taloussanomat, uusi ja odotettu talousuutislehti on täynnä ajankohtaisinta tietoa taloudesta viitenä päivänä viikossa, tiistaista lauantaihin.

Tilaa Taloussanomat kätevästi takakannen tilauskortilla jo tänään. Saat käyttöösi myös jatkuvasti päivitettävän Verkko-Taloussanomat.

Nopeus on tehokas ase.

Siksi Verkko-Taloussanomat on oleellinen osa Taloussanomiamia.

Se on paljon enemmän kuin painettu lehti verkossa: verkkolehdestä saat omalle ruudullesi tarkkoja tilastoja, analysoituja taloustietoja ja kattavia arkistoja. Kokeile.

Taloussanomat on painetun uutislehden ja sähköisen, viimeisimpiä ratkaisuja hyödyntävän median ainutlaatuinen yhdistelmä.

Tiedät mitä tehdä.

Lue lisää Taloussanomista keski-aikeamalta, toimi sen jälkeen nopeasti.

Tilaaminen on helppoa:

täytä ja lähetä takakannen tilauskortti postissa tai telefaksilla (09) 122 2957. Voit myös soittaa: (09) 122 607.

Taloussanomat on Suomen ajankohtaisin talousuutislehti. Se ilmestyy viidesti viikossa tiistaista lauantaihin. Yritystilaajan on mahdollista ohjata Taloussanomien lauantainumero myös kotiosoitteeseen.





**Uutiset voit
tietysti kuulla
käytävillä.**

Taloussanomista luet olennaisimmat talousuutiset heti aamulla.

Taloussanomien jaetaan useimmissa tapauksissa varhaisjakeluna Helsingin Sanomien kanssa.

Ja jos tilaat Taloussanomien kotiisi, tiedät uutiset jo töihin tullessasi.

Tiistaista perjantaihin.

Talousmaailma lepää viikonloppuna. Siksi Taloussanomien ei ilmesty maanantaisin. Tiistaista perjantaihin Taloussanomien raportoi lukijoilleen

talousmaailmasta tarkasti, ajankohdaisesti, puolueettomasti ja viisaasti.

Esitämme mutkikkaatkin asiat havainnollisesti.

Perjantai on vilkas päivä talousmaailmassa.

Siksi Taloussanomien ilmestyy myös lauantaisin. Viikonloppunumeron saat kotiisi heti lauantai-aamuna, sillä lehti jaetaan tiistaista lauantaihin Uudella- maalla sekä Turun, Tampereen ja Lahden alueilla paikallislehden mukana.

Lauantain Taloussanomien voit tilata myös kotiisi, vaikka muuten lehti tulisiikin työpaikallasi.

Tästä hyödyt henkilökohtaisesti.

Taloussanomien viikonloppunumero antaa taustaa viikon tapahtumille. Tukeva ja monipuolinen viikonloppunumero kattaa uutisten lisäksi harrastuksia ja vapaa-aikaa.

Haluamme auttaa lukijoitamme myös henkilökohtaisen talouden hoidossa. Vertailemme sijoitusvaihtoehtoja, pidämme lukijat ajan tasalla yksityistalouteen vaikuttavista tapahtumista ja päätöksistä, vastaamme lukijoiden kysymyksiin. Kun ohjaat Taloussanomien viikonloppunumeron kotiisi, voit tutustua lehteen rauhassa.



Maanantaina avaat tietokoneesi.

Silloin näet Verkko-Taloussanomista viimeisimmät, juuri päivitettyt uutiset, pörssi- ja valuuttakurssit...

Verkko-lehti avaa taustoja päivän uutistapahtumille sekä pääsyn internetin valtavaan tietomaailmaan sekä kattaviin tietokantoihin. Yhteistyökumppaneitamme verkkolehdeissä ovat Uutistoimisto Startel, taloustietopalveluja tuottava Bloomberg, Financial Times sekä TT-Tieto.

Totuus on tarua ihmeellisempää.

Täytä takakannen tilauskortti, lähetä se postitse tai telefaksilla, numero on (09) 122 2957. Voit myös soittaa: (09) 122 607. Tee myönteinen päätös jo tänään.



Tällainen on Taloussanomat

Etusivu

Tärkeimmät uutiset: saat nopeasti käsityksen siitä, mitä talousalalla tapahtuu ja mistä taloudessa puhutaan. Havainnolliset kaaviot kertovat talouden keskeisistä tunnusluvuista.

Uutiset

Taloussuutiset kotimaasta ja ulkomailta tiiviisti ja iskevästi. Osastossa on myös olennaisimmat, talouselämään vaikuttavat tapahtumat politiikassa sekä englanninkielinen uutisyhteenveto.

Markkinat

Kuinka kurssit kehittyvät? Paljonko saat valuuttaa? Mitä koroille tapahtuu? Markkinat-osastossa on kaikki kurssit ja keskeisimmät noteeraukset asiantuntevine kommentteineen.

Mielipide

Tieto on tietoa. Siksi mielipiteet ovat omassa osastossaan: pääkirjoitukset, kommentit, kolumnit, asiantuntijoiden puheenvuorot, lukijoiden mielipiteet. Keskustelu kehittää talousmaailmaa.

Yritykset

Kuka on nimitetty, kenellä on nostetta? Mihin yritys on menossa vai onko mihinkään? Kuka yrityksen omistaa? Mitä kulussien takana tapahtuu? Yritykset-osasto pureutuu yritysmaailmaan ja keskittyy sen analysointiin.

Info

Talousmaailma ei ole umpio. Säätila, televisio, liikematkailu... ne kiinnostavat meitäkin.

TALOUS SANOMAT

Aika juoksee.
Pysyt mukana
jos haluat.

- Suomen ajankohtaisin talousuutislehti.
- Ilmestyy tiistaista lauantaihin.
- Jakelu joko Helsingin Sanomien mukana varhaisjakelussa tai arkisin muun postin mukana.
- Lauantaina ilmestyvä tukeva viikonloppunumero myös kotiin, Uudellamaalla sekä Turun, Tampereen ja Lahden alueilla paikallis-

lehden mukana kotiin kannettuna, muualla postin mukana.

- Verkko-Taloussanomat laajentaa ja syventää Taloussanomien uutisointia.
- Verkko-lehteä päivitetään useasti päivässä, se on aina viisipäiväisen lehden tilaajien käytettävissä.
- Yli 60 ammattilaisen toimitus, vastaava päätoimittaja Antti-Pekka Pietilä.

Kestotilaus laskutetaan kulloinkin voimassa olevin hinnoin. Tilaus jatkuu ilman eri uudistusta kunnes tilaaja ilmoituksella tilaajapalveluumme irtisanoo tilauksensa. Kesken tilausjakson peruutetusta tilauksesta peritään kulukorvaus 30 mk.

Tilaa jo tänään!



Tällä tilauskortilla saat kätevästi Suomen ajankohtaisimman talousuutislehden kestotilauksena. Valtakunnallinen Taloussanomat ilmestyy tiistaista lauantaihin.

Voit tehdä tilauksesi

1. Lähettämällä tämän tilauskortin postitse
2. Faksaamalla tilauskortin numeroon (09) 122 2957
3. Soittamalla tilaajapalveluumme (09) 122 607

T I L A U S K O R T T I

KYLLÄ, haluan hyötyä Suomen ajankohtaisimmasta talousuutislehdestä.

- Tilaan Taloussanomat kestotilauksena 6 kuukauden maksuvälein hintaan 480 markkaa.
- Tilaan Taloussanomien lauantainumeron kestotilauksena 6 kuukauden maksuvälein hintaan 220 markkaa.

Tilaan Taloussanomat osoitteella:

70T10

Nimi

Yritys

Lähiosoite

Postinumero ja -toimipaikka

Puhelin ()

Laskutusosoite jos muu kuin ylhäällä:

Nimi

Yritys

Lähiosoite

Postinumero ja -toimipaikka

Puhelin ()

- Haluan lauantain Taloussanomat kotiosoitteella:

Nimi

Lähiosoite

Postinumero ja -toimipaikka

Puhelin ()

Tilauksiin ulkomaille lisätään maakohtainen postimaksu. Hinnat voimassa 30.6.1998 asti.

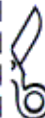
Taloussanomat maksaa postimaksun

TALOUS  SANOMAT

PL 10
VASTAUSLÄHETYS
Sopimus 01770 / 26

01003 VANTAA

Irrota katkoviivaa pitkin. Postita heti tänään.



säksi on ollut käynnissä valtiovallan tutkimustyö viranomaistareita varten. Tämä tutkimus on toteutettu vuodesta 1989 alkaen julkishallinnoituina ydinjätetutkimusohjelmina, joiden pääasiallisesta rahoituksesta on vastannut kauppa- ja teollisuusministeriö. Nykyinen viisivuotinen ohjelma, nimeltään JYT2001, alkoi vuoden 1997 alussa. Myös Säteilyturvakeskusella on omaa asiaan liittyvää tutkimustoimintaa.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen viranomaisvalvonnassa geotutkimusten valvonta on ollut varsin keskeistä. Tätä valvontaa tekee Säteilyturvakeskus.

Loppusijoituksen geofysikaalisia ongelmia

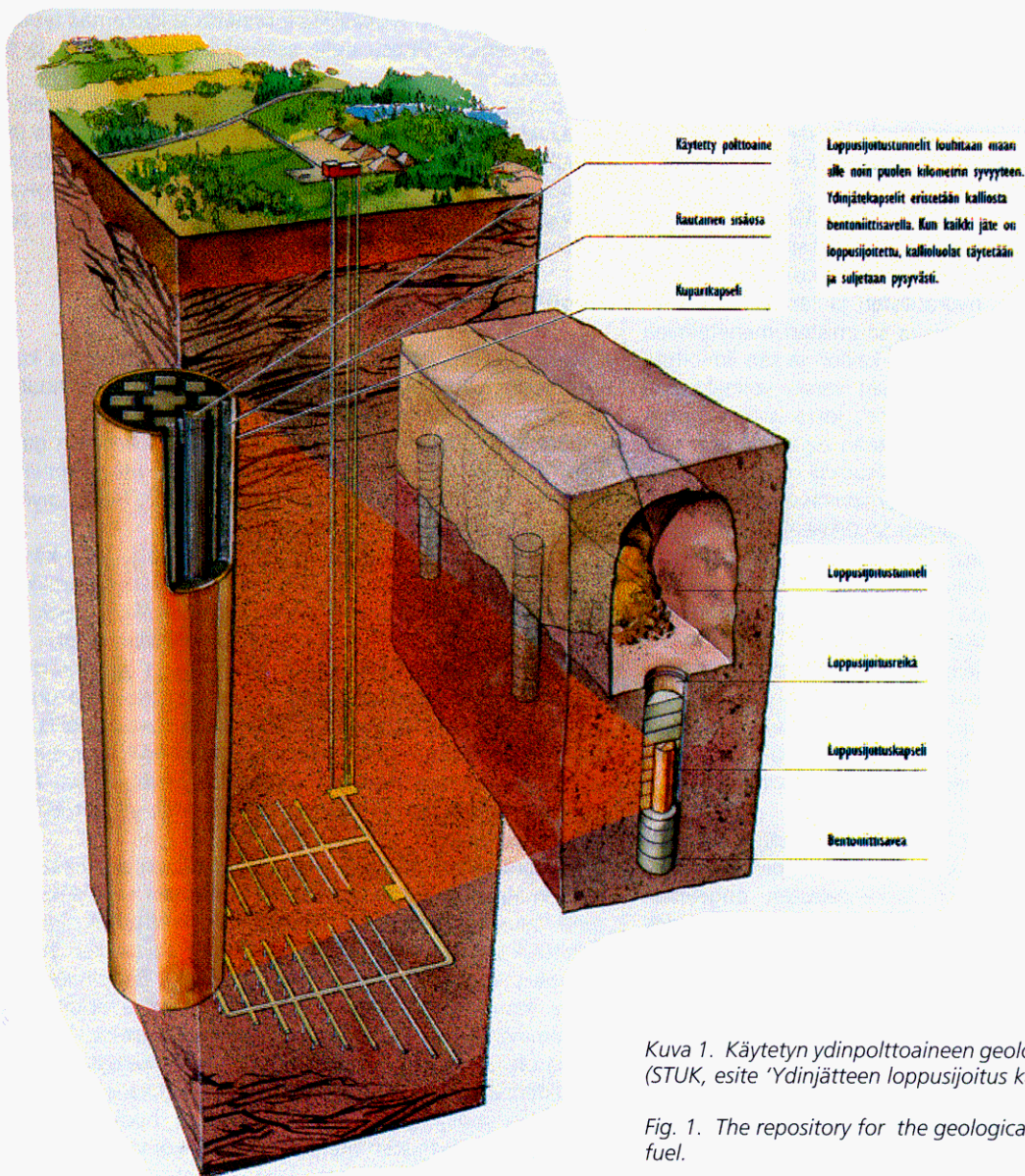
On selvää, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisessa on oleellista saada mahdollisimman yksityiskohtaista tietoa kallioperästä, sen rakenteesta, fysikaalisista, mekaanisista ja kemiallisista ominaisuuksista, olosuhteista ja koostumuksesta.

Kallioperän rakennemallit pohjautuvat huomattavalta osin juuri geofysikaalisten tutkimusmenetelmien tuottamaan tietoon. Geofysikaalisista menetelmistä käytetyimpiä ovat erilaiset

poranreikämenetelmät, mutta myös maanpintageofysikaalisia ja aerogeofysikaalisia menetelmiä on hyödynnetty. Rakennemallien teossa sovelletaan nykyisin tietokoneavusteisen suunnittelun työkaluja.

Kallioperän ilmiöistä yksi turvallisuuden kannalta olennainen on kalliopohjaveden virtausten selvittäminen. Loppusijoitustilan kytketyt termo-hydro-mekaaniset ilmiöt ovat erikois-asemassa, koska kapselit toimivat hyvin pitkään myös lämpölähteinä. Itse asiassa niiden sijoittaminen loppusijoituskonfiguraatioksi on lämpöfysikaalinen optimointiongelmia.

Kun otetaan huomioon loppusijoituksen turvallisuuden vaatima inhimillisesti katsoen hyvin pitkä ajanjakso (sadoista tuhansista jopa miljooniin vuosiin), jonka kuluessa tapahtuu mitä ilmeisimmin myös suuria luonnon olosuhteiden ja ympäristön muutoksia, ei liene vaikea kuvitella, miten monimutkaisesta, monitahoisesta ja hankalastakin probleemasta on kyse. Tällaisia muutoksia ovat mm. jääkaudet, joiden aikana pohjaveden virtauksessa ja kemiallisessa karakteristiikassa sekä maanpinnan asemassa ja muodossa on odotettavissa suuria muutoksia. Myös kallion mekaanisen käyttäytymisen ennustaminen pit-



Kuva 1. Käytetyn ydinpolttoaineen geologinen loppusijoitustila (STUK, esite 'Ydinjätteen loppusijoitus kalliioon').

Fig. 1. The repository for the geological disposal of spent nuclear fuel.

kienkin ajanjaksojen kuluessa on tarpeen, sillä kaikki tällaiset muutokset on arvioitava loppusijoituksen toimintakykyanalyysissä.

Geofysiikalla on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisessa haasteita myös tilan rakentamisen ja täytön aikana sekä sulkemisen jälkeen. On nimittäin ilmeistä, että emme voi mitenkään sulkea pois sitä mahdollisuutta, että ydinjätehauta tulee olemaan myös tulevien sukupolvien mielenkiinnon kohteena syystä tai toisesta. Niinpä loppusijoitustilan sulkemisen jälkeen saattaa syntyä tarve monitoroida sitä. Tämä monitorointiongelma edellyttää vielä toistaiseksi joitakin osin tuntemattomien geofysikaalisten mittausjärjestelmien kehittämistä ja käyttämistä. Tällainen monitorointitoiminta liittyy tilan sisältämien ydinmateriaalien safeguards-valvontaan, jonka tavoitteena on estää ydinmateriaalien siirto rauhanomaisesta käytöstä ydinräjähteisiin tai muihin tuntemattomiin tarkoituksiin.

Loppusijoitusprobleemin heijastumia geofysikaaliseen tutkimukseen

Ydinjätetutkimus on ollut geofysiikan, kuten monen muunkin alan, menetelmäkehityksen kannalta tärkeä. Käytetyn ydinpoltoaineen loppusijoitusproblematiikka loi yhteiskunnallisen tilauksen erilaisten erityiskysymysten tarkastelemiseksi. Tutkimusmenetelmiä on jouduttu kehittämään, niiden resoluutio-ominaisuuksia parantamaan. Hyvänä esimerkkinä suomalaisesta geofysiikan menetelmäkehityksestä on ollut seismisen VSP-menetelmän kehitystyö. Sähkömagneettinen poranreikätkä on menetelmä, jota on ulkomailla kehitetty etenkin ydinjätetutkimusten synnyttämän tarpeen pohjalta.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustutkimus tarkoittaa Suomessa rakoilleen kallion tutkimusta. Rakoilleen ja huokoisen kalliion väliainemallit eli konstitutiiviset lait ovat tärkeä tutkimusalue paitsi mekaanisten, hydraulisten ja termisten ilmiöiden niin myös sähkömagneettisten ja seismisten menetelmien kannalta. Lienee selvää, että rakoilleen kallion ja sen ilmiöitten laskennallisessa tutkimuksessa joudutaan varsin voimakkaasti soveltamaan 'reduktionismin periaatetta', jossa luonnon ilmiöitten ja rakenteitten moninaisuus pyritään palauttamaan matemaattisesti hallittaviksi säännönmukaisuuksiksi.

Kalliopohjaveden virtauksen problematiikassa on kehitetty erilaisia tapoja kuvata veden virtausta rakoilleensa väliaineessa. Lisäksi pohjavesivirtaus on lähes aina mukana kytketyissä ilmiöissä. Kytkettyjä termo-hydro-mekaanisia ilmiöitä on tutkittu mallintamisen keinoin vuodesta 1991 alkaen kansainvälisessä DECOVALEX-nimisessä projektissa.

Haluan tuoda esiin myös sen, että kehitetyt menetelmät ja tekniikat soveltuvat monesti myös muuhun kuin ydinjätetutkimukseen, mikä on merkinnyt geofysiikan sovellusalueiden huomattavaa laajenemista etenkin ympäristötutkimuksessa. On syntynyt yrityksiä, ja suomalaisen osaamisen vienti ulkomailla on lisääntynyt voimakkaasti.

Geolmiöiden laskennallinen tutkimus on edennyt huomattavasti edistysaskelin paitsi tietotekniikan niin myös loppusijoitusproblematiikan vaativien laskennallisten ongelmien ansiosta. Tietokonepohjaiset simuloinnit ja laskennallinen mallintaminen tuovat useimmiten lisävarmuutta ja ymmärrystä ilmiöiden tutkimukseen. Laskennallinen mallintaminen onkin yhdessä luonnonanalogioiden kanssa tärkeällä sijalla, kun pyritään ennustamaan loppusijoitustilan tapahtumia. Turvallisuus- ja toimintakykyanalyysit pohjautuvat pääosin laskennallisiin malleihin. Tietty geolmiöt ovat jopa sen luonteisia, että laskennallinen mallintaminen ja simulointi ovat ainoita mahdollisuuksia niiden tutkimiseksi. Tietokoneen käyttö ei voi kuitenkaan pe-

rustua sokeaan, 'perverssiin uskoon' lukuihin, vaan luotujen mallien tulee olla mahdollisimman pitkälle kelpoistettuja ja pohjautua fysikaalisten lainalaisuuksien vankkaan ymmärtämiseen.

Geofysiikan peruskysymyksiä

Edellisen pohjalta haluan tarkastella esitykseni toisessa osassa geofysiikan joitakin peruskysymyksiä. Näitä ovat (1) geofysiikan syväolemuksen luonne ja (2) geofysiikan suuret periaatteet. Lopuksi tarkastelen (3) akateemista tutkimusta ja sen kykyä vastata monitieteisten ongelmien tutkimustarpeeseen.

Geofysiikan 'syväolemus'

Kun taannoin fyysikko-kollegani kysyivät minulta, mitä on geofysiikka, jouduin varsin pitkään analysoimaan asiaa. Vuosien kuluessa minulle on muodostunut entistä selvempi näkemys, että (sovellettu) geofysiikka on nimenomaan fysiikkaa, jonka tutkimuskohteena on maankamara ilmiöineen, prosesseineen ja rakenteineen /1/. Olen usein ihmetellyt, miten vähän loppujen lopuksi geofysiikan fysikaalista luonnetta ja kytkentää fysiikkaan tuodaan eksplisiittisesti esille esimerkiksi opetuksessa ja tutkimuksessa.

Ilmeisesti on niin, että geofysiikan moninaiset sovellusalat ohjaavat ja hallitsevat geofysiikan käsitteenmuodostusta ja tutkimuksen tekotapoja. Geofysiikan varsinaisiin teoreettisiin perusteisiin ne eivät juurikaan voine vaikuttaa, koska geofysiikka fysikaalisen luonteensa takia kuitenkin 'lepää' eräiden yleisen fysiikan 'suurten periaatteiden' varassa.

Geofysiikan 'suuret periaatteet'

Sovelletussa geofysiikassa käytetään hyväksi seuraavia klassillisen fysiikan aloja (kuva 2): sähkömagnetismia, kontinuumimekaniikkaa ja potentiaaliteoriaa.

Sähkömagnetismi muodostaa perustan sovelletun geofysiikan monille tutkimusmenetelmille. Näitä menetelmiä ovat luonnollisesti sähkömagneettiset menetelmät, mutta myös galvaaniset ja magneettiset menetelmät.

Kontinuumimekaniikka on laaja tieteenala, joka käsittelee jatkuvan aineen mekaniikkaa. Se täydentää siten partikkelimekaniikan ja jäykän kappaleen mekaniikan avulla tehtäviä tarkasteluja. Kontinuumimekaniikka sisältää jähmeän aineen ja nesteiden mekaniikan lisäksi myös lämmön- ja aineensiirtymisen fysiikan sekä termodynamiikan, jotka ovat keskeisiä ongelmalueita myös erällä sovelletun geofysiikan sovellusaloilla. Kontinuumimekaniikka on lähtökohtana myös silloin, kun tutkimuksen kohteina ovat toisiinsa kytkettyvät ilmiöt, kuten kytketyt termiset, hydrauliset ja mekaaniset prosessit ydinjätteiden loppusijoitustilassa.

Potentiaaliteoria liittyy sekä kontinuumimekaniikkaan että sähkömagnetismiin, mutta haluan tuoda sen esiin erikseen yhtenä 'suurista periaatteista'. Monet geofysikaaliset ilmiöt ovat nimittäin sellaisia, että niihin liittyvät fysikaaliset kentät ovat ilmaistavissa potentiaalifunktioiden avulla. Potentiaaliteoriaan liittyy monia metodisesti tärkeitä käsitteitä ja asioita, joiden tunteminen edesauttaa ilmiöitten ymmärtämisessä. Potentiaaliteoria on tärkeä yhdysside myös toistensa kanssa analogisten ilmiöiden välillä. Tällaisia ovat monet stationaariset probleemit, kuten lämmönjohtuminen, vedenvirtaus huokoisessa väliaineessa tai galvaanisten menetelmien sähkövirtausprobleemit.

Eräät tutkijat lukevat kontinuumimekaniikkaan kuuluvaksi myös jatkuvan aineen sähkömagneetiikan, jolloin itse asiassa kaikki ilmiöt ovat kontinuumimekaniikan käsitteillä kuvattavissa. On syytä todeta, että kontinuumimekaniikan pätevyysalue on hyvin laaja. Varsin yleinen harhakäsitys on, että esimerkiksi rakoilleen kallon systeemi, joka koostuu jähmeästä aineesta, nesteistä ja kaasuista, ei olisi kuvattavissa kontinuumimekaniikan käsitteiden avulla. Kontinuumimekaniikan pätevyysalueen ääriarvoja koettelevat toisaalta vasta atomimittakaavan ilmiöt ja toisaalta ilmakehän ylimpien kerrosten ja ulkoavaruuden harva väliaine. Näiden välille mahtuu hyvin paljon, myös geofysiikkiin liittyvät ilmiöt.

Haluan painottaa 'suurten periaatteiden' osaamisen ja ymmärtämisen tärkeyttä varsinkin laskennallista tutkimusta tehtäessä. Jos nimittäin hylkäämme fysiikan, mihin tietomme ja käsityksemme geofysiikasta voivat sitten perustua?

Akateeminen tutkimus ja monitieteiset ongelmat

Nykyajan tutkimusongelmat ovat luonteeltaan useimmiten monitieteisiä eli tieteidenvälisiä, hyvänä esimerkkinä juuri käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus. Tutkimusongelmia on tarkasteltava usean tieteen ja tekniikan alan kesken. Tieteiden rajat ovat itse asiassa aina olleet hyvin diffuuseja.

Yksi asia, jota haluan myös käsitellä, koskee korkeakoulun laitosten ja laboratorioden keskinäistä yhteistyötä tutkimuksessa ja opetuksessa. Geofysiikan tapaisten pienten oppialojen kohdalla osasto- ja laboratoriorajat ylittävä vuorovaikutus tuntuisi suorastaan välttämättömältä. Yhteistyö tarjoaa myös oivan lisäulottuvuuden oman asiantuntemuksen laajentamiseen. Täällä Otaniemen Teknisessä korkeakoulussa ovat edustettuina kaikki tekniikan ja sen perustieteiden pääalueet, monet kansainvälisen vertailun hyvin kestävinä. Varsinkin edellä mainitsemieni geofysiikan 'suurten periaatteiden' opettamisessa voi hyödyntää osaamista, jota jo korkeakoulussa on.

Missä määrin yhteistyö ja vuorovaikutus onnistuvat varsinkin nykytilanteessa, tulosohjauksen mahtiaikana, jolloin jokaisen yksikön on saatava kerätyksi 'pinnoja' tulosindikaattoreitansa varten, ja yksiköt joutuvat siten mustasukkaisesti puolustamaan omaa reviiiriään, on hyvin epävarmaa. Varsin osuvan kuvauksen tilanteesta antoi TKK:n tietotekniikan professori Reijo Sulonen aivan äskettäin Helsingin Sanomissa ilmestyneessä

vieraskynä-kirjoituksessaan, jossa hän toteaa mm., että "tuloksen tavoittelu on pirstonut korkeakoulut pieniksi, yhteistyökyvyttömiksi ja omaa etuaan ajaviksi tuloskioskeiksi" /2/. Ilmeisesti myös monitieteisten ongelmien edellyttämät verkottumiset tulisi sisällyttää opetusministeriön hyvyysmittareihin korkeakoulun yksiköiden tasoa arvioitaessa.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustutkimusten monitieteiset ongelmat suorastaan pakottavat tiede- ja oppituolirajojen juohevaan ylittämiseen. Tämänkaltaisten tutkimusten suunnittelijana ja tilaajana minulla on ollut ainutlaatuinen tilaisuus tutustua useaan korkeakoulumme osastoon ja laboratorioon. On ollut mielenkiintoista havaita varsin erilaisia kulttuureja ja toimintatapoja. Akateemisuutta en ole kuitenkaan huomannut hävettävän juuri missään. Päinvastoin, kun teoreettiset asiat saavat käytännön ilmentymän joissakin sovelluksissa, on opittu ehkä syvällisemmin ymmärtämään myös oman tutkimusalueen asioita.

Nykyajan tutkimuksessa alkaa korostua laatuajattelu. Tieteellisen tutkimuksen laadun mittareita ovat kansainvälisissä arvostetuissa referee-lehdissä julkaistut alkuperäisartikkelit. Näiden lisäksi korkeakouluilta odotettaneen samantapaisia laatu-kriteerejä kuin muiltakin tutkimusorganisaatioilta. Etenkin ulkopuolisille tehtävissä tutkimuksissa monet laatutekijät korostuvat. Tarjouspyyntöihin on syytä vastata realistisesti omat vahvuudet ja osaamisalueet tuntien. Tutkimukset ja niiden edellyttämä hallinnointi on osattava tehdä oikea-aikaisesti. Tutkimusten valvonta ja ohjaus tulee olla ammattitaitoisten tutkijoiden ja opettajien käsissä. Tutkimuksissa on käytettävä valideja tietokonekoodeja.

Laatuajattelu ei ole byrokratiaa eikä luovuuden tyrehtyttämistä, vaan nykyaikainen tapa edistää tuotteen eli tutkimuksen ja myös opetuksen korkeaa tasoa. Laadukas tutkimus merkitsee myös hyvää mainetta, joka poikii taas lisää tutkimuksia.

Lopputoteamuksia

Omat rajalliset kokemukseni puoltavat ongelmalähtöistä, fysiikan periaatteita korostavaa geofysiikan opetusta ja tutkimusta, jossa akateemisuudelle asetetaan myös suuri painoarvo. Ero ammattikorkeakouluihin on tehtävä juuri tutkimuksen ja tutkimukseen perustuvan korkeimman opetuksen kohdalla.

Alamme arvostus lähtee meistä itsestämme. Vuoriteollisuus-

POTENTIAALITEORIA



SÄHKÖMAGNETISMI

KONTINUUMIMEKANIikka

Kuva 2.
Geofysiikan fysikaaliset periaatteet eli suuret periaatteet.

Fig. 2.
The fundamental physical principles of geophysics: electromagnetism, continuum mechanics and potential theory.

osaston ja sen seuraajien maineena on ollut helppo sisäänpääsy, jota monet lahjakkaat nuoret vieroksuvat, vaikka ovatkin hyvin kiinnostuneita osastomme aineista. On todettava, että osastomme opiskelija-aines on ollut kuitenkin vahvasti tutkimusmotivoitunutta, mistä kertovat monet kansainvälisesti huomioituiden tutkimukset ja väitöskirjat.

Sovellukset ovat tärkeitä tutkimuksen relevanttiuden ja työllistymisen kannalta. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus on asia, jonka parissa tullevat painiskelemaan vielä useat sukupolvet meidän jälkeemmekin.

Toivotan omasta puolestani materiaali- ja kalliotekniikan osastolle menestystä myös jatkossa uusien ongelmien kohtamisessa ja vuoritieteiden asiantuntijoiden akateemisessa koulutamisessa. □

VIITTEET

1. Eloranta, E.; Sovellettua geofysiikkaa - Fysiikan soveltamista maankamaran tutkimukseen. *Fysiikka tänään*, 2/1995 (17.5.1995), 14-16.
2. Sulonen, R.; Miten pysyä tietotekniikan kärjessä? *Helsingin Sanomat*, 19.11.1997.

ABOUT THE GEOPHYSICS OF THE GEOLOGICAL DISPOSAL OF SPENT NUCLEAR FUEL

SUMMARY

The presentation was given at the 50th anniversary of the Department of Materials Science and Rock Engineering of the Helsinki University of Technology. The presentation was composed of two parts. The first part was the description of the geophysical aspects related to the geological disposal of spent nuclear fuel. The second part concentrated on the geophysics itself, its fundamental principles and also the academic demands placed on geophysics.

The studies on spent fuel disposal activated geophysical research in many ways from the 1980's onwards. The bedrock models are mainly based on geophysical measurements and their interpretations. Field techniques and interpretational tools have been developed which are especially well suited for the fractured bedrock conditions. Also the research of rock phenomena, like geohydrological and coupled thermo-hydro-mechanical processes in a fractured medium, is an important area of geophysics.

It is stressed that geophysics is actually a physical science which is mainly based on three great principles, namely electromagnetism, continuum mechanics and potential theory. The understanding of these principles is especially essential when computational modeling of geophysical phenomena are carried out. These great principles should also be the guidelines in the academic geophysical research and curriculum.

The geological disposal of spent nuclear fuel in bedrock is a good example of the environment-orientated trend in geosciences.



Vuorimiesyhdistys ja
POHTO
järjestävät kurssin



Metallurgisten prosessi- kaasujen puhdistus ja käyttö

21. - 22.04.1998

POHTO, Oulu

Tavoite

Kurssilla paneudutaan teoreettisesti ja monin käytännön esimerkein prosesseissa syntyvien kaasujen puhdistukseen ja käyttöön sekä epäpuhtauksien mittaus- tekniikkaan ja ympäristökysymyksiin.

Kohderyhmä

Metallurgisen ja mineraaliteollisuuden, valimoiden ja voimalaitosten käyttö- ja kunnossapitohenkilöstö, suunnittelijat, tutkimuksen ja analysointipalvelun henkilöstö sekä ympäristöasioista vastaavat.

Sisältö*

Puhdistuksen perusteet. Puhdistusmenetelmät. Senkkakaatojen yhteydessä syntyvien kaasujen ja pölyjen hallinta Fundia Koverharissa. Palavien kaasujen sähkösuodatus. Kaupalliset pölynpoistolaitteet. Sähköuunin kaasunpuhdistus Imatra Steelillä. Tehdasvierailu Rautaruukille Raaheen. Terässulaton pölynpoiston kehittäminen. Masuunien huippukaasut ja pölyt. Kaasujen pesu ferrokromin valmistuksessa. Kuparisulatusuunin pölynpoisto. Epäpuhtauksien mittaustekniikka, emissioiden jatkuvatoiminen mittaus. Typen oksidien muodostuminen ja poistamismenetelmät. Metallurgisten kaasujen hyödyntäminen energian tuotannossa. Pölynpoisto Outokummun Harjavallan tehtailla. Ympäristöjärjestelmän kehittäminen Rautaruukki Steelissä. Ympäristölainsäädäntö.

Luennoitsijat

Teollisuuden, korkeakoulujen ja laitetoimittajien sekä ympäristökysymysten asiantuntijat.

Tiedustelut ja esitilaukset

Markus Hietala ja koulutussihteeri Irja Kellokoski,
POHTO, puh. (08) 550 9700 ja fax (08) 550 9841 ja
E-mail: irja.kellokoski@pohto.fi

Ilmoittautuminen

POHTO/Asiakaspalvelu, puh. (08) 5509 722 ja
E-mail: asiakaspalvelu@pohto.fi

* Muutokset mahdollisia



The standard of quality



**Outokumpu's zinc
conforms to ISO 9002**

from environmentally friendly mining to refining of zinc. When on-time deliveries are crucial, your best choice is a reliable supplier: Outokumpu. We also cope with your demands in logistics.

Consult us! Wherever you are, our representative closest to you shall call and tell all you wish to know about our comprehensive range of services.

 **outokumpu**

*Outokumpu Zinc Commercial BV
Tervenakker 42/44
NL-3011 XS Rotterdam, The Netherlands
Tel. + 31 10 412 7144, fax + 31 10 412 4439*

Kalliorakentamisen monet kasvot

VIRKAANASTUJAJAISITELMÄ TEKNILLISESSÄ KORKEAKOULUSSA 9.12.1997
PEKKA SÄRKKÄ, KALLIORAKENTAMISEN PROFESSORI

THE MANY FACES OF ROCK ENGINEERING

INAUGURATION LECTURE AT HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY 9.12.1997
PEKKA SÄRKKÄ, PROFESSOR OF ROCK ENGINEERING

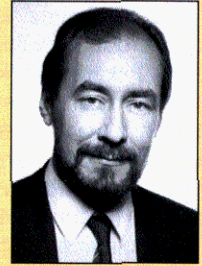
Herra rehtori, hyvät naiset ja herrat,

Kalliorakentaminen on kallioerän hyödyntämistä joko näin saatavan kiinteän raaka-aineen tai maanalaisen tilan vuoksi. Molempia käyttötarkoituksia varten kallion ominaisuudet tulee tuntea ja osata käyttää hyväksi.

Kalliorakentamisen taitoa on harjoitettu tuhansia vuosia. Egyptissä Kuninkaiden laakson hautakammiot ovat muistomerkkejä kauan sitten olleesta osaamisesta. Linnoja, palatseja suojavarustuksineen, temppeleitä ja kirkkoja on kautta aikojen

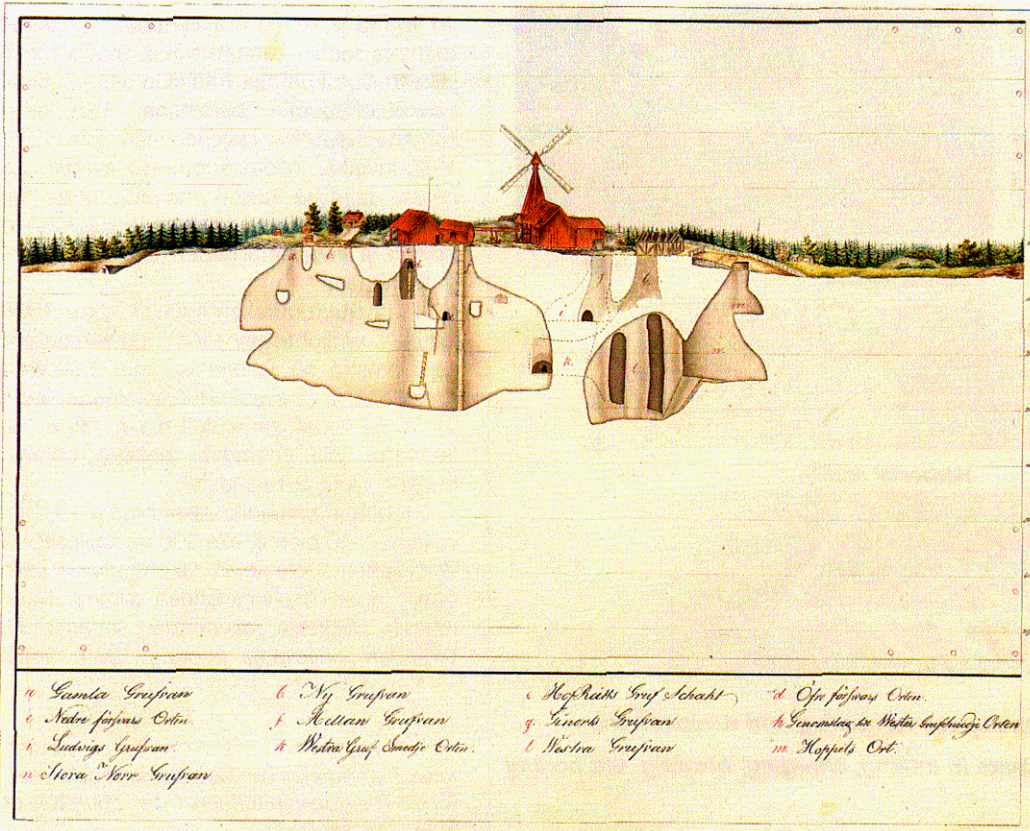
Pekka Särkkä - Curriculum vitae

1945 Syntynyt Mäntässä
1964 Ylioppilas Mäntän Yhteiskoulusta
1970 DI, TKK sovellettu geofysiikka
1970-1972 Tutkimusinsinööri, Outokumpu Oy Outokummun kaivos
1972-1979 Vanhempi assistentti, TKK louhintatekniikka
1975 TkL, TKK louhintatekniikka
1978 TkT, TKK louhintatekniikka
1980-1984 Vanhempi tutkija, Suomen Akatemia
1980-1997 Dosentti, TKK kalliotekniikka
1985-1989 Yliassistentti, TKK Kalliotekniikka
1989-1994 Kalliotekniikan pääasiantuntija, Neste Oy
1993-1997 Toimitusjohtaja, Concave Oy
1997- Hallituksen pj., Concave Oy
1997- Professori, TKK kalliotekniikka



pyrityt rakentamaan kiveen. Suomessa ensimmäiset kirjoihin viedyt merkinnät kalliorakentamisesta liittyvät 1500-luvulla avattuun Lohjan Ojamon rautakaivokseen. Kustaa Vaasan mahtikäskyllä käynnistetty toiminta pääsi täyteen vauhtiin vasta vuonna 1618, jolloin Mustion masuuni ja paja tuottivat kokonaista 40 000 kg rautaa Ojamon malmista. Löydetyt esiintymät todettiin kuitenkin pian köyhiksi ja vahingollisia sivuaineita sisältäviksi.

Orijärven kupari-sinkkikaivos (kuva 1) oli toiminnassa 200 →

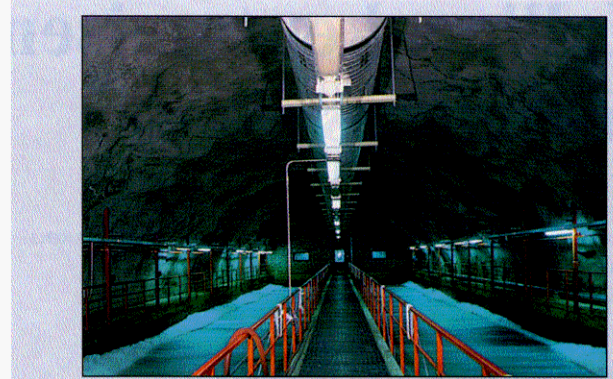


Kuva 1. Orijärven kupari-sinkkikaivos vuonna 1826.
Fig. 1. The Orijärvi copper-zinc mine in the year 1826.

vuoden ajan, vuoteen 1957 saakka. Louhinnassa käytettiin 1820-luvulle saakka polttomenetelmää, jossa tulella kuumentettu louhoksen seinä jäädytettiin nopeasti vedellä. Polttomenetelmän syrjäytti asteittain mustan ruudin käyttö, joka lisäsi sitä mukaa kun kovaan kiveen pystyvät porat kehittyivät.

Kaivostoiminta koki 1800-luvun puolivälissä voimakkaan nousun osittain valtion tukemana. Rautakaivokset sekä Orijärven ja Pitkärannan kuparikaivokset kolminkertaistivat Suomen silloisen metallien perustuotannon. Nousu oli kuitenkin tilapäistä. Vuosisadan vaihteessa malmivarat olivat ehtyneet eikä toiminta enää ollut kannattavaa. Vaikka malminetsintää harjoitettiin, kotimaisen vuoriteollisuuden mahdollisuuksiin ei enää uskottu. Tuntuu kuin tällaista olisi kuultu myöhemminkin?

Samoin linnoitustöitä tehtiin Suomessa jo varhain. Suomenlinna lienee 1700-luvun kalliorakennuskohteista merkittävin. Maanalaista louhintaa siellä ei paljoa tehty, sensijaan avolouhintaa ja kiven käyttöä rakennusmateriaalina esiintyi jossain määrin. Kova kallio oli hyvin työvaltaista ja hidasta louhia sekä siitä saatava rakennuskivi painavaa kuljettaa. Tämä heijastui myös tienrakennukseen. Suomen maantiet olivat pitkään mut-



Kuva 2. Lahden jätevedenpuhdistamo 1970-luvun alussa.

Fig. 2. The Lahti waste water purification plant in the beginning of the 1970's

kaisia ja mäkisiä, koska kalliot mieluummin kierrettiin.

Rautatienjaukset eivät taipuneet suunnittelijoiden käsissä kuten autotiet, vaan paikoin oli pakko puhkaista mäkiin tunneleita. Suomen ensimmäistä rautatietunneliä alettiin louhia vuonna 1896. Pohjan kunnassa sijaitseva Pohjankurun tunneli rakennettiin Helsinki-Turku-rantaradan osana. Tunnelia louhittiin lähes 3 vuotta silloisten menetelmien hitauden vuoksi. Louhinta eteni keskimäärin vain 2-3 metriä viikossa. Pohjankurua on seurannut yli 40 rautatietunneliä eri puolilla maata.

Outokummun kuparimalmin löytyminen Pohjois-Karjalassa 1910 merkitsi uutta alkua Suomen kaivosteollisuudelle. Kesti tosin yli 20 vuotta ja kolme osakeyhtiötä, ennenkuin toiminta saatiin kannattavaksi, mutta tämän jälkeen Outokumpua voitiinkin pitää Suomen kaivosteollisuuden perustana. Varsinainen kaivosteollisuuden laajeneminen osui 1950-1960-luvuille, jolloin Suomessa avattiin nopeassa tahdissa toistakymmentä uutta kaivosta. Tähän vaikutti osaltaan polvisyöttökoneiden ja kovametalliterien tulo peränojona ja louhintaan.

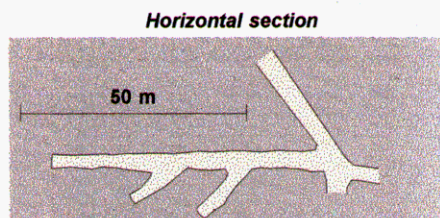
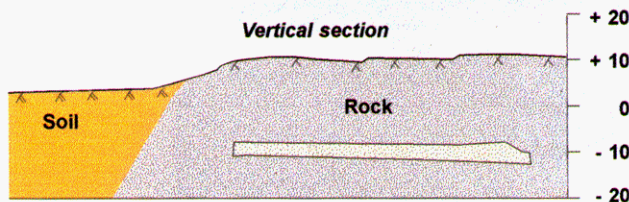
Infrastruktuurirakentaminen alkoi 1920-luvulla vesijohtotunnelien rakentamisella. Myöhemmin on rakennettu mm. raakavesitunnelleita ja jätevedenpuhdistamoita (kuva 2). Viime vuosikymmeninä maan alle on rakennettu yhä enemmän erilaisia teknisen huollon tiloja ja tunneleita.

Helsingin ympärille rakennettiin 1910-luvulla noin 40 pientä, alle 300 m² kalliosuojaa. Varsinainen suojatilojen rakentaminen käynnistyi toisen maailmansodan aikana. Muun muassa Mikkeliin rakennettiin sodanjohdon tarpeisiin kalliosuoja vuonna 1939. Sodan

LABORATORY OF
ROCK ENGINEERING
Helsinki University of Technology

Research tunnel

- 80 m of tunnels, cross section varying from 10 m² to 16 m²
- Tamrock Micromatic 102 F drilling jumbo
- Tamrock Toro 200D LHD-unit



Permanent underground space for testing and demonstration.

Used for training students in drilling, charging, blasting and bolting.

Kuva 3. Kalliotekniikan laboratorion koetunneli.
Fig. 3. The research tunnel of the Laboratory of Rock Engineering.

jälkeen Helsingissä oli käytössä noin 20 kalliotilaa aikaisempien pienten kalliotilojen lisäksi.

Toisen maailmansodan kokemukset saivat päättäjät laati- maan väestösuojalainsäädännön 1950-luvun lopulla. Suoja- suunnittelun painopiste on normaaliajan käytön suunnittelus- sa. Väestösuojarakentaminen onkin merkittävä taustatekijä yleis- sölle tarkoitettujen kalliotilojen suosion kasvamiselle. Varastoi- loja rakennettiin 1960-luvulla, pysäköintitiloja 1970-luvulla, ja erilaisia kulttuuri-, liikunta-, ja monitoimitiloja 1980-luvulta lähtien. Maanalaisten tilojen integrointi maanpäälliseen kaupun- kirakenteeseen on ollut tällä vuosikymmenellä alkanut kehitys- suunta.

Suomalainen kallioarkkitehtuuri tuli maailmalla tunnetuksi kalliomateriaalin uudella käyttötavalla, jonka aloitti kalliomä- keen rakennettu Temppeliaukion kirkko. Yleisö valitsi viime vii- konloppuna tämän kirkon kymmenen merkittävimmän suoma- laisen taideteoksen joukkoon.

Kalliorakentamisen koulutus alkoi Teknilliseen korkeakou- luun 1937 perustetun kaivostekniikan professuurin kautta. Nimi muuttui 1970-luvun alussa louhintatekniikaksi ja 1980-lu- vun puolivälissä kalliorakentamiseksi. Kallio- tekniikan laboratorio on ainoa paikka Suo- messa, joka suorittaa korkeimman tason tut- kimusta ja koulutusta kallion teknisessä hyö- dyntämisessä.

Kalliorakentamisen osaamisalueet tukeu- tuvat osittain toisiinsa, vaikka niillä on huo- mattavia eroja. Kaivostoimintaa joudutaan aina harjoittamaan paikassa, jossa malmi, taloudellisesti hyödyntämiskelpoinen mine- raaliesiintymä, sijaitsee. Mineraaliesiintymä on aina jonkinlainen häiriö kalliooperässä, ja tällöin kyseisen alueen kallio-ominaisuudet poikkeavat myös keskimääräisistä, tavallisesti huonompaan suuntaan. Kaivostoiminnalle lisävaatimuksena on esiintymän mahdolli- simman täydellinen hyödyntäminen, jolloin viimeiset tonnit joudutaan louhimaan yhä pienempiä varmuuskertoimia tilojen, lou- hosten, stabiliteetille hyväksyen.

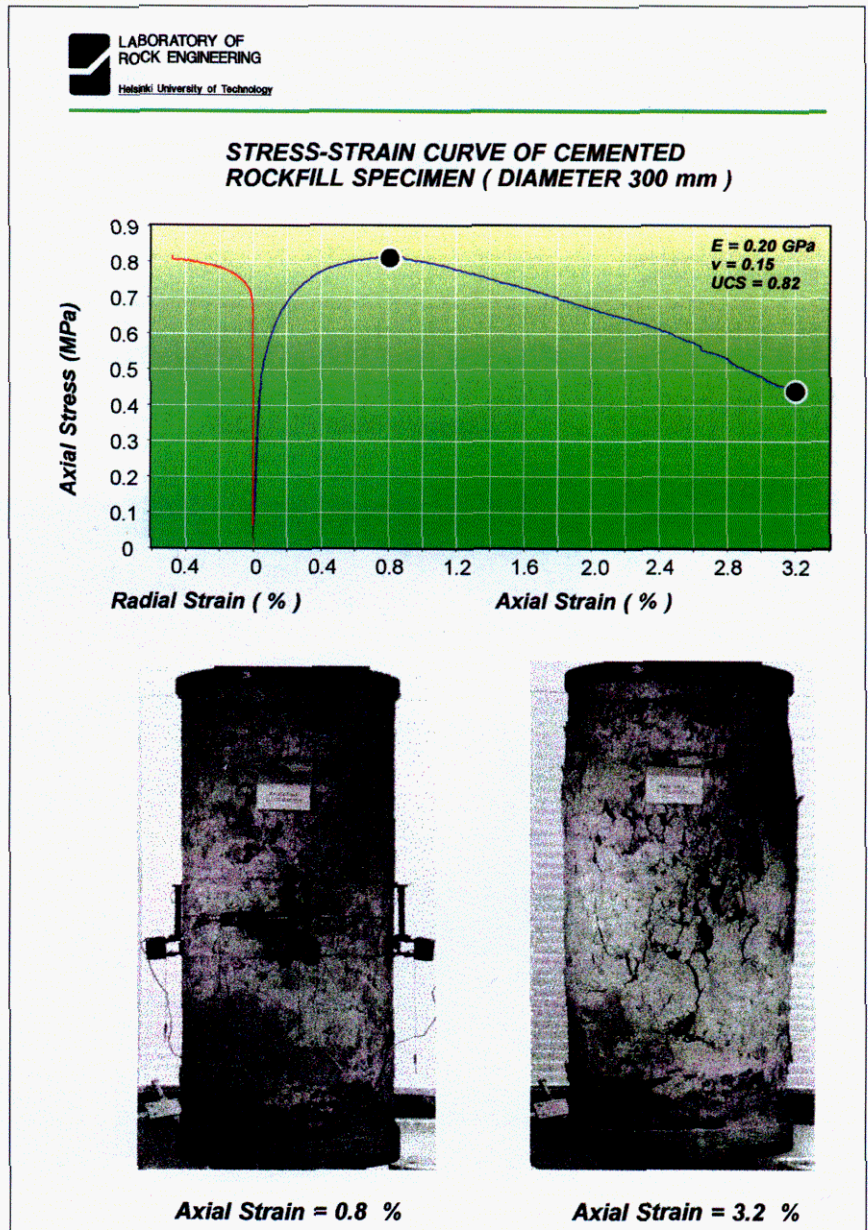
Kalliorakentamisessa vapausasteita taval- lisesti on enemmän. Useimmille kalliotiloille annetaan suunnitteluvaiheessa vain tietty ti- lavuus- ja sijaintialuevaatimus sekä muuta- mia pakkopisteitä, sisäänkäynnit, tuuletus- yhteydet yms. Toisaalta kalliotilat joudutaan usein rakentamaan lähelle kallion pintaa, ohuen kalliokaton alle, ja muun asutuksen alle tai yhteyteen. Tämä asettaa kalliotilan rakentamiselle helposti tiukkoja vaatimuksia louhintatärinöiden, pohjaveden pinnankor- keuden muutosten tms. suhteen.

Kalliomekaniikka, mekaniikan haara, joka tutkii kalliooperän reaktioita fysikaalisiin voimakenttiin, muodostaa teoreettisen poh- jan sekä kaivostekniikalle että kalliorakenta- miselle. Kalliooperä materiaalina poikkeaa merkittävästi useimmista muista teknisesti

hyödynnettävistä materiaaleista. Kiviaines on yleisesti rakojen ja heikkousvyöhykkeiden pilstomaa. Raoissa vaikuttaa pohjavesi sekä paineellaan että virtauksellaan. Tämän lisäksi kalliooperässä esiintyy tavallisesti voimakkaita vaakajännityksiä, jopa kymmeniä megapascalaita. Kalliorakentamista voidaan karrikoidusti verrata tiilitalon rakentamiseen tiilipinosta siten että tiiliä pois- tetaan, kunnes tarvittava avoin tila on saatu aikaan.

Lisäongelma syntyy siitä, että kalliomateriaalin laatua ei kos- kaan täysin voida tuntea. Lähes kaikessa muussa konstruktioi- minnassa suunnittelija voi tehdä laskelmansa tiettyihin standar- dimateriaaleihin perustuviksi, koneensuunnittelussa St 37, be- tonitekniikassa K30 jne. Rakentajan saadessa piirustukset on helppoa tilata tukkuliikkeeltä tarvittavat materiaalit, joiden ominaisuudet pysyvät spesifikaatioiden puitteissa muutaman prosentin tarkkuudella. Kalliorakentamisessa tilanne on toinen. Kaikki kiviaines on jo tehty, suunnittelijan työksi jää selvittää kalliomateriaalin ominaisuudet ja hyödyntää niitä parhaalla mahdollisella tavalla kalliotilan sijoittelussa ja suunnittelussa.

Kalliomateriaalien ominaisuuksia voidaan tutkia hyvin laa- jalla skaalalla, joko kentällä tai laboratoriossa. Kentätutkimuk- →



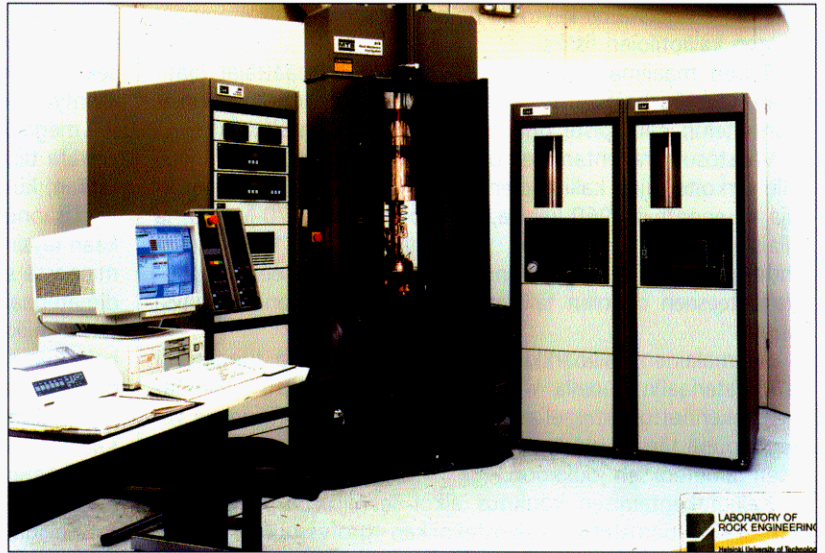
Kuva 4. Koekappaleen kuormitus murtumapisteestä ohi.

Fig. 4. A post-failure loaded specimen.

Kuva 5. Servo-ohjattu hydraulinen puristin.
Fig. 5. Servo-controlled hydraulic testing machine.

sia varten kalliotekniikan laboratoriolle on 300 m päässä täältä koetunneli (kuva 3), missä erityyppisiä kallioon liittyviä töitä voidaan käytännössä toteuttaa. Tyypillisiä tällaisia ovat kallion pultitukseen liittyvät työt, erilaisten kallion tutkimusmenetelmien testaukset jne. Otettujen näytteiden ominaisuuksia (kuva 4) voidaan mitata ehjinä, murtuman hetkellä tai vielä kappaleen jo murskauduttua. Kuvassa sementoitua kaivostäytettä Pyhäsalmeilta. Laboratoriolaitteistomme (kuva 5) on parasta mitä Juutinrauman pohjoispuolelta löytyy. Sillä pystytään testaamaan kiviä sekä -60°C kylmyydessä kylmävarastojen suunnittelua varten että $+200^{\circ}\text{C}$ lämmössä ydinjätteiden loppusijoitustilojen tutkimuksessa.

Materiaalina kalliolle on tyypillistä ominaisuuksien suuri hajonta. Aluetta voidaan kutsua homogeeniseksi, jos lujuus- ja kimmo-ominaisuuksien hajonta on alle 15 prosenttia. Pahimmillaan nämä ominaisuudet voivat poiketa toisistaan useita dekaadeja. Suunnittelussa tämä usein kompensoidaan käyttämällä korkeampia varmuuskertoimia sekä selvittämällä esim. numeerisia menetelmiä (kuva 6) käyttä-



en ominaisuuksien hajonnan vaikutusta suunnitelmiin.

Tietokoneiden kehitys on poistanut aikaisemman pullonkaulan materiaalin, heterogeenisen ja vaihtelevankin materiaalin mallintamiselta. Nykyisillä menetelmillä mallintamisen suurin ongelma onkin edustavan materiaalitiedon saaminen kalliosta.

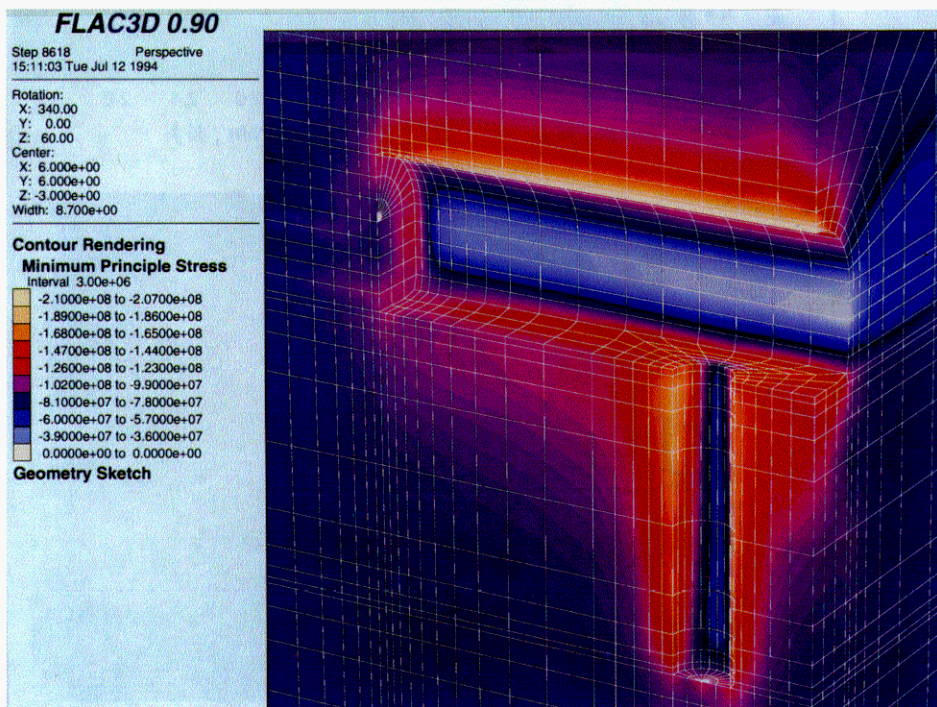
Tätä voidaan jossain määrin kompensoida suorittamalla useita laskentoja eri parametriarvoilla ja selvittämällä kriittiset parametrit tarkimmin.

Kalliorakentaminen tukeutuu sekä käytännössä että täällä korkeakoulussa useisiin muihin aineisiin. Korkeakoulussa läheisin yhteistyö tapahtuu kaivostekniikan alueella insinööri-geologian ja mineraalitekniikan kanssa, kalliorakentamisessa taas insinööri-geologian sekä pohjarakennuksen ja mekaniikan kanssa. Näitä tukevat kaivostekniikassa sovellettu geofysiikka ja työkonetekniikka, kalliorakentamisessa betonitekniikka ja talonrakennus.

Korkeakoulussa on jälleen avattu keskustelu kalliotekniikan organisaatorisesta sijaintipaikasta. Materiaali- ja kalliotekniikan osasto vai rakennusosasto? Kalliorakentamisella on nykyisellään hyvät ja toimivat yhteydet kumpaankin suuntaan. Mahdollinen osaston vaihto merkitsisi ainakin hallinnollisten yhteyksien siirtymistä saman rakennuksen sisältä lähes kilometrin päähän. Muidenkin yhteyksien suhteen olisimme ainakin aluksi todennä-

Software in stability analyses

Example from FLAC3D



Kuva 6. Ydinjätteiden loppusijoitustilojen mallinnusta.
Fig. 6. Modelling of the final repositories for spent nuclear fuel.

koisesti enemmän menettävällä kuin saavalla puolella. Briteillä on sanonta "If it works, don't fix it". Kalliorakentamiseen soveltaen: It works.

Det faktum att arbetet med de hårda bergarterna i Finland var långsamt och svårt, var länge ett hinder för användning av underjordiska utrymmen. Under de senaste trettio åren har den tekniska utvecklingen förvandlat detta hinder till en fördel: den hårda berggrunden gör det möjligt att använda stora spännvidder och tål snabb och effektiv brytning. Den har bidragit till succén för de finländska och svenska bergmaskinstillverkarna, som i dag praktiskt taget dominerar världsmarknaden för underjordsmaskiner för alla brytningsfaser.

De första mekaniserade borrhingsaggregaten togs i bruk i mitten av 1960-talet (fig. 7). På bilden syns ett aggregat från 1970-talet i Päijännetunneln, fortfarande den längsta kontinuerliga vattentunneln i världen. Dimman som är typisk för tryckluftsdrevena bormaskiner syns klart på bilden.

Genom införandet av hydrauliska bormaskiner på 1980-talet och genom tilltagande automatisering (fig. 8) har brytningskostnader sjunkit till en fjärdedel av de totala byggkostnaderna.

Även finländskt bergskunnande har visat sig vara konkurrenskraftigt utomlands. Både finländska bergbygger- och gruvföretag har etablerat sig i områden där berggrunden liknar den finska (fig. 9). Detta gäller gruvor i Australien, Chile, Skandinavien och på Irland samt vattenkraft i Tanzania och järnvägstunnlar i Sverige. Sistnämnda tunnlar har inte haft några problem med injekteringsmedel; i Finland har man för vana att använda endast cementbaserade medel.

Kalliorakentamisen kehitys jatkuu. Suurin tällä hetkellä käynnissä oleva projekti on *Intelligent Mine Implementation* -tutkimusohjelma, jossa tavoitteena on rakentaa suunnitteilla oleva Kemin maanalainen kaivos älykkääksi kaivokseksi. Kolmevuotisen ohjelman koordinaattorina toimii TKK:n kalliotekniikan laboratorio ja siihen osallistuvat kaikki suuret kotimaiset laitevalmistajat yhdessä Outokummun kanssa.

Älykkyys on hyvin pitkälti tiedon siirtoa, ja tässä suhteessa hanke on todellista data mining'ia. Kaivosympäristön (tunnelit, kosteus, pöly, pH jne) asettamat haasteet tiedonsiirrolle ovat erittäin ankaria. Reaaliaikainen tiedonsiirto on kuitenkin välttämättömyys, jotta automatisoituja kaivoskoneita (kuva 10) pystytään tehokkaasti hyödyntämään. Kuvan porauslaitetta pystytään jo tällä hetkellä ohjaamaan maan pinnalta, tulevaisuudessa yksi operaattori pystyy käyttämään useita tämäntyyppisiä laitteita. Uudella tavalla toimivien laitteiden myötä myös kaivos-



Figur 7. Ett pneumatiskt mekaniserat borrhingsaggregat.
Fig. 7. A pneumatical mechanized drilling jumbo.



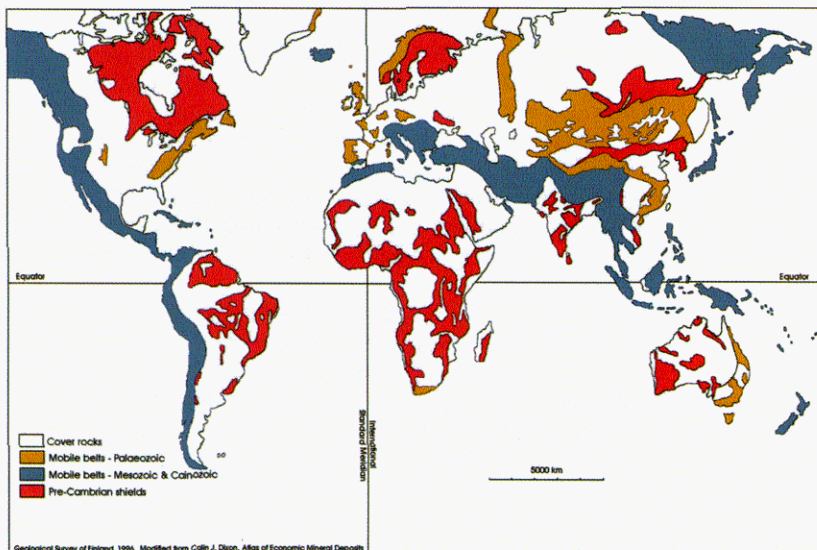
Figur 8. En datajumbo från 1990-talet.
Fig. 8. A datajumbo from the 1990'es.

suunnittelu (kuva 11) on ajateltava kokonaan uudella tavalla.

Teknologian kehittämisen mukanaan tuomat haasteet kohdataan myös koulutuksessa. Ammattiosaaminen on aina ollut itsestään selvä vaatimus, nykyisin siihen liittyy myös vaatimus kielitaidosta, sosiaalisista kyvyistä, joustavuudesta. Kalliotekniikan laboratorio on vuodesta 1995 ottanut opiskelijoita 1,5 vuoden englanninkieliseen Linkage-ammattiaineeseen "*Mining technology and economics*". Ulkomaalaisten opiskelijoiden osuus ohjelmassa on ollut noin 25 - 30 %. Ensimmäiset valmistuneet tuntuvat olevan varsin tyytyväisiä ja saaneen aika helposti työpaikkoja.

Askel vielä pidemmälle on vuosi sitten käynnistetty European Mining Course, joka on EU:n tukema TKK:n, RWTH:n (Aachen), TU Delftin ja Royal School of Mines (Lontoo) yhteistoimin järjestämä kaivostekniikan "kiertokoulu". Kurssiin osallistuu 5 viimeisen vuosikurssin teekkaria kustakin maasta. He opiskelevat periodisesti ja tiiviisti 2 kuukautta kussakin yliopistossa ja kurssin jälkeen tekevät diplomityönsä omaan yliopistoon.

EMC:n tärkeitä anteja ovat hyvät kurssit kunakin korkeakoulun vahvimmissa aineissa, pakko



Figur 9. Områden av hård berggrund i världen.
Fig. 9. Hard rock areas in the world.



Kuva 10. Kauko-ohjattu porauslaite. / Fig. 10. A remote-controlled drilling jumbo.

oppia tekemään tiivistä työtä monikansallisessa ryhmässä vieraalla kielellä ja sopeutua nopeasti vaihteleviin olosuhteisiin. Useat kansainväliset kaivosyhtiöt ovat osoittaneet vahvaa kiinnostusta kurssilaisten värväämiseen. Vastaava kurssi on suunnitteilla myös kalliorakentamisen alueella.

Kalliorakentaminen parantaa ihmisen ympäristön ja elämän laatua kahdella tavalla:

- Toiminnot, jotka maanpinnalla aiheuttavat kielteisiä vaikutuksia, voidaan sijoittaa maan alle. Tällaisia toimintoja ovat liikenneväylät (kuva 12), suuret hallit ja varastot.
- Rakennetussa ympäristössä palveluja voidaan lisätä sijoittamalla niiden vaatimia tiloja maan alle aiheuttamatta häiritseviä muutoksia maan pinnalla.

Tällaisia tiloja ovat urheilu- ja vapaa-ajan tilat, pysäköintilat ja maanalaist huoltotunnelit.

Muuttamalla suunnittelu kolmiulotteiseksi alueilla missä kallioerä on riittävän lähellä maanpintaa, voidaan ympäristön ja yhteiskunnan tavoitteiden yhteensovittamista tarkastella kokonaan uudella tavalla.

Ympäristövaikutusten arvioinnilla varmistetaan, että erilaisten toteuttamisvaihtoehtojen kesken voidaan tehdä objektiivisiä arvioita. Viime aikoina näiden arviointien yhteydessä on useimmiten todettu maanalaisten ratkaisujen ympäristövaikutukset maan pinnalla olevia ratkaisuja vähäisemmiksi.

Lopuksi: Kallioerä on viimeinen valloittamaton avaruus. Tervetuloa mukaan! □

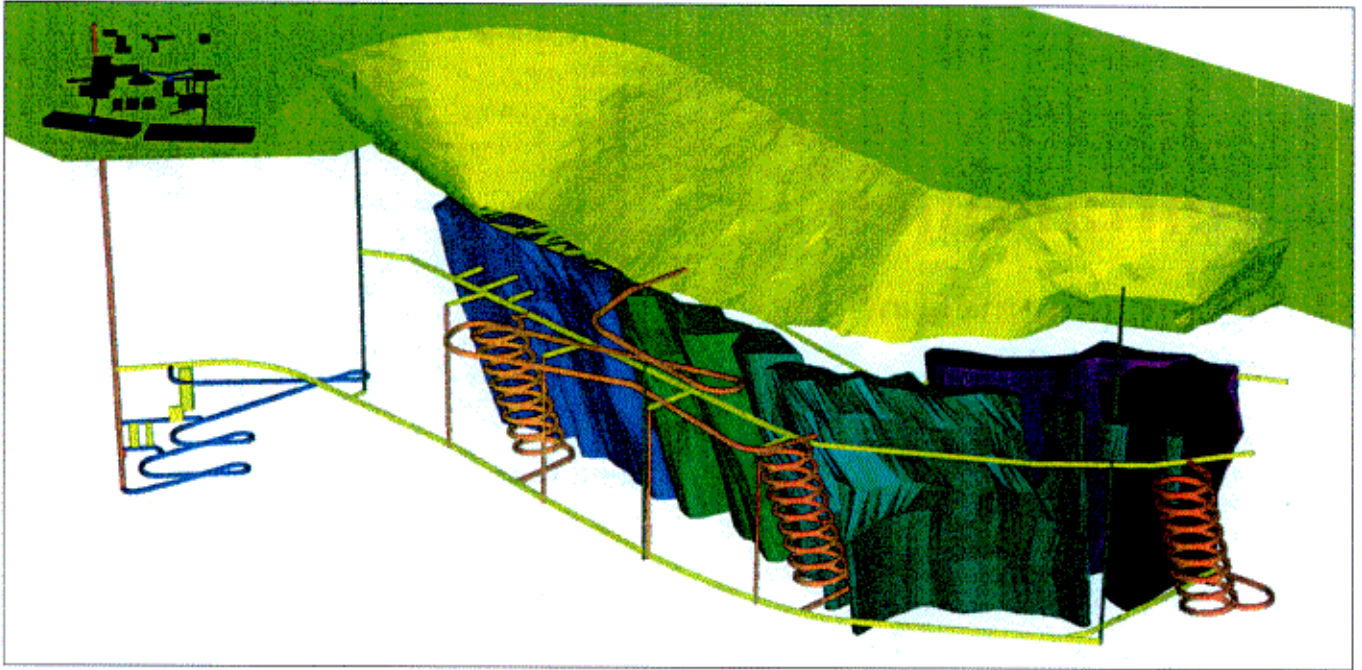
SUMMARY

Rock engineering utilises bedrock either for mineral raw materials or for underground space. For both purposes the characteristics of bedrock have to be known and exploited.

The history of rock engineering in Finland began with mining production, mainly as open pit mining. The first steps in underground mining were taken as far back as in the 16th century, but it was not until the development of excavation technology during this century that the opportunities of underground excavation were really opened up.

The slow and difficult excavation of hard bedrock long prevented the use of subsurface space. However, technological development over the past thirty years has turned the main obstacle to rock engineering into a factor favouring it: hard bedrock allows wider spans and stands up to fast and efficient excavation.

The research and education in rock engineering concentrates in three areas, mining engineering, rock construction and rock mechanics. The trend is internationalisation, which in practice means co-operational education programs with European universities in mining engineering (EMC) and rock construction (TRUE). In research, the goals for internationalisation have basically been obtained in and from co-operation with the strong mining industry and as strong rock excavation equipment industry.



Kuva 11. Tietokoneavusteinen kaivoslayout.
Fig. 11. A computer-aided mine layout.

Kuva 12. Tunnelit maastoalueiden yhdistäjinä.
Fig. 12. Tunnels as connecting elements in nature.



Kovettuvan sivukivitäytteen mitoittaminen

Strength requirement of cemented rockfill

TKL HARRI KUULA, TEKNILLINEN KORKEAKOULU,
KALLIOTEKNIIKAN LABORATORIO
TOIMITUSJOHTAJA MATTI HAKALA, GRIDPOINT FINLAND OY

Tässä artikkelissa käsitellään kaivoksissa käytettävän kovettuvan sivukivitäytteen lujuusvaatimuksen määrittelyyn liittyviä ongelmia sekä analyttisiä ja numeerisia mitoitusten menetelmiä. Uutena tarkastelutapana on esitetty partikkelimekaaninen simulointi. Tietokoneiden kehityksen myötä partikkelimekaniikasta on tullut käyttökelpoinen menetelmä tutkia numeerisesti simuloimalla vapaista tai sidotuista partikkeleista koostuvan materiaalin mekaanista ja dynaamista käyttäytymistä. Artikkelissa käydään läpi mitoitusten menetelmiä yleisellä tasolla, yksityiskohtaisempaa tietoa saa artikkelin kirjoittajilta.

Johdanto

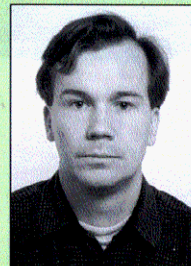
Kaivostoiminnasta syntyvää jätettä on perinteisesti pyritty sijoittamaan kaivoksissa oleviin tyhjiin tiloihin, periiin ja louhoksiin. Kaivostoiminnan alkuvuosina sijoittamisen ensisijainen tarkoitus oli päästä eroon hukkamateriaalista, jota louhinta ja rikastaminen tuottivat. Louhintatekniikan kehittyessä ja tilojen kasvassa täytön merkitys tukevana rakenteena alkoi korostua. Nykyään louhosten täyttö on useimmissa kaivoksissa keskeinen tekijä louhittaessa louhoksia ja pilareita sekä minimoitaessa kallioräiskettä, maanpinnan vajoamisista ja sortumia. Kasvava vastuu ympäristöstä asettaa paineita pienentää tai jopa kokonaan poistaa maanpäälliset jätealueet. Tyhjiä louhoksia on alettu täyttää myös muun teollisuuden tuottamilla jätteillä.

Louhintamenetelmiä ei voida jakaa selvästi täyttö- ja avoimiin menetelmiin. Avoimissa menetelmissä, kuten välitasolouhinnassa, tyhjat louhokset täytetään, jotta elintärkeät malminparit voidaan louhia. Louhittaessa täytetyn louhoksen vierestä täytteeltä vaaditaan tietty lujuus jottei paljastunut täyttöseinämä sorru.

Täytteen mitoituskriteerit vaihtelevat täyttötyypeistä riippuen. Ongelmallisin täyttötyyppi mitoituksen kannalta on kovettuva sivukivitäyttö, jossa täytön aikana tapahtuu merkittävää lajittumista. Lajittuneiden alueiden lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet vaihtelevat aina kovettumattomista vyöhykkeistä hyvin lujiin alueisiin. Mittoittaminen on perinteisesti ollut kokemusperäistä; kun on havaittu täytteen sortumista, on yksinkertaisesti lisätty sideainemäärää. Sideaineen kustannukset ovat kuitenkin suuret, joten täytteen optimaalisessa mitoituksessa on kyse merkittävästä taloudellisista arvoista. Tästä syystä on viime vuosien aikana kehitetty erilaisia analyttisiä menetelmiä

Harri Kuula - Curriculum vitae

1963 Syntynyt Lohjalla
1982 Ylioppilas Lohjan lukiosta
1988-1992 Suunnitteluinsinööri,
Ins.tsto Saanio & Riekkola Oy
1989 DI, TKK louhintatekniikka
1993-1994 Tutkimusassistentti,
TKK kalliotekniikan laboratorio
1995- Laboratorioinsinööri,
TKK kalliotekniikan laboratorio
1996 TkL, TKK kalliotekniikka



Matti Hakala - Curriculum vitae

1963 Syntynyt Joensuussa
1982 Ylioppilas Joensuun normaali-
koulun lukiosta
1987-1995 Suunnitteluinsinööri,
Ins.tsto Saanio & Riekkola Oy
1995-1996 Tutkija, TKK kalliotekniikan
laboratorio
1997- Toimitusjohtaja, Gridpoint
Finland Oy



täytteen lujuusvaatimusten määrittämiseksi. Yksinkertaiset analyttiset menetelmät pystyvät kuvaamaan sortumamekanismeja vain välttävästi, joten niissä käytetään tyypillisesti varmuuskerrointa 3 - 5. Merkittävän parannuksen ovat tuoneet kallioimekaaniset simulointiohjelmat, joilla voidaan luotettavasti mallintaa materiaalien murtumismekanismia ja lujuusvaatimuksia. Aivan uuden avun tarjoaa partikkelimallinnus, jonka avulla voidaan mallintaa mm. rakeisen materiaalin lajittumista.

Louhoksen täyttö

Yleisin maailmalla käytetty kaivostäyte on rikastamolta saatava jätehiekkä. Lähes aina jätehiekkä johdetaan louhoksiin lietteenä, jonka lietetiheys vaihtelee 60-75% välillä. Tarvittaessa hydraulinen täyte kovetetaan sideaineella, jolloin puhutaan kovettuvasta hydraulisesta täytteestä (cemented hydraulic fill = CHF). Portland-sementti on täytteissä eniten käytetty sideaine. Usein rikastamon kapasiteetti ei kuitenkaan riitä tuottamaan vaadittua täytemäärää vaan louhokset on täytettävä sivukiven (rock fill = RF) ja kovettuvan hydraulisen täytteen seoksella eli kovettuvalla sivukivitäytteellä (cemented rockfill = CRF). Uusin täyttömateriaali on rikastamon jätehiekkästä valmistettava pasta-täyte. Täytteen vesipitoisuus on vain noin 10 - 25 %, mistä syystä täyte ei lajitu eikä siitä louhoksessa erotu merkittävästi vettä. Täytteen valmistamiseen käytettävä tekniikka on melko nuorta ja pitkäaikaiset kokemukset puuttuvat. Pasta-täyte sopii vain niihin kaivoksiin, joissa rikastamo pystyy tuottamaan riittävästi täytettä.

Kovettuva sivukivitäyte

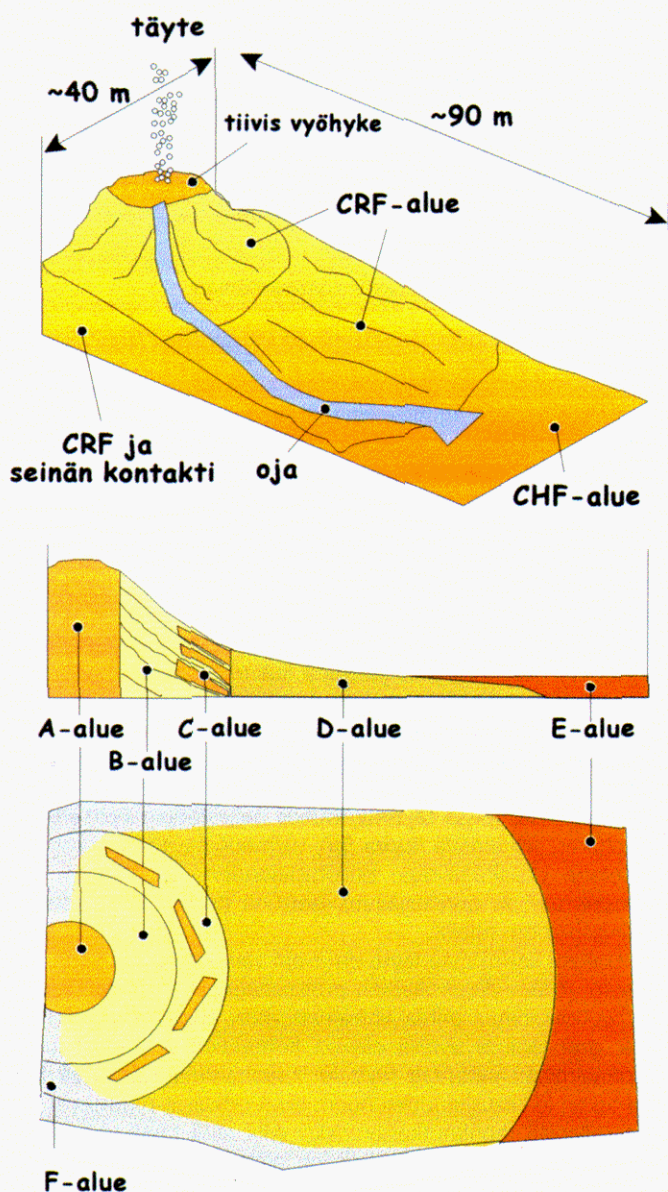
Louhos pyritään täyttämään louheella ja kovettuvalla hydraulii-

sella täytteellä siten, että täytteestä tulisi mahdollisimman tasa-laatuista. Käytännössä tämä ei täysin onnistu vaan komponentit lajittuvat. Täytteeseen syntyy näin lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksiltaan vaihtelevia alueita. Sivukivitäytteen syöttö louhokseen vaikuttaa keskeisesti lajittuneiden alueiden muotoon.

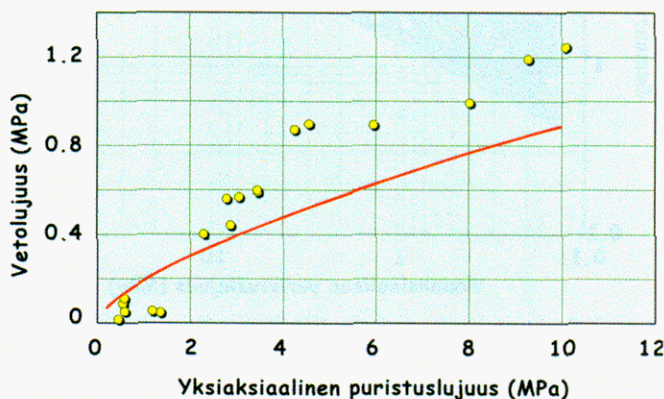
Vyöhykkeiden muotoja ja ominaisuuksia on kuitenkin hankala tutkia, koska näytteiden ottaminen kairaamalla täytetyistä louhoksista on vaikeaa. Paras tulos saavutetaan louhimalla täytteeseen tutkimusperiä. Menetelmä on kuitenkin erittäin kallias ja vaatii täytteeltä tietyn vähimmäislujuuden. Yksi harvoja paikkoja, jossa on louhittu tutkimusperiä täytteeseen, on Mt Isan kaivos Australiassa. Bloss /1/ on kuvannut väitöskirjassaan kovettuvaan sivukivitäytteeseen syntyviä vyöhykkeitä (kuva 1). Tutki-

Kuva 1. Mt Isan kovettuvassa sivukivitäytössä havaittuja vyöhykkeitä /1,2/.

Figure 1. In situ features observed in Mt Isa /1,2/.



muksissa havaittiin, että välittömästi materiaalivirran alapuolelle syntyy hyvin tiivis ja luja kartio (A - alue). Sen tiheys oli noin 2,5 t/m³. Merkittävää kerrostumista ei ollut havaittavissa. B-alue muodostuu kun kasvavan kartion yläosa sortuu ja valuu kartion pintaa pitkin jonkin matkaa alaspäin. Lisäksi B-alueella on materiaalia, joka virtaa siihen täytön aikana. Alue koostuu RF/CHF -seoksesta ja siinä on havaittavissa selvät kerrokselliset rakenteet. C-alue koostuu suurista partikkeleista, joiden välissä on vain vähän sideainetta. Alue syntyy pääosin täyttövaiheessa



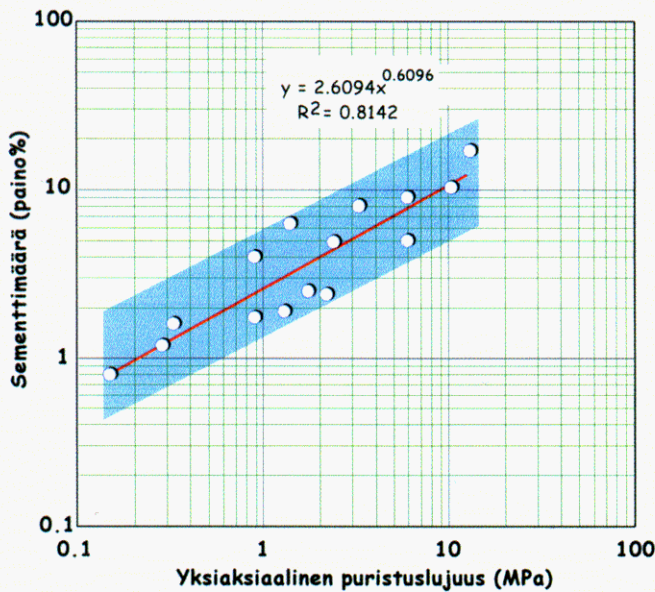
Kuva 2. Kalliotekniikan laboratoriossa testattujen CHF-näytteiden vetolujuuden ja puristuslujuuden välinen riippuvuus.

Figure 2. Relationship between uniaxial compressive strength and tensile strength of CHF-specimens.

kartiosta kimpoavista partikkeleista. Alueella on suuria lohkkareita. Huomioitavaa tässä alueessa on se, että hydraulinen sitova komponentti ei tunkeudu aiemmin kerrostuneeseen sivukivilouheeseen. C-alue ei siis sementoidu täytön edetessä. Tämä useassa tutkimuksessa havaittu ilmiö on vastoin yleistä olettamusta. D-alue on homogeenista kovettuvaa sivukivitäytettä, jossa on hiukan kerroksia ja joitain kartiosta kimmonneita lohkkareita. Se on kuitenkin syntynyt tasaisena RF/CHF -massavirtana pitkin kartion pintaa. Sivukiven määrä vähenee etäisyyden kasvaessa kartiosta. Uloin E-alue koostuu kerroksellisesta CHF-massasta, ja siinä saattaa esiintyä joitain kartiosta kimmonneita lohkkareita. F-alue muodostuu kallion ja täytteen kontaktin läheisyyteen. Riippuen kontaktin ja täytön välisestä vuorovaikutuksesta alue voi olla täysin tai osittain ilman sideainetta. Silloin kun alue on täysin ilman sideainetta, se koostuu pääasiassa suurista lohkkareista.

Edellä esitetyn lajittumismekanismien pohjalta on hyvin ymmärrettävää, että lajittuneiden alueiden lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet vaihtelevat merkittävästi. Näitä ominaisuuksia voidaan määrittää vain täytteeseen tehdyissä perissä erilaisilla in situ -mittauksilla. CHF-komponentista voidaan saada laboratoriossa testattavia lohkkareita. TTK:n kalliotekniikan laboratoriossa on määritetty erään kaivoksen kovettuvan sivukivitäytteen CHF-komponentin lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksia. Testattujen näytteiden suunnittelulujuus oli sama. Laadun vaihtelu ja lajittuminen aiheutti kuitenkin suuren lujuusvaihtelun. **Kuvassa 2** on testattujen CHF-näytteiden puristus- ja vetolujuuden välinen riippuvuus sekä betoninormeissa esitetty vastaava riippuvuussuhde betonilla.

Laboratoriokokeessa määritetty lujuus ei vastaa täysin louhoksessa olevan täytteen lujuutta täyttövaiheessa tapahtuvasta lajittumisesta ja tiivistymisestä johtuen. Yu /3/ on esittänyt, että →

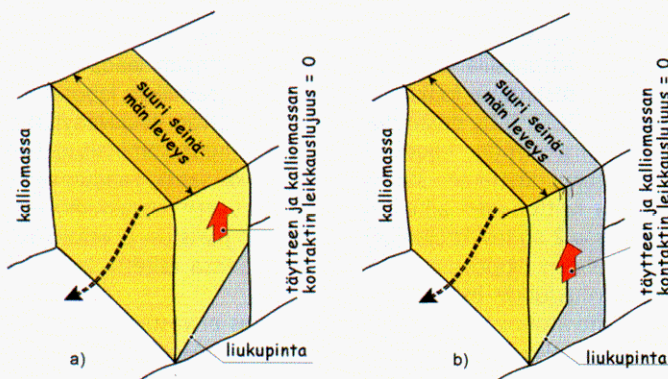


Kuva 3. Puristuslujuuden ja sementtimäärän välinen riippuvuus /5/.
Figure 3. Relationship between uniaxial compressive strength cement content after Swan /5/.

louhoksessa olevan täyteen lujuus on noin 66 % halkaisijaltaan 150 mm ja 90 % halkaisijaltaan 300 mm näytteen lujuudesta. Toisaalta Smith et al. /4/ on todennut, että hyvällä syöttö- ja täyttötekniikalla voi louhoksessa olevan täyteen lujuus olla jopa 20% suurempi kuin laboratoriossa tehdyn halkaisijaltaan 500 mm näytteen lujuus.

Klassinen lujuusvaatimus kovettuvalla sivukivitäytteellä on, että se kantaa oman painonsa. Tämä lujuus miellettiin saata- vaksi tietyllä sementtimäärällä. Sementin määrän valinta perustui aikaisempaan kokemukseen tai muualta saatuihin tuloksiin. Swan /5/ on koonnut havaintoja eri kaivosten kovettuvan sivukivitäyteen lujuuden ja sementtimäärän välisestä riippuvuudesta (kuva 3). Tuloksista voidaan havaita, että sementtimäärä korreloi vain kohtuullisesti näytteen lujuuden kanssa. Esimerkiksi jossain kaivoksessa on käytetty yli 6 % sementtiä hiukan yli 1 MPa puristuslujuuden saavuttamiseksi, kun sama lujuus on toisaalla pystytty saavuttamaan noin 2 % sementtimäärällä. Suuret erot johtuvat useista muista seikoista, jotka on otettava huomioon sekä täytön suunnittelussa, että vertailtaessa sementtimäärän vaikutusta täyteen lujuuteen. Lujuuteen vaikuttavat seuraavat seikat:

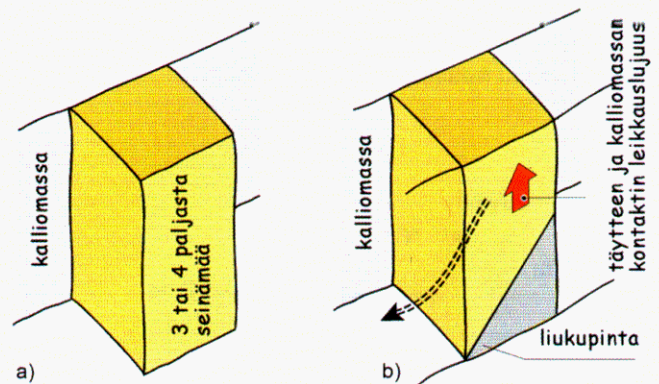
Kuva 4. Pitkän täyttöseinämän mitoituseriaatteen
Figure 4. Failure model of a long exposed fill face.



- Massan vesi-sementtisuhte ja sementtimäärä
- Käytettyjen komponenttien raekokojakauma
- Kiintoaineksen ominaispaino
- Testattavan näytteen huokoisuus, tiheys ja vesipitoisuus
- Kovettumislämpötila, -aika ja -kosteus
- Näytteen geometria ja koko sekä testauksen kuormitusnopeus

Analyttiset mitoituseriaatteen

Kaivostäytteeseen kohdistuu ensisijaisesti kaksi kuormaa: täyteen oma paino ja räjäytysten aiheuttamat värähtelyt. Staattiset kuormat aiheuttavat joko veto- tai leikkaussortuman. Vetomurtumat ilmenevät kaatumasortumisena ja leikkausmurtumat kii- lojen liukumisena.



Kuva 5. Tukemattoman ja tuetun täyttöseinämän mitoituseriaatteen
Figure 5. Failure model of not confined and confined fill block.

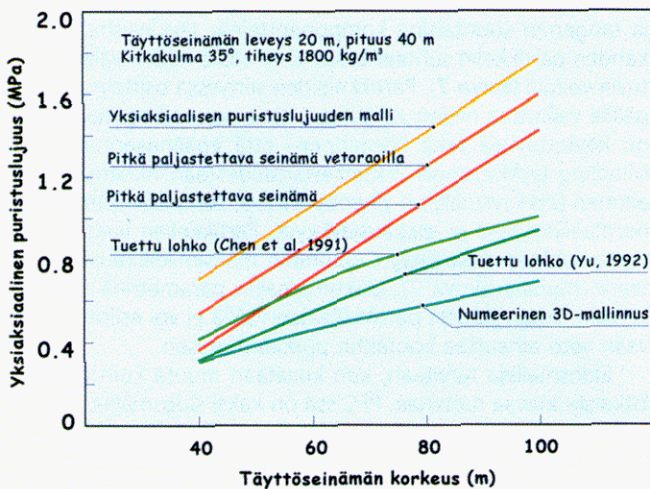
Kaivostäyteen lujuuden mitoitaminen on perinteisesti hoi- dettu kokemukseen perustuen. Vasta 1990-luvulla mitoitami- sen avuksi on laadittu erilaisia analyttisiä menetelmiä ja suun- nitteluohjeita, jotka ovat perustuneet yksinkertaisiin fysikaalisiin malleihin. Yu /3/ on koonnut analyttiset ratkaisut yleisimpiin murtumismekanismeihin. Yksinkertaisin tapaus on pitkä yhdel- tä seinältä avoin täyttöseinämä, jossa täyteen sivujen vaikutus- ta ei huomioida (kuva 4a). Tällöin ratkaisuun voidaan käyttää perinteistä seinämästabiliteettianalyysiä, jossa varmuuskerron on lohkon leikkauslujuus jaettuna liukumista aiheuttavilla voi- milla. Kun huomioidaan vetomurtumien kehittyminen täyteen yläpinnalla, syntyy geometrialtaan erilainen lohko (kuva 4b), jonka varmuuskerron on edelleen laskettavissa perinteisillä sei- nämästabiliteettimenetelmillä.

Tilanteissa, joissa täytetty louhos paljastetaan kolmelta tai neljältä eri seinämältä (kuva 5a), varmuus murtumista vastaan lasketaan yksiakiaaliseen puristuslujuuden periaatteella: var- muuskerron on puristuslujuus jaettuna lohkon korkeuden ja ominaispainon tulolla.

Useissa kaivoksissa täyte on avoin vain kahdelta sivulta ker- raltaan, jolloin yksiakiaalisen puristuslujuuden mukaan lasket- tu lujuusvaatimus antaa konservatiivisen arvon. Tämä johtuu siitä, että lohkon sivuilla olevien kontaktien leikkauslujuuden huomioiminen parantaa täyteen kokonaislujuutta (kuva 5b). Kontaktin leikkauslujuuden huomioivat ratkaisut muuttuvat täl- löin selkeästi monimutkaisemmiksi eikä niitä tässä yhteydessä käydä läpi. Ratkaisujen keskeisenä oletuksena on se, että lohkon korkeus on merkittävästi suurempi kuin lohkon paksuus.

Kovettuvalla hydraulisella täytteellä kontaktin leikkauslujuuden on katsottu koostuvan vain koheesiosta, joka on suuruudeltaan sama kuin täyteen oma koheesio. Vastaavasti kovettuvalla sivukivitäytteellä kontaktin leikkauslujuus koostuu pelkästään kitkasta, mikä jossain määrin kuvaa lajittumista.

Chen et al. /6/ on esittänyt toisen mitoitushojeen sivuista tuetulle täytteelle. Ohjeeseen on yhdistetty analyyttisen ratkaisun lisäksi empiirisiä havaintoja. **Kuvaan 6** on koottu 20 m leveän ja 40 m pitkän täyttöseinämän eri mitoitusten mukainen lujuusvaatimus korkeuden funktiona. Lujuusvaatimus vastaa varmuuskerrointa 1. Klassinen puristuslujuuteen perustuva ohje, jota on käytetty molemmilta sivuilta tuetun täyttöseinämän lujuusvaatimuksen määrittelyyn antaa hyvin konservatiivisen arvon. Pitkän seinämän mallit antavat hiukan pienemmän lujuusvaatimuksen. Analyyttiset tuettuun seinämään perustuvat ratkaisut antavat hieman suuremman arvon kuin numeerinen 3D-mallinnus, mikä johtuu analyyttisissä ratkaisuissa tehdyistä yksinkertaistuksista. Lopullinen lujuus määritetään antamalla lujuusvaatimukselle varmuuskerroin, joka Yun /3/ ohjeessa on 3 - 3.5 ja Chenin /6/ ohjeessa 3 - 5. Tällä huomioidaan lajittumisesta johtuvat epävarmuudet ja räjäytyksen aiheuttamat kuormat. Todelliseen murtumismekanismiin perustuvat mallit huomioivat ja hyödyntävät täyteen holvautumisen korkeissa louhoksissa. Tästä on hyvä esimerkki Mt Isan kaivos, jossa on pysytty paljastamaan stabiili täyttöseinämä, jonka korkeus on 200 m ja leveys 40 m. Täyteen suunnittelulujuutena on käytetty 1



Kuva 6. Täyttöseinämän korkeuden ja puristuslujuuden välinen riippuvuus eri mitoitusten mukaisesti.
Figure 6. Relationship between height of exposed fill face and uniaxial compressive strength with different design criterias.

MPa /2/. Onnistumisen edellytyksenä on ollut riittävä ymmärrys täyteen lajittumisesta ja lajittumisen hyödyntäminen. Analyysin välisen eron taloudellista merkitystä voidaan tarkastella kuvan 6 esimerkin sekä kuvan 3 kuvaajan avulla. Esimerkiksi 80 metriä korkean täyttöseinämän lujuusvaatimus yksiaksiaalisen puristuslujuuden periaatteella (varmuuskerroin 3) antaa sementtimääräksi noin 4.3 % kun se kehittyneemmällä ohjeella antaa noin 2.3 %. Jos pieni kaivos käyttää vuodessa 100 000 tonnia kovettuvaa hydraulista täytettä, johon laitetaan sementtiä 2 % -yksikköä vähemmän kuin aiemmin, säästyy noin 800 000 mk vuodessa. Esimerkki on kärjistetty, koska kuten aiemmin todettiin lujuuteen vaikuttavat keskeisesti sementtimäärän lisäksi myös muut tekijät.

Numeeriset mitoitukset

Kaivoksissa olevien louhosten, perien ja lujitusrakenteiden, kuten kaivostäyteen, mitoitusmahdollisuudet ovat parantuneet merkittävästi kalliomekaanisten simulointiohjelmien kehityksen ja tietokoneiden laskentatehon kasvun seurauksena. Kohteet, joita voidaan käsitellä luotettavasti vain 3D-mallinnuksella on jätetty analysoimatta tai ne on tehty tehokkaammilla keskustietokoneilla. Nykyisillä mikrotietokoneilla voidaan simuloida useita 3D-tapauksia eri parametrien avulla tulosten herkkyyden ja luotettavuuden selvittämiseksi. Ohjelmissa voidaan luoda materiaalmalleja, jotka parhaiten kuvaavat esimerkiksi täyteen käyttäytymistä.

Numeeriset mitoitukset ovat poistaneet yksinkertaisten menetelmien puutteita, kuten kontaktipintojen leikkauslujuus, murtopinnan vapaa kehittyminen, lajittuminen ja täyteen todellinen muoto. Lajittumista ei voida simuloida klassisilla numeerisilla elementtimenetelmillä. Tosin täytteessä olevat rakenteet ja niiden ominaisuudet on voitu mallintaa, kunhan rakenteiden geometria on selvitetty ensin muilla menetelmillä. Myös räjäytysten aiheuttamat kuormat ja täyteen huokosvesi voidaan huomioida.

Louhintajärjestyksen ja täyteen simulointi on yksi merkittävimpiä etuja numeerisessa mallinnuksessa. Samoin voidaan huomioida kalliomassan liikkeitä, jotka yleensä lisäävät kontaktin leikkauslujuutta.

Partikkelimekaniikka

Tietokoneiden kehityksen myötä suorasta partikkelimekaanisesta lähestymistavasta on tullut käyttökelpoinen menetelmä simuloida vapaista sekä sidotuista partikkeleista koostuvan materiaalin mekaanista ja dynaamista käyttäytymistä. Partikkelimekaanin matemaattiset mallit ovat yksinkertaisia, mutta niillä kyetään jäljittelemään monimutkaisia kokonaisuuksia ja vuorovaikutuksia. Suora partikkelimekaaninen lähestymistapa on kehitetty simuloimaan:

- partikkeleista sitoutuvan
- sidotuista tai sitomattomista partikkeleista koostuvan
- partikkeleiksi hajoavan sekä
- partikkelivirran mekaanista käyttäytymistä.

Esimerkkejä edellisistä ovat:

- kaivostäyttö
- kivi, betoni ja murske
- lohkosortuma, kiven mekaaninen murskaus ja räjäytys
- kivimurskeen virtaus kuilussa, siilot, kuljettimet.

Mittakaavasta riippuen partikkelit kuvaavat esimerkiksi atomeja, kiteitä, rakeita tai lohkarakeita. Vastaavasti partikkeleiden väliset sidokset simuloivat tällöin atomien välisiä sidosvoimia, kidekontakteja, adheesiota, koheesiota, rakopintoja tai sementtoivaa sidosainetta.

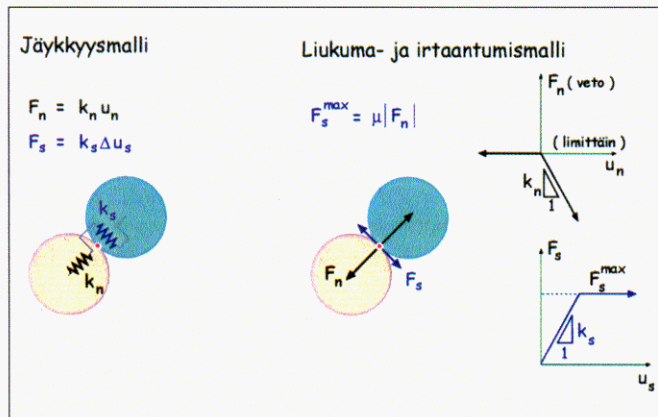
Valtaosa tehdyistä simuloinneista käsittelee joko koetilanteita tai tilavuudeltaan rajattuja tapauksia mutta menetelmällä on simuloitu myös maanalaisia ja avoimia louhoksia. Mielenkiintoisia tuloksia on saavutettu erityisesti simuloitaessa kiven vaurioitumista ja rikkoutumista (fragmentaatio). Potyondy et al. /9/ simuloivat 3D-mallilla porareikäjäätöksen dynaamisten shokkiaallon mekaaniset vaikutukset yhdessä räjähdyskaasujen vaikutusten kanssa. Simulointitulokset yhtyivät oletukseen, missä shokkiaalto synnyttää reiän lähiympäristöön ensisijaisen rakoiluverkon ja kaasunpaine kasvattaa rakoilua ja irrottaa lohkarakeet. Toinen mielenkiintoinen tapaus on 50 tonnia painaneen suurimittakaavaisen lohkosortumalaboratoriokokeen 2D-simulointia /10/. Sortuman syyn ja oikean mekanismin tunteminen

on edellytys toimivan lujituksen suunnittelussa ja lujituksen optimoinnissa. Simulointimallin sortumamekanismit vastasivat kokeessa havaittuja ja yhteenvetona todettiin, että numeerisilla simuloinneilla voidaan säästää testauskustannuksia, kunhan mallien fysikaalinen vaste on ensin tarkastettu /11/. Kolmas esimerkki on leukamurskaimen 3D-simulointi, jolla tarkasteltiin yksityiskohtaisesti murskaantumismekanismeja ja siten luotiin valmiudet murskausprosessin optimointiin /12/.

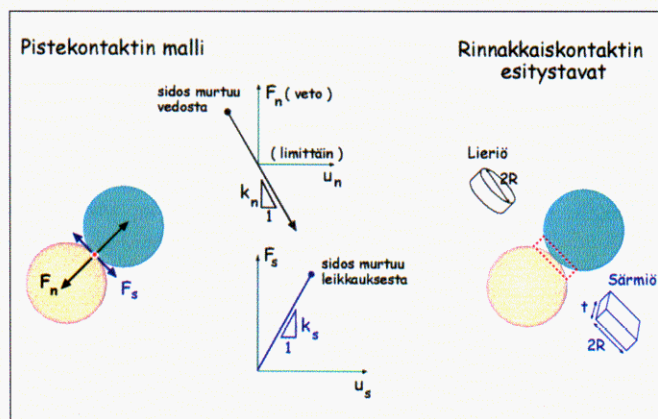
Seuraavassa on käsitelty yksityiskohtaisemmin partikkelimekaanista lähestymistapaa käyttäen esimerkkinä kaupallisia ohjelmia PFC2D ja PFC3D (Particle Flow Code in 2D and 3D) / 7,8/.

PFC:n fysikaalinen malli

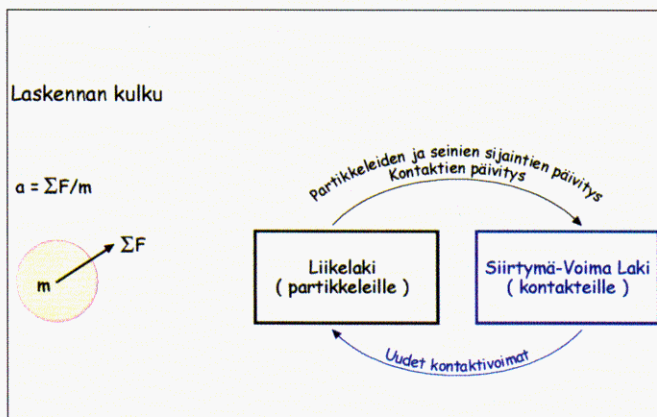
PFC malli koostuu jäykistä partikkeleista, niiden välisistä kontakteista sekä seinistä. 2D-ohjelmassa partikkelit ovat ympyränmuotoisia levyjä ja 3D-ohjelmassa palloja. Partikkeleita luodaan joko yksittellen tai automaattisesti edeltämäärättyyn tilavuuteen. Partikkeleiden koko on vapaasti määritettävissä ja sitä voidaan tarvittaessa muuttaa laskennan aikana. Luotaessa useita partikkeleita yhdellä kertaa on halkaisijajakauma joko normaali- tai tasajakautunut. Laskennan aikana partikkeleita voidaan lisätä tai poistaa. Muut kuin pyöreät partikkelimuodot tehdään sitomalla yhteen useampia partikkeleita. Laskennassa



Kuva 7. Partikkeleiden välinen jäykkyyssmalli sekä liukuma- ja irtaantumismallit.
Figure 7. Contact stiffness model, slip and separation models between two particles.



Kuva 8. Pistekontaktin malli ja rinnakkaiskontaktin esitystavat.
Figure 8. Contact bond model and geometrical alternatives for parallel bond model



Kuva 9. Laskennan kulku yhdellä aika-askeleella.
Figure 9. Calculation cycle during the one time step.

jokainen partikkeli on liikelain alainen, ellei sen vapausasteita ole erikseen rajattu.

Partikkelit ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa kontaktissa vaikuttavien voimien välityksellä. Useimmissa tapauksissa kontakti voidaan mieltää fyysikaaliseksi kosketukseksi. Laskennan aikana ohjelma huolehtii uusista sekä purkautuneista kontakteista. Kontaktin toiminta koostuu kolmesta osatekijästä: 1) jäykkyyssmalli, 2) liukuma- ja irtaantumismalli sekä 3) sidosmalli. Edellisten mallien toiminta on esitetty kontaktin normaalin ja tangentin suuntaisina komponentteina. Jäykkyyssmalli kuvaava kahden partikkelin suhteellisesta siirtymästä niiden välille aiheutuvia voimia (kuva 7). Partikkeleiden siirtymässä osittain toistensa päälle vaikuttaa niiden välissä työntävä normaalivoima. PFC:ssä on käytettävissä sekä lineaarinen- että epälineaarinen Hertz-Minding jäykkyyssmalli. Yksinkertaisuudestaan huolimatta lineaarinen jäykkyyssmalli on yleensä riittävä, sen parametreina ovat normaalijäykkyys ja leikkajäykkyys. Partikkelien liukuma toistensa suhteen määräytyy Coulombin maksimileikkajäykkyyden mukaan (kuva 7). Liukumamallin parametreina on kitkerroin. Ilman sidosta partikkeleiden välillä ei voi esiintyä vetoa, vaan veto aiheuttaa kontaktin purkaantumisen.

Sidosmalleja tarvitaan, kun kuvataan muuta kuin puhtaasti kitkaista kuivaa materiaa. PFC:ssä on kaksi sidosmallia; a) pistemäinen sidos ja b) rinnakkaisidos (kuva 8). Adheesiota tai koheesiota kuvaava pistesidos välittää vain veto- ja leikkajäykkyyksiä mutta sitovaa ainetta kuvaava rinnakkaisidos välittää myös momenttia. Rinnakkaisidos geometrisesti muodoksi voidaan valita särmiö tai lieriö ja sillä on myös omat jäykkyydet.

Seinät ovat äärellisiä tai äärettömiä tasoja, jotka toimivat mekaanisina reunaehtoina tai rajoittavat partikkeleiden luontia. Seinien ja partikkeleiden välillä vaikuttaa jäykkyyssmalli sekä liukuma- ja irtaantumismalli. Kahden seinän välillä ei ole minkäänlaista vuorovaikutusta. Kuten partikkeleita, voidaan seiniäkin poistaa tai luoda laskennan edistyessä.

PFC:n laskenta perustuu jaksolliseen, eksplisiittiseen aika-askelmenetelmään (kuva 9). Jokaisella aika-askeleella lasketaan ensin partikkeliin kohdistuvista voimista sen kiihtyvyys, nopeus ja siirtymä liikeyhtälön mukaan. Partikkeleita kiihdyttäviä voimia ovat kontaktivoimat ja painovoima. Tämän jälkeen lasketaan siirtymistä aiheutuneet kontaktivoimien muutokset ja tarkistetaan kontaktien mahdollinen leikkajäykkyys- ja vetomyötö. Laskentajaksoa toistetaan, kunnes malli on mekaanisessa tasapainotilassa tai laskenta on edistynyt halutun tarkasteluajan.

Jotta aika-askel ratkaisu olisi mielekäs, on käytetyn aika-askelen oltava pienempi kuin mallin pienimmän dimension ja dy-

naamisen aallon nopeuden määrittämä aika. PFC-ohjelma määrittää automaattisesti käytettävän aika-askeleen ja sen arvo voi muuttua laskennan edistyessä.

Yksinkertaistetusta ja rajatusta mekaanisesta laskentamallista energiaa poistuu ainoastaan veto- ja leikkausmyödyssä sekä kitkan vaikutuksesta. Simuloitavassa todellisessa systeemissä energiaa poistuu myös partikkeleiden pinnan pienipiirteisemmässä myödyssä ja osa energiasta kulkeutuu mallinnettavan alueen ulkopuolelle. Tämän huomioimiseksi numeerisille malleille on vaimennettava. PFC:ssä vaimennus on partikkelikohdasta ja se on asetettu vastustamaan liiketilän muutosta (kiihtyvyyttä). Menetelmä on taajuudesta riippumaton. PFC:n ratkaisu- ja vaimennusmenetelmästä johtuen se soveltuu hyvin dynaamisten tapausten simulointiin.

PFC:n keskeisiä piirteitä

Simuloitavien tapausten moninaisuudesta johtuen PFC ohjelma on käyttäjälle sarja työkaluja. Lähestymistavaltaan sitä voisi verrata esim. Mathcad® tai Mathematica® ohjelmiin. Ohjelmisto sisältää vahvan makrokielen, jolla sen partikkelimekaanisen laskennan voi valjastaa tutkittavan tapauksen tarpeisiin. Simulointi on siten pitkälti ohjelmointia ja vaatii syvällistä perehtymistä.

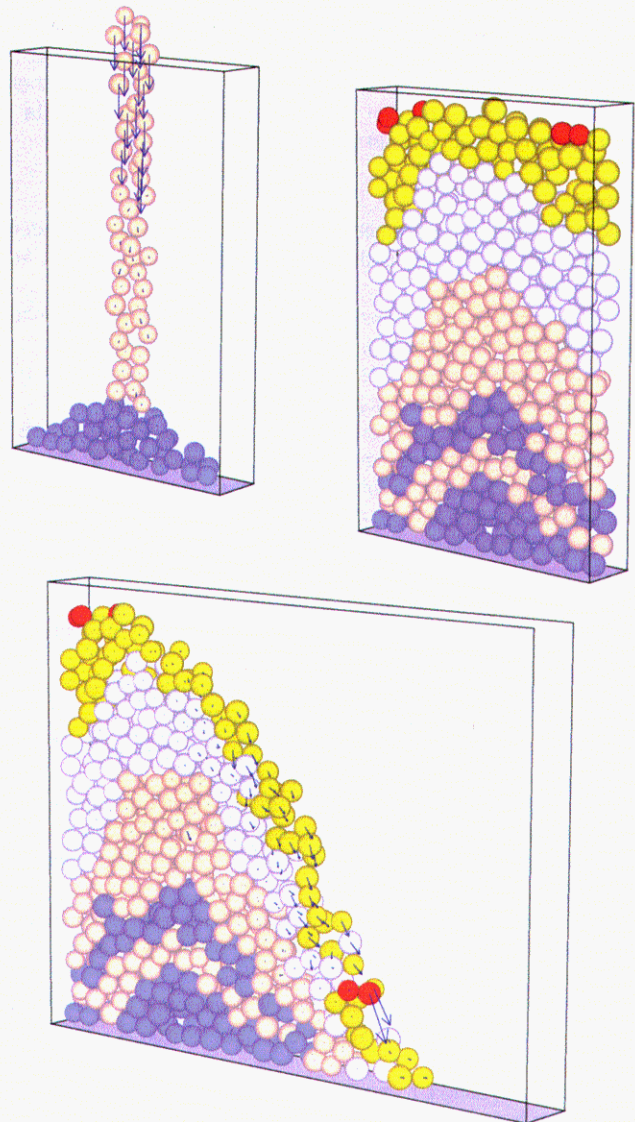
Oma erikoisuutensa on kiinteän materiaalin simulointi partikkelimekaanisella mallilla. Ennen varsinaista laskentaa kiinteä kappale on rakennettava partikkeleista. Partikkeleiden sijaintia ei yleensä voida laskea geometrisesti, koska tämä johtaa järjestettyyn rakenteeseen. Tällainen rakenne on erikoistapaus, eikä havaittu vaste ole välttämättä yleistettävissä. Tavallisesti käytettyjä kiinteän kappaleen rakennusmenetelmiä ovatkin kokoon puristaminen ja paisuttaminen vakioilavuudessa.

Partikkelimekaanisen simuloinnin tärkeimpiä vaiheita on lähtöparametrien valinta. Valinta perustuu joko tunnettuihin arvoihin tai epäsuoraan määrityksen. Esimerkiksi mineraalien mekaanisia ominaisuuksia löytyy kirjallisuudessa ja suorakulmaisen särmiön muotoon asetetulle partikkelirakenteelle voidaan laskea normaalijäykkyys ja kontaktinvetolujuus simuloitavan materiaalin kimmokertoimen, vetolujuuden ja partikkelin säteen avulla. Epäsuora määritys tehdään toistamalla kuormituskokeen simulointia parametriarvoja muuttaen, kunnes mallin käyttäytyminen vastaa mitattua.

Esimerkki kaivostäytön simuloinnista

Kaivostäytön simuloinnissa tulevat esille partikkelimekaanisen simuloinnin vahvuudet verrattuna analyttisiin laskentatapoihin ja perinteisiin elementtimenetelmiin. Seuraava esimerkkitapaus on hypoteettinen. Yksinkertaisuuden vuoksi simulointi on tehty suurehkoilla tasakokoisilla partikkeleilla ja sementoiva sideaine on oletettu tasaisesti jakautuneeksi. Havainnollisuuden lisäämiseksi täytettävästä tilasta on kuvattu ainoastaan kapea kaista. Täytettä ympäröivä kallio tai aiempi täyttö on kuvattu kitkaisilla seinillä.

Simuloinnissa on kuvattu täytteen vaiheittainen rakentaminen, täytemateriaalin kovettuminen sekä viereisen louhoksen avaamisen aiheuttama sortuma. Rakentamiseen vaikuttavia keskeisiä tekijöinä ovat raekokojakauma, täytteen tilavuuspaino, täytettävän tilan koko, syöttökohta, kaatokorkeus, kerratäytön määrä, täyttöjaksojen väli sekä täytteen lujuuden kehitys. Simulointimallissa nämä kaikki on ohjelmoitu muutettaviksi lähtöarvoiksi. Tässä esimerkissä täytettävä tila on 30 m syvä, 4 m leveä ja 45 m korkea. Partikkeleiden keskimääräinen halkaisija on 2 m ja niiden tiheys on 2600 kg/m³. Täytettä syötetään louhokseen keskimäärin 230 m³/vrk ja sideaine saavuttaa pie-



Kuva 10. Kaivostäytteen simulointi PFC-ohjelmalla: a) louhoksen täyttö, b) täytetty louhos ja c) täytteen sortuminen.
Figure 10. Simulation of backfilling: a) pouring of fill, b) filled stope and c) failure of backfill.

nen tavoitelujuutensa 28 vrk ikäisenä.

Täytön ensivaiheessa partikkelit jakautuvat laajalti täyttötilavuuden pohjalle. Rakentamisen edistyessä partikkelit muodostavat todellisuudessaakin havaittavan kartion, mutta tasakokoisista partikkeleista johtuen lajittumista ei voi tapahtua (kuva 10a). Valtaosa partikkeleista törmää kartioon ja vierii pitkin sen reunoja alas tai pysähtyen sopivaan koloon. Yksittäisiä partikkeleita kimpoaa kauemmaksi. Rakentamisen edistyessä kartion sivut sortuvat aika-ajoin. Kartiomainen kasvurakenne nähdään selvästi, kun valmiin täyttö Pilarin partikkeleiden värit asetetaan vastaamaan tiettyjä täyttöjaksoja (kuva 10b). Täyttö Pilarin sortuma saa alkunsa ensimmäisen kolmanneksen korkeudelta, kun viereinen louhos avataan (kuva 10c). Sortuman syntyy vaikutuksia keskeisiä tekijöitä ovat täytteen mitat, viereiset louhokset sekä täytteen lujuuden kehitys.

Esitetty malli sisälsi n. 500 partikkelia. Täyttövaiheen simulointi vei aikaa n. 20 minuuttia ja sortuman simulointi n. 10 minuuttia 230 MHz Pentium II® prosessorilla. Simuloinnin tuloksena voidaan todeta, että se pystyy kuvaamaan monia täyttöpi-

larin rakentamisessa havaittuja piirteitä. Täyteen lajittumisen tarkastelu edellyttäisi todellisen raekokojakauman käyttöä. Tarkka malli, jossa voitaisiin simuloida hydraulisen komponentin ja louheen sekä näiden muodostaman massan virtausta ja lajittumista ei sen sijaan ole vielä mahdollista. □

Viitteet

1. Bloss, M., Prediction of cemented rock fill stability - design procedures and modeling technique, PhD-thesis, The University of Queensland, Australia, 1992.
2. Bloss, M., Evolution of cemented rock fill at Mount Isa Mines Limited. Mineral Resources Engineering, Vol. 5, No 1, (1996) pp. 23-42.
3. Yu, T.R., Mechanisms of fill failure and fill strength requirements. 16th Canadian Rock Mechanics Symposium, Sudbury, (1992) pp. 43-48.
4. Smith J.D., De Jongh C.L., and Mitchell R.J., Large scale model tests to determine backfill strength requirements for pillar recovery at the Black Mountain Mine. Proceedings of the International Symposium on Mining with Backfill, Luleå (1983) pp. 413-423.
5. Swan G., A new approach to cemented backfill design. CIM-bulletin. Volume 78, Number 884, (1985) pp. 53-58.
6. Chen L. and Jiao D., A design procedure for cemented fill for open stoping operations. Mining Science and Technology, 12 (1991) pp. 333-343.
7. Itasca Consulting Group, Inc., PFC2D (Particle Flow Code in 2 Dimensions), Version 1.1. Minneapolis, Minnesota. (1995).
8. Itasca Consulting Group, Inc., PFC3D (Particle Flow Code in 3 Dimensions), Version 1.1. Minneapolis, Minnesota. (1995).
9. Potyondy D.O., Sarracino R.S. and Cundall P.A., Modeling of shock- and gas-driven fractures induced by a blast using bonded assemblies of spherical particles. Fifth Int. Symp. on Rock Fragmentation by Blasting, Montreal, Canada, (1996).
10. McNearmy R. and Abel J.F. Jr., Large-scale two-dimensional block caving model test. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., 30(2), (1993) pp. 93-109.
11. Fairhurst C., Geomaterials and Recent Developments in Micro-Mechanical Numerical Models. ISRM News Journal Vol. 4 Number 2. (1997).
12. Cundall P.A., Lorig L.J. and Potyondy D.O., Distinct-element models of explosion induced failure of rock, Including fragmentating and gas interaction. Itasca Consulting Group, Inc., Minneapolis, Minnesota, USA. (1996).

SUMMARY

Backfilling is expensive but essential part of mining in most mines. The survival of mines depends on their capability to maximize productivity and profit while minimizing operating costs. Backfill should be economical and capable of achieving the needed strength. The pillar recovery in open stoping is usually performed with cemented rockfill. The costs associated with cemented rockfill are best reduced by the optimization of mix design and thorough dimensioning. In the past strength requirement of exposed fill faces was often determined by trial and error process. As a result of this practice the mechanical and physical background of the interaction between rock and backfill was, in many case, quite poorly understand.

During the last decade new design procedures of backfill has been formulated. They are based on simple physical models and analytical solutions. The biggest deficiency on those procedures is that they can not take account the segregation of cemented rockfill and loads caused by blasting. Those factors are taken into account only by using high safety factor, from 3 to 5. The effects of surrounding rockmass and excavation sequences are not taken to account in anyway. Because of the rapid development of microcomputers and software it is now possible to make 3-dimensional calculations with adequate parameter studies in a reasonable time. With numerical modeling all the substantial factors, like effects of surrounding rockmass, stope geometry and excavation sequences can be modeled.

Recent developments in numerical modelling are particle codes where the material is simulated as a random assembly of rigid circular particles bonded together in a dense backing. Deformability of the material is simulated via bond strength and particle-particle friction coefficients and damage via progressive bond breakage. PFC (Particle Flow Code) is one of the particle codes and it models the movement and interaction of spherical particles by the distinct element method. It may operate in either two (PFC2D) or three (PFC3D) dimensions.



neles controls

M

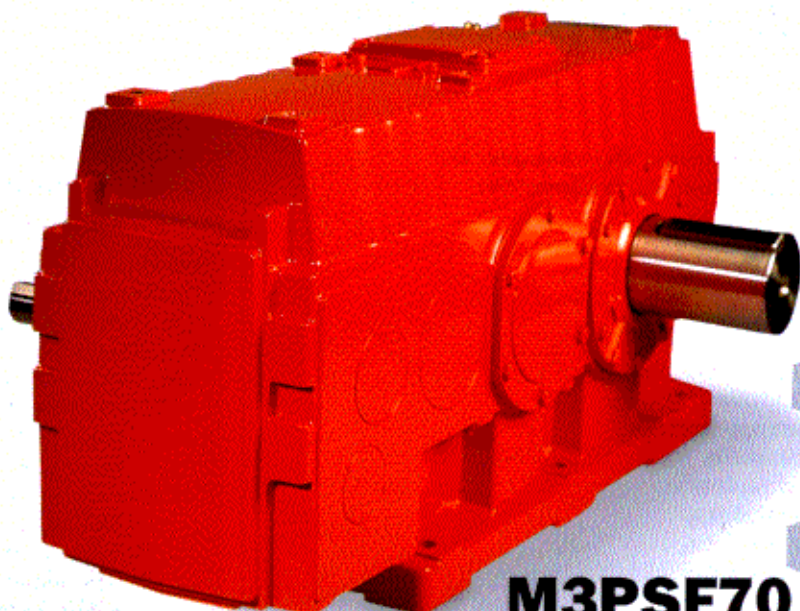
M

series

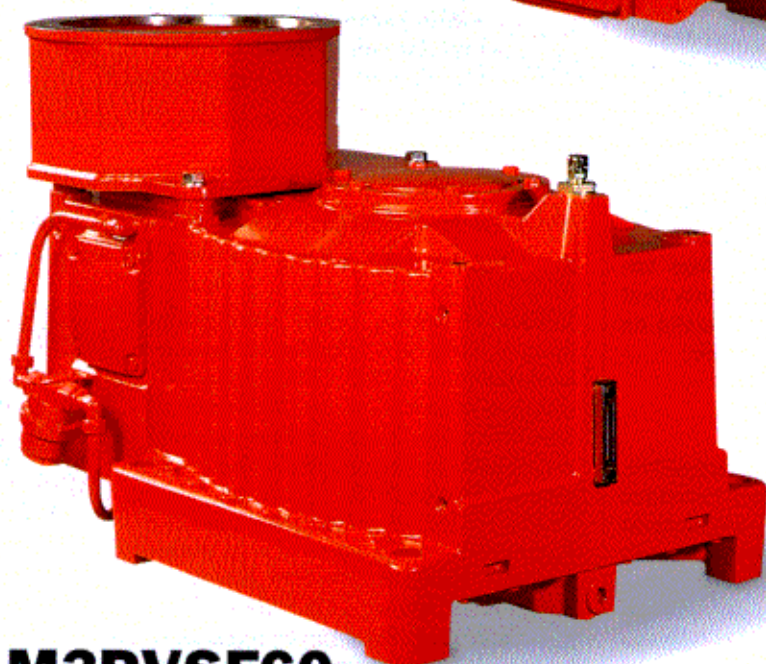
Modulaariset vaihteet vaativaan käyttöön

Santasalo M-sarja on ensimmäinen modulaarinen vaihdesarja, joka on suunniteltu käytettäväksi nimenomaan vaativissa olosuhteissa.

Modulaarisen rakenteen ansiosta M-sarjan vaihteet ovat helposti muunneltavissa erilaisiin sovelluksiin.



M3PSF70



M3PVSF60

Vaihdesarjalla on kokonaan uusi muotoilu, jonka suunnittelussa hyödynnettiin alan viimeisintä tietoa ja koko suunnitteluprosessi toteutettiin tietokoneavusteisilla menetelmillä. Vaihdesarjan ominaisuudet ylittävät selvästi aikaisempien vaihdesukupolvien suorituskyvyn.



SANTASALO
SANTASALO-VAIHTEET OY

Santasalo-Vaihteet Oy, PL 41, 03601 Karkkila, puh. (09) 225 021, fax (09) 2250 2290

Metallurgian tutkimustarve muuttuu - mitä haasteita tämä asettaa opetukselle?

TKT VEIKKO HEIKKINEN, RAUTARUUKKI OY
TKT JUSSI ASTELJOKI, OUTOKUMPU OYJ

*"Silloin seppä Ilmarinen,
Takoja iänikuinen
Rauan tempasi tulesta,
Asetti alasimelle;
Rakentavi raukeaksi,
Tekevi teräkaluiksi,
keihäiksi, kivehiksi,
kaikenlaisiksi kaluiksi."*

Metallurgian varhaishistoria on sarja sattumalta tehtyjä keksintöjä, joiden luonnontieteelliset perusteet on löydetty myöhemmin. Tämän päivän innovaatioissa ei sattumalla ole enää sijaa, vaan kehitystyö perustuu tieteellisiin teorioihin, laskelmiin, laboratorioskokeisiin, pilotteihin ja tuotantokokeisiin sekä käytännön prosesseista saatuihin kokemuksiin.

Perusmetallin asettama työryhmä selvitteli vuoden 1996 lopulla maamme metallurgian opetuksen ja tutkimuksen tilaa, kehittämistarpeita ja -mahdollisuuksia. Tässä artikkelissa tarkastellaan - osittain tuon selvitystyön pohjalta - millaisia ovat alamme tämän päivän tutkimustarpeet ja millaisia vaateita ne asettavat korkeakouluopetukselle ja tutkimustoiminnalle.

Tietämyksen tarve

Metallien valmistus perustuu metallurgisiin yksikköprosesseihin, niiden tapauskohtaisesti oikeanlaiseen yhdistämiseen, hallintaan ja ohjaukseen. Lopputuotteiden ominaisuudet määräytyvät usein monimutkaisella tavalla käytetyistä raaka-aineista ja valmistusprosesseista. Vain näiden keskinäisten vuorovaikutusten ymmärtäminen, ilmiöiden syvälinen teoreettinen hallinta ja valmistusparametrien ohjaus antavat mahdollisuuden ominaisuuksien säätelyyn, erilaisten tuotevarianttien kehittämiseen ja prosessien optimointiin.

Suomen metallurgisen teollisuuden kilpailukyky ja yleinen tekninen taso ovat kansainvälisestikin arvioituna erittäin korkeat. Tämän ovat tehneet mahdolliseksi:

- vahva teoreettinen osaaminen
- tutkimusmenetelmien hallinta
- voimakas panostus tutkimus- ja kehitystoimintaan
- kokemus ja taito kaupallistaa tutkimus- ja kehitystyön tuloksia
- kokemus investointien toteuttamisessa
- laaja-alainen tuotannollinen kokemus sekä
- kyky yhdistää erilaisia teknologioita kilpailukykyisiksi kokonaisuuksiksi.

Jussi Asteljoki - Curriculum vitae

Tutkimus- ja kehitysjohtaja,
Outokumpu Oyj, Konsernijohto
* DI, 1969, TKK, Vuoriteollisuusosasto,
Metallurgia

* TkL, 1972, TKK, Vuoriteollisuusosasto
* TkT, 1976, TKK, Vuoriteollisuusosasto
* 1972-1974, TTKK, erikoisopettaja ja
vt. apul.prof.

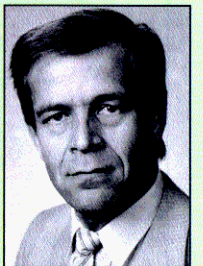
* 1974 -> Outokumpu-konserni
- Kokkolan tehtaat
- Teknillinen suunnittelu,
Teknillinen
vienti, Espoo
- Outokumpu Research Oy, Pori
- Outokumpu Technology Oy, Espoo
- Outokumpu Oyj



Veikko Heikkinen - Curriculum vitae

Veikko Heikkinen aloitti metallurgian opinnot Helsingin teknillisessä korkeakoulussa vuonna 1965. Diplomi-insinööriksi hän valmistui vuonna 1969 ja väitteli tekniikan tohtoriksi fysikaalisen metallurgian alueelta professori Heikki Miekkojan johdolla vuonna 1972.

Veikko Heikkinen aloitti uransa tutkijana Rautaruukin tutkimuskeskuksessa vuonna 1969. Vuosina 1974-1975 hän toimi post doctoral fellow'na CANMETin laboratoriossa Ottawassa Kanadassa. Sen jälkeen hän on toiminut erilaisissa tutkimus- ja laadunvalvontatehtävissä Rautaruukilla. Hänet nimitettiin yhtiön kehitysjohtajaksi keskushallintoon vuonna 1994.



Näiden vahvuuksien ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi tulee opiskelijoille antaa laaja-alaista opetusta metallurgisten ilmiöiden ja prosessien luonnontieteellisistä perusteista. Tähän tulee yhdistää näitä tukevien teknologioiden kuten prosessien ohjaukseen ja informaatioteknologiaan liittyvää opetusta. Tärkeää on, että opiskelijoille annetaan tietoa myös todellisista prosesseista ja että heillä on tilaisuus tutustua alan teollisuuteen harjoittelun ja ekskursioiden puitteissa. Kovin pitkälle sovelluksiin

ei koulutuksessa kuitenkaan kannata mennä, sillä kun teoreettinen tausta on riittävän vahva, opitaan prosessikohtaiset ja laitekenniset tiedot helposti työn yhteydessä.

Opiskelijoiille tulisi antaa myös varsinaisten ammattiaineiden ulkopuolista opetusta, sillä käytännössä tutkija joutuu toimiimaan tiiviissä vuorovaikutuksessa yrityksen muiden toimintojen kanssa, **kuva 1**. Laaja-alainen opetus kattaa teollisuuden erilaiset tarpeet ja turvaa myös parhaiten opiskelijoiden työnsaannin huonoinakin aikoina.

Tutkimuksen ja kehittämisen tavoitteet

Perusteollisuus on pääomavaltaista ja investointien käyttöikä on pitkä, useissa tapauksissa vuosikymmeniä. Pääosa teollisuuden kehitystyöstä suuntautuu tämän vuoksi

- tuotantolaitteistojen käyttöiän pidentämiseen
- prosessien tuottavuuden ja laaduntuottokyvyn parantamiseen
- energian kulutuksen pienentämiseen
- ympäristöhaittojen minimoimiseen ja
- uusien tuotteiden ja tuotevarianttien kehittämiseen

Jatkuva parantaminen, *continuous improvement*, tai inkrementaalinen kehitys, *incremental development*, edellyttää prosessien hyvää tuntemusta ja toimimista lähellä tuotantolinjaa ja/tai asiakasta, eikä siihen ole ulkopuolisten sen vuoksi helppoa

osallistua. Tämän tyyppisen kehitystyön tavoitteet on helposti määriteltävissä ja panostukset taloudellisesti hyvin perusteltavissa, sillä saavutetut tulokset voidaan yleensä soveltaa nopeasti suoraan käytäntöön.

Yritysten jakautuessa yhä pienempiin tulosyksiköihin korostuvat lyhyen tähtäyksen tuotto-odotukset ja resursseja sidotaan enenevässä määrin edellä kuvatunlaisiin kehityshankkeisiin. Hankkeet kasautuvat **kuvan 2** (seuraavalla sivulla) mukaisen kaavion oikeaan ylänurkkaan. Operatiivista toimintaa tukevaa kehitystyötä tarvitaan, mutta tulevaisuuden turvaamiseksi on yrityksissä oltava myös pitemmälle tähtäviä strategisia kehityshankkeita, joissa aikajänne on 3-5 vuotta, jopa pitempi.

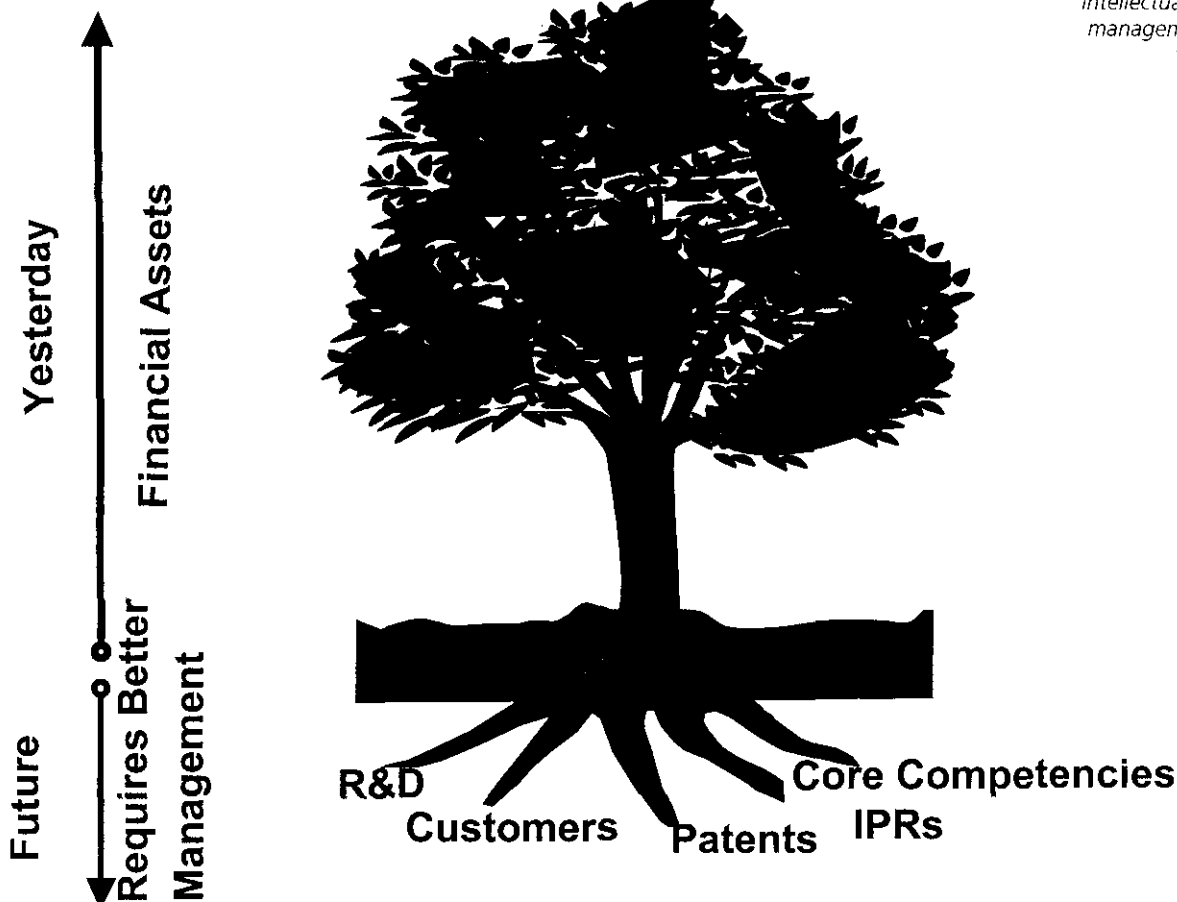
Sekä Rautaruukin että Outokummun piirissä on toteutettu järjestelyjä, joiden avulla pitkän tähtäimen hankkeita voidaan rahoittaa myös keskitetysti konsernin tuloksesta. Panostus on tällöin ymmärretty investointiluonteiseksi, eikä se ole rasittamassa suoraan yksikön operatiivista tulosta.

Strategisen kehitystoiminnan, *strategic development*, tavoitteena on kilpailukyvyyn merkittävä nostaminen. Käytännössä tämä useimmiten tarkoittaa sitä, että pyritään

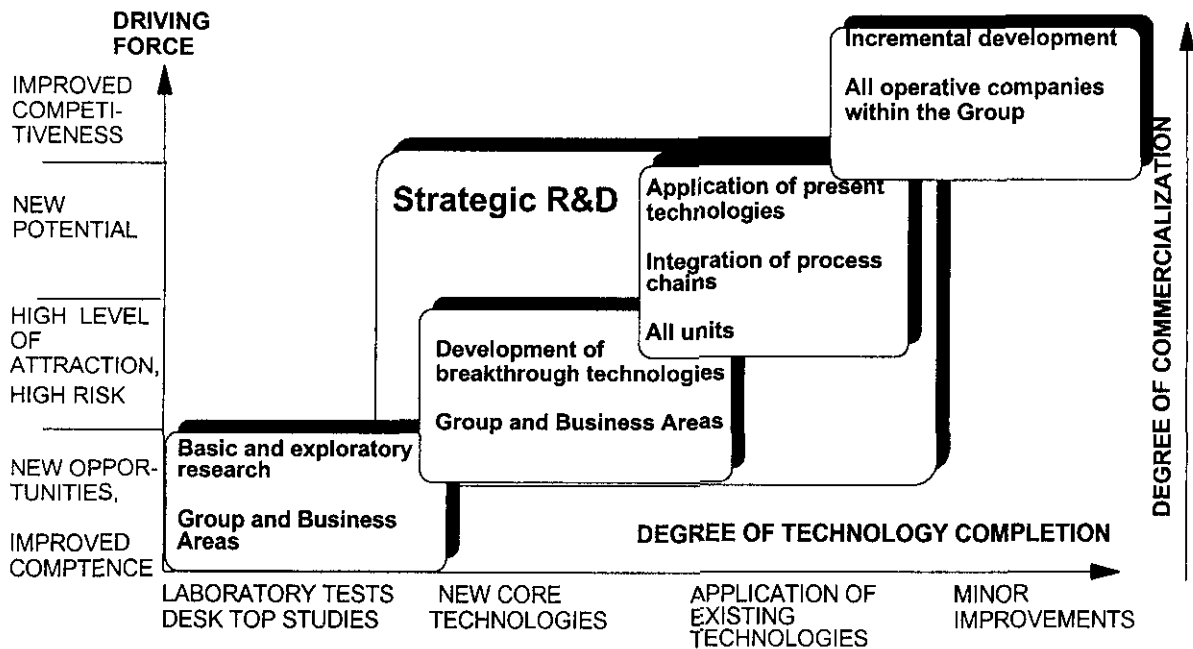
- vähentämään prosessivaiheita eli oikaisemaan valmistusketjua
- soveltamaan olemassaolevaa teknologiaa merkittävästi uudella tavalla ja/tai
- kehittämään ja soveltamaan kokonaan uusia perusteknologioita, *breakthrough technology development*

Kuva 1. Tutkimus on osa yhtiön henkistä pääomaa, jonka parempi hallinta on yksi tulevaisuuden menestystekijöitä.

Fig 1. R&D is a part of company's intellectual capital. Its better management will be one of the success factors in the future.



Classification of R&D



Outokumpu

tekijäis/J Asteijoki/97-11-19

BASE METALS
STAINLESS STEEL
COPPER PRODUCTS
TECHNOLOGY

Kuva 2. Outokumpun metallurgisen tutkimuksen ryhmittely eri aikajänteen ja kypsyyssasteen projekteihin.
Fig 2. Classification of Outokumpu's metallurgical research on the basis of degree of technology completion and commercialization.

Strategiset projektit ovat kalliita ja riskialttiita, mutta niihin liittyy korkea tuottopotentiaali, joskin tuottoja on odotettavissa yleensä vasta kaukana tulevaisuudessa. Päätökset tällaisiin hankkeisiin ryhtymisestä tehdään yhtiöissä korkealla tasolla.

Kolmas merkittävä osa-alue on perustutkimus, *basic research*, ja uusien ideoiden etsintä sen pohjalta. Tästä vastaavat lähinnä korkeakoulut ja yliopistot, mutta kiinteä yhteistyö alan teollisuuden kanssa on välttämätöntä. Panostusta perustutkimukseen tarvitaan nykyistä enemmän jatkuvuuden turvaamiseksi. Suomen kaltaisessa pienessä kansantaloudessa on erittäin tärkeää, että panostukset suunnataan oikein. Perusosaamisen lisääminen on merkityksellistä senkin vuoksi, että osaamistason yleinen nosto vaikuttaa myönteisesti myös lyhyen tähtäimen tutkimukseen.

Uusia ideoita on jatkuvasti etsittävä ja arvioitava. Tutkijoille on annettava riittävästi vapauksia kokeilla myös täysin uusia ideoita ja konsepteja. Liian pitkälle viety tavoitteellisuus voi lamaannuttaa innovatiivisuuden ja tukahduttaa hyvätkin ajatukset heti alkuunsa.

Tutkimus- ja kehitystyön luonne muuttuu

Aiemmin tehtiin esimerkiksi ekstraktiivisen metallurgian tutkimuksessa runsaasti kokeita laboratoriomittakaavassa ja sen jäl-

keen siirryttiin kalliisiin pilot-ajoihin. Termodynamiikan, reaktiokinetiikan ja virtaustekniikan alueilla tehdyn tutkimustyön ansiosta ilmiöiden luonnontieteelliset perusteet ymmärretään nyt entistä paremmin. Tämä yhdessä tietokoneiden laskentakapasiteettien ja ohjelmien valtaisan kehityksen kanssa ovat johtaneet siihen, että tänä päivänä ilmiöitä ja prosesseja mallinnetaan ja prosessikehitystä voidaan tehdä pitkälti laskennallisesti. Vasta laskelmien osoitettua jonkin vaihtoehdon teknis-taloudellisesti erityisen mielenkiintoiseksi siirrytään kalliiseen koetoimintaan ja pilot- ja demonstraatioajoihin. Näiden tarkoituksena on varmentaa prosessien toimivuus käytännössä sekä etsiä mahdollisia ongelmakohtia ja niille optimiratkaisuja.

Vastaavasti fysikaalisen metallurgian alueella tehokkaiden elektronimikroskooppien ja pinta-analysaattorien yleistymisen tutkimuskäytössä 70-luvulla johti mikrorakenteiden tutkimuksen korostumiseen. Nyt mikrorakennemääritykset tehdään enemmän tai vähemmän rutiininomaisesti ja tutkimuksen päähuomio kohdistuu valmistusprosesseihin, mistä löytyvät vaikeimmin ratkaistavat ongelmat. Esimerkiksi levyn termomekaaninen valssaus ja nopeutettu jäähdytys, *water alloying*, ovat metalliopillisesti hyvin yksinkertaisia käsiteltäviä, mutta käytännössä kovin vaikeita toteuttaa hallitusti.

Asiakastarpeista lähtevä tuotekehitys edellyttää joustavia prosesseja, joissa voidaan valmistaa korkean jalostusasteen



tuotteita lyhyinä sarjoina. Mitä monipuolisempaa tuotesortimenttia valmistetaan, sitä keskeisemmäksi menestystekijäksi nousee valmistusprosessien hallinta.

Valmistusprosessien kehittäminen on monitahoinen tehtävä, mikä edellyttää useiden erityisosaamisalueiden asiantuntijoiden yhteistyötä. Arvioidaan, että uusien prosessien ja prosessinohjausmenetelmien kehittämisessä tarvittavista resursseista enää vain kolmannes on metallurgeja, loput kone- ja sähköinsinöörejä sekä elektroniikan, automaation ja prosessinohjauksen asiantuntijoita. Laaja-alaisen opetuksen saaneet insinöörit kykenevät parhaiten sovittamaan yhteen eri alojen asiantuntemuksen.

Verkottuminen, yhteistyö ja työnjako

Kilpailun kiristyminen, resurssien rajallisuus ja erikoistumisen tarve pakottavat yritykset tänä päivänä fokusoimaan kehitysponnistelunsa ydinosaamiseensa, *core competence*, ja avainteknologioihinsa Täydentävä teknologia ja osaaminen hankitaan niitä parhaiten hallitsevilta yrityksiltä ja yhteistyökumppaneilta.

Koetoinnin ja pilotoinnin kalleus vaativat hakeutumaan yhteistyöhön jopa kilpailijoiden kanssa. Sama koskee myös tutkimus- ja kehitystoimintaa, missä luontaisia yhteistyökumppaneita ovat yliopistot, korkeakoulut ja tutkimuslaitokset.

Perustutkimusta tekevien korkeakoulujen ja yliopistojen osaltaan panostettava omille erikoisalueilleen mutta oltava samalla tiiviissä vuorovaikutuksessa teollisuuden kanssa. Verkoston puitteissa saadaan eri osaamisalueet työskentelemään yhteisten päämäärien hyväksi.

Suomessa yhteistyön katalysaattoriksi ja koordinaattoriksi on noussut Tekes, joka on lähtenyt kiitettävästi rahoittamaan myös metallurgisen teollisuuden hankkeita. Lisää rahaa yhteishankkeille on saatavissa EU:n puiteohjelmista sekä Euroopan Hiili- ja Teräsyhteisöltä. Yhteistutkimuksen laajentaminen ei olekaan tällä hetkellä kiinni rahasta vaan osaavista ihmisistä.

Erytesitysti terästeollisuudella on pitkät perinteet yhteistutkimuksesta. Alan pitkän aikajänteen tutkimuksesta tehdään tänä päivänä jo pääosa yhteishankkeina. Ei-rautametallien alalla toimiva Outokumpu kehittää ydinosaamistaan sen sijaan varsin itsenäisesti joskin yhteistyössä korkeakoulujen ja yliopistojen kanssa. Tähän asti teräs- ja ei-rautametallurgian välillä on ollut suhteellisen vähän yhteishankkeita, mutta yhtymäkohtia löytyy runsaasti etenkin oheistoimintojen ja ympäristönsuojelun alueilta.

On toivottavaa, että lähiaikoina päättyvät laajat Tekesin teknologiaohjelmat SULA 2 sekä "Materiaalien sovelluslähtöinen käyttö" saavat jatkoa. Tähän liittyvät keskustelut ovatkin käynnistyneet eri osapuolten kesken, ja suunnitteilla on työnimeltään "Uusiutuva Perusmetalli" oleva, koko teollisuuden alan kattava hanke.

Korkeakoulujen ja VTT:n välinen työnjako

Vaikka tavoitetutkimuksen toteuttaminen projekteina kuuluu luontaisesti VTT:n toimenkuvaan, tulee korkeakoulut kytkeä mukaan, sillä näin varmistetaan, että niihin kehitty oikeanlaisia osaamista ja opiskelijat saavat tulevia työtehtäviään vastaavan koulutuksen. Ideaalinen kehityskulku olisi sellainen, että teoreettinen perustietämys uusista aloista luotaisiin korkeakouluissa ja projektivaiheessa hankkeet siirtyisivät VTT:lle. Tämän toteuttaminen luonnollisesti riippuu siitä, mitä erityisosaamista kullakin korkeakoulun laboratoriolta ja VTT:n vastaavilla yksiköillä on.

Työnjaon toteutumiseen vaikuttaa myös se, että metallurgi-

sella teollisuudella on vanhastaan hyvin varustetut tutkimuslaboratoriot. VTT ei ole lähtenyt - aivan oikein - kehittämään osaamistaan niillä alueilla, mihin perusmetallin yritykset ovat olleet itse panostamassa. Niinpä esimerkiksi Outokumpu on kehittänyt omia T&K-valmiuksiaan erityisesti ekstraktiivisen ei-rautametallurgian alueella samalla, kun VTT:n osallistuminen tähän on jäänyt hyvin vähäiseksi. Vastaavasti on Rautaruukki kehittänyt masuuniaautomaatiotaan yhteistyössä korkeakoulujen kanssa.

Jotta ala kokonaisuudessaan voisi kehittyä ja diversifioitua olisi myös täysin uusien ideoiden ja aihepiirien tutkimukseen suunnattava varoja. Korkeakouluilla tulisi olla mahdollisuus tehdä jossain määrin myös vapaata tutkimusta. Määrärahojen jatkuva väheneminen heikentää koko innovaatioketjun toimivuuden.

Korkeakoulujen välinen yhteistyö

Maamme korkeakouluilla on jo nykyisellään melko selkeä työnjako, eikä merkittäviä päällekkäisyyksiä tutkimuksen aihealueissa esiinny. Uudet korkeakoulut Tampereella, Oulussa ja Lappeenrannassa ovat löytäneet omat erityisosaamisalueensa ja tekevät yhteistyötä pääasiassa lähialueiden teollisuusyritysten kanssa.

Peruskoulutuksessa päällekkäisyyttä luonnollisesti esiintyy, sillä kaikille on opetettava luonnontieteellisten ilmiöiden perusteet. Esimerkiksi korroosio ja sen estäminen kuuluvat kaikkien metallurgien yleissivistykseen. Varsinaisissa ammattiaineissa tulisi opiskelijoille tarjota mahdollisuus täydentää opintojaan muissa korkeakouluissa tekemällä kurssit vaihtokelpoiksi. Esimerkiksi jos Åbo Akademin opiskelija ryhtyy tekemään opinnäytetyötä masuuniprosessiin liittyvästä aiheesta, olisi hänen hyvä käydä kuuntelemassa tämän aihepiirin kursseja TKK:lla.

Kansainvälistymisen tarve

Metallurginen teollisuus on kansainvälistynyt voimakkaasti 80-luvulta lähtien ja monet metallurgit joutuvat jossakin uransa vaiheessa toimimaan ulkomailla. Korkeakouluinsinööreiltä edellytetään paitsi kielitaitoa myös kykyä toimia kansainvälisessä liiketoimintaympäristössä.

Olisi hyvä, jos ulkomailla tapahtuvan harjoittelun lisäksi opetukseen voitaisiin sisällyttää myös jossakin ulkomaisessa korkeakoulussa tapahtuva jakso. Hyvänä esimerkkinä tästä on kaivostekniikan alueella toteutettu linkage-ohjelma. Vastaavasti olisi korkeakouluihimme saatava enemmän ulkomaisia opiskelijoita. Tämä edellyttäisi ainakin ammattiaineissa myös englanninkielistä opetusta.

Erytesitysen hyödyllistä on opiskelijoille se kokemus, mitä he saavat osallistuessaan yhteiseurooppalaisiin tutkimuksiin, joiden määrä onkin EU-jäsenyyden myötä nopeasti lisääntynyt. Luontevimmin korkeakoulut kytkeytyvät mukaan EU-hankkeisiin teollisuuden alihankkijoina.

Teollisuuden ja korkeakoulujen yhteistyö

Metallurgian teollisuuden yhteistyö korkeakoulujen kanssa on Suomessa perinteisesti ollut tiivistä. Teollisuus on teettänyt runsaasti opinnäytetöitä sekä viime aikoina enenevässä määrin myös tilaustutkimuksia korkeakouluissa. Metallurginen teollisuus on myös monesta muusta teollisuudenalasta poiketen rekrytoinut pitkälle koulutettuja lisensiaatteja ja tohtoreita palvelukseensa. Alalle onkin tyypillistä korkea jatko-opiskelijoiden ja väitelleiden määrä.

Kytkeytyessään mukaan teollisuuden kehityshankkeisiin, joutuvat korkeakoulut sopeutumaan entistä tiukempaan projektikuriin. Asetetuista tavoitteista ja aikatauluista on pidettävä kiinni. Ongelmana on tutkimusryhmien pieni koko ja ihmisten luontainen vaihtuvuus. Pienten tutkimusryhmien jatkuvuuden ja kompetenssin turvaaminen voi onnistua vain teollisuuden ja korkeakoulujen yhteistyöllä. Tutkimusryhmiin olisi kyettävä luomaan riittävä määrä vakansseja myös varttuneemmille tutkijoille, jotta tieto saataisiin siirtymään opiskelijapolvelta toiselle.

Strategista ajattelua myös korkeakouluihin

Teollisuudessa ja viime aikoina myös VTT:llä on teknologian kehittämisen suuntia ja painoalueita pyritty kartoittamaan strategisen prosessin avulla. Vielä 80-luvulla oltiin paljolti sitä mieltä, että strategista suunnittelua ei voida soveltaa tutkimuksen alueelle. Totta onkin, ettei tieteen tekemisen kriteerejä voida korvata tai manipuloida strategiaan vedoten. Mutta toisaalta myös tutkimuksen tulee tukea valitun strategian toteutumista. Tutkijoiden tulee siis vähintään olla tietoisia siitä, millainen valittu strategia on.

Koeluonteisesti on teknologiastrategian käyttökelpoisuutta testattu nyt myös eräissä Tampereen teknillisen korkeakoulun tutkimusyksiköissä. Kokemusten mukaan strateginen prosessi auttaa tutkimusryhmiä tiedostamaan teknologisen toimintaympäristönsä ja kohdentamaan resurssinsa siten, että tutkimusryhmän osaaminen vahvistuu. Kun ryhmän jäsenet ovat strategiaprosessin aikana sitoutuneet yhteisiin toimintatapoihin ja tavoitteisiin, vähenee yksityiskohtaisen ohjauksen tarve ja ryhmä alkaa toimia todellisena tiiminä. Tämä edesauttaa myös sovelletun tutkimuksen kytkemistä perustutkimukseen. Ja toivottavasti parantaa myös tutkimusryhmän sisäistä ilmapiiriä ja yhteistyökykyä. Tekesin tuen turvin on teknologiastrategian laatiminen käynnistynyt nyt myös muissa alan korkeakouluissa.

SUMMARY

The need to develop metallurgical processes and products is changing rapidly. The main objective in the early days was to produce standard qualities in great quantities from domestic ores. Today domestic ores have, with some exceptions, run out and processes must be efficient, flexible and environmentally friendly. Customer specific products must be of world class quality.

Students must learn to understand the basic principles of metallurgical processes. They should also become acquainted with practical processes without going too much into details, however. Developing a metallurgical process, several other technologies are also needed. Therefore metallurgists must understand also the possibilities of automation, instrumentation and process control.

The huge increase in calculation capacity of computers has made it possible to use mathematical models to simulate processes and make comparisons between different process possibilities before going into expensive pilot and full scale trials. Despite the fast development of research tools, the key factor in creating new ideas is, however, the entrepreneurial metallurgist himself.

Osaamisen varassa

Metallurginen teollisuus syntyi aikanaan maahamme omien raaka-aineiden varaan. Nyt kotimaiset raaka-ainelähteet ovat muuttamassa poikkeusta lukuunottamatta ehtyneet eikä uusia ole näköpiirissä. Tuontiraaka-aineeseen ja enenevässä määrin myös tuontienergiaan perustuvan teollisuuden kilpailukyky voi perustua vain osaamiseen. Korkeatasoisen osaamisen edellytykset luodaan riittävän ja oikein suunnatun koulutuksen ja tutkimuksen avulla. Tämä voi onnistua vain korkeakoulujen ja teollisuuden tiiviin yhteistoiminnan ja jatkuvan vuoropuhelun myötävaikutuksella.

Jos kykenemme tänä päivänä tunnistamaan pieniäkin kehittämisen mahdollisuuksia, velvollisuutenamme on ryhtyä tarpeellisiin toimenpiteisiin niiden hyödyntämiseksi. Pienen maan etuna on mahdollisuus reagoida nopeastikin muuttuviin olosuhteisiin ja tarpeisiin. Selviytyäksemme kansainvälistyvän talouden mukanaan tuomista uusista haasteista tarvitsemme osaavia ja ennakkoluulottomia insinöörejä. □

*"Jo nyt tieän rauan synnyn.
Tajuun tavat teräksen."*



TEKNIKUM YHTIÖT

Suomalaista kumiosaamista

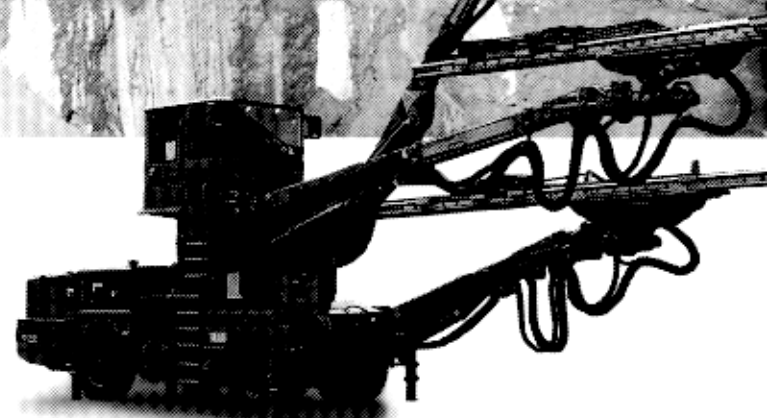
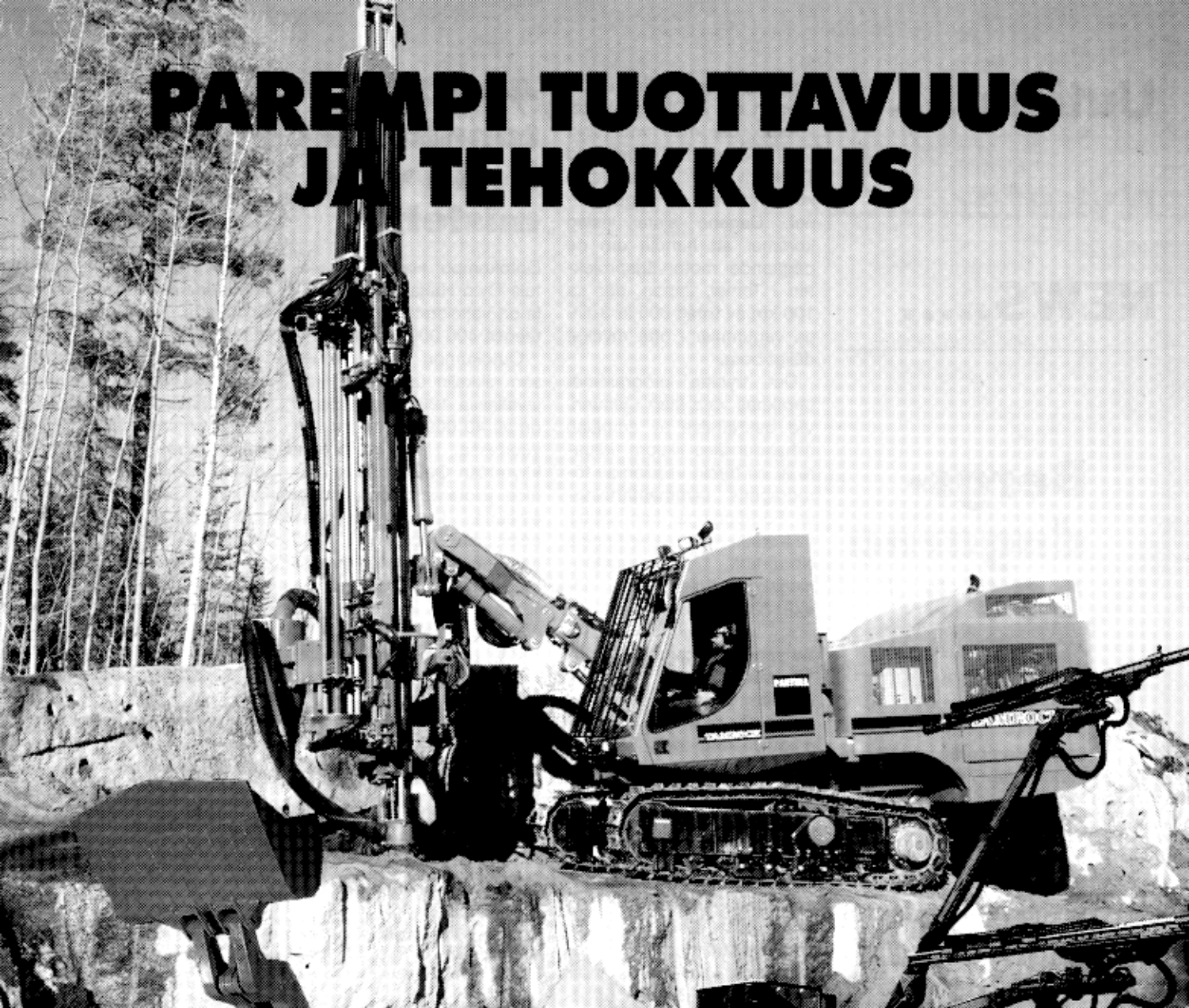
Teknikum Oy
Myllynuoraukset, letkut
PL 13, 38211 VAMMALA

Kumijaloste Oy
Kumiointi
PL 46, 38301 KIIKKA

Pucast Oy
Polyuretaanituotteet
PL 13, 38211 VAMMALA

Teknikum Sekoitukset Oy
Kumiseokset
PL 15, 04261 KERAVALA

PAREMPI TUOTTAVUUS JA TEHOKKUUS



Tamrock tarjoaa oikean vaihtoehdon kiven ja kallion louhintaan kaikissa kohteissa ja kokoluokissa.

Parempi tulos - kokonaisratkaisun tarjoaa Tamrock.

TAMROCK

Myynti ja huolto:
TAMROCK OY
Myllypuronkatu 31
33310 Tampere

Puh. 020 544 4600
Fax myyntiin 020 544 4601
Fax huoltoon 020 544 4608

Uutisia.....

Nyheter.....

NEWS.....

Bergs- dagarna 1998

anordnas traditionsenligt av BK Bergsprängningskommittén och SveBeFo Svensk Bergteknisk Forskning i Stockholmsmässans lokaler i Älvsjö 17-18 mars 1998.

Bergsprängningskommitténs Diskussionsmöte 17 mars

Under sessionen produktion och teknikutveckling kommer flera av föredragen att ägnas åt gruvverksamhet; robotisering av produktionsborrning vid LKABs gruvor; robotisering av gruvbrytning i Kanada, schaktborrning i Sydafrika m m. Vi kommer också att få höra om den förestående utbyggnaden av CLAB, mellanlager för använt kärnbränsle samt om drivningstekniken genom södra randzonen i Hallandsås.

Miljöpåverkan vid undermarksbyggande och kompetensutveckling inom bergbranschen är några inslag i den *allmänna delen* liksom en lägesrapport om vägtunnelprojektet i Stockholm och resultat från Arlanda projektet vad gäller tätning, förstärkning, logistik och beständighet.

Laerdalstunneln i Norge blir med sina 24,5 kilometer världens hittills längsta vägtunnel. En rapport om detta pågående projekt kommer att ingå i sessionen *interna-*

tionella projekt. Vi får en slutrapport om ZEDEX projektet i Äspö, där man undersökt förändringar i berget vid TBM-drivning respektive konventionellt sprängd tunnel. Dagens sista inslag kommer att handla om de pågående motorvägsprojekten i Tomei, Japan, där ca 100 km av totalt 600 är 3-filiga vägtunnlar i ofta mycket dåligt berg.

Det tryckta programmet beräknas vara klart i januari. Vid bekräftelse av anmälan tillhandahålles liksom tidigare år en tryckt version av föredragens sammanfattningar. Förfrågningar kan ställas till Kerstin Renås eller Annica Nordmark, Bergsprängningskommittén. Tel 08-6791721, fax 08-6111091.

Bergmekanikdagen 18 mars

På Bergmekanikdagens program står bl a indata för dimensionering och byggande, erfarenheter av beständighet hos bult- och sprutbetong och hur dagens krav kan mötas. Bland fallstudier presenteras bergmekaniska erfarenheter från de utsprängda stationstunnlarna under Arlanda och det pågående arbetet med en vägtunnel under Hvalfjördur norr om Reykjavik. Boliden Mineral redovisar fullskaleförsök med frysning av fyll för igentättningsbrytning.

Med ett halvt års perspektiv kommer reflektioner kring Hallandsås att ges av entreprenören och beställaren - vad har vi att lära för framtida bergbyggande? Dagen inleds med en gästföreläsning av professor Derek Martin från Laurentian University i Kanada på temat "Estimation of Ground Support".

Närmare upplysningar kan erhållas från Ann Emmelin, SveBeFo, tel 08-6922280, fax 08-6511364. □

400 000 tonnia nikkeliä valmistettu

Outokumpu Harjavalta Metals Oy:n Harjavallan tehtaila on valmistettu nikkeliä yhteensä 400 000 tonnia.

Outokumpu aloitti metallisen nikkelin tuotannon Harjavallassa 1960. Kapasiteetti on yli 40 000 tonnia nikkeliä vuodessa. Huomattava osa käytetään Outokummun Tornion jaloterässulatolla seosaineena. Loppu myydään erilaisissa muodoissa 300 asiakkaalle ympäri maailmaa. Läntinen maailma kuluttaa puolessa vuodessa 400 000 tonnia nikkeliä.

Raaka-aineina nikkelisula-

tolla käytetään nikkeliirikasteita, romuja ja sakkvoja. Nikkelin lisäksi rikasteet sisältävät sulatuksessa lämpöä tuottavia rautaa ja rikkiä. Nikkeliraaka-aineita ostetaan Australiasta ja Brasiliasta kaivosyhtiöiltä pitkäaikaisilla ostosopimuksilla sekä Outokummun omilta kaivoksilta Suomesta, Norjasta ja Australiasta.

Rikasteseoksen sulattamiseen käytetään Outokummun kehittämää nikkelin suorasulatusmenetelmää. Sulatossa tuotetut nikkelikivet jalostetaan nikkelitehtaila nikkelikatodiksi ja briketiksi.

Outokumpu Harjavalta Metals Oy:n henkilöstöstä on 470 henkilöä nikkelituo-
tannossa.

Lisätietoja antaa nikkeliyksikön tuotantopäällikkö Matti Seilo, puhelin 02-5358606. □

Rikastekuljetukset jatkuvat Kallolahdesta Harjavaltaan

MARJA KAUPPILA,
TIEDOTTAJA,
VR OSKEYHTIÖ

Viime vuoden tammikuussa juhlittiin miljoonannen rikastetonnin kulkua rautateitse Mäntyluodon Kallolahden satamasta Harjavaltaan Outokumpu Harjavalta Metals Oy:n tehtaille. Toimivaksi ja tehokkaaksi todettua kuljetusjärjestelmää koskevaa sopimusta jatkettiin marraskuussa edelleen aina vuoteen 2011.

Sopimuskauden aikana toimintaa kehitetään edelleen ja kuljetusten kapasiteettia nostetaan. Pitkäaikainen sopimus takaa tasaisen käyttöasteen yli 10 vuodelle, ja ammattitaitoisen henkilökunnan ansiosta suljettu käsi-
tiettykjetju laivalta tehtaille palvelee eri osapuolien yhteneviä tavoitteita.

Rikastekuljetuksista laadittiin sopimus VR:n, Oy Hacklin Ltd:n, Porin Sataman ja Outokumpu Harjavalta Metals Oy:n kesken 90-luvun alkupuolella. Tavoitteena oli luoda kuljetus- ja välivaras-

tointijärjestelmä, jossa tehdas saa raaka-ainetta tarpeensa mukaan mahdollisimman tasaisesti.

Ensimmäiset junat liikennöivät satamasta Harjavaltaan marraskuussa 1994, ja sen jälkeen kuljetettavan rikasteen määrä on kasvanut tasaisesti. Viime vuoden aikana satamasta kuljetettiin tehtaalle kaikkiaan noin 600 000 tonnia kupari- ja nikkeliirikastetta.

- Vuosittain laivoilla saapuu Kallonlahteen 600 000-800 000 tonnia rikasteita. Viikottain saapuu 2-5 rikastelaivaa, ja VR on varautunut liikennöimään arkipäivisin 4-5 junaa. Näiden junien kapasiteetti vuoden aikana on yhteensä noin miljoona tonnia. Junamäärää voidaan tarvittaessa nostaa kuuteen ja jopa kahdeksaan, jolloin päästään reilusti yli 1,5 miljoonan tonnin vuosikapasiteettiin, kertoo VR Cargo Länsi-Suomen markkinointipäällikkö *Alpo Alahäivälä*.

Kallonlahden satamaan saapuvat laivat puretaan kat-

Ohjeita artikkelien kirjoittajille

KÄSIKIRJOITUKSET

- Koneella kirjoitettuna, disketillä, tai sähköpostitse (paperikopio aina mukaan).

- Pienin rivinväli, ei tavutusta, ei sennyksiä, ei oikean reunan tasausta. Kappaleiden väliin yksi tyhjä rivi. Kuvat, piirrokset ja kaaviot eri asiakirjana, paperikopio mukaan.

On pyrittävä lyhyeen ja ytimekkääseen esitystapaan.

Artikkelien suositeltava enimmäispituus kuvineen, taulukkoineen ja kirjallisuusliitteineen on 4 painosivua.

PÄÄOTSIKOT JA ALAOTSIKOT erotetaan toisistaan selkeästi.

T & K

KUVAT JA TAULUKOT

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

KAAVAT JA YHTÄLÖT

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

KIRJALLISUUSVIITTEET

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

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

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

Jokaiselle T & K -osaan tulevalle artikkelille on ilmoitettava **ENGLANNINKIELINEN OTSIKKO** sekä laadittava kielellisesti tarkistettu englanninkielinen yhteenveto - **SUMMARY** - pituudeltaan enintään noin 20 konekirjoitusrivinä.

ERIPAINOKSIA

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

Nekrolegien

pitäyden pyydämme rajoittamaan noin 150 sanaan.

Lehden aikataulu

Aineisto toimitukselle viimeistään: 6 vkoa ennen ilmestymispäivää. Poikkeustapauksissa erillisen sopimuksen mukaan. Alkuperäinen kuvitusmateriaali viimeistään 3 vkoa ennen lehden ilmestymistä toimitukselle, ilmoitukset kirjapainoon.

Lehden 6 vkoa

Vko 1 materiaalin esikäsittely
Vkot 2-3 sivujen taitto ja oikoluku sekä tarkistuttamiset (lehden tekijät, kirjoittajat, lehdestä vastaavat)
Vko 4 kuvien ilmoitusten käsittely
Vko 5 kuvien ym. asemointi ja lehden lopullinen hyväksyntä
Vko 6 lehden painatus ja postitus.

toluukkujen kautta suoraan terminaaliin, minne mahtuu kerrallaan 35 000 tonnia rikastetta. Uusi 40 tonnin nivepuominosturi otettiin käyttöön viime syksynä, jolloin purkujärjestelmän kapasiteetti kasvoi huomattavasti.

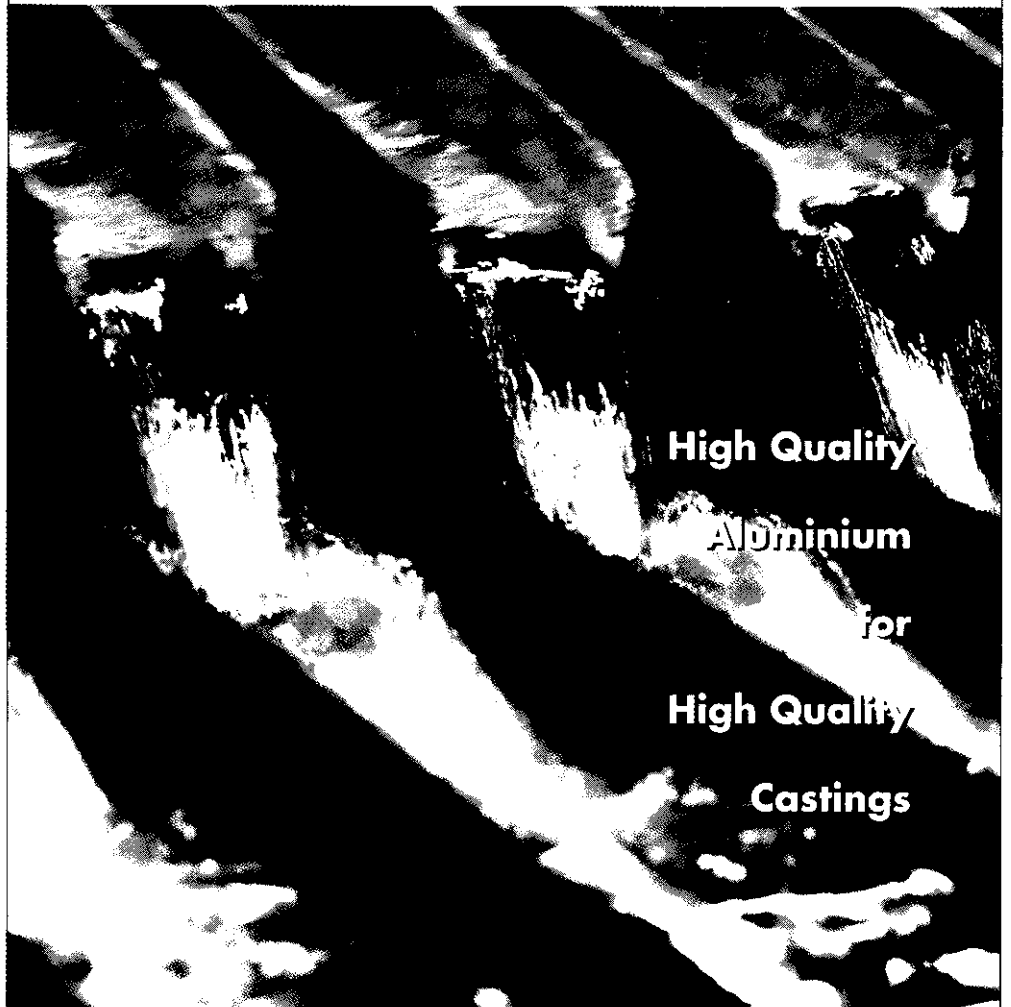
Kuljetuksessa käytetyt Taimn-vaunut on kehitetty erityisesti rikasteliikennettä varten. Vaunujen kuntoa seurataan päivittäin kuljetuksen varmistamiseksi. Kuormaustapahtuu nopeasti hydraulisesti avattavien kattojen ansiosta. Kuljetusjärjestelmää on tarkoitus kehittää sopimuskauden aikana edelleen mm. vaunukaluston, punnituksen ja vaunujen purkamismenettelyn osalta.

Kuljetusmatka Kallolahdesta Harjavaltaan on 50 kilometriä. Vaunut punnitaan vielä toistaiseksi tehdään vaunuvaalla, mutta parhailaan asennetaan VR:lle omaa vaunuvaakaa Harjavalan asemalle. Uusi vaaka nopeuttaa punnitustapahtumaa huomattavasti. Punnituksen jälkeen vaunut tyhjennetään rikasteiden purkasemalla.

Junat Mäntyluodosta Harjavaltaan kulkevat säännöllisten aikataulujen mukaan. Aamun ensimmäinen juna kuormataan valmiiksi edellisenä iltana, ja se lähtee Kallolahdesta kello seitsemän jälkeen aamulla. Viimeinen juna kohti Harjavaltaa lähtee iltayhdeksän aikaan. □

K U U S A K O S K I

Casting alloys for aluminium foundries for over 25 years



**High Quality
Aluminium
for
High Quality
Castings**



KUUSAKOSKI

MARKETING
Kuusakoski Oy
Raw Material Division
P.O. Box 9, FIN - 02781 Espoo

Telephone +358 9 549 511
Telefax +358 9 5495 1230

HEINOLA PLANT
Kuusakoski Oy
P.O. Box 96
FIN - 18111 Heinola

Telephone +358 3 718 8661
Telefax +358 3 718 8611

NEW
manufacture



NEW
dependability

NEW
design

NEW
carbide

TAKE A WINNING DESIGN, the tried and trusted bench-mark in button bit technology. Then re-design it and make it even better. That's Atlas Copco for you. And that's what we've done to the Atlas Copco button bit range, now with a new design, new materials and new manufacture—to bring you better performance.

Your button bits represent the final interface between your total drilling investment and the rock face, and attention to detail is vital. So the Atlas Copco range is new in lots of little ways that together add up to make the cutting edge in button bit technology even sharper. It is Total Rock Drilling Technology bringing you sharper performance, longer service life and even lower costs per drilled metre.

The New Button Bit Range
THE BIT THAT COUNTS

Siis millä tavalla määritellään, mikä on maailmanhistoria? No se on sarja kronologisessa järjestyksessä olevia tapahtumia, joiden ei haluta toistuvan.

SIIS mitä historiaan tulee, meiltä ovat ulkolaiset vieraat silloin tällöin kysyneet, miksi Neuvostoliitto ei miehittänyt Suomea silloin kun se miehitti Tsekkoslovakiassa elokuun 20. päivä 1968, vaikka itärajan takana tuolloin todettiin varsin vilkasta raskaan kaluston liikennettä. No tähänhän olemme aina ylpeästi todenneet, että vastaus itse asiassa piilee jo kysymyksessä itsessään. Olihan näet elokuun 20. päivä ja sorsastus alkoi. Maassa oli täysi liikekannallepano, eli 200 000 humalaista haulikkomiestä kovat piipussa. Eivät slobot uskaltaneet.

SIIS härmäläistä perusteellisuutta vaivaa edelleen kyseisen historiallisen vanhan hyvän ajan neukkuperäinen tuotantoajattelu: Oleellista on saada tuotantosuosittelun mukaiset tonnit tehdyiksi hinnalla millä hyvänsä, laadusta ei ole niin suurta lukua. Tehtaan portilta aukeava maailma on kuin musta aukko, johon tavaraa voi mättää siinä järjestyksessä ja sen laatuksena kuin putken päästä sattuu tulemaan välittämättä asiakasvaatimuksista. Jos asiakas valittaa, niin vastaus on yksinkertainen: Ei myydä sille asiakkaalle. Pääasia on, että tonneja syntyy ja palvelu pelaa kuin ennen rautakaupassa. **SIIS** laitoksen sisälläkin olisi syytä joka mannan tiedottaa, että jokainen killinki, joka siellä pyörii, tulee sinne asiakkaalta, joka odottaa jotain vastikkeeksi rahoilleen.

SIIS ei edelliseen saa riittävä selitykseksi, että näinhän kaikki muutkin tässä busineksessä tekevät. Apukoulun priimushan on helppo olla ja siksi bench marking-kohde on haettava jostain muualta, mieluummin saman busineksen menestyneimmästä päästä.

SIIS toisaalta voi tietysti kysyä onko savupiipputeollisuudesta ylipäättänsä enää löydettävissä mitään amerikkalaista unelmaa. Malmivarat hupenevat, ja raaka-aineet on rahdattava pitkin maailmaa yhä piteneviä pääomapatkua myöten kalliisti rakennetuille laitoksille. Tässä mielessä on metsäteollisuus vallan toisessa jamaassa, raaka-aine kun kasvaa itseksensä Junntilan tuvan seinän takana. Eikä edes EMU:un liittyminen huoleta. Aikanaan, kun metsäteollisuudella meni huonosti, niin ei kun delvalvoitiin markkaa. Jos nyt liitytään EMU:un ja sellun hinta joskus pilaantuu, niin devalvoidaan EMU, ja vot, taas vyöryy panssarikiilat. Ruotsalaiset vihreät ovat kylläkin luonnollisesti löytäneet lääkkeet näihinkin mainittuihin perusmetallin ongelmiin ja samalla kaikkiin muihinkin, mm. ympäristöongelmiin. Ne nimittäin ovat tosissaan ehdottaneet kaikkien metallien käytön lopettamista vuoteen 2020 mennessä. Lukekaapa vaikka heikäläisiä tutkimuksia ja lakialoitteita. **SIIS** näyttää RWBK:nkin pikkuhiljaa olevan aika siirtyä tuohitorviin.

SIIS on kommentaattorimme insinööri-toimistosta *Maa ja Matkustaminen* taas kerran sotkeutunut ravintolalaskujen ohella sananlaskuihin. Sanotaanhan mm. että "*Herrat pääsee aina pälkähästä*". Kuten tämä herra U. Sundqvist tästä vahingonkorvausjupakasta ja muut herrat muista jupakoista. Kommentaattorimme olisi kiinnostunut tietämään miten tämä em. *pälkähä* määritellään ja miten sinne alunperin pääsee, jotta siitä sittemmin voi päästä pois. Vaikuttaa rahakkaalta. Kommentaattorimme on toisaalta viisaampi olla avaamatta suutaan, koska hänellä on tunnetusti vaikeuksia sen sulkemisessa. Konsultti jos avaa suunsa on muiden tavallisesti se suljettava.

SIIS on teknillis-sosiaalinen yhdistys **Tosikot** julkistanut uuden juhluvuotensa tunnuksiksi edelleen pitää kirkkaana päämääränään olla koko vuoriteollisuuden jatkuvan menestyksen, edistyksen ja kehityksen tiellä.

**Lietepumput
Suodattimet • Syklonit
Muut rikastuskoneet**

SVEDALA Oy Svedala Ab
Kärkikuja 2, 01740 Vantaa
Puh. (09) 221 950, fax (09) 2219 5292

Palvelemme ja suoritamme geolan tutkimusta kentällä ja ajanmukaisissa laboratorioissamme.

Geologian tutkimuskeskus

Betonimiehenkuja 4
02150 ESPOO

Puh. 020 550 20
Fax. 020 550 12



ROCBO-ROCKMORE INT.

Neximport Oy
Kantelettarenkuja 1
00420 Helsinki
Tel. +358-0-563 3300
Fax +358-0-563 3033

outokumpu

IDEASTA TOTEUTUKSEEN

OUTOKUMPU RESEARCH OY

PL 60, 28101 PORI
puh. 02-626 6111, fax 02-626 5310



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



SUOMEN MALMI OY

PL 10
02921 ESPOO
PUH 09-8524 010
FAX 09-8524 0123

**Automaattiset
painesuodattimet**

LAROX

Separates the best from the rest

Larox Oy

PL 29
53101 Lappeenranta
Puh. 05 668 811
Fax 05 668 8277
E-mail info@larox.fi
Internet www.larox.fi



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

- Pumput
- Syklonit
- Venttiilit

Heikki Pönni Dipl.ins., MBA

Markkinointi
Yritysstrategiat
Hallitusjäsenyydet

Takojantie 1 G
02130 Espoo
puh/fax 09-4558767
gsm 040-5533613

osaston johtajaksi ja oman luokitukseen ja jauhatukseen erikoistuneen yhtiönsä toimitusjohtajaksi.

Hän perusti LaCAD Oy:n 1988 ja toimi sen toimitusjohtajana kuolemaansa saakka. Hän oli myös suihkujauhimia valmistavan Emusystem Oy:n toimitusjohtaja.

Pertille olivat ominaisia innovatiiviset prosessiratkaisut, useat luokitusalan keksinnöt, ystävällisyys ja vaatimattomuus sekä harrastuslastajan peräänantamattomuus.

Ystävän, yhteistyökumppanin ja arvostetun ammattilaisen muistoa kunnioittaen,
Kari Heiskanen

J n Memoriam



Pertti Juhani Ovaskainen
18.11.1948 - 12.1.1998

Toimitusjohtaja Pertti Juhani Ovaskainen poistui joukostamme yhtäkki- sen sairauskohtauksen saatuaan 12.1.1998. Hän oli syntynyt 18.11. 1948 Juukassa.

Pertti valmistui insinööriksi Wärtsilän teknisestä oppilaitoksesta Joensuusta 1970 koneenrakennusinsinööriksi.

Varusmiespalveluksen jälkeen hän meni ensimmäisen työpaikkansa Murskauskone Oy:n, myöhemmin Roxon Oy:n palvelukseen. Se suuntasi Pertin uran luokituksen ja jauhatuksen alalle. Hän toimi aluksi suunnitteluinsinöörinä ja siirryttyään Laroxille aikanaan eteni Laroxin luokitus-

Uusia jäseniä - nya medlemmar

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

Kokouksessa 21.10.1997

Korhonen, Anja Riitta, FL,
s. 13.2.1943, turvegeologi, GTK, Espoo
Os: Hämeentie 156 C 6,
FIN-00560 HELSINKI
Jaosto: geo

Lampinen Terhi Pauliina, DI
s. 5.10.1971, tutkija, hydrauliset tutkimukset, GTK, Espoo
Os: Kalastajanmäki 10 C 46,
FIN-02210 ESPOO
Jaosto: geo

Nieminen, Jukka Sakari, 96 ov.,
s. 16.4.1969, opiskelija, Turun yliopisto, Geologian ja mineralogian os.
Os: Yo-kylä 20 A 23, FIN-20540 TURKU
Jaosto: geo

O'Brien, Hugh Edward, Ph.D.,
s. 27.2.1960, tutkija, ore geology research, GTK, Espoo
Os: Kotiharju 8, FIN-02300 ESPOO
Jaosto: geo

Virtanen, Kimmo Sakari, FT,
s. 19.2.1953, erikoistutkija, turpeen geokemia, GTK, Kuopio
Os: Samoilijantie 3 A 2
FIN-70200 KUOPIO,
Jaosto: geo

Konkola, Jorma Walter, DI
s. 2.10.1961, sulaton käyttöinsinööri, Ahlström Pumput Oy, Karhulan valimo
Os: Karhunkatu 14 F 22,
FIN-48600 KARHULA
Jaosto: met

Kokouksessa 17.12.1997

Mäkikyrö, Marko Jaakko, TkL
s. 28.10.1966, kehityspäällikkö, terästeoll. kuonien tutkimus ja keh., SKJ-yhtiöt Oy
Os: PL 217, FIN-90101 OULU
Jaosto: rik

Nyholm, Henry Kristian, dipl.ekon.
s. 9.9.1951, asst. general mgr, kone/metallialat, Marubeni Scandinavia, Helsinki
Os: Mikonkatu 1 B,
FIN-00100 HELSINKI
Jaosto: rik met

Tähkiö, Timo Pekka Antero, tekn.
s. 31.3.1957, projektipäällikkö, New Steel Oy
Os: Maamiehenkatu 4 B 9
FIN-83500 OUTOKUMPU
Jaosto: rik

Hakala, Tiina Marjo Eliisa, DI
s. 19.11.1970, tutkimusinsinööri, Outokumpu Research Oy, Pori
Os: Yläruukintie 9 as 3, FIN-28610 PORI
Jaosto: met

Heino, Jyrki Juhani, TkL
s. 4.5.1955, yliassistentti, Oulun yliopisto, prosessimetallurgian professuuri
Os: Kuovitie 5 B 8, FIN-90540 OULU
Jaosto: met

Järvi, Juha Erik, DI
s. 4.12.1969, tutkija, TKK, materiaalien valmistustekniikan laboratorio
Os: Lahnaruohtontie 1 A 18
FIN-00200 HELSINKI
Jaosto: met

Lounasmaa, Jouni, 159 ov.
s. 22.11.1972, tekn.yo, TKK, materiaali- ja kalliotekniikan osasto
Os: Sepänkatu 9 B 61
FIN-00150 HELSINKI
Jaosto: met

Muranen, Antti Olavi, DI
s. 17.9.1971, kehitysinsinööri, prosessinkehitys, Imatra Steel Oy Ab
Os: Terässiskonkuja 3 A 1,
FIN-55610 IMATRA
Jaosto: met

Muukkonen, Tatu Petteri, DI
s. 9.7.1968, tutkija, pintatekniikka, VTT Valmistustekniikka, Espoo
Os: Vanharaide 3 A 10,
FIN-02610 ESPOO
Jaosto: met

Näsman, Ove Torbjörn, LL
s. 31.3.1947, johtava lääkäri, Fundia Wire Oy Ab, Taalintehtas
Os: Doktorsvägen 1,
FIN-25900 DALSBROK
Jaosto: met

Peuraniemi, Esa Juhani, DI
s. 20.4.1970, tutkija, TKK, materiaalien valmistustekniikan laboratorio
Os: Meteorinrata 5 D 49
FIN-02210 ESPOO
Jaosto: met

Vierimaa, Kari Juhani, DI
s. 1.5.1958, pääsuunnittelija, materiaalien valinta ja kehitys, Neles Controls
Os: PL 6, FIN-00881 HELSINKI
Jaosto: met

Öini, Juha Pekka, DI
s. 25.11.1964, tutkimusinsinööri/vaurioanalytiikka, materiaalitkn. asiantunt., Imatran Voima Oy, Teknologiakeskus, Vantaa
Os: Lukkarintie 6 J
FIN-00680 HELSINKI
Jaosto: met

Uutta jäsenistä

Sjöberg, Hasse Armas, DI
s. 14.10.1946, myyntipäällikkö, YTM-Industrial Oy, Tyhjiötekniikka
Os: Nuottaniementie 1 C 15
FIN-02230 ESPOO
Jaosto: met

Rosenberg, Leena Tuulikki, ins.
s. 12.5.1947, System Development Manager, Outokumpu Engineering Contractors Oy

Ulla-Riitta Lahtinen hoitaa Vuorimiesyhdistyksen jäsenrekisteriä.

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

Osoite:

Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y.
Ulla-Riitta Lahtinen
Kaskilaaksontie 3 D 108
02360 ESPOO
Puh. 09-8134758 (kotiin)

**New dimension for melting shops:
nickel briquettes for alloys and steel-making**



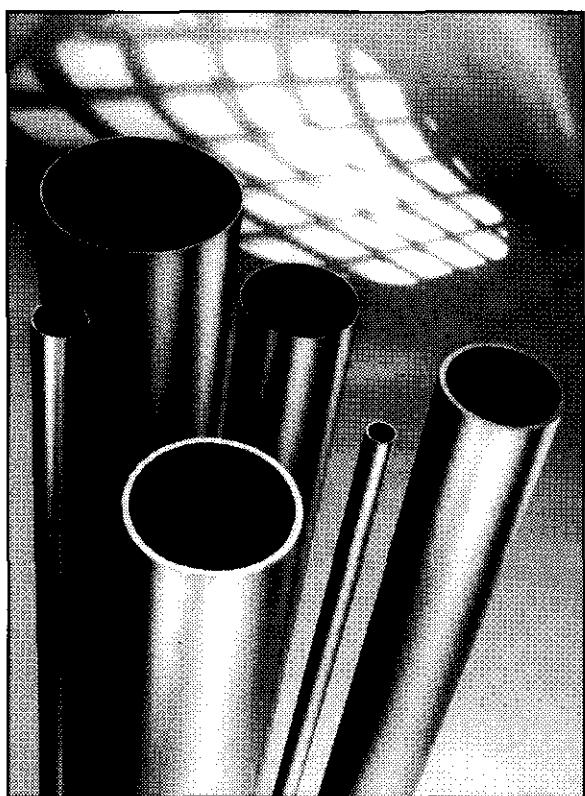
A versatile alternative to Outokumpu electrolytic nickel cathodes. Nickel briquettes conform to ASTM B39. Available in various package sizes!

Call us! Wherever you are, our representative closest to you will provide information on our comprehensive range of services.

 **outokumpu**

*Outokumpu Harjavalta Metals Oy
P.O.Box 89, FIN-02201 Espoo, Finland
Tel. + 358-9-4211, fax + 358-9-421 2520*

BASE METALS • STAINLESS STEEL • COPPER PRODUCTS • TECHNOLOGY



**Maailma
täynnä putkia.**

Jaron putkituotteet.
Kestämään korroosiota, painetta ja
korkeita lämpötiloja.
Kaikkialla maailmassa.

**Ruostumattoman
teräksen asiantuntija.**

 **jaro**

*Oy JA-RO Ab
Pl. 15, 68601 Pietarsaari
Pub. (06) 786 5111 Fax (06) 786 5222*

STAINLESS STEEL



Arabian tehdas 17. marraskuuta

Perinteisen pikkujoulun sijaan vuorinaiset (29) kävivät joulustoksilla Arabian tehtaalla. Opastetun tehdaskieroksen aikana nähtiin, miten monta eri vaihetta käy läpi esim. kahvikuppi, ennenkuin se on valmiina pöydällämme.

Myös esineiden erilaiset

koristelutavat tulivat tutuksi, ja vanhat astiat keittiön kaappissa nousivat arvoon arvaamattomaan.

Nostalgiaa herättävän museokäynnin jälkeen juotiin pikkujoulukahvit ja tehtiin joulustoksia. □

(TH)

Balettiretki Mikkeliin 25. lokakuuta

Esimakua talvesta saatiin, kun pitkän ajomatkan jälkeen saavuttiin lumiseen Mikkeliin.

Surfcoat Oy:n tiloissa juotiin päiväkahvit ja vierailun isäntä, Hannu Savisalo, kertoi Savcor-yhtiöistä, Ballet Mikkelistä sekä siitä, miten ne liittyvät hänen ja Ulla Savisaloon elämään. Ennen ruokailua Kenkäverossa tutustuttiin Päämajamuseoon ja

Lokkiin.

Ruokailun jälkeen vuorinaiset avec (22+17) siirtyivät konserttitalo Mikaeliin.

"Ilta Maja Plisetskajan kanssa" täytti odotukset. Balletinautintoa täydensi taiteilijaprofessori Heikki Värsin ohjaus baletin maailmaan ja illan esitykseen. Ylellisyyttä iltaan toivat ruusut ja kuohuviini esityksen jälkeen. □

(TH)

EU-ilta 29. syyskuuta



Tuulikki Hakkarainen kukitti Marjo Matikainen-Kallströmin EU-informaatiotilaisuuden päätteeksi.

Vuorinaiset

Millainen on Europarlamentti ja minkälaista on europarlamentaarikon työ?

Vuorinaisten syksyn ensimmäisessä tilaisuudessa Euroopan parlamentin jäsen Marjo Matikainen-Kallström kertoi uudesta haastavasta työstään Brysselissä. Tilaisuus pidettiin Geologian tutkimuskeskuksessa ja se keräsi ennätysmäärän yleisöä (50).

Marjon ja illan isännän,

GTK:n ylijohtaja Raimo Matikaisen lisäksi läsnä oli muitakin vuorimiehiä (22), sillä tilaisuus oli avec.

Illan aikana esimerkiksi saimme pettymykseksemme kuulla, että kurkkudirektiiviä ei ole olemassa, päinvastoin kuin yleensä luullaan. Kysymyksessä onkin vain kurkkujen laatuluokitus.

Kiitos Marjo mielenkiintoisesta illasta! (TH) □

Vuorinaisia Euroopan parlamentissa

Lauantaina 1.11.1997 lähti ryhmä vuorinaisia (vahvistettu johtokunta) Euroopan parlamentin ja sen jäsenen Marjo Matikainen-Kallströmin vieraaksi Brysseliin tutustumaan Europarlamenttiin ja sen toimintaan.

Sunnuntaina oli ohjelmassa Kaarina Leskisen opastama kaupunkikiertoajelu. Mielikuvistustaan vuorinaiset saivat harjoittaa yrittämällä nähdä sumun seasta sen mitä opas sanoin kuvasi. Kierroksen jälkeen olut ja kuuma viini paikallisessa kahvilassa kuuluivat asiaan.

Koko maanantaipäivä käytettiin tutustumiseen matkan varsinaiseen kohteeseen, Euroopan parlamenttiin. Parlamentin tiedottajan seikka-peräisen ja mukaansatempaavan esityksen jälkeen lähdeittiin kiertokäynnille parlamentin tiloihin. Kuljettiin loputtomia käytäviä, tungeksittiin hisseissä ja käytiin suuressa istuntosalissa. Vuorinaisille tarjoutui myös tilai-

suus seurata Kansalaisvapauksien ja sisäasiain valiokunnan työskentelyä, jonka varajäsen Marjo on. Meneillään oli D'anconan mietinnön kolmas käsittely jäsenvaltioiden huumelainsäädännön yhteinäistämisestä, joka sitten käsiteltiin parlamentin tammi-kuun täysistunnossa Strasbourgissa. Valiokunnan vieraana oli Itävallan sisäministeri. Äänestyksen sekä istunnon seuraaminen kuulokeista simultaanitulkkien välityksellä oli niin mielenkiintoista, että siellä olisi istunut vaikka kuinka kauan.

Matkan viimeinen päivä oli varattu ostosten tekemiseen, ja matkalaukut olivatkin pullollaan, kun kotimatka alkoi. Helsinki-Vantaan lentokentällä oli iloisia vuorinaisia vastassa joukko huolestuneita vuorimiehiä. Eikä syyttä!

Euroopan parlamentti ja Bryssel - avartava ja mielenkiintoinen matka. Kiitos kutsusta Marjo! □

TM, TH



Vuorinaisten vahvistettu johtokunta tutustumassa Euroopan parlamenttiin.



Kaarina Leskinen esittelee vuorinaisille Brysselin nähtävyyksiä.



Näkymä
laitenäyttelystä
EAGE:n
vuosikokouksessa
Genevessä
toukokuussa 1997.
Kuva:
Pool Photo, Geneve

Geofysiikan suurkonferenssi Suomeen 1999

Teknillisen korkeakoulun Insinööri-geologian ja geofysiikan laboratorion (TKK IGE) paikallisella isännyydellä järjestetään Helsingin Messukeskuksessa 6.-11. kesäkuuta 1999 suuri geofysiikallinen konferenssi. Konferenssiin odotetaan noin kolmea-neljätuhatta osanottajaa, ja siihen liittyy myös erittäin laaja alan laitenäyttely. Kyseessä on siten eräs suurimmista Suomen isännöimistä kansainvälisistä kokouksista.

Konferenssilla on kaksi kansainvälistä taustaorganisaatiota, EAEG eli European Association of Exploration Geophysicists ja EAPG eli European Association of Petroleum Geoscientists, joiden kattojärjestö on EAGE (European Association of Geoscientists and Engineers). Ensinmainitun eli EAEG:n jäsenmäärä on yli neljätuhatta ja sen puheenjohtajana kaudella 1996-97 toimi apulaisprofessori Markku Peltoniemi Teknillisestä korkeakoulusta.

Tämän suurkonferenssin saaminen Suomeen näyttelyineen ja liitännäistilaisuuksineen on huomattava luottamuksen osoitus maamme sovelletun geofysiikan ammattikunnalle. Kyseessä on lähes ainutkertainen mahdollisuus esitellä suomalaisia osaamista niin mineraalija muitten geologisten resurssien tutkimuksessa kuin

alan laitevalmistuksessa ja koulutuksessa. Tätä mahdollisuutta on tarkoitus myös hyödyntää täysimääräisesti.

Konferenssin hankkiminen Suomeen on edellyttänyt yli kymmenen vuotta kestänyttä panostusta hankkeeseen niin Helsinki-Finland Congress Bureau, Finnairin kuin TKK-IGE:nkin osalta. Hanketta ovat hakuaiheessa tukenneet myös alan suomalaiset yhdistykset - Vuorimiesyhdistys, Geofysiikan Seura ja Suomen Geologinen Seura.

Konferenssin järjestelyt ovat hyvässä vauhdissa. Paikallinen järjestelytoimikunta aloitti työnsä helmikuussa 1997. Tila- sekä sosiaalisen ohjelman esiintyjäsopimukset on pääosin tehty ja tieteellisten workshop-, kurssi- ja kenttäkäyntiohjelmien suunnittelu on menossa. Konferenssin ensimmäinen tiedote tulee kansainväliseen jakeiluun kesäkuussa 1998 ja konferenssiesitelmien kutsutiedote syksyllä 1998. **Esitelmätivistelmien jättöaika tulee olemaan noin 15.1.1999** - tämä tiedoksi jo nyt, jotta saamme tieteelliseen ohjelmaan vahvan suomalaisen panoksen.

Lisätiedot:

Apul.prof. *Markku Peltoniemi*
Teknillinen korkeakoulu
PL 6200, 02015 TKK
Markku.Peltoniemi@hut.fi
<http://www.hut.fi/HUT/Geophysics/eage.html>

Viime syksy oli erittäin taapahtumarikasta aikaa geologijaoston osalta. Järjestettiin syyssekskursio, sovelletun geofysiikan neuvottelupäivät ja geokemian päivät. Myös tänä vuonna tapahtumat tulevat painotumaan syksyyn.

VIIME SYKSYN TAPAHTUMAT

Syyssekskursio

Tänä vuonna syyssekskursio suuntautui Lounais-Espanjaan ja Etelä-Portugaliin ns. pyriittibeltille, joka on Euroopan huomattavin sinkki-lyijymalmivyöhyke. Ekskursio tehtiin 12.-18.10. auringon suosissa 26 osallistujaa. Ekskursiosta enemmän tässä lehdessä.

Sovelletun geofysiikan XI neuvottelupäivät

Sovelletun geofysiikan XI neuvottelupäivät pidettiin 22-23.10. Oulun yliopistolla.

Osallistujia oli 69. Päivillä esiteltiin aikaisempaa tapaa noudattaen sovelletun geofysiikan parissa työskentelevien viime aikaista toimintaa. Esitelmää pidettiin 37 kpl, lisäksi oli 15 posteria sekä laite- ja ohjelmistoesityksiä.

Geokemian päivät

Neljännet geokemian päivät pidettiin 12-13.11. Kuopion Rauhalahdessa. Kokouksen teemana oli 'Geokemia ja maankamaran kestävä käyttö'. Esitelmien (16 kpl) ja postereiden (10 kpl) lisäksi kokoukseen liittyi myös ekskursio Kemiran Siilinjärven kaivokselle, missä tutustuttiin kaivokseen ja kaivoksen sekä tuotantolaitosten ympäristönhoitoon. Osallistujia päivillä oli 100.

TULEVAN SYKSYN TAPAHTUMAT

SYYSSEKURSIO

Geologijaoston toimintaan on kuulunut joka vuosi ekskursiot kiinnostaviin kohteisiin.

Tänä syksynä 22-24.9. suuntaamme kulkumme Kuhmo-Suomussalmen liuskevyöhykejaksolle ja Koston alueelle. Yöpymiset Lentiirassa, Suomen puolella. Mukaan mahtuu 50 jaoston jäsentä. Ekskursiomes-tarina toimii Erkki Luukkonen Geologian tutkimuskeskuksesta Kuopiosta.

LAIVASYMPOSIIO

Loka-marraskuun vaihteessa järjestetään symposio laivalla välillä Helsinki-Tukholma-Helsinki. Teemana on tietotekniikan kiihtyvä tahti geologian alalla. Mukaan mahtuu noin 100 jaoston jäsentä.

Lisätietoja tulevista ja meneistä tapahtumista geologijaoston sihteeriltä Jaana Lohvalta.

Yhteystiedot:

Geologian tutkimuskeskus,
PL 96, 02151 ESPOO
puh. 020 550 2309,
fax. 020 550 2197,
e-mail. jaana.lohva@gsf.fi

Kaivos- ja rikastus- jaostojen Puolan ekskursio

Lokakuun puolivälissä, 14-19.10, järjestivät VMY:n kaivos- ja rikastusjaostot yhteisen tutustumatkan Puolan kaivosteollisuuteen. Matkaan osallistui yhteensä 15 jaostojen jäsentä. Mukaan olisi sopinut toki hieman suurempikin joukko, mutta eräät päällekkäiset tapahtumat kasvivat halukkaiden joukkoa.

Vierailukohteina olivat Wielizkan historiallinen suolakaihos, ZG Trzebieonkan sinkki-lyijykaihos sekä Rudnan kuparikaihos. Ohjelmaan saatiin toki sovitettua myös enemmän ja vähemmän kulttuurillia vapaa-ajan ohjelmaa.

Matka alkoi tiistai-iltana LOTin lennolla Helsingistä Varsovan kautta Krakovaan, jonne saavuttiin puolenyön aikaan. Aamulla suunnattiin ensimmäiseen vierailukohteeseen, eli Wielizkaan, noin 15 km Krakovasta kaakkoon. Tuo vain 18 000 asukkaan paikkakunta on tunnettu yli 700 vuotta vanhasta suolakaivoksestaan. Suolan valmistuksella alueella on liki 5000 vuotiset perinteet, ja Wielizkan kaivos on eräs vanhimmista yhä toimivista teollisuuslaitoksista koko Euroopassa. Samalla kaivos on eräs tunnetuimmista Puolan kulttuurinähtävyyksistä. Kaivoksessa on useita taidokkaasti rakennettuja ja sisustettuja kappeleita, ja lukuisia toinen toistaan hienompia veistoksia ja reliefejä. Kaivos kuuluu nykyisin UNESCO:n kaikkein merkittävimpien kulttuuri- ja luonnonhistoriallisten kohteiden joukkoon.

Kaivoksen ensimmäinen kuilu on rakennettu 1200-luvun lopulla, minkä jälkeen kaivoksesta on kaikkiaan louhittu noin 25 miljoonaa tonnia suolaa. Kaivoksen kokonaispituus on kuusi kilometriä ja leveys 900 metriä. Syvimmillään louhinta on ulottunut 327 metriin.

Perusteellisen tutustumiskäynnin aikana meillä oli

mahdollisuus tutustua erittäin vaikuttavaan maanalaiseen kaivosmuseoon ja Puolan suolakaivosteollisuutta esittelevään näyttelyyn. Vierailukohdetta voi suosittelua kaikille Krakovan suunnassa vieraileville.

Krakovan historialliseen keskustaan tutustumisen jälkeen matka jatkui Katowitzen kautta seuraavan päivän vierailukohteeseemme, eli ZG Trzebieonkan sinkki-lyijykaihoselle. Siellä meitä olikin vastassa kaivoksen koko korkein johto, joka mieltälämmitävästi kehui suomalaisia laiteoimittajiaan Outokumpua, Laroxia ja Tamrockia.

Malmin pitoisuus on 3-4% sinkkiä ja 1,5% lyijyä. Louhinta on alkanut vuonna 1962 ja vuosinosto on nykyisin noin 2,3 miljoonaa tonnia. Kaivoksella on pääkuilu, apukuilu ja kaksi vinotietä. Louhinta tapahtuu 200 metrin syvyydestä. Louhintamenetelmänä on *room and pillar* hydraulisella hiekkatäytöllä. Yhtiö yksityistettiin vuonna 1995, jolloin 85% osakkeista luovutettiin investointirahastoille ja 15% henkilökunnalle. Vaikka kaivosta on viime vuosina voi-

makkaasti uudistettu mm. kuormauskaluston osalta, on suomalaistenkin kaivoskoneiden viennille vielä paljon mahdollisuuksia.

Rikastamo uudistettiin laajasti 80-luvulla. Rikastusmenetelmänä on painovoimakerotus ja vaahdotus. Prosessi tuntui olevan mukavasti hallinnassa ja ohjauksjärjestelmät yllättävänkin moderneja.

Kolmannen päivän vierailukohde oli Rudnan kuparikaihos Wroclawin seudulla Polkowicessa. Alueella toimii kolme kaivosta (Lubin, Polkowice-Sieroszowice ja Rudna), niiden rikastamot, kaksi sulattoa ja valssaamo. Kaivosten yhteinen tuotanto on yli 26 miljoonaa tonnia kuparimalmia, jonka pitoisuus on noin 1,7%. Rudnan kaivos on näistä tuotannoltaan suurin, mutta myös syvin, ulottuen 1200 metrin syvyyteen. Maankuoren lämpeneminen oli, vieraillessamme yli kilometrin syvyydessä, helposti havaittavissa. Työskentelykohteissa saattaa lämpötila nousta 28 asteeseen.

Malmiesiintymä on lähes vaakatasoinen. Rudnan kaivos kattaa noin 78 neliökilometrin alueen. Yksistään tällä kaivoksella on kymmenen kuilua, joista 3 tuotantoon, 3 tuuletukseen ja loput huoltokuiluja. Malmin paksuus vaihtelee 17 ja 25 metrin välillä. Louhintamenetelmänä on

pääosin *room and pillar*, mutta paksuimmilla osueilla käytetään myös *cut and filliä*.

Rikastamo oli jo mittasuhteiltaan valtaisa. Prosessi on perinteinen *murskaus-jauhatus-vaahdotus*, mutta siinä tuntui olevan runsaasti mielenkiintoisia erityispiirteitä. Lähemmin kiinnostuneet voivat ottaa yhteyttä Laroxin Janne Kauppiin. Larox tunnetaan varsin ansiokasta työtä Rudnan kuivatusprosessin modernisoinnissa.

Kaivosvierailun jälkeen tustuiimme vielä Wroclavin historialliseen keskustaan. Alue kärsi pahoin viime kesän suurtulvasta. Vielä nytkin oli jäljellä merkkejä korkean veden jättämistä jäljistä, veden nousua pahimmillaan lähes kahdeksan metriä normaalitasostaan. Wroclavista matka suuntautuikin jo Varsovan kautta kotiin.

Kaiken kaikkiaan matka ainakin allekirjoittaneen näkökulmasta oli erittäin onnistunut. Siitä kiitokset Töölön Matkatoimistolle ja sen puollalaiselle yhteistyökumppanille Orbikselle, Laroxille ja sen Puolan tytäryhtiölle, joka avusti meitä vierailujen järjestämisessä, ja tietysti kaikille mukanaolijoille. Saimme hyvän läpileikkauksen Puolan kaivosteollisuuden nykytilasta ja Puolasta muutoinkin. □

Tero Vierros

Ekskursiolaisia tauolla Katowitzen ja Wroclavin välillä.



Jaoston toimintaker- tomus vuodelta 1997

Toiminta

Metallurgijaosto on kokoon-
tunut toimikauden aikana
vuosikokoukseen, kesäret-
kelle ja syyskokoukseen.

Vuosikokous pidettiin
21.3.1997 Helsingissä Mari-
na Congress Centerissä. Ko-
koukseen osallistui 245 jä-
sentä.

Esitelmät olivat:

- FM Seppo Turunen, Auto-
kumpu Oy, Yrityksen arvot ja
ihmiset

- Johtava lääkäri Ove Näs-
man, Fundia Wire Oy Ab, *Mi-
ten insinööri jaksaa!*

Jaoston **kesäretki** tehtiin
5.9.1997 ja se suuntautui
Uuteenkaupunkiin. Isäntänä
oli Valmet Automotive Oy ja
retkelle osallistui 38 metal-
lurgia.

Syyskokous pidettiin TKK:n
Materiaali- ja kalliotekniikan
osaston ja Vuorimieskillan
50-vuotisjuhlien yhteydessä.
Jaoston järjestämään iltapäi-
väpaneeliin osallistui 139
henkeä ja sen aihe oli: *Metallur-
gian haasteet uuden vuosi-
tuhannen alkaessa.*

Jäsenet

Metallurgijaoston jäsenmää-
rä oli vuoden 1997 lopussa
1164, joista nuoria jäseniä
on 18. Vuoden 1997 aikana
johtokunta puolsi uusiksi jä-
seniksi 30 henkilöä, joista 25
varsinaiseksi ja 5 nuoreksi jä-
seneksi.

Jaoston johtokunta

Jaoston johtokunnan ko-
koonpano on ollut seuraava:

Asser Siuvatti, Rautaruukki Steel

Vuosikokousesitelmän referaatti

*"Teräksen tekijän työn laatu/
Kvalitet på stålfremställarens
arbete"*

Asiakastyytyväisyys ja yri-
tystoiminnan kannattavuus
syntyvät laadukkaan työn
kautta. Asiakasvaatimusten
toteuttaminen tuotteissa ja
palveluissa sekä toimiminen
"kerralla valmiiksi" -periaat-
teella luovat pitkällä tähtäi-
mellä asiakasuskollisuutta ja
tuottavuuden nousua. Työn-
tekijän vastuu työn laadusta
on myös vastuuta yrityksen
kannattavuudesta. Vastuuta
ja mahdollisuutta päätöksen-
tekoon ei voi erottaa toisistaan.
Vastuunotto edellyttää
luottamusta johdon ja työntekijöiden välillä, riittävästi pa-
lautetietoa työn laadullisista
tekijöistä sekä palkitsemista
niistä asioista, joihin työnteki-
jä voi vaikuttaa. Työnjohdon
roolin muuttuminen vuosien
varrella näkyy ja tulee näky-

mään entistä selvemmin tule-
vaisuuden terästeollisuudes-
sa. Haasteita riittää myös
työntekijöille jatkuvan oman
ammattitaidon ylläpitämises-
sä ja uuden osaamisen han-
kinnassa.



Asser Siuvatti (62) on toimi-
nut *päälluottamusmiehenä*
Rautaruukin Raahan teräs-
tehtaalla vuodesta 1974 lähti-
en. Sitä ennen hän toimi seit-
semän vuotta merimiehenä ja
jäi vuonna 1963 ankkuriin ter-
rästehtaalle, jossa eteni
asentajasta voimalaitoksen
valvomonhoitajaksi. Asser
Siuvattilla on ollut pitkä ja väri-
käs ura ay-liikkeen eriastei-

Puheenjohtaja

DI **Erkki Ristimäki**, Fundia
Wire Oy Ab, Hanko

Varapuheenjohtaja

DI **Pekka Tuokkola**, Outo-
kumpu Harjavalta Metals Oy,
Pori

Sihteeri

DI **Arto Mustonen**, Fundia
Wire Oy Ab, Taalintehdas

Jäsenet

Prof. **Lauri Holappa**, TKK, Es-
poo, DI **Matti Johansson**,
JOT Components, Karkkila,
TkL **Salla Sundström**, Rauta-
ruukki Steel, Raahe, TkL
Martti Veistaro, Imatra Steel
Oy Ab, Imatra, DI **Paula Vier-
ros**, Huber Testing Oy Ab,
Vantaa.

Jaoston johtokunta on ko-
koontunut vuoden 1997 ai-
kana viisi kertaa.

Koulutustoiminta

Koulutustoiminta on hoidettu
Metallurgian Valtakunnalli-
sen Asiantuntijatoimikunnan
(Metallurgian VAT) kautta.

Toimikunnan puheenjohtaja-
na on toiminut TKT Veikko
Heikkinen, Rautaruukki Oy.

Vuoden 1997 aikana on jär-
jestetty seuraavat kurssit:

"Pintailmiöt metallurgiassa"
POHTO, Oulu 24.-25.4.1997,
59 osallistujaa

*"Metallurgisen teollisuuden
kuumennusuunit ja suojakaa-
sutekniikka"* POHTO, Oulu
18.-19.11.1997, 52 osallistu-
jaa.

Korkeakoulu yhteistyö

Yhteistyöelimen puheenjoh-
tajana on toiminut professori
Lauri Holappa.

Tiedotus

Jaoston tiedotus on hoidettu
Vuoriteollisuuslehden metal-
lurgisivuilla. Lehti ilmestyi
vuoden aikana kolme kertaa.

Erkki Ristimäki,
puheenjohtaja
Arto Mustonen
sihteeri

Erkki Ström, Outokumpu Copper Products Oy

Vuosikokousesitelmän referaatti

*Laatu asiakkaan näkökul-
masta - Kvalitet ur kundens
synvinkel*

Asiakkaat odottavat toi-
mittajan taholta kokonais-
suoritusta, johon kuuluvat
kaikki toiminnot, joita teh-
dään toimittajan taholta asi-
akkaan palvelemiseksi ja
asiakkaan liiketoiminnan

kannattavuuden parantami-
seksi. Toiminnot ennen tila-
usta, toimituksen aikana ja
toimituksen jälkeen ovat
osaelementtejä asiakkaan
näkökulmasta, ja niihin kaik-
kiin liittyy laatutekijöitä. Tosi-
asiassa asiakas on laajenta-
nut näin myös tuotteen käsi-
tettä.

Toimittajan suunnalta kat-
sottuna asiakas on vaativam-
pi, mutta avaa myös laajem-
pia mahdollisuuksia tuotteiden
eriyttämiseen.

sisä luottamustehtävissä
työpaikka- ja liittotasolla;
*mies on kerännyt roppakau-
palla niin kiitoksia kuin hau-
kujakin. Siuvatti tunnetaan*
*myös yhteiskunnallisena vai-
kuttajana erilaisissa järjes-
töissä. Hän on toiminut toista-*
kymmentä vuotta kaupungin-
valtuustossa sekä on myös El
*EU:lle -liikkeen keulahahmo-
ja. Vapaa-aikanaan Asser Siu-
vatti lataa akkujaan erämaa-
vaelluksilla ja kalastamalla.*

DI **Erkki Ström** vastaa Outo-
kumpu Copper Products
Oy:n kansainvälisestä tekno-
logiasta, investoinneista sekä
kehityksestä. Hän on toiminut
nykyisessä tehtävässään vuo-
desta 1991 lähtien. DI Ström
on toiminut aikaisemmin Ova-
ko Steel Oy Ab:ssa erilaisissa
johtotehtävissä. Vuorimiesyh-
distyksen jäsen hän on ollut
vuodesta 1966.

Metallurgijaoston tapahtumakalenteri 1998

(Ns. mukailtu savolainen malli: Kaikki vastuu siirtyy lukijalle välittömästi.)

- 27.-28.3. Vuorimiespäivät 1998
- 21.-22.4. Metallurgisten prosessikaasujen puhdistus ja käyttö -kurssi
Järjestäjä Metallurgian VAT ja POHTO
- 4.9. Metallurgijaoston kesäretki Raaheen
Syksy -98 Senkka- ja tyhjiömetallurgia -kurssi.
Järjestäjä Metallurgian VAT ja POHTO
Jaoston syyskokous

"Pintailmiöt metallurgiassa"-seminaarin (24.-25.4.1997) julkaisu on ilmestynyt. Tiedustelut ja tilaukset POHTOn asiakaspalvelusta, puh. 08-5509722 tai sähköpostitse: asiakaspalvelu@pohto.fi

Parahin Metallurgi!

Jos Sinulla on tietoa tapahtumista, jotka saattavat kiinnostaa metallurgeja laajemminkin, ota yhteyttä jaoston sihteeriin: Arto Mustonen, puh. 02-4285252, fax 02-4285149.

Metallurgijaoston vuosikokous

Perjantaina 27.3.1998 kello 14.00
Marina Congress Center, Europaea-sali,
Katajanokanlaituri 6, Helsinki

ESITYSLISTA

1. Kokouksen avaus
2. Kokouksen päätösvaltaisuuden toteaminen
3. Kokouksen järjestäytyminen
4. Metallurgijaoston toimintakertomus vuodelta 1997
5. Jaoston johtokunta vuodelle 1998
6. Metallurgijaoston toimintasuunnitelma vuodelle 1998
7. Muut mahdolliset asiat
8. Vuosikokousesitelmät
9. Kokouksen päättäminen

Jaoston toiminta- suunnitelma vuodelle 1998

Toiminta

Jäsentoiminta hoidetaan yhteisten tilaisuuksien avulla. Näitä ovat:
vuosikokous esitelmiseen Helsingissä 27.3.1998, kesäretki Raaheen 4.9.1998, isäntänä Rautaruukki Steel ja syyskokous, minkä paikka ja aika ilmoitetaan myöhemmin. Opiskelevia nuoria aktiivoidaan jaoston toimintaan.

Jaoston johtokunta 1998

Puheenjohtaja

DI Erkki Ristimäki, Fundia Wire Oy Ab, Hanko
Varapuheenjohtaja

DI Pekka Tuokkola, Outokumpu Harjavalta Metals Oy, Pori

Sihteeri

DI Arto Mustonen, Fundia Wire Oy Ab, Taalintehdas
Jäsenet

Prof Veikko Lindroos, DI Matti Johansson, JOT Components, Karkkila, TkL Salla Sundström, Rautaruukki Steel, Raahe, TkL Martti Veistaro, Imatra Steel Oy Ab, Imatra, DI Markku Tilli, Okmetic Oy, Espoo

Koulutustoiminta

Täydennyskoulutustarpeita tyydytetään Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntijatoimikunnan (Metallurgian VAT) järjestämällä kursseilla, joita toteutetaan yhteistyössä POHTOn kanssa. Alustavasti on suunniteltu järjestää seuraavat kurssit:

Metallurgisten prosessikaasujen puhdistus ja käyttö keväällä 1998.

Senkka- ja tyhjiömetallurgia syksyllä 1998.

Metallurgian VAT:n kokoontulo

Puheenjohtaja

TkT Veikko Heikkinen, Rautaruukki Oy

Sihteeri

DI Markus Hietala, POHTO

Jäsenet

TkL Veikko Alasvuo, Imatra Steel Oy Ab, DI Kari Helelä, Rautaruukki Oy, Ap.prof Heikki Jalkanen, TKK, TkL Antero Järvinen, Fundia Wire Oy Ab, TkL Raimo Levonmaa, Outokumpu Polarit Oy, DI Hannu Pöntinen, Rauma Oy, TkT Asmo Vartiainen, Outokumpu Research Oy

Korkeakouluyhteistyö

Jaoston ja korkeakoulujen välisestä yhteistyöstä huolehtii metallurgijaoston korkeakouluyhteistyöelin.

Korkeakouluyhteistyö- elimen kokoonpano 1998

Puheenjohtaja

Prof. Veikko Lindroos, TKK,

Jäsenet

TkT Rainer Backman, ÅA, TkT Antti Hynni, TTKK, Prof. Pentti Karjalainen, OY, TkT Ari Jokilaakso, TKK, TkT Jukka Martikainen, LTAK

Tiedotus

Jaoston tiedotus hoidetaan Vuoriteollisuuslehden metallurgisivuilla.

Ulkoisen tiedottamisen kohteina ovat alan opiskelijat, oppilaitokset ja teollisuus.

Rikastus- ja prosessijaosto järjestää yhdessä kaivosjaoston kanssa ekskursion huhtikuun puolessa välissä (viikko 17) Terra Mining Oy:n kaivokselle Pahtavaaralle. Ekskursiosta tiedotetaan erillisellä jäsenkirjeellä.

Vuorimiespäivät 1998

Vuorimiespäivät ja yhdistyksen 55. vuosikokous järjestetään **27 - 28. maaliskuuta 1998**. Vuosikokous on **Grand Marina Congress Centerissä** Katajanokalla Helsingissä. Tilaisuus alkaa ilmoittautumisilla klo 08.00 ja jatkuu klo 09.00 varsinaisella vuosikokouksella, jossa kä-

sitellään yhdistyksen sääntöjen 16 §:n mukaiset asiat.

Vuosikokouksen jälkeen klo 11.00 kuullaan **esitelmäsarja**, jonka pääaihepiiri on "**Laatu Suomen vuoriteollisuudessa**". Esitelmöitsijöinä ovat:

- pääjohtaja *Matti Sundberg*, Valmet Oyj

- professori *Paul Lillrank*, Teknillinen korkeakoulu
- johtaja *Kari Norberg*, Rautaruukki Oyj

Esitelmät valottavat aihepiiriä yhdistyksen edustamilla eri toimialoilla ja yleisesti teollisuudessa. Laadun inhimilliset ja psykologiset lähtökohdat ja voimavarat kuin myös laatu suomalaisessa kulttuurissa ja vuorimiesperinteessä ovat esillä. Konkreettisenä tapauksena käsitellään laatutoiminnan kehittämistä Raabe Steelissä.

Kongressikeskuksessa nautittavan lounaan jälkeen tilaisuus jatkuu klo 14.00 **jaoston vuosikokouksilla** ja **esitelmillä**, jotka nekin keskittyvät pääasiassa laatuun.

Samana päivänä iltana järjestetään perinteiset **illallistanssiaiset Kalastajatorpalla**. Isäntäyhtiöksi on ystävällisesti lupautunut Larox Oy.

Lauantain lounas on tänä vuonna klo 13.00 Ravintola Vanhassa Maestrossa, jossa ohjelmasta ja musiikista huolehtii Humpsvakar.

Hotellihuoneita on varattu Kalastajatorpalla, Grand Marinasta ja Hotelli Helsingistä.

Tarkemmat tiedot ilmenevät erikseen postitetusta ohjelmasta ja ilmoittautumiskaavakkeesta.

Vuorimiehet ja -naiset, kaikki joukolla mukaan Vuorimiespäiville!

Pääsihteeri



Laihian Metallin Oy, Jyskän Metallin Oy ja Lopen Metallivalimon Oy tarjoavat maan uusinta tietotaitoa ja tuotantotekniikkaa pitkälle jalostettujen alumiini- ja magnesiumvalukomponenttien valmistamiseen.

- Osallistumme tuotekehitykseen, teemme työkalut ja valumallit. Hallitsemme kuorimuotti- ja hiekkavalun sekä kokilli-, matalapaine- ja painevalun.
- Lämpökäsittely, pulverimaalaus ja osakokoonpano tarpeen mukaan.
- ISO 9000 ja toimitusvarmuus ovat itsestään selvät.
- Yhteistyökumppaneitamme ovat mm. ABB, Benefon, Hägglunds, Instrumentarium, Kone, Neles Controls, Nokia, Oilon, Planmecca, Saab Automobile, Scania, Siemens, Sis, Valmet ja Wärtsilä NSD.

LAIHIAN METALLI OY

Länsitie 61, 66400 Laihia, puh. (06) 477 6211, fax (06) 477 6216

JYSKÄN METALLI OY

PL 91, 40351 Jyväskylä, puh. (014) 339 0500, fax (014) 339 0501

LOPEN METALLIVALIMO OY

PL 55, 12701 Loppi, puh. (019) 440 880, fax (019) 440 855



THE LIGHTWEIGHT CHAMPS

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUKSEN SARJOISSA VUONNA 1997 ILMESTYNEITÄ KARTTOJA

Suomen kallioperäkartta - Berggrundskarta över Finland - Bedrock map of Finland 1 : 1 000 000.
Korsman, K., et al. (toim.). (122 mk)

Suomen geologinen kartta - Geological map of Finland, 1 : 100 000 - Kallioperäkartat - Pre-Quaternary rocks (48,80 mk)

3343 - Rautavaara (Paavola, J.)

3431 - Kajaani (Havola, M.)

3612 - Rovaniemi (Väänänen, J., Hanski, E. & Perttunen, V.)

Hintoihin sisältyy ALV (julkaisu 12 %, kartat 22 %), mutta ei postimaksua.

Julkaisujen ja karttojen myynti:

Geologian tutkimuskeskus
Julkaisumyynti
PL 96
02151 ESPOO
Käyntiosoite: Betonimiehenkuja 4

Puh.: 0205 50 2450
Telekopio: 0205 5012
E-mail info@gsf.fi

Julkaisuja myyvät myös GTK:n aluetoimistojen kirjastot:

Geologian tutkimuskeskus
Väli-Suomen aluetoimisto
Kirjasto
PL 1237
70211 KUOPIO
Puh.: 0205 50 3250
Telekopio: 0205 50 13
E-mail kuolibrary@gsf.fi

Geologian tutkimuskeskus
Pohjois-Suomen aluetoimisto
Kirjasto
PL 77
96101 ROVANIEMI
Puh.: 0205 50 4131
Telekopio: 0205 50 14
E-mail roilibrary@gsf.fi

GTK Internetissä Geologian tutkimuskeskuksella (GTK) on maamme laajimmat geologiset tietoresurssit, joista saa tietoa GTK:n www-sivuilta. Internetin kautta voi käyttää yli kymmentä GTK:n viitetietokantaa.

Geologian tutkimuskeskus:

- kotimainen sivu

<http://www.gsf.fi/>

<http://www.gsf.fi/domestic/kotisf.html>

GTK:n informaatiopalvelut:

- julkaisutoiminta
- geologiset kartat
- julkaisujen myynti
- kirjasto
- kivimuseo

<http://www.gsf.fi/info/infokoti.html>

<http://www.gsf.fi/info/gtkabssu.html>

<http://www.gsf.fi/info/maps/>

<http://www.gsf.fi/info/julkmyyn.html>

<http://www.gsf.fi/info/kirjasto.html>

<http://www.gsf.fi/info/museo.html>

Haettavat viitetietokannat:

<http://info.gsf.fi/>



LAATU, NYKYAIKAISUUS JA OSAAMISEN PITKÄ PERINNE

**Suomen suurin yksityissairaala tarjoaa palveluita koko maahan.
Potilaaksi yksityisesti tai terveystieteiden keskuksen läheteellä.**

- Yli 20 lääketieteen erikoisalaa
- ◆ Yli 100 000 asiakaskäyntiä vuosittain
- Leikkaus- ja vuodeosastohoidot
- Laboratorio- ja röntgentutkimukset
- Poliklinikkapalvelut

ILMAINEN AJANVARAUS
kaikkialta Suomesta, Puh. 0800 187 187



OULUN DIAKONISSALAITOS
SAIRAALA

Uusikatu 50, 90100 Oulu, Puh. (08) 3132 011

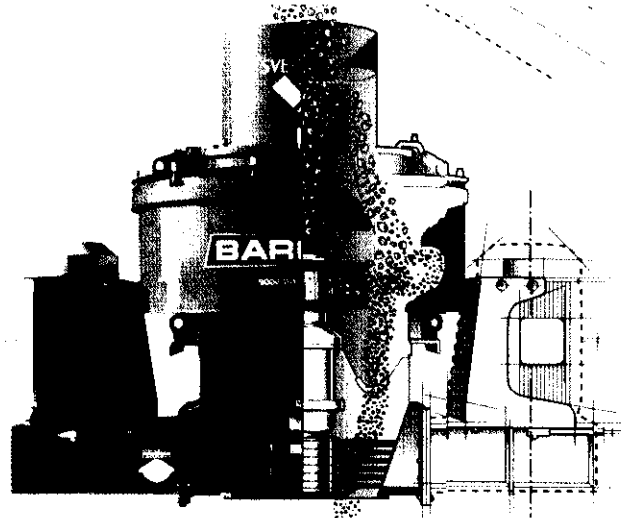
Tutkimuslosteet: sarja A/hinta

- A 9 Rikastamoiden jätealuiden järjestely Suomen eri kaivoksilla, 20,-
- A 10 Kuilurakenteet 20,-
- A 20 Rikastamoiden instrumentointi, 20,-
- A 22 Tulenkestävät keraamiset materiaalit, 20,-
- A 24 Kaivosten ja avolouhosten geologinen kartoitus, 20,-
- A 25 Geofysikaaliset kenttätyöt I - Painovoimamittaukset, 20,-
- A 27 Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen 45,-
- A 32 Seulonta, 40,-
- A 34 Geologisten joukkonäytteiden analysointi 50,-
- A 36 b Pakokaasukomitea - uusimpien julkaisujen sisältämät tutkimustulokset diesel-moottorin saastetuoton vähentämiseksi 50,-
- A 39 ATK-menetelmien käyttö kallioeräkartoituksissa 25,-
- A 42 Kaivosten työympäristö 50,-
- A 47 Murskeiden varastointi talviolosuhteissa 0,-
- A 50 Kaukokartoitus malminetsinnässä 100,-
- A 52 Suunnattu kairaus 50,-
- A 53 Kivilajien kairattavuusluokitus 50,-
- A 54 Nykyaikaiset murskauspiirit 50,-
- A 55 Murskaus- ja rikastusprosessien asettamat tekniset olosuhdevaatimukset Suomessa 50,-
- A 56 Pölyntorjunta kaivoksissa 50,-
- A 57 Palontorjunta kaivoksissa 50,-
- A 58 Paikan ja suunnan määritys geofysikaalisissa tutkimuksissa 50,-
- A 59 Utveckling av seismiska metoder för geologiska och bergmekaniska undersökningar 50,-
- A 60 Holvautumisen purkumenetelmät 50,-
- A 61/1 Rakenteisen materiaalin kosteuden mittausta 50,-
- A 62 Luettelo Suomessa olevista ja tänne helposti saatavista elementtiyhdistyksistä 30,-
- A 63 Avolouhoksen seinämän kaltevuuden optimointi 50,-
- A 64 Suomessa tehdyt kallion jännitystilainmittaukset 50,-
- A 65 Kiintoaineen ja veden erotus 50,-
- A 66 Pohjavesikysymys kallioiloissa 50,-
- A 67 Crosshole seismic investigation 70,-
- A 68 Automation of a drying process 70,-
- A 69 Rakeisen materiaalin jatkuvatoiminen kosteuden mittausta 50,-
- A 70 Happamien ja intermediaaristen magmakivien kivilajimääritys pääalkuainekoostumuksen perusteella 50,-
- A 71 Kallion tarkkailumittaukset 50,-
- A 72 Elementtimenetelmien käyttö kaivostilojen lujuuslaskennassa 50,-
- A 73 Crosshole seismic method 50,-
- A 74 Pölynerotus ja ilmansuojelu 70,-
- A 75 Heikkousvyöhykkeiden geofysikaaliset tutkimusmenetelmät 90,-
- A 76 Teollisuusmineraaliesiintymien raaku- ja malmityyppikartoitus geofysikaalisten menetelmien avulla 50,-
- A 77 Kaivosten jätevedet, kiinteät jätteet ja ympäristönsuojelu 50,-
- A 78 Suomen kaivokset ja ympäristönsuojelu 50,-
- A 79 Kaivosten kiinteiden jätteiden ja jätevesien käsittely - Ohjeita ja suosituksia 50,-
- A 80 Hienojen raeuokkien rikastus 100,-
- A 81 Measurement of Rock Stress in Deep Boreholes 50,-
- A 82 Avolouhosseinämien puhdistus 70,-
- A 83 Economical Blasting in Open Pits 50,-
- A 84 Näytteenotto ja havainnointeiko kaivosteknisten kallio-ominaisuuksien selvittämisessä 50,-
- A 85 Mineralisaatioiden luokittelu taajuusalueen spektri-IP-mittauksia käyttämällä 10,-
- A 86 Kalliokaivojen paikantaminen 30,-
- A 87 Syvä sähköiset malminetsintämenetelmät 100,-
- A 88 Suomen nikkelimalmien petrofysikaaliset ominaisuudet 150,-
- A 89/I Näytteenotto jauheista 70,-
- A 89/II Näytteenotto jauheista 70,-
- A 91 Panostuksen mekanisointi ja automatisointi 70,-
- A 92 Painevalssimurskain - kirjallisuusselvitys 70,-
- A 93 Kallioerän atomegeokemiallinen tutkimus. Testiprojekti 1898-90, 80,-
- A 94 Geological waste rock dilution 100,-
- A 95 Mineraalipölyt 80,-
- A 96 Pohjoismainen datamalliprojekti 80,-
- A 97 Malmiarvion laatiminen 100,-
- A 98 Uuden murskaus- ja kuljetusteknologian soveltaminen avolouhintaan 100,-
- A 99 Termisen infrapuna- ja kuumavauksen käyttömahdollisuudet geologiin tutkimuksiin Suomessa 100,-
- A 100 Geologiset ympäristövaikutukset kallioiltojen louhinnassa 80,-
- A 101 Vuoriteollisuus 2000 - teknologiaohjelma 80,-
- A 102 Geokemian geofysiikan kompleksitulkinnat 120,-
- A 103 Kuva-analyysi rikastusmineralogissa 90,-
- A 104 Vahvamagneettisen erotuksen soveltaminen suomalaisten metalli- ja teollisuusmineraalimalmien rikastuksessa, Timo Nordman ja Markku Koivisto 70,-
- A 105 Rikastamoiden vesianalyysit 70,-
- A 106 Thermal Properties of Rocks in Finland, Susanna Peltoniemi and Ilmo Kukkonen 120,-
- Koulutus- ja seminaarimonisteen, kalliomekaniikan päivien esitelmämonisteen sekä muut julkaisut: Sarja B**
- B Kalliomekaniikan päivät 1967-78, 1983-84 à 50,-
- B 12 Kalliomekaniikan sanastoa 10,-
- B 14 Kaivossanasto 8,-
- B 16 INSKO 106-73 Terästen lämpökäsitelyn erikoiskysymyksiä 45,-
- B 17 INSKO 49-74 Skänkmetallurgi - Senkkametallurgia 45,-
- B 18 INSKO 90-74 Investoinnit ja käyttö-laskenta metallurgisen teollisuuden toiminnan ohjauksessa 45,-
- B 19 INSKO 45-75 Materiaalitoimitusten laadunvalvontakysymyksiä metalliteollisuudessa 45,-
- B 23 Laatokan - Perämeren malmi-vyöhyke 40,-
- B 25 Raakkulaimennus ja sen taloudellinen merkitys kaivostoiminnassa 50,-
- B 27 Uraaniraaka-ainesymposiumi 50,-
- B 29 Kaivos- ja louhintatekniikan käsikirja, loppuunmyyty
- B 30 Teollisuusmineraalisesinaari 50,-
- B 32 Valtakunnallisen geologisen tietojenkäsittelyn kehittämisesinaari 50,-
- B 37 Kaivoskohteiden urakkasopimusjärjestelmä 50,-
- B 38 Tuotantominaeralogian seminaari 16.1.1986, 60,-
- B 39 Maanalaisen louhintatyömaan sähköistyksen automaatio 100,-
- B 40 Vuorimiesyhdistyksen tutkimuslosteiden kirjoitusohjeet, -
- B 41 Mineraalitekniikan tutkimuksen valtakunnallinen kehittämissuunnitelma 1988, 50,-
- B 42 Malminetsinnän tehtävä ja tarkoituksen mukainen organisointi Suomessa yhteiskunnan ja vuoriteollisuuden kannalta 30,-
- B 43 Mineraalisten raaka-ainesten tarve ja saatavuus Suomessa, loppuunmyyty
- B 44 Kalliotekniikan tutkimus- ja kehitys-ohjelma 50,-
- B 45 Kairaus-89 koulutuspäivät, loppuunmyyty
- B 46 Kalliomekaniikan päivä 89, 80,- (1m)
- B 47 Suomalainen kivi- rakennuskivipäivät Oulussa 26-27.4.90, 70,- loppuunm.
- B 48 Kalliomekaniikan päivä 1990, 120,-
- B 49 Tuotantominaeralogian seminaari 1990 100,-
- B 50 Geokemian päivät Oulussa 28-29.11.90, loppuunmyyty
- B 51 Suomen kallioerän kehitys ja raaka-ainevarat, Oulu 1-2.10.1992, 100,-
- B 52 Fragmentointisesinaari 7-8.11.90, 50,-
- B 53 Malmiarvioseminaari 26.11.92, 100,-
- B 54 Itä-Suomen kultaesintymät. Ekskursio-opas 28-29.9.93, 80,-
- B 55 Kallioteknisen geologian sanasto 50,-
- B 56 Lapin kerrosintrusiot ja niihin liittyvät malmit. Ekskursio-opas 6-8.9.1994, toim. Jarmo Lahtinen ja Erkki Vanhanen 40,-
- B 57 Kolmannet Geokemian päivät 6-8.2.1995, toim. Sinikka Ruos, Reijo Salminen ja Pekka Norri 50,-
- B 58 Tampereen - Vammalan alueen ekskursio 5-6.10.95, toim. Martti Kokkola ja Raimo Lahtinen 50,-
- B 59 Geofysiikan X neuvottelupäivät 15-16.11.95, toim. Timo Tervo 70,-
- B 60 Kalliomekaniikan päivä 15.11.95, toim. Harri Kuula, Reijo Riekkola ja Timo Saarnio 80,-
- B 61 Ultramaafitit ja niihin liittyvät malmit Pohjois-Karjalassa ja Kainuussa, toim. Anne Voutilainen 70,-
- B 62 Sovellettu mineralogia kaivos- ja metallurgisessa teollisuudessa, toim. Kari Kojonen ja Jukka Laukkanen 150,-
- B 63 Malminetsinnän ja kaivostoiminnan tulevaisuus Fennoskandian kilvillä. Laivasymposiumi 11-12.11.96, toim. Anne Voutilainen 70,-
- B 64 IV geokemian päivät, laajat tiivistelmät, toim. Pekka Lestinen 50,-

Eero Mäkinen mitali (Pronssi) 200,-
VMY:n solmio sininen/punainen 150,-

Vuoriteollisuus-Bergshantteringen-lehden vanhempi numerot myytävänä vuosikertojen täydennykseksi jäsenille hintaan 2,50/numero. Julkaisuja ja lehtiä voi tilata yhdistyksen rahastonhoitajalta kirjallisesti osoitteella: Vuorimiesyhdistys-Bergsmannaföreningen r.y. Ulla-Riitta Lahtinen, Kaskilaaksontie 3 D 108, 02360 ESPOO, puh. ja fax 09-813 4758 Ulla-Riitta.Lahtinen@hut.fi

SVEDALAN BARMAC KESKIPAKO- MURSKAIMET MATERIAALEILLE JA LOPPUTUOTTEILLE, JOIHIN PERINTEISET MURSKAIMET EIVÄT RIITÄ



- kilpailukykyiset pääomakustannukset
- pienet huolto- ja ylläpitovaatimukset sekä kulutuskustannukset
- kivivuoraus roottorissa ja kammiossa vähentää kulutusosien määrää
- osa syötteestä voidaan syöttää roottorin ohi, jolloin kapasiteettialue laajenee ja roottorin kuluminen vähenee
- erittäin kevyet ja pienet tukirakenteet
- nopea ja helppo pystytys
- nopea roottorin tasapainotus
- yksinkertainen ja helppo voitelujärjestelmä
- kyky ohjata lopputuotteen rakeisuutta, maksimoida tai minimoida hienoineksen osuutta
- tuottaa erinomaisen kuutiomaista tuotetta
- murskaamalla ja seulomalla voidaan kovat mineraalit erotella karkeaan fraktioon ja pehmeämmät hienompaan
- helpottaa tuotteen seulontaa ja kuivattaa tuotetta
- parantaa kiviaineksen lujuutta

Murskain	3000	5000	6000	7000	8000	9000
Suurin syöte mm	20	30	37	50	50	57
Roottorin kierrosalue rpm	3000-5300	1500-3600	1500-2500	1500-2500	1000-2000	1000-1800
Moottoriteho kW	7,5 -15	30-50	55-110	110-185	150-220	220-440
Roottorin syöte t/h	4-12	16-45	38-83	75-139	100-167	150-333
Ohisyöttö t/h	2-12	8-35	19-64	38-107	50-128	75-256
Koko kapasiteetti t/h	6-24	24-80	57-147	113-250	225-300	450-600
Paino kg	745	1800	3700	5510	9670	11900-13000

 **SVEDALA**

Oy Svedala Ab, Kärkikuja 2, 01740 Vantaa, puh: (09) 221 950, fax: (09) 2219 5292
 Etelä- ja Länsi-Suomi: Matti Närvänen, puh: (09) 2219 5281, GSM: 0500-207 250
 Itä- ja Pohjois-Suomi: Pekka Jauhiainen, puh: (017) 767 0520, GSM: 0500-204 082