

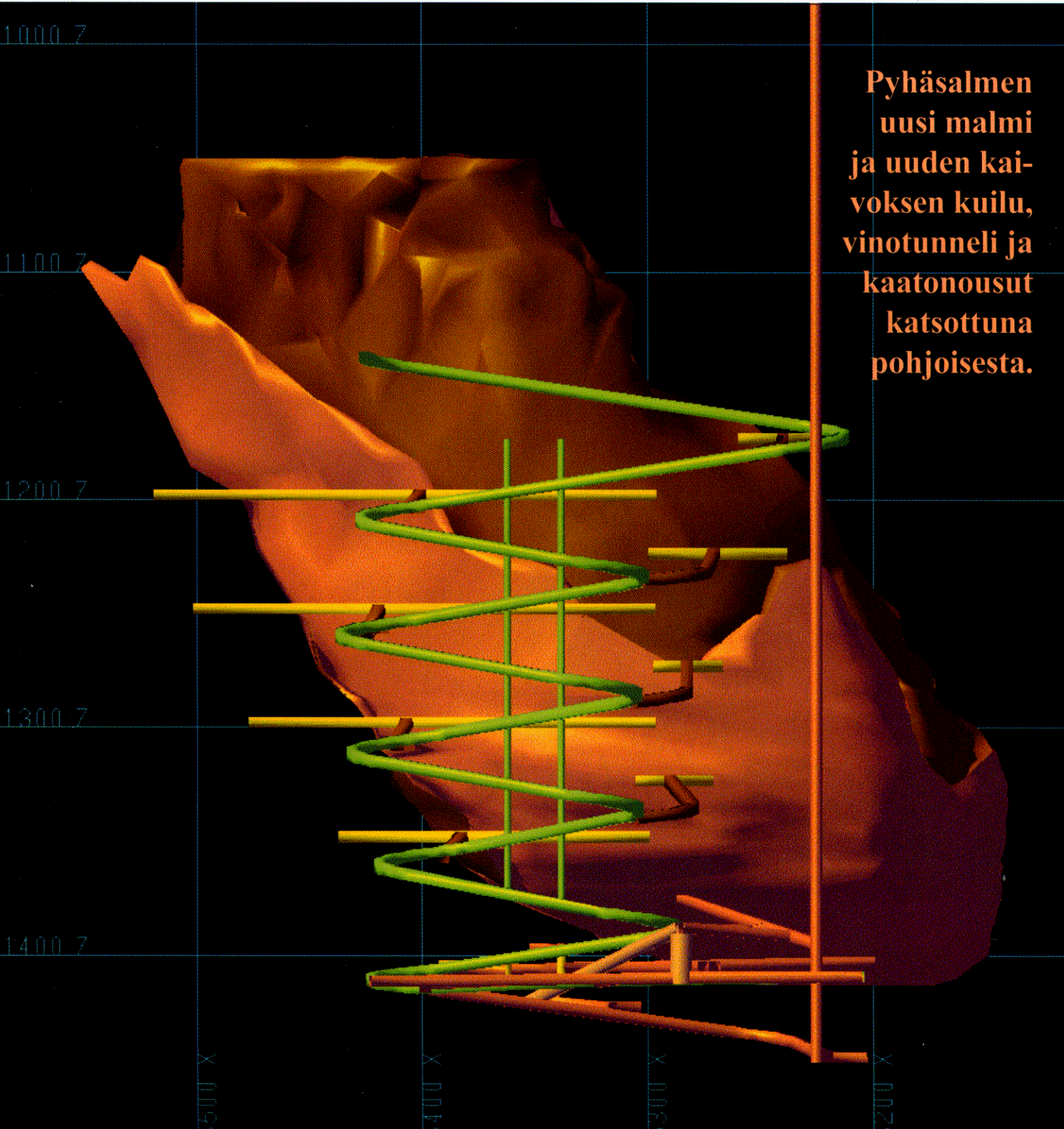
VUORITEOLLISUUS



BERGSHANTERINGEN

N:o 1/2000
58. vuosikerta
ISSN 0042-9317

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



**Pyhäsalmen
uusi malmi
ja uuden kai-
voksen kuilu,
vinotunneli ja
kaatonousut
katsottuna
pohjoisesta.**

**What do fashion designers, architects, surgeons
and wine producers have in common?**

Stainless steel.

Stainless steel is becoming increasingly popular in conventional as well as the most unconventional uses. For excellent hygiene. For excellent weather resistance. For style.



outokumpu

Outokumpu Oyj

P.O. Box 140, FIN-02201 Espoo, Finland

www.outokumpu.com

A D D I N G V A L U E T O M E T A L S

Julkaisija
VUORIMIESYHDISTYS -
BERGSMANNAFÖRENINGEN r.y.

PÄÄTOIMITTAJA

Prof. Jouko Härkki 08-553 2424
Oulun Yliopisto fax 08-553 2339
Prosessitekniiikan laboratorio 040-521 5655
PL 4300
90014 OULU jouko.harkki@oulu.fi

TOIMITTAJA, T&K

DI Asko Vesanto 09-888 4542
Ins.tsto A. Vesanto Oy fax 09-881 58200
Skatantie 2 0400-703 923
02380 ESPOO vesanto@saunalahti.fi

TOIMITUS

L. & B Forstén Öb Ay 019-2415604
PL 45 fax 019-2415453
10601 Tammisaari l-b.forsten@co.inet.fi

TOIMITUSNEUVOSTO

Prof. Markku 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 050-1477

Outokumpu Copper Resources B.V.
Terwenakker 42/44
NL-3011 XS Rotterdam

The Netherlands
DI Pertti Rantala 013-555 435 tai
Filtermat Oy 013-568 016

Teollisuuskatu 11 fax 013-555 451
83500 Outokumpu

TkL Anne Väättäinen 09-1604836
KTM/Energiaosasto

PL 37

00131 HELSINKI

ILMOITUSPÄÄLLIKÖ

Veikko Appelberg 09-421 3325
Vuorimiesyhdistys r.y. fax 09-421 3156
PL 84 040-521 2761
02201 ESPOO

Vuosikerta 200,- Ulkomaille 250,-
Irttonumero 65,- Ulkomaille 75,-

SISÄLTÖ

Raimo Matikainen: Geologian tutkimus ja asiakaspalvelu 5
Bo-Eric Forstén: Outokumpu panostaa
ruostumattomaan 6
Bo-Eric Forstén: Diplomkauffman johtaa teräsmiehiä 8
Bo-Eric Forstén: Outokummun säätiöltä tunnustusta
opetukselle ja tutkimukselle 11
Sini Autio: Kullan kimalluksesta Kultalaksi 12
Kimmo Luukkonen, Timo Mäki, Pekka Perä,
Sami Niiranen: Pyhäsalmen uusi kaivos 16
Erkki Luukkonen: GTK löysi uuden nikkeli-
mineralisaation Suomussalmelta 22

T & K

Juha Karhu: Kasvihuoneilmiö ja ilmastomuutos 30
Heikki Niini, Raimo Uusinoka: Kalliorakennus-
geologian historiaa Suomessa 35
Urho-Pekka Mustikkamäki: Metallipitoisten
vesien biologisesta käsittelystä Outokummun
kaivoksilla 44
Veikko Lindroos, Ilkka Penttinen: Clean technology
in metal fabrication industry 48
Suoritettuja tutkintoja, TKK,
Materiaali- ja kalliotekniiikan osasto 57

Antero Hakapää: Juttuja ja kaskuja 58
Joukko tosikkoja 59

Matti Koponen: Kaivannaisteollisuusyhdistys
ideoi strategiaansa 60

Sini Autio: Suomessa on löydetty 670 mineraalia 61
Vuorinaiset 62

Ulla-Riitta Lahtinen: Jäsenuutisia 63

Metallurgijaosto 64

Erkki Ristimäki: Yhteisapelillä se sujuu
Arto Mustonen: Toimintakertomus, toiminta-
suunnitelma, vuosikokous

Veikko Appelberg: Vuorimiespäivät 2000 64

Geologijaosto 66

Esko Korhikoski: Geokemian päivä Rovaniemellä
Tapio Lehtonen: Sovelletun geofysiikan XII
neuvottelupäivät

Rikastus- ja prosessijaosto 66

Minpro-seminaari

Palveluhakemisto 68

KANSIKUVA Outokumpu Mining Oy

LEHDEN ULKOASU L & B Forstén/Leena Forstén

OSOITTEENMUUTOKSET

Vuorimiesyhdistys, Bergsmannaföreningen r.y.

c/o Ulla-Riitta Lahtinen

Kaskilaaksontie 3 D 108, 02360 ESPOO

Yhdistyksen internet-sivun osoite: <http://vmy.gsf.fi/>

Vuoriteollisuus-Bergshanteringen n:o 2/2000 il-
mestyy 19.5. Siihen tarkoitettun aineiston tulee
olla toimituksella (L & B Forstén) viimeistään
10.4.2000.

T&K-aineisto Asko Vesannolle.



HALLITUS 26.3.1999

TkT Juho Mäkinen, puheenjohtaja 09-421 2144
Outokumpu Oy fax 09-421 3890
PL 140
02201 ESPOO juho.makinen@outokumpu.com

Prof. Kari Heiskanen, varapuheenjohtaja 09-451 2789
Teknillinen korkeakoulu fax 09-451 2795
Materiaali- ja kallioteknikan osasto
PL 6200
02015 TKK kari.heiskanen@hut.fi

FT Alf Björklund 09-298 8297
Knuutinlaakso 7 fax 09-295 3436
02400 KIRKKONUMMI alf.bjorklund@abo.fi

Prof. Jouko Härkki 08-553 2424
Oulun yliopisto fax 08-553 2339
Prosessiteknikan laboratorio 040-521 5655
PL 4300
90014 OULU jouko.harkki@oulu.fi

Toim.joht. KTM Jukka Järvinen 02-5358 201
Outokumpu Harjavalta Metals Oy fax 02-5358 239
29200 HARJAVALTA 040-517 1001
jukka.jarvinen@outokumpu.com

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

DI Erkki Pisilä 08-849 2404
Rautaruukki Steel fax 08-849 3407
Terästuotantoyksikkö/260 040-557 8608
PL 93
92101 RAAHE erkki.pisila@rautaruukki.fi

DI Hannu Savisalo 015-760 4261
Savcor Group Ltd Oy 015-760 0411
Insinöörinkatu 7 050-2688
50100 MIKKELI hannu.savisalo@savcor.com

KTM Sirpa Smolsky 09-192 3379
Metallinjalostajat r.y. fax 09-624 462
Eteläranta 10
00130 HELSINKI sirpa.smolsky@met.fi

TkT Niilo Suutala 016-452 615
Outokumpu Polarit Oy fax 016-452 765
95400 TORNIO niilo.suutala@outokumpu.com

DI Kalevi Taavitsainen 05-680 2200
Imatra Steel Oy Ab fax 05-680 2204
55100 IMATRA kalevi.taavitsainen@imatrateel.com

YHDISTYKSEN RAHASTONHOITAJA

TkL Ulla-Riitta Lahtinen 09-813 4758
Kaskilaaksontie 3 D 108 fax 09-813 4758
02360 ESPOO 049-456 195
u-r.lahtinen@pp.inet.f

YHDISTYKSEN PÄÄSIHTEERI

DI Veikko Appelberg 09-421 3325
Vuorimiesyhdistys r.y. fax 09-421 3156
PL 84 040-521 2761
02201 ESPOO veikko.appelberg@outokumpu.com

JAOSTOJEN PUHEENJOHTAJAT JA SIHTEERIT

Geologijaosto

FM Risto Pietilä, puheenjohtaja 013-556 307
Outokumpu Mining Oy fax 013-556 263
Tehtaankatu 2 050-66 678
83500 OUTOKUMPU risto.pietila@outokumpu.com

DI Jaana Lohva, sihteeri 020 550 2309
Geologian tutkimuskeskus fax 020 550 12
PL 96
02151 ESPOO jaana.lohva@gsf.fi

Kaivosjaosto

DI Olavi Suomalainen, puheenjohtaja 016-453 544
Outokumpu Chrome Oy fax 016-453 566
Kemin Kaivos
PL 172
94101 KEMI olavi.suomalainen@outokumpu.com

DI Kari Korhonen, sihteeri 09-15 991
Rakennus Oy Lemminkäinen fax 09-148 2680
PL 23 040-541 4847
00241 HELSINKI kari.korhonen@lemminkainen.fi

Rikastus- ja prosessijaosto

DI Pirjo Kuula-Väisänen, puheenjohtaja 03-365 3783
Tampereen teknillinen korkeakoulu fax 03-365 2884
PL 600
33101 TAMPERE kuulavai@cc.tut.fi

DI Heikki Pekkarinen, sihteeri 016-4521
Outokumpu Chrome Oy fax 016-453 568
Kemin kaivos
PL 172
94101 KEMI heikki.pekkarinen@outokumpu.com

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

Kivenkovaa Osaamista.

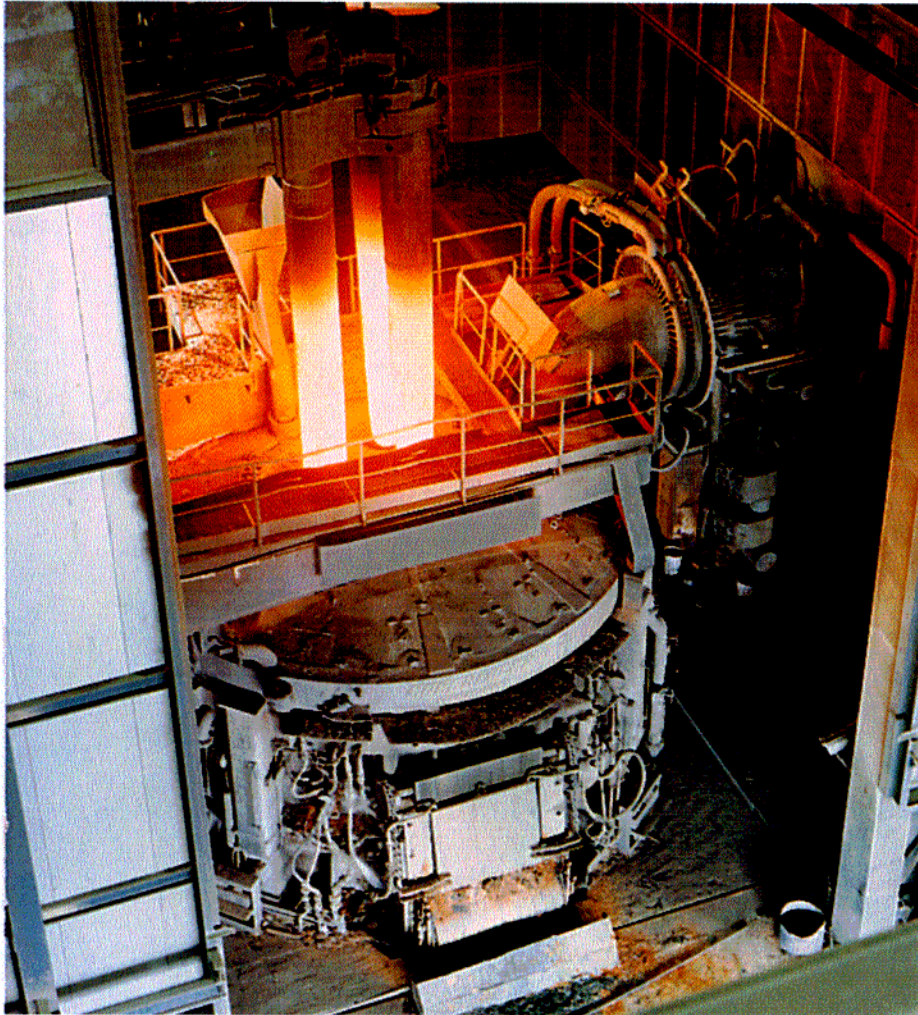


Tamrock tarjoaa oikean vaihtoehdon kiven ja kallion louhintaan kaikissa kohteissa ja kokoluokissa.

SANDVIK

TAMROCK

Myynti ja huolto: Sandvik Tamrock Oy • PL 100, 33311 Tampere
Puh. 0205 44 4600 • Fax myyntiin 0205 44 4601 • Fax huoltoon 0205 44 4608



E10001-T131-Z1-X-7600 PUBLICIS MCD

Neural Networks for Steel Plants and Rolling Mills

How the Human Touch Enhances Process Efficiency

Siemens is working harder than ever to develop intelligent solutions for the steel industry. The latest development: neural networks for 3 electric steel plants and 6 rolling mills worldwide.

In the electric arc furnace, it is important – even essential – that energy be utilized as efficiently as possible. And, it's here that we help the furnace to deliver maximum melting performance with minimal power consumption. In the hot rolling mill, as well, we are now able to move presettings very close to maximum possible precision, without sacrificing process flexibility.

The technology behind this sophisticated capability lies in our neural networks. Analogous to what takes place in the human brain, neural networks process huge amounts of information at high speed. They learn as they go, and use this experience in the ongoing process for continuous optimization of equipment setpoints.

A neural network is now able to adapt all parameters to process requirements online. That's because the learning capability of the system enables it to provide complete and absolutely reliable results – in every phase of the process. And that enables us to achieve outstanding productivity and quality, as well as a significant reduction in the time and money it takes to commission new efficiency-enhancing systems.

More information?

Hannu K. Heikkilä
Teollisuuden projektit ja tekniset palvelut
Puhelin 010 511 3719
Faksi 010 511 3452
E-mail hannu.k.heikkila@siemens.fi

Industrial Projects
and Technical Services

*Your success
is our goal*

Geologinen tutkimus ja asiakaspalvelu

YLIJOHTAJA RAIMO MATIKAINEN,
GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS, GTK

Geologinen tutkimus suuntautuu yleiseurooppalaisen kehityksen mukaisesti entistä enemmän yhteiskunnan maankäytön suunnitteluun ja ympäristö-ongelmien ennaltaehkäisyyn ja ratkaisuihin. Samalla malmien ja yleensä maankamaran raaka-aineiden etsintä ja tutkimus jatkuu, ilman näitä raaka-aineita ei nykyaikainen yhteiskunta tule toimeen.

Vuosituhatosen vaihtuessa on ollut selvästi havaittavissa kaivos- ja kaivannaisteollisuuden investointien piristymisen Suomessa. Erityisen ilahduttavia ovat Pyhäsalmen ja Kemin kaivosten laajennus- ja syvennyshankkeet sekä uudet kulta-, talkki-, karbonaatti-, ilmeiniitti- ja vuolukiviesiintymien tuotantosuunnitelmat. Myös nikkelimalmien etsinnässä on saatu mielenkiintoisia viitteitä lupaavista mineralisaatioista.

GTK:n tehtävä

Muuttuneessa markkinatilanteessa myös GTK:n rooli geologisen tiedon tuottajana on muuttunut. "Omistaja" ja pääasiakas KTM tahtoo, että GTK keskittyy toimintansa entistä selkeämmin soveltavaan tutkimukseen ja pitää samalla huolta kansainvälisestä korkeatasoisesta tieteellisen tutkimuksen ja osaamisen säilymisestä. Luotettavan ja kattavan geologisen kartoituksen merkitys on tiedostettu ja vastuu tästä on GTK:lla. Myös akateemista perustutkimusta tehdään, jos sitä tarvitaan soveltavan tutkimuksen toteuttamiseksi ja jos sitä ei saada verkottumalla koti- ja ulkomaisten yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa.

Geologisten karttojen tuotanto ja jakelu on tehostunut numeeristamisen ansiosta. Tavoitteena on, että viimeistään kolmen vuoden kuluttua kaikki karttatieto on nopeasti, helposti ja edullisesti saatavissa verkon kautta digitaalisessa muodossa tai GIS-tietokantoina.

Geologian tutkimuskeskuksen ylijohtaja Raimo Matikainen.
Kuva: GTK



Perustietojen jatkoyöstäminen asiakkaan haluamaan muotoon toteutetaan tapauskohtaisesti tilaustyönä.

Malmietsintä jatkuu Suomessa

Vaikka Keski-Eurooppa on malminetsinnän osalta kypsää aluetta, on Suomi edelleen houkutteleva malminetsintäkohde myös ulkomaisille yhtiöille. GTK itse keskittyy nykyisin ensivaiheen malminetsintään ja malmikriittisten alueiden malmimalmien kehittämiseen. GTK:n löytämät malmikohteet markkinoidaan KTM:n toimesta mahdollisimman varhaisessa vaiheessa teollisuudelle jatkotutkimuksia, inventointia ja tuotantoa varten. Tavoitteena on näin nopeuttaa lupaavan kohteen kehitystä etsinnästä tuotantovaiheeseen. Saadut kokemukset viittaavat tämän uuden toimintamallin osoittautuneen oikeaksi.

Yhteistyö teollisuuden kanssa on ollut perinteisesti hyvä. Yhteistyön luonne malminetsinnässä muuttui EU:n vaikutuksesta avoimemmaksi niin, että kaikilla koti- ja ulkomaisilla yhtiöillä ja yrittäjillä on nyt yhtäläiset mahdollisuudet. KTM vastaa kohteellisten yhteistyöhankkeiden kilpailuttamisesta ja sopimuksista. Parhailaan on menossa mm. Koillismaahan kerrosintruusioaluetta koskeva tarjouskysely. Suomessa houkuttelevien esiintymien jatkokäsittelyä malmiksi haittaavat kehittymättömät riskirahoitusmarkkinat. Katseet kohdistuvat entistä enemmän myös Tekesin suuntaan.

Ulkopuolinen rahoitus

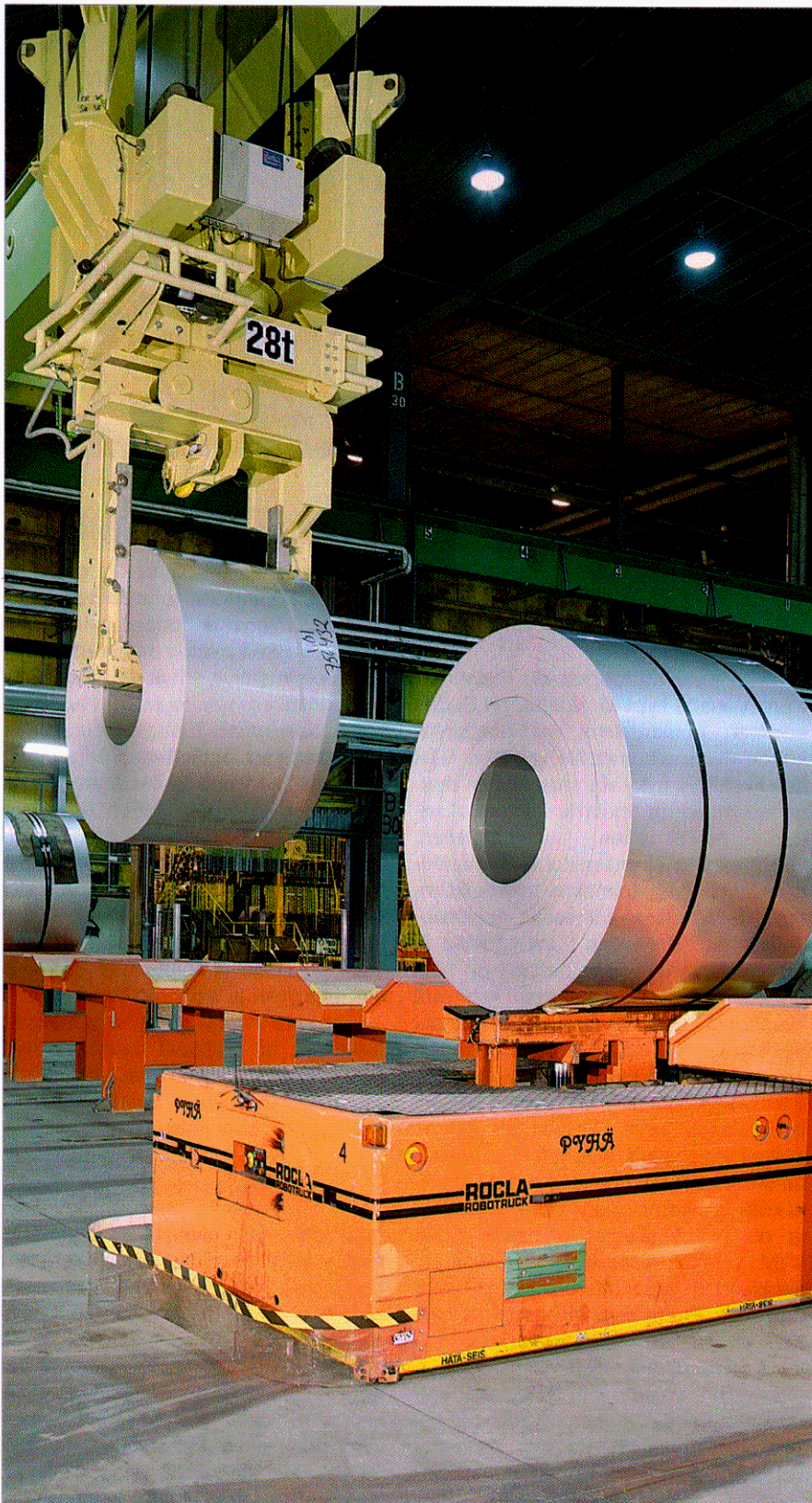
Tavoitteena on, että tilaus- ja muun kilpailun ulkopuolisen rahoituksen osuus GTK:n toiminnasta nousee asteittain n. 25 %:iin. Tämä päätös on herättänyt vilkasta keskustelua erityisesti talon sisällä perinteisen tutkimuksen viivästyisestä, kun rahaa tuottavat tilaushankkeet ohittavat budjettirahoitteiset työt. Avoimilla markkinoilla testataan GTK:n osaamisen ja organisaation kilpailukyky. GTK palvelee teollisuutta malmin-, teollisuusmineraali- ja rakennuskivihankkeiden koko toimintaketjun kehittämisessä malminetsinnästä lopputuotteisiin asti. Tätä työtä tukevat tutkimuskeskuksen monipuoliset laboratorio-, analyysi- ja asiantuntijapalvelut.

Lentogeofysiikan mittaus- ja tulkintapalveluilla on globaalit markkinat malminetsinnässä ja ympäristötutkimuksissa. Hintakilpailukyky on osoittautunut melkoiseksi ongelmaksi.

Asiakas määrää

Asiakaslähtöinen ajattelutapa ja yhteistyö teollisuuden kanssa on tällä hetkellä jo itsestäänselvyys. Tutkimuksen antama lisäarvo asiakkaan liiketoiminnalle määrää onnistumisen. GTK:n aluetoimistot Espoossa, Kuopiossa ja Rovaniemellä palvelevat alueellista talouselämää ja luovat mahdollisuuden tiiviiseen yhteydenpitoon paikallisten sidosryhmien kanssa. GTK haluaa olla lähellä asiakasta ja auttaa omalta osaltaan tuloksen teossa. □

Outokumpu panostaa ruostumattomaan



Sana Outokummun suurinvestoinneista ruostumattomaan teräkseen ja sinkkiin kiiri maailmalle joulun alla. Lehdistötiedotteessa kerrottiin, että Outokumpu Oyj:n hallitus oli päättänyt investoida 3,4 miljardia markkaa ruostumattoman teräksen valmistukseen ja että sillä rahalla kaksinkertaistetaan Tornion tehtaan aihiotuotantoa ja lisätään tehtaan valssauskapasiteettia.

TEKSTI: BO-ERIC FORSTÉN

Tiedotteessa kerrottiin, että lisätietoja Tornion investoinnin osalta antaa Outokumpu Steel Oy:n toimitusjohtaja Matti Rantamäki. Sen vuoksi asetimme hänelle joukon kysymyksiä tavoitteena saada lisävalaistusta siihen, mitä tiedotteen teksti konsernin ruostumattoman liiketoiminnan kannalta merkitsee.

Miten ruostumaton teräs on kupariyhtiönä tunnetussa Outokummussa noussut sellaiseen arvoon, että siihen satsataan 3,4 miljardia markkaa?

-Ensinnäkin Torniossa Outokumpu on aina tarkoittanut ruostumatonta terästä ja ferrokromia. Olemme koko olemassa oloamme ajan olleet melko hyviä tekemään tulosta. Tämän ansiosta olemme pystyneet varmistamaan omistajien luottamuksesta ja tuesta. Nyt tehty investointipäätös rakentuu puhdaasti yritystaloudellisiin laskelmiin. Niissä meidän osaamisemme ja markkinatuntemuksemme ovat kuitenkin hyvin keskeisissä osissa. Outokummun satsaus ruostumattomaan teräkseen, samalla kun yhtiö on myynyt kaivostoi-

Teräsrullia kuljetetaan kylmävalssaamalla vihiväunillä Outokumpu Polaritin tehtäällä Torniossa. Kuva: Outokumpu Polarit

mintansa Chilessä, voidaan ehkäpä nähdä jonkinlaisena painopisteen siirtymisenä yhtiön politiikassa. Meille se taas merkitsee ensikädessä lisää velvoitteita ja vastuuta.

Kysynnän odotetaan kasvavan maailmanmarkkinoilla 5 % vuodessa. Mihin nämä arviot perustuvat?

- Ruostumattoman teräksen reaali-hinta on laskenut eri tehtaiden yksikkököön ja tehokkuuden kasvaessa. Kilpailuviin materiaaleihin verrattuna sen kilpailukyky on vahvistunut. Uusia käyttökohteita löytyy jatkuvasti. Esimerkiksi ympäristönsuojeluun ja hygieenisyyteen asetetaan yhä tiukempia vaatimuksia ja tämä näkyy ruostumattoman teräksen käytön lisäyksenä. Teollisuus rakentaa yhä useampaan tarkoitukseen suljettuja kiertojärjestelmiä, joihin tarvitaan korroosiota kestäviä säiliöitä ja putkia. Nykyaikaisissa suurkeittiöissä taas ruostumatonta terästä käytetään hygieenisyyden takaamiseksi. Ruostumattoman teräksen käyttö rakennusten julkisivumateriaalina on myös esimerkiksi uusista sovellutuksista.

Mihin markkinoilla vallitseva ylikapasiteetti häviää?

- Vuodet 1995 ja 1996 olivat erittäin suotuisat ruostumattoman teräksen valmistajille. Kysyntä kasvoi kovaa vauhtia, erityisen ripeää se oli Aasiassa.

Siellä kymmenen prosentin kasvuvauhti sai aikaan melkoisen vilskkeen investointiritamalla. Tuli kuitenkin ns. Aasian kriisi ja kehitys kääntyi aivan eri suuntaan. Eurooppalaisilta Aasian markkinat hävisivät ja ylitarjonta romahdutti Euroopan markkinatkin. Nyt Aasian taloudessa asiat ovat jälleen kohdallaan ja patoutunut kysyntä on iskenyt täydellä voimalla. Maailmanlaajuinen kysynnän ja tarjonnan tasapaino on huomattavasti parantunut.

Mikä on Outokummun osuus?

- Kun aloitimme 23 vuotta sitten, meillä oli Euroopassa kaksikymmentä kilpailijaa. Tänäpäni niitä on viisi. Oma tuotantomme on samanaikaisesti kasvanut kymmenkertaiseksi. Valssatuissa tuotteissa markkinaosuutemme on Euroopassa 10 % ja koko maailmassa 4 %. Meillä on jo nyt uudenaikainen ja tehokas tuotantoprosessi, mutta kaksinkertaistamalla mm. aihiotuotantomme pystymme lisäksi merkittäväällä tavalla laskemaan yksikkökustannuksiamme.

- Kylmävalssattu levy on vaativin ja kallein tuotteemme, jonka kysyntä on tasaisessa nousussa. Kuumavalssattu levy on järeämpi tuote eikä vaadi yhtä monta valmistusvaihetta kuin kylmävalssattu. Tällä hetkellä, ja arviomme mukaan myös lähitulevaisuudessa, kuumavalssatun levyn kysyntä käy varsin kuumana. Prosessiteollisuus käyttää tuotteita suuria määriä ja kun re-rol-

leritkin pyrkivät hyödyntämään markkinoiden imua on tavarapula näkyvässä.

- Investointien avulla emme pelkäämme lisää valssauskapasiteettiamme, vaan laajennamme myös tuotteittemme mitta-aluetta ja luomme näin itsellemme uusia kehitysmahdollisuuksia.

Voiko jonkinlainen jatkojalostustoiminta tulla kysymykseen?

- Me pysymme niissä asioissa, jotka osamme; ferrokromin, ruostumattoman teräksen ja putkien valmistuksessa.

Eikö olisi kannattavampaa sijoittaa rahat lähempänä markkinoita sijaitsevaan toimintaan?

- Koneita ja laitteita voidaan sijoittaa mihin vaan, mutta niitä pitää myös osata käyttää. Ruostumattoman teräksen valmistus on taitolaji, jossa jokaisella valmistajalla on omat nikkinsä. Torniossa Outokumpu on kehittänyt erittäin kilpailukykyisen toimintatavan. Toiminnan keskittäminen yhteen paikkaan on mahdollistanut sen, että liiketoimintaa on pystytty kehittämään laajana tiimityönä. Koko organisaatio on myös omaksunut ajatuksen, että asiakkaat määräävät kehityssuunnan.

- Tällaisen kokonaisuuden siirtäminen johonkin muualle ei onnistu. Olemme sen sijaan rakentaneet hyvin toimivan jakelutien Tornion ja Keski-Euroopan väliille. Hollannissa, Belgian rajalla, Terneuzenissa meillä on katkaisu-/hal-kaisuyskikkö, jossa Tornioista tulleet teräsrullat halkaistaan ja katkaistaan asiakkaiden toivomusten mukaan, ja josta lopputoimitus tapahtuu. Eurooppa on kotimarkkinamme, jonne myynnistämme 80 % suuntautuu.

Ovatko asiakkaat tyytyväisiä?

- Imagotutkimuksissa olemme saaneet parhaimmat arvot asiakkaillamme tärkeissä tekijöissä.

Onko Tornioilla oma "liekkisulatusmenetelmänsä"?

- Olemme vuosien aikana kehittäneet erilaisia valmistusteknologioita omaan käyttöömme. Emme kuitenkaan ole harrastaneet know how -myyntiä muuta kuin ferrokromin valmistuksen osalta.

- Oma kromikaivos on sinänsä kilpailuetu. Vielä merkittävämmäksi sen tekee se, että ferrokromin jalostus tapahtuu Torniossa terästehtaan kupeessa. Pystymme ottamaan ferrokromin suo-

Ote lehdistötiedotteesta 17.12.1999

Tornioon tehtävä investointi käsittää kokonaan uuden sulaton, sisältäen vallokaariuunin, AOD-konvertterin ja jatkuvavalukoneen ja uuden askelpalkkiuunin kuumavalssaamolle sekä valssaus- ja hehkutuskapasiteetin lisäyksen kylmävalssaamalla. Miljoonan tonnin aihiotuotannosta valmistetaan noin 550.000 tonnia kylmävalssattuja ja noin 320.000 tonnia kuumavalssattuja tuotteita vuodessa (vastaavasti nykyisin 600.000, 400.000 ja 120.000 tonnia). Investointiprojekti kestää kolme vuotta. Uusi tuotanto käynnistyy asteittain vuodesta 2002 alkaen ja täyteen kapasiteetin käyttöasteeseen vuositasolla on mahdollista päästä vuonna 2004. Investointi vahvistaa edelleen Outokummun asemaa yhtenä kustannustehokkaimmista ruostumattoman teräksen valmistajista.

Ruostumattomien terästuotteiden kysynnän ennustetaan kasvavan keskimäärin noin 5 prosenttia vuodessa. Alalla vallinnut ylikapasiteetti on purkautumassa ja sulattokapasiteetista ennustetaan olevan pulaa jo lähivuosina. Myös ruostumattoman teräksen hinnat ovat syksyn aikana kääntyneet selvään nousuun. Nyt käynnistyvän investointiprojektin tuomalla lisätuotannolla katsotaan olevan hyvät markkinat pääasiassa Euroopassa mutta myös Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa.

Investointiprojektin työllistävä vaikutus on noin 700 miestyövuotta ja uusia vakituisia työpaikkoja Tornioon syntyy noin 150 projektin valmistuttua.

raan sulassa muodossa terästehtaalle.

Riittävätkö raaka-aineet tuotannon liisäämiseen?

- Romu on tonneissa ajatellen tärkein raaka-aineemme. Suomen terästeollisuus hankkii romunsa yhteistoimin ja systeemi toimii hyvin. Olemme romun suhteen samalla viivalla kilpailijoittemme kanssa. Maailmanmarkkinat määrittävät hinnan.

- Tuotteessamme on noin 20 % kro-

mia ja se tulee omasta avolouhoksesta. Olemme investoimassa Kemin kromikaivokseen ja menossa siellä maan alle. Malmivarat riittävät ainakin 100 vuodeksi. Nikkeliä taas on teräksessä noin 8 %. Kolmasosan nikkelitarpeestamme saamme Outokummulta. Loput ostamme eri puolilta maailmaa.

Miten uusista laitteista tulee juuri selaisia mitä te haluatte?

- Insinööriosaamisemme on korkealla

tasolla ja väkemme on alusta lähtien tottunut hoitamaan isoja projekteja. Tähän luottaen tulemme investointien toteuttamisessa joka vaiheessa poimimaan parhaimmat tiedossa olevan ratkaisut markkinoilta ja soveltamaan ne omiin tarkoituksiimme.

- Investoinnit ovat kahden työryhmän käsissä. Toinen niistä mieltii sulaton ja kuumavalssauksen asioita, toinen taas keskittyy kylmävalssaamoon. □

Diplomkauffman johtaa teräsmiehiä

TEKSTI JA KUVA: BO-ERIC FORSTÉN



Outokumpu Steel Oy:n toimitusjohtaja Matti Rantamäki vastaa ruostumattoman teräksen liiketoiminnasta pääpaikkanaan Tornio.

Outokummun liiketoiminta-alue Stainless Steel on pääosiltaan keskitetty Perämeren perukoille Tornioon. Ryhmään kuuluvat Outokumpu Chrome Oy:n kromikaivos Kemissä ja ferrokromitehdas Torniossa. Outokumpu Polarit Oy:n sulatto, kuumavalssaamo ja kylmävalssaamo Torniossa sekä Pietarsaareissa ja Vetelissä ruostumattomia putkia valmistava Oy JA-RO Ab. Liiketoiminta-alueen myynti oli viime vuonna noin 5 miljardia markkaa ja sen palveluksessa oli yli 2000 ihmistä.

Holdingsyhtiö Outokumpu Steel Oy:n toimitusjohtaja Matti Rantamäki, 49, Saksassa talouskoulutuksensa saanut myyntimies, vastaa konsernin ruostumattoman teräksen liiketoiminnasta.

- Olen kotoisin Kemin maalaiskunnasta, mutta oli kuitenkin melkoinen

sattuma, että tulin Outokummun palvelukseen. Lähdin armeijan jälkeen Saksaan opiskelemaan ekonomiksi. Valmistuin Diplomkauffmanniksi Münsterin yliopistosta vuonna 1978. Pääaineena minulla oli markkinointi ja kotiin tullessani lähdin etsimään jotain koulutusta vastaavaa työtä. Tornioon haettiin myyntimiestä ja minua onnisti, muistellee Matti Rantamäki.

Kymmenen vuotta hän työskenteli eri myyntitehtävissä Polaritissa edeten yhtiön kaupalliseksi johtajaksi. Sen jälkeen seurasi kuusi vuotta Polaritin toimitusjohtajana ja reilut pari vuotta sitten hänet nimitettiin nykyiseen tehtävään.

- Suuri osa henkilöstöstä on ollut mukana rakentamassa yritystä jo pitkään. Täällä ei käydä vain työssä, vaan jokainen tietää mitä tekee ja miksi. Henkilös-

tön osaaminen ja tahto ovat toiminnan peruskiviä.

- Oma väki on innostunutta, mutta olemme myös onnistuneet luomaan myönteisen kuvan toiminnastamme. Rekrytoimme mm. uusia työntekijöitä järjestämällä ns. prosessimieskursseja. Viimeksi, kun järjestimme sellaisen, löytyi 20 paikalle yli 600 hakijaa.

Miten etelästä tulleet sopeutuvat Tornioon ja pohjoisiin olosuhteisiin?

- Olen ehkä puolueellinen, sillä olen asunut koko ikäni pohjoisessa. Tornio on kuitenkin oivallinen asuinpaikka. Täältä löytyy kansainvälisyyttä, kolmasosa 30 000 asukkaasta asuu sillan toisella puolella Haaparannalla. Meillä on kolme virallista kieltäkin, kun Meän kieli lasketaan mukaan, tokaisee Matti Rantamäki.

Hän toteaa, että tulijoille sopeutuminen voi olla helpompaa, jos vapaa-ajan harrastukset liittyvät luontoon.

- Itse kalastan ja metsästän, mutta sen verran on urbanisoitunut, että lentopalloilu ja golfailu maistuvat myös. Kokemus on kuitenkin osoittanut, että tulokkaiden paikkakunnalle jääminen on pitkälti aviopuolisoiden viihtyvyydestä kiinni.

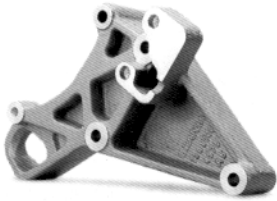
- Henkilöstön vaihtuvuus on hyvin alhainen. Vasta vuoden 2010 tienoilla on odotettavissa isompia muutoksia, kun alusta lähtien mukana ollut ikäpolvi saavuttaa eläkeiän. Kasvun myötä olemme kuitenkin koko 1990-luvun pystyneet ottamaan keskimäärin 40-50 uutta työntekijää vuosittain. Tänäpäin meitä on Torniossa noin 2000 ihmistä: ylempiä toimihenkilöitä noin 200, teknisiä ja teollisuustoimihenkilöitä yli 300.

- Tulemme piakkoin tarvitsemaan vahvistuksia insinöörikkuntaan. Tarjoamme hyvän kasvuympäristön nuorille kyyville, jotka eivät kaihda haasteita ja jotka haluavat erikoistua metallurgian, mekaniikan, sähkötekniikan ja automaation alalla. Pohjoiset oppilaitokset eivät ole meille itsestään selviä hovi-hankkijoita. Kaikki ovat tervetulleita, toteaa Matti Rantamäki. □

Komponentteja raskaalle
ajoneuvoteollisuudelle.



Komponentteja
koneenrakennusteollisuudelle.



Komponentteja
työkoneiden valmistajille.

Uusi nimemme ei liene yllätys.

Santasalo-JOT on nyt Componenta. Toimintatapamme, tuotteemme ja tavoitteemme ovat entiset: asiakaslähtöisyydellä, luotettavuudella ja jatkuvalla kehitystyöllä tähtäämme alamme johtavaksi eurooppalaiseksi komponenttitoimittajaksi.

PL 1132
Aleksanterinkatu 17
World Trade Center
00101 Helsinki
www.componenta.com

COMPONENTA

Outokummun säätiöltä tunnustusta opetukselle ja tutkimukselle

Outokumpu Oyj:n Säätiö, jonka tarkoituksena on edistää vuoritekniikan, metallurgian ja geologian opetusta ja tutkimusta yliopistoissa, jakoi marraskuun lopussa juhlallisin menoin apurahoina 1,4 miljoonaa markkaa opiskelijoille ja tutkijoille.



Tilaisuuden isäntä, Outokummun pääjohtaja *Jyrki Juusela*, painotti tervetuli-aiassanoissaan, että alan menestyminen on aina ollut ja tulee aina olemaan laajan osaamisen varassa ja että tämä osaaminen koostuu sekä henkilökoh- taisesta että ryhmän osaamisesta.

Säätiön hallituksen puheenjohtaja, Teknillisen korkeakoulun rehtori, *Paavo Uronen*, muistutti puheenvuorossaan, että high tech'iä löytyy muualtakin kuin elektroniikkateollisuudesta.

Tampereen teknillisen korkeakoulun professori, *Tuomo Tiainen* loi vuorostaan katsauksen Outokummun ja TTKK:n materiaalitekniiseen laajaan yhteistyöhön.

Apurahojen jaon yhteydessä myönnettiin 10.000 markan tunnustuspalkinnot erinomaisesti suoritetuista opinnäyt- teistä. Vuoden 1999 diplomitöinä palkit- tiin DI *Mari Lahden* "Pääkaupunkiseu- dun kaatopaikkojen sähkömagneettis- ten lentomittausten mallintaminen" ja DI *Olli Mattilan* "Masuunin alauunin toimin-

Vuoden 1999 diplomitöiden ja pro gradun tekijät. Vasemmalta: DI Mari Lahti, FM Terhi Tulenheimo ja DI Olli Mattila.

ta". Vuoden pro graduna palkittiin FM *Terhi Tulenheimon* "Kuhmon Kellojärven kerroksellinen ultramafinen muodostel- ma".

Viiden tutkimusryhmän vetäjät vas- taanottivat yhteensä 510.000 markkaa. Tekniikan tohtori *Meri-Liisa Airo*, GTK, ryhmiin sai 45.000 mk tutkimukselle "Radioelementtisuhteiden ja magneet- tisen mineralogian muutokset geofysi- kaalisissa lentomittausaineistoissa".

Muut neljä olivat professori *Kari Heis- kanen*, TKK, 75.000 mk, "Mineraalien ja kuplien vuorovaikutus", professori *Heikki Niini*, TKK, 75.000 mk, "Malmiva- rojen, erityisesti kullin, geostaattinen evaluointi", filosofian tohtori *Matti Pouti- ainen*, Helsingin Yliopisto, 85.000 mk, "Malmigeneettiset fluidisulkeuma-tutki- mukset" ja professori *Tuomo Tiainen*,

Tampereen teknillinen korkeakoulu, 230.000 mk, "Kuparin jatkuva- valun suulakemateri- aalit sekä pinnoitteet, muokkaus ja liittämi- nen".

Suomessa suoritetta- via jatko-opiskeluja var- ten jaettiin yhteensä 620.000 markkaa 13 hakijalle. Saajat olivat: TkL *Tapio Ahokainen*, DI *Helena Erkkilä*, DI *Timo Fabritius*, DI *Mika Haapalainen*, DI *Jari Jyl- hänniska*, DI *Hannu Kor- honen*, TkL *Harri Kuula*, DI *Jyrki Pitkälä*, DI *Petri Pitkänen*, DI *Tiina Ranki- Kilpinen*, FM *Tom Stäl- fors*, DI *Markku Uoti* ja FM *Jukka-Pekka Vata- nen*.

TkT *Kim Fagerlund* ja TL *Pasi Tolppa- nen* saivat jatko-opiskeluun ulkomailla tarkoitetut apurahat.

Matka-apurahoja saivat: FM *Toni Ee- rola*, FT *Pasi Eilu*, DI *Pasi Juntunen*, FM *Tuomo Karinen*, DI *Esa Peuraniemi* ja FM *Jaakko Sääntti*.

Professorit *Sirkka-Liisa Jämsä-Jounela* ja *Kauko Leiviskä* vastaanottivat yhdes- sä ryhmään "Muut" kuuluvan 30.000 markan apurahan. Samanlaisen sai TL *Eija Vapaavuori*.

Yhdelletoista opiskelijalle myönnet- tiin 4.000 markan opiskelija-apuraha: *Jouko Vuorinen*, TTKK, *Mikael Takala* ja *Jani Wennerstrand*, Helsingin Yliopisto, *Jani Holtti*, *Juha Jaakola*, *Juha Kela*, *Kimmo Kempainen* ja *Niko Putkinen*, Oulun Yliopisto, *Petteri Muukkonen*, Tu- run Yliopisto sekä *Anton Broman* ja *Linda Nordmyr*, Åbo Akademi. □

TEKSTI: BO-ERIC FORSTÉN

Kullan kimalluksesta Kultalaksi

TEKSTI: SINI AUTIO, TUTKIJA, GTK, VIESTINTÄ

Venäjän vallan aikaan kruununvouti Konrad Planting tarkisti virkamatkallaan perimätietoa, jonka mukaan saamelaisten kauppapaikalla Tenojoen alajuoksulla olisi joskus havaittu kultaa. Tenojoelle asti kruununvouti ei koskaan ehtinyt kultaa etsiessään, vaan sen löysi sittemmin geologisen kenttätöiden yhteydessä norjalainen vuori-insinööri. Tenojoen kultalöytö oli alku kultaryntäykselle, jonka aikana Suomesta saatiin kenties eniten kultaa käsin kaivettua. Aikaa myöten kehittyivät myös koneelliset apuvälineet. Nykyisin konekaivu on Lapissa osittain kielletty.



Kullanhuuhdonnan lopputulos, kultahiput ja raskasmineraalit jäävät vaskoolin pohjalle. Kuva: Jari Väätäinen, GTK.

Norjalainen vuori-insinööri Tellef Dahll oli tunnollisena virkamiehenä lähettänyt raportin löydöstä vuorihallitukselle Helsinkiin. Tapahtumasta uutisoitiin samaan aikaan Hufvudstadsbladetissa. Asiasta nousi valtakunnassa kohu, mikä vuoksi vuorihallitus päätti pidättää itselleen kullanetsintätöitä ja kielsi kaikki kaivaukset alueella. Jo tuolloin, noin 130 vuotta sitten, valtio valvoi malminetsintätöitä.

Kultaa etsimään erityisluvalla

Tilanteen rauhoituttua senaatti nimitti vuoden 1868 maaliskuussa retkikunnan selvittämään löydön arvoa. Johtajaksi valittiin rahapajan apulaisjohtaja, vuori-insinööri Johan Konrad Lihr.

Rovaniemeltä Ounasjokea ylävirtaan taivaltanut retkikunta havainnoi maaperää ja kallioita. Kultaa löytyi joen ranta-hiekasta heti vedenjakajan tuolla puolen.

Tenojoella retkikunta huomasi, että kultaa esiintyi poikkeuksellisesti penkereen yläosissa, heti sammalke-roksen alla. Muualla Lapissa kultaa esiintyy lähellä kallionpintaa moreeni- ja hiekkakerrosten alaosissa. Mutta Lihr totesi, että kultaa ei ollut niin paljon, että sitä olisi kannattavaa kaivaa. Paluumatkalla retkikunta kokeili mielenkiinnosta rantahiekan vaskausta. Yksi merkittävistä paikoista oli Nulkkamukka.

Helsinkiin palattuun retkikunnan johtaja raportoi löydöistä vuorihallitukselle ja senaatille. Suomen kenraalikuvernööri tiedotti tuloksesta keisarille ja Venäjän hallitukselle. Huhut kiersivät valtakunnassa. Liikemiesryhmät ja sijoittajat in-

nostuivat rahoittamaan tutkimuksia. Koska selvästi valtion kannalta taloudellisesti merkittävää esiintymää ei ollut löytynyt, senaatti päätti 4.11.1868 lieventää



kieltoa. Yksityishenkilöt saivat etsiä kultaa erityisluvalla.

Valtaajat kilvan Ivalojoelle

Ensimmäisten kullansintälupaa anoneiden joukossa olivat merimiehet Jacob Ervast Oulusta ja Niils Lepistö Raahesta. Heitä kiinnosti Ivalojoen alue. Merimiehet saivat luvan sillä ehdolla, että löydöt tuli ilmoittaa valtiolle. Valtauksesta puhuttiin vasta näyttöjen perusteella.

Toisin kohdeltiin venäläistä kunniaporvari Petter Lukin Nenykoffia. Myös häntä kiinnosti Ivalojoen tutkiminen. Nenykoffilla oli hyvät suhteet kenraalikuvernööriin, joka määräsi suuriruhtinaskunnan virkamiehiä auttamaan Nenykoffia malminetsintätoissa.

Ervast ja Lepistö ehtivät kuitenkin ensimmäisinä kultakentille. Ervast oli hankkinut kokemusta kullanhuuhdonnasta Kaliforniasta, joten vaskaus ja rännitys olivat hänelle tuttua puuhaa. Samoin hän tiesi, että löytö kannattaa paaluttaa. Kullan merkit löytyivät Ivalojoen Porttikoskelta. Joen pohjoisrannalta vaskautui karkeita, noin 1 mm:n paksuisia ja

puolen tuuman pituisia kultahiutaleita. Suurin hippu painoi 28 g.

Mutta, Ervastian ja Lepistön muonavarat loppuivat, kun miehet olivat olleet etsintäretkellään neljä viikkoa. Kultaa oli vaskattu nahkapussillinen. Valtausta varten iskettiin valmiiksi paalut ja miehet lähtivät veneellä jokea alas Inariin. Loppumatkan Kittilään he kävelivät pitkän postipolkuja.

Kruununvouti Planting pettää

Miesten lupa edellytti kultamäärän ilmoittamista, joten he saapuivat kruununvouti Konrad Plantingin puheille. Nahkapussin sisältö ällistyi kruununvoutiin, koska miehet olivat saaneet pidettyä löytönsä omana tietonaan. Punituksen tulos oli yli kaksi kiloa. Nähtyään mahtavan kultasaaliin Planting



Rännitys on yksi kullanhuuhdonnan vaiheista. Kuva: Jari Väättäinen, GTK.

huomasi tilaisuutensa tulleen. Hän ei otanutkaan vastaan ilmoitusta, vaan viivytti sitä ohjaamalla miehet kuvernööri Georg von Alfthanin puheille Ouluun.

Miesten lähdettyä Planting toimi vastoin virka-asemaansa ja anoi kirjallisesti vuorihallitukselta valtausta Ivalojoen Porttikoskelta. Valtausanomus tehtiin vielä silloin vuorimestarin virastoon Kuopioon. Sinne se saapui viisi päivää myöhemmin, samaan aikaan kuin merimiehet tulivat von Alfthanin puheille Ouluun.

Kruununvouti oli jo vanha mies. Koko ikänsä hän oli ollut kiinnostunut Pohjois-Suomen kultavaroista, mutta suuri löytö oli antanut odottaa itseään. Niinpä hän toimi kuten toimi seurauksista välittämättä. Valtausriita jatkui vuosia, ja sitä puitiin tuomioistuimissa. Siihen aikaan oli tavallista, että virkamiehet valtasivat itselleen malmialueita. Nykyisin malminetsinnässä työskentelevät eivät saa olla mukana valtauksissa.

Talvella Oulussa

Kuvernööri von Alfthanin lunasti heti Ervastian ja Lepistön kultamäärästä näyt-

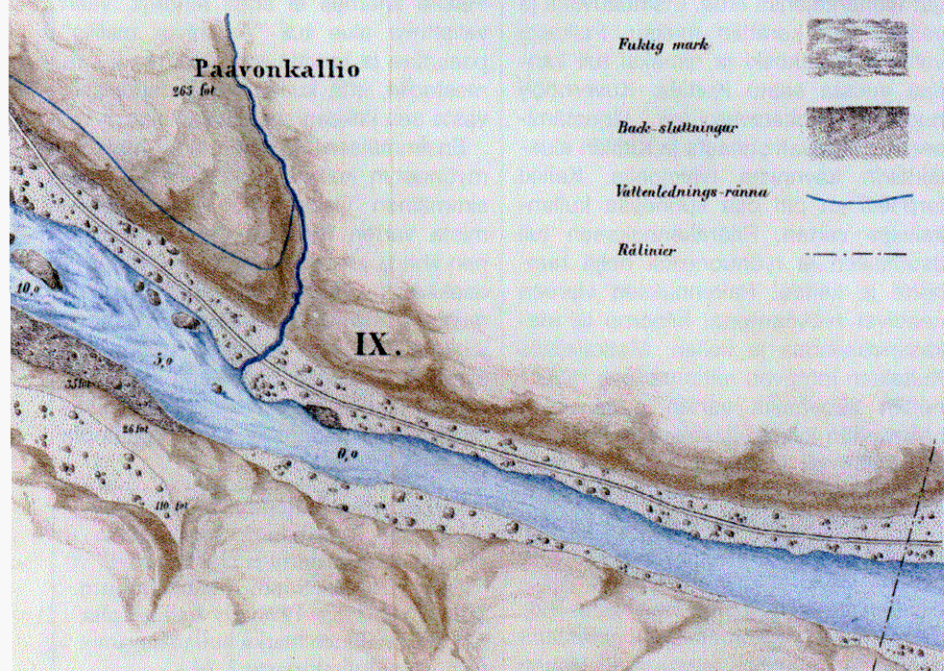
Kultalan alueen kartta on julkaistu vuonna 1875 painettuna liitteenä "v.t. Vuorimestarin kertomuksessa Vuorihallitukselle Suomen Lapin kullansentinnästä ja kullanhuuhdonnasta vuonna 1874". Alkuperäinen kartta julkaisusta: Svedelius, G.: T.f. bergmästarens vid guldvaskerierna i finska lappmarken till Bergsstyrelsen afgifna berättelse om guldlednings- och vaskningsarbetet under år 1874. Helsingfors (Helsinki) 1875. 18 s. 2 karttaa (piirtäjä tuntematon).

KARTA

öfver
KULTALA KRONOSTATION
vid
Ivalo elf i Finska lappmarken
upprättad år 1874.

Förklarings:

- Bryggvatten och vägar
- Terrasser samt sand- och stenbankar
- Genomvaskade arbetsställen
- Fuktig mark
- Bade-sluttningar
- Vattenlednings-ränna
- Rätlinier



teen 99 markalla ja lähetti sen Helsinkiin tutkittavaksi. Miehet viettivät talven Oulussa ja kohta oli vireillä kullanetsintäyhtiö. Osakepääomaksi tuli 6000 mk ja kunkin osakkaan osuus oli 1000 mk, nykyrahassa 5000 mk. Rahoittajiksi tuli kuusi varakasta oululaista. "Ensimmäinen Osakeyhtiö Kullan kaivamista varten Suomen Lapissa" jätti valtausanomuksen useille alueille pitkin Ivalojokevirtaa.

Yhtiö anoi yhtiöjärjestyksen vahvistamista, mutta se hylättiin hakemuksen muotovirheen vuoksi. Alkoi näyttää siltä, ettei merimiesten löytö koidu heidän onnekseen ollenkaan. Lohdutukseksi heidät palkittiin kulturalöydöstään ruukinpatruuna Gustaf Wasastjernan rahastosta.

Lihrin perinnön jäljillä

Toinen tapahtumaketju, joka ennakoitulevaa kultaryntäystä, oli venäläisen kunniaporvari Petter Lukin Nenykoffin rahoittaman retkikunnan toiminta. Kunniaporvari ei lähtenyt itse kultamaille, vaan palkkasi asiamiehen Paul Demetrie-vitsch Gudkoffin. Retkikuntaan koottiin 16 miestä, joista kaksi toimi tulkkina. Suomessa käytettiin tuolloin kolmea kieltä, suomea, ruotsia ja venäjää. Matkaan lähdettiin niin myöhään, että tutkimuksiin päästiin vasta elokuun puolivälissä vuonna 1869. Gudkoff halusi aloittaa sieltä, missä Lihri oli edellisenä vuonna tehnyt havaintoja ja veneet pysäytettiin vasta Sotajoen suulla.

Sotajoella löytyi jokisorasta kultaa mukavasti. Matka alkoi siis lupaavasti, ja sitä jatkettiin. Koekaivauksista Nulkkamukassa tuli hyvät vaskaustulokset. Asiamies teki, kuten oli neuvottu ja pysytti valtauspäälut alueelle. Vaskausta jatkettiin vielä Ivalojokea alaspäin. Aikaa oli jo kulunut sen verran, että takaisin piti lähteä kiireen vilkkaa ennen talven tuloa.

Myös Gudkoff kävi Oulussa kuvernöörin luona kertomassa tuloksistaan ja anoi valtausta alueelle. Valtausanomus palautettiin, koska siinäkin oli muotovirhe. Ei edennyt Nenykoffinkaan valtaushanke.

Uusi laki

Kuvernööri von Alfthan päätteli aivan oikein sekä Ervastian ja Lepistön tuloksista että Nenykoffin tapauksesta, että kultaryntäys oli odotettavissa. Koska valtio ei ollut kiinnostunut kullankaivusta, hän ehdotti senaatille erillislakia kullanhuhdonnasta. Senaatti oli ajatukselle suojea ja nimitti komitean laatimaan ehdotusta siitä, miten Lapin kullan val-



*Kruunun Stationi Kultala seisoo edelleen Ivalojoen rantapenkereellä.
Kuva: Jari Väättäinen, GTK.*

taukset ja hyväksikäyttö tulisi järjestää. Komitean nimittäminen kuitenkin pysäytti saapuneiden valtaushakemusten käsittelyn eikä uusia anomuksia otettu vastaan ennen kuin uusi laki astuisi voimaan. Ervastian ja Lepistön yhtiön syksyllä laaditut valtausanomukset pysähtyivät siis tällä erää. Mutta komitea toimi ja sai talven aikana kootuksi ehdotuksen uudeksi asetukseksi, joka julkaisiin seuraavana vuonna 8.4.1870.

Kruunun Stationi pystytettiin

Tällä välin toimitas kuvernööri von Alfthan oli ruvennut puuhaamaan Ivalojoelle Kruunun Stationia, jossa valtion edustajat pitäisivät toimistoa ja valvoisivat työnantajansa etua. Etsintäluvista ja valtauksista kerättiin maksu. Paikaksi valittiin Porttikoski ja nimeksi tuli kansan suusta saatu Kultala. Kuvernööri huolehti ruokatavaroiden järjestämisestä, poliisivalvonnasta ja Kittilän alue-lääkäriin käynnistä Ivalojoella. Kaikki tarpeellinen piti olla kunnossa kullankaivajia varten. Päärakennukseen tuli asumiseen ja työhuoneiksi neljä huonetta ja keittiö. Rakennuksen viereen nousivat työväentupa, leipomo ja makasiinirakennus ja kellari. Matkalaisille Kultalaan johtavan reitin varteen rakennettiin yöpymistä varten majapaikka. Lähimpään kylään järjestettiin sairastupa. Valtio oli luonut asialliset puitteet onnistuneelle kullankaivulle Ivalojoella.

Kultalaan lähti ensimmäisenä kesänä erilaisia virkatehtäviä hoitamaan 38 miestä. Lapin ensimmäiseksi vuorimestariksi nimitettiin Anders Ferdinand Thoreld, jolla oli kokemusta vuorimestarin tehtävistä muualla Suomessa. Hänen

apulaisekseen valittiin rahapajasta Johan Konrad Lihri, joka oli edelliskesän tuttu Ivalojoella. Heidän oli määrä tehdä geologisia havaintoja kullan esiintymisestä ja tehdä valtauksia valtion laskuun virkatehtävien ohella. Lisäksi valittiin tarkastaja ja hänelle apulainen. Seutu oli erämaata, joten maanmittarin kahden apulaisensa kanssa oli määrä kartoittaa alue, pestattiin järjestysmiehiä ja hänelle apulainen. Tarvittiin vielä tulkki ja kirjuri ja viisi poliisia järjestyksen valvontaan sekä työmiehiä tutkimustoimintaan.

Uuden lain myötä kaikki entiset valtausanomukset raukesivat. Uusia lupia myönsivät siitä lähtien Oulun läänin kuvernööri ja Kultalan valmistuttua vuorimestari. Valtausmenettely kirjattiin lakiin. Pelkkä anomus ei enää riittänyt, vaan vallattava alue tuli "Amerikan malliin" paaluttaa ja tarvittaessa osoittaa vuorimestarille, että kultaa on löydettävissä, vasta sen jälkeen sai valtauskirjan.

Ensimmäisen uuden lain mukaan myönnetyn kullanetsintälupaa sai "Ensimmäinen Osakeyhtiö Kullan kaivamista varten Suomen Lapissa"- niminen yhtiö, jossa Ervast ja Lepistö olivat osakkaina. Nenykoffin retkikunta oli mukana ensimmäisen kesän etsijöiden joukossa. Kultala-rakennus seisoo nykyisinkin entisellä paikallaan. Kruunun tukikohtana se toimi vielä pitkään kultaryntäyksen saadessa yhä uudempia muotoja Lapissa. □

Teksti perustuu kirjoihin: *Herman Stigzelius* 1987. Kultakuume: Lapin kullan historia. 2. tarkistettu ja täydennetty painos. Helsinki: Suomen Matkailuliitto. 256 s. *Reijo Valta* 1998: Oy Lapin Kultra Ab: historiallinen matka kullankaivamiseen. Pieni kultakirjasto 2. 64 s.

Pyhäsalmen uusi kaivos

OUTOKUMPU MINING OY, PYHÄSALMEN KAIVOS: KAIVOSOSASTON PÄÄLLIKKÖ KIMMO LUUKKONEN, PÄÄGEOLOGI TIMO MÄKI, PROJEKTIPÄÄLLIKKÖ PEKKA PERÄ, PROJEKTI-INSINÖÖRI SAMI NIIRANEN

Pyhäsalmen Uusi kaivos- projektissa rakennetaan täysin uusi maanalainen kaivos vanhan kaivoksen alapuolelle 1095 - 1450 metrin syvyyteen. Läntisen Euroopan syvin kaivos tulee tuottamaan yli 15 miljoonaa tonnia malmia. Suunnittelussa erityishuomio on annettu turvallisuudelle, tehokkuudelle, luotettavuudelle ja toiminnan selkeydelle. Toiminnassa tullaan hyödyntämään Älykäs kaivos -projektin tuloksia. Uusi kaivos käynnistyy heinäkuussa 2001 ja turvaa 200 kaivostyöpaikkaa Pyhäsalmeella pitkälle tulevaisuuteen.

Johdanto

Ennen uuden malmin löytymistä Pyhäsalmen kaivoksen malmivarat vuoden 1996 alussa olivat 4,8 miljoonaa tonnia ja kaivoksen tuotannon arvioitiin jatku-

van vuoden 2000 syksyyn. Alimmaksi kannattavaksi tuotantotasoksi oli suunniteltu taso +1050.

Malmin koko oli pienentynyt systemaattisesti alaspäin mentäessä (**Kuva 1**). Pinnalla malmin pituus oli yli 600 m ja

sen paksuus vaihteli kymmenestä metristä kuuteenkymmeneen metriin. Malmin pituus +400 -tasolla oli 400 m ja paksuus keskimäärin 25 m, mutta +1000 -tasolla malmi oli enää vain 150 m pitkä ja n. 10 m paksu. Malmin keskimääräinen Zn -pitoisuus oli laskenut pintaosan n. 3 - 4 prosentin tasosta alle 2 %:iin +1000 -tasolla. Vastaavasti syvemmälle mentäessä Cu -pitoisuus oli noussut 0,8 %:sta 1 %:iin.

Tutkittaessa tasoväliä +850 - +1050 saatiin viitteitä, että massiivinen sulfidimineralisaatio jatkuu ainakin +1200 -tasolle asti. Samalla ilmeni, että malmin suunta syvemmällä muuttui enemmän itäläntiseksi.

Keväällä 1996 tehtiin päätös malminetsintäprojektista, jonka tavoitteena oli selvittää Pyhäsalmen +1050 -tason alapuolella olevat mineraalivarannot. Projektin kokonaiskustannukset olivat 2,88 miljoonaa markkaa. Tutkimuskairaukset aloitettiin kesäkuussa 1996.

Tutkimusvaihe

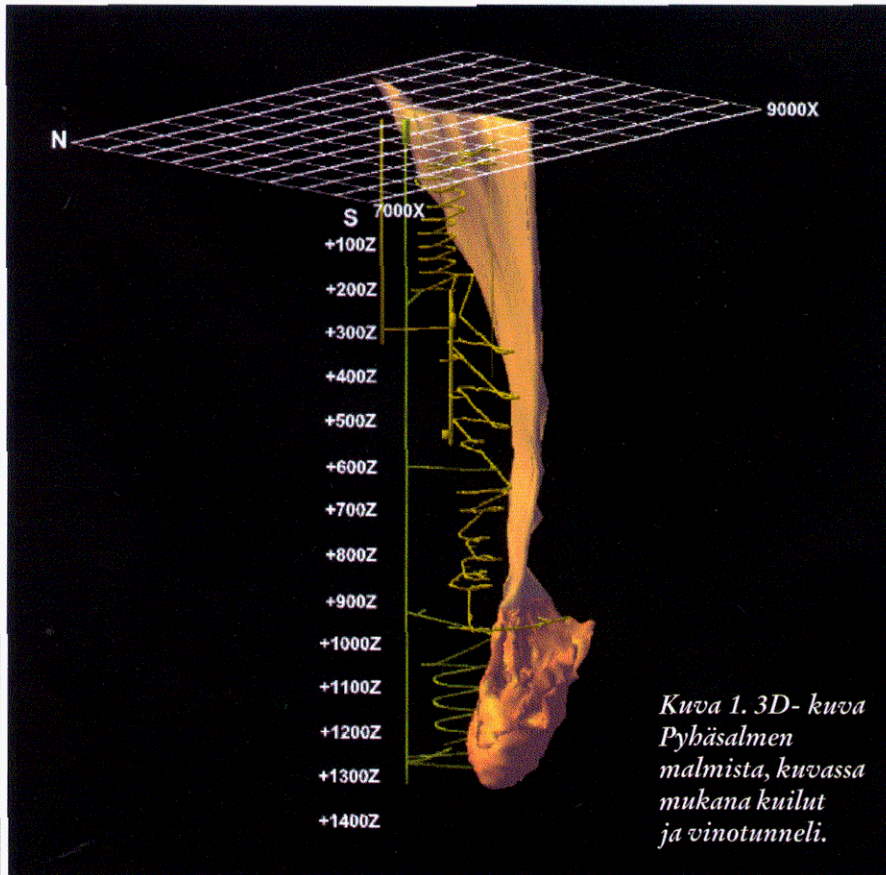
Ensimmäisen vaiheen tutkimukset keskittyivät malmin keskiosan jatkeisiin. Tehtyjen neljän reiän mukaan mineralisaatio jatkui ainakin +1300 -tasolle asti (**Kuva 2**). Samalla mineralisaatio, minkä eteläkärki ylempillä tasoilla (**Kuva 1**) oli päättynyt lähes samalle tasolle, näytti jatkuvan selvästi aiempaa etelämmäksi. Ensimmäisten reikiä lävistykset olivat kuitenkin laadultaan huonoja. Vain reikiä alussa, oletetulla paikalla ja varsinkin jyrkempien reikiä lopussa oli pitoisuusltaan parempaa mineralisaatiota. Jälkeenpäin osoittautui, että lävistettyään aluksi normaalia Cu-Zn -mineralisaatioita reiät kulkivat pääosin uuden mineralisaation keskiosan massiivisessa rikkikiisussa ja vasta lopussa tavoittivat nykyisen malmin kaakkoisreunan.

Mineralisaation eteläpäähän rakenteen selvittämiseksi jatkettiin kairauksia vino tunnelin eteläisimmästä nurkasta. Reikä R-1911 lävisti +1170 - +1220 -tasojen välissä Cu-Zn -mineralisaation yhteensä 66,25 m matkalla. Lävistyksen koostumus oli:

R-1911

44 m @ 1,85 % Cu, 1,55 % Zn, 41,4 % S
22,25 m @ 0,4 % Cu, 7,99 % Zn, 34,2 % S

Lävistyksen sijainti, sen koostumus ja selvä metallien vyöhykkeellisyys muutti koko etsintäsuunnitelman ja avasi uusia mahdollisuuksia kasvattaa Pyhäsalmen malmin varantoja. Tätä reikää, jonka lävistys saatiin 19.12.1996, voidaan pitää Pyhäsalmen uuden malmin löytöreikä.



Kuva 1. 3D-kuva Pyhäsalmen malmista, kuvassa mukana kuilut ja vinotunneli.

Mineralisaation muoto ja koko alkoi hahmottua kevään 1997 kairauksissa. Yläosan levymäinen malmi jatkui alaspäin hevosenkengän muotoisena paksumana linssinä. Mineralisaation koko ja pitoisuus vaikuttivat niin lupaavalta, että sen tutkimista varten päätettiin louhia 500 m pitkä tutkimustunneli.

Tutkimustunneli valmistui lokakuussa 1997 (Kuva 2) ja kairaus kolmella kairausyksiköllä alkoi marraskuussa. Kii-vaimpana aikana talvella 1997-1998 käytössä oli viisi yksikköä. Kairaukset tehtiin pääosin tutkimustunnelista ja osa myös vinotunnelista. Teknisesti ja aikataulullisesti tiukan kairausurakan hoiti Suomen Malmi Oy.

Pääosa kairauksesta saatiin valmiiksi toukokuussa 1998, jolloin malmiarviota varten oli koossa yhteensä 22000 m kairasydäntä yhteensä sadasta reiästä. Analysoitu metrimäärä oli yli 5000 m. Normaalin kivilajiraportoinnin yhteydessä havainnointiin myös kalliomekaniikka ja rakenteet suunnattujen näytteiden avulla. Lisäksi otettiin näytteet rikastuskokeita varten sekä näytteet kalliomekaanisia mittauksia varten. Kaikkien reikien, joiden pituus oli yli 200 m, sivusuuntataipuma mitattiin.

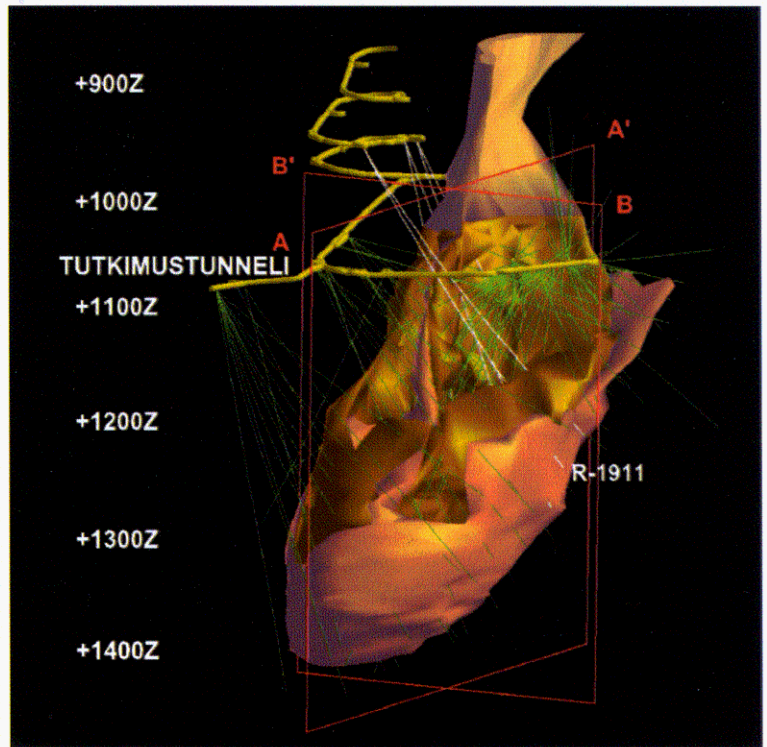
Malmiarvio

Malmiarvio valmistui toukokuussa 1998. Malmiarvio tehtiin sekä konventionaalisesti vaakaleikkausten avulla että "Inverse Distance Weighting" -menetelmällä. Mineralisaatio jaettiin erikseen Zn- ja Cu -mineralisaatioihin. Investointiesityksessä pohjana käytetyssä mineraalivarantoarviossa oli varoja alhaalla olevan taulukon mukaisesti.

Kuparin ja sinkin lisäksi mineralisaatio sisältää 0,4 g/t kultaa ja 14 g/t hopeaa. Keskimääräinen ominaispaino on 4,6. Mahdollisia mineraalivarantoja arviointiin olevan n. 4 milj. tonnia.

Geologia

Kuvassa 3 (seur. sivu) on pituus- ja poikkileikkaukset malmista vuoden 1999 lopun tietojen mukaan. Leikkausten sijainti **kuvassa 2**. Malli on tehty Surpac 2000-ohjelmistolla ja tällä hetkellä malli perustuu yli 30 000 kairametriin ja yli 150 kaira-



Kuva 2. Etsintävaiheen (valkoiset) ja inventointivaiheen (vibreät) kairareivät sekä pituus- ja poikkileikkausten sijainti.

reikään. Malmi ulottuu n. +1410 -tasolle. Malmi muodostuu tiukasta poimunkärjestä, jonka ytimen muodostaa massiivinen rikkikiisumineralisaatio, jota ympäröi kehämäisesti ensin kuparimalmi ja sitten reunalla sinkkimalmi. Malmin kontakti sivukivinä oleviin vulkaniitteihin on terävä. Tyypillinen vulkaniitteihin liittyvien massiivisten sulfidimalmien ympärillä oleva muuttumisvyöhyke puuttuu. Muuttuneita kiviä (talkkiliuskeet, serisiittiliuskeet, kordieriitti-antofylliittikivet) on vain malmin sisällä olevina sulkeumina ja kielekkeinä.

Sinkkimalmeja tavataan kahta tyyppiä; massiivinen rikkikiisusinkkivälkemalmi ja baryyttirikas verkkomainen tai semimassiivinen sinkkimalmi. Kuparimalmit ovat massiivisia rikkikiisupohjaisia malmeja. Rikkikiisumineralisaatiot ovat massiivisia tai breksiarakenteisia. Pienet kalkkikivisulkeumat ja vulkaniittisulkeumat ovat yleisiä.

Merkittävimmät erot Pyhäsalmen "vanhaan" malmiin verrattuna ovat muuttuneiden kivien vähyys, selvä me-

tallien vyöhykkeellisyys sekä magneettikiisupohjaisten malmien puuttuminen lähes kokonaan.

Vuodenvaihteen tilanteen mukaan syvän osan malmivarat ovat n. 20 miljoonaa tonnia ja mineraalivarannot n. 4 miljoonaa tonnia.

Kalliomekaaniset tutkimukset

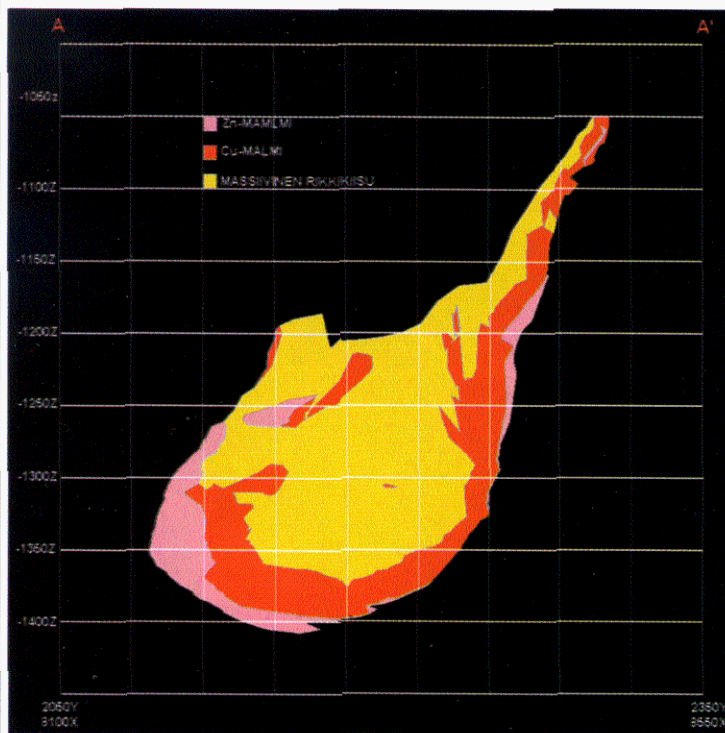
Kalliomekaaninen selvitys perustui aikaisempaan kalliomekaaniseen aineistoon, kairaustietoihin, laboratoriomäärittäisiin sekä alustavaan louhintasuunnitelmaan. Selvitysten mukaan vallitseva primäärijännitystila ja sen suunta tulevat olemaan keskeisimmät kalliomekaaniset tekijät. Työssä ei ilmennyt sellaisia seikkoja, jotka estäisivät louhinnan tai aiheuttaisivat aikaisemmasta oleellisesti poikkeavia riskejä. Gridpoint Finland Oy teki FLAC3D -ohjelmistolla kalliomekaanisen mallinnuksen.

Talvella 1999 tehtyjen in situ jännitystilamittausten mukaan +1125 -tasolla suurin pääjännitys on 65 MPa, se on lähes vaakatasoinen suuntaan 310°. Keskimääräinen pääjännitys on myös lähes vaakatasossa, suuruudeltaan 40 MPa ja sen suunta on 220°. Pienin pääjännitys on lähes pysty ja sen suuruus vastaa painovoimaa ollen 29 MPa.

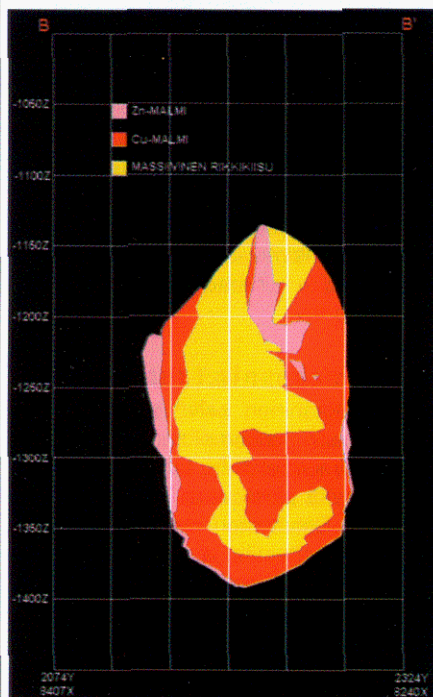
Viimeisten kalliomekaanisten tarkastelujen perusteella pysyvät kalliotilat tullaan sijoittamaan alkuperäistä kauemmaksi louhosalueista.

Todennäköiset mineraalivarannot tasovälillä +1050 - +1350 (toukokuu 1998)

Zn- mineralisaatiot	3 155 000 t	Cu 0,9 %	Zn 5,1 %	S 39,9 %
Cu- mineralisaatiot	11 400 000 t	Cu 1,4 %	Zn 1,1 %	S 45,0 %
Yhteensä	14 555 000 t	Cu 1,3 %	Zn 2,0 %	S 43,9 %



Kuva 3.
Pituus (A - A')- ja poikki (B - B')- leikkaukset Pyhäsalmen uudesta malmista.



Rikastustutkimukset

Rikastuskokeita varten otettiin eri malmityypeistä yhteensä 500 kg näytettä. Kustakin malmityypistä valittiin edustava sarja näytteitä mineralogisia selvityksiä varten. Perusmineralogia teetettiin opinnäytetyönä Turun yliopiston geologian laitoksella ja tarkemmat mineraalilaskennat ja mikroanalytiikka teetettiin Outokumpu Research Oy:n laboratoriossa. Rikastustutkimukset tehtiin Pyhäsalmen kaivoksen laboratoriossa.

Mineralogisten selvitysten mukaan

Pyhäsalmen syvyysjatkeiden malmi- ja harmemineralogia ei poikkea yläosan malmin mineralogiasta. Myöskään rikastustutkimuksissa ei ilmennyt aiempaan kokemukseen verrattuna mitään poikkeavaa.

Investointi

Kannattavuuslaskelmissa verrattiin kahta tuotantovaihtoehtoa: nostoa kolmevaiheisena, uutta kuilua (+630 - +1445 -tasovälille) ja kahta olemassa olevaa kuilua pitkin, tai nostoa suoraan +1400 -tasolta maanpintaan. Vertailussa päädyttiin uuteen kuiluun maanpinnasta +1445 -tasolle vuosituotannolla 1.3 Mt.

Louhintamenetelminä käytetään sekä pitkittäistä että poikittaista välitaso- ja pengelouhintaa. Ensimmäisen vaiheen louhosten raakutäyttö kovetetaan, kun taas toisen vaiheen louhokset täytetään pelkällä raakulla.

Kokonaisinvestoinniksi muodostui 300 Mmk, josta:

- kuilun louhinta	50 Mmk
- nostolaitos	70 Mmk
- murskaamo	50 Mmk
- vinotunneli	30 Mmk
- muu infrastruktuuri	50 Mmk
- liikkuva kalusto	40 Mmk
- muut kulut	10 Mmk

Uusi malmikäsitteilylinja louhinta-alueelta rikastamolle muodostaa yli puolet eli 170 Mmk investoinneista.

Investointiin sisältyy lisäksi vinotunneli kaivoksen pohjalle, uusi tuuletusreitti maan pinnasta +1400 -tasolle, kaivoksen

liikkuvaa kalustoa, vedenpoiston rakennus ja saneeraus, +1410 -päätaso huolto- ja ruokapaikkoineen ja varastoineen sekä sähkö- ja viestiverkosto. Betoninjakeluun on suunniteltu pudotuslinja maanpinnalta +1230 -tasolle.

Muihin kuluihin sisältyvät mm. projektin henkilöstömenot sekä tutkimus- ja selvitystyöt. Lisäksi on hankittu kaivossuunnittelujärjestelmä, Surpac 2000, laitteineen sekä kaivosmittauskalustoa. Investointiesitystä edeltäneen tutkimusvaiheen kokonaiskustannukset olivat 10 milj.mk.

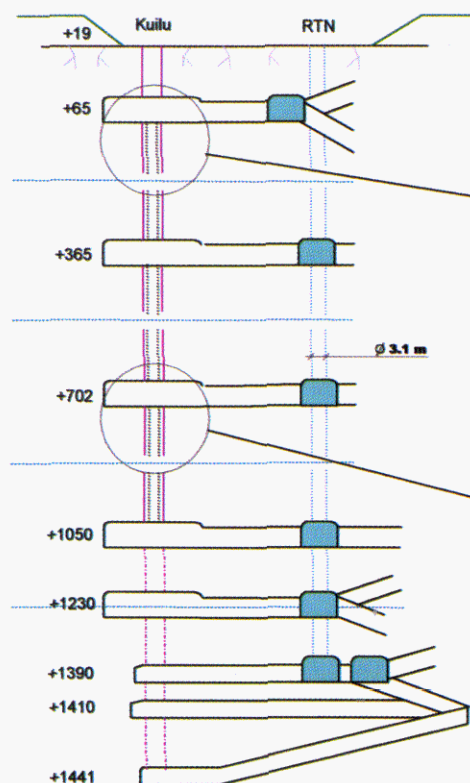
Vinotunnelin louhinta

Vinotunnelin ajo aloitettiin 1.4.1998, jolloin sen pohjan korkeus oli +1100. Vinotunnelin louhinnan urakoi YIT-Rakennus Oy. Urakkaan sisältyy vinotunnelin ja muiden kalliotilojen louhintaa yli 6000 jm. Avaintavoitteeksi asetettiin, että vinotunneli on +1410 -tasolla 31.03.2000.

Vinotunnelin kaltevuus on 1:7. Se porataan profiiliin 5,0 m x 4,5 m ja pulttetaan sekä ruiskubetonoidaan systemaati-



PERIAATEKUVA KUILUTYÖMAASTA



tisesti. Vinotunnelin pohjan korkeus oli vuoden 1999 lopussa +1380 ja se oli noin 2,5 viikkoa edellä urakkasopimuksen tavoitetta. Etenemä kuukaudessa on ollut keskimäärin 100 m. Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan vinotunneli päättyy +1445 -tasolle, joka on myös samalla kaivoksen syvin kohta.

Kuilun louhinta

Uusi malminnostokuilu louhitaan maanpinnalta +1441 -tasolle. Kuilun alueen geologian ja kalliorakenteiden selvittämiseksi on kairattu yhteensä 4300 m.

Kuilu louhitaan kahdeksassa osassa. Kuilunajossa halkaisijaltaan 2,4 m avausnousu tehdään täysprofiiliporauksena, joka sen jälkeen levitetään porausräjäytys -menetelmällä 5 m halkaisijaksi. Kuilun avausnousun pilottireiän poraus tehdään suunnattuna porauksena korkean mekanisointiasteen saavuttamiseksi. Tähän mennessä porattujen pilottireikien poikkeamat ovat olleet alle 50 cm suunnitellusta noin 300 m pitkissä

nousuissa. Periaatekuva kuilun louhinnasta on esitetty **kuvasa 4**.

Kuilu pulttitetaan ja ruiskubetonoidaan systemaattisesti kuilunporausvaunusta. Tavoite kuilun louhinnassa on 24 m valmista kuilua viikossa.

Kuilun avausnousujen täysprofiiliporauksen urakoi Skanska Raise Boring Ab Ruotsista ja kuilun louhinnan YIT-Rakenus Oy. Kuilun avausnousut ovat vuoden 1999 loppuun mennessä valmiita +702 -tasolle. Kuilun louhinta puolestaan etenee +150 -tasolla.

Nostolaitos

Nostokone tulee olemaan köysijohteinen kitkanostokone kapalla ja vastapainolla. Kapan päälle rakennetaan henkilökori. Henkilöliikennetasoja rakennetaan kaksi, maanpinta +10 sekä päätaso +1410. Köydenvaihtotaso sijaitsee +702 -tasolla. Nostokoneen toimittaa ABB.

Nostolaitoksen tietoja:

- kapasiteetti 275 t/h, kapan malmin kuorma 21,5 t
- nostonopeus malminostossa 15,5 m/s, henkilöliikenteessä 12 m/s
- 6 johdeköyryä, 4 kannatusköyryä, 3 tassausköyryä
- köysirummun halkaisija 4,5 m
- nostokoneen moottorin teho 2,5 MW

Teräsbetoninen nostotorni, jonka korkeus on 52 m, rakennetaan liukuvalutekniikalla. Tornin ulkoseinät lämpöeristetään ja verhoillaan muovipinnoitetulla

teräslevyllä. Tornin rakentaminen alkaa huhtikuussa 2000 ja sen urakoi YIT-Rakennus Oy.

Murskaamo, kaatonousut, malmisiilot ja -hinnat

Murskaus ja nosto ovat miehittämättömät ja niiden valvonta tapahtuu rikastamolla.

Tason +1400 leukamurskaamoon malmilouhe syötetään kahden kaatonousun kautta sivusyöttimille tai lastauskoneella/dumpperilla suoraan vaunusyöttimelle. Murskaus tapahtuu leukamurskaimella yhdessä murskausvaiheessa. **Kuvassa 5** on esitetty malminkulkukaavio leukamurskaamolta maanpinnalle.

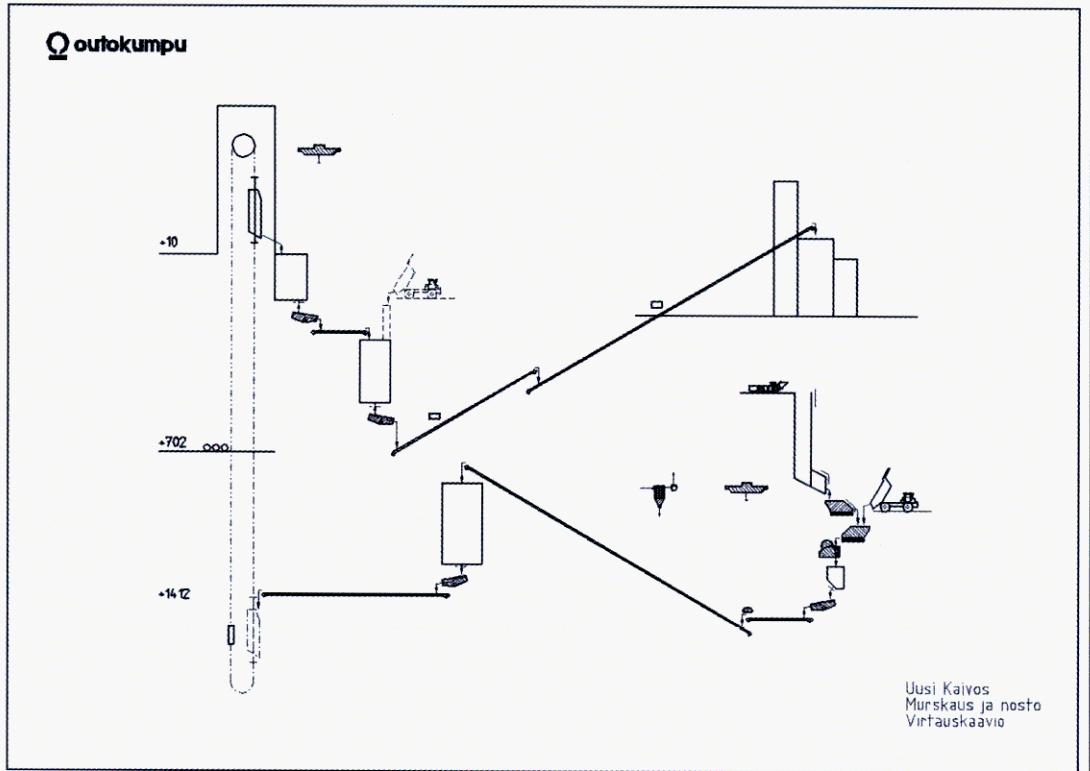
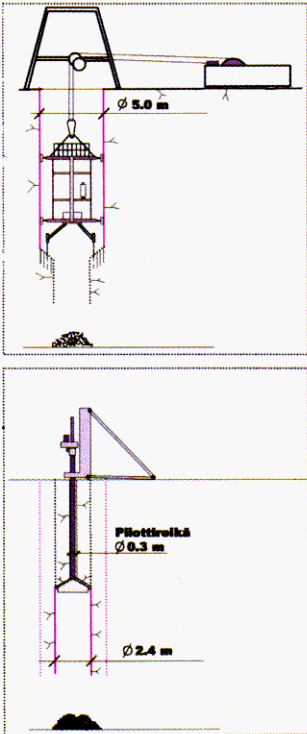
Kaatonousuihin louhitaan kaato-oksat joka toiselta tuotantotasolta eli 50 m:n välein. Halkaisijaltaan 3,1 m nousut tehdään täysprofiiliporauksena ja ne lujitetaan vajeripulteilla. Kaatonousut varustetaan kivipinnanmittauksella sekä alarajavalvonnalla.

Murskaamon alla, tasolla +1422, erotetaan malmimurskeesta rautaromu magneettierottimella. Murskaamon alta malmimurske nostetaan hinnakuljettimella kappalastaamon siilon. Siilon tilavuus on noin 2000 t.

Kappalastaamosta +1410 -tasolta malmimurske kulkee punnitsevaa hinnakuljetinta pitkin kappaan, jolla se nostetaan maanpinnalle. Erillistä mittataskua ei siis tarvita, vaan punnitus tapahtuu hinnakuljettimella. Kappa puretaan maanpinnalta +65 -tasolle louhituun siilon hinnakuljetinta pitkin. Siilon

Kuva 4.
Periaatekuva
kuilun
louhinnasta.

Kuva 5.
Malmin-
kulkukaavio.



halkaisija on 12 m ja hyötykoko 8000 t. Siilosta murske nostetaan hihnakuljettimella maanpintaan rikastamon siiloon.

Kaatonousujen täysprofiiliporauksen urakoi Skanska Raise Boring Ab. Hihnakuljettimet ja syöttimet toimittaa Outokummun Metalli Oy. Hihnakanaalit, siilot ym. tilat louhii YIT-Rakennus Oy.

Päätaso

Päätasolle +1410 rakennetaan kuiluyhteyksien lisäksi huolto- ja ruokapaikat sekä varasto kunnossapito- yms. tarveaineille. Ruokapaikka toimii myös suojapaikkana. Läpiajettaville huoltopaikoille asennetaan siltanosturit ja rakennetaan huoltomontut. Muita huoltotiloja ovat komponenttikorjaustilat, poranteroituspaikka sekä autojen ja koneiden pesupaikat.

Ilmastointi

Uuden kaivoksen ilmastoinnin suunnittelussa lähtökohtana ovat olleet yksinkertainen layout sekä koko ilmamäärän johtaminen kaivoksen pohjalle.

Raitisilma johdetaan kuilun yhdysperien kautta halkaisijaltaan 3,1 m täysprofiilinousua (kuva 4) pitkin +1390 -tasolle, josta se ohjataan louhinta-alueelle tuuletusperää pitkin. Louhinta-alueella raitisilma johdetaan tasoperillä malmin molemmissa päissä sijaitseviin poistonousuihin, halkaisijaltaan 2,4 m. Tasolta toiselle raitisilma johdetaan alhaalta ylöspäin pitkäreikänoisuja pitkin. +1080 -tason yläpuolella hyödynnetään olemassa olevat ilmastointireiitit.

Ilmastointinousujen täysprofiiliporauksen urakoi Skanska Raise Boring Ab. Uusi ilmastointiasema on tavoitteena ottaa käyttöön kesällä 2000.

Vedenpoisto

Kaivoksen vedenpoisto tullaan hoitamaan neljällä pumppaamalla, jotka sijaitsevat +645-, +970-, +1300- sekä +1430 -tasoilla. Vinotunnelin pohjalle asennetaan lisäksi oppopumppu. Varsinainen liejunerotus tapahtuu suunnitelmien mukaan +645 -tasolla.

nainen liejunerotus tapahtuu suunnitelmien mukaan +645 -tasolla.

Sähkön syöttö

Uusi 6 kV-sähkön syöttö rakennetaan kuilun yhdysperien kautta, jota hyödynnetään jo rakennusaikana nousunporauksissa. Nykyinen syöttö vahvennetaan +640 -tasolta lähtien ja kytketään rengas syötöksi uuteen linjaan, jolloin sähköä voidaan jakaa kahta kautta. Kaivoksen alaosiin rakennetaan neljä muuntamo.

Viestiverkosto

Viestiverkosto kaapeloidaan samaa reittiä kuin 6 kV -sähkön syöttö. Viestiverkkoon kuuluvat kiinteästi langoitettu puhelinverkko, radiopuhelinjärjestelmä, mikroverkko sekä tiedonsiirtokaapelointi. Radiopuhelinjärjestelmäksi hankitaan avokanavainen "Leaky Feeder" -järjestelmä. Kannettava radiopuhelin tulee kaivoksessa työskenteleville henkilökohtaiseksi varusteeksi ja on merkittävä turvallisuustekijä.

Tavaraliikenne ja materiaalin jakelu

Raskas tavaraliikenne hoidetaan vinotunnelin kautta. Kuilua hyödynnetään tarvikkeiden yms. kuljetuksessa. Ruis-kubetoni pudotetaan maanpinnalta +1230 -tasolle putkitettua kallioreikää pitkin. Maan alla massa vastaanotetaan suoraan kuljetusajoneuvoon ja kuljetetaan käyttökohteeseen. Samasta kohteesta maanpinnalta porataan myös toinen, ns. yhteiskäyttöreikä, johon sijoitetaan erilliset putket ainakin kaivos-täytölle, paineilmalle ja -vedelle, poltto-aineelle sekä valokuitukaapelille.

Liikkuva kalusto

Uuden kaivoksen arvioitu konetarve on noin 22 kpl, joista tärkeimmät tuotantokoneet ovat uusia. Investoinneissa on mukana myös rakennusajan tuotannon tarvitsemaa kuljetuskalustoa.

Outokumpu Mining Oy:n Pyhäsalmen Cu-Zn-rikkikiisukaivos sijaitsee Pyhäjärvellä Oulun läänin etelärajalalla. Kaivos on toiminut vuodesta 1962 ja se on vuoden 1999 loppuun mennessä tuottanut yhteensä 240 000 tonnia kuparia ja 680 000 tonnia sinkkiä rikasteissa sekä 17,4 milj. tonnia rikkikiisurikastetta. Kaivoksesta on louhittu yhteensä 33,4 miljoonaa tonnia malmia, josta 6,8 milj. tonnia avolouhoksesta ja loput maan alta. Pyhäsalmen kaivoksen rikastamolla on käsitelty myös Kangasjärven, Ruostesuon ja Mullikkorämeen satelliittikaivosten malmit. Kaivoksen henkilöstön määrä vuoden 1999 lopussa oli 256 henkilöä, joista työntekijöitä 191 ja toimihenkilöitä 65.

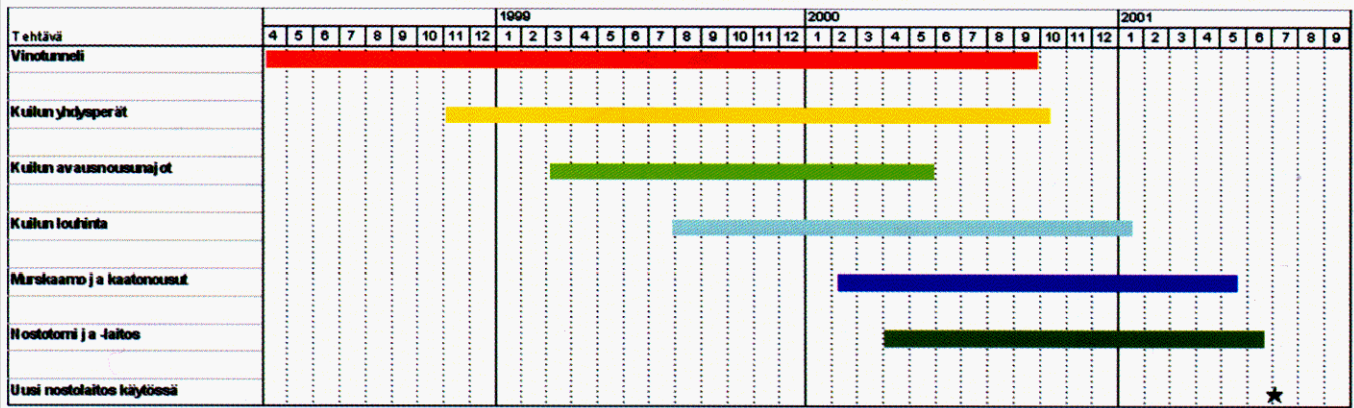
Liikkuvan kaluston päätoimittaja on Sandvik Tamrock.

Projektin toteutus

Uuden kaivoksen rakentamisesta vastaa projektiorganisaatio, jonka tehtävänä on suunnitella, rakentaa, asentaa ja osin ottaa käyttöön Uuden kaivoksen tilat ja tuotantovälineet. Projektin henkilöstö on koottu pääosin Pyhäsalmen kaivoksen henkilöstöstä. Projektissa hyödynnetään heidän kokemus ja asiantuntemus vastaavanlaisissa tehtävissä. Vuoden 1999 lopussa projektissa työskentelee kokopäivätoimisesti 5 henkilöä ja osa-aikaisesti noin 10 henkilöä. Urakoitsijoiden määrä on noin 60.

Projektin yleisaikataulu on esitetty kuvassa 6, josta käy ilmi tärkeimpien työkokonaisuuksien kestot ja osuudet projektin kokonaisaikataulussa. Tuotanto uuden nostolaitoksen kautta alkaa 1.7.2001. □

Kuva 6. Uusi Kaivos -projektin yleisaikataulu.



FROM MINE TO MARKET
WITH SKILL AND CARE

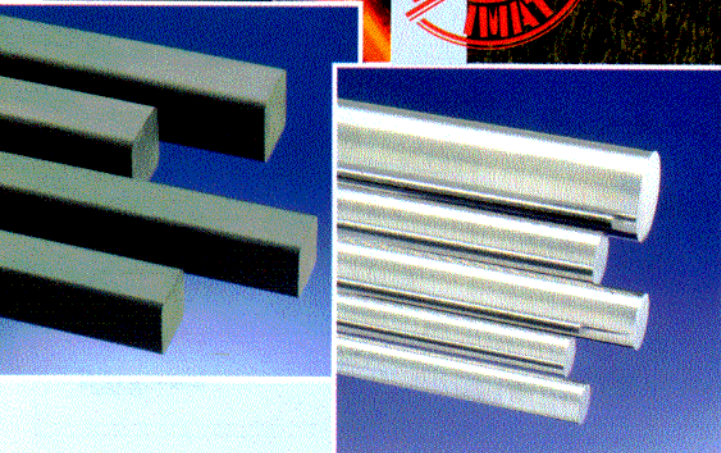
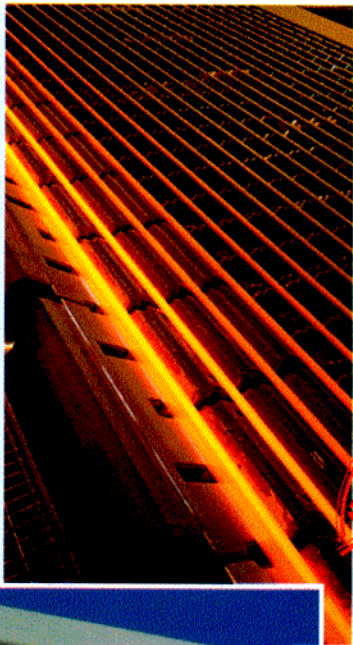


KEMIRA

INDUSTRIAL CHEMICALS

KEMIRA CHEMICALS Oy
Kemphos
P.O.Box 20
FIN-71801 SILIJÄRVI

Tel: +358 10 86 1215
Fax: +358 10 862 6795
E-mail: kemphos@kemira.com



 **IMATRA STEEL**

FIN-55100 IMATRA, Finland
Tel. +358-5-680 21
Fax +358-5-6802 211

GTK LÖYSI UUDEN NIKKELIMINERALISAATION SUOMUSSALMELTA

Rovaniemellä 2.-3.12.1999 pidetyn Fennoscandian Exploration and Mining-kongressin yhteydessä Geologian tutkimuskeskus (GTK) esimarkkinoi Suomussalmelta paikannetun Vaaran nikkelimineralisaation. Se sijaitsee n.15 km pitkän ja vajaan kilometrin leveän Vaara-Kauniinlammen komatiittivyöhykkeen eteläpäässä. Kyseessä on uuden tyyppinen Suomesta paikannettu nikkelimineralisaatio. Vastaavan tyyppisiä piirteisiä nikkelimalmoja, mitä Vaaran mineralisaatio edustaa, louhitaan Länsi-Australian ja Kanadan arkeaisilta vihreäkivivyöhykkeiltä.

GTK raportoi Vaara-Kauniinlammen komatiittivyöhykkeen nikkelimineralisaatioineen KTM:lle keväätalven 2000 aikana. Myöhemmin keväällä KTM järjestää kaivosyhtiöille kansainvälisen tarjouskilpailun nikkelikriittisen komatiittivyöhykkeen jatkotutkimusosoikeuksista.

Komatiittivyöhyke ja siihen liittyvä Vaaran nikkelimineralisaatio herättivät kongressin osanottajissa ja tiedotusvälineissä suurta huomiota.

Seuraavassa Rovaniemen kongressin yhteydessä kaivosyhtiöiden edustajille jaettu esittelymateriaali.

VAARA KOMATIITIC NICKEL MINERALIZATION

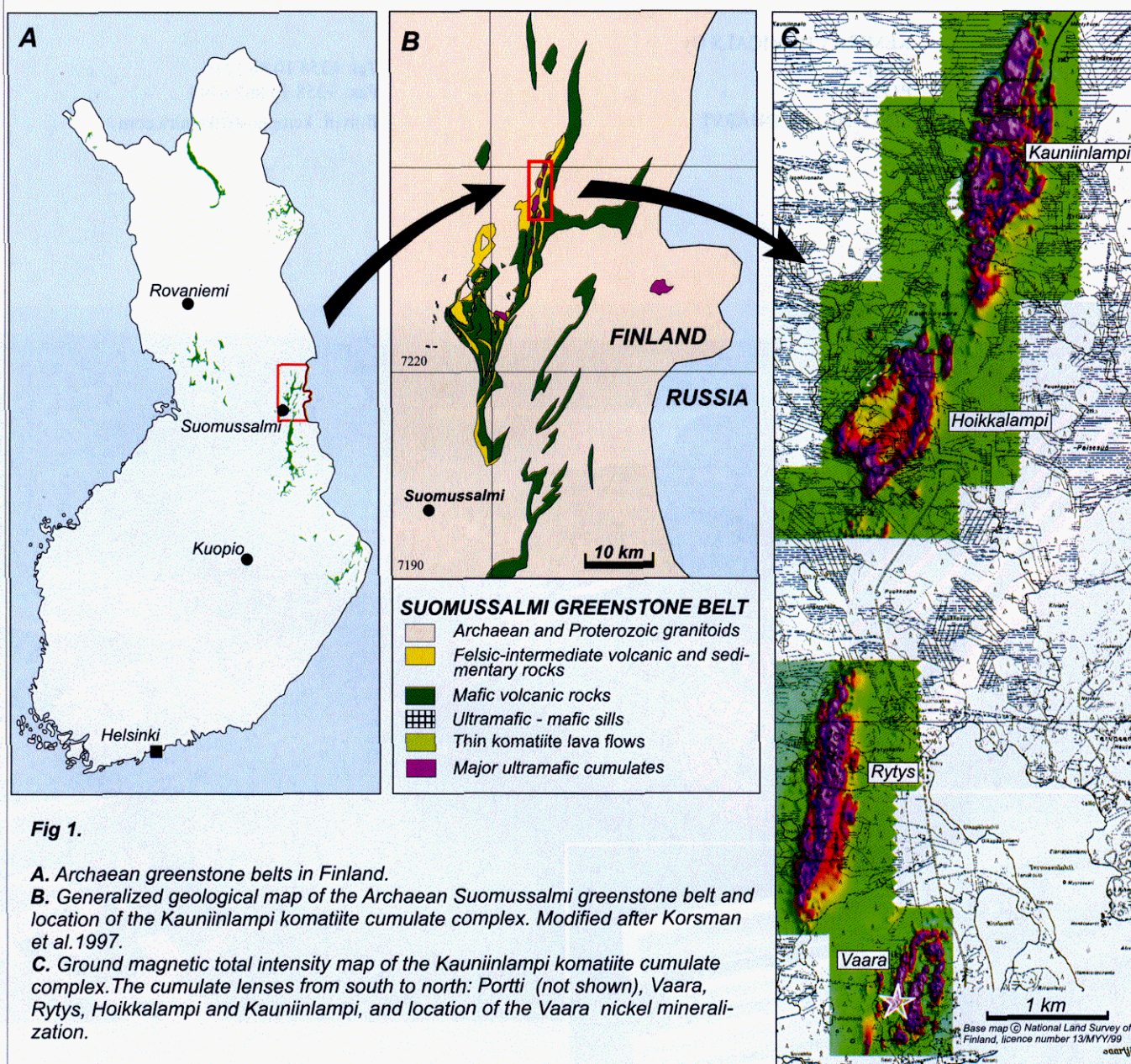


Fig 1.

A. Archaean greenstone belts in Finland.

B. Generalized geological map of the Archaean Suomussalmi greenstone belt and location of the Kauniinlampi komatiite cumulate complex. Modified after Korsman et al. 1997.

C. Ground magnetic total intensity map of the Kauniinlampi komatiite cumulate complex. The cumulate lenses from south to north: Portti (not shown), Vaara, Rytys, Hoikkalampi and Kauniinlampi, and location of the Vaara nickel mineralization.

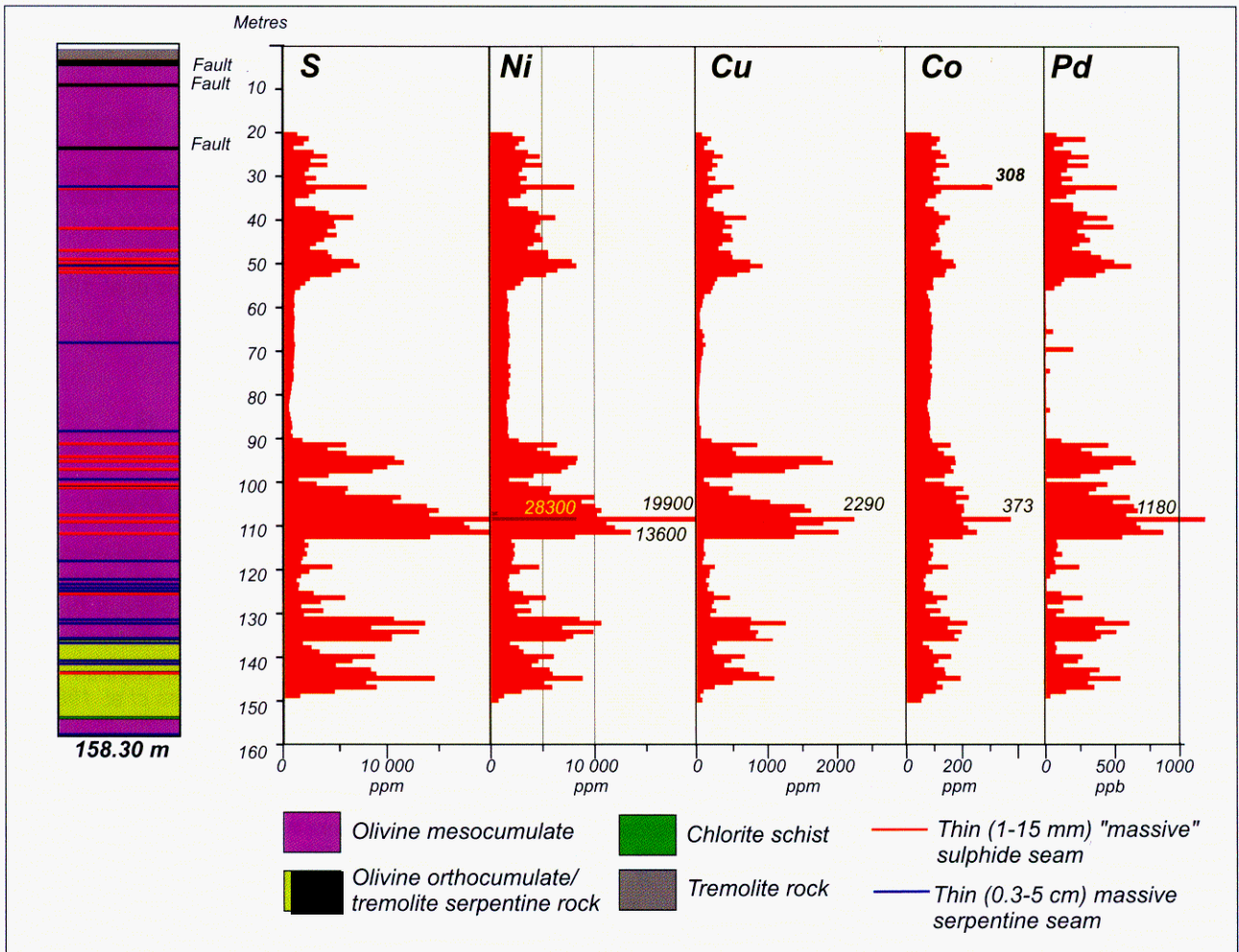


Fig 2. One drill hole of the Vaara Ni-mineralization.

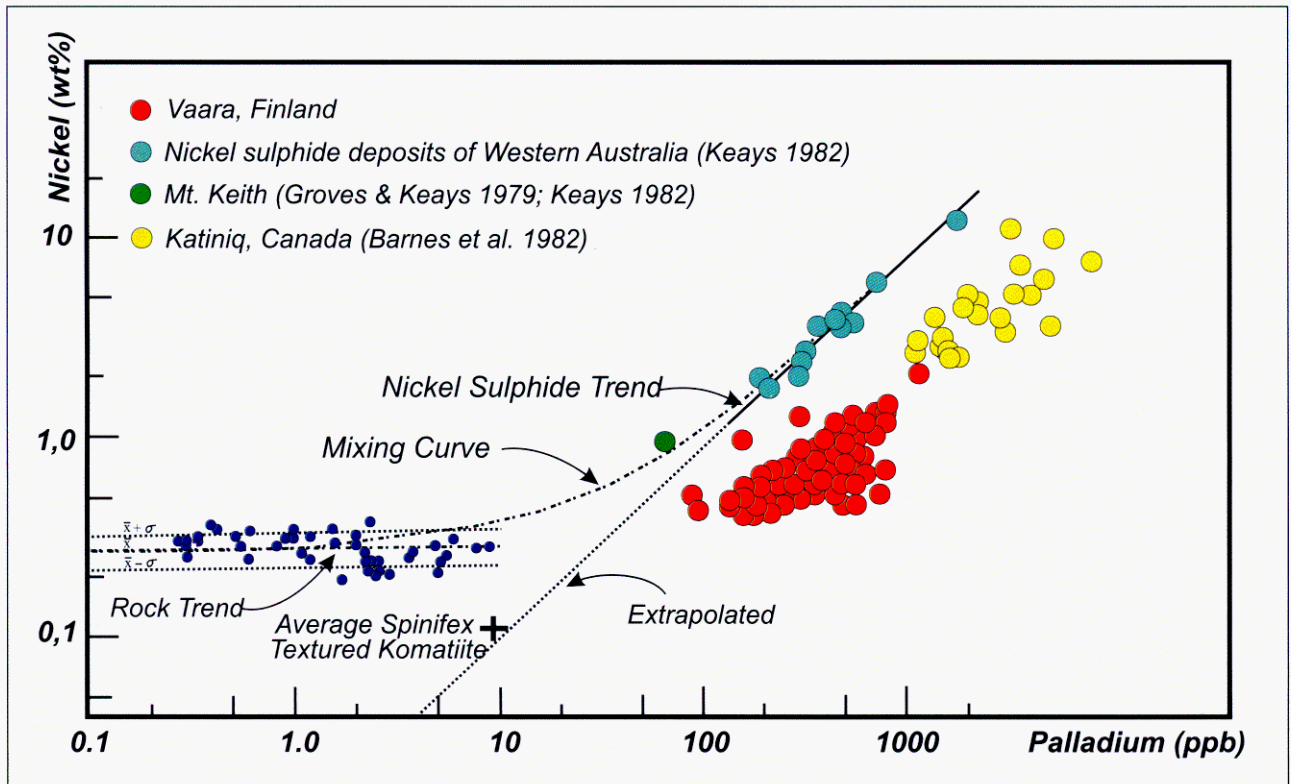


Fig 3. Plot of Ni and Pd contents of Ni sulphide deposits and dunitic komatiites containing less than 10 ppb Pd. Modified after Keays 1982.

LOCATION AND GENERAL GEOLOGY

The Archaean Suomussalmi greenstone belt, eastern Finland, is surrounded by the middle to late Archaean tonalite-trondhjemite gneisses and migmatites (Fig. 1A and B). It is roughly N-S trending, up to 10 km wide, and about 60 km long.

The Kauniinlampi komatiite cumulate complex is located in the Saarikylä area, the northern part of Suomussalmi greenstone belt, about 50 km north from Suomussalmi village (Fig. 1). It consists of five steeply eastward dipping olivine cumulate lenses from south to north: Portti, Vaara, Rytys, Hoikkalampi and Kauniinlampi. This discontinuous cumulate complex is about 0.5 km wide and 15 km long (Fig. 1B and C).

According to present interpretation in the Saarikylä area the lowermost unit is 3.0-2.8 Ga old Luoma Group, which is visible in the western margin of the greenstone belt and is composed of felsic to mafic volcanic and volcanogenic sedimentary rocks. These are overlain by about 2.76-2.8 Ga old komatiitic unit, composed mainly of olivine meso- and adcumulate lenses along the preferred lava pathways. Komatiitic high-Mg basalts form the next stratigraphic unit which is overlain by a sequence of basalts with anomalously high Cr concentrations (Cr 450-900 ppm). The uppermost stratigraphic unit is composed of felsic to intermediate volcanics, volcanoclastic sedimentary rocks and black schists. The stratigraphic sequence is disturbed by numerous N-S trending shear zones which split the sequence into fragments which have been separately rotated and block faulted.

CONTENTS OF CHALCOPHILE ELEMENTS

In the Vaara mineralization typical whole rock sulphidic nickel grades range from 0.25 to 1.4 wt% and average between 0.4-0.8 wt% depending on cutoff grade. All chalcophile elements follow each other very well (Fig. 2). Even Ni/S ratio is quite constant varying between 0.5-2.0 (average 1.1), Ni/Cu is not constant but varying between 2-55 (average 14). Ni/1000*Pd ratio 8-60 (average 20) is high when compared to Ni ores of Western Australia, but quite similar than in Katiniq, Canada (Fig. 3).

COMPOSITION OF THE SULPHIDE FRACTION

The Vaara disseminated sulphides are richer in nickel than sulphides in the komatiitic nickel ores in Western Australia and Katiniq in Canada. The Vaara mineralization is also richer in PGE than Ni ores of Western Australia. Nickel content in the Vaara mineralization recalculated to 100% sulphide varies mainly between 34-48 wt% and palladium content between 20-35 ppm (Fig. 4).

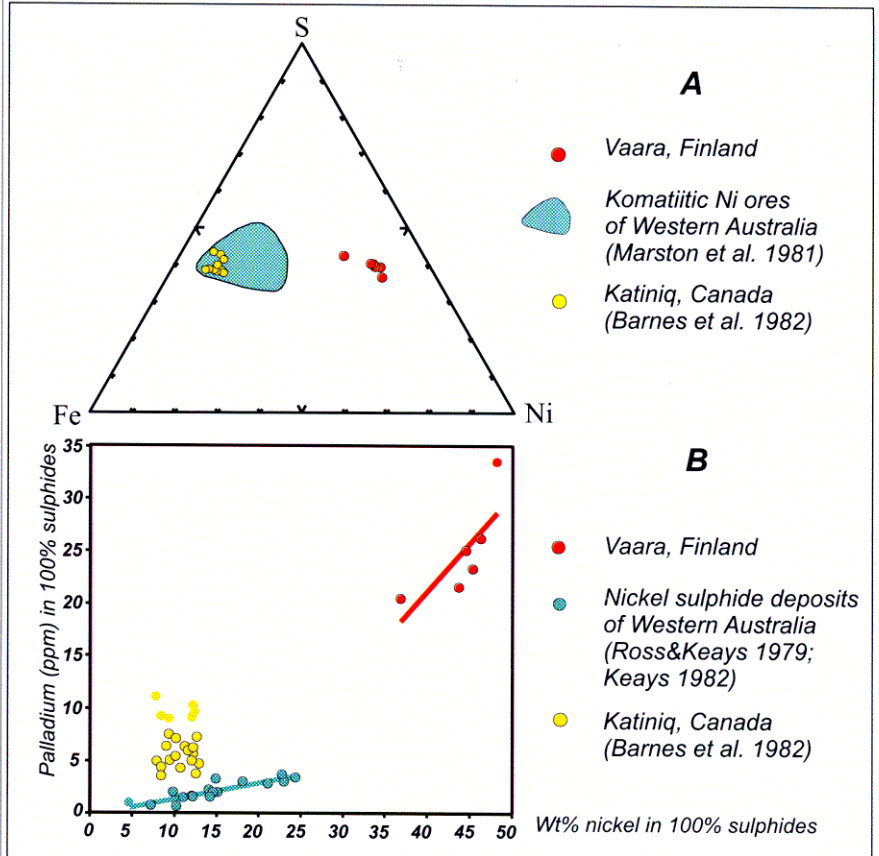


Fig 4. A. Compositions of sulphide fractions from Western Australia Ni sulphide ores (Marston et al. 1981), Katiniq in Canada (Barnes et al. 1982) and Vaara in Suomussalmi. B. Variation of Pd as functions of the Ni contents of Ni Sulphide ores calculated to 100% sulphides.

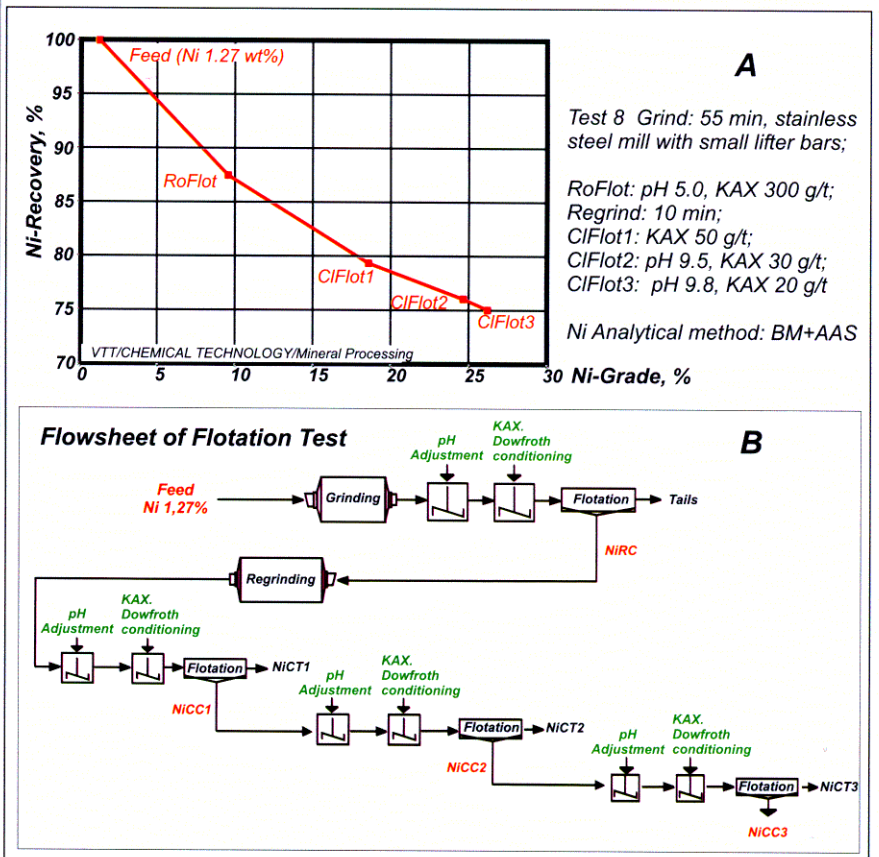
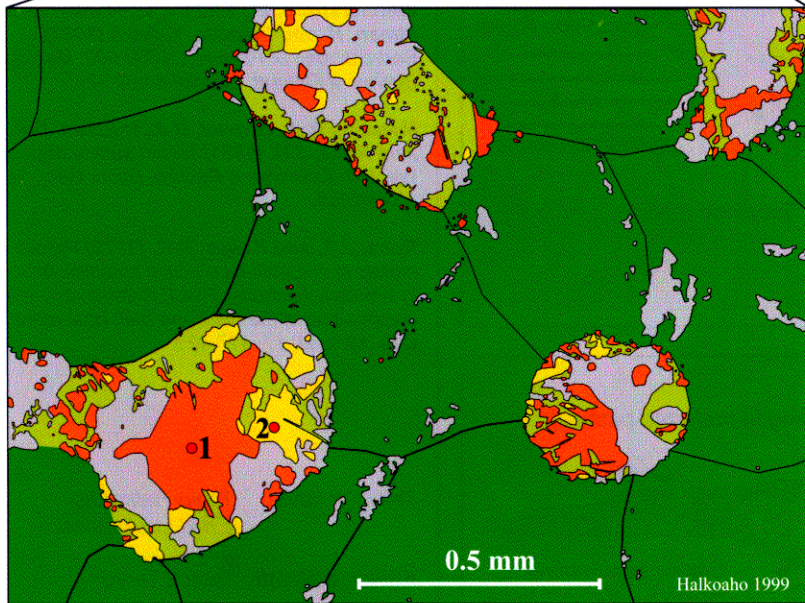
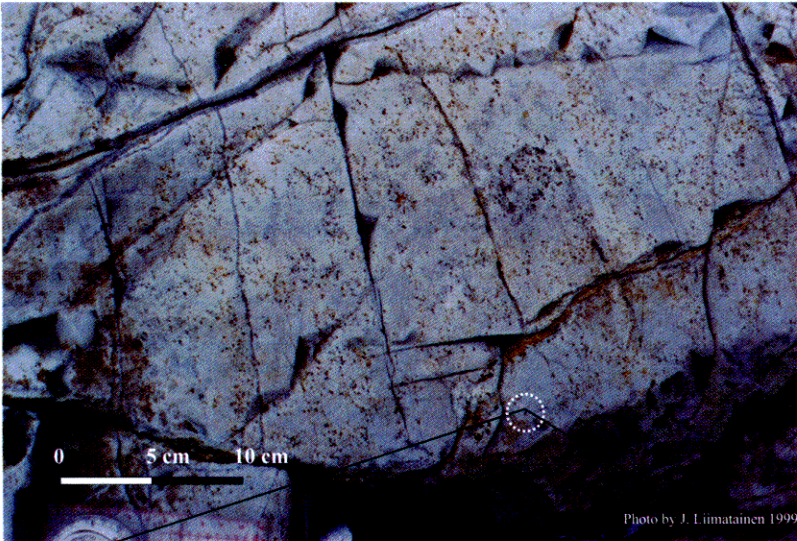


Fig 5. A. Cumulative sulphide Ni grade versus recovery in progressively cleaner concentrates of the Vaara nickel mineralization. B. Flowsheet of the Flotation Test. Made by VTT/CHEMICAL TECHNOLOGY/Mineral Processing.



Serpentinized olivine	Millerite	Magnetite
Serpentine	Pyrite	

	S	Fe	Co	Ni	Total	Mineral
1.	35.32	1.24	0.17	62.83	99.56	Millerite
2.	52.49	45.66	0.93	0.03	99.10	Pyrite

Fig 6.
A. Outcrop of the Vaara nickel mineralization. Brown dots are millerite-pyrite-magnetite "droplets".
B. Structure of droplets and distribution of sulphides in thin section scale.

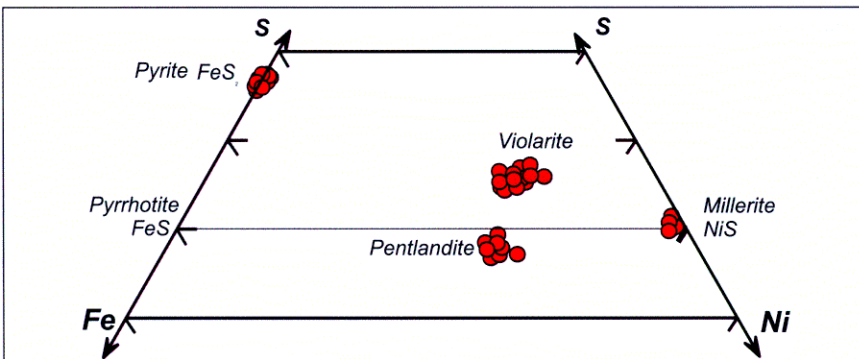


Fig 7. Ni-Fe-sulphides of the Vaara nickel mineralization.

RESULT OF THE CONCENTRATION TEST

The result of the concentration test made by VTT/CHEMICAL TECHNOLOGY/Mineral Processing, was exceptionally good, especially in the case of nickel mineralization having serpentinitic gangue. Because Vaara Ni mineralization contains no pyrrhotite and amount of pyrite is low, the Ni concentrates are high grade (up to 26 wt%, see Fig. 5). Because of their fine ground products resulting in a difficult rheology, in word-wide, the serpentinitic nickel ores are problematic to concentrate. Anyway this is not the case of the Vaara Ni mineralization.

MINERALOGY

Primary sulphide melt droplets now occur as a rounded blebs, 0.5-1 mm in diameter, that have been altered to millerite, pyrite and magnetite. The droplets are visible in outcrops as brown dots (Fig. 6). Millerite is by far the most common Ni sulphide mineral (50-75%) and is associated with pyrite (15-35%) and magnetite. Ni-rich pentlandite (40.8 wt% Ni) and violarite (38.3 wt% Ni) are much less abundant but are important components of up to 12 % of the mineralization (Fig. 7). Amount of chalcopyrite is about 13 %. Some grains of galena and one grain of sperrylite have also been found. Oxide minerals magnetite and chromite occur as a trace amount. Main and virtually only silicate mineral is antigorite serpentine (see Fig. 6B).

KOMATIITE-ASSOCIATED NICKEL DEPOSITS

Two main types of nickel deposits occur in komatiite lavas. The first type (Type 1) is constituted by accumulations of massive and/or matrix ore at the base of preferred lava pathways in komatiite flow fields (Fig. 8A). Nickel grades of massive sulphide ores varies between 2 to 20 wt%. The second type (Type 2) is characterized by the sulphide dissemination throughout an olivine ortho- to adcumulate host (Fig. 8B). It consist of accumulations of disseminated sulphide in the central zones of large olivine cumulate bodies which occupy preferred lava pathways. In this type whole rock nickel grades are generally < 1 wt% (Hill 1997 and references therein). Anyway in the reality situation is more complicated and nickel ores are more often somewhere between those two types. Actually same ore deposit can contain both types.

The komatiitic nickel mineralization of Vaara belongs to the group of disseminated Sulphide Type 2. The mineralization is hosted mainly by olivine ortho-mesocumulate. The stratigraphic thickness of mineralized cumulate unit varies between 100-150 m and the mineralization itself occurs roughly in the central part of cumulate unit. So far any evidence for the massive sulphide ore type have not been found, but this possibility cannot be discounted.

REFERENCES

Barnes, S.J., Coats, C.J.A. and Naldrett, A.J. (1982) Petrogenesis of a Proterozoic nickel sulfide-komatiite association: the Katinig Sill, Ungava, Quebec. *Econ. Geol.* 77: 413-429.

Groves, D.I. and Keays, R.R. (1979) Mobilization of ore-forming elements during alternation of dunites, Mt Keith - Betheno, Western Australia. *Can. Mineral.* 17:373-389.

Hill, R. (1997) Komatiite volcanology and associated nickel sulphide deposits. In: Papunen, H. (ed.) *Mineral deposits: research and exploration. Where do They Meet?* Balkema, Rotterdam: 3-6.

Keays, R.R. (1982) Palladium and iridium in komatiites and associated rocks: application to petrogenetic problems. In: Arndt, N.T. and Nisbet, E.G. (eds) *Komatiites*. George Allen & Unwin, London, pp 435-457.

Korsman, K., Koistinen, T., Kohonen, J., Wennerström, M., Ekdahl, E., Honkamo, M., Idman, H. and Pekkala, Y. (eds) (1997) Bedrock map of Finland 1:1000 000. Geological Survey of Finland, Special maps 37.

Marston, R.J., Groves, D.J., Hudson, D.R. And Ross, J.R. (1981) Nickel sulfide deposits in Western Australia: A Review. *Econ. Geol.* 76: 1330-1363.

Ross, J.R. and Keays, R.R. (1979) Precious metals in volcanic-type nickel sulphide deposits in Western Australia. Part I. Relationship with the composition of the ores and their host rocks. *Can. Mineral.* 17: 417-435.

Teksti ja kuvat Tapio Halkoaho
Erkki Luukkonen

Kuvien editointi Tapani Tervo

Geologian tutkimuskeskus
Väli-Suomen aluetoimisto
PL 1237
70211 KUOPIO

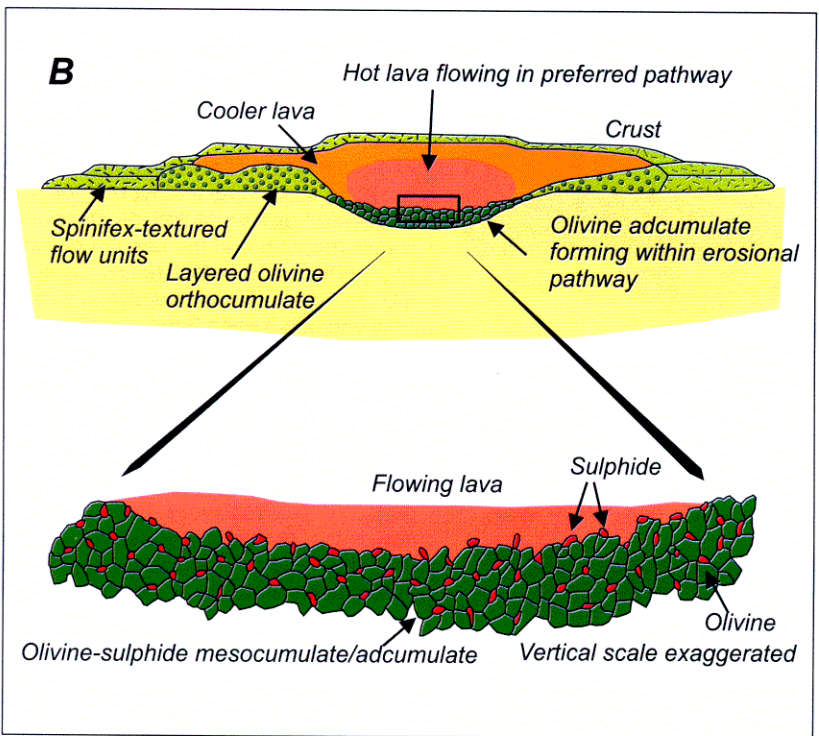
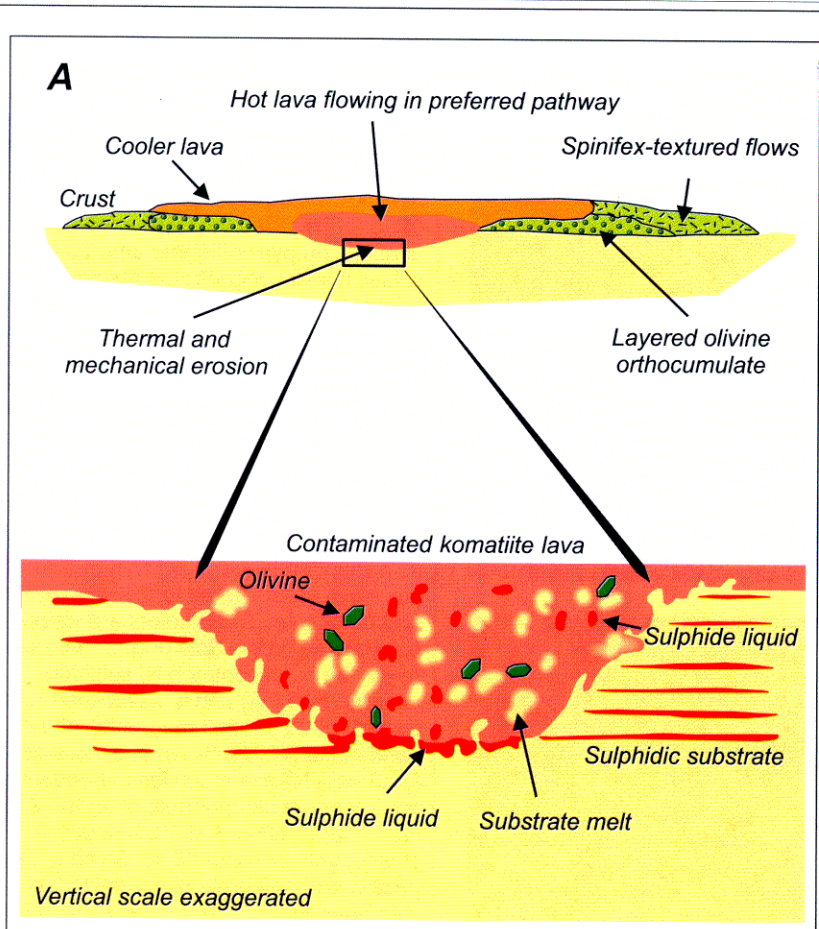
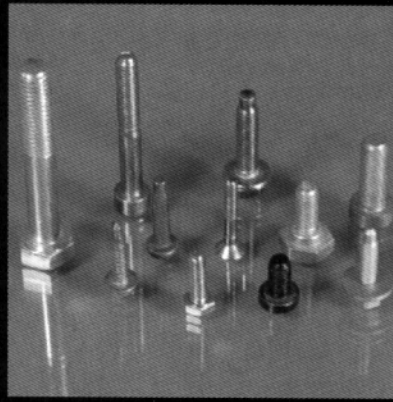


Fig 8. Schematic cross-sections of portions of an evolving komatiite flow field illustrating the process of formation and eruptive environments of nickel sulphide deposits. Modified after Hill 1997.

A. Thermo-mechanical erosion of sulphidic substrate at the base of a preferred lava pathway - Type 1 deposit.

B. The progressive cotectic accumulation of olivine and sulphide liquid within a preferred lava pathway - Type 2 deposit.

Valssilankaa tarvitaan joka päivä



fundia

Rautaruukki Group

Fundia Wire Oy Ab, 25900 Taalintehtas, puh. (02) 4288, faksi (02) 428 5149

NIIN HYVÄLTÄ KUIN SE MAISTUUKIN,



ETEENPÄIN KULKEMINEN SOPII YRITYSTOIMINTAAN PAREMMIN!

Onko yrityksessänne johtajia, jotka jatkuvasti ylittävät kustannukset ja alittavat tulostavoitteet ?

Onko yrityksessänne toiminto, josta haluatte luopua seuraavan vuoden kuluessa ?

Onko yrityksellänne tarve supistaa organisaatiota, mutta perusteita on vaikea osoittaa ?

Oletteko päättäneet, että kiistatilanteet hoidetaan vauhdilla, silti joustavasti ja huomaamattomasti ?

Jelik Oy on työsuhteiden päättämisen, uranvaihtopalvelun ja uudelleensijoittamisen johtava yritys Suomessa, palvellemme asiakkaitamme myös globaalisti.

Kun haluatte porukkanne vielä tehokkaampaan tuloksentekoon, otatte Jelik-palvelut työkaluksenne.

Jelik-palvelu esittää Teille edullisimman ratkaisun työsuhteen päättämiseksi ja vapauttaa organisaationne voimavarat tuloksentekoon.

JELIK OY

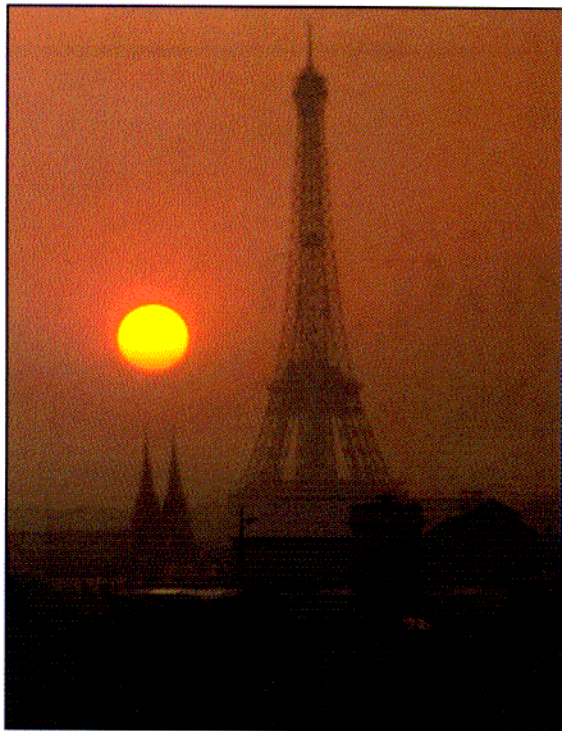
Osuuskunnantie 29

<http://www.jelik.fi>

00660 HELSINKI

e-mail:jelik@co.inet.fi

puh 09-2705 331



OSAAMMEKO SUJUVASTI EUROOPPAA?

Ruotsi on tärkeä ja ensimmäinen ulkomaan, Saksaan matka on pidempi. Pariisi on varsin kaukana, entä sitten Etelä-Eurooppa ja maat merten takana ?

Olemme olleet mukana vientihankkeisiin liittyvissä seminaareissa jo v. 1982 alkaen. Neuvottelu- ja esiintymistaito, vientihankkeen taloudellinen suunnittelu ja projektin hallinta ovat yhdessä muodostaneet monille eri puolille maailmaa avatuille hankkeille taustoja.

AVAINLASKELMAT OY

Kuriiritie 14 01510 VANTAA puh. 09-2705 311 <http://www.avainlaskelmat.fi>

NEUVOTTELEVA MYYNTIVALMENNUS

Tavoitteena on, että osallistujat valmennuksen jälkeen

- * ymmärtävät laadukkaana myyntityön merkityksen yrityksen toiminnan jatkuvuudelle ja kehittymiselle,
- * ymmärtävät myynnin toimintatavan ja palvelun sisällön yhdenmukaisella tavalla, osaavat kartoittaa ja määrittää asiakastarpeet myyntitilanteessa ja suunnitella niihin ratkaisut, osaavat myydä ratkaisun asiakkaalle, tunnistavat erilaisia myyntitilanteita ja osaavat toimia niissä joustavasti,
- * pyytävät asiakkaalta selkeästi tilausta
- * osaavat laatia tavoitteellisen toimenpidesuunnitelman osaltaan ja mitata sen edistymistä.

PARASTA ASIAKASPALVELUA JOKA PÄIVÄ

Asiakaspalvelu ratkaisee asiakassuhteen jatkuvuuden ja luo asiakastyytyväisyyden. Hyvän tai huonon palvelun tuottaminen kestää useasti täsmälleen saman verran.

Asiakaspalvelun kehittämisvalmennuksemme on puhetta ja perusasioiden harjoittelua. Kuka maksaa palkan, mistä palvelussa on kyse ja miten tärkeä henkilö asiakas on palvelijalle ja yritykselle ovat ydinasioita. Tulokset on usein nähty jo muutamassa päivässä, koulutusinvestoinnin takaisinmaksuaika voi olla jopa tunnin luokkaa !



Kasvihuoneilmiö ja ilmastonmuutos

Johdanto

Maapallon ilmakehään sisältyy infrapuna-aktiivisia yhdisteitä, joille on ominaista kyky absorboida maanpinnan ja ilmakehän emittoimaa, infrapuna-alueen lämpösäteilyä. Tällaisia yhdisteitä ovat esimerkiksi vesihöyry (H₂O), hiilidioksidi (CO₂), otsoni (O₃) ja metaani (CH₄). Näiden vaikutuksesta absorboitunut energia jää lämmittämään maanpintaa ja alemmaa ilmakehää. Prosessia kutsutaan kasvihuoneilmiöksi ja kyseisiä infrapuna-aktiivisia kaasuja kasvihuonekaasuiksi. Tämän luonnollisen kasvihuoneilmiön vaikutuksesta maapallon nykyinen keskilämpötila on niinkin korkea kuin 15°C. Jos maapallon lämpösäteily emittoituisi suoraan avarauteen ilman kasvihuonekaasujen vaikutusta, lämpötila olisi noin 20-30°C alaisempi.

Teollistuneena aikana monien kasvihuonekaasujen pitoisuudet ilmakehässä ovat lisääntyneet jyrkästi ihmisen toiminnan tuloksena. Tällaisiin yhdisteisiin kuuluu sekä ilmakehään luonnollisesti kuuluvia kaasuja kuten hiilidioksidi ja metaani että pelkästään ihmisen toiminnan tuloksena syntyviä yhdisteitä, kuten fluorin, kloorin ja hiilen freoneiksi kutsuttuja yhdisteitä.

Ruotsalainen kemisti Svante Arrhenius esitti jo 1896, että kivihiihen polton seurauksena syntyvä hiilidioksidi johtaa maapallon pintalämpötilan nousuun. Periaatteessa kasvihuonekaasujen suurempien konsentraatioiden voidaankin odottaa johtavan pintalämpötilojen nousuun, mutta käytännössä tilanne ei kuitenkaan ole näin yksikäsitteinen. Ihmisen toiminta muuttaa myös maapallon pintaosien ja ilmakehän muita ominaisuuksia. Kasvihuonekaasujen lisäksi ilmassa leijuvien pienten hiukkasten eli aerosolien määrä on kasvanut, millä puolestaan on ilmastoa jäähdyttävä kokonaisvaikutus. Lisäksi ilmastosysteemiin liittyy useita takaisinkytkentöjä, mitkä voivat vähentää tai jopa eliminoida kasvihuonekaasujen muutoksen vaikutuksen. Tällainen on esimerkiksi ilmakehän sisältämän kosteuden määrä, mikä lisääntyneenä pilvisyytenä voi muuttaa maan säteilytasapainoa.

Kasvihuonekaasut


Keskeisimpiä kasvihuonekaasuja, joiden pitoisuus on lisääntynyt teollistuneena aikana, ovat hiilidioksidi, metaani, freonit CFC-11 (CCl₃F) ja CFC-12 (CCl₂F₂) sekä dityppioksidi (N₂O). Näiden kaikkien kohdalla konsentraation muutos tunnetaan viime vuosien ajalta suorien mittausten kautta ja varhaisemmilta ajoilta Grönlannin ja Antarktiksien jäätiköihin suljettujen ilmakehien koostumuksen kautta (kuva 1).

Hiilidioksidin pitoisuus on lisääntynyt runsaat 30%. Pitoisuustaso ennen teollista aikaa oli noin 280 ppm (parts per million), mutta taso on vuosituhaten vaihteessa kohonnut lähes

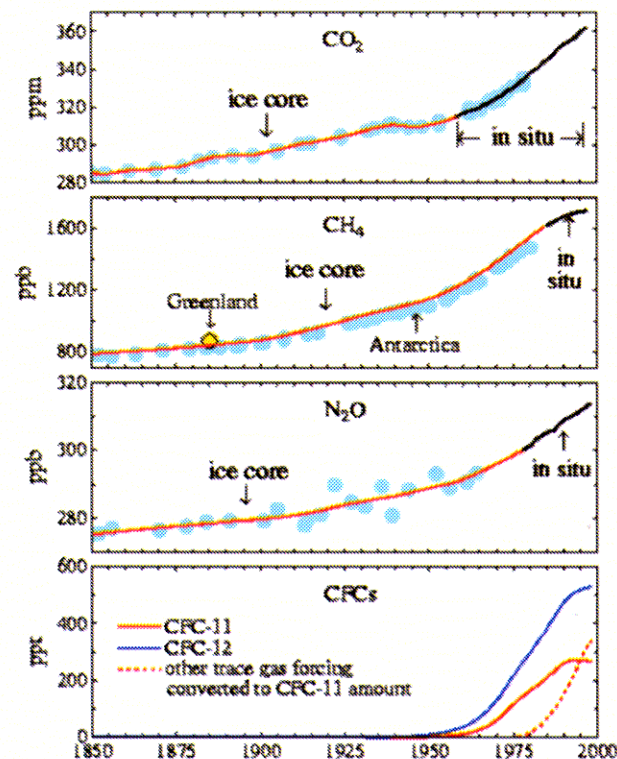
Kuva 1. Keskeisten antropogeenisten kasvihuonekaasujen pitoisuus ilmakehässä teollistuneena aikana Hansen et al. (1998) mukaan.

Fig. 1. Concentrations of principal anthropogenic greenhouse gases in the industrial era after Hansen et al. (1998).

Juha Karhu - Curriculum Vitae

1951	Syntynyt Helsingissä	
1970	Ylioppilas, Helsingin Normaalilyseo	
1981	FK, Geologia ja Mineralogia, Helsingin yliopisto	
1983-85	Visiting Associate, California Institute of Technology	
1985-94	Tutkija, GTK, Isotooppigeologian laboratorio	
1993	FT, Geologia ja Mineralogia, Helsingin yliopisto	
1994-	Erikoistutkija, GTK, Isotooppigeologian laboratorio	
1998-	Isotooppigeokemian dosentti, Helsingin yliopisto	

370 ppm:ään. Merkittävin hiilidioksidin lähde on fossiilisten polttoaineiden käyttö, mikä vapauttaa ilmakehään vuosittain noin 5.5 ± 0.5 Gt (Gigatonnia) hiiltä (IPCC, 1996). Toinen huomioitettava lähde liittyy muutoksiin maan käyttötavoissa sisältäen esimerkiksi trooppisten sademetsien hakkuut. Tämän lähteen arvioidaan tuottavan ilmakehään noin 1.6 ± 1.0 Gt hiiltä vuotta kohden (IPCC, 1996). Mittauksien mukaan noin puolet (3.3 ±



0.2 Gt) hiilen määrästä on jäänyt ilmakehään. Muu osa on imeytynyt valtameriin (2.0 ± 0.8 Gt) ja pohjoisen pallonpuoliskon metsiin (0.5 ± 0.5 Gt). Yllämainitut luvut eivät summaudu, ja niinpä erotuksen 1.3 ± 1.5 Gt uskotaan poistuneen ilmakehästä toistaiseksi tuntemattomaan hiilen nieluun (IPCC, 1996).

Metaanipitoisuuden suhteellinen kasvu ilmakehässä on huomattavasti suurempi verrattuna hiilidioksidin määrässä tapahtuneeseen muutokseen. Jäätiköiden ilmakehät osoittavat, että esiteollisella ajalla ilmakehä sisälsi noin 700 ppb (parts per billion) metaania, kun pitoisuustaso vuonna 1994 oli jo 1720 ppb. Kasvu CH_4 :n pitoisuudessa on siten lähes 150% (kuva 1). Antropogeenisella metaanilla on useita lähteitä. Fossiilisten polttoaineiden käyttö tuottaa noin 95 ± 25 Mt CH_4 vuodessa. Riisinviljely, kotieläimet, biomassan poltto ja kaatopaikat tuottavat yhteensä noin 275 ± 75 Mt CH_4 vuodessa.

Dityppioksidi on anestesiassa käytetty, myös ilokaasuksi kutsuttu yhdiste. Ilmakehässä sen pitoisuus on kasvanut esiteollisen ajan 275 ppb:stä noin 312 ppb:hen vuonna 1994. Dityppioksidin antropogeeniset lähteet maanviljelyksessä ja teollisuudessa tuottavat vuosittain 3 - 8 Mt tyyppiä.

Suhteellisesti katsoen freonien CFC-11 ja CFC-12 pitoisuuksien kasvu ilmakehässä on kaikkein suurin, sillä luonnossa ei vastaavia yhdisteitä ole käytännössä lähes ollenkaan ilman ihmisen vaikutusta. Niiden hyväksikäyttö jääkaapeissa, ponnekaasuna ja vaahtomuovien puhalluksessa alkoi 1950-luvulla, ja tämän seurauksena CFC-11 molekyylien pitoisuus ilmakehässä on nykyisin noin 280 ppt (parts per 10^{12}) ja CFC-12 molekyylien noin 550 ppt. Freonien havaittiin kuitenkin olevan vahingollisia ylempään ilmakehän otsonikerrokselle, ja Montrealissa 1987 tehdyn sopimuksen jälkeen niiden tuotanto ja käyttö on laskenut jyrkästi.

Yhdisteiden keskimääräiset viipymät ilmakehässä antavat käsityksen ihmistoiminnan tuottaman muutoksen pitkäaikaisvai-

kutuksesta. Metaanin keskimääräinen viipymä on 10 vuotta, dityppioksidin 100 vuotta ja CFC-11 ja CFC-12 yhdisteiden vastavasti 50 ja 102 vuotta. Viipymäarvojen perusteella voidaan arvioida, että jos esimerkiksi antropogeenisen metaanin tuotanto loppuisi, ilmakehän CH_4 pitoisuus palaisi esiteolliselle tasolle muutamassa kymmenessä vuodessa. Voidaan myös ennustaa, että vaikka freonien tuotanto on vähentynyt jyrkästi, sekä ne että niiden vaikutukset otsonikerrokseen tulevat säilymään ilmakehässä vielä muutaman sadan vuoden ajan.

Edellisistä poiketen ilmakehän hiilidioksidille ei voida antaa yksikäsitteistä viipymäaika johtuen massiivisista CO_2 :n vaihtoreaktioista ilmakehän ja merien välillä. Hiilidioksidin viipymä ilmakehässä riippuu merissä tapahtuvasta hitaammasta materiaalin kierrosta ja sekoittumisesta. Näitä prosesseja kuvaavien mallien perustella on arvioitu, että huomattava osa ilmakehään joutuneesta ylimääräisestä hiilidioksidista viipyy kymmenistä vuosista satoihin vuosiin ja 15 - 30% osuus tulee viipymään tuhansia vuosia (Ledley et al., 1999).

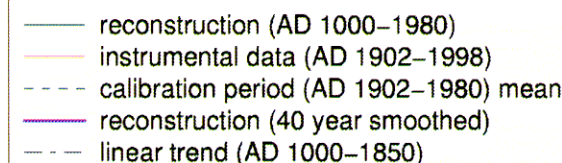
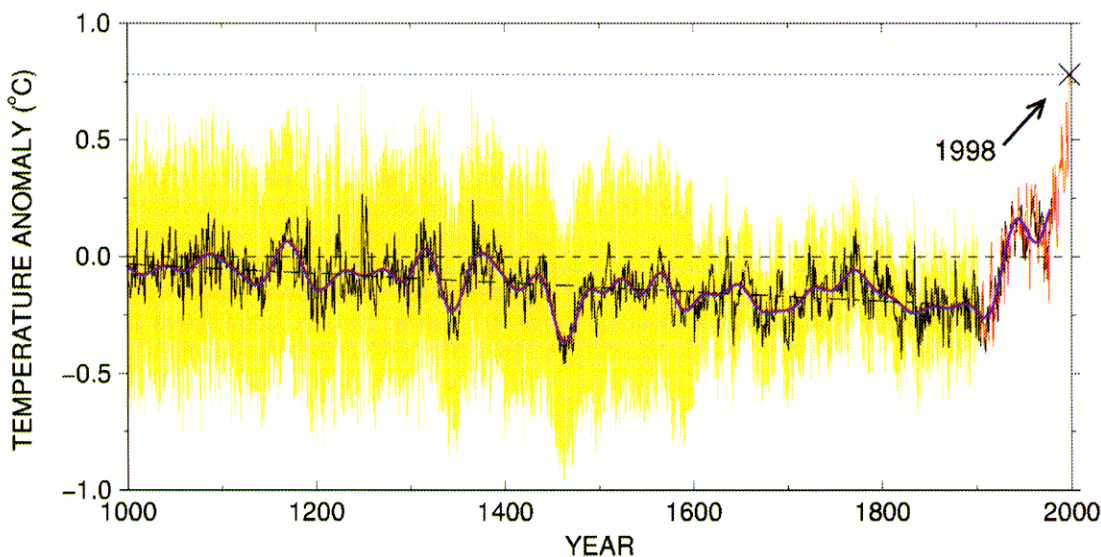
Hiilidioksidi on tulevaisuutta ajatellen merkittävin ihmisen toiminnan tuloksena syntynyt kasvihuonekaasu. Sen nykyinen kasvihuonevaikutus on voimakkain ja sen pitkä viipymä takaa vaikutuksen ulottuvuuden ainakin tuhat vuotta eteenpäin. Lisäksi fossiilisten polttoaineiden käyttö ja siihen liittyvä CO_2 :n tuotanto on maapallonlaajuisesti edelleen kasvussa.

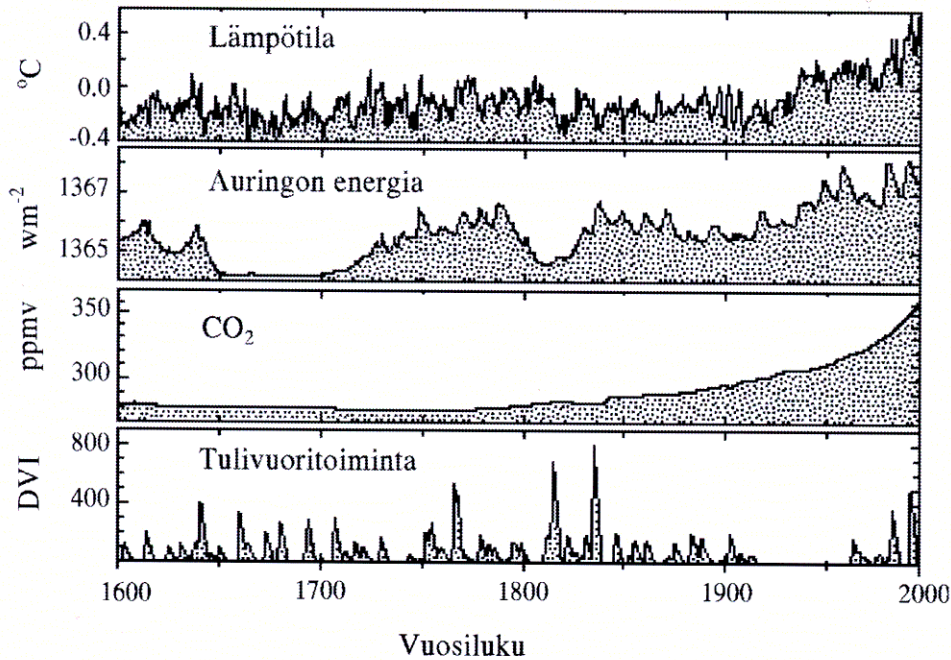
Ilmastonmuutos

Viimeisten 150 vuoden kuluessa tehdyt lämpötilamittaukset osoittavat, että maan keskimääräinen pintalämpötila on kyseisenä aikana lämmennyt $0.3 - 0.6$ °C (IPCC, 1996; Ledley et al., 1999). **Kuvassa 2** vastaava tulos on esitetty rajoittuen pohjoisen pallonpuoliskon aineistoon. Myös tässä aineistossa 1900-luvul-

Kuva 2. Pohjoisen pallonpuoliskon keskilämpötilan kehitys edellisen millenniumin kuluessa Mann et al. (1999) mukaan. Rekonstruktio perustuen erilaisiin lämpötilaindikaattoreihin ja vain 1900-luvun osalta instrumenttimittauksiin.

Fig. 2. Evolution of Northern Hemisphere temperature anomaly for the past millennium according to Mann et al. (1999). The reconstruction is based on various temperature proxies excepting the 20th century, which is based on instrumental data.





Kuva 3. Pohjoisen pallonpuoliskon keskilämpötilan ja siihen vaikuttavien keskeisten ilmastotekijöiden suhteet 1600 luvulta nykyaikaan Mann et al. (1998) mukaan.

Fig. 3. Relationships of Northern Hemisphere mean temperature with three principal forcings after Mann et al. (1998).

le ajoittuva lämpeneminen on erittäin silmiinpistävää, mutta onko se poikkeuksellista?

Poikkeuksellisuutta ei voida arvioida ilman käsitystä aiempien vuosisatojen lämpötilamuutoksista. Instrumenttimittauksia on olemassa vain noin 150 vuoden ajalta, mistä johtuen aikaperspektiiviä laajennettaessa joudutaan turvautumaan ilmastoindikaattoreihin. Tällaisia ovat esimerkiksi kasvavien ja fossiilisten puiden vuosirenkaat, mitkä otollisissa olosuhteissa osoittavat suurempaa kasvua tai hapen isotooppikoostumus jäätiköihin kasautuneessa lumessa ja merellisten korallien karbonaattissa.

Kuvassa 2 on esitetty pohjoisen pallonpuoliskon lämpötilakehitys tuhannen viime vuoden aikana Mann et al. (1999) mukaan. Tulos perustuu suureen joukkoon erilaisia ilmastoindikaattoreita ja niiden tilastolliseen käsittelyyn sekä 1900-luvun instrumenttimittauksiin. Tältä viimeisen vuosisadan ajalta on olemassa sekä indikaattoriaineistoa että instrumenttimittauksia, mikä mahdollistaa indikaattorien kalibroinnin suorien lämpötilamittausten avulla.

Myös monet muut lämpötilasta riippuvat ilmiöt antavat viitteitä 1900-luvun aikana tapahtuneesta lämpenemisestä. On runsaasti todisteita siitä, että vuoristojen ja napaseutujen jäätiköt ovat yleensä kutistuneet kyseisenä aikana (Ledley et al., 1999). Täysin edellisistä riippumattomasta paleolämpötilatietoa on saatu mittaamalla kairanreikien fossiilisia lämpötiloja. Tällaiset mittaukset osoittavat lämpötilan nousun poikkeuksellisuutta verrattuna viimeisimpiin viiteen vuosisataan (Pollack et al., 1998).

Ilmastoindikaattoreiden analyysi johtaa tulokseen, että 1900-luvun lämpenemiskehitys on ollut poikkeuksellinen ja vaikutuksiltaan suurempi verrattuna viimeisen vuosituhannen aikana tapahtuneisiin ilmastomuutoksiin (**kuva 2**). Tulosten mukaan maapallon keskimääräinen pintalämpötila on vuosituhannen vaihteessa kohonnut korkeammalle kuin milloinkaan kulueneen millenniumin aikana. Tätä 1900-luvulla tapahtunutta lämpenemistä näyttäisi edeltävän pitkä, lähes tuhatvuotinen jäähtymiskehitys, mikä on sopusoinnussa maan kiertoradan muutoksista ennustetun kehityskulun kanssa (Mann et al., 1999).

Vaikka 1900-luvun ilmastomuutos on ollut poikkeuksellinen viimeisen tuhannen vuoden sisällä, sitä ei kuitenkaan voi suoralta kädeltä asettaa kausaaliseen suhteeseen ihmisen toi-

minnan voimistaman kasvihuoneilmiön kanssa. Huomattavasti suurempia, ilman ihmisen vaikutusta tapahtuvia lämpötilaharpauksia on tapahtunut muun muassa jääkausien alkuun ja loppuun liittyvien ilmastomuutosten yhteydessä. Lämpötilojen määräytyminen on monimutkainen prosessi, mihin vaikuttavat lukemattomat muutkin tekijät sekä positiiviset ja negatiiviset takaisinkytkennät. Ei ole mitenkään yllättävää, että tämän mahdollisen kausaalisen yhteyden ympärille on kiertynyt eräs viime vuosien kuumimpia tieteellisiä keskusteluita.

Pintalämpötilan määräytyminen

Maapallon pintalämpötilaa pitää yllä auringosta tuleva säteilyenergia. Tämä on ainoa lämpötilan kannalta merkittävä energialaji, sillä maapallon sisäsyntyisen, radioaktiivisesta hajoamisesta syntyvän energian määrä on mitätön auringosta saapuvaan vuohon verrattuna. Auringon säteilyteho maapallon etäisyydellä on 1350 W/m². Kun tämä jaetaan tasan maan pallopinnoille, saadaan tehoksi pinta-alayksikköä kohden 333 W/m². Kun lisäksi otetaan huomioon maan albedo vähentämällä tehosta suoraan heijastuva osuus, jää lämpötilaa ylläpitämään 222 W/m².

Auringon säteilyenergia ei kuitenkaan ole täysin vakio ajan suhteen, vaan se heilahtelee sekä lyhyemmissä että pidemmissä jaksoissa. Säteilyenergia vaihtelee auringon magneettisen aktiivisuuden mukana 11 vuoden jaksoissa muuttuen noin 0.1% maksimi ja minimitasojen välillä (**kuva 3**). Erityisen mielenkiintoinen, nykyisestä poikkeava ajanjakso on ollut niin kutsuttu Maunderin minimi 1600-luvulla, jolloin auringonpilkkuja ei ollut lähes ollenkaan ja auringon magneettinen aktiiviteetti oli alhainen. On arveltu, että säteilyenergia saattoi tuolloin olla jopa 0.4% nykyistä pienempi, mikä merkitsee noin 1 W/m² vähennystä keskimääräiseen maanpinnan vastaanottamaan energiaan aikayksikössä (Houghton, 1997). Samanaikaisesti maapallolla vallitsi pieneksi jääkaudeksi kutsuttu poikkeuksellisen kylmä ajanjakso, mikä tukee käsitystä auringon säteilytehon muutokseen ja globaalien ilmaston välisestä yhteydestä.

Tulivuorenpurkaukset injektioivat suunnattomia määriä pölymäistä tuhkaa ja kaasuja ylemmän ilmakehään. Kaasuihin sisältyy suuria määriä rikkidioksidia (SO₂), mikä muuttuu fotokemiallisissa reaktioissa rikkihapoksi ja sulfaattipartikkeleiksi. Muodostunut aerosoli säilyy ylemmässä ilmakehässä useita vuosia.

Tänä aikana se leviää ympäri maapalloa ja heijastaa osan auringsäteilystä takaisin avaruuteen viilentäen ilmastoa.

Tämän vuosisadan suurimpia tulivuorenpurkauksia tapahtui Filippiineillä vuonna 1991 Pinatubon purkauksessa ja syöstyessä noin 20 miljoonaa tonnia rikkidioksidia ylempään ilmakehään. Purkauksista seuraavina vuosina alempaan ilmakehään yltänyt aurion säteilyenergia pieneni noin 2% (Houghton, 1997). Vuosituhannen suurimpia vulkaanisia räjähdyksiä oli Tamboran purkaus Indonesiassa 1815. Tätä seurasi useita poikkeuksellisen kylmiä vuosia (katso myös **kuva 3**). Myös monet muut viimeisten 600 vuoden aikana tapahtuneet räjähdyspurkaukset ilmenevät negatiivisena, muutaman vuoden kestäväinä heilahduksena indikaattorien osoittamassa paleolämpötilassa (Briffa et al., 1998).

Äskeittäin julkaistuun korrelaatioanalyysiin perustuen Mann et al. (1998) toteavat, että vaihtelut aurion aktiivisuudessa, tulivuoritoiminnassa ja kasvihuonekaasujen määrässä ovat kaikki heijastuneet pintalämpötilaan pohjoisella pallonpuoliskolla viimeisen 400 vuoden kuluessa (**kuva 3**). Heidän mukaansa 1900-luku on kuitenkin poikkeuksellinen kasvihuonekaasujen vaikutuksen tullessa vallitsevaksi tekijäksi. Vaikka aurion

aktiivisuuden kasvu myös vaikuttaa, lämpeneminen on liian voimakas selitettäväksi yksinomaan säteilyenergiassa tapahtuneen kehityksen avulla.

Myös IPCC:n useiden satojen kansainvälisten asiantuntijoiden paneeli (Intergovernmental Panel on Climate Change) päätyy samanlaiseen arvioon (IPCC, 1996). Heidän mukaansa on epätodennäköistä, että havaintojen osoittama lämpeneminen olisi kokonaisuudessaan luonnon omaa vaihtelua. Toisaalta he painottavat, että nykyisen tiedon varassa on vielä vaikeaa arvioida sitä osuutta, mikä lämpenemiskehityksessä on ihmisen toiminnan aikaansaamaa.

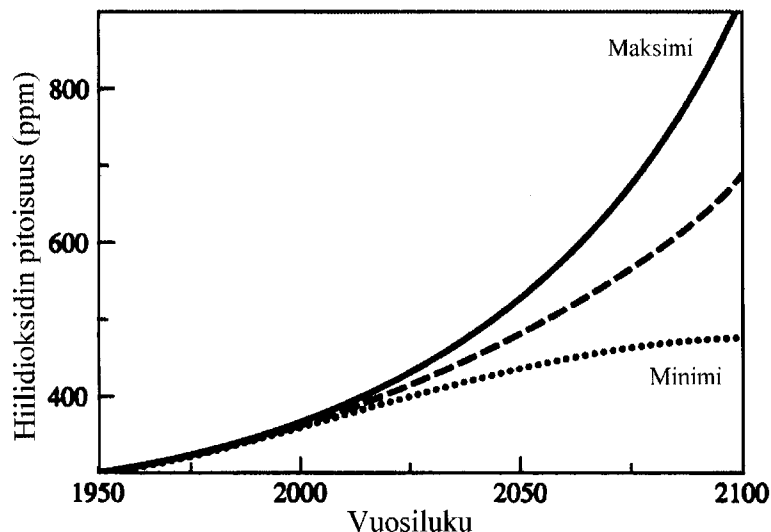
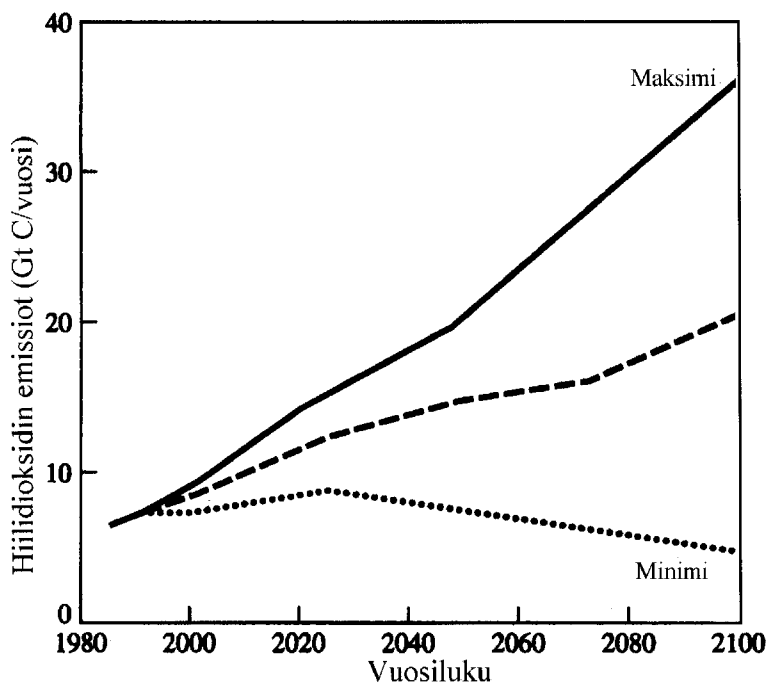
Tulevaisuus

Ilmakehän CO₂ pitoisuuden kasvuvauhti tulee vaikuttamaan yhtenä tärkeimmistä muuttujista tulevaisuuden ilmasto-olosuhteisiin. Fossiilisten polttoaineiden käyttö tuottaa nykyisin vuosittain noin 5.5 Gt C hiilidioksidina ja emissiot ovat edelleen kasvussa. Määrä on erittäin suuri verrattuna esimerkiksi tulivuoritoiminnan tuottamiin hiilidioksidipäästöihin, mitkä ovat noin 0.01 Gt C vuodessa.

Hiilidioksidin nielut, kasvillisuus ja meret, eivät ehdi imeä hiilidioksidia samaa tahtia kuin fossiilisten polttoaineiden käyttö sitä tuottaa. Arvioiden mukaan vuosittain noin puolet tuotetusta CO₂:sta jää ilmakehään, mistä johtuen ilmakehän CO₂-pitoisuus on kasvanut teollistumista edeltävän ajan 280 ppm:stä nykyiseen noin 370 ppm:ään. Nykyistä vuosisataa ajatellen IPCC (IPCC, 1996) on tuottanut useita erilaisia skenaarioita, joista **kuvassa 4** on esitetty suurinta, keskimääräistä ja pienintä kasvua edustavat CO₂:n emissiourat. Sekä suurinta että keskimääräistä kasvua edustavat mallit olettavat väkiluvun nousseen 11.3 miljardiin vuonna 2100. Maksimimallissa oletetaan lisäksi, että elämä jatkuu entisen kaltaisena ja fossiiliset polttoaineet muodostavat jatkossakin tärkeimmän energialähteen. Minimikäyrä olettaa, että väkiluku pysyy suunnilleen nykyisissä rajoissa ja että taloudellista kasvua leikataan voimakkaasti.

Ilmakehän CO₂-pitoisuuden kehitys kussakin tapauksessa voidaan laskea hiilen kiertokulkumallin avulla. Kaikki skenaariot johtavat ilmakehän CO₂-pitoisuuden kasvuun tulevaisuudessa (**kuva 5**). Jopa fossiilisten polttoaineiden käytön leikkaukseen perustuva minimiskenaario johtaa tähän, mikä on suoraa seurausta hiilen pitkästä viipymästä ilmakehässä ja merissä. Ottaen huomioon, että minimimalli tuntuu nykyiseen menoon nähden hyvin epärealistiselta, on todennäköistä, että ilmakehän hiilidioksidipitoisuus tulee kasvamaan huomattavasti seuraavan 100 vuoden kuluessa.

Tulevaisuuden keskimääräisten pintalämpötilojen ennustaminen perustuu numeeristen yleisten ilmastomallien käyttöön. Näistä kehittyneimmät perustuvat il-

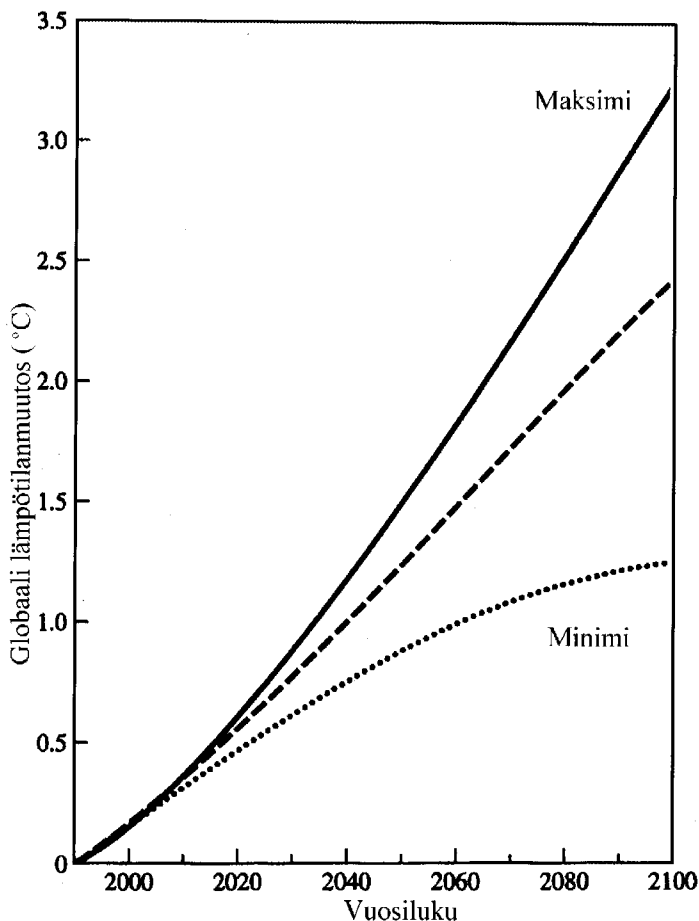


Kuva 4. Hiilidioksidin emissiot kolmessa IPCC skenaariossa (IPCC, 1996).

Fig. 4. Projected CO₂ emissions for three IPCC scenarios (IPCC, 1996).

Kuva 5. Hiilen kiertokulkumallin avulla lasketut CO₂:n pitoisuudet ilmakehässä eri IPCC skenaarioille (IPCC, 1996).

Fig. 5. Projected concentrations of atmospheric CO₂ for three IPCC scenarios (IPCC, 1996).



Kuva 6. Yleisen ilmastomallin avulla lasketut maapallon pintalämpötilan muutokset eri IPCC skenaarioille (IPCC, 1996).

Fig. 6. Projected changes in global air temperatures for three IPCC scenarios (IPCC, 1996).

makehän ja merien yleisen kiertoliikkeen malleihin, joiden numeerinen ratkaiseminen edellyttää tehokkaimpien supertietokoneiden käyttöä. Erään tällaisen mallin antama ennuste kolmelle eri emissioskenaariolle on esitetty **kuvas**sa 6. Ilmastomalleihin liittyy vielä useita puutteellisesti tunnettuja takaisinkytkentöjä kuten esimerkiksi muutokset pilvisyydessä, merien kiertoliikkeessä, jää/lumipeitteessä ja kasvillisuuden määrässä, mitkä aiheuttavat epävarmuutta tulkintaan (IPCC, 1996). Selkeä suuntaus on kuitenkin se, että maapallon keskimääräinen pintalämpötila tulee jatkossakin nousemaan.

Vähän pidemmässä aikaskaalassa fossiilisten polttoaineiden rajallinen määrä asettaa ylärajan kasvihuoneilmiön voimistumiselle ja myös ilmiön kestolle. Öljyn tunnetuista varoista on jo käytetty noin puolet, ja jäljellä oleva määrä riittää nykyisellä käytöllä noin 40 vuodeksi. Tunnetut kivihiilivarat riittävät arvioiden mukaan vielä joiksikin sadoiksi vuosiksi (esim. Holland & Petersen, 1995). On arvioitu, että jos kaikki fossiiliset polttoaineet todella käytetään seuraavien vuosisatojen kuluessa ja poltto-kaasut päästetään ilmakehään, tulee ilmakehän hiilidioksidipitoisuus nousemaan korkeimmillaan noin viisinkertaiseksi nykyiseen nähden (Holland & Petersen, 1995). Tämän jälkeen pitoisuus alkaa laskea CO₂:n imeytyessä meriin ja saostuessa pohjasedimentteihin. Muutaman tuhannen vuoden kuluttua fossiilisten polttoaineiden aiheuttama kasvihuoneilmiön voimistuminen lienee jo historiaa. □

Kirjallisuus

- Arrhenius, S., 1896. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *Philos. Mag. J. Sci.* 5, 237-276.
- Briffa, K.R., Jones, P.D., Schweingruber, F.H. & Osborn, T.J., 1998. Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years. *Nature* 393, 450-455.
- Hansen, J., Sato, M., Lacis, A., Ruedy, R., Tegen, I. & Mathews, E., 1998. Climate forcings in the Industrial era, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 95, 12753-12758.
- Holland, H.D. & Petersen, U., 1995. *Living dangerously: The Earth, its resources, and the environment.* Princeton University Press, Princeton, 490 p.
- Houghton, J., 1997. *Global warming: The complete briefing.* 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, 251 p.
- IPCC, 1996. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A. & Maskell, K. (eds.) *Climate change 1995. The Science of climate change.* Cambridge University Press, Cambridge, 572 p.
- Ledley, T.S., Sundquist, E.T., Schwartz, S.E., Hall, D.K., Fellows, J.D. & Killeen, T.L., 1999. Climate change and greenhouse gases. *EOS, Transactions, American Geophysical Union* 80, 453-458.
- Mann, M.E., Bradley, R.S. & Hughes, M.K., 1998. Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature* 392, 779-787.
- Mann, M.E., Bradley, R.S. & Hughes, M.K., 1999. Northern hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties, and limitations. *Geophysical Research Letters* 26, 759-762.
- Pollack, H., Huang, S. & Shen, P.Y., 1998. Climate change revealed by subsurface temperatures: A global perspective. *Science* 282, 279-281.

SUMMARY

GREENHOUSE EFFECT AND CLIMATE CHANGE

The Earth's atmosphere contains infrared active gases that absorb thermal infrared radiation emitted by the Earth's surface. As a result, the surface air temperature of the Earth is 20-30°C higher than it would be without these gases. The phenomenon is referred as the greenhouse effect. During the industrial period the concentrations of many of these gases have increased considerably.

Worldwide temperature measurements made during the past 150 years suggest that the mean annual surface temperatures have increased between 0.3 and 0.6°C during this time. Published temperature reconstructions for the past millennium based on multiproxy data suggest that the warming during the 20th century is anomalous.

Variations in solar irradiance may play some role in explaining the 20th century climate trends. However, it is now generally accepted that greenhouse gases have emerged as the dominant forcing during the past one hundred years. Carbon dioxide, which is the most important greenhouse gas, will continue to build up in the atmosphere even if the CO₂ emissions are kept constant or slightly reduced, since the lifetime of CO₂ in air is so long. Ultimately, the CO₂ content in the atmosphere and the duration of the enhanced greenhouse effect will be limited by the amount of available fossil fuels.

Kalliorakennusgeologian historiaa Suomessa

PROFESSORI HEIKKI NIINI, INSINÖÖRIGEOLOGIAN JA GEOFYSIIKAN LABORATORIO,
TEKNILLISEN KORKEAKOULUN MATERIAALI- JA KALLIOTEKNIIKAN OSASTO
PROFESSORI RAIMO UUSINOKA, RAKENNUSGEOLOGIAN LABORATORIO,
TAMPEREEN TEKNILLISEN KORKEAKOULUN RAKENNUSTEKNIIKAN OSASTO

Se geologinen tutkimus, joka Suomessa luetaan kalliorakennusgeologiaksi, on hiljalleen laajentunut pienimittaisesta, maankamaran raaka-aineitten hyödyntämistä ja rakentamista koskevista, kallion lujuuteen ja louhintaan liittyvästä selvittelystä laajalaiseksi tutkimukseksi, jonka aiheina yhä korostuneemmin ovat monimutkaisten käyttö- ja liitännäistoimintojen ja vaikutusketjujen aiheuttamat geologiset muutokset sekä niiden aiheuttamien haittojen estäminen, vähentäminen ja korjaaminen eli ympäristön aktiivinen kunnostaminen ja hoito. Kalliorakennusgeologiakin kuuluu niin ollen osaltaan ympäristönhoitoon ja on kytköksissä mitä moninaisimpiin inhimillisiin aihe- ja intressipiireihin ollen siten vahvasti "poikkiteeellistä".

Itse kalliorakentamisesta, jota geologia tässä yhteydessä palvelee, on kirjoitettu runsaasti sekä teknisiä artikkeleita että yleistajuisia kirjoja (mm. Roinisto 1996; RIL 1976 ja 1987; Saari 1988; Rönkä & Ritola 1997). Valitettavasti kalliotiloja on myös suunniteltu ja osittain yhäkin suunnitellaan ja tehdään ilman riittäviä kalliorakennusgeologisia tutkimuksia lähes pelkästään satunnaisten, esimerkinomaisten kalliomekaanisten lujuusominaisuuksien määrittysten perusteella. Seurauksena silloin on ja tulee olemaan huomattava sortuma- ja/tai haittariski; se liittyy etenkin vaivallisesti tunnettuihin, ruhjeitten ja tiheän rakoilun yhteydessä esiintyviin, vettä johtaviin smektiittipitoisiin kallioraumiin, jotka kalliolikuntoja aktivoiden voivat dramaattisesti haitata kalliotilan käyttöä rakennustoitten jälkeenkin (kuva 1).

Kallioperän rikkonaisuus- ja rapaumarakenteen sekä pohjavesiolojen seikkaperäinen geologinen selvitys onkin kalliorakentamiselle tärkeä tehtävä, johon alettiin Suomessa paneutua vasta 1900-luvun jälkipuoliskolla suurten tunnelihankkeitten - Helsingin metrosuunnittelun ja vedenhankintajärjestelyjen - yhteydessä (Saraste 1966; Niini 1968a; Niini & Uusinoka 1971a, 1971b ja 1978; Uusinoka 1975).

Alan tutkimus

Kalliorakennusgeologiaan luettava geologinen tutkimus on vanhempaa kuin termi kalliorakennusgeologia: kallio-olosuhteitten pienimittaiseen hyväksikäyttöön liittyviä teknis-geologisia tutkimuksia sekä luonnonolojen kuvauksia on Suomessakin tehty jo varhain. Varhaisimmat tällaiset tutkimukset koskivat ennen kaikkea irtomaaperää; 1800-luvulla aloitettu rautateiden rakentaminen vaati selvittämään geologisia olosuhteita, materiaaleja ja ilmiöitä kyseisillä linjoilla niin etukäteen suunnittelua ja rakentamista varten kuin myös jälkikäteen rakentamisen ja liikenteen aiheuttamien seurausten hallitsemiseksi.

Myöhemmin myös tiestö kasvoi vaatimuksiltaan rautateitten luokkaan valta- ja moottoriteitten rakentamisen myötä. Rautatie- ja tienrakennuksessa olivat tärkeitä kallioikumpareet, joitten läpi oli louhittava väyliä ja joista voitiin saada hyvää kiviainesta kantaviin rakenteisiin. Myös kantavuudeltaan ongelmalliset savi- ja turvepehmeiköt vaativat kallioperän tuntemusta, sillä lujan kallio-ohjan korkeusasema oli niissä toki varmistettava. →

Heikki Niini - Curriculum Vitae

- Syntynyt 1937 Helsingissä
Ylioppilas 1955, Helsingin normaalilyseo
FK 1961, FL 1964 ja FT 1968 Helsingin yliopisto, geologia ja mineralogia
- 1962 Lohjan Kalkkitehdas Oy, Ojamon kaivosgeologi
- 1962 1965 Kaivostekniikan täydennysopintoja, TKK, Vuoriteollisuusosasto
- 1965 Otanmäki Oy, malminetsintä
- 1965-1969 TVH, Päijätuntunnelin suunnittelu
- 1969-1975 Valtion teknillistieteellinen toimikunta, vanhempi tutkija, sijoituspaikkana VH:n vesientutkimuslaitos
- 1975-1977 Suomen Akatemia, UNESCO:n IHP-projektin päättökä, keskuspaikkana VH:n hydrologian toimisto
- 1977-1981 GTK, projektipäällikkö, ydinjätteiden kalliosijoitus
- 1982 Outokumpu Oy, kaivostekninen ryhmä
- 1982- TKK, taloudellisen geologian professori
- 1967-1971 Kalliomekaniikan päivien sihteeri
- 1972-1978 IAEG (Kansainvälinen rakennus- ja ympäristögeologinen assosiaatio), johtokunnan jäsen
- 1984-1996 VMY:n geologisen toimikunnan puheenjohtaja ja tutkimusjohtokunnan jäsen



Raimo Uusinoka - Curriculum Vitae

- 1943 Syntynyt Tampereella
- 1963 Ylioppilas Karjaan yhteislyseosta
- 1969 FK, HY geologia
- 1971 FL, HY geologia
- 1975 FT, HY geologia väitöskirjan aiheena kallioruhjeiden savimuo-
dostumat
- 1970-1973 SA valtion teknillistieteellinen toimikunta, tutkimusapulainen H. Niinin projektissa Kallion teknillisten ominaisuuksien selvitys kalliorakennustöiden kannalta
- 1974-1981 Assistentti, HY geologia
- 1977- Maaperägeologian dosentti, HY
- 1984- Maaperägeologian dosentti, OY
- 1981-1998 Apulaisprofessori, TTKK rakennusgeologia
- 1998- Professori, TTKK rakennusgeologia



Kalliotilojen louhintageologia

Maanalaisten malmien louhinnassa on itse paikalle pääsemiseksi aina tarvittu kalliotiloja, jotka ovat sijainniltaan sidottuja kyseiseen arvoaine-esiintymään. Koska malmiesiintymät usein liittyvät kallioerän heikkousvyöhykkeisiin, missä kallion jännitystila on epäsäännöllinen, on näitten tilojen tekoon tarvittu vaativia louhinta- ja lujitusmenetelmiä, ja ne ovat edellyttäneet monipuolisia kalliorakennusgeologisia tutkimuksia. Muut kalliotilat ovat sijainniltaan ja suuntaukseltaan vain osaksi etukäteen sidottuja. Edullisimman sijoituksen määrittäminen puolestaan on edellyttänyt etenkin kallion ruhje- ja rapaumavyöhykkeitten, maanalaisten kalliotopografian sekä kivilajien suuntausominaisuuksien tarkkaa ennakkoselvitystä. Näihin kalliorakennusgeologisiin selvityksiin kuuluvat myös pohjavesi-ilmiot kallion päällä ja sen raoissa ja huokosissa.

Tällaisia kalliorakennusgeologisia tutkimuksia on Suomessa tehty suppeilla alueilla 1900-luvun alkuvuosikymmeniltä alkaen. Useimmissa tapauksissa on selvitysten tavoitteina ollut, paitsi itse tieto louhintapaikan geologisista oloista, myös niiden tietynlainen parantelu - massojen siirto ja vesiolojen kohennus - jopa myös, joskin vähäarvoisempana, tavoitteen toteutumiseen liittyneitten muutosten seuranta ja hallinta. Kuitenkin jo vuosisadan alkupuolella koettiin Suomen kallioerä yleisesti ottaen lujuudeltaan ja pysyvyydeltään hyväksi maanalaisten tilojen louhintaan.

Olellainen sysäys kalliorakennusgeologisessa toiminnassa tapahtui sotien 1939-1945 seurauksena. Räjätystekniikan kehittämisen myötä alettiin silloin rakentaa kallioon linnoitus- ja varastorakenteita puolustustarkoituksiin. Väestön turvallisuutta ajatellen jatkettiin ja kehitettiin sotien jälkeen eritoten säteilyltä

ja laskeumilta sekä muilta katastrofeilta suojaavien kallioluolien rakentamista. Suomen ensimmäinen kallioon sijoitettu öljysäiliö rakennettiin 1948 Naantaliin.

Samaan aikaan sotakorvausteollisuuden suuri energiatarve vaati pikaista vesirakentamista (uusia patoja, uomia ja voimalaitoksia) etenkin Kemijokeen ja Paatsjokeen, minkä toteuttaminen perustui osaltaan vaativiin kallioeräselvityksiin voimalaitos-, pato- ja säännöstelyallasalueilla, osin jokien ala- ja yläjuoksun varrella ja niiden ympäristössäkin, sillä vesi johdettiin generaattoreihin ja niistä pois useimmiten pitkin kallioon louhittuja avaria tunneleita ja itse generaattorihallit sekä patojen perustukset vaativat runsaasti kallion louhinta- ja jäljellejätetyn kallion tiivistämistä injektoimalla. Ensimmäisinä erikoistuneina rakennusgeologeina Suomessa näissä töissä toimivat Kemijoki Oy:n geologit *Juha Kalla* ja *Kauko Korpela*.

Helsingin kaupunki aloitti 1950-luvulla alueensa kallioerän rakennusgeologisen kartoituksen maanalaisten tilojen, ennen kaikkea esikaupunkiliikenteeseen aiotun metron suunnittelua varten (Laiti & Saraste 1958); osuus keskusta-ltäkeskus rakennettiin 1971-1980. Vastaavana geologina toimi *Ahti Saraste* (1915-1998). Hänen pioneeriluonteinen kalliorakennusgeologinen työnsä on suuresti helpottanut kaupungin myöhempienkin kalliorakennuskohteitten kaavoitusta ja suunnittelua. Tällaisista huomattavimpina mainittakoon lukuisat väestönsuojat ja paikoitushallit, meriviemäritunneli, runsaat vesijohto-, kaukolämpö- ja yhteiskäytötunnelit, Mustikkamaan öljysäiliöt sekä Viikin jätevedenpuhdistamon tilat (Roinisto 1986).

Myös puolustusvoimien kalliorakennustoimintaa tehostettiin 1960-luvun alussa ja sinne värvättiin geologi. Tässä työssä on aktiivisesti toiminut *Pentti Vähäsarja* keskittyen sotilaalliseen kalliorakennusgeologiaan (Vähäsarja 1976). Sodan seurauksena katkaistu Saimaan kanava sovittiin avattavan jälleen 1960-luvulla. Sen leventäminen ja kunnostaminen vaativat huomattavasti myös kallioerän tutkimista; kalliorakennusgeologisina asiantuntijoina näissä töissä toimivat ennen kaikkea Tie- ja vesirakennushallituksen (TVH) geologit *Kalevi Kauranne*, *Reijo Gardemeister* ja *Pekka Patrikainen*. Tien- ja rautatierakennuksessa samoin lisääntyneitä kallioleikkaus- ja -tunnelitutkimuksia tehostivat 1960-luvulla myös Rautatiehallituksen geologit *Veikko Lappalainen* ja *Asko Lehtinen* (myöhemmin *Lehtijärvi*).

Kuva 1. Luiskasortuman aiheuttanut raparakenteinen kallio rikkonaisuusvyöhykkeessä. Mittakaavana oluttölkki.
Fig 1. A road-cut slope failure caused by weathered bedrock, central Finland.



Pitkien kalliotunnelien sijoitustutkimukset

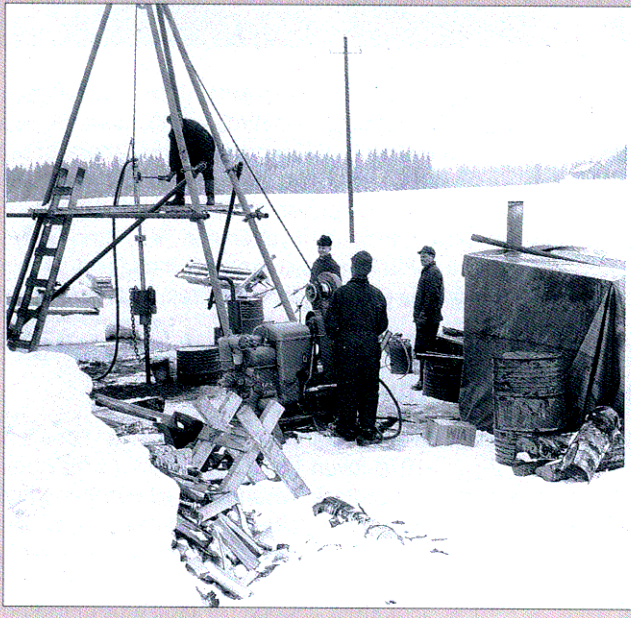
Vuonna 1964 valtioneuvosto käynnisti pääkaupunkiseudun ja Lounais-Suomen vedenhankinnan ylikunnallisen suunnittelun TVH:ssä. Tämän pohjaksi tarvittiin runsaasti myös uudenlaisia geologisia tutkimuksia, jotka koskivat etenkin pohja- ja pintavesilähteitä ja veden erilaisia siirtotapoja sekä niiden vaikutuksia laajalla alueella Etelä-Suomessa. Suurimittaista, kalliotunnelissa tapahtuvaa raaka- ja jäteveden siirtoa - etenkin tunnelien edullista sijoittamista ajatellen, tarvittiin ennen kaikkea, riskitekiäin, kallioruhjeitten ja kalliosavirapuumien (**kuva 1**) sekä kallio-pohjaveden tutkimusta. Sitä teki ensinnä 1960-luvun alkupuolella Ahti Saraste Helsingin geoteknillisessä toimistossa muun muassa 11 km pitkää Hiidenvesitunnelia varten, jolla Helsingin vedensaantia parannettiin tilapäisesti ennen Päijännetunnelin rakentamista.

Koko Etelä-Suomen vedenhankintaan liittyvät tunneligeologiset tutkimukset (**kuvat 2 ja 3**) käynnisti 1965 TVH:ssä geologi *Heikki Niini* käsitellen niitä muun muassa väitöskirjassaan (Niini 1968a). Saatuaan valmiiksi tunnelin reitinvalinnan ja yleissuunnitelman (Niini 1968b) hän jatkoi kalliorakennusgeologisia tutkimuksia Valtion teknillistieteellisen toimikunnan rahoituksella kumppaneinaan geologit *Esa Rönkä* ja *Raimo Uusinoka* ensin TVH:n vesistöosastossa ja sittemmin, osaston tultua 1970 lakkautetuksi, TkT *Taneli Juuselan* alaisuudessa Vesihallituksen ve-

sientutkimuslaitoksessa. Tunnelin pohjavesivaikutusten selvittämiseksi ja seuraamiseksi Niini aloitti 1967 pitkäaikaisen kaivohavainnoinnin, jonka ylläpidosta myöhemmin vastasi Vesihallituksessa ja Suomen ympäristökeskuksessa geohydrologi Jouko Soveri (1942-1999). Päijänteeseen perustuva pääkaupunkiseudun vedenhankintajärjestelmä rakennettiin kuntien toimesta 1973-1982; se perustuu vedensiirtoon 120 km pitkässä kallio-tunnelissa, joka on yhäkin maailman pisin niin sanottu verhoamaton peruskalliotunneli. Päijännetunneli on vuodesta 1982 taannut pääkaupunkiseudun lähes miljoonalle asukkaalle puhtaan, runsaan ja varman vedensaannin sen niukan ja haisevan viemärivereden sijaan, jota Vantaanjoesta otettiin 1960-luvun alussa.

Kuva 2. Päijännetunnelin, maailman pisimmän peruskalliotunnelin (120 km) linjaustutkimuksia Tuusulassa 1966. (Photo: H. Niini)

Fig 2. Siting investigations in 1966 for the 120-km-long water-supply tunnel Päijänne-Helsinki.



Kuva 3. Silpuksi rapautunutta rikkonaista kalliota kairausnäytelaatikossa Päijännetunnelin linjaustutkimuksista. Alempi laatikko kiinteää kalliota.

Fig 3. Hazardous weathered rock-gouge drilled for siting the Päijänne tunnel. Lower box represents moderately fractured solid bedrock.



Kallion rakennusgeologinen luonnehdinta

Jo 1960 ja 1970-luvun vaihteessa maankäytön suunnittelussa nousi kalliorakennusgeologisten tutkimusten tarve etenkin nopeasti kasvavien asutuskeskusten ympäristössä (Kauranne ym. 1972). Näitä selvityksiä kuntien ja suurrakentajien tarpeisiin alkoivat tehdä eräät insinööri-, konsultti- ja tutkimustoimistot, jotka palkkasivat työstä vastaavien rakennusinsinöörien joukkoon muutamia geologeja.

Päijännetunnelin yleissuunnittelun yhteydessä käynnistettiin vuonna 1969 Valtion teknillistieteellisen toimikunnan tutkijain Niinin ja Uusinokan toimesta myös valtakunnallinen kallioerän rakennusgeologinen luokitustyö, aluksi Vuorimiesyhdistyksen (VMY) tutkimushankkeena (**kuva 4**), sittemmin valtiovarainministeriön rahoittamana VTT:n geoteknillisen laboratorion koordinoimana tilaustyönä. Aloitteentekijöinä olivat Outokumpu Oy:n turvallisuusinsinööri Paavo Majjala (1911-1991) ja Tampereen teknillisen korkeakoulun apulaisprofessori Kalevi Kauranne ja ohjaavina kannustajina Valtion teknillistieteellisen toimikunnan jäsenet Urpu Soveri (myöhemmin VTT:n tutkimusjohtaja; 1914-1984) ja TKK:n mineralogian ja geologian (myöhemmin taloudellisen geologian) professori Aimo Mikkola.

Hankkeen taustavaikuttajiksi saatiin yli sata organisaatiota, lähinnä kaivoksia ja rakennusalan urakointi- ja konsulttiyrityksiä sekä valtionhallinnon yksiköitä, jotka tarjosivat kokemuksensa luokitustyön käyttöön (**kuva 5**). Työstä syntyivät VMY:n julkaisema louhintageologinen kallioerän tutkimusohjeisto (VMY 1973) sekä valtiovarainministeriön rahoituksella "virallinen" rakennusalan kallioluokitus (VTT/GEO 1974) ja sen paranneltu versio (VTT/GEO 1976). Tämä tulos (**taulukko 1, sivu 38**) on jo yli neljännesvuosisadan toiminut Suomessa kalliorakennustöiden tarkempien teknisten kallioselvitysten kansallisena normatiivisena pohjana.

Teknissävyisen perustutkimuksen osalta kallion rakennusgeologinen tutkimus alkoi 1970-luvun puolivälillä työllistää myös VTT:tä. Kallion rakennusgeologisessa luokitustyössä mukana olleitten henkilöitten ynnä Tkt Kalle Hakalehdon (TKK; →

Kuva 4. VMY:n tutkimuskomitea 27, jolla oli ratkaiseva panos kallion kansallisen RG-luokituksen sekä tutkimus- ja raportointiohjeitten kehittämisessä 1968-1973. Vasemmalta Heikki Niini, Jorma Mustala, Ole Lindholm, L.K. Kauranne, puh.joht. Paavo Majjala († 1991), Esko Peltola († 1999) ja Raimo Matikainen.

(Foto: R. Uusinoka).

Fig 4. Commission 27 of VMY, the Finnish Society of Mining and Metallurgical Engineers, responsible for the initiation of the study work in 1968-1973 for the Finnish national rock classification system. Third from right chairman Paavo Majjala.





Kuva 5. Kallioluokitushankkeen porattavuustutkimuksia Vuosaaren lehtiittilouhoksessa 1972. (Foto: H. Niini).
Fig 5. Arrangements for the rock borability tests in 1972 for the national engineering-geological rock classification.

Kuva 6. Ydinjätteiden kalliosijoitustilan esitutkimuksiin suunnitellun kairausreikään laskettavan kalliopohjaveden virtausmittarin demonstraatio Loviisassa 1980; laitteen kehittäjä Pekka Rouhiainen keskellä (raitapaitainen). (Foto: H. Niini).
Fig 6. Starting bedrock/water interaction tests in 1980 at Loviisa for designing a nuclear waste repository.

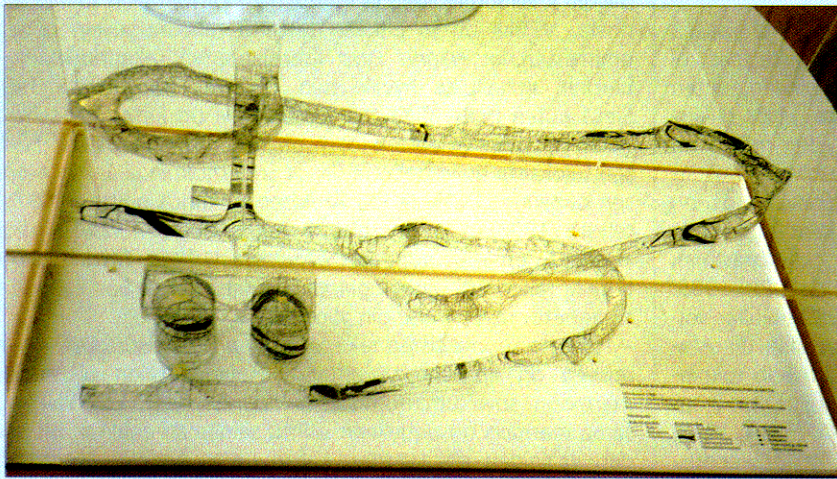
myöhemmin Tampella Oy, Rauma Repola Oy ja Teknologikeskus Hermia) valtionvarainministeriölle laatiman seikkaperäisen suosituksen perusteella palkattiin VTT:n geotekniikan laboratorioon 1970-luvun puolivälissä erilaisten kalliorakennushankkeiden suunnitteluun ja valvontaan liittyviin tehtäviin ensimmäinen kalliomekaniikan tutkija, Kari Saari (myöhemmin TKK, Fundus Oy ja Kari Saari Oy), sekä vähitellen kasvava määrä muitakin kalliotutkijoita (kalliotekniikan ja geofysiikan insinöörejä sekä geologeja).

Ydinjätteitten kalliosijoituksen geologisten edellytysten selvitys

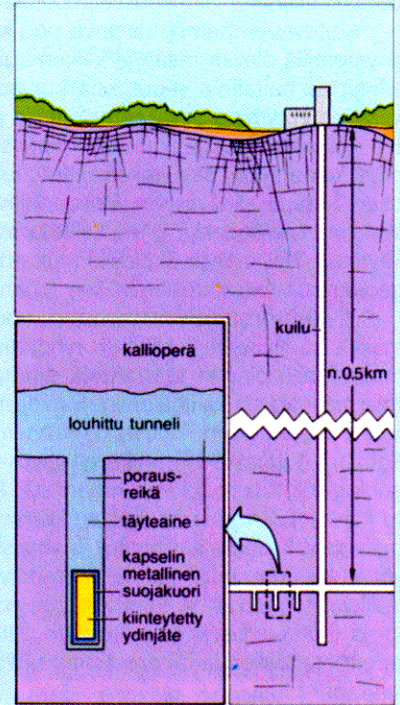
Ydin- eli atomienergian tuotannon käynnistyttyä Suomessa 1970-luvun lopulla (Loviisa I 1978) nousivat radioaktiivisuudesta aiheutuvat ympäristöriskit yleiseen tietouteen (Uusinoka 1976; Niini 1993). Tähän liittyvänä kalliorakennusgeologisena tutkimushankkeena aloitettiin kauppa- ja teollisuusministeriön toimesta ja osin voimayhtiöitten rahoituksella ydinjätteitten kalliosijoitukseen tähtäävät tutkimukset Geologisessa tutkimuslaitoksessa (GTL; myöhemmin -keskus, GTK), **kuva 6**. Niitä käynnistämään kutsuttiin keväällä 1977 päätutkija Heikki Niini Vesientutkimuslaitoksessa 1975 aloitetusta UNESCO:n hydrologisia ympäristövaikutuksia tutkivasta Suomen Akatemian hankkeesta. Vuosikymmeniksi suuntaa määräsivät työn ensi tulokset, projektin organisointi osahankkeiksi (Niini 1980), Suomen maankamaran yleisedellytysten hahmotteleminen (Niini 1978) sekä niiden seikkaperäinen analysointi, joka tehtiin Teollisuuden Voima Oy:n tilaustyönä (Niini et al. 1982)..

1. Analyttinen osa:	OMINAISUUKSIEN MÄÄRITYS									
Luokitusperusteet	KIVILAATU	RAKOILU								
Luokitusominaisuudet (kaikki seitsemän määritetään kullekin kallio-osuudelle)	1. rapautuneisuus 2. osasten järjestyneisyys 3. vallitseva raekoko 4. päämineraalit	1. rakoilutyyppi 2. rakotiheys 3. rakojen laatu								
2. Synteettinen osa:	SIJOITUS KALLIOLAATU-LUOKKIIN									
Rakenteellinen kiinteys	kiinteä kallio	löyhä kallio								
Rakennetyyppi	rikkonainen kallio									
Kalliolaatu (kukin kallio-osue kuuluu yhteen 18 luokasta)	Ma	Li	Se	Lö	Ra	I	II	III	IV	V
	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3						
3. Kuvausosa:	YKSITYISKOHTAINEN KUVAUS TYÖKOHTAAN TARPEITTEN MUKAAN:									
	esim. osueen ulottuvuudet, homogeenisuus, suuntaus, rakojen karheus, vesiolot									

Taulukko 1. Valtiovarainministeriön 1974 vahvistaman Suomen kansallisen rakennusgeologisen kallioluokituksen hierarkkiset puitteet



Kuva 7. Pienoismalli rakennusgeologisesti kartoitetusta, Olkiluotoon 1991 valmistuneesta voimalaitosjätteen kalliovarastosta. Loviisaan valmistui omansa 1997.
Fig 7. Miniature scale model of the bedrock facilities for reactor wastes at the Olkiluoto power plant, completed in 1991. Another one was completed at Loviisa in 1997.



Kuva 8. Runsasaktiivisen ydinjätteen kalliosijoituksen periaate (HN-78).
Fig 8. The principle of the disposal of high-level radioactive wastes deep in the bedrock.

Yksi työn ensimmäisiä tehtäviä oli myös inventoida Suomen siihenastiset kaivostilat ydinjätteille mahdollisesti kelpaavina kalliovarastoina. GTL:ssä kerättiin perustiedot 81 silloisesta ja entisestä kaivoksesta lähinnä Niinin ja Margit Löksyn (myöhemmin Hovi) toimesta. Tilojen mahdollinen muuttaminen ydinjättiloiksi vaati selvittämään myös niiden teknisiä edellytyksiä. Tässä tarkoituksessa Niini käynnisti yhteistyön GTL:n ja VTT:n geotekniikan laboratorioon (johtajana professori Markku Tammirinne) välillä; yhteistyön ensi tulos (Niini & Holopainen 1980) osoitti toiseen tarkoitukseen tehtyjen kalliotilojen olevan - lähinnä kaivoskallion rikkonaisuuden takia - sopimattomia, joten maassamme oli valmistaututtava suunnittelemaan aivan uudet kalliotilat ydinjätteitä varten (kuvat 7 ja 8). Kahden vuosikymmenen intensiivisten tutkimusten tuloksena valittiin 1999 sijoituspaikka, Eurajoen Olkiluoto, ja meneillään ovat tarkemmat tutkimukset tavoitteinaan rakentamisen aloittaminen 2010 ja tilojen täyttö 2020-2050.

International Atomic Energy Agency'n (IAEA) ja OECD:n suuri kansainvälinen ydinjätteitten kalliosijoitusta käsittelevä kongressi saatiin 1979 Suomeen. TKK:n päärakennuksessa pidetyssä kongressissa, jonka paikallisen järjestelytoimikunnan puheenjohtajana toimi Niini, oli 380 osallistujaa 32 eri maasta (Niini 1979). Kongressin saaminen Suomeen oli erittäin merkittävää ydinjätteitten kalliosijoituksen geologisen tutkimuksen tehokkaalle käynnistämiseksi Suomessa. Nämä tutkimukset laajenivat vähissä erin työllistämään noin kymmenhenkisen geotutkijaryhmän GTK:ssa ja kasvavan joukon konsulttifirmoissa ja muissa laitoksissa, muitten muassa VTT:ssä ja TKK:ssa. GTK:ssa 1977 ydinjätteitten kalliosijoitustutkimusten projektiryhmän toiminta on 1990-luvulla Paavo Vuorelan ollessa sen johtajana monipuolistunut koskemaan muutakin (kallio)rakennusgeologiaa. VTT:ssä alan ripeästi lisääntyneeseen huippuasiantuntemukseen ovat myötävaikuttaneet etenkin Veijo Pirhonen, Petteri Pitkänen, Juhani Korkealaakso ja Auli Niemi sekä Säteilyturvakeskuksessa Esko Eloranta.

TKK:n Taloudellisen geologian laboratorio (nykyisin Insinöörigeologian ja geofysiikan laboratorio, IGE) otti ohjelmaansa ydinjätegeologiassa keskeisen Suomen kallio pohjavesiolojen metodisen perustutkimuksen Niinin tultua 1981 nimitetyksi Vuoriteollisuusosaston professoriksi ja laboratorion esimieheksi.

Lähinnä Kauppa- ja teollisuusministeriön erillisrahoituksen turvin on laboratorioissa toiminut aihepiirissä vuosittain 3-4 tutkijaa, osaksi myös voimayhtiöitten rahoituksella. Laboratorioon on tehty seitsemän ydinjätegeologiaan liittyvää väitöskirjaa, 1985 Martti H. Salmi (TKK, GTK, HY); 1989 Pekka Rouhiainen (Geoinstruments) ja Ilmo Kukkonen (GTK); 1996 Pauli Saksa (Fintact Oy), 1998 Olli Okko (VTT/Yhdyskuntatekniikka) ja Eeva-liisa Laine (TKK/IGE), 1999 Runar Blomqvist (TKK, GTK) sekä puoli tusinaa lisensiaatintyötä ja kymmenen diplomityötä. Aihepiirin muihin kalliopeärätutkimuksiin liittyvän väitöskirjan on tehnyt Teollisuuden Voima Oy:ssä 1987 Esko Peltonen, VTT:n geotekniikan laboratorioissa 1990 Veijo Pirhonen, Imatran Voima Oy:ssä 1989 Pekka Anttila ja VTT:n energiatekniikan laboratorioissa Timo Vieno 1994 Niinin toimiessa joko esitarkastajana tai vastaväittäjänä. Tämän kalliorakennusgeologisen aiheen erikoistuntijoille tulee sen selvittely tarjoamaan pitkäjänteistä tutkimus- ja suunnittelutyötä, sillä Suomen neljän atomivoimalaitoksen tuottamat runsasaktiiviset jätteet olisi poliittisten päätösten perusteella lopullisesti suljettava Suomen kamaraan vuoteen 2060 mennessä.

Ympäristövaikutusten huomiointi

Muittenkin kuin vedensiirtoa ja ydinjätteitten sijoitusta palvelevien kalliotilojen rakentaminen vaikuttaa aina kallio pohjaveden kiertoon ja laatuun. Jo 1970-luvulla alettiin Vesihallituksen teknillisessä tutkimustoimistossa Esa Röngän johdolla selvittää kalliopeären koostumuksen vaikutusta pohjaveden kemialliseen koostumukseen (Rönkä 1983). Kuten Päijännetunnelin suunnittelussa 1960-luvulla, alettiin ydinjätetutkimusten yhteydessä kallio pohjaveden systemaattinen havainnointi 1979 Niinin käynnistettyä sen GTK:ssa Martti H. Salmen kanssa (Niini 1997). Tämä työ on sittemmin laajentunut etenkin jätteitten sijoitusturvallisuus- ja paikatutkimusten yhteydessä voimayhtiöitten ja valtion (Kauppa- ja teollisuusministeriö, GTK, TKK, VTT ja Säteilyturvakeskus) toimesta monipuoliseksi ja tehokkaasti edistyneeksi kalliopeären geofysikaaliseksi, rakokemialliseksi ja rakennemallitutkimukseksi. Tulosten hydrologiseen yleistämiseen tähänastiset aikasarjat ovat silti vielä lyhyenpuoleisia eivätkä kat-

tavia alueelliseltakaan edustavuudeltaan.

Vuotovesien pumppuaminen pois kalliotiloista johtaa päällä ja ympärillä olevan maan ja kallion kuivumiseen, mikä taas voi aiheuttaa haitallisia seurauksia korvausvaatimuksiin, kuten kaivojen ehtymistä ja rakennuspohjan painumista. Myös tällaisten kalliorakennusgeologisten ympäristövaikutusten määrä on ollut kasvamaan päin ja aikaansaanut aihepiirin tutkimustarpeen kasvua. Sitävastoin kallio pohjaveden painevaikutus on keskeinen hyötytekijä öljyn kalliovarastojen rakentamisessa ja käytössä. Neste Oy:n Sköldvikin lukuisten öljyn kalliovarastojen geologiasta teki väitöskirjan *Stig Johansson* (1939-1988) 1985.

Ympäristönsuojeluvaatimusten nousua 1980-luvulla voimakkaasti yleiseen tietouteen ryhdyttiin Suomessakin tehostamaan maan pinnan säästämistä sijoittamalla haitallisia toimintoja maanalaisiin kalliotiloihin. Suomesta onkin tullut yksi maailman huipputason kalliorakennuksen kehittäjä (Saari 1988; Rönkä & Ritola 1997), mikä on myös vaatinut kalliorakennusgeologisen tutkimuksen kehittämistä. Kallion sisään on sijoitettu kaivostilojen ja vesitunnelien lisäksi rautatie-, maantie-, voimalaitos-, kaapeli- ja viemäri- ja yhteiskäyttötunneleita, öljysäiliöitä, väestönsuojia, kuuma- ja kylmävarastoja, hiekka- ja suolasiiiloja, teollisuus- ja toimistotiloja, voimalaitoksia sekä urheilu- ja muita virkistystiloja (Roinisto 1986), toisin sanoen ihmisten, materiaalien ja/tai prosessien sijoitusta palvelevia mitä erilaisimpia tiloja.

Vähitellen lisääntyneissä kalliorakennusgeologisissa tutkimus- ja konsultointitöissä ovat edellä mainittujen lisäksi mainetta jo pitkään saaneet (aakkosjärjestyksessä) *Antero Hakapää* (Yleinen insinööri-toimisto Oy, Neste Oy, Outokumpu Oy), *Pentti-Juhani Hintikka* (Outokumpu Oy, Helsingin kiinteistövirasto), *Pekka Lappalainen* (Outokumpu Oy), *Lennart Laurén* (Partek), *Bjarne Liljestrand* (Lemminkäinen Oy), *Pekka Mikkola* (Suomen Malmi Oy), *Esko Partio* (Maa ja Vesi Oy), *Eero Pokki* (Pääkaupunkiseudun Vesi Oy, Viatek Oy), *Jukka Pöllä* (Helsingin kiinteistövirasto, VTT, Fundus Oy), *Pekka Raudasmaa*, (Helsingin kiinteistövirasto), *Reijo Riekkola* ja *Veli Saanio* (Saanio & Riekkola Oy), *Juha Salmelainen* (Kalliosuunnittelu Oy), *Veli Suominen* (GTK), *Pekka Särkkä* (TKK, Neste Oy, Concave Oy), *Esko With* (Suomen Malmi Oy), *Aimo Vuento* (Insinööri-toimisto Pohjatutkimus Oy; Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu), *Anne Väättäinen* (TKK, VTT, Concave Oy, KTM), *Kari Äikäs* (TKK, Saanio & Riekkola Oy) ja *Timo Äikäs* (Teollisuuden Voima Oy, Posiva Oy). Useat ansioituneet nuoremman polven kalliorakennusgeologit on jätettävä tässä mainitsematta; heidän paikkansa on paremmin tulevaisuudessa kuin historiassa.

Kalliokiviainesten geologinen tutkimus

Geologian tutkimuskeskus - maamme geologisen tutkimuksen valtakunnallinen keskus - on kalliorakennusgeologiasta perinteisesti pitänyt toimenkuvassaan lähinnä vain rakennuskivien tutkimusta, jota harjoitettiin jo 1950-luvulla eritoten *Erkki Auro* (1907-1985) johdolla. Hyvinä perustus-, ulkopinta- ja monumenttikivinä käytettiin 1900-luvun alkupuolella runsaasti etenkin maamme tasalaatuisia syväkiviä, sisäpintoihin myös marmoria ja uunirakenteisiin lisäksi vuolukiveä. Niitten laadun varmistukseksi oli toki alun alkaen tehtävä geologisia tutkimuksia, mutta seikkaperäisempi rakennuskivien geologinen tutkimus nousi kukoistukseen vasta uusien esiintymien etsinnän myötä vuosisadan loppupuolella, kun työstömenetelmien tehostuttua myös vaatimukset muuttuivat ja tarve ja menekki uudelleen kasvoivat kansainvälisiin mittoihin.

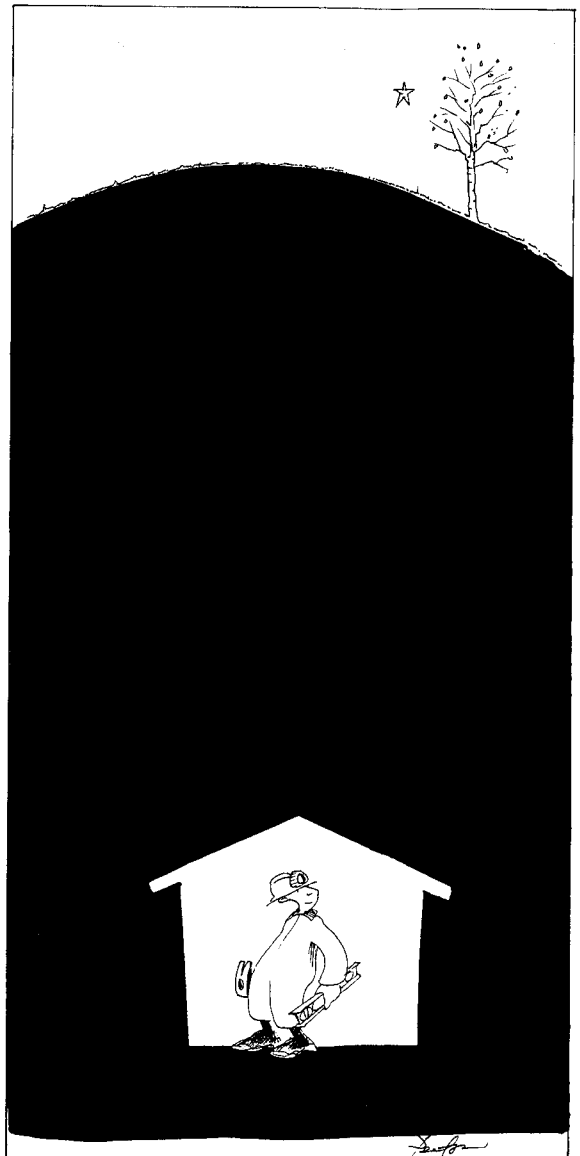
Rakennuskivien geologista tutkimusta ja teknisten ominaisuuksien selvitystä on 1980-luvun lopulta alkaen tuntuvasti tehostettu niitä tutkivissa korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa

paljolti kivenlouhijoiden ja esiintymien kartoittajien toimeksiantona. VTT:llä on jo pitkään testattu rakennuskivien teknisiä ominaisuuksia: *Hannu Pyy*n lisensiaatintyö rakennuskivien ja betonin vertailusta hyväksyttiin TTK:ssa Otaniemessä 1999. Siellä kuten myös TTK:ssa Tampereella on keskitytty selvittämään rakennuskivien teknisten ominaisuuksien taustoja. Edellisen tuloksista mainittakoon *Bengt Söderholmin* ja *Sakari Monosen* oppikirja (1995) ja *Esa Ärmäsen* tutkimus polttopintakäsittelystä (1996) ja jälkimmäisestä *Pekka Ihalaisen* väitöskirja rakennuskivien rapautumiskestävyydestä (1994). Täydennyskoulutusta rakennuskivigeologiassa on paitsi näissä korkeakouluissa annettu myös Helsingin yliopistossa.

Pontta suomalaisten rakennuskivien ominaisuuksien testaamiseen on epäilemättä antanut Finlandia-talon ulkomaisen marmorin soveltumattomuus ulkoseinien laatoiksi. Vaikkakin sama marmori on uudelleen valittu seinämateriaaliksi, on useiden vaaleiden silikaattisten kivien (mm. Angelin anortosiitti) ominaisuuksia testattu useiden tahojen toimesta ja täten saatu merkittävää tietämystä rakennuskivistä.

Rakennuskiviesiintymien etsintää ja tutkimusta ovat GTK:ssa harjoittaneet Auro

län jälkeen etenkin *Marjatta Virkkunen*, *Atto Laitakari*, *Reijo Alviola*, *Yrjö Peckala*, *Markku Rask*, *Kari Pääkkönen* ja *Risto Vartiainen*. Etsintää on myös suoritettu Åbo Aka-



demissa, jossa *Olavi Selonen* väitteli aiheesta 1997. Kaupallisten yritysten ja konsulttien rakennuskiviasiantuntijoina ovat ansioituneet Pääkkösen ja Selosen (Suomen Kiviteollisuus Oy) lisäksi *Jaakko-Pekka Perttula* (Saxo Oy), *Pekka Mesimäki* (VTT, Stonecon), ja *Hannu Pyy* (VTT Betoni- ja kivimateriaalit). Kansainvälisellä rakennusgeologisella järjestöllä IAEG (nykynimeltään International Association for Engineering Geology and the Environment) on tutkimusta aktiivisesti koordinoiva rakennuskivikomissio, jossa Suomea on pitkään edustanut Raimo Uusinoka.

Louhitaan ja/tai murskatun kiviaineksen geologisesta tutkimuksesta ovat vastanneet ennen kaikkea aineksen pääkäyttäjät tie- ja rautatietlaitokset ja niitten konsultit, muitten muassa VTT. Koska kiviainestutkimus perinteisesti liittyy tiiviisti irtomaainesten tekniseen tutkimukseen, ei sitä käsitellä tässä historiallisessa. Kaksi pääasiassa tielaitoksessa tehtyä väitöskirjaa on silti mainittava, sillä niissä kiviaineksen käyttöominaisuuksia johdettiin suoraan kallioperän rakenteista ja kehityksestä: Kalevi Kauranne (1970) osoitti kiviaineksen kestävyuden suuresti riippuvan muun muassa kallioperän ruhjetektoniikasta ja *Pekka Vallius* (1995) rapakivityyppien intrusiotektoniikasta.

Alan opetus ja yhdistystoiminta

Korkeakouluopetuksessa kalliorakennusgeologialla ei ennen 1960-luvun loppua ollut itsenäistä asemaa, vaan se sisältyi TKK:n Vuoriteollisuusosaston kaivostekniikan opetukseen, toisaalta myös Rakennusinsinööriosaston tienrakennukseen. Tätä pitivät epäkohtana eräät tuolloin itseään rakennusgeologeina pitävät aktivistit, jotka pyrkivät nostamaan rakennusgeologian asemaa. Parivuotisen keskinäisen kerhotoiminnan tuloksena nämä kymmenen geologia - Reijo Gardemeister, Stig Johansson (1939-1988), Kalevi Kauranne, Kauko Korpela, Veikko Lappalainen, Asko Lehtinen (myöhemmin Lehtijärvi), Pentti Markkanen, Heikki Niini, Pekka Patrikainen ja Pentti Vähäsarja - perustivat 1965 Rakennusgeologinen yhdistys ry:n (RGY), jonka toiminta alun alkaen kattoi sekä maaperän että kallioperän rakennusgeologian. Yhdistyksen ensimmäisenä puheenjohtajana toimi Kalevi Kauranne ja sihteerinä Heikki Niini.

RGY ajoi voimakkaasti alan akateemisen opetuksen ja tutkimuksen tehostamista Suomessa. Vuonna 1967 perustettiin Tampereen teknillisen korkeakoulun (TTKK) Rakennustekniikan osastolle rakennusgeologian apulaisprofessori (1998 muutettu professoriksi), jonka toiseksi opetus- ja tutkimuskohteeksi (maaperäsovellusten rinnalle) otettiin kallioperän rakennusgeologia. Opettajina ovat toimineet Veikko Lappalainen (vt. 1967, vak. 1974-1980), Kalevi Kauranne (1968-1973), Kauko Korpela (vt. 1970-1971), Heikki Niini (vt. 1973-1974) ja Raimo Uusinoka (1981-). Nimenomaan kalliorakennukseen liittyy on TTKK:lla 1970-luvun alusta toiminut dosenttina TkT Kalle Hakalehto.

Toisena huomattavana julkisena tavoitteenaan RGY pyrki organisoimaan kalliotutkimusalan yhteistyön muitten aiheesta kiinnostuneitten yhdistysten kanssa. Vuonna 1967 se käynnisti Vuorimiesyhdistyksen ja Suomen geoteknillisen yhdistyksen kanssa yhteiset vuotuiset Kalliomekaniikan päivät. Päivien puheenjohtajana ja sihteerinä toimivat käynnistys- ja vakiintumisvaiheen viitenä ensimmäisenä vuonna Paavo Majjala ja Heikki Niini. Yhtenä tärkeimmistä aiheista Päivillä käsiteltiin kansallisen edustuksen aikaansaamista kansainväliseen kanssakäymiseen. Se onnistuttiin aikaansaamaan yhteisen Suomen kallio-mekaniikkatoimikunnan muodossa, joka siitä alkaen on edustanut Suomea YK-kytkentäisen järjestön International Union of Geological Sciences (IUGS) alaisessa kansainvälisessä kallio-mekaniikkajärjestössä International Society for Rock Mechanics (ISRM). Kalliomekaniikkatoimikunta on jatkanut vuotuisien päivien järjestämistä (vuorotellen kunkin perustajayhdistyksen toi-

mesta) julkaisten säännöllisesti myös päivien esitelmät sarjana, jonka volyymit ovat siis ilmestyneet vuodesta 1967 alkaen. Kalliorakennusgeologiaa on käsitelty runsaasti myös RGY:n omassa julkaisusarjassa.

Vuonna 1968 RGY liittyi perustajajäsenenä kansainväliseen rakennusgeologiseen järjestöön IAEG, joka myös on IUGS:n alainen YK:n tukema kattojärjestö. RGY osallistui alusta asti ahkerasti IAEG:n maailmanlaajuisiin kongresseihin. Yhdistyksen puheenjohtaja Heikki Niini valittiin IAEG:n johtokuntaan kahdeksi toimikaudeksi 1972-1978. RGY:llä on siitä lähtien ollut edustajia myös IAEG:n useitten osa-alueitten kansainvälisissä komissioissa.

RGY:n kirjelmöinnin jälkeen suunnattiin Turun yliopistossa aukitullut maaperägeologian professorinvirka 1974 virallisesti rakennusgeologiaan (viranhaltijoina Kauko Korpela 1974-1978 ja Veikko Lappalainen 1980-1990). Vaikka pääpaino siellä oli maaperässä, opetusta annettiin ja joitakin opinnäytetutkimuksia tehtiin myös kalliorakennusgeologiassa. 1990-luvulla rakennusgeologia kuitenkin menetti mainitun erityisasemansa Turun professorin opetusalamäärityksessä; vastapainoksi on puolestaan dosenttiopetusta lisätty kallioperän rakennusgeologiassa Helsingin yliopistossa (Heikki Niini, Veli Suominen, Pekka Vallius).

Kalliorakentaminen tuli entistä korostuneemmin esiin 1970-luvun alusta TKK:n Vuoriteollisuusosastolla, jolloin kaivostekniikan professuuri muutettiin louhintatekniikan professuuriksi. Geologian opetuksessa kalliorakentamisen korostus vaikutti kuitenkin selvemmin vasta 1980-luvun alussa, jolloin kaivostekniikan opintosuunnalla aihe otettiin mukaan geologian syventymiskohteen luento-, seminaari- ja jatko-opintosarjoihin (Niini 1997). Oppimateriaalina käytettiin pitkään alan valittuja artikkeleita ja soveltuvin osin ulkomaisia oppikirjoja, kunnes TKK:ssa 1999 (Niini & Ärmänen) saatiin aikaan Suomen oloihin tarkoitettu oppikirja. Aiheeseen liittyvä geofysiikka sitävastoin sisältyi professori *Markku Peltoniemen* jo 1988 ilmestyneeseen oppikirjaan.

Merkkitapaus alan opetus- ja tutkimuksen aktivoimiselle Suomessa oli 1986 Otaniemessä pidetty kansainvälinen Large Rock Caverns -kongressi 44 maasta saapuneine 445 osallistujineen (Saari 1987 ja 1988). Kongressin järjestelytoimikunnan puheenjohtajana toimi Raimo Matikainen ja julkaisu- ja näyttelytoimikunnan puheenjohtajana Heikki Niini. Uusi painotus TKK:n opetuksessa tuli näyttävämmäksi vuonna 1987, jolloin louhintatekniikan oppituolin nimi vaihdettiin kalliorakentamiseksi ja Taloudellisen geologian laboratorion nimi Insinöörigeologian ja geofysiikan laboratoriksi (IGE).

Viimeisen puolentoista vuosikymmenen aikana on IGE:stä valmistuneitten diplomi-insinöörien diplomityöaiheista kolmisenkymmentä käsitellyt kalliorakennusgeologiaa, rakennuskiviä tai niihin liittyvää ympäristönhoitoa (Niini 1997). Samaan aikaan on myös kalliorakentamisen professuurissa (Matikainen, Särkkä) tehty opinnäytetöitä, jotka sisältävät tai käsittelevät olennaisesti geologiaa. Tampereen TKK:ssa puhtaasti kalliorakennusgeologiaa diplomitoita on valmistunut viitisentoista.

Vaikka kalliorakennusgeologia Suomessa toki painottuu selvästi nimenomaan kiteisen kallioperän ominaisuuksiin, ei se ole kehittynyt miksikään yhtenäiseksi, selvärajaiseksi itsenäiseksi tieteenhaaraksi, eikä siihen liene syytä pyrkiäkään. Sen on aina oltava osa laajasta käytännöllisestä yhteistyöstä, johon se tuo oman panoksensa, tietämyksen niistä kallioperän rakenteista, materiaaleista, olosuhteista, ilmiöistä ja kehitysvaiheista, jotka tavalla tai toisella vaikuttavat kalliion tekniseen hyödyntämiseen. □



Kirjallisuusviitteet

- Anttila, Pekka*, 1989: Engineering geological conditions of the Loviisa power plant area relating to the final disposal of reactor waste. Väitöskirja (TY). Report YJT-88-11, 131 s.
- Blomqvist, Runar*, 1999: Hydrogeochemistry of deep groundwaters in the central part of the Fennoscandian Shield. GTK, Report YST-101, 41 s.
- Ihalainen, Pekka*, 1994: Rapautumisen vaikutus eräiden rakennuskivien lujuusominaisuuksiin: tutkimusmenetelmien vertailu. Väitöskirja, HY, TTKK:n julk. 135, 123 s.
- Johansson, Stig*, 1985. Engineering geological experience from unlined excavated oil storage caverns in a Precambrian rock mass in the Porvoo area, southern Finland. Väitöskirja (TY). Neste Oy, Finland, 77 s.
- Kauranne, Kalevi*, 1970: On the abrasion and impact strength of gravel and rocks in Finland. Väitöskirja (HY). Bull. Comm. géol. Finlande 243, 61 s. Myös: RGY:n julk. 6.
- Kauranne, L. K. & Kauko Korpela & Reijo Gardemeister & Esko Mälkki*, 1972: Rakennusgeologia II. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta 304, 350 s. (2. painos 1979)
- Kukkonen, Ilmo*, 1989: Terrestrial Heat Flow in Finland, the Central Fennoscandian Shield. Väitöskirja (TKK). GTK Report YST-68, 99 s.
- Laine, Eevaliisa*, 1998: Geostatistical, geological and geophysical modelling of subsurface structures of Precambrian bedrock in Finland. Väitöskirja (TKK). Research Report TTK-IGE-A-23, 104 s.
- Laiti, Ilpo & Ahti Saraste*, 1958: Helsingin keskusta. Kallioperäkarta 1:10 000. Esikaupunkiliikenteen suunnittelukomitean I mientö.
- Niini, Heikki*, 1968a: A study of rock fracturing in valleys of Precambrian bedrock. Väitöskirja (HY). Fennia 97: 6, pp. 1-60 (sama eripainoksena: RGY julk. 3: 26).
- Niini, Heikki*, 1968b: Päijänne-Helsinki tunnelitutkimukset. Liite E teoksessa Helsingin alueen vedenhankinnan yleissuunnitelma. TVH. Eripainos: RGY julk. 2: 20, 28 s., 3 karttaliitettä.
- Niini, Heikki*, 1978: Suomen geologiset olosuhteet ydinjätteiden varastoinnin kannalta. Alustava katsaus. Tiedonanto GTL/YSP 3, 21 s.
- Niini, Heikki*, 1979: Ydinjätteiden sijoitusta kallioperään käsitellyt symposium Otaniemessä kesällä 1979. Summary: International symposium on the underground disposal of radioactive wastes held at Otaniemi on the 2-6 July 1979. Vuoriteollisuus - Bergshanteringen 37: 2.
- Niini, Heikki*, 1980: The nuclear Waste Disposal Study Project of the Geological Survey of Finland. Proc. IAEA-NEA (OECD) Symposium "Underground Disposal of Radioactive Wastes". July 2-6, 1979, Vol I, pp. 479-486. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- Niini, Heikki*, 1993: Ydinjätegeologiamme varhaiskehitys. Raportti IGE-JYT 4-93, 18 s.
- Niini, Heikki*, 1997: Maankamaran jalostus - ihmiskunnan perustarve. 60 vuotta geologian ja geofysiikan opetusta insinööreille. IGE:n 60-vuotishistorikki. Tiedonanto TTK-IGE-D-45, 56 s.
- Niini, Heikki & Veikko Hakkarainen & Pekka Patrikainen*, 1982: Korkea-aktiivisen ydinjätteen loppusijoituksen geologiset tekijät. Abstract: Geological factors in the disposal of high-level nuclear waste. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta, Helsinki. Raportti YJT-82-36, 189 s. + 5 liitettä.
- Niini, Heikki & Raimo Uusinoka*, 1971a: Montmorillonitiin esiintymisestä Suomessa. Summary: Montmorillonite in Finland. Geologi 23: 4, s. 62-64 (sama eripainoksena: RGY julk. 5: 44).
- Niini, Heikki & Raimo Uusinoka*, 1971b: Kallion ruhjeet louhin-
- nan kannalta. Summary: Fracture zones in rock quarrying. Maansiirto 1, s. 10-16 & 80.
- Niini, Heikki & Raimo Uusinoka*, 1978: Weathering of Precambrian rocks in Finland. 3rd Int. Congr. IAEG, Madrid, Sept. 1978. Proceedings, Section II, vol. 1, s. 77-83.
- Niini, Heikki & Pekka Holopainen*, 1980: Inventory of existing rock openings for the disposal of nuclear wastes. Subsurface Space, Rockstore 80, Vol. 2, pp. 949-954. Stockholm.
- Niini, Heikki & Esa Ärmänen*, 2000s: Kalliorakennusgeologia. Opetusjulkaisu TTK-IGE-C-20 (julkaistavana).
- Okko, Olli*, 1998: On the development in digital engineering seismic studies in Finland. Väitöskirja (TKK). VTT Publ. 349, 57 s. + osajulkaisut n. 225 s.
- Peltonen, Esko*, 1987: Safety and performance assessment of geologic disposal systems for nuclear wastes. Teollisuuden Voima Oy, Helsinki, 100 s. Väitöskirja (TKK).
- Peltoniemi, Markku*, 1988: Maa- ja kallioperän geofysikaaliset tutkimusmenetelmät. Otakustantamo 515, Hämeenlinna, 411 s.
- Pirhonen, Veijo*, 1990: Porosity and focused dissolution of granitic rocks in two study areas in southern Finland. Aspects of methodology. Väitöskirja (HY), VTT Publ. 69, 109 s.
- Pyy, Hannu*, 1999: Rakennuskivipäällysteiden ominaisuudet ja säilyvyys verrattuna betonipäällysteisiin TkL-työ. TTK, Insinöörigeologian ja geofysiikan laboratorio.
- RIL 1976*: Maa- ja kalliiorakennus. Käsikirja RIL 98, 520 s. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, Helsinki
- RIL 1987*: Tunneli- ja kalliiorakennus I. Käsikirja RIL 154-1, 363 s. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, Helsinki.
- Roinisto, Jarmo (toim.)*, 1986: Kalliorakentaminen Suomessa. Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys. Rakentajain Kustannus Oy, 190 s. (myös englanniksi, nimellä Rock Engineering in Finland).
- Rouhiainen, Pekka*, 1989: Geophysical borehole methods in fracture analysis of crystalline bedrock of the Loviisa Site. Väitöskirja (TKK). Report YJT-89-01, 113 s.
- Rönkä, Esa*, 1983: Drilled wells and ground water in the Precambrian crystalline bedrock of Finland. Väitöskirja (TY). Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 52, 57 s.
- Rönkä, Kimmo & Jouko Ritola (toim.)*, 1997: Kalliorakentamisen neljäs aalto. WSOY, 137 s. (myös englanniksi, nimellä The Fourth Wave of Rock Construction).
- Saari, Kari (toim.)*, 1986: Large Rock Caverns. Proceedings Int. Symp. Helsinki, Finland, 25-28 August, 1986. Vol. 1-3. Pergamon Press. 2084 s.
- Saari, Kari (toim.)*, 1988: Kalliorakentamisen mahdollisuudet. Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistys r.y. Gummerus Oy, Jyväskylä, 207 s.
- Saksa, Pauli*, 1996: ROCK-CAD-computer aided geological modelling system. Väitöskirja (TKK). Report YJT-95-18, 107 s.
- Salmi, Martti*, 1985: Studies of groundwater flow conditions in crystalline bedrock in southern Finland and its significance to the final disposal of nuclear waste. Väitöskirja (HY). GTK Report YST-42, 98 s.
- Saraste, Ahti*, 1966: Helsingin kaupungin kunnallisteknillisistä kalliiorakennustöistä. Geologi 18: 3-4, s. 33-34.
- Selonen, Olavi*, 1997: Exploration for dimension stone-Geological aspects. Väitöskirja (ÅA). Julk. K. H. Renlund Foundation, 64 s.
- Söderholm, Bengt & Sakari Mononen (toim.)*, 1995: Rakennuskivet ja niiden hyödyntäminen. Jatkokoulutusjulkaisu TTK-IGE B19. 269 s.
- Uusinoka, Raimo*, 1975: A study of the composition of rock-couge in fractures of Finnish Precambrian bedrock. Väitöskirja (HY). Comm. Phys.-Math. 45:1, 101 s.
- Uusinoka, Raimo*, 1976: Radioaktiivisten ja muiden vaarallisten

jätteiden hautaaminen kansainvälisenä rakennusgeologisena ongelmana. Abstract: Underground disposal of radioactive and other dangerous wastes as an international engineering-geological problem. Rakennusgeologisen yhdistyksen julkaisuja 10: 75.

Vallius, Pekka, 1995: Suitability of the rapakivi granite varieties of the Wiborg batholith to asphalt pavements. Väitöskirja (HY). FinnRA Research Reports 1/1995, 109 s.

Vieno, Timo, 1994: Safety analysis of disposal of spent nuclear fuel. Väitöskirja, TKK, Teknillisen fysiikan laitos.

VMY 1973: Kallion rakenteellisten ominaisuuksien vaikutus louhittavuuteen (toim. P. V. Maijala & L. K. Kauranne & O. Lindholm & R. Matikainen & J. Mustala & H. Niini & E. Peltola). VMY, Tutkimusraportti A27, 134 s.

VTT/GEO 1974: Rakennusalan kallioluokitus (toim. K.-H. Korhonen & R. Gardemeister & H. Jääskeläinen & H. Niini & P. Vähäsarja). Valtion tekn. tutkimuskeskus, VTT, geotekn. lab. tiedonanto 12, 90 s.

VTT/GEO 1976: Rakennusgeologisen kallioluokituksen soveltaminen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, geotekniikan laboratorio, tiedonanto 25, 38 s. + 3 liitettä.

Vähäsarja, Pentti, 1976: Sotilasgeologia II Kallionlouhintaan liittyvää rakennusgeologiaa. Pääesikunnan koulutusosaston julkaisu, 153 s.

Ärmänen, Esa, 1996: Polttomenetelmien vaikutus rakennuskivien rakoiluun. Tutkimusraportti TKK-IGE A 18, 38 s.

Abstract: History of bedrock engineering geology in Finland

The need for geologic information of bedrock has increased along with the growth of the volume and versatility of rock engineering in Finland, particularly during the second half of the 20th century. In order to avoid rock collapses and other drawbacks, it has become crucial to acquire adequate information, not only about the ordinary distribution of minerals and metamorphic-petrological structures, but especially about the occurrence and properties linked with the shear and fracture zones as well as the groundwater behaviour and weathering phenomena with their clayey products in the bedrock.

The article concentrates on five areas that have been decisive in the historical development of relevant engineering-geological studies in Finland:

(1) the planning and construction of the rapidly increased underground shelters, subways and multipurpose tunnels, particularly in the densely-built metropolitan area of Helsinki,

(2) the site-selection studies for long tunnels, with emphasis on the 120-km-long Päijänne-Helsinki water-conveyance tunnel, constructed in 1973-1982,

(3) the development and testing of a consistent engineering-geological rock classification system for Finnish conditions in 1969-1976,

(4) the deep-reaching long-term studies since 1976 for the site-selection and planning of the disposal of nuclear wastes being produced by the present four Finnish atomic power plants,

(5) the academic education and research - including relevant environmental, bedrock-groundwater, dimension-stone, and rock-aggregate studies - exercised within Finnish universities, the Geological Survey of Finland, and the two professional societies, the Engineering-Geological Society of Finland and the Finnish Association of Mining and Metallurgical Engineers.

Tulevia koulutustapahtumia

Metallurgeille/Metallurgian VAT

Sulkeumametallurgia - mikro- ja makrokuonat
22. - 23.05.2000

Metallurgisten prosessien ohjaukset
23. - 24.10.2000

Perusmetalliteollisuuden henkilöstölle ja asiakkaille

Metalliopin perusteet
21. - 22.02.2000, POHTO

Teräksisten levy-, tanko- ja putkimateriaalien ominaisuudet
30. - 31.03.2000, Tampere

Valssaustekniikka
05. - 06.04.2000, POHTO

Teräksisten levy-, tanko- ja putkimateriaalien ominaisuudet
13. - 14.04.2000, POHTO

Metalliopin perusteet
18. - 19.09.2000, Pori

Valssien ja laakereiden huolto
26. - 27.09.2000, POHTO

Valssaustekniikka
06. - 07.11.2000, POHTO

Tiedustelut:

Kehittämispäällikkö Markus Hietala ja koulutussihteeri Pia Viitanen, POHTO, puh. (08) 5509 700 ja fax (08) 5509 841 ja e-mail: pia.viitanen@pohto.fi

Imoittautumiset:

POHTO/Asiakaspalvelu puh. (08) 5509 722, fax (08) 5509 840 tai e-mail: asiakaspalvelu@pohto.fi

PS. Perusmetalliteollisuuden palveluksessa olevalle henkilöstölle tarjonnassamme on lisäksi runsaasti muuta tekniikan ja johtamisen koulutusta.




Vellamontie 12, 90500 OULU
Puh. (08) 5509 700, faksi (08) 5509 843

E-mail: asiakaspalvelu@pohto.fi, www.pohto.fi

Metallipitoisten vesien biologisesta käsittelystä Outokummun kaivoksilla

Urho-Pekka Mustikkamäki - CV

1950	Syntynyt Pyhäjärvellä	
1970	Ylioppilas, Pyhäjärven yhteiskoulu	
1978	FM, Jyväskylän yliopisto	
1976-1977	Kemian tuntiopettaja, Jyväskylän yliopisto	
1979-1980	Laboranttilinjan opettaja, Lapin keskusammattikoulu	
1980	Assistentti, Jyväskylän yliopisto	
1981-1997	Laboratoriopäällikkö, ympäristönsuojelupäällikkö, Outokumpu Oy, Pyhäsalmen kaivos	
1993-1997	Rikastamon käyttöinsinööri, Pyhäsalmen kaivos	
1997-	Ympäristönsuojelupäällikkö, Outokumpu Mining Oy	

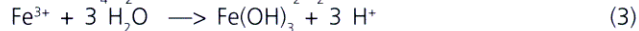
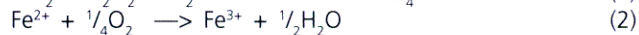
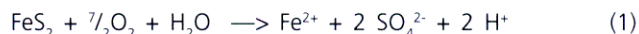
Johdanto

Happamien metallipitoisten vesien (AMD) muodostuminen on yksi merkittävimpiä ympäristöongelmia metallikaivostoiminnassa. Näitä vesiä muodostuu metallisulfidien hapettuessa kemiallisesti ja biologisesti ilman hapen sekä rautaa ja rikkiyhdisteitä hapettavien bakteereiden vaikutuksesta. Tyypillisesti happamia metallipitoisia vesiä syntyy sulfidipitoisissa sivukivikasoissa, rikastushiekka-alueilla sekä myös louhoksissa mikäli kiviaineksessa ei ole riittävästi neutraloivia mineraaleja kuten esimerkiksi kalkkikiveä. Perinteisesti näitä vesiä on käsitelty kemiallisesti alkaalisuudella, jolloin muodostuu lietteitä, joiden sijoittaminen ja takaisinliukeneminen aiheuttaa ongelmia. Kemiallinen käsittely aiheuttaa myös monessa tapauksessa korkeat pääoma- ja käyttökustannukset. Happamien kaivosvesien muodostus voi jatkua riippuen jälkihoitotöiden onnistumisesta vuosikymmeniä, joten niiden käsittely ympäristölle vaarattomaksi edellyttää tehokasta ja kustannuksiltaan edullista menetelmää.

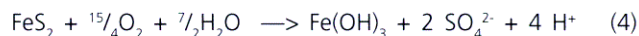
Outokumpu aloitti 1990-luvun alussa metallipitoisten vesien biologisten puhdistusmenetelmien tutkimisen. Ongelmaksi tuolloin oli muodostunut Keiteleellä Kangasjärven avolouhoksesta viereiseen Kangasjärveen purkautuvat happamat Zn-pitoiset vedet. Tämä aiheutti kalankasvatuksen lopettamisen järvesä. Kangasjärvi oli rakennettu kalankasvatukseen ennen kaivostoiminnan aloittamista 1980-luvun alkupuoliskolla. Perinteisten kemiallisten menetelmien käyttö jatkuvatoimisena suljetulla kaivoksella on ongelmallista, joten heräsi ajatus tutkia sulfaatinpelkistäjäbakteerien (SRB) käyttöä vesien puhdistuksessa.

Sulfidien hapettuminen

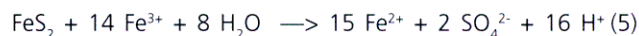
Sulfidien hapettuminen ilman hapen ja bakteerien vaikutuksesta voidaan esittää esimerkiksi pyriitille (FeS_2) seuraavasti:



Reaktiot 1-3 voidaan kirjoittaa summareaktiona:



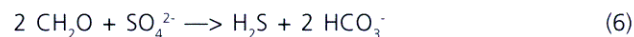
Pyriittimoolin hapettuessa syntyy kaksi moolia rikkihappoa. Happamissa olosuhteissa ferrirautaa toimii myös hapettimena:



Edellä esitetyt reaktiot johtavat sykliseen systeemiin, missä rautaa hapettavat bakteerit mm. *Thiobacillus ferrooxidans* hapettavat ferroionit ferri-ioneiksi, jotka edelleen pelkistyvät ferroioneiksi reagoidessaan sulfidien kanssa.

Sulfaatinpelkistäjäbakteerit

Sulfaatinpelkistäjäbakteereita (SRB) esiintyy luonnossa anaerobisissa olosuhteissa mm. järvien sedimentissä, suossa ja erilaisissa orgaanisissa lieteissä kuten eläinten liete-annoksissa. Bakteerit pelkistävät lähes anaerobisissa olosuhteissa sulfaattia rikkivedyksi, joka saostaa useimmat liuenneet metallit niukkaliukoiseksi metallisulfideiksi. Metallihydroksideihin verrattuna vastaavat sulfidit ovat stabiileja laajemmalla pH-alueella. Pelkistysreaktioon tarvitaan yhdiste, joka hapettuu. Tällaisia elektrondonoreita ovat mm. epäorgaaniset kaasut kuten vety, hiilidioksidi ja häkä, orgaaniset yhdisteet kuten etanoli, sokeri ja maitohappo sekä orgaaniset jättemateriaalit kuten jätevesiliete, komposti ja olki. Orgaanista materiaalia (CH_2O), joka toimii samalla bakteerin hiilenlähteenä, käytettäessä bakteerin aikaansaama sulfaatinpelkistysreaktio voidaan kirjoittaa muotoon:



ja metallien (M^{2+}) saostuminen metallisulfideina syntyneellä rikkivedyllä (H_2S):



Metallit saostuvat sulfideina tietyssä liukoisuustulon mukaisessa järjestyksessä: Hg^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , missä Fe^{2+} ja Mn^{2+} saostuvat vasta sen jälkeen kun muut sarjassa sen edellä olevat metallit ovat lähes saostuneet. Samal-

la kun veden metalli- ja sulfaattipitoisuudet pienenevät, niin bakteerien aineenvaihdunnan tuloksena veden pH nousee.

Laboratoriokokeet

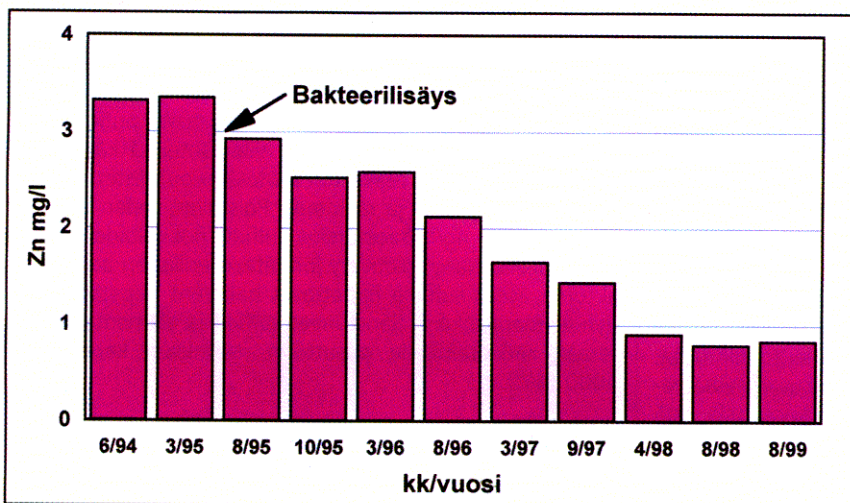
Laboratoriokokeet aloitettiin 1991 Outokumpun tutkimuskeskuksessa Porissa koeputkimittakaavassa. Kokeissa käytettiin aluksi Kangasjärven sedimentistä peräisin olevia bakteereita. Myöhemmissä kokeissa käytettiin myös Vaasan Mustasaassa toimivan Wabio-jätteenkäsittelylaitoksen anaerobisesta lietteestä eristettyä SRB-kantaa, joka oli erittäin aktiivinen. Bakteerien hiilenlähteenä ja elektronidonoreina käytettiin mm. laktaattia, melassia ja AIV-puristenestettä, joka on rehun säilönnässä syn-

tyvä sivutuote. Puristeneste sisältää laktaattia, joka on todettu hyväksi orgaanisen hiilen lähteeksi. Lisäksi puristeneste kuluttaa tehokkaasti vedestä happea, mikä on edellytys bakteereille otollisten anaerobisten olosuhteiden saavuttamiselle, mikäli vedessä on ennestään happea.

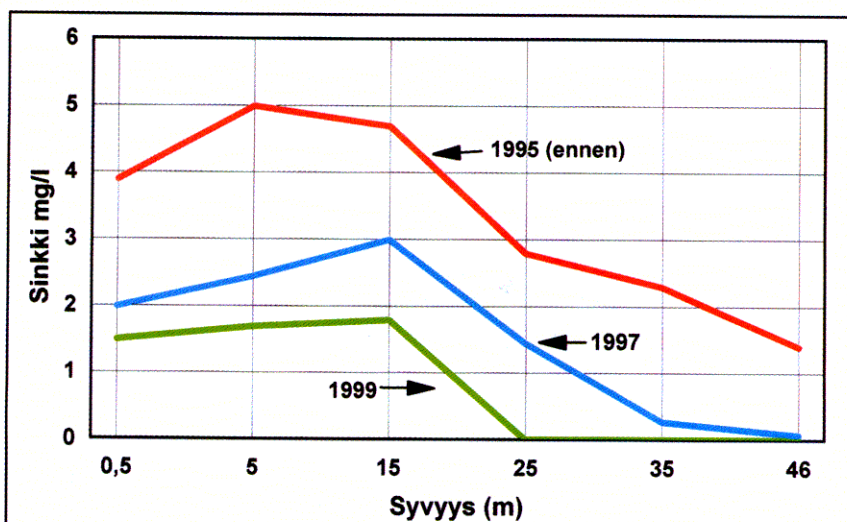
Kokeissa käytettiin Kangasjärven avolouhoksesta otettua tai sitä vastaavaa synteettistä vettä. Veden pitoisuudet olivat seuraavat: Zn 45 mg/l, Cu 2,5 mg/l, Fe 20 mg/l, Mn 6 mg/l ja SO₄ 900 mg/l. pH oli 3,7. Neljän viikon jälkeen sinkin reduktio oli parhaimmillaan 99 % ja muiden metallien noin 90 %. Veden pH samalla nousi alueelle 6-8.

Koeputkivaiheesta siirryttiin myöhemmin kolonnikokeisiin ja jatkuvatoimiseen reaktoriin, jossa viipymä oli 24 tuntia. Tulokset näissä kokeissa olivat samankaltaiset kuin koeputkissakin.

Bakteerikoe Ruostesuon avolouhoksessa Keskimääräinen Zn-pitoisuus vesipatsaassa



Bakteerikoe Ruostesuon avolouhoksessa Zn-pitoisuus versus syvyys



Täysmittaiset kokeet louhoksissa

Outokumpu Mining Oy aloitti täysmittaiset kokeet - tietyvästi ensimmäisenä maailmassa - kesällä 1995 Ruostesuon avolouhoksessa, jonka syvyys on 46 m ja tilavuus 220 000 m³. Ruostesuo oli Pyhäsalmen satelliitti ja tuotannossa 1988-89. Avolouhos täyttyi vedellä 1995. Avolouhokseen, jonka veden Zn- ja SO₄-pitoisuudet olivat nousussa, lisättiin kesällä 1995 bakteerilähteeksi 12 m³ sian lietelantaa ja hiilenlähteeksi 24 m³ AIV-puristenestettä. Myöhemmin lisäyksiä on tehty niin, että lietelantaa kokonaismäärä on ollut 42 m³ ja puristenesteen 66 m³. Viimeinen lisäys tehtiin elokuussa 1997. **Kuvassa 1** on esitetty avolouhoksen koko vesipatsaan keskimääräiset sinkkipitoisuudet ennen bakteerilisäystä ja sen jälkeen ja **kuvassa 2** vastaavasti sinkkipitoisuudet syvyyden funktiona.

Veden Zn-pitoisuus kääntyi lähes välittömästi laskuun. Kolmessa vuodessa koko vesipatsaan keskimääräinen Zn-pitoisuus oli pudonnut tasolta 3,5 mg/l tasolle 0,8 mg/l ja siten, että 25 metristä alaspäin sinkki oli saostunut täysin. Optimilämpötila SR-bakteereille on 30-35 °C ja niiden aktiivisuus heikkenee lämpötilan las-

Kuva 1. Koko vesipatsaan keskimääräiset Zn-pitoisuudet Ruostesuon avolouhoksessa ennen ja jälkeen bakteerilisäyksen.

Fig 1. The average Zn contents in water-filled Ruostesuo open pit before and after the bacteria addition.

Kuva 2. Ruostesuon avolouhoksen Zn-pitoisuus syvyyden funktiona ennen ja jälkeen bakteerilisäyksen.

Fig 2. Zn contents of water-filled Ruostesuo open pit as a function of water depth.

Taulukko 1. Vehkan kuilun analyysit bakteerikokeen aikana.

Päivä	Syvyys (m)	Happi mg/l	pH	Fe mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	SO ₄ mg/l	Mn mg/l
19.12.96	50	3,6	6,7	3,1	<0,02	2,7	960	
	75	3,9	6,5	2,9	<0,02	3,1	970	
	100	3,1	6,5	2,9	<0,02	3,2	940	
11.9.97	10	0	7,0	4,5	0,09	0,04	930	4,8
	30	0	6,9	4,7	<0,02	0,05	1 000	4,8
	50	0	6,7	11	<0,02	0,46	1 100	4,7
	70	0	6,4	23	0,06	1,5	1 100	4,4
	100	0	6,3	23	<0,02	1,8	1 100	4,4
19.1.99	10	0	7,0	1,6	<0,02	0,13	210	0,57
	30	0	7,1	0,15	<0,02	0,01	600	2,8
	70	0	6,9	10	<0,02	0,08	720	3,0
	100	0	6,8	16	<0,02	0,10	910	3,7

kiessa. Koska lämpötila avolouhoksen pohjalla, missä bakteerit toimivat, on ympäri vuoden noin 4 °C, niin bakteerien aktiivisuus on suhteellisen rauhallista.

Toinen koe aloitettiin 1996 Kotalahden maanalaisessa kaivoksessa, jonka tilavuus on runsaat 3 milj. m³, lisäämällä sinne Vehkan kuilun kautta puolentoista vuoden aikana yhteensä noin 600 m³ lietalannan ja AIV-puristenesteen seosta. Kotalahdessa toiminta päättyi 1987 ja kaivos täyttyi vedellä 1994, jolloin kaivoksen ylivuotoveden Ni-pitoisuus ylitti vesioikeuden asettaman rajan (1 mg/l) ollen pahimmillaan 5 mg/l. Ni-pitoisuus ylivuotovedessä on nyt pudonnut tasolle 0,5 mg/l ja kaivoksessa Vehkan kuilussa (ylivuotoveden purkupisteestä noin kilometrin päässä) aina 100 m:n syvyyteen asti jo tasolle 0,1 mg/l. **Taulukossa 1** on esitetty Vehkan kuilusta eri syvyyksistä otettujen vesinäytteiden analyysit.

Nikkelipitoisuuden pienentymisen lisäksi sulfaattipitoisuus on pienentynyt ja pH noussut osoituksena bakteeritoiminnasta.

Täysmittaisissa kokeissa on havaittu, että alkuvaiheessa veden rautapitoisuudet nousevat. Tämä on selitettävissä sillä, että hapellisissa olosuhteissa rauta on osittain 3-arvoisena saostunut ja kun veteen lisätään happea kuluttavaa ja redox-potentiaalia pelkistävään suuntaan kääntävää AIV-puristenestettä, niin saostunut 3-arvoinen rauta pelkistyy liukenevaan 2-arvoiseen muotoon. Ja koska metallien saostumisjärjestyksessä sulfideina 2-arvoinen rauta on sarjan loppupäässä, niin se alkaa saostua vasta, kun sarjassa sen edelläolevat ovat lähes saostuneet. Sekä Ruostesuon että Kotalahden tapauksessa rauta on lähtenyt nousun jälkeen pienentymään parin kolmen vuoden viiveellä.

Kolmas täysmittainen koe aloitettiin kesäkuussa 1998 Hammaslahden kaivoksessa, jonka ylivuotovedessä on nimenomaan korkea rauta ongelmana. Hammaslahden kaivos sijaitsee mustaliuskealueella, jossa rautaa esiintyy runsaasti luontaisesti. Toiminta Hammaslahdessa päättyi 1986 ja kaivos täyttyi 1990-luvun alussa vedellä. Hammaslahden kaivoksella on kolme avolouhosta, jotka ovat maanalaisesti yhteydessä toisiinsa. Ylivuoto tapahtuu pohjoisimmasta louhoksesta. Vesitilavuutta on noin 3 milj. m³. Sian lietalanta (200 m³) siirrettiin keskimääräiseen avolouhokseen. Veden Zn-pitoisuus on pienentynyt (0,7 — > 0,4 mg/l), mutta Fe-pitoisuudessa ei vielä ole tapahtunut oleellista muutosta.

Myös Kangasjärven avolouhokseen siirrettiin kesällä 1998 bakteerikanta sian lietalantana. Kangasjärvellä oli ongelmana, että vesi pysyi poikkeuksellisesti täysin hapellisena pohjaan saakka aina vuoteen 1998 asti. Siellä ei ollut happeakuluttavaa ainetta kunnes 90-luvun puolessa välissä sinne siirrettiin viereisestä Kangasjärvestä pohjalietettä. Bakteeritoiminta on siellä käynnistynyt ja pohjan läheisessä vesikerroksessa Zn-pitoisuus on lähtenyt laskuun (50mg/l —> alle 40 mg/l).

Bakteeritoimintaan perustuvan puhdistusmenetelmän on-

Taulukko 1. Vehkan kuilun analyysit bakteerikokeen aikana.

Table 1. Analysis of water samples from vertical Vehka shaft during the bacterial reduction test.

nistumisen edellytyksenä on, että louhos tai kaivos on riittävän syvä, että pohjaan saakka ulottuvaa veden täyskiertoa ei tapahdu, jolloin hapellinen vesi ei pääse tuhoamaan bakteerikantaa. Viimeaikaiset tutkimustulokset viittaavat to-

sin siihen, että sulfaatinpelkistäjäbakteerit eläisivät myös lievästi hapellisissa olosuhteissa.

Kaikissa maailmalla tehdyissä kirjallisuudessa raportoiduissa SRB-kokeissa happamat metallipitoiset vedet on johdettu rakennettuun reaktoriin. Outokumpu Mining Oy:n kokeissa reaktori on ollut avolouhos tai maanalainen kaivos.

Teollisessa mittakaavassa toimii nykyään Paques-yhtiön sinkkitehtaalla Hollannissa BIOPACQ-reaktori. Siinä sinkkitehtaan saastuttama pohjavesi laitoksen ympäristöstä puhdistetaan reaktorissa SR-bakteereilla, joiden hiilenlähteenä käytetään etanolia. Anaerobiseen reaktoriin syötetään puhdistettava vesi, johon lisätään etanoli ja ravinteet. Poistuvan veden Zn-pitoisuus on alle 0,05 mg/l. Saostuneet sulfidit flokkuloidaan ja erotetaan. Jäljelle jäänyt rikkivety johdetaan erilliseen aerobiseen reaktoriin, jossa sulfidia hapettavat bakteerit hapettavat rikkivedyn elementtirikiksi. Saostuneet sulfidit ja elementtirikki palautetaan sinkkitehtaalalle pasuttoon. Laitoksen kapasiteetti on 5000 m³/d.

Turve-kalkkikivisuodatin

Edellä kuvatuissa tapauksissa SR-bakteereita on kokeiltu reaktori-tyyppisissä louhoksissa. Vuonna 1993 syksyllä rakennettiin Ruostesuon sivukivikasaa ympäröivään ojaan turve-kalkkikivisuodatin. Sivukivikasasta sulfidit hapettuvat ja kasasta suotautuu hapanta metalli- ja sulfaattipitoista vettä. Suodattimen koko oli 18 m pitkä, 3 m leveä ja 1,2 m korkea. Suodatin rakennettiin niin, että

Bakteerien siirto Hammaslahden avolouhokseen kesällä 1998.

The liquid manure is added as a source of bacteria into water-filled open pit at Hammaslahti mine in summer 1998.



Taulukko 2. Turve-kalkkikivisuodattimen toiminta 1994. Veden analysit ennen ja jälkeen suodattimen sekä reduktiot.

Table 2. Operation of peat-limestone filter in 1994. Water analysis before filtering and after the peat-limestone filter. On the right the reduction of contents in the filter.

	Ennen	Jälkeen	Reduktio %
pH	3,0	4,4	-
Johtokyky mS/m	525	120	77,1
Väri	137	18	86,9
Cu mg/l	2,0	0,03	98,5
Zn mg/l	557	53	90,5
Fe mg/l	233	16,3	93,0
Mn mg/l	55	6,8	87,6
Sulfaatti mg/l	4 885	718	85,3

	Puhdas turve	Alkupää	Loppupää
Cu %	0,003	0,006	0,025
Zn %	0,014	1,40	0,43
Fe %	0,13	0,19	2,4
Mn %	0,004	0,06	0,04
S %	0,4	4,0	1,6

Taulukko 3. Turpeen keskimääräiset pitoisuudet puhtaassa turpeessa sekä suodattimen alku- ja loppupäästä kairatuissa näytteissä.

Table 3. Average contents of original peat and contents of the samples from the feed end and from the clear end of peat-limestone filter.

pituussunnassa kalkkikivikerrokset (4 kpl) ja turvekerrokset (3 kpl) vuorottelivat. Turvetta, jonka maatumisaste oli H3-5, käytettiin 45 m³ ja kalkkikiveä raekooltaan 12-38 mm 12 t. Suodatin kaitettiin osittain ojan pohjapinnan alapuolelle ja sen yläreuna jäi noin 15 cm ojan reunan alapuolelle. Virtaama ojassa on arviolta muutama tuhat kuutiometriä vuodessa.

Taulukossa 2 on esitetty vuoden 1994 sulanajan kuukausinäytteiden (7 kpl) analysien keskiarvot ojan vedessä ennen suodatinta ja suodattimen jälkeen sekä reduktiot.

Syksyllä 1994 analysoitiin myös turve, josta tulokset on esitetty **taulukossa 3**.

Metallit suodattimen turpeessa olivat pääasiassa sulfideina ja osa rikistä elementtirikkinä. Sinkki saostui pääasiassa suodattimen alkupäässä ja rauta loppupäässä. Tämä oli osoituksena siitä, että turpeessa oli luontainen aktiivinen sulfaatinpelkistäjäbakteerikanta. On myös ilmeistä, että bakteerit pystyvät käyttämään turpeessa olevia ravinteita ja hiiltä hyväkseen. Bakteerit todettiin laboratoriossa.

Koska veden pitoisuudet ennen suodatinta olivat isot, niin suhteellisen korkeista reduktioista huolimatta suodattimesta poistuvan veden pitoisuudet jäivät vielä suuriksi. Tämä on korjattavissa sillä, että rakennetaan suodatin esimerkiksi 2-osaisena, kuten 1995 tehtiinkin.

Turve-kalkkikivisuodattimen ongelmana on tukkeutuminen hienojakoisella sulfidisakalla, jolloin se menettää vedenläpäisykyvyn ja sitä kautta puhdistustehon veden virratessa yli. Ruostesuolla suodattimessa oli havaittavissa toisen kesän loppupuolella merkkejä tästä. Suodatin on vaihdettu kahdesti, syksyllä 1995 ja 1998. Oman ongelman muodostaa luonnonolosuhteissa myös vesimäärien voimakas vaihtelu. Paras tulos saavutetaan luonnollisesti, jos suodatin mitoitetaan maksimivesimäärille.

Viime vuonna rakennettiin turve-kalkkikivisuodattimet myös Kotalahden ja Hammassalahden kaivosten pintavesille.

Lopuksi

Mielenkiinto sulfaatinpelkistäjäbakteerien käyttöön happamien

metallisulfaattipitoisten vesien puhdistuksessa ns. passiivisina menetelminä kuten edellä tai kontrolloituna reaktoreissa on kasvanut huomattavasti maailmalla viime vuosina. Tutkimustoiminta tällä saralla on lisääntynyt voimakkaasti. Voidaankin enustaa, että tällaiset luonnonmukaiset puhdistusmenetelmät tulevat valtaamaan alaa lähitulevaisuudessa happamien metallisulfaattipitoisten vesien käsittelyssä niin kaivosteollisuudessa kuin myös metallurgisessa teollisuudessa. □

SUMMARY

Acid mine drainage (AMD) is one of the most serious environmental problems in the metal-mining industry. AMD is formed by the chemical and bacterial oxidation of sulphide minerals, and it is characterised by low pH values and high sulphate and metals contents. The most common method to treat AMD is neutralisation chemically. The chemical treatment requires high capital and operating costs and its use is problematic at the closed mine sites.

Outokumpu has studied and used sulphate reducing bacteria (SRB) as an alternative method for the treatment of AMD. SRB existing in many natural anaerobic aqueous environments can reduce sulphate to sulphide which precipitates metals as extremely insoluble metal sulphides. Full scale experiments were begun in summer 1995 in the Ruostesuo open pit (depth 46 m) by adding liquid manure as a source of bacteria and press-juice as a growth substrate. The average Zn content of the whole column has decreased from 3,5 mg/l to 0,8 mg/l and below 25 m zinc is 0 mg/l. Similar results have been reached with nickel in the Kotalahti old nickel mine, where bacteria were brought in 1996.

We have found that the same bacterial mechanism acts in peat-limestone filters, which Outokumpu has built at several mine sites since 1993.

Clean Technology & Eco-Efficiency Seminar in Association with European Business Week, organized by European Union and Government of Thailand, Patumwan Princess Hotel, Bangkok, Thailand 22 June 1999

Clean technology in metal fabrication industry

Current trends globally and in Finland

V.K. LINDROOS, T. LOIKKANEN* AND I. PENTTINEN
LABORATORY OF PHYSICAL METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE, HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, FINLAND * INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL ECONOMICS, TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND (VTT), FINLAND

Abstract

The clean technology plays an important role in industries as an essential part of preventive environmental strategy. Metal fabrication, as an indispensable industrial branch of the modern society, has responded to environmental challenge by high recycling rate of metal, improved energy efficiency, and other solutions based on clean technology. Metal fabrication will face environmental challenges in the future as well, first, due to growing production of steel and other metals in newly industrialized countries, and, secondly, due to the need of restricting greenhouse gas emission according to the Kyoto Protocol. Necessary sustainable technological improvements in metal fabrication will be supported by modern management tools, for example, such as life cycle assessment, material flow analysis and green accounting. Greenhouse gas reduction and respective global problems require global solutions, and involve for best available technologies also extensive business opportunities. Consequently, the development trajectories of the economy and ecology may gradually shift towards the sustainable development path. The metal fabrication industries in Finland have responded to environmental challenges by remarkable innovative solutions also from global perspective, such as Outokumpu Flash melting technology and process optimization in Rautaruukki Steel Works, which are discussed in detail in this paper.

1. Introduction

Since the early days of industrial revolution the importance of metal fabrication has been enormous. The mechanical, electrical and thermal properties of metals and alloys are versatile for all kinds of applications and this, together with exquisite availability, make them irreplaceable in the modern world. The global production of the most utilized alloy, i.e. steel, has reached the amount of close to 800 million tons per year, which is approximately 85 % of all metals produced. In most newly industrialized countries (NIC) the volume of steel production is still growing fast, while in main industrialized countries the consumption of steel as well as other metals seems to have reached a steady state moderate growth rate. Accordingly, metal fabrication industry is an essential part for national economy for several countries.

At the same time when new advanced materials have been

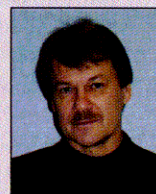
Veikko Lindroos - Curriculum Vitae

Veikko Lindroos received his D.Sc.(Tech.) degree in 1968 from Helsinki University of Technology. Since 1970 he has been Professor and Director of the Laboratory of Physical Metallurgy and Materials Science at Helsinki University of Technology. He has published approximately 200 scientific papers in the field of materials science of metallic and non-metallic materials. Furthermore, he is a patent holder of several patents on research methods, equipment and advanced materials. In addition to his research activities within materials science, such as metals, silicon technology and microsystems, as well as magnetic materials and metal matrix composites, he has participated in the initiation and development of non-waste technology or clean technology, sustainable development and life-cycle-analysis in Finland and abroad. He is an editorial board member of several international journals as well as board member of international and Finnish professional organizations, such as Finnish Academies of Technology. He is a 1990 Fellow of ASM International and 1998 recipient of Recognition Award of the Finnish Academies of Technology as well as 1999 Honorary member of Hungarian Academy of Engineering.



Torsti Loikkanen - Curriculum Vitae

Mr. Torsti Loikkanen, M.Sc. (Econ.) from Helsinki University, works for the Technical Research of Finland (VTT). His research activities consist of innovation studies, technology assessment, environmental economics and sustainable development. He has participated in national and international working groups on technology policy, innovation and sustainable development and is a member of professional bodies of science and technology studies. He has been a visiting scholar at TNO Centre for Technology and Policy Studies in the Netherlands and in Roskilde University in Denmark. Currently he works as Research Manager of the VTT Group on Industrial Environmental Economics (IEE) in the research area of Environmental Technology of the VTT Chemical Technology.



Ilkka Penttinen - Curriculum Vitae

Mr. Ilkka Penttinen Lic.Sc. (Tech.) works for the Helsinki University of Technology. His activities have consisted research work on materials science, especially on wear and corrosion resistance coatings as well as recycling and material flow models. Currently he works as the lecturer and research engineer at the Laboratory of Physical Metallurgy and Materials Science.



increasingly commissioned, the properties, durability and economy of traditional metals have been improved significantly. Modern metal works applies advanced manufacturing methods in order to produce high quality products, such as rods, wires and sheets, which are typically semi-finished products. The quality of these products can be seen in high performance properties, specified chemical compositions, effectual microstructures and accurate physical dimensions.

From the environmental perspective metal fabrication industry is considered to be problematic. This point of view is however inadequate. Despite of R&D work done with other materials, metals are still only technical materials which can be - and indeed are - recycled in large-scale and economically sound way. The overall recycling rate of steel is approximately 60 % which makes steel the most recycled material in the current use [1]. When comparing these recovery rates to the volume of apparent iron and steel consumption, it can be estimated that the amount of iron bearing scrap, which is recycled annually, is roughly between 300–400 million tons. This important environmental achievement of scrap reclamation industry has been taken for granted. Another environmental advantage of metal industry arises from advanced manufacturing technology. Continuous R&D work for better energy efficiency, more flexible processes and increased use of lean or contaminated raw materials (e.g. scrap) together with environmentally friendly policy of metal industry have significantly decreased the waste and emissions of metal manufacturing. A lot of efforts have also been made to develop new processes to substitute those possessed with most harmful environmental burden.

In this presentation a brief description of clean technology in metal fabrication industry is presented. As an example two working solutions are also represented.

2. Current Trends and Challenges of Environmental Management

In metal fabrication industry, similarly as in all other branches of industry, the most effective tools for clean technology today are not necessarily technical alone. Such methods as LCA (life cycle assessment) or LCI (life cycle inventory) have proven to be suitable tools for companies to analyze and measure the environmental burden of their manufacturing chain, process by process. Based on the results of LCA the company can find the most polluting parts of the process section even in complicated production line and share their resources for optimal improvements. From this point of view the company can also use the data collected for LCA to apply life-cycle-design for new products.

LCA's applicability to regional or national environmental planning is however limited and methods such as material flow models (MFM) of material flow accounting (MFA) are seen as more amenable for policy planning. Best of these methods give decision-makers possibility to make dynamic forward planning, and, for example, to avoid situations where new environmental regulations appear to produce more problems than solutions. On national level material flow models expand the focus of environmental legislation from protection (i.e. the prevention of hazards to human health and to the local environment) towards actions to divert or close such material flows which waste resources or cause unnecessary environmental loads [2, 3].

Today, both LCA and MFM are still more or less insufficient tools for standard evaluation methods of sustainable development. Provided that methods can be standardized to give reliable and comparable results, systems such as "green account" for companies and products can be commissioned. However, an enormous amount of work has to be done before this level can be achieved, as illustrated for example in ref. [4].

2.1. Implementation of the Kyoto Protocol

Globally Japan, European Union and the United States together are responsible for roughly 40 percent of the world's annual carbon emissions. Consequently, in the Kyoto Protocol in 1997 Japan, EU and the U.S. committed to reduce the greenhouse gas emissions essentially in the future. European Union adopted a negotiating position of 15 % greenhouse gas emissions reduction objective for industrialised countries by the year 2010 from the 1990 level, and, within this context, Finland agreed on a national commitment to return its emissions to the 1990 level. This objective requires the implementation of intensive reduction measures. For example, in 1997 the Finnish CO₂ emissions from energy production and use and industrial processes were already about 10 per cent higher than in 1990.

Objectives of the Kyoto Protocol challenge also metal industries in Finland and elsewhere. When the general national reduction objective of CO₂ emissions is set, the sector specific reduction programs will be planned. In Finland such sector specific CO₂ emission mitigation programs for metal and other industries will be planned in cooperation studies of industrial sectors and the Energy Department of the Ministry of Trade and Industry.

Kioto challenge may also consist of business opportunities for industries. The need of reducing greenhouse gases is a global issue and, consequently, both the best existing available and practical technologies (BAT) as well as all novel ideas for CO₂ emission reductions obviously involve business opportunities for the future.

2.2. Promotion of Best Available Technology (BAT)

The concept on "Best Available Technology" (BAT) has been used for several years by the UNEP, the OECD and respective organizations. In the European Union this concept is involved in the Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control (IPPC-Directive) which obliges the member states of the EU to an "integrated concept" for the licensing of certain environmentally relevant installations. Instead of previous scattered and sectorial environmental protection between the media on air, water and waste technologies, the IPPC directive is aimed to protect the environment as a whole across all media and by applying BAT¹ concept.

According to original plan of the EU industrial sector BAT studies are planned to be carried out in such way that, for example, the BAT study on iron and steel industries would be completed in 1999. The EU will coordinate BAT information exchange among Member countries and assess the results of information exchange. In order to carry out separate BAT studies in different industrial sectors, the Commission established technical working groups (TWGs). TWGs receive technical assistance from the European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau (EIPPCB). After these studies are executed, the Commission will publish the results on information exchange among the Member states as IPPC BAT Reference Documents (BREF documents). In this way the EU has developed a systematic approach in order to promote BAT concept in practice.

2.3. Towards "Green" Accounting

The decision-making both in companies and governments is still largely based on accountants not covering environmental issues. Because such an accounting may mislead behavior and decision-making, the environmental accounting (EA) or "green accounting" shall be developed in the future, covering all areas

of accounting that may be affected by the business response to environmental areas². National EA has been developed since the early 1980's [5]. On a company level EA relates to opening up of "hidden" environment related items of traditional accounting [7]. By encompassing also environmental costs, such a full cost accounting is necessary for a proper allocation of company costs according to pollution sources. For example in the U.S. the company level EA is promoted by the Environmental Protection Agency (EPA) which encourages business to understand the full spectrum of their environmental aspects and costs and needs of integrating these into the decision-making.

In metal industries, for example, Danish Steel Works Ltd has systematically developed the "green accounts" both for internal and external purposes. Their accounts describe, for example, which materials are supplied to the production plant, and which materials are turned into finished goods or to emissions, waste products to be recycled or waste. The description is set up as a mass-balance sheet specified upon elements. By viewing the entire life cycle of steel and all steps in the use of steel to products on which society is based, it is possible to continue the recycling of steel with the lowest possible strain on the environment as a consequence [8]. The green accounts is a necessary basis for setting goals for environmental improvements and serves as a transparent external information to customers and all stakeholders of the company's environmental issues.

3. Clean Technology in Metal Fabrication Industry

Metal industry is a highly energy intensive industrial sector. It has been estimated, that approximately ten percent of the world's energy consumption can be counted on metal industry and from this 10% the contribution of steel industry is almost a half, i.e. four percent [9, 10]. In Finland base metal industry consumes approximately 17 % of the industrial use of fossil fuel and 10 % of the electricity [9]. As energy use is also a major cost factor for metal industry, an intensive R&D work have been carried out in order to improve the energy efficiency of fabrication processes. The results of this work has been remarkable as show in Fig. 1. Within 25 years the coke+oil+coal consumption per hot metal ton produced in blast furnace has decreased approximately 30%. Same kind of examples can be found in other metal fabrication processes.

Improved energy efficiency is the result of advanced process know-how and process control. Another consequence from these factors is that modern metal fabrication process is very flexible allowing different kinds of energy sources as well as the

use of heterogeneous, secondary raw materials. In addition, many formerly separate process stages have been combined which makes it possible to use one centralized off-gas cleaning system. At the same time the mechanical properties and quality of metals and alloys have improved which decrease the primary use and losses of materials in metal consuming sectors. All these distinct factors have also a beneficial effect on environmental protection.

3.1. Trends in Ferrous Metal Fabrication

There are today three routes to produce steel: (1) conventional, integrated steel production applying blast furnaces (BF) and basic oxygen furnaces (BOF); (2) non-integrated production, so called mini-mills utilizing electric arc furnaces (EAF) and (3) third technology being typically more or less advanced hybrid from other two routes.

Integrated steel works principally uses virgin ore as the iron source. Certain amount of iron bearing scrap is also used, mainly as a coolant in BOF-process and the typical amount of scrap varies between 20 - 30 w% of the charge depending on the practice used. As far as mini-mills are concerned the charge is typically 100 % scrap. Because scrap is contaminated raw material, compared to iron ore, mini-mills are used to produce only long products where the residual content of steel is not so important, while integrated steel works are concentrated on clean steel, which are flat products with very low impurity content. However today, thanks to advanced secondary metallurgy all steel grades can be produced at mini-mills.

Today mini-mills –route seems to be more competitive than conventional integrated route. The reasons for this are mainly; (1) the production line of mini-mills is lean and direct allowing very flexible manufacturing processes; and (2) scrap melting technologies is improved significantly during the last 15 years. This progress has increased the productivity of EAF with tap to tap times less that one hour being at the same level with oxygen furnaces; with contribution of scrap preheating and oxygen injection the consumption of electrical energy has decreased strongly. In addition, different scrap substitutes such as direct reduced iron (DRI), iron carbide or pig iron improves the quality and cost of mini-mill production [9, 11].

One of the key elements in mini-mill manufacturing is the quality of scrap. The classification of different scrap types is typically based on size, density and origin of scrap. These characteristics are important when charging the furnace. For the steelmaker, it is equally important to know the chemical composition of scrap. This information is provided only for alloyed scrap and the chemical composition of, for example, carbon steel and cast iron scrap is not specified in any classification. At modern, highly automated steel works this situation is less satisfactory and steelmakers are subjected to re-classify their secondary raw material with help of portable chemical analyzers and appropriate statistical methods. Another problem linked to scrap used as raw material are residuals or tramp elements which arrive in fabrication process and deteriorate the properties of steel. Although different screening methods have been applied in order to control the amount of tramp elements, the average copper content of steel seems to increase gradually. Problems with insufficient classification and residuals restrict the use of scrap and have to be solved before maximum scrap utilization can be achieved [12].

Average emissions and landfills of interated steel works and mini-mills (non-integrated works) are presented in Tables 1 and 2. Although these figures are based on very limited amount of measurements, and should therefore be considered with extreme care, some differences between these two routes are clear. Integated steel works are possessed with voluminous

Fig. 1 Coke+oil+coal consumption in blast furnace in selected countries based on data from the Association of Finnish Steel and Metals Producers.

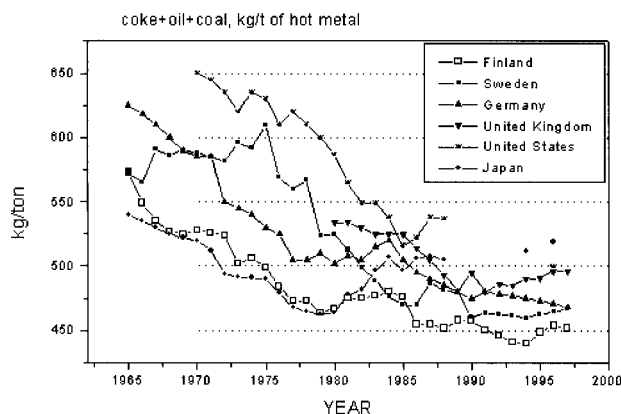




Table 1: AVERAGE INTEGRATED AND NON-INTEGRATED WORKS EMISSIONS [13]

	Emitted dust	Emitted gases or volatiles				Chemical species in dust			
		CO	SO ₂	NO _x	VOC	Cr	Ni	Pb	Zn
	g/t steel	g/t steel	g/t steel	g/t steel	g/t steel	g/t steel	g/t steel	g/t steel	g/t steel
Integrated works	636	27281	1829	1049	138	0.3	0.1	5	0.7
Non-integrated works	165	2500	60	500	-	0.135	0.3	0.25	20

Table 1. Average integrated and non-integrated works emissions [13]

Table 2: AVERAGE INTEGRATED AND NON-INTEGRATED WORKS LANDFILLING [13]

	Land-filled	Chemical species in landfilled materials			
		Cr	Ni	Pb	Zn
	kg/t steel	g/t steel	g/t steel	g/t steel	g/t steel
Integrated works	51	34	13	59	142
Non-integrated works	165	50	27	393	2600

Table 2. Average intergrated and non-integrated works landfilling [13]

carbon-oxide emissions while heavy metal content (especially zinc) in mini-mill emissions and landfillings is obvious. These are among the problems to be solved in the future.

In steelmaking ferruginous slags do not cause any great problem. Blast furnace and converter slags are utilized for concrete production, construction material, rock-wood and fertilizer. Granulated slag additions in cement decrease the CO₂ emission and the environmental benefit of steel works - cement works -link has already been proved in Denmark. Most of the dust can also be utilized or recycled. Only the finest fraction dust, which is often, rich in harmful impurities like Zn is more awkward material and at present can not be used for any useful purpose.

The third steel production route mentioned above involves a variation of different manufacturing technologies. The trend of these "hybrid" processes is towards flexible manufacturing, lean production, energy conservation and sustainable development. Although some of these new processes are promising, there does not seem to be any standard solution to steelmaking problems. Some emerging ironmaking and steelmaking processes and methods are presented in references [1, 14, 15].

3.2. Trends in Non-Ferrous Metal Fabrication

Most of the advance technologies described above are in many respect applied also in non-ferrous metal fabrication. In the original nature these metals (Cu, Ni, Zn, etc.) are associated with sulfur, gangue and side metals such as iron. In addition, the content of valuable metal in ore is typically low. These aspects are the origin of the main environmental problems with non-ferrous metal fabrication: vast amounts of SO₂ emissions and relatively large amount of slag.

Advanced process know-how and control has been applied to improve the energy efficiency of process, to enhance the yield of non-ferrous metals and to decrease harmful SO₂-emissions. Among the most spectacular non-ferrous fabrication processes has been developed in Finland in 1940's. In Outokumpu Flash melting technology three sequential process stag-

es (roasting, smelting and partial converting) are incorporated to take place in one furnace. This arrangement gives many advantages such as increased reaction rate and production, lower energy consumption, better process control and lower sulfur emissions compared to any other pyrometallurgical method. When most process stages take place in the same furnace, all sulphur emissions can easily be conveyed into same place. This possibility encourages the usage of one advanced off-gas cleaning - sulphur acid plant installation. Outokumpu Flash melting technology has been generally considered as the greatest metallurgical innovation of this century [16] and today approximately 50% of the world primary copper production utilizes this technology.

When flash melting technology is applied to produce blister copper direct from low grade, lean concentrate, a large amount of slag makes the process uneconomic. This restriction can be eliminated using flash melting - flash converting -technology. This idea of flash converting is rather new and was first time taken in operation in 1995 at Kennecott's Utah Smelter in conjunction with the Outokumpu Flash smelting technology [17].

Most non-ferrous ores contain certain amount of iron that is carried along into manufacturing process and segregates in slag or in some other forms such as jarosite. Despite of the R&R work done to solve this problem, there seems to be - for the time being - no economic means to utilize these iron bearing wastes.

3.3. Methodology Trends in Metal Fabrication

Modern metal works take their responsibility for environmental protection and in several enterprises sustainable development is essential part of company policy. As a consequence of this different technical devices have been examined and applied in order to improve the pollution control and to promote closed processes with minimum emissions and wastes. As mentioned above, a vital part of this sustainable development is, however, not technical at all. New ways of thinking includes life cycle ("cradle to grave") concept for products, favors *anticipate and prevent* -principle instead of former *react and cure* -principle[18] and utilizes new methodology, conceptual tools such as LCA, MFM and together with environmental certification systems such as ISO 14001 and Eco-Management and Audit Scheme (EMAS).

Reliable and comprehensive LCI -database is one of the major steps towards international environmental regulations and working company comparison. International Iron and Steel Institute (IISI) started a few years ago remarkable data collection and evaluation project for steel products. Data was received from 55 industrial sites around the world and more than 20 million data items were collected. The database contains LCI information from 37 companies, which produce almost 40 percent of global crude steel production outside China and former USSR. Considerable attention was paid to the quality of data in such a way that database should be reliable and representative. Further programs are in progress to expand and update the data in such a way that quality and correspondence to technical readjustments and improvements can be maintained.

4. Successful Finnish Solutions Towards Clean Technology

Two Finnish metal fabrication companies are selected as an example of an advanced companies where clean technology →

Table 3. Environmental investments at Raah Works, 1997.

Cost million FIM	% of total investments
strip mill water treatment plant	45.1 100
secondary dust removal on steel converters	26.9 100
increase in converter vessel size	1.3 7
continuous casting plant, water treatment plant	22.9 100
strip mill walking beam furnace	37.4 22
sinter plant water treatment plant	2.9 100
ladle handling modifications, steel plant	1.9 25
lib repairs on battery, coke plan	0.4 2
sewage treatment plant modifications	2.3 100
other investments	2.0
Total	143.1

and sustainable development is integrated into company policy. The first one is Rautaruukki Group operating in mild and low alloy steel fabrication industry while the other one is Outokumpu Group, which is producing stainless steel and non-ferrous metals, i.e. copper, copper alloys, nickel and zinc.

4.1. First example – Rautaruukki Steel Works

Rautaruukki, which has been founded 1960 is today the largest steel producing company in Nordic countries. The annual production is approximately 4 million tons of steel produced at four steelworks. Two of these works (at Raah and Koverhar in Finland) use iron ore based raw material while two others (Smedjebacken and Mo i Rana in Sweden) are based on recycled scrap using the electric arc furnace method. Production includes hot rolled plates and sheets, cold rolled, galvanized and colour coated sheets, tubes, line pipes, bars, wires and profiles as well as upgraded products such as facade elements. More than 40% of production is traded to construction industry, 23% to mechanical engineering industry and 15% to automotive and ship building industry.

At Rautaruukki works the environmental policy was first time documented in written form in 1989 and during the following ten years environmental protection has turned into the main element of company's total quality. The environmental considerations is applied on all activities including production, transportation, the use of raw materials and energy and the reuse of products recovered from end use customers as a raw material for steel. It is also important part of company's risk management, development of international competitiveness and profitability and increasing the value of investments.

The Rautaruukki environmental policy works on several levels. On process optimization level it is expressed in investments as shown in Table 3. The share of environmental investments in 1997 was

about 17% of total investments and more than 3% of turnover.

Another location where process optimization takes place is scrap yard. Improved scrap quality control was achieved using statistical methods, portable analyzers and collaboration with scrap suppliers. All this improved quality increases the acceptability of scrap as a raw material for steelmaking.

An essential part of process optimization is energy consumption. Here the target of Rautaruukki is to reduce the consumption of electric energy by 10% from the 1990 level by 2005. The coke+oil+coal consumption in blast furnace has already decreased to the world record level as shown in Fig. 1.

The optimization for better environmental protection is in the progress in all Rautaruukki's subsidiary companies. The examples of these advancement of methods are:

- Advanced logistics management for concentrated transportation is applied in Jit-Trans Ltd, which handles most of group's transportation of both raw materials and finished products. Another environmental considerations of Jit-Trans are to utilize vehicles that save energy and to exploit the latest clean conveying technique.

- Rannila Steel and Toijala Steel produce building products from cold rolled steel sheets. The environmental objective of

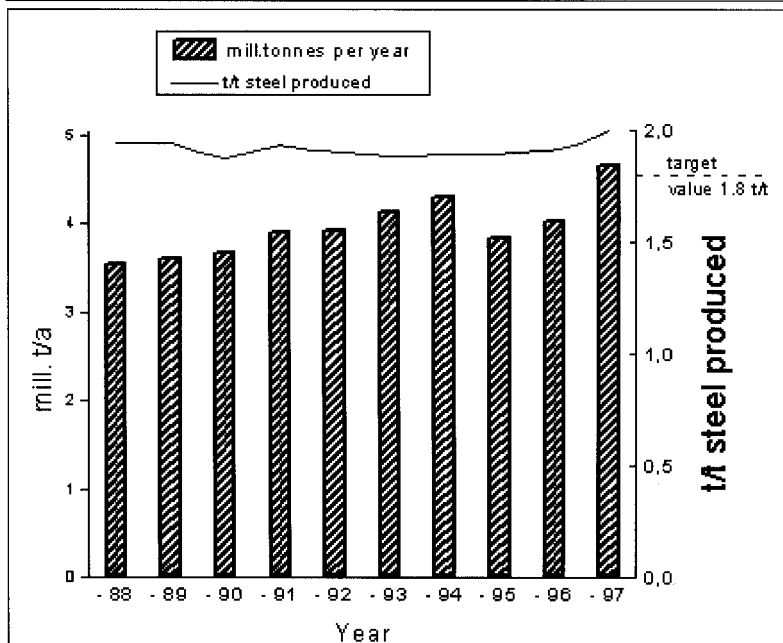
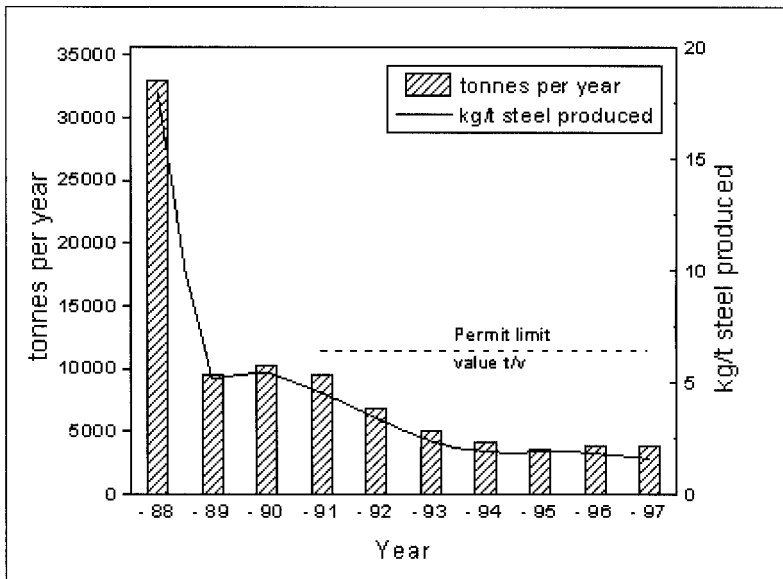


Fig 2. SO₂ emissions in Raah Works.

Fig 3. CO₂ emissions in Raah Works.

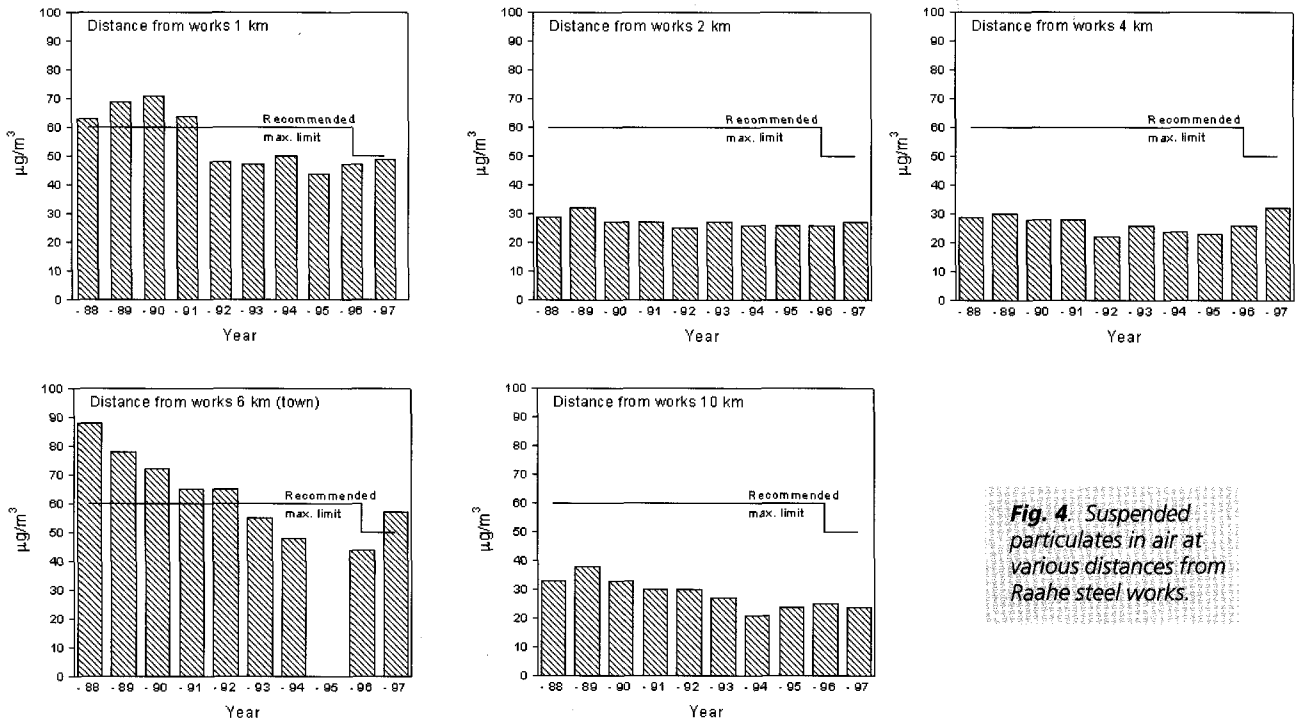


Fig. 4. Suspended particulates in air at various distances from Raahe steel works.

Rannila steel is to reduce the use of PVC-based paints and packaging materials in order to minimise the amount of hydrocarbon emissions. Another objective is to identify and eliminate any risks for the environmental and working conditions.

Another development project takes place at Metform Industrial Division, which produces tubular products. The focus of development is on the improvement of processes, reduction on packaging material, recycling of rolling scale, improvement of air condition at the business sites and noise reduction.

The continuous improvement policy for all environmental matters in process optimizations is a starting point for Rautaruukki and this way of thinking is also integrant in communications with customers and suppliers. The up- and downstreaming of environmental guidelines give possibilities to generate tools such as chain management for optimal environmental policy.

On design of new product/process -level environmental considerations are noticeable in new business with by-products, blast furnace and steel slag. In Rautaruukki Group, SKJ companies is specialized in the upgrading and marketing of the steel industry's by-products. Today all blast furnace slag is utilized in full, mainly in earthworks and road construction, agriculture and the building materials industry. Along new direct granulation system which was adopted at Raahe works in 1995-96 the use of granulated slag as heat insulating and earthworks binding material has increased.

One important element of the design work of new environmentally friendly product/processes is communication with authorities. Rautaruukki keeps abreast with legislation development in all of the countries where the company has industrial or commercial activities. The Raahe works is also one of those 55 steel companies which are involved in global LCI-data collection project organized by International Iron and Steel Institute (IISI). This participation gives Rautaruukki the possibility to utilize most reliable LCI-database when evaluating new processes.

On strategic portfolio optimization -level environmental responsibility arises from management and from interests of shareholders. In Rautaruukki group the management has made a strong commitment to the promotion of environmental work. The aim is to gradually bring all the group's operations within the certification. Steel works in Mo i Rana and Raahe have al-

ready received the ISO 14001 certificate and steelworks in Koverhar and Smedjebacken are preparing their environmental systems for certification. Raahe works is also certified in accordance with the European Union's EMAS regulation.

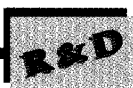
On the educational level Rautaruukki takes care of environmental matters when training employees. Today all members of the company staff know their responsibility for the environment in their work. In addition, Raahe steelworks includes environmental training in the training of contractual partners and subcontractors. Rautaruukki group has been active in the promoting of environmental work in industrial and trade organisations, e.g. by committing to the document "Guidelines for Environmental Care and Protection" of the Confederation of Finnish Industry and Employers and to the "Business Charter for Sustainable Development" published by the International Chamber of Commerce (ICC). The company is also participating in the preparation of the environmental principles of IISI.

Although the examples above gives only skin-deep description of the environmental policy applied in modern steel works, it is fully evident that environmental protection is essential and comprehensive part of iron and steel business today. In the case of Rautaruukki, environmental protection has been significant and growing part of company policy more than ten years. Some of the major results of this work are shown below.

The quality of air in Raahe area has been monitored regularly for several years, and has significantly improved over this time. The important decrease of SO_2 emissions is mainly due to reduction in sulfur content of raw materials and the desulfurizing unit installed on the cooking plant. The objective value for the year 2000 is 1.66 kg/ton steel produced which will be obtained by reducing the amount of oil and tar used in the power plant and using raw materials of lower sulphur content.

Carbon dioxide and nitrogen oxides are generated during all kinds on combustion and these emissions are difficult to decrease at integrated steel works. Only way to reduce CO_2 and NO_x emissions is the further improvement of the energy efficiency.

The suspended particulates in the air around Raahe steel works are monitored at five different places. The particulates content is generally decreasing and typically well below limit →



value. The only place where the recommended maximum limit on the particulates content (50 mg/m³) is exceeded is Raahe town centre due to local traffic emissions.

4.2. Second example – non ferrous metal production at Outokumpu Works

Outokumpu Group is the second largest copper producer in the world. The annual blister copper production in 1998 was 123 000 tons, which is approximately 10 % of world production. Outokumpu produces also other non-ferrous materials such as nickel (43 400 tons in 1998) and zinc (199 000 tons in 1998).

Most of the technical, methodological and managerial tools presented at previous example have also been extensively applied at Outokumpu works with the result of significantly decreased environmental burden. Copper and nickel production can however utilize one highly advanced technical innovation which owns an environmentally friendly effect superior compared to all other methods. This Outokumpu Flash melting technology is a representative example of the situation where a single technical innovation can bring breakthrough change in the prevailing situation. **Fig 5.** clarifies the advantageous effect of flash smelting technology. Flash melting technology was commissioned in Harjavalta works during fifties and since then the SO₂ emissions have been drastically reduced to be less than 2% of the original value. During the same period dust emission have decreased and are approximately 8% of the original emissions although the copper production has increased more than tenfold.

At Kennecott works the most recent application of Outokumpu Flash melting technology together with advanced off-gas cleaning plant is successfully utilized for superior energy efficiency and environmental care. The sulphur dioxide emissions of Kennecott are at world record minimum level as shown in **fig. 6.**

5. Discussion

Today responsibility for environmental matters is an essential part of industrial production. Environmental control is no more separate technical improvements at cleaning plants but comprehensi-

ve method which is an essential part of total quality. Several new technical, methodological and managerial improvements have been developed, estimated and applied in order to create and maintain viable environmental program. Gradually this work also brings about fundamental changes in company policy by encouraging enterprises to approach toward appropriate concepts such as life cycle design or life cycle responsibility. This new concept is much wider than the former technical-economical point of view and it must be applied not only through the fabrication process but also through the whole society.

Metal industry is large-scale and highly energy intensive industrial sector. In this branch of industry, the most effective environmental improvement arises from energy efficiency and occasionally revolutionary breakthrough technical solutions have been widely applied in order to increase the energy and cost efficiency of metal fabrication processes. At the same time growing amount of investments have been made for purely environmental protection. All these technical improvements together with comprehensive environmental company policy have afforded significant environmental improvements. As far as technical improvements are concerned, new or more flexible manufacturing processes are examined which will further improve the performance and environmental management of metal industry.

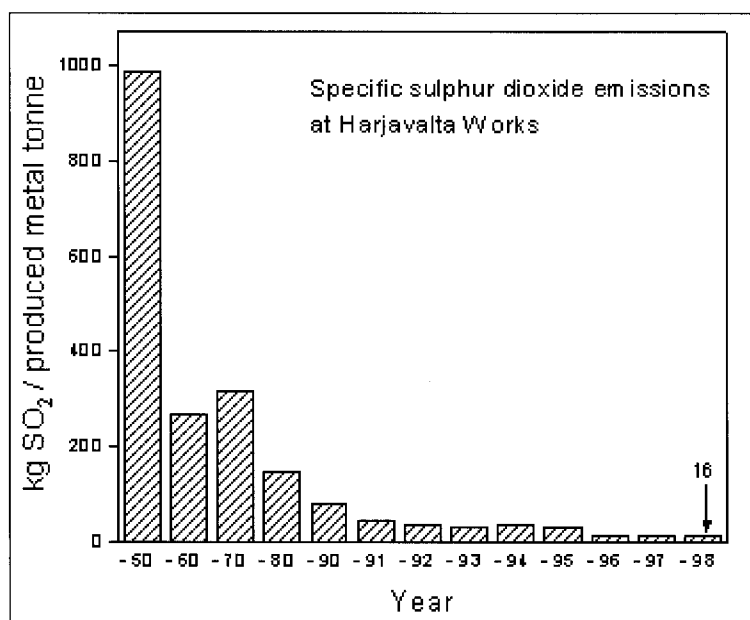
When metal industry or any other industrial sector is gradually moving towards "green" technology, the new, most effective solutions for environmental protection are not necessarily technical alone. Due to complexities in social or industrial systems as well as to inadequate environmental scope, unexpected consequences may emerge also from irrelevant regulations resulting in environmental and economical problems instead of removing those problems. Same kind of situation may arise when a production method is planned or installed without taking into account the life cycle perspective. A consequent problem, in spite of willingness to proceed towards clean technology, may be that technical or investment decisions are based on inadequate information.

As mentioned above such methods as life cycle assessment (LCA) and pre-eminently material flow models (MFM) have been considered as most useful tools towards sustainable development. For companies, they give resource to estimate the environmental burden of their manufacturing processes and, for community, the possibility to estimate the effect of environmental legislation. However, both of these methods use LCI-data and quite a lot of data items have to be collected and evaluated before these methods can be extensively applied. The metal fabrication industry has clearly recognized this need and different voluntary programs such as international data collection project organized by International Iron and Steel Institute (IISI) has been started.

The most laborious part of LCI data acquisition process is to estimate the environmental impact of compounds such as slags, off-gases or heavy metals. An additional difficulty with impact analysis is, that the environmental impact of, for example, zinc containing dust in Finland during cold winter months (-10°C...-25°C) will be quite different compared to such impact in Thailand during hot season. All these problems should be solved at least with tolerable accuracy before LCA and MFM can be universally applied.

When such methods as LCA or MFM gives new, international and environmentally friendly threshold values for productive activity, the flexibility and profound technical know-how of metal fabrication industry makes it capable

Fig. 5. Specific SO₂ emissions at Harjavalta works.



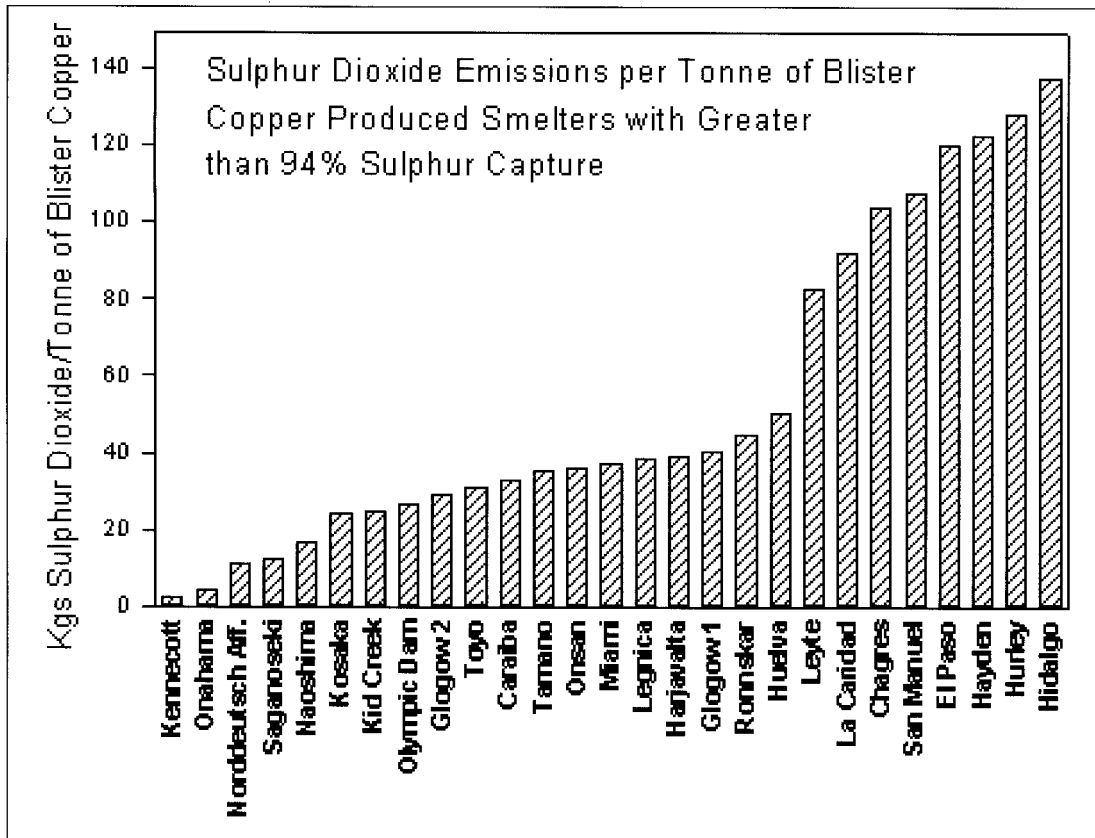


Fig. 6
Sulphur dioxide emissions per tonne of blister copper. Data received from CRU Publication "Copper Smelter and Refinery Costs" - 1998 edition.

to adjust processes to respond this new situation. Quite many metal companies notice this present, more or less vague situation also as a chance to affect on the green future and accordingly they are increasingly communicating and co-operating with different authorities.

6. Summary

The present paper considered current trends of clean technologies in metal industries both globally and in Finland. The principles of sustainable development will gradually become an integrated part of metal industry practices as well as of competitiveness. Michael Porter, a well-known management economist, assesses that how an industry responds to environmental problems may, in fact, be a leading indicator of its overall competitiveness [19]. Also the correlation between environmental and financial performance is assessed to affect increasingly in the future and will lead to greening financial markets [20].

In the global metal business the quality responsibility, encompassing also environmental issues, extends beyond single companies factories to subcontractors, suppliers, and other partners. The extensive environmental responsibility - *extended product stewardship* - is consistent with extensive environmental, health and safety responsibilities based on a life cycle approach. This approach is increasingly recognized also by Asian suppliers of European companies [21]. The execution of principles of sustainable development is encouraged by the activities of such organizations as the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), the international Chamber of Commerce (ICC) (the Business Charter of Sustainable Development), the International Steel Institute (IISI) (environmental principles), as well as the Eurofer.

As discussed in the present paper, metal industries have become a necessity to our everyday welfare through numerous

product applications. Consequently, and especially due to environmental advantages of metal, such as high rate of recyclability, this industry is expected to have economically and environmentally a sustainable future. Continuous innovative improvements for existing environmental problems of the industry will be searched in close cooperation with industries and research communities also in Finland. The detection of economically and environmentally sound solutions will be supported by an effective environmental management toolbox consisting of LCA, MFA and other respective methods.

Acknowledgments

The valuable discussions with Dr. Juho Mäkinen and Dr. Peter Sandvik from Outokumpu Group and Rautaruukki Group, respectively, are gratefully acknowledged. □

References

1. Szekely, J., *Steelmaking and industrial ecology—is steel a green material?* ISIJ International, 1996, 36(1): p. 121-132.
2. Penttinen, I. and Pentto, T., *A Dynamic recycling model of flows of iron and steel in Europe*, in *Third ASM International Conference on the Recycling of Metals*, 1997, Barcelona, Spain: ASM International.
3. Gronow, T. and Pentto, T., *Chemical industry wastes: A Materias balance analysis of cycle inventories and joined material projections in national environmental planning*, in *Proc. of the Int. Workshop; "Life-Cycle Analysis - a Challenge for Forestry and Forest Industry"*, 3-5 May, 1995, Hamburg, Germany, A. Frühwald and B. Solberg, Editors, 1995, EFI: EFI Proceedings No.8, 1995, p. 225-239.
4. Loikkanen, T. et al., *Life Cycle Assessment as a Tool Supporting Decision-making in Companies and Administrations - State*

- of the Art and Development Needs, 1999, Technological Development Centre of Finland (TEKES): Helsinki.
5. Lone, Ö., 1992 *Environmental and Resource Accounting, in Real-Life Economics, Understanding Wealth Creation*, P. Ekins and M. Max-Neef, Editors, 1992, Routledge. p. 239-254.
 6. WCED 1987 *Our Common Future*, 1987, The World Commission of Environment and Development.
 7. Ditz, D., Ranganathan, J. and Banks, R.D., 1995 *Green Ledgers: Case Studies in Corporate Environmental Accounting*, 1995, A World Resources Institute Book.
 8. Gray, B., Bebbington, J. and Walters, D., *Accounting for the Environment*, 1993, ACCA.
 9. Holappa, L.E.K. *Impact of energy and environment on the development of metallurgical processes*, in *Metallurgical Processes for the Early Twenty-First Century Vol. II. Technology and Practice*, 1994, San Diego, CA, USA: Minerals, Metals and Materials Society/AIME, 420 Commonwealth Dr., P.O. Box 430, Warrendale, PA 15086, USA.
 10. *Energy Use in Steel Industry*, 1998: International Iron and Steel Industry (IISI), p. 260.
 11. Astier, J., *The impact of minimills in the USA*, Ironmaking and Steelmaking, 1998, 25(1): p. 7-12.
 12. *Steel Product Quality and Maximum Utilization of Scrap*, ECE/STEEL/77, 1992, New York: United Nations, Economic Commission for Europe. p. 197.
 13. Roederer, C. and Gourtsoyannis, L., *Coordinated study "steel-environment"*, 1996, European Commission: Brussel, Luxembourg.
 14. Nilles, P.E., *Alternative Technologies in Iron and Steelmaking*, Metallurgical and Materials Transactions B, 1996, 27B: p. 541-553.
 15. Astier, J.E. *The Influence of recycling on technology and management of the future steel production*, in *Third ASM International Conference on the Recycling of Metals*, 1997, Barcelona, Spain: ASM International.
 16. Johansson, A., Lindroos, V. and Lindholm, G., *Non-Waste Technology in Finland*, in *Advanced Environmental Technology from Finland*, 1993, Ministry of Foreign Affairs, Ministry of the Environment, Ministry of Trade and Industry: Helsinki, Finland, p. 323-329.
 17. Hanniala, P., Kojo, I.V. and Kytö, M., *Kennecott - Outokumpu Flash Converting Process - Copper by Clean Technology*, TMS International Symposium on Sulphide Smelting '98. 1998. San Antonio, Texas, USA: Minerals, Metals and Materials Society/AIME.
 18. *Environmental High-Technology from Finland*, ed. V.K.Lindroos and T.Loikkanen, 1987, Helsinki: Ministry of the Environment.
 19. Porter, M. and C.v.d. Linde, *Green and Competitive*, in *Ending the Stalemate, in Business and the Environment*, The Earthscan Reader, R. Welford and R. Starkey, Editors, 1996, Earthscan Publications Ltd.
 20. Schmidheiny, S., F.J.L. Zorraquin and w.t.W.B.C.f.S.D.F. Charge, *The Financial Community, Eco-Efficiency and Sustainable Development*, 1998: The MIT Press.
 21. Crul, M. and Schnitzer, H., *Asia Eco-Best Preparatory Roundtable, Transferring European Cleaner Industrial Technology to Asia, The Role of Cleaner Technology Centres*, 1998: Lisboa, Portugal.

1 According to the Council Directive concerning Integrated Pollution Prevention and Control (96/61/EC) the term **Best Available Techniques (BAT)** shall mean the most effective and advanced stage in the development of activities and their met-

hods of operation which indicate the practical suitability of particular techniques for providing in principle the basis for emission limit values designed to prevent and, where that is not practicable, generally to reduce emissions and the impact on the environment as a whole:

- **techniques** shall include both the technology used and the way in which the installation is designed, built, maintained, operated and decommissioned,

- **available** techniques shall mean those developed on a scale which allows implementation in the relevant industrial sector, under economically and technically viable conditions, taking into consideration the costs and advantages, whether or not the techniques are used or produced inside the Member State in question, as long as they are reasonable to the operator,

- **best** shall mean most effective in achieving a high general level of protection of the environment as a whole.

² The basic ideas of EA are: To provide an integrated information system for the resource process from natural resource stocks, through extraction and processing to end-use and disposal, including recycling, waste and pollution, and other environmental effects; To measure resources in physical units and thus be able to provide material and/or energy flows and balances data; and, to connect physical accounts and measurements to economic valuations and aggregates, above all to national accounts and economic statistics and economic forecasting and analytic models, [5]. "Where resources and data permit, an annual report and an audit on changes in environmental quality and in the stock of the nation's environmental resource assets are needed to complement the traditional annual fiscal budget and economic development plans" ([6], p. 314).

 **FORCIT**



Louhitaräjähteitä vuodesta 1893

TEHTAAT:

Hanko (019) 22001 Vihtavuori (014) 3779 211

MARKKINOINTI:

Hanko, Tommi Halonen (019) 2200 310
Vihtavuori, Heikki Kuula (014) 3779 412

TEKNINEN NEUVONTA:

Kalle Ylätalo (019) 2200 311
Jaakko Lindén (03) 546 2610 (KEMIITTI)
Rauno Räsänen (0400) 398 01 (KEMIITTI)

ISO 9001



DNV
CERTIFIED
1994





Suoritettuja tutkintoja

TEKNILLINEN KORKEAKOULU MATERIAALI- JA KALLIOTEKNIIKAN OSASTO

DIPLOMI-INSINÖÖRIT 1999

Repo, Lea Irene Sylvia: Telluurin ja vismutin käyttäytyminen suspensiohapetuskokeissa
Virolainen, Ulla Marja: Kidevirheiden vaikutus piin syöpymisen käyttäytymiseen KOH-syövytteessä
Noponen, Jyrki Petteri: Raakaraudan mangaanipitoisuuden alentamisen vaikutukset Rautaruukki Steelin terästehtaalla
Peltonen, Kimmo Lauri Tapio: Suomen kallioperän malmipotentiaalin arviointi
Söderström Minna Tuulia: Pinnoitetun ohutlevyromun murskauksen kehittäminen
Toivanen, Teemu Petteri: Vetotyökalujen lämpötilan vaikutus ruostumattoman teräksen syvävedettävyyteen
Aho, Janne Jaakko: Tutkimus vaahdotuksen mitoituksesta
Räihä, Arto Marcus: The Electrochemical Properties of a Brazed Cu/Brass Radiator
Kukkavuori, Kimmo Kalevi: Henkilöstökoulutuksen vaikuttavuuden konstrukttiivinen evaluointimalli IT-koulutuksen näkökulmasta
Föhr, Kari: Tutkimus kuplakokoon vaikuttavista tekijöistä vedessä
Soikkeli, Jyrki Heikki: Liitostietojen hallinta liittämisen asiantuntijajärjestelmässä
Vennelä, Kiki Tanja Tatjana: Brytningsplan för Norra Allians-malmens förlängning
Wallgren, Marko: Adjustment of the Converter Simulation Program (CONSIM) to Industrial BOF Processes
Tuominen, Risto: Additiivisesti kontaktoitujen aktiivikomponenttien valmistus ja karakterisointi
Tähkälä, Tommi: Kloorifenoleilla saastuneen maan mekaaninen puhdistus
Hermunen, Jussi: Raaka-ainekustannusten pienentäminen kuparituotettaessa
Koskinen, Kari: Kaasukuplituksen parametritutkimus
Lahti, Mari: Pääkaupunkiseudun kaatopaikkojen sähkömagneettisten lentomittaustulosten mallintaminen
Lehtinen, Ville: Mechanical Characterization of Underfill
Niemisara, Heikki: Geologiset rakenteet tiekallioliikkausten suunnittelussa
Nikander, Roope: Laimeiden tinapohjaisten juoteseosten mekaanisten ominaisuuksien karakterisointi
Pensala, Esa: Pintaliitosliimojen levitys stensiilipainotekniikalla
Pesonen, Sampa: Lyijyttömien juotepastojen käyttö erikois- tiheässä kokoonpanossa
Sulkakoski, Liisa: Monitoring of Competitors' Patenting Activities in Rock Engineering
Korhonen, Maija: Termoanalyttisten menetelmien käyttö lämpökovettuvien pinnoitteiden ominaisuuksien määrittämisessä
Laine, Jarmo: Terästeelmien lämpenemisen mittausta ja mallintaminen askelpalkkiuuneissa
Friman, Michael: Optimisation of the Cu/Al₂O₃ Functionally Graded Material
Koskenala, Jarmo: Tantalum Hafnium Oxide Capacitor
Koivuniemi, Saku: Katodisen suojauksen ulottuminen jään-

murtajan rungolla Itämeren eri osissa
Seppänen, Jukka: Tiivistys- ja seostuspraktiikan vaikutus oksidiseen kuonapuhautteen
Suonpää, Matias: Examining Progress of Deoxidation on Al-killed Ca-treated Steels
Veivo, Juha: Joinability and Vacuum Brazing of Al-based MMC Materials
Kankaanpää, Timo: Neste-neste -uuton selkeytinaltaan vesivirtauksien numeerinen mallinnus
Oikarinen, Ari: Materials Selection for Cellular Terminal Mechanics
Jouhti, Tomi: Pystykaviteettinen pintaemittöiva laseroptisessa tiedonsiirrossa
Laaksonen, Senni: Vismutti - Piirilevyjen uusi suoja-pinnoite
Ojala, Kati: Encapsulants and Underfills - Processing Properties and Reliability
Turunen, Markus: Silloitettavan biohajoavan polysterin valmistaminen ja karakterisointi
Vehmas, Tapani: Particles on Polished Silicon Wafers
Arstila, Jari: Mikromekaanisen kiihtyvyyssanturielementin juottaminen pintaliitosmenetelmällä
Hartikainen, Juha: Polyaniliinimäksen liukoisuus
Laitsaari, Perttu: Kupariputkien pistekorrosio käyttövedessä
Mikkola, Antti: Teräs-ohutlevyn kuumasinkityspinnoitteen kideorientaatio ja sen vaikutus pinnoitteen muovattavuuteen
Mikkola, Jannis: Pitkien vesitunnelien sortumat ja lujitus
Nieminen, Markku: Pesemättömien aaltojuotosjuoksutteiden käyttö elektroniikkateollisuudessa
Vikström, Liisa: Alternative Alloys for Brazing Copper Radiators

TEKNIIKAN LISENSIAATIT 1999

Ariyo, Christopher: Titanium Deoxidation and Activity of Titanium Oxide in CaO-SiO₂-TiO₂ Slags
Saarenpää, Jukka: Ympäristötomografia-saastuneen alueen tutkimus- ja mallinnusjärjestelmä
Heikkilä, Irma: Service Life Issues of Strategic Tools in the Conform Process for Copper
Jokinen, Tarmo: Laajakaistaiset sähkömagneettiset (SAMPO) tutkimukset malminetsinnässä
Liiskmann, Guido: Korrosiooni ja kulumiskindlate kovasulamite väljätöötamine (Elaboration of Corrosion and Wear Resistant Hardmetals)
Palmén, Jorma: Kaivosgeologinen kallioluokitusta
Pitkänen, Petri: The Effect of Capacity in Open Pit Optimization
Tuominen, Sirkku: Tekopohjaveden ja rantaimetytymisen matemaattinen mallintaminen Kangasalan Vehoniemenharjulla
Virtanen, Jorma: Ruostumattomien terästen piste- ja rakokorroosion kestävyuden arviointi
Han, Zhijun: Control of Ejections Caused by Double Bursting

TEKNIIKANTOHTORIT 1999

Airo, Meri-Liisa: Aeromagnetic and Petrophysical Investigations Applied to Tectonic Analysis in the Northern Fennoscandian Shield
Jyrkönen, Satu: Oxidation of Solid Particles of Synthetic Nickel Mattes in Simulated Flash Smelting Conditions
Blomqvist, Runar: Hydrogeochemistry of Deep Groundwaters in the Central Part of the Fennoscandian Shield
Pukkila, Jukka: Implementation of Mine Automation, The Importance of Work Safety and Motivation
Chernet, Tegist: Applied Mineralogical Studies on the Koivu-saarenneva Ilmenite Deposit, Kälviä and Other Selected Titanium Dioxide Pigment Raw Materials

JUTTUJA JA KASKUJA

Vuorimies Heikki Tanner 7.5.1918-16.9.1996
UMY'n puheenjohtajana 1973-1976

*Pari vierasta englantilaisesta suuryrityksestä, Mr Williams ja Mr Butler, pyysivät saada tulla tutustumaan Kokkolan tehtaisiin. Heikki vastasi lähettämällä sähkö: "Mr Williams and his butler" ovat tervetulleita vieraaksemme.

*Heikin isä oli valtiovarainministerinä jossakin vaiheessa ja Heikki joutui Teknillisessä korkeakoulussa opiskellessaan tekemään epäorgaanisen kemian töitä.

Pareittain tehtiin ne työt. Heikki ja työpari saivat tasavallan markan analysoitavakseen.

Heikki työparilleen: "Älä hätäile, minä hommaan kyllä sen analyysin, tai teen itse".

Soittipa tuosta isälleen ja kysyi meidän markan kolikon analyysiä. Isä oli ymmärtäväinen ja lupasi ottaa selvää ja soittaa. Soittikin myöhemmin ja luetteli Heikille hyvin analyysin, jota Heikki tietysti pikkuisen sovelsi, ei se liian tarkka saanut olla. (Tommi Lukkarinen)

*Keretin Harjannostajaiset Joensuun PKO:ssa; flambeerattu (=liekitetty) jäätelöjälkiruoka tuotiin pimeään saliin läpi pöytiin. HT: "Tuo ainakin on viinan väärinkäyttöä!"

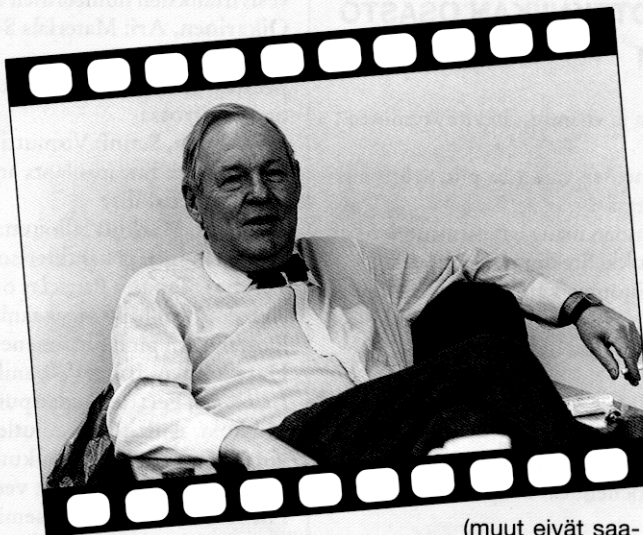
*80-luvulla oli pohjoismaisia vuorimiehiä Huippuvuorella kokouksessa. Myöhemmin kuulin Store Norsken insseiltä, että illan isännät olivat olettaneet suomalaisten puhuvan myös venäjää. Heikki oli sanonut, että suomalaiset tuntevat vain kaksi venäjän sanaa: RUKI VERH.

(PKE)

*Hän oli lentämässä Atlantintin yli ja nautti tapansa mukaan tiettyä viskimerkkiä. Ja sama laatu oli koko koneessa niin suosittu, että se pääsi matkalla loppumaan. Lentoemäntä valitteli tätä

miehelle ja sanoi: "Tilan hinta on neljä miljoonaa, suomalaisia on neljä miljoonaa, tässä on sinun osuutesi!"

*Andien rinteillä neljän kilometrin korkeudessa oltiin kalassa. Heikki sai perholla pienen taimenen sintin erään puron varrelta



Töölönkadun Kuparitalossa Heikin tuolista riippui muovikassi, jonka käytöstä kerrotaan tekstissä. Vihreä nortti ei puutu tästäkään kwasta.

Heikille ja totesi tapauksen kuitenkin olevan heidän yhtiönsä lennoilla niin harvinaisen, että vastaavaa on tapahtunut hänen muistinsa mukaan vain kerran aikaisemmin. Johon Heikki vastasi: "Minä muistan, minä muistan.." (Kalevi Pelkonen)

*Heikki ei ollut kovin innostunut urheilusta ja niinpä hän usein tokaisi hölkkääjän nähdessään: "Tuokaan kaveri ole vielä saanut tietää, että auto on jo keksitty". Mutta urheilun muoto jota Heikki harrasti oli se, että hän säännöllisesti hyppäsi aamupuuron yli. (Seppo Väisänen)

*Heikki kertoi mielellään tarinan siitä, kuinka hänen isänsä Väinö Tanner, joka oli ostanut neljällä miljoonalla Vihdistä tilan, sai kuulla puolueveroiltaan siitä, ettei sosialistilla pitäisi tuolla tavalla omaisuutta olla. Kun yksi valittaja totesi, että omaisuus pitäisi jakaa kansalle, niin Väinö otti taskusta markan, antoi

(muut eivät saaneet mitään). Kiivetessään happivelasta puuskuttaen ylös jyrkkää rinnettä hän tuumi: "Tämä on kyllä elämäni painavin saalis!"

*Heikki kävi Aino-rouvan passilla Pariisissa, ihmetteli kyllä miksi passivirkailija kysyi, onko puoliso mukana. Vasta kotiin palattua hänelle selvisi kenen passilla matka tuli tehdyksi.

*Kuparitalon nurkkahuoneeseen kokoontuivat Heikin lähimmät epävirallisiin palaverihin kahvikupin äärelle. Kalle ja Antsu eivät muista isompia virallisia palavereja tarvitunkaan. Saman nurkkahuoneen sohvan käsinojassa riippui muovikassi, johon Heikki pyysi 'kolehtina' laittamaan käyttämättömäksi jääneet sokeripalat, tuohon aikaan jo kahden palan paperipakkauksissaan. Muovikassin täytyttyä se hävisi ja uusi ilmestyi tilalle. Heikin mukaan sokeri jalostettiin janojuomaksi hirvestyskauden alla.

*Ulkomaanmatkan kotiutumiset jäivät hankkimatta, taas kerran. Juna toi Heikin Viinijärven asemalle, josta Fazerin Siniset suklaalevyt löytyivät, ennenkuin Kauko Kaurola nosti mustan auton kytkimen ja kotimatka jatkui

kohti Outokumpua.

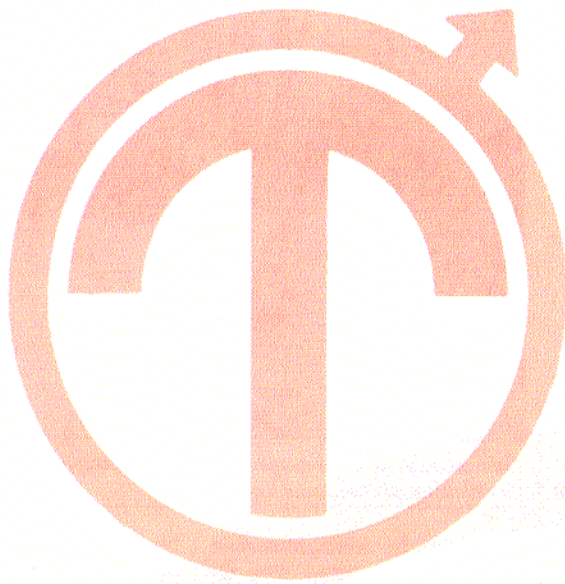
*Kokkolassa firman suosioma taksimies tuli kysymään edullista lainaa uuden auton ostoa varten. Siihen Heikki: Meillä KOP'in kanssa on sellainen sopimus, ettei KOP sulata pyriittä, eikä Outokumpu anna rahaa lainaksi.

*Arizonassa Heikki ja Mikko P vuokrasivat lentokyydin pienkoneessa kivikylästä kivieliöön. Mikko oli käskystä hankkinut olutpatterin mukaan koneeseen. Säätiötodot tarkisti ja parituntisen lennon valmisteli ihana sinitukkainen 'mummeli', joka ei väistyneen sivuun, vaan osoitautui lentoyhtiön toimitusjohtajaksi, omistajaksi ja vielä pilotiksikin. Hän otti oluet ja muun käsimatkatavaran sisään, istui puikkoihin ja nosti koneen ilmaan. Kehno lentosää riepotti pienkonetta ylös-alas-sivulle-vinon, kun mummeli pujotteli kanjoneita pitkin tuhannen jalan korkeudessa. Heikki istui pilotin vieressä, Mikko vinosti takana ja näki kuinka Heikin rystytet puristivat valkeina käsinojaa. Vajaan tunnin lennon jälkeen Mikko uteli, olisiko jo oluen vuoro. Heikki siihen; 'eikä h-tissä, pilottieukko luulee vielä että meitä pelottaa!'

*Kalle Vaajoensuu muistaa 1980-luvulla kuulleensa Heikiltä työpäivän kahvitauolla tämänkin: Väinö Tanner, ollessaan valtakunnan valtiovarainministerinä, kutsui lähipiirinsä asianosaiset budjettipalaveriin Vihtiin Sorokin tilallensa. Lukiolaispoika Heikki osallistui puutarhassa keskusteluun, tosin kutsu-mattomana, mutta asiantuntevin kommentein, kuten esimerkiksi: 'tuossakin pääluokassa on viime vuodesta nousua yli 10 prosenttia'. Ministerin lähipiiristä joku ihmettelemään pojan laajaa tietämysträ ja valveutuneisuutta, kysyipä syytäkin.

Siihen lukiolainen Heikki Väinönpöika: "Tuoltahan minä hyyskän naulasta revin aina sivun kerrallaan tarpeita tehdessä. Se on edellisvuotinen budjetti". □

KOONNUT: ANTERO HAKAPÄÄ



Siis ei lifo eikä fifo, vaan FILO: First In Last Out. Tosikoiden tapa lähestyä Vuorimiespäivien Seurahuoneen Lounasta.

SIIS on osakkeenomistajien kaiken ylikäypää paapomista edustava äärikapitalismi lähinnä kuin väkivaltavideo viime vuosituhanelta, ja on syytä alkaa ymmärtää että businessen muut stake holderit eli henkilöstö ja markkinat ovat tärkeämpiä kuin onnelliset omistajat, jotka viis veisaavat itse tekemisestä. Siis väitämme Tosissamme että nykyfirmalla, joka investoi siljoonan intellektuaalin kapitalin ja tuotteidensa kehittämiseen, menee lujempaa kuin naapurilla, joka kuristaa tasettaan ja maksaa komeita osinkoja saadakseen roit ja ööningspersheät näyttämään makeilta muiden jäädessä nuolemaan näppylöitään. Siis on business jolla on paras henkilöstö ja asiakkaat tämän vuosituhannen voittaja ja on siten syytä kohdella ao. kakunjakajia sen mukaisesti.

SIIS on viidennen ydinvoimalan rakentaminen taas tappelilla ja syystä kyllä. Taputamme karvaisia käsiämme. No valtaosalle tämän lehden lukijakuntaa ei kyseisen hankkeen kaikinpuolista siunauksellisuutta ole sen kummempin tarpeellista perustella. Toteammepahan vain, että on tämä nyt taas kerran sellainen asia, jota yksinkertaisesti ei pidä alistaa eduskunnan ja siten kansan syvien rivien yleisesti sählättäväksi. Ja tarkalleen samasta syystä kuin muutamaa juttuamme sitten tuli kirjoitettua ko. syvien rivien enemmistön historiankäsitteestä eli nykyhetkestä yksi viikonloppu taaksepäin. Ja tulevaisuuden tähtäimestä ulottuen korkeintaan seuraavaan viikonloppuun. Poliitikkojen kohdalla tähtäin poikkeuksellisesti tietenkin ulottuu äänenkalastustarkoituksella seuraaviin vaaleihin. Optimisteina voisimme kuvitella, että jonkinmoisia elämän pihinää ilmenisi vielä, sanotaan kahden sadan vuoden kuluttua, ellei sitä ennen ole tukehduttu orgaanisten polt-

toaineiden palamisjätteisiin. Eli jostakin nämät megagiga- jne. joulet on tehtävä, ellei totaalista paluuta runonkeräys- eli tuohikulttuuriin haluta. Tosikoille se tietysti sopisi.

SIIS on Juutinrauman silta valmis ja on Pohjola lopultakin yhdistetty Eurooppaan muutakin kuin takapihan kautta. Muuttuiko mikään? No ei. Tutkimuksen mukaan tanskalaiset pelkäävät sillan tuovan yhä enemmän humalaisia ruotsalaisia maahan. Kuulostaa jotenkin tutulta, vai? Mitä mahtovatkaan aikoinaan svedut jupista Siljan & Vikingin alkuvuosinaan lanseeraamasta maailman pisimmästä tunnelista Turku - Tukholma.

SIIS emme sinänsä kuulu varsinaisiin urheilun vihaajiin. Voisimme jopa sanoa lähes päinvastoin. On kuitenkin golfia erityisen vaikeaa pitää urheiluna. Ainakaan ns. businessgolfia. Siis lyödään seisoaltaan liikkumatonta palloa ja mennään konevoimalla perässä. Ääritapauksessa otetaan muutama kävelyaskel. Tuloksesta ei ole niin suurta lukua, tasoitus hoitaa kaiken. Mielenkiintoinen käsité muuten tämä handicappi. Emme juurikaan ole kuulleet, että muissa urheilulajeissa tai oikeissa töissä saisi jotain hyvitystä jatkuvan huonon suorituksen takia. Mutta on kuitenkin kyseinen businessviihteen muoto huskysafaarien sekä hirvenmetsästyksen ohella niitä tuiki harvoja tarpeettomuuksia, joita voidaan harrastaa firman ajalla ja rahalla riippumatta maantieteellisestä sijainnista eli Floridassa tai Singaporessa sen mukaan, missä viimeksi ei ole tullut turhan päiten käydyksi. Ja sopii siis golf tyypillisesti "liikeneuvottelun" areenaksi businessmiehille, joilla ei ole mitään merkittävää sanottavaa toisilleen, kyvystä tai halusta riippuen, mutta jotka tarvitsevat tekosyyntä häipyä konttorista paremman tekemisen puutteessa.

VIIME kesän Pariisin ja Farnboroughn ilmailunäyttelyjen vetonaula: Venäläisten hävittäjien katapultti-istuimet ja niiden toimintavarmuus tositalanteessa.

JT

Kaivannais- teollisuus- yhdistysideoi strategiaansa

MATTI KOPONEN, KAIVANNAISTEOLLISUUSYHDISTYS,
EHS-KOMITEAN PUHEENJOHTAJA

Yhdistys perustettiin edistämään kaivannaisteollisuuden edunvalvontaa ja tutkimustoimintaa. Se on toimialajärjestö, joka toimii kiinteässä yhteistyössä Metalliteollisuuden Keskusliiton kanssa. Jäseniksi voivat liittyä kaivannaisteollisuudessa toimivat tai siihen eritavoin yhteydessä olevat yritykset ja yhteisöt. Tavoitteena on kehittää alan yleisiä ja yhteisiä toimintaedellytyksiä, edunvalvontaa, yhteistyötä,

tietoutta ja tutkimushankkeita.

Ensimmäinen vuosi on kulunut organisaation ja toimintamallin rakentamisessa sekä VMY:n entisen tutkimusvaltuuskunnan tehtävien siirrossa uuteen yhdistykseen. Jäsenkunta on kasvanut kahdeksan perustajajäsenen joukosta 20:een.

KTY:n hallitus sekä tutkimus- ja EHS (Environment, Health, Safety) -komiteoiden jäsenet kokoontuivat 24.



Kaivannaisteollisuusyhdistyksen ideapäivän pitopaikka, Kemira Chemicalsin edustussauna Kuusela.

marraskuuta **ideapalaveriin** Siilinjärvellä Kemira Chemicals Oy:n edustussaan Kuuselan viihtyisissä tiloissa yhdistyksen puheenjohtaja Heikki Sirviön johdolla. Läsnäolleet 11 henkilöä jaettiin ryhmiin miettimään yhdistyksen toimintastrategiaa, painopisteitä, tavoitteita, tarvittavia toimenpiteitä sekä niiden aikatauluja.

Ideoita ja malleja syntyi niinkuin oli tarkoituskin. Kun ryhmätyöt sitten iltapäivällä vedettiin yhteen, alkoivat keskeisimmät tehtävät ja toimintamallit hahmottua.

Edunvalvonnan alueella keskeiseksi tehtäväksi todettiin kaivannaisteollisuutta koskevaan lainsäädäntöön vaikuttaminen ennakoivasti. Tämä voi tapahtua aktiivisella kehityksen seuraamisella, osallistumalla KTY:n nimissä valmistelutyöhön ja lausuntojen antamiseen sekä pitämällä virkamiehet ja päättäjät "hereillä". Toimialamme on itse pystyttävä hankkimaan positiivinen maine ja hyväksyttävyyden yhteiskunnassa. Tämä edellyttää myös jäsenyritysten omaa panosta ja alaa koskevan viestinnän kehittämistä.

Ympäristö-, työturvallisuus ja työterveysasioissa yhdistyksen tavoitteena on kehittää tiedonvälitystä jäsenistölle, rakentaa omalla esimerkillä parempaa imagoa ja vaikuttaa järkevän lainsäädännön kehittämiseen. EHS-komitean asiantuntemusta

pyritään laajentamaan vuoden 2000 aikana.

Tutkimus- ja kehitystoiminta tähtää alan kilpailukykyyn ja toimintaedellytysten parantamiseen. Yhdistys selvittää alan yhteisiä tutkimushankkeita, niiden rahoitumahdollisuuksia, ohjausta ja valvontaa sekä koordinoi esim. EU-hankkeita.

Yhteistoiminnan kehittämiseksi rakennetaan suhteet koti- ja ulkomaisiin rinnakkaisjärjestöihin, alan viranomaisiin, korkeakouluihin ja tutkimuslaitoksiin. Perinteinen pohjoismainen yhteistyö jatkuu tiiviinä. Sisäistä yhteistoimintaa kehitetään yhteyshenkilötiedoston kautta ja komiteatoimintaa laajentamalla. Vuosikokouksesta kehitetään alan tapahtuma.

Viestintäpolitiikka sisältää sekä ulkoista että sisäistä viestintää esittelytilaisuuksien, KTY:n esitteen ja lehtitikkelleiden avulla. Myös omaa Web-sivua harkitaan.

Hallitus valmistelelee palaverin antamien suuntaviivojen perusteella toimintastrategian KTY:lle. Se vahvistetaan ensimmäisessä vuosikokouksessa helmikuussa.

Kokouksen osanottajat esittävät lämpimät kiitokset kemiralaisille isännille miellyttävästä kokouksympäristöstä ja erinomaisesta vieraanvaraisuudesta. Hyviä ideoita syntyi, kun kokouspaikka oli rauhallisen luonnon keskellä ja kaukana oli kavala maailma. □

Oma pankkisi 24 h/vrk.



Osoitteesta www.merita.fi pääset Solo-pankkiin, jossa voit hoitaa pankkiasiasi juuri silloin kun haluat, vuorokauden ympäri. Lisätietoja www.merita.fi ja 0800-123 123 (ma-pe klo 8-20).

MERITA PANKKI OY



MeritaNordbanken

Suomessa on löydetty 670 mineraalia

Geologian tutkimuskeskuksessa julkaistiin 18.1.2000 FT Kai Hytösen mittava kokoomateos Suomen mineraalit.

TEKSTI: SINI AUTIO

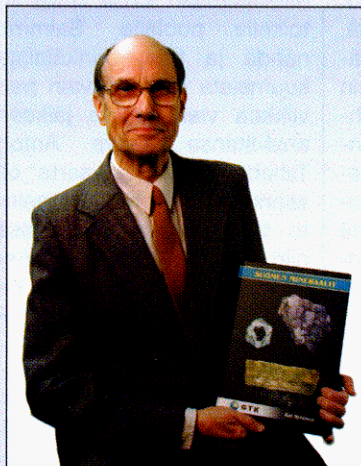
Geologian tutkimuskeskuksessa on valmistunut kauan odotettu Suomen mineraalit -kirja, joka on FT Kai Hytösen mittava kokoomatyö ja laaja suomenkielinen julkaisu alalta. A4-kokoisessa, 400-sivuisessa tietopakettissa esitellään noin 670 Suomesta löydettyä mineraalia. Mukana on 176 mineraalikuva, joissa ovat mukana Suomen tärkeimmät mineraalit sekä näytäviä harvinaisuuksia. Kunta-kohtainen löytöpaikkahakemisto auttaa sijoittamaan havainnot Suomen kartalle.

Julkistamistilaisuus kivimuseossa

GTK:n kivimuseossa pidetyssä julkistamistilaisuudessa ylijohtaja Raimo Matikainen kiitti tekijää vuosikymmenien työstä. Hän arvostaa teosta, joka saatettiin päätökseen vielä varsinaisten virkavuosien jälkeen. Kai Hytönen aloitti aineiston kokoamisen noin kolmekymmentä vuotta sitten. FT Martti Lehtinen Helsingin yliopiston Luonnontieteellisestä keskusmuseosta mainitsi, että teoksen julkaiseminen on huomattava kulttuuriteko. Kasvitieteen ja eläintieteen vastaavien teosten rinnalle on nyt saatu myös kokoomateos Suomen mineraaleista.

Kai Hytönen kiitti GTK:ta, sen johtoa ja työtovereitaan kannustuksesta ja tuesta eri vaiheissa.

"Minua on opastettu kädessä pitäen mikrotietokoneen käytössä", kertoi tekijä tekstin tuottamisesta. "Minulle on avattu kivimuseon vitriinejä lu-



FT Kai Hytönen kädessään valmis teos, Suomen mineraalit. Kuva: Pirjo Jelkämäki

Ylijohtaja Raimo Matikainen, oikealla, kiittää FT Kai Hytöstä loppuunsaatetusta työstä GTK:n kivimuseossa järjestetyssä julkistamistilaisuudessa 18.1.2000. Kuva: Jari Väättäinen.



kemattomia kertoja tarkistaakseni mineraaleja. Etevät valokuvaajat ovat taidokkaasti kuvanneet mineraalimaailman ihmeitä teosta varten. Samoin toiset tutkijat ovat mieluusti tarjonneet mineraalitietoa ja valokuvia käyttöön", jatkoi hyväntuulinen Hytönen julkistamistilaisuudessa.

"Teknistä tukea olen saanut GTK:n mineralogian laboratorion henkilökunnalta, joka on tunnistanut ongelmallisia mineraaleja ja päättänyt minut pälkähästä, kun mikro on mennyt jumiin. Kirjaston ja arkiston henkilökunta on auliisti etsinyt käsiini usein toivottoman vaikeasti tavoitettavia julkaisuja ja jäljentämässä on tulostettu tuhansia sivuja työversioiden kopioita", kiitti tekijä saamas-

taan tuesta ja jatkoi edelleen julkaisemiseen johtaneista työvaiheista:

"Ennakotarkastajat ovat päivitelleet tekstini kiemuroiden ääressä. Kuvat on käsitelty digitaalisesti ja tekstin taittaja on taitavasti vyöryttänyt aineiston oikeille paikoille kirjan sivuille. GTK:n informaatiopalvelut ja viestintä ovat pitäneet tiukasti huolen teoksen julkaisemisen yksityiskohdista".

Hakuteos mineraaleista

Suomen mineraalit on tervetullut hakuteos kaikille mineraaleista kiinnostuneille, sekä harrastelijoille että ammattilaisille. Edelliset vastaavanlaiset teokset olivat huomattavasti suppeampi A. E. Nordenskiöldin 'Beskrifning

öfver de i Finland funna mineralier' 1855 ja sen uusintapainos vuonna 1863 sekä Aarne Laitakarin laaja kokoomateos 'Suomen mineraalien hakemisto' vuodelta 1967. Myös muita julkaisuja on Suomen mineraaleista ilmestynyt eri aikoina. Kirjan lopussa on laaja lähdekirjallisuusluettelo. Vanhin lähdejulkaisu on vuodelta 1740 ja uusin vuodelta 1999.

FT Kai Hytönen saattoi Suomen mineraalit -kirjan loppuun eläkepäivinä. Hän on toiminut Geologian tutkimuskeskuksessa ennen eläkkeelle siirtymistään mm. kallioperäosaston vs. ja vt. osastonjohtajana, valtion-geologina ja mineralogian la-

boratorion esimiehenä. Aiemmin hän on myös työskennellyt tutkimustehtävissä Helsingin yliopistossa ja vierailavana tutkijana Yhdysvalloissa Garnegie-insituutin geofysikaalisessa laboratoriossa. Hän osallistui yliopistoaikoinaan tutkimusmatkoihin Afrikassa. Väitöskirjansa FT Kai Hytönen teki Ugandan Karamojan maakunnan laavakivistä.

Kirjan hinta on 243 mk alv. mukaan luettuna, ja sitä voi tilata Geologian tutkimuskeskuksen julkaisumyynnistä, puh. 020 550 2450, sähköposti: Info@gsf.fi. Kirja on saatavissa myös hyvin varustetuista kirjakaupoista.

Lisätietoja teoksesta antaa FT Kai Hytönen, puh. 09-8030213. □

Vähän ennen 2000

Tämän lehden ilmestyessä olemme me vuorinaiset niinkuin -miehetkin onnellisesti (toivottavasti) ylittäneet paljon kohutun millenniumin kynnyksen. Menikö sähköt, jumiutuko tietokone? Vai tapahtuiko yhtään mitään sen kummempaa kuin ennenään vuoden vaihtuessa?

Tässä vaiheessa 2000-lukua voimme muistella kuinka me vuorinaiset yhdistyksenä päätimme viime vuosittain. Se tapahtui 8.12. juhlavasti Suomen Kansallisoopperassa, missä valmistaudimme runsaan kolmen tunnin taidenautintoon kevyellä iltapalalla. Ennen kahvia Sanna-Leena piti pienen puheen, jossa hän kiitti jäseniä kulu-neesta vuodesta ja johtokunnan saamasta palautteesta, niin risuista kuin ruusuistakin. Tässä kohtaa joku kohtelias joukostamme ihmetteli ääneen, voisiko moitteellakin olla sijaa toiminnassamme?

No, ei kai purnaaminen ole oopperalaisten yksinoikeus, ei toki!

Illan ohjelmistossa oli Pjotr Tshaikovskin baletti Prinsessa Ruusunen. Vaikka esitys oli pitkä, kukaan ei nukahtanut kesken. Johtuneeko tuo siitä, että arvoisat vuorimiehet oli jätetty tällä kertaa kotiin? Tosin baletissa oli niin paljon säihkettä ja kimallusta ja monenlaisista silmänruokaa niin miehille kuin naisillekin, että tuskinpa sittenkään olisi ollut sitä vaaraa, että olisi joutunut siip-paansa kesken kaiken herätteleeseen. Jos heidät nimittäin olisi mukaan kelpuutettu.

Taloudellisissa ja vähän muissakin vaikeuksissa painiskeleva Kansallisooppera oli ainakin tänä iltana saanut katsomon viimeistä sijaa myöten täyteen. Me vuorinaiset tuimme omalta osaltamme illan onnistumista 29 käsiparin antamin innokkain aplodein. (AK)



Johtokunta vakavin ilmein miettimässä tulevia. (Kuva: AK)



Viktorian aika -näyttelyn jälkeen kokoontuimme Lasipalatsin ravintolaan pitkän pöydän ääreen nauttimaan talon antimia. (Kuva: AK)

Näyttämön takana

Pitkän kesätaun jälkeen Vuorinaiset ry:n toiminta pääsi mukavasti vauhtiin vieraillessamme 6. lokakuuta Suomen Kansallisteatterissa. Tällä kertaa pääsimme haistelemaan ilmaa kullisien toiselle puolelle. Saimme nähdä ja tuta, minkälaista kuumeista säpinää vain pari viikkoa vierailumme jälkeen ensi-iltansa saava Anton Tshehovin "Kolme sisarta" oli saanut aikaan. Koko koneisto tuntui olevan käynnissä niin näyttämöllä, ompelimos-sa kuin lavastamossakin. Yllättävää oli kuulla, että tätäkin näytelmää varten valmistetaan kaikki asut teatterin omassa ompelimossa melkein käsityönä äärimmäisen huolellisesti ja pienimätkin yksityiskohdat huomioiden. Pukujen on istuttava, ja saumojen on kestettävä tulisimmatkin tunteenpurkaukset. Näytelmän ohjaajaksi kutsuttu venäläinen Va-

leri Fokin oli valinnut maanmiehensä myös puvustajan ja lavastajan tehtäviin.

Kierroksellamme meillä oli onni saada kuulla kahden asiastaan innostuneen oppaan mielenkiintoisia tarinoita niin menneistä ajoista kuin teatterin nykytilanteestakin. Vuonna 2002 tasan 100 vuotta täyttävä teatteritalo on par'aikaa ikäänkuin pesemässä kasvojaan. Remontti etenee pala palalta ollakseen valmis juuri 100-vuotisjuhlien kynnyksellä.

Vierailumme lopuksi me 37 vuorinaista saimme tilaisuuden vaihtaa kesän kokemuksia iltapalan ääressä mielin määrin pulisten. Sen sijaan teatterista poistuminen tuli suorittaa hiljaisuuden vallitessa, etteivät venäläisen maestron johtamat harjoitukset häiriintyisi. Taisimme onnistua ihan kiitettävästi omassa hiipimisnäytelmässämme. (AK)



Vuorinaisten kevään ohjelmistoa

23. helmikuuta

ohjelmallinen vuosikokous

13. toukokuuta (alustava tieto)

kevätretki

Viktorian aika -taidenäyttely

Käynti Helsingin taidemuseo Tennispalatsissa 9.11.1999 ei jättänyt varmasti yhtään mukana ollutta vuorinaista kylmäksi. Käsite viktorianaani sai uuden vivahteen.

Tutustumiskierroksella asi-antunteva opas kertoi taide-teosten syntytaustoista teollistuvassa ja sosiaalisista ongelmista kärsivässä laajan imperiumin emämaassa, Britanniaassa. Työväenliike ja naisasialiike olivat jo tällöin siellä heräämässä. Taiteessa eksotiikka ja kaukokaipuu olivat kuitenkin ajan henki. Suosittuja aiheita olivat mm. mytologiat, kuvaukset kaukaisista kansoista ja vaikkapa luonnonkatastrofit.

Yllättävää katselijalle oli, että nainen esitettiin maala-

uksissa joko eroottisena objektina, eksotiikkana valtiattarena tai välimerenrodun luonnonkauniina edustajana.

Yleisesti vuorinaisten keskuudessa ihasteltiin teknisesti taitavaa piirustusta maalausten taustalla ja huipputarkkoja akvarellitöitä. Varrattu tutustumisaika A Victorian Salon taidekokonaisuuteen sekä piirros- ja akvarellikokoelmaan tuntui niukalta, sillä nähtävää oli runsaasti.

Keskustelua ja mielipiteiden vaihtoa taidekokemuksesta jatkettiin sitten Ravintola Lasipalatsissa maukkaasta ruoasta ja Helsinki-viinistä nauttien. Yleinen näkemys tuntui olevan, että näyttelyssä käynti oli virkistävä ja mieleen painuva kokemus. (IP)

Uusia jäseniä - nya medlemmar

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

Kokouksessa 18.1.2000

Ahtola, Timo Petteri, FM, 6.4.1968, geologi, teollisuusmineraalitutkimukset, Geologian tutkimuskeskus, Timo.Ahtola@gsf.fi, Näyttelijäntie 3 B 17, FIN-00400, HELSINKI jaosto: geo

Autio, Sini (Sinikka), FK, 17.10.1948, tutkija, julkaisujen ja asiakaslehden toimittaja, Geologian tutkimuskeskus, sini.autio@gsf.fi, GTK, PL 96, FIN-02151, ESPOO jaosto: geo

Karhu, Juha Antero, FT, 25.10.1951, erikoistutkija, isotooppigeologinen tutkimus, Geologian tutkimuskeskus, juha.karhu@gsf.fi, GTK, PL 96, FIN-02151, ESPOO jaosto: geo

Kuusela-Lahtinen, Auli Sinikka, TkL, 17.11.1961, tutkija, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Auli.Kuusela-Lahtinen@vtt.fi, Hakostarontie 4 B, FIN-00970, HELSINKI jaosto: geo

Lindroos, Hardy Johanny, FL, 22.1.1944, chefsgeolog, Riddarhyttan Resources AB, lindroos@mirab.se, Döbelngatan 71, SE-11352, STOCKHOLM, Sverige jaosto: geo

Salonen, Veli-Pekka, FT, 15.10.1952, professori, maa-perägeologia, Turun yliopisto, geologian laitos, vsalonen@utu.fi, Turun yliopisto, Geologian laitos, FIN-20014, TURUN YLIOPISTO jaosto: geo

Järvenpää, Hanna Eliisa, DI, 12.12.1963, kehityspäällikkö, kiviainekset, Lohja Rudus Oy, hanna.jarvenpaa@lohjarudus.fi, Merivirta 7 B 24, FIN-02320, ESPOO jaosto: rik

Schildt, Risto Jukka Vilhelm, 140 ov, 7.5.1972, opiskelija, TKK, mekaaninen prosessi- ja kierrätystekniikka RISTO.SCHILDT@HUT.FI,

Topeliuksenkatu 18 C 34, FIN-00250, HELSINKI jaosto: rik

Schreithofer, Nóra, M.Sc., 8.11.1974, Research Engineer, TKK, Lab. Mechanical Process and Recycling Tech., norix@cc.hut.fi, Avaruuskatu 3 G 121, FIN-02210, ESPOO jaosto: rik

Turunen, Janne Petteri, 152 ov, 29.3.1972, opiskelija, tutkimusapulainen, TKK, mekaaninen prosessi- ja kierrätystekniikka, Sateentie 2 A 5, FIN-02100, ESPOO jaosto: rik

Kokouksessa 18.1.2000

Koivisto, Sari Kirsi Johanna, 134,5 ov, 23.3.1974, opiskelija, TKK, Materiaali- ja kalliotekniikan osasto, sari.koivisto@hut.fi, Otavantie 5 B 47, FIN-00200, HELSINKI jaosto: kai

Lehmuskallio, Ilkka Ilmari, bergsskoleing., 22.12.1958, Sales Manager - Mining Equipment, Normet Oy, ilkka.lehmuskallio@normet.fi, Isokaari 5 A 6, FIN-00200, HELSINKI jaosto: kai

Vauhkonen, Veera Susanna, 132 ov, 18.6.1976, opiskelija, TKK, Materiaali- ja kalliotekniikan osasto, vvauhkon@cc.hut.fi, Servin Majan tie 6 C 40, FIN-02150, ESPOO jaosto: kai

Ahonen, Sami Petteri, 163 ov, 8.6.1975, opiskelija, TKK, Servinkuja 1 C 25, FIN-02150, ESPOO jaosto: met

Jalava, Eero Kalervo, DI, 12.9.1935, div.joht./avainasiakaspääll., ABB Industry Oy, eero.jalava@fidri.mail.abb.com, Sysimiehentie 45 B, FIN-00670, HELSINKI jaosto: met

Kallio, Kimmo Tapani, 116,5 ov, 31.7.1974, opiskelija, OY,

Prosessitekniikka, metallurgia, Kkallio@paju.oulu.fi, Kalervontie 1 B 2, FIN-90570, OULU jaosto: met

Kolhinen, Tero Pekka, DI, 3.3.1971, tutkija, TKK, Metallurgian lab., Albertinkatu 28 B 27, FIN-00120, HELSINKI jaosto: met

Laitila, Leena Maria, 142,5 ov, 10.7.1974, opiskelija, OY, Prosessitekn. os., prosessimetallurgia, Leena.Laitila@oulu.fi, Kurkelantie 7 D 30, FIN-90230, OULU jaosto: met

Lamponen, Aki Antti Oskari, 120 ov, 29.11.1974, opiskelija, OY, Konetekniikka, materiaalitekniikka, Tellerontie 2 B 2, FIN-90570, OULU jaosto: met

Lähteenmäki, Hannu Olavi, ekonomi/KTM, 19.3.1965, myyntipääll./teräsmyynti, Eur. ulkop. maat, Outokumpu Polarit Oy, hannu.lahteenmaki@outokumpu.com, Outokumpu Polarit Oy, FIN-95400, TORNIO jaosto: met

Määttä, Hanski Petteri, 101,5 ov, 15.9.1976, opiskelija, OY, Prosessitekn. os., prosessimetallurgia, hamaatta@mail.student.oulu.fi, Kimmontie 4 A 10, FIN-90570, OULU jaosto: met

Nuoranne, Tarja Maarit, 103,5 ov, 26.1.1975, opiskelija, TKK, Materiaali- ja kalliotekniikka, tnuorann@cc.hut.fi, Jämäräntäival 11 K 220, FIN-02150, ESPOO jaosto: met

Pyyppönen, Ismo Karl Olavi, DI, 30.11.1950, laatupäällikkö, Savcor Coatings Oy, Insinöörinkatu 7, FIN-50100, MIKKELI jaosto: met

Takala, Anssi Tuomas, 103,5 ov, 29.9.1975, opiske-

lija, TKK, Materiaali- ja kalliotekniikka, Raitamäenkuja 6, FIN-00950, HELSINKI jaosto: met

Uutta jäsenistä

Konkola, Jorma, DI, Application Specialist, Nokia Mobile Phones, Laajaniitynkkuja 5 M 79, 01620 VANTAA, jorma.konkola@nokia.com 6.9.1999 alkaen

Rosenberg, Leena Tuulikki, ins., 12.05.1947, 1994, met, Supply Manager, Full Service, ABB Service Oy, 010222000, leena.rosenberg@fi.abb.com, Lukupuronrinne 2 i 18, 02200 ESPOO, 040 5563114 11.1.2000 alkaen

Mattfolk Nils G., 1.4.1951, 1978, met. Valimoryhmän johtaja, Kuusakoski Oy, 09 54951215, 050 5501085, n.g.mattfolk@kuusakoski.com, Haukilahdenranta 21 B 16, 02170 Espoo, 09 4123328

Uusia julkaisuja

A113 Evaluointimallit malminetsinnässä, J. Parkkinen, H. Niini. 100 mk

B68 Kaivosjaoston ja TKK:n kalliotekniikan laboratorion yritysseminaari Otaniemessä 9.10.1998. 50 mk (saatavana valokopiona)

B73 Liuosprosessointi metallurgisessa teollisuudessa - metallipintojen puhdistus ja peittäus, seminaarijulkaisu. 240 mk (myy POHTO)

B74 Valssauustuotteiden ominaisuuksien hallinta mikrorakennemallein, seminaarijulkaisu. 240 mk (myy POHTO)

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. ja fax 09-8134758. u-r.lahtinen@pp.inet.fi.
Häneltä saa myös tilata Vuoriteollisuuslehden vanhempia numeroita sekä julkaisuja ja lehtiä.

Puheenjohtajan jäähyväiset

Yhteisapelillä se sujuu

Vuosituhat vaihtui ilman ongelmia. Monella työpaikalla pohdittiin, olivatko mittavat projektit todella tarpeen. Parempi kait virsta vääraän kuin vaaksa vaaraan. Vuorimiesyhdistyksen toiminnan kehittämiseksi käynnistynyt keskustelu ei suinkaan päätynyt viime vuosituhanella. Sitä jatketaan ja varmasti entistäkin vilkkaammin.

Metallurgijaoston johtokunnassa asiasta on keskusteltu välillä hyvinkin eloisasti. Kuten myös niiden jäsenten kanssa, joita on tavattu. Kun tapaamme Vuorimiespäivillä, tämä on hyvä aihe keskustella laajemminkin. Uusia tuulia

tarvitaan, jotta myös nuoret jäsenet tuntisivat toiminnan omakseen. Metallurgit sijoituvat työelämässä niin laajalle alueelle, että muutokset ovat todella tarpeen.

On keskusteltu jaostojen hajauttamisesta ja yhdistämisestä. On pohdittu alueellisen toiminnan aktivoimisesta. Suurta ajavaa voimaa ei ole löytynyt hajauttamisen taakse. Ei myöskään keskittämisen. Samoin on laita alueellisen toiminnan. Tärkeintä on ensiksi miettiä, mikä on toimintamme perimmäinen tavoite, ennen kuin ryhdyimme sanoista tekoihin. Itse koen jaoston foorumina, jos-

sa voi tavata vanhoja ystäviä ja pitää yllä oman työn kannalta tärkeitä kontakteja. Puhumattakaan niistä lämpimistä tunteista, mitä tapahtumat herättävät. Metallurgeilla on perinteisesti ollut myös hyvin hoidettu ammatillinen koulutus, jonka suunnitteluun on panostettu paljon.

Jaostojen puheenjohtajat ovat kuluneen talven aikana vaihtaneet yhdessä mielipiteitä toiminnan kehittämistä. Aika yhteneväisiä ovat ajatukset eri puolilla. Jaostorakenteen rukkaamiseen ei nähty välitöntä tarvetta. Yhteistyötä jaostojen välillä on sen sijaan syytä kehittää. Useita tapahtumia voisimme tehdä yhdessä tai sopia, mikä jaosto vastaa mistäkin tilaisuudesta. Tällä tavalla saamme paremman tarjonnan jäsenkunnalle. Ovathan

tilaisuudet nytkin avoimia kaikille vuorimiehille, mutta eipä tule aina seurattua muiden jaostojen ohjelmia. Puheenjohtajien tapaamisessa tamikuussa oli innostunut yhteistyön henki. Sovittiin, että suunnittelua jatketaan käytännön tasolle.

Vuorimiespäivien teemana on taidolla tulevaisuuteen. Yritysten menestyminen on ensisijaisesti riippuvainen ihmisten taidoista ja kyvyistä, meidän alallamme metallurgien. Osuva aihe, joukolla mukaan!

Puheenjohtajakauteni on päätymässä. On ollut antoisaa aikaa ja monia mukavia muistoja jää mieleen. Kiitokset kaikille tuesta ja hyvässä vuorimieshengessä tehdystä yhteistyöstä.

Erkki Ristimäki

Metallurgijaoston toimintakertomus vuodelta 1999

Toiminta

Metallurgijaosto on kokoonnut toimikauden aikana vuosikokoukseen, kesäretkelle ja syyskokoukseen.

Vuosikokous pidettiin 26.3.1999 Helsingissä Marine Congress Centerissä. Kokoukseen osallistui 133 jäsentä.

Kokouksessa kuultiin seuraavat esitelmät:

Ympäristöministeriön ent. ylljohtaja Olli Ojala: Mitä ilmastomuutoksen pysähdyttäminen edellyttää Suomelta?

Terästuotantoyksikön johtaja Erkki Pisilä, Rautaruukki Steel: Terästuotannon haasteet energia- ja ympäristökyvymyksissä.

Kansanedustaja Osmo Soininvaara: Energia ja kestävä kehitys.

Jaoston kesäretki tehtiin 27.8.1999. Ruukkiretki suuntautui Karkkilaan, Fiskarsiin sekä Mustioon. Retkelle osallistui 53 jäsentä.

Jaoston syyskokous pidettiin 19.11.1999 Tampereella

aiheena Moderni materiaalitekniikka. Syyskokouksen yhteydessä tutustuttiin Tampereen teknillisen korkeakoulun Materiaaliopin laitokseen ja Valimoinstituuttiin. Kokoukseen osallistui 34 jaoston jäsentä.

Jäsenet

Metallurgijaoston jäsenmäärä oli vuoden 1999 lopussa 1134, joista nuoria jäseniä 13. Vuoden 1999 aikana johtokunta puolsi uusiksi jäseniksi 16 henkilöä, joista 4 nuoreksi jäseneksi.

Jaoston johtokunta

Metallurgijaoston johtokunnan kokoonpano on ollut seuraava:

Puheenjohtaja

DI Erkki Ristimäki, Fundia Wire Oy Ab, Hanko

Varapuheenjohtaja

DI Pekka Tuokkola, Outokumpu Harjavalta Metals Oy, Harjavalta

Sihteeri

DI Arto Mustonen, Fundia Wire Oy Ab, Taalintehdas

Jäsenet

Prof. Veikko Lindroos, Teknillinen korkeakoulu, Espoo
TkL Salla Sundström, Rautaruukki Steel, Raah
DI Osmo Mikkola, Lokomo Steels Oy, Tampere
TkL Martti Veistaro, Imatra Steel Oy, Imatra
DI Markku Tilli, Okmetic Oy, Vantaa

Johtokunta kokoontui vuoden 1999 aikana 4 kertaa.

Koulutustoiminta

Koulutustoiminta on hoidettu Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntijatoimikunnan (Metallurgian VAT) kautta. Toimikunnan puheenjohtajana on toiminut TKT Veikko Heikkinen Rautaruukki Oy:stä. Vuoden 1999 aikana on järjestetty seuraavat kurssit:

- Senkka- ja tyhjiömetallurgian kurssi, POHTO, 72 osallistujaa,

- Valu ja jäähmettyminen, POHTO, 55 osallistujaa,

- Liuosprosessointi metallurgisessa teollisuudessa - metallipintojen puhdistus ja peittäys, POHTO, 49 osallistujaa.

Korkeakouluyhteistyö

Yhteistyöelimen puheenjohtajana on toiminut professori Veikko Lindroos Teknillisestä

korkeakoulusta.

Tiedotus

Metallurgiajaoston tiedotus on hoidettu Vuoriteollisuuslehdessä metallurgisivuilla ja erillisillä jäsentiedotteilla. Lehti ilmestyi vuoden aikana neljä kertaa, joista yksi numero oli jäsenluettelo.

Erkki Ristimäki, puh.joht.

Arto Mustonen, siht.

Metallurgijaoston tapahtumakalenteri

(Ns. mukailtu savolainen malli: Kaikki vastuu siirtyy lukijalle välittömästi) !

24.-25.3.2000

Vuorimiespäivät, metallurgiajaoston vuosikokous esitelmiseen, Helsinki

22.-23.5.2000

Sulkeumametallurgia - mikro- ja makrokuonat 12.-16.6.2000

Sixth International Conference on Molten Slags, Fluxes and Salts in Stockholm and in Helsinki. Lisätietoja prof. Lauri Holappa, /TKK 23.-24.10.2000

Metallurgisten prosessien ohjaus !

Parahin Metallurgi! Jos Sinulla on tietoa tapahtumista, jotka saattavat kiinnostaa meitä laajemminkin, ota yhteyttä jaoston sihteeriin Arto Mustonen, puh. 02-428 5252 fax: 02-428 5181 tai e-mail: arto.mustonen@fundia.fi

Metallurgijaoston toimintasuunnitelma vuodelle 2000

Toiminta

Jäsentoiminta hoidetaan yhteisten tilaisuuksien avulla. Näitä ovat: Vuosikokous esitelmineen 24.3.2000 Helsingissä. Kesäretki, joka suunnitellaan tänä vuonna itärajan tuntumaan. Isäntänämme toimii Imatra Steel Oy ja ajan kohta on 25.8.2000. Syyskokous on Otaniemessä lokamarraskuussa ja järjestäjinä TKK ja VTT.

Opiskelevia nuoria aktivoidaan jaoston toimintaan.

Jaoston johtokunta 2000

Puheenjohtaja

DI Pekka Tuokkola, Outokumpu Harjavalta Metals Oy, Harjavalta
Prof. Veikko Lindroos, Teknillinen korkeakoulu, Espoo
DI Markku Tilli, Okmetic Oy,

Vantaa

DI Osmo Mikkola, Lokomo Steel Oy, Tampere
DI Pekka Mattila, Rautaruukki Steel, Raahen
DI Lasse Vihavainen, Imatra Steel Oy, Imatra
TKL Markus Malinen, Fundia Wire Oy Ab, Hanko
DI Jyrki Makkonen, Outokumpu Harjavalta Metals Oy, Pori

Koulutustoiminta

Koulutustoimintaa hoidetaan Metallurgian Valtakunnallisen Asiantuntijatoimikunnan (Metallurgian VAT) järjestämällä kursseilla, jotka toteutetaan yhteistyössä POHTON kanssa. Alustavasti on suunniteltu toteutettavaksi seuraavat kurssit:

- Valssaus tuotteiden omi-

naisuuksien hallinta mikrorakennemallein, 24.-25.1., POHTO. Demopäivä 26.1. Oulun Yliopisto.

- Sulkeumametallurgia - mikro- ja makrokuonat, 22.-23.5.2000.

- Metallurgisten prosessien ohjaus 23.-24.10.2000.

Metallurgian VAT:n kokoonpano vuonna 2000

Puheenjohtaja

TkT Veikko Heikkinen, Rautaruukki Oyj

Sihteeri

DI Markus Hietala, POHTO

Jäsenet

TKL Veikko Alasvuo, Imatra Steel Oy

DI Kari Helelä, Rautaruukki Oyj

Prof. Heikki Jalkanen, Teknillinen korkeakoulu

TKL Antero Järvinen, Fundia Wire Oy Ab

TKL Raimo Levonmaa, Outokumpu Polarit Oy

DI Osmo Mikkola, Lokomo Steels Oy

TkT Asmo Vartiainen, Outokumpu Research Oy

Korkeakoulu yhteistyö

Jaoston ja korkeakoulujen välisestä yhteistyöstä huolehtii metallurgijaoston korkeakoulu yhteistyöelin.

Korkeakoulu yhteistyöelimen kokoonpano 2000

Puheenjohtaja

Prof. Veikko Lindroos, TKK

Jäsenet

TkT Rainer Backman, ÅA

TkT Antti Hynni, TTKK

Prof. Pentti Karjalainen, OY

Prof. Heikki Jalkanen, TKK

TkT Jukka Martikainen, LTKK

Tiedotustoiminta

Metallurgijaoston tiedotus hoidetaan Vuoriteollisuuslehdessä metallurgisilla ja tarvittaessa erillisillä jäsen tiedotteilla. Ulkoisen tiedottamisen kohteet ovat alan opiskelijat, oppilaitokset ja teollisuus

Erkki Ristimäki, puh.joht.

Arto Mustonen, siht.



Metallurgijaoston VUOSIKOKOUS

Aika Perjantai 24.3.2000 klo 14.00
Paikka Marina Congress Center, Helsinki

ESITYSLISTA

1. Kokouksen avaus
2. Kokouksen päätösvaltaisuuden toteaminen
3. Kokouksen järjestäytyminen
4. Metallurgijaoston toimintakertomus 1999
5. Metallurgijaoston johtokunta 2000
6. Jaoston toimintasuunnitelma vuodelle 2000
7. Muut esille tulevat asiat
8. Vuosikokouksesi telmät
9. Kokouksen päätös

Arto Mustonen,
Metallurgijaoston sihteeri



Vuorimiespäivät 2000



Maaliskuun 24. klo 08.00 alkaa Vuorimiespäivien ilmoittautuminen Helsingin Katajanokalla Marina Congress Centerissä. Niin kuin lähetetystä ohjelmasta ilmenee, kuullaan vuosikokouksen jälkeen päivien teemaan *Taidolla tulevaisuuteen* liittyvät kolme korkean tason esitelmää. Iltajuhla pidetään viimevuotiseen tapaan Messukeskuksessa. Tällä kertaa palveluun on kiinnitetty erityistä huomiota ja tarjoilusta vastaava Amica on lupautunut 40 vuotta tänä vuonna täyttävä Rautaruukki Oy.

Seuralaisille on järjestetty vierailu **Marimekon** tehtaalle ja sen myymälään. Vierailun jälkeinen lounas on **Plaza-hotellin** ravintola **Pääkonttorissa**.

Lauantain lounas nautitaan **Vanhassa Maestrossa Humpsvakarnien ja Vuorimiesorkesterin** esitysten tahdittamana.

Vuorimies! Ilmoittaudu heti Vuorimiespäiville, osallistu päivien esityksiin, tapaa vanhat ystävät ja juhli oikein kunolla!

Pääsihteeri

Geokemian päivä Rovaniemellä 1.12.1999

TEKSTI: ESKO KORAKIÄKOSKI

Viides geokemian päivä -kokous pidettiin Rovaniemellä 1.12.1999. Kokouksen teemanä oli "Kaivostoiminnan vaikutus toimintaympäristönsä" ja se keräsi 68 osallistujaa, joista monet perinteisen geologian ulkopuolelta.

Ruotsista osallistujia oli kymmenkunta. Useat mukana olleet jatkoivat Lapin vierailuun osallistumalla geokemian päivää seuranneeseen Fennoskandian malminetsintä- ja kaivannaisteollisuuskonferenssiin.

Kokouksessa kuultiin yhdeksän esitelmää, joissa liikutettiin laajassa skaalassa geologiasta ympäristöasioihin ja kaivostoiminnan vaikutuksista yhteiskuntaan. Avaussanat kokoukselle lausui professori *Ahti Silvennoinen* GTK:sta. *Urho-Pekka Mustikamäen* esitelmä käsitteli metallipitoisten vesien biologista käsittelyä Outokumpu Mining Oy:ssä. Esitelmässä tuli mielenkiintoisella tavalla esille kuinka ympäristöasiat ovat tulleet olennaiseksi osaksi kaivostoimintaa ja kuinka happamia vesiä voidaan menestyksekkäästi neutralisoida.

Ilkka Härkösen esitelmä

käsitteli Suomeen todennäköisesti seuraavana avattavaa kultakaivosta eli Kittilän Suurikuusikon esiintymän geologiaa ja rikastukseen suunnittelua bakteeriliuotusta, jota ei maassamme ole aiemmin käytetty. Olli Salo Lapin Vesitutkimus Oy:stä kävi yksityiskohtaisesti läpi kaivostoiminnan lupamenettelyyn ja ympäristöseurantaan liittyvät lait ja käytännöt.

Lounaaksi nautitun joululaterian jälkeen MIMI-projektin tutkija *Roger B. Herbert* Tukholman yliopistosta esitteli erilaisia ihmisten sekä luonnon tekemiä puskureita kaivosten happamien vesien käsittelyssä. Häntä seurasi Boliden Mineral AB:n ympäristöpäällikkö *Manfred Lindvall*, joka käsitteli Ruotsin laajinta kaivosten jälkihoitoon liittyvää hanketta *Kristinebergin* kaivoksen entisöimiseksi.

Kaivostoiminnan merkitys-

tä yhteiskunnalle käsittelevät *Markku Nieminen*, joka esitteli Pahtavaaran kaivoksen vaikutusta lähialueelleen ja Työministeriön *Pekka Tiainen*, joka puhui laajemmin kaivannaisteollisuuden merkityksestä kansantaloudelle.

Ympäristöviranomaisen näkökantaa kaivoshankkeiden toteutuksessa esitteli *Juhani Itkonen* Lapin ympäristökeskuksesta painottaen ympäristövaikutusten mahdollisimman aikaista huomiointamista kaivoshankkeen toteutuksessa sekä varhaisen jälkihoitosuunnitelman tarpeellisuutta. Viimeisenä esitelmänä kuultiin

Reijo Salmisen suulla (laadittu yhdessä Päivi Heikkisen ja Marit Wennerströmin kanssa) edellistä täydentävä GTK:n KTM:lle laatima ohje kaivoshankkeen ympäristövaikutusten arviointimenetelyksi (YVA-ohje).

Loppukeskustelu polveili päivän esitelmissä ja siihen osallistuivat esitelmäitsijöiden ohella mm. *Markku Mäkelä*, *Aimo Hiltunen*, *Elias Ekdahl*, *Heikki Vartiainen* ja *Timo Lindborg*. Esitelmäitivistelmät on julkaistu Vuorimiesyhdistyksen julkaisusarjassa B, numero 73.

Mielenkiintoinen ja monipuolinen esitelmäpäivä päättyi ohjelmalliseen illalliseen Kampuherran valtakunnassa *Oiva Arvolan* esittämien Lapin sagojen parissa.

Mukana olleille sisäpiiriviestinä:

ÖHÖRÄT NÄÄSKÄÄN!!!

Sovelletun geofysiikan XII neuvottelupäivät

Sovelletun geofysiikan XII neuvottelupäivät pidettiin 10.-11.11.1999 Joensuussa Hotelli Kimmelissä. Osallistujia oli paikalla 46. Päivillä esiteltiin sovelletun geofysiikan parissa työskentelevien toimintaa 26 esitelmällä ja 5 posterilla.

Vieräilevana esitelmäitsijänä oli *Dr Bernd Milkereit*

Christian-Albrechts Yliopiston geofysiikan osastolta Kielistä Saksasta. Hänen esitelmänsä aihe oli: "3D Seismic Studies of Deep Massive Sulfide Deposits".

Seuraavat Sovelletun geofysiikan neuvottelupäivät järjestetään vuonna 2001 pääkaupunkiseudulla.

Tapio Lehtonen

Rikastus- ja prosessijaosto järjestää yhteistyössä MINPRO-tutkimusohjelman kanssa

MINPRO-seminaarin 23.3.2000

Seminaarissa käsitellään tutkimusohjelman tuloksia.

Tilaisuus järjestetään TKK:n Materiaali- ja kallioteekniikan osaston tiloissa, Espoossa. Seminaarin osallistumismaksu on 100 mk. Ilmoittautuminen 17.3.2000 mennessä *Pirjo Kuula-Väisänen* puh. (03) 365 3783, fax (03) 365 2884 tai sähköposti *kuulavai@cc.tut.fi*.

Seminaarin yksityiskohtaisempi ohjelma lähetetään jaoston jäsenille jäsenkirjeessä. Ohjelma toimitetaan myös muiden jaostojen jäsenille pyydettäessä.

Tervetuloa kuulemaan tutkimusohjelman uusimmat tulokset!

Ilmoittajat / Annonserer

Avainlaskelmat Oy	Neximport Oy
Componenta Oyj	Nordberg Group
Endress & Hauser Oy	Outokumpu Oyj
Oy Forcit Ab	Outokumpu Research Oy
Fundia Wire Oy Ab	Pohto
GTK	Rautaruukki Oy
Imatra Steel Oy Ab	Sandvik Tamrock Oy
ITS-vahvistus Oy	Oy E. Sarlin Ab Uunit
Oy JA-RO Ab	Siemens Osakeyhtiö
Kemira Chemicals Oy	Oy Svedala Ab
Kuusakoski Oy	Tamfelt Oy Ab
Larox Oy	Warman int. Scandinavia Oy
Merita-Nordbanken Oyj	YIT - Insinöörirakentaminen
Miranet Oy	

Ruostumaton viisi- kymmen- vuotias.

50 jaro
1949-1999

STAINLESS STEEL

Oy JA-RO Ab

PL 15, 68601 Pietarsaari

Pub. (06) 7865 111, Fax (06) 7865 222

<http://www.outokumpu.com/steel/jaro>

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN
GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

Uusia julkaisuja

Hytönen, Kai : Suomen mineraalit. Espoo: Geologian tutkimuskeskus, 1999. 399 s. (243 mk)

Julkaisujen ja karttojen myynti:

Geologian tutkimuskeskus	Puh.: 020 550 2450
Julkaisumyynti	Telekopio: 020 550 12
PL 96	E-mail info@gsf.fi
02151 ESPOO	www.gsf.fi/info/julkmyyn.html
Käyntiosoite: Betonimiehenkuja 4	

Julkaisuja myyvät myös GTK:n aluetoimistojen kirjastot:

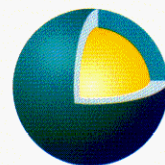
Geologian tutkimuskeskus	Geologian tutkimuskeskus
Väli-Suomen aluetoimisto	Pohjois-Suomen aluetoimisto
Kirjasto	Kirjasto
PL 1237	PL 77
70211 KUOPIO	96101 ROVANIEMI
Puh.: 020 550 3250	Puh.: 020 550 4131
Telekopio: 020 550 13	Telekopio: 020 550 14
E-mail kuolibrary@gsf.fi	E-mail roilibrary@gsf.fi
Käyntiosoite: Neulanientie 5	Käyntiosoite: Lähteentie 2

Hintoihin sisältyy ALV (julkaisut 8%), mutta ei postimaksua.

Penttinen, Sari: Electrical and hydraulic classification of forest till soils in Central Lapland, Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 398, 2000. 88 s. (väitöskirja) (108 mk)

Palmu, Jukka-Pekka: Sedimentary environment of the Second Salpausselkä ice marginal deposits in the Karkkila-Loppi area in southwestern Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 148, 1999. 91 s. (väitöskirja) (108 mk)

Autio, Sini (ed.): Geological Survey of Finland: Current Research 1997-1998. Geological Survey of Finland, Special Paper 27, 1999. 202 s. (351 mk)



GTK

**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 Puh. 020 550 20
02150 ESPOO Fax. 020 550 12



GTK



IDEASTA TOTEUTUKSEEN

OUTOKUMPU RESEARCH OY

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



TAMFELT

Tamfelt Oy Abp
Suodatinkankaat
PL 427, 33101 TAMPERE
Puh. (03) 363 9111
Telefax (03) 363 9639
E-mail: filter.fabrics@tamfelt.fi
Internet: www.tamfelt.fi



**Automaattiset paine- ja
kirkastussuodattimet**

LAROX®

Separates the best from the rest

Larox Oyj

PL 29

53101 Lappeenranta

Puh. (05) 668 811

Fax (05) 668 8277

E-mail info@larox.com

Internet www.larox.com

SARLIN
Uunit



Kehittää, valmistaa ja markkinoi teollisuusuuneja ja
lämpökäsittelylinjoja 'avaimet käteen' -periaatteella.

OY E. SARLIN AB • Sarlin Uunit

Järvihaantie 10, 01800 Klaukkala • Puh. (09) 878 9280 • Fax (09) 8789 2811



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

- Pumput
- Syklonit
- Venttiilit



Osaava kalliorakentaja

YIT-RAKENNUS OY

Kalliorakentaminen

PL 36, 00621 HELSINKI, käyntiosoite Panuntie 11

Puhelin 020 433 111, faksi 020 433 3747, www.yit.fi

Prosessiautomaation mittalaitteet

Endress + Hauser

Mikkelänkallio 3, 02770 Espoo
Puh 09-859 6155, fax 09-859 6055
E-mail: info@fi.endress.com
Internet: http://www.endress.com



ROCBO-ROCKMORE INT.

Neximport Oy

Kantelettarenkuja 1
00420 Helsinki

Tel. +358-0-563 3300

Fax +358-0-563 3033



KUUSAKOSKI OY
metallien kierrättäjä

PL 96
18101 HEINOLA
puh. 03-84300
fax 03-8430 411
www.kuusakoski.com



VAHVISTUS OY

- Ruiskubetonointi
- Injektointi
- Pultaus ja ankkurointi
- Porapaalut
- Perustusten vahvistus
- Betonisaneeraus
- Lattioiden nostot ja -stabiloinnit
- Maarakenteiden stabiloinnit ja -tiivistykset

Kaivostie, 71470 Oravikoski
puh. 017-5544 216, fax. 017-5544 217
tai Hatanpään valtatie 34 A, 33100 Tampere
puh. 03-2732 212, fax. 03-2732 213